NOTE CONCERNANT QUELQUES INDICES MORPHOLOGIQUES DE LA GENÈSE DES CAVITÉS VERTICALES DES ZONES KARSTIQUES DE ROUMANIE

PAR

HORIA MITROFAN

Dans le cadre d'une analyse de plusieurs avens de Roumanie des relations ont été recherchées entre les tronçons à morphologie différente (puits, galerie, creusement en régime noyé ou à niveau libre), appartenant à une même cavité, ainsi qu'entre les différents creux karstiques et les types de fractures et l'évolution paléogéographique d'un massif. En ont découlé le rôle des intersections des décrochements dans le contrôle de la localisation de l'aven, celui des fissures tensionnées, associées aux décrochements dans le contrôle du développement horizontal, celui des niveaux de base successifs dans la limitation de l'approfondissement et celui des surfaces calcaires soumises à l'alimentation hydrique dans le contrôle de la profondeur, ou plutôt de l'amplitude verticale de l'aven.

INTRODUCTION

Les cavités verticales, couramment désignées comme des « avens » présentent une grande hétérogénéité, tant dans la distribution spatiale qu'en ce que concerne leurs dimensions. Pourtant elles forment une classe bien distincte de creux karstiques, dont certains caractères, très stables, ont été déjà extraits dans MERRIL 1960. Celà aurait dû pousser les recherches vers une démarche quantitative, sinon déterministe, dont nous n'avons pas, jusqu'à présent, pris connaissance. Nous avons essayé de contineur la systématisation des caractères distinctifs des avens [1] envisageant des paramètres compatibles avec la structure et le fonctionnement des aquifères karstiques.

1. PARTICULARITÉS MORPHOLOGIQUES

1.1. CORRÉLATION AVEC LES NIVEAUX DE BASE

L'observation de M E R R I L (1960), que les fonds se trouvent à des cotes situées près ou légèrement en dessus des niveaux d'érosion actuels, ou plutôt anciens, a été largement vérifiée pour les avens prises

[1] Les avens prises pour des exemples ont été explorés par les clubs spéologiques « Emile Racovitza » — Bucarest, « Speodava » — Dr. Petru Groza, « Z » — Oradea et « Zarand » — Brad et les renseignements qui les concernent ont été publiés pour la plupart dans Buletinul Informativ FRTA, CCSS N^os 2/1978, BRIJAN P., 3/1979, BOSDOC B., TODA D. et MITROFAN H., 1/1977, MITROFAN H., 4/1980, TODA D., BOSDOC B. et Buletinul C. S. E. Racoviță, N^os 5/1978 et 6/1979, MITROFAN H. Les données inédites nous ont été aimablement mises à disposition par Petre Brijan et Liviu Vălenaș (pour Hoanca Urzicarului), auxquels nous exprimons notre gratitude tout entière.

rav. Inst. Spéol. « Emile Racovitza » t. XXI, p. 77–86, Bucarest, 1982

en considération (fig. 10). De plus, il a été facile de reconnaître des changements morphologiques frappants, situés aux cotes des niveaux d'érosion anciens, dans quelques avens plus complexes, qui traversent plusieurs de ces plates-formes. Il s'agit de :

a) « Fonds » suspendus par rapport au terminus actuel (Av. de Bîtan, fig. 6, Clocoticiul din Scoaba Sărăturii, le secteur concrétionné, fig. 9, Av. Paroşiţa, fig. 3, Av. Poieni, cote —47, fig. 4).

b) Terminus des tronçons subhorizontaux ou en pente et l'interception d'un nouveau secteur de puits (Av. din Dosul Lăcşorului, cote — 177, fig. 5, Clocoticiul din Scoaba Sărăturii, fig. 9, Av. din Hoanca Urzicarului, cotes —144 et —245, fig. 2, Av. de Fundătura Hobenilor, cote —32, fig. 7). Il faut remaquer les changements brusques de direction, de presque 180° qui accompagnent quelquefois ces changements morphologiques (Av. din Hoanca Urzicarului, Av. de Fundătura Hobenilor).

c) Passage d'un fond de puits aux traces de creusement en régime inondé, au sommet d'un autre puits, aux traces seulement de creusement à niveau libre (Av. din Dosul Lăcşorului, cote — 79, fig. 5), Av. Poieni, cotes —47 et —107, fig 4).

In faut considérer ces observations comme une preuve qu'au niveau de base auquel se rapportent les indications de perte de l'eau décrites par les situations a, b et c, ces avens étaient hydrologiquement actives. L'approfondissement au delà d'un certain niveau de base ne s'est pas toujours produit et si pourtant cela se passait, c'était un niveau de base inférieur qui le contrôlait.

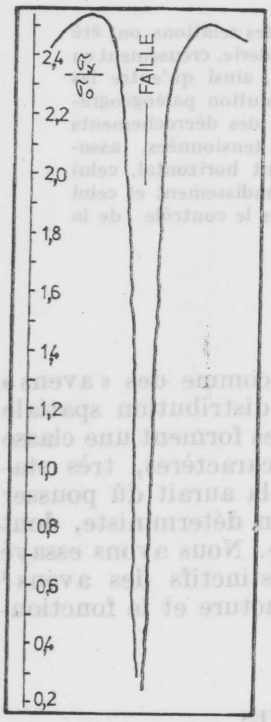


Fig. 1 — Distribution des composantes σ_y des efforts de compression, parallèles à la compression externe σ_o, sur une direction transversale à un décrochement orienté à 45° par rapport à l'effort extérieur (après DUDA, 1965).

1.2. POSITION DE L'AVEN PAR RAPPORT AUX FAILLES ORIGINAIRES

La position de n'importe quelle des cavités prises en considération par rapport aux deux décrochements qui lui ont édifié la « moule » tectonique (WILSON, 1977, LYSENKO, 1977) n'est jamais accidentelle : toujours le sens du drainage, tel qu'il est prouvé par l'enchaînement des puits et des secteurs en pente ou subhorizontaux conduit de l'une vers l'autre des deux failles ; on ne peut nullement mettre en évidence un drainage qui use seulement les axes tensionnées en « ignorant » la présence des failles (fig. 2, 5, 7, 9). Généralement les situation b, et c, de § 1.1. sont accompagnées par des rétrécissements, des éboulements et des coulées stalagmitiques, qui témoignent la présence des décrochements.

Nous sommes obligés d'attribuer aux décrochements le rôle de « drains » tel qu'il a été imaginé par MANGIN (1975), qui les voyait

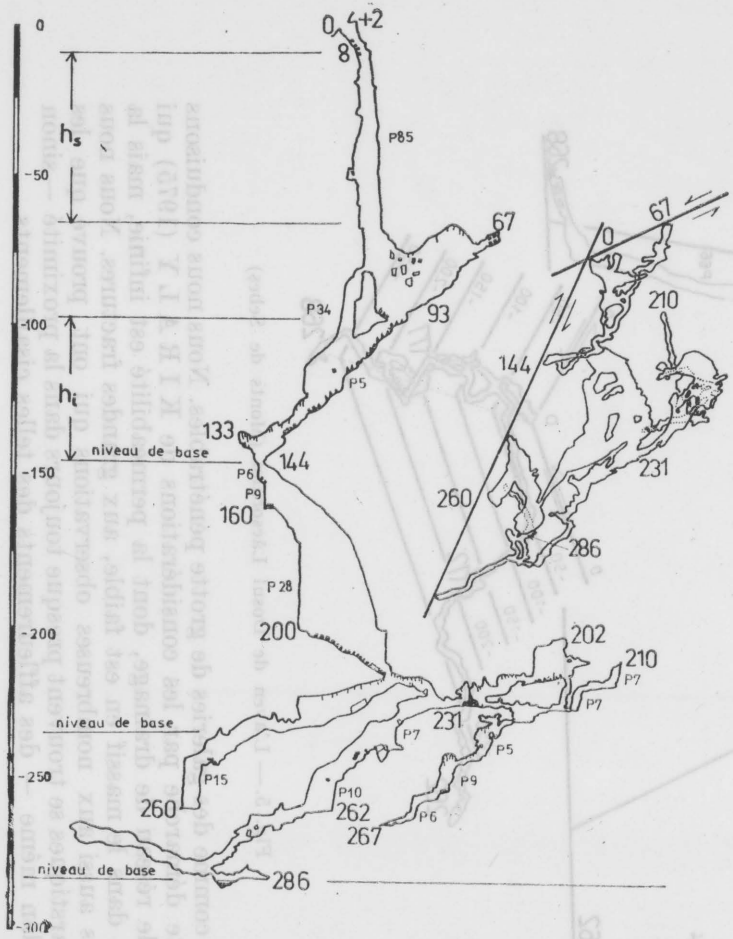


Fig. 2 — L'aven de Hoanca Urzicarului (Monts de Bihor) Légende commune des figures 2 : 9. h_i — dénivelée correspondant à la pression dans le drain pour laquelle le creusement vertical s'arrête ; h_s — hauteur du tronçon supérieur du puits, dépourvue de traces d'inondation.

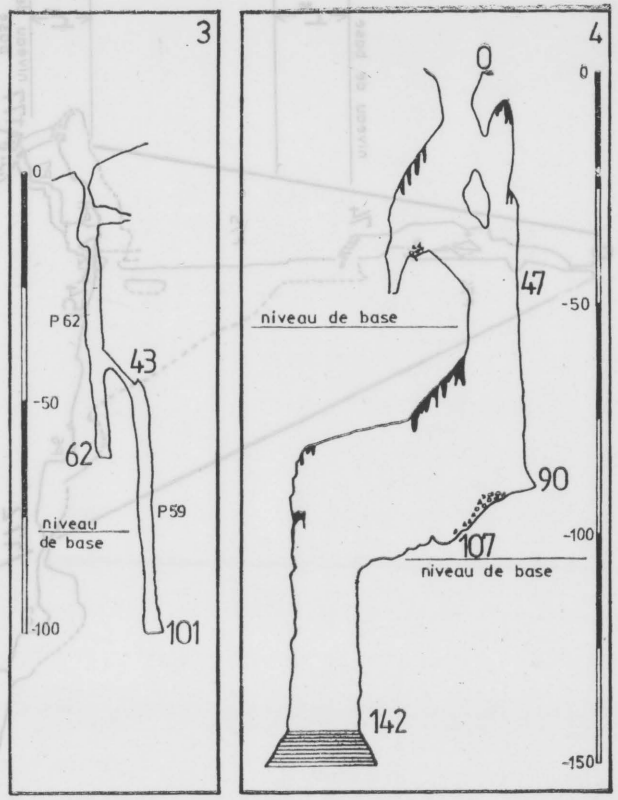


Fig. 3 — L'aven Parosița (Monts Métalifères) (après BOSDOC et TODA, 1980)

Fig. 4 — L'aven Poieni (Monts Métalifères) (après TODA et BOSDOC, 1980)

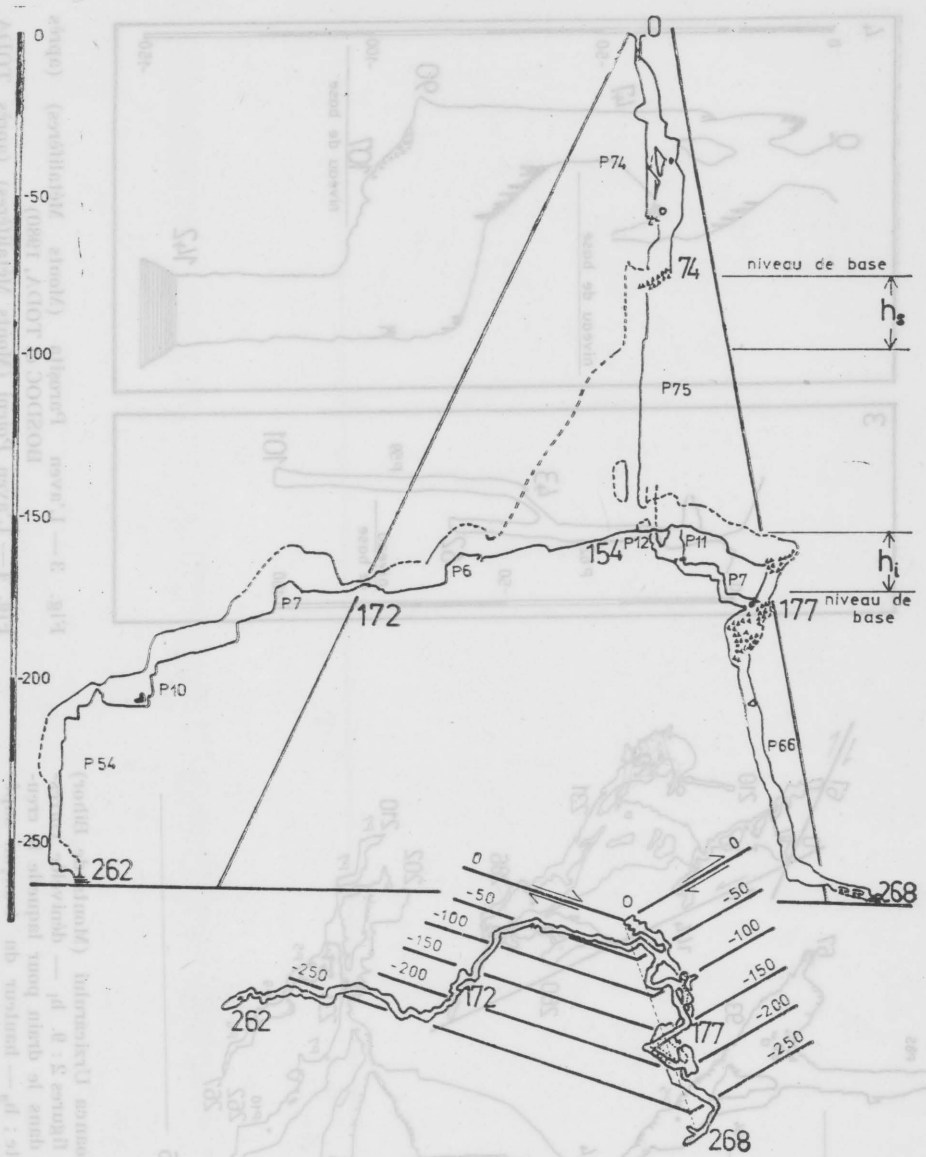
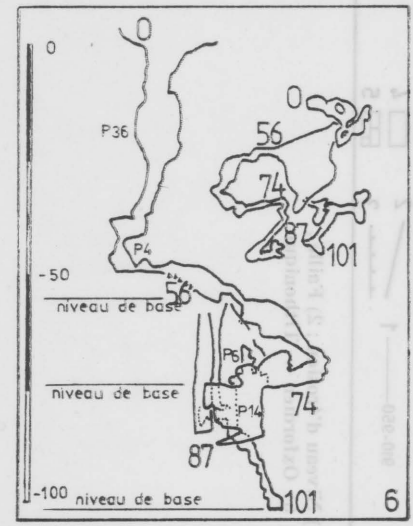
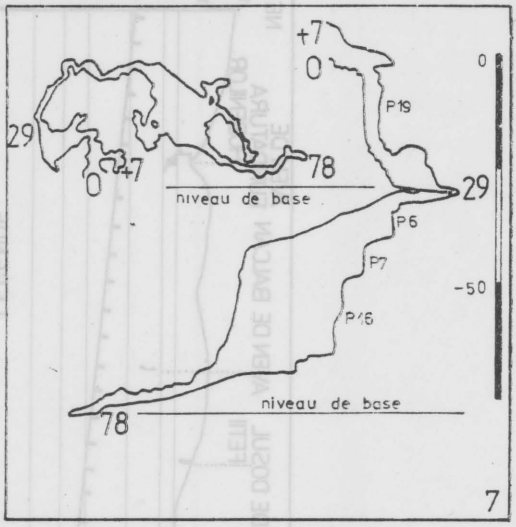
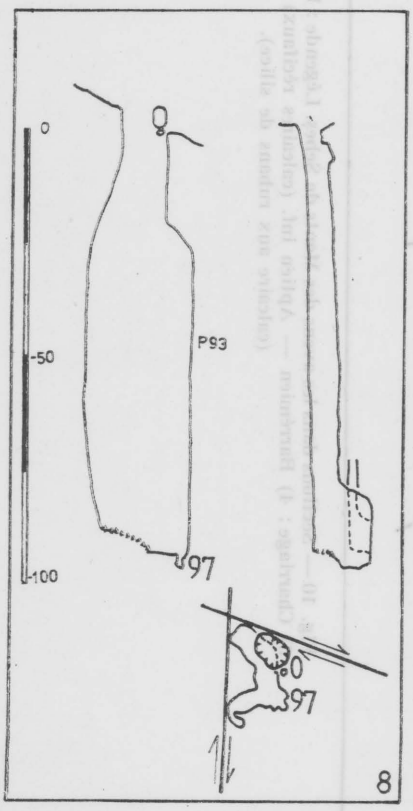


Fig. 5. — L'aven de Dosul Lăcșorului (Monts de Sebeș)

pourtant comme des galeries de grotte pénétrables. Nous nous conduisons dans cette démarche par les considérations de K I R A L Y (1975) qui identifie le réseau de drainage, dont la perméabilité est infinie, mais la fréquence dans le massif en est faible, aux grandes fractures. Nous nous rapportons aussi aux nombreuses observations qui ont prouvé que les sources karstiques se trouvent presque toujours dans la proximité — sinon dans le plan même — des affleurements des telles cisaillements.







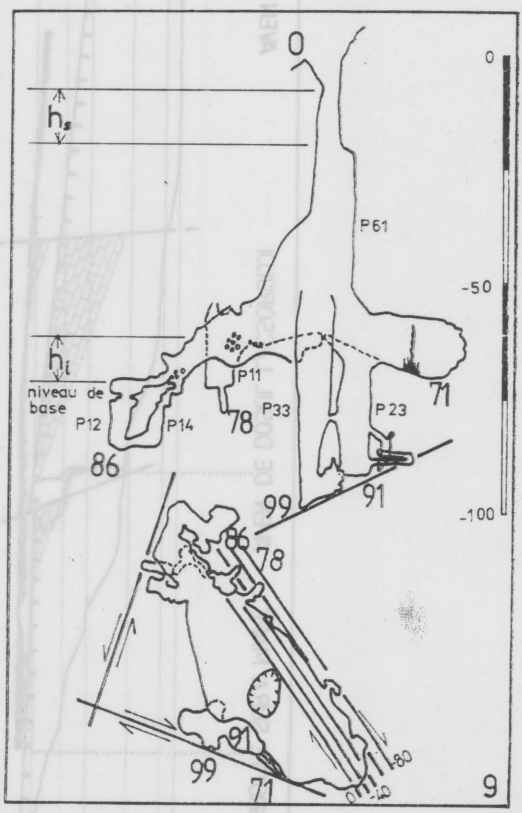


Fig. 6 — L'aven de Bitan (Monts de Sebeş) (après MITROFAN, 1977) Fig. 7 — L'aven de Fundătura Hobenilor (Monts de Sebeş) (après MITROFAN, 1978) ; Fig. 8. — L'aven Clocoticiul din Cracul Scurt (Monts Vîlcan) (après MITROFAN, 1979 b) ; Fig. 9 — Clocoticiul din Scoaba Sărăturii (Monts Vîlcan).

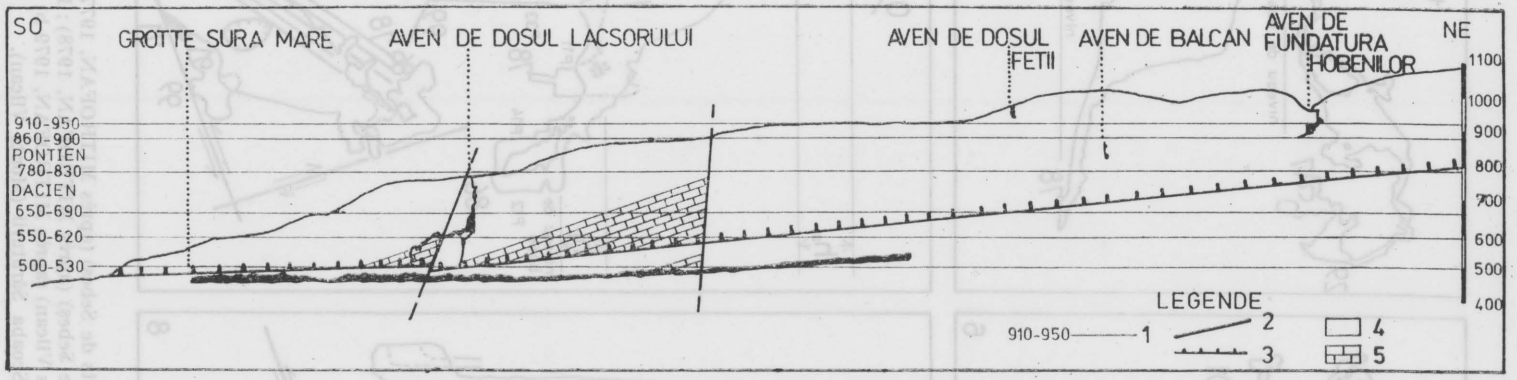


Fig. 10 — Sections dans les avens des Monts de Sebeș. Légende : 1) Niveau d'érosion ; 2) Faille ; 3) Charriage ; 4) Barrémien — Aptien inf. (calcaires récifaux) ; 5) Oxfordien — Tithonique (calcaire aux rubans de silice).

C'est le conditionnement mécanique des décrochements (D U D A, 1965, fig. 1) qui les fait « aptes » pour ce rôle : tandis que la zone décomprimée, à l'extension latérale centimétrique est favorable au creusement des « mini-galeries » très perméables, les deux compartiments latéraux fortement comprimés s'opposent à l'apparition des zones capacitives ou à l'excavation des grottes [2].

M A N G I N (1975) a prouvé que l'écoulement sur les drains se faisait dans la plupart des cas sous pression.

1.3. AMPLITUDE DES TRONÇONS VERTICAUX (À PICS OU SUCCESSION DE GRANDS PUITS)

Il faut tenir compte que les plus grands à pics oscillent autour de 100 m pour les Carpates Roumains (tandis que même dans les aires classiques de développement des grands avens ils ne dépassent pas 350—400 m). Cette constance, d'un caractère plutôt limitatif, ne peut pas être mise en rapport aux épaisseurs des certaines séquences stratigraphiques et aux mouvements épirogénétiques non plus, dû aux amplitudes beaucoup plus fortes que peuvent atteindre ces deux catégories de causes hypothétiques. Nous sommes conduits y voir un conditionnement climatique, hydrologique en dernière espèce.

On peut faire les même considérations en ce qui concerne l'extension des tronçons verticaux qui séparent les secteurs subhorizontaux ou en pente (valeur constante de 65—75 m pour l'aven Dosul Lăcșorului, fig. 5, de 30—40 m pour les avens des Monts de Sebeș, situés au dessus de la cote 780 m, y compris Fundătura et Bîtan, fig. 10), ainsi que sur l'extension des tronçons verticaux que séparent les traces d'écoulement sous pression, situées aux cotes des anciens niveaux de base (l'aven Poieni comprend un enchaînement de 3 puits d'environ 45 m chacun — fig. 4).

1.4. LES « PUITS AVEUGLES »

Nous désignons par ce nom les puits dont les parois ont une ouverture dans les parois d'autres puits ou galeries, qui conduisent à un fond évidemment perché par rapport au fond auquel conduit le puits aveugle. Vers le haut ce type de puits se ferment sans atteindre la surface topographique et aussi avant de joindre le réseau adjacent qui y conduit (les avens Bîtan, fig. 6 et Parosița, fig. 3). Il faut remarquer que, bien que lee puits aveugles recoupent le niveau ayant fonctionné comme niveau ds base pour le réseau adjacent, ils n'y présentent aucun changement dans la morphologie qui puisse y être rapporté.

---

[2] Une série d'études sur les calcaires sarmatiens du sud de Dobrogea, autour du lac Techirghiol, ont prouvé que le plus avancé mélange chimique entre l'eau salée du lac et l'eau douce de l'aquifère adjacent se produisait le long de telles lignes de cisaillement. Mais tout à fait paradoxal, les pompages d'essai effectués dans la proximité des failles ont conduit aux valeurs de perméabilité plus faibles (de l'ordre de 4 m/jour) que celles rencontrées dans les zones dépourvues d'accidents tectoniques (de l'ordre de 10—40 m/jour).

Il paraît donc que les deux réseaux aient été formés l'un indépendemment de l'autre et succésivement, chacun en relation avec un niveau de base différent.

En se rapportant à § 1.3 il faut mentionner la constance, dans le cadre d'un même aven, de l'hauteur maximale atteinte par les différents réseaux en dessus de leurs fonds.

1.5. LE CREUSEMENT EN RÉGIME GRAVITATIONNEL

La remarque antérieure sur la constance de l'hauteur des voûtes des certains puits par rapport à leur fond, pourrait indiquer un creusement « de bas en haut », sous pression. Or, si pour la totalité des secteurs subhorizontaux ou en pente moyenne on a observé un stade initial, de galerie singénétique, tous les puits considérés offrent des traces de corrosion en régime inondé seulement sur une hauteur limitée par rapport à leur base, tandis que le creusement en régime gravitationnel, qui a imposé la verticalité du puits est évident sur toute son hauteur.

1.6. Exception faite de quelques-uns des avens considérés (Parosița Poieni, Cracul Scurt), les puits sont continués à leur base par des galeries au gradient élevé, situées au dessus du niveau de base (dont la signification est celle de niveau d'étiage de la surface piézométrique). Il s'agit d'un paradoxe, car si la profondeur atteinte par le creusement vertical (du puits) était contrôlée par le niveau de base, il serait inexpliquable pourquoi à un niveau apparemment arbitraire, représenté par le fond du puits, l'eau emprunte une voie de circulation à composante horizontale prononcée. M E R R I L, 1960 et H E S S. 1977, qui ont déjà signalé ce type morphologique dans les avens situés auprès du niveau de base contemporain du Kentucky Central, ont aussi observé que les galeries mentionnées pouvaient être temporairement inondées.

1.7. EGALITÉ ENTRE L'AMPLITUDE VERTICALE DE LA PARTIE SUPÉRIEURE D'UN SECTEUR VERTICAL ET CELLE DU TRONÇON EN PENTE, DÉVELOPPÉ À LA BASE DE CELUI-LÀ

Il a été observé qu'un grand puits ne présente pas une morphologie tout à fait semblable sur toute son hauteur : sa partie supérieure est plus étroite et n'expose que de traces d'écoulement en régime gravitationnel, tandis que, en commençant d'une certaine profondeur il s'élargit et aux traces de creusement gravitationnel se superposent des traces de corrosion en régime inondé. Tel qu'il est montré par les coupes des avens Hoanca Urzicarului (entre —8 et —144) fig. 2, Dosul Lăcșorului (entre —79 et —177) fig. 5), Scoaba Sărăturii (entre —7 et —71) fig. 9, on rencontre la tendence que l'amplitude verticale du secteur supérieur du puits soit égale à celle du tronçon en pente, développé entre la base du puits et le niveau de base contemporain.

2. PARTICULARITÉS D'EMPLACEMENT

Du fait que l'amplitude de l'aven est toujours limitée vers le bas par un ou plusieurs niveaux de base successifs (§ 1.1) découle que chaque tronçon développé en dessus d'un de ces niveaux (et limité vers le haut par

le sommet de son puits supérieur) appartient à une étape morphogénétique. En étudiant, par exemple, les monts Sebeș, on peut observer que l'amplitude des tronçons appartenant à une étape morphogénétique ne dépasse pas 30—40 m pour les avens situés au dessus du niveau de base pontien, suspendu actuellement à 780—830 m (y compris les avens Fundătura et Bîtan), tandis que pour l'aven de Dosul Lăcșorului, développé en relation avec 3 niveaux de base successifs, mais tous post pontiens, les amplitudes de chaque tronçon peuvent atteindre 100 m (fig. 10). Or, depuis le debut du dacien le réseau hydrographique épigé du massif est disparu, conduisant à une concentration du drainage souterrain.

Par contre, dans les monts Vîlcan les grands avens, Clocoticiul din Scoaba Sărăturii et Clocoticiul din Cracul Scurt, aux amplitudes des tronçons d'une étape morphonégétique de 70 et respectivement plus de 100 m, sont situés en dessus du niveau d'érosion suspendu aujourd'hui à environ 900 m. Celui-ci a été synchrone au percement épigé de l'importante rivière de Gropu, qui a fragmenté le drainage souterrain d'un plateau calcaire de presque 100 km^2. En dessous de ce niveau les avens ne dépassent pas 40 m d'amplitude.

Ces corrélations témoignent une fois de plus sur la dépendence entre l'amplitude des avens et les débits accumu lés sur le massif et transférés par les drains.

3. CONCLUSIONS

Dans la perspective de l'élaboration d'un modèle physico-mathématique de la genèse des cavités verticales, l'analyse des avens pris en considération offre les indices suivants :

1) Les puits sont formés par la suite de certains phénomènes qui se produisent à l'intersection de deux drains emplacés sur des fractures de cisaillement pur. En même temps le complexe de creux constituant un tronçon d'aven, formé pendant une seule étape morphologique se développe exclusivement sur des fractures tensionnées différentes de celles qui abrittent les drains, bien que développées d'une façon continue entre une faille et l'autre.

2) Dans le cas des conduits verticaux (puits) on peut observer la superposition du creusement en régime gravitationnel (qui imprime la verticalité) sur celui en régime noyé. Ce dernier-ci peut être reconnu seulement sur un segment limité situé à la partie inférieure du puits.

3) Il existe une dépendence quantitative entre la profondeur (l'hauteur) des puits et les debits transferés par les drains.

4) Le creusement vertical (des puits) s'arrête à une pression dans le drain supérieure à celle d'étiage. Cette pression correspond à la denivellation d'une galerie en pente, développée quelquefois entre la base du puits et la cote correspondant au niveau de base.

5) Il paraît que cette pression soit égale à celle correspondant à l'hauteur du segment supérieur du puits creusé exclusivement en régime gravitationnel.

Les ennonces 3 et 4 orientent évidemment les investigations futures dans le domaine des phénomènes de régime non permanent, qui se produisent probablement pendant les crues. La valabilité d'une telle option