



# DOSSIER INSTRUCTION

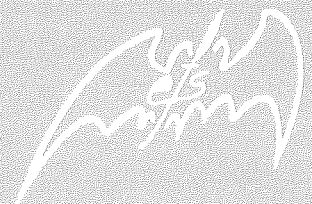
Stéphane JAILLET

Fabien DARNE

## ELEMENTS DE KARSTOLOGIE

1ère édition - Mai 1996

Ecole Française de  
Spéléologie



# ÉLÉMENTS DE KARSTOLOGIE

## AVERTISSEMENT

### 1. GÉNÉRALITÉS

- 1.1. La karstologie, qu'est-ce que c'est ?
- 1.2. Les karsts dans le monde : quelques chiffres

### 2. HYDROLOGIE KARSTIQUE

- 2.1. Le cycle de l'eau
- 2.2. Physico-chimie des roches karstifiables
- 2.3. Niveau de base et horizons karstiques
- 2.4. Hydrologie des réseaux
- 2.5. Vulnérabilité des aquifères karstiques

### 3. GÉOMORPHOLOGIE KARSTIQUE

- 3.1. - Les formes de surfaces
- 3.2. - Morphologies souterraines
- 3.3. - Notion de spéléométrie

### 4. KARTOLOGIE RÉGIONALE

- 4.1. - Les karsts subpolaires
- 4.2. - Les karsts de hautes-montagnes
- 4.3. - Les karsts des pays tempérés
- 4.4. - Les karsts méditerranéens
- 4.5. - Les karsts tropicaux

### 5. CONCLUSION

### 6. GLOSSAIRE

### 7. ORIENTATION BIBLIOGRAPHIQUE

\*\*\*\*\*

## AVERTISSEMENT

Ce document constitue une approche de la karstologie. Un sujet aussi vaste, complexe et passionnant pour les spéléologues ne saurait évidemment être traité de façon approfondie en quelques pages. Tout spéléologue pratiquant l'exploration ou l'enseignement de notre discipline se doit d'avoir des connaissances plus étendues en la matière.

Ces quelques pages ont donc plutôt pour vocation d'éveiller la curiosité, de susciter l'intérêt des néophytes et de leur donner envie d'en savoir plus en utilisant notamment la bibliographie.

**NB:** Chaque fois qu'apparaît un mot relevant d'un vocabulaire spécifique, il est suivi d'un \* qui renvoie au glossaire pour sa définition sommaire.

## 1. GÉNÉRALITES

### 1.1. La karstologie, qu'est-ce que c'est ?

La karstologie est, comme son nom l'indique, la discipline scientifique qui dans les sciences de la Terre étudie les karsts.

Le Karst ou *Kras* (avec une majuscule) est une région de Slovénie proche de l'Italie, formée de calcaires où se développe un paysage marqué par la dissolution de ces roches, tant en surface qu'en profondeur, ce qui se traduit par un enfouissement total ou partiel du réseau hydrographique à l'intérieur de cavités naturelles. Ces dernières sont parfois pénétrables à l'homme qui se fait alors spéléologue.

Le mot *karst\** (sans majuscule) est depuis peu devenu un nom commun générique : on parle des karsts du Jura, de Nouvelle-Guinée, de montagne ou de plaine, pour désigner des contrées présentant des phénomènes similaires à ceux décrits à l'origine dans le Karst slovène.

Si le karst se définit donc au départ en fonction des processus de dissolution d'un certain type de roche par les eaux d'infiltration, il peut être finalement considéré plus largement comme un véritable milieu naturel, où la roche, l'eau, l'air et la vie s'entremêlent de façon spécifique et originale. La complexité d'un tel milieu laisse entrevoir la multiplicité des acteurs pouvant étudier le karst : géologue, géographe, hydrologue, archéologue, biologiste, etc.

Cependant, il est trois disciplines ayant le karst au cœur de leurs préoccupations (Figure 1). La karstologie pourrait donc se définir comme la coalescence des disciplines suivantes:

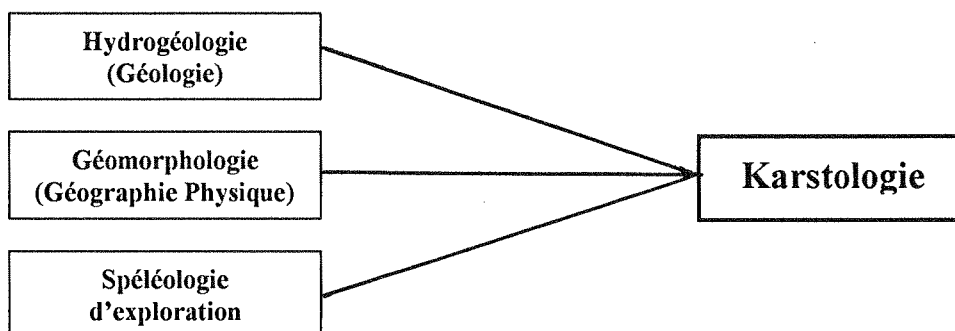


Figure 1 : Place de la karstologie dans les sciences de la Terre.

### 1.2. Les karsts dans le monde : quelques chiffres

La superficie totale des affleurements calcaires est d'environ 5,3 millions de km<sup>2</sup>, soit 4 % des terres émergées (sans l'Antarctique). Cette surface estimée est probablement supérieure dans la mesure où ne sont pas comptés les secteurs recouverts par une faible épaisseur de sédiments. L'Europe est le continent qui possède proportionnellement le plus de terrains calcaires : 1,15 million de km<sup>2</sup> (contre 1,6 million pour l'Asie), soit 13,5 % de sa superficie (contre 3,6 % pour l'Asie). Mais c'est la Chine qui détient la plus vaste étendue karstique du monde avec les 600 000 km<sup>2</sup> de la Chine du Sud (type subtropical). A cela ajoutons le nord du Lac Baïkal ou la Patagonie (zone froide humide) ou la plaine de Nullarbor (zone sèche) en Australie.

La France n'est pas en reste avec un tiers de sa surface couverte de terrains carbonatés. Même si tous ne sont pas spéléologiquement pénétrables, cela représente un beau patrimoine karstique (Figure 2).

La **puissance** (épaisseur) des calcaires varie énormément d'un point à l'autre du globe. Ainsi en Chine, elle peut atteindre 3000 mètres par endroit, ainsi qu'en Papouasie-Nouvelle Guinée. En Slovénie et en Crète, elle atteint 1000 mètres alors que dans les Alpes ou dans les Pyrénées, elle dépasse rarement 400 mètres.

L'épaisseur des couches calcaires n'est pas un caractère suffisant pour déterminer la profondeur maximale potentielle des gouffres, il faut aussi tenir compte du **pendage\*** de ces couches, et de l'altitude des gouffres (exemple : Gouffre Berger dans le Vercors).

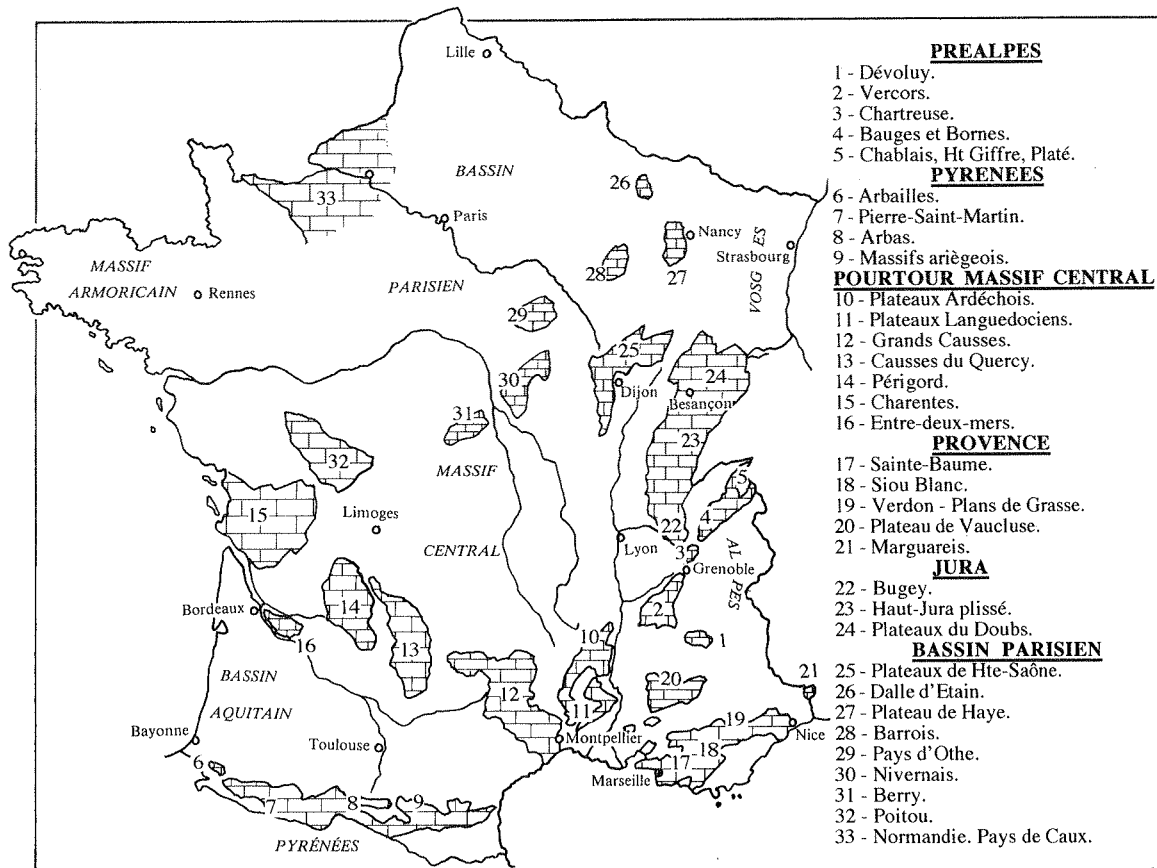


Figure 2 : Principaux massifs karstiques de France.

## 2. HYDROLOGIE KARSTIQUE

### 2.1. Le cycle de l'eau

Les eaux de précipitations proviennent essentiellement de l'évaporation des océans qui occupent 73 % de la surface du globe. On considère qu'il s'évapore  $10\,000\text{ km}^3$  d'eau par jour. En s'élevant, la vapeur d'eau se refroidit, se condense en gouttelettes (nuages) et précipite sous forme de pluie ou de neige. Mais toute l'eau ne s'infiltré pas dans le sol. On estime qu'en moyenne, sous nos climats, 55 % de l'eau s'évapore à nouveau (évapotranspiration\*), 25 % ruisselle et forme les cours d'eau et 20 % s'infiltré (Figure 3). C'est une partie de ces 20 % qui intéresse le karst. Notons que l'infiltration peut atteindre 80 % dans les karsts de Haute Montagne des Alpes.

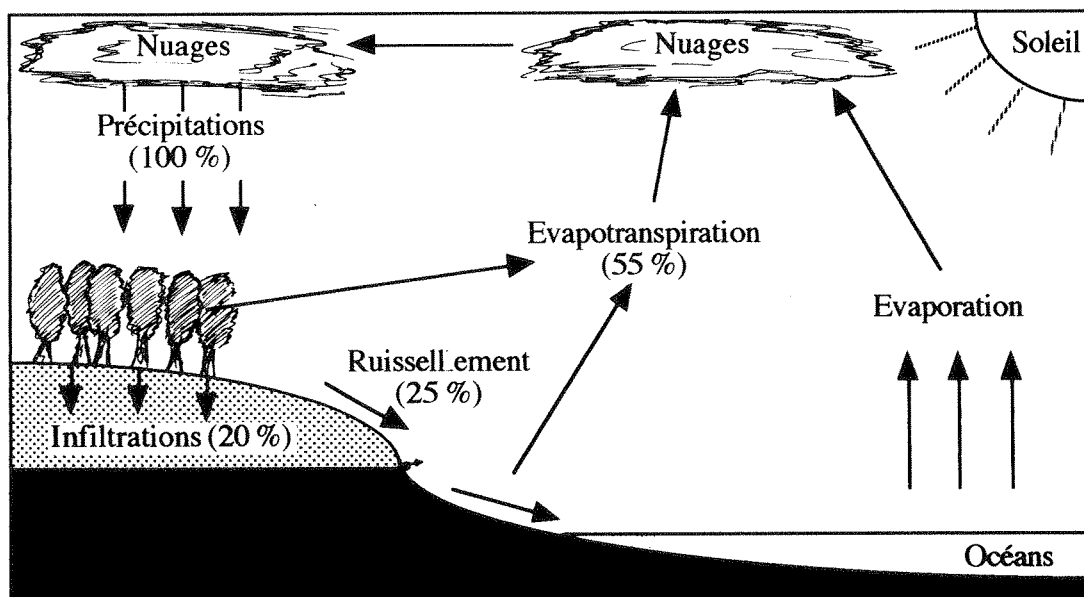


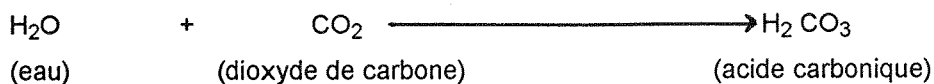
Figure 3 :  
Le cycle de l'eau.

## 2.2. Physico-chimie des roches karstifiables

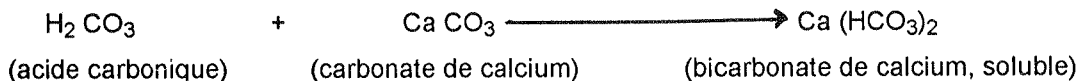
En dehors des cas où le gypse est concerné, les plus beaux karsts se développent dans les calcaires "purs", comprenant plus de 95 % de carbonate de calcium ( $\text{Ca CO}_3$ ) ou **calcite\***. La teneur en insolubles (argiles) des roches calcaires détermine le développement du karst. Moins un calcaire est marneux (moins il contient d'argiles), plus il est karstifiable ; c'est à dire en mesure de subir les attaques corrosives de l'eau et de présenter des formes typiques d'érosion, superficielles ou souterraines.

La **corrosion\*** des calcaires constitue le processus capital d'érosion du karst. La calcite, composant essentiel des calcaires, est peu soluble dans l'eau pure. En revanche si celle-ci est chargée de dioxyde de carbone (d'origine atmosphérique et/ou végétale), la solubilité devient très importante. Le  $\text{CO}_2$  (dioxyde de carbone, ou gaz carbonique) en solution dans l'eau forme l'acide carbonique soluble ( $\text{H}_2 \text{CO}_3$ ). Ce dernier est capable de dissoudre le calcaire en donnant du bicarbonate de calcium soluble. La réaction est la suivante :

### Acidification de l'eau :



### Dissolution du calcaire :



La teneur en  $\text{Ca CO}_3$  d'une solution dépend de la pression partielle en  $\text{CO}_2$  du milieu, mais aussi de la température de ce milieu. Plus cette dernière est basse, plus l'eau peut contenir de  $\text{Ca CO}_3$ . Cependant, il apparaît que c'est l'abondance de l'eau qui est le facteur déterminant : les karsts apparaissent beaucoup plus développés sous les climats équatoriaux et tropicaux humides (Chine, Nouvelle-Guinée), que sous les climats froids mais moins humides (Sibérie). On notera que cette réaction est très instable et peut donc fonctionner dans les deux sens : corrosion dans le cas présent, concrétionnement dans l'autre sens.

La **porosité\*** du calcaire ne joue finalement qu'un faible rôle dans l'infiltration. Par contre, la **perméabilité\*** due aux fissures est essentielle à la karstification, car le calcaire est pratiquement imperméable en leur absence. On parle de perméabilité en grand.

## 2.3. Niveau de base et horizons karstiques

Le **niveau de base\*** d'un **système karstique\*** désigne généralement l'altitude de l'**émergence\*** la plus basse. C'est le fond de la vallée dont le système est affluent. Dans le cas de karst perché (par rapport au niveau de base), le niveau imperméable sous-jacent peut commander le niveau d'écoulement (Figure 4).

Pour simplifier, nous proposons la classification suivante :

1 - Le niveau de base mondial est le niveau de base de tout système hydrologique à un moment donné. C'est le niveau de la mer.

2 - Le niveau de base géographique (ou régional). C'est l'altitude de la vallée principale dont le karst est affluent. Le karst peut être perché par rapport à ce niveau (ex : Dent de Crolles, Isère)

3 - Le niveau de base karstique (ou niveau de base du karst). C'est l'altitude de l'émergence pérenne la plus basse. Il peut être commandé par le fond d'une vallée (dans ce cas, le niveau de base karstique est confondu avec le niveau de base géographique), ou par un niveau imperméable local.

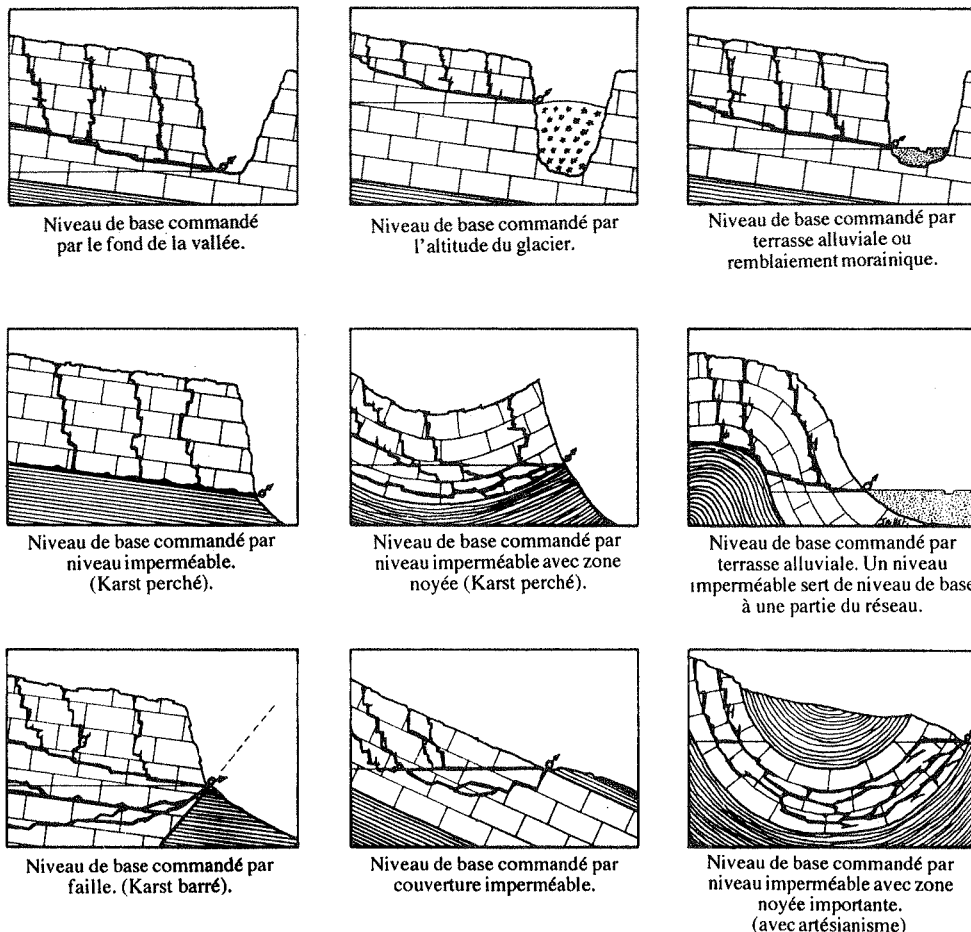


Figure 4 : Différents niveaux de base karstiques commandés par différents facteurs internes ou externes.

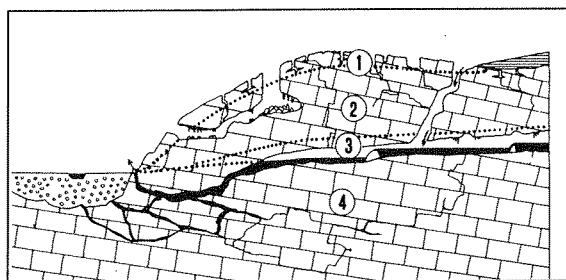


Figure 5 : Les quatre horizons d'un système karstique (Extrait de Collignon, 1988, simplifié).

**1 - La zone d'absorption** : Tranche superficielle du karst intensément fracturée (*détente lithostatique\**) qui absorbe les eaux de surface soit sous forme concentrée (perte) soit sous forme diffuse. C'est l'épikarst.

**2 - Zone de transfert vertical** : C'est la zone des puits ou des galeries à écoulement libre présentant une certaine pente. L'eau s'infiltré rapidement pour rejoindre la zone 3. C'est celle qui présente l'extension verticale la plus importante.

**3 - Zone de transfert horizontal (ou oblique)** : C'est la zone du collecteur, de la rivière souterraine. La concentration des écoulements et le battement de la *nappe\** peut noyer en crue ce type de conduits aux dimensions généralement les plus importantes du système karstique.

**4 - Zone noyée en permanence** : Fissures et conduits y sont saturés d'eau réservant l'accès de cette zone aux plongeurs spéléos. C'est là que se situent les réserves hydrologiques les plus importantes. Elle peut se développer parfois profondément sous le niveau de base.

Les horizons d'un système karstique sont les niveaux ou zones, classés suivant un gradient altitudinal, déterminant pour chacun d'entre eux une morphologie particulière et un comportement hydrologique particulier.

On en distingue généralement quatre (Figure 5).

## 2.4. Hydrologie des réseaux

L'hydrologie étudie les précipitations, l'évaporation, la superficie des bassins-versants\*, le débit des émergences... La climatologie nous renseigne sur les précipitations, les régimes pluviométriques, l'évapotranspiration. Les traçages (parfois appelés colorations si on utilise des traçeurs colorés) permettent d'apprécier les limites des bassins-versants karstiques (en prouvant une liaison hydrologique entre une perte et une émergence).

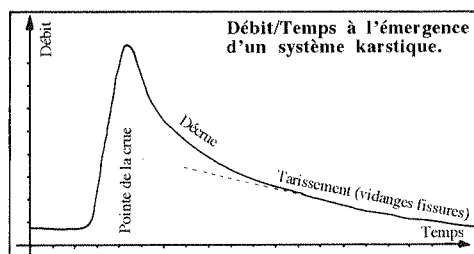


Figure 6 : Hydrogramme théorique de crue d'un système karstique.

## 2.5. Vulnérabilité des aquifères karstiques

La roche calcaire a la propriété de contenir de l'eau et surtout de la transporter. Le karst constitue donc un aquifère. Le milieu karstique peut dans certaines mesures être modélisé, mais il faut reconnaître qu'un ensemble aussi hétérogène n'est pas facile à appréhender.

Dans l'étude de l'hydrologie d'un karst, des bilans peuvent être estimés entre l'eau qui entre dans le système et celle qui en sort, ceci permettant d'apprécier l'infiltration et l'évolution des réserves. Un projet de pompage, s'il veut être efficace, doit passer par ce genre d'étude.

On constate généralement que les vitesses de transit à travers les massifs karstiques sont élevées (bien plus importantes qu'à travers des nappes sableuses ou alluviales).

C'est cette rapidité de l'infiltration et la perméabilité en grand du karst qui en font toute sa vulnérabilité. Toute pollution externe pénètre rapidement dans le karst et parvient tout aussi rapidement aux captages ou aux forages de pompage. De plus contrairement aux nappes alluviales à porosité d'interstices, le milieu karstique ne joue pratiquement aucun rôle de filtre naturel rétenseur et auto-épurateur.

Inversement, si arrêt de la pollution il y a, le karst peut dans une certaine mesure, s'épurer assez rapidement. Devant la particularité de ce type d'aquifère, hydrogéologues et spéléologues doivent se retrouver unis dans la recherche et dans la préservation d'une ressource vitale de qualité.

L'eau est l'élément essentiel de la karstification, mais elle est aussi et surtout source de vie. Sous terre, sa qualité est seule garante du maintien de la vie cavernicole. Sur terre, c'est notre santé qui est en jeu. Pourtant, en France, des villages boivent encore l'eau de leurs propres égoûts...!

## 3. GÉOMORPHOLOGIE KARSTIQUE

### 3.1. Les formes de surface

Le **modelé\*** karstique correspond à l'ensemble des formes résultant de la corrosion des roches solubles et de processus érosifs d'appoint. La structure tabulaire, monoclinale ou plissée des séries sédimentaires détermine les grands traits du relief karstique tandis que la lithologie (différence de nature des roches) influe sur le modelé de détail.

Quant au climat, il modère les calcaires par l'intermédiaire de ses agents d'érosion, dont les principaux sont l'importance et la nature des précipitations, la température, et l'importance du couvert végétal.

En surface, un certain nombre de formes caractérise ainsi l'**exokarst\*** des régions calcaires. Les plus connues sont les **dolines**. Ce sont des dépressions karstiques élémentaires fermées, de quelques décimètres à plusieurs centaines de mètres de diamètre. Les **ouvalas** résultent de la coalescence de plusieurs dolines. Les **poljés** (prononcer "polié") sont de grandes dépressions d'origine partiellement tectonique (faille, synclinal), possédant généralement en bordure, des gouffres-peres (**ponors**) absorbant les eaux de la dépression.

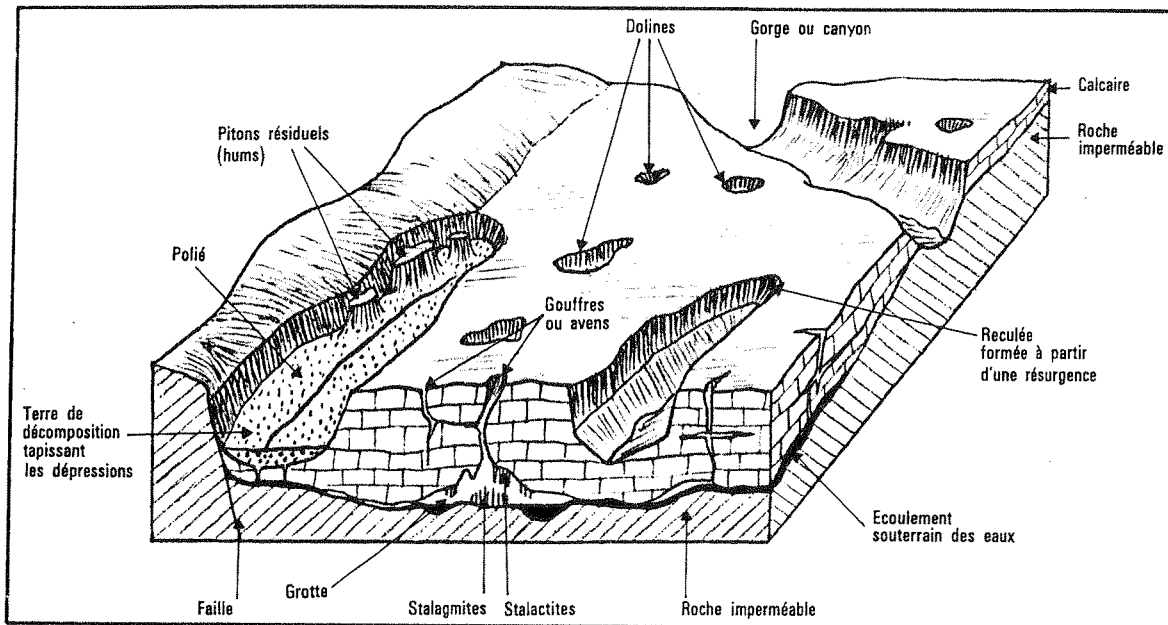


Figure 7 : Différentes formes karstiques  
(Extrait de manuel géographie, classe de seconde, Bordas, 1972).

Les **lapiés** sont des rainures de corrosion creusées à la surface des calcaires. Le terme "lapiaz" désigne étymologiquement des "champs de lapiés".

Les **vallées sèches**, les **vallées aveugles**, les **reculées** (ou "bout du monde"), les **canyons** (Verdon) et les **ponts** ou arches naturels (Pont d'Arc en Ardèche, Da xiao cao kou en Chine) constituent des formes plus vastes, d'origine fluvio-karstique.

### 3.2. Morphologies souterraines

#### 3.2.1. Le milieu souterrain

On pourrait croire qu'en spéléologie, la température de l'air augmente avec la profondeur selon le gradient géothermique ( $3^{\circ}$  par 100 m), observé dans les forages et dû à la radioactivité des granites de la croûte terrestre. En fait, il n'en est rien et le gradient spéléothermique observé est très faible, voire inexistant.

Dans une cavité, le degré hygrométrique (humidité relative) de l'air est voisin de 100 % ; c'est à dire que l'air est saturé en vapeur d'eau et que l'excédent se transforme obligatoirement en eau liquide de condensation. C'est un facteur majeur de l'existence de formes de vie cavernicole.

Les courants d'air tant recherchés sous terre sont souvent l'indice d'un fort **cavernement\***, d'une dénivellation importante, de plusieurs orifices.

#### 3.2.2. Les formes de creusement

La spéléomorphologie décrit et étudie les formes de l'**endokarst\***. Les formes majeures sont les puits, les galeries et les salles.

Les deux processus d'érosion sous terre sont principalement la **corrosion\*** (dissolution chimique) et l'**abrasion** (usure mécanique par les éléments transportés). L'association de ces deux phénomènes (dont le premier prédomine généralement largement) favorise l'agrandissement des discontinuités de la masse calcaire et génère le creusement des vides souterrains.

Les **puits** et les cheminées sont des conduits plus ou moins verticaux formés à la faveur de failles, de diaclases, d'effondrements, ou par **érosion régressive\*** en méandre.

Les **galeries** sont de formes et de tailles variées. Ce sont des conduits plus ou moins horizontaux dont la morphologie dépend essentiellement de la structure (fractures et joints), de la lithologie (calcaire seul ou alternant avec des roches moins solubles) et de l'évolution géomorphologique locale (variation de niveau de base, baisse ou augmentation de l'écoulement) générant surcreusements ou remplissages.



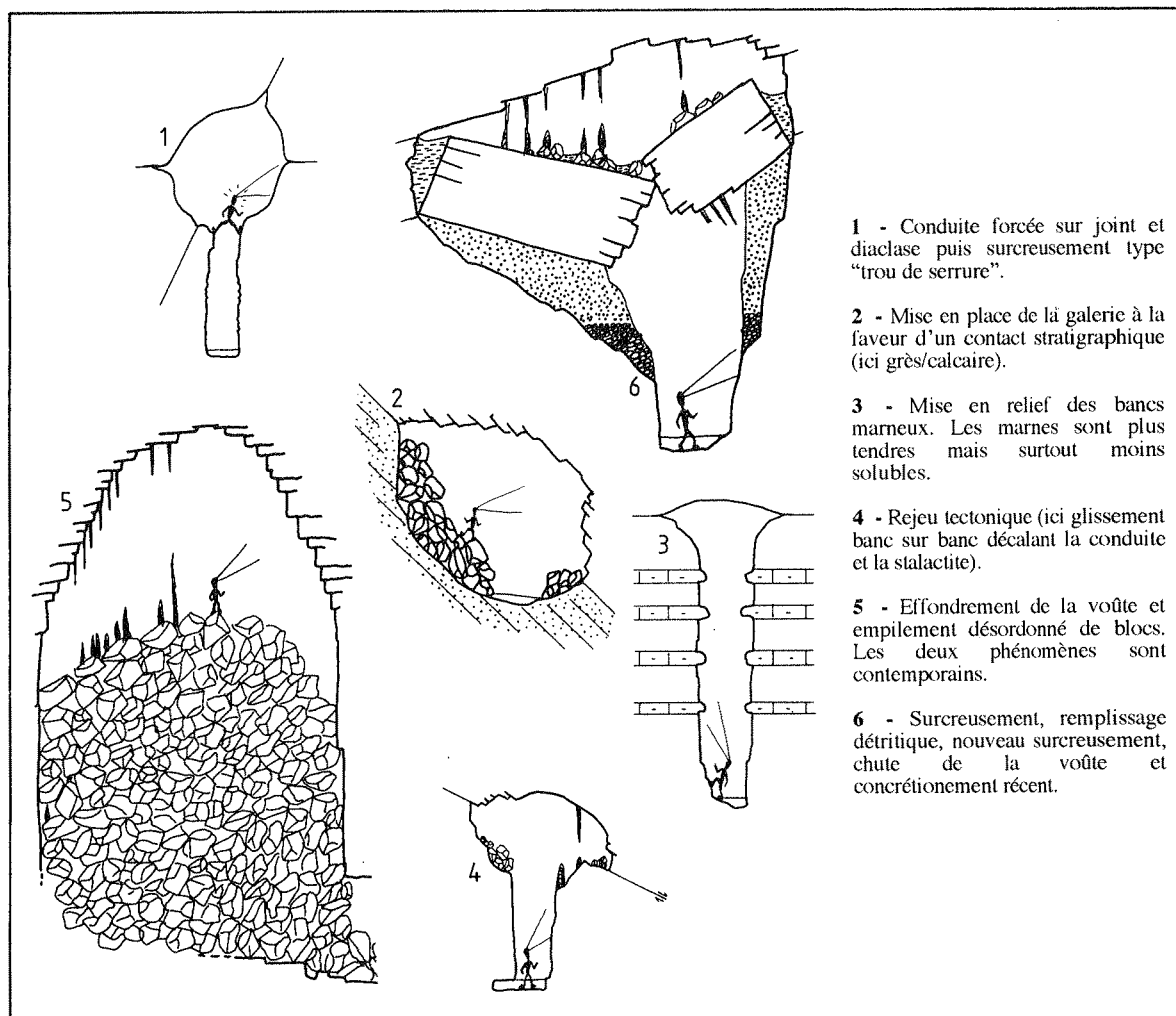


Figure 8 : Différents types de galeries souterraines.

Toute galerie se forme à la faveur d'une discontinuité (joint, diaclase...). On distingue généralement pour la première karstification :

a) **Les galeries syngénétiques** : Elles sont dues à un écoulement noyé, rapide sous pression, exempt de toute sédimentation. La forme la plus classique est la conduite forcée.

b) **Les galeries paragénétiques** : Elles sont dues à un écoulement lent permettant simultanément sédimentation et corrosion à la voûte.

Les galeries évoluent ensuite avec les variations du niveau de base, de l'écoulement, etc.

Le classique "**trou de serrure**" correspond à un surcreusement suite à un des deux cas précédents. Des retouches **tectoniques\*** (rejeux de faille, glissement banc sur banc, séisme) peuvent modifier localement l'allure des galeries.

Plus que de simples élargissements de galeries, les **salles** se forment à la faveur d'une zone intensément fracturée, à la base d'un puits, ou à la jonction de plusieurs galeries.

### 3.2.3. Les remplissages

Ce sont des dépôts variés, appelés aussi colmatages, qui apportent beaucoup de renseignements sur l'histoire des réseaux et de l'ère Quaternaire. On peut les classer selon différents critères, comme par exemple la nature des constituants ( Figure 9). On distingue ainsi :

a) **Les remplissages détritiques** : Ce sont les alluvions (gravier, sables, argiles, etc.) et les éboulis de différentes origines (chute de blocs, gélifract ou cailloutis cryostatique dans les zones d'entrées).

**b) Les remplissages chimiques :** Ce sont les concrétions dans leur infinie variété. Les concrétions sont des dépôts chimiques généralement cristallins résultant de la précipitation de sels dissous dans l'eau (la plupart du temps, c'est de la calcite, parfois de l'aragonite\* ou du gypse\*). On distingue : les stalactites, les stalagmites, les excentriques, les coulées, les draperies, les planchers stalagmitiques ou trottoirs, etc.

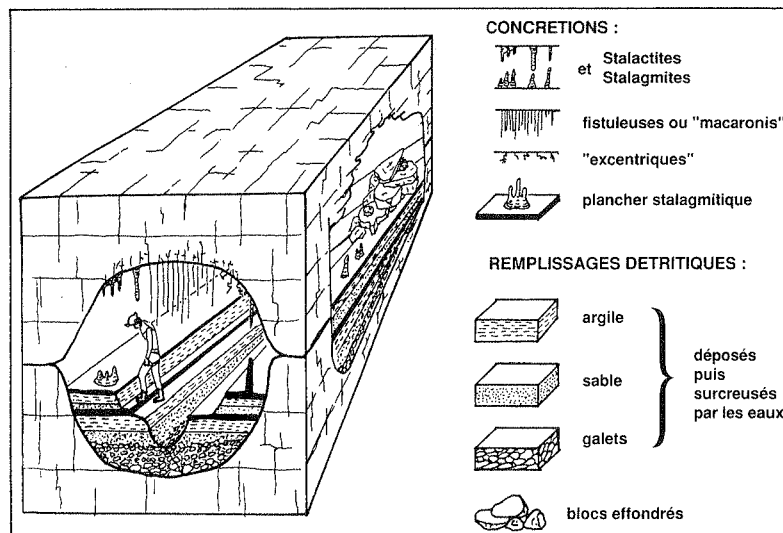


Figure 9 : Bloc-diagramme "écorché" des grands types de remplissages de grottes. (Dessin Fabien Hobléa, extrait de "L'aventure souterraine en Savoie", CDS 73, 1993).

**c) Les remplissages organiques :** Ils sont dûs, essentiellement sous terre au guano\* de chauves-souris qui peut s'accumuler en tas considérables. Dans les entrées de grottes, ce peut être les excréments d'autres animaux : renards, blaireaux, oiseaux, hommes...

Des débris végétaux peuvent de même être entraînés loin dans les cavités soumises à des crues violentes, ou tomber dans les puits. On observe en revanche des remplissages organiques d'une toute autre nature, provenant des activités de l'homme et de ses négligences : cadavres d'animaux, rejets de laiteries, déchets de diverses industries, etc. Ces "remplissages" (datés du "Poubellien" par les sédimentologues) constituent une grave menace pour la vie souterraine, l'eau des massifs karstiques, et notre propre santé.

**d) La glace et la neige** peuvent être considérées comme des remplissages. On les trouve fréquemment dans les entrées de cavités : néviers, glaciers. Ces dernières ne sont pas constituées de glace "fossile" accumulée lors de la dernière glaciation, mais obéissent à une dynamique en rapport avec les conditions de surface. La glace qui s'y accumule peut être de la neige compactée et transformée (glace stratifiée) ou due au gel des eaux d'infiltration (glace de regel compacte et translucide non stratifiée).

### 3.3. Notion de spéléométrie

**La spéléométrie** a pour but la mesure dimensionnelle des cavités : le résumé le plus courant en étant la topographie qui outre les renseignements d'ordre "sportif" doit contenir des données spéléomorphologiques sur les formes souterraines et les remplissages. On retiendra :

**La dénivellation :** C'est la différence d'altitude entre le point le plus haut de la cavité et le point le plus bas atteint. Cette notion diffère de la profondeur qui désigne l'altitude du point le plus bas par rapport à l'entrée. Ces deux informations sont naturellement limitées aux possibilités d'exploration.

**Le développement** est la somme de toutes les longueurs tenant compte du trajet exact suivi dans les moindres recoins, qu'elles soient horizontales, verticales ou obliques. Il n'y a donc aucune raison d'exclure les puits du développement. Là encore, cette notion est très subjective, et limitée aux possibilités d'investigation et de topographie.

**La distance au versant** est la plus grande distance entre un point du réseau et la surface à la verticale de ce point.

L'**extension** correspond à la distance projetée (en plan) entre les deux points les plus éloignés de la cavité.

La **surface couverte** représente quant à elle la surface en km<sup>2</sup> du plus petit rectangle pouvant contenir entièrement le réseau.

L'**indice de cavernement** désigne le volume des vides (du réseau), rapporté au volume total du karst. Il n'est pas aisé à calculer, mais on considère qu'il dépasse rarement quelques % du volume global du karst.

La **densité d'ouvertures karstiques** (par km<sup>2</sup>) est le nombre d'entrées de cavités, respectant des normes de dénivellation et de développement préétablies, rapporté à une surface prédéfinie (un massif karstique par exemple).

#### **4. KARSTOLOGIE REGIONALE**

##### **4.1. Les karsts subpolaires**

La karstification est généralement faible dans les karsts de hautes latitudes ; la plupart sont établis dans des calcaires primaires et sont des modelés post-glaciaires (à noter en Norvège, le gouffre du Raggejavre-Raige - 620 m).

##### **4.2. Les karsts de hautes-montagnes**

Ils possèdent des conditions climatiques particulières du fait des précipitations abondantes souvent sous forme neigeuse et des températures faibles. La puissance des séries carbonatées est souvent importante, le plissement également, expliquant des potentiels spéléologiques considérables. On les rencontre sous toutes les latitudes.

##### **4.3. Les karsts des pays tempérés**

Ce sont les mieux connus actuellement car leur exploration a pu débuter depuis longtemps. On y englobe les karsts de plateaux ou de bas plateaux sub-tabulaires (Grands Causses, Quercy, Bassin Parisien, Kentucky...) et les karsts de moyenne montagne à structure plissée (Chartreuse, Vercors, Jura...).

##### **4.4. Les karsts méditerranéens**

Ils sont très développés en Slovénie, en Italie, en France et au Maghreb. Ceci est dû aux précipitations relativement importantes lors des deux périodes humides annuelles, à l'importance des périodes froides (abaissement de niveau de base) et à l'**héritage\*** tertiaire d'un climat tropical.

##### **4.5. Les karsts tropicaux**

Ils dépassent en étendue les karsts des zones tempérées et c'est là que restent sans doute les plus grandes découvertes spéléologiques à venir. La Chine et la Papouasie Nouvelle-Guinée arrivent en tête pour l'étendue de leur karst et les potentiels de dénivellation. On notera de même l'importance du Mexique et de Bornéo. Ces karsts sont évolués, souvent anciens avec des précipitations très importantes expliquant une karstification déjà avancée.

#### **5. CONCLUSION : Alors, que faut-il pour faire un karst ?**

**1** - Il faut du calcaire bien sûr (ou toute autre roche ayant des propriétés similaires : dolomie, craie, gypse...). Il faut en outre que ce calcaire soit pourvu de discontinuités (failles, diaclases, joints de stratification...)

**2** - Il faut de l'eau aussi, en quantité la plus importante possible, et que cette eau soit rendue la plus agressive (acide) possible par la présence de CO<sub>2</sub> (dioxyde de carbone) d'origine atmosphérique et/ou pédologique (dans le sol).

**3** - Enfin, il faut un gradient hydraulique (de l'énergie), une dénivellation entre les points d'infiltration et de restitution (émergence, niveau de base). C'est cette différence d'altitude, qui va permettre le transit de l'eau sous terre. C'est le moteur du système.

**4** - Et il faut du temps : si certains karsts sont récents, quelques dizaines de milliers d'années, d'autres datent de plusieurs millions d'années.

## 6 - GLOSSAIRE

**Aquifère** : Terrain ou formation géologique contenant de l'eau.

**Aragonite** : Cristal de  $\text{Ca CO}_3$  du système orthorhombique. Se présentant en petits prismes, en aiguilles ou en fibres. Instable, elle se transforme généralement en calcite.

**Bassin-versant** : Aire géographique dans laquelle les eaux se concentrent vers un unique exutoire.

**Calcite** : Cristal de  $\text{Ca CO}_3$  du système rhomboédrique. Incolore et translucide lorsqu'elle est pure, elle est généralement colorée par des impuretés.

**Corrosion** : Erosion chimique du calcaire par l'eau agressive.

**Détente lithostatique** : Phénomène de décompression de la roche qui facilite l'ouverture des fissures et des diaclases.

**Diaclase** : Cassure affectant un volume rocheux sans déplacement relatif des deux compartiments.

**Emergence** : Point de sortie (source) des écoulements souterrains. S'il est diffus, on parle de zone d'émergence.

**Endokarst** : Partie souterraine d'un massif karstique.

**Erosion** : Ensemble des processus chimiques (corrosion) et mécaniques (abrasion) conduisant par destruction de matériaux (et édification de matériaux corrélatifs) à la formation d'un modelé\*.

**Erosion régressive** : Principe d'érosion par recul des formes suite à un abaissement du niveau de base (ex : une cascade tend à s'enfoncer, mais surtout à reculer).

**Evapotranspiration** : Retour de l'eau liquide à l'atmosphère par évaporation et transpiration des êtres vivants (végétaux surtout).

**Exokarst** : Zone superficielle d'un massif karstique.

**Faille** : Cassure affectant une série sédimentaire avec déplacement relatif des deux compartiments.

**Guano** : Excrément de chauve-souris.

**Gypse** : Cristal. Sulfate de calcium hydraté,  $\text{Ca SO}_4, 2 \text{H}_2\text{O}$  du système monoclinique. De dureté faible, il est en outre très soluble. Se présentant fréquemment en grains ou en fibres.

**Héritage** : Ensemble des processus passés conduisant à la formation d'un modelé aujourd'hui non fonctionnel. On parle d'héritage glaciaire, d'héritage tropical...

**Karst** : Massif généralement calcaire affecté par la dissolution et marqué par l'infiltration des eaux.

**Modelé** : Ensemble des formes de surfaces (mais aussi souterraines) marqué par l'action d'agents érosifs précis. On parle de modelé glaciaire, modelé karstique...

**Nappe** : Ensemble de l'eau saturant un aquifère et pouvant présenter une circulation.

**Niveau de base** : Altitude pour un système karstique à partir de laquelle l'énergie du gradient hydraulique devient nulle. C'est généralement l'altitude de l'émergence la plus basse du système.

**Orogenèse** : Processus de compression et de remontée de l'écorce terrestre provoqué par les mouvements du magma, aboutissant à la formation d'une chaîne de montagne.

**Pendage** : Angle formé, à un endroit donné, par les couches géologiques et l'horizontale.

**Perméabilité** : Aptitude à laisser passer un fluide (de l'eau) sous l'effet d'un gradient (action de la gravité par exemple). Dans le karst, la dimension des fissures conduit à parler de perméabilité en grand.

**Pli** : Déformation résultant de la flexion et de la torsion affectant des roches.

**Porosité** : Propriété d'une roche à contenir des micro-vides (les pores). L'interconnexion entre les pores, permet la circulation. On parle de porosité efficace.

**Réseaux** : Ensemble de conduits souterrains explorés et reliés entre eux. C'est donc une réalité spéléologique.

**Sédimentation** : Ensemble des processus conduisant à la formation de roches sédimentaires (constituées par accumulation de débris détritiques, organiques et/ou précipitation de sels divers).

**Système karstique** : Ensemble des conduits et fissures alimentant une émergence. C'est une unité de drainage dont une partie seulement peut éventuellement être explorée par les spéléologues.

**Système spéléologique** : Ensemble de réseaux explorés, non reliés entre eux, mais dont l'appartenance à un même système karstique a pu être démontrée (par traçage par exemple). C'est donc là encore une réalité spéléologique.

**Tectonique** : Ensemble des déformations affectant des terrains géologiques postérieurement à leur formation.

## **7 - ORIENTATION BIBLIOGRAPHIQUE**

**AUDRA P. (1994)** Karsts alpins. Genèse des grands réseaux souterrains. Karstologia-Mémoires n°5, FFS, AFK, Paris. 280 p, 60 photographies. *Enfin une thèse qui permet de comprendre simplement la formation des grands réseaux souterrains. Bonne approche pédagogique.*

**AUDRA P. (1995)** Signification des remplissages des karsts de montagne. Quelques clés à l'usage des spéléologues. Karstologia n°25, FFS, AFK, Paris. p. 13 à 20. *Un article très abordable, passionnant et tout récent.*

**AUDETAT M. (1986)** Notions de géologie, géomorphologie et hydrogéologie à l'usage des spéléologues et naturalistes. FFS, Club Jurassien, Commission des stages SSS. Lyon, 163 p. *Ouvrage de base abordant les notions élémentaires.*

**BARRE M. (1984)** La pollution des eaux souterraines. BT n° 947, éditions PEMF, Cannes. p. 9 à 32.

**BAUER J. (1993)** Principes de karstologie physique. Une introduction à la lecture des classiques de karstologie pour la culture générale à l'usage des amoureux sincères de la caverne. ARSIP . CDS 64. *Tout est dit dans le titre.*

**CHOPPY J. (1982 à 1995)** Synthèses spéléologiques et karstiques. 15 fascicules parus à ce jour. Spéléo club de Paris. *Une synthèse de nombreux travaux, écrit par celui pour qui rien n'est vraiment jamais admis. Une mine bibliographique.*

**COLLIGNON B. (1988)** Spéléologie, approches scientifiques. Edisud, Aix en Provence. 240 p. *Un classique désormais, dans la bibliothèque de tout spéléo intéressé par son milieu.*

**GEZE B. (1965)** La spéléologie scientifique. éditions du Seuil, Paris. 190 p. *Un classique, écrit par un des maîtres de la karstologie française.*

**GILLI E. (1995)** La spéléologie. PUF, coll. Que sais-je ?, n° 709, Paris. 127 p. *Nouveau et intéressant, cet ouvrage comporte néanmoins quelques prises de position discutables.*

**KRESAY C. (1988)** Découvrir le monde souterrain. Périscope, éditions CEL, Cannes. 58 p. *Très abordable et bien illustré.*

**MAIRE R. (1980)** Eléments de karstologie physique. Spelunca spécial n°3, FFS, Paris. 56 p. *Concis, mais très riche et très dense. Devenu malheureusement introuvable : A photocopier absolument.*

**MAIRE R. (1990)** La haute montagne calcaire. Karsts, Cavités, Remplissages, Quaternaire, Paléoclimats. Karstologia-Mémoires n°3, FFS, AFK, Paris. 731 p. *L'incontournable thèse de celui qui mène au plus haut niveau spéléologie et karstologie.*

**NICOD J. (1972)** Pays et paysages du calcaire. PUF, coll. SUP, Paris. 240 p. *Petit format, abordant assez peu le domaine souterrain, mais reste une référence, rédigé par le maître de la karstologie française actuelle.*

**RENAULT P. (1970)** La formation des cavernes. PUF, coll. Que sais-je ?, n°1400, 128 p. *Malheureusement introuvable.*

**TROMBE F. (1950)** Les eaux souterraines. PUF, coll. Que sais-je ?, n°455, 128 p.