

LE RUISSEAU SOUTERRAIN DE LA PEPIE

Département de la Dordogne



BEES option spéléologie

Alexis Augustin

Session 2007

Sommaire

| | |
|--|------|
| Remerciements | |
| Introduction | p.1 |
| Géographie générale | p.2 |
| Aperçu géologique et spéléologique du Périgord | p.4 |
| Géologie | p.5 |
| Géomorphologie | p.10 |
| Hydrologie | p.10 |
| Hydrogéologie | p.12 |
| Historique | p.13 |
| Accès | p.13 |
| Description de la cavité | p.14 |
| Topographie | p.14 |
| Spéléogénèse | p.14 |
| Remplissages | p.15 |
| Climatologie de la cavité | p.16 |
| * Dioxyde de carbone | |
| * Radioactivité naturelle | |
| Archéologie | p.18 |

Biologie souterraine p.18

Conclusion p.20

Bibliographie – Cartographie

Annexe : le radon atmosphérique du ruisseau souterrain de La Pépie

Photo de couverture : dans la grande diaclase (J. M. Ostermann)

Remerciements

Je tiens à remercier tous les membres du club G3S de Périgueux pour avoir su mener une véritable exploration de cette cavité. Des heures interminables de séances de topographie mais aussi des prospections sur le massif, des interrogations sur le fonctionnement hydrogéologique, des mesures scientifiques, ...

Je remercie Jean Michel Ostermann, membre de ce club, qui, bien avant moi, s'est intéressé au ruisseau souterrain de La Pépie. Ses travaux sur le terrain et ses articles m'ont aidé à bâtir ce document.

Introduction

Située dans une zone peu connue (du point de vue spéléologique) du département de la Dordogne, le ruisseau souterrain de La Pépie est une cavité découverte récemment (1981) par des membres du club G3S (groupe spéléologique scientifique et sportif).

J'ai intégré ce club en 1998 au moment où une autre cavité était en cours d'exploration et de topographie.

Ce n'est qu'un peu plus tard que j'ai eu l'occasion de découvrir cette cavité. Tout d'abord, pour y pratiquer quelques séances d'initiation puis, pour son intérêt scientifique en y effectuant des mesures de dioxyde de carbone et de radon atmosphérique.

Son entrée se situe dans un milieu où l'on ne s'attend pas à trouver une cavité (végétation typiquement silicicole : châtaigniers, ajoncs, bruyères, ...). Les affleurements calcaires sont inexistantes, les couches superficielles du sol sont constituées essentiellement de sable, d'argiles, de galets et de minerais de fer.

Pourtant, malgré ce contexte peu encourageant, une des nombreuses dolines du secteur permet d'accéder, à quelques mètres de profondeur, tout d'abord à la roche calcaire du crétacé puis à une cavité, certes bien Périgourdine (galeries exiguës, ...), assez exceptionnelle pour la région.

En effet, ce secteur n'est pas très prolifique en matière de cavités. Les développements y sont assez faibles, mis à part les grottes de Villars qui font figure d'exception en atteignant presque 12 000 mètres de galeries labyrinthiques.

Outre la progression variée et physique par endroits, le ruisseau souterrain de La Pépie recèle plusieurs particularités qui provoquent de nombreuses interrogations.

Géographie générale

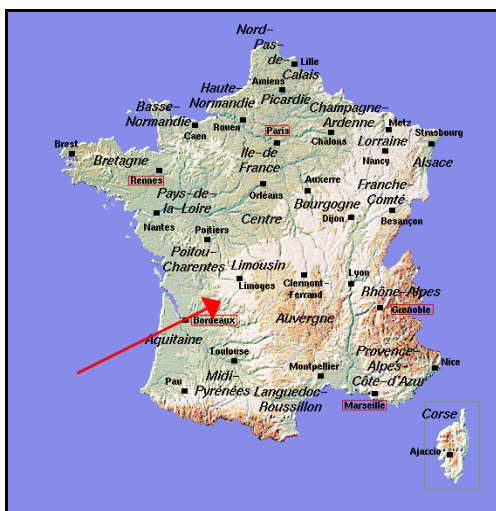
Le ruisseau souterrain de La Pépie se situe dans la partie nord du département de la Dordogne (carte 1) sur la commune de St Front sur Nizonne (carte 2), dans la région de Nontron. Le ruisseau souterrain tire son nom du hameau le plus proche de l'entrée de la cavité (carte 3). C'est une région particulièrement rurale où l'habitat est bien dispersé. Les activités agricoles sont limitées en grande partie à la polyculture et à l'élevage extensif. Cependant, la forêt y est omniprésente, ce qui fait de la sylviculture l'activité agricole prépondérante de la région.

Bien qu'encore sur le bassin aquitain, cette région, entre Brantôme et Nontron, ressemble fortement aux paysages rencontrés dans la région voisine du Limousin. Les forêts de châtaigniers et de conifères sont très présentes et laissent peu de perspectives sur le paysage hormis dans les vallées les plus importantes. Les paysages et l'abondance de la végétation apportent une singularité à ces massifs calcaires, très différents de ceux rencontrés dans le sud du département ou dans le département voisin du Lot.

Le climat du Nontronnais est à l'image de la Dordogne. Ce département subit les influences du climat océanique et, plus légèrement, les influences du climat montagnard des contreforts du massif central. L'hiver est assez doux, les températures estivales sont peu élevées et la pluviométrie reste assez importante (env. 860 mm d'eau par an).

Cependant, il existe une forte disparité pluviométrique entre le nord et le sud du département. En effet, le Nontronnais recueille en moyenne env. 1000 mm par an alors que le Bergeracois se situe aux environs de 800 mm.

La forte pluviométrie du Nontronnais se justifie essentiellement par la proximité du Limousin, largement influencé par le climat montagnard.



Carte 1

Situation géographique du département de la Dordogne



Carte 2

Situation géographique de la commune de St front sur Nizonne

Carte 3
Situation géographique du ruisseau souterrain de La Pépie



Copyright IGN - Projection Lambert II étendu / NTF
© FFRP pour les itinéraires et sentiers de randonnées GR®, GRP®, PR®

Aperçu géologique et spéléologique du Périgord

D'un point de vue géologique, plusieurs entités se définissent en traversant le département de la Dordogne du nord-est au sud-ouest (carte 4) :

- ☞ Un ensemble de roches cristallines et métamorphiques (granites, schistes, gneiss, ...) qui correspond à la bordure sud-ouest du Limousin ①.
- ☞ Un petit ensemble de grès du permotrias qui correspond à l'extrémité nord-ouest du bassin de Brive ②.
- ☞ Une bande de calcaires jurassiques qualifiée de cause Périgourdin ③.
- ☞ Un vaste ensemble de calcaires du crétacé représentatif du département de la Dordogne ④.
- ☞ Un ensemble relevant de l'ère tertiaire qui rassemble une entité argilo-sableuse (la Double) ⑤ et des calcaires lacustres (le Bergeracois) ⑥.

Par ailleurs, les formations de recouvrement sont très présentes notamment sur les calcaires du crétacé.

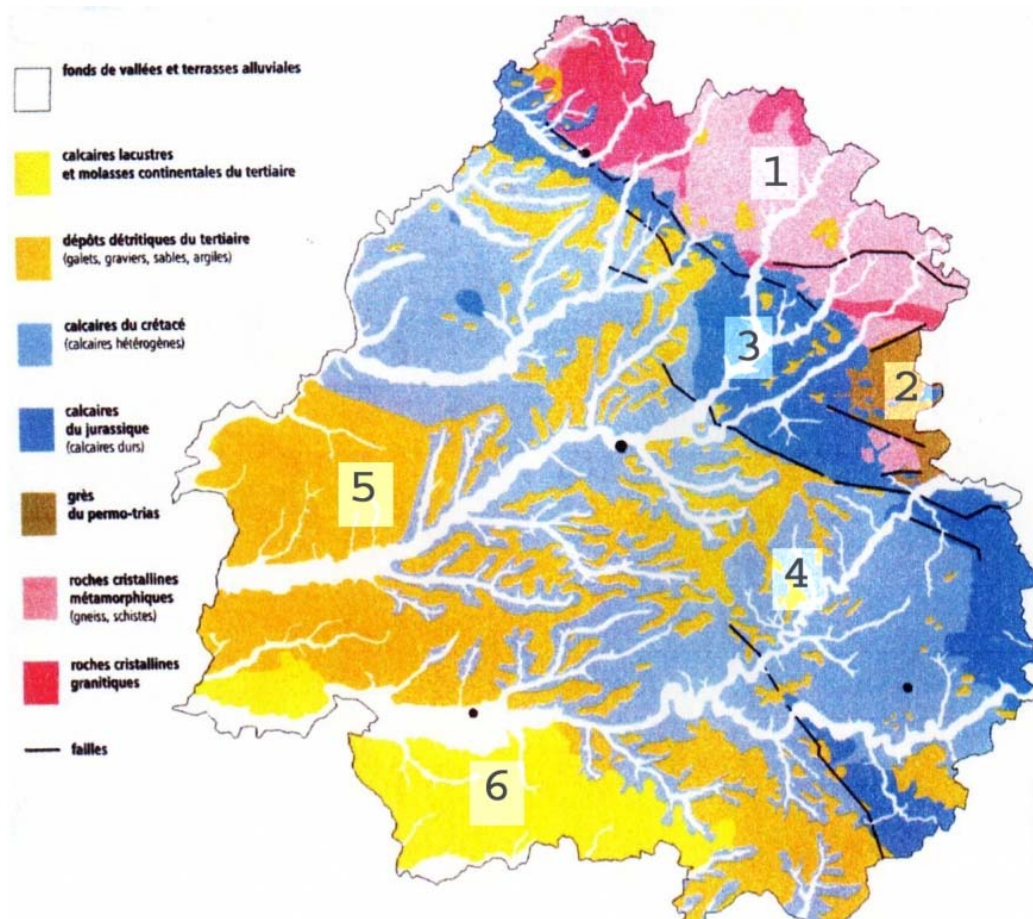
Les réseaux spéléologiques se développent essentiellement dans les calcaires du jurassique et du crétacé, plus rarement dans les calcaires du Bergeracois.

Le cause Périgourdin est le siège des plus grands réseaux souterrains du département. Les formations calcaires homogènes sont souvent assez épaisses. Les formations de recouvrement étant peu étendues, les phénomènes karstiques sont donc bien visibles.

Les réseaux sont présents aussi dans l'ensemble crétacé mais moins important. Les phénomènes karstiques de surface sont masqués par la présence importante des formations de recouvrement. Les nombreuses petites vallées sont à l'origine d'une compartimentation importante des massifs karstiques.

La faible puissance des strates de calcaire et la faible altitude du Bergeracois sont des éléments défavorables pour la formation de réseaux spéléologiques majeurs.

Plus généralement, la faible dénivellation entre la surface des plateaux et le niveau de base des vallées joue un rôle important dans le creusement des réseaux souterrains. Les zones de transfert vertical sont quasi inexistantes, la plupart des réseaux Périgourdins sont à dominante horizontale.



Carte 4
Géologie simplifiée de la Dordogne

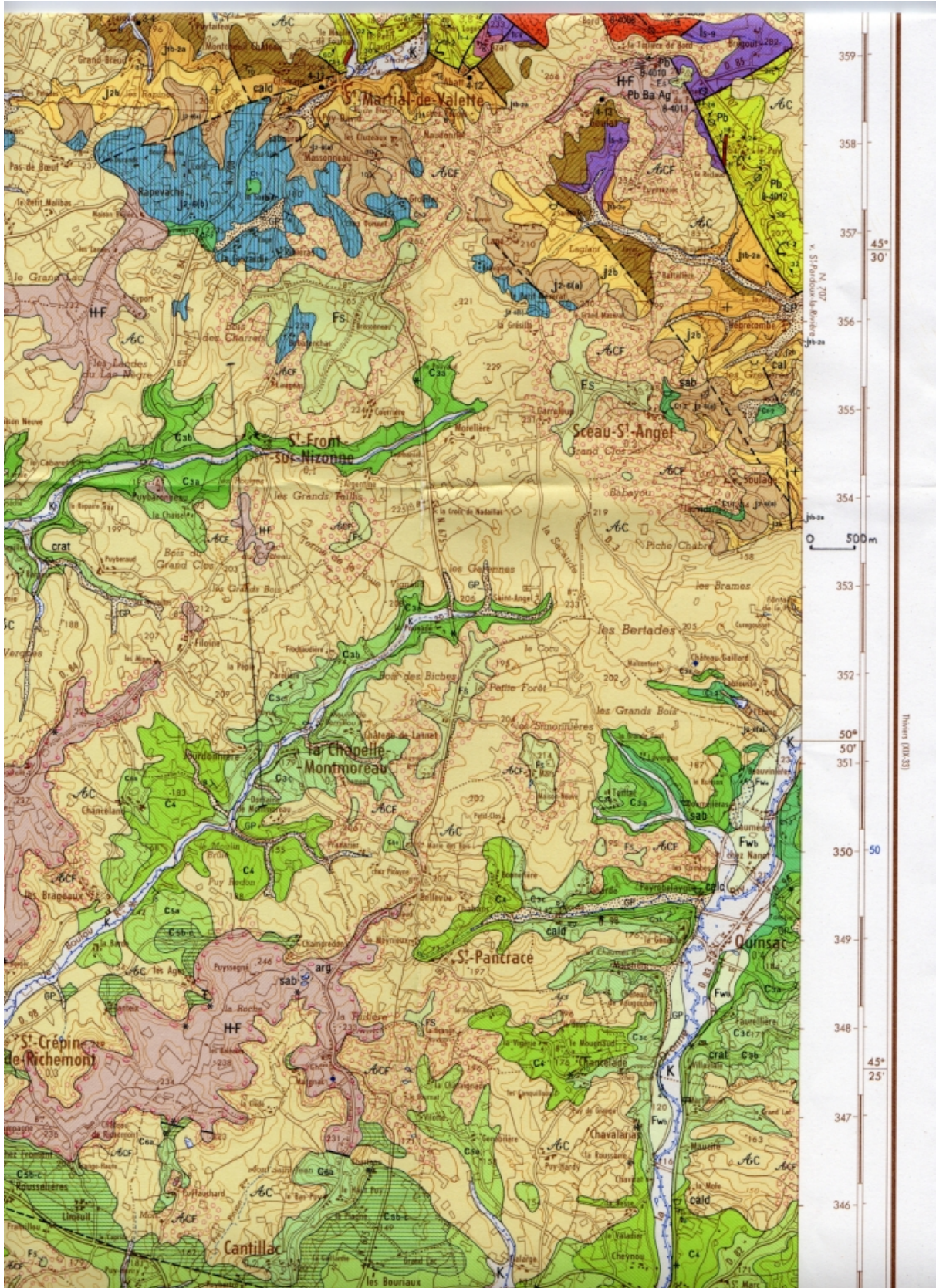
Géologie

La cavité est située dans la limite nord-est du bassin aquitain. On retrouve dans cette région, essentiellement des calcaires du Jurassique (prolongement nord ouest du « cause Pégourdin ») et du Crétacé. Mais les affleurements du socle sont très proches. En effet, à Nontron, débutent les formations éruptives et métamorphiques (gneiss et granites) du Limousin.

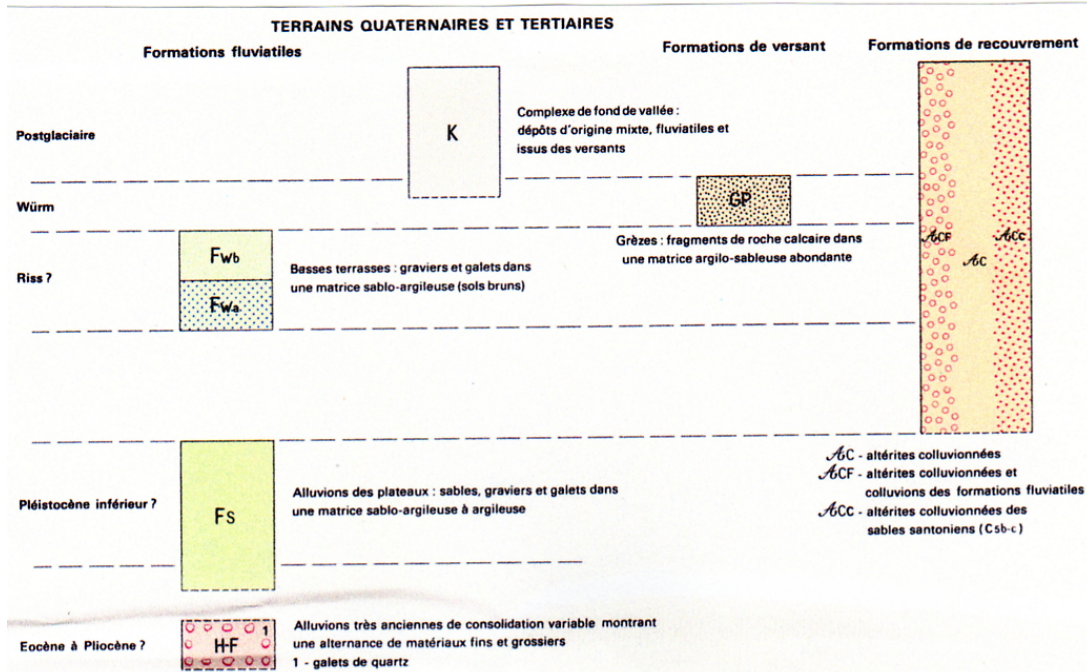
La cavité s'ouvre vraisemblablement dans un calcaire du Crétacé supérieur : un étage du Turonien nommé « Angoumien supérieur » (C3c sur la carte géologique). C'est l'étage affleurant le plus proche de la cavité (carte 5).

Il est assez difficile de connaître l'étage exact correspondant à la cavité car elle se situe sur une zone où les calcaires sont largement recouverts par des altérites colluvionnées de l'ère tertiaire (schéma 1). Ces formations de recouvrement expliquent le caractère particulier des massifs calcaires du secteur recouverts par des forêts dominées par les châtaigniers (espèce dite « calcifuge », qui n'accepte pas le contact direct avec le calcaire).

L'Angoumien supérieur est caractérisé par des calcaires cryptocristallins à rudistes et calcaires graveleux. Cette assise de calcaires, de l'ordre de 20 à 30 m d'épaisseur, est dominée par l'abondance des rudistes (*Durania*, radiolites et hippurites).



Carte 5
Extrait de la carte géologique de Nontron



TERRAINS SECONDAIRES

| | | | |
|--------------------------------------|--------------------------------|---|---|
| Campanien inférieur | C6a | Calcaires crayeux gris-blanc | |
| Santonien | moyen et supérieur | C5b-c | Calcaires argileux avec des lumachelles à Huîtres, puis des calcaires silteux, glauconieux, sables et grès |
| | inférieur | C5a | Calcaires gris glauconieux en plaquettes |
| Coniacien | C4 | Calcaires durs cristallins. Calcaires gréseux et sables fins à grossiers à la base ; calcaires à Huîtres au sommet | |
| Turonien | "Angoumien" supérieur | C3c | Calcaires cryptocristallins et calcaires graveleux à Rudistes |
| | "Angoumien" inférieur | C3b | Calcaire graveleux, puis calcaires crayeux bioclastiques à Rudistes passant latéralement à des calcarénites (1) |
| | "Ligérien" à "Angoumien" basal | C3a | Calcaires crayeux en plaquettes ou noduleux |
| Cénomanién | C1-2 | Marnes vertes à Huîtres, sables fins, calcaires gréseux à Alvéolines | |
| Portlandien | J9 | Sables, calcaires gréseux, calcaires cryptocristallins et calcaires oolithiques | |
| Kiméridgien | J2-8 | Calcaires cryptocristallins gris en petits bancs | |
| Bathonien supérieur à Oxfordien | J2-6(b) | Alternance de calcaires microgranulaires avec des calcaires blancs crayeux ; latéralement (1) passées de calcaires beiges à grain fin | |
| | J2-6(a) | Calcaires cryptocristallins localement crayeux et calcaires graveleux | |
| Bathonien inférieur à moyen | J2b | Alternance de calcaires cryptocristallins et bioclastiques avec des argiles parfois ligniteuses | |
| Bajocien supérieur à Bathonien basal | J1b-2a | Calcaires oolithiques ; alternance de calcaires cryptocristallins et de calcaires bioclastiques et oolithiques | |
| Bajocien inférieur | J1a | Calcaires à entroques, calcaires bioclastiques | |
| Pliensbachien à Aalénien | I5-9 | Grès grossiers, grès dolomitiques, argiles et marnes grises, dolomies microcristallines grises | |
| Hettangien à Sinémurien | I1-4 | Grès grossiers feldspathiques, dolomies cryptocristallines à patine rouge, calcaires oolithiques | |

Faciès recristallisés (roches carbonatées d'âge jurassique indéterminé)

ROCHES MÉTAMORPHIQUES : groupe Bas-Limousin (âge possible : Cambrien)

Gneiss pélitiques

Gneiss grauwackeux

ROCHES ÉRUPTIVES : massif granitique de Piéguy-Pluviers

Granodiorite à biotite, structure équiaxe, gros grain

Granodiorite à biotite, grain fin

Granodiorite à biotite et amphibole, grain fin

ROCHES FILONIENNES OU EN PETITS CORPS

Microgranodiorite

Microdiorite quartzique

Légende carte géologique de Nontron

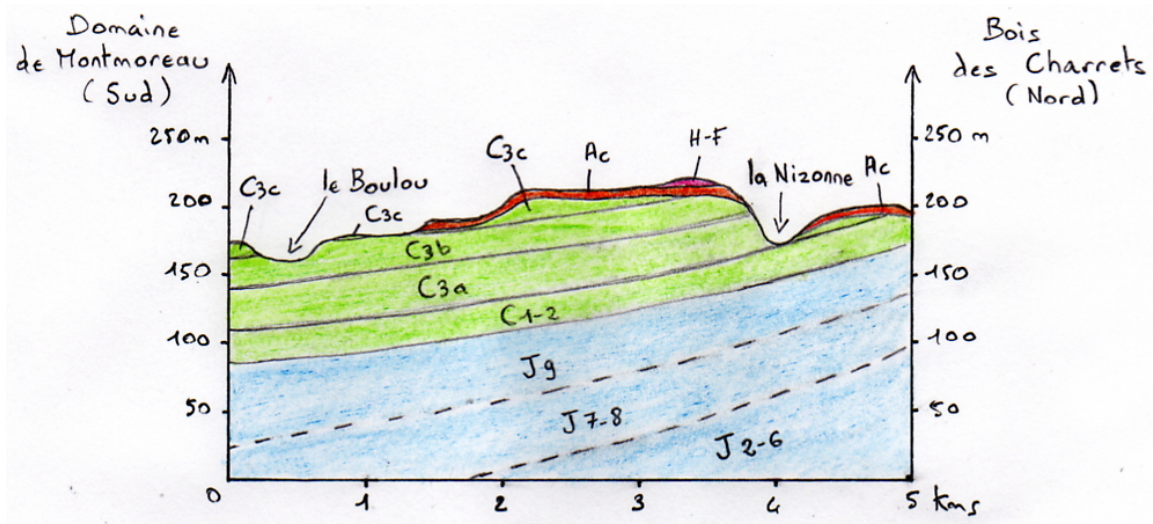


Schéma 1
Coupe géologique interprétée du secteur du ruisseau souterrain de La Pépie

| | |
|--|---|
| H-F Alluvions (Éocène à Pliocène ?) | C3a Ligérien à Angoumien basal |
| Ac Altérites colluvionnées | C1-2 Cénomaniens |
| C3c Angoumien supérieur | J9 Portlandien |
| C3b Angoumien inférieur | J7-8 kimméridgien |
| | J2-6 Bathonien supérieur à Oxfordien |

Légende de la coupe

D'un point de vue tectonique, aucun accident majeur n'est mentionné à proximité de la cavité. Cependant, à quelques kilomètres au nord, au contact avec le socle cristallin, il existe un réseau de failles orientées NO-SE et NE-SO ainsi qu'une faille majeure orientée NO-SE appelée « faille du Puy ». Elle met en contact les calcaires du Bajocien et les gneiss du massif cristallin (schéma 2).

D'autre part, au sud-ouest de la cavité, il existe un anticlinal majeur (l'anticlinal de Mareuil orienté NO-SE) sur lequel affleure, au niveau du village de Ste Croix de Mareuil, les calcaires du Kimméridgien (Jurassique sup.).

Au nord-est de cet anticlinal, plus proche de la cavité, se trouve un pli synclinal important (synclinal de Combiers-St Crépin de Richemont).

Entre ces deux plis, une faille majeure est présente avec la même orientation que l'anticlinal et le synclinal précédemment cités.

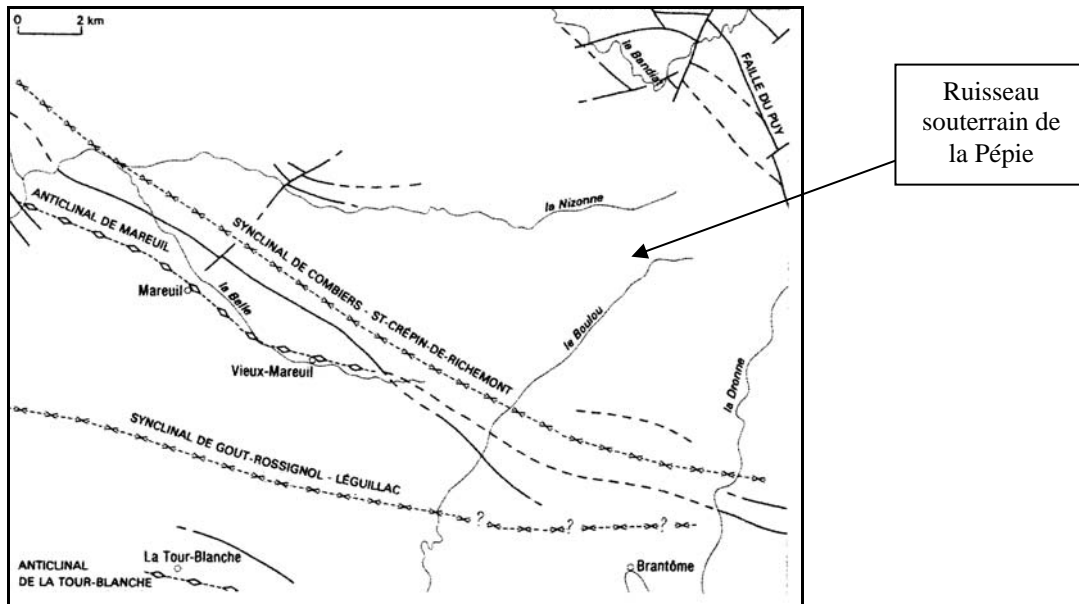


Schéma 2
Schéma structural de la carte géologique de Nontron

Ces structures tectoniques relèvent de la phase orogénique Pyrénéo Alpine. Dès qu'on s'éloigne de ces plis, le pendage des strates devient relativement faible. Ainsi, une mesure notée sur la carte géologique, à côté du hameau de Jourdonnière (proche de la cavité), indique un pendage de direction NO-SE et d'orientation SO avec une valeur de 8° .

La néotectonique semble avoir affecté certaines portions de la cavité. En effet, des fissures, d'apparence récentes, sont bien visibles dans la deuxième partie du ruisseau souterrain (photo 1).



Photo 1
Fissuration néotectonique dans le ruisseau souterrain de La Pépie

Géomorphologie

Globalement, le relief est très peu accidenté dans le secteur. Le massif de la cavité est relativement tabulaire. Les dolines sont présentes mais peu d'entre elles laissent apparaître la roche mère du plateau. Il s'agit souvent de dépressions à pente douce.

Les deux vallées du secteur sont marquées par endroits mais leur encaissement est faible. Il n'y a donc pas d'affleurements rocheux remarquables, en dehors des bords du massif au niveau des vallées. On remarque également quelques vallées suspendues (par exemple au niveau du hameau de La Pépie), qui recueillent les eaux de surface vite absorbées par le sol au niveau de pertes impénétrables.

Hydrologie

Le massif où se développe le ruisseau souterrain de La Pépie est situé entre deux petites vallées (carte 6). Au nord, coule la Nizonne qui prend sa source à quelques kilomètres de la cavité. Au sud, le ruisseau du Boulou dont la source est assez proche et qui est un affluent de la Dronne.

L'eau sur le massif concerné est quasiment inexistante. Seuls quelques petits étangs y demeurent, profitants des zones rendues imperméables par les formations de recouvrement riches en argiles et en sables.

Dans la vallée du Boulou, à proximité du village de la Chapelle Montmoreau, deux petites sources pérennes sont distantes d'environ 300 m. Elles sont toutes deux en rive droite du Boulou.

L'une d'elles, la source du lavoir de la Chapelle Montmoreau ①, est en relation directe avec le ruisseau souterrain de La Pépie (voir chapitre hydrogéologie). Observée le 1^{er} février 2006, son débit a été estimé à environ 5 l/s. Par ailleurs, ce même jour, l'eau était nettement troublée avec une apparence blanchâtre (photo 2).

L'autre source, la source de Puysec ②, en amont de la précédente, a un débit plus faible (estimé à 3 l/s le 1^{er} février 2006) mais aucune turbidité n'est apparente. Elle fait l'objet d'un captage pour l'alimentation en eau potable de la commune de la Chapelle Montmoreau.

Malgré cette proximité, la différence nette de turbidité montre qu'elles ne sont pas en relation.

Du côté de la Nizonne, trois sources pérennes ont été observées. La source de la Nizonne ③ a un débit assez faible (estimé à 2 l/s le 1^{er} février 2006) et ne présente aucune turbidité. La source du lavoir de St Front sur Nizonne ④, en rive droite de la Nizonne, ne présente toujours pas de turbidité mais possède un débit un peu plus important (estimé à 3 l/s le 1^{er} février 2006).

En rive gauche de la Nizonne, en aval de St Front sur Nizonne, se trouve la source de Puybaronneau ⑤. Elle a un débit équivalent à celle précédemment citée. Comme les dernières, aucune turbidité n'est apparente.

Toutes ces sources sont impénétrables et possèdent manifestement, pour la plupart, une alimentation diffuse.

Carte 6

Carte hydrologique et géomorphologique du secteur de la grotte de La Pépie

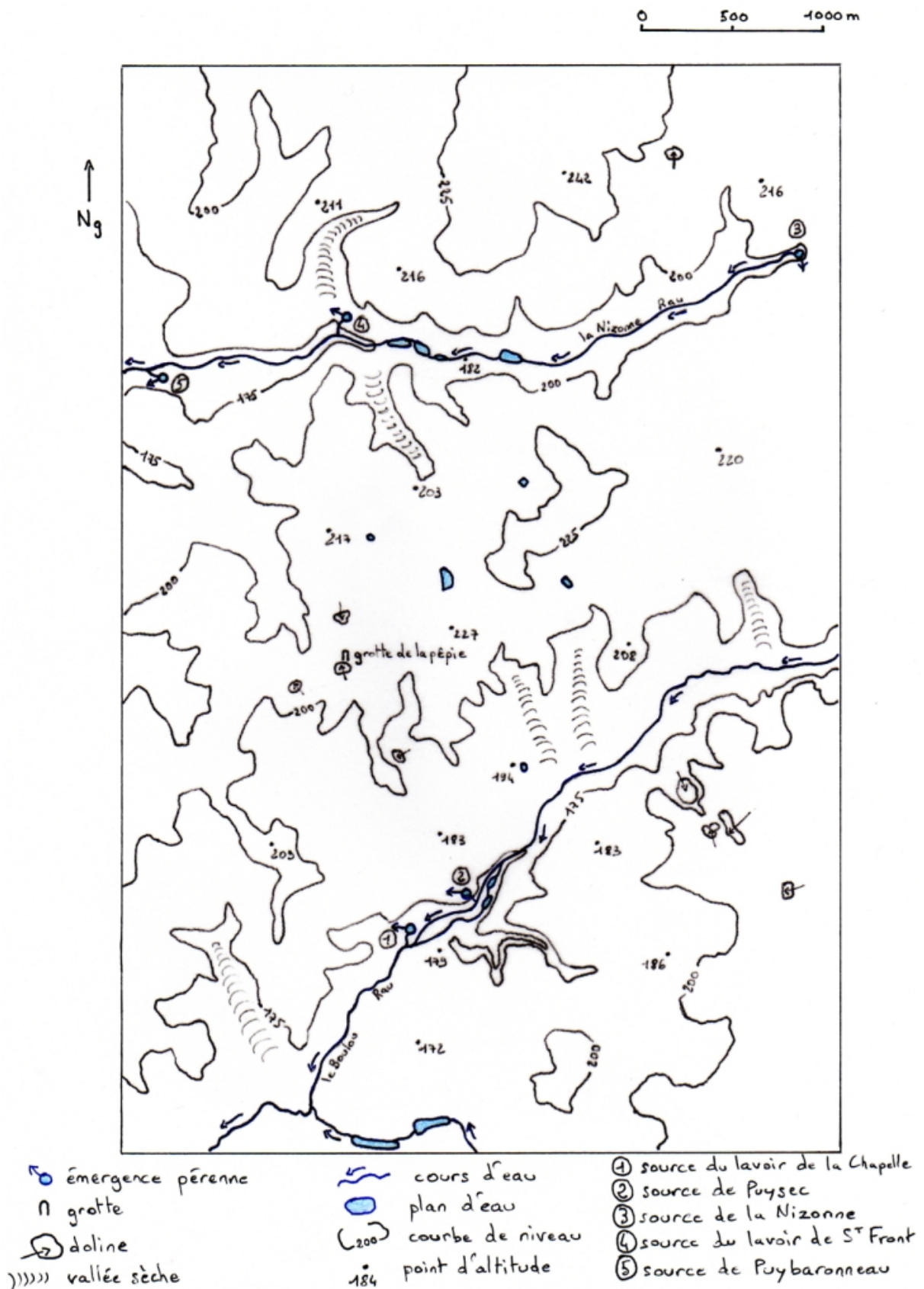




Photo 2
Source du lavoir de la Chapelle Montmoreau à l'étiage

Hydrogéologie

(Voir page suivante : report topographique en surface et coloration)

Une coloration, réalisée en 1981, a permis d'établir une relation entre le ruisseau souterrain présent dans la cavité et la source du lavoir de la Chapelle Montmoreau.

Une douzaine d'heures ont été nécessaire à la fluorescéine pour atteindre l'émergence du lavoir. Cette coloration est très intéressante car le débit au niveau de la source du lavoir semble beaucoup plus important que le débit du ruisseau souterrain.

En 1986, des mesures de débit ont été réalisées afin de vérifier ce qui avait été observé en 1981 (tableau 1).

Le 13 juin 1986, le débit mesuré au niveau de la source du lavoir est de 13 l/s alors qu'il est seulement de 1.5 l/s dans la cavité (soit env.8 fois moins important).

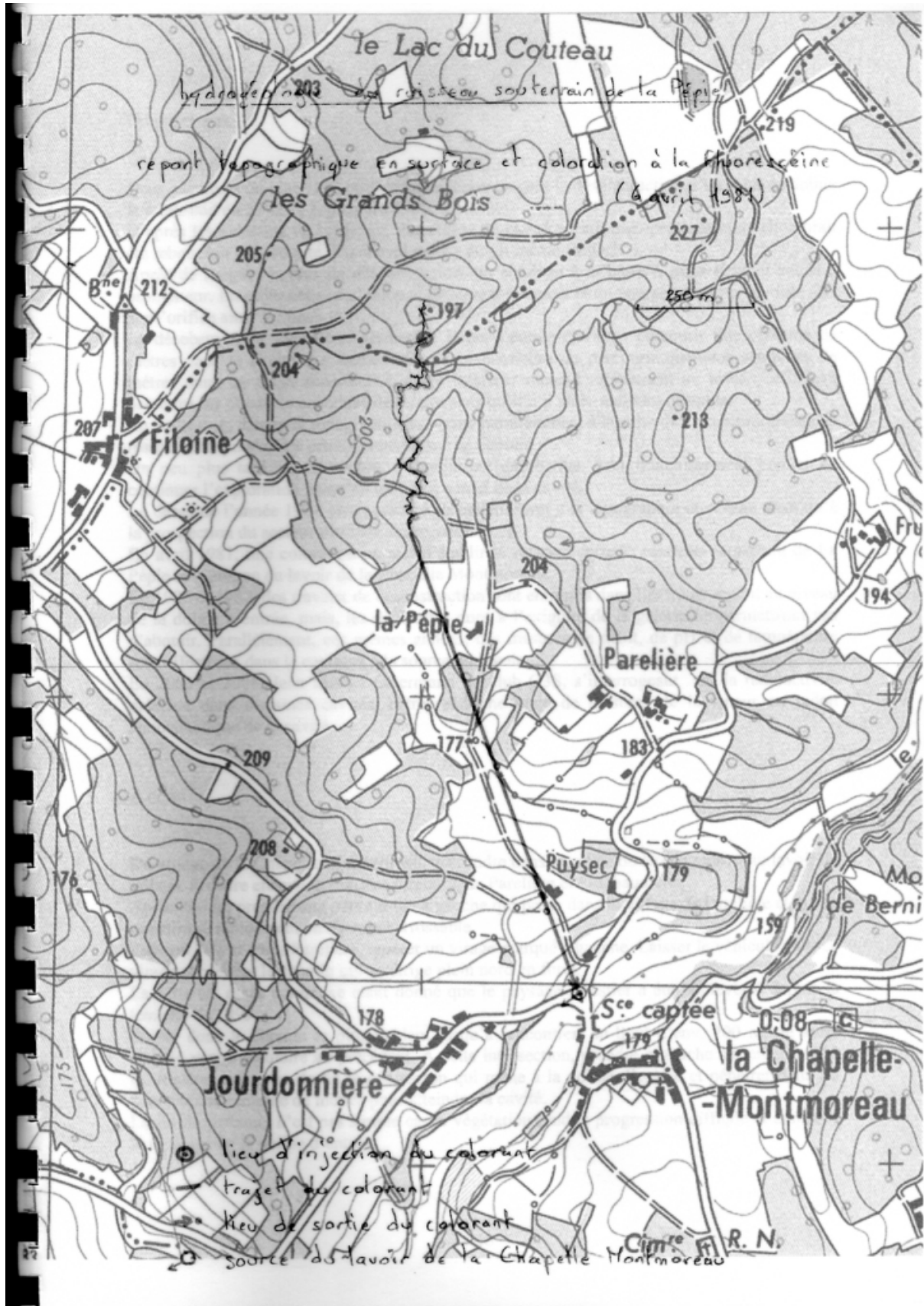
Le 6 septembre 1987, lors d'un bon étiage, le débit mesuré à la source est de 2.75 l/s alors qu'il n'est que de 0.07 l/s dans la cavité (soit env.39 fois moins important).

D'autre part, lors de la première mesure, il a été observé que l'eau du lavoir était trouble alors que celle de la cavité ne l'était pas.

Pour conclure, le ruisseau souterrain, actuellement exploré, constitue seulement un affluent d'un collecteur plus important. L'alimentation principale de celui-ci, étant donné la turbidité de l'eau constatée à la source, doit être représentée par un ou plusieurs points d'absorption rapide (perte ?, doline de collectage des eaux de pluie ?).

| Date | Lieu | pH | Débits (l/s) | Températures |
|----------|---------|-----|--------------|--------------|
| 13/06/86 | Point 1 | ? | 13 | ? |
| | Point 2 | 7.1 | 1.5 | 11.2° C |
| 06/09/87 | Point 1 | 7 | 2.75 | 12° C |
| | Point 2 | 7.2 | 0.07 | 11.2° C |

Tableau 1 : mesure des températures, pH et débits de l'eau
Point 1 : source du lavoir Point 2 : dans la cavité



Historique

Deux membres du club G3S en Dordogne commencent la désobstruction d'un fond de doline le week-end du 27 et 28 septembre 1980.

D'après les habitants de la région, une entrée de cavité y était bien présente mais elle aurait été rebouchée par sécurité. Un cheval mort y aurait même été jeté.

Après de longues heures de désobstruction, un sondage à la barre à mine devient soudain prometteur. En effet, celle-ci s'enfonce presque totalement et un courant d'air perceptible sort par l'orifice ainsi formé.

La désobstruction s'accélère, permet de forcer l'entrée et ainsi parcourir une centaine de mètres dans la cavité. Le week-end suivant permettra de parcourir quelques centaines de mètres dans un étage supérieur. L'étage inférieur menant rapidement au réseau actif sera parcouru sur plusieurs centaines de mètres sans qu'il n'y ait le moindre obstacle.

En novembre, débute la topographie du réseau parallèlement à la suite de l'exploration dans le réseau actif qui s'arrête provisoirement sur un éboulis.

Un peu plus tard, en décembre, l'éboulis est désobstrué. Son franchissement permet de continuer l'exploration jusqu'au terminus actuel de la cavité.

Le début de l'année 1981 sera consacré essentiellement à la topographie du réseau ainsi qu'à la prospection du secteur (dolines, émergences, ...).

En avril 1981, une coloration permet d'établir la relation entre le ruisseau souterrain de La Pépie et la source du lavoir de la Chapelle Montmoreau.

En 1986 et 1987, des travaux de désobstruction sont entrepris dans l'extrême amont au niveau de la doline d'entrée, mais, les difficultés dues à l'exiguïté de la galerie ne permettront pas d'aboutir. Parallèlement, ces mêmes années, des mesures de débit, de pH et de température sont effectuées dans la cavité et à la source du lavoir.

En 2003 et 2004, Jean Michel Ostermann du club G3S, s'interrogeant sur la radioactivité présente dans certaines cavités, entreprend une série de mesures de la teneur en radon atmosphérique de la cavité.

Accès

Du village de la Chapelle Montmoreau, descendre dans la vallée du Boulou jusqu'au lavoir du village. Prendre ensuite la route en direction de Parelière et Fruchaudière.

Après 700 m, prendre une petite route à gauche qui passe dans le village de Parelière et qui se transforme rapidement en chemin carrossable.

Environ 300 m après Parelière, repérer un virage marqué à gauche. Laisser le véhicule dans ce virage et prendre le chemin qui se dirige plein nord en forêt.

La suite est assez complexe étant donné que le paysage forestier a été bouleversé depuis la tempête de 1999.

Suivre donc le chemin le plus évident jusqu'à rencontrer, au bout d'env. 700 m, un autre chemin perpendiculaire au précédent. A cette intersection, prendre à gauche sur environ 150 m. Repérer sur votre droite la dépression qui mène à la doline d'entrée et pénétrer dans les bois sur une centaine de mètres pour atteindre la cavité.

La fin du parcours n'est pas simple car la végétation rend la progression difficile et empêche le repérage de la doline d'entrée.

Description de la cavité

L'étroitesse d'entrée, au fond de la doline, permet d'atteindre une galerie basse d'environ 2 m de large dans laquelle il faudra ramper sur 50 m. A l'extrémité du ramping, on arrive sur un méandre. Il laisse le choix entre un étage supérieur avec une progression difficile et un étage inférieur qui mène rapidement au siphon amont et donc au début du ruisseau souterrain. Cependant, les connexions entre les deux étages sont très nombreuses jusqu'à la « marmite ». A partir du siphon amont, la progression se fait principalement dans une galerie en méandre en suivant le cours du ruisseau souterrain.

A 700 m de l'entrée, on arrive dans une petite salle d'effondrement avec un éboulis qu'il faudra franchir en utilisant un passage étroit désobstrué. De nouveau dans le cours du ruisseau souterrain, il faut également franchir, peu après l'éboulis, une voûte mouillante pour continuer la progression toujours dans une galerie méandrique pour atteindre la « grande diaclase » (galerie de bonnes dimensions que le ruisseau n'emprunte qu'en partie).

La galerie méandrique se poursuit après la grande diaclase en traversant deux autres petites salles d'effondrement.

A environ 1200 m de l'entrée, le ruisseau emprunte une voûte basse impénétrable qui constitue le terminus actuel de la cavité.

Topographie

(Voir page suivante)

Les coordonnées indiquées sur la topographie sont les coordonnées Lambert zone 2 étendue. Seul le plan est représenté, le profil horizontal de la cavité ne justifie pas la réalisation d'une coupe.

Quelques profils permettent d'apprécier la forme des galeries.

Spéléogénèse

Le ruisseau souterrain de La Pépie collecte une partie des précipitations qui se déversent sur le massif, mais le transfert dans le karst est fortement ralenti par la couverture altéritique qui recouvre les calcaires. Ce dispositif entraîne un certain type de karstification, l'eau météorique étant acidifiée lors de son passage dans les altérites. Ces dernières assurent ensuite une diffusion assez régulière au niveau du karst (rôle de « compresse humide », déjà décrit pour d'autres karsts : Jaillet et Gamez, 1995).

La zone de transfert vertical est relativement peu développée et l'on atteint généralement en quelques mètres la zone de transfert horizontal et ses multiples conduits. Plusieurs puits remontants ont en effet été observés lors de la progression.

Le ruisseau souterrain de La Pépie constitue donc le principal collecteur actuellement connu de ces écoulements.

Les galeries sont quasi exclusivement méandriques. Elles recoupent des fonds de dolines reconnaissables à l'intrusion à ce niveau de matériaux de surface.

Quelques salles viennent agrémenter la progression, formées à la faveur de l'intersection de plusieurs fractures.

RUISSEAU SOUTERRAIN DE LA PEPIE

SAINT FRONT SUR NIZONNE (24)

X= 467,000 Y= 2052,820 Z= 195 m

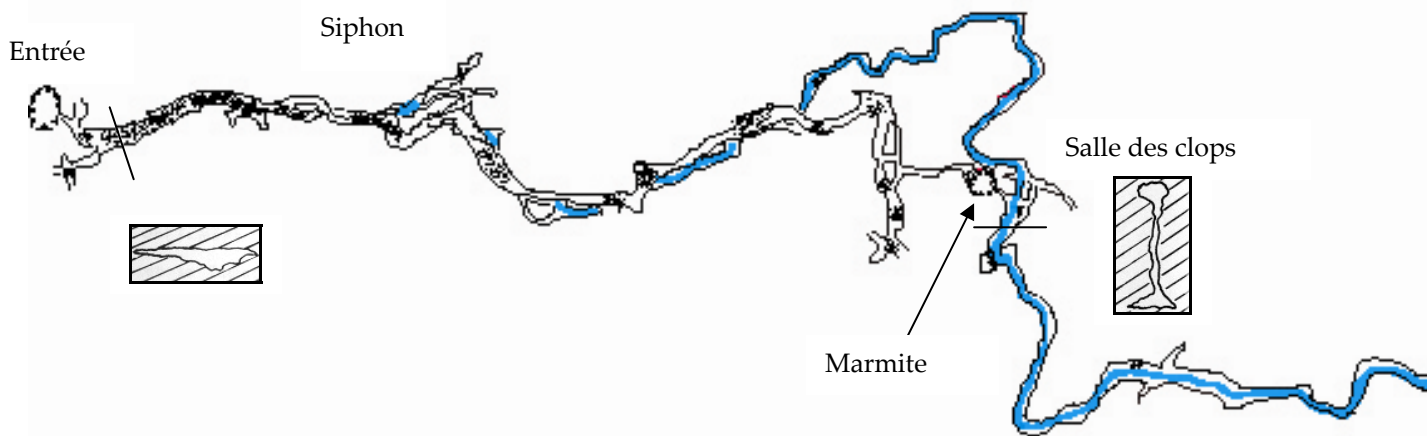
Topographie : Groupe Spéléologique Scientifique et Sportif – Périgueux

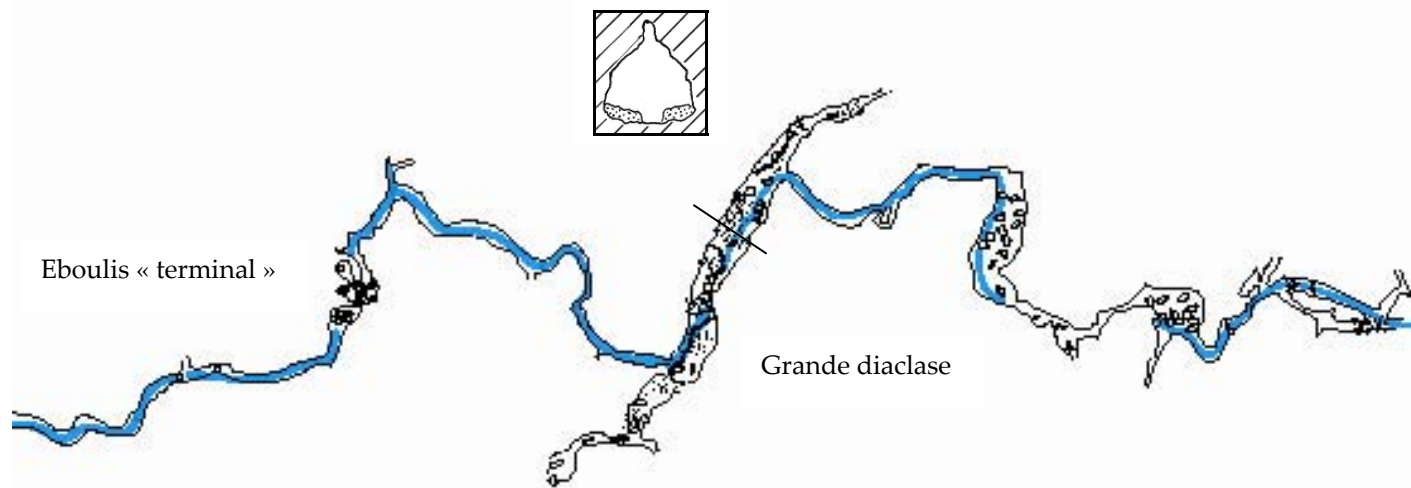
Report : Jean Michel Ostermann

1981-1982



N m





Remplissages

Les remplissages observés dans la cavité sont essentiellement allochtones.

Dés la première partie de la cavité, on peut observer des banquettes de remplissage allochtone (photo 3) qui témoignent des variations du régime d'écoulement du cours souterrain actif. Ces remplissages sont constitués principalement de galets de silice, de sables et d'argiles provenant, en toute vraisemblance, de la couverture du massif (altérites colluvionnées).



Photo 3
Remplissage allochtone dans la zone d'entrée

De tels remplissages sont visibles dans de multiples endroits de la cavité y compris au niveau de la « grande diaclase » où une épaisse banquette argileuse (photo 4) a été sur creusée par le cours actif souterrain dans lequel on retrouve en permanence des petits galets de silice.



Photo 4
Remplissage argileux dans la grande diaclase

D'autre part, il existe de nombreuses zones de soutirage de la couverture (présentes surtout dans l'étage supérieur) qui apportent une quantité importante d'éléments issus des altérites colluvionnées (arènes, sables, argile et silice).

Les remplissages autochtones sont essentiellement représentés par des blocs d'effondrement bien visibles au niveau de l'éboulis « terminal » (celui-ci bloqua la progression des premières explorations), dans la grande diaclase et dans la dernière partie de la cavité au niveau des salles.

Tous ces remplissages ont largement participé à la morphologie de certaines galeries, en particulier dans la grande diaclase, dont la forme est typiquement paragénétique, avec chenal de voûte.

Les concrétions sont très peu abondantes et ne sont observables que dans certains secteurs limités de la cavité.

Climatologie de la cavité

La cavité est parcourue par un net courant d'air soufflant en hiver, et faiblement aspirant en été. Deux études ont été menées sur des gaz traceurs, le dioxyde de carbone et le radon.

La cavité n'est cependant pas assimilable à un tube à vent, une seule entrée existante dans la zone haute. La température moyenne de la cavité est d'environ 13° C.

Le dioxyde de carbone

Malgré une très nette ventilation à l'intérieur de la cavité, certains des membres du club réalisant l'exploration et la topographie ont ressenti des symptômes pouvant faire penser à la présence de CO₂.

Une série de mesures en 1986 et 1987 a permis de confirmer la présence de ce gaz. Les résultats oscillaient entre 0.8% et 2% en fonction de la saison et de la localisation de la station de mesures.

En 2003 et 2004, parallèlement aux mesures de radon atmosphérique de la cavité, de nouvelles mesures en CO₂ (tableau 2), réalisées à la pompe Draeger, ont confirmé les résultats obtenus en 1986 et 1987.

Les trois stations sont placées respectivement à environ 120 m, 170 m et 240 m de l'entrée de la cavité.

| | Station 1 | Station 2 | Station 3 |
|----------------|-----------|-----------|-----------|
| Juin 2003 | 1,2 % | 1,25 % | 1,7 % |
| Septembre 2003 | 1,5 % | 2 % | 1,8 % |
| Décembre 2003 | 2,3 % | 2,5 % | 3 % |
| Mars 2004 | 1,3 % | 1,5 % | 1,5 % |

Tableau 2

CO₂ atmosphérique du ruisseau souterrain de La Pépie, 2003-2004

Un élément est surprenant dans ces résultats qui oscillent entre 1.2 et 3% de CO₂ : le maximum a été relevé en période hivernale alors qu'il est généralement admis que le gaz carbonique atmosphérique karstique est moins abondant en saison froide.

La forte teneur, malgré la ventilation évidente, peut s'expliquer par l'importante production pédologique du gaz en liaison avec l'abondante couverture végétale, et de probables étroites relations atmosphériques avec un important réseau de fentes.

Les nombreuses zones de soutirage favorisent ensuite la dispersion du gaz dans la cavité.

La radioactivité naturelle : la teneur en radon atmosphérique

Il convient avant tout de revenir sur un élément important de géologie. Le massif où se trouve la cavité est largement recouvert d'une couche appartenant à l'ère tertiaire nommée « altérites colluvionnées » sur la carte géologique.

Cette couche est constituée principalement d'éléments provenant de l'érosion du socle cristallin situé seulement à quelques kilomètres de la cavité. Les arènes gneissiques et granitiques y sont dominantes mais on retrouve également de la silice répartie dans une matrice argilo sableuse. Par ailleurs, les granites du Limousin sont réputés pour leur richesse en uranium.

Les mesures effectuées en 2003 et 2004 révèlent d'importantes teneurs en radon atmosphérique (tableau 3).

| Station | Période de mesures | Rn (Bq/m ³) |
|---------|---------------------|----------------------------|
| 1 | 01/06/03_14/09/03 | 12930 |
| | 14/09/03_16/12/03 | 5070 |
| | 16/12/2003_28/03/04 | 3310 |
| | 28/03/04_12/07/04 | 12010 |
| 2 | 01/06/03_14/09/03 | 10030 |
| | 14/09/03_16/12/03 | 4990 |
| | 16/12/2003_28/03/04 | 4190 |
| | 28/03/04_12/07/04 | 10910 |
| 3 | 01/06/03_14/09/03 | 8770 |
| | 14/09/03_16/12/03 | 4500 |
| | 16/12/2003_28/03/04 | 4390 |
| | 28/03/04_12/07/04 | 12160 |

Tableau 3

Teneurs en radon du ruisseau souterrain de La Pépie

L'exhalation des remplissages allochtones semble en tout évidence être à l'origine de ces fortes teneurs.

Ces remplissages, riche en uranium, sont présents dans toute la cavité aussi bien dans les zones parcourues par le cours actif que dans les zones de soutirage de la couverture.

La teneur en radon atmosphérique moyenne, correspondant à cette série de mesures, est de l'ordre de 7771 Bq/m³, ce qui constitue un record national à ce jour parmi toutes les cavités karstiques étudiées.

Archéologie

Des éclats de silex sont présents dans la cavité plus généralement dans la première partie mais aussi dans quelques portions du ruisseau souterrain.

Un biface y aurait été récolté appartenant à la période du moustérien (paléolithique moyen). L'hypothèse d'une occupation préhistorique de la doline d'entrée aurait été soulevée, cependant, aucune trace concrète d'aménagement ne permet de l'appuyer.

Ce sont les seules informations d'ordre archéologique dont je dispose. Elles ne me permettent pas, avec regrets, d'établir un chapitre solide et agrémenté d'illustrations sur cette thématique. Les pièces archéologiques retrouvées dans la cavité se sont dispersées. De plus, les traces écrites (lieux de relevés, datations, croquis, photographies) sont inexistantes.

Biologie souterraine

Plusieurs espèces ont été observées, d'autres échantillonnées dans la cavité.

En effet, la zone d'entrée permet d'observer des espèces troglodytes et troglodytes. Elles appartiennent essentiellement à l'embranchement des arthropodes et aux classes des insectes et des arachnides.

Des diploures, collemboles, trichoptères et aranéidées séjournent assez fréquemment dans la première partie de la cavité.

Cependant, la famille, le genre et l'espèce des arthropodes précédemment cités ne sont pas connus (aucun échantillonnage pour détermination à ce jour).

Seule, la Méta ménardi (photo 6) de la famille des argiopidées reste caractéristique et facilement identifiable.

Par ailleurs, les chiroptères sont bien présents dans la cavité. Le petit Rhinolophe (photo 5) est l'espèce la plus fréquemment rencontrée. Des individus isolés sont facilement observables dans la première partie de la cavité.



Photo 5
Petits Rhinolophes



Photo 6
Méta ménardi

Parmi les troglobies, des crustacés aquatiques (photos 7 et 8) ont été recherchés et échantillonnés dans le cours du ruisseau souterrain.

Des espèces appartenant au genre *Niphargus* (ordre des Amphipodes, famille des Gammaridae) et au genre *Caecosphaeroma* (ordre des Isopodes, famille des Sphaeromatidae) ont été ainsi récoltées pour une détermination plus précise.

Les espèces du genre *Niphargus* ont pu être déterminées. Il s'agit de l'espèce « *ladmiraulti* ».



Photo 7
Niphargus sp



Photo 8
Caecosphaeroma sp

Conclusion

Le ruisseau souterrain de La Pépie reste une cavité marquante pour les visiteurs qui ont eu l'occasion de la fréquenter. Les souvenirs liés à une seule visite se limitent généralement à sa marche d'approche « pommatoire », son entrée peu engageante, ses nombreux passages étroits et son argile qui se fixe de manière intense à la combinaison.

Pourtant, lorsqu'on tient compte du contexte global dans lequel elle se développe, cette cavité mérite un regard différent de celui lié directement à la progression.

En effet, le massif karstique dans lequel se développe la Pépie est atypique. Les remplissages observés dans la cavité témoignent de cette particularité. Ils sont importants et proviennent directement de la couverture altéritique du massif calcaire par le biais de diverses fractures.

Les mesures et observations des débits du ruisseau souterrain et de son exutoire indiquent clairement que la cavité n'est qu'un affluent d'un probable collecteur.

Cependant, les tentatives de désobstruction dans l'extrémité aval du ruisseau souterrain se sont révélées infructueuses.

Des dolines, vues auparavant, méritent de nouvelles visites et d'éventuels chantiers de désobstruction.

Ainsi, l'élaboration d'une nouvelle topographie (plus précise et plus complète) permettrait d'appuyer ces recherches mais il faut désormais tenir compte d'un élément peu connu jusqu'ici : la radioactivité naturelle.

Les teneurs en radon atmosphérique sont très élevées. Les conséquences sur notre organisme sont difficiles à qualifier et à quantifier. Il est donc préférable de se limiter à quelques visites dans l'année, de préférence en période hivernale.

Sans être alarmiste, il est souhaitable que les professionnels de l'encadrement en spéléologie se questionnent sur les cavités qu'ils fréquentent régulièrement afin de préserver leur propre santé.

Jean Michel Ostermann, membre de la commission médicale de la fédération française de spéléologie, a entrepris des séries de mesures en radon atmosphérique dans diverses cavités françaises. Elles permettront de mieux connaître les secteurs concernés par la présence souterraine de radioactivité naturelle.

Ce travail, alliant recherche et synthèse, m'a apporté une rigueur scientifique (en tant qu'amateur) qui me permet de porter un regard interrogatif et constructif sur les aspects du monde souterrain. J'ai pu constater, à travers l'élaboration de ce mémoire, que la prise en compte de différents paramètres (notamment les contextes géographiques et géologiques) est nécessaire pour comprendre l'évolution de la cavité et les phénomènes particuliers qui s'y développent.

Bibliographie

- **GROISARD C., OSTERMANN Jean Michel.** 1983. Compte rendu des explorations à la commune de la Chapelle Montmoreau. *Bulletin G3S n°5*, p. 3-8.
- **HOMS Bernard, OSTERMANN Jean Michel.** 1995. Le ruisseau souterrain de La Pépie (spécial 20 ans). *Périgord Explo n° 6*, 1997, p. 55-57.
- **JAILLET S., GAMEZ P.** 1995. Observations morphologiques sur le géosystème karstique du Rupt du Puits (Meuse, Lorraine). *Karstologia n° 26-2*, p. 27-38.
- **OSTERMANN Jean Michel.** 2003. Le radon atmosphérique du ruisseau souterrain de La Pépie (Saint Front sur Nizonne, Dordogne). *Périgord Explo n° 9*, Novembre 2005, p. 71-77.
- **OSTERMANN Jean Michel.** 1987. Le gaz carbonique atmosphérique du ruisseau souterrain de La Pépie. *Périgord Explo n° 3*, 1990, p. 57-61.
- **VIDAL P.** 1983. Introduction, le Périgord spéléologique. Cavernes en Périgord. Ed. Fanlac.

Cartographie

- Carte géologique de la France 1/50 000. Nontron n° 734. BRGM.
- Carte géologique de la France 1/50 000. Nontron n° 734. Notice explicative, anticlinaux du Périgord blanc. BRGM.
- Carte IGN 1/25 000. Nontron n° 1833 E. Série bleue.
- Carto exploreur [CDRom]. 2001. *In données IGN 24 nord*. Editions IGN.

ANNEXE

**Le radon atmosphérique du ruisseau souterrain
de La Pépie**

Teneurs en radon atmosphérique de deux cavités karstiques proches du socle : ruisseau souterrain de La Pépie et grotte des Borderies (Dordogne).

J.-M. Ostermann

Deux cavités du nord du département ont été choisies pour cette étude car elles présentaient un certain nombre de caractéristiques permettant de penser que le radon y serait élevé : il s'agit tout d'abord de cavités situées sur la bordure nord est du bassin Aquitain, au voisinage des terrains métamorphiques et éruptifs qui marquent le début de la région limousin. Ce sont par ailleurs deux cavités creusées au sein de massifs largement recouverts de terrains tertiaires et/ou quaternaires issus de l'érosion du socle.

1. Le radon atmosphérique du ruisseau souterrain de La Pépie (Saint-Front sur Nizonne, Dordogne)

Une étude préliminaire ayant révélé de fortes teneurs en radon dans cette cavité avec une moyenne annuelle de 4639 Bq.m^{-3} (OSTERMANN, 2003), nous avons décidé d'en poursuivre l'étude.

1 Contexte géomorphologique

Le ruisseau souterrain de La Pépie s'ouvre sur la commune de Saint Front sur Nizonne, au nord du département de la Dordogne (coordonnées Lambert : X = 467.00 Y = 52.82 Z = 195 m).

Nous sommes ici au niveau de la bordure nord-est du bassin aquitain, et à proximité des premières failles qui le mettent en contact avec les terrains cristallins du limousin distants d'environ six km seulement. Cette région cristalline est essentiellement composée de granits (granodiorites) souvent fortement arénisés en surface, parfois sur plusieurs mètres d'épaisseur comme dans la zone de plateau. Il existe également des affleurements peu étendus de gneiss péliques.

Les failles, dont l'orientation majeure est NW-SE (faille du Puy), ont également une composante NE-SW, et mettent en contact le socle avec les assises sédimentaires tout d'abord du lias et jurassique, puis du crétacé dans lequel se développe la cavité étudiée.

Mises en place à l'âge Hercynien, ces failles ont subi des rejeux postérieurs et les déformations en relation avec la phase pyrénéo-alpine affectent les dépôts secondaires (FLOC'H et al, 1981).

Exploré à partir de 1980 sur environ 1500 mètres (OSTERMANN et al, 1983), le ruisseau souterrain de La Pépie se développe dans les calcaires du Turonien, plus précisément de l'Angoumien supérieur. Il s'agit d'un calcaire riche en rudistes comme nous pouvons l'observer dans la cavité.

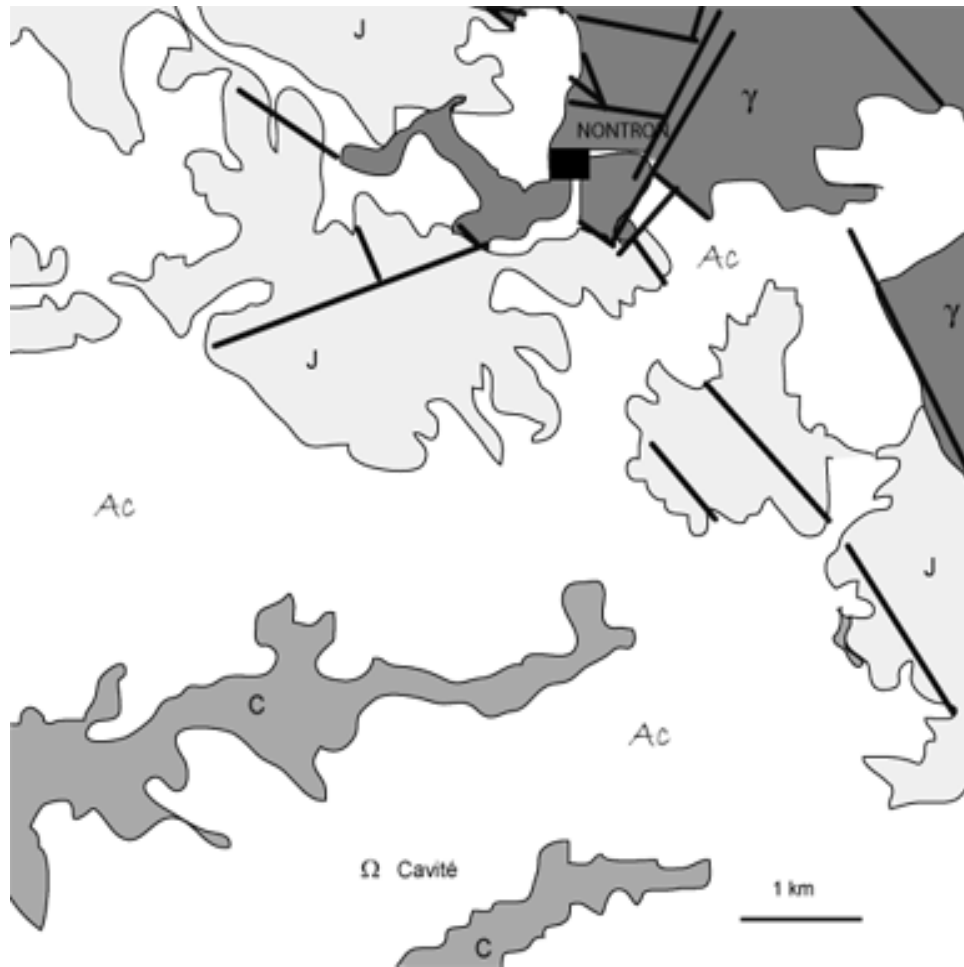


Figure 1 : carte géologique simplifiée de la région
Ac : altérites colluvionnées et sédiments divers ; J : calcaires jurassiques (Bathonien et Bajocien) ;
C : calcaires crétacés ; G : roches éruptives du socle.

Le massif au sein duquel s'ouvre la cavité est un karst couvert d'une couche d'épaisseur métrique à pluri métrique, mentionnée comme « altérites colluvionnées » sur la carte géologique. Ce recouvrement est un dépôt non fluviatile probablement quaternaire composé d'alluvions riches en silice avec une matrice argilo-sableuse parfois rougeâtre évoquant le sidérolithique très présent dans la région. Il s'agit notamment d'altérites du socle, dans lesquelles on retrouve une proportion non négligeable d'arènes gneissiques et granitiques.

Bordé de petites résurgences rarement pénétrables, ce massif comporte sur sa zone centrale de très nombreuses dolines, et la cavité fut découverte par désobstruction de l'une d'entre elles.

Une épaisse végétation typiquement silicicole (châtaignier, bruyère, ...) associée à une forêt de chênes et pins couvre l'ensemble de la région.

2 Description de la cavité

Après la doline d'entrée, on pénètre par une étroiture dans une galerie sèche d'environ 2 mètres de large qui permet d'atteindre rapidement un méandre menant au

RUISSEAU SOUTERRAIN DE LA PEPİE

St Front sur Nizonne - 24

Topographie G3S - report J.M. Ostermann



siphon amont, début du réseau actif. Le ruisseau, de débit très modeste (généralement aux alentours d'1 l.s⁻¹ en moyenne), est ensuite parcouru jusqu'au fond de la cavité, en suivant toujours une galerie en méandre parfois interrompue par des salles de quelques mètres de diamètre, quelques puits ascendants, et une large galerie transversale obstruée à ses deux extrémités, la « Grande diaclase ». Le ruisseau la traverse et se poursuit dans une nouvelle galerie méandrique qui permet d'atteindre le fond actuel de la cavité, à environ 1500 m de l'entrée.

Un étage supérieur est accessible dès la zone d'entrée, et peut être parcouru sur environ 350 mètres. Les connexions avec l'étage actif y sont très nombreuses.

Il existe un important remplissage clastique, et surtout allochtone composé de galets de silice et de sable, ainsi que de nombreux passages argileux. Les concrétions sont très rares. De nombreuses zones de soutirage de la couverture sont visibles, surtout au niveau de l'étage supérieur. Elles permettent l'intrusion dans la cavité d'éléments argileux et siliceux issus de la couverture alluviale, parfois de manière massive au niveau des dolines en relation directe avec le réseau endokarstique. Au niveau de la Grande diaclase, le ruisseau a déposé, puis surcreusé une épaisse banquette argileuse à l'aspect parfois varvé. Un long chenal de voûte, situé à 3 m de haut, indique ici un creusement paragénétique initial, et l'importance jouée par le remplissage issu de la surface dans la genèse des formes endokarstiques.

On remarque par ailleurs le recoupement de plusieurs zones pseudo endokarstiques, qui se présentent sous forme de galeries partiellement évidées, mais où les fantômes de roche sont bien visibles (station 3 par exemple).

A noter également que la néotectonique semble avoir affecté certaines portions de la cavité, comme en témoignent l'existence de certaines fractures d'allure récente qui affectent la galerie principale.

3 Climatologie

La cavité est parcourue par un courant d'air soufflant nettement vers l'extérieur en hiver, et aspirant faiblement en été. Elle n'est cependant pas assimilable à un tube à vent, une seule entrée existant dans la zone haute. La température moyenne de la cavité est d'environ 13°. Une étude climatologique sommaire a montré des teneurs en CO₂ variant de 0.8 à 2 % quelles que soient les saisons, avec peu de variations inter saisonnières, et même une tendance à la hausse des valeurs en hiver (tableau 1), contrairement aux données habituelles dans le karst. Nous avons attribué ce fait à l'arrivée dans la cavité d'air extérieur en été, alors que le régime hivernal assure une redistribution de l'atmosphère notamment du réseau de fentes (OSTERMANN, 1990).

| | Station 1 | Station 2 | Station 3 | Station 4 | Station 5 | Station 6 | Station 7 |
|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Sept. 86 | 1.4 % | 0.8 % | | 1.1 % | | 1.3 % | 1.5 % |
| Janv.87 | | 1.5 % | 1.5 % | | | 2 % | |
| Sept. 87 | 1 % | 1.12 % | 1.2 % | | 1.4 % | | 1.12 % |

Tableau 1 : CO₂ atmosphérique du ruisseau souterrain de La Pépie, 1986-1987

Afin de confirmer éventuellement ces données inhabituelles, de nouvelles mesures ont été réalisées à la pompe Draeger Accuro pendant les levées de dosimètres (tableau 2).

| | Station 1 | Station 2 | Station 3 |
|----------------|-----------|-----------|-----------|
| Juin 2003 | 1,2 % | 1,25 % | 1,7 % |
| Septembre 2003 | 1,5 % | 2 % | 1,8 % |
| Décembre 2003 | 2,3 % | 2,5 % | 3 % |
| Mars 2004 | 1,3 % | 1,5 % | 1,5 % |

Tableau 2 : CO² atmosphérique du ruisseau souterrain de La Pépie, 2003-2004

Ces mesures ont permis de confirmer sans ambiguïté les observations précédentes, avec des valeurs oscillant entre 1,2 et 3 %, et un maximum en décembre.

4 Localisation des stations

Les stations ont été dispersées pour avoir un aperçu éventuel de la cinétique du radon dans la cavité. Elles sont toutes placées à une distance de l'entrée respectivement de environ 120 m, 170 m et 240 m, entre 2 et 2.50 m de hauteur par rapport à l'écoulement souterrain, le risque de crue n'étant pas inexistant. On aura donc des valeurs à priori moins élevées qu'au niveau du sol, le radon étant un gaz très lourd.

La station 1 est située sur une banquette en rive droite à 2,30 m de hauteur, environ 15 m après le siphon. Il n'existe pas de remplissage au niveau de cette banquette. La zone est ventilée.

La station 2 est toujours en rive droite, à 3 m de hauteur, sur une banquette partiellement recouverte de sable (épaisseur environ 10 cm).

Enfin, la station 3 se situe dans un passage suspendu à gauche dans le méandre, dans un recoin mal aéré au contact immédiat d'une cavité pseudo-endokarstique à 2,50 m du bas de la galerie.

5 Résultats

| Station | Période de mesures | Rn (Bq/m ³) |
|---------|---------------------|-------------------------|
| 1 | 01/06/03_14/09/03 | 12930 |
| | 14/09/03_16/12/03 | 5070 |
| | 16/12/2003_28/03/04 | 3310 |
| | 28/03/04_12/07/04 | 12010 |
| 2 | 01/06/03_14/09/03 | 10030 |
| | 14/09/03_16/12/03 | 4990 |
| | 16/12/2003_28/03/04 | 4190 |
| | 28/03/04_12/07/04 | 10910 |
| 3 | 01/06/03_14/09/03 | 8770 |
| | 14/09/03_16/12/03 | 4500 |
| | 16/12/2003_28/03/04 | 4390 |
| | 28/03/04_12/07/04 | 12160 |

Tableau 3 : teneurs en radon du Ruisseau Souterrain de La Pépie

6 Discussion

Les valeurs mesurées lors de cette 2^e année d'étude confirment que le ruisseau souterrain de La Pépie est une cavité à très fortes teneurs en radon atmosphérique. On obtient en effet sur cette seconde période d'étude une valeur moyenne cette fois de 7771 Bq/m³, avec un minimum à 3310 Bq/m³ et un maximum à 12930 Bq/m³.

Les trois stations ont une variation homogène des valeurs, avec un net maximum estival. L'amplitude des variations pour les stations 1, 2, et 3 est respectivement de 3.9, 2.39, et 2.77.

Il existe une relative dispersion des valeurs entre les trois stations lors du premier trimestre de mesures (fig. 3), que l'on ne retrouve pas à la période estivale suivante.

Nous allons interpréter les valeurs absolues, les variations de valeurs, et tenter une approche comparative de la cinétique de CO² et Rn.

6.1 Valeurs observées

Dans l'absolu, les teneurs en radon sont donc élevées, avec la moyenne la plus forte parmi toutes les cavités étudiées à ce jour sur le pays. Cette valeur est d'ailleurs proche du « record » de 20 000 Bq/m³ observé par HYLAND (1995), d'ailleurs non retrouvée lors d'études ultérieures (FRIEND et al., 2002).

Il semble évident que l'on puisse attribuer ces fortes teneurs à l'importante exhalation des remplissages allochtones de la cavité. Ils sont en effet omniprésents, et l'on a vu qu'ils sont issus de l'érosion du socle granitique distant de quelques kilomètres seulement, et qui est très arénisé. On sait d'ailleurs que les granits du Limousin sont riches en uranium, puisque plusieurs gisements y sont exploités. L'épaisse couche d'alluvions qui recouvre le karst, issue en grande partie de cette érosion, a joué un rôle probablement majeur dans la spéléogénèse de la cavité en acidifiant les eaux météoriques, et en assurant une diffusion constante de ces eaux acides. L'observation de plusieurs zones de pseudo endokarst pourrait le confirmer. La forme des galeries semble également avoir été dictée par ces alluvions qui se retrouvent piégées en de multiples zones dans les deux niveaux du réseau. L'intrusion se fait essentiellement au niveau des nombreuses dolines du secteur, mais également au niveau de diaclases observées en grand nombre dans la cavité.

On ne peut cependant écarter formellement un rôle éventuel de la tectonique (par apport d'origine profonde) dans les teneurs en radon de la cavité. En effet, la proximité immédiate d'accidents majeurs (faille du Puy par exemple) et l'observation in situ de fractures récentes sont des indices à ne pas négliger.

6.2 Variations des valeurs

Les variations observées correspondent aux données de la littérature (HAKL et al, 1997) avec un maximal estival et minimum hivernal, les variations endokarstiques

étant induites par la climatologie extérieure qui favorise le renouvellement de l'air des cavités. Celles-ci se comportent généralement en piège à air froid.

Plus difficile est l'interprétation du fait que ces variations ne suivent pas celles du CO² atmosphérique, notamment si l'on considère que les deux gaz sont des traceurs interprétés comme fiables des ventilations souterraines. Ceci impose une analyse séparée de chacun de ces gaz, réalisée au § 6.3.

Par ailleurs, les mesures ayant été réalisées sur deux années consécutives, cela nous autorise à effectuer des comparaisons interannuelles : la valeur moyenne sur la période 2002-2003 était de 4639 Bq/m³, alors que l'on trouve 7771 Bq/m³ pour la période 2003-2004. On a donc une importante variation interannuelle, avec une amplitude proche de 1,7. Bien que la durée moyenne de séjour des dosimètres ait été différente sur les deux périodes (4 mois contre 3), ce qui n'autorise pas une analyse plus fine, on peut attirer l'attention sur le fait que toute étude d'exposition au radon devra tenir compte de cette possible variation d'une année à l'autre.

6.3 CO² et radon

Bien qu'il soit délicat de comparer les mesures intégrées de Rn avec les mesures ponctuelles de CO², nous possédons suffisamment d'éléments pour remarquer que les deux gaz ont un comportement totalement différent, puisque le maximum de l'un correspond au minimum de l'autre, et inversement (fig. 3). Si les valeurs obtenues pour le radon sont conformes aux données acquises pour le karst, il en va différemment pour le gaz carbonique, habituellement beaucoup plus élevé dans les cavités en été qu'en hiver. La dispersion des deux gaz n'obéit donc pas à la même logique dans La Pépie, et c'est là un problème intéressant à étudier.

Concernant le CO², nous avons vu que les plus fortes valeurs s'observent en hiver. La structure même du karst, plateau fissuré avec forte couverture alluviale jouant le rôle à la fois de producteur de CO² biogénique, et de couverture atténuant les échanges cavité/atmosphère externe notamment en saison humide, peut expliquer le phénomène. Il faut considérer la cavité comme un volume ouvert sur l'extérieur, situé à l'intérieur d'un beaucoup plus vaste volume constitué par le réseau de fentes, très enrichi en CO² d'origine pédologique. Cette notion de « volumes emboîtés » a été développée par RENAULT (1992). En été, l'air extérieur pénètre dans la cavité par l'entrée et probablement plusieurs fissures en position haute par rapport à l'ensemble des conduits, et cet air tend à atténuer les teneurs en CO² des conduits. En hiver, l'air chaud de la cavité s'échappe par l'entrée, et les valeurs hautes de dioxyde de carbone sont à rapprocher d'un équilibre se produisant entre conduits et réseau de fentes.

Concernant le radon, la production étant à priori quasi exclusivement endocavitaire, la diminution hivernale peut s'expliquer par une meilleure ventilation des conduits à cette période, comme le prouve la forte ventilation vers l'extérieur à l'entrée. En saison estivale, l'air extérieur pénètre dans la cavité, mais cela ne suffit pas à diluer le radon qui se trouve piégé puisqu'il n'y a pas d'entrée basse. Les échanges entre conduits et extérieur sont négligeables à cette saison, ce qui explique les fortes teneurs observées.

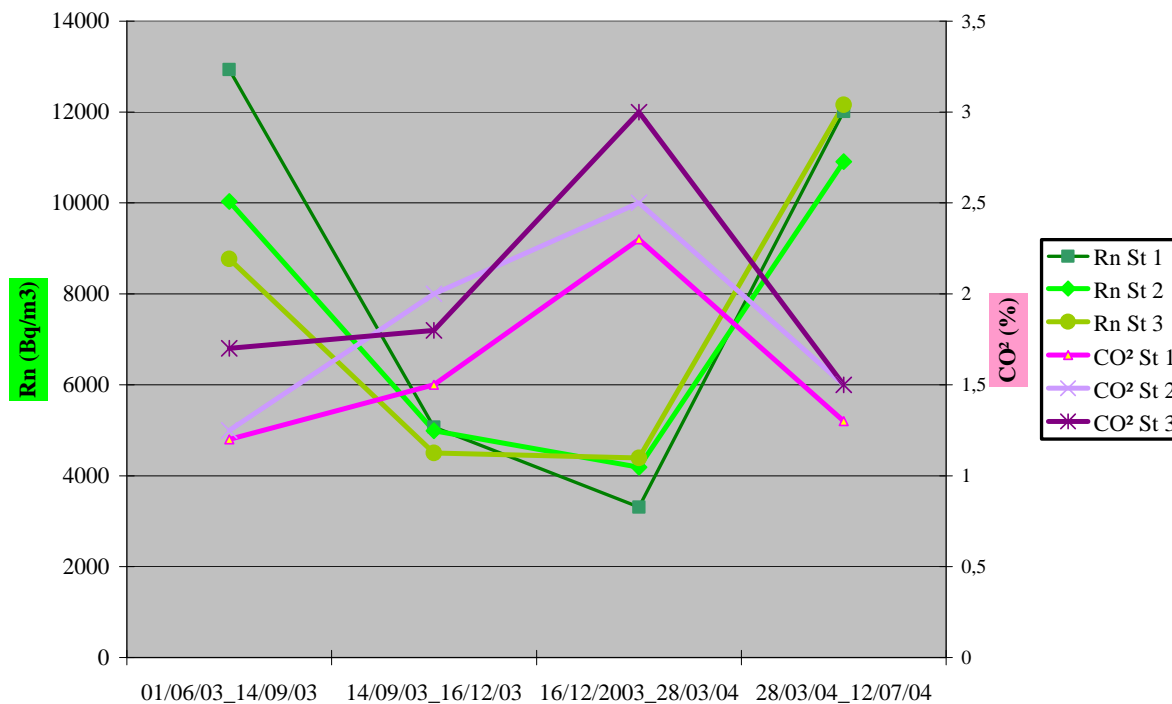


Figure 3 : graphique combiné CO² / Radon, Ruisseau souterrain de La Pépie (mesures de CO² ponctuelles et réalisées au début de la période considérée, et mesures de Rn intégrées sur 3 mois)

On pourrait résumer en attribuant au ruisseau souterrain de La Pépie une morphologie complexe de volumes emboîtés, avec une ventilation efficace des conduits en hiver, avec circulation de l'air dans le sens réseau de fentes / conduits / extérieur, et l'inverse en été. On suppose bien entendu dans ce schéma que le radon n'est pas stocké par le réseau de fentes, ce qui peut s'expliquer par sa *masse moléculaire élevée*, et des échanges essentiellement barométriques entre les deux compartiments. On admet par ailleurs que le radon existe essentiellement au niveau de sa zone de production soit dans les conduits, et au niveau de la couverture alluviale qui pourrait enrichir les fissures du karst, mais avec une demi-vie de 3.8 jours, ne fait pas de ce réseau de fentes un réservoir en radon comme c'est le cas pour le CO².

7 Conclusions

Le ruisseau souterrain de La Pépie offre l'exemple d'une cavité à fortes teneurs en radon, ce qui s'explique par la proximité du socle qui a généré une épaisse couverture riche en uranium, piégée par le karst. Le type morpho-climatique de la cavité participe également à la faible évacuation du gaz à l'extérieur. La comparaison avec les valeurs en CO² atmosphérique permet de mettre en évidence un comportement différencié entre les deux gaz : le radon apparaît ici comme un traceur plus spécifique de la ventilation des conduits karstiques. Les teneurs élevées de la cavité peuvent inciter à limiter les visites, notamment en période estivale.