

## ENVIRONNEMENT ET HYDRO POLLUTION DU SITE DE BRAMABIAU DANS LES GRANDS CAUSSES FRANCAIS

par

Guilhem FABRE<sup>1</sup> & Yves MAURIN<sup>2</sup>

(3 figures et 2 tableaux)

**RESUME.** - Nous présentons dans cette note une étude sur la vulnérabilité d'un système karstique aux pollutions d'origine anthropique. Le site de Bramabiau, à l'ouest du Mont Aigoual dans le Gard (France), a fait l'objet d'études portant sur la pollution bactériologique, sur deux cycles hydrologiques estivaux (1982-1983).

Cela a permis de mettre en évidence le rôle joué par le village de Camprieu et d'autre part l'apparition de nouvelles charges polluantes dues à la création récente de la station de Super Camprieu, et ce de façon quantitative.

La méthodologie utilisée dans ce rapport peut ainsi être appliquée à d'autres systèmes karstiques.

**Mots-clés :** système karstique, bio-indicateurs, charge polluante, Causse Majeurs, France.

**ABSTRACT.** - **Environment and water pollution at Bramabiau, in the Grands Causses (France).**

Bacteriological pollution of the water was studied during two Summer hydrological cycles (1982, 1983) at the karstic site of Bramabiau, west of Mt. Aigoual, Gard. This research gave quantified evidence of human factors : the polluting loads from the village of Camprieu and the new Super Camprieu resort. The method can be applied to other karstic systems.

**Key-words :** karstic system, bio-indicator, polluting load, Causse Majeurs, France.

Cette communication présente les premiers résultats d'une étude principalement quantitative sur l'hydro-pollution du Causse de Camprieu et plus particulièrement sur le système Perte du Bonheur - Résurgence de Bramabiau.

Elle s'intègre dans un programme de recherches plus vaste à deux niveaux.

- La préparation d'une thèse de doctorat d'université consacrée à l'étude hydrologique des formations carbonatées de la bordure orientale des Grands Causses. (Yves Maurin, C.E.R.G.H., Montpellier).
- L'étude karstologique générale et appliquée des Grands Causses français entreprise depuis plusieurs années (E.R.A. 282 du C.N.R.S.).

La présente note expose principalement des données recueillies par l'un de nous (Y. Maurin) et des résultats d'analyses effectuées au Laboratoire municipal d'Hygiène de Nîmes (Gard) dont nous remercions chaleureusement le Directeur, M. J. Brun.

### I. - CADRE DU CAUSSE DE CAMPRIEU

Dans le sud-est de la France, entre les Grands Causses à l'ouest et le Mt Aigoual à l'est - et pour être

plus précis, entre les cols de Montjardin (ouest, bordure est du Causse Noir) et le col de la Pierre Plantée (est, flanc sud ouest de l'Aigoual) -, affleurent sur quelque 20 km<sup>2</sup> des lambeaux de couverture sédimentaire carbonatée d'âge Trias à Jurassique. Peu épais, ils sont très discordants sur le socle schisto-cristallin. Leur conservation est liée au jeu de la faille plurikilométrique ouest-est de la Serreyrède. En effet, l'affaissement du compartiment sud a engendré une efficacité de l'érosion plus forte au nord qu'au sud où, en outre, la réduction des faciès est moins importante.

Au Causse même de Camprieu, on observe de bas en haut, au toit schisto-cristallin érodé et avec un faible pendage (5 à 15° maximum) de direction nord - nord-ouest :

- Trias : ensemble grés-sableux à niveaux marneux et calcaro-dolomitiques puissant de 100 m au maximum;

1 Centre National de la Recherche Scientifique, Equipe de Recherche Associée n° 282 du C.N.R.S. : Evolution karstique dans les domaines méditerranéen et alpin, Institut de Géographie, Université P. Valéry, BP 5043, 34032 Montpellier Cedex (France).

2 Centre d'Etudes et de Recherches Géologiques et Hydro-géologiques. Université des Sciences et Techniques du Languedoc, Montpellier (France).

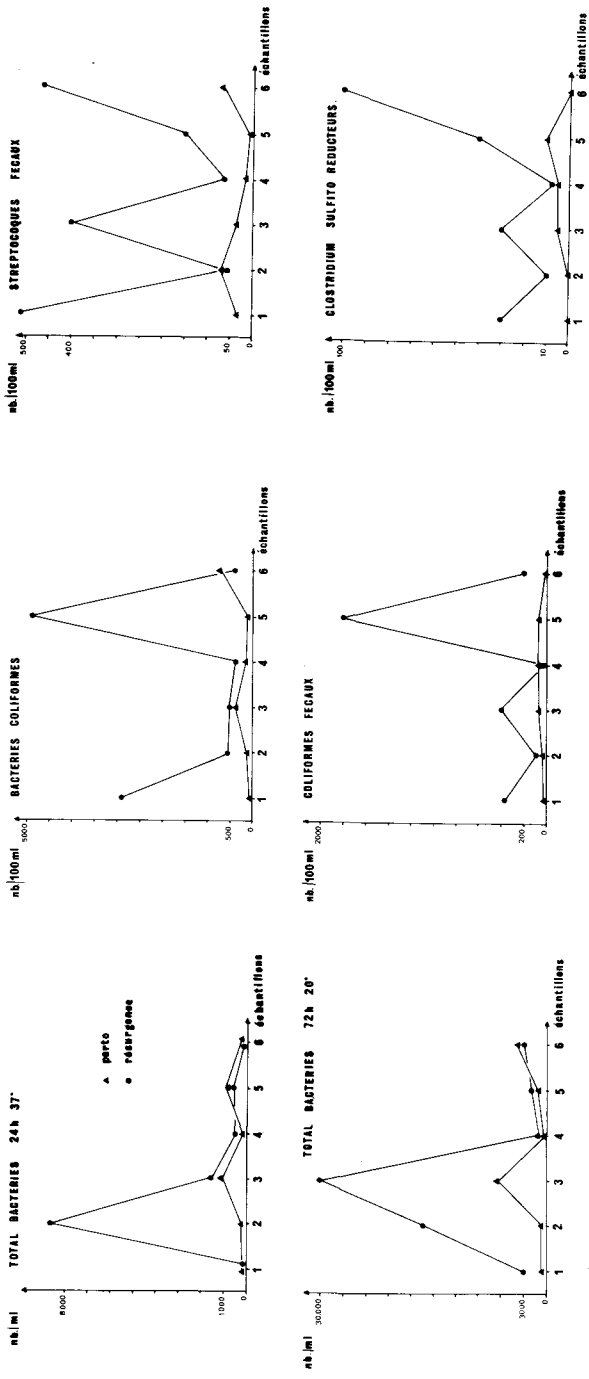


Figure 1. - Campagne : 1982

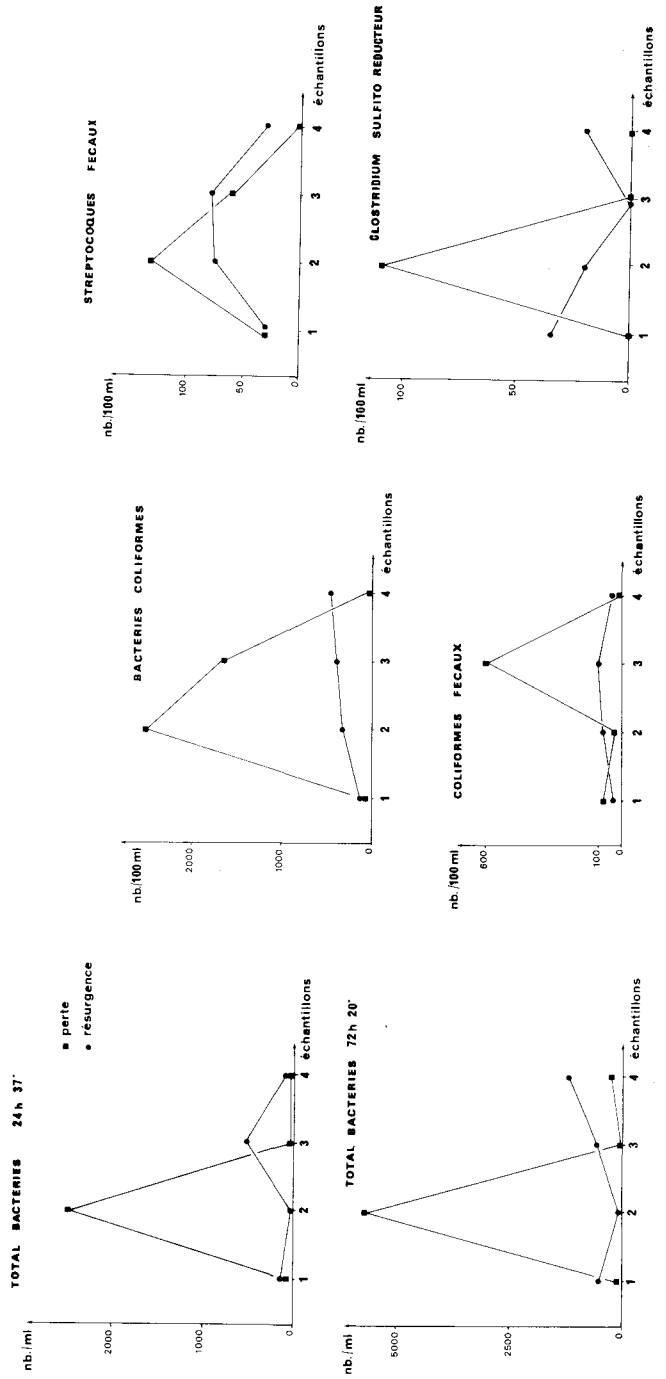


Figure 2. - Campagne : 1983

- Hettangien inférieur (35 m au plus) : dolomies cristallines et saccharoïdes en gros bancs avec localement diasthèmes marneux;
- Hettangien moyen (90 m environ) : dolomies fines et cristallines en petits bancs (base), gros bancs (partie médiane) et plaquettes (haut);
- Hettangien supérieur (10 m environ) : alternance de marnes et de dolomies feuilletées, plus calcaires vers le sommet;
- Discordants sur tous ces terrains s'identifie du détritique d'âge varié et imprécis (du Tertiaire à l'Actuel), peu épais dans l'ensemble (moins de 10 m) : "terre rouge" au nord de Camprieu, dépôts fins et grossiers fluvio-tourbeux à l'est de Camprieu, éboulis et petits épandages colluviaux au droit de la faille de la Serreyrède et des vallons qui l'incisent perpendiculairement.

Dans ce cadre, la glyptogénèse a engendré un modèle karstique particulièrement remarquable et bien connu (toutes proportions gardées d'ailleurs) depuis E.-A. Martel et F. Mazauric : le système perte du ruisseau du Bonheur, aven du Basset, résurgence de l'Alcôve du Bonheur à Bramabiau. Le Bonheur né aux abords du col de la Serreyrède coule d'abord sur le socle schisto-cristallin puis sur le Trias (et les alluvions fluviales) et enfin sur et dans l'Hettangien où s'observent de nombreuses pertes. La percée perte - alcôve est longue de 700 m (450 m en ligne droite) pour 80 m de dénivellation. De l'entrée à la sortie, les apports d'eau sont pour l'essentiel allogènes, puis locaux à partir du petit causse lui-même et des infiltrations dans le Trias et le détritique sus-jacent au toit des formations schisto-cristallines.

La pollution hydrique est le fait d'un assainissement totalement inintégré lié à la présence d'une population qui passe de 201 habitants permanents (1982) à très largement plus de 500 l'été.

## 2. - LES BUTS DE L'ETUDE DE LA POLLUTION

Depuis longtemps le site est connu pour être pollué, particulièrement en période d'étiage. C'est un fait bien établi tant par les spéléologues que par les nombreux touristes qui fréquentent le réseau. Cela provient de l'absence totale de traitement des eaux usées du village sus-jacent. A ce problème majeur, s'ajoute celui de la création d'une station "Super Camprieu" dont, pour l'instant, il est difficile d'apprécier l'importance de la charge polluante.

Dans la cavité, la pollution est très nettement visible sous des aspects divers : forte odeur nauséabonde, amoncellement de débris, mousses de tensio-actifs accumulées dans les parties reculées et les mouilles . . . Malgré ces évidences, l'étude quantitative de l'importance de la pollution n'avait jamais été effectuée. C'est le but de la présente note. L'étude porte sur le cycle hydrologique estival 1982 suivi d'un contrôle en 1983.

Pour ce faire, nous avons effectué un échantillonnage à pas de temps variable depuis juin avec des contrôles tardifs jusqu'en automne.

**Campagne 1982 :** Echantillon 1 : 4.6.82; 2 : 26.6.82, 3 : 16.8.82; 4 : 14.9.82; 5 : 10.10.82; 6 : 22.11.82.

**Campagne 1983 :** Echantillon 1 : 14.6.83; 2 : 22.7.83; 3 : 8.9.83; 4 : 7.12.83.

Les prélèvements d'eau ont été effectués à l'entrée du tunnel (perte) et à la résurgence de l'alcôve. Les résultats des analyses bactériologiques sont synthétisés dans les tableaux 1 et 2.

## 3. - PREMIERS RESULTATS DE L'ETUDE

Pour le contrôle bactériologique de l'eau, on recherche habituellement des "indicateurs bactériens ou bio-indicateurs" (tab. 1 et fig. 1, fig. 2). Ces bactéries sont pour la plupart celles d'animaux à sang chaud, car les infections d'origine hydrique concernent, pour la plupart, les voies digestives. On parle aussi pour cette raison de "bactéries test de contamination fécale". Ces épreuves servent à définir des indices de qualité du milieu qui quantifient les effets spécifiques que les facteurs du milieu peuvent exercer sur l'homme et l'environnement. Les normes de qualité sont finalement des indices réglementaires ou recommandés.

Le but de cette étude n'étant pas de nature épidémiologique mais simplement la mise en évidence de la quantification du phénomène, nous nous contenterons d'étudier la dynamique des populations bactériennes puis d'en tirer les conclusions, particulièrement en ce qui concerne les différences qui ressortent dans les deux campagnes.

### 3.1.- CAMPAGNE 1982

D'une manière générale, le nombre des bio-indicateurs croît quand le débit diminue; il est plus faible à la perte qu'à la résurgence. Le phénomène s'intensifie nettement en période estivale avec la croissance de la fréquentation humaine du site. (voir prélèvement du 16.8.82). De même, on note une disharmonie des courbes de pollution entre la perte et la résurgence à ce prélèvement, et ce, pour tous les bio-indicateurs; la charge polluante étant très importante à la résurgence. Une autre remarque peut être faite pour le prélèvement du 22.11.82 où le dénombrement total des bactéries est plus important à la perte qu'à la résurgence (cas unique et inverse pour la campagne 1982).

Pour cela, nous formulons l'hypothèse suivante : ce prélèvement a été effectué peu après d'énormes crues du Bonheur (qui ont d'ailleurs détruit les installations de la grotte aménagée de Bramabiau). Nous pensons que l'importance des bio-indicateurs à la perte vient du lessivage de la zone de Super-Camprieu située 1 km en

Tableau 1. - Campagne 1982

Dénombrement total Bactéries/ml 24 h, 37°			Dénombrement total Bactéries/ml 72 h, 20°		
n° éch.	Perte	Résurgence	n°	Perte	Résurgence
1	160	72	1	650	3000
2	192	8560	2	621	17100
3	1120	1520	3	6800	30000
4	68	250	4	112	420
5	800	640	5	1000	2000
6	241	120	6	4000	3000

Bactéries coliformes/100 ml			Coliformes fécaux/100 ml		
n° éch.	Perte	Résurgence	n°	Perte	Résurgence
1	6	2800	1	3	370
2	23	550	2	13	54
3	400	500	3	40	400
4	100	380	4	56	20
5	50	4800	5	70	1800
6	750	400	6	2	200

Streptocoques fécaux/100 ml			Clostridium sulfito-réducteurs/100 ml		
n° éch.	Perte	Résurgence	n°	Perte	Résurgence
1	30	520	1	0	20
2	68	34	2	0	10
3	42	400	3	5	20
4	16	65	4	5	5
5	9	150	5	10	40
6	66	46	6	0	100

amont, avec entraînements de tous les déchets polluants, et surtout la remise en suspension du fond du lac. La diminution à la résurgence provient de la dilution par les eaux amenées du plateau de Camprieu, lui-même moins pollué, car moins peuplé à cette époque.

### 3.2.- CAMPAGNE 1983

Le schéma général est comparable à celui de la campagne de 1982 mais on note également certaines différences évocatrices, à notre sens, d'une évolution dans le processus de pollution de la rivière souterraine. Notre remarque s'appuie sur les prélèvements n° 2 et 3, c'est-à-dire du 22.7.83 et 8.9.83 où la pollution à la perte pour certains bio-indicateurs seulement est plus importante et nettement supérieure à celle de la résurgence. Deux mécanismes expliquent ce phénomène :

- le premier, mineur à notre avis, est que les prélèvements ont été effectués en eaux très peu courantes, à l'aplomb de l'entrée du Tunnel; le débit étant faible et presque entièrement absorbé par la "Petite Perte" plus en amont.
- Le deuxième, le plus significatif, est que l'on assiste actuellement à une modification dans le processus de pollution et que l'on commence à voir apparaître les effets de la zone de Super-Camprieu qui, à l'étiage, fournit une forte charge polluante au Bonheur.

Ce nouveau mécanisme sera à prendre en considération lorsque les solutions au problème de la pollution

Tableau 2. - Campagne 1983

Dénombrement total bactéries/ml 24 h, 37°			Dénombrement total bactéries/ml 72 h, 20°		
n° éch.	Perte	Résurgence	n°	Perte	Résurgence
1	65	110	1	132	520
2	2500	20	2	5700	70
3	36	520	3	62	560
4	17	55	4	270	1200

Bactéries coliformes/100 ml			Coliformes fécaux/100 ml		
n° éch.	Perte	Résurgence	n°	Perte	Résurgence
1	70	110	1	70	29
2	2640	330	2	32	70
3	1700	360	3	600	102
4	10	450	4	2	41

Streptocoques fécaux/100 ml			Clostridium sulfito-réducteurs/100 ml		
n° éch.	Perte	Résurgence	n°	Perte	Résurgence
1	32	32	1	0	35
2	132	75	2	110	20
3	59	78	3	0	0
4	1	30	4	0	20

de Bramabiau devront être envisagées.

Sur un plan général, une remarque importante doit aussi être faite. Au regard des valeurs mesurées, la pollution durant le cycle 1983 a été, en chiffres absolus, moins importante que durant le cycle 1982. Faut-il voir là les effets des crues de l'automne 1982, effets bénéfiques, ou bien le fait du hasard de l'échantillonnage ?

## 4. - CONCLUSION

Ces quelques données illustrent bien l'importante pollution qui affecte les eaux du karst de Camprieu. En effet, si les bactéries coliformes et les clostridiens sulfito-réducteurs sont très ubiquistes, associés aux coliformes fécaux et aux streptocoques fécaux, ils signalent une pollution sans ambiguïté. Les chiffres concernant les coliformes fécaux sont particulièrement éloquentes à cet égard, quand on sait que les normes françaises en matière d'eau alimentaire fixent la non potabilité d'une eau à la présence d'un seul coliforme fécal par 100 ml.

A partir des résultats d'analyse, il est possible de présenter une visualisation schématique de la dynamique de la pollution (fig. 3). Deux remarques s'imposent à ce niveau :

- le rôle du lac de Super Camprieu (point n° 6) qui représente le niveau de base des eaux vannes de la zone de construction de Super Camprieu.
- la localisation foncièrement aberrante de la décharge

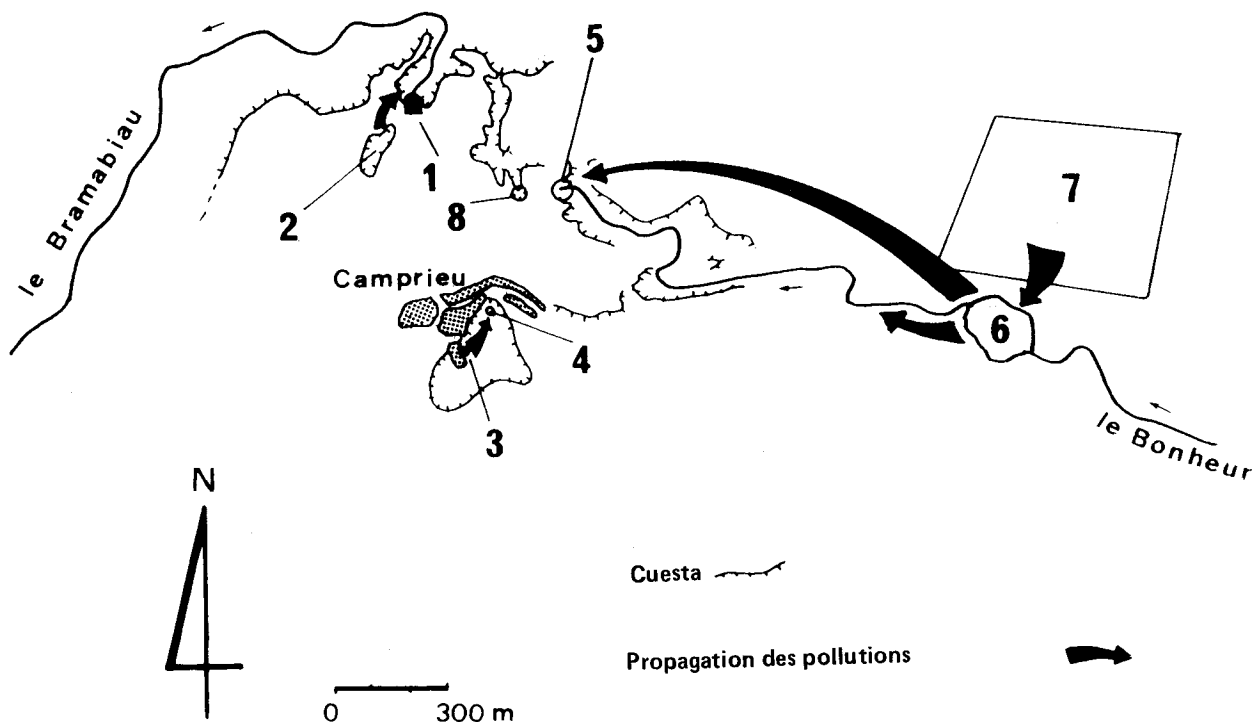


Figure 3. - Schéma des origines et de la dynamique des charges polluantes du site de Bramabiau

1. Résurgence de Bramabiau; 2. Décharge du Sotch des Bayles; 3. Exutoire des égouts de Camprieu; 4. Perte des égouts; 5. Perte du Bonheur; 6. Lac de Super Camprieu; 7. Zone des constructions de Super Camprieu; 8. Regard du Balset.

du Sotch des Bayles (point n° 2) quasiment à l'aplomb de l'alcôve.

Au total, cette pollution est bien inquiétante. Le petit causse de Camprieu est, en quelque sorte, un véritable "réservoir de virus" sur le bassin versant amont du Trévezel lequel alimente plusieurs captages A.E.P. en aval.

Il importe donc de se pencher au plus vite sur ce problème car les solutions existent et seraient faciles à mettre en oeuvre.

L'intérêt de la santé publique et du site les réclament absolument.

### BIBLIOGRAPHIE

- FABRE, G., DUREPAIRE, P. & MAURIN, Y., 1983. Premiers résultats partiels de recherches karstologiques quantitatives et appliquées sur le sud du Massif Central français. Travaux E.R.A. 282 du C.N.R.S., n° 12 : 1-16.
- GEZE, B. & coll. , 1977. Carte géologique de la France au 1/50.000e. Meyrueis. ed. B.R.G.M.
- LECLERC, H., CAVINI, F. & OGER, C., 1981. Les indicateurs bactériens dans le contrôle bactériologique de l'eau : exigences et limites. J. Fr. Hydrologie, 12 (2) : 35 : 213-228.
- ROUIRE, J. & ROUSSET, C., 1971. Etude géomorphologique et spéléologique des petits causse des Cévennes (Lozère et Gard, France). Ann. Univ. Provence, Sc., T XLVI : 247-269.