

EN QUOI LES KARSTS DE VAUCLUSE ET DU VIVARAIS SONT-ILS SI DIFFÉRENTS ?

À l'occasion de discussions et d'échanges d'idées sur l'évolution des karsts dans la moyenne vallée du Rhône, je me suis aperçu que je ne parvenais pas toujours à convaincre mes interlocuteurs. Pour eux, la fontaine de Vaucluse était une ancienne perte... Je n'adhérais pas du tout à ce postulat qui gênait la compréhension de phénomènes karstiques somme toute assez simples. J'ai donc été conduit à argumenter et développer ma façon de voir afin de tordre le cou à cette idée saugrenue.

En quoi les karsts qui s'étendent de part et d'autre de la moyenne vallée du Rhône sont-ils si différents ? Le Bas-Vivaraïs offre des paysages et un développement des phénomènes karstiques qui n'ont rien à voir avec ceux du plateau de Vaucluse. Certes, les calcaires sont présents à l'est et à l'ouest du Rhône mais on ne trouve aucun autre point commun...

Avant de proposer quelques explications, il faut s'intéresser à l'histoire paléogéographique de la région et plus particulièrement à la moyenne vallée du Rhône où les variations du niveau de base ont joué un rôle majeur dans l'organisation du drainage souterrain actuel.

I. Canyons à l'ouest et reculées à l'est

a) Il était une fois à l'est du Rhône : la reculée de Vaucluse

Lors de l'épisode messinien, il y a 5,3 Ma, le plateau de Vaucluse se trouve en position perchée, bordé par le profond paléo-canyon du Rhône (Clauzon, 1999) (**fig. n° 1**). Les dernières rivières qui coulaient à la surface du plateau disparaissent du paysage. Les eaux du plateau s'infiltrent dans les calcaires pour constituer un bassin versant de dimensions exceptionnelles drainé par une seule source située dans la partie SE du plateau. Cette source est proche de celle de Valescure qui fonctionnait au Burdigalien (Audra, 2007), mais la baisse du niveau de base dépasse les précédentes par son amplitude et le karst de Vaucluse domine le plan d'eau méditerranéen.

Voilà pour les choses généralement admises, mais on peut aisément imaginer la suite.

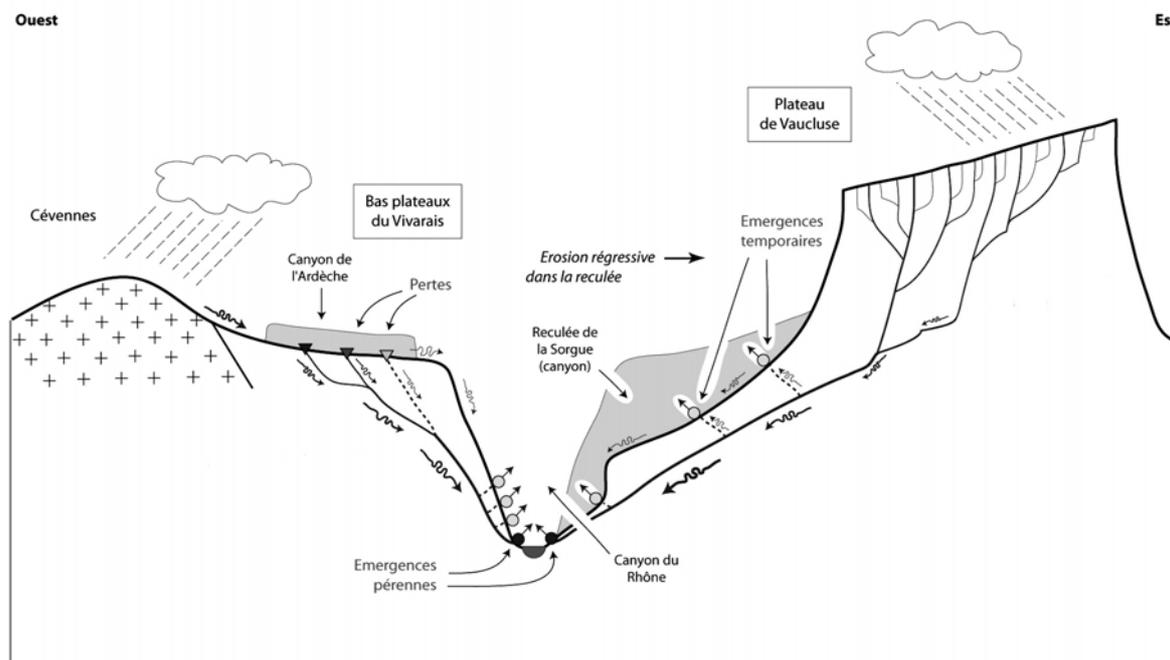


Figure n° 1 : Les karsts du Vivaraïs et de Vaucluse pendant la crise de salinité messinienne.

La concentration des eaux dans les points bas des vallées affluentes du Rhône, permet à la reculée de la Sorgue d'accroître la taille de son bassin versant qui s'étend à l'ensemble du plateau de Vaucluse.

Dans la reculée de la Sorgue, la source de Vaucluse est alors sujette à des mises en charge dont l'importance est en rapport avec la surface du bassin versant.

Dans ce contexte de fort gradient, des émergences de trop-plein apparaissent, lors des mises en charge, tout au long de la reculée (paléo-canyon) de la Sorgue dont le profil n'est pas régularisé (**fig. n° 1**). Les émergences temporaires par où s'écoulent les trop-pleins sont multiples et s'étagent notamment dans la partie amont de la reculée.

En effet, il existe dans le paléo-canyon de la Sorgue une rupture de pente assez marquée qui correspond d'une part au profil en long de la reculée dont la pente est celle d'un torrent alpin, et d'autre part au profil abrupt dû à l'érosion régressive qui « remonte » depuis le canyon du Rhône (Audra, 2007).

Le Rhône creuse son canyon plus vite que la Sorgue ne s'encaisse ; mais la vague d'érosion régressive n'atteint que les parties aval de la reculée où des sorties d'eaux pérennes adaptées aux débits d'étiage parviennent à « suivre » l'enfoncement du canyon du Rhône. Cependant, lorsque le débit augmente, des émergences temporaires, situées plus amont assurent l'évacuation du trop-plein. Il peut ainsi y avoir plusieurs kilomètres entre les émergences pérennes situées dans la partie aval de la reculée et les émergences temporaires situées dans la partie amont. Après la crue, les émergences de trop-pleins situées à l'amont de la reculée cessent de fonctionner et, avec la baisse du niveau de l'eau, on observe dans les conduits subverticaux dénoyés des cannelures qui se développent sur les parois des émergences temporaires dont la plus amont est l'actuelle fontaine de Vaucluse. En effet, ces cannelures, visibles sur les images rapportées par différents engins submersibles, ne peuvent se développer qu'à l'air libre.

Il est fort probable que le conduit actuel de la fontaine de Vaucluse soit celui d'une ancienne émergence temporaire, ayant fonctionné dans un contexte de régime noyé-dénoyé, et non comme une émergence pérenne noyée en permanence comme c'est le cas aujourd'hui. Bien sûr, à l'étiage les eaux du plateau ont continué de circuler en souterrain par des conduits plus petits en relation avec des émergences situées plus aval dans la reculée de la Sorgue.

Il n'y a rien de bien nouveau dans cette façon de voir puisque le rôle des mises en charge a déjà été développé par Ph. Audra (1997a), que les puits-cheminées existent (Boinet & Camus, 1998 ; Camus, 2003) et que les puits-émergences sont la résultante soit d'une remontée du niveau de base, soit de mises en charge.

La différence essentielle entre les bas plateaux du Vivarais et ceux de Vaucluse réside dans la part des écoulements superficiels.

- Sur le plateau de Vaucluse, les écoulements sont en totalité absorbés par le karst, aucune rivière aérienne n'échappe à la Fontaine : tout est drainé souterrainement, ce qui explique les mises en charge exceptionnelles.
- Dans les plateaux du Vivarais, il existe des pertes au fond du canyon suspendu de l'Ardèche, mais ces pertes n'absorbent pas, en crue, la totalité du cours d'eau qui continue sa course jusqu'au Rhône (**fig. n° 2**). Les pertes de l'Ardèche jouent le rôle de diaphragme (engorgement) qui limite les effets des mises en charge. Car le spectacle est ailleurs, au fond du canyon, là où l'Ardèche reprend possession de son lit...

b) Il était une fois à l'ouest du Rhône : le canyon de l'Ardèche

Une rivière allochtone, l'Ardèche, traverse une zone de bas plateaux calcaires. Le gradient est faible mais l'apport d'eau par les bassins versants cévenols permet le développement d'un canyon au Messinien (Mocochain, 2007). On constate que l'aval du canyon de l'Ardèche n'a pas évolué en reculée, comme celle de la Sorgue, mais au contraire son profil accuse une dénivellation importante entre Sauze (débouché aval des gorges de l'Ardèche) et le canyon du Rhône.

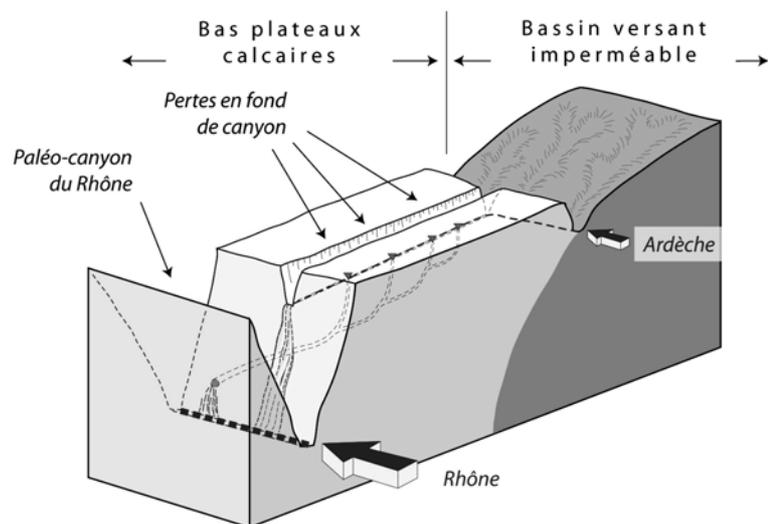


Figure n° 2 :
Bloc-diagramme des bas plateaux du Vivarais et du canyon de l'Ardèche durant le Messinien.

On peut expliquer cette anomalie par la présence de pertes concentrées situées plus en amont. Les pertes situées tout au long des gorges ont permis de ralentir l'évolution du canyon de l'Ardèche. En effet, l'érosion régressive s'est exercée dans le système souterrain de drainage plus que sur le seuil aérien situé au débouché des gorges de l'Ardèche dans la vallée du Rhône (fig. n° 2).

La présence de ces pertes concentrées a donc eu pour effet de fossiliser, au moins saisonnièrement, la partie aval du canyon de l'Ardèche, qui conserve ainsi son lit suspendu à près de 300 m au-dessus de celui du Rhône (Mocochain, 2001). Il est fort probable que des pertes de l'Ardèche aient absorbé la totalité du cours d'eau pendant les périodes sèches, les eaux réapparaissent alors dans le fond du paléo-canyon du Rhône (Mocochain, 2007).

II. Bassin-versants, mises en charge et émergences temporaires

Il existe un rapport évident entre les mises en charge et les altitudes des émergences temporaires : plus les mises en charge sont importantes plus les émergences temporaires situées en altitude sont sollicitées.

- À l'ouest, le canyon de l'Ardèche est toujours fonctionnel et les mises en charge dans les réseaux souterrains des pertes du canyon sont certainement spectaculaires, mais les débits sont relativement faibles au regard de ceux observés dans la reculée de la Sorgue, car l'engorgement des pertes (amas de débris végétaux) provoque la remise en eau de la partie aval du canyon de l'Ardèche qui évacue le trop-plein. En crue, l'engorgement des pertes (diaphragme) tend donc à limiter les volumes d'eau qui transitent dans le karst au profit de l'écoulement superficiel qui échappe au drainage karstique.

- En revanche à l'est, sous le plateau de Vaucluse les eaux souterraines transitent toutes par le karst et, à la faveur du gradient important, provoquent des mises en charge très impressionnantes dans le fond de la reculée de la Sorgue. Il s'agit d'une contrainte de drainage très importante, car les eaux collectées dans le karst n'ont aucune autre échappatoire que les émergences pérennes et de trop-plein. Ces émergences sont puissantes et étagées en fonction de l'importance des crues. Ce contexte quasi-montagnard ne peut qu'engendrer des mises en charge spectaculaires comme on en connaît aujourd'hui dans les Alpes (grotte de la Luire).

III. Hypothèses et conjectures sur la fontaine de Vaucluse

a) L'hypothèse de la perte

Par le passé, il semblait difficile d'imaginer un conduit vertical qui n'ait pas été creusé par des eaux descendantes... Ou alors, si on admettait un fonctionnement dans les deux sens, on estimait que la circulation du bas vers le haut succédait à une circulation initiale (vadose), presque « classique », du haut vers le bas...

On avait alors pour habitude d'imaginer une perte originelle qui aurait préalablement « creusé le trou avant », selon l'expression consacrée. C'était le cas de la fontaine de Vaucluse où on imaginait, à l'origine du conduit vertical profond de 300 m, une perte, c'est-à-dire un gouffre, qui aurait « avant » avalé les eaux...

Bien que le contexte topographique s'y prête mal et que les niveaux imperméables soient en position basse nettement plus en aval, on continuait d'invoquer l'hypothétique « perte de Vaucluse »...

Aujourd'hui, on sait que la vision unique du karst *per descensum*, et ses corollaires tels la « verticalisation du karst », ont considérablement gêné l'éclosion d'idées nouvelles. On n'a donc plus besoin d'évoquer l'hypothèse de la perte pour interpréter des phénomènes karstiques, par ailleurs très communs, que sont les puits-émergences (Bigot, 2002 & 2004).

b) Un scénario moins compliqué

Les variations pluviométriques saisonnières ont un rapport direct avec les mises en charge qui se traduisent à l'est du Rhône par le développement de la reculée de la Sorgue et l'apparition d'émergences temporaires. Au fond de la reculée de Vaucluse, il ne peut y avoir de pertes, car c'est toute la reculée de la Sorgue, qui sert de zone d'émergence à un karst dont le bassin est par ailleurs très étendu.

Le phénomène des émergences temporaires existe, on peut même avoir plusieurs émergences étagées dans le fond d'une reculée. Certaines d'entre elles, les mieux placées, peuvent reprendre du service pour se transformer en émergence pérenne quand le niveau de base est définitivement remonté (émergence vauclusienne).

La fontaine de Vaucluse pourrait très bien avoir été une de ces émergences temporaires étagées dans la reculée aujourd'hui remblayée de la Sorgue. Ainsi, l'émergence la plus amont dans la reculée se serait-elle mise à fonctionner en régime continu lors de la remontée du niveau de base (**fig. n° 3**).

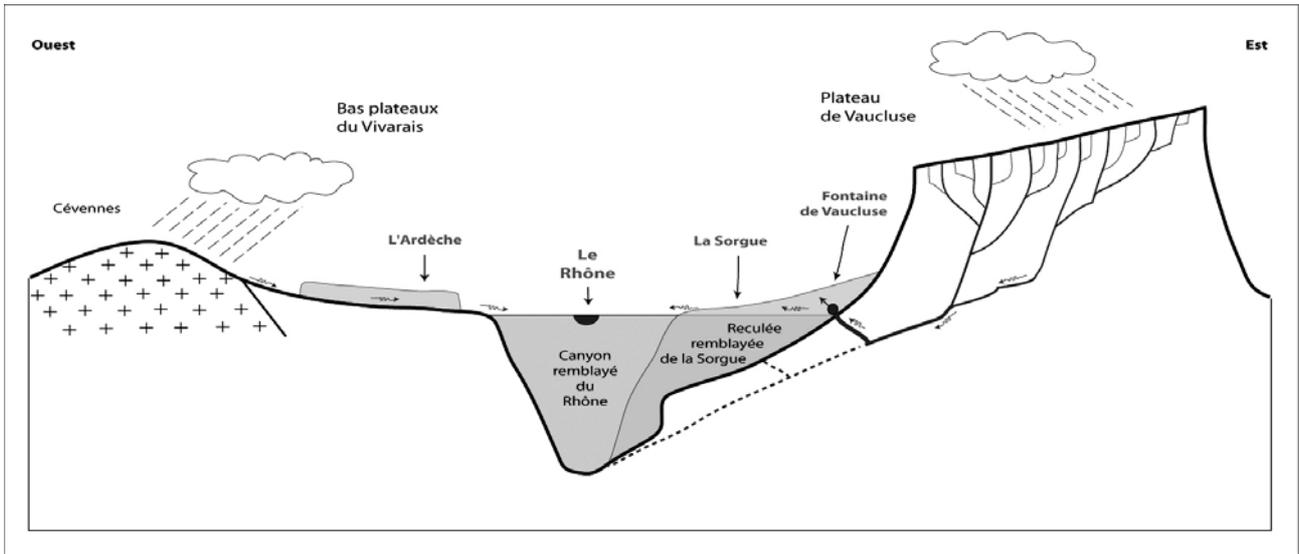


Figure n° 3 : La vallée du Rhône aujourd'hui.
La fontaine de Vaucluse est une ancienne émergence temporaire devenue pérenne.

Il n'est pas nécessaire de voir une perte ou un creusement vadose préalable dans le creusement d'émergences temporaires (conduit ascendant), les phénomènes de mises en charge suffisent à expliquer la présence d'émergences au fond des reculées. Il ne viendrait à personne l'idée de voir une perte initiale dans les puits de la grotte de la Luire.

La fontaine de Vaucluse et toutes les émergences anciennes fossilisées ne doivent plus systématiquement être regardées comme des puits vadoses réutilisés par des circulations ascendantes. Il existe des conduits verticaux d'un autre type que les puits-perdes comme les puits-émergences (Bigot, 2004), par conséquent il est inutile de compliquer les scénarios simples.

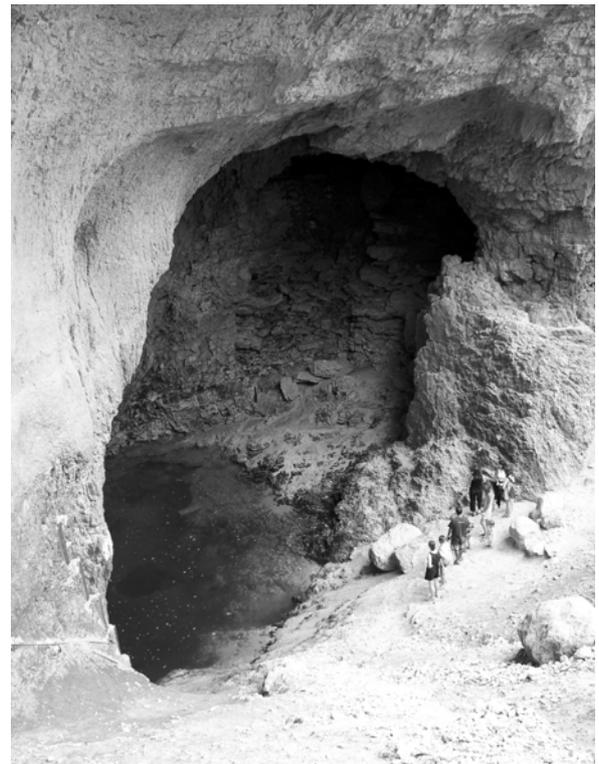


Fig. 4 : La fontaine de Vaucluse en été.

IV. Conclusion

Les différences entre les karsts de Vaucluse et du Bas-Vivarais apparaissent dès le Messinien :

* **karst binaire** à l'ouest et **karst unaire** à l'est.

- En Vivarais, les plateaux sont encore traversés par des rivières qui alimentent un karst binaire.
- Du côté de Vaucluse, aucune rivière ne parvient à traverser le plateau qui constitue un karst unaire.

* **canyon** à l'ouest et **reculée** à l'est.

- En Vivarais, il existe une rivière allochtone (Ardèche) bien alimentée qui incise en canyon les plateaux calcaires du Vivarais.
- Du côté de Vaucluse, il existe un karst bien drainé par lequel toutes les eaux transitent, ce qui favorise le développement de reculées alimentées par de puissantes émergences.

Certes, il ne s'agit pas des seules différences existant entre ces deux entités, mais il sera de plus en plus difficile de croire à l'hypothèse de la perte de Vaucluse.

Références bibliographiques :

AUDRA Ph. (1997a) - Le rôle de la zone épinoyée dans la spéléogénèse. *Actes du 12^e Congrès international de spéléologie*, La Chaux-de-Fond, vol. 1, p. 165-167.

AUDRA Ph. (1997b) - Les réseaux noyés profonds français et leur origine. *Actes de la 7^e Rencontre d'octobre*, La Sainte-Baume, p. 27-31.

AUDRA Ph., MOCOCHAIN L., CAMUS H., GILLI É., CLAUZON G., BIGOT J.-Y. (2004) - The effect of the Messinian Deep Stage on karst development around the French Mediterranean. *Geodinamica Acta*, vol. 17, n° 6, p. 27-38.

AUDRA Ph. (2007) – Karst et spéléogénèse épigènes, hypogènes, recherches appliquées et valorisation. Document de synthèse présentée le 12 juillet 2007 en vue d'une Habilitation à diriger des recherches. DS 7 – 23^e section – Géographie. UMR 6012 Espace – CNRS. Université de Nice Sophia Antipolis, 458 p.

BIGOT J.-Y. (2002) – Conduits ascendants dans les gorges de l'Ardèche : les avens Cordier, Rochas et de Noël. *Actes de la 12^e Rencontre d'octobre*, SCP édit., La Bachelierie, p. 15-19.

BIGOT J.-Y. (2004) – Les puits et conduits subverticaux. *Spéleo*, n° 49, pp. 24-26.

BOINET D. & CAMUS H. (1998) – Observations sur la genèse et l'évolution des puits-cheminées : l'exemple singulier du réseau du Garrel – St-Jean-de-Buèges (Hérault). *Actes de la 8^e Rencontre d'Octobre*, SCP édit., Avignon, pp. 12-13.

CAMUS H. (2003) – Vallées et réseaux karstiques de la bordure carbonatée sud-cévenole. Relations avec la surrection, le volcanisme et les paléoclimats. 675 p. + tables et annexes. Thèse, Université Bordeaux 3.

CLAUZON G. (1999) - L'impact des variations eustatiques du bassin de Méditerranée occidentale sur l'orogène alpin depuis 20 Ma. *Études de géographie physique*, t. XXVIII, p. 33-40.

MOCOCHAIN L. (2001) – Les implications des événements fini-miocènes et pliocènes dans la karstogénèse et l'hydrogéologie du Bas-Vivarais calcaire (Ardèche, France). Mémoire de maîtrise de géographie physique, option géomorphologie des milieux méditerranéens, 4 juillet 2001, Université de Provence, Aix, 75 p.

MOCOCHAIN L. (2007) – Les manifestations géodynamiques -externes et internes- de la crise de salinité messinienne sur une plate-forme carbonatée péri-méditerranéenne : le karst de la Basse-Ardèche (Moyenne vallée du Rhône ; France). Thèse de doctorat, CEREGE, Université de Provence, Aix, 221 p.