LES CAUSSES
DU QUERCY

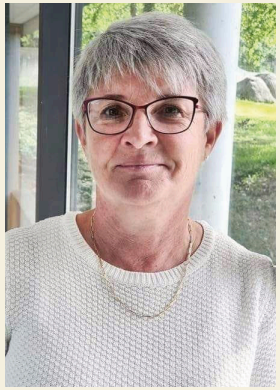
DÉCOUVRIR…

Le karst
des Causses du Quercy

Parc naturel régional des Causses du Quercy

unesco
Géoparc mondial

Édito



Catherine Marlas, présidente du Parc naturel régional - Géoparc mondial UNESCO des Causses du Quercy

Les paysages karstiques, façonnés par l'eau et le temps, sont à l'origine de la spécificité de notre territoire. Entre grottes, dolines et forêts anciennes, le karst a façonné les Causses du Quercy, où la roche calcaire raconte une histoire vieille de centaines de millions d'années.

Le karst n'est pas seulement un phénomène naturel : c'est une mosaïque d'écosystèmes, un réservoir d'eau précieux et un patrimoine culturel qui a inspiré légendes et traditions locales. Il a conditionné le patrimoine bâti et la gestion de l'espace par les habitants du causse depuis toujours, ce qui fait des paysages des Causses du Quercy une continuité entre l'humain et son environnement. Il abrite une biodiversité spécifique, adaptée en surface à ses sols arides et sous terre à l'obscurité des cavernes, tout en jouant un rôle clef dans la régulation des ressources hydriques.

Malgré tout, ce qui définit réellement le karst est méconnu. Ce livret de la collection « Découvrir… » du Parc naturel régional - Géoparc mondial UNESCO des Causses du Quercy répond à cet objectif de faire comprendre ce qui est au cœur de l'identité du causse, de faire connaître l'histoire, de partager les connaissances scientifiques et de faciliter l'appropriation des enjeux par chacun. Il explique l'origine géologique du karst, les mécanismes de sa formation, et le rôle crucial de l'aquifère karstique, ce réservoir invisible qui alimente nos rivières et constitue une part essentielle de notre eau potable. Vous explorerez aussi la microfaune unique qui peuple ces milieux, ainsi que les défis de sa préservation. Enfin, à travers les exemples concrets des études des systèmes karstiques de l'Ouysse et du bassin du Célé, vous comprendrez comment les hydrogéologues du Parc-Géoparc explorent et étudient ces systèmes entre surface et souterrain.

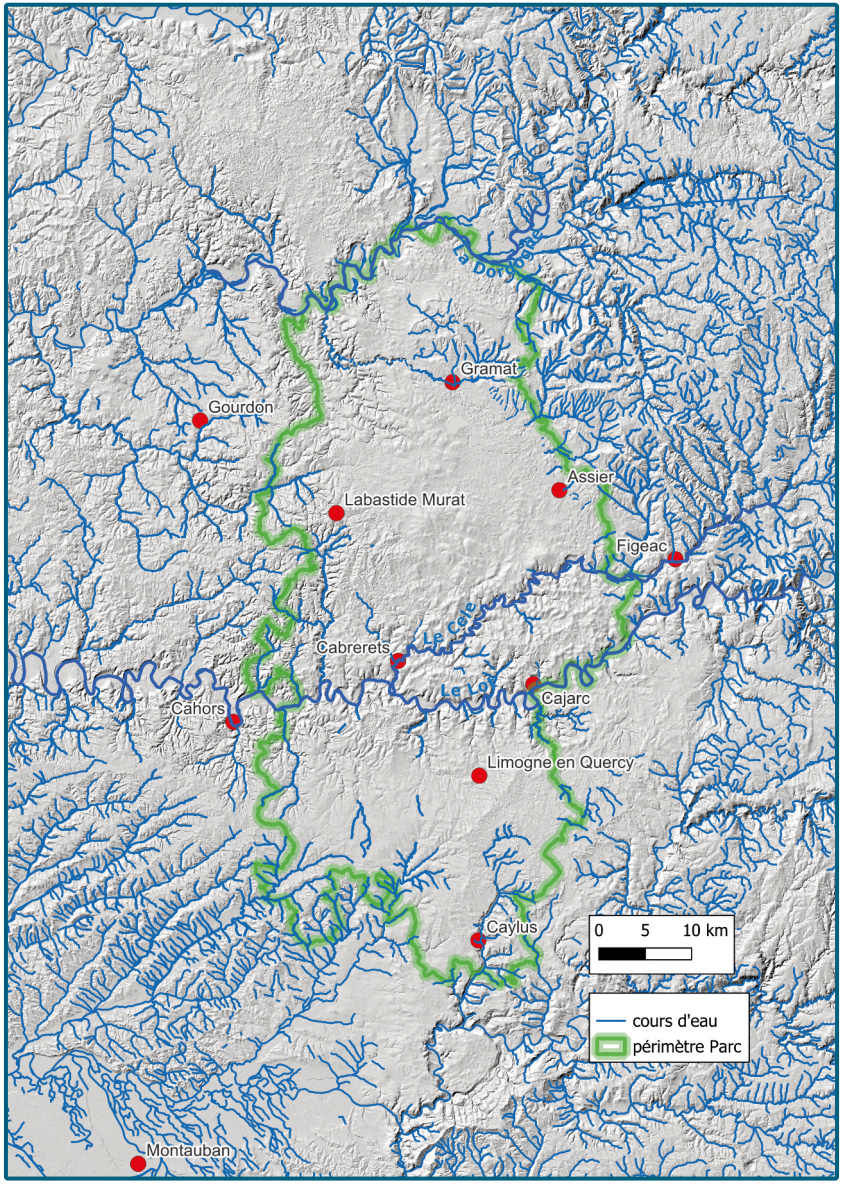
Pour faire face aux défis des changements globaux (climatiques, mutations socio-démographiques, évolutions sociétales, etc), cette connaissance est la clef de la compréhension, du suivi et de la préservation de ce bien commun qu'est le karst et son cycle de l'eau.

Sommaire

Qu'est-ce que le karst ? page 2
Les formes du paysage karstique page 4
L'origine du karst des Causses du Quercy page 10
Le creusement du karst page 14
L'aquifère karstique : le réservoir du causse page 18
La microfaune des Causses du Quercy page 26
Vulnérabilité du karst page 28
Exemple du système karstique de l'Ouysse page 29
Exemple du bassin karstique du Célé page 34

Au contact de notre **plateau calcaire** ou **causse**, l'eau de surface semble absente. Le réseau hydrographique dense et chevelu provenant de l'Est disparaît. À l'exception des rivières principales (Dordogne, Lot, Aveyron, Célé, Vers, etc.), les vallées sont souvent asséchées et ne coulent que l'hiver.

Pourtant l'eau est présente, mais elle s'infiltre sous terre grâce à la nature calcaire de la roche qui constitue le causse : c'est le **karst**.

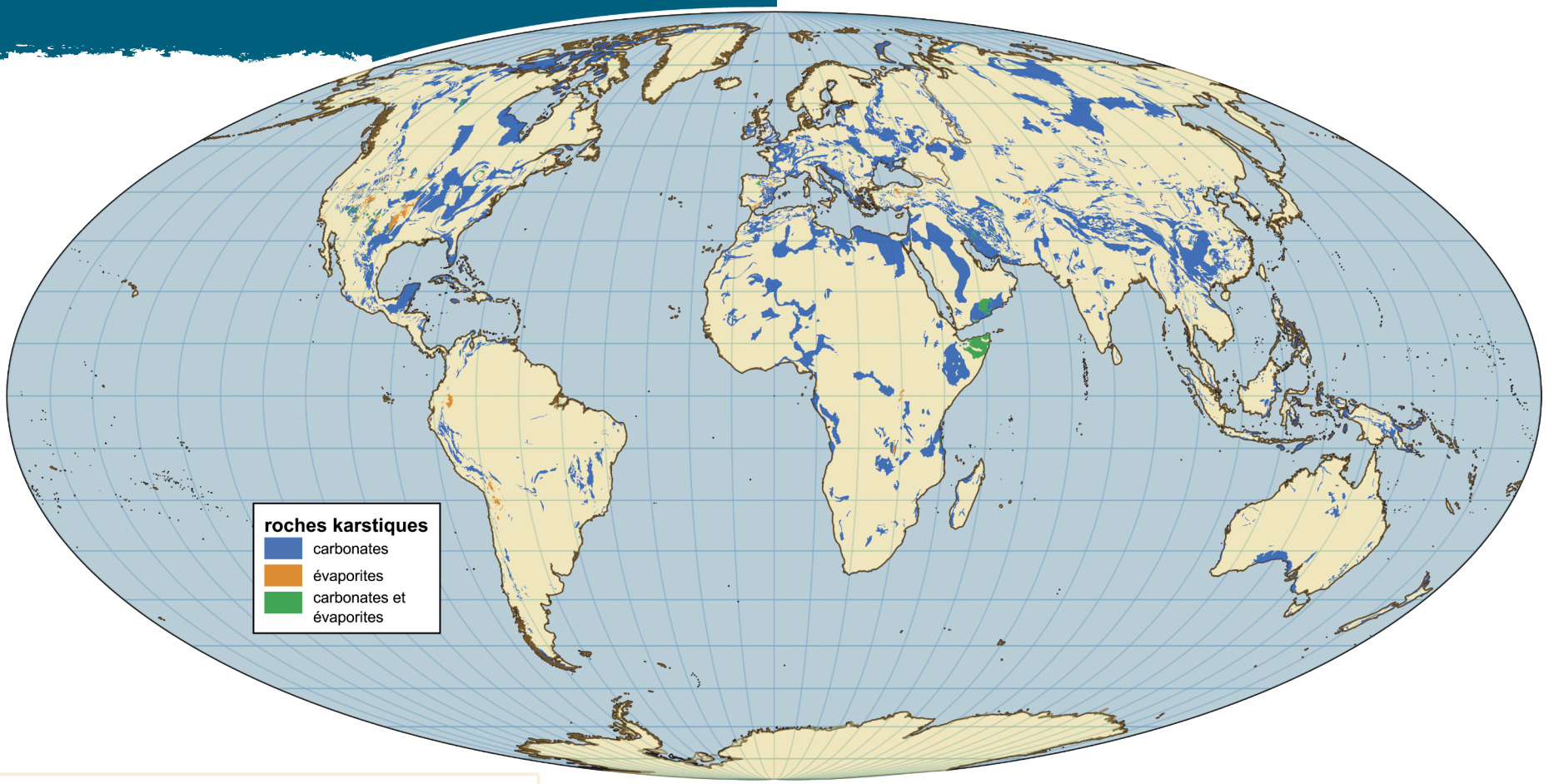


Qu'est-ce que le karst ?

Sur le globe, le terme « karst » est utilisé pour décrire une région typique qui comprend des grottes et un vaste réseau d'eau souterraine, se développant principalement sur des roches facilement solubles telles que le calcaire, le marbre et le gypse.

Dans les **causses du Quercy**, le karst fait référence à un **terrain calcaire** caractérisé par un réseau hydrographique de surface réduit au profit d'un **réseau souterrain** actif. De manière plus générale, un **système karstique** est une unité composée d'une zone d'infiltration, d'un aquifère (réservoir naturel d'eau souterraine formé par la roche) et de son exutoire (lieu où l'eau ressort à la surface). Le karst est un type de terrain ayant une hydrologie et des formes de relief caractéristiques. Il se forme par **érosion** en raison de la forte **solubilité** des roches associée à une **fracturation** bien développée.

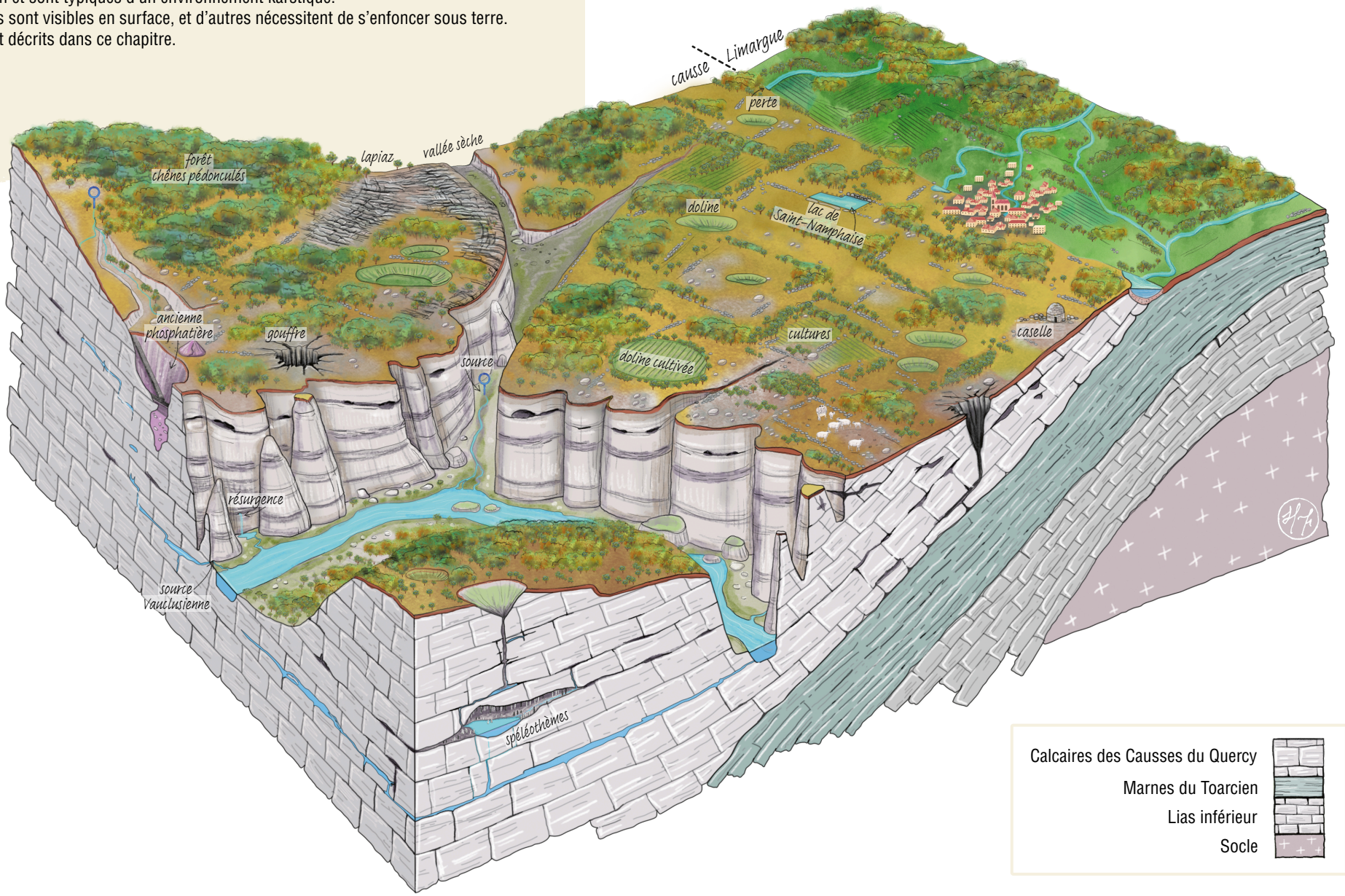
Les karsts sont courants à la surface de la planète et se retrouvent à toutes les latitudes (carte). En **France**, cela représente environ 170 000 km², soit **30 %** de la surface totale de la métropole.



source : World Karst Aquifer Map (BGR, IAH, KIT,UNESCO)

Les formes du paysage karstique

Plusieurs indices dans les paysages et la géomorphologie des causses attestent de la présence de ce réseau souterrain et sont typiques d'un environnement karstique.
Certains de ces indices sont visibles en surface, et d'autres nécessitent de s'enfoncer sous terre.
Les plus courants sont décrits dans ce chapitre.



Le karst en surface (l'exokarst)

Doline

La forme de paysage karstique la plus commune est la « doline » (parfois nommée « cloup » dans le Quercy). C'est l'**entonnoir** du karst. Les dolines sont de grandes dépressions circulaires qui peuvent varier en taille, allant d'un à plusieurs centaines de mètres de diamètre. Les dolines se forment à des points d'infiltration où les parois se dissolvent, généralement au-dessus de fissures, ou par effondrement au-dessus d'un conduit. Parfois, leur fond est colmaté par des argiles apportées par le ruissellement.

Exemples locaux : Roc d'Arène sur la commune de Gramat, Le Cloup de Magès, alignement de dolines au Verdier Haut (Cajarc) le long du GR65, doline du Mas de Couderc à Saint-Jean-de-Laur.



Gouffre

Les « gouffres » (ou **igue** dans le Quercy) sont des **cavités** ou conduits karstiques de plusieurs dizaines de centimètres à quelques centaines de mètres débouchant verticalement à la surface, comme un puits naturel. Ils se forment soit par élargissement d'une fissure verticale soit par effondrement de la voute d'une cavité déjà existante sous la surface.

Exemples locaux : gouffre de Padirac, igues de Crégols, igue de Planagrèze.



Perte

Il est courant que lorsqu'un cours d'eau formé sur des roches imperméables se retrouve au contact de roches karstiques, **tout ou partie du cours d'eau disparaît** pour rejoindre le réseau souterrain. On appelle cela une « perte ».

Exemples locaux : pertes de Thémines, pertes d'Assier, Saut de la Pucelle.



Lapiaz

Le « lapiaz » (ou lapié) est une surface karstique où **l'érosion est si intense qu'aucun sol n'a pu se former**. Au lieu de cela, on observe la roche calcaire à nu directement exposée à la surface, entaillée par des ciselures résultant de la dissolution de la roche.

Exemple local : forêt de la Braunhie.



Pelouses sèches, landes et forêts

Parfois, un **sol fin** subsiste. L'infiltration rapide des eaux de ruissellement rend cette surface particulièrement **aride** quand les précipitations se raréfient. Les activités agropastorales extensives traditionnelles, basées sur l'élevage ovin, ont contribué à créer sur ces surfaces des ensembles de végétations dites "en mosaïque" composées de petits bois clairs de chênes pubescents, de landes à buis ou à genévriers et de pelouses sèches. Ces dernières sont des étendues d'herbes rases parsemées d'arbustes. Ces milieux abritent bien des **espèces remarquables** (orchidées, papillons, criquets, sauterelles, reptiles, oiseaux, chauves-souris, etc).

Exemples locaux : ENS des fonds de la Braunhie, pelouses de Lunegarde.



Sources

Les sources sont les points où l'eau souterraine ressort à la surface. En contexte karstique, ces sources se trouvent généralement au fond des vallées. Si elles sont partiellement ou totalement alimentées par une perte d'un cours d'eau ou d'un lac, on peut dire qu'une source est une **résurgence**. Si elles ne sont alimentées que par des infiltrations diffuses sur le plateau calcaire, c'est une **exsurgence**.

Exemples de résurgences : résurgences du gouffre de Cabouy et du gouffre de Saint Sauveur à Rocamadour et source des Chartreux à Cahors.
Exemples d'exsurgences : sources du Ressel à Marcilhac sur Célé, de la Pescalerie à Orniac et du Bournac à Crégols.



Vallées sèches

Les vallées sèches témoignent d'un creusement par un **ancien cours d'eau** qui a fini par s'infiltrer dans le sous-sol au profit d'un réseau hydrographique souterrain karstique. Aplanies par l'érosion, elles peuvent être à peine marquées ou au contraire afficher un dénivelé affirmé. Le plus souvent, la présence de dépôts sédimentaires par gravité ou en lien avec d'anciens écoulements d'eau donne un caractère **fertile** à ces vallées qui contraste avec le causse environnant.

Exemples locaux : vallée sèche de l'Ouysse en amont de la résurgence de Cabouy, Combe menant de Crégols à l'Igue de Crégols, vallée entre la perte du Cros et la source de Saint Géry.

Rivières et canyons

Les plus grandes rivières s'écoulant dans les **vallées karstiques** ont une capacité d'érosion importante qui va leur permettre de s'enfoncer plusieurs dizaines de mètres sous les plateaux, formant des **falaises** encadrant leur lit majeur. Ce sont les canyons.


R.Bechu

Les rivières des causses du Quercy présentent toutes des canyons (Dordogne, Lot, Célé, Vers, Bonnette, Alzou, Sagne, Ouysse aval). On retrouve également des canyons dans certaines vallées sèches (Ouysse, Combes Basses à Marcilhac-sur-Célé).

Tufs

Au sortir des résurgences, la précipitation du calcaire dissous dans l'eau produit des encroûtements, qui peuvent devenir de véritables barres rocheuses ou travertins. En formant des petits barrages naturels, le tuf permet de maintenir une lame d'eau aux périodes où elle est rare et de ralentir l'écoulement des eaux en période de crue. Il offre des zones de caches, d'abris, et des sites de reproduction pour la faune aquatique. La flore s'y développe et même parfois des espèces de mousses rares à l'échelle nationale et européenne (voir livret "Découvrir le Tuf" dans la même collection).


P. Tyssandier

Exemples locaux : rivières du Vers et de la Sagne, cascade d'Autoire, cascade pétrifiante de Saint-Pierre-Livron.

Le karst sous terre (l'endokarst)

Certaines morphologies typiques ne se retrouvent qu'en pénétrant sous terre. Ces formes souterraines sont appelées endokarst par opposition aux formes de surface appelées exokarsts.

Rivière souterraine

On peut appeler rivières souterraines des **écoulements permanents circulant** à travers le karst, dans les conduits et les cavités creusées par l'érosion.

Exemples locaux : rivière de Padirac, rivière des Vitarelles, réseau de Landenouse, réseau de Lavayssière à Beauregard et de Bénac à Puylagarde, réseau de Goudou-Lacarrière.


J.F. Fabriol

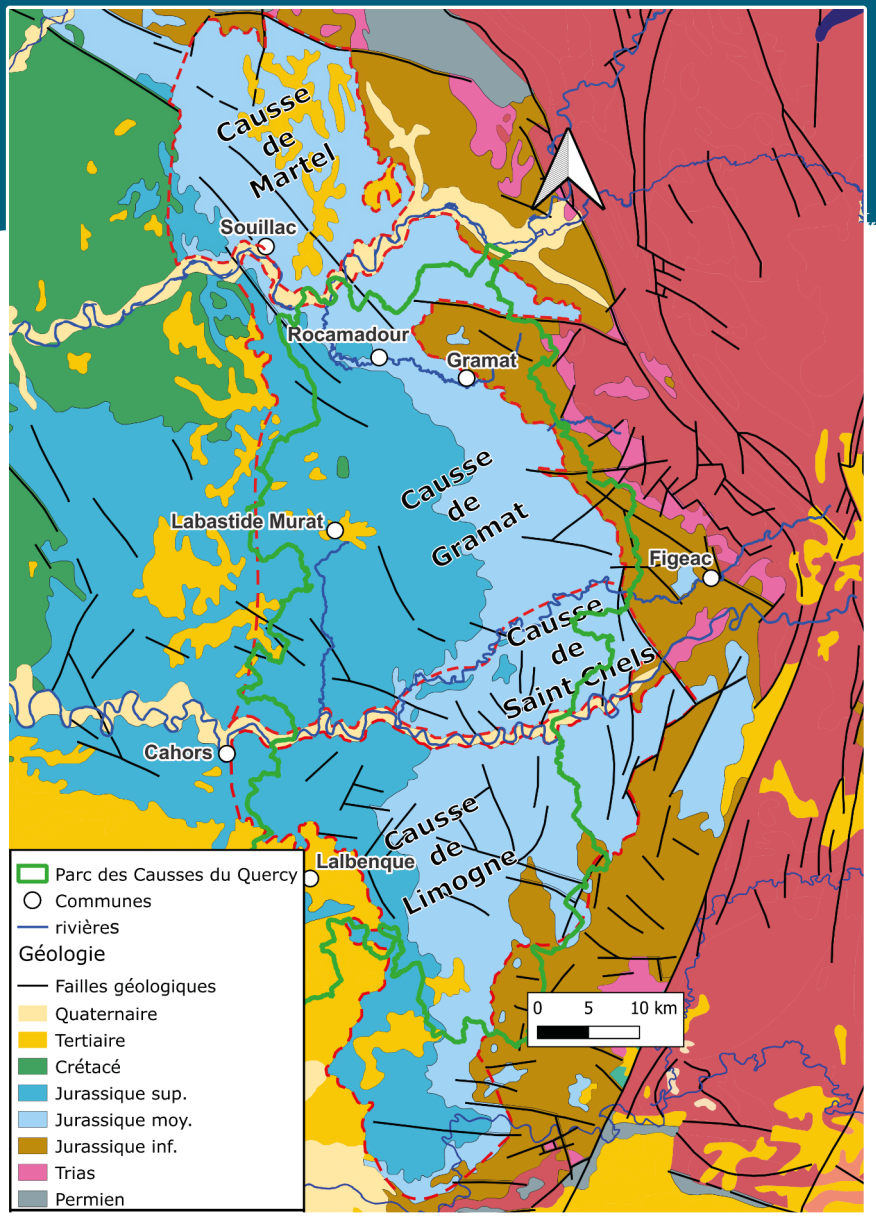
Concrétions ou spéléothèmes

Les concrétions sont des formations minérales qui se forment dans les cavités karstiques. Elles sont le résultat de la **précipitation des minéraux présents dans l'eau** qui suinte des parois des grottes ou des fissures souterraines. Au fil du temps, ces dépôts minéraux s'accumulent et forment par exemple les **stalactites** qui pendent du plafond et les **stalagmites** qui s'élèvent depuis le sol.

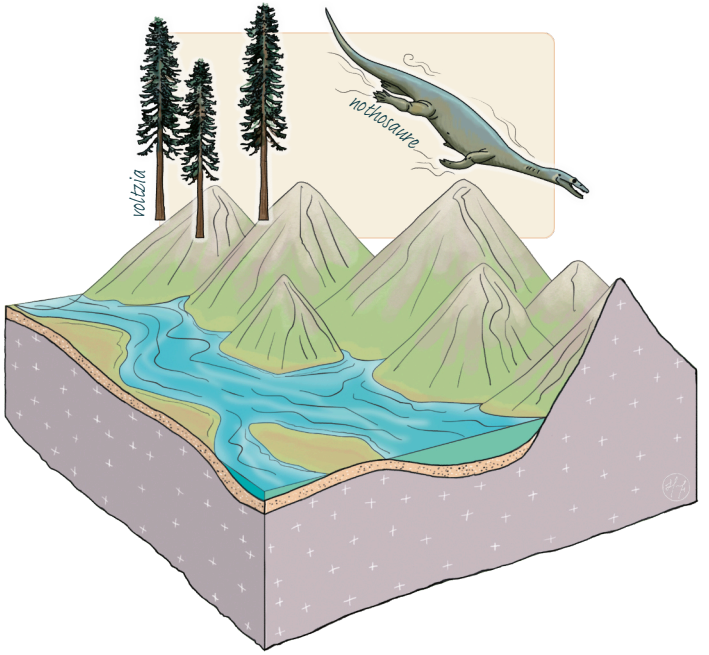
Exemples locaux : stalactites de la grotte de Lacave, oursins de Lavayssière, excentriques, fistuleuses, etc.


J.F. Fabriol

L'origine du karst dans les causses du Quercy : une histoire géologique



D'une altitude moyenne de 350 mètres, les **causses** sont des **plateaux calcaires** incisés par deux vallées principales : la Dordogne au nord, séparant le **Causse de Martel** et le **Causse de Gramat**, et le Lot au sud, entre le Causse de Gramat et le **Causse de Limogne**. La confluence des cours du Célé et du Lot isole un quatrième plateau, beaucoup plus petit : le **Causse de Saint-Chels**. Le Causse de Caylus est en fait une extension du Causse de Limogne. Cette morphologie est née d'un enchainement d'évènements qui commencent il y a 200 millions d'années (Ma) au temps des dinosaures : le **Jurassique**.

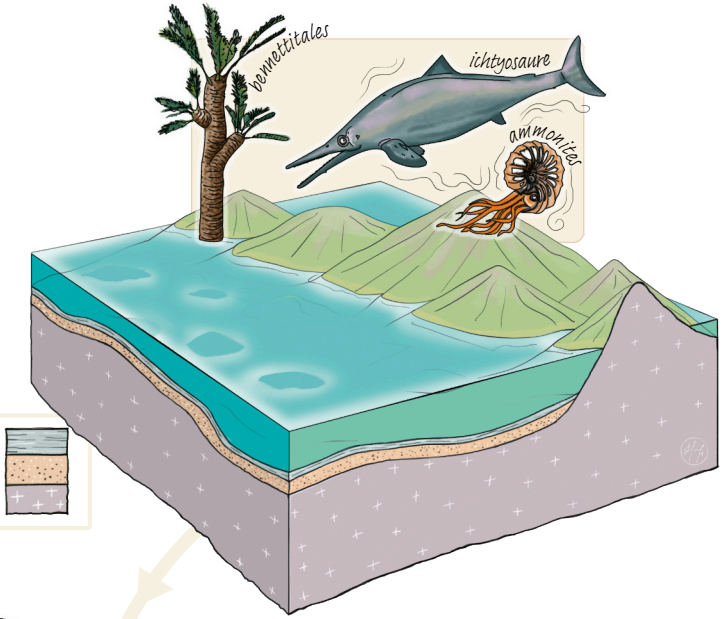


TRIAS
de 250 à 200 Ma

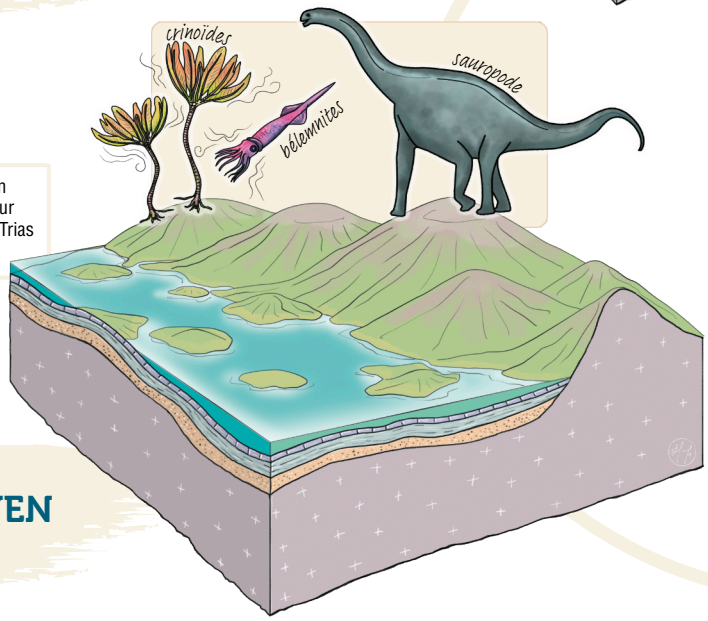
Sédiments du Permien et du Trias
Socle paléozoïque

Avant même le Jurassique, l'histoire débute au Permien et au Trias.
Au Permien s'ouvre un fossé tectonique (un graben) dans lequel se déposent de grandes épaisseurs de **sédiments continentaux** issus de l'érosion du massif Hercynien (dont le massif central constitue le reliquat aujourd'hui). Au Trias ce fossé forme ensuite un bassin dans lequel sinuent rivières et fleuves apportant de nouveaux dépôts de sédiments continentaux.
C'est au Jurassique que ce bassin se remplit d'une mer au fond de laquelle vont se déposer des sédiments marins carbonatés : les **calcaires**.

C'est au **Jurassique Inférieur** (de 200 à 175 Ma) que débutent les premières phases d'immersion marine. D'abord peu profond avec des dépôts riches en sel liés à l'évaporation (ce sont les évaporites datant de l'Hettangien), le niveau monte progressivement puis **alterne entre des conditions relativement profondes** (100 à 200m de fond) **et des conditions côtières**. Cet approfondissement est marqué par la formation **de calcaires et de marnes** (dépôts argilo-calcaires typiques des environnements marins plus profonds) au Pliensbachien et au Toarcien. Cette **alternance de 250 mètres de marnes et de calcaires** est à l'origine des pentes douces que l'on observe aujourd'hui dans le **Limargue** et le **Terrefort**.



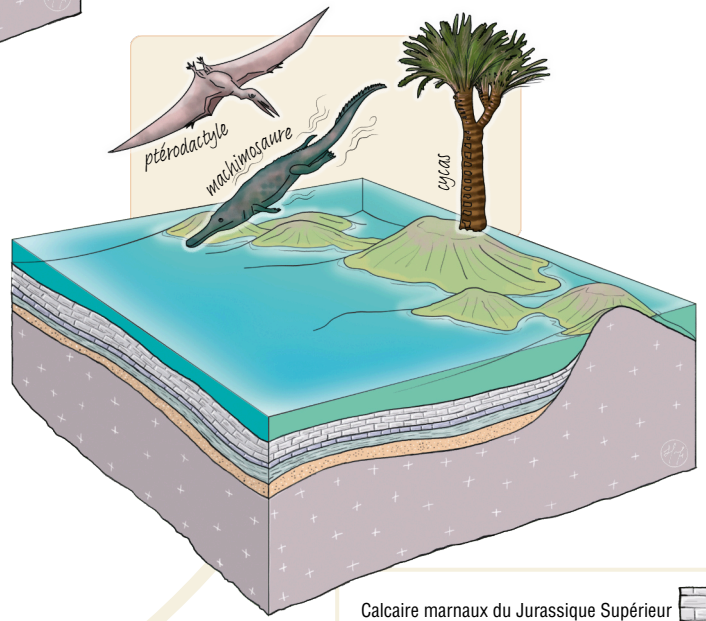
JURASSIQUE INFÉRIEUR
de 200 à 175 Ma



JURASSIQUE MOYEN
de 175 à 160 Ma

Au **Jurassique Moyen** (de 175 à 160 Ma), le niveau marin s'abaisse et la mise en place d'une barrière isole le Quercy. La sédimentation carbonatée se développe dans un environnement marin **littoral** alternant entre **mer peu profonde**, barrière, lagons et sebkhas. C'est à ce moment que se forment les **calcaires du causse** au sens strict du terme avec leurs grandes falaises. Ces calcaires massifs s'étendent sur **400 mètres de hauteur de dépôts**. Il existe néanmoins quelques rares alternances de niveaux plus argileux à l'origine de sources perchées sur les causses et limitant le développement vertical du karst.

JURASSIQUE SUPÉRIEUR
de 160 à 145 Ma



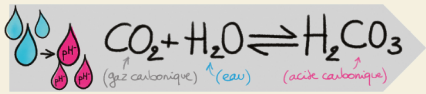
Au milieu du **Jurassique Supérieur** (160 Ma), l'ouverture de l'Atlantique Nord restructure la géologie du bassin et le Quercy repasse au dessus du niveau de la mer. Cela entraîne la formation des **alternances marno-calcaires** responsables de la formation des collines à l'ouest du Causse et qui font la jonction entre Causses et **Bouriane**. Cette petite partie de l'histoire géologique se termine avec un abaissement du niveau de la mer qui clôture le Jurassique supérieur puis une longue période d'**émersion au Crétacé** (145 Ma) qui marque l'arrêt des principaux dépôts sédimentaires sur les causses.

Le creusement du Karst :
un réseau de cavités sous la roche

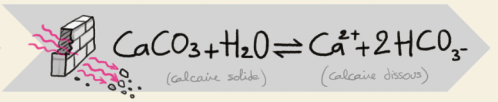
La dissolution : comment ça marche ?

Le karst tient sa particularité de la **dissolution des carbonates** qui provoque la naissance de conduits. En effet, l'eau en traversant l'atmosphère et les différents **horizons du sol** se charge en **CO_2** ce qui va être le principal facteur de la dissolution de ces carbonates. En effet, tout comme le sucre se dissout dans une tasse de thé et devient un composant du liquide, de manière beaucoup plus lente, une partie de **la roche calcaire se dissout dans l'eau** qui la traverse.

Scientifiquement, cela se traduit par l'**équation chimique de dissolution des carbonates** :



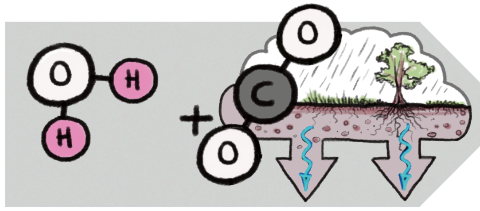
L'eau s'acidifie...



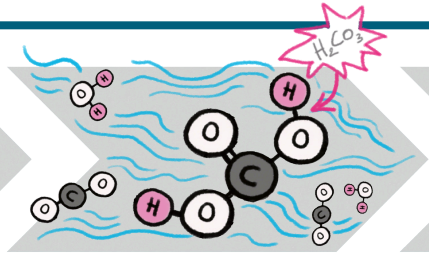
Puis dissout le calcaire solide.

Cette **dissolution** va agir par **contact de l'eau avec la roche carbonatée**. Dans le cas d'une roche calcaire encore non karstifiée, ce contact va se faire d'une part simplement par contact de l'eau de pluie à travers le sol dégradant la roche à sa surface, mais aussi d'autre part par son **infiltration à travers les fissures et fractures** du massif rocheux. En effet, la roche calcaire est dure et cassante et va donc se fracturer en de multiples zones lorsqu'elle va subir des **contraintes tectoniques**. C'est le cas des calcaires quercynois qui ont notamment subi les contraintes de plusieurs **orogénèses*** (notamment celle des Pyrénées) qui sont le facteur principal qui les a déformés et fracturés.

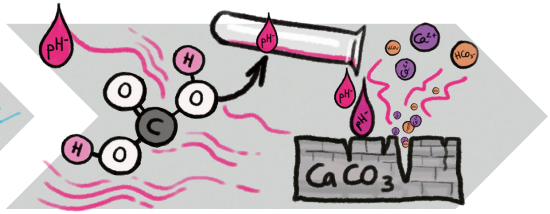




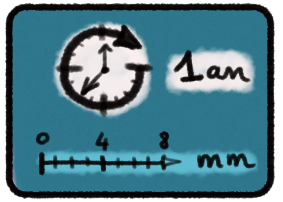
Au niveau **microscopique**, l'eau capte le **CO_2**...



Et se combine avec pour produire l'**acide carbonique**...

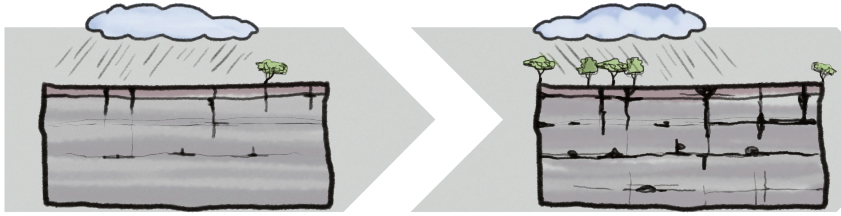


Grâce à lui l'eau peut maintenant attaquer le calcaire (le **dissoudre**).

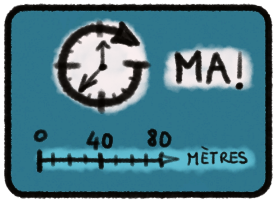


ÉCHELLE





Au niveau **macroscopique**, les **pluies acides**, alimentées par le CO_2 **sculptent** le paysage en **dissolvant** la **roche calcaire**...
Et forment le **karst** tel qu'on peut l'observer aujourd'hui.

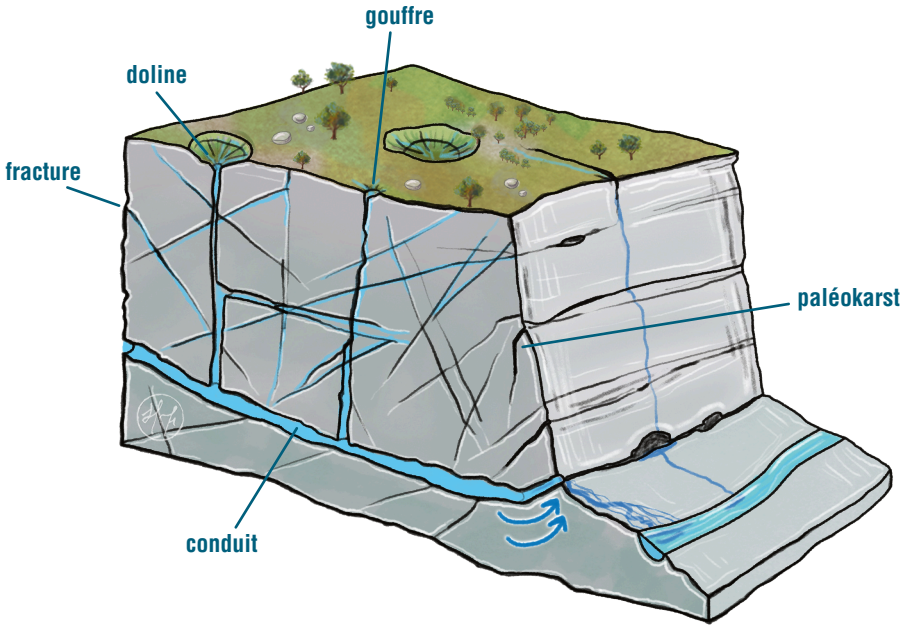


ÉCHELLE

***L'orogenèse** est le processus géologique par lequel se forment les chaînes de montagnes. Cela se produit généralement lorsque les plaques tectoniques entrent en collision, en se rapprochant l'une de l'autre ou en se chevauchant.

Une dissolution ciblée

Plus la surface de contact eau-roche est grande, plus l'action de dissolution va être efficace. Cela va donc être le cas le long de fissures ou des limites entre strates géologiques qui vont s'élargir avec un effet « boule de neige » : plus l'ouverture sera grande, plus elle sera élargie par dissolution, ce qui va augmenter sa surface de contact avec l'eau, etc. Ce phénomène va entrainer l'ouverture de **conduits karstiques** qui vont concentrer l'écoulement. L'érosion n'est donc pas homogène sur toute la roche. C'est pourquoi la structure et la fissuration de la roche sont un facteur aussi important dans la formation du karst que sa solubilité.
Parfois, après la formation d'un réseau karstique, il peut être abandonné, c'est ce que l'on appelle un **paléokarst**. Un paléokarst peut se former dans certaines formations karstiques enfouies sous des roches, qui se sont redéposées par-dessus après la karstification. Ces karsts sont donc hydrologiquement dissociés du système contemporain. Ce sont alors des karst fossiles.
L'encaissement ou le comblement des vallées peut également faire abandonner la karstification d'un réseau karstique au profit d'un autre correspondant au niveau du fond de la vallée (qui va drainer l'écoulement). Ce phénomène fait que des **réseaux de grottes à niveaux multiples** se trouvent dans la majorité des karsts.



Réseau karstique bien formé et actif

Les phosphatières



Du fait de la forte capacité du karst à drainer l'eau dans le sous-sol, en même temps que l'érosion va creuser à l'intérieur de la roche, elle va également, au cours des millions d'années, décaper lentement la surface des causses. Au cours du **Cénozoïque** (entre 52 Ma à 19 Ma), l'érosion va recouper l'ancien karst formé au **Paléogène** (entre 66 et 23 Ma). Les anciennes cavités souterraines deviennent alors des gouffres à ciel ouvert, qui vont agir comme de véritables pièges à « futurs » fossiles tout en se colmatant par les argiles environnantes. Les **fossiles** piégés dans ces gouffres vont se charger en phosphate, et des croûtes et nodules de phosphate vont se former sur les parois de ces gouffres, les transformant en **phosphatières**.

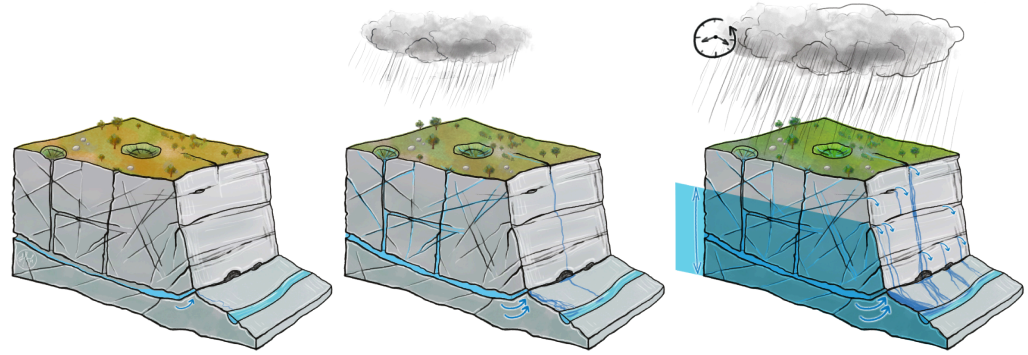


Dans la seconde moitié du **XIX^{ème}** siècle, le phosphate devient une ressource très recherchée, notamment pour fabriquer des engrais. La découverte de phosphate dans le Quercy va entraîner une exploitation locale intense qui va vider l'argile de ces anciennes cavités et permettre la découverte de centaines de phosphatières, et des fossiles qu'elles renferment.
Des **dizaines de milliers de fossiles** ont ainsi été retrouvés dans les phosphatières, documentant **plus de 700 espèces**, allant du rhinocéros aux petits arthropodes, et même des restes végétaux pétrifiés. La concentration importante et la grande diversité des fossiles retrouvés, pour un ensemble de sites s'étalant sur **30 millions d'années**, font des Causses du Quercy l'un des hauts lieux de la paléontologie, et une **exception internationale** qui a valu au Parc d'obtenir le label Géoparc mondial UNESCO. Aujourd'hui ces sites fossilifères exceptionnels sont protégés par la **Réserve naturelle nationale d'intérêt géologique** du département du Lot et peuvent être visités à Bach au Cloup d'Aural et à Escamps aux Tempories.

L'aquifère karstique : le réservoir d'eau du causse

Un aquifère est une formation rocheuse pouvant stocker, transmettre et libérer des quantités importantes d'eau.

Dans les **aquifères karstiques calcaires**, le stockage et la transmission de l'eau à travers la roche peut se faire par des **conduits**, des **fissures**, ou la matrice rocheuse. La matrice est la roche brute, l'eau ne peut circuler qu'entre les grains qui la constituent. Certaines roches comme la craie peuvent présenter des espacements assez larges entre les grains, mais généralement la matrice calcaire est bien cimentée, l'eau **la traverse donc extrêmement lentement**. Elle va stocker l'eau et la restituer à une vitesse très faible. **Les circulations seront plus rapides dans les fissures**, nombreuses dans les roches dures qui ont subi des contraintes tectoniques, comme par exemple le calcaire. Les transferts d'eau y sont toutefois moins rapides que dans **les conduits karstiques, qui sont plus larges et mieux connectés entre eux**. L'eau peut s'y écouler à la manière d'un réseau de tuyaux et arriver rapidement, à plusieurs centaines de mètres par heure, aux **émergences**.

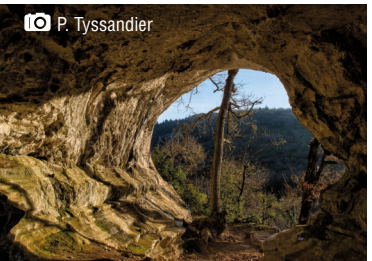


1. En période sèche, seuls les conduits contiennent de l'eau.
2. Après la pluie, les fractures et interstrates se saturent.
3. Lorsque les pluies sont soutenues et répétées, c'est la matrice rocheuse qui se sature également.

Conduits

Fissures et strates

Matrice rocheuse


P. Tyssandier


Martin Taburet


P.Andlauer

L'homme et le karst

Du fait de la forte capacité du karst à drainer l'eau dans le sous-sol, **l'eau est rare à la surface du causse**. Au cours de l'histoire, les caussenards ont dû trouver des solutions pour aménager des points d'eau. Ces aménagements traditionnels avaient des usages multiples, pour l'abreuvement des hommes et des bêtes ainsi que le lavage des aliments et du linge domestique. **Les habitants s'adaptent et compensent** les avantages et défauts du sous-sol karstique.

D'abord les **mares artificielles** et les **lacs de Saint-Namphaise** sont creusés directement dans la roche et larges de quelques mètres carrés. Leur alimentation profite de la faible perméabilité de la matrice rocheuse du calcaire, ils se remplissent généralement avec la pluie directement recueillie. Les **citernes** à l'architecture plus fermée, recueillent aussi les eaux de toiture.

Ensuite les **puits**, étroits, qui vont chercher plus profondément l'eau stockée dans les premiers niveaux de fractures et de drains que l'on appelle l'**épikarst**.

Ces aménagements sont fréquemment taris durant les sécheresses et requièrent un usage parcimonieux des stocks. Parfois, l'eau peut élargir une fracture et le lac, la citerne ou le puits se tarissent.

Ressources plus fiables, les **fontaines**, dont l'alimentation se fait par l'émergence d'une source apparaissant à l'affleurement d'un niveau marneux (moins perméable que le calcaire), situé entre deux niveaux calcaires.

Les lieux les plus fiables pour trouver de l'eau restent les vallées, au fond desquelles les sources sont plus nombreuses. Dans ces vallées, les dépôts des rivières, alluvions de sables et d'argiles, sont parfaits pour des puits capables de fournir des volumes d'eau très importants sans se tarir.


Lac de Saint Namphaise à Quissac
O.Marchal


Citerne à Varaire
C.Novello


Puits de Lugagnac
Nils Hardeveld


Lavoir-fontaine, Sabadel Lauzès
J. Tremoulet

L'eau du robinet sur les causses du Quercy

Aujourd'hui, un **vaste réseau d'adduction d'eau** géré par les communes du territoire, regroupées en syndicats d'eau potable, alimente la population par des eaux **provenant en bonne partie du karst**, par ses sources et des forages captant l'eau des rivières souterraines.
Du fait du territoire très rural, de la faible activité industrielle et de l'agriculture extensive typique du causse, **l'eau du karst quercynois est considérée comme de bonne qualité à l'échelle nationale**. En effet, elle présente très peu de polluants. Mais le fonctionnement complexe du karst peut provoquer des difficultés de gestion : l'augmentation ponctuelle de la **turbidité*** et le faible volume d'eau en périodes sèches sur certaines petites sources karstiques peuvent rendre cette ressource vulnérable. C'est pourquoi, à l'échelle départementale, **de nombreux captages sont interconnectés**, notamment avec des puits dans les alluvions des vallées et d'autres sources karstiques robustes (Fontbelle, Cabouy, Chartreux, Source Bleue, Tréboulou, Blagour de Souillac), pour pouvoir compenser les faiblesses d'une ressource avec la fiabilité d'une autre (karst plus local mais parfois turbide, alluvions uniquement en bord de rivière mais nécessitant moins de traitement).

***La turbidité** caractérise le trouble de l'eau. Une eau de source turbide est causée par la présence d'une multitude de minéraux, matière organique et micro-organismes, souvent lessivés du sol et infiltrés dans le karst lors d'un orage. Ces particules sont un support privilégié pour des bactéries et autres micro-organismes pouvant causer des risques sanitaires.

Le **Département du Lot** anime ce schéma départemental qui a pour objectif de garantir à chaque abonné lotois un approvisionnement en eau sécurisé en termes de qualité et de quantité.
Pour cela, il anime les opérations qui concourent :
- à la **protection des captages** (lutte contre les pollutions accidentelles de tous ordres, mise en conformité…) ;
- à une **meilleure qualité des eaux** produites (amélioration des traitements en place, mise en conformité par rapport aux exigences sanitaires) ;
- au **partage de la ressource** pour approvisionner les secteurs en souffrance (via des interconnexions) ;
- dans une moindre mesure, à la **sécurisation** des secteurs déjà alimentés par une ressource de qualité et suffisante (en profitant des opportunités).

En s'appuyant sur des ressources importantes situées dans les vallées du Lot et de la Dordogne (rivières réalimentées par des barrages hydro-électriques) et des interconnexions de sécurité, cette organisation ou ce maillage des ressources permet de limiter des prélèvements en période sèches sur des rivières comme le Vers, le Céou, et le Vert, voire de les supprimer (rivières du Quercy Blanc), et de compenser les altérations ponctuelles et naturelles de qualité (liées à une forte turbidité en période d'orage) et de quantité (en périodes sèches) que l'on peut observer sur certains captages karstiques (Pescalerie, Font Del Pito, Bullac, la Doue d'Issepts, etc).



Traçages

Afin de protéger la qualité de l'eau des captages d'une ressource souterraine, il est impératif de connaitre l'aire géographique sur laquelle l'eau va s'infiltrer pour alimenter l'aquifère. C'est ce que l'on appelle le bassin versant, ou **bassin d'alimentation**. Chaque source, chaque rivière a un bassin d'alimentation que l'on peut, dans les contextes les plus simples, simplement définir en suivant les crêtes topographiques formant un bassin.
Dans le cas du karst, **les directions d'écoulement ne sont pas toujours dépendantes de la topographie**, on ne peut donc pas définir le bassin par la simple observation de la surface.



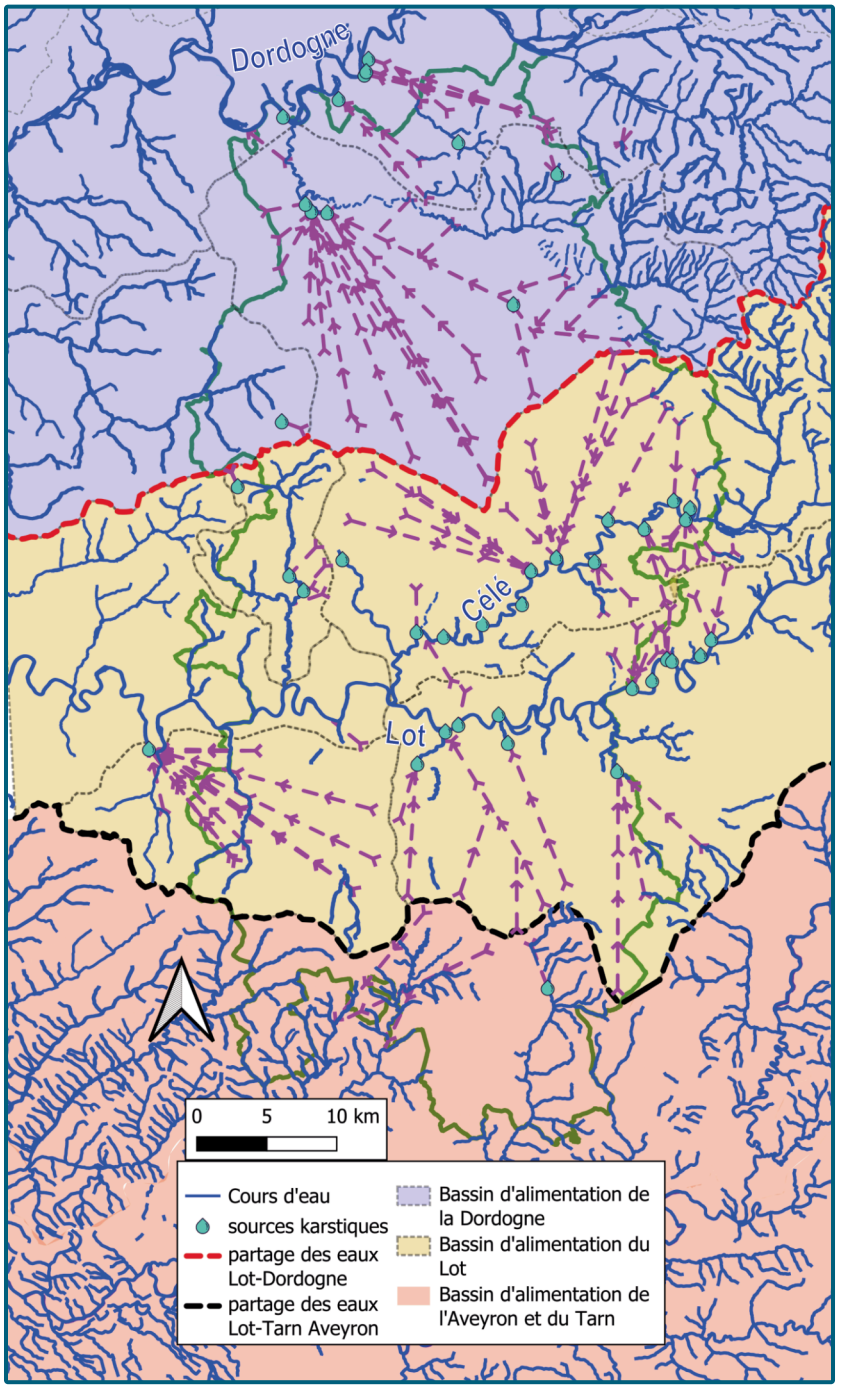
La technique la plus simple et la plus courante pour définir les limites des bassins versants en contexte karstique est de réaliser des « **traçages artificiels** ». Ces traçages consistent en l'injection d'une eau mélangée avec un traceur coloré (inoffensif pour l'Homme et l'environnement et généralement fluorescent) par des points d'entrée du réseau karstique (dolines, pertes, igues, cavités, etc.) et d'équiper toutes les sources alentours de capteurs permettant de mesurer le passage potentiel de ce traceur.







Cela implique à la fois de connaître les **débits d'eau** à l'entrée et à la sortie du système et d'assurer des **prélèvements réguliers** et étalés dans le temps d'échantillons d'eau pour analyses. On peut de la sorte estimer la quantité de traceur réellement restituée à la source et suivre les modalités de cette restitution : dilution plus ou moins importante, étalement du signal, etc.
Autant d'éléments qui permettent de **mieux appréhender le fonctionnement du drainage karstique**, voire de **modéliser le transfert d'une pollution éventuelle** de son point d'entrée dans le système jusqu'à sa sortie. Cela permet dans ce cas de savoir de combien de temps dispose le syndicat d'adduction d'eau potable gestionnaire du captage pour réagir et mettre en place des solutions. Ce type de démarche est aujourd'hui indispensable pour définir le périmètre administratif de protection des points de captage.



La figure ci-dessus présente l'état des connaissances en 2024 des directions d'écoulement à travers le causse grâce à l'utilisation de cette technique.

La microfaune souterraine des Causses du Quercy

Dans le monde, le milieu souterrain est riche de milliers d'espèces animales, dont plus de 500 en France. Cours d'eau souterrains, aquifères, grottes sont des habitats accueillant une faune bien particulière. Des habitants temporaires comme les chauves-souris (trogloxène) et des habitants permanents composés d'invertébrés : mollusques, crustacés ou insectes (troglobie).Dans les Causses du Quercy, ce sont environ **330 espèces d'habitants microscopiques** qui ont été recensées, dont plusieurs dizaines sont endémiques*.

*En biologie, une espèce est dite **endémique** d'une région déterminée si elle n'est présente naturellement que dans cette région.

Les habitants microscopiques du karst

Les espèces de la microfaune souterraine sont le résultat de **millions d'années d'évolution lente** qui leur ont permis de s'adapter au milieu souterrain, souvent considéré comme hostile à la vie. L'**absence de lumière**, l'**humidité élevée** et la **température constante** sont autant de caractéristiques propres à cet environnement. Pour survivre, les espèces ont développé un métabolisme spécialisé dans l'**économie d'énergie**. Pour pallier la rareté de la nourriture, ces espèces ont souvent un **allongement spectaculaire des appendices** qui leur permettent d'explorer le milieu, et une capacité de consommer un large spectre d'aliments : débris organiques, champignons microscopiques, biofilms microbiens, autres espèces, etc.

La dispersion de la microfaune souterraine vers de nouveaux territoires est souvent impossible car les différents bassins karstiques et hydrogéologiques ne sont pas connectés. C'est pourquoi de nombreuses espèces sont **endémiques** à certaines régions ou territoires, et sont très dépendantes de leur environnement. L'extrême stabilité de leur milieu de vie et leur distribution restreinte rendent ces **organismes très vulnérables** à toute modification brutale de leur environnement (assèchement, pollution, variation de température, etc). Ils sont en revanche relativement plus à l'abri que leurs homologues en surface des innombrables perturbations provoquées par l'Homme dans les milieux de surface.



Isotomiella barivierai

Classe : Collemboles
Ordre : *Entomobryomorpha*
Écologie : réalise tout son cycle de vie sous terre, vit près de l'eau
Localité-type : gouffre de l'Oule (Saint-Jean-de-Laur, Causse de Limogne)
Adaptations morphologiques : griffe effilée, absence d'yeux, dépigmentation
Commentaire : espèce très rare et micro-endémique, qui vit dans trois cavités du Quercy



Duvalius lespesi ssp. cadurcus

Classe : Insectes
Ordre : Coléoptères
Écologie : réalise tout son cycle de vie sous terre
Localité-type : grotte de Saint-Géry (Loze, Tarn-et-Garonne, Causse de Limogne)
Adaptations morphologiques : absence d'yeux, dépigmentation
Commentaire : espèce endémique du sud Quercy



Dendrocoelum regnardi

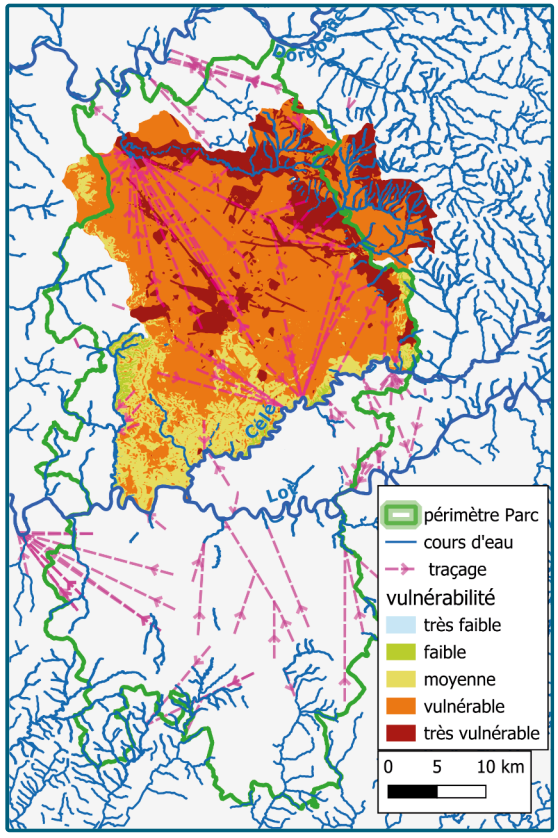
Classe : *Turbellaria* (ver plat)
Ordre : *Tricladida*
Ecologie : espèce aquatique, réalise tout son cycle de vie sous terre
Localité-type : grotte de Saint-Géry, Causse de Limogne
Adaptations morphologiques : absence d'yeux, dépigmentation
Commentaire : grande espèce (2 à 4 cm)

Vulnérabilité du karst

Les **traçages artificiels** et les **études hydrogéologiques** permettent de connaitre les directions d'écoulement et de caractériser le fonctionnement du système souterrain (vitesse de transit des eaux à travers la roche, aire du bassin versant, réactivité aux crues, etc.). Cela permet de mieux gérer la ressource, en particulier ce que l'on appelle sa vulnérabilité.

En France, l'indicateur de **vulnérabilité** le plus utilisé en contexte karstique est la **méthode PAPRIKA**. Cette méthode permet d'identifier les zones où les écoulements sont les plus rapides et les moins filtrés et de les classer comme les plus vulnérables. À l'opposé, les zones où l'infiltration est lente et la filtration des sols élevée sont classées peu vulnérables. Cette analyse poussée permet de produire des cartes de vulnérabilité des zones étudiées.

De 2010 à 2026, la vulnérabilité du karst a été cartographiée sur 38% de la surface du Parc - Géoparc des Causses du Quercy. Cette surface correspond aux zones centrales et sud du causse de Gramat. Afin de mieux protéger les eaux souterraines karstiques du territoire, la Charte du Parc a fixé l'objectif d'atteindre la **cartographie de la vulnérabilité sur 90% de la surface du Parc - Géoparc d'ici 2042**.

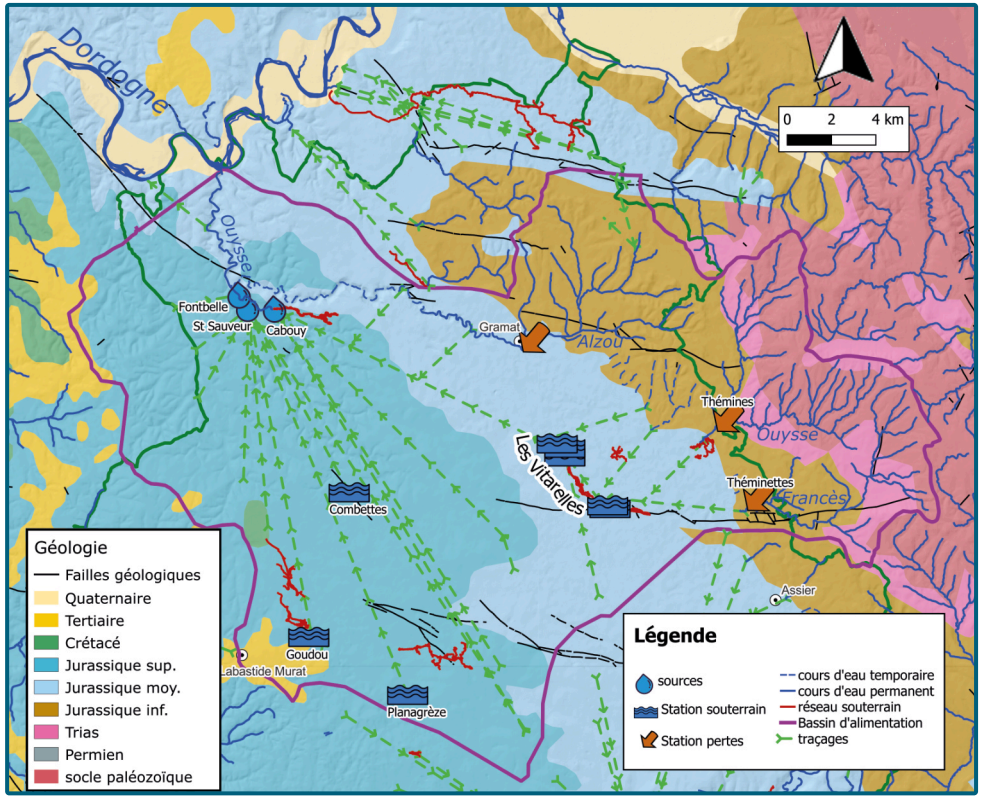


Exemple d'un karst emblématique : le système karstique de l'Ouysse

Description

Le système karstique de l'Ouysse est le **troisième plus grand système karstique** de France en termes de superficie (600 km²). Il est caractérisé par deux types d'infiltration :

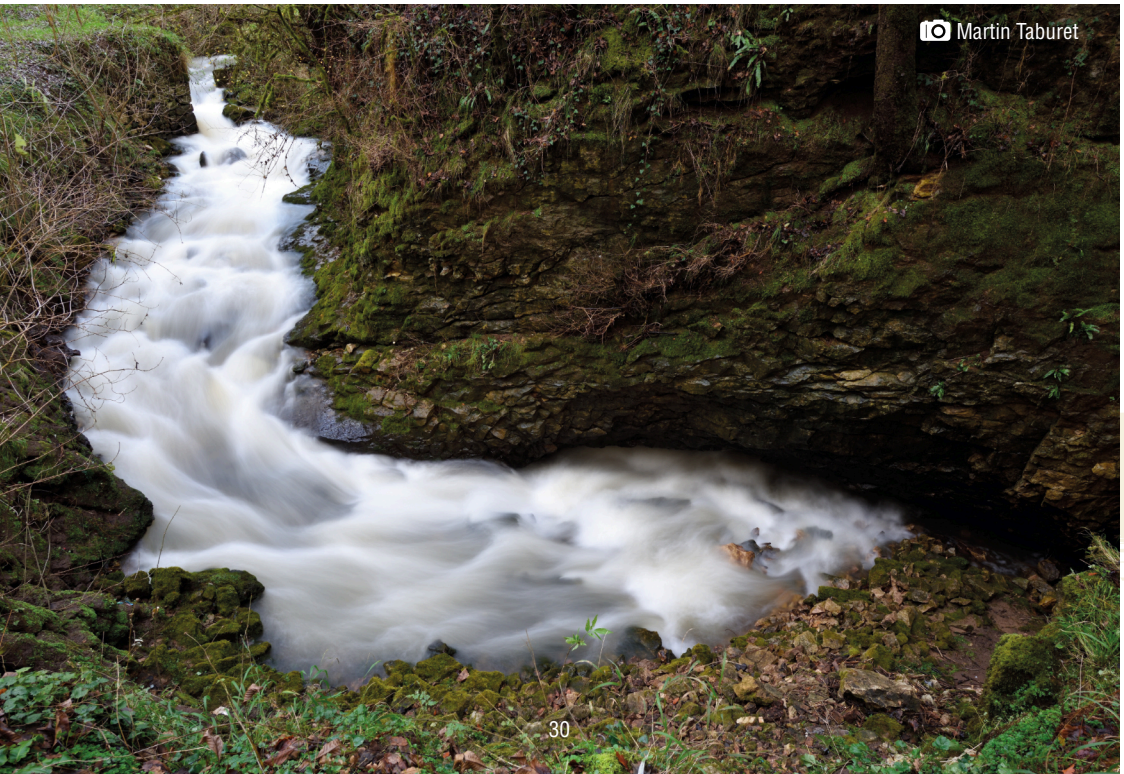
- par l'**infiltration diffuse des eaux de pluie** à travers le massif carbonaté sur toutes les zones d'affleurement calcaire (en bleu sur la carte) ;
- par l'**infiltration ponctuelle par des pertes de rivières** provenant du Limargue et du Ségala (l'Ouysse Amont, le Francès et l'Alzou) au contact des calcaires.



L'eau de ces rivières s'infiltre donc sous terre et se mélange avec les eaux de pluie directement infiltrées sur le causse. Ces eaux ressortent ensuite via **trois exutoires principaux** : les sources de **Cabouy**, **Saint-Sauveur** et **Fontbelle**, toutes interconnectées entre elles.

Au centre-Est du système karstique, la rivière souterraine des Vitarelles est l'une des plus importantes cartographiées actuellement dans le Lot. Elle draine l'ensemble des cours d'eau de surface en provenance de la partie Est mais également des eaux de pluie qui se sont directement infiltrées dans le calcaire.

La rivière du Francès s'infiltrant sous terre à Théminettes



Utiliser la minéralisation de l'eau comme traceur des origines des eaux

Comme mentionné dans le chapitre sur la dissolution, l'eau qui passe à travers la roche calcaire s'enrichit en minéraux dissous par érosion chimique.

À l'inverse, il existe des roches peu solubles, comme c'est le cas dans le Ségala. Lorsque l'eau est au contact de ces roches, elle est alors beaucoup moins minéralisée. Il est donc possible de retrouver la nature des roches traversées par l'eau souterraine en observant la nature et la quantité des minéraux dissous :

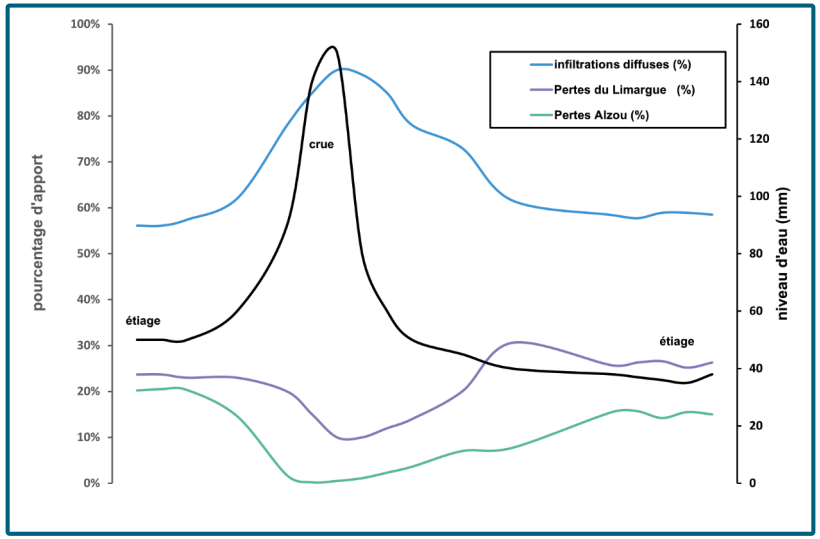
- Si l'on trouve du **calcium** et des **bicarbonates** en quantité, on a probablement une eau ayant traversé de la **roche calcaire**, comme celle des sources du **causse**.

- Une eau contenant du **potassium** et du **magnésium** en faible quantité, pourrait avoir été en contact avec ce que l'on appelle des **roches cristallines** (granite, gneiss, etc). C'est par exemple le cas des eaux des sources localisées dans le **Ségala** (notamment les sources des rivières du Francès et de l'Ouysse Amont).

- Dans le cas du système karstique de l'Ouysse, il existe même un troisième cas de figure. En effet, le ruisseau de l'**Alzou** est alimenté par plusieurs sources (source de la Gourgue, ruisseau de Lentour, etc.) provenant d'une **nappe profonde** datant de l'Hettangien (la même que pour la source Salmière à Miers-Alvignac). Le temps que met cette eau pour traverser cette roche entre le moment où la pluie s'infiltre et le moment où elle ressort à la surface est très long (4 000 ans pour la source de la Gourgue). L'eau a donc énormément de temps pour dissoudre la roche, ce qui lui donne une eau très minéralisée (quatre fois plus que l'eau calcaire du causse), riche en **sulfates** et en calcium.

Le système de l'Ouysse a donc trois types d'eau qui vont se mélanger. Les proportions de chaque type d'eau au sein du mélange vont varier selon les saisons, car les débits des rivières varient, tout comme les quantités de pluie qui vont s'infiltrer sur le karst.

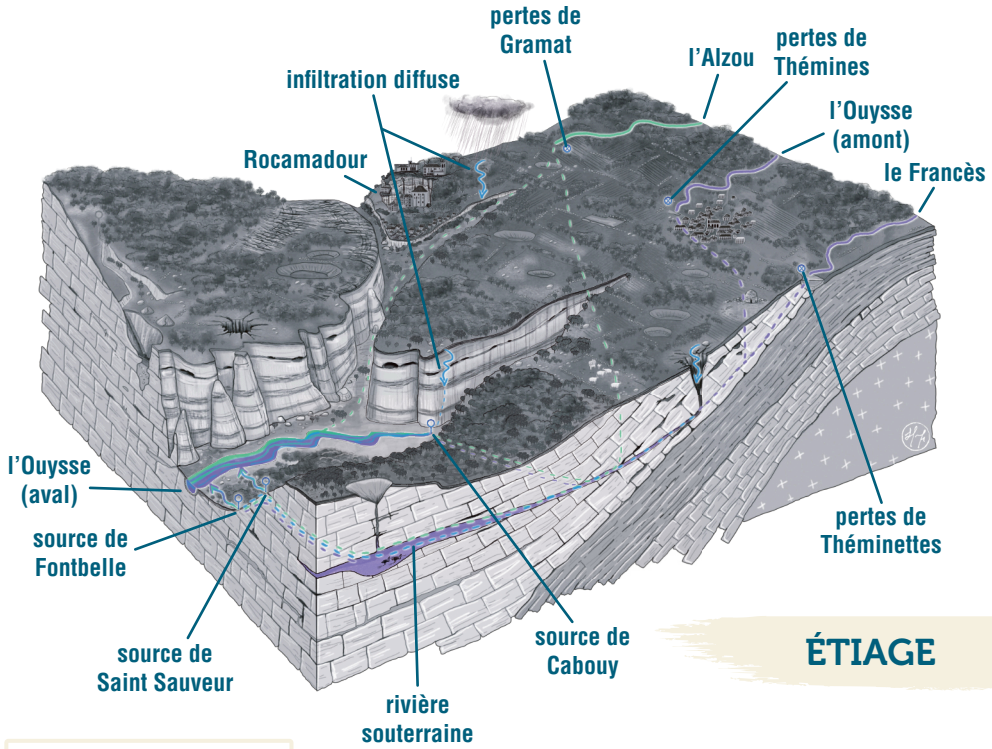
Le Parc naturel régional - Géoparc mondial Unesco des Causses du Quercy a réalisé des analyses en 2016 et en 2020 pour **étudier la proportion de ces types d'eau** aux sources, et donc évaluer la part de l'eau provenant des pertes des ruisseaux du Francès, de l'Ouysse Amont et de l'Alzou comparativement à celle de l'eau s'infiltrant directement dans le karst.

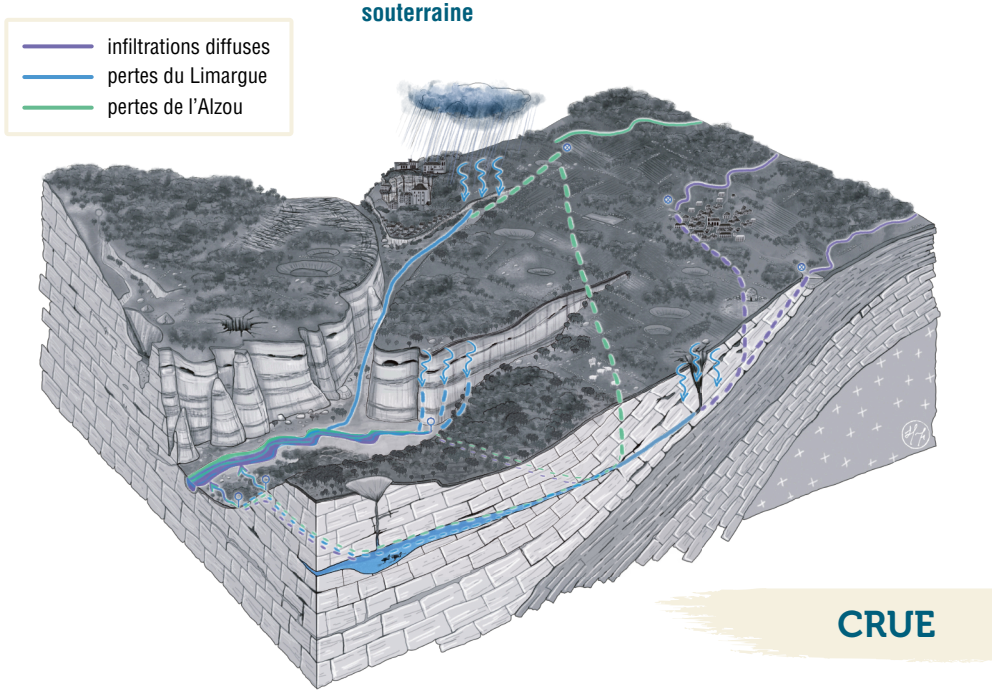


Évolution des proportions des différentes origines de l'eau à la source de Cabouy en fonction du niveau d'eau.

Sur le graphique, l'évolution de la hauteur d'eau à la source de Cabouy est représentée en noir. Une crue est observée qui se traduit par une montée rapide du niveau d'eau.
En bleu clair, violet et vert sont représentées les proportions d'eau provenant respectivement des infiltrations diffuses sur le karst, des pertes du Limargue (Thémines et Théminettes) et de l'Alzou.

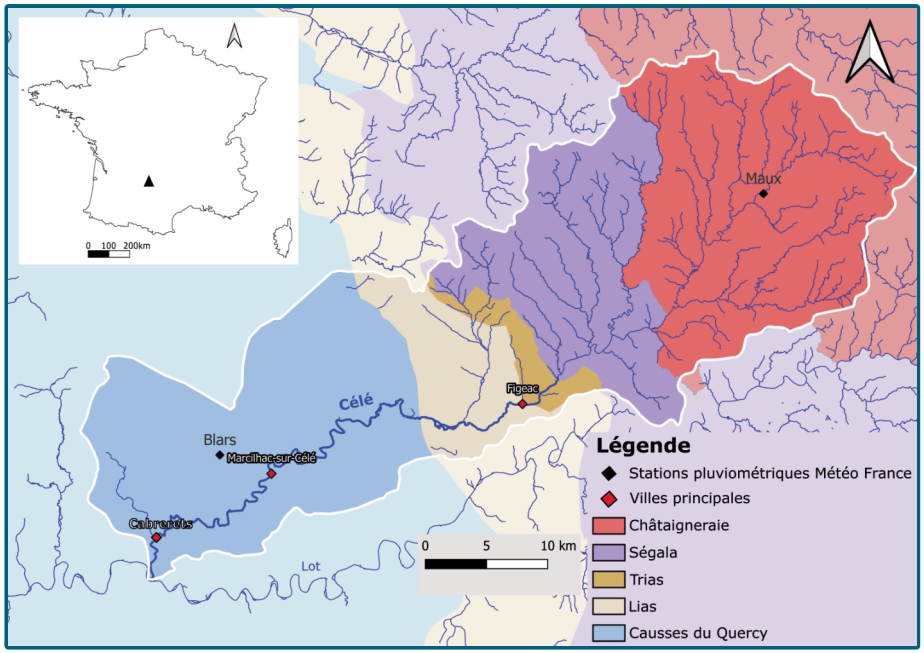
À l'**étiage**, avant la crue, on observe qu'environ 50% des eaux proviendraient des infiltrations diffuses, tandis que les pertes de l'Alzou et du Limargue contribuent respectivement à 20 et 25% des apports d'eau.
Lors de la **crue**, c'est jusqu'à 90% de l'eau qui provient des infiltrations diffuses, tandis que 10% proviennent du Limargue et presque 0% de l'Alzou. À la fin de la crue, les proportions se rééquilibrent en quelques jours et reprennent des proportions proches des valeurs initiales.
Ces calculs réalisés sur une crue de 2016 se retrouvent sur un second suivi plus complexe réalisé en 2020.
Ces connaissances permettent d'évaluer la vulnérabilité au risque de pollution des différentes zones de ce système karstique essentiel à l'alimentation en eau potable du territoire.



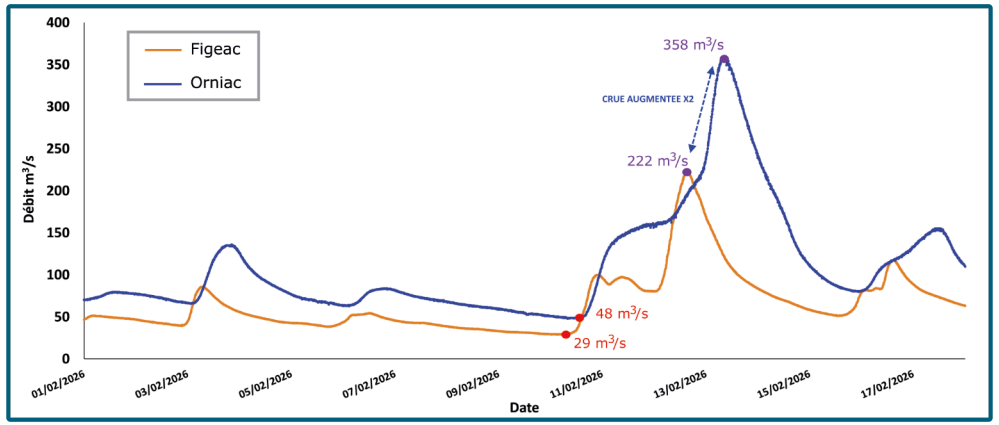


Le bassin du Célé :
le karst puits de carbone

Dans le dernier tiers de son bassin versant, la rivière Célé est alimentée par les calcaires karstiques des Causses du Quercy. Cet apport est exclusivement souterrain et provient de nombreuses sources, dont certaines sont utilisées pour l'approvisionnement en eau potable.



Les premières mesures indiquent une augmentation de seulement 5 % du débit entre les stations de mesure situées à Figeac et à Orniac en amont et en aval des causses du Quercy en été. En revanche, le débit triple entre ces deux stations lors des crues. **Le karst semble donc agir comme un amplificateur des événements extrêmes**. **Une bonne compréhension de ce phénomène est essentielle afin de se préparer au changement climatique**, qui va accroître la fréquence et l'amplitude de ces événements extrêmes.



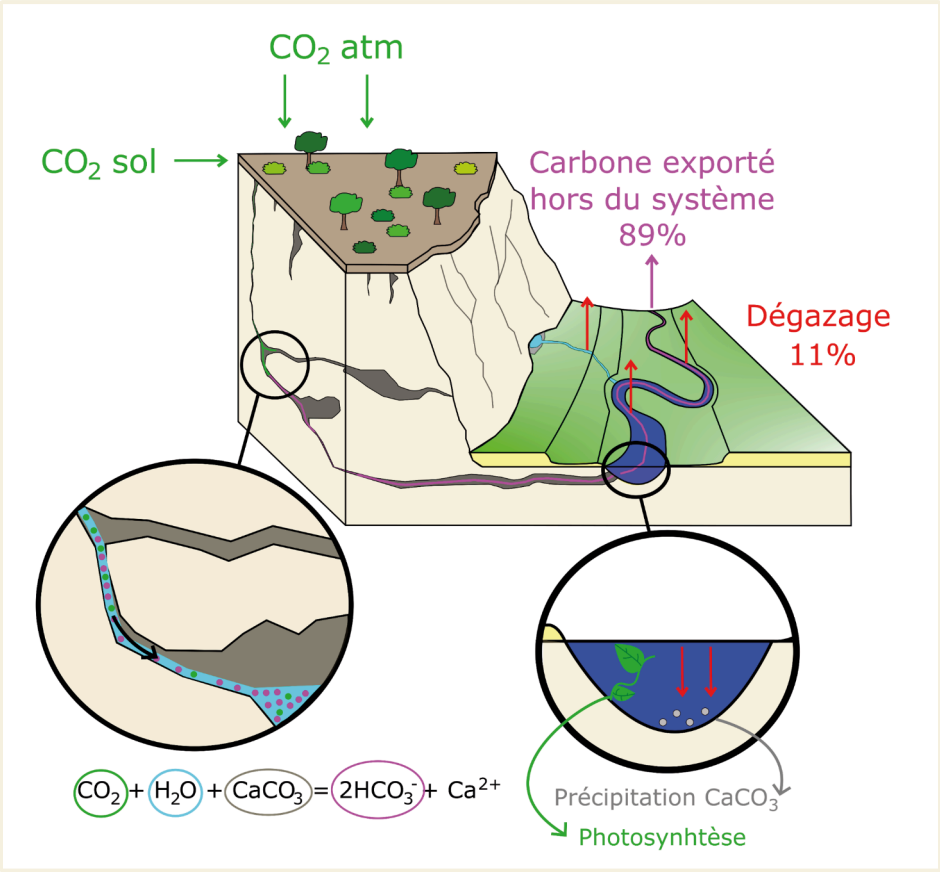
Une méthode de détection et quantification des apports souterrains du karst vers la rivière a été développée. Des sondes de conductivité ont été utilisées pour observer la différence de minéralisation entre l'amont et l'aval de la rivière. 21 sources ont été repérées et leur débit a pu être quantifié précisément.

Chaque source a ses caractéristiques propres, avec un fonctionnement différent : certaines ont de gros débits en crue mais s'assèchent rapidement, d'autres de petits débits mais sont plus résistantes aux sécheresses.

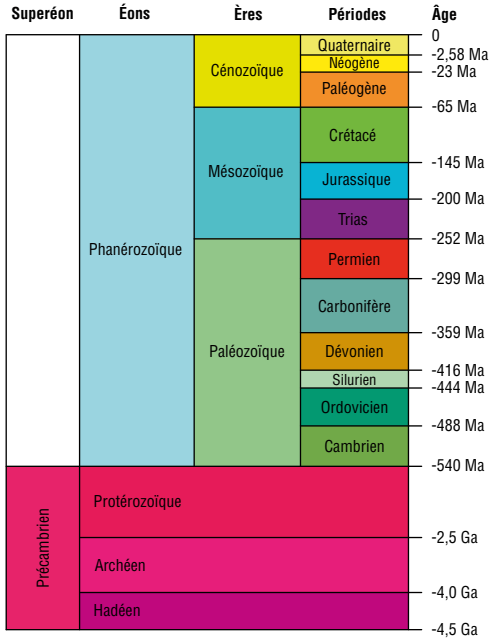
Toutefois, si l'on modélise la totalité des apports d'eau du karst, on constate qu'en moyenne annuelle, 40% des écoulements des sources ont des temps de transit plus lents (à travers les fractures et la matrice rocheuse), tandis que 60% du volume proviennent des écoulements rapides à travers les conduits.

Ces résultats confirment le rôle clé du karst dans l'hydrologie du Célé : il amplifie les crues grâce à des transferts de masse rapides, liés à une karstification marquée mais contribue peu à son débit en étiage.

L'étude comportait également un suivi de la chimie des eaux qui a entre autres permis d'évaluer le bilan carbone de la partie karstique du Célé. Les résultats montrent que le Célé est un puits de carbone qui a évacué 73 216 tonnes de CO2 jusqu'au Lot de mars 2023 à mars 2024. C'est **l'équivalent de l'émission annuelle de CO2 de 8000 français**.



Échelle géologique simplifiée



Le Parc naturel régional - Géoparc mondial UNESCO des Causses du Quercy remercie tous les auteurs et contributeurs.

Édition : Parc naturel régional – Géoparc mondial UNESCO des Causses du Quercy 2026
Directrice de publication : Catherine Marlas
Rédaction et coordination : David Viennet
Contenu : David Viennet, Mathieu Jaegle, Agnès Lieurade, Dominique Rombaut, Cyril Delporte, Thierry Pelissié
Relecture : Nils Brunet, Ambre Girou, Gaëtan Tollet, Quentin Vautrin, Mathieu Jaegle, Romain Cadiou, Thierry Pelissié
Cartographie et graphiques : David Viennet / carte des réseaux d'eau page 21 : Sandrine Fellay
Photographies première de couverture : Martin Taburet et Gaëtan Tollet
Création graphique : Sarah Stringhetta
Illustrations : Hélène Fournié / illustration phosphatière page 17 : Lucie Thibaut / illustration Carbone Célé page 36 : Lucie Noguera
Impression : Imprimerie Grapho12
Imprimé en 2500 exemplaires sur papier issu de forêts gérées durablement. Septembre 2026

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Liberté Égalité Fraternité

eau GRAND SUD-OUEST
AGENCE DE L'EAU ADOUR-GARONNE

cea

Parc naturel régional -
Geoparc mondial UNESCO des Causses du Quercy
BP 10 – Les Canavals – Labastide Murat
46240 CŒUR DE CAUSSE
contact@parc-causses-du-quercy.org
www.parc-causses-du-quercy.org

Parc naturel régional des Causses du Quercy

unesco Géoparc mondial

La Région Occitanie Pyrénées · Méditerranée

LOT LE DÉPARTEMENT