



Parc
naturel
régional
des Causses
du Quercy



Syndicat du bassin
de la Rance et du Célé

PARC NATUREL RÉGIONAL
DES CAUSSES DU QUERCY
11 rue Traversière - B.P. 10
46240 LABASTIDE-MURAT
Tél. : 05 65 24 20 50
Fax : 05 65 24 20 59
contact@parc-causses-du-quercy.org
www.parc-causses-du-quercy.fr

SYNDICAT MIXTE DU BASSIN
DE LA RANCE ET DU CÉLÉ
24, allée Victor Hugo - B.P. 118
46013 FIGEAC Cedex
Tél. : 05 65 11 47 65
info@smbrc.com
www.smbrc.com



DÉCOUVRIR...

Le tuf des rivières des Causses du Quercy



Parc
naturel
régional
des Causses
du Quercy



Organisation
des Nations Unies
pour l'éducation,
la science et la culture



Causses du Quercy
Groupement
mondial
UNESCO

Syndicat du bassin
de la Rance et du Célé





Sommaire

05 I - TUF, SON ORIGINE

- 06 Le tuf, d'où vient ce dépôt calcaire ?
- 08 Qu'est-ce qui favorise la formation du tuf ?
- 10 Les barres de tuf, atout ou handicap pour les cours d'eau ?

13 II - TUF, SON RÔLE ÉCOLOGIQUE

- 14 Les tufs et la diversification des habitats naturels
- 16 Les espèces de bryophytes emblématiques de nos cours d'eau
- 19 Les bryophytes, marqueurs de la qualité de l'eau

21 III - TUF, COMMENT LE GÉRER AUJOURD'HUI ?

- 22 Les outils réglementaires et contractuels
- 23 Interventions sur le tuf

25 IV - LES BRYOPHYTES, LES COMPAGNONS DES TUF

- 26 Les bryophytes, il y a des millions d'années
- 28 Les bryophytes
- 30 Les bryophytes, histoire d'une naissance

33 V - TUF, À VOIR ET À DÉCOUVRIR

- 34 Les usages d'autrefois
- 36 Tuf, témoins du passé des Causses du Quercy
- 36 Tuf, « au naturel » dans les cours d'eau
- 37 Tuf, « au naturel » d'aujourd'hui
- 38 Tuf et villages

**BERNARD
LABORIE,**
PRÉSIDENT DU
SYNDICAT DU
BASSIN DE
LA RANCE ET
DU CÉLÉ

&

**CATHERINE
MARLAS,**
PRÉSIDENTE DU PARC
NATUREL RÉGIONAL
DES CAUSSES
DU QUERCY.

Les rivières de notre territoire sont marquées par le caractère karstique des **CAUSSES DU QUERCY**. Une alchimie magique entre l'eau et le causse (« le karst ») est à l'origine d'un des milieux les plus exceptionnels du **PARC** : le tuf.

Au sortir des résurgences, la précipitation du calcaire dissous dans l'eau produit des encroûtements, qui peuvent devenir de véritables barres rocheuses ou travertins. Barrage naturel, le tuf permet d'avoir de l'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, de reproduction pour la faune aquatique. La flore s'y développe et même parfois des espèces de mousses rares à l'échelle nationale.

Le tuf doit cependant être géré ponctuellement par les riverains car il facilite l'accumulation des embâcles et, en période de crue, peut provoquer des inondations dans les bourgs ou les champs. Comment gérer ce tuf qui se dépose parfois vite ? Comment intervenir, quelle est la législation, qu'est-ce qu'il ne faut surtout pas faire ?...

Ce livret cherche à expliquer simplement le rôle du tuf et les richesses écologiques et patrimoniales qui lui sont associées. Il donne également quelques conseils dans la gestion de cet habitat fragile. Il rappelle que les barres de tufs rendent nos rivières plus attractives et plus belles et propose à ce titre quelques idées de balades...

Depuis presque 20 ans, le **PARC NATUREL RÉGIONAL** et le **SYNDICAT MIXTE DU BASSIN DE LA RANCE ET DU CÉLÉ** accompagnent le territoire et ses habitants et se mobilisent pour la compréhension et la préservation de ce patrimoine particulièrement fragile et méconnu.

Venez découvrir ou re-découvrir le tuf et les rivières du causse.

BARRE DE TUF CALCAIRE,
cours d'eau du VERS.

I

TUF

son origine

Le tuf est une roche poreuse très légère pouvant avoir deux origines :

- Le **TUF CALCAIRE** provient de l'encroûtement par des carbonates de la végétation aquatique et des plantes riveraines.
- Le **TUF VOLCANIQUE** résulte de la cimentation des dépôts et de l'accumulation de cendres d'origines volcaniques.

Lors de sa formation, le TUF CALCAIRE est poreux et friable. Avec le temps, il devient un TRAVERTIN, roche plus volumineuse et compacte.

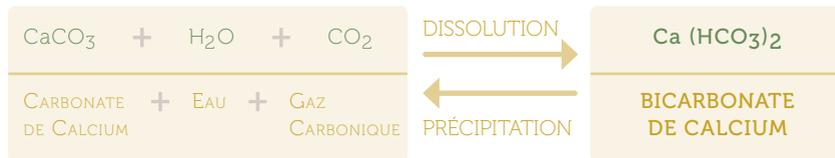


LE TUF : D'OÙ VIENT CE DÉPÔT CALCAIRE ?

Les eaux de pluie (H₂O) sont peu minéralisées et contiennent une très faible quantité de GAZ CARBONIQUE (CO₂). En traversant le sol, elles se chargent de ce CO₂ produit par l'activité biologique des végétaux et des bactéries et pénètrent en profondeur. Dans le milieu naturel, la MINÉRALISATION de l'eau va donc évoluer en fonction de ses échanges avec la roche et l'atmosphère. La présence de CARBONATE DE CALCIUM dans l'eau est ainsi régie par la formule suivante à double sens :



La formation de tuf est liée à la circulation d'eaux dans un massif karstique calcaire.



Lorsque l'eau a suffisamment DÉGAZÉ, les IONS CALCIUM peuvent PRÉCIPITER, c'est-à-dire passer du STADE DISSOUS (dans l'eau) au STADE CRISTALLIN (à l'air libre). Cette cristallisation se fait préférentiellement là où l'échange entre l'air et l'eau est maximal (comme les

cascades). C'est un phénomène qui s'auto-entretient : plus il y a de cascades, plus il y a de dépôts et plus il y a de dépôts, plus les cascades augmentent ! Il peut y avoir des concrétions, moins spectaculaires dans les lieux à écoulements plus lents.



Lors de son trajet souterrain, l'eau très chargée en CO₂, va pouvoir dissoudre les roches calcaires. Cette DISSOLUTION emporte avec elle des ions calcium (Ca²⁺) et des hydrogénocarbonates (HCO₃⁻) dissous.

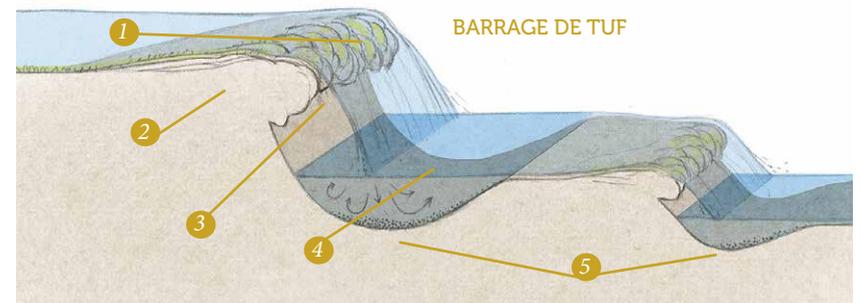
Lorsque l'eau arrive à l'air libre (PRÉCIPITATION), elle contient alors plus de CO₂ que l'atmosphère.

Elle va l'expulser sous forme de gaz (DÉGAZAGE) jusqu'à ce que l'eau et l'atmosphère soient en équilibre.

DÉGAZAGE de CO₂ sur tuf (zoom).



LES CRISTAUX se déposent sous forme d'une croûte calcaire sur les végétaux présents dans le cours d'eau. Ce sont principalement les mousses et les algues qui servent de support. La superposition de ces couches successives forme le TUF.



BARRAGE DE TUF

- 1 - Organismes végétaux incrustants.
- 2 - Platier du barrage: encroûtements plans.
- 3 - Front du barrage: encroûtements en dômes.
- 4 - Cuvette.
- 5 - Affouillement.

QU'EST-CE QUI FAVORISE LA FORMATION DU TUF ?

La formation du tuf dépend de nombreux facteurs : des conditions bien particulières sont nécessaires pour que le carbonate de calcium précipite.

UNE FAIBLE PROFONDEUR

Si le cours d'eau est très agité et peu profond, le contact entre l'air et l'eau est important, ce qui favorise la formation des tufs. Le tuf s'accumule préférentiellement sur les obstacles, entraînant la formation de barrages s'amplifiant progressivement au fil du temps.

LA TEMPÉRATURE DE L'EAU ET LE CLIMAT TEMPÉRÉ

DU MILIEU vont faciliter la formation du tuf. Une eau chaude contient plus de CO_2 et dissout plus de calcaire lors de son trajet souterrain. Elle transportera plus de calcium dissous et fabriquera plus de tuf.

L'ENSOLEILLEMENT

en permettant une meilleure croissance des végétaux, entraîne une surconsommation de CO_2 et favorise ainsi la formation des tufs autour d'eux.

LA PRÉSENCE DE VÉGÉTAUX AQUATIQUES

La présence de CO_2 dissous dans l'eau favorise la croissance des végétaux. De fait, la précipitation du calcaire s'en trouve accélérée car ses derniers l'absorbent pour leur croissance.

L'ABSORPTION du CO_2 au cours de la photosynthèse favorise la précipitation du calcaire.

LA STRUCTURE DES PLANTES

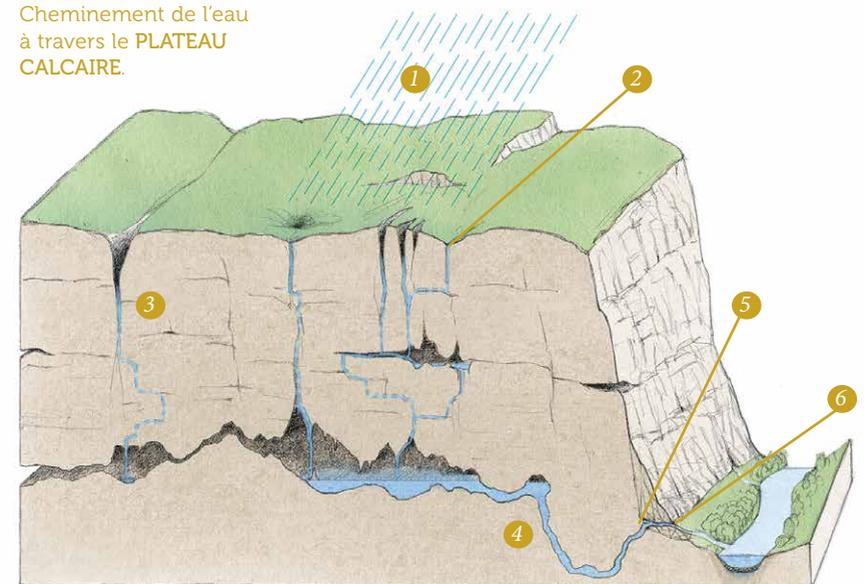
L'organisation en maille des cellules des algues et des bryophytes favorise la fixation des cristaux de carbonate de calcium.

LA PRÉSENCE D'EMBÂCLES

Le carbonate de calcium aura tendance à se déposer là où un obstacle rend le lit du ruisseau un peu moins profond ou encombré. Dans ce cas, l'eau coule plus vite et est plus agitée; elle se dégage mieux favorisant ainsi la précipitation du calcaire.

☹️ Toute modification de ces facteurs peut engendrer une dégradation de ces formations et des habitats associés.

Cheminement de l'eau à travers le **PLATEAU CALCAIRE**.



1 - Pluie. 2 - Infiltration. 3 - Cheminement de l'eau dans les fissures et fractures. 4 - Rivière souterraine. 5 - Colluvions à la base du massif calcaire. 6 - Résurgence.



La végétation est dominée par des MOUSSES très spécifiques de ce milieu calcaire. Ces habitats rares et remarquables sont classés prioritaires par l'UNION EUROPÉENNE DANS LA DIRECTIVE HABITATS.

1 - Tuf calcaire. 2 - Mousse emblématique.

ET LE RÔLE DES SAISONS ?

En général, la concrétion de tuf est moindre en **HIVER**. Les eaux transitent plus vite, ce qui diminue le temps de contact avec la roche pour la dissoudre. Les végétaux aquatiques ne sont pas à leur optimum de croissance à cette période. Le taux de précipitation de la calcite est alors peu significatif (quelques mm/siècle) et gommé par la dynamique fluviale.



Par ailleurs, les eaux de pluies et du sol qui sont acides vont dissoudre le tuf qui s'est déposé aux saisons précédentes...

En **ÉTÉ**, les eaux sont plus chaudes et circulent plus lentement. Elles restent en contact prolongées avec la roche et se saturent fortement en carbonates. Une fois à l'air libre, ces eaux fabriquent du tuf au contact de la végétation en pleine croissance. Dans des cas extrêmes, le taux de croissance du tuf peut atteindre en épaisseur 2 à 3 mm/an. Un fond libre peut alors être colmaté en 1 à 2 ans.

LES BARRES DE TUF, ATOÛT OU HANDICAP POUR LES COURS D'EAU ?

SOUS-BERGE consolidée par le tuf.



😊 Si les hauteurs d'eau (1) dans le ruisseau sont suffisamment importantes, le calcaire ne précipite que sur la partie supérieure des berges. Il contribue ainsi à la création et à la consolidation des sous-berges.

CASCATELLE sur le **VERS**.



Ce processus (2) induit la formation de seuils (les cascates) qui relèvent encore la ligne d'eau et qui constituent des habitats originaux. De plus, les barres tufeuses permettent de délester le chenal principal d'une partie de l'énergie des crues, en favorisant les débordements.

😊 & 😞. En revanche (3), lorsque la ligne d'eau s'abaisse, la frange de concrétion enduret le bas des berges et même le fond du lit provoquant ainsi une uniformisation des habitats et par conséquent une disparition des biotopes. En outre, le **COLMATAGE** du lit du ruisseau réduit les échanges avec les eaux souterraines. Mais sur le **CAUSSE**, sans cette imperméabilisation naturelle, il n'y aurait pas d'eau et donc pas de faune et de flore aquatiques.

COLMATAGE naturel par le tuf.



Parfois, le lit du ruisseau peut être totalement obstrué obligeant les eaux à contourner l'obstacle. Le ruisseau se met alors à divaguer et peut causer des dégâts sur les berges.



Les ruisseaux de la **SAGNE** et du **VERS** sont caractérisés par des tufs calcaires tapissant le fond de la rivière sur un long linéaire. Les habitats naturels associés à ces tufs présentent un fort intérêt patrimonial.



BARRE DE TUF,
cours d'eau du VERS.

II

TUF son rôle écologique

Les formations de tuf
présentent un intérêt
écologique élevé
du fait de

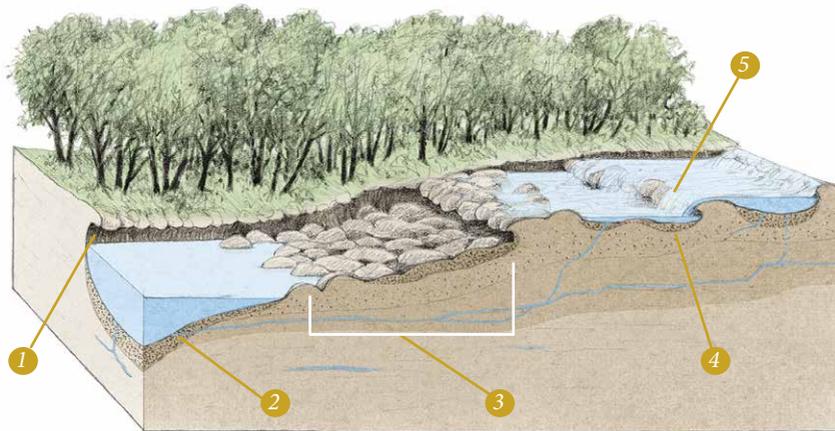
l'**ORIGINALITÉ**
DES MILIEUX, de leur
FAIBLE SURFACE et
de leur **FRAGILITÉ**.

TUF
Calcite et végétaux



LES TUF ET LA DIVERSIFICATION DES HABITATS NATURELS

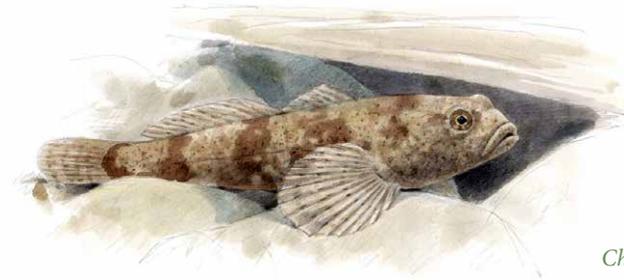
Cheminement du cours d'eau jalonné par les BARRAGES DE TRAVERTIN.



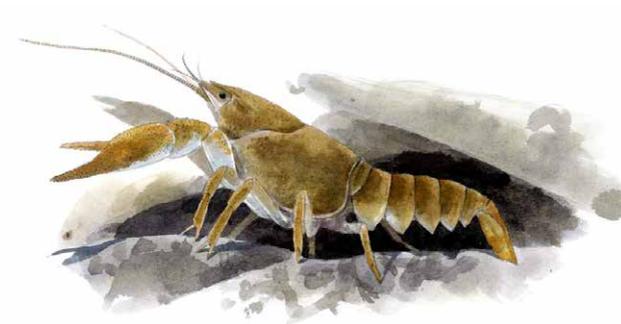
1 - Consolidation des berges par la formation de tuf. 2 - L'eau passe sous la strate et réapparaît plus bas. 3 - Assec: lit du cours d'eau colmaté par les concrétions calcaires. 4 - Alluvions. 5 - Cascadelle.

Certains troncs ou bois morts sont à l'origine de la formation des barres tufeuses. Les tufs jouent alors le rôle de « seuil naturel », appelés localement **GOURS**. Ils renforcent l'attractivité de la rivière en diversifiant les habitats par création de **PETITES RETENUES** à l'amont et de **FOSSÉS** à l'aval améliorant l'oxygénation de l'eau. Certaines espèces de poissons tels que la **TRUITE**, le **VAIRON**, la **LOCHE FRANCHE**, le **CHABOT**, utilisent ces habitats formés pour se dissimuler des prédateurs ou se réserver un refuge lors d'un étiage sévère

(bas niveau d'eau d'un cours d'eau). Par ailleurs, ils servent de support et de lieu de reproduction à de nombreux insectes aquatiques qui, par la suite, servent de nourriture aux poissons. L'**ÉCREVISSE À PATTES BLANCHES** apprécie également ces habitats formés qui la protègent des courants et des prédateurs. Cette espèce, particulièrement vulnérable, est menacée aujourd'hui de disparition par la prédation et la concurrence engendrées par la présence d'espèces d'écrevisses exotiques.



Chabot



Écrevisse à pattes blanches



La **LOUTRE D'EUROPE**, présente sur nos rivières, bénéficie également de la présence de ces formations tufeuses qui offrent des habitats diversifiés pour elle, mais aussi pour ses proies, pour les poissons et surtout, aujourd'hui, pour les écrevisses envahissantes.

LES ESPÈCES DE BRYOPHYTES EMBLÉMATIQUES DE NOS COURS D'EAU

L' HÉPATIQUE DES FONTAINES



Son extravagant gamétophore en forme de parapluie est utilisé pour la reproduction sexuée (ici un gamétophore mâle).



Marchantia polymorpha
Ses « corbeilles à propagules » rondes permettent une reproduction végétative équivalente au bouturage.

LA LUNULAIRE

Lunularia cruciata



Elle possède des « corbeilles à propagules » en croissant de Lune, d'où son nom. Pour sa reproduction sexuée, elle développe des gamétophores à quatre branches, d'où son nom « cruciata » qui signifie « en croix ».

L'HÉPATIQUE À LARGE THALLE

Conocephalum conicum

Elle tient son nom de son "gamétophore" en forme de cône. C'est une espèce capable d'accumuler de fortes quantités de métaux lourds, de radionucléides, de médicaments. C'est donc une espèce intéressante pour tracer les pollutions par ces éléments.



La très abondante *Polymorphe Pellia endiviifolia* aussi bien terrestre qu'aquatique, colonise les berges et les fonds de cuvette. Elle y abrite de nombreux invertébrés qui alimenteront la chaîne alimentaire jusqu'aux poissons.

PALUSTRIELLA COMMUNE

Palustriella commutata

La moins commune des bâtisseuses de tuf.

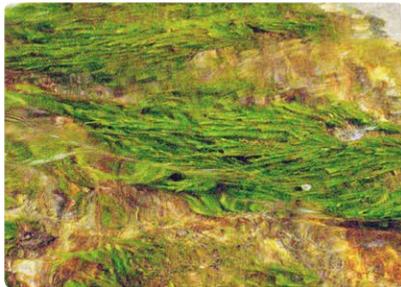


Forme en quelques endroits, de belles « boules » avec ses feuilles d'un beau port plumeux.

LA FONTINALE COMMUNE

Une mousse d'importance pour l'écosystème aquatique :

Fontinalis antipyretica



Elle constitue de grandes formations, jusqu'à plus d'un mètre de long, fixées solidement à la roche. Ces « herbiers » aquatiques abritent de nombreux alevins et d'innombrables invertébrés qui les nourriront.

Et la plus rare et patrimoniale, est une **HÉPATIQUE À FEUILLES**. Elle est présente sur le **VERS**.



⚠ Dans les galeries souterraines, **PECH MERLE, PADIRAC, LACAVE**, il n'y a pas de lumière et donc pas de photosynthèse. Pourtant il n'est pas rare d'y trouver des dépôts qui ressemblent aux barres de tuf, mais ce sont en fait des **BARRAGES NATURELS DE CALCITE** (comme les stalactites et stalagmites). Là, seule la chimie a joué !

LES BRYOPHYTES, MARQUEURS DE LA QUALITÉ DE L'EAU

Les **BRYOPHYTES AQUATIQUES** ont de nombreuses caractéristiques qui en font d'excellents indicateurs de la qualité de l'eau.



Ils n'ont pas de racine ni de **SYSTÈME VASCULAIRE** ce qui leur permet de refléter uniquement la composition physico-chimique de l'eau. Ils se développent toute l'année et leurs peuplements sont très stables dans le temps et dans l'espace. Ils peuvent accumuler très rapidement (quelques heures à quelques jours) un grand nombre de micropolluants et ne se décontaminent, pour ce qui est des métaux, qu'en quelques semaines à quelques mois, ce qui permet la détection de pollutions accidentelles passées. Leurs facteurs d'accumulation sont souvent les plus élevés de tous les compartiments de l'écosystème aquatique. Les bryophytes peuvent ainsi être utilisées pour cartographier des pollutions aux métaux lourds.

LES NOSDOCS,
INDICATEURS D'EXCÈS D'AZOTE.



Ces **AMAS GÉLATINEUX** sont en fait des colonies de **CYANOBACTÉRIES**. On les trouve sur des suintements rocheux, dans des zones de cours d'eau où la lame d'eau est faible, ou encore sur des parkings. Surnommées « crachas de lune », elles se développent là où il y a des excès d'azote. Dans les rivières et points d'eau riches en azote vont également se développer des algues filamenteuses du genre **VAUCHERIA**. Les études qui ont été menées par le **PARC NATUREL RÉGIONAL DES CAUSSES DU QUERCY** sur les cours d'eau du **VERS** et de la **RAUZE** ont permis de constater que les genres Nosdoc et Vaucheria avaient tendance à augmenter lorsque l'on se déplace de l'amont vers l'aval, démontrant ainsi une dégradation sensible de la qualité de l'eau.



BARRE DE TUF,
cours d'eau du VERS.

III

TUF

comment le gérer aujourd'hui ?

Le tuf est
un **HABITAT**
REMARQUABLE
et **PROTÉGÉ**.
Une gestion raisonnée
s'impose.

QUELS SONT LES RISQUES D'AMÉNAGEMENT NON RAISONNÉS ?



Si le mode d'intervention sur les zones de tuf est très cadré par la réglementation, c'est que parfois des opérations ont créé d'importants problèmes.

Par exemple, le **CÉOU** ou la **SAGNE** et bien d'autres cours d'eau de ce type ont été « rectifiés » 😞 dans les années 1960- 1970 en particulier, à coup d'engins motorisés. Ces travaux, au-delà de la destruction des habitats et de la modification de la morphologie du cours d'eau, entraînent une augmentation de la vitesse de circulation des cours, favorisent les risques de crues et développent des tronçons en assec.

LES OUTILS RÉGLEMENTAIRES ET CONTRACTUELS

LOI SUR L'EAU

Les interventions qui dépassent le simple entretien régulier du cours d'eau (au titre du L215-14 du CODE DE L'ENVIRONNEMENT) nécessitent une procédure au titre de la loi sur l'eau (RUBRIQUES 3150 et/ou 3120 -> fonction du volume de l'intervention et du mode opératoire).

NATURA 2000

Les formations de tufs constituent des HABITATS D'INTÉRÊT COMMUNAUTAIRE. Leur préservation fait donc naturellement partie des documents d'objectifs des SITES NATURA 2000. D'un point de vue strictement réglementaire, certains projets ou activités susceptibles d'affecter de façon notable cet habitat doivent faire l'objet d'une évaluation des incidences. Par ailleurs, au sein des SITES NATURA 2000, un accompagnement technique et financier est possible pour mener ces actions de préservation.

SAGE ET CONTRAT DE RIVIÈRE

Le SCHÉMA D'AMÉNAGEMENT et de GESTION DU CÉLÉ est un outil à portée réglementaire qui planifie aussi des actions : le CONTRAT DE RIVIÈRE CÉLÉ. Dans ce cadre, le SYNDICAT MIXTE DU BASSIN DE LA RANCE ET DU CÉLÉ porte des actions de gestion des rivières et des zones humides.

INTERVENTIONS SUR LE TUF



1 - Sommet du seuil. 2 - Échancrure manuelle : exemple d'intervention sur le tuf en cas d'enjeu inondation.

Bien souvent, il n'est pas nécessaire d'intervenir sur les accumulations de tuf mais ces formations calcaires peuvent quelquefois combler et colmater le lit de la rivière réduisant ainsi fortement l'écoulement du cours d'eau.

Ce phénomène peut aggraver les risques d'inondation notamment dans les bourgs de villages.

Dans ce cas, il peut être nécessaire de procéder à un **ARASEMENT** des concrétions de travertins, en particulier sous les ponts.

Les travaux en rivière et/ou enlèvement de tuf dans le lit d'un cours d'eau sont soumis à l'approbation des services de l'État : contacter la **Direction départementale des territoires** (DDT) de votre département ou le **technicien rivière** du secteur.

Une gestion ponctuelle se justifie principalement s'il y a un risque pour la sécurité des biens et des personnes.

En tant que riverain, il est possible, d'intervenir ponctuellement sur les concrétions de tuf en respectant la réglementation en vigueur. Par exemple, une **ÉCHANCRURE** dans une concrétion de tuf peut être réalisée manuellement dans le lit de la rivière (généralement entre avril et septembre).

La largeur de l'échancrure ne doit pas dépasser 1/3 de la largeur du cours d'eau sur 1/3 de la hauteur de la barre.



BRYOPHYTES et TUFFS
du cours d'eau du VERS,
(vue sous l'eau).

IV

LES BRYOPHYTES

les compagnons des tufs

Certains
MICRO-ORGANISMES
et **VÉGÉTAUX** entrent
en action dans la
formation des tufs.

BRYOPHYTES
Chiloscyphus polyanthos
(vue microscopique).



LES BRYOPHYTES, IL Y A DES MILLIONS D'ANNÉES

Les Bryophytes sont les premières plantes à avoir colonisé le milieu terrestre, il y a au moins 470 millions d'années (ère primaire).



Le paysage sur terre, il y a 400 millions d'années ...

À QUOI POUVAIENT RESSEMBLER les paysages à cette époque ?

Loin de l'image du gigantisme et de l'exubérance qui vient à l'esprit quand on pense aux temps lointains, les premiers pas sur terre se firent par un monde végétal miniature : les BRYOPHYTES. Il est probable que ces premières colonisations eurent lieu dans des zones très humides, marécageuses.

Ces végétaux primitifs n'ayant pas de tissus vasculaires (tissus conducteurs) pour assurer le transport de l'eau et des éléments nutritifs, leur taille était nécessairement limitée.

Les premières PLANTES VASCULAIRES (trachéophytes) sont apparues voici 430 millions d'années. Ces plantes possédaient des TRACHÉIDES, qui sont des cellules spécialisées dans le transport de l'eau et des sels minéraux. Ce fut le premier pas vers le monde végétal que nous connaissons aujourd'hui.

Les tissus vasculaires ont permis aux plantes d'avoir un port dressé et de prendre de l'envergure. Le genre COOKSONIA PARANENSIS est considéré comme la plus ancienne plante vasculaire.



Quels étaient ces premiers végétaux sortis des eaux ?
Même si des spores fossilisées ont été retrouvées laissant penser que le règne végétal a colonisé les milieux terrestres il y a environ 470 millions d'années, les premiers fossiles de plante trouvés datent de 430 millions d'années.

Cooksonia paranensis

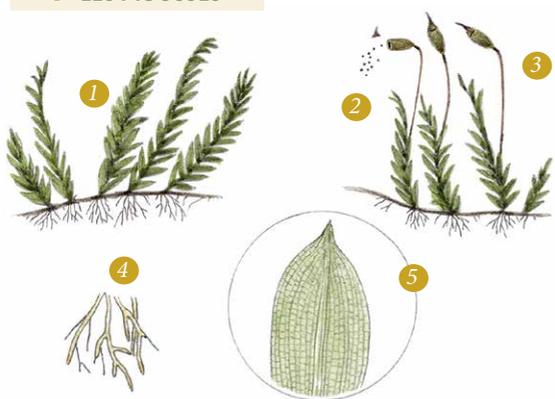
Le genre ASTEROXYLON (40 cm de hauteur maximum) a vécu au Dévonien inférieur (410 millions d'années). Cette plante montre une structure anatomique intermédiaire entre les Bryophytes et les plantes vasculaires actuelles (trachéophytes). Elle possédait des pré-feuilles (sortes d'épines sans tissus conducteurs) qui augmentaient la surface de la plante et donc l'assimilation chlorophyllienne.



LES BRYOPHYTES

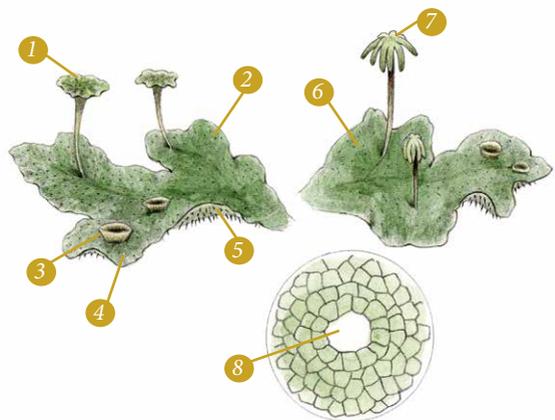
Les Bryophytes comptent plus de 20 000 espèces dans le monde.
Le terme de Bryophyte recouvre aujourd'hui :

I - LES MOUSSES



- 1 - Gamétophyte feuillé mâle.
- 2 - Capsule libérant les spores.
- 3 - Gamétophyte feuillé femelle.
- 4 - Rhizoïdes.
- 5 - Feuille.

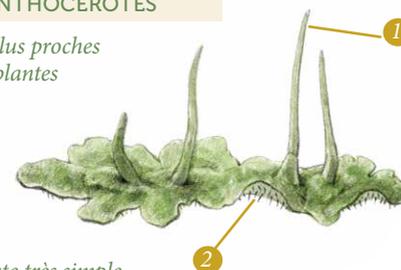
II - LES HÉPATIQUES qui ont gardé le plus de caractères.



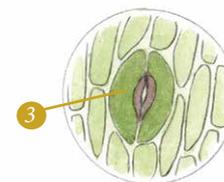
- 1 - Appareil reproducteur mâle (anthéridie).
- 2 - Thalle mâle.
- 3 - Corbeilles à propagules qui permettent une reproduction asexuée.
- 4 - Forme similaire aux lobes d'un foie à l'origine du nom «hépatique».
- 5 - Pores aérifères ouverts en permanence.
- 6 - Thalle femelle.
- 7 - Appareil reproducteur femelle (archégone).

III - LES ANTHOCÉROTÉS

Ce sont les plus proches parents des plantes vasculaires.



- 1 - Sporophyte très simple.
- 2 - Rhizoïdes (permet de se fixer au substrat).
- 3 - Présence de stomates: évolution du monde végétal facilitant la respiration à l'air libre, avec la possibilité de s'ouvrir et de se fermer.



ANTHOCÉROTE.



Cratoneuron filicinum.



La Palustrielle Commutata est une MOUSSE EMBLÉMATIQUE, caractéristique des formations tuffeuses.

LES BRYOPHYTES, HISTOIRE D'UNE NAISSANCE

Si les bryophytes présentent des caractères de végétaux simplifiés, leur reproduction n'en est pas moins complexe.

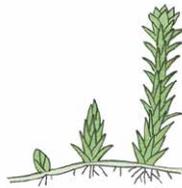
Tout comme les CHAMPIGNONS, les LICHENS ou encore les ALGUES, les BRYOPHYTES ne possèdent pas de fleur. La dissémination ne se fait pas par graines (comme chez les spermatophytes,) mais par spores. La spore, une fois dispersée par le vent, l'eau ou les animaux, germe en un filament (protonéma) sur lequel naissent des bourgeons, futurs nouveaux pieds.

Les **SPORES (1)** sont répandues. Sous l'effet de l'hydratation, la paroi s'ouvre et un filament, le **PROTONÉMA (2)** s'allonge puis se ramifie (**3**).

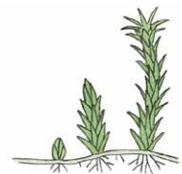


Les tiges se développent et des feuilles apparaissent pour donner une partie végétative appelée le **GAMÉTOPHYTE (p.31)**. Certains portent les cellules reproductrices mâles et d'autres femelles.

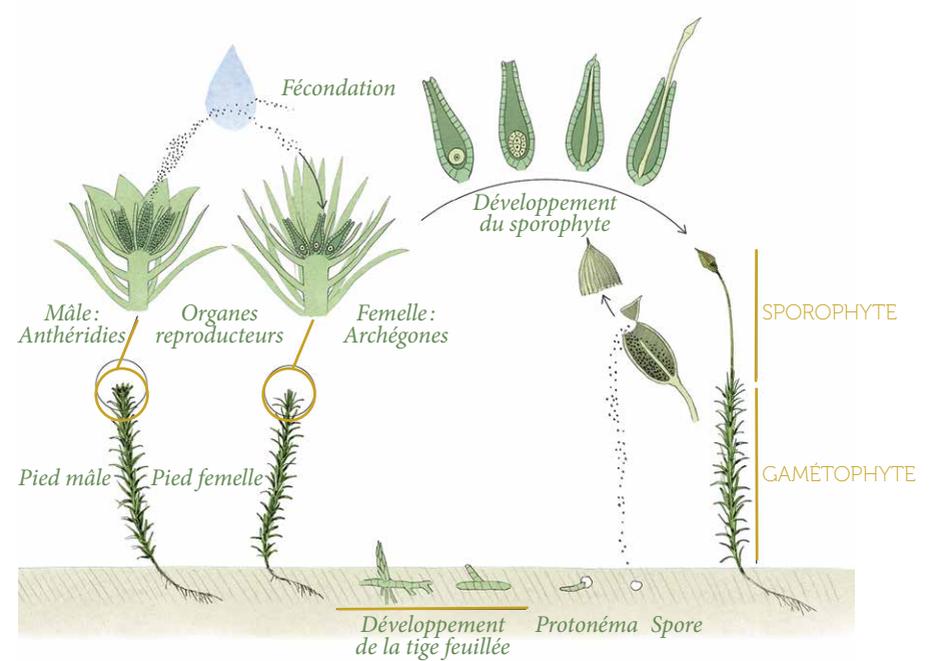
En présence d'eau, les cellules mâles se déplacent vers les cellules femelles où il y a fécondation. Dès lors, une multiplication cellulaire aboutit au développement du **SPOROPHYTE (p.31)**.



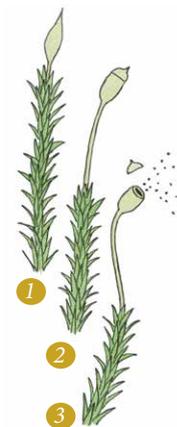
Gamétophore MÂLE : produit l'équivalent des spermatozoïdes.



Gamétophore FEMELLE : produit l'équivalent des ovules.



DÉVELOPPEMENT DU SPOROPHYTE JUSQU'À LIBÉRATION DES SPORES

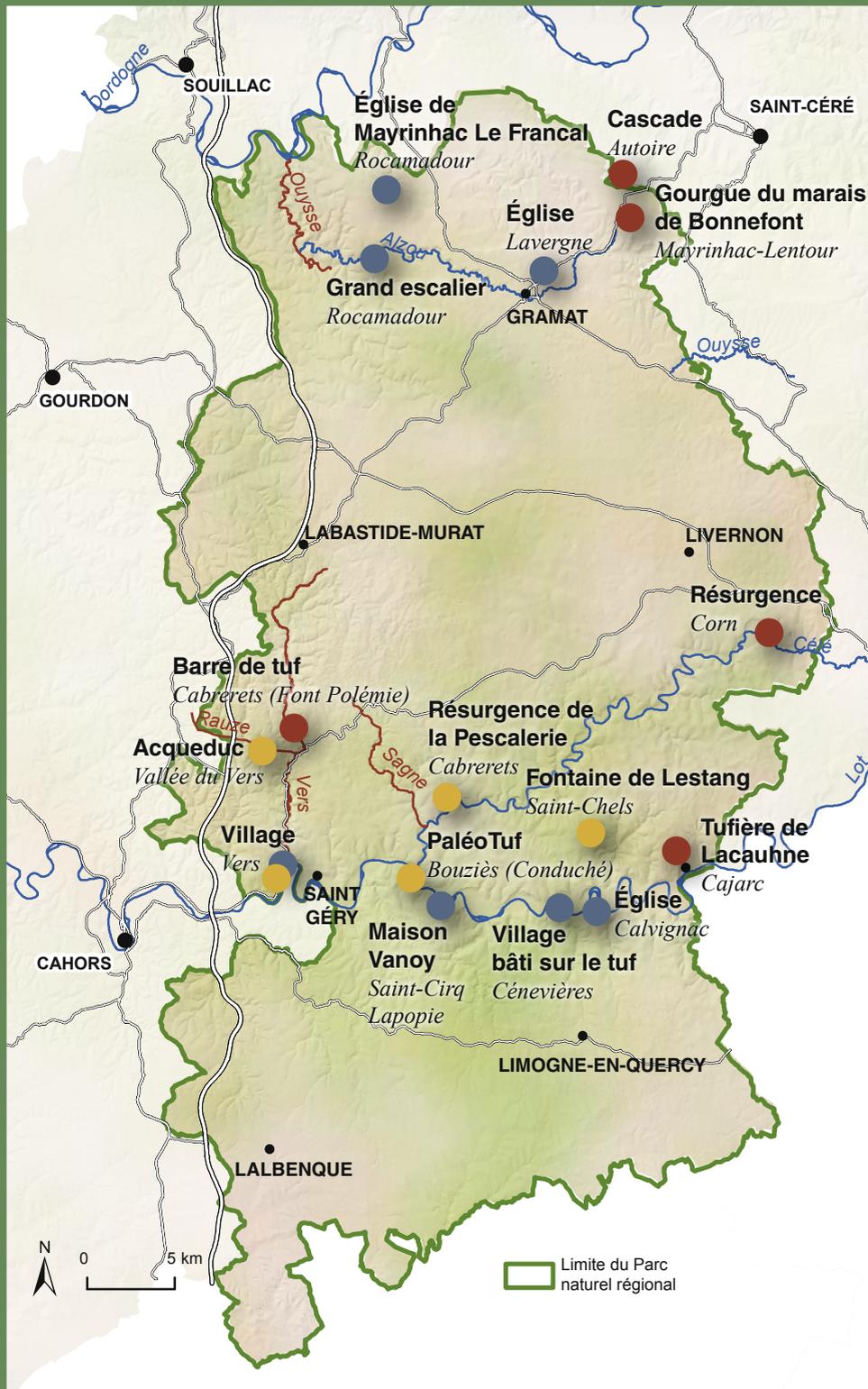


Les organes de reproduction mâle et femelle sont minuscules et peuvent être portés soit par la même plante soit par des plantes différentes. Dans ce dernier cas, on parlera donc de pieds mâles et de pieds femelles.

Le **SPOROPHYTE** reste accroché au pied femelle le temps de son développement et reste dépendant du **GAMÉTOPHYTE**. Il ne se développe que le temps de réaliser la reproduction sexuée ce qui permet à la plante, sauf accident, de poursuivre son développement.

Dans certains cas, les mousses peuvent également se disperser par clonage via des organes particuliers (propagules) ou via fragmentation de l'individu.

- 1 - Jeune sporophyte. 2 - Sporophyte mature.
- 3 - Libération des spores contenus dans la capsule.



TUF

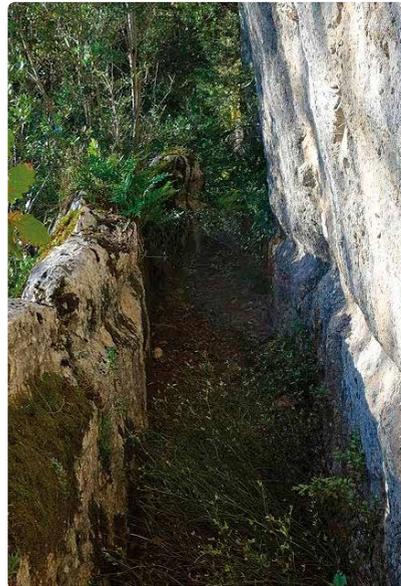
*à voir
et à découvrir*

- TUF, TÉMOINS DU PASSÉ DES CAUSSES DU QUERCY
- TUF, « AU NATUREL » D'AUJOURD'HUI
- TUF ET VILLAGES
- TUF, « AU NATUREL » DANS LES COURS D'EAU

LES USAGES D'AUTREFOIS

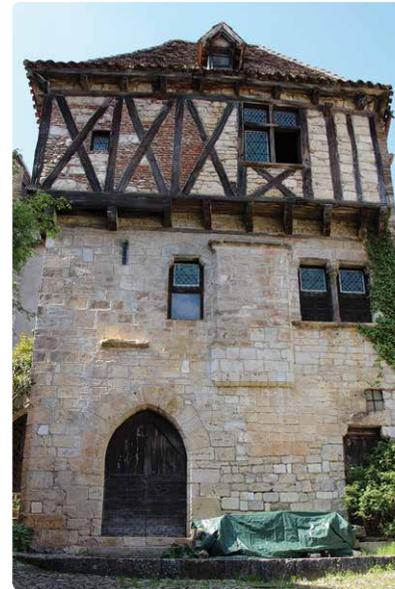
Les **TRAVERTINS** sont connus dans le monde entier où ils sont exploités comme pierres de taille, en dallage ou ornement. Les romains se servaient déjà des concrétions calcaires comme matériaux de construction. Ainsi, il a été observé sur certaines portions de l'aqueduc de **DIVONA-CAHORS** des éléments calcaires choisis sur le modèle des lauzes, avec parfois du tuf pris dans le ruisseau pour édifier la clef de voûte du canal.

Ils ont souvent servi à l'édification de monuments. Sur les bords du **VERS** ou de la **SAGNE**, le travertin a souvent été valorisé dans la construction du bâti local (cheminées, murs...).

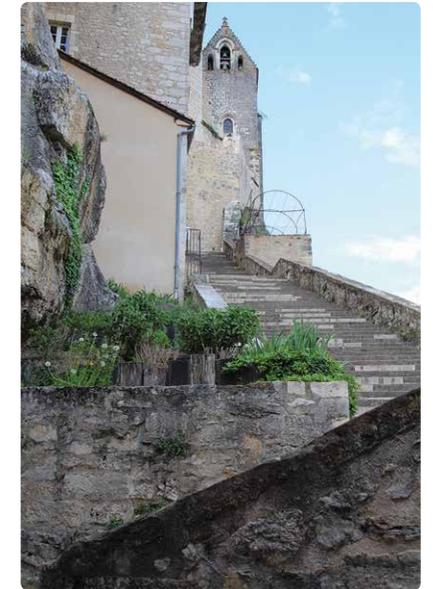


● Aqueduc romain, à flanc de falaise au-dessus du village de **VERS**.

Plus anecdotique, des artistes ont réutilisé ce matériau pour le valoriser en œuvre d'art. Ainsi, le sculpteur Mathias Tujague (*résidence des **ATELIERS DES ARQUES***) a façonné des concrétions calcaires issues de blocs de tuf ramassés au bord d'un ruisseau.



● La Maison Vanoy à **SAINT-CIRQ LAPOPIE**. Les travertins servent de hourdis entre les panneaux de bois.



● Le grand escalier à **ROCAMADOUR** a été façonné à l'aide de mœllons de travertins mélangés à des mœllons calcaires.



1 - Travertins. 2 - Briques. 3 - Bois.



1 - Travertin. 2 - Pierres calcaires.

TUF, TÉMOINS DU PASSÉ DES CAUSSES DU QUERCY

Voici quelques points d'intérêt pour découvrir le tuf sous toutes ses formes sur le territoire des CAUSSES DU QUERCY.



Sur certains tronçons de L'AQUEDUC DIVONA-CAHORS, il est possible de retrouver des traces du tuf qui s'est déposé sur les rebords. Cet enduit calcaire s'est formé au moment où le canal était encore actif (point visible sur la route de COURS).

RÉSURGENCE DE LA PESCALERIE À CABRERETS



Ce site privé ne se visite pas, mais vous pourrez facilement le voir depuis la route qui suit la VALLÉE DU CÉLÉ. Le moulin à eau de la PESCALERIE est construit sur une résurgence, au pied de la falaise. Le très haut mur de son bassin d'alimentation a progressivement été recouvert par le tuf au cours des décennies.

TUF, « AU NATUREL » DANS LES COURS D'EAU

Avec un œil exercé, vous pourrez trouver du tuf ici et là.

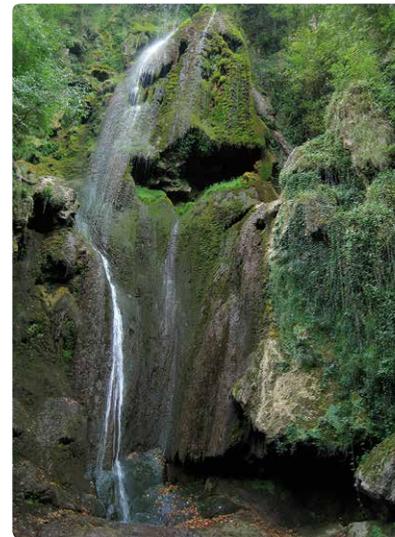


Dans les falaises de presque toutes les VALLÉES DU CAUSSE, à la faveur d'écoulement parfois temporaires ou aujourd'hui disparus. Dans la vallée de l'ALZOU et de l'OUYSSÉ, le tuf a bien souvent recouvert les seuils des MOULINS moyenâgeux.

TUF, « AU NATUREL » D'AUJOURD'HUI



Le village de CORN est construit sur le tuf que le joli ruisseau issu de la résurgence dépose encore aujourd'hui.



Le tuf peut engendrer de belles cascades sur nos cours d'eau. L'une des plus majestueuses est certainement celle d'AUTOIRE.

LA RÉSURGENCE DE LA GOURGUE À MAYRIHNAC-LENTOUR



En plein cœur de la Réserve naturelle régionale du MARAIS DE BONNEFONT, se cache la source de la GOURGUE. Totalement immergée sous les eaux du marais, elle ne se laisse deviner que par la végétation aquatique mouvementée et de petites bulles. En suivant le sentier, près de la source de la GOURGUE, vous pourrez voir quelques blocs cassés de ce tuf très ferrugineux, comme en témoigne sa couleur rougeâtre.



L'eau émerge de cette résurgence particulière – PUIXS ARTÉSIEUX – sous une forte pression, qui entraîne un dégazage et un dépôt du calcaire sous forme de tuf.



TUPIÈRE DE LACAUNHE À CAJARC



Le site est bien visible depuis le chemin (GR65). On peut remarquer deux épisodes de formation de tuf juxtaposés : l'une est encore active (à gauche), au niveau de l'émergence perchée, l'autre a été stoppée lorsque la source s'est retrouvée asséchée.

Le **VERS**, la **SAGNE**, le **CÉOU** comme bien d'autres petits ruisseaux du Causse sont jalonnés de belles barres tufeuses.

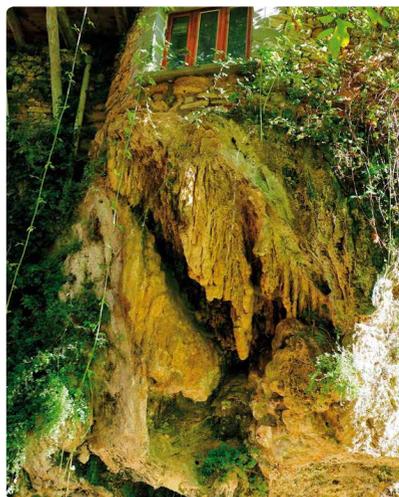
BARRES DE TUF sur le cours d'eau du **VERS**



Un site particulièrement joli à découvrir sur le **VERS** se situe au niveau de **FONT POLÉMIE**. Longer le ruisseau à l'exutoire du lavoir sur 50 m jusqu'au **VERS** et vous pourrez admirer toute la richesse qu'offre le tuf à la rivière...

TUF ET VILLAGES

Le tuf est également présent dans les villages. Avec un œil attentif, vos déambulations vous permettront de belles observations.

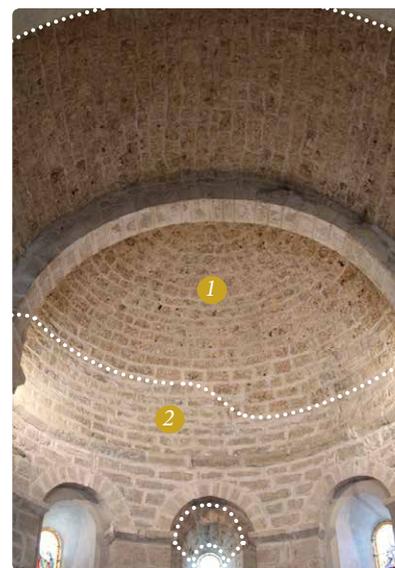


En contrebas du village de **VERS**, au bord de la rivière, vous pourrez voir une maison bâtie sur un éperon d'un ancien tuf, témoin de l'enfoncement passé des rivières du **QUERCY**.

VILLAGE DE CÉNEVIÈRE

😊 Le **GIROU** issu de la résurgence de **TROU MADAME** a déposé de grande quantité de tuf sur tout son parcours. La plupart de cette roche n'est que peu visible à l'affleurement car il a été intensément exploité pour la construction des fours et linteaux.

L'ÉGLISE SAINTE-BLAISE À LAVERGNE



La voûte en demi-coupe du cœur de l'église de Lavergne est composée de tuf (1) posé sur les blocs de calcaire (2). Le tuf étant un matériau plus léger est utilisé ici pour amoindrir la charge. Les blocs de travertins font office de décoration dans l'encorbellement de l'alcove centrale.

Il est possible de voir d'autres églises où le tuf a été utilisé comme moyen de construction : par exemple l'**ÉGLISE SAINT-MARTIN À MAYRINHAC LE FRANCAI** à **ROCAMADOUR** au niveau de l'embrasement des fenêtres ou bien l'**ÉGLISE DE CALVIGNAC** avec sa voûte construite en travertin.

Syndicat du bassin
de la Rance et du Célé



CE LIVRET "LE TUF DES RIVIÈRES DES CAUSSES DU QUERCY", COLLECTION "DÉCOUVRIR" ÉDITÉ PAR LE PARC NATUREL RÉGIONAL DES CAUSSES DU QUERCY, A ÉTÉ RÉDIGÉ EN COLLABORATION AVEC LE SYNDICAT MIXTE DU BASSIN DE LA RANCE ET DU CÉLÉ.
UNE COLLECTIVITÉ AU SERVICES DES USAGERS, DE LA RESSOURCE EN EAU ET DES MILIEUX AQUATIQUES.

LE PARC NATUREL RÉGIONAL DES CAUSSES DU QUERCY REMERCIÉ TOUS LES AUTEURS.

DIRECTRICE DE PUBLICATION : CATHERINE MARLAS – COORDINATION DU PROJET : SÉBASTIEN DURAND.
REMERCIEMENT AUX RELECTEURS ET CONTRIBUTEURS : L'ÉQUIPE TECHNIQUE DU PNRQ ET DU SMBRC, IVAN BERNEZ, JULIE COUDREUSE, ISABELLE CHARISSOU, PHILIPPE GERRIENNE, JACQUES PAGES, LAURENT FRIDRICK (FPPMA46), LAURENT BOULET, GUY ASTRUC. CRÉDITS PHOTOGRAPHIQUES © : PNRQ, SMBRC, JACQUES PAGES, PHILIPPE GERRIENNE, YANNICK GOUGUENHEIM - IMAGE-RIVIERE.COM / PNRQ, LAURE BEX, SONIA RECCOPE, GUY ASTRUC, GILLES ROSSIGNOL, LES TAXINOMES KRIST29, S. VALETTE, PÉLAPRAT (BILJARA), MARC ESSLINGER / LPO LOT. DESSINS : VALENTINE PLESSY, MUSEUM IN DEN HAAG. CARTE : BD TOPO IGN (RÉALISATION : PNR DES CAUSSES DU QUERCY, FD - 2017). COUVERTURE : PHOTO DU HAUT © : GEOFRUY SÉVENO / PNRQ. PHOTO DU BAS © : YANNICK GOUGUENHEIM - IMAGE-RIVIERE.COM / PNRQ. CRÉATION GRAPHIQUE : LAURE BEX. IMPRESSION : IMPRIMERIE BOISSOR. IMPRIMÉ EN 4000 EXEMPLAIRES SUR DU PAPIER ISSU DE FORÊTS GÉRÉES DURABLEMENT. JUIN 2017.