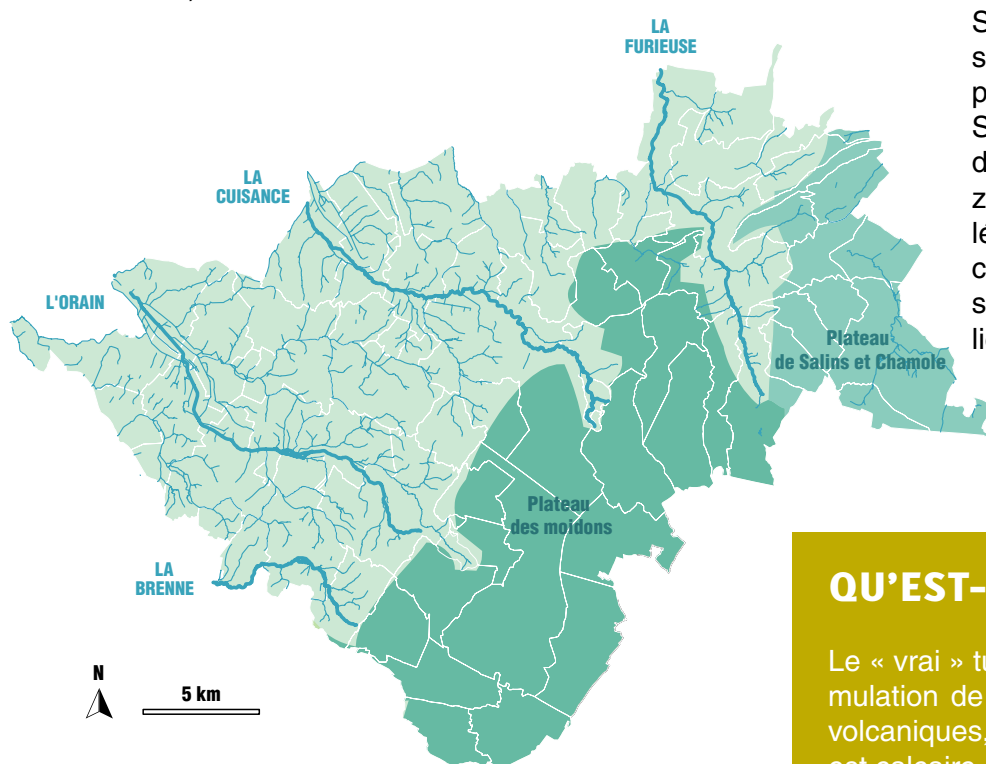


AU CŒUR DES COURS D'EAU KARSTIQUES

Bienvenue chez les Tufs

Le territoire de la Communauté de communes Arbois Poligny Salins Cœur du Jura comporte plusieurs entités paysagères entre plaine et montagne (de 220 à 850 m) avec la succession d'ouest en est de la Plaine bressane, de la zone de collines du Revermont, des reculées (Salins-Les Bains, Les Planches-Près-Arbois, Vaux-Sur-Poligny et Saint Lothain), du 1^{er} plateau et du second plateau (secteur de Salins).

Les rivières de la Communauté de communes sont fortement influencées par cette géographie et la géologie du territoire, leur répartition en découle. Ce paysage est parcouru par plusieurs cours d'eau dont la longueur totale cumulée est de l'ordre de 564 km. Les quatre rivières principales sont, du sud au nord : la Brenne, l'Orain, la Cuisance et la Furieuse.



Sur le premier plateau, les cours d'eau sont souterrains et réapparaissent en plaine sous forme d'exurgences.

Si la plaine bressane est constituée de cailloutis fluvio-glaciaires, les zones plissées faillées (colline, reculée et plateaux) sont constituées de calcaires et de marnes. Ces derniers, sous l'action du climat, forment un relief dit karstique¹.

QU'EST-CE QUE LE TUF ?

Le « vrai » tuf est volcanique, formé par accumulation de cendres et fragments de roches volcaniques, tandis que le tuf de la Cuisance est calcaire. On devrait le nommer travertin.

Tout comme le robinier faux-acacia que l'on confond avec le « vrai » acacia, ou encore les marrons chauds pour désigner en fait des châtaignes grillées, le terme « tuf » employé en système karstique est un abus de langage. Persistant dans le langage courant, nous garderons le terme de tuf pour ne pas égarer les lecteurs.

Le système karstique

Ces phénomènes ont été étudiés pour la première fois sur un haut plateau rocheux calcaire entre l'Italie et la Slovénie près de la ville de Kras. Le mot slovène «Kras» a été germanisé pour devenir «Karst». Ce terme, adopté par la communauté scientifique, s'est ensuite répandu à toute région de la planète présentant des phénomènes similaires.

Le karst est une structure géomorphologique constituée de formes de relief.

Ces formes peuvent être :

- superficielles : reculées, ouvalas, dolines, lapiaz, pertes, résurgences, poljés, etc.
- souterraines : gours, nassis, grottes, gouffres, etc.



Tuf calcaire
©R. Curtet

Tuf volcanique
©Y. Lemeur

¹Bichet V. et Campy M. 2008. Montagnes du Jura, géologie et paysages. NEO éditions. p.303

La dissolution du calcaire

Au contact de la végétation et des sols qu'elle traverse, l'eau de pluie se charge en gaz carbonique (le sol est plus riche en gaz carbonique que l'air). Elle devient de ce fait plus acide, augmentant encore son pouvoir dissolvant. L'eau érode le calcaire en surface et s'infiltre dans les fissures puis dans les galeries calcaires du massif jurassien, qu'elle contribue à agrandir lors de son passage.

Après son cheminement souterrain, l'eau réapparaît sous forme d'exurgence.

A sa sortie, l'eau chargée en calcium subit des modifications chimiques importantes :

- décompression du CO² dissous dans l'eau ;

- augmentation de la température ;
- turbulence de l'eau ;
- présence de végétaux, en particulier des bryophytes et des cyanobactéries qui s'encroûtent sous l'effet des dépôts.

De ce fait, le carbonate de calcium dissous se reforme et se dépose dans l'eau puis sur les végétaux qui vont ainsi s'encroûter et créer divers édifices tufeux. On dit parfois que l'eau de ces sources est pétrifiante¹ quand le phénomène est localisé. Sur le territoire de la Communauté de communes, cet habitat est d'une autre ampleur puisqu'on le rencontre sur presque 6 km du cours d'eau.

¹**Voir ici** les sources pétrifiantes de Saint-Nectaire, Réotier, Clermond-Ferrand, etc., où était pratiqué l'art de la pétrification.

AU CŒUR DES COURS D'EAU TUFEUX

En France, les écosystèmes tufeux sont rares car ils se développent sous des conditions très particulières (comme précisé précédemment). Autrement dit, le tuf est typique des milieux karstiques.

On retrouve cet habitat dans les systèmes montagnards essentiellement (Jura, Alpes, Pyrénées), sur les côtes de Bourgogne, le sud de la Lorraine, et, de manière éparse mais constante, dans le sud-est de la méditerranée.

Le tuf est présent partout dans le monde et parfois de façon spectaculaire.

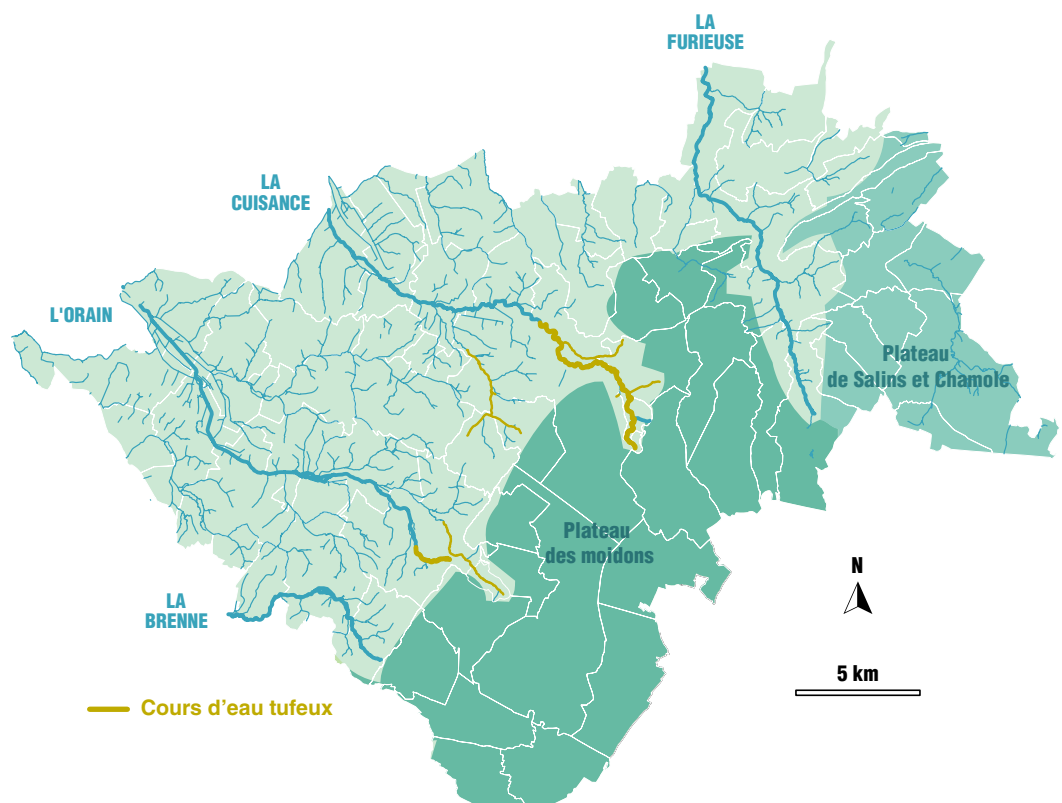
Voici quelques sites célèbres :

Hierve el Agua (Mexique), Badab-e Surt (Iran), Bagni San Filippo (Italie), Mammoth Hot Springs (USA), **Pamukkale** (Turquie), Huanglong (Chine), etc.

Sur le territoire de la Communauté de communes Cœur du Jura

Il est parcouru par plusieurs cours d'eau en partie tufeux.

Pour le bassin versant de l'Orain, dans le secteur de Poligny, la Glantine est tuffeuse de la source à la ville ; on peut également ajouter l'Orain avec un petit secteur très amont allant de la source à la sortie de Poligny.



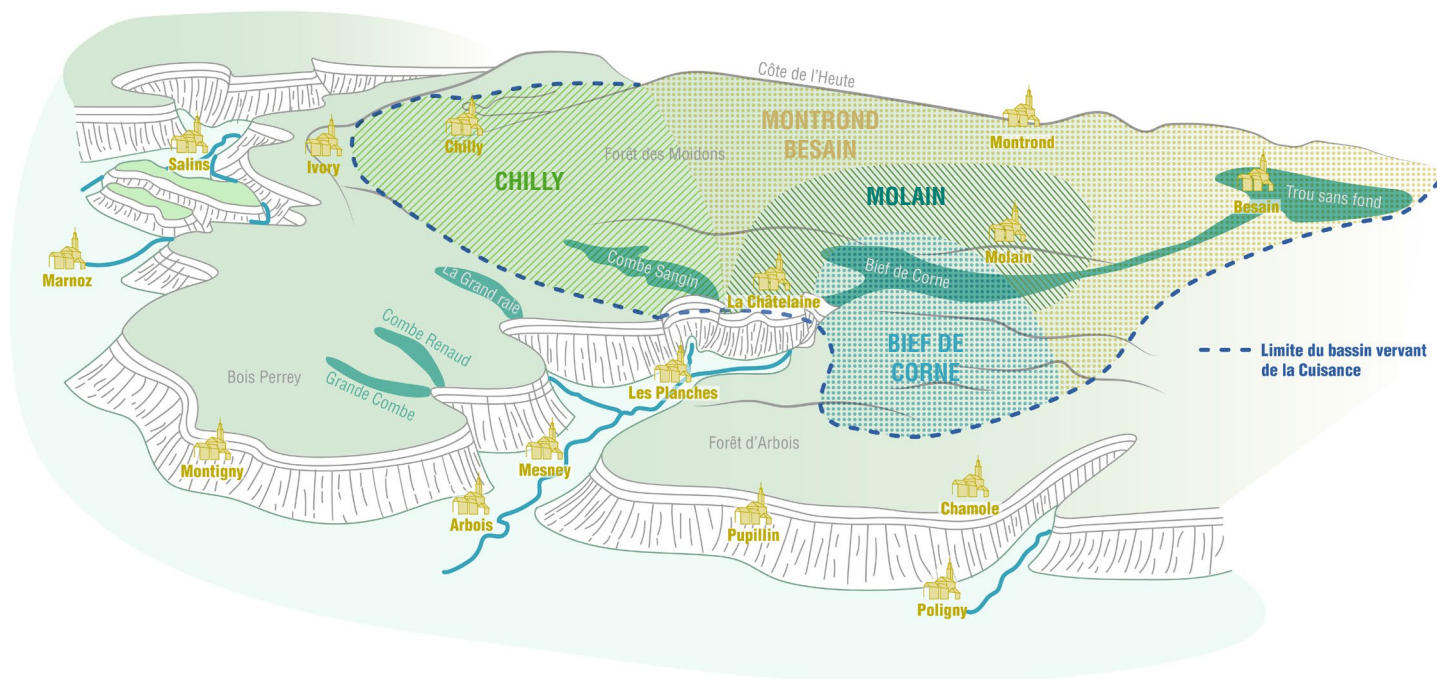
Pour le bassin versant de la Seille, du côté de Saint Lothain, pas de zones à tuf sur la Brenne et ses affluents.

Du côté du bassin versant de la Furieuse, il n'y a pas ou très peu de tuf : la Gouaille, le ruisseau de Blégny, le Bief des Roussets, le Todeur, le Ruisseau d'Ivrey, et la Vache à Pretin ne présentent pas de développements de tuf significatifs. Ils ne sont pas incrustés et leur lit comporte encore galets et gra-

viers. A noter cependant une belle petite cascade tufeuse au Gour de Conche sur le Todeur. Mais nous ne sommes plus sur le territoire de la communauté de communes.

Pour le bassin versant de la Cuisance, le tuf ne manque pas :

Du côté de Builly : le ruisseau de l'Echenaud (affluent du Glanon) est tufeux depuis sa source à sa confluence avec le ruisseau des Grands Prés. Le Glanon l'est également dans sa partie amont.



Limite du bassin versant de la Cuisance, et de ses 4 sous-bassins (Chilly, Montrond Besain, Molain et Bief de Corne) d'après la thèse de F. Dubreucq 1987. Chimisme des eaux de la Cuisance en amont d'Arbois

La Cuisance, un cas exemplaire de rivière tufeuse

La Cuisance est un cours d'eau remarquable du fait de ses formations tufeuses, rares à l'échelle de la France.

Cette rivière se jette dans la Loue après un parcours de 36 kilomètres depuis les deux exurgences de la reculée ; elle est alimentée par 14 affluents principaux et son bassin versant fait environ 100 km².

La Cuisance est tufeuse sur environ 4 km, de sa « source » jusqu'à la sortie d'Arbois et présente de nombreux édifices remarquables, notamment des cascades : les tufs, le Gou à Bati, le Dérochoir, l'ancien abattoir d'Arbois (aujourd'hui caché par une re-

tenue d'eau), la cascade de la rue du Château près de l'église Saint Just, celle plus petite de la maison Pasteur pour ne citer que les plus grandes.

Plusieurs affluents de la Cuisance sont également tufeux: Ruisseau du Cul du Bray (ou Ruisseau du Grand Mont sur la carte), ruisseau de Javel, partie amont du Ruisseau des graviers et Glanon.

Grande Source et Petite Source de la Cuisance : des différences qui étonnent

La Petite Source (vers la cascade des tufs) est tu-feuse, tandis que la Grande Source (grotte des Planches) ne l'est pas.

Tout d'abord, la thèse de F. Dubreucq montre qu'il existe une différence dans la chimie des eaux et de plusieurs sous-bassins qui alimentent la Cuisance. Celui de la Grande Source de la Cuisance présente un sous bassin versant qui concerne le secteur d'Ivory où l'épaisseur des sols est importante et protège la roche calcaire de l'érosion, à contrario le sous-bassin versant de la Petite Source de la Cuisance présente des sols squelettiques où la roche affleure (Bief de Corne, Molain, forêt de Malrocher...). De ce fait, sans couverture pédologique ou presque, l'eau érode plus facilement le calcaire qu'elle dissout et transporte sous terre.



*Petite Source en crue sortant au Cul des Forges à Arbois.
Photo prise le 11 novembre 2012. ©P. Collin*



Magnifiques concrétions dans la Galerie des glaces, grotte de la Baume du Coudrier ©R.Lutz

¹Roger Lutz. 2019 La baume du Coudrier - Patrimoine et trésor jurassien. Metajura 184 pages

Les spéléologues qui connaissent très bien les réseaux en question apportent d'autres éléments contribuant à une explication sur ce phénomène ; notamment le Cercle Arboisien de Recherches Spéléologiques qui est à l'origine de la découverte de la superbe grotte du coudrier dans la reculée des Planches¹. La Petite Source a un réseau souterrain de l'ordre de 70 km, soit 7 fois plus important que la Grande Source. Les spéléologues savent aussi que les deux réseaux ont des connexions entre eux.

De plus, le régime de sortie diffère selon les deux sources.

Le régime de sortie est dit «binaire» pour la Grande Source, c'est-à-dire qu'il est soit «en crue» en cas de fortes chutes de pluie, soit «à l'étiage».

Ces conditions ne permettent pas la formation régulière de tuf.

Le régime de la Petite Source est beaucoup plus régulier, ce qui permet des dépôts plus importants et réguliers. En effet, il existe des réservoirs souterrains naturels à proximité de la Source qui garantissent une plus grande régularité des débits. La Petite Source de la Cuisance n'est jamais à sec, même lors des sévères sécheresses récentes.



Grande Source vue depuis le belvédère des grottes ©P. Collin



Pendant les épisodes de fortes pluies, l'eau sort par toutes les infrastructures présentes dans le sol.

*Petite Source en crue sortant au Cul des Forges à Arbois.
Photo prise le 15 juillet 2021. ©P. Collin*

Les Formations tufeuses de la Cuisance

Le dépôt du tuf prend diverses formes dans la rivière : gours, nassiss, et cônes tufeux. Les feuilles, les tiges et les racines des végétaux sont fossilisés lorsque le tuf se dépose. C'est ce procédé qui crée de véritables édifices, les végétaux y jouent un rôle important en constituant des points de fixations favorables à l'édification des constructions tufeuses ».



Exemple de gours et nassiss de la Haute Cuisance, en amont de la Cascade des Tufts aux Planches-près Arbois. ©P. Collin

Flore et Faune

- Flore :

La nature particulière des habitats tufeux entraîne un peuplement végétal spécifique essentiellement constitué de bryophytes (mousses). On y retrouve également des formations uniques avec des encroûtements de cyanobactéries et des formations d'algues. L'ensemble de ces habitats est reconnu d'intérêt communautaire par la directive européenne habitat faune flore.

Parmi les espèces spécifiques de bryophytes, on peut citer : *Palustriella commutata*, *Cratoneuron filicinum*, *Philonotis calcarea*, *Conocephalum conicum*, *Pellia endiviifolia*, *Brachythecium rivulare*.

- Faune :

La faune de la Cuisance est adaptée à des conditions de vie particulières (eaux rapides, oxygénées et fraîches). On y trouve de nombreux invertébrés, parmi lesquels crustacés, perles et éphémères servent de nourriture aux chabots, cincles plongeurs et bergeronnettes des ruisseaux, tandis que le martin pêcheur ne s'intéresse qu'aux poissons. La truite fario consomme invertébrés et poissons (vairon, blageon et chabot). Les libellules sont aussi bien présentes le long du cours d'eau et une espèce peut être associée aux formations tufeuses : le cordulégastre bidenté.

Cordulégastre bidenté
©T. Morvan



Le cordulégastre bidenté est une grande libellule noire rayée de jaune. Il se reproduit dans les eaux courantes de faible importance et ombragées : sources (tufeuses), ruisseaux, ruisselets, exurgences et suintements, principalement en contexte forestier aux étages collinéens et montagnards. Ces milieux peuvent par ailleurs être asséchés pendant l'été. Les paysages boisés de feuillus clairsemés du fond de la reculée lui conviennent parfaitement. Le développement larvaire dure 2 à 6 ans dans le sédiment des parties calmes des eaux courantes. La larve peut survivre à un assèchement de 2 mois, elle peut ainsi se contenter d'un mince filet d'eau intermittent que l'on trouve régulièrement dans les suintements tufeux de la reculée.



Groupement d'algues à *Vaucheria* dans le ruisseau du Grand Mont. Les formations à *Vaucheria* accompagnés de cyanobactéries du genre *Lyngbia* et de diatomées caractérisent les zones de courant rapide et de turbulences des cours d'eau tufeux. ©P. Collin

Les végétaux caractéristiques des cours d'eau karstiques et tufeux sont essentiellement des bryophytes. Pris au sens large ce mot s'applique aux trois embranchements de plantes terrestres qui ne possèdent pas de vrai système vasculaire : les Hépatiques, les Anthocérotes et les Bryophytes (au sens strict ou « mousse »).



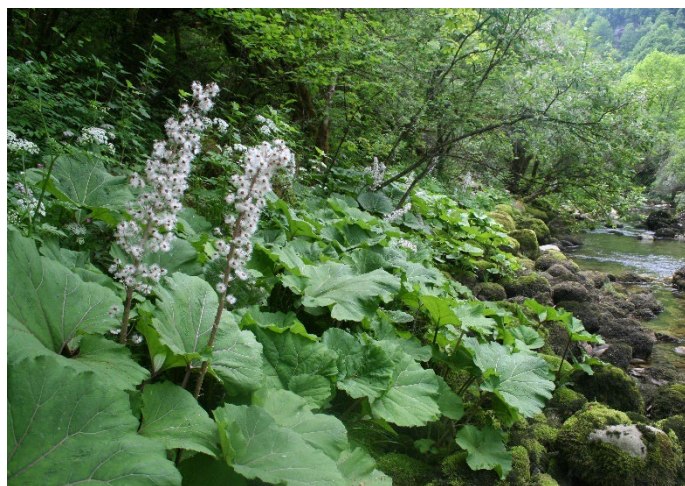
La *Brachythecium rivulare*, cette vraie bryophyte semi-aquatique est caractéristique des groupements tufeux où elle occupe la zone de contact avec l'eau, ici à la cascade des tufs. ©P. Collin



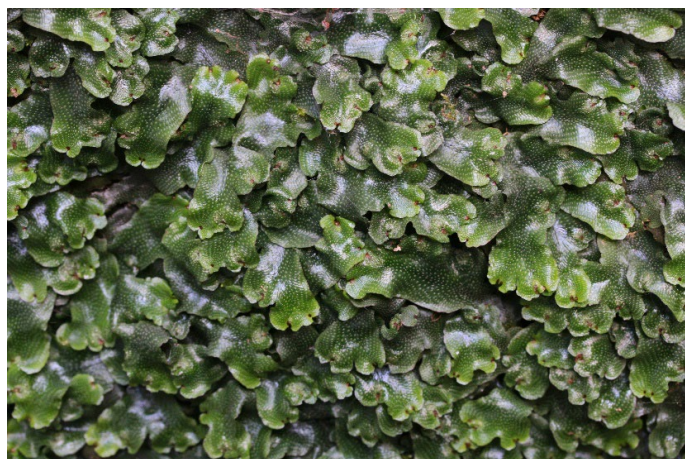
Les forêts riveraines des cours d'eau tufeux sont dominées par l'érable sycomore (*Acer pseudoplatanus*) et le frêne commun (*Fraxinus excelsior*) accompagnés de la lathrée écaillée (*Lathraea squamaria*). A cause de la chalarose, champignon exotique invasif, le frêne commun est en train de disparaître ([cliquez ici](#)). ©P. Collin



La *Marchantia polymorpha* est une élégante hépatique dioïque (ici un individu femelle reconnaissable à ses « chapeaux » digités, les archégoniophores) des cours d'eau rapide, plutôt calcaires et riches en cailloux ; ici au Dérochoir. ©P. Collin



Le Pétasite hybride (*Petasites hybridus*), ou chapeau du diable est une espèce de la famille des marguerites qui fréquente presque exclusivement les mégaphorbiaies (groupement de grandes herbes) des rives des cours d'eau à tendance torrentueuse et des ourlets ripicoles de petites rivières de montagne. ©P. Collin



Le *Conocephalum conicum* est une hépatique caractéristique des cours d'eau tufeux, où elle tient compagnie à l'espèce précédente. ©P. Collin



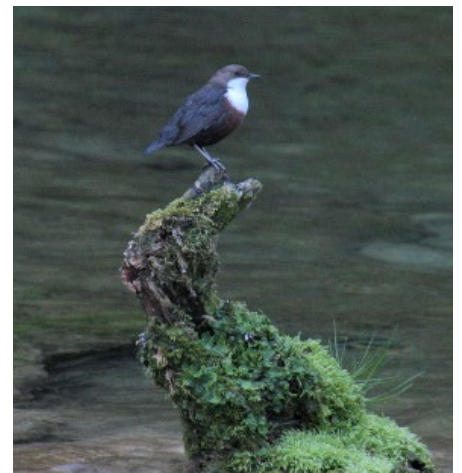
Larve de Cordulégastré annelé (*Cordulegaster boltonii*) dans un ruisseau de la reculée du Cul du Bray, cette cousine du cordulégastré bidenté (*Cordulegaster bidentata*) aime les cours d'eau rapides et oxygénés. On la trouve également parfois dans des zones de source et les suintements où elle peut survivre, comme sa cousine, jusqu'à deux ans dans une très faible quantité d'eau. ©P. Collin



Une perle (Plécoptère). Ces invertébrés constituent un ordre de 150 espèces environ. Ces insectes aquatiques sont couramment appelés perles ou mouches de pierre. Il s'agit d'une espèce rhéophile, c'est-à-dire qui vit dans les eaux courantes et bien oxygénées. Carnivores, les larves chassent sur le fond du cours d'eau. Leur corps aplati permet de le plaquer sur le sol, leurs griffes et leurs pattes robustes permettent un déplacement aisé dans les zones à fortes turbulences. Après deux à trois ans de vie larvaire, les larves-nymphes remontent vers la surface, très souvent au crépuscule ou pendant la nuit. Les plécoptères sont tous retenus comme des indicateurs faunistiques de la qualité de l'eau lors d'un **IBGN** (indice biologique général normalisé). ©J. Ryelandt



Le *Caloptéryx vierge* (*Calopteryx virgo*) est une demoiselle très commune en France aux abords des cours d'eau. L'espèce s'observe facilement en juillet le long de la Cuisance. Mâles et femelles présentent un fort dysmorphisme sexuel : les mâles ont le corps bleu-vert métallique tandis que le corps de la femelle est vert métallique. Larve et adulte sont carnivores. ©P. Collin



Devant la cascade des tufs, le Cincle plongeur (*Cinclus cinclus*) expose sa caractéristique poitrine blanche. Comme tous les animaux vivant dans ces cours d'eau rapides, le cincle est remarquable par son adaptation aux courants qui lui permet de rechercher les invertébrés dont il se nourrit (perles, éphémères, etc.). Pour cela il marche littéralement au fond de la rivière, s'aidant de ses ailes qu'il utilise pour lutter contre le courant et se maintenir au fond. ©P. Collin



Un animal que l'on imagine plutôt sur les falaises, surpris par un photographe lors d'un épisode de crue de la Cuisance. Cela ne fait toutefois pas du Chamois (*Rupicapra rupicapra*) un animal aquatique. ©C. Poncet

Habitat pauvre

Le tuf est un habitat rare et remarquable, mais ses dépôts ont tendance à cimenter et homogénéiser le fond du lit de la rivière en faisant disparaître toutes aspérités et creux. De ce fait, les poissons ont du mal à trouver des caches pour s'abriter et se nourrir, même si les racines des arbres en bord de berge constituent des abris pour la faune aquatique.



Vélo retrouvé à l'entrée du bief d'un moulin d'Arbois, le tuf recouvre l'ensemble de la bicyclette. ©P. Collin

Pourquoi faut-il le protéger ?

La notion de protection est envisagée sous deux angles : le niveau de rareté et le niveau de menace. Cet écosystème complexe est à la fois rare et menacé, il convient de mettre en place des mesures pour le préserver.

Il existe aujourd'hui trois menaces principales pour ces milieux :

- La surfréquentation touristique qui entraîne surpiétinement et destruction ;
- Le réchauffement climatique qui entraîne des assèchements de plus en plus fréquents de tronçons de rivières et qui menace les communautés animales et végétales ;
- La pollution de l'eau, notamment la sur-fertilisation et les assainissements encore peu aux normes des communes du plateau, entraînent la disparition des communautés végétales oligotrophes au profit de groupements plus banals.

Par ailleurs, le réchauffement climatique augmente les dépôts de tuf¹.



Dans la rivière Dard asséchée à Baume-les-Messieurs, la partie immergée de l'échelle est totalement entufée sur une épaisseur de 5 à 10 cm, la partie émergée est intacte. ©P. Collin

Un APPHN aux Planches ?

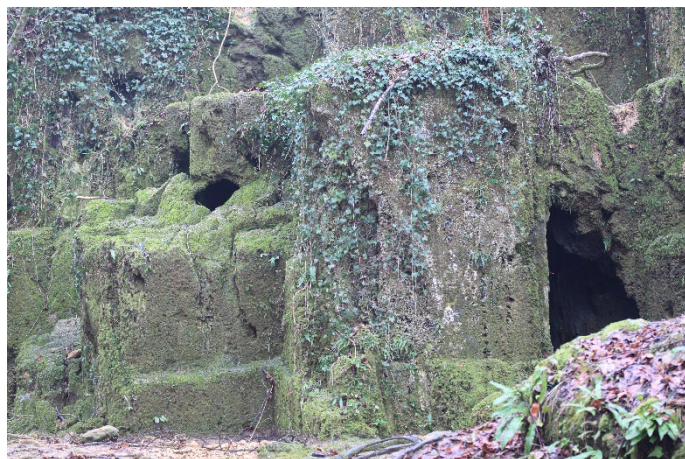
La cascade de tufs est aujourd'hui clairement menacée, notamment par la surfréquentation touristique qui a succédé à la phase de confinement lors de la crise sanitaire de la Covid. Cette surfréquentation entraîne la disparition de la végétation sur les berges et les tufs et détruit les fragiles formations de tuf qui sont dans l'eau, le tuf est tendre et relativement malléable lorsqu'il est dans l'eau. Face à ces problématiques des mesures ont été prises pour assurer la conservation des habitats et notamment la mise en place d'un Arrêté Préfectoral de Protection des Habitats (APPHN n°39-2021-03-18-00008 du 18 mars 2021) interdisant strictement l'accès au cours d'eau et aux bassins. Télécharger ici le [guide de la cascade](#) et le [règlement de l'APPHN](#).

Le changement d'habitude des touristes qui ne se contentent plus d'admirer la Cascade des Tufs mais qui s'y baignent, a engendré des dégradations du site. Un APPHN (arrêté préfectoral de protection d'habitat naturel) a donc été mis en place pour préserver et réglementer le site. ©F. Perrin

¹Jeanin et al. 2016. Impact of global change on karst groundwater mineralization in the Jura Mountains. *Science of the Total Environment*. 541 (2016) 1208–1221.



Vue d'une conduite forcée de la turbine hydroélectrique d'Arbois. Le tuf s'est accumulé à l'arrivée de la conduite dans la turbine sur une épaisseur de 1 à 2 cm. ©P. Collin



Une ancienne carrière est visible des deux côtés de la cascade, on devine les traces des outils, la cavité à droite a été aménagée à l'époque de façon à y stocker des outils. ©P. Collin



Image de la cascade et du moulin qui alimentait une scie à tuf, dans les années 1900. Collection de Daniel Greusard



Gros plan sur le tuf et ses vides, qui confèrent à la roche ses qualités isolantes et l'usage traditionnel qui en a été fait (paroi des cheminées). ©P. Collin



Vue longitudinale d'une racine montrant les phases de dépôt du tuf, trouvée dans le ruisseau du Grand Mont lors d'une sécheresse, Mesnay. ©P. Collin



Arrivée de la conduite forcée dans la chambre d'eau à la turbine hydroélectrique de l'église Saint Just. On distingue sous quelque centimètres de tuf, les rivets de la conduite en acier. Le tuf ainsi déposé, assure une isolation thermique qui réduit la condensation extérieure corrosive, c'est son seul avantage pour une turbine. ©P. Collin

Autrice et auteur : Rosine Curtet et Pascal Collin
 Graphisme et mise en page : Rosine Curtet
 Remerciements à Thierry Gilles et à Bernard Guillot pour leurs relectures