

**CONSERVATOIRE
BOTANIQUE NATIONAL
PYRÉNÉES
ET MIDI-PYRÉNÉES**

PROGRAMME D' ACTIONS POUR L'ÉVALUATION DES HABITATS NATURA 2000 SUR LE TERRITOIRE DU CBNPMP

Les sources pétrifiantes, habitat d'intérêt communautaire 7220

A. Videau, M. Infante Sánchez & F. Prud'homme



**PRÉFET
DE LA RÉGION
OCCITANIE**

*Liberté
Égalité
Fraternité*



**PRÉFÈTE
DE LA RÉGION
NOUVELLE-AQUITAINE**

*Liberté
Égalité
Fraternité*

SOMMAIRE

1. INTRODUCTION	6
2. PRECISION SUR L'IDENTIFICATION DES SOURCES PETRIFIANTES.....	7
2.1. FONCTIONNALITES	7
2.2. LES VEGETATIONS INDICATRICES	8
AU NIVEAU BRYOSOCIOLOGIQUE.....	8
AU NIVEAU PHYTOSOCIOLOGIQUE SUIVANT LES CAHIERS D'HABITATS	10
LES ALGUES.....	10
2.3. LES PROBLEMATIQUES D'IDENTIFICATION FREQUEMMENT RENCONTREES	7
LA NATURALITE.....	11
LA SURFACE	11
L'ECO-COMPLEXE.....	11
L'ACTIVITE TUFEUSE.....	11
3. ETAT DE CONSERVATION DE L'HABITAT 7220	12
4.1 L'HABITAT EN FRANCE	12
4.2 L'HABITAT SUR LE TERRITOIRE DU CBN PYRENEES MIDI-PYRENEES: AIRE DE REPARTITION ET TYPES	13
LES RUISSEAUX EN FORME DE GOURS OU DE VASQUES RESULTANT DE RUISSELLEMENT	15
DES ENCROUTEMENTS SUR PAROIS VERTICALES OU AU SEIN DE BAS MARAIS	15
LES FORMATIONS EN CASCADES	16
MENACES SUR LE TERRITOIRE DU CBNPMP	17
4. ÉVALUATION DE L'ETAT DE CONSERVATION : PROPOSITION OPERATIONNELLE ..	18
4.1 TYPE DE GRILLES PROPOSEES.....	18
L'ATTRIBUTION DE L'ETAT DE CONSERVATION PAR SOMMES DE NOTATION POINT.....	18
L'ATTRIBUTION DE L'ETAT DE CONSERVATION PAR INDICATEURS DECLASSANT.....	18
COMPARAISON ENTRE LES DEUX SYSTEMES ET CHOIX	18
4.2 INDICATEURS RETENUS.....	19
4.3 LES INDICATEURS NON RETENUS	21
RECOUVREMENT TOTAL DE LA VEGETATION ET/OU RECOUVREMENT DE LA STRATE MUSCINALE.....	21
RECOUVREMENT DES STRATES ARBUSTIVES OU PLUS GENERALEMENT LA PRESENCE DE LIGNEUX	21
RECOUVREMENT DES ESPECES INDICATRICES DE L'ENRICHISSEMENT TROPHIQUE	21
LE RECOUVREMENT DES ESPECES INDICATRICES D'ASSECHEMENT.....	21
PRESENCE D'ESPECES FAUNISTIQUES BIO-INDICATRICES.....	21

LES PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUE DE L'ALIMENTATION EN EAU	21
NOTE SUR LA PATRIMONIALITE.....	22
5. CONCLUSION & PROGRAMMATION OPERATIONNELLE.....	22
6. GLOSSAIRE	23
7. BIBLIOGRAPHIE & SITOGRAPHIE	24
8. ANNEXES.....	25

Remerciements :

Nous tenons à remercier Margaux MISTRAZ, et Baptiste CROUZEIX pour leur sollicitation et les riches échanges que cela a occasionnés. Nous remercions tout autant Jean Michel PARDE (AREMIP) pour avoir pris le temps de nous accompagner sur ses sites et de nous avoir ouvert la voie à travers bois. Merci également à la DREAL Aquitaine et à la DREAL Occitanie, d'avoir soutenu la mise en œuvre de cette étude.

À citer sous la référence :

VIDEAU A., INFANTE SANCHEZ M. et PRUD'HOMME F. 2022 – Programme d'actions pour l'évaluation des habitats Natura 2000 sur le territoire du CBNPMP: Les sources pétrifiantes, habitat d'intérêt communautaire 7220. Conservatoire Botanique National des Pyrénées et de Midi Pyrénées. 24p. + annexes.

1. INTRODUCTION

Le Conservatoire botanique national des Pyrénées et de Midi-Pyrénées est missionné par les DREAL Occitanie et Nouvelle-Aquitaine pour accompagner technique et scientifiquement la mise en œuvre de Natura 2000 sur la flore et les habitats naturels.

Depuis 2020 le conservatoire s'est doté d'un nouvel outil pour travailler sur cette problématique : les programmes d'actions habitats d'intérêt communautaire. L'objectif est de faire un point sur un habitat ou un type d'habitat pour répondre à la fois aux demandes de clarification par les animateurs, mais également de structurer des indicateurs et des éléments de suivi pour répondre à la demande d'évaluation et de suivi de l'état de conservation par les services de l'État (rapportage). Ces programmes d'actions sont planifiés afin de correspondre au mieux aux programmes des autres CBNx qui partagent une région administrative avec le CBNPMP ; à savoir le CBNMED pour la région Occitanie et le CBNSA pour la région Nouvelle-Aquitaine.

Le premier programme d'actions lancé en 2020 concernait les hauts marais (code 7110, 7120 et 7130). Par la suite, plusieurs éléments ont amené la décision de lancer le programme d'action sur les sources pétrifiantes (code 7220) :

- L'habitat « sources pétrifiantes » (code 7220) figure parmi les priorités sur les listes de hiérarchisation des actions de préservation, restauration et gestion en Occitanie.
- Le CBNPMP a collaboré avec le MNHN à une session de terrain afin de tester la méthode nationale d'évaluation de l'état de conservation de cet habitat durant l'été 2021 (compte rendu en annexe 2).

Le programme d'actions est découpé en deux grandes étapes :

- Précision sur l'identification des sources pétrifiantes suivant la Directive Habitats
- Élaboration de la stratégie pour à la fois accompagner les animateurs et développer des indicateurs utiles au CBNPMP pour le rapportage.

2. PRECISION SUR L'IDENTIFICATION DES SOURCES PETRIFIANTES

Les éléments figurant dans cette partie sont extraits des cahiers d'habitats (Bensettiti *et al.*, 2002) et des documents récemment produits par le service PatriNat de l'INPN (Clément *et al.*, 2021 ; Crouzeix, 2021 ; Gaudillat *et al.*, 2018).

2.1. FONCTIONNALITÉS

Les sources pétrifiantes sont **un habitat d'intérêt communautaire prioritaire** à logique biotope, sous réserve de la présence de leurs végétations indicatrices. Deux conditions sont donc nécessaires pour identifier cet habitat :

- la production manifeste de tuf
- la présence de végétation indicatrice.

La formation active de tuf, appelée tufigénèse résulte de la précipitation du bicarbonate de calcium $[\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2]$ en carbonate de calcium (CaCO_3), provoquée par la différence de température entre l'eau souterraine et l'air en contact. La réaction entraîne également un dégazage de dioxyde de carbone (CO_2) et une libération d'eau (H_2O). Cette dernière est résumée ci-dessous :



Les plantes, surtout les algues et les bryophytes vivantes, de par leurs structures fines et complexes, ainsi que leurs activités photosynthétiques, intensifient la fixation des cristaux entre eux et à la surface de leurs tissus. Elles participent de manière active à la formation des matériaux tufeux aussi appelés bryolithes (Bensettiti *et al.*, 2002).

L'habitat est alors basé sur une caractéristique fonctionnelle très précise : la formation active de tuf. L'expression de ce trait fonctionnel est cependant très hétérogène, adoptant dans chaque cas des morphologies et des dimensions très variées.

Il ne faut pas non plus perdre de vue la dimension temporelle de l'habitat, les grands systèmes, généralement dépendants des systèmes karstiques qui constituent leur alimentation en eau, sont généralement des systèmes anciens (parfois plusieurs milliers d'années) qui sont passés par des phases de fonctionnement différentes, de l'accumulation active, aux phases d'érosion, à l'abandon d'anciennes constructions en tuf qui peuvent rester partie du paysage sous forme de tuf fossile. Comme la précipitation des carbonates dépend fortement de facteurs physiques tels que la température et le débit d'eau, cet habitat a une dimension historique en tant qu'indication des changements climatiques passés. En outre, des systèmes plus petits, tels que les sources ou les suintements, peuvent se développer très rapidement et disparaître très vite, et peuvent être causés par des actions anthropiques (par exemple, l'accumulation d'une source d'eau dans un ruisseau, la coupure de lignes d'eau dans les pentes des pistes ou des routes, les captages des eaux, les lavoirs, etc.).

Pour la conservation de ces systèmes, il faut utiliser le concept d'écocomplexe, car les facteurs qui permettent l'apparition de concrétions calcaires peuvent en fait se développer très loin de l'édifice de tuf en lui-même ; on pense notamment au niveau du bassin et parfois même au-delà dans le cas des systèmes karstiques.

2.2 LES VÉGÉTATIONS INDICATRICES

Jusqu'à encore très récemment, l'habitat 7220 a été déterminé par la seule présence de tuf. C'est comme ça que les cartographies des sites Natura 2000 de notre territoire ont été construites ; ce seul critère morphologique était porté également par le CBNPMP. La faiblesse de l'expertise disponible pour déterminer les communautés bryophytiques a influencé cette simplification. L'idée est bien ici d'être plus précis et plus juste sur la définition de la source tuffeuse, de sa végétation indicatrice et de son intérêt communautaire.

La végétation indicatrice est dominée par des bryophytes telles que *Eucladium verticillatum* et *Palustriella commutata* (= *Cratoneuron commutatum*), comme les principaux (d'autres, *Hymenostylium recurvirostrum*, *Didymodon tophaceus*, *Cratoneuron filicinum*, *Brachythecium rivulare*). Auxquels s'ajoute parfois une strate herbacée plus ou moins dense comprenant essentiellement des Saxifragacées (*Saxifraga aizoides*, *S. stellaris*, etc.), des Brassicacées (*Arabis soyeri* subsp. *subcoriacea*, *Cochlearia pyrenaica*, etc.) et des Cypéracées. La présence d'algues (notamment des cyanobactéries) est également fréquente. Les végétaux indicateurs sont donc les bryophytes et les plantes vasculaires, mais les dynamiques qu'ils établissent entre eux sont assez indépendantes. La principale base d'habitat est sans aucun doute la végétation bryophytique (cortège ingénieur), ce sont les principaux constructeurs de roche, et les vasculaires ont tendance à s'adapter aux microhabitats qu'ils forment. Dans les deux cas, le nombre d'espèces concernées est relativement faible, ce qui rend difficile la caractérisation des différentes végétations.

Les inventaires doivent être abordés en considérant des surfaces homogènes en prenant comme critères l'homogénéité des formes de vie et les contraintes écologiques (flux et débit d'eau, pente et exposition) (Hauguel & Messean, 2019). Cette approche est rare dans les études, car elle exige un niveau de précision à des échelles beaucoup plus fine que ce qui est habituel dans les études phytosociologiques sigmatistes, qui ont souvent été basées sur les plantes exclusivement vasculaires et ont considéré de grandes zones de caractère hétérogène pour la bryoflore.

Il faut considérer que les différents bâtiments tufeux mettent en contact la végétation des substrats calcaires humides qui ne forment pas de tuf avec celle qui en forme, ce qui est parfois difficile à interpréter sur le terrain. De même, la dynamique inhérente aux sources favorise l'abandon des zones actives de formation de tuf qui s'assèchent progressivement et au fur et à mesure là s'installent des espèces non formatrices de tuf. En résumé, des végétations de sources encroûtantes et autres végétations vont être entremêlées.

Il ne faudrait pas oublier que les tufs sont des végétations **azonales** : elles ne correspondent pas à la série dynamique essentielle de l'unité de paysage et ne dépendent pas d'elle pour son développement.

Le type 7220 est un habitat à entrée biotope (dans la typologie de caractérisation des habitats d'intérêt communautaire : Gaudillat et al., 2018), de ce fait, ce sont **les secteurs encore actifs de l'édifice tufeux qu'il faut considérer**. L'habitat ne couvre donc que très rarement de grandes surfaces, mais il est fréquent de pouvoir l'observer fragmenté sur différentes parties du site.

AU NIVEAU BRYOSOCIOLOGIQUE

Malgré le fait que les bryophytes soient souvent à la base du développement des tufs, il existe encore peu de connaissances sur les communautés qu'ils forment. Les différents auteurs des travaux ailleurs en France, utilisent la classification classique, avec l'introduction de groupements qui restent pourtant encore à étudier pour les situer dans la classification. Le synsystème classique (comprenant des plantes vasculaires et bryophytes) est aussi utilisé dans les Cahiers d'Habitats (Bensettiti *et al.*, 2002), face à un nouveau synsystème proposé par Julve (2017) mais pas encore finalisé.

Une comparaison de ces deux synsystèmes se trouve dans le Tableau 1. Dans le système classique (Bardat & Haugel, 2002), il existe une classe à deux ordres qui incluent respectivement 3 et 1 alliances, avec 5 et 4 associations reconnues ; alors que dans Julve (2017), une seule classe encore à définir avec un seul ordre et une seule alliance comprenant 7 associations montre une vision plus simple. Dans les deux cas, il y a des associations qui ne sont pas forcément tufigènes, ce qui signifie que le contexte et la fonctionnalité doivent être évalués à chaque observation.

Ici on considère comme structurantes pour l'habitat 7220 les associations végétales de l' ***Eucladietum verticillati* Braun 1968 (de l'alliance du *Ricardio-Eucladion*) et de l'*Hymenostylietum recurvirostris* Hébrard 1973** et l'alliance du ***Palustriellion commutatae*** et ici dedans, en particulier l'association. Il faut aussi constater la pénurie de relevés bryosociologiques dans notre territoire, malgré une connaissance des différentes espèces bien relevées dans nos inventaires floristiques.

Syntaxons cités dans le Tome III cahier habitats_7220 (selon Bardat & Hauguel 2002)			Julve 2017			
CLASSE	Montio fontanae - Cardaminetea amarae		CLASSE	04/B2	?	amphibie à hydrophile, des substrats minéraux
			ORD.	04/B2.0.1	Palustriellitalia commutatae Gillet prov. in Julve 1992	amphibie à hydrophile, basophile, des substrats minéraux
ORD.	Cardamino amarae-Chrysosplenietalia alternifolii	basse altitude: planitiaire à montagnard, large amplitude ionique				
ALL.	Cochlearion pyrenaicae	Pyrénées et Massif Central sols suintants neutres à basiques				
ASS.	Cratoneuro-Cochlearietum pyrenaicae					
ALL.	Pellion endiviifoliae	sources et petits cours d'eau neutro-alcalins à débit soutenu				
ASS.	Cratoneuretum commutati					
ALL.	Riccardio pinguis-Eucladion verticillati	sols riches en calcium plus ou moins thermophiles à bryophytes tufigènes				
ASS.	Cratoneuretum filicino-commutati		ASS.	04/B2.0.1.0.1/03	Cratoneuro filicini - Palustriellitalia commutatae Kuhn 1937 ex Oberdorfer 1977 [sub nom. Cratoneuretum filicino - commutati]	
ASS.	Eucladietum verticillati		ASS.	04/B2.0.1.0.1/01	Eucladietum verticillati Braun 1968	amphibie exondable, basophile, des substrats minéraux, planitiaire septentrional à montagnard, photophile, oligotherme, des sources oxygénées des tufs
ASS.	Catoscopietum nigriti Braun 1968	Pas accepté dans le Tome d'habitats mais dans Gaudillat <i>et al.</i> 2018	ASS.	04/B2.0.1.0.1/04	Catoscopietum nigriti Braun 1968	
ORD.	Montio fontanae-Cardaminetalia amarae	souvent haute altitude (<2500 m) sur substrats essentiellement siliceux non tourbeux ou plus pauvres en calcium				
ALL.	Cratoneurion commutati	montagnard à subalpines héliophiles et sténothermes des sources bien oxygénées	ALL.	04/B2.0.1.0.1	Palustriellion commutatae Koch 1928 [sub nom. Cratoneurion commutati]	
ASS.	Arabido bellidiflorae-Cratoneuretum					
ASS.	Brachythecio rivularis-Cratoneuretum decipientis		ASS.	04/B2.0.1.0.1/10	Brachythecio rivularis - Palustriellitalia decipientis Gil & Varo 1982	
ASS.	Cratoneuro-Philonotidetum calcarae		ASS.	04/B2.0.1.0.1/08	Cratoneuro - Philonotidetum calcarae Geissler 1976	
ASS.	Cratoneuretum falcati		ASS.	04/B2.0.1.0.1/02	Palustriellitalia falcatae Gams 1927 [sub nom. Cratoneuretum falcati]	hydrophile, basophile, des substrats minéraux, subalpin-alpin, photophile, oligotherme, des sources oxygénées des tufs
			ASS.	04/B2.0.1.0.1/06	Hymenostylietum recurvirostris Hébrard 1973 [sub nom. Gymnostomum recurvirostre Ges.]	amphibie exondable, montagnard, ubac psychrophile

Tableau 1. Comparaison de syntaxons pertinents dans la formation de tuf selon les cahiers d'Habitats (*sensu* Bardat & Hauguel, 2002) et Julve (2017)

AU NIVEAU PHYTOSOCIOLOGIQUE SUIVANT LES CAHIERS D'HABITATS

Les végétations des sources relèvent de la classe des *Montio Fontanae-Cardaminetea amarae*. En suivant les cahiers d'habitat, on voit que cette classe regroupe des communautés vasculaires et des communautés bryologiques qui mériteraient certainement un traitement indépendant. Cependant, en suivant ce référentiel, on voit que sur substrat carbonaté, deux groupements ont été différenciés :

- Les communautés dominées par les bryophytes correspondent généralement aux groupements de basses et moyennes altitudes (jusqu'à l'étage montagnard).
- Les communautés phanérogamiques (les bryophytes sont toujours présentes) sont plus rares en général et ont une faible amplitude altitudinale. Elles peuvent être retrouvées aux étages subalpin et alpin.

Pour plus de précisions sur les syntaxons, on pourra se reporter au travail de clarification sur l'habitat proposé par l'UMS PatriNat en Annexe 1 (Gaudillat *et al.*, 2018).

L'habitat peut être rencontré dans des configurations variées, et différentes typologies ont été développées. Les sources pétrifiantes ont été distinguées selon (Pentecost, 1993; Hugonnot *et al.*, 2017; Botcazou, 2020) :

- le contexte : en milieu ouvert ou en contexte forestier ;
- la vitesse des écoulements avec des dépôts d'écoulement lents (habituellement dominés par la mousse *Eucladium verticillatum*) ou des dépôts d'écoulement rapide (plus hétérogène par rapport aux bryophytes mais souvent caractérisés par *Palustriella commutata*);
- l'étage altitudinal comme vu précédemment avec une différenciation entre les étages de basses et moyennes altitudes et les étages subalpins et alpins ;
- la morphologie du tuf, avec des cascades, des champignons ou cônes tufeux, des encroûtements sur parois verticales, des accrétions au sein de bas marais, ou des vasques au sein de ruisseau ;

Mise à part la différenciation par étages altitudinaux, plusieurs types morphologiques peuvent se retrouver sur un même site et s'imbriquer.

LES ALGUES

Les algues continentales ont été très peu étudiées dans le contexte des tufs, mais des observations sur le terrain montrent qu'au moins une partie d'entre elles, jouent un rôle probablement essentiel dans la tufigénèse, notamment dans les stades initiaux et dans les étapes de récupération après des érosions éventuelles des édifices tufeux.

Trois groupes d'algues peuvent être considérés dans les tufs (Bailly, 2005, 2012) :

- Formations encroûtantes à *Lyngbia* (Cyanobactéries) et diatomées. Elles forment des pellicules gris olivâtre, des croûtes noires brunâtres ou des dépôts floconneux sur toutes les surfaces des formations tufeuses, qu'elles soient revêtues ou non de bryophytes. Localement, des croûtes brun-verdâtres (ou noirâtres au sec en étiage) de cyanobactéries du genre *Rivularia* sont aussi présentes. Ces formations participent à la tufigénèse, et restent encore à étudier. Elles ont été rattachées à l'habitat 7220 par Gaudillat *et al.* (2018) (communautés d'algues incrustantes à dominante de Cyanophycées du *Cyanophycion incrustans*).
- Communautés proliférantes d'algues filamenteuses. Ce type d'algues (*Zygnema* sp, *Spirogyra* sp., etc.) se développent en forme de masses flottantes en période d'étiage, lorsque les nutriments (azote et phosphore) sont concentrés et la température des eaux élevée. Ces proliférations disparaissent normalement avec les pluies d'automne/hiver et la remontée du débit des eaux.
- Formations rhéophiles à *Vaucheria* (Xanthophycées). Normalement des formations discontinues, en touffes, accompagnés de cyanobactéries, sont considérées comme un indicateur négatif du fonctionnement des tufs, par une remontée pérenne du niveau de nutriments des eaux.

Occasionnellement, des Characées peuvent se développer dans des eaux tranquilles, mais malgré leur lien avec le carbonate calcique, leurs populations ne sont pas liées à la tufigénèse.

2.3 LES PROBLEMATIQUES D'IDENTIFICATION FREQUEMMENT RENCONTREES

L'habitat 7220* pose un certain nombre de questions d'interprétation et de rattachement qui touchent à la fonctionnalité de ces écosystèmes.

LA NATURALITE

Plusieurs situations ont illustré la possibilité de création récente d'un édifice tufeux (souvent modeste) du fait d'une action humaine. Généralement cela consiste en la création d'une rupture de pente pour un aménagement comme une route. Les ruissellements le long de la pente créée par l'homme permettent une activité tufeuse qui n'existait pas ou peu avant la création du talus. Les formations existantes peuvent souvent héberger les communautés bryologiques typiques des tufs actifs. Ces situations artificielles ne peuvent pas être considérées comme 7220 même si cet arbitrage reste à valider par le Groupe national d'interprétation de la Directive habitats.

LA SURFACE

Certaines entités observées sont toutes petites. Existe-t-il une surface minimale d'éligibilité à l'habitat 7220 ?

Les cahiers d'habitat ne poussent pas dans ce sens, ils rappellent bien que cet habitat peut être de faible dimension. Les deux principales caractéristiques doivent tout de même être observées :

- présence des communautés caractéristiques,
- production manifeste de tuf.

L'ECO-COMPLEXE

Les gros complexes tufeux sont souvent constitués d'une diversité de types d'habitats. On notera en particulier les parties non tufeuses de la falaise calcicole suintante (*Adiantetea*) dont on voit presque toujours des morceaux au sein des falaises tufeuses ou encore les bas-marais qui entourent souvent les écoulements et sources tufeux. Est-ce que le biotope visé par le 7220 permet d'intégrer l'ensemble des habitats ? Les habitats concernés constituent-ils des superpositions ?

Comme expliqué dans la définition générale, l'habitat doit être circonscrit aux surfaces tufigènes actives du site. La superposition d'habitats ne semble pas adéquate dans ce cas-là. Par contre, une diversité forte d'habitats associés étroitement à une source pétrifiante constitue un élément supplémentaire de patrimonialité, qui renforce l'intérêt du site en termes de conservation.

L'ACTIVITE TUFEUSE

L'éligibilité au type d'habitat est soumise à l'activité du tuf. Des sites peuvent être asséchés au moment de la visite. Cet assèchement temporaire est-il réhibitoire ? À partir de quel délai considère-t-on que le tuf n'est plus actif ?

Les phases saisonnières d'inactivité et même d'érosion peuvent être naturelles. Une perte en continue pendant plusieurs années indiquerait par contre un dysfonctionnement et un état dégradé.

Comme cela sera présenté dans la partie suivante, en cas de doute le Conservatoire préconise la pose d'un clou dans le secteur potentiellement actif. Avec ce dispositif, doublé d'un suivi photographique du clou et de l'édifice, la production active de tuf pourra être vérifiée lors d'une visite ultérieure du site.

3 ETAT DE CONSERVATION DE L'HABITAT 7220

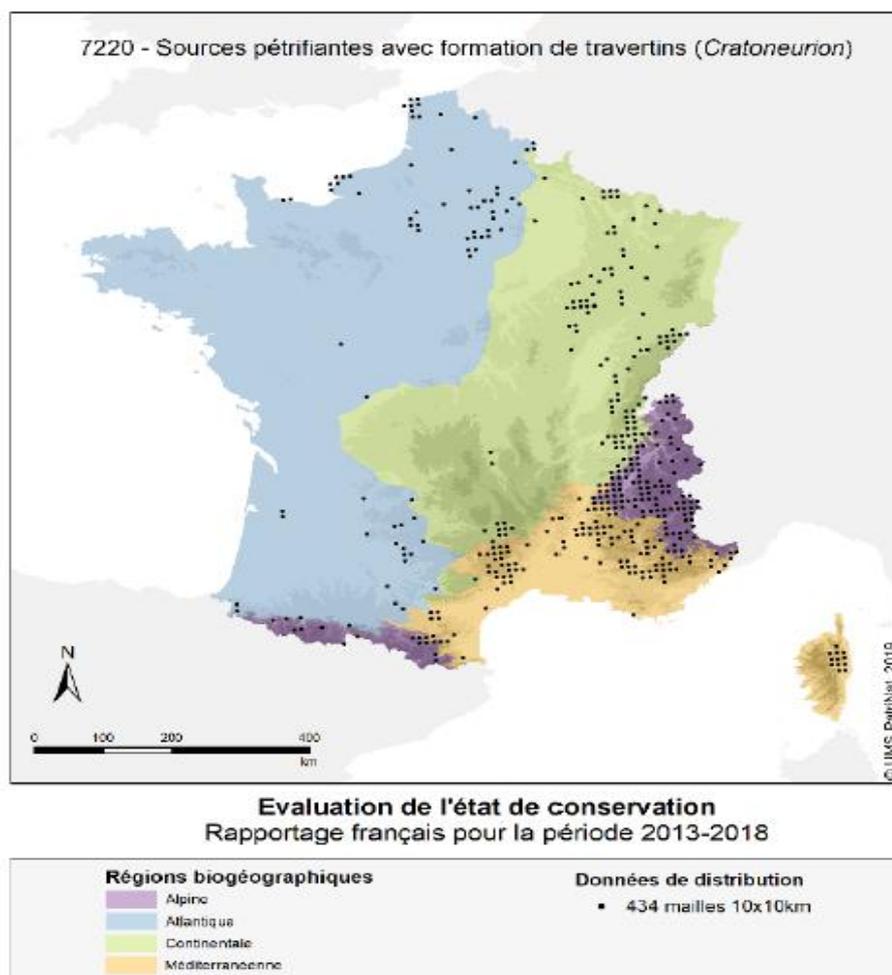
4.1 L'HABITAT EN FRANCE

L'habitat est présent sur 208 sites Natura 2000 en France (UMS Patrinat, 2019) et est réparti sur l'ensemble des régions biogéographiques françaises terrestres à savoir dans les régions alpine, continentale, méditerranéenne et atlantique. On le retrouve également dans la totalité des régions sédimentaires et orogéniques non cristallines.

Le dernier rapportage (2013-2018) de la DHFF fait état d'un état de conservation « inconnu » de l'habitat au sein du domaine biogéographique alpin, d'un état « défavorable inadéquat » au sein du domaine continental et d'un état de conservation « défavorable mauvais » au sein des domaines atlantique et méditerranéen (carte 1 et tableau 2) (UMS Patrinat, 2019).

Cet habitat couvre de petites surfaces et se développe dans un contexte géologique particulier. Au niveau national, les principales menaces identifiées sont (Bensettiti *et al.*, 2002 ; UMS Patrinat, 2019):

- le détournement des sources d'alimentation en eau tel que les captages d'eau de surface ou souterraine,
- les pollutions d'origine agricole (eutrophisation avec l'apparition possible d'algues filamenteuses)
- le changement climatique.



Carte 1. Distribution de l'habitat 7220 en France (2018).

Domaines biogéographique	Aire de répartition favorable	Surface	Structure et fonctions	Perspectives futures	État de conservation
Alpin	Favorable	Inconnu	Inconnu	Inconnu	Inconnu
Continental	Favorable	Défavorable inadéquat	Favorable	Favorable	Défavorable inadéquat
Atlantique	Inconnu	Inconnu	Défavorable inadéquat	Défavorable mauvais	Défavorable mauvais
Méditerranéen	Défavorable mauvais	Défavorable mauvais	Défavorable mauvais	Défavorable mauvais	Défavorable mauvais

Tableau 2. Etat de conservation de l'habitat 7220 en France période 2012-2018 (UMS Patrinat, 2019).

4.2 L'HABITAT SUR LE TERRITOIRE DU CBN PYRENEES MIDI-PYRENEES: AIRE DE REPARTITION ET TYPES

Dans le réseau des sites Natura 2000, l'habitat est signalé sur un total de 144 polygones, situé sur 36 sites sur les 137 que compte le territoire du CBNPMP. Il concerne le plus souvent des surfaces restreintes (valeur médiane de 450 m²) quelques sites étendus sont signalés, mais dans ce cas l'habitat est en mosaïque. Les sources pétrifiantes sont donc des habitats rares et localisés. La carte 3 (page suivante) localise l'habitat à l'échelle du territoire du CBNPMP. Il faudrait signaler que l'habitat est probablement encore à signaler dans d'autres endroits, un travail de prospection s'impose.

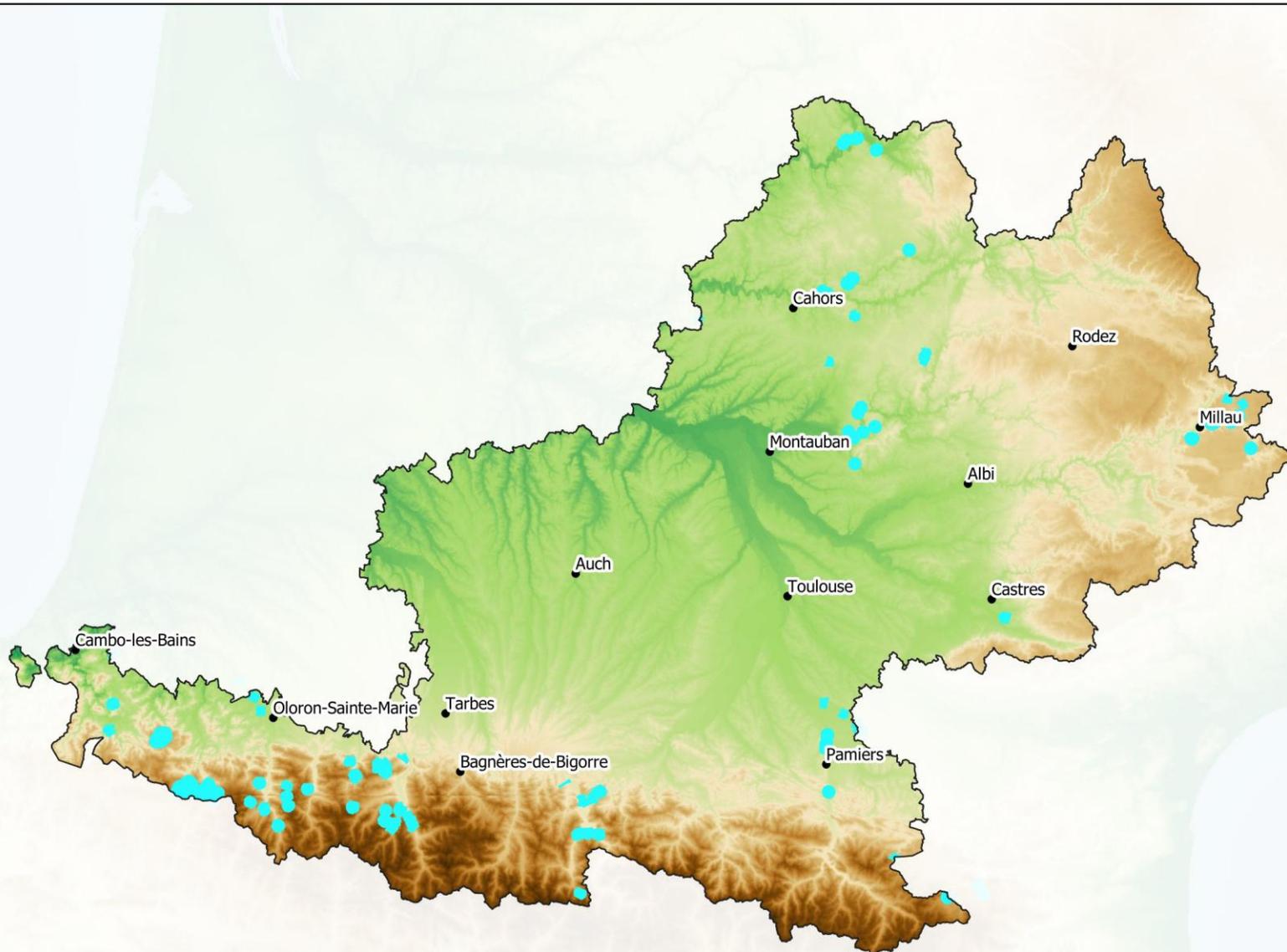
Au-delà du réseau des sites Natura 2000, l'habitat est connu dans le Béarn, dans la Haute Soule, et dans le Massif des Arbaillies pour les Pyrénées-Atlantiques (64). Il est également présent dans la Haute Vallée des Gaves (65) et dans le Comminges (31). En plaine l'habitat est signalé dans le Volvestre (31) et dans le piémont de la Montagne Noire, au Sud de Castre (81). Au niveau des contreforts du Massif central on retrouve l'habitat dans les Causses du Quercy (46-82-81) et dans le Causse Noir à l'est de Millau (12).

Au sein de notre territoire, il existe peu de données précises sur la répartition des différents types morphologiques. Nous pouvons tout de même préciser que les communautés enrichies en phanérogames des étages subalpin et alpin ainsi que les dômes ou champignons tufeux tels que décrits dans les cahiers d'habitat, sont absents du territoire du CBNPMP ou sous des formes très appauvries.

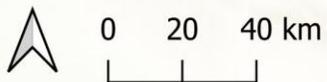
Nous nous contenterons ici de citer les types morphologiques associés aux sites emblématiques connus par le Conservatoire. Nous prendrons pour chaque type, des exemples localisés sur notre territoire et étudier avec l'UMS Patrinat accueillis en 2021 sur notre territoire.

Programme d'actions pour l'évaluation de l'habitat N2000 Sources pétrifiantes (EU 7220*)

Localisation de l'habitat sur le territoire du CBN des Pyrénées et Midi-Pyrénées



-  Source pétrifiantes identifiées (UE 7220*)
-  Territoire d'agrément du CBNPMP



cbn
CONSERVATOIRE
BOTANIQUE NATIONAL
PYRÉNÉES
ET MIDI-PYRÉNÉES

Réalisation : CBNPMP - A VIDEAU, février 2022
Source : CBNPMP - topographic OSM

LES RUISSEAUX EN FORME DE GOURS OU DE VASQUES RESULTANT DE RUISSELLEMENT



L'Arriou Sec sur la commune de Sauveterre-de-Comminges (31)
© CBNPMP A. Videau 2021

Cette morphologie est retrouvée sur l'Arriou sec et le ruisseau de Grouns de la Longuère dans le Comminges. Les deux sites ont été visités par le conservatoire et l'UMS PatriNat en 2021 et apparaissaient en fort mauvais état. Le site de l'Arriou Sec semblait souffrir d'une dégradation suffisamment forte de la qualité de l'eau pour avoir stoppé le processus de tufigénèse. Le ruisseau de Grouns de la Longuère était asséché lors de notre passage et l'alimentation du ruisseau ne semblait pas garantie. D'autres sites exceptionnels associent cet habitat, en amont ou en aval, d'autres types morphologiques, souvent des cascades.

DES ENCROUTEMENTS SUR PAROIS VERTICALES OU AU SEIN DE BAS MARAIS

C'est la morphologie sans doute la moins spectaculaire, mais également la plus fréquente au sein de notre territoire. On peut redécouvrir deux sous morphologies : les suintements sur parois plutôt répandus, et les suintements tufeux au sein de bas marais, plus rares.

Un site de suintement sur bas marais est par exemple identifié dans le Luchonnais, la Colonne, sur la commune de Trébons-de-Luchon. Il est particulièrement patrimonial, car abritant également une rareté pour notre territoire : la Lysimaque éphémère (*Lysimachia ephemera*).

Les sites de suintement sur parois sont très fréquents et sont parfois la conséquence d'un aménagement anthropique. En effet, lorsque pour l'implantation d'une route ou d'un ouvrage, le rocher calcaire est taillé, des ruissellements producteurs de tuf peuvent apparaître selon les écoulements au sein de l'affleurement. Ces sites restent à considérer même si leur intérêt est bien moindre qu'un site d'origine naturelle.



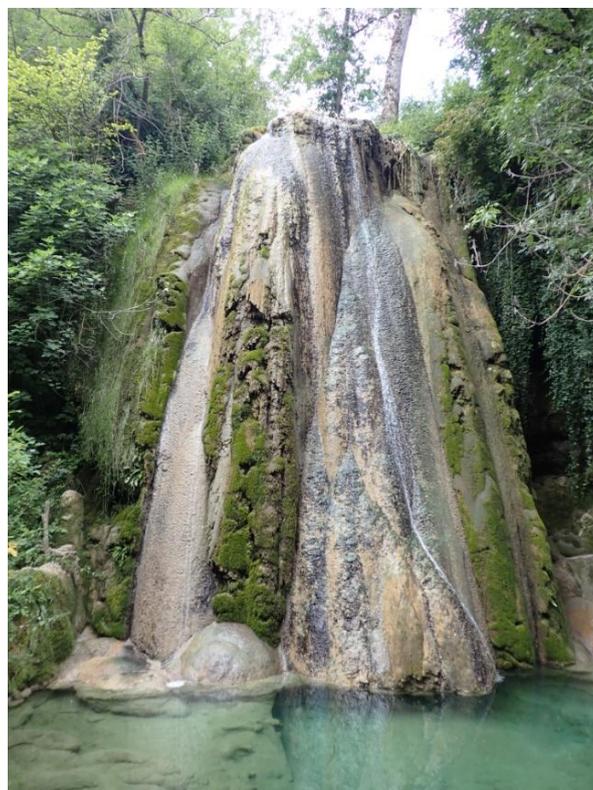
Lysimachia ephemera
© CBNPMP A. Videau 2021



*Suintement sur paroi : à gauche Pas du Bouchet (Saint-Pe-d'Ardet - 31); à droite Lourde (31).
© CBNPMP A. Videau & M. Infante Sánchez 2021*

LES FORMATIONS EN CASCADES

Les formations les plus spectaculaires de notre territoire. On peut notamment citer la Cascade du Pountil (Esparros 65), de Caylus (82), ou l'exceptionnelle falaise tufeuse de Salles la Source (12), très étendue et qui abrite un village construit à même l'édifice tufeux.



*Cascade de Caylus (82) à gauche ancien édifice tufeux aujourd'hui inactif, à droite section encore active.
© CBNPMP A. Videau & M. Infante Sánchez 2021.*

MENACES SUR LE TERRITOIRE DU CBNPMP

Comme au niveau national, les principales menaces sur l'habitat sur notre territoire concernent l'alimentation en eau :

- Dégradation quantitatif : tarissement des sources utilisées pour l'agriculture, court-circuitage de tronçons pour les centrales hydroélectriques
- Dégradation qualitatif : eutrophisation pouvant amener à la prolifération d'algues filamenteuses.

Ces menaces existent au sein même du réseau Natura 2000, comme les visites de terrain du CBNPMP en 2021 l'ont montré (Annexe 2): avec pas moins de 3 sites identifiés comme préoccupants. Ces menaces sont toutefois souvent plus marquées en dehors des zonages Natura 2000.

Ces habitats sont aussi menacés par le fait d'être mal connus, mal identifiés et mal localisés ce qui induit des destructions directes lors d'aménagements divers (les exemples de destruction par construction de routes ou de pistes forestières existent dans le Comminges en particulier).

4 ÉVALUATION DE L'ÉTAT DE CONSERVATION : PROPOSITION OPERATIONNELLE

4.1 TYPE DE GRILLES PROPOSÉES

Dans les méthodologies développées en France deux démarches sont proposées :

- L'attribution de l'état par sommes de notation par point
- L'attribution de l'état par indicateurs déclassant

L'ATTRIBUTION DE L'ÉTAT DE CONSERVATION PAR SOMMES DE NOTATION POINT

Ce système est utilisé par les méthodologies développées par l'UMS Patrinat (Mistarz & Grivel 2020, Bensettiti *et al.*, 2012).

Dans un premier temps, chaque indicateur obtient une note, nulle ou négative. Moins l'habitat est dégradé, plus la note sera élevée. La note finale du polygone est alors placée le long du gradient d'état de conservation. Des seuils sont définis *a priori* pour différencier les polygones en état conservation bon, moyen ou mauvais. À noter que les seuils sont arbitraires et doivent être recontextualisés par l'opérateur à l'échelle de son site et peuvent varier si nécessaire.

De même, les notes attribuées pour chaque indicateur peuvent varier d'un indicateur à l'autre, donnant plus de poids à certains critères.

L'ATTRIBUTION DE L'ÉTAT DE CONSERVATION PAR INDICATEURS DECLASSANT

Pour ce système, chacun des indicateurs, sont attribuées des valeurs seuils qui renvoient directement à un état « bon, moyen ou défavorable ». Les indicateurs sont réunis par grands paramètres d'évaluation. L'attribution d'une note finale pour chaque paramètre correspond à la note de l'indicateur le moins bien noté. Ce principe est le même que le principe de précaution utilisé pour le rapportage (article 17).

En pratique cela revient à développer une grille d'évaluation type « grille tricolore » permettant d'évaluer rapidement l'état de conservation d'un polygone pour un site.

COMPARAISON ENTRE LES DEUX SYSTEMES ET CHOIX

Le tableau ci-dessous compare les avantages de chaque système d'évaluation.

Somme de notation de point	Indicateurs déclassant
(+) Les indicateurs peuvent être pondérés, car les notes attribuées pour chaque indicateur peuvent varier	(-) Seuls les seuils des indicateurs peuvent varier
(+) Processus peut être appuyé par des statistiques solides	(-) Les études statistiques ne peuvent avoir qu'un apport limité pour cette méthode
(-) Moins bonne lisibilité du résultat	(+) Ce système permet de garder une visibilité sur les processus ayant amené à la dégradation de l'habitat. En effet, le facteur de dégradation déclassant est mis en évidence et le gestionnaire peut ainsi définir plus aisément des mesures de gestion adaptées
(-) Plus fins donc plus complexes à construire	(+) Plus simples à construire

Il apparaît ici que l'évaluation par somme de point permet le développement de notation plus fine, mais du coup plus complexe à mettre en œuvre et à interpréter. Au contraire l'évaluation par indicateurs déclassant est plus rudimentaire, mais elle permet une mise en application plus simple et une meilleure compréhension des mécanismes en jeu lors de l'évaluation.

Pour le CBNPMP, l'objectif est une grille opérationnelle, accessible et proportionnelle à l'enjeu. Considérant les ressources disponibles pour le développement de cette grille et le faible niveau de connaissances actuelles sur ce type d'habitat, le CBNPMP se propose de plutôt développer pour le 7220 des grilles d'évaluation par d'indicateur déclassant.

4.2 INDICATEURS RETENUS

Le service PatriNat a déjà fait un travail considérable afin de définir les différents indicateurs et critères pour évaluer l'état de conservation de cet habitat. Le CBNPMP propose de reprendre ces indicateurs et de les adapter à la méthode simplifiée développée sur notre territoire à savoir la méthode d'attribution de l'état par indicateurs déclassant.

Ainsi ont été retenus comme indicateurs :

- l'évolution de la surface couverte
- la production de tuf
- la présence des espèces caractéristiques de l'habitat
- les atteintes lourdes estimables en surface
- les atteintes diffuses non quantifiables

La grille d'évaluation complète est disponible page suivante, suivie par les listes des espèces retenues comme caractéristiques d'un bon état. Les indicatrices d'une dégradation sont présentées en annexe 3.

Paramètres	Indicateur	Modalité retenue	Bon	Moyen	Mauvais
Surface couverte	Évolution de la surface couverte	Prise en compte de la surface active totale (avec ou sans végétation)	Stabilité /progression	Réduction > 15%	-
Structure et fonctionnement	Production de tuf	Relecture sur un clou et/ou suivi photographique de l'édifice tufeux	Production effective Visible sur le clou	-	Pas de production observée Non visible sur le clou, la tufigénèse semble s'être arrêtée
	Nombre des espèces caractéristiques de l'habitat	Observation sur les surfaces actives	plus de 3 espèces caractéristiques]3;1[espèces caractéristiques	1 espèce caractéristique ou moins
Altération	Atteintes lourdes estimables en surface	Rejets	Non	Oui, qualité de l'eau moyenne	Oui, qualité médiocre, tuf semble se dissoudre
		Drainage amont	Non	Moyen, réduit le débit, menace à long terme de l'habitat	Fort, débit inexistant menace à court terme l'habitat
		Extraction de tuf	Non	-	Oui
		Présence d'espèces exotiques envahissantes	Non	Oui quelques individus	Population en expansion, menaçant l'édifice
		Dépôt de matériaux	Non	Oui	
		Piétinements	Non	Oui piétinement /stigmas <20% de la surface	Oui piétinement/stigmas >20% de la surface
	Atteintes diffuses non quantifiables - à l'échelle du site -	Pâturage / Intrants agricoles	Inexistant, faible	Moyen/fort	-
		Activités sportives (escalade, ski, etc.)	Inexistant, faible	Moyen	Fort
		Surfréquentation	Inexistant, faible	Moyen/fort	-

Espèces indicatrices de bon état de conservation du 7220

Bryophytes	Vasculaires
<i>Eucladium verticillatum</i>	<i>Adiantum capillus-veneris</i>
<i>Palustriella commutata</i>	<i>Cardamine amara</i>
<i>Hymenostylium recurvirostrum</i>	
<i>Didymodon tophaceus</i>	
<i>Cratoneuron filicinum</i>	
<i>Palustriella falcata</i>	

*Les espèces en gras sont les plus communes sur notre territoire

Quelques espèces calcicoles sont fréquentes dans l'habitat mais elles ne sont pas retenues comme indicateurs de bon état de conservation : *Brachythecium rivulare*, *Apopellia endiviifolia*, *Aneura pinguis*, *Conocephalum conicum*, *Philonotis calcarea*, *Fissidens grandifrons*, *Southbya tophacea*, *Gymnostomum calcareum*, *Jungermannia atrovirens*,...

4.3 LES INDICATEURS NON RETENUS

RECOUVREMENT TOTAL DE LA VEGETATION ET/OU RECOUVREMENT DE LA STRATE MUSCINALE

Cet indicateur pourrait inclure des espèces indicatrices d'assèchement ou d'enrichissement trophiques. La présence de surfaces sans végétation n'est pas défavorable car l'habitat peut naturellement être très dynamique dans l'espace. Cet indicateur ne semble pas assez cohérent scientifiquement.

RECOUVREMENT DES STRATES ARBUSTIVES OU PLUS GÉNÉRALEMENT LA PRÉSENCE DE LIGNEUX

Cet indicateur n'a pas été retenu, car il est fortement dépendant du contexte de l'habitat. En effet dans un contexte forestier la présence des ligneux sera beaucoup plus marqué, sans nécessairement que l'habitat soit en mauvais état de dégradation. Il est par contre accepté que la progression des ligneux est une preuve ultime d'un assèchement à long terme. Mais cet assèchement à long terme peut être déduit plus précocement d'autre indicateur comme une prise d'information concernant le bon fonctionnement de l'alimentation en amont.

RECOUVREMENT DES ESPÈCES INDICATRICES DE L'ENRICHISSEMENT TROPHIQUE

Même s'il peut être significatif dans certains cas (Crouzeix, 2021), cet indicateur n'a pas été retenu, car il existe un biais important lors de la prise d'information. En effet, les espèces indicatrices d'enrichissement trophique se retrouvent dans les habitats autour ou en contact avec les sources tufeuses. Par conséquent, si le relevé est un peu plus large que l'édifice actif (et la frontière n'est jamais facile à établir), la présence d'espèces indicatrices d'enrichissement trophique sera artificiellement élevée, l'indicateur mal mesuré pourrait alors fausser la note.

Nous proposons tout de même pour information une liste des espèces indicatrices d'un enrichissement trophique de l'habitat 7220 en annexe. Elle est valable pour notre territoire.

LE RECOUVREMENT DES ESPÈCES INDICATRICES D'ASSECHEMENT

Cet indicateur n'a pas été relevé comme significatif par rapport aux dire d'expert récoltés dans le cadre du travail du MNHN (Crouzeix 2021). De plus comme l'indicateur précédent, de nombreuses espèces indicatrices d'enrichissement peuvent border l'édifice tufeux. En cas de mauvaise prise d'information sur site, l'indicateur peut être fortement faussé.

Nous proposons tout de même pour information une liste des espèces indicatrices d'un enrichissement trophique de l'habitat 7220 en annexe. Elle est valable pour notre territoire.

PRÉSENCE D'ESPÈCES FAUNISTIQUES BIO-INDICATRICES

Dans l'état actuel des propositions, cet indicateur ne bénéficie pas de protocole reproductible donnant des résultats objectifs. En effet, il est basé sur de l'observation opportuniste. La présence d'espèce de faune indicatrice de bon état accroît néanmoins l'intérêt patrimonial du site.

LES PARAMÈTRES PHYSICO-CHIMIQUE DE L'ALIMENTATION EN EAU

La qualité de l'eau et son débit sont des paramètres très variables selon les saisons. Qui plus est la diversité morphologie des habitats rend la mesure du débit complexe sur site. **Malgré l'intérêt de suivre ces paramètres**, les intégrer sur une grille de lecture qui sera appliquée lors d'une seule visite ou lors de visites uniquement annuelles serait inapproprié. Le suivi de ces paramètres peut cependant être développé, mais cela demandera un investissement fort à l'opérateur et l'association d'une compétence spécifique sera nécessaire. Des enquêtes, notamment auprès des acteurs de l'eau, peuvent cependant être envisagées.

NOTE SUR LA PATRIMONIALITE

Les sites en bon état ne sont pas forcément les plus patrimoniaux, et inversement. Comme vu précédemment certains indicateurs n'ont pas été retenus, mais constituent des éléments permettant de confirmer le fort intérêt patrimonial d'un site. On peut citer comme éléments positifs :

- la présence d'espèce faunistique bio indicatrice
- la présence de plusieurs types de morphologie (vasques succédant une cascade, etc.)
- la richesse du complexe d'habitats à proximité ou en mosaïque (tuf inactif, etc.)
- l'origine naturelle des écoulements et de la tufigénèse

5 CONCLUSION & PROGRAMMATION OPERATIONNELLE

Les sources pétrifiantes (EU 7220*) constituent un habitat atypique, de par sa définition profondément fonctionnelle. Pour la conservation de cet habitat, il est donc primordial de s'assurer que les conditions physiques (débit, qualité de l'eau, etc) sont garanties et maintenues dans le temps.

Nous partons d'une situation de méconnaissance généralisée de cet habitat pourtant prioritaire. Le présent document a permis de clarifier certains éléments comme la détermination de l'habitat sur le territoire, sa diversité morphologique, sa répartition au sein des sites N2000 ou bien les indicateurs potentiellement pertinents pour évaluer son état de conservation. Il persiste cependant des incertitudes notamment autour de sa répartition hors site Natura 2000.

La grille d'évaluation proposée dans ce document identifie des indicateurs pour évaluer l'état de conservation de l'habitat via l'étude de la végétation et des observations possibles avec un ou deux passages sur le site. Mais dans cette grille est également incluse la nécessité de s'assurer de la bonne qualité et du bon fonctionnement hydrologique des diverses sources qui alimentent l'habitat.

Dans un objectif de meilleure définition de la situation régionale en termes d'état de conservation, le CBNPMP propose comme actions opérationnelles :

- La clarification de la présence de l'habitat hors des sites N2000 avec le rattachement phytosociologique et bryophytosociologique des relevés potentiels présent dans la base de données Lobélia.
- Le déploiement de la grille d'évaluation sur les sites de notre territoire d'agrément :
 - Diffusion de ce document et la méthode d'évaluation déclinée lors d'une grande réunion (selon les retours lors de la sollicitation) avec les animateurs concernés par l'habitat,
 - Selon le retour des animateurs, une formation sur l'évaluation de cet habitat et notamment la reconnaissance des bryophytes concernées pourrait être proposée.
- La mise en place d'une enquête auprès des animateurs des sites pour lesquels l'état de conservation a été considéré comme préoccupant lors de la tournée de terrain de 2021 (annexe 2).

L'ensemble de ces actions représenterait environ 10 jours.

6 GLOSSAIRE

Tuf : dépôts calcaires non consistants, issus du processus de tufigénèse

Travertin : roche calcaire dur, issu du processus de tufigénèse

Tufigénèse : processus de production du tuf par la précipitation du bicarbonate de calcium $[Ca(HCO_3)_2]$ en carbonate de calcium ($CaCO_3$), provoquée par la différence de température entre l'eau souterraine et l'air en contact

Habitat à logique « biotope » sous condition : désigne un habitat « biotope » déterminé par la présence de certaines végétations qui seront qualifiées de « végétations indicatrices » de l'habitat.

Habitat à logique « végétation » : concerne les habitats définis selon un type de végétation (syntaxons relevant d'une seule ou d'un nombre restreint de classes phytosociologiques).

Habitat à logique « biotope » : présente souvent une entité géomorphologique (dune, falaise, rivière, pavement, etc.). L'habitat est alors constitué par ce biotope et l'ensemble des communautés végétales et animales qui s'y développent.

Syntaxons : Unité de classification phytosociologique. Groupement végétal déterminé, de rang quelconque dans la classification phytosociologique.

Rapportage de la DHFF (Directive habitat faune flore) : tous les six ans au titre de l'article 17 de la directive européenne « Habitats, faune, flore », la France réalise une évaluation systématique de l'état de conservation de la faune, la flore et des habitats d'intérêt communautaire présents sur son territoire métropolitain.

7. BIBLIOGRAPHIE & SITOGRAFIE

- Bailly G., 2005. - Identification des habitats aquatiques et des formations tufeuses de la Haute Seille. Conservatoire Botanique de Franche-Comté, 34 p.
- Bailly G., 2012. - Étude des groupements aquatiques et des formations tufeuses de la haute Cuisance et de ses ruisseaux affluents. Conservatoire botanique national de Franche-Comté - Observatoire régional des Invertébrés, 72 p.
- Bardat J. & Hauguel J.-C., 2002. - Synopsis bryosociologique pour la France. *Cryptogamie, Bryologie* 23(4): 279 - 343.
- Bensettiti F., Gaudillat V. & Haury J., 2002. - Cahiers d'habitats Natura 2000. Connaissance et gestion des habitats d'intérêt communautaire. Tome 3. Habitats humides. Éd. La Documentation française. 457p.
- Botcazou F., 2020. – Méthode d'évaluation de l'état de conservation des bas-marais calcaires d'intérêt communautaire à l'échelle des sites Natura 2000 : les sources pétrifiantes avec formations de travertins (Cratoneurion) (UE 7220*). UMS Patrinat – OFB/CNRS/MNHN, Université de Bretagne Occidentale, 32 p.
- Crouzeix B. 2021. Méthode d'évaluation de l'état de conservation des sources pétrifiantes avec formation de travertins, Cratoneurion (UE 7220*), de basse et moyenne altitude, à l'échelle des sites Natura 2000. Mémoire de stage supervisé par M. Mistarz et S. Chauchard. 52p
- Clément H., Reich M., Botcazou F., Mistarz M. & Garcin J., 2021. - Évaluation de l'état de conservation des bas-marais calcaires d'intérêt communautaire. Cahiers d'évaluation à l'échelle des sites Natura 2000. Version 2. UMS Patrinat – OFB/CNRS/MNHN. 185p.
- Gaudillat V., Argagnon O., Bensettiti F., Bioret F., Bouillet V., Causse G., Choynet G., Coignon B., de Foucault B., Delassus L., Duhamel F., Fernez T., Herard K., Lafon P., Le fouler A., Panaiotis C., Poncet R., Prud'homme F., Rouveyrol P. & Villaret J.-C., 2018. - Habitats d'intérêt communautaire : actualisation des interprétations des Cahiers d'habitats. Version 1. Rapport UMS Patrinat 2017-104. Unité Mixte de Service Patrimoine naturel, Fédération des Conservatoires botaniques nationaux, Ministère de la Transition écologique et solidaire. 62p.
- Hauguel J.C. & Messean A., 2019. - Les sources pétrifiantes dans le département de l'Aisne : diversité hydro-morphologique, végétations bryophytiques et enjeux de conservation. *Bull. Société linnéenne Nord-Picardie*, 37 : 139-160.
- Hugonnot V., 2017. – Approche morphologique, phytocoenotique et fonctionnelle des bryolithes de la basse vallée de l'Isère (de Saint-Marcellin à Romans), France. *Revue d'écologie (Terre et vie)* 72, p 1-19.
- Julve, Ph., 2002 ff. - Basebryo. Base de données des végétations bryophytiques de France. Version [2017]. Programme Catminat. <http://perso.wanadoo.fr/philippe.julve/catminat.htm> et Tela-Botanica.org. projet tableaux phytosociologiques
- Pentecost A., 1993. – British Travertines: A Review. *Proceedings of the Geologists' Association* 104, p 23-39
- UMS Patrinat, 2019. - Résultats synthétiques de l'état de conservation des habitats et des espèces, période 2013-2018. Rapportage article 17 envoyé à la Commission européenne, avril 2019.
- Géhu, Jean-Marie, 2006. Dictionnaire de sociologie et synécologie végétales. Stuttgart Berlin : Borntraeger. ISBN 9783443500306.

8. ANNEXES

Annexe 1 : Extrait de Gaudillat *et al.*, 2018 sur l'habitat 7220*

Annexe 2 : Compte rendu de l'appui à l'évaluation de l'état de conservation des sources pétrifiantes, habitat IC 7220 par le CBNPMP en 2021

Annexe 3 : Liste des espèces indicatrices d'une dérive trophique de l'habitat 7220, adaptée au territoire du CBNPMP

Annexe 4 : Liste des espèces indicatrices d'un assèchement de l'habitat 7220, adaptée au territoire du CBNPMP

UE 7220 - *SOURCES PÉTRIFIANTES AVEC FORMATION DE TRAVERTINS (CRATONEURION)

La définition de l'habitat devait être précisée concernant l'obligation ou non de se trouver sur **formation active de tuf**, ainsi que les végétations concernées.

Périmètre de l'habitat

Le manuel d'interprétation (version EUR 28) donne les indications suivantes : « Hard water springs with active formation of travertine or tufa ». Il s'agit donc d'un habitat à logique « **biotope** » (sous condition de présence de ses végétations indicatrices) qui correspond aux **sources et suintements d'eau dure où se produit une formation active de tuf**.

On parle de **tufs « inactifs »** lorsqu'ils se retrouvent déconnectés de cet approvisionnement en eau dure. Il n'y a alors plus de formation de tuf et ces tufs « inactifs » se comportent comme de simples substrats rocheux pour la végétation. Ces situations ne sont pas à prendre en compte au titre de l'habitat UE 7220.



Cascade de tuf de Baume-les-Messieurs (Jura)
© V. Gaudillat (UMS PatriNat)

Les sources riches en sels dissous (calcium notamment), mais ne présentant pas de phénomène de précipitation de ces sels, ne sont pas concernées par l'habitat UE 7220.

Végétations indicatrices

Les végétations indicatrices de l'habitat sont constituées par :

- les végétations des **Montio fontanae – Cardaminetea amarae** se trouvant sur des tufs actifs ; en ce qui concerne les **communautés bryophytiques**, parmi les syntaxons cités dans le synopsis bryosociologique de Bardat & Hauguel (2002), les unités suivantes relèvent de l'habitat (l'indication « *p.p.* » signale les cas où l'association ne se trouve pas systématiquement en situation de tuf actif) :

- **Pellion endiviifoliae** : *Cratoneuretum commutati*, *Fegatelletum conicae p.p.*,

- **Riccardio pinguis – Eucladion verticillati** : *Catascopietum nigriti p.p.*, *Cratoneuretum filicino-commutati*, *Eucladietum verticillati*,

- **Cratoneurion commutati** : *Brachythecio rivularis-Cratoneuretum decipientis p.p.*, *Brachythecio rivularis – Hygrohypnetum luridi p.p.*, *Cratoneuretum falcati p.p.*, *Cratoneuro – Philonotidetum calcareae p.p.* ;

- les communautés d'algues incrustantes à dominante de Cyanophycées du **Cyanophycion incrustans** ; dans les Cahiers d'habitats, celles-ci étaient mentionnées dans la fiche 3260-4 (Rivières à Renoncules oligo-mésotrophes à méso-eutrophes, neutres à basiques), mais elles sont à rattacher à l'habitat UE 7220 et non à l'habitat UE 3260. En effet, celles-ci s'éloignent, par leur structure et leur composition, de la définition de l'habitat UE 3260 tandis qu'elles montrent une parenté et une continuité avec les formations de tuf émergées.

Visites du 21 au 27 juillet 2021

Présents : Baptiste CROUZEIX et Margaux MISTARZ (UMS PatriNat); François PRUD'HOMME, Marta INFANTE SANCHEZ et Antonin VIDEAU (CBNPMP)

1/ Eléments préalables

Le service UMS PatriNat et le MNHN proposent régulièrement des méthodes d'évaluation de l'état de conservation des habitats d'intérêt communautaire à l'échelle des polygones et des sites. Avant de diffuser ses méthodes, l'UMS teste sur le terrain et associe parfois les CBN. En 2021, l'UMS PatriNat a souhaité tester une méthode pour les Sources pétrifiantes (code 7220).

Le CNPMP et UMS PatriNat ont convenu d'un accompagnement dont le financement a été assuré par convention OFB/CBN.

Une visite de sites préciblés s'est étalée sur 5 jours en juillet 2021, couvrant la majorité du territoire du CNPMP. Les sites visés avec comme objectif de proposer un panel varié incluant des sites en bon état, mais également des faciès dégradés.

2/ Terrain

La carte page suivante présente les sites visités dans le cadre de cet appui en 2021. Chaque site est ensuite succinctement présenté. Les coordonnées GPS ont parfois été corrigées manuellement, des erreurs c'était glissé lors de la prise d'information sur le terrain. Les relevés phytosociologiques sont également disponibles en annexe.

La Cascade du Pountil (Esparros - 65)

Coordonnées GPS:	43,0169063	0,3229065	528
------------------	------------	-----------	-----

Site de cascade tufeuse exceptionnel, en très bon état de conservation. Présence de mosaïque riche en communautés, avec notamment la présence d'*Adiantum capilli-veneris*. *Eucladictum verticillati* et *Palustriellion commutatae* présents.



Source : A. Videau, 2021.

Chéze (65)

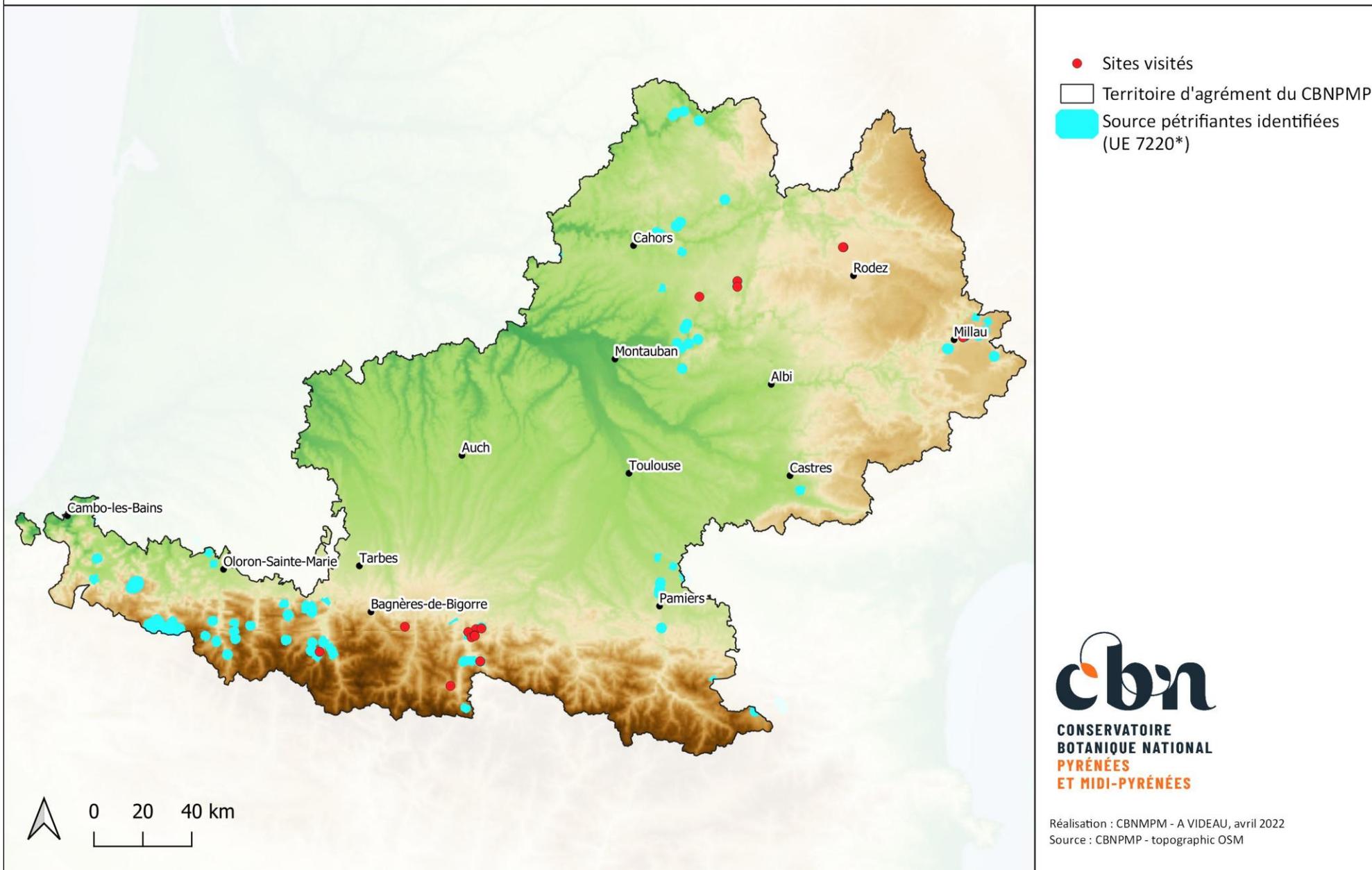
Coordonnées GPS :	42.90596	-0,03333	607
-------------------	----------	----------	-----

Suintement sur rocher humide de très petite dimension en contexte forestier. La formation de tuf est cependant manifeste bien que très modeste.

Des altérations mécaniques évidentes produites par le sentier.

Compte rendu de l'appui à l'évaluation de l'état de conservation des Sources pétrifiantes (EU 7220*)

Sites visités par le service PatriNat et le CBNPMP en 2021

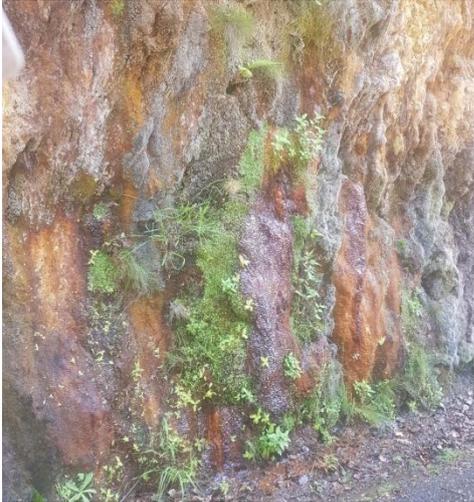


Saligos (65)

Coordonnées GPS :	42.9009141	-0,0256732	688
-------------------	------------	------------	-----

Suintement sur parois en bord de route. Les experts se sont interrogés sur la composition chimique des minéraux précipités. Il semble qu'ici le précipité soit lié à du fer (couleur rouge) pH=4 et ne serait pas du vrai tuf. La mousse *Scopelophila ligulata*, une espèce métallophile rare, se développe sur ce précipité.

Le site n'est pas considéré comme du 7220.



Précipité observé sur la paroi. Source : CBNPMP A. Videau, 2021.



Scopelophila ligulata. Source : CBNPMP M. Infante Sánchez, 2021.

Cauterets - parking (Cauterets - 65)

Coordonnées GPS :	42.8944635	-0,1122892	889
-------------------	------------	------------	-----

Site atypique de par sa localisation : près de la villa de Cauterets, entre un parking et un parc. Bien que conservée, la source est dans un état de conservation mauvais, avec des traces de pas dans les bryophytes et probablement d'eutrophisation. Possible affectation aussi par les chantiers de maintenance du parking (fauchage).

Présence de *Palustriella commutata* comme dominante, et d'*Eucladium verticillatum*.



Source CBNPMP M. Infante Sánchez, 2021

La Laune (Cauterets - 65)

Coordonnées GPS :	42.91379400000000288	-0.100007	817
-------------------	----------------------	-----------	-----

Suintement sur falaise de très petite dimension. La formation de tuf est très modeste, environ 0.2 m². Le caractère pérenne de la tufigénèse n'est pas évident. La classification du site dans l'habitat 7220 fait débat, les espèces caractéristiques ne sont pas présentes. Le site n'est finalement pas retenu comme du 7220 sur la partie observée (possibilité que l'habitat existe plus en amont sur des secteurs inaccessibles depuis le chemin emprunté par les intervenants).

La Colonne (Trébons-de-Luchon - 31)

Coordonnées GPS :	42.806067	0.560967	879
-------------------	-----------	----------	-----

Ce site abrite :

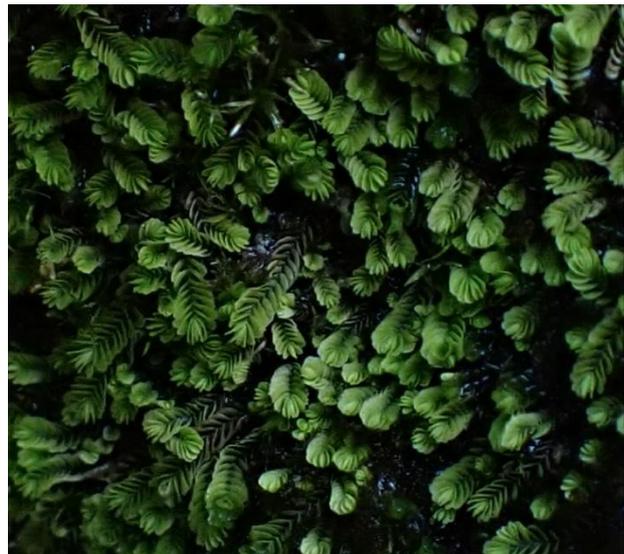
- un suintement sur parois en bord de route en aval
- un bas marais tufeux en amont
- *Lysimachia ephemerum*, espèce rare sur notre territoire

Sur les parois, les bryophytes dominantes sont *Eucladium verticillatum* et *Hymenostylium recurvirostrum* ; *Palustriella commutata* présent de manière plus marginale. A remarquer l'abondance de l'hépatique *Southbya tophacea*, inféodée aux suintements sur calcaire.

Le bas marais est pâturé et montre des stigmas de feu. Le site était en assez bon état. Il a été l'occasion de discuter de l'inclusion des suintements sur parois issus d'aménagement (ici aménagement d'une route).



Lysimachia ephemerum
Source CBNPMP A. Videau, 2021



Southbya tophacea
Source CBNPMP M. Infante Sánchez, 2021

Sous la Crête de Hournech (Argut-Dessous - 31)

Coordonnées GPS :	42.898967	0.706400	583
Coordonnées GPS :	42.899000	0.706500	587

Petit site en contexte forestier, au sein de bas-marais et sur parois, en bon état avec notamment l'observation d'une écrevisse pattes blanches.

Eucladium verticillatum comme la bryophyte dominante, présence de *Hymenostylium recurvirostrum* et de *Palustriella commutata*.



Source : CBNPMP A. Videau, 2021.



Source : CBNPMP M. Infante Sánchez, 2021.

L'Arriou Sec (Sauveterre-de-Comminges - 31)

Coordonnées GPS :	43.016017	0.679767	467
-------------------	-----------	----------	-----

Cours d'eau connue pour présenter de jolies vasques. Finalement les vasques étaient présentes mais réduites, présentant des communautés peu diversifiées, composés par *Oxyrrhynchium hians*, *Apopellia endiviifolia*, *Lunularia cruciata* et *Fissidens crassipes* ; aucune de ces espèces étant tufigènes. L'eau était envahie d'algues vertes (genre *Vaucheria*) qui semblent indiquer une eutrophisation du cours d'eau.

pH faible, 6,5, pollution ? tufigénèse arrêtée ? Les bords des vasques étaient fragiles et en décomposition ?



Source : CBNPMP A. Videau, 2021.

Ruisseau de Grouns de la Longuère (Malvézie - 31)

Coordonnées GPS :	43.019717	0.707450	522
-------------------	-----------	----------	-----

Ruisseau complètement à sec lors de notre visite. Aussi de nombreux fragments de tuf couvraient le lit du ruisseau. Cela est apparu comme fortement préoccupant car il indique un état sec assez habituel.

Les bryophytes dominantes sont bien des espèces ripaires notamment *Rhynchostegium riparioides*, bien des espèces de calcaires humides, notamment les hépatiques *Conocephalum conicum* et *Apopellia endiviifolia*. La seule espèce inféodée au tuf présente est *Eucladium verticillatum* en petite quantité.



Source CBNPMP A. Videau, 2021.

Pas de l'âne (Sauveterre-de-Comminges - 31)

Coordonnées GPS :	43.005033	0.641617	940
-------------------	-----------	----------	-----

En contexte forestier, une petite source à faible débit, défigurée par un captage, donnant lieu à un petit ruisseau fortement piétiné par le bétail. Les espèces tufigènes *Eucladium verticillatum* et *Palustriella commutata*, malgré que présentes, en quantité réduite.

Lourde (31)

Coordonnées GPS :	42.986050	0.658950	635
-------------------	-----------	----------	-----

Suintements sur parois bien développés et en bon état, malgré l'intervention anthropique pour mettre une vierge et la présence en périphérie de *Buddleja davidii*. La communauté d'*Eucladietum verticillati* bien dominant, à remarquer la présence de l'hépatique *Southbya tophacea*.



Source : CBNPMP M. Infante Sánchez, 2021.

En Bun (Génos – 31)

Coordonnées GPS :	42.993450	0.673700	581
-------------------	-----------	----------	-----

En contexte forestier, suintement sur talus, à sec dans la date de la visite, parfois à fonctionnent intermittente selon la saison et/ou les pluies, mais avec de nombreux fragments de tuf tombés à son pied, ce qui pourrait indiquer érosion et tufigénèse insuffisante.
Avec des masses de *Palustriella commutata*.



Source : CBNPMP M. Infante Sánchez, 2021.

Pas du Bouchet (Saint-Pe-d'Ardet - 31)

Coordonnées GPS :	42.993450	0.673700	581
-------------------	-----------	----------	-----

D'énormes plaques d'*Eucladium verticillatum* et *Hymenostylium recurvirostrum* sur des suintements sur falaise. Sans relevé car communautés itérative.



Source : CBNPMP M. Infante Sánchez, 2021.

Pont d'Ambre (Lavaur - 81)

Coordonnées GPS :	Non relevées
-------------------	--------------

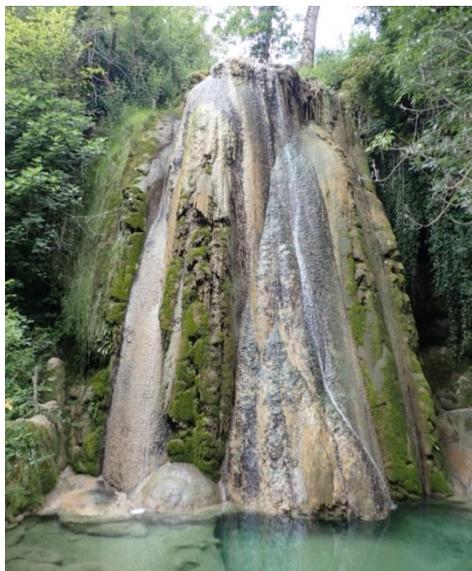
Cette cascade n'a pas été retrouvée. Le chemin semblait couper. Un riverain a déclaré que la cascade était toujours présente, mais prise dans la végétation. Le CBNPMP a prévu de prendre contact avec l'animateur pour récolter des informations sur l'état de conservation du site.

Cascade de Caylus (Caylus - 82)

Coordonnées GPS :	44.250300	1.776700	214
-------------------	-----------	----------	-----

Cascade imposante et en bon état de conservation. Par contre, elle subit une affluence touristique élevée avec quelques piétinements visibles sur certains secteurs et également de la baignade dans la vasque principale, malgré l'interdiction.

Palustriella commutata largement dominante à la cascade. A remarquer l'existence d'une énorme édifice inactive aujourd'hui, mais qui apporte diversité notamment bryophytique au site.



Source : CBNPMP M. Infante Sánchez, 2021

Dassou (La Rouquette - 12)

Coordonnées GPS :	44.309367	1.970317	277
-------------------	-----------	----------	-----

Parois suintantes, probablement apparues après l'aménagement de la route. La présence des cyanobactéries, qui dominent la végétation, a été observée.



Source CBNPMP A. Videau, 2021.

L'Assou (La Rouquette - 12)

Coordonnées GPS :	44.288667	1.970433	272
-------------------	-----------	----------	-----

Source en contexte de bas marais. Les accrétions tufeuses sont réduites, dans un bas marais lui-même limité à une dizaine de mètres carrés.

Une eutrophisation du système est probable appuyé par la dominance de la mousse *Calliergonella cuspidata*. L'habitat a été considéré comme dégradé.



Source : CBNPMP A. Videau et M. Infante Sánchez, 2021.

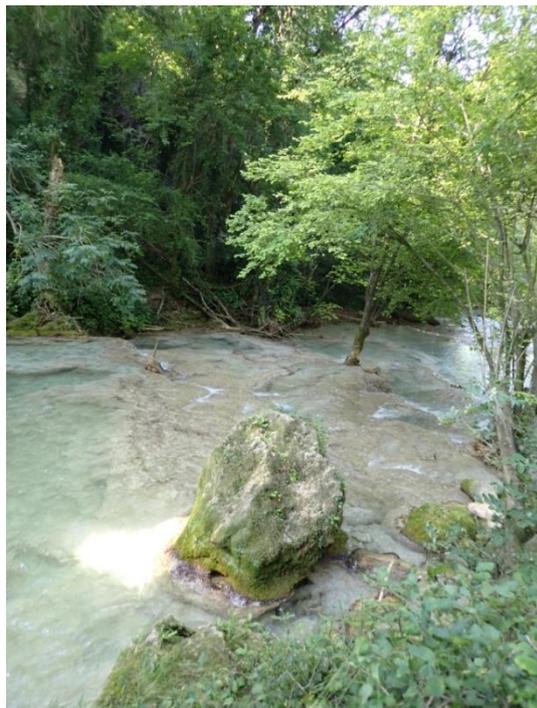
Cascade de Salles-la-Source (Salles-la-Source - 12)

Coordonnées GPS :	44.437116	2.514735	424
-------------------	-----------	----------	-----

Site exceptionnel de cascade sur falaise calcaire. Une grande variété de type morphologique est observée : grande cascade pétrifiante, vasques en aval, cascade en milieux forestier et suintements.

C'est un site particulièrement étendu et complexe, notamment de par son histoire, avec un village imbriqué dans les falaises et le ruisseau. Le village a bâti une partie de son économie autour de la cascade, avec dernièrement l'implantation d'une usine d'hydroélectricité.

Le site est en bon état, malgré une pérennité du débit incertaine du faite de l'exploitation du ruisseau.



Source CBNPMP M. Infante Sánchez, 2021.

Attention, le deuxième relevé fait par le MNHN et disponible en annexe n'était pas l'édifice tufeux typique mais sur une murette humide dans la rue descendant vers la partie de la cascade appelé la cascade de la Crouzie.

Coordonnées GPS :	44.437103	2.511125	375
-------------------	-----------	----------	-----

Le Monna (Millau - 12)

Coordonnées GPS :	44.112700	3.141067	470
-------------------	-----------	----------	-----

Petite source sous calcaire, qui origine une area à *Schoenus nigricans* avec *Campylium stellatum*, et après s'écoule en formant un ruisseau incrustant, habituellement à faible débit (humide à la date de la visite).

Les bords du ruisseau ornés de *Palustriella commutata* et *Aneura pinguis*; des petits talus à *Eucladium verticillatum*.



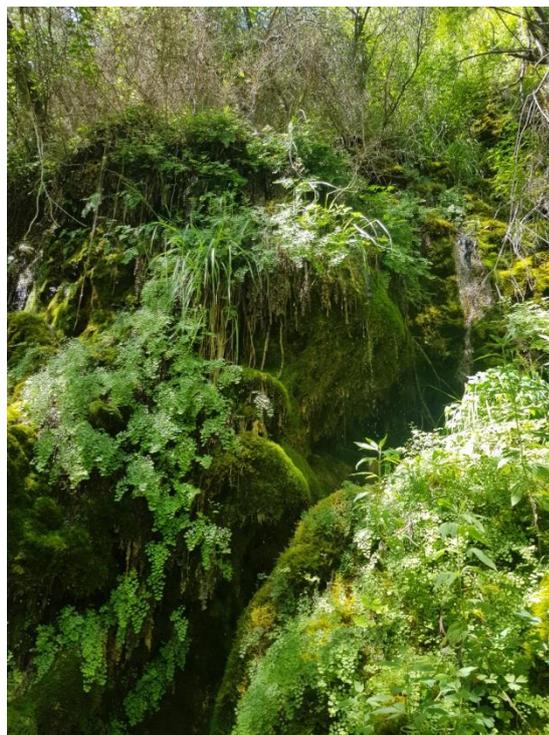
Source CBNPMP M. Infante Sánchez, 2021.

Avenue de l'Aigoual (Millau - 12)

Coordonnées GPS :	44.108533	3.128567	404
-------------------	-----------	----------	-----

Le site désigne une jolie source forestière en bon état avec des mosaïques d'habitats intéressantes, notamment la communauté de *Adiantion capilli-veneris*. La présence de bois mort et de quelques piétinements ont été observés.

Pour les bryophytes, à remarquer la présence d'une belle population de *Hymenostylium recurvirostrum* (ass. *Hymenostylietum recurvirostris* Hébrard 1973)



Source CBNPMP M. Infante Sánchez & A. Videau, 2021.

Le 8 mars 2022, F. Prud'homme, M. Infante Sánchez et Antonin Videau CBNPMP

Annexe 1 : relevés phytosociologiques du 7220 sur le tag du CBNPMP en 2021. Source B. Crouzeix, M. Mistrasz, (UMP PatriNat). F. Prud'homme & M. Infante Sanchez (CBNPMP).

NOM_VALIDE (TAXREF13_2020)	323	324	325	326	327	328	329	330	331	332	334	335	336	337	338	339	341
<i>Adiantum capillus-veneris</i> L., 1753	1	3				3	1				3	1			63		63
<i>Agrostis stolonifera</i> L., 1753	1											15			3	15	
<i>Aneura pinguis</i> (L.) Dumort., 1822					3	1											
<i>Angelica sylvestris</i> L., 1753		1	1														
<i>Apopellia endiviifolia</i> (Dicks.) Nebel & D.Quandt, 2016	15	3	3		3	1		15	15	3	1				3	3	
<i>Aquilegia vulgaris</i> L., 1753					3	1	1										15
<i>Artemisia vulgaris</i> L., 1753														1			
<i>Asplenium scolopendrium</i> L., 1753	3	1							15			3				1	
<i>Asplenium trichomanes</i> L., 1753									1								
<i>Bidens frondosa</i> L., 1753														1			
<i>Blackstonia perfoliata</i> (L) Huds., 1762														1			
<i>Brachypodium sylvaticum</i> (Huds.) P.Beauv., 1812			15		3				3	3	1				1		
<i>Bromopsis erecta</i> (Huds.) Fourr., 1869																	
<i>Buddleja davidii</i> Franch., 1887																	
<i>Cardamine raphanifolia</i> Pourr., 1788	3																
<i>Carex flacca</i> Schreb., 1771					3		1			1			1	1			
<i>Carex lepidocarpa</i> Tausch, 1834					3												1
<i>Chrysosplenium oppositifolium</i> L., 1753															3		
<i>Cirsium monspessulanum</i> (L.) Hill, 1768					15	1											
<i>Clematis vitalba</i> L., 1753																3	
<i>Conocephalum conicum</i> (L.) Dumort.	3							3	15			3			3	3	
<i>Cornus sanguinea</i> L., 1753								1									
<i>Corylus avellana</i> L., 1753									3								
<i>Crataegus monogyna</i> Jacq., 1775										1							
<i>Cratoneuron filicinum</i> (Hedw.) Spruce, 1867								1	3								
<i>Dactylis glomerata</i> L., 1753										1							
<i>Daucus carota</i> L., 1753														1			
<i>Didymodon fallax</i> (Hedw.) R.H.Zander, 1978				1													
<i>Didymodon tophaceus</i> (Brid.) Lisa, 1837	3																
<i>Elymus caninus</i> (L.) L., 1755												3					
<i>Equisetum telmateia</i> Ehrh., 1783																1	
<i>Erinus alpinus</i> L., 1753																	
<i>Eucladium verticillatum</i> (With.) Bruch & Schimp., 1846	15		1		15	15	63	3	3	15	1	1	15	3	15		15
<i>Eupatorium cannabinum</i> L., 1753			15	1	3		15					1	3	3	3	3	15
<i>Euphorbia amygdaloides</i> L., 1753										1							
<i>Festuca marginata</i> (Hack.) K.Richt., 1890																	
<i>Ficus caracia</i> L., 1753															3		
<i>Fissidens adianthoides</i> Hedw., 1801					1	1											
<i>Fissidens crassipes</i> Wilson ex Bruch & Schimp., 1849								38		1					1		
<i>Fissidens grandifrons</i> Brid., 1806	15	38	1	1													

NOM_VALIDE (TAXREF13_2020)	323	324	325	326	327	328	329	330	331	332	334	335	336	337	338	339	341
<i>Fissidens incurvus</i> Starke ex Röhl., 1813									1								
<i>Fraxinus excelsior</i> L., 1753							1			1	1						
<i>Galium mollugo</i> L., 1753												1					
<i>Geranium robertianum</i> L., 1753	1								1	1		1				15	
<i>Globularia nudicaulis</i> L., 1753					3												
<i>Gymnostomum calcareum</i> Nees & Hornsch., 1823												1					
<i>Hedera helix</i> L., 1753		15	3		3				15	1	1			15		15	3
<i>Hieracium</i> sp.			1														
<i>Hymenostylium recurvirostrum</i> (Hedw.) Dixon, 1933						3											15
<i>Hypericum nummularium</i> L., 1753						1											
<i>Hypericum tetrapterum</i> Fr., 1823			1														
<i>Jungermannia atrovirens</i> Dumort., 1831					1					1							
<i>Lactuca muralis</i> (L.) Gaertn., 1791			1														
<i>Leontodon hirtus</i> L., 1759																	
<i>Ligustrum vulgare</i> L., 1753																	
<i>Lotus corniculatus</i> L., 1753			1														
<i>Lotus maritimus</i> L., 1753					3												
<i>Lunularia cruciata</i> (L.) Dumort. ex Lindb., 1868								15									
<i>Lythrum salicaria</i> L., 1753														1			
<i>Marchantia quadrata</i> Scop., 1772					1												
<i>Mentha aquatica</i> L., 1753										3							
<i>Mentha suaveolens</i> Ehrh., 1792														15			
<i>Mnium stellare</i> Hedw., 1801									1								
<i>Molinia caerulea</i> (L.) Moench, 1794				1	15	15	3						3				15
<i>Nasturtium officinale</i> W.T.Aiton, 1812																3	
<i>Ononis spinosa</i> subsp. <i>Procurrens</i> (Wallr.) Briq., 1913														1			
<i>Oxyrrhynchium hians</i> (Hedw.) Loeske, 1907								1									
<i>Palustriella commutata</i> (Hedw.) Ochyra, 1989	38	15	38	38	15	3	3	1		3	63	63		63	63	63	63
<i>Palustriella falcata</i> (Brid.) Hedenäs, 1992				1		3	3										
<i>Philonotis calcarea</i> (Bruch & Schimp.) Schimp., 1856			3														
<i>Pohlia nutans</i> (Hedw.) Lindb., 1879									1								
<i>Pimpinella saxifraga</i> L., 1753					1												
<i>Pinguicula vulgaris</i> L., 1753					15	15											
<i>Plagiomnium rostratum</i> (Schrad.) T.J.Kop., 1968								1	1								
<i>Plagiomnium undulatum</i> (Hedw.) T.J.Kop., 1968									1								
<i>Poa nemoralis</i> L., 1753																3	
<i>Poa trivialis</i> L., 1753							3										
<i>Populus nigra</i> L., 1753													1				
<i>Ptychostomum pseudotriquetrum</i> (Hedw.) J.R.Spence & H.P.Ramsay ex Holyoak & N.Pedersen, 2007					1				1								
<i>Rhynchostegium riparioides</i> (Hedw.) Cardot, 1913								1	38		15	3					
<i>Rubia peregrina</i> L., 1753																	

NOM_VALIDE (TAXREF13_2020)	323	324	325	326	327	328	329	330	331	332	334	335	336	337	338	339	341
<i>Rubus L., 1753</i>		1		1										15		3	
<i>Salix caprea L., 1753</i>					1								1				
<i>Saxifraga hirsuta L., 1759</i>	3																
<i>Schedonorus arundinaceus (Schreb.) Dumort., 1824</i>			3													3	
<i>Schoenus nigricans L., 1753</i>																	
<i>Scrophularia auriculata L., 1753</i>										1							
<i>Sedum sediforme (Jacq.) Pau, 1909</i>																	
<i>Solanum dulcamara L., 1753</i>										1							
<i>Southbya tophacea (Spruce) Spruce, 1850</i>					3												
<i>Tofieldia calyculata (L.) Wahlenb., 1812</i>					15						1						
<i>Veronica beccabunga L., 1753</i>																15	
<i>Viola palustris L., 1753</i>							1										
<i>Viola reichenbachiana Jord. Ex Boreau, 1857</i>										1							

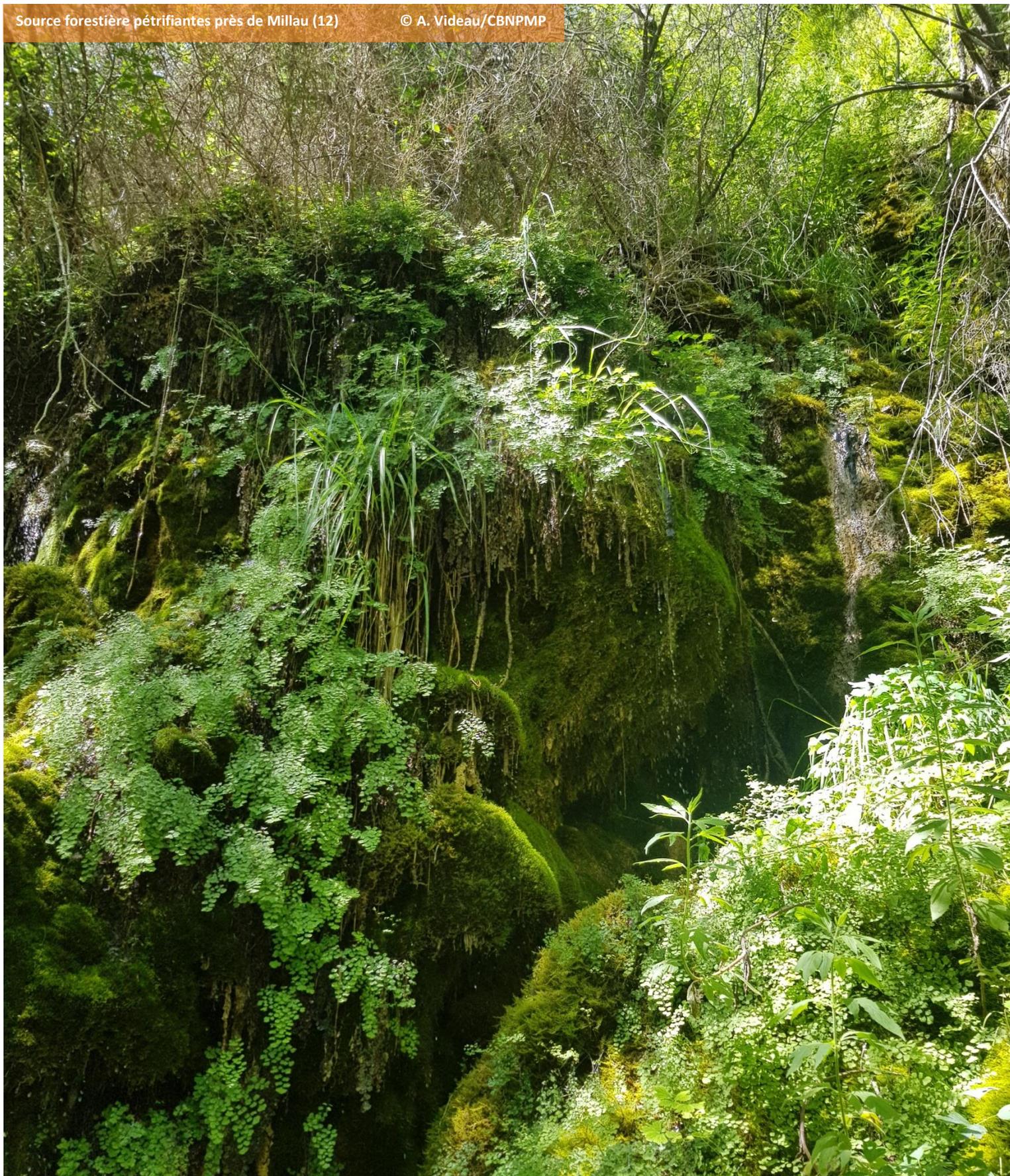
Lieu-dit	Station
Cascade du Pountil	323
Chéze	324
Cauterets - parking	325
Cauterets – La Laune	326
Trébons-de-Luchon	327
Crête de Hournech	328
Crête de Hournech	329
L'Arrieu Sec	330
Ruisseau de Grouns de la Longuère	331
Pas de l'âne	332
En Bun	334
Cascade de Caylus	335
Dassou	336
L'Assou	337
Cascade de Salles-la-Source	338
Cascade de la Crouzie	339
Avenue de l'Aigoual	341

Annexe 3 : liste des espèces indicatrices d'une dérive trophique de l'habitat 7220, adaptée au territoire du CBNPMP

Espèces indicatrices d'une dérive trophique de l'habitat 7220 (pour le territoire du CBNPMP)	
Bryophytes	Vasculaires
<i>Calliergonella cuspidata</i>	<i>Angelica sylvestris</i>
<i>Plagiomnium undulatum</i>	<i>Carex acutiformis</i>
	<i>Cirsium palustre</i>
	<i>Clematis vitalba</i>
	<i>Dioscorea communis</i>
	<i>Equisetum telmateia</i>
	<i>Eupatorium cannabinum</i>
	<i>Filipendula ulmaria</i>
	<i>Poa trivialis</i>
	<i>Pulicaria dysenterica</i>
	<i>Ranunculus repens</i>
	<i>Rubus spp</i>
	<i>Schedonorus arundinaceus</i>
	<i>Scrophularia auriculata</i>
	<i>Urtica dioica</i>
	<i>Tussilago farfara</i>
	<i>Veronica beccabunga.</i>

Annexe 4 : liste des espèces indicatrices d'un assèchement de l'habitat 7220, adaptée au territoire du CBNPMP

Espèces indicatrices d'un assèchement de l'habitat 7220, (pour le territoire du CBNPMP)
Vasculaires
<i>Angelica sylvestris</i>
<i>Carex acutiformis</i>
<i>Cirsium palustre</i>
<i>Clematis vitalba</i>
<i>Dioscorea communis</i>
<i>Equisetum telmateia</i>
<i>Eupatorium cannabinum</i>
<i>Filipendula ulmaria</i>
<i>Poa trivialis</i>
<i>Pulicaria dysenterica</i>
<i>Ranunculus repens</i>
<i>Rubus spp</i>
<i>Schedonorus arundinaceus</i>
<i>Scrophularia auriculata</i>
<i>Urtica dioica</i>
<i>Tussilago farfara</i>
<i>Veronica beccabunga.</i>



SIEGE & CORRESPONDANCE :

Vallon de Salut · BP 70315 · 65203 Bagnères-de-Bigorre Cedex

Tél : 05 62 95 85 30 • Mél : contact@cbnmp.fr

www.cbnmp.fr

The logo for the Conservatoire Botanique National Pyrénées et Midi-Pyrénées, featuring the lowercase letters 'cbn' in a bold, dark blue font. The 'c' and 'b' are connected, and the 'n' has a small orange dot above it.

CONSERVATOIRE
BOTANIQUE NATIONAL
PYRÉNÉES
ET MIDI-PYRÉNÉES