

**État de conservation des « Sources
pétrifiantes avec formation de
travertins (*Cratoneurion*) »
(UE 7220*)**

Guide d'évaluation à l'échelle des
sites Natura 2000



©V. Gaudillat

L'UMS Patrimoine naturel - PatriNat

Centre d'expertise et de données sur la nature



Depuis janvier 2017, l'Unité Mixte de Service Patrimoine naturel assure des missions d'expertise et de gestion des connaissances pour ses trois tutelles, que sont le Muséum national d'Histoire naturelle (MNHN), l'Office français pour la biodiversité (OFB) et le Centre national de la recherche scientifique (CNRS).

Son objectif est de fournir une expertise fondée sur la collecte et l'analyse de données de la biodiversité et de la géodiversité présentes sur le territoire français, et sur la maîtrise et l'apport de nouvelles connaissances en écologie, sciences de l'évolution et anthropologie. Cette expertise, établie sur une approche scientifique, doit contribuer à faire émerger les questions et à proposer les réponses permettant d'améliorer les politiques publiques portant sur la biodiversité, la géodiversité et leurs relations avec les sociétés et les humains.

En savoir plus : patrinat.fr

Co-directeurs :

Laurent PONCET, directeur en charge du centre de données

Julien TOUROULT, directeur en charge des rapportages et de la valorisation

Inventaire National du Patrimoine Naturel



Porté par l'UMS PatriNat, cet inventaire est l'aboutissement d'une démarche qui associe scientifiques, collectivités territoriales, naturalistes et associations de protection de la nature, en vue d'établir une synthèse sur le patrimoine naturel en France. Les données fournies par les partenaires sont organisées, gérées, validées et diffusées par le MNHN. Ce système est un dispositif clé du Système d'Information sur la Nature et les Paysages (SINP) et de l'Observatoire National de la Biodiversité (ONB).

Afin de gérer cette importante source d'informations, le Muséum a construit une base de données permettant d'unifier les données à l'aide de référentiels taxonomiques, géographiques et administratifs. Il est ainsi possible d'accéder à des listes d'espèces par commune, par espace protégé ou par maille de 10x10 km. Grâce à ces systèmes de référence, il est possible de produire des synthèses, quelle que soit la source d'information.

Ce système d'information permet de consolider des informations qui étaient jusqu'à présent dispersées. Il concerne la métropole et l'outre-mer, aussi bien sur la partie terrestre que marine. C'est une contribution majeure pour la connaissance naturaliste, l'expertise, la recherche en macroécologie et l'élaboration de stratégies de conservation efficaces du patrimoine naturel.

En savoir plus : inpn.mnhn.fr

Description de l'habitat

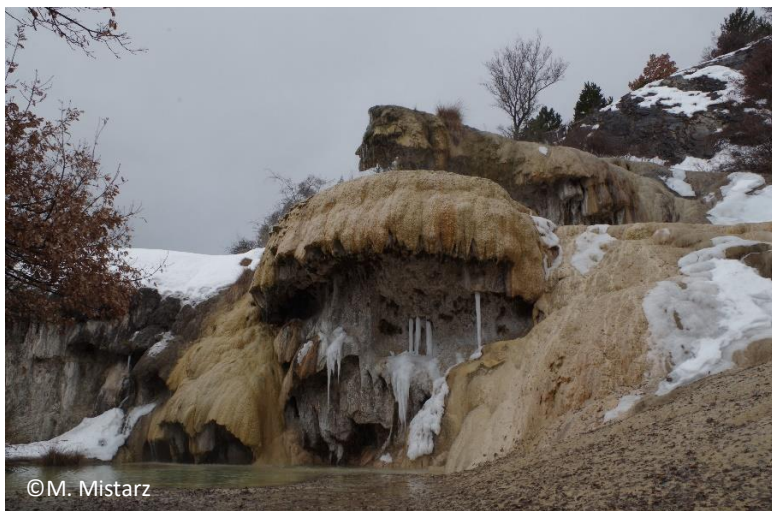


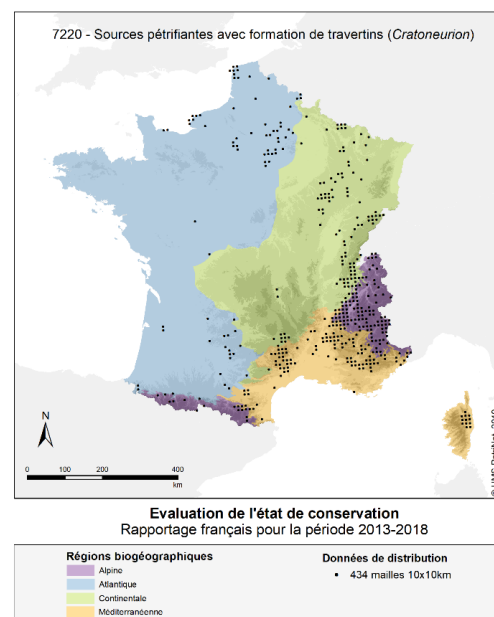
Photo 10. Sources pétrifiantes de Réotier (Hautes-Alpes).

L'habitat « Sources pétrifiantes avec formation de travertins (*Cratoneurion*) » (UE 7220*) est présent au niveau des **sources** où la végétation se développe soit sur des **tufs** (roches sédimentaires biogéniques formées proche des sources d'eau froide de carbonate dissous), soit sur des **travertins** (roches sédimentaires biogéniques formées proche des sources d'eau chaude de carbonate dissous) (Photo 10). La végétation est dominée par des **bryophytes** telles que *Brachythecium rivulare*, *Bryum pseudotriquetrum*,

Palustriella commutata et *Cratoneuron filicinum*. Aux bryophytes peut parfois s'ajouter une strate herbacée plus ou moins dense comprenant essentiellement des Saxifragacées (*Saxifraga aizoides*, *Saxifraga stellaris*, etc.), Brassicacées (*Arabis soyeri* subsp. *subcoriacea*, *Cochlearia pyrenaica*, etc.) et Cypéracées. La présence d'algues est également à noter. L'habitat se trouve essentiellement sur des pentes de l'étage planitiaire à alpin (Bensettiti *et al.*, 2002). L'altitude, les réactions ioniques ou encore le degré d'humidité des stations sont autant de facteurs de variations qui permettent de distinguer **deux types de groupements**. Les groupements de **basses altitudes (< 1 000 m)** correspondent généralement aux **communautés dominées par les bryophytes**. Les **communautés phanérogamiques** (les bryophytes sont toujours présentes) sont plus rares et ont une large amplitude altitudinale. Elles peuvent être retrouvées aux **étages subalpin et alpin**. L'habitat est décliné en un unique habitat élémentaire, « **Communautés des sources et suintements carbonatés** » (7220-1).

À débit et conditions physico-chimiques constants, cet habitat peut rester stable. En revanche, celui-ci peut évoluer vers des **végétations herbacées calcicoles ou ligneuses** lorsque les sources se tarissent (Bensettiti *et al.*, 2002). Parmi les habitats associés ou en contact, on compte les cladaïes (UE 7210*), les tourbières basses alcalines (UE 7230), les groupements alticoles du *Caricion incurvae* (UE 7240*), les pelouses sèches des *Festuco-Brometalia* (UE 6210), les éboulis calcaires (UE 8160*), etc. Pour conserver cet habitat, il est nécessaire de **conserver les habitats qui y sont associés** ainsi que **l'ensemble du système hydrologique**. Il s'agit donc de prendre en compte le **complexe tuffeux dans son entier**, de la source qui l'alimente au cours d'eau en aval.

L'habitat est présent sur **207 sites Natura 2000** en France et est réparti sur **l'ensemble des régions biogéographiques françaises terrestres** (Carte 2). On le retrouve dans l'ensemble des régions sédimentaires et



Carte 2. Distribution de l'habitat code UE 7220* sur le territoire métropolitain.

« Sources pétrifiantes avec formation de travertins (*Cratoneurion*) » (UE 7220*)

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 et d'un état « **défavorable inadéquat** » au sein du domaine continental (Tableau 15 et Tableau 16). L'état de conservation a été évalué « **défavorable mauvais** » au sein des domaines atlantique et méditerranéen, avec tendance à la régression au sein de ce dernier (Tableau 17 et Tableau 18) (UMS Patrinat, 2019). Cet habitat recouvrant de petites surfaces et se développant dans un contexte géologique particulier est principalement menacé par le **détournement des sources d'alimentation** en eau tel que les **captages d'eau de surface ou souterraine**, les **pollutions d'origine agricole** (avec l'apparition possible d'algues filamenteuses) et le **changement climatique** (Bensettiti *et al.*, 2002 ; UMS Patrinat, 2019).

Tableau 15. Résultats du dernier rapportage (2013-2018) sur l'état de conservation des sources pétrifiantes avec formation de travertins au sein du domaine biogéographique **alpin**.

Code UE	Aire de répartition	Surface	Structure et fonctions	Perspectives futures	État de conservation
7220*	Favorable	Inconnu	Inconnu	Inconnu	Inconnu

Tableau 16. Résultats du dernier rapportage (2013-2018) sur l'état de conservation des sources pétrifiantes avec formation de travertins au sein du domaine biogéographique **continental**.

Code UE	Aire de répartition	Surface	Structure et fonctions	Perspectives futures	État de conservation
7220*	Favorable	Défavorable inadéquat	Favorable	Favorable	Défavorable inadéquat

Tableau 17. Résultats du dernier rapportage (2013-2018) sur l'état de conservation des sources pétrifiantes avec formation de travertins au sein du domaine biogéographique **atlantique**.

Code UE	Aire de répartition	Surface	Structure et fonctions	Perspectives futures	État de conservation
7220*	Inconnu	Inconnu	Défavorable inadéquat	Défavorable mauvais	Défavorable mauvais

Tableau 18. Résultats du dernier rapportage (2013-2018) sur l'état de conservation des sources pétrifiantes avec formation de travertins au sein du domaine biogéographique **méditerranéen**.

Code UE	Aire de répartition	Surface	Structure et fonctions	Perspectives futures	État de conservation
7220*	Défavorable mauvais	Défavorable mauvais	Défavorable mauvais	Défavorable mauvais	Défavorable mauvais

Pré-grille d'évaluation d'état de conservation

Les indicateurs proposés ci-après sont le résultat de **recherches bibliographiques** (Tableau 19).

Tableau 19. Pré-grille d'indicateurs proposée pour l'évaluation de l'état de conservation de l'habitat « Sources pétrifiantes avec formation de travertins (*Cratoneurion*) » (UE 7220*) à l'échelle des sites Natura 2000.

Paramètre	Critère	Indicateur	Échelle	Résultats attendus
Surface	Surface couverte	Évolution de la surface couverte par l'habitat	Site	Progression, stabilité
				Régression
Structures et fonctions	Composition floristique	Algues du genre <i>Vaucheria</i>	Placette/Polygone/Écocomplexe ?	Absence
				Présence
		Recouvrement des ligneux (%)	Polygone ou placette	< 5
				5-20
				> 20
		Recouvrement de la strate herbacée (%)	Placette	--
				--
	Espèces indicatrices de bon état	Placette	Présence	
			Absence	
	Espèces indicatrices de mauvais état	Placette	Absence	
		Présence		
	Recouvrement des espèces indicatrices de piétinement (%)	Placette	--	
			--	
	Bryophytes spécialisées (Bonus)	Polygone	Présence	
	Composition faunistique	Odonates (Bonus)	Écocomplexe	Présence
Altérations	Atteintes lourdes	Somme des atteintes quantifiables en surface	Polygone	Somme des points = 0
				Somme des points = 1
				Somme des points = 2
				Somme des points ≥ 3
	Atteintes diffuses	Impact des atteintes difficilement quantifiables en surface	Site/Bassin versant	Impact négligeable ou nul
				Impact moyen
			Impact fort	

Les notions de **polygone d'habitat**, **placette** et **écocomplexe** sont définies dans la partie 1 du présent rapport. Les indicateurs sont proposés comme rendant potentiellement compte de l'état de conservation de l'habitat. Ils doivent être discutés, testés sur le terrain, analysés et validés en 2020. Il s'agira alors de proposer une grille d'évaluation semblable à celles proposées pour les autres habitats, avec des **valeurs seuils** et des **notes associées**. La phase de test prévue en 2020 devra également permettre de définir précisément **les limites de l'habitat**, ainsi que les **états de référence**.

Premières descriptions, propositions de protocoles et méthodes

Paramètre « Surface »

Évolution de la surface couverte

Cet indicateur est largement utilisé dans les différentes études de l'état de conservation des habitats d'intérêt communautaire à l'échelle des sites Natura 2000. La réduction de surface des bas-marais calcaires est une menace pour leur pérennité et celle des espèces animales et végétales inféodées à ces milieux. La mesure de l'évolution de la surface couverte par l'habitat permet d'observer une **éventuelle fermeture des sites par boisement**, ainsi que des **phénomènes de remblaiement, de drainage, etc.** La surface optimale nécessaire pour le bon fonctionnement de l'habitat est difficile à définir, c'est pourquoi on s'intéressera uniquement à évaluer la **tendance d'évolution de l'habitat** (stabilité, progression ou régression). La démarche à adopter pour la mesure de l'indicateur est résumée ci-dessous (Figure 39).

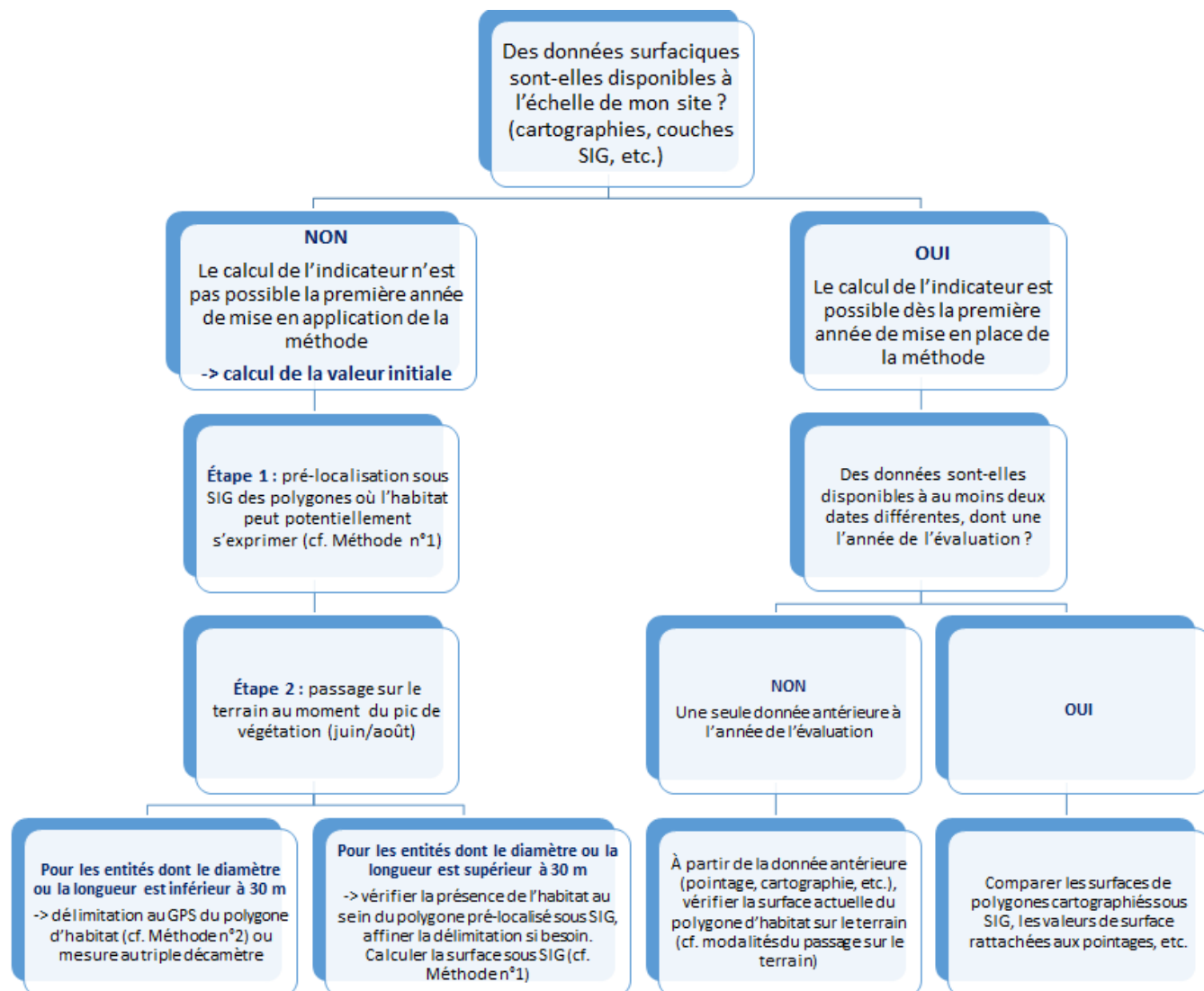


Figure 39. Démarche à adopter pour mesurer l'évolution de la surface couverte par l'habitat à l'échelle du site Natura 2000 en fonction des données disponibles.

Par défaut, on préconisera d'évaluer l'évolution de surface sur un pas de temps de six ans. La régression de surface de l'habitat sera avérée lorsqu'il y a une perte équivalente à 1 % par an. Ce seuil de régression, fixé selon la méthode communautaire du rapportage (art. 17) à 1 % par année, devrait, dans l'idéal, être adapté à l'échelle de chaque site Natura 2000 par l'opérateur. Par ailleurs, le seuil de régression fixé ne doit pas être trop bas afin de prendre en compte le **biais observateur** lors de l'estimation de la surface de l'habitat. La périodicité de l'évaluation, c'est-à-dire le pas de temps entre les données surfaciques, dépend également des données dont l'opérateur dispose.

Méthode n°1 : La pré-localisation des polygones d'habitat où les sources pétrifiantes peuvent potentiellement s'exprimer peut être effectuée sous **Système d'information géographique (SIG)** à l'aide d'**ortho-photographies**, c'est-à-dire des photographies aériennes rectifiées, telles que prises à la verticale. D'autres couches peuvent être utilisées, ces dernières sont présentées ci-dessous (Tableau 20 et Figure 30).

Tableau 20. Exemple de couches exploitables sous SIG afin de procéder au pré-repérage des polygones.

Couche	Source	Utilité
SCAN 25®	©IGN	Repérage de la topographie, des cours d'eau, des toponymes, des mares, etc.
BD ORTHO®	©IGN	Repérage des différents faciès de végétation, des indices de remontées de nappe, des étangs, des mares, etc.
Bing Aerial®	©Microsoft Corporation	Peut se substituer à la couche précédente
Limites des sites Natura 2000 (ZSC)	©UMS Patrinat	Cadrage géographique
Grille de maille 2 500 m x 500 m		Aide à la progression de la photo-interprétation et vérification des mailles



Figure 30. Exemple schématique de délimitation d'une tourbière sous SIG (source : IGN). La présence de l'habitat Sources pétrifiantes est à vérifier sur le terrain.

L'analyse sous SIG ne peut être dispensée d'une **vérification de la présence de l'habitat sur le terrain** si cette dernière n'est pas connue de l'opérateur au préalable. Cette vérification pourra affiner la délimitation des polygones sous SIG.

Protocole : Sous QGIS, la délimitation de l'habitat peut être effectuée à l'aide de l'outil « ajouter une entité » présent dans la barre d'outils de numérisation. Une fois l'entité construite (le polygone d'habitat), sa surface peut être extraite via la calculatrice de champ. Celle-ci crée automatiquement un nouveau champ de surface contenant l'expression « \$area ». À savoir que l'unité du calcul sera celle de la projection. La digitalisation des polygones sera

effectuée à une échelle comprise entre 1/2 500 et 1/1 000.

Méthode n°2 : Une autre méthode consiste à **délimiter les contours des habitats sur le terrain à l'aide d'un GPS** possédant une fonction de tracé avec lequel le tour du polygone d'habitat sera effectué. Une surface pourra ainsi en être extraite sous SIG (Figure 31) ou directement sur le GPS (en fonction du matériel). Cette méthode, applicable notamment aux polygones non digitalisables sous ortho-photographies, est plus précise que la précédente mais demande un coût humain plus important.

Protocole : La fonction tracé (« track » en anglais) dont dispose la plupart des GPS, permet de tracer un parcours plus ou moins précis en fonction de l'intervalle de distance entre les mesures choisies dans le GPS et en fonction de la précision du GPS lui-même. Dans le cas où le calcul de surface n'est pas directement effectué par le GPS, le tracé est à insérer sous SIG puis à convertir en entité polygonale via l'outil « De lignes à polygones » des outils de géométrie. Comme pour la **Méthode n°1**, la surface est extraite via l'expression « \$area », sous QGIS, et comparée à la surface des années antérieures.

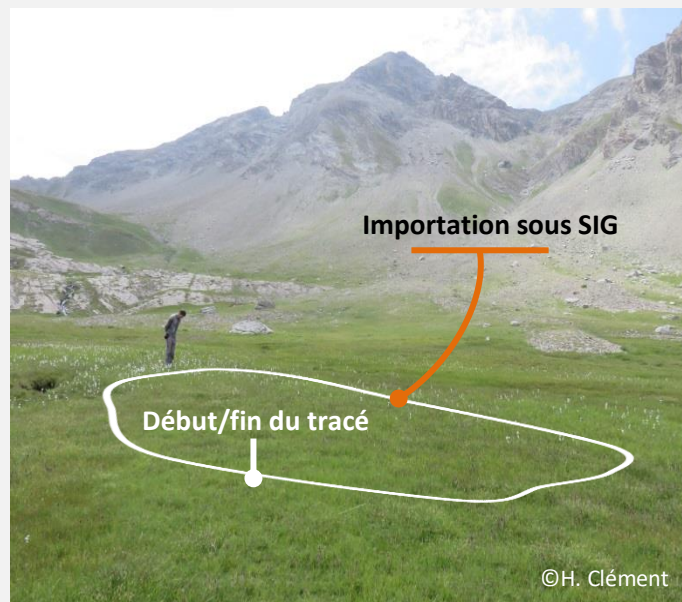


Figure 31. Exemple schématique de délimitation d'un habitat tourbeux à l'aide d'un GPS.

D'autres méthodes existent afin de mesurer la surface (**drones** qui fournissent des images ortho-rectifiées, **photographies prises en ULM**, etc.). En dernier recours, si aucune donnée surfacique n'est disponible et que le temps imparti à la mesure de l'indicateur est faible, l'opérateur, ayant au préalable une bonne connaissance de l'habitat sur le site, pourra utiliser **l'avis d'expert** pour juger de l'évolution de surface.

Lorsque l'habitat est représenté par plusieurs polygones de sources pétrifiantes à l'échelle du site Natura 2000, **la somme des surfaces des polygones correspond à la surface totale de l'habitat**. Suivant la configuration de l'habitat à l'échelle du site Natura 2000 et en fonction du temps dont l'opérateur dispose, on pourra envisager de mesurer l'évolution de surface de l'ensemble des polygones de sources pétrifiantes présents sur le site, ou bien d'effectuer un **échantillonnage de polygones représentatif, à suivre dans le temps**. Dans le cas d'un habitat en mosaïque, l'évaluation de la surface couverte sera effectuée au niveau de la **mosaïque d'habitats**.

Remarques : plus le temps et la précision consacrés à la délimitation seront importants, meilleur sera le résultat. Les **causes** de l'évolution de la surface de l'habitat étudié doivent être renseignées (boisement, assèchement, etc.). Des **conditions climatiques similaires** entre les deux dates de comparaison choisies sont nécessaires, les habitats humides étant variables d'une année à l'autre suivant leur mise en eau.

Critère	Informations apportées	Échelle	Résultats attendus	Notes
Surface couverte	Fonctionnement général, perspectives, pérennité de l'habitat et des espèces, dynamique de l'habitat	Site	Stabilité, progression	0
			Régression	-10

Paramètre « Structures et fonctions »

Algues du genre *Vaucheria*

La présence d'algues du genre *Vaucheria* indique un **enrichissement de l'eau**, particulièrement en **phosphate**, négatif pour l'état de conservation de l'habitat (Lyons et Kelly, 2016). Ce genre d'algues se distingue par la formation de colonies d'apparence vert foncé ou encore noirâtre sous forme de tapis (Tableau 21). Elle indique un niveau élevé de nutriments dans l'eau. L'identification des algues nécessite un microscope. Cet indicateur reste à développer du fait de la difficulté d'application.

Tableau 21. Algue du genre *Vaucheria* (à gauche, en vue d'ensemble ; à droite, siphon et organes reproducteurs au microscope).



Critère	Informations apportées	Échelle	Résultats attendus
Composition floristique	Perspectives futures, eutrophisation, dysfonctionnement	Placette/Polygone/Écocomplexe ?	Absence
			Présence

Recouvrement des ligneux (%)

La présence d'arbustes dans cet habitat semble être négative pour sa conservation. Un fort recouvrement des ligneux (*Calluna vulgaris*, *Acer* spp., *Fraxinus* spp., *Rubus* spp., *Salix* spp., *Hedera* spp., etc.), dans les régions non boisées, peut mener à un **assèchement de l'habitat** (Lyons et Kelly, 2016 ; Hugonnot *et al.*, 2019).

Méthode : Le but est ici d'évaluer visuellement le **recouvrement des ligneux** et de les **identifier**, lorsque cela est possible. Une simple estimation visuelle du recouvrement des ligneux à l'échelle de la placette ou bien du polygone sera effectuée. Un relevé phytosociologique ou floristique pourra également être réalisé à l'échelle de la placette.

Protocole : Pour évaluer cet indicateur à l'échelle de la placette, il faut dans un premier temps la délimiter. La **forme de la placette** va dépendre de la **configuration du polygone** et pourra ainsi être de forme circulaire, carrée, rectangulaire, linéaire, etc. Les relevés fragmentés sont également possibles si les patches d'habitat ont la même composition floristique, la même physionomie de végétation et sont soumis à une même gestion (l'absence de gestion en fait partie). On évitera de se placer en marge du polygone où des végétations extérieures à l'habitat pourraient être rencontrées (**effet de lisière**). **Il est conseillé de noter la valeur exacte du recouvrement des ligneux, ainsi que les espèces présentes sur la fiche de relevé.** Une aide à l'estimation du recouvrement est disponible ci-dessus (Figure 32).

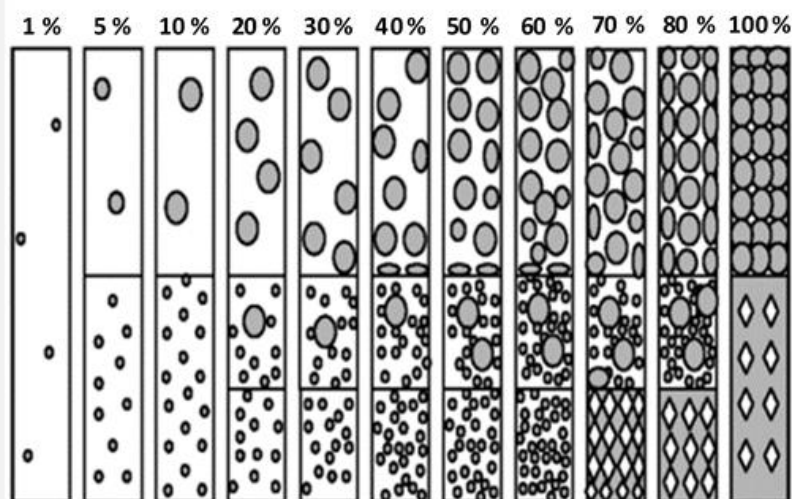


Figure 32. Aide à l'estimation des recouvrements (source : N. Fromont).

Critère	Informations apportées	Échelle	Résultats attendus
Composition floristique	Assèchement, eutrophisation, dynamique naturelle et structure de l'habitat	Placette ou polygone	< 5
			5-20
			> 20

Recouvrement de la strate herbacée (%)

Comme le recouvrement des ligneux, l'apparition de plantes herbacées, notamment **d'espèces de pelouses calcicoles**, est un signe d'assèchement du milieu (Hugonnot *et al.*, 2019). Il s'agira de tester l'indicateur sur le terrain afin de juger de sa pertinence, l'habitat comprenant **deux types de groupements**, un à dominance **bryophytique** et un à dominance **phanérogamique**. On appellera **strate herbacée**, la strate (généralement **inférieure à 1 m**, les grands héliophytes étant à inclure dans cette strate) incluant **toutes les espèces herbacées et ptéridophytes**. Pour éviter toute redondance avec l'indicateur précédent, il a été choisi d'exclure les ligneux. Les bryophytes, quant à elles, appartiennent à la strate bryophytique et ne sont pas à inclure dans l'indicateur.

Méthode : Une simple estimation visuelle du recouvrement total des espèces herbacées et ptéridophytes sera effectuée. Le recouvrement de la strate herbacée pourra également être noté grâce à un relevé phytosociologique ou floristique à l'échelle de la placette.

Protocole : Dans le cas où le recouvrement des ligneux a été relevé à l'échelle de la placette, on utilisera la même placette pour mesurer l'indicateur. Sinon, il s'agira de la délimiter (cf. Protocole de l'indicateur « Recouvrement des ligneux »). La valeur de l'indicateur correspondra à la **somme des recouvrements estimés de chaque espèce herbacée et de ptéridophyte présente. Les ligneux et bryophytes ne sont pas à prendre en compte.** Une aide à l'estimation du recouvrement est disponible ci-contre (Figure 33). **Il est conseillé de noter la valeur exacte du recouvrement de chaque espèce herbacée présente, ainsi que le nom des espèces sur la fiche de relevé, en vue du calcul des indicateurs suivants.**

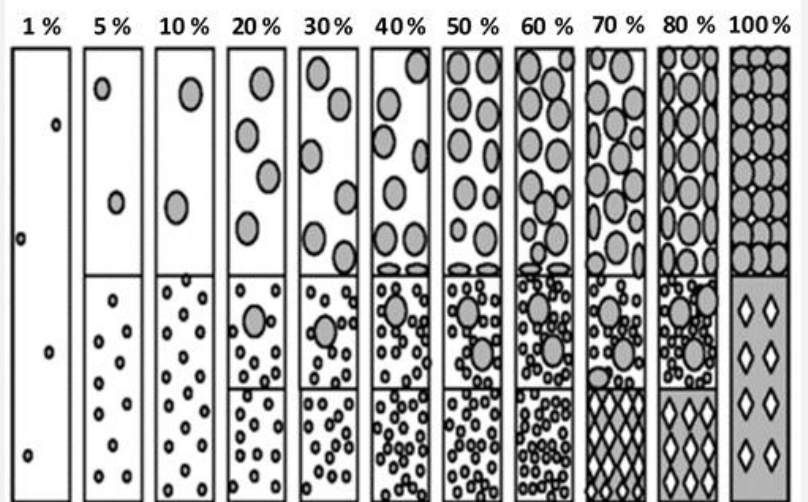


Figure 33. Aide à l'estimation des recouvrements (source : N. Fromont).

Critère	Informations apportées	Échelle	Résultats attendus
Composition floristique	Assèchement	Placette	--
			--

Espèces indicatrices d'un bon état

Bien que rare, la présence des espèces de bryophytes *Hymenostylium recurvirostrum*, *Mesoptychia bantriensis*, *Orthothecium rufescens* et *Tomentypnum nitens* semble indiquer un très bon état de l'habitat. Les espèces ***Aneura pinguis***, ***Apopellia endiviifolia***, *Campylium stellatum*, *Carex lepidocarpa*, *C. panicea*, *Didymodon tophaceus*, ***Equisetum telmateia***, *Eucladium verticillatum*, ***Jungermannia atrovirens***, ***Lysimachia tenella***, *Palustriella commutata*, *P. falcata*, *Philonotis calcarea*, ***Pinguicula vulgaris***, ***Saxifraga aizoides*** et *Scorpidium cossonii* (en gras les espèces les plus faciles à identifier sur le terrain) font partie des espèces indicatrices d'un bon état de conservation de l'habitat et sont plus communes (Lyons et Kelly, 2016). L'indicateur doit être validé et développé, le cas échéant, via consultation des experts.

Méthode : En ciblant exclusivement les espèces de la liste (Tableau 22), on pourra rechercher leur seule présence au sein de la placette. La présence des espèces indicatrices de bon état pourra également être notée grâce à un relevé phytosociologique ou floristique à l'échelle de la placette.

Protocole : On utilisera la même placette utilisée pour la mesure du recouvrement de la strate herbacée. **Il est conseillé de noter le nom de chaque espèce indicatrice de bon état sur la fiche de relevé.**

Tableau 22. Espèces indicatrices de bon état pour les sources pétrifiantes.



Aneura pinguis (L.) Dumort



Apopellia endiviifolia (Dicks.) Nebel & D. Quandt



Campyllum stellatum (Hedw.) Lange & C.E.O. Jensen



Carex lepidocarpa Tausch



Carex panicea L.



Didymodon tophaceus (Brid.) Lisa



©A.-H. Paradis & R. Poncet

***Equisetum telmateia* Ehrh.**



©H. Tinguy

***Eucladium verticillatum* (With.) Bruch & Schimp.**



©M. Lapointe

***Hymenostylium recurvirostrum* (Hewd.) Dixon**



© H. TINGUY

***Jungermannia atrovirens* Dumort.**



©M. Mistarz

***Lysimachia tenella* L.**



©P. Boudier

***Mesoptychia bantriensis* (Hook.) L.Söderstr. & Vána**



Orthothecium rufescens (Dicks. Ex Brid.) Schimp.



Palustriella commutata (Hedw.) Ochyra



Palustriella falcata (Brid.) Hedenäs



Philonotis calcarea (Bruch & Schimp.) Schimp.



Pinguicula vulgaris L.



Saxifraga aizoides L.



Scorpidium cossonii (Schimp.) Hedenäs



Tomentypnum nitens (Hedw.) Loeske

Remarques : il est fortement recommandé d'utiliser une flore adaptée au contexte local lorsque disponible, en cas de doute.

Critère	Informations apportées	Échelle	Résultats attendus
Composition floristique	Bon état de conservation de l'habitat (à préciser)	Placette	Présence
			Absence

Espèces indicatrices d'un mauvais état

Les espèces *Dactylis glomerata*, *Epilobium hirsutum*, *Eupatorium cannabinum*, *Helosciadium nodiflorum*, *Heracleum sphondylium*, *Juncus effusus*, *Petasites hybridus*, *Phragmites australis*, *Rumex obtusifolius* et *Urtica dioica* sont mentionnées comme étant compétitrices des espèces caractéristiques de l'habitat (Lyons et Kelly, 2016). Ces espèces sont parfois présentes en marge de l'habitat. Lorsqu'elles sont présentes au sein de l'habitat dans la partie où le tuf est créé, cela peut indiquer une **perturbation** et une **quantité anormale de nutriments**. L'**eutrophisation** est une des menaces les plus importantes pour cet habitat. Les bryophytes sont très sensibles aux modifications et à la qualité de l'eau. Un enrichissement en éléments nutritifs comme l'azote et le phosphore est défavorable à l'état de conservation (Boucard *et al.*, 2013 ; Hugonnot *et al.*, 2019). Comme le précédent indicateur, celui-ci doit être validé et développé, le cas échéant, via consultation des experts.

Méthode : En ciblant exclusivement les espèces de la liste (Tableau 23), on pourra rechercher leur seule présence au sein de la placette. La présence des espèces indicatrices de mauvais état pourra également être notée grâce à un relevé phytosociologique ou floristique à l'échelle de la placette.

Protocole : On utilisera la même placette utilisée pour la mesure de l'indicateur précédent. **Il est conseillé de noter le nom de chaque espèce indicatrice de mauvais état sur la fiche de relevé.**

Tableau 23. Espèces indicatrices d'un mauvais état pour les sources pétrifiantes.



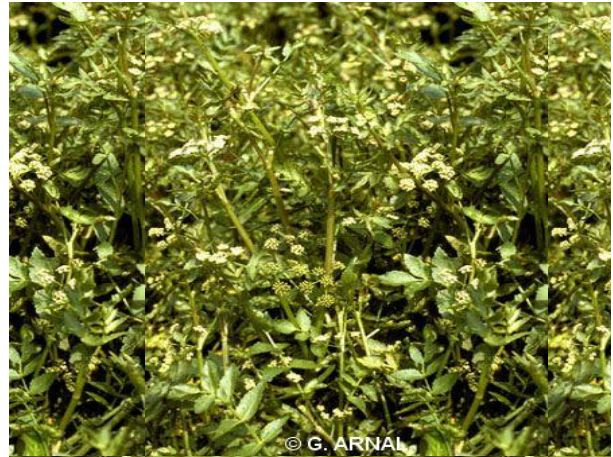
***Dactylis glomerata* L.**



***Epilobium hirsutum* L.**



***Eupatorium cannabinum* L.**



***Helosciadium nodiflorum* (L.) W.D.J.Koch**



***Heracleum sphondylium* L.**



***Juncus effusus* L.**



Petasites hybridus (L.) G.Gaertn., B.Mey. & Scherb.



Phragmites australis (Cav.) Trin. Ex Steud.



Rumex obtusifolius L.



Urtica dioica L.

Remarques : il est fortement recommandé d'utiliser une flore adaptée au contexte local lorsque disponible, en cas de doute.

Critère	Informations apportées	Échelle	Résultats attendus
Composition floristique	Perturbation, eutrophisation (à préciser)	Placette	Absence
			Présence

Recouvrement des espèces indicatrices de piétinement (%)

Les bryophytes sont particulièrement sensibles au **piétinement** lorsque celui-ci est trop important (Hugonnot *et al.*, 2019). Comme l'indicateur précédent, celui-ci doit être validé et développé, le cas échéant, via consultation des experts. Une liste d'espèces devra être créée.

Méthode : En ciblant exclusivement les espèces de la liste que l'opérateur aura créée, on pourra estimer leur seul recouvrement au sein de la placette. Le recouvrement des espèces indicatrices de piétinement pourra également être noté grâce à un relevé phytosociologique ou floristique à l'échelle de la placette.

Protocole : On utilisera la même placette utilisée pour la mesure de l'indicateur précédent. Une aide au recouvrement est disponible ci-contre (Figure 34). **Il est conseillé de noter le nom de chaque espèce indicatrice de piétinement, ainsi que le recouvrement associé, sur la fiche de relevé.**

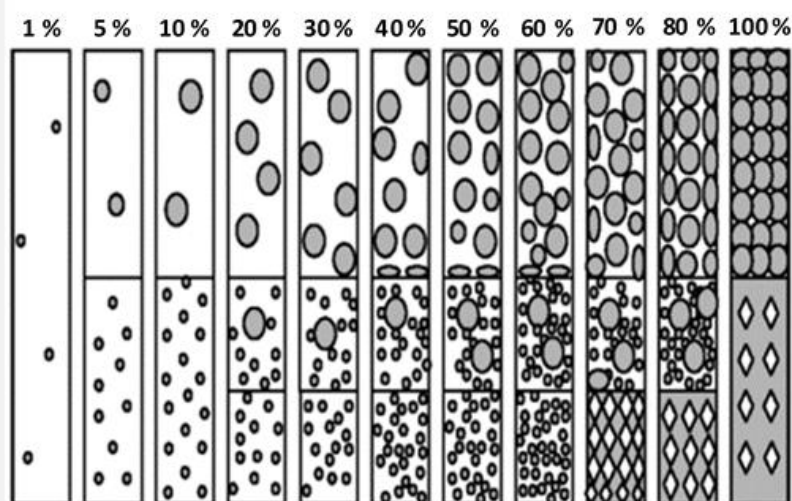


Figure 34. Aide à l'estimation des recouvrements (source : N. Fromont).

Critère	Informations apportées	Échelle	Résultats attendus
Composition floristique	Piétinement, destructions des espèces caractéristiques de l'habitat (en particulier les bryophytes)	Placette	--
			--

Bryophytes spécialisées (Bonus)

L'indicateur reste à développer et devra être validé (Boucard *et al.*, 2013 ; Hugonnot *et al.*, 2019).

Critère	Informations apportées	Échelle	Résultats attendus
Composition floristique	Bon fonctionnement de l'habitat	Placette	Présence

Odonates (Bonus)

L'indicateur reste à développer, notamment concernant les **larves d'odonates** (Pešić *et al.*, 2017), et devra être validé. Des questions se posent néanmoins quant à la pertinence de l'indicateur dans le **cas des végétations alticoles**.

Critère	Informations apportées	Échelle	Résultats attendus
Composition faunistique	Fonctionnalité de l'habitat	Écocomplexe	Présence

Paramètre « Altérations »

Somme des atteintes quantifiables en surface

Les tourbières sont sujettes depuis de nombreuses années au **drainage**, au **piétinement par le bétail**, à l'**érosion due aux activités anthropiques, au remblaiement, etc.** (Bensettiti *et al.*, 2002 ; Manneville *et al.*, 2006 ; Clément et Gaucherand, 2016). La perturbation de la couche de bryophytes est un point important dans la dégradation de l'état de conservation de cet habitat. Moins de 10 % de la surface devrait être perturbé. Cela inclut le **piétinement**, les **traces de véhicules**, etc. qui peuvent amener à l'érosion du terrain. Du fait de la dépendance de cet habitat des apports en eau réguliers, la présence de **drains** (fossés, etc.), à hauteur de 10 % de la surface ou plus, est négatif pour sa conservation. En état de conservation favorable, moins de 5 % de la surface doit présenter des signes d'érosion.

Méthode : On relèvera **toutes les atteintes visibles à l'échelle du polygone** en leur attribuant une estimation de **surface du polygone impactée**.

Protocole : Chaque atteinte relevée se voit attribuer une **note** de 1 à 2 selon son origine (anthropique ou naturelle), la surface d'habitat impactée ou encore sa localisation par rapport au polygone. **La somme des notes attribuées à chaque atteinte donne la note globale de l'indicateur**. Le tableau ci-dessous donne une liste des atteintes quantifiables en surface potentiellement présentes sur les sources pétrifiantes (Tableau 24).

Tableau 24. Liste des atteintes quantifiables en surface pouvant affecter les sources pétrifiantes.

Atteintes quantifiables (polygone)	Points
Passage de quads, piétinement dû à la fréquentation (< 50 %)*	1
Passage de quads, piétinement dû à la fréquentation (> 50 %)*	2
Passage de sangliers (> 80 %)	1
Artificialisation des berges	2
Passage d'engins lourds	2
Dépôts de matériaux/décharge	2
Extraction de matériaux/tourbe	2
Plantations en périphérie	1
Plantations au centre*	2
Drains	1
Incendies	1
Bois mort	1
Curage des berges	2
Broyage	2

Remarques : La liste proposée est non exhaustive et peut être complétée par l'opérateur. Attention toutefois à ne pas ajouter une atteinte pouvant déjà être prise en compte dans le cadre de l'évaluation d'un autre indicateur afin d'éviter toute redondance. C'est notamment le cas en l'état avec les indicateurs marqués d'un *, redondants avec les indicateurs de composition floristique.

Critère	Informations apportées	Échelle	Résultats attendus
Atteintes lourdes	Fonctionnement général, connectivité, capacité de résilience	Polygone	0
			1
			2
			3
			≥ 4

Atteintes dont l'impact est difficilement quantifiable en surface



Photo 11. Captage d'eau potable sur un site Natura 2000 présentant des habitats tourbeux.

Ce sont des atteintes dont l'impact ne peut être quantifié en surface (Photo 11). Depuis plusieurs décennies, la conservation des tourbières est affectée par les atteintes diffuses telles que **la surfréquentation, les rejets ponctuels, la pollution, etc.** (Bensettiti *et al.*, 2002 ; Clément et Gaucherand, 2016). Dans la continuité des méthodes d'évaluation de l'état de conservation des habitats d'intérêt communautaire, cet indicateur est pris en compte. La complétude de la liste des atteintes diffuses évoluera suite aux différentes phases de terrain.

Méthode : Il s'agit d'évaluer l'**impact** des atteintes difficilement quantifiables en surface à l'échelle du **site ou du bassin versant** sur l'état de conservation de l'habitat.

Protocole : Toutes les atteintes présentes sur le site ou le bassin versant qui peuvent avoir un impact sur l'état de conservation de l'habitat doivent être recensées. Les atteintes potentielles sont listées ci-dessous (Tableau 25). À **dire d'expert**, il s'agit d'évaluer l'impact global de toutes les atteintes recensées sur l'état de conservation de l'habitat.

Tableau 25. Exemple d'atteintes difficilement quantifiables en surface pouvant affecter les sources pétrifiantes.

Atteintes difficilement quantifiables en surface
Drainage, assèchement
Activités de pompage, extraction de matériaux
Rejets ponctuels, pollutions
Chaulage
Agriculture avec usage d'intrants
Sports de montagne (ski, etc.)
Surfréquentation
Barrage
Endiguement
Chenalisation
Lac de retenue d'eau
Aménagement chemin carrossable

Remarques : La liste proposée est non exhaustive et peut être complétée par l'opérateur.

Critère	Informations apportées	Échelle	Résultats attendus	Notes
Atteintes diffuses	Fonctionnement général, capacité de résilience, pérennité de l'habitat	Site/Bassin versant	Impact négligeable ou nul	0
			Impact moyen	-10
			Impact moyen	-20

Bibliographie

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.

Boucard E., Scagni J. & Voirin M., 2013. - Étude et cartographie des sources pétrifiantes avec formation de travertins (*Cratoneurion* – code Natura 2000 : *7220) du site Natura 2000 FR4301334 : « Petite Montagne du Jura ». Mosaïque environnement & esope, Communauté de communes de la Petite Montagne. 43p.

Clément H. & Gaucherand S., 2016. - BILAN DU PLAN D'ACTION ZONES HUMIDES DE VAL THORENS. Institut national de recherche en sciences et technologies pour l'environnement et l'agriculture. 101p.

Hugonnot V., Vanderpert H. & Granato L., 2019. - Mise en place d'un suivi de la végétation des tufs - Guide méthodologique. Réserve Naturelle Régionale de Saint-Maurin, Conservatoire d'espaces naturels Provence-Alpes-Côte d'Azur. 28p.

Lyons M.D. & Kelly D.L., 2016. - Monitoring guidelines for the assessment of petrifying springs in Ireland. *Irish Wildlife Manuals* n°34. National Parks and Wildlife Service, Department of Arts, Heritage, Regional, Rural and Gaeltacht Affairs. 73p.

Manneville O., Vergne V., Villepoux O. & Matthey W., 2006. - *Le monde des tourbières et des marais : France, Suisse, Belgique et Luxembourg*. Paris : Delachaux et Niestlé. Nouvelle édition, Septembre 2006. 320p.

Pešić, V., Gligorović, B., Savić, A., & Buczyński, P., 2017. - Ecological patterns of Odonata assemblages in karst springs in central Montenegro. *Knowledge & Management of Aquatic Ecosystems*, 418, 3.

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.

