

## Guide pratique pour la protection et la valorisation des milieux crénaux et fontinaux



Programme pilote de l'OFEV « Adaptation aux changements climatiques »  
avril 2025

Office fédéral de l'environnement OFEV  
Amt für Natur und Umwelt, Kanton Graubünden  
Armasuisse Immobilien  
Direction générale de l'Environnement (DGE), Etat de Vaud  
Office de l'Environnement (ENV), Canton du Jura

Daniel Küry, Life Science AG Greifengasse 7 CH-4058 Basel, T +41 61 686 96 96, [daniel.kuery@lifescience.ch](mailto:daniel.kuery@lifescience.ch)  
Pascal Stucki, Aquabug Chemin de la Ramée 6b CH 2074 Marin, T +41 32 753 01 2, [contact@aquabug.ch](mailto:contact@aquabug.ch)

## Mentions légales

Mandants	Office fédéral de l'environnement OFEV, 3003 Berne Armasuisse Immobilier, Dr. David Külling Amt für Natur und Umwelt, Kanton Graubünden, Laura Brosi-Hofmann, Martina Monigatti Direction générale de l'Environnement (DGE), Etat de Vaud, Najla Naceur Office de l'Environnement (ENV), Canton du Jura, Laure Chaignat
Accompagnement	Stephan Lussi
Direction de projet	Daniel Küry, Dr. phil. Biologe, Life Science AG, Greifengasse 7, 4058 Basel Pascal Stucki, lic.phil. biologiste, Aquabug, Chemin de la Ramée 6b, 2074 Marin
Collaboration	Jennifer Vonlanthen BAFU (Rechtliche Grundlagen) Pascal Schweizer, Life Science AG Carmen Docci (illustrations), Life Science AG
Layout	Raphael Krieg, Life Science AG
Contact	Daniel Küry, Life Science AG, Greifengasse 7, 4058 Basel, Tel. 061 686 96 96, E-Mail: daniel.kuery@lifescience.ch



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Un projet dans le cadre du programme pilote  
« Adaptations aux changements climatiques », sou-  
tenu par l'Office fédéral de l'environnement OFEV.

## Préface

Dans le cadre du programme pilote de l'OFEV « Adaptation aux changements climatiques », qui s'achèvera en 2023, le groupe de travail « Protection des milieux fontinaux » a développé un projet de guide pour la protection et la valorisation écologique des habitats de sources. Armasuisse Immobilier, ainsi que les cantons des Grisons, du Jura et de Vaud, ont accepté de participer au projet. Le suivi du projet a été assuré par la division Biodiversité et paysage de l'OFEV.

En raison d'une consommation croissante et de modifications du régime des eaux dans le paysage, la pression liée à l'exploitation des sources augmente tant en plaine que dans les Alpes. Sur le Plateau, l'extension des zones d'habitation, la construction d'infrastructures, les améliorations foncières et l'intensification générale de l'utilisation des ressources comptent parmi les principales atteintes aux milieux fontinaux. Les biocénoses des sources du Jura et des Alpes sont par exemple affectées par l'installation d'abreuvoirs à bétail dans les pâturages, la transformation de mayens en appartements de vacances ou la modernisation des exploitations alpêtres. Ces biocénoses de sources sont également menacées par les changements climatiques, car les espèces adaptées aux températures moyennes remontent du cours d'eau vers les zones de sources plus froides et entrent en concurrence avec les espèces sténothermes autochtones.

Avec les sources, les conséquences du changement climatique touchent un milieu qui abrite un nombre d'espèces de la liste rouge supérieur à la moyenne. De plus, les sources ont longtemps été négligées en tant que milieux dans la protection de la nature. Ainsi, le manque d'expérience en matière de mesures de protection, de promotion et de restauration des milieux fontinaux est important. Dans ce contexte, il est nécessaire d'élaborer un guide pratique qui présente, à l'aide de cas concrets, la mise en œuvre des mesures à prendre pour une valorisation des milieux et, le cas échéant, un captage d'eau respectueux de la biocénose des sources.

Les objectifs du projet étaient la publication d'un guide rassemblant les principes de base pour la protection et la promotion des milieux de source et de leurs communautés vivantes, accompagnée d'une compilation d'exemples concrets de revitalisations.

Le guide pratique et les exemples de « Best-Practice » encouragent la transmission des mesures de protection à suivre. Ils visent à motiver leur mise en œuvre auprès des services cantonaux de protection de la nature, des organisations de protection de la nature, des parcs naturels, des communes, des agriculteurs, des collaborateurs des exploitations forestières ainsi que des propriétaires de terrains abritant des sources. Les effets attendus incluent une augmentation des surfaces des milieux des sources, une hausse de la biodiversité et une réduction de la température dans les têtes de bassin des cours d'eau, limitant les impacts négatifs sur les biocénoses des invertébrés aquatiques et des poissons.

Les chapitres d'introduction présentent brièvement les caractéristiques des sources naturelles et de leurs biocénoses ainsi que les bases juridiques de leur protection. La partie la plus importante du texte est toutefois consacrée à la planification et à la mise en œuvre de mesures ainsi qu'aux tâches de communication visant à mieux faire connaître les sources et leurs particularités auprès du grand public.

Daniel Küry, Pascal Stucki

## Contenu

1	Introduction.....	4
1.1	Changements climatiques et impacts sur les milieux fontinaux .....	4
1.2	Objectifs du guide pratique.....	4
2	Milieu fontinal .....	4
2.1	Formation des milieux de source, types d'exutoires.....	4
2.2	Structure, faune, flore .....	9
3	Les milieux fontinaux sous pression .....	13
4	Recenser et évaluer les milieux fontinaux.....	20
5	Protection et revitalisation des milieux fontinaux et de leurs biocénoses .....	22
5.1	Caractéristiques des sources, de leurs habitats et de leurs biocénoses.....	22
5.2	Modèles et objectifs pour la protection et la revitalisation des milieux fontinaux .....	22
5.3	Objectifs de développement pour les milieux fontinaux naturels et semi-naturels .....	22
5.4	Objectifs de développement pour les milieux fontinaux dégradés .....	23
5.5	Traitement des milieux fontinaux détruits .....	23
5.6	Niveaux et instruments de protection .....	23
6	Bases légales.....	25
7	Revitalisations et restauration des milieux fontinaux .....	27
7.1	Planification et mise en œuvre .....	27
7.2	Mettre en place des revitalisations.....	27
7.3	Planifier l'entretien et la gestion des habitats des sources.....	31
7.4	Contrôle des effets comme outil d'optimisation .....	31
7.5	Documentation de projet.....	32
7.6	Activités de relations publiques et éducation à l'environnement.....	32
7.7	Le rôle des différents acteurs dans la planification et la mise en œuvre .....	33
7.8	Défi : liste des sources et des mesures de protection et de promotion .....	34
8	Mesures concrètes de protection et de revitalisation .....	35
8.1	Revalorisation écologique des sources altérées par des constructions ou captées.....	35

8.2	Rétablissement de conditions d'écoulement naturelles .....	38
8.3	Mesures en cas d'atteintes dues à l'exploitation agricole.....	42
8.4	Mesures en cas d'atteintes dues à l'exploitation forestière.....	48
8.5	Intégrer les habitats des sources dans la planification des espaces verts et les conserver dans un état proche de l'état naturel.....	48
8.6	Procédure typique pour la mise en œuvre de mesures de protection et de promotion des milieux fontinaux.....	49
9	Relations publiques et offres de formation.....	52
9.1	Des habitats mystérieux et fascinants .....	52
9.2	Sensibiliser aux milieux fontinaux .....	52
9.3	Excursions, visites guidées, cours de formation .....	53
9.4	Recherche par des non-professionnels.....	54
9.5	Contributions dans les médias régionaux et locaux .....	55
9.6	Sentiers thématiques, expositions .....	55
9.7	Itinéraires de découverte pour smartphones et tablettes .....	56
9.8	Formation et formation continue pour les professionnels .....	57
10	Littérature, documentation .....	58
11	Annexe: Revitalisation de milieux fontinaux, fiches pratiques.....	60

# 1 Introduction

## 1.1 Changements climatiques et impacts sur les milieux fontinaux

L'importance des milieux de fontinaux dans la protection de la nature a été largement sous-estimée et trop peu prise en compte. Les connaissances sur l'état des milieux de sources étaient très lacunaires et la répartition et l'abondance des espèces animales typiques qu'elles hébergent mal connues. A cette situation initiale s'ajoute la menace croissante due aux changements climatiques.

Les milieux de sources abritent un nombre exceptionnellement élevé d'espèces de la Liste rouge. Les sources et leur biocénose devraient subir des modifications significatives en raison des changements climatiques, attribuables à plusieurs facteurs. De nombreuses espèces animales des sources courantes préfèrent les basses températures. En raison du réchauffement de l'eau dans les cours d'eau, il est prévu que les habitants des ruisseaux se déplacent vers les zones plus froides des sources et y concurrencent les espèces spécialisées. Étant donné que la répartition des précipitations va changer dans de nombreuses régions de Suisse, certaines sources qui étaient auparavant permanentes vont temporairement s'assécher, ce qui les rendra inadaptées pour de nombreuses espèces. L'augmentation des besoins en eau et les modifications du régime des eaux dans le paysage accroissent également la pression sur l'exploitation des sources, tant en plaine que dans les Alpes. Les biocénoses sont par exemple impactées par l'expansion des systèmes d'approvisionnement en eau potable, l'installation d'abreuvoirs pour le bétail dans les pâturages, la transformation des mayens en appartements de vacances ou la modernisation des exploitations d'alpage.

En raison de la méconnaissance du fonctionnement des milieux fontinaux et des menaces de dégradation dues aux changements climatiques, il est urgent de prendre des mesures de protection et de promotion de ces milieux. Outre le recensement des sources existantes et leur évaluation, il faut également des directives pour la planification et la mise en œuvre de mesures concrètes de protection, de promotion et de restauration. A ce titre, le présent guide pratique accompagné de nombreux exemples concrets a pour vocation de servir de modèle lors de la mise en œuvre de mesures de valorisation des milieux et de captage d'eau respectueux des communautés vivantes.

## 1.2 Objectifs du guide pratique

Le présent guide a été élaboré conjointement par le groupe de travail « Protection des milieux fontinaux », armassuisse Immobilier ainsi que les cantons des Grisons, du Jura et de Vaud, en tant que projet dans le cadre du « Programme pilote d'adaptation au changement climatique ». Il traite aussi bien de la revitalisation et de la valorisation des sources naturelles, des captages de sources devenus inutiles. Le cas échéant, il propose également la détermination de débits résiduels suffisants pour les nouveaux captages, garantissant ainsi la conservation des communautés vivantes caractéristiques.

Ce guide présente des méthodes et des approches qui permettent (1) de conserver et de protéger les milieux fontinaux, (2) de les préserver autant que possible sur le plan qualitatif et quantitatif en cas de captage de la source, (3) de les reconverter en habitats aussi naturels que possible en cas d'abandon de l'exploitation. Il accompagne leur mise en œuvre, documente les mesures prises et rédige un manuel sous forme de guide pratique avec des exemples (Best-Practice).

# 2 Milieu fontinal

## 2.1 Formation des milieux de source, types d'exutoires

Lorsque les précipitations qui s'infiltrent dans le sol rencontrent une couche rocheuse accumulant l'eau, il se forme une nappe souterraine. Sur son chemin dans le sous-sol, l'eau suit ces couches rocheuses et traverse les accidents géologiques se trouvant sur son passage. Là où ces couches peu perméables atteignent la surface du terrain, l'eau revient finalement à la lumière du jour et forme une source. En Suisse, on trouve des sources de la plaine jusqu'aux

sommets. Les conditions préalables sont un bassin versant suffisamment grand et la présence d'un aquifère. Leur densité initiale sur le Plateau et dans le Jura était très variable : moins de deux sources par kilomètre carré dans le Jura, plus pauvre en eau, et près de 20 sources ou plus sur le Plateau, riche en eau. Dans les Alpes, la densité est probablement plus élevée dans certaines régions.

Le point d'émergence de l'eau souterraine et les zones influencées par cette eau forment le milieu fontinal. Le ruisseau dans lequel l'eau s'écoule possède encore une partie des caractéristiques du milieu fontinal. Dans certaines sources, l'eau peut toutefois se réinfiltrer après une courte distance d'écoulement. Les milieux fontinaux sont importants pour diverses espèces animales et végétales, car ils constituent une surface unique dans lequel les biocénoses des eaux souterraines, des eaux de surface et des zones humides se rencontrent et coexistent de manière étroitement imbriquée. Les milieux de sources dépendent fortement de leur environnement. Ainsi, le bassin versant influence divers paramètres de la source, comme les propriétés de l'eau, la végétation, l'incidence de la lumière ainsi que l'apport de litière. De plus, les sources présentent des conditions environnementales constantes (p. ex. température) et sont souvent pauvres en nutriments. En Suisse, on connaît un grand nombre d'espèces qui vivent exclusivement ou de préférence dans les habitats de sources. Rien que pour les trichoptères, on signale 62 espèces dans les sources, ce qui correspond à 20% de la faune suisse connue pour cet ordre d'insectes. En tenant compte de leur faible superficie, la biodiversité des milieux fontinaux est considérée comme particulièrement élevée. Ils peuvent constituer de véritables hotspots de biodiversité et abriter une forte proportion d'espèces menacées. Thienemann distingue trois types de sources : les sources jaillissantes (rhéocrènes), les sources suintantes ou marécaigeuses (hélocrènes) et les sources d'étangs ou de mares (limnocrènes).



Fig. 2.1 : Résurgence (rhéocrène) avec une sortie d'eau au milieu de blocs de rochers.



Fig. 2.2 : Les sources à tufs calcaires se forment au fil des siècles à la suite de dépôts successifs de calcaire en aval de la sortie d'eau.

Les rhéocrènes (résurgences/sources jaillissantes.) naissent d'une émergence ponctuelle dans un terrain plus ou moins escarpé et constituent souvent le début de petits ruisseaux. Il s'agit de sorties d'eau dotées d'un écoulement relativement rapidement. Le cours d'eau ressemble au cours supérieur du ruisseau. Souvent, la source rhéocrène est exempte de plantes aquatiques et pauvre en sédiments fins, car ces derniers sont évacués grâce à la vitesse du courant. On trouve dans les rhéocrènes un substrat rocheux, pierreux ou graveleux (fig. 2.1). Autour d'une rhéocrène se forme généralement une zone d'éclaboussures dite hygropétrique (mouillée en permanence) ou madicole (couverte de mousses), colonisée par une communauté d'espèces hautement spécialisée. La délimitation avec le milieu terrestre est généralement claire. Les sources à tufs calcaires (fig. 2.2), constituent une forme particulière de rhéocrène. Quelques mètres en aval de la sortie d'eau, le calcaire se dépose par précipitation et forme au fil des siècles des terrasses moussues en forme d'escaliers. D'impressionnants paysages de forment lorsque des pentes entières sont recouvertes par ces dépôts calcaires. Les sources karstiques constituent un autre type particulier de rhéocrène. Elles apparaissent lorsque l'eau jaillit d'une roche calcaire grossièrement fissurée, formée par des processus de dissolution chimique (fig. 2.3). Ces sources se caractérisent par des voies d'écoulement souterraines, souvent imprévisibles, entre la zone de recharge de la nappe phréatique et le lieu d'émergence de l'eau. En raison de la faible capacité de rétention d'eau du karst, le débit des sources situées dans les bassins versants proches de la surface dépend fortement des précipitations. En cas de fortes pluies, elles peuvent donner naissance à des torrents tumultueux, alors qu'elles présentent un débit à peine mesurable lors de longues périodes de sécheresse.



Fig. 2.3 : Source rhéocrène à fort débit au pied d'un éboulis (en haut) et source rhéocrène karstique à fort débit (en bas).



On trouve des hélocrènes (sources suintantes et marécageuses, fig. 2.4) sur des terrains plats ou dans des cuvettes dans une pente. Souvent, l'eau de la source jaillit de manière diffuse à plusieurs endroits en même temps et s'infiltré dans le sol pour former un marais. En raison du faible courant, le substrat déposé est principalement constitué de sables et de silt ainsi que des matières organiques grossières et finement particulières (CPOM, FPOM). Les sources suintantes présentent généralement une végétation importante et forment des zones marécageuses. La zone de transition terre-eau est ici plus développée que dans les sources rhéocrènes, ce qui explique que la limite entre les milieux aquatique et terrestre est difficile à déterminer. Les espèces animales typiques sont adaptées aux habitats mouillés à humides et ne vivent souvent pas directement en eau libre.



Fig. 2.4 : Source suintante (hélocrène) avec une sortie d'eau étendue et diffuse et une dense végétation acidophile.



Fig. 2.5 : Source d'étang/mare (limnocrène) : l'eau est retenue dans une dépression et forme un ruisseau de source à sa sortie.

Les limnocrènes (sources d'étangs ou de mares, fig. 2.5) se trouvent aussi bien en plaine qu'en montagne. Elles se forment dans des dépressions du terrain où l'eau qui s'échappe du fond s'accumule avant de pouvoir s'écouler. Comparé à des étangs alimentés par les précipitations ou par des cours d'eau, l'eau est ici claire et constamment froide. Le ruisseau de source se forme à partir du trop-plein en bordure de l'étang. Les limnocrènes présentent souvent un substrat sablo-vaseux et la biocénose ressemble généralement à celle des étangs ou des lacs frais et pauvres en nutriments.

Si l'emplacement de l'émergence d'eau change au cours de l'année, on parle de source linéaire ou migrante (« migracrène », figure 2.6). En fonction du niveau de la nappe phréatique, la sortie de l'eau se situe tantôt plus haut dans le chenal d'écoulement, tantôt plus bas. En raison de cette discontinuité, une partie de la source n'est en eau que périodiquement. Il ne s'y développe donc pas de végétation de source typique. La faune présente dans ces surfaces est en grande partie adaptée à un assèchement temporaire.

Les sources temporaires ou périodiques se forment à la suite d'une forte fluctuation du niveau de la nappe phréatique et ne coulent que pendant une partie de l'année.

Les sources alluviales constituent un autre cas particulier. Ce type de source se forme avec une remontée de la nappe phréatique dans la zone alluviale d'un cours d'eau. L'eau est retenue sous terre et poussée vers le haut, formant ainsi de petites marmites qui s'écoulent ensuite sous forme de ruisseaux.



Fig. 2.6 : Source linéaire ou migrante, où l'eau sort du chenal à différentes hauteurs en fonction de la saison.



Fig. 2.7 : Système de sources étendu et ramifié avec de nombreux exutoires formant un ruisseau de source commun.

Il existe enfin des formes d'exutoire qui ne peuvent pas être clairement attribuées à l'un ou l'autre des types de source énumérés. Il n'existe pas encore de définitions établies pour ces types de transition. Si plusieurs exutoires du même type jaillissent au même endroit, on parle de système source (fig. 2.7). Si les exutoires sont de types différents, il s'agit d'un complexe de sources.

En Suisse, on essaie actuellement d'affiner cette classification assez grossière. Cela se fait d'une part sur la base des plantes vasculaires et des mousses, qui forment des unités de végétation caractéristiques, d'autre part sur la base de la composition du substrat, qui joue un rôle décisif dans la colonisation des sources par les petits invertébrés vivant sur le fond (macrozoobenthos).

## 2.2 Structure, faune, flore

Les milieux fontinaux présentent des conditions de vie constantes. C'est pourquoi les sources abritent de nombreuses espèces à faible tolérance. La teneur en nutriments dans les sources est généralement faible. Les espèces spécialement adaptées aux habitats des sources sont appelées crénophiles. Parmi ces espèces, on trouve souvent des espèces relictuelles de la période glaciaire, qui vivaient autrefois dans les eaux de la fin de la période glaciaire et qui ont été chassées plus tard par des espèces plus compétitives en raison du réchauffement climatique à basse altitude. A sa sortie, l'eau de la source a généralement la même température que l'eau souterraine. Cela correspond à la température annuelle moyenne de l'environnement (frais en été, chaud en hiver). Les milieux fontinaux sont comparables à des biotopes insulaires. Ils sont fortement isolés et se sont développés sur une longue période. Une mise en réseau de différentes sources par le biais de cours d'eau est plutôt improbable, car les conditions en aval de la sortie de la source changent rapidement et d'autres biocénoses se forment, ce qui empêche la migration des organismes de la source vers l'aval. Il est toutefois possible que les organismes à larves aquatiques puissent se disséminer à l'aide des adultes capables de voler ou pour d'autres via les eaux souterraines.

### Substrats

En raison des différences entre les roches, la pente du terrain et les débits, différents types de substrats peuvent dominer dans les sources (fig. 2.8). Si le substrat d'une source est majoritairement constitué de matériaux végétaux fins tels que feuilles mortes, bois mort, algues et mousses, la source est à dominante organique.



Fig. 2.8 : Différents types de substrats dans les sources : substrats organiques (en haut à gauche), substrats fins (en haut à droite), substrat grossiers (en bas à gauche), substrats constitués de blocs (en bas à droite).

Le substrat présente alors un bon mélange et est de couleur sombre à noire. L'eau de source présente souvent une teneur élevée en substances humiques facilement solubles, raison pour laquelle l'eau peut être légèrement colorée en jaune-brun.

Une source est caractérisée par des substrats fins si plus de 60 % du substrat de la source est constitué de particules d'argile ou de limon (<0.002-0.06 mm) et de sable (0.06-2 mm). Si plus de 60% des particules sont formés de graviers (2-6.3 cm) et de pierres (6.3-20 cm), il s'agit d'une source à substrats grossiers. Et pour une source dont plus de 60 % est constitué de blocs (>20 cm) et de roche affleurante, il s'agit d'une source marquée par des blocs.

### Végétation dans les sources

Différents types de végétation de source se développent en fonction des conditions climatiques, des conditions géologiques, de la pente et de l'intensité du débit.

1. Végétation de sources thermophiles (Adiantion) que l'on rencontre au Tessin sur les rochers calcaires inondés couverts de fougères et de mousses sensibles au gel.
2. Végétation des sources alcalines, riches en calcaire (Cratoneurion), qui se forment dans le Jura et dans les régions calcaires des Alpes. Ils sont caractérisés par les coussinets souvent brunâtres de la mousse *Palustriella commutata* (syn. *Cratoneuron commutatum*, fig. 2.9).
3. Végétation de sources acides, pauvres en calcaire (Cardamino-Montion), qui se forme sur les roches siliceuses des étages montagnard et alpin. La montie des fontaines (*Montia fontana*) est l'espèce caractéristique de ce type de végétation, on y trouve aussi fréquemment la Cardamine amère (*Cardamine amara*, fig. 2.9).
4. Les sources pauvres en végétation (généralement des sources jaillissantes, rhéocrènes).



Fig. 2.9 : *Palustriella commutata* (à gauche) et *Cardamine amara* (à droite), les espèces végétales qui donnent leur nom aux types de milieux les plus fréquents dans les sources.

Les limnocrènes sont généralement riches en plantes. Les espèces végétales typiques de ces sources sont par exemple le cresson de fontaine (*Nasturtium officinale*), la berle érigée (*Berula erecta*) ainsi que les characées et les mousses. De manière générale, la majorité des espèces végétales citées ne sont pas strictement liées aux sources. Les mousses, comme par exemple *Palustriella commutata*, une espèce qui vit dans les sources à tufs calcaires, constituent une exception.

Des travaux récents ont démontré que la végétation des sources alcalines, riches en calcaire, se distingue de manière marquée en fonction de l'altitude et de la conductivité de l'eau de la source.

### Faune des sources

Les milieux fontinaux constituent une zone de transition entre différents milieux, appelés écotones. C'est ici que se rencontrent la faune de la nappe phréatique, de la zone hyporhéique (milieu interstitiel dans le lit du cours d'eau),

des cours supérieurs des ruisseaux et des zones de transition terre-eau. La faune des sources comprend ainsi le plécoptère *Dictyogenus fontium*, qui vit dans des zones à courant relativement fort, les amphipodes des grottes (*Niphargus* spp.) ou les isopodes cavernicoles (*Proasellus* spp.) qui sont majoritairement répandus dans les eaux souterraines et dans les interstices du lit des cours d'eau.), mais aussi des espèces de trichoptères comme *Crunoecia irrorata* et *Beraea pullata*, dont les larves se tiennent sous les feuilles ou le bois mort dans une zone uniquement recouverte d'un film d'eau (fig. 2.10-2.12).



Fig. 2.10 : Mâle (à gauche) et larve (à droite) du cordulégastre bidenté (*Cordulegaster bidentata*), une espèce typique des résurgences à faible courant.



Fig.2.11 : Invertébrés des résurgences à vitesse de courant plus élevée : larves du plécoptère *Dictyogenus fontium* (à gauche) et du trichoptère *Potamophylax nigricornis* (à droite).

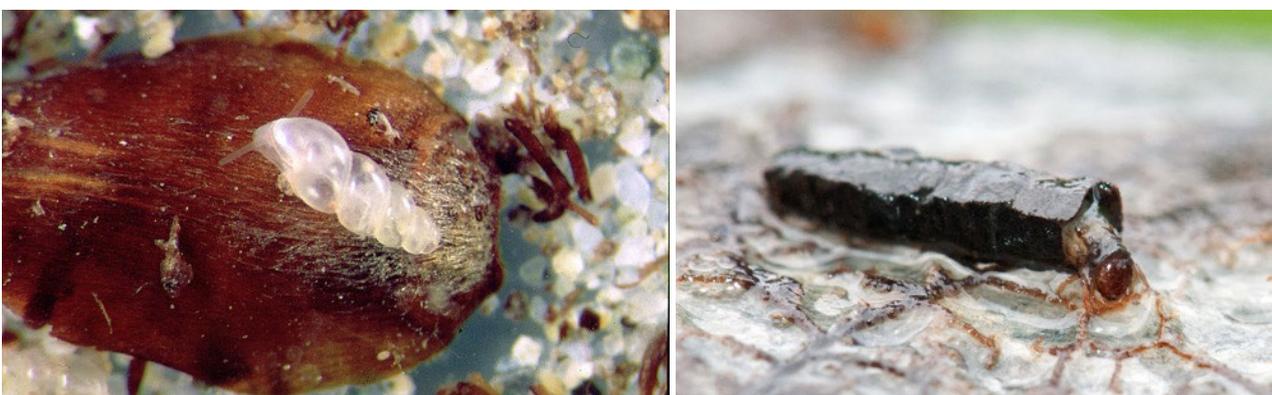


Fig. 2.12 ; *Bythiospeum heussleri*, escargot de source présent dans les sources karstiques (à gauche), et larve du trichoptère *Crunoecia irrorata*, qui préfère les zones marginales du milieu fontinal.

Tab. 2.1 : Exemples de taxons du macrozoobenthos typiques des différents types d'émergence des sources (Lubini-Ferlin 2015b)

Type de source	Groupes d'animaux
Source jaillissante (rhéocrène)	Cordulégastre bidenté (libellule) : <i>Cordulegaster bidentata</i> Plécoptères (perles) : <i>Nemoura</i> spp., <i>Protonemura</i> spp., <i>Leuctra</i> spp., <i>Dictyogenus fontium</i> , <i>Isoperla lugens</i> Trichoptères (phryganes ou maisonnettes) : <i>Wormaldia occipitalis</i> , <i>Plectrocnemia geniculata</i> , <i>Drusus</i> spp.
Source karstique	souvent des espèces d'eau souterraine : Planaire cavernicole : <i>Dendrocoelum cavaticum</i> Planaire des Alpes ( <i>Crenobia alpina</i> ) Amphipode des cavernes ( <i>Niphargus</i> sp.)
Source à tufs calcaires	Gammare des ruisseaux ( <i>Gammarus fossarum</i> ) Plécoptères : <i>Nemoura</i> spp. Trichoptères : <i>Potamophylax nigricornis</i> Salamandre tachetée ( <i>Salamandra salamandra</i> )
Source suintante (hélocrène)	Trichoptères : <i>Crunoecia irrorata</i> , <i>Beraea pullata</i> Diptères : familles des Stratiomyidae, Thaumaleidae, Dixidae, Psychodidae
Source étang (limnocrène)	Typique : espèces des eaux stagnantes : Punaises aquatiques ( <i>Gerris</i> spp., <i>Notonecta</i> spp.) Escargots aquatiques : <i>Radix</i> spp., <i>Galba truncatula</i> Coléoptères aquatiques : familles des Dytiscidae, Hydrophilidae, Helophoridae Moules (bivalves Sphaeriidae) : <i>Pisidium</i> spp.

La biocénose d'une source (crénon) se compose de différentes espèces. Les diptères (mouches et moucherons) constituent le groupe le plus riche en espèces et souvent le plus important en nombre d'individus. En outre, les ordres d'insectes des trichoptères (Trichoptera), des coléoptères (Coleoptera) et des plécoptères (Plecoptera) sont également fréquents, tandis que les éphémères (Ephemeroptera) sont nettement plus rares que dans les cours d'eau. Contrairement à la flore, la faune des sources compte de nombreux spécialistes. Les espèces dites crénobiontes vivent presque exclusivement dans les sources, tandis que les espèces crénophiles ont une forte préférence pour les habitats de source. En aval de la source, ces organismes spécialisés sont remplacés par des espèces des cours supérieurs des ruisseaux. La composition de la communauté des sources varie en fonction de la situation géologique, de la chimie de l'eau, des conditions de luminosité et des caractéristiques du milieu environnant. Certaines espèces ont tendance à privilégier certains types de sources (tab. 2.1). En raison de l'imbrication des différentes biocénoses et de la complexité de l'habitat de source qui en résulte, il n'est pas toujours facile d'attribuer clairement les espèces à certains types de sources.

## Littérature

OFEV 2019, Bayerisches Landesamt für Umweltschutz 2008a, Office bavarois de la protection de l'environnement 2008b, Cantonati et al. 2006, Kury et al. 2021, Lubini-Ferlin 2015a, Lubini-Ferlin 2015b, Ministerium für Umwelt 2008, Seiler et al. 2022, Thienemann 1925, Zöllhöfer 1997.

### 3 Les milieux fontinaux sous pression

La présence de sources est fortement dépendante de la situation géologique et les habitats typiques des sources sont hautement spécialisés. Pour ces raisons, les habitats des sources sont très vulnérables aux perturbations. Les sources du Plateau sont particulièrement menacées, car elles ont subi de nombreuses pertes dues à l'assèchement par des interventions agricoles. Seuls 1,2 % des sources qui existaient sur le Plateau vers 1880 se trouvaient encore dans un état plus ou moins naturel environ 100 ans plus tard. Cela s'explique par un grand nombre d'atteintes (tableau 3.1.). De nombreuses sources ont été captées au cours des 100 dernières années pour la production d'eau potable. Environ 40 % des besoins en eau potable de la Suisse sont couverts par l'eau de sources. Une grande partie des sources non captées qui existent encore aujourd'hui en milieu ouvert se trouvent probablement dans des zones de pâturage. Les animaux de pâturage influencent le milieu fontinal d'une part par la dégradation des habitats due au piétinement et d'autre part par un apport accru de nutriments. Ces deux éléments ont des conséquences négatives pour la petite faune aquatiques (macrozoobenthos). Après avoir clôturé certains milieux fontinaux dans les pâturages, des changements positifs ont été observés pour la petite faune. Ainsi, la biodiversité et l'abondance ont augmenté après la mise en œuvre des mesures. Par ailleurs, l'augmentation de l'apport en nutriments entraîne l'éviction d'espèces spécialisées adaptées à une offre alimentaire limitée. Certaines des espèces spécialisées ont une durée de développement de plusieurs années et sont sensibles à l'assèchement. La dégradation et la perte de milieux de sources peuvent donc entraîner l'élimination de plusieurs classes d'âge.

#### Formes de dégradation des milieux fontinaux

Dans l'optique de mesures de promotion des milieux fontinaux, il est important de connaître les atteintes aux habitats de sources et leurs causes (tab. 3.1).

Le défi des dégradations réside dans le fait que, dans de nombreux cas, elles ne sont pas intentionnelles, mais dues à l'inattention ou à l'ignorance. Les exutoires ne sont pas perçus comme des milieux naturels, mais comme un défaut esthétique dans le paysage ou comme un engorgement gênant du sol. La connaissance des liens de cause à effet est importante pour la mise en œuvre de mesures. C'est pourquoi les paragraphes suivants analysent les causes des principales atteintes aux habitats des sources.

Tab. 3.1 : Aperçu des atteintes aux milieux fontinaux en Suisse.

Forme d'utilisation	Dégradation des milieux fontinaux / remarques
Utilisation de l'eau potable	Milieu de sources détruits par le captage ; des puits vieux de plusieurs siècles sont en partie des habitats pour la faune des eaux souterraines.
Utilisation de l'eau industrielle (refroidissement, nettoyage, etc.)	Les milieux de sources sont détruits par le captage.
Utilisation de l'énergie, petites centrales électriques	Le captage de l'eau et son évacuation dans une conduite détruisent la source et le ruisseau de source
Utilisation dans le cadre de la santé publique (par ex. installations Kneipp, cures de boisson)	Les milieux fontinaux sont totalement ou partiellement détruits par les interventions de construction ; si l'on fait suffisamment attention, les atteintes peuvent être minimisées.
Installations d'enneigement artificiel	Le fonctionnement des canons à neige nécessite des prélèvements d'eau. Le captage de sources ou l'installation de réservoirs détruit complètement le milieu fontinal ou entrave la connectivité longitudinale par le biais du ruisseau de source.
Utilisation récréative	Le piétinement, l'élimination des déchets, la construction d'infrastructures (par exemple des aires de pique-nique) sont les principales atteintes.

Forme d'utilisation	Dégradation des milieux fontinaux / remarques
Utilisation mythique et religieuse	Les milieux de sources sont entièrement ou partiellement détruits par des travaux d'aménagement et/ou le piétinement.
Agriculture	Apport de nutriments, de lisier et de boues ; drainages ; piétinement des sources dans les pâturages ; dépôt de produits de coupe (rémanents) et de déchets organiques ; respect insuffisant des bandes tampons le long des cours d'eau.
Économie forestière	Passage dans les zones de sources lors de l'exploitation forestière ; couverture des sources avec des branches coupées, les reboisements avec des conifères réduisent l'offre de nourriture pour les petits animaux aquatiques (les feuilles mortes bien digérées font défaut), les plantes du sous-bois disparaissent.
Infrastructure de transport	Lors de la construction de routes et de chemins dans le bassin versant, l'eau est généralement captée et évacuée séparément. Le débit des sources situées en aval est réduit ou provoque leur assèchement.
Zone d'habitation	Les sources sont mises sous terre ou détournées sans être utilisées, les constructions dans le bassin versant peuvent modifier le débit ou assécher les sources.
Tourisme (alpin)	L'aménagement de mayens en logements de vacances induit un captage des sources encore intactes.
Construction de chemins (forêt, zone agricole)	La continuité du cours d'eau est interrompue par des tuyaux et des seuils infranchissables. Les sentiers de randonnée traversent des zones de sources suintantes

### Interventions dans la construction et approvisionnement en eau privé

L'urbanisation croissante dans toutes les régions de Suisse a entraîné une augmentation de la consommation d'eau. La proportion d'eau potable provenant des sources peut varier considérablement d'une région à l'autre. Dans les régions karstiques comme le Jura bâlois, ce chiffre n'est que de 6 %. Aujourd'hui encore, de nouvelles sources sont captées dans de nombreuses régions de Suisse pour l'approvisionnement en eau potable (fig. 3.1). Ces nouveaux captages touchent également les Alpes, où d'anciens mayens sont transformés en simples appartements de vacances et équipés d'une nouvelle alimentation en eau (fig. 3.1). Dans les régions avec une agriculture intensive, de plus en plus de captages de sources ont été délibérément abandonnés depuis les années 80 en raison de la qualité insuffisante de l'eau. Le démantèlement des ouvrages de captage devenus inutiles n'a cependant pas eu lieu.



Fig. 3.1 : Atteintes à l'étage subalpin : nouveau captage de source dans une prairie adjacente à des bas-marais (à gauche) et nouvelle fontaine construite à côté de mayens réaménagés (à droite).

Les conduites d'eau de source utilisées pour l'approvisionnement en eau potable ne sont pas les seules à être utilisées pour la production d'énergie ; des projets visant à capter des sources naturelles pour la production d'énergie sont également de plus en plus souvent planifiés. Si des sources sont captées pour l'aménagement d'installations

d'enneigement ou si des ruisseaux de source sont détournés vers des réservoirs, on assiste à une destruction des milieux fontinaux et interruption de leur connexion avec le cours supérieur du ruisseau.



Fig. 3.2 : Les aménagements pour conduire et limiter l'écoulement d'un ruisseau de source (à gauche) et pour conforter de petits puits forestiers (à droite) détruisent de précieux milieux de sources.

Des interventions (fig. 3.2) sur des sources proches de l'état naturel - par exemple pour la construction de fontaines en forêt – sont fréquentes. Des milieux fontinaux sont souvent impactés lors d'aménagement de nouvelles routes en milieu ouvert et de chemins pour l'exploitation forestière. Dans la zone du tracé prévu, les sources sont généralement drainées et détournées. Les aménagements et les mises sous terre détruisent les structures à petite échelle des spécialistes des sources. Les voûtages et tuyaux sont souvent trop petits et dépourvus de substrats sur le fond. En présence d'une chute à la sortie du tuyau, la connectivité pour la petite faune est interrompue.

La principale cause de disparition des sources naturelles sur le Plateau et dans le Jura est le drainage des surfaces agricoles (fig. 3.3). D'une part, des sources superficielles ont été drainées et asséchées sur de grandes surfaces. D'autre part, des sources jaillissantes en milieux ouverts ont été captées et dirigées vers les lisières des forêts situées en contrebas (fig. 3.3) où elles forment aujourd'hui des résurgences artificielles.



Fig. 3.3 : Drainage d'une surface cultivée en milieu ouvert (à gauche) et émergence artificielle de l'eau d'une source de prairie dérivée vers une lisière de forêt (à droite).

Avec l'urbanisation, un nombre incalculable de sources a disparu depuis la Seconde Guerre mondiale. Les sources ont été captées et amenées via les égouts ou des conduites vers le ruisseau le plus proche. En de nombreux endroits, la construction de caves ou de garages souterrains a également provoqué une déviation du flux des eaux souterraines, provoquant ainsi le tarissement des sources situées dans les environs.

### Dépôts et exploitation intensive

Les sources et les ruisseaux de source sont souvent utilisés pour le dépôt de déchets de tonte ou d'élagage (fig. 3.4). Les sources situées en lisière de forêt sont les plus touchées par cette méthode d'élimination. En raison de ces décharges sauvages, les insectes aquatiques ne peuvent plus localiser la surface du cours d'eau pour la ponte et leur cycle biologique est interrompu.



Fig. 3.4 : Les dépôts de branches coupées à proximité des sources empêchent les insectes aquatiques de reconnaître les sites de ponte potentiels.

Les rares sources restantes en milieu ouvert sont fortement menacées par l'apport de substances nutritives telles que les nitrates ou les pesticides. Dans les sources excessivement fertilisées des zones agricoles, les plantes poussent de manière extrêmement vigoureuse et masquent rapidement la surface de l'eau (fig. 3.5). Les plantes peu compétitives des zones de sources sont ainsi évincées et les animaux des sources qui cherchent en volant des habitats appropriés ne trouvent plus la surface de l'eau.



Fig. 3.5 : L'apport de nutriments dans les sources entraîne une croissance excessive des plantes en été (à gauche), tandis qu'un pâturage intensif sans protection occasionne d'importants dégâts de piétinement (à droite).

Des dégâts dus au piétinement apparaissent dans les sources des pâturages (fig. 3.5). Le piétinement par le bétail crée des trous profonds dans lesquels l'eau stagne. Les plantes aquatiques et riveraines sont piétinées et régressent. Les sources jaillissantes se transforment en zones de suintement.

En cas d'installation de zones récréatives telles que des aires de pique-nique, les biocénoses de sources sont menacées par les perturbations occasionnées.

Deux cas documentés attestent le déversement d'eaux usées d'une STEP respectivement d'un déversoir d'orage dans un ruisseau de source (figure 3.6). En raison de la faible dilution des eaux chargées, les atteintes sont bien plus dramatiques que dans les grands ruisseaux ou rivières.



Fig. 3.6 : Déversement d'eaux usées traitées dans un ruisseau de source (à gauche) et dérivation d'eau d'une source (à droite).

D'autres menaces pour les biocénoses de source peuvent provenir par exemple de prélèvements d'eau souterraine, de dérivations d'eau (fig. 3.6), de la déforestation, de la plantation et de la propagation d'espèces exotiques. De telles interventions entraînent également un conflit avec le milieu encore intact. Sans contre-mesures, le milieu fontinal risque de disparaître.

#### Menace du changement climatique

Le changement climatique est un facteur prépondérant de la dégradation des biocénoses de sources. La température de l'eau des sources correspond à peu près à la température moyenne annuelle de l'air au point de sortie. Une augmentation de la température de l'air entraîne donc également une augmentation de la température très stable de l'eau de la source. Dans les Alpes, une augmentation de 1,4 à 3,8°C est probable.



Fig. 3.7 : De nombreuses espèces d'invertébrés, adaptées à des températures froides inférieures à 4°C, vivent dans les sources de l'étage alpin. Suite au réchauffement global, elles sont menacées par la concurrence d'espèces qui vivent aujourd'hui dans des eaux légèrement plus chaudes.

La plupart des habitants typiques des sources sont adaptés à des températures d'eau basses et constantes tout au long de l'année. Un réchauffement de l'eau pourrait donc avoir de graves conséquences pour les espèces très sensibles. Cela pourrait être particulièrement critique dans les Alpes, où les espèces ne peuvent pas se déplacer plus haut en altitude en raison de la raréfaction des exutoires.

Une estimation de la sensibilité des insectes aquatiques basées sur leurs préférences écologiques montre qu'en Suisse, 19 espèces de plécoptères des sources se classent dans le groupe le plus sensible au réchauffement. Seules 3 espèces d'éphémères et 6 espèces de trichoptères atteignent le même degré de sensibilité.

De 2014 à 2016, le projet "Sensibilité des biocénoses des sources aux changements climatiques dans les Alpes" a démontré que 27 espèces de plécoptères et de trichoptères ont leur centre de répartition dans les sources les plus hautes et les plus froides. Étant donné qu'avec le changement climatique, des espèces aquatiques plus compétitives pénètrent de plus en plus haut dans les montagnes, le réchauffement représente une menace potentielle supplémentaire pour ces espèces d'eau froide. Le changement climatique constitue une menace supplémentaire pour la biocénose des sources situées à plus de 1800 mètres d'altitude. La conservation et la protection des milieux fontinaux dans les régions subalpines et alpines (fig. 3.7), deviennent donc prioritaires.

### Espèces animales menacées dans les milieux fontinaux

Les invertébrés spécialisés des sources représentent des espèces très sensibles qui occupent des milieux parfois plus éloignés les uns des autres. En Suisse, environ 73 % des espèces de sources figurent sur la liste rouge comme menacées ou potentiellement menacées. Pour les ordres des Ephémères et Gastéropodes, tous les habitants des sources figurent sur la liste rouge. Chez les Plécoptères et les Trichoptères, 56 % respectivement 74 % des espèces de sources sont menacées.

Tab. 3.2 : Nombre d'espèces d'invertébrés menacées dans les sources en Suisse (état 2024). Les espèces de sources comprennent des représentants strictement (crénobiontes) ou étroitement (crénophiles) liés aux sources. Abréviations des catégories de menace : RE : éteint en Suisse, CR : en danger critique, EN : en danger, VU : vulnérable et menacé, NT : potentiellement menacé. NPA : espèces prioritaires au niveau national. Endem : espèces endémiques.

Groupe faunistique	Nbr espèces en sources	Nbre espèces liés aux sources		Endem	NPA	Nbre espèces de la liste rouge (LR) (crénobiontes/crénophiles)					espèces LR %
		crénobionte	crénophile			CR	EN	VU	NT	totale (CR, EN, VU)	
Turbellariés	8	1	3								–
Crustacés	5		2								–
Gastéropodes	11		5		5			2	3	2	40%
Bivalves	2										–
Odonates	8		2								0%
Ephéméroptères	38	1		1	1			1		1	100%
Plécoptères	83	8	16	6	11	4	2	1	5	7	29%
Trichoptères	157	33	17	12	34		9	19	25	28	56%
Amphibiens	1		1		1			1		1	100%
	313	43	46	19	52	4	11	24	33	39	44%

### Types de sources particulièrement menacées

Après avoir examiné les habitants des sources, la question des types de sources particulièrement menacés se pose également. La réponse à cette question ne se base pour l'instant que sur quelques chiffres. On peut toutefois dégager les tendances suivantes : Les sources du Plateau ont subi beaucoup plus de pertes que celles des Alpes et sont donc en général beaucoup plus menacées. La valeur de protection la plus élevée sur le Plateau est attribuée aux sources des milieux ouverts. Parmi elles, il faut mentionner les très rares sources d'étang et de mares (fig. 3.8). Parmi les autres types de sources qui ont fortement régressé on trouve également les sources alluviales (« Giesen ») et les sources endoréiques (fig. 3.8), qui s'infiltrent avant de rejoindre un ruisseau, ainsi que les sources marécageuses ou suintantes (hélocrènes) souvent asséchées sur de grandes surfaces (fig. 3.8). Les sources situées dans les forêts sont probablement les moins menacées du Plateau. Elles ont tout de même fortement diminué au cours des 150 dernières années.

Les premières études menées dans le canton de Bâle-Campagne ont par exemple révélé un nombre différent d'espèces de la Liste rouge en fonction du type de source. Dans cette région, la tendance montre que les sources karstiques, les sources à tufs calcaires et les sources alluviales possèdent la plus grande valeur de protection.



Fig. 3.8 : Types d'habitats de sources rares en Suisse : source de mare (en haut à gauche), source suintante (en haut à droite), source alluviale (en bas à gauche) et source endoréique (qui se réinfiltré) (en bas à droite).

### Évaluer la menace au niveau régional

Jusqu'à présent, il s'est avéré que la menace pesant sur les milieux fontinaux n'est pas la même dans toutes les régions. Le degré de menace des milieux de sources dépend essentiellement de l'hydrogéologie d'une région. Ainsi, la densité des sources dans le paysage est beaucoup plus faible dans le Jura et les régions calcaires des Alpes que dans les régions siliceuses des Alpes. Le nombre de sources dépend en outre de l'évolution historique et de l'utilisation du sol d'une région. Ainsi, les sources situées dans les zones urbanisées et dans les régions à exploitation agricole intensive sont en grande partie captées ou ont disparu du paysage suite au drainage des sols.

La rareté et la menace des milieux de sources doivent donc être évaluées par région et en tenant compte de l'évolution historique existante.

### Littérature

Auckenthaler 2009, Bayerisches Landesamt für Umweltschutz 2008b, Conti et al. 2014, Küry 2015, Küry et al. 2016, Küry et al. 2017, Küry et al. 2021, Lubini et al. 2012, Madden et al. 2019, MétéoSuisse 2014, Ministerium für Umwelt 2008, O'Callaghan et al. 2018, SVGW 2015, Zollhöfer 1997.

## 4 Recenser et évaluer les milieux fontinaux

La plupart des cantons possèdent une vue d'ensemble approximative du nombre et de la localisation de leurs sources. Les objets généralement répertoriés sont des sources captées actuellement ou anciennement utilisées pour l'approvisionnement en eau potable. Seules quelques sources non captées ont été répertoriées. Dans les différentes régions de Suisse, il faut donc généralement partir du principe que seule une fraction des milieux de sources était connue jusqu'en 2020.

Afin d'améliorer la connaissance sur les milieux crénaux et fontinaux, l'Office fédéral de l'environnement a élaboré deux outils de travail pour recenser et évaluer les sources naturelles (Lubini et al 2014, update 2016, Küry et al. 2019). Ces documents décrivent les relevés à effectuer pour la protection des milieux fontinaux :

- Recensement et évaluation de la structure et de la faune (macrozoobenthos) des sources dans Lubini et al. (2014, mise à jour 2016) (fig. 4.1 et 4.2)
- Détermination de l'importance pour la protection de la nature selon la loi sur la protection de la nature et du paysage (LPN) : importance nationale, régionale et locale et procédure pour la délimitation des milieux de sources du point de vue de la protection de la nature (Küry et al. 2019)



Fig. 4.1 : Relevé sur le terrain à l'aide du protocole « Structure » de l'OFEV (à gauche) et documentation photographique (à droite). Les données peuvent également être saisies directement sur une tablette.



Fig. 4.2 : Étude de la faune dans un milieu crénal. Des échantillons de sédiments et de faune sont prélevés à l'aide d'un petit filet pour être ensuite triés.

Une méthode rapide, la « méthode bernoise », convient surtout à localiser les milieux de sources, à dresser une vue d'ensemble rapide et à établir une estimation approximative de la valeur pour la protection de la nature. Contrairement aux méthodes de l'OFEV mentionnées ci-dessus, la méthode bernoise peut également être utilisée par des non-spécialistes après une courte formation.

Les données structurelles et faunistiques collectées sont évaluées (fig. 4.3), puis importées dans la base de données MIDAT-Sources d'info fauna (<https://www.infofauna.ch/fr/faune-de-suisse/macrozoobenthos#signalerdonnees>), où elles seront par la suite disponibles pour les cantons et les autres ayants droit (également sous forme de fichiers d'exportation).

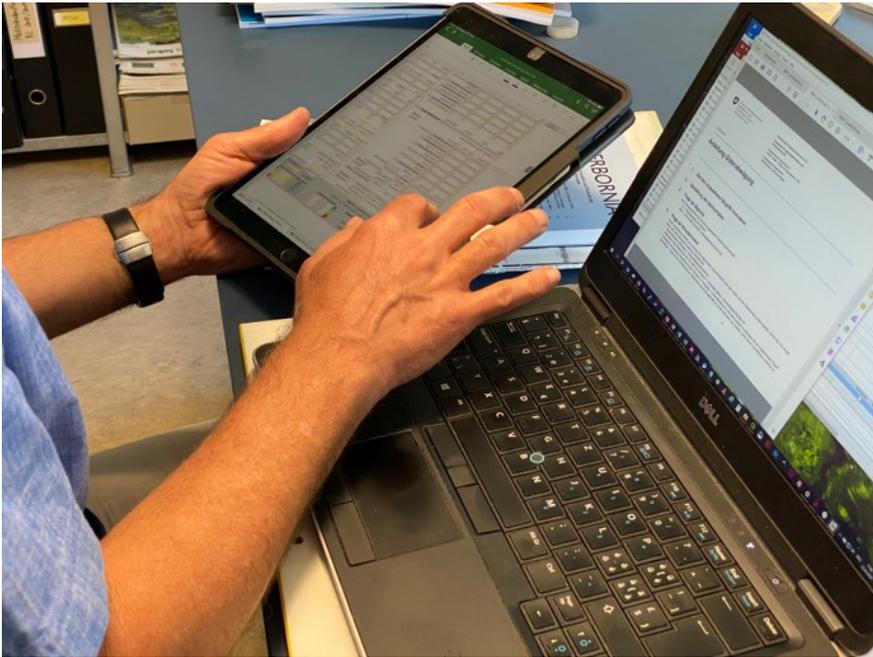


Fig. 4.3 : Compilation et analyse des données collectées sur le terrain au bureau/laboratoire.

Dans certains cantons les relevés de sources avec la méthode de l'OFEV ou la méthode bernoise ont été réalisées par des non-spécialistes. Cette procédure présente l'avantage que les participants peuvent se motiver mutuellement et que, dans le cas idéal, le nombre de nouveaux sites croît rapidement. Il ne faut cependant pas sous-estimer le travail d'encadrement des cartographes dans de tels projets.

De nombreux projets font l'objet d'une collaboration entre les administrations cantonales et les organisations privées de protection de la nature. Grâce aux nombreux membres de certaines organisations de protection de la nature, il est également possible de recruter de nombreux collaborateurs pour effectuer des relevés avec l'aide de bénévoles.

Il est également possible de motiver d'autres spécialistes à collaborer aux relevés des milieux fontinaux. Ainsi, les collaborateurs des triages forestiers peuvent apporter de précieuses informations sur la localisation de certaines sources.

Il est important que les données récoltées soient accessibles au public et qu'elles soient mises à la disposition des services cantonaux, mais aussi des services fédéraux et d'autres cercles intéressés.

## Littérature

Fischer 1996, Imesch & Küry 2023, Lubini et al 2014, update 2016, Küry et al 2019

## 5 Protection et revitalisation des milieux fontinaux et de leurs biocénoses

### 5.1 Caractéristiques des sources, de leurs habitats et de leurs biocénoses

En comparaison avec les ruisseaux et les rivières, les conditions de vie dans les sources sont particulièrement marquées par les eaux souterraines (stabilité de la température, faible teneur en O<sub>2</sub> et forte concentration en ions). Il est également décisif de savoir si le passage de l'eau souterraine a eu lieu dans une roche fissurée (transit rapide, faible contact avec la surface, faible auto-épuration) ou dans une roche sédimentaire à porosité fine (transit lent, fort contact avec la surface, forte auto-épuration).

Chaque milieu de source possède des caractéristiques individuelles qui doivent être prises en compte dans le cadre de sa protection. Le milieu se caractérise particulièrement par sa mosaïque de zones d'écoulement et d'infiltration. Sur une surface réduite, les zones couvertes de plantes alternent avec des zones à écoulement rapide, sans végétation. En terrain plat, les surfaces d'infiltration et les habitats terrestres humides occupent une place particulièrement importante. Différentes zones de transition existent entre la biocénose de la nappe phréatique et celle la source. Enfin, les caractéristiques de l'habitat changent également pour divers facteurs entre l'exutoire de la source et le début du cours supérieur du ruisseau.

Même si certaines sources abritent parfois une biocénose représentée par un faible nombre d'espèces et d'individus, leur contribution à la diversité biologique dans le paysage est largement supérieure à leur faible étendue. Ces caractéristiques soulignent la nécessité de protéger et de promouvoir ces milieux.

### 5.2 Modèles et objectifs pour la protection et la revitalisation des milieux fontinaux

La protection des milieux nécessite une formulation précise et concrète des objectifs visés, dans le but de mettre en œuvre des mesures axées sur une efficacité optimale. Cela vaut aussi bien pour la protection de milieux encore intacts que pour la revitalisation de sources altérées ou captées.

La définition de modèles et de schémas directeurs pose les bases pour formuler les objectifs de protection des sources. Les sources naturelles intacts peuvent être caractérisées comme suit :

- Les sources disposent d'une sortie d'eau souterraine non affectée.
- Le débit et sa variation correspondent aux conditions naturelles du type de source concerné.
- La végétation et la faune des sources sont typiques.
- Les sources et leur environnement ne sont pas affectés par l'influence humaine, que ce soit en termes de quantité ou de qualité.
- L'écoulement superficiel ou souterrain de l'eau de source se fait de manière naturelle et n'est pas affecté par l'homme.

### 5.3 Objectifs de développement pour les milieux fontinaux naturels et semi-naturels

Lors de la protection des milieux de source naturels, il est essentiel de prioriser la conservation des objets intacts. Les objectifs doivent être formulés de manière détaillée pour chaque type de source, et souvent même pour chaque source individuelle. Ainsi, les directives suivantes doivent être adaptées à chaque situation spécifique.

- L'habitat doit être maintenu dans un état correspondant aux caractéristiques du type de source concerné (par exemple, conditions d'ombrage, approvisionnement en eau souterraine, influence des polluants, etc.)
- Les conditions essentielles à l'existence et la survie de la biocénose ne doivent pas être détériorées (par exemple, conditions d'ombrage, approvisionnement en eau souterraine, influence des polluants, etc.).

- Les habitats naturels et semi-naturels des sources doivent être protégés à long terme et entretenus de manière appropriée. Lors de la mise sous protection, il est important de prendre en compte non seulement la zone centrale, mais également une zone périphérique environnante (zone tampon).
- Il convient également d'éviter dans les environs et dans le bassin versant des sources tous les usages et influences susceptibles de porter atteinte à l'habitat et à la communauté des sources.

#### 5.4 Objectifs de développement pour les milieux fontinaux dégradés

Les milieux actuellement dégradés ont été perturbés par le passé en raison d'une exploitation dans le périmètre de la source ou sur des surfaces voisines, de telle sorte que la structure et la biocénose en demeure affectées. Dans ce cas, la formulation des objectifs se base sur l'analyse de l'état actuel du milieu, de l'habitat, de la faune et de la flore. Il convient notamment de tenir compte du type de source naturellement présent.

- L'habitat est restauré dans un état proche ou correspondant au type de source présent naturellement à cet endroit.
- Les conditions environnementales impactées sont restaurées de manière à répondre au mieux aux exigences de la biocénose en matière d'habitats.
- Les éventuelles structures naturelles et semi-naturelles encore présentes sont conservées. Le maintien de ces structures est intégré dans le concept de revitalisation.
- Les milieux fontinaux revitalisés sont mis sous protection à long terme et les surfaces sont entretenues en fonction de leur type. En cas de mise sous protection, il convient de tenir compte non seulement de la zone centrale, mais aussi d'une zone tampon.

#### 5.5 Traitement des milieux fontinaux détruits

Aux abords des anciens captages de sources qui n'ont plus été entretenus, il est parfois possible d'observer des milieux fontinaux secondaires riches en espèces caractéristiques. Ces observations montrent que les habitats de sources détruits présentent un important potentiel de revitalisation permettant le développement d'une communauté d'espèces animales et végétales typiques.

- Les aménagements étrangers au fonctionnement naturel d'une source, sont démantelées avec soins.
- Lors du démantèlement, l'établissement du concept d'aménagement s'oriente vers des structures correspondant au type de source présent naturellement à cet endroit.
- Les utilisations dans les environs qui portent atteinte à l'habitat source à créer à l'avenir sont évitées par des mesures appropriées.
- Dans les environs et dans le bassin versant de la source, des mesures de protection visent à éviter une exploitation et des influences susceptibles d'entraîner une dégradation de l'habitat et de la biocénose.
- Les éventuelles structures naturelles et semi-naturelles encore présentes sont conservées. Le maintien de ces structures est intégré dans le concept de revitalisation.

#### 5.6 Niveaux et instruments de protection

La protection des milieux fontinaux peut être mise en œuvre à l'aide de différents instruments. Les milieux de sources peuvent être conservés et protégés en tant qu'objets dans le cadre d'un plan d'aménagement local, mais aussi par le biais d'accords de droit privé, de baux ou d'achats de terrains.

En principe, le propriétaire foncier possède un droit d'utilisation de l'eau de la source, sauf mention contraire au registre foncier. Cette personne peut donc en principe faire valoir un droit d'usage à tout moment. Toutefois, en raison de l'importance des travaux de captage de l'eau et de la mise en place d'une zone de protection dans le cas d'exploitation d'eau potable, les droits d'eau sont rarement exercés. Un bail ou l'achat d'une parcelle permet d'éviter ce type de revendication.

Pour les habitats de sources de grande valeur, dont l'existence est particulièrement menacée et qui ne sont pas formellement placés sous protection, des mesures doivent être prises afin de garantir leur conservation à long terme. Dans certaines zones, la protection par le droit de zone peut être le meilleur instrument de protection. Dans d'autres, l'achat du terrain ou la création d'une réserve naturelle peut s'avérer optimal. Dans de nombreux cas - comme dans les forêts ou les alpages - cela ne nécessite pas forcément une mise sous protection dans le cadre du plan de zone.

Des conventions de droit privé peuvent par exemple définir des mesures d'entretien ou d'exploitation des sources. Dans les régions d'estivage, il est ainsi possible de clôturer les surfaces sensibles au piétinement dans les zones de sources suintantes. Souvent, des adaptations mineures permettent également de protéger les habitats des sources, par exemple en détournant l'eau des cours d'eau pour les abreuvoirs dans les régions d'estivage et en renonçant à capter les sources.

#### Littérature

Bayerisches Landesamt für Umwelt 2008b, Imesch & Küry 2023, Küry et al. 2021, Wildermuth & Küry 2009

## 6 Bases légales

Selon l'art. 18, al. 1, Loi fédérale sur la protection de la nature et du paysage (LPN, RS 451), « La disparition d'espèces animales et végétales indigènes [...] doit être prévenue par le maintien d'un espace vital suffisamment étendu (biotopes), ainsi que par d'autres mesures appropriées ». N'étant pas formellement placés sous protection, les milieux de sources sont en premier lieu protégés par l'art. 18, al. 1<sup>er</sup> LPN, dans la mesure où la source et ses environs constituent un « biotope digne de protection ». Selon l'art. 18, al. 1<sup>er</sup>, les atteintes aux biotopes dignes de protection doivent en premier lieu être évitées. Une intervention n'est justifiée que si elle présente un intérêt prépondérant. L'auteur de l'atteinte est par conséquent tenu de prendre des mesures de reconstitution ou de remplacement. Les milieux fontinaux avec des zones riveraines ou des marais doivent en principe être considérés comme dignes de protection. La présence de certains types milieu naturels mentionnés à l'annexe 1 de l'ordonnance sur la protection de la nature et du paysage (OPN, RS 451.1) constitue un critère supplémentaire pour déterminer si un milieu de source est digne de protection. Il s'agit notamment des végétations de sources (source à tufs calcaires, sources alcalines, sources acides) ou des marais de sources (marais à laïches : *Caricion fuscae* et *davallianae*). La présence d'espèces de la Liste rouge ainsi que d'espèces et de milieux naturels prioritaires au niveau national est également un critère de protection (art. 14, al. 3, OPN). Les espèces et les milieux prioritaires sont essentiellement des espèces et des milieux ayant le statut de Liste rouge et pour lesquels la Suisse assume une responsabilité particulière. Sur la liste des espèces et milieux prioritaires au niveau national (OFEV 2019) figurent cinq types de milieux de sources différents dont trois avec la plus haute priorité 1 (1.3.0 Source sans végétation, priorité 1 ; 1.3.0.1 Source alluviale, Giesse, priorité 2 ; 1.3.1 Végétation des sources thermophiles, priorité 4 ; 1.3.2 Végétation des sources alcalines, priorité 1 ; 1.3.3 Végétation des sources acides, priorité 1). De même, de nombreux habitants typiques des sources sont classés en « très haute » ou « haute priorité ».

Dans la mesure où les milieux de sources sont contigus à une surface d'eau libre et qu'ils présentent, en continuité avec cette surface, une végétation riveraine naturelle ou semi-naturelle caractéristique, ils sont également protégés par l'art. 21, al. 1, LPN (protection de la végétation riveraine). Selon cette disposition, La végétation des rives (roselières et jonchères, végétation alluviale et autres formations végétales naturelles riveraines) ne doit pas être essartée ni recouverte ou détruite d'une autre manière.

La loi fédérale sur la protection des eaux (LEaux, RS 814.20) et l'ordonnance sur la protection des eaux (OEaux, RS 814.201) protègent les eaux souterraines contre les atteintes dues à des pollutions chimiques, mais aussi contre un réchauffement excessif ou une surexploitation quantitative. Pour les sources en tant qu'eaux superficielles, l'art. 36a LEaux permet de délimiter un espace réservé aux eaux, qui ne peut être aménagé et exploité que de manière extensive. L'art. 41a LEaux définit la largeur de l'espace réservé aux eaux et l'art. 41c OEaux règle les conditions juridiques de son utilisation et de son aménagement. Basé sur la courbe de référence, la largeur minimale d'un petit cours d'eau ou d'une source est de 5,5 mètres de chaque côté.

Les sources sont des éléments importants des eaux courantes et stagnantes. Les cantons ont pour mission de veiller à la revitalisation des cours d'eau et de procéder aux planifications nécessaires (art 38a LEaux). Les sources peuvent également être revitalisées. La Confédération accorde à cet effet des indemnités correspondantes (art. 62b LEaux).

Dans la mesure où les intérêts de la pêche sont touchés, les interventions dans les cours d'eau, leur régime hydrologique ou leur tracé ainsi que les interventions sur les rives et le fond des cours d'eau nécessitent en outre une autorisation de l'autorité cantonale compétente en matière de pêche (art. 8 de la loi fédérale sur la pêche, LFSP RS 923.0). Les intérêts de la pêche sont également concernés lorsque l'intervention a par exemple un impact sur la présence d'insectes aquatiques ou sur le régime de température, ce qui peut avoir des conséquences pour un cours d'eau piscicole situé plus en aval. S'il s'agit d'un prélèvement d'eau au sens de l'art. 29 LEaux, aucune autorisation relevant du droit de la pêche n'est nécessaire. Les prescriptions des art. 8 ss. BGF doivent néanmoins être vérifiées et respectées dans le cadre de l'autorisation relevant du droit de la protection des eaux.

L'octroi de concessions, d'autorisations de défrichement, de subventions fédérales dans les domaines de l'agriculture, de la sylviculture et de l'aménagement des cours d'eau ainsi que la construction d'ouvrages et d'installations appartenant à la Confédération sont des tâches de la Confédération au sens de l'art. 2 LPN. Dans ce contexte, il convient de ménager l'aspect caractéristique du paysage et des localités, les sites historiques et les monuments

naturels et culturels selon l'art. 3 LPN et, lorsque l'intérêt général prévaut, de les conserver intacts, ce qui inclut également les milieux de sources.

### **Loi sur la protection de la nature et du paysage (LPN)**

Art. 18 : Protection d'espèces animales et végétales.

Al. 1 : La disparition d'espèces animales et végétales indigènes doit être prévenue par le maintien d'un espace vital suffisamment étendu (biotopes), ainsi que par d'autres mesures appropriées. Lors de l'application de ces mesures, il sera tenu compte des intérêts dignes de protection de l'agriculture et de la sylviculture.

Al. 1 bis : Il y a lieu de protéger tout particulièrement les rives, les roselières et les marais, les associations végétales forestières rares, les haies, les bosquets, les pelouses sèches et autres milieux qui jouent un rôle dans l'équilibre naturel ou présentent des conditions particulièrement favorables pour les biocénoses.

### **Ordonnance sur la protection de la nature et du paysage (OPN)**

Les sources sont des milieux à protéger. En cas d'intervention portant atteinte à l'habitat, il convient de procéder à une pesée des intérêts et, le cas échéant, de prendre des mesures de protection, de restauration ou de remplacement appropriées.

Art. 14 Protection des biotopes al. 3 : Les biotopes sont désignés comme dignes de protection sur la base : de la liste des milieux naturels dignes de protection figurant à l'annexe 1, caractérisés notamment par des espèces indicatrices ;  
des espèces de la flore et de la faune protégées en vertu de l'art. 20 ;  
des espèces végétales et animales menacées et rares qui figurent sur les listes rouges édictées ou reconnues par l'OFEV.

Annexe 1 : Liste des milieux naturels dignes de protection : entre autres, les formations de sources (associations des roches calcaires humides, sources alcalines, sources acides). Toutes les sources naturelles sont à classer dans ces trois types de milieux.

Art. 14 Protection des biotopes al. 6 : Une atteinte d'ordre technique qui peut entraîner la détérioration de biotopes dignes de protection ne peut être autorisée que si elle s'impose à l'endroit prévu et qu'elle correspond à un intérêt prépondérant. Pour l'évaluation du biotope lors de la pesée des intérêts, outre le fait qu'il soit digne de protection selon l'al. 3, les caractéristiques suivantes sont notamment déterminantes :  
son importance pour les espèces végétales et animales protégées, menacées et rares,  
son rôle dans l'équilibre naturel ;  
son importance pour la connexion des biotopes entre eux ;  
sa particularité ou son caractère typique.

Art. 14 Protection des biotopes al. 7 : L'auteur ou le responsable d'une atteinte doit être tenu de prendre des mesures optimales pour assurer la protection, la reconstitution ou, à défaut, le remplacement adéquat du biotope.

### **Littérature**

Imesch & Küry 2023, Küry et al. 2021, Vonlanthen 2015

## 7 Revitalisations et restauration des milieux fontinaux

Un grand nombre de nos sources ne se trouvent pas dans un état naturel en raison des captages d'eau et des drainages. Elles possèdent cependant souvent un fort potentiel de revalorisation. Le démantèlement des captages de sources et des systèmes de drainage à l'abandon en est un exemple. De plus, les conséquences négatives de la pâture (dommages dus au piétinement, apport de nutriments) doivent être contrecarrées par la pose de clôtures autour de l'exutoire et du milieu fontinal. Cela favorise la biodiversité de la source. Les milieux de sources situées en forêt peuvent être valorisés en évitant de circuler sur les sols imbibés, en évitant de déposer des matériaux ligneux lors des coupes et en évacuant ces derniers hors du périmètre de la source. Les espèces d'insectes aquatiques vivant dans les sources doivent être capable de repérer les surfaces favorables à la ponte de leurs œufs.

### 7.1 Planification et mise en œuvre

#### Le principe de la plus petite intervention possible

Couvrant de très petites surfaces et abritant une grande diversité de structures sur un espace restreint, les sources constituent des milieux très sensibles. Il existe notamment un risque que les surfaces naturelles encore présentes soient affectés par l'utilisation de grosses machines.

Les populations qui colonisent les sources sont souvent petites, voire très petites. Les quelques individus d'une population peuvent donc être menacés d'extinction locale en cas d'intervention trop importante. De plus, la dissémination des sources et la distance qui les séparent rendent les processus de recolonisation longs et aléatoires. Les adultes ailés de insectes des sources ne parcourent souvent que de courtes distances.

A la fragilité des habitats s'ajoutent donc un risque d'isolement dû à la faible capacité de dispersion de nombreuses espèces animales typiques des sources. Les mesures de revitalisation à mettre en œuvre doivent donc être choisies de manière à minimiser les atteintes au milieu et à optimiser au mieux la préservation des populations animales et végétales existantes.

#### Formuler des objectifs de projet efficaces et réalisables

Une autre optimisation concerne le rapport coût efficacité des mesures de protection et de revitalisation. Il faut ainsi privilégier les projets de sources connectés avec le réseau hydrographique et le cas échéant les compléter par la remise à ciel ouvert d'un ruisseau de source. Les projets dans lesquels l'eau disparaît dans un tuyau l'aval de la source revitalisée reçoivent une priorité plus faible.

Malgré leur petite surface, les milieux de sources peuvent abriter nombre élevé d'espèces menacées ou prioritaires au niveau national. Les attentes en termes de biodiversité doivent tenir compte de l'utilisation et l'exploitation des sols des environs. Ainsi, on ne peut pas s'attendre à un nombre élevé d'espèces de la Liste rouge au milieu d'une zone d'habitation ou d'agriculture intensive. Ceci est particulièrement important lors de la formulation des objectifs de protection et de valorisation.

La protection et la promotion d'espèces animales et végétales endémiques ou très rares nécessitent des études approfondies sur la biologie et les besoins en matière d'habitat des espèces. Les mesures de soutien aux espèces endémiques n'ont de sens qu'au sein dans leur aire de répartition traditionnelle. Pour les espèces rares, il faut renoncer aux tentatives d'introduction. Ces démarches peuvent porter atteinte aux populations sources et, dans le pire des cas, les anéantir.

En revanche, la création d'habitats et de structures appropriés est à saluer dans tous les cas. En règle générale, d'autres espèces que les spécialistes des sources en profiteront également.

### 7.2 Mettre en place des revitalisations

Bien que la revitalisation des sources puisse souvent être obtenue par de petites mesures, il faut en général des investigations approfondies avant de pouvoir réaliser un projet (fig. 7.1). La procédure peut varier d'un canton à

l'autre. Dans tous les cas, il faut l'accord des propriétaires et des exploitants. Les droits de source peuvent également être détenus par une tierce personne inscrite au registre foncier, qui doit alors également être consultée. Selon les lois et les prescriptions cantonales ainsi que le type et l'ampleur du projet, il peut également être nécessaire d'obtenir un permis d'aménagement des eaux et/ou une autorisation relevant du droit de la pêche en plus du permis de construire.



Fig. 7.1 : Discussion sur les mesures de revitalisation à envisager avec des représentants de différentes organisations.

#### Processus d'évolution des structures et des ruisseaux de source proches de l'état naturel

Après la réalisation d'une mesure – comme la remise à ciel ouvert d'un ruisseau de source ou la suppression d'un captage de source – la dynamique de l'eau va déterminer l'évolution du milieu. Les facteurs importants sont le débit, la pente du terrain et la vitesse d'écoulement qui en découle. Mais la nature du substrat dans la zone de revitalisée et les milieux naturels présents dans les environs sont également importants.

Le débit et sa périodicité sont déterminants pour la taille du milieu fontinal à laquelle on peut s'attendre. Avec la pente du terrain, la quantité d'eau influence également la vitesse d'écoulement. Celle-ci est à son tour déterminante pour la qualité du substrat et la morphologie du milieu. Si le milieu de source est soumis à des vitesses d'écoulement élevées, les particules fines du substrat seront emportées et les sédiments plus grossiers resteront sur place. Il est donc attendu que les sources situées sur des terrains escarpés présentent des sédiments grossiers tels que des pierres et des graviers, tandis que les terrains plats avec une faible vitesse d'écoulement favorisent la formation d'émergences suintantes et de milieux principalement composés de matériaux fins, comme les sables, les limons et les vases.

#### Imiter des modèles naturels

Pour favoriser la création de milieux de sources aussi naturels que possible dans le cadre de revitalisations, il est recommandé de considérer un grand nombre de sources naturelles dans des situations et des paysages comparables. L'analyse des structures et des facteurs déterminants pour leur formation permet de formuler des objectifs réalistes et d'évaluer le potentiel d'évolution dans le cadre d'un projet de revitalisation.

#### Espèces cibles et espèces caractéristiques pour la revalorisation des milieux des sources

Les espèces cibles regroupent les espèces menacées de la liste rouge qui méritent une attention particulière lors de la mise en place des mesures de renaturation. Il s'agit ici de protéger et de promouvoir une espèce ou un groupe

d'espèces (gilde) dont la présence est attestée dans la région concernée par le projet. Après réalisation, il est recommandé de suivre l'évolution des populations des espèces cibles pour le contrôle des effets. Un suivi permet non seulement d'évaluer l'atteinte des objectifs visés, mais également rassembler des informations précieuses pour les renaturations futures.

Les espèces indicatrices liées à certains types de sources peuvent également être prises en compte comme espèces cibles. Elles sont utilisées pour créer des structures ou des habitats adaptés aux différentes phases de leur cycle de vie.

Le choix des espèces cibles doit impérativement être adapté à leur répartition biogéographique, régionale, altitudinale et à leur degré de rareté (tab. 7.1). En outre, une sélection d'espèces crénobiontes et crénophiles doit être effectuée séparément pour chaque type de source. Pour cette sélection, il faut faire appel à des spécialistes qui disposent de connaissances spécifiques sur la faune des sources.

Tableau 7.1 : Exemples de guildes d'espèces cibles et indicatrices liées aux habitats de sources en Suisse. La sélection doit être effectuée séparément pour les différentes régions de Suisse. CH : toutes les régions biogéographiques de Suisse J: Jura, M: Plateau, AN: Versant nord des Alpes ZW: Alpes centrales occidentales, ZE: Alpes centrales orientales, AS: Versant sud des Alpes. Sources jaillissante, karstique, à tufs calcaires, suintante. Statut Listes Rouges (LR) :

Exemples de sources,	Région	Espèces cibles et indicatrices (OWZ 8&16, espèces endémique*)	Types de substrats
Source karstique	J	<i>Bythiospeum haeussleri</i> , <i>Niphargus</i> sp. <i>Baetis nubecularis</i> *, <i>Dictyogenus jurassicum</i> *, <i>Perlodes jurassicus</i> *, <i>Drusus mixtus</i> *, <i>Potamophylax nigricornis</i> , <i>Plectrocnemia geniculata</i> , <i>Rhyacophila hirticornis</i>	Pierres, graviers, tufs calcaires.
Source suintante (hélocrène)	J, M	<i>Cordulegaster bidentata</i> , <i>Adicella filicornis</i> , <i>Beraea pullata</i> , <i>Crunoecia irrorata</i> , <i>Ernodes</i> sp. <i>Rhyacophila laevis</i>	Graviers fin, particules fines, débris végétaux, plantes
Source rhéocrène étages collines et montagnards (< 1200 m)	M	<i>Cordulegaster bidentata</i> , <i>Protonemura risi</i> , <i>Agapatus fuscipes</i> , <i>Syngapatus iridipennis</i> , <i>Synagapetus dubitans</i> , <i>Rhyacophila hirticornis</i> , <i>Wormaldia occipitalis</i>	Galets, graviers, particules fines, plantes, feuilles mortes
Source rhéocrène étages subalpins et alpins (>1200 m)	AN	<i>Apatania helvetica</i> *, <i>Consorophyllax consors</i> , <i>Rhyacophila bonaparti</i> , <i>Tinodes zelleri</i> , <i>Drusus monticola</i> , <i>Drusus chrysotus</i> , <i>Parachiona piscicornis</i>	Rochers, pierres, graviers mousses, bois mort
Source rhéocrène étages subalpins et alpins (>1200 m)	ZW	<i>Dictyogenus fontium</i> , <i>Anisogamus difformis</i> , <i>Consorophyllax consors</i> , <i>Drusus alpinus</i> *, <i>Drusus melanchaetes</i> *, <i>Drusus muelleri</i> *, <i>Drusus nigrescens</i> *	Rochers, pierres, graviers, mousses
Source rhéocrène étages subalpins et alpins (>1200 m)	ZE	<i>Dictyogenus fontium</i> , <i>Isoperla lugens</i> , <i>Leuctra muranyii</i> , <i>Nemoura undulata</i> <i>Consorophyllax consors</i> <i>Drusus nigrescens</i> *, <i>Drusus melanchaetes</i> *	Rochers, pierres, graviers, mousses
Source rhéocrène étages collines et montagnards (<1200 m)	AS	<i>Bythinella padana</i> *, <i>Graziana quadrifoglio</i> *, <i>Leuctra biellensis</i> *, <i>Leuctra vinconi</i> *, <i>Diplectrona atra</i> , <i>Helicopsyche sperata</i> , <i>Rhyacophila orobica</i> *, <i>Tinodes sylvia</i>	Galets, graviers, milieu hygropétrique,
Source rhéocrène étages subalpins et alpins (>1200 m)	AS	<i>Drusus alpinus</i> , <i>Drusus chapmani</i> *, <i>Leuctra ameliae</i> , <i>Leuctra insubrica</i> , <i>Nemoura pesarinii</i> *	Rochers, pierres, graviers, mousses

### Création de structures appropriées pour la colonisation des espèces cibles et des espèces caractéristiques

L'un des principes de base de la revalorisation écologique est de créer ou de favoriser des substrats et des structures adaptés à la colonisation par la biocénose. En gros, on peut faire les déclarations suivantes sur la colonisation. Pour les plantes, ce sont surtout les conditions de lumière (ensoleillé/ombragé), la taille des particules de substrat (fin/grossier), mais aussi les conditions de courant et le débit qui déterminent la présence d'une espèce donnée (fig. 7.2).

L'un des principes de base de la revalorisation écologique est de favoriser la création de substrats et structures adaptés à la biocénose. La colonisation des plantes dépend principalement de la lumière (ensoleillé/ombragé), de la taille des particules de substrat (fin/grossier), ainsi que du courant et du débit (fig. 7.2).



Fig. 7.2 : Dans le ruisseau de source nouvellement créé, des substrats minéraux et organiques tels que des feuilles mortes et du bois mort se sont mis en place (structures typiques d'une source forestière). Les plantes vasculaires et les mousses sont en revanche rares.

La colonisation par la communauté des invertébrés (macrozoobenthos) dépend principalement de la taille des particules et la nature (minérale/organique) du substrat, de la structure des berges du milieu de sources, des conditions de courant et le débit ainsi que des conditions d'ombrage.

Dans une certaine mesure, il est possible de prédire quelles espèces s'installeront sur la base des structures et des substrats favorisés par la revitalisation. Les stratégies individuelles de colonisation des espèces sont toutefois importantes. Ainsi, les espèces qui passent tout leur cycle de vie dans l'eau colonisent assez rapidement les habitats des sources, pour autant que celles-ci soient reliées au réseau hydrographique. Parmi les premiers colonisateurs, on trouve par exemple le gammare des ruisseaux qui migre jusque dans la source. Lorsque l'eau des sources s'infiltrerait rapidement dans le sol ou tombe d'une haute chute, la recolonisation par les gammarses est compliquée. Dans ces cas, un transport passif par des oiseaux aquatiques ou des mammifères reste envisageable.

Chez les insectes aquatiques, ce sont les stades adultes ailés qui sont responsables de la dispersion, raison pour laquelle des sources isolées sont également colonisées en fonction de la capacité de vol des insectes.

Dans les sources karstiques à fort débit, on observe régulièrement des espèces appartenant la faune des eaux souterraines. Celles-ci "migrent" en direction de la source et du ruisseau de source plus riches en nourriture. Elles peuvent également y être transportées de manière passive, en particulier lors de fortes précipitations.

### Restauration des habitats de transition terre-eau

Ces habitats de transition sont particulièrement développés sur les terrains plats où l'eau s'écoule par suintement. La plupart du temps, l'herbe et la végétation herbacée s'y développent, tandis que la plupart des espèces arbustives n'y trouvent pas de conditions idéales. De nombreuses espèces d'invertébrés des sources se tiennent dans les zones de transition entre l'eau et la terre. Ils vivent enfouis dans les dépôts fins, généralement organiques, ou se cachent

sous les feuilles humides ou les végétaux décomposés. L'importance de cette faune typique des zones éclaboussées est souvent sous-estimée.



Fig. 7.3 : L'évacuation de l'eau d'une chambre de captage à l'abandon entraîne la création de vastes zones de transition terre-eau.

En terrain plat, il importe donc de favoriser les zones de transition terre-eau où règnent les conditions idéales pour le développement d'espèces typiques, comme *Crunoecia irrorata* ou plusieurs espèces de la famille des Beraeidae chez les trichoptères.

### 7.3 Planifier l'entretien et la gestion des habitats des sources

Les sources naturelles situées dans un paysage non perturbé par l'homme ne nécessiteraient aucune mesure d'entretien ou de soins. C'est encore le cas pour les sources forestières isolées ou certaines sources de haute altitude dans les Alpes. Dans les régions où les activités humaines imprègnent le paysage (agriculture, exploitation forestière, agglomérations ou les voies de communication), les milieux fontinaux nécessitent une certaine protection et un entretien.

Ainsi, l'épandage d'engrais dans les environs entraîne une eutrophisation plus ou moins importante des sources avoisinantes et une croissance accrue des plantes. L'aménagement d'une zone tampon permet de réduire considérablement l'apport de nutriments.

Dans les milieux de sources clôturés des pâturages et des zones d'estivage pour éviter le piétinement par le bétail, la végétation risque souvent de devenir luxuriante et de s'embroussailler sous l'influence des nutriments. Dans de tels cas, la fauche des surfaces garantit la pérennité des milieux de sources ouverts. Dans le cas de sources associées à des marais (sources suintantes de grande surface), une fauche est nécessaire pour préserver à long terme une flore caractéristique. Sans entretien, les marais à régime hydrique perturbé risquent de s'embroussailler.

### 7.4 Contrôle des effets comme outil d'optimisation

La protection des milieux fontinaux s'appuie largement sur des expériences tirées de projets déjà mis en œuvre et sur des concepts tels que la mise en réseau de biotopes. Chaque projet réalisé contribue à l'acquisition de connaissances. Ces expériences permettent de développer et d'optimiser les mesures qui valorisent les milieux sur le plan écologique.

L'ampleur et le moment idéal d'un contrôle d'efficacité dépendent en premier lieu de la taille et du type de projet. Les projets de revitalisation déjà colonisés avant intervention peuvent être évalués avant et après leur mise en œuvre par des relevés. En revanche, les projets de remise à ciel ouvert sont examinés uniquement après exécution, comparant l'état créé à un site de référence similaire proche.

Alors qu'une évaluation structurelle peut être appropriée pour les petits projets, il est important d'inclure la végétation et la faune (macrozoobenthos) dans le suivi des effets des projets plus importants ou de grande envergure. Ici, les analyses sont réalisées de manière standardisée à l'aide de la méthode de l'OFEV.

Après une revitalisation, la colonisation par le macrozoobenthos peut, suivant les cas, prendre un certain temps en raison de l'isolement du milieu de source. Les projets de revitalisation entrepris à ce jour ont révélé qu'après une période de quatre ans, seulement 50 % des espèces originelles de la source sont présentes, et ce uniquement dans les cas où les atteintes ont été totalement supprimées. Le contrôle des effets est donc effectué deux fois. Dans un premier temps, 1 à 2 ans après la fin des travaux de revitalisation, afin de recenser la colonisation par les espèces migrant rapidement. Un deuxième relevé, 5-6 ans après la fin des travaux, recense les espèces qui ont besoin de plus de temps pour coloniser les nouveaux habitats créés, parce qu'elles sont peu mobiles ou que leurs populations source sont plus éloignées. L'expérience montre que ce n'est qu'au cours de ce deuxième relevé que l'on peut s'attendre à ce que des espèces étroitement liées aux habitats des sources soient présentes.

Il n'existe pas encore d'instructions détaillées sur le contrôle des effets de la revitalisation des sources, comme pour les cours d'eau. De manière générale, on peut toutefois s'inspirer des fiches techniques et des fiches descriptives ainsi que du guide pratique sur [le contrôle des effets](#) de l'OFEV (Page d'accueil > Thèmes > Thème Eaux > Valorisation et protection des eaux > Mesures de revitalisation > Documentation pratique pour le contrôle des effets).

## 7.5 Documentation de projet

Afin de mettre à disposition les expériences de revitalisation et de revalorisation écologique des habitats de sources pour des projets ultérieurs, il est très important, outre la réalisation d'un contrôle des effets, de documenter le projet le plus précisément possible. Il ne s'agit pas seulement de plans, mais aussi d'une description des processus pendant la planification et du déroulement de la mise en œuvre des mesures. Après avoir effectué le contrôle des effets, la documentation du projet permet de mettre en évidence les améliorations possibles pour les futurs projets et de corriger les éventuelles erreurs.

La documentation relative aux divers projets ne doit pas principalement être utilisée pour reproduire ou calquer la mise en œuvre dans un nouveau contexte. Elle vise également à fournir des perspectives et des idées sur la manière d'élaborer une solution optimale adaptée à une situation inédite.

## 7.6 Activités de relations publiques et éducation à l'environnement

Les revalorisations écologiques des habitats de sources sont faciles à communiquer et rencontrent toujours un écho positif auprès du public. De cette manière, un large public peut être sensibilisé à l'ensemble de la problématique des milieux fontinaux. En outre, il est possible de communiquer sur des lacunes telles que la méconnaissance de la situation actuelle et l'importance du milieu pour la protection des espèces. Mais il est également important de faire passer des messages positifs, tels que les succès obtenus après revitalisation (fig. 7.4).

Les projets liés à une problématique reconnue et nouvelle, comme c'est le cas pour la protection des milieux de sources, sont attrayants tant pour la population que pour les soutiens et le financement des projets.

Participer aux mesures de revitalisation est une expérience enrichissante pour tous. Cela inclut des travaux manuels comme le terrassement, le fauchage, la taille des arbustes et la plantation. Les classes d'école qui s'impliquent dans ces activités de protection de la nature vivent des expériences mémorables et significatives.



Fig. 7.4 : Visite guidée publique pour présenter des projets de revitalisation des milieux de sources.

### 7.7 Le rôle des différents acteurs dans la planification et la mise en œuvre

Le recensement, la protection et la valorisation des habitats de sources impliquent souvent de nombreux acteurs, qui jouent généralement différents rôles.

Ces dernières années, ce sont souvent des organisations privées qui, dans le cadre de projets pilotes, ont repéré l'emplacement des milieux de source et évalué leur structure. Parfois, ce travail pour localiser les sources a été effectué par des bénévoles non spécialisés, mais intéressés par le sujet.

Une collaboration avec les services cantonaux spécialisés permet dans ces cas d'utiliser les données collectées en vue d'obtenir une vue d'ensemble de la situation des milieux fontinaux. De nombreux cantons ont déjà commencé à établir un inventaire des milieux de sources dans le cadre des relevés de l'infrastructure écologique. En outre, les informations collectées selon la méthode de l'OFEV sont à la disposition des cantons dans la base de données MI-DAT-Sources.

Les sources sont gérées par divers services cantonaux. Les services de protection de la nature des cantons se concentrent sur les milieux fontinaux et la protection de la nature. Les droits d'utilisation des sources appartiennent aux propriétaires fonciers, souvent des communes ou des particuliers. Les cantons coordonnent l'approvisionnement en eau, délimitent les zones de protection des eaux souterraines et surveillent la qualité de l'eau potable. Ces compétences sont réparties entre différents offices et départements au sein des cantons.

Les services cantonaux de protection de la nature peuvent annoncer non seulement des projets de recensement, mais aussi des projets de valorisation écologique des sources dans le cadre des conventions-programmes en matière de protection de l'environnement et bénéficier de subventions fédérales.

Les organisations privées prennent aussi souvent l'initiative de mettre en œuvre des projets de revitalisation des milieux fontinaux. En forêt, une collaboration est souvent recherchée avec les administrations forestières régionales qui, dans le cadre de leurs projets écologiques, peuvent réaliser des travaux tels que le démantèlement de captages de sources à l'abandon ou la mise en œuvre de mesures de gestion à proximité de milieux fontinaux intacts.

Dans le cadre des plans de gestion, les propriétaires forestiers et les entreprises forestières peuvent également exclure les milieux de sources de l'exploitation du bois en tant que zone sensible et les protéger ainsi des atteintes. Les exploitations agricoles peuvent comptabiliser les secteurs occupés par des sources suintantes comme surfaces écologiques et promouvoir le développement de milieux fontinaux diversifiés.

## 7.8 Défi : liste des sources et des mesures de protection et de promotion

Dans la situation sociale et politique actuelle, l'élaboration d'un inventaire complet des milieux fontinaux est un projet à long terme qui ne pourra être mis en œuvre qu'étape par étape. La question se pose donc de savoir si, dans un canton, il faut viser un recensement de tous les milieux de sources ou s'il suffit de planifier un inventaire complet uniquement dans les régions où l'exploitation est plus intensive.

Pour l'instant, il n'existe même pas de chiffres fiables sur le nombre milieux fontinaux actuels dans les grands cantons. En raison du temps nécessaire pour atteindre une quasi-exhaustivité, la mise en œuvre des mesures concrètes en parallèle aux travaux d'inventaire ne doit pas être négligé. Les premières expériences de projets concrets de revitalisation et de valorisation des milieux de sources voient le jour. Les objets concernés possèdent des caractéristiques très diverses (p. ex. situation géologique, surface, comportement de déversement, etc.) et il est important d'en tenir compte.

La « découverte » de l'importance des sources pour la protection de la nature intervient à une époque où la protection et la promotion d'espèces et d'habitats rares et menacés deviennent plus complexes et plus exigeantes. De nombreux responsables dans les cantons n'ont plus guère le temps de s'attaquer à un domaine thématique supplémentaire. Avec le changement climatique, la pression sur les sources augmentera. De nouvelles approches et collaborations sont donc nécessaires pour une protection efficace des milieux fontinaux.

### Littérature

OFEV 2018, Bayerisches Landesamt für Umwelt 2008b, Küry et al. 2019, Küry et al. 2021, Lubini et al 2014, update 2016, Wildermuth & Küry 2009, Zollhöfer 1997

## 8 Mesures concrètes de protection et de revitalisation

### 8.1 Revalorisation écologique des sources altérées par des constructions ou captées

Les sources utilisées pour l'exploitation d'eau potable ne répondent parfois plus aux exigences de qualité légales devenues plus strictes. Pour ces raisons et d'autres, de nombreuses sources ont été retirées du réseau d'approvisionnement en eau. Il s'agit en général de sources à faibles débits, pour lesquelles les coûts d'assainissement sont trop élevés par rapport au rendement.

Les sources d'importance historique et culturelle ou médico-thérapeutique sont souvent aménagées et ne possèdent donc guère de végétation riveraine ou de faune invertébrée. Dans les zones agricoles, de nombreuses sources en terrain ouvert ont été asséchées ou mises sous terre dans le cadre d'améliorations foncières. Leur écoulement a été déplacé vers la zone forestière la plus proche. Après plusieurs décennies, les systèmes de drainage et les infrastructures vieillissantes peuvent subir des dommages et perdre leur efficacité. Dans ces situations, les valorisations écologiques permettent de créer de nouveaux habitats et de (ré)implanter une biocénose typique.

#### Démantèlement de captages de sources

Lors du démantèlement de sources captées, il faut déterminer où se trouve la conduite ou les drains de captage et à quelle distance il se trouve du sommet du terrain. Il faut également déterminer si l'eau s'écoule librement vers le captage ou si elle provient de couches plus profondes. Dans la mesure du possible, l'ancien emplacement de la sortie naturelle de la source doit être reconstitué. La connaissance du tracé exact des conduites est également importante pour la planification du cours du futur ruisseau de source. Une détermination précise du débit permet de dimensionner correctement le ruisseau de source. Pour les sources de grande taille, il faut éventuellement définir et réactiver le tracé de l'ancien ruisseau de source sur le terrain.

Le matériau et le type de construction du captage influencent le coût et la procédure de démontage. Les travaux de terrassement pour aménager le nouvel exutoire et réactiver le chenal du ruisseau de source impactent également les dépenses.

Dans certaines circonstances, il est nécessaire ou indiqué de procéder à un démantèlement complet (fig. 8.1). En revanche, lorsque les sources sont difficilement accessibles aux engins de chantier, une obstruction de la conduite d'évacuation peut être suffisante. En raison du refoulement, l'eau déborde dans la chambre de captage et forme immédiatement un ruisseau de source si l'emplacement est idéal (fig. 8.2). Dans ce cas, il faut essayer de reconnecter la source et le ruisseau de source aux eaux souterraines. Cela peut se faire, par exemple, en supprimant les bassins et les tuyaux à l'intérieur de la chambre de captage qui entravent la perméabilité.

En optimisant le dimensionnement et la dotation du trop-plein d'un captage de source, il est souvent possible de créer un milieu fontinal secondaire alimenté par une surverse. Ceci est particulièrement intéressant dans les cas où un captage n'est utilisé que temporairement ou lorsque le débit est plus important que la consommation d'eau.



Fig. 8.1 : Démantèlement d'un captage de source. Les éléments de construction sont retirés avec le plus grand soin.



Fig. 8.2 : Après l'obstruction de la conduite, l'eau déborde de la chambre de captage pour former un milieu fontinal.

### Suppression de conduite

En cas de voûtage ou en présence d'une conduite, le dégagement commence à l'endroit où l'eau sort du tuyau. Depuis l'extrémité, on peut creuser à reculons jusqu'à l'exutoire de la source, qui est généralement matérialisé par une chambre (fig. 8.3). Dans certaines circonstances, il peut être judicieux de supprimer la chambre et d'aménager l'exutoire de la manière la plus naturelle possible. Comme les tuyaux sont souvent enfoncés assez profondément dans le sol, il faut veiller à ce qu'il y ait suffisamment de place des deux côtés du chenal pour aménager une berge relativement plate (fig. 8.4). L'espace nécessaire doit donc être déterminé avec précision avant le démantèlement.

Le cas échéant, des fouilles exploratoires sont nécessaires afin de déterminer la profondeur à laquelle se trouvent les tuyaux.

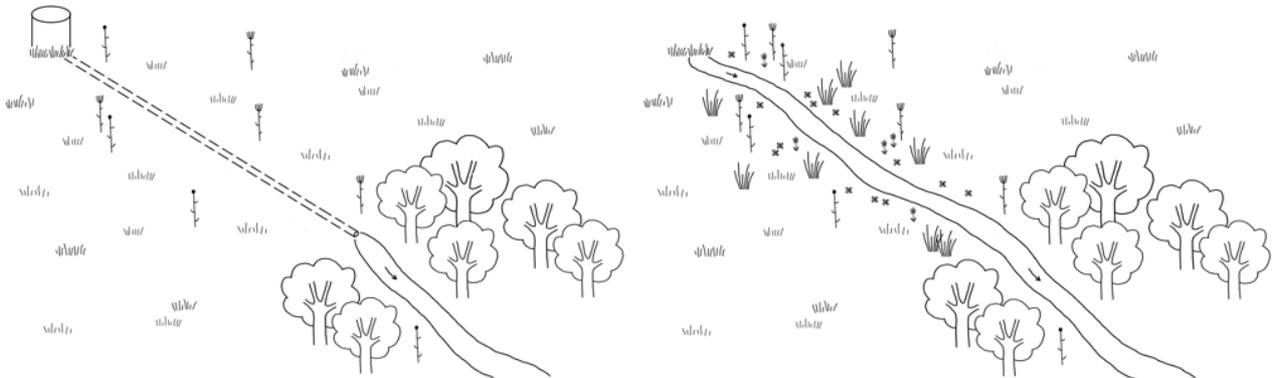


Fig. 8.3 : Après le démantèlement d'un captage de source (à gauche) et la mise à ciel ouvert du tronçon sous tuyau, un milieu fontinal et sa biocénose typique (à droite) peuvent s'installer en l'espace de quelques années

C'est dans les régions à agriculture extensive ou en forêt que les mesures de suppression des canalisations ont le plus de chances d'aboutir.

#### Suppression de drains

Au 20<sup>e</sup> siècle, le drainage de vastes surfaces de marais pour gagner de précieuses terres cultivables a entraîné la disparition d'une grande partie des sources suintantes et de nombreuses sources jaillissantes. Souvent, les systèmes de drainage ont vieilli et ne sont localement plus fonctionnels. Dans les zones d'agriculture extensive, les drains peuvent être bouchés très facilement ou supprimés avec un peu plus d'efforts. Les sorties d'eau étendues en surface, considérées comme sources de suintantes, peuvent ainsi être facilement rétablies.

Pour ce type de démantèlement, il est également optimal de commencer par les sorties de drains au niveau du cours d'eau et de dégager soigneusement les tuyaux de drainage à partir du bas.



Fig. 8.4 : Une conduite de drainage est extraite à l'aide d'une petite pelleteuse afin de créer un ruisseau à ciel ouvert.

## 8.2 Rétablissement de conditions d'écoulement naturelles

### Rétablir la connectivité longitudinale

En écologie, les cours d'eau sont considérés comme une succession continue d'habitats reliés entre eux dans le sens de l'écoulement. Ce continuum longitudinal remonte jusqu'au niveau des émergences de sources et même au-delà. Ainsi les espèces d'eaux souterraines sont régulièrement observées dans les sources à fort débit jusqu'aux zones les plus hautes du ruisseau de source, où l'offre alimentaire est nettement plus abondante que dans le sous-sol. Les animaux font également des allers-retours entre le cours supérieur du ruisseau et la zone d'émergence. Ils peuvent par exemple remonter vers la zone de la source après avoir été emportés par le courant pendant une phase de fort débit.

Les seuils, les mises sous terre ou les voûtages des ruisseaux de source entravent fortement la libre migration et donc la recolonisation (fig. 8.5). Les tuyaux, les couvertures ou les cunettes en béton doivent donc être évités dans la mesure du possible ou supprimés là où ils ont été installés. Il faut éviter les chutes d'eau à l'aval d'un tuyau, car cela empêche la migration de la petite faune non ailés des sources.



Fig. 8.5 : La totalité du débit d'un ruisseau de source est déversé dans un bassin qui déborde ensuite librement. Le continuum du milieu dans le ruisseau de source s'en trouve interrompu.

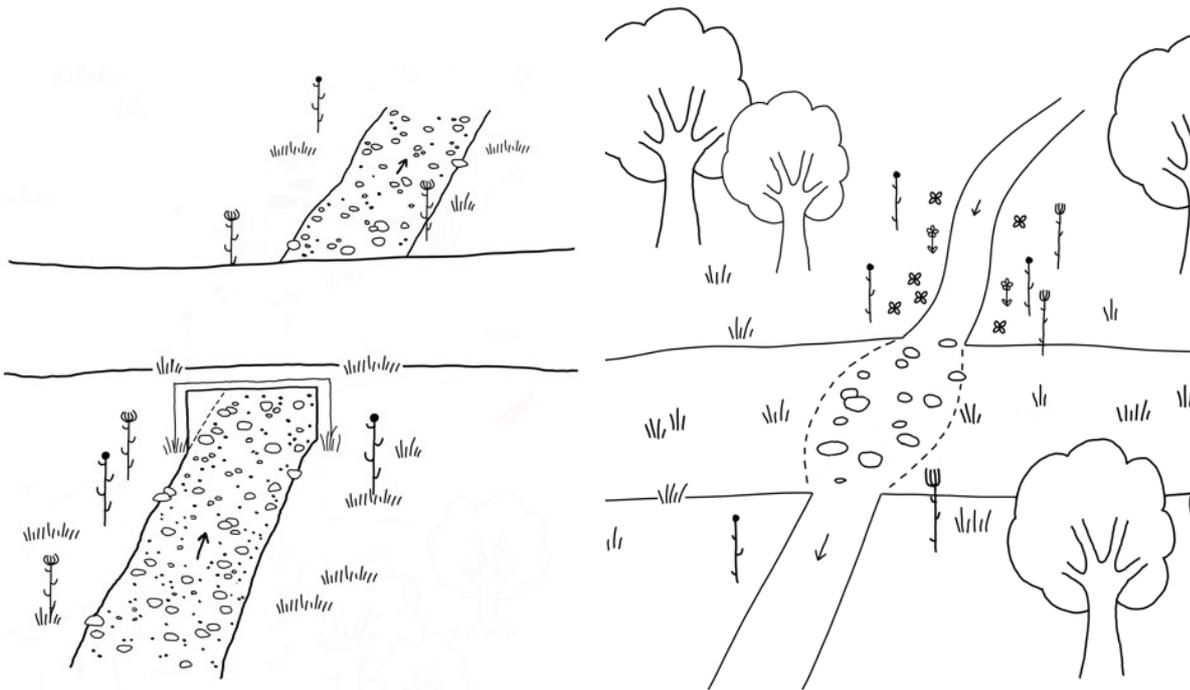


Fig. 8.6 : L'installation d'un passage à section rectangulaire sous un chemin (à gauche) ou la construction d'un gué préserve le lit du cours d'eau et garantit la circulation de la petite faune.

Lors de la construction de passages sous les chemins, il faut donc veiller à ne pas interrompre le continuum du substrat du lit dans le cours d'eau. En cas d'utilisation de tuyaux, la partie inférieure de ce dernier doit être remplie de substrat. Le cas échéant, des dispositifs doivent être installés pour empêcher le substrat d'être emporté par le courant. Les passages de section rectangulaire ont l'avantage de pouvoir être posés comme des demi-coques sur le substrat du lit existant (fig. 8.6). Les tuyaux doivent être "surdimensionnés" et remplis au moins à un tiers par le substrat de ruisseau (fig. 8.6).



Fig. 8.7 : La section du tuyau est remplie d'environ un tiers d'alluvions (à gauche), ce qui est considéré comme suffisant pour permettre à la petite faune de remonter vers la zone de la source. Sur les chemins forestiers rarement empruntés, un gué peut être aménagé pour la traversée du ruisseau de la source (à droite).

Lorsque les chemins forestiers ne sont que rarement empruntés, l'aménagement d'un gué peut également être une solution optimale (fig. 8.6 et 8.7). La continuité longitudinale du cours d'eau est maintenue, même pour la petite faune, et les perturbations sont si rares qu'elles n'affectent pas leurs populations.

### Rétablir la connectivité latérale

Comme les variations des débits restent faibles (excepté dans les grandes sources karstiques), il n'est pas nécessaire de prendre des mesures de protection contre les crues telles que des aménagements de berges dans les sources jaillissantes ou dans les ruisseaux de source. Si des ouvrages de protection des berges sont présents dans les sources, ils peuvent donc être retirés sans conséquence.

L'aménagement des berges ou la dérivation un chenal artificiel empêche la formation d'une zone de suintement qui relie dans un continuum les habitats aquatiques et terrestres (fig. 8.8). Ces zones de transition constituent des habitats précieux pour de nombreux animaux typiques des sources, celles qui vivent dans le film d'eau qui recouvre le substrat ou dans la litière humide. De plus, les plantes herbacées caractéristiques des sols imbibés liés aux sources disposent de suffisamment d'espace pour former des populations plus étendues. Dans le cadre des revitalisations des milieux fontinaux, les aménagements de la zone riveraine sont soigneusement supprimés et la rive est aplanie autant que possible afin d'augmenter au maximum l'étendue de la zone de transition terre-eau.



Fig. 8.8 : Source captée dans sa partie supérieure dans des anneaux de puits en béton. Les zones de transition terre-eau ne peuvent pas se développer à cet endroit.

Il faut éviter d'approfondir le chenal en créant des berges abruptes, car cela réduit fortement la zone de transition terre-eau. Au lieu de cela, il faut viser un profil de berge aussi plat que possible, pour permettre à la zone riveraine de se développer sur une largeur aussi grande que possible. Dans les zones escarpées, on y parvient en créant, à l'aide de matériaux naturels (bois, pierres), une alternance d'élargissements légèrement endigués et de courts tronçons plus abrupts.

### Renoncer aux prélèvements d'eau

Des prises d'eau fixes sont souvent aménagées dans les sources pour l'alimentation d'abreuvoirs (fig. 8.9). Les dérivations d'eau des cours d'eau (même pour d'autres usages) sont soumises à autorisation.

Une dérivation ne devrait être autorisée que si une partie de l'eau reste dans le milieu fontinal. Mais même cela ne peut pas empêcher l'assèchement complet des habitats, en particulier pour les petites sources pendant les périodes où les débits deviennent très faibles. C'est pourquoi il faut renoncer à un prélèvement d'eau pour les objets à faible écoulement, dans la mesure où d'autres sources plus importantes peuvent être captées comme alternative.



Fig. 8.9 : Dérivation de l'eau d'une source. Dans cet exemple, seule une petite partie du débit est détournée. Le reste de l'eau est à la disposition de la biocénose de la source (à gauche). Dérivation improvisée à partir d'un milieu de source pour l'alimentation d'un bâtiment d'alpage (à droite).

Les prélèvements d'eau temporaires dans les régions d'estivage sont parfois effectués avec des moyens simples (fig. 8.9). De tels petits prélèvements d'eau, mais aussi des captages temporaires plus importants pour les abreuvoirs à bétail, ne doivent être exploités que pendant l'estivage. D'autres informations sur les abreuvoirs dans les régions d'estivage figurent au chapitre 8.3.

#### Garantir un débit résiduel en cas de captage de sources

Si de petites sources sont captées pour l'approvisionnement en eau potable, une évaluation de l'état du milieu et de sa biocénose doit être effectuée au préalable selon la méthode de l'OFEV, comme dans le cas d'une étude d'impact sur l'environnement. En présence d'une structure naturelle ou partiellement naturelle et d'une faune typique ou partiellement typique de source, un débit résiduel devrait être maintenu dans le milieu de source, afin de garantir la survie de la biocénose de la source (fig. 8.10).

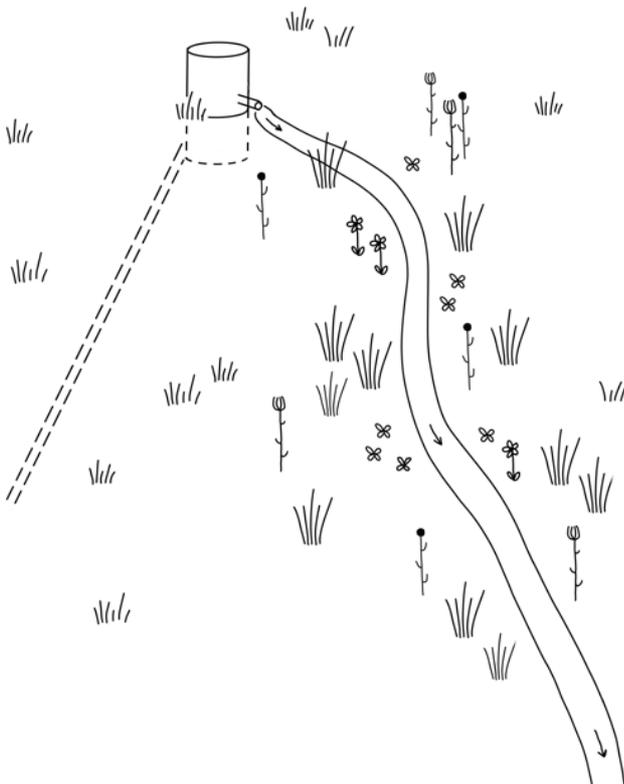


Fig. 8.10 : Capture d'une source où un trop-plein. Elle permet au ruisseau de recevoir un débit résiduel en aval de la prise d'eau. Si l'eau n'est pas utilisée, tout le débit retourne dans le milieu fontinal

En présence d'une source avec plusieurs exutoires, la moitié ou les deux tiers des sorties au maximum sont captés. On conservera ainsi un débit suffisant pour permettre la survie d'espèces animales dont le cycle de développement s'étend sur plusieurs années. Si un captage partiel n'est techniquement pas possible ou si le débit total est faible, il convient d'aménager un trop-plein directement au niveau du captage pour permettre la restitution de l'eau le plus en amont possible (fig. 8.10).

Si l'eau n'est pas consommée toute l'année, le trop-plein est conçu de sorte que toute l'eau retourne sans dérivation dans le milieu fontinal durant la période où elle n'est pas utilisée.

#### Rétablissement de conditions d'écoulement naturelles

L'écoulement naturel de l'eau d'une source a une grande importance pour la petite faune du milieu fontinal. En cas de grande variation de débit (de type éclusées), les espèces peu adaptées aux courants forts peuvent être emportés par dérive. Les débits résiduels doivent donc être réglés de manière à obtenir un débit uniforme et continu et à éviter les variations trop importantes. Dans le cas de sources karstiques à débit très variable, cette caractéristique doit également être prise en compte. Il faut renoncer à l'utilisation de pompes automatiques à flotteur, qui se mettent en marche à un certain niveau d'eau et vident un puits en peu de temps.

### 8.3 Mesures en cas d'atteintes dues à l'exploitation agricole

#### Clôture des milieux fontinaux dans les zones de pâturage

Le bétail en pâture, à la recherche de nourriture ou d'eau potable, peut endommager par son piétinement les habitats sensibles des sources (fig. 8.11).

Les sources et les ruisseaux de source doivent être clôturés dans les zones de pâture intensive. Pour les pâturages situés à basse altitude, il est recommandé d'installer une clôture fixe ; dans les régions d'estivage des Alpes, une clôture temporaire peut être indiquée (fig. 8.12 et 8.13).



Fig.8.11 : Pâturage sans clôture dans les milieux humides. Lorsque ceux-ci sont utilisés comme abreuvoirs, les dégâts dus au piétinement couvrent parfois de grandes surfaces.

Dans certains cas, une exploitation extensive des prairies peut avoir un effet positif pour les sources suintantes de grande surface. La fauche, avec des machines adaptées (faible pression au sol), est un mode d'exploitation qui ménage les sols



Fig. 8.12 : Pose de clôture autour d'une source suintante dans une région d'estivage dans les Alpes.

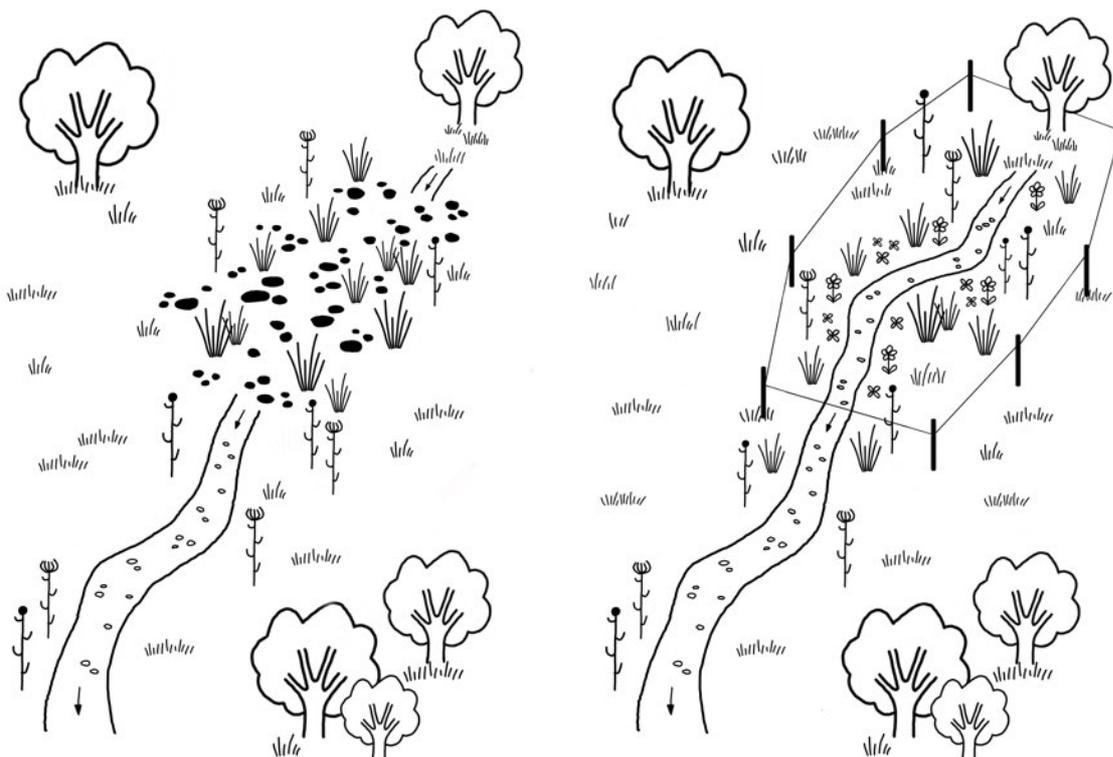


Fig. 8.13 : La zone de la source (à gauche), auparavant affectée par le piétinement du bétail, est clôturée lors de la pâture, de sorte qu'une communauté diversifiée se développe à nouveau.

Si l'ampleur du piétinement par le bétail reste faible, le pâturage peut parfois avoir un effet bénéfique en créant des zones ouvertes de petite taille, sur lesquelles de nouvelles espèces peuvent également se réinstaller. Les expériences faites en Bavière ont montré qu'un pâturage extensif de 0.5 à 1.5 unité de gros bétail par hectare peut avoir un effet tout à fait positif sur l'évolution de l'habitat de la source. Dans tous les cas, la situation doit être soigneusement étudiée avant de déterminer l'intensité de l'exploitation.

#### Pas de dépôts tels que déchets de tonte ou de taille de branches dans les zones de sources

Bien que cela soit interdit par la loi, les milieux fontinaux sont souvent utilisés pour déposer divers matériaux. Autrefois, des ordures ménagères et autres déchets étaient jetés dans les ravins et les sources. Aujourd'hui, on y trouve encore des dépôts de déchets de tonte, de taille de branches (fig. 8.14) et parfois même des gravats.

D'une part, les dépôts peuvent libérer des substances nocives et polluer les eaux. D'autre part, ils ont un impact, souvent négligé sur des structures. Les insectes aquatiques, qui choisissent les lieux de ponte en fonction des reflets de l'eau, ne reconnaissent plus les surface en eau sous les résidus de fauche ou les branches coupées, et la colonisation n'a pas lieu.



Fig. 8.14 : Les déchets de coupe issus de l'exploitation forestière masquent la surface en eau dans la zone de la source. Les insectes aquatiques à la recherche de sites de ponte ne trouvent plus les endroit appropriés pour se reproduire.

Si des dépôts sont malgré tout découverts, les matériaux doivent être enlevés le plus rapidement possible. Il est important de les manipuler et de les éliminer dans les règles de l'art. Les matériaux doivent être enlevés avec soin afin de ne pas nuire davantage au milieu fontinal. Ce travail se fait généralement manuellement, sans l'intervention de machines.

#### Sources et ruisseaux de sources utilisés comme abreuvoirs pour le bétail dans les pâturages

Les abreuvoirs placés dans les pâturages attirent un nombre particulièrement élevé d'animaux. Souvent, les milieux fontinaux sont les seuls endroits où le bétail peut s'abreuver. Dans le cas d'abreuvoirs installés à proximité immédiate de sources ou de ruisseaux de source, on observe souvent un piétinement important par bétail. De larges surfaces situées aux abords ou dans les zones de source sont impactées. (Fig. 8.15).



Fig. 8.15 : Dommages dus au piétinement autour d'un abreuvoir pour bétail situé dans zone source.



Fig. 8.16 : Abreuvoir alimenté à l'aide d'une conduite hors de la zone de source

Une dérivation partielle de l'eau des sources ou des ruisseaux vers des abreuvoirs spéciaux situés hors de la zone de la source permet d'éviter l'apparition de dégâts importants dus au piétinement (fig. 8.16 et 8.17). Les solutions optimales sont celles où l'eau n'est pas captée à la source, mais dans le ruisseau en aval. La zone sensible de la source est ainsi préservée et un parcours optimal peut être déterminé pour définir l'emplacement de la prise d'eau.

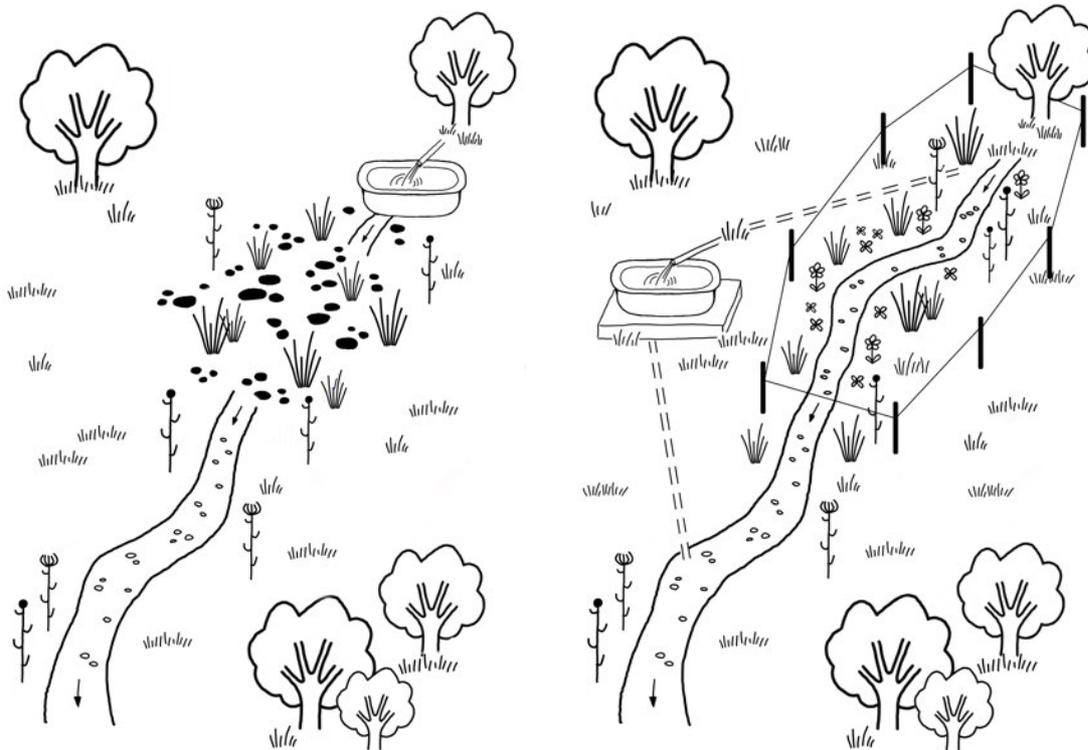


Fig. 8.17 : Esquisse d'un abreuvoir pour le bétail situé à proximité immédiate d'une source (à gauche). En clôturant la zone de la source et en déplaçant l'abreuvoir dans une zone où le sol est sec, on évite les nuisances dues au piétinement par le bétail.

Dans de nombreux cas - en forêt ou dans les alpages – ces aménagements ne nécessitent pas de mise sous protection dans le cadre d'un plan d'aménagement. Les exploitants peuvent eux-mêmes favoriser le développement de la biocénose des sources à l'aide de mesures simples : le maintien des milieux fontinaux intacts, mise en place d'une zone tampon ou pose de clôtures dans les pâturages (fig. 8.18). Cela peut également se faire dans le cadre de contrats d'exploitation entre exploitants et cantons (ou communes). Dans certains cas, une mise sous protection dans le cadre du plan d'aménagement reste le meilleur instrument. Dans d'autres, l'achat du terrain ou la création d'une réserve naturelle peut s'avérer optimal.



Fig. 8.18 : Source clôturée dont l'eau alimente une fontaine. L'étang à l'arrière-plan est également clôturé durant la pâture.

### Délimiter la zone centrale et les zones tampons

Le milieu fontinal peut être impacté par l'apport d'engrais ou de pesticides provenant d'une zone d'exploitation intensive située à proximité. Des bandes culturales extensives placées de manière appropriée permettent de réduire fortement ces impacts négatifs.

La zone centrale et la zone tampon, doivent être aménagée et dimensionnée de manière à protéger la source et la zone de la source de toute atteinte (fig. 8.19). La zone de trois mètres de large sans utilisation de pesticides prescrite par la loi est ainsi étendue à une zone centrale d'un rayon de 10 mètres autour de la source. Cette dernière est complétée par une zone tampon qui renforce la protection de la zone centrale et qui est déterminée sur la base des conditions topographiques, géologiques ou de végétation. Dans les pâturages intensifs ou d'estivage, ces zones doivent être clôturées pendant la période de pâture.

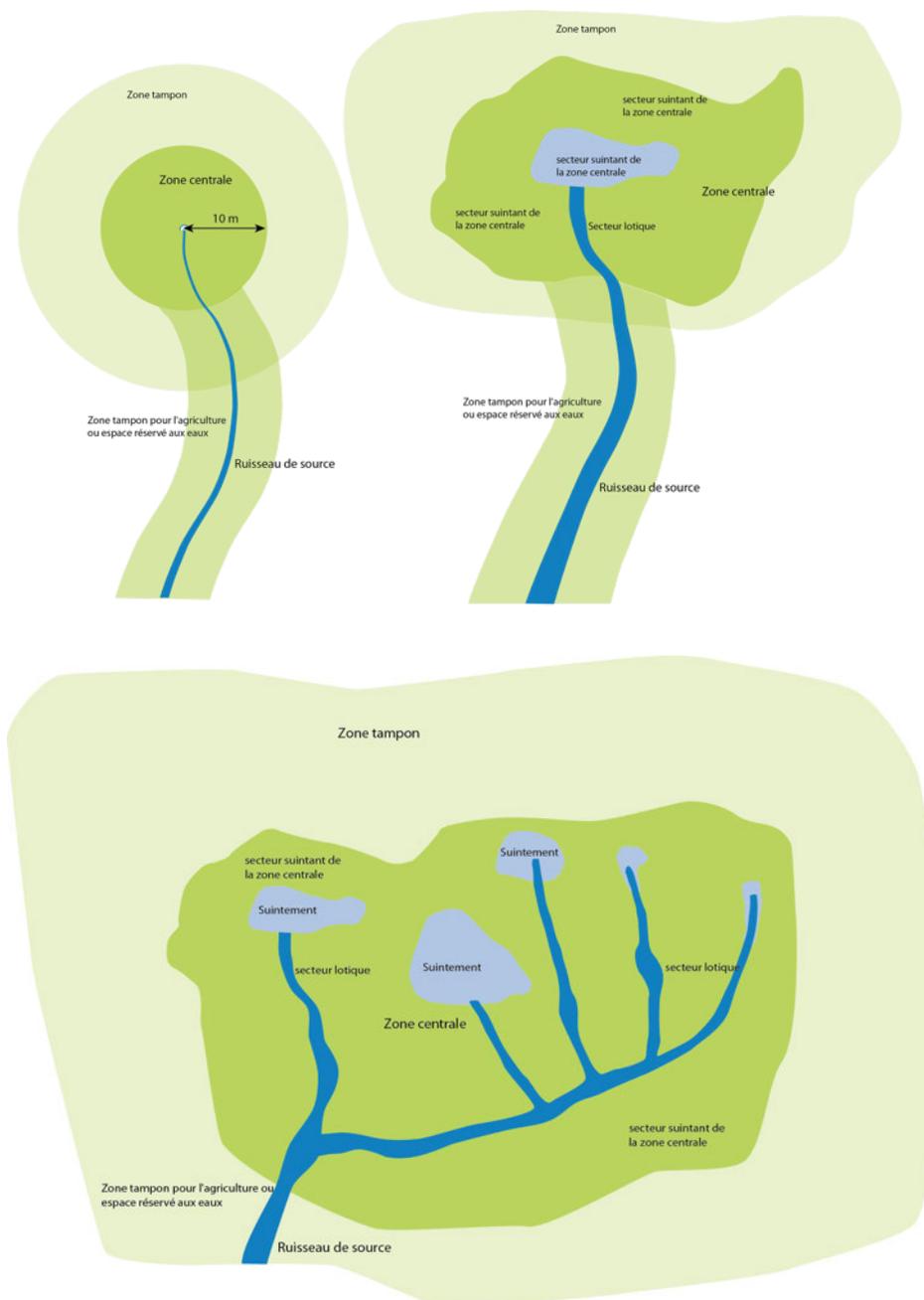


Fig. 8.19 : Principe de délimitation des zones centrales et des zones tampons pour les sources simples jaillissantes ou suintante (en haut) et les complexes de sources (en bas), tiré de Küry et al (2019)

Cela peut se faire en combinant une mise sous protection dans le cadre du plan d'aménagement et un accord de droit privé avec l'exploitant concerné ou uniquement sur la base de contrats avec l'agriculteur.

Il faut particulièrement veiller à ce que les surfaces du petit bassin versant situées en amont et latéralement soient correctement dimensionnées et suffisamment grandes pour produire l'effet escompté. Ainsi, la zone tampon sera plus étendue du côté du versant (amont) que du côté de la vallée (aval).

#### 8.4 Mesures en cas d'atteintes dues à l'exploitation forestière

On observe en général moins d'atteintes aux écosystèmes aquatiques en forêts qu'en zone agricole. Certes, la plupart des captages de sources d'eau potable se trouvent en forêt. Toutefois, en l'absence de drainage ou d'assèchement, la richesse des sources est nettement plus élevée à basse altitude en forêts que dans les zones ouvertes.

Malgré cela, l'exploitation forestière impacte parfois les milieux fontinaux. Il arrive souvent que des branches ou du bois soient déposés par négligence dans la zone de la source ou que les machines utilisées pour l'extraction de troncs creusent des fossés qui dévient les écoulements naturels et portent atteintes aux habitats sensibles de la source.

Les boisements d'épicéas entraînent d'une part un ombrage important au sol qui empêche l'apparition d'une végétation herbacée typique. D'autre part, ils engendrent l'accumulation d'une litière faite d'aiguilles, riches en tanins et résines, peu digeste pour la petite faune par rapport à la litière des feuillus adaptés à la station.

Pour les nouvelles dessertes forestières, il s'agit de déterminer un tracé des chemins qui ne porte pas atteinte aux milieux ou aux ruisseaux de source. Les traversées de ruisseaux de source, devraient être équipées de voûtages suffisamment larges pour garantir la migration de la faune aquatiques (chap. 8.2).

Si l'aménagement de nouveaux captages dans des milieux fontinaux de grande valeur est incontournable, il s'agira de conserver comme débit résiduel au moins 25% du débit d'origine. Les fluctuations naturelles du débit devraient être conservés dans les débits résiduels.

Enfin, les sources devraient systématiquement être répertoriées en tant que milieux particuliers de grande valeur dans les plans de gestion et épargnées lors de l'exploitation du bois.

#### 8.5 Intégrer les habitats des sources dans la planification des espaces verts et les conserver dans un état proche de l'état naturel

Dans certains cas, les milieux fontinaux et les biocénoses dignes de protection se situent dans des zones urbanisées. Alors qu'elles étaient autrefois souvent mises sous terre et leurs eaux évacuées dans les canalisations, les sources non captées existantes devraient être conservées en tant que milieux naturels dans les zones d'habitation et faire l'objet de mesures de protection appropriées.

Dans certains cas, ils peuvent également être intégrées dans l'aménagement des espaces verts autour des lotissements ou dans les quartiers. Dans d'autres cas, l'eau de source captée peut être conduite dans un parc pour alimenter des fontaines « vivantes » où se forment des tufs calcaires (fig. 8.20). Ces "sources artificielles" peuvent également abriter des communautés d'espèces typiques des sources. Les aménagements de ce type ont une fonction importante pour la communication sur les milieux fontinaux et leur importance dans la protection de la nature. La facilité d'accès et le contact immédiat par rapport aux sources situées en forêt facilite grandement le travail de sensibilisation.



Fig. 8.20 : Tufs calcaires dans un parc historique, formés par une source captée s'écoulant sur les terrasses calcaires vers un étang d'agrément proche de l'état naturel.

Dans un parc urbain, l'eau d'un captage historique n'est plus rejetée inutilisée dans le réseau d'égouts. Il coule d'abord sur une courte distance sous la forme d'un petit ruisseau artificiel (fig. 8.21), puis est recueilli dans un grand réservoir d'eau. L'eau y est pompée en été pour irriguer le parc.



Fig. 8.21: L'eau d'un captage historique dans un parc forme un petit ruisseau de source. Elle est stockée en contrebas dans un réservoir et utilisée pour irriguer le parc en été.

## 8.6 Procédure typique pour la mise en œuvre de mesures de protection et de promotion des milieux fontinaux

La protection des milieux fontinaux n'étant pas encore définitivement fixée au moment de la rédaction du présent document, l'application des dispositions légales correspondantes reste à élaborer. Les lignes directrices provisoires visent à faciliter leur mise en œuvre.

### Protection des milieux fontinaux

Une condition de base pour la protection des milieux de sources est de disposer d'une vue d'ensemble de leur localisation et de leur état. Les sources doivent donc être recensées et cartographiées comme un type de milieux particuliers dans le cadre des inventaires naturels communaux. Ces données, de même que les éventuels relevés des milieux de sources effectués par les cantons ou les organisations de protection de la nature, doivent être mis à la disposition des bureaux spécialisés et du public. Les sources recensées selon la méthode de l'OFEV doivent être importées dans la base de données MIDAT-Sources chez info fauna.

Les milieux de sources bénéficient d'une protection lorsqu'ils ont déjà été placés sous protection par les cantons ou les communes ou lorsqu'ils ont été attribués à une zone correspondante dans le cadre d'un plan d'aménagement. Les sources sont considérées comme dignes de protection lorsqu'elles peuvent être attribuées à un type de milieu naturel digne de protection selon l'art. 14, al. 3, OPN, qu'elles constituent des habitats pour des espèces protégées, qu'elles abritent des espèces végétales et animales figurant sur les listes rouges ou qu'elles sont importantes pour la mise en réseau de populations. Certains cantons possèdent d'autres dispositions qui déterminent les sources dignes de protection.

Les instruments appropriés pour une protection des milieux par les cantons sont en principe la délimitation de zones protégées (p. ex. pour les grands complexes de sources) ou des conventions avec les exploitants ou les propriétaires dans les zones agricoles, en forêt et dans les zones d'habitation. Il est recommandé aux communes de recenser intégralement les milieux de sources dans le cadre de leur plan d'aménagement local (chap. 5.6).

### Protection en cas d'intervention sur la construction

Les milieux de sources ont été peu considérés dans les demandes de permis de construire. Ce processus varie selon les cantons et implique divers acteurs (fig. 8.22). Le principe de base pour les travaux est de préserver le milieu digne de protection. Si les intérêts d'utilisation prévalent, il faut prévoir une remise en état et un remplacement équivalent.

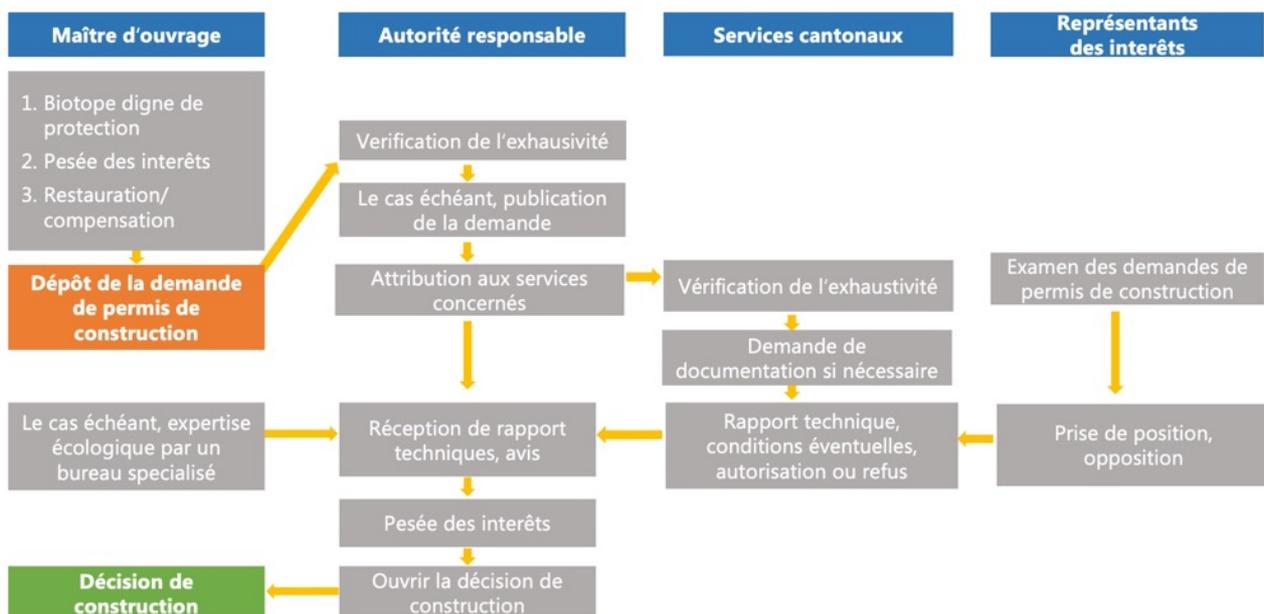


Fig. 8.22 : Traitement exemplaire des demandes de permis de construire dans la procédure d'approbation.

La première étape de la détermination de la valeur de protection consiste à montrer si des espèces protégées ou des animaux et des plantes figurant sur les listes rouges sont présents dans le milieu. La conservation du milieu peut

consister, par exemple, à ne capter qu'une petite partie de l'eau ou, dans le cas des abreuvoirs pour le bétail, à ne pas aménager la prise d'eau dans la source, mais dans le cours supérieur du ruisseau.

Si un milieu digne de protection ne peut pas être épargné lors de la mise en œuvre d'un projet de construction, il faut envisager de le restaurer sur place. Toutefois, dans le cas des sources, cela n'est généralement pas possible, car l'emplacement de l'exutoire dépend de la situation géologique du sous-sol. Au cas par cas, un spécialiste doit déterminer dans quelle mesure la mise en place trop-plein avec un débit résiduel suffisant peut être comptabilisée comme rétablissement. Dans la plupart des cas, les sources nécessiteront toutefois une compensation, qui devra être réalisé le plus près possible de l'objet touché et avec le même type de milieu. Il peut s'agir par exemple du démantèlement d'une source captée, du démantèlement d'ouvrages ou de la suppression de drainages dans une zone comparable.

### Littérature

Bayerisches Landesamt für Umwelt 2008b, Contesse & Küry 2022, Küry et al. 2019, Imesch & Küry 2023, Lubini et al. 2014, update 2016, Synthesezentrum Biodiversität 2025, Wildermuth & Küry 2009, Zollhöfer 1997

## 9 Relations publiques et offres de formation

### 9.1 Des habitats mystérieux et fascinants

Les sources sont considérées comme mystérieuses, mais elles représentent aussi ce qui est intact et pur. Autrefois, elles étaient vénérées et considérées comme des sanctuaires. Aujourd'hui encore, on rencontre des signes de cette vénération des sources (fig. 9.1). Cela contraste fortement avec le peu d'attention accordée aux milieux de sources en biologie et dans la protection de la nature pendant presque tout le XXe siècle. Ces liens positifs peuvent être utilisés pour faire connaître la valeur écologique des sources à des personnes qui ne sont pas ou peu sensibilisées aux milieux naturels et à la protection de la nature. Les expériences des dernières décennies ont montré que les milieux de sources bénéficient d'une grande sympathie de la part de larges cercles de la population.



Fig. 9.1 : Signe d'une vénération religieuse au centre d'un milieu de source proche d'un monastère.

Il est conseillé de prendre en compte cet aspect culturel dans la communication en traitant la protection de la nature dans les sources de manière équivalente. Les visites guidées ou les excursions dans des zones de sources deviennent ainsi des expériences multidimensionnelles qui sont appréciées par toute la famille ou par des groupes aux intérêts variés.

### 9.2 Sensibiliser aux milieux fontinaux

Les sources dans le paysage fascinent de nombreuses personnes en raison de leur caractère unique et de l'émergence soudaine de l'eau du sol. L'importance des sources en tant que milieu pour des animaux et des plantes n'est toutefois que peu connue. Elles n'ont jamais été, par le passé, un centre d'intérêt pour la recherche en écologie et le travail pratique en protection de la nature.

Alors que de nombreuses sources constituent un ensemble de milieux extrêmement esthétiques, d'autres ne correspondent pas à l'image habituelle d'un biotope digne de protection. En sensibilisant, il s'agit de corriger les idées reçues qui, par exemple, qualifient souvent avec mépris les sources suintantes de mouillères ou les considèrent comme inesthétiques et mal entretenues.

Du point de vue de la protection de la nature, l'objectif central est d'améliorer l'information sur l'importance et l'écologie des sources et de leur biocénose et de la transmettre à des cercles aussi larges que possible de la population (fig. 9.2). Les organisations privées de protection de la nature et du paysage et les associations environnementales jouent ici un rôle clé, avec de nombreux membres actifs s'engageant dans des tâches pratiques comme l'entretien des biotopes, le suivi des espèces et l'organisation d'excursions et de conférences.



Fig. 9.2 : La sensibilisation aux milieux de sources se fait le mieux à l'extérieur. Là, les participants prennent souvent conscience de ce qu'est une source pour la première fois de leur vie.

Le grand public, mais aussi tous les cercles et organisation spécialisés (p. ex. alimentation en eau, forestiers, conseil agricole) doivent recevoir des informations faciles à intégrer et des messages aisément compréhensibles. Pour certains de ces groupes, il vaut toutefois la peine de choisir des points forts spécifiques en termes de contenu, de concevoir un matériel d'information spécifique ou d'organiser des manifestations sur mesure. Selon le groupe cible, les supports d'information les plus appropriés sont les livres, les articles dans les revues, les excursions, les conférences, les sentiers didactiques thématiques, les applications liées à des excursions, les émissions de radio et de télévision ou la présence dans les médias sociaux.

### 9.3 Excursions, visites guidées, cours de formation

La meilleure façon d'appréhender les problèmes, leurs causes et leurs conséquences est de les observer directement (fig. 9.3). Cela peut se faire dans le cadre de visites guidées, d'excursions ou de randonnées. La transmission en présentiel est particulièrement importante, car elle permet de réagir aux questions des visiteurs. C'est aussi l'occasion de fournir aux personnes intéressées des informations approfondies sur la connaissance des espèces, les relations hydrologiques ou des conseils pour des mesures concrètes de valorisation des milieux de sources. Les panneaux d'information installés sur place sont également très utiles. Ils attirent l'attention sur les habitats cachés dans le paysage et favorisent la prise de conscience de la menace et du potentiel de revitalisation des sources.



Fig. 9.3 : La visite guidée dans un milieu de source prend vie lorsque les participants peuvent observer sur place la petite faune à l'aide de loupes.

Les visites guidées se prêtent en premier lieu à la mise en évidence des relations écologiques et à la présentation d'objets ou de processus invisibles à l'œil nu. Les excursions ou les visites guidées de sources captées ou naturelles peuvent par exemple compléter de manière idéale des expositions.

Pour faire connaître les habitats de sources, leur protection et leur valorisation, il est possible de faire appel à un réseau de multiplicateurs. Cela peut se faire de manière ciblée par des excursions, des visites guidées pour les enseignants, les classes d'école, les groupes de jeunes ou dans le cadre d'événements organisés par des organisations locales ou régionales de protection de la nature. En outre, la thématique des milieux fontinaux doit être intégrée dans la formation continue des gardes-faune et des rangers de la protection de la nature.

#### 9.4 Recherche par des non-professionnels

Dans les projets de recherche qui s'y prêtent, le public est invité à contribuer à la réussite du projet. Par le passé, par exemple, des résultats passionnants ont pu être collectés lors de la migration des oiseaux, ce qui n'aurait pas été possible avec l'engagement d'un groupe de recherche restreint. Cette participation de personnes intéressées, appelée "Citizen Science", peut également être utilisée pour collecter des données sur les milieux de sources. La recherche de milieux de sources dans le paysage avec la participation de bénévoles est une activité enrichissante et utile, car l'emplacement et le nombre de sources non captées encore naturelles sont inconnus dans pratiquement tous les cantons. De telles activités ont déjà été mises en œuvre dans plusieurs cantons et parcs naturels. Les mesures à mettre en place pour assurer la qualité des relevés sont importantes : une journée de formation, une hotline qui conseille en cas de problèmes sur le terrain et un contrôle des données avant leur saisie définitive dans une banque de données ont permis de faire de bonnes expériences dans le cadre de ces projets (fig. 9.4). Il ne faut cependant pas sous-estimer l'effort nécessaire à l'encadrement des bénévoles. Un conseil et un soutien intensifs aux non-professionnels permettent d'obtenir une qualité optimale des données.



Fig. 9.4 : Journée de formation pour une équipe de collaborateurs de terrain participant à une étude des milieux de sources.

Les projets impliquant des non-professionnels sont également des approches efficaces en matière de communication. Les médias aiment parler des événements, où la population peut participer activement en tant qu'explorateur et cartographe. Parallèlement, les réactions des personnes impliquées sont également précieuses lorsqu'il s'agit de développer des concepts pour la gestion des milieux fontinaux dans le paysage. Il est ainsi possible d'obtenir de précieuses informations auprès de riverains sur les endroits où les sources et les ruisseaux de source sont temporairement à sec ou sur l'importance que la population accorde aux petites fontaines en forêt.

### 9.5 Contributions dans les médias régionaux et locaux

Les articles dans les médias contribuent également à faire connaître les milieux sources à un plus large public. Les médias écrits, audio et visuels qui publient des articles à un rythme quotidien se sont de plus en plus concentrés sur des sujets d'actualité ainsi que sur des thèmes nouveaux ou extraordinaires. Les projets de recensement ou de revitalisation de sources répondent souvent à ces exigences, car ils ont encore, dans une certaine mesure, un caractère pionnier. Lorsqu'il est possible de visiter un milieu de source avec les journalistes sur place, cela laisse souvent une impression marquante.

Les articles de fond permettent de présenter de manière plus détaillée les habitats et leurs espèces animales et végétales. Les supports d'information appropriés sont par exemple les hebdomadaires, les illustrés ou les émissions plus détaillées et les podcasts à la radio ou les émissions scientifiques à la télévision. En règle générale, il est utile de vérifier d'abord avec un membre de la rédaction concernée s'il y a un intérêt et quelles sont les dates de publication et de diffusion appropriées.

Les médias locaux et régionaux, tels que les journaux officiels, sont souvent prêts à publier des articles rédigés par des associations ou des organisations dans leur partie rédactionnelle. De tels articles contribuent à faire connaître le thème des milieux de sources au niveau régional et à éveiller la curiosité. Des articles dans les médias régionaux peuvent également motiver les enseignants des écoles à aborder ce thème et à approfondir les sources et leur biocénose dans les cours de sciences naturelles.

### 9.6 Sentiers thématiques, expositions

Les panneaux placés à des endroits remarquables le long des chemins de randonnée ou de promenade sont généralement très remarquables. Si, en plus, on y voit une belle source, cela peut laisser des impressions durables. Souvent, les contenus incitent à la discussion et contribuent ainsi à une réflexion approfondie sur les milieux des sources. Si les panneaux font partie d'un sentier thématique, les informations peuvent se succéder au rythme de la visite.

Les relations complexes sur le thème des milieux de sources peuvent également être présentées dans des expositions (fig. 9.5). Des objets tels que des pierres en tuf calcaire, des exuvies de libellules et éventuellement des plantes ou des animaux vivants complètent de manière claire les panneaux d'information et les photos. On peut aussi discuter des aspects historiques, culturels ou folkloriques des sources, comme les sanctuaires, les sources thermales et l'eau potable, pour intéresser ceux qui ne s'intéressent pas à la nature. Les manifestations et les excursions complètent bien une exposition et éclairent certains thèmes (fig. 9.6).



Fig. 9.5 : Les panneaux d'information et les objets présentés permettent d'approfondir les thèmes liés aux sources et à leurs habitats.



Fig. 9.6 : Manifestation organisée dans le cadre d'une exposition sur les sources, au cours de laquelle un tronc de pin est percé à l'aide d'une foreuse provenant des collections du musée. Autrefois, ces tuyaux en bois servaient à capter l'eau de source.

### 9.7 Itinéraires de découverte pour smartphones et tablettes

Avec la large diffusion des smartphones et l'utilisation de données mobiles, les thèmes liés à la nature peuvent également être communiqués numériquement via Internet. Hormis dans les régions montagneuses reculées, l'accès mobile à Internet est pratiquement toujours possible. Cette possibilité est de plus en plus utilisée pour la transmission de thèmes liés à la nature. Les approches ludiques telles que la recherche d'objets déterminés dans le paysage à l'aide du service de localisation (GPS) des smartphones sont également très appréciées.

Les sources, les ruisseaux de source et des réseaux hydrographiques entiers peuvent ainsi être explorés et étudiés à l'aide des smartphones. Des informations ciblées peuvent être affichées à certaines stations ou des tâches à résoudre peuvent être proposées. Il est toutefois important de veiller à ce que les participants ne soient pas dirigés

vers des zones abritant des milieux fontinaux sensibles ou que de telles zones soient soigneusement délimitées pour éviter leur piétinement.

### 9.8 Formation et formation continue pour les professionnels

Le thème de la protection de la nature et des habitats de sources est encore jeune et peu connu du public. Même les personnes actives depuis longtemps dans la protection de la nature n'ont que rarement eu affaire aux milieux de sources.

Outre le grand public, les acteurs centraux sont notamment les administrations cantonales et communales, les organisations spécialisées ou les institutions de formation continue. Les administrations cantonales et communales, mais aussi les organisations spécialisées, disposent chacune de leurs propres canaux d'information, comme les revues, les newsletters, les groupes de travail ou les colloques (fig. 9.7). Ces canaux permettent d'atteindre de manière ciblée des cercles de personnes qui, dans leur domaine d'activité, ont au moins partiellement affaire aux sources. Il s'agit par exemple des fontainiers, des collaborateurs des services communaux ou des services cantonaux des travaux publics, des collaborateurs des triages forestiers, des conseillers des services agricoles, des organisations agricoles et bien d'autres encore.



Fig. 9.7 : Excursion dans un milieu fontinal alpin dans le cadre d'une rencontre entre professionnels spécialisés.

Du fait de la prise en compte récente du recensement, de la protection et de la promotion des milieux de sources dans la protection de la nature, cette thématique fait encore défaut dans de nombreux cursus de formation. Cela concerne surtout la formation des professions liées au paysage (aménagement du paysage, architecture paysagère, agriculture, gestion forestière, approvisionnement en eau, ingénierie environnementale, etc.) Des contributions externes dans des cours existants ou des exposés thématiques sont des approches qui permettent d'amener le sujet dans les centres de formation. Des activités comme celles-ci permettent également de faire connaître l'offre de conseil sur le thème des sources, mise en place par l'OFEV, à un groupe plus large de personnes intéressées.

#### Littérature

Bayerisches Landesamt für Umwelt 2008b, Küry et al. 2018

## 10 Littérature, documentation

- Auckenthaler A. 2009: Nutzung von Grund- und Trinkwasser im Kanton Basel-Landschaft. Baselbieter Heimatbuch 27: 255–266.
- BAFU, Bundesamt für Umwelt (Hrsg.) 2018: Handbuch Programmvereinbarungen im Umweltbereich 2020 – 2024. Mitteilung des BAFU als Vollzugsbehörde an Gesuchsteller. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Vollzug Nr. 1817: 294 S.
- Bayerisches Landesamt für Umwelt 2008a: Aktionsprogramm Quellen in Bayern – Teil 1: Bayerischer Quelltypenkatalog. Bayerisches Landesamt für Umwelt, Augsburg.
- Bayerisches Landesamt für Umwelt 2008b: Aktionsprogramm Quellen in Bayern – Teil 3: Massnahmenkatalog für den Quellschutz. Bayerisches Landesamt für Umwelt, Augsburg.
- Cantonati M., R. Gerecke & E. Bertuzzi, 2006. Springs of the Alps - sensitive ecosystems to environmental change: from biodiversity assessments to long-term studies. *Hydrobiologia* 562: 59–96.
- Contesse E. & Küry D. 2022: Les milieux fontinaux en forêt. Notice pratique du Service Conseil milieux fontinaux. 4 S. [Download](https://quell-lebensräume.ch/images/publikationen/KOM_Factsheet_Wald20220804_F.pdf): [https://quell-lebensräume.ch/images/publikationen/KOM\\_Factsheet\\_Wald20220804\\_F.pdf](https://quell-lebensräume.ch/images/publikationen/KOM_Factsheet_Wald20220804_F.pdf)
- Conti L., Schmidt-Kloiber A., Grenouillet G. & Graf W. 2014: A trait approach to assess the vulnerability of European aquatic insects to climate change. *Hydrobiologia* 721: 297-315.
- Fischer J., 1996. Bewertungsverfahren zur Quellfauna. *Crunoecia* 5: 227-240
- Imesch C. & D. Küry 2023: Recommandations pour la conservation des milieux fontinaux. Notice pratique du Service Conseil milieux fontinaux, 8 S. [Download](https://quell-lebensräume.ch/images/publikationen/KOM_20211128_CI_ppt_Merkblatt_Handlungsempfehlungen-QL_FR_def.pdf): [https://quell-lebensräume.ch/images/publikationen/KOM\\_20211128\\_CI\\_ppt\\_Merkblatt\\_Handlungsempfehlungen-QL\\_FR\\_def.pdf](https://quell-lebensräume.ch/images/publikationen/KOM_20211128_CI_ppt_Merkblatt_Handlungsempfehlungen-QL_FR_def.pdf)
- Küry D. 2014: Charakterisierung und Schutz natürlicher und naturnaher Quellen im Kanton Basel-Landschaft (Schweiz). *Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaften beider Basel* 15: 3-34.
- Küry, D. 2015. Les milieux fontinaux – méconnus et menacés. *Aqua Viva*, Schaffhausen.
- Küry, D. V. Lubini & P. Stucki 2016. Empfindlichkeit von Quell-Lebensgemeinschaften gegenüber Klimaveränderungen in den Alpen. Bericht BAFU-Pilotprogramm Anpassung an den Klimawandel. Basel 64 S. + Anhang. Herunterladen
- Küry D., V. Lubini & P. Stucki 2017. Temperature patterns and factors governing thermal response in high elevation springs of the Swiss Central Alps. *Hydrobiologia* 793:185–197. DOI 10.1007/s10750-016-2918-0.
- Küry D., V. Lubini & P. Stucki 2018: Verletzlichkeit von Eintagsfliegen, Steinfliegen und Köcherfliegen alpiner Quellen gegenüber Klimaveränderungen. *Jahrbuch des Vereins zum Schutz der Bergwelt (München)* 83: 199–218.
- Küry D., B. von Scarpatetti & E. Schweizer-Völker 2018: Reich der Quellen. Unsere verborgenen unterirdischen Gewässer in der Region Basel. *Quellen und Forschungen zur Geschichte und Landeskunde des Kantons Basel-Landschaft*, Band 104. Verlag des Kantons Basel-Landschaft, Liestal, 204 pp. ISBN 978-3-85673-803-7
- Küry D., V. Lubini & P. Stucki 2019: Milieux crénaux - Guide pour le recensement systématique et la détermination du degré d'importance pour la protection de la nature. *Rapport d'experts sur mandat de l'Office fédéral de l'environnement OFEV*, Berne
- Küry D., V. Lubini & P. Stucki 2021: Quell-Lebensräume. Erfassen – Erhalten – Fördern. *Praxisleitfaden. Umwelt-Wissen Nr. 2122*. Bundesamt für Umwelt, Bern, 44 S.
- Lubini-Ferlin, V. 2015a. Les sources : un habitat entre eaux souterraines et ruisseaux. *Aqua Viva*, Schaffhausen.
- Lubini-Ferlin, V. 2015b. Les sources et leurs habitants. *Aqua Viva*, Schaffhausen.
- Lubini-Ferlin V., Stucki P., Vicentini H., Küry D. 2014, update 2016. Evaluation des milieux crénaux de Suisse. *Projet de procédure basée sur la structure et la faune des sources. Rapport d'experts sur mandat de l'Office fédéral de l'environnement OFEV*, Berne

- Lubini V, S. Knispel, M. Sartori, H. Vicentini & A. Wagner 2012. Rote Listen der Eintagsfliegen, Steinfliegen Köcherfliegen. Gefährdete Arten der Schweiz, Stand 2010. Bundesamt für Umwelt, Bern und Schweizerisches Zentrum für die Kartographie der Fauna, Neuenburg. Umwelt-Vollzug Nr. 1212, 112 S.
- Madden, D., S. Harrison, J.A. Finn, D. Ó. Huallacháin. 2019. The impact of cattle drinking points on aquatic macroinvertebrates in streams in south-east Ireland. *Irish Journal of Agricultural and Food Research*. P. 13-20.
- MeteoSchweiz 2014 (Hrsg.): Klimaszenarien Schweiz – eine regionale Übersicht. Fachbericht Meteo-Schweiz Nr. 243, 36 pp.
- Ministerium für Umwelt, Forsten und Verbraucherschutz (MUFV) Rheinland-Pfalz 2008. Quellen-Leitfaden. 1. Auflage.
- O’Callaghan, P., M. Kelly-Quinn, E. Jennings, P. Antunes, M. O’Sullivan, O. Fenton, D. Ó. Huallacháin. 2018. The Environmental Impact of Cattle Access to Watercourses: A Review. *Journal of Environmental Quality*. P. 340-351.
- Seiler H., Küry D., Billeter R. & Dengler J. 2021: Regional typology of spring vegetation in Parc Ela (Grisons, Switzerland). *Vegetation Classification and Survey* 2: 257–274. doi: 10.3897/VCS/2021/69101
- SVGW 2024: Wassergewinnung in der Schweiz. Link: <https://www.svgw.ch/wasser/kommunikationstools/wasserversorgung/> (abgerufen 15.10.2024)
- Synthesezentrum Biodiversität (Hrsg.) 2025. Biodiversität fördern durch die Wiederherstellung feuchter und nasser Wälder (in Vorbereitung).
- Thienemann A. 1925. Die Bäche und Quellen Jasmunds und ihre Tierwelt. Grieben-Bücher f. Natur und Kunst. Die Insel Rügen, Berlin 75–83.
- Wildermuth H. & Küry D. 2009. Protéger et favoriser les libellules. Guide pratique de protection de la nature. Contributions à la protection de la nature en Suisse 32, Basel.
- Zollhöfer, J. 1997: Quellen, die unbekanntes Biotop. Zürich (Bristol-Schriftenreihe 6)

## 11 Annexe : Revitalisation de milieux fontinaux, fiches pratiques

Exemple	page
1 Revitalisation de la source Bonne Fontaine en milieu urbain (Fontenais, JU)	61
2 Revitalisation des sources Veroniche (Minusio, TI)	63
3 Aeckenmatt 1: Revitalisation des captages Aeckenmatt (Schwarzenburg, BE)	65
4 Aeckenmatt 2: Revitalisation des captages Aeckenmatt (Schwarzenbuerg, BE)	67
5 Déplacement des abreuvoirs et clôture de la source de Schwefelbergbad (Rüschegg, BE)	69
6 Milieu fontinal de remplacement pour le captage Grenchenberg (Guggisberg, BE)	71
7 Revitalisation des captages d'eau potables désaffectés (Wohlen, BE)	73
8 Revitalisation de trois captages (Wimmis, BE)	75
9 Assainissement d'une fontaine à Heimenschwand (Buchholterberg, BE)	77
10 Assainissement d'une fontaine (Linden, BE)	79
11 Mise à ciel ouvert d'un drainage (Therwil, BL)	81
12 Revitalisation et construction d'un gué (Waldenburg, BL)	83
13 Valorisation de la source (Binningen, BL)	85
14 Revitalisation des sources Chrischonatal (Bettingen, BS)	87
15 Revitalisation de la source Rouge Pertuis (Haute-Sorne, JU)	89
16 Revitalisation d'une source au Côté (Val-de-Ruz, NE)	91
17 Revitalisation d'une source dans le Pâturage du Droit (Corgément, BE)	93
18 Revitalisation d'un captage abandonné de la source Tchampoï (Haute-Sorne, JU)	95
19 Suppression d'un abreuvoir dans le milieu fontinal de la source de Champ Fallat (JU)	97

Revitalisation de milieux fontinaux - Fiche pratique no.: 1

Revitalisation de la source de Bonne-Fontaine en milieu urbain (Fontenais, JU)

Etat initial



Etat final



**Généralités:**

ID MIDAT-Q JU\_F8\_S01  
Canton: JU  
Commune: Fontenais  
Coordonnées: 572'944 / 250'447  
Altitude [msm]: 438  
Début concept: 06.06.2019  
Fin travaux: 31.12.2024  
Source [m2] 300  
Débit [l/s]: 500  
Coût total: CHF 177'000  
Honoraires planif.[%]: n.d.  
Subventions [%] 60% CH / 40% JU

**Structure / personnes de contact:**

Mandant(s)/ Office de l'Environnement du Canton  
promoteur(s): du Jura  
Responsable(s): Laure Chaignat-Pelletier (JU)  
Mandataire(s): Biotec SA, Delémont  
Resp.scientifique(s)/ Pascal Stucki  
Service conseil:

**Etat initial:** Source urbaine captée avec une retenue générant un plan d'eau stagnant chargé en nutriments qui, en plein soleil, se réchauffe rapidement. Présence d'algues et de végétation non typique de la station. Faune crénale très déficitaire (2 taxons sur 11).

**Objectifs et mesures:** Objectifs: Revitalisation d'une source captée en milieu urbain, grâce à l'abaissement du seuil et au remplacement de la végétation non typique.

Les éléments suivants ont fait l'objet de mesures:

<input checked="" type="radio"/> captage (ex: abandon, déconstruction)	<input type="radio"/> entretien (ex: expl. forestière)
<input checked="" type="radio"/> trop-plein (ex: déplacement, structuration)	<input checked="" type="radio"/> végétation (ex: remplacement)
<input checked="" type="radio"/> seuil/retenue (ex: arasement, abaissement)	<input type="radio"/> piétinement (ex: clotûre)
<input type="radio"/> ruisseau de source (ex: revitalisation)	<input checked="" type="radio"/> autres

**Phase de réalisation:** Durant les travaux d'août 2023 à février 2024, des étiages sévères et des crues ont permis de calibrer le système et de confirmer que les niveaux d'eau choisis pour le développement du milieu fontinal sont adéquats.

Origine matériaux: autochtone

**Etat final:** Création de ca. 300 m2 de milieu fontinal fonctionnel avec niveau variable en plein contexte urbain. Plantation de trois arbres pour l'ombrage et buissons sur les rives, mais le milieu fontinal reste plutôt ouvert (flore crénale). Panneau d'information et plateforme d'observation.

**Suivi / Wiko:** Suivi prévu Relevés état initial: indice structure = 3.44 (mod. altérée); faune ÖWS = 12.7 (mod. altérée). Relevés structure et faune après travaux en prévision, mais pas encore de résultats à présent.

## Revitalisation de milieux fontinaux - Fiche pratique no.: 1

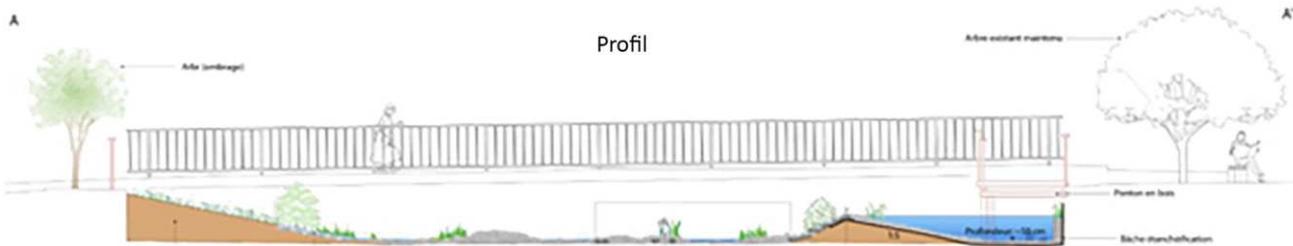
### Revitalisation de la source de Bonne-Fontaine en milieu urbain (Fontenais, JU)



Etat initial: effet de la retenue avec formation d'algues.



Etat initial: végétation non typique, à remplacer



Milieux fontinaux réactivés:  
(vue aérienne à droite;  
détail ci-dessous)



#### Documentation:

Article Revue Aqua & Gas du 8.6.2024 (Laure Chaignat-Pelletier, Revitalisation de la source de la Bonne-Fontaine en zone urbaine)

## Revitalisation de milieux fontinaux - Fiche pratique no.: 2

### Revitalisation des sources Veroniche (Minusio, TI)

Etat initial



Etat final



#### Généralités:

ID MIDAT-Q	Q-VER_001
Canton:	TI
Commune:	Minusio
Coordonnées:	704'760 / 116'998
Altitude [msm]:	1410
Début concept:	01.01.2010
Fin travaux:	31.12.2022
Source [m2]	70
Débit [l/s]:	0.3
Coût total:	CHF 60'000
Honoraires planif.[%]:	n.d.
Subventions [%]	80% CH+TI

#### Structure / personnes de contact:

Mandant(s)/ promoteur(s):	Cardada impianti turistici (CIT)
Responsable(s):	Luca Jardini (Directeur CIT); Massimiliano Foglia (Ufficio natura e paesaggio).
Mandataire(s):	Dionea SA, Locarno
Resp.scientifique(s)/ Service conseil:	Pippo Gianoni - Dionea; (Alberto Conelli-Service conseil)

#### Etat initial:

Le complexe de sources Veroniche à Minusio est composé par de nombreux captages, dont les trop-plein alimentent un marais de pente. Le maître d'ouvrage (Cardada impianti turistici - CIT) a décidé d'assainir le captage principal mais de renoncer aux captages secondaires. Ceci permet de revitaliser 4 exutoires, de valoriser les milieux fontinaux déficitaires, ainsi que de mieux alimenter le marais de pente. L'accès du public a été canalisé afin de réduire l'impact du piétinement (passerelles, clôtures).

#### Objectifs et mesures:

Objectifs: Revitalisation d'un complexe de sources, grâce à l'abandon de 4 petits captages et otpimisation du trop-plein du catpage principal.

Les éléments suivants ont fait l'objet de mesures:	<input checked="" type="radio"/> captage (ex: abandon, déconstruction)	<input type="radio"/> entretien (ex: expl. forestière)
	<input checked="" type="radio"/> trop-plein (ex: déplacement, structuration)	<input type="radio"/> végétation (ex: remplacement)
	<input type="radio"/> seuil/retenu (ex: arasement, abaissement)	<input checked="" type="radio"/> piétinement (ex: clotûre)
	<input checked="" type="radio"/> ruisseau de source (ex: revitalisation)	<input type="radio"/> autres

#### Phase de réalisation:

Beaucoup d'années pour aboutir à la réalisation depuis les premiers contacts; Accès difficile (utilisation de l'hélicoptère); débit diffus mais pas abondant.

Origine matériaux: autochtone

#### Etat final:

Marais de pente revitalisé grâce à une meilleure gestion de l'eau du trop-plein du captage principal et à la revitalisation du réseau des ruisseaux de sources. Abandon de 4 petits captages et revitalisation de 70 m2 de milieux fontinaux aux pieds de la falaise. Concepts de canalisation des piétons, passerelles et clôtures.

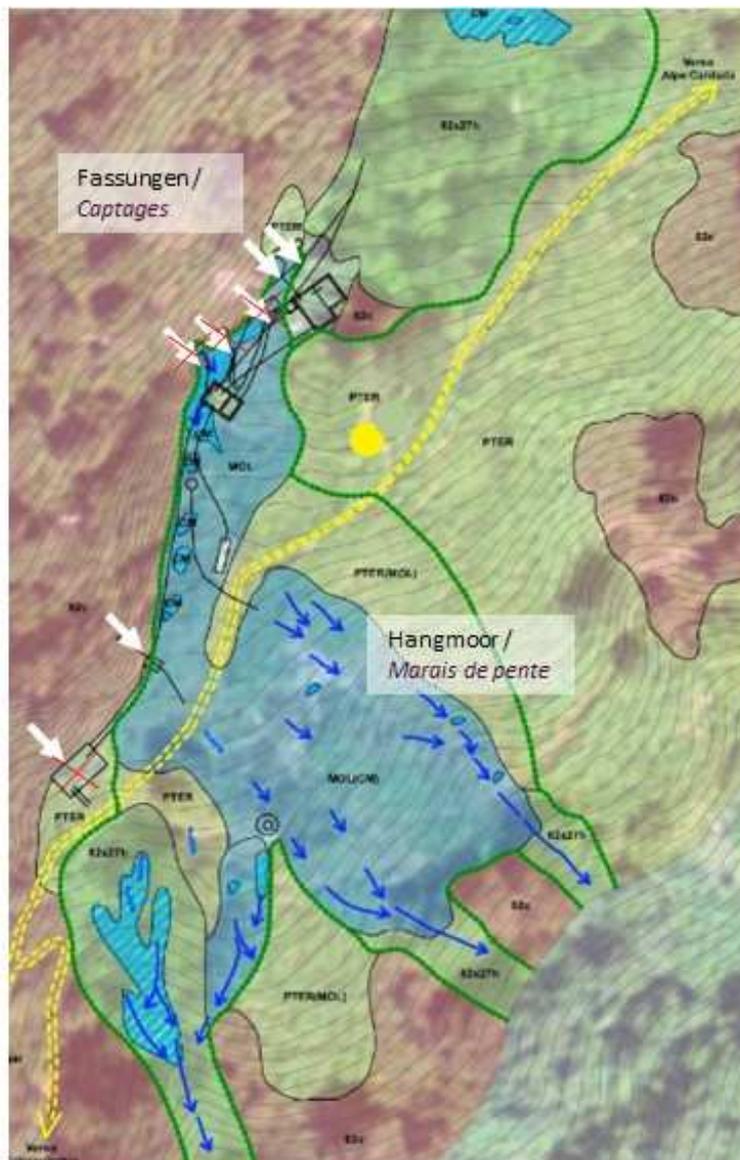
#### Suivi / Wiko:

Suivi prévu Relevés état initial: indice structure = 3.35 (mod. altérée); faune ÖWS = 15.6 (part. naturelle). Relevés structure et faune après travaux en prévision, mais pas encore de résultats à présent.

## Revitalisation de milieux fontinaux - Fiche pratique no.: 2 Revitalisation des sources Veroniche (Minusio, TI)

Cartographie des milieux humides (marais de pente et milieux fontinaux), avec captages à abandonner (croix rouges).

Abandon de petits captages



Milieux fontinaux révilésés à quelques semaines après la fin des travaux:



**Documentation:** Projet Dionea SA, Locarno. Rapports internes: Service cantonale de la nature, UNP (Massimiliano Foglia)

Revitalisation de milieux fontinaux - Fiche pratique no.: 3

**Aeckenmatt 1: Revitalisation des captages Aeckenmatt (Schwarzenburg, BE)**

Etat initial



Etat final



**Généralités:**

ID MIDAT-Q: -  
Canton: BE  
Commune: Schwarzenburg  
Coordonnées: 593'915 / 188'446  
Altitude [msm]: 703  
Début concept: 01.01.2018  
Fin travaux: 23.11.2022  
Source [m2]: 8  
Débit [l/s]: 1  
Coût total: CHF 16'000  
Honoraires planif.[%]: 0.63  
Subventions [%]: 90% RenF + BE

**Structure / personnes de contact:**

Mandant(s)/ promoteur(s): Gemeinde Schwarzenburg  
Responsable(s): Bauverwalter  
Mandataire(s): UNA Atelier für Natur und Umwelt AG, Bern  
Resp.scientifique(s)/ Service conseil: Christian Imesch (UNA Bern / Beratungsstelle)

**Etat initial:** La prise d'eau n'est plus utilisée. L'eau est acheminée vers le cours d'eau par un tuyau. Le projet prévoyait l'enlèvement de la structure de captage en surface et le bouchage du tuyau d'évacuation, afin que le puits se remplisse d'eau et s'écoule en surface, créant ainsi un milieu fontinal.

**Objectifs et mesures:** Objectifs: Démantèlement d'un captage d'eau potable désaffecté. Deconstruction de la partie superficielle du captage (puits de captage).

Les éléments suivants ont fait l'objet de mesures:

<input type="radio"/> captage (ex: abandon, déconstruction)	<input type="radio"/> entretien (ex: expl. forestière)
<input checked="" type="radio"/> trop-plein (ex: déplacement, structuration)	<input type="radio"/> végétation (ex: remplacement)
<input type="radio"/> seuil/retenu (ex: arasement, abaissement)	<input type="radio"/> piétinement (ex: clotûre)
<input checked="" type="radio"/> ruisseau de source (ex: revitalisation)	<input type="radio"/> autres

**Phase de réalisation:** Revitalisation par une entreprise de construction Travaux de terrassement, apport de pierres pour remplir le puits, démolition du puits.

Origine matériaux: matériaux naturels

**Etat final:** La revitalisation n'a pas pu être réalisée comme prévu. Un fossé a été creusé sous le puits, le puits a été fendu et rempli de pierres et de sédiments fins. Cela a permis à l'eau de s'écouler de manière contrôlée et de former un milieu fontinal.

**Suivi / Wiko:** Suivi prévu État initial : cartographie de la faune de 2 sources naturelles dans les environs le 7.06.2018

### Revitalisation de milieux fontinaux - Fiche pratique no.: 3

## Aeckenmatt 1: Revitalisation des captages Aeckenmatt (Schwarzenburg, BE)



Phase de chantier: déconstruction partielle du bassin en béton.



Fin des travaux:



Ruisseau de source, deux semaines après les travaux:



**Documentation:**

Présentation des Planungs- und Umsetzungsverlaufs als PP oder pdf, UNA Atelier für Natur und Umwelt AG, Bern.

Revitalisation de milieux fontinaux - Fiche pratique no.: 4

**Aeckenmatt 2: Revitalisation des captages Aeckenmatt (Schwarzenburg, BE)**

Etat initial



Etat final



**Généralités:**

ID MIDAT-Q -  
Canton: BE  
Commune: Schwarzenburg  
Coordonnées: 593'892 / 188'662  
Altitude [msm]: 690  
Début concept: 01.01.2018  
Fin travaux: 23.11.2022  
Source [m2] 10  
Débit [l/s]: 1  
Coût total: CHF 13'000  
Honoraires planif.[%]: 0.77  
Subventions [%] 90% RenF + BE

**Structure / personnes de contact:**

Mandant(s)/ promoteur(s): Gemeinde Schwarzenburg  
Responsable(s): Bauverwalter  
Mandataire(s): UNA Atelier für Natur und Umwelt AG, Bern  
Resp.scientifique(s)/ Service conseil: Christian Imesch (UNA Bern / Beratungstelle)

**Etat initial:** La prise d'eau n'est plus utilisée. L'eau est acheminée vers le cours d'eau par un tuyau. Il était prévu de continuer à acheminer l'eau par un tuyau vers le fossé adjacent et de structurer ce fossé avec des aménagements en bois afin d'éviter les glissements de terrain.

**Objectifs et mesures:** Objectifs: Suppression de la conduite de décharge afin de permettre le développement d'un milieu fontinal de remplacement avec un ruisseau de source.

Les éléments suivants ont fait l'objet de mesures:	<input type="radio"/> captage (ex: abandon, déconstruction)	<input type="radio"/> entretien (ex: expl. forestière)
	<input checked="" type="radio"/> trop-plein (ex: déplacement, structuration)	<input type="radio"/> végétation (ex: remplacement)
	<input type="radio"/> seuil/retenue (ex: arasement, abaissement)	<input type="radio"/> piétinement (ex: clotûre)
	<input checked="" type="radio"/> ruisseau de source (ex: revitalisation)	<input type="radio"/> autres

**Phase de réalisation:** Revitalisation manuelle avec pioche, scie et pelle.

Origine matériaux: matériaux naturels

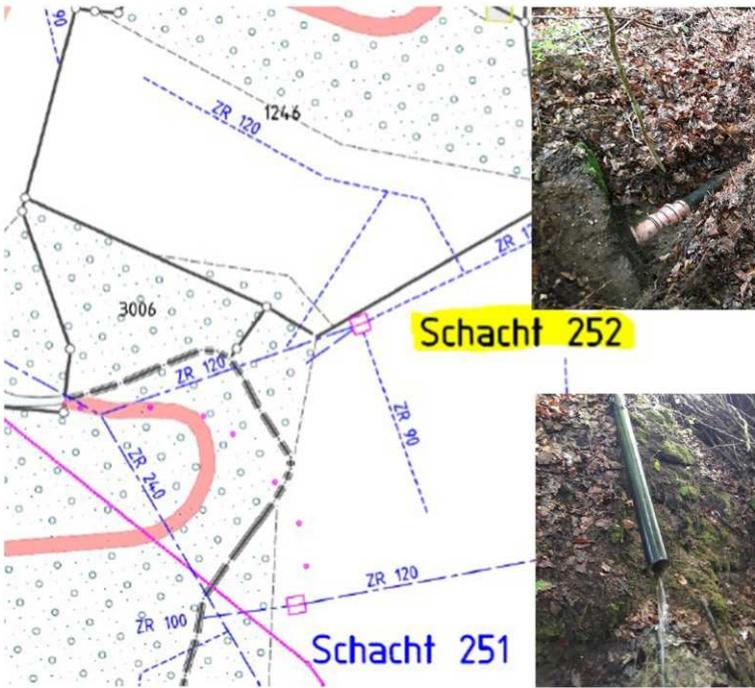
**Etat final:** Le milieu fontinal a été réalisé manuellement à l'aide de pelles et de pioches.

**Suivi / Wiko:** Suivi prévu État initial : cartographie de la faune de 2 sources naturelles dans les environs le 7.06.2018

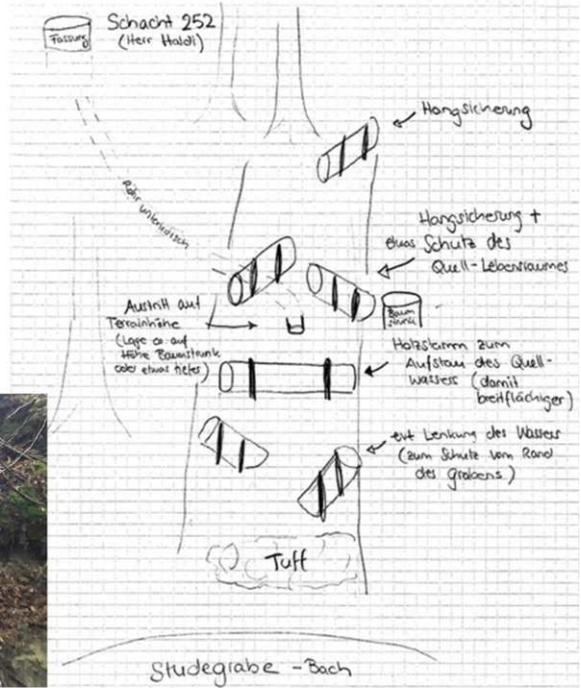
Revitalisation de milieux fontinaux - Fiche pratique no.: 4

**Aeckenmatt 2: Revitalisation des captages Aeckenmatt (Schwarzenburg, BE)**

Plan de situation:



Esquisse de projet:



Recolte de sédiments du ruisseau:



Aménagement de l'exutoire avec les sédiments recoltés:



Protection contre l'érosion avec branches:

**Documentation:**

Présentation des Planungs- und Umsetzungsverlaufs als PP oder pdf, UNA Atelier für Natur und Umwelt AG, Bern

Revitalisation de milieux fontinaux - Fiche pratique no.: 5

Déplacement des abreuvoirs et clôture de la source Schwefelbergbad (Rüschegg, BE)

Etat initial



Etat final



**Généralités:**

ID MIDAT-Q: Q-CH\_00182\_BE  
Canton: BE  
Commune: Rüschegg  
Coordonnées: 598'567 / 173'240  
Altitude [msm]: 1470  
Début concept: 01.04.2022  
Fin travaux:  
Source [m2]: 120  
Débit [l/s]: 10  
Coût total: CHF 12'000  
Honoraires planif.[%]: 0.6  
Subventions [%]: 100% Renf + Ökofonds

**Structure / personnes de contact:**

Mandant(s)/ promoteur(s): Regionaler Naturpark Gantrisch  
Responsable(s): Martin Künzli  
Mandataire(s): UNA AG, Bern  
Resp.scientifique(s)/ Service conseil: Christian Imesch (UNA Bern / Beratungstelle)

**Etat initial:** À la source, il y a un prélèvement d'eau (environ 10 % du débit) qui alimente un abreuvoir pour le bétail. Cet abreuvoir se trouve au cœur du milieu fontinal. L'habitat de la source est fortement dégradé par le piétinement du bétail et l'apport de fertilisants.

**Objectifs et mesures:** Objectifs: L'abreuvoir pour le bétail doit être déplacé pour se situer en dehors du milieu fontinal; celui-ci doit être clôturé pendant la période d'estivage.

- |  |   |   |
|--|---|---|
| Les éléments suivants ont fait l'objet de mesures: | <input type="radio"/> captage (ex: abandon, déconstruction)<br><input type="radio"/> trop-plein (ex: déplacement, structuration)<br><input type="radio"/> seuil/retenue (ex: arasement, abaissement)<br><input type="radio"/> ruisseau de source (ex: revitalisation) | <input checked="" type="radio"/> entretien (ex: expl. forestière)<br><input checked="" type="radio"/> végétation (ex: remplacement)<br><input checked="" type="radio"/> piétinement (ex: clotûre)<br><input type="radio"/> autres |
|--|---|---|

**Phase de réalisation:** La mise en œuvre n'a pas encore eu lieu, car il n'existe pas encore de système pour l'indemnisation des gestionnaires. La mise en œuvre est prévue pour 2025 ou 2026.

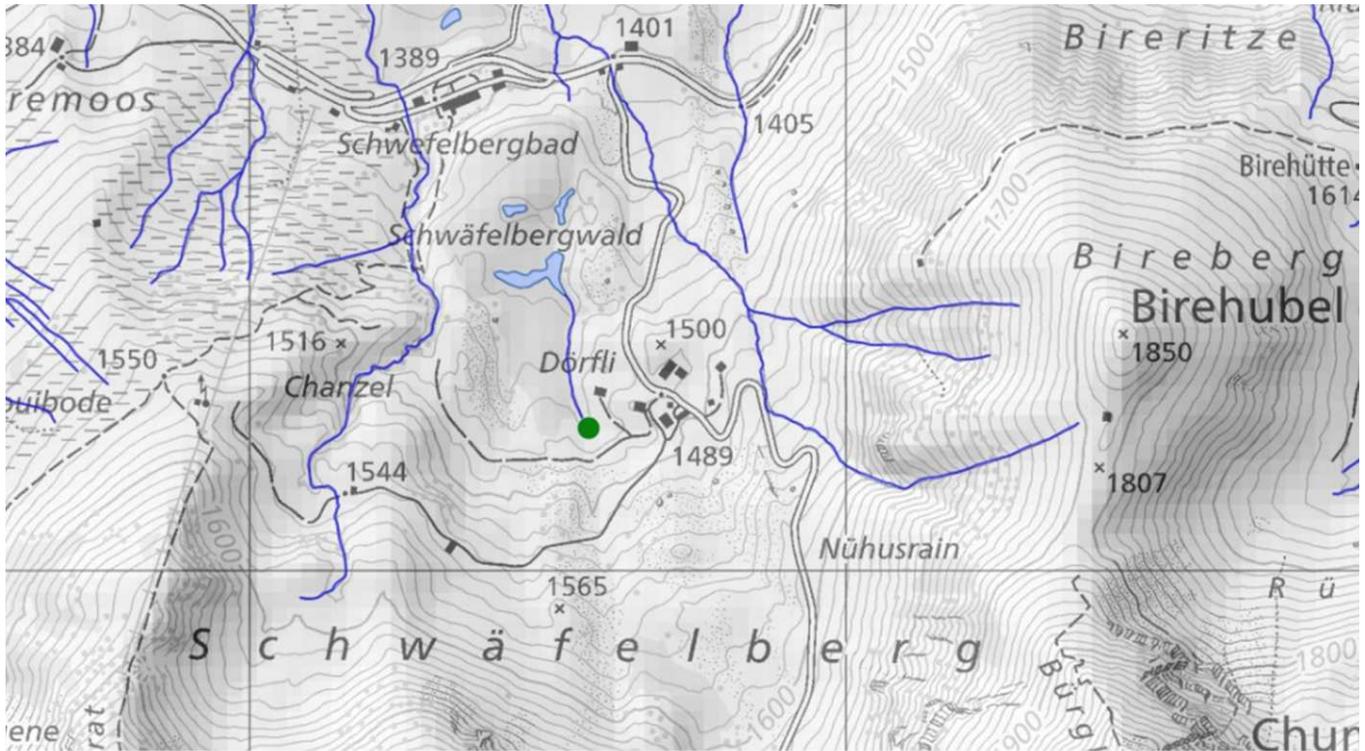
Origine matériaux: matériaux naturels

**Etat final:** Les travaux n'ont pas encore été effectués.

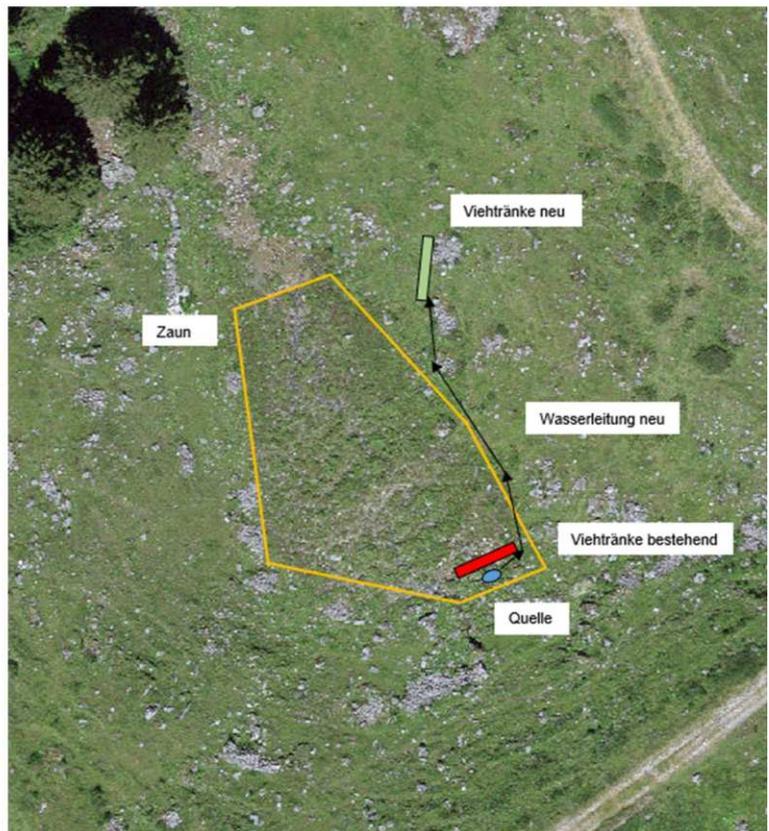
**Suivi / Wiko:** Suivi prévu La structure et la faune de l'état initial ont été relevées le 28.06.2022. Structure = 3.42 (dégradée), faune : PPS = 20.3 (typique des sources) avec 2 espèces RL.

Revitalisation de milieux fontinaux - Fiche pratique no.: 5

Déplacement des abreuvoirs et clôture de la source Schwefelbergbad (Rüschegg, BE)



Esquisse de projet  
(en vert: nouvel emplacement de l'abreuvoir)  
(Legende: Viehtränke = abreuvoir;  
Zaun = clôture;  
Wasserleitung = conduite d'adduction).



Documentation: c/o UNA AG, Bern

Revitalisation de milieux fontinaux - Fiche pratique no.: 6

Milieu fontinal de remplacement pour le captage Grenchenberg (Güggisberg, BE)

Etat initial



Etat final



**Généralités:**

ID MIDAT-Q: QSS628  
Canton: BE  
Commune: Guggisberg  
Coordonnées: 597'205 / 170'260  
Altitude [msm]: 1660  
Début concept: 01.07.2022  
Fin travaux: 09.09.2024  
Source [m2]: 15  
Débit [l/s]: 1  
Coût total:  
Honoraires planif.[%]:  
Subventions [%]: unbekannt

**Structure / personnes de contact:**

Mandant(s)/ promoteur(s): Alpgenossenschaft Grenchenberg  
Responsable(s): Hansueli Zwahlen  
Mandataire(s): pb-plan, Plaffeien; UNA AG, Bern  
Resp.scientifique(s)/ Service conseil: Christian Imesch (UNA Bern / Beratungstelle)

**Etat initial:** Le milieu fontinale est naturel et se situe dans la zone d'estivage. Il y a quelques traces de piétinement par le bétail.

**Objectifs et mesures:** Objectifs: Le projet inclut le réaménagement d'un milieu fontinal naturel pour l'approvisionnement en eau de l'alpage Grenchenberg dans le Parc Naturel Régional de Gantersch. Le captage sera conçu de manière à permettre un débit minimal continu de 0,3 l/s, et le trop-plein sera dirigé vers un habitat de source de remplacement situé juste en dessous du captage. Les mesures déterminées pour le réaménagement incluent : création d'un milieu fontinal de remplacement avec un débit continu, revitalisation de l'ancien captage en 2029, large clôture du captage, du milieu fontinal de remplacement, du milieu fontinal naturel adjacent et de deux autres sources naturelles dans la région.

- Les éléments suivants ont fait l'objet de mesures:
- captage (ex: abandon, déconstruction)
  - trop-plein (ex: déplacement, structuration)
  - seuil/retenue (ex: arasement, abaissement)
  - ruisseau de source (ex: revitalisation)
  - entretien (ex: expl. forestière)
  - végétation (ex: remplacement)
  - piétinement (ex: clôture)
  - autres

**Phase de réalisation:** Le captage et le trop-plein ont été conçus et suivis par un bureau d'ingénierie et un bureau d'écologie. La mise en œuvre a été réalisée par une entreprise de construction expérimentée. Lors de la refonte du captage, la phase de la lune a été prise en compte. Le matériau (substrat) de la source a été enlevé et utilisé pour le milieu fontinal de remplacement.

Origine matériaux: matériaux naturels

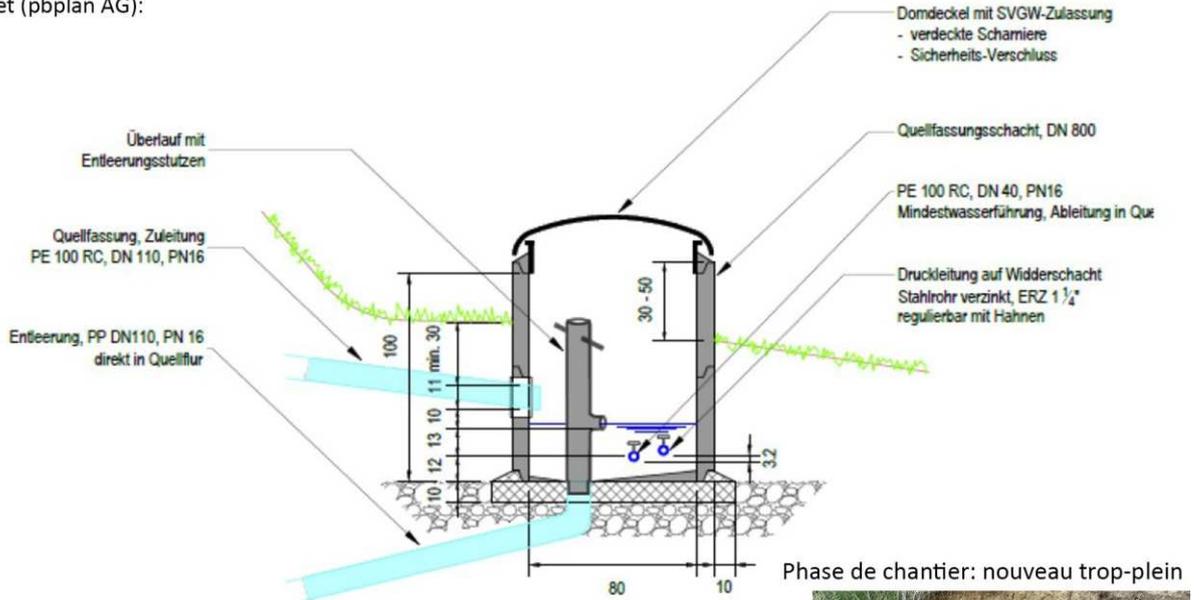
**Etat final:** Les travaux ont été réalisés avec le plus grand soin et en tenant compte du milieu fontinal. Pendant cinq ans, un contrôle de l'impact sera effectué chaque année pour suivre le développement de la colonisation par la faune.

Revitalisation de milieux fontinaux - Fiche pratique no.: 6

Milieu fontinal de remplacement pour le captage Grenchenberg (Güggisberg, BE)

**Suivi / Wiko:** Suivi prévu La structure et la faune de l'état initial ont été relevées le 18.07.2022. Structure = 1.9 (partiellement naturelle), faune : PPS = 15.2 (partiellement typique des sources), avec 1 espèce RL.

Esquisse de projet (pbplan AG):



Phase de chantier avec excavateur (a gauche) et à la main (au centre)



État final (exutoire):



**Documentation:** c/o pb-plan, Plaffeien; UNA AG, Bern.

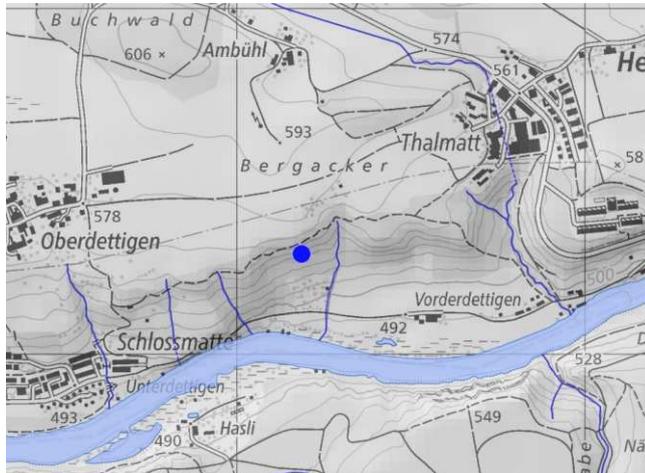
Revitalisation de milieux fontinaux - Fiche pratique no.: 7

Revitalisation des captages d'eau potable désaffectés - Wohlen (BE)

Etat initial



Etat final



**Généralités:**

ID MIDAT-Q  
Canton: BE  
Commune: Wohlen b. B.  
Coordonnées: 597'184 / 202'285  
Altitude [msm]: 547  
Début concept: 01.05.2021  
Fin travaux:  
Source [m2] 10  
Débit [l/s]:  
Coût total:  
Honoraires planif.[%]:  
Subventions [%] unbekannt

**Structure / personnes de contact:**

Mandant(s)/ promoteur(s): Gemeinde Wohlen b.B.  
Responsable(s): Judith Maurer  
Mandataire(s): Hunziker Betatech AG, Bern; UNA AG, Bern  
Resp.scientifique(s)/ Service conseil: Christian Imesch (UNA Bern / Beratungstelle)

**Etat initial:**

Six captages d'eau désaffectés dans la forêt doivent être revitalisés. Actuellement, seule une petite partie de l'eau s'écoule en surface par des canalisations de décharge. À ces endroits, des formations de tuf se sont formées. Le reste de l'eau est acheminé par des conduites vers le cours d'eau le plus proche.

**Objectifs et mesures:**

Objectifs: Avec la revitalisation du captage, toute l'eau sera ramenée à la surface du sol et de nouveaux milieux fontinaux se formeront. Une phase de test est prévue pour l'hiver 2024/25, où l'eau sera évacuée via les conduites de décharge existantes et les ruisseaux de source se formeront naturellement. Un captage sera complètement bouché pour former une source d'infiltration. Le développement sera régulièrement contrôlé pendant six mois, puis une décision sera prise sur la manière exacte de réaliser la revitalisation.

- |  |   |  |
|--|---|--|
| Les éléments suivants ont fait l'objet de mesures: | <input checked="" type="radio"/> captage (ex: abandon, déconstruction)<br><input type="radio"/> trop-plein (ex: déplacement, structuration)<br><input type="radio"/> seuil/retenue (ex: arasement, abaissement)<br><input checked="" type="radio"/> ruisseau de source (ex: revitalisation) | <input type="radio"/> entretien (ex: expl. forestière)<br><input type="radio"/> végétation (ex: remplacement)<br><input type="radio"/> piétinement (ex: clotûre)<br><input type="radio"/> autres |
|--|---|--|

**Phase de réalisation:**

Phase de test prévue pour 2024/25. La revitalisation devrait être mise en œuvre en 2025 ou 2026.

Origine matériaux: matériaux naturels

**Etat final:**

Les travaux n'ont pas encore été effectués.

**Suivi / Wiko:**

Suivi prévu La faune et la structure sont encore à relever afin de disposer de l'état initial.

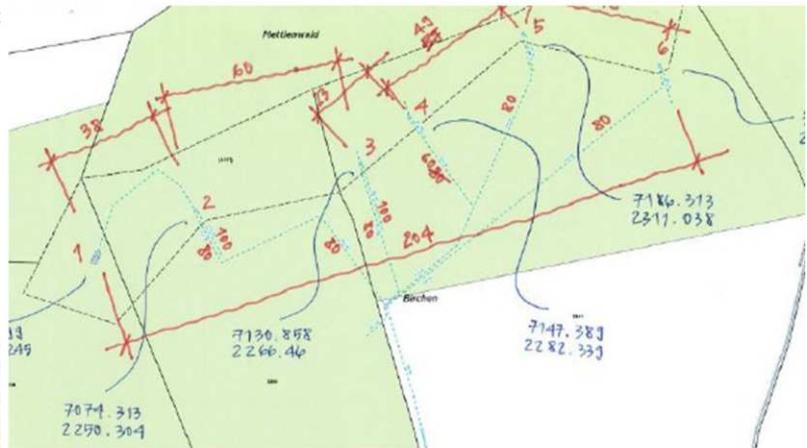
Revitalisation de milieux fontinaux - Fiche pratique no.: 7

Revitalisation des captages d'eau potable désaffectés - Wohlen (BE)

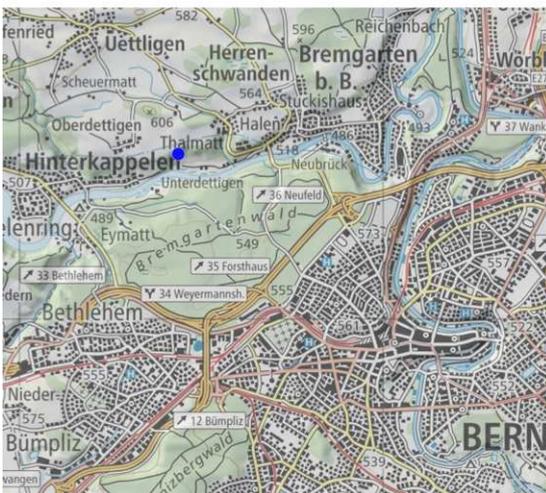
Vue aérienne:



Relevé des exutoires (esquisse):



Carte de situation:



Documentation: c/o Hunziker Betatech AG, Bern; UNA AG, Bern.

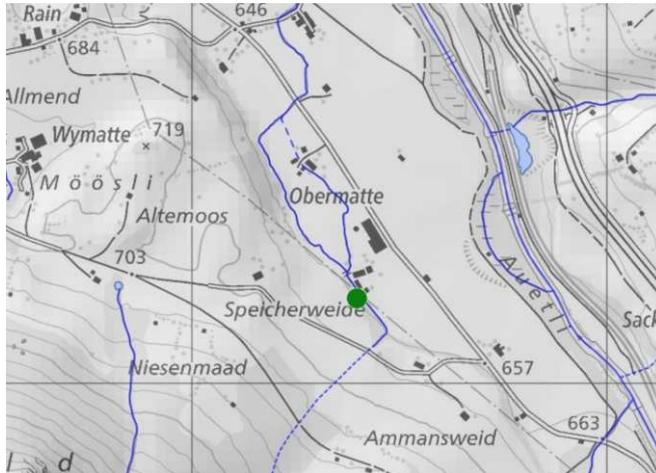
Revitalisation de milieux fontinaux - Fiche pratique no.: 8

Revitalisation de 3 captages - Wimmis (BE)

Etat initial



Etat final



**Généralités:**

ID MIDAT-Q: QPB300  
Canton: BE  
Commune: Wimmis  
Coordonnées: 617'397 / 168'205  
Altitude [msm]: 657  
Début concept: 01.10.2022  
Fin travaux:  
Source [m2]: 20  
Débit [l/s]: 60  
Coût total: CHF 136'000  
Honoraires planif.[%]: 0.25  
Subventions [%]: 85% Renf + Ökofonds

**Structure / personnes de contact:**

Mandant(s)/ promoteur(s): Gemeinde Wimmis  
Responsable(s): Schwellenkorporation Wimmis  
Mandataire(s): Ingenieurbüro Kissling & Zbinden AG  
Resp.scientifique(s)/ Service conseil: Sarah Rohr, Timon Stucki (UNA)

**Etat initial:**

Trois captages en forêt se trouvent à proximité de l'Aubächli. Captage 1 : faible prélèvement d'eau avec un important trop-plein, dirigé par un tuyau vers un étang à poissons (qui n'est plus utilisé) ; captage 2 : débit modéré avec prélèvement et faible trop-plein (formant une petite source d'infiltration) ; captage 3 : débit important avec prélèvement d'eau pour l'habitat et un trop-plein continu et important, dirigé par un tuyau vers l'Aubächli.

**Objectifs et mesures:**

Objectifs: Captage 1 : La partie supérieure sera démantelée et toute l'eau s'écoulera dans un milieu fontinal nouvellement aménagé. L'étang à poissons sera démantelé pour restaurer la connexion longitudinale avec l'Aubächli. Captage 2 : Les prélèvements d'eau seront séparés et un nouveau milieu fontinal sera aménagé. Captage 3 : Le prélèvement d'eau et le puits de captage seront conservés. La conduite de trop-plein sera retirée et un nouveau milieu fontinal sera créé. Le débit est suffisamment important pour que l'eau s'écoule en continu vers le milieu fontinal par le trop-plein.

Les éléments suivants ont fait l'objet de mesures:

<input checked="" type="radio"/> captage (ex: abandon, déconstruction)	<input type="radio"/> entretien (ex: expl. forestière)
<input checked="" type="radio"/> trop-plein (ex: déplacement, structuration)	<input type="radio"/> végétation (ex: remplacement)
<input type="radio"/> seuil/retenu (ex: arasement, abaissement)	<input type="radio"/> piétinement (ex: clotûre)
<input checked="" type="radio"/> ruisseau de source (ex: revitalisation)	<input type="radio"/> autres

**Phase de réalisation:**

La mise en œuvre est prévue pour 2025 ou 2026. Les coûts pour le moment correspondent à un budget.

Origine matériaux: matériaux naturels

**Etat final:**

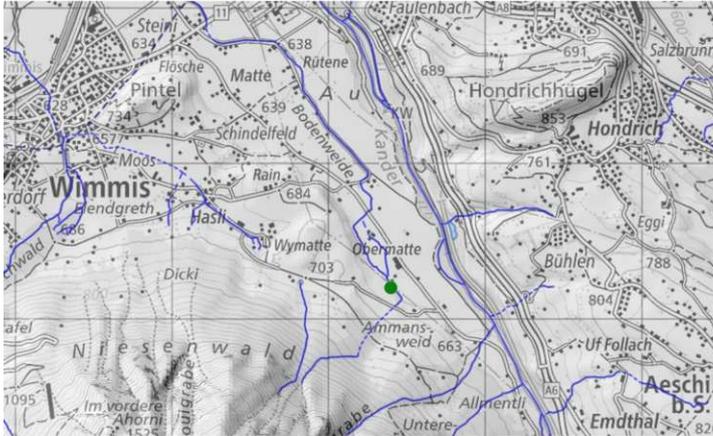
Les travaux n'ont pas encore été effectués.

**Suivi / Wiko:**

Suivi prévu La structure et la faune de l'état initial ont été relevées le 14.05.2024. Structure = tous les habitats sources sont endommagés. La faune n'a pas encore été évaluée.

## Revitalisation de milieux fontinaux - Fiche pratique no.: 8 Revitalisation de 3 captages - Wimmis (BE)

Plan de situation



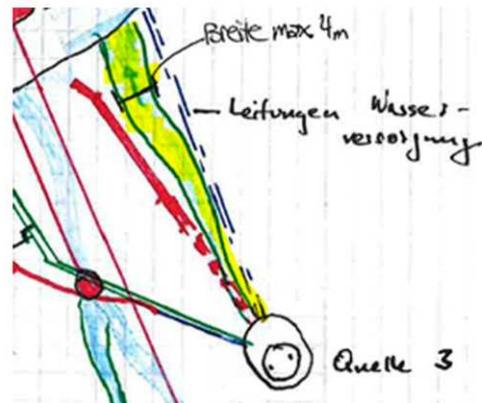
Etat initial:



Esquisse de projet: exutoire 1:



Esquisse de projet: exutoire 3:



**Documentation:** c/o Ingenieurbüro Kissling & Zbinden AG

Revitalisation de milieux fontinaux - Fiche pratique no.: 9

Assinissement d'une fontaine à Heimenschwand (Buchholterberg, BE)

Etat initial



Etat final



**Généralités:**

ID MIDAT-Q  
Canton: BE  
Commune: Buchholterberg  
Coordonnées: 616'899 / 185'086  
Altitude [msm]: 917  
Début concept: 01.04.2023  
Fin travaux: 01.08.2024  
Source [m2] 4  
Débit [l/s]: 0.1  
Coût total:  
Honoraires planif.[%]: 0.12  
Subventions [%] 92% Ökofonds + BE + Stiftung

**Structure / personnes de contact:**

Mandant(s)/ promoteur(s): Gertrud & Markus Beutler  
Responsable(s): Gertrud & Markus Beutler  
Mandataire(s): UNA AG, Bern  
Resp.scientifique(s)/ Service conseil: Christian Imesch (UNA Bern / Beratungstelle)

**Etat initial:** La fontaine devant la maison est alimentée par de l'eau de source. Le trop-plein est évacué.

**Objectifs et mesures:** Objectifs: Amélioration des sources dans la zone résidentielle : Dans le cadre d'un projet de construction d'étang, un nouvel milieu fontinal de remplacement a été créé. Une dérivation avec une vanne réglable a été installée sur la conduite d'alimentation du puits, dirigeant l'eau vers le milieu fontinal.

Les éléments suivants ont fait l'objet de mesures:

<input type="radio"/> captage (ex: abandon, déconstruction)	<input type="radio"/> entretien (ex: expl. forestière)
<input checked="" type="radio"/> trop-plein (ex: déplacement, structuration)	<input type="radio"/> végétation (ex: remplacement)
<input type="radio"/> seuil/retenue (ex: arasement, abaissement)	<input type="radio"/> piétinement (ex: clotûre)
<input type="radio"/> ruisseau de source (ex: revitalisation)	<input type="radio"/> autres

**Phase de réalisation:** La mise en œuvre a eu lieu en 2024. Environ 4 l/min s'écoulent dans le nouvel habitat de source.

Origine matériaux: matériaux naturels

**Etat final:** Le milieu fontinal est actuellement encore jeune et doit se développer avec le temps. L'eau alimente l'étang nouvellement créé.

**Suivi / Wiko:** Suivi prévu Un contrôle des effets est effectué pendant 5 ans (combinaison entre ADNe et analyses morphologiques).



Revitalisation de milieux fontinaux - Fiche pratique no.: 10

Assinissement d'une fontaine à Linden (BE)

Etat initial



Etat final



**Généralités:**

ID MIDAT-Q  
Canton: BE  
Commune: Linden  
Coordonnées: 618'820 / 188'608  
Altitude [msm]: 905  
Début concept: 01.04.2024  
Fin travaux: 01.08.2024  
Source [m2] 2  
Débit [l/s]: 0.05  
Coût total: CHF 4'000  
Honoraires planif.[%]: Eigenleistungen  
Subventions [%] 0

**Structure / personnes de contact:**

Mandant(s)/ promoteur(s): Christian Imesch  
Responsable(s): Christian Imesch  
Mandataire(s): Christian Imesch  
Resp.scientifique(s)/ Service conseil: Christian Imesch (UNA Bern / Beratungstelle)

**Etat initial:** La fontaine devant la maison est alimentée par de l'eau de source. Le trop-plein est évacué vers les cours d'eau voisins.

**Objectifs et mesures:** Objectifs: Valorisation de sources en zone résidentielle : lors du remplacement de l'ancienne fontaine, un nouveau milieu fontinal de remplacement a été créé. Une dérivation avec une vanne réglable a été installée sur la conduite d'alimentation du puits, dirigeant l'eau vers le milieu fontinal.

- Les éléments suivants ont fait l'objet de mesures:
- captage (ex: abandon, déconstruction)
  - trop-plein (ex: déplacement, structuration)
  - seuil/retenue (ex: arasement, abaissement)
  - ruisseau de source (ex: revitalisation)
  - entretien (ex: expl. forestière)
  - végétation (ex: remplacement)
  - piétinement (ex: clotûre)
  - autres

**Phase de réalisation:** La mise en œuvre a eu lieu en 2024. Environ 3 l/min s'écoulent dans le nouvel habitat de source.

Origine matériaux: matériaux naturels

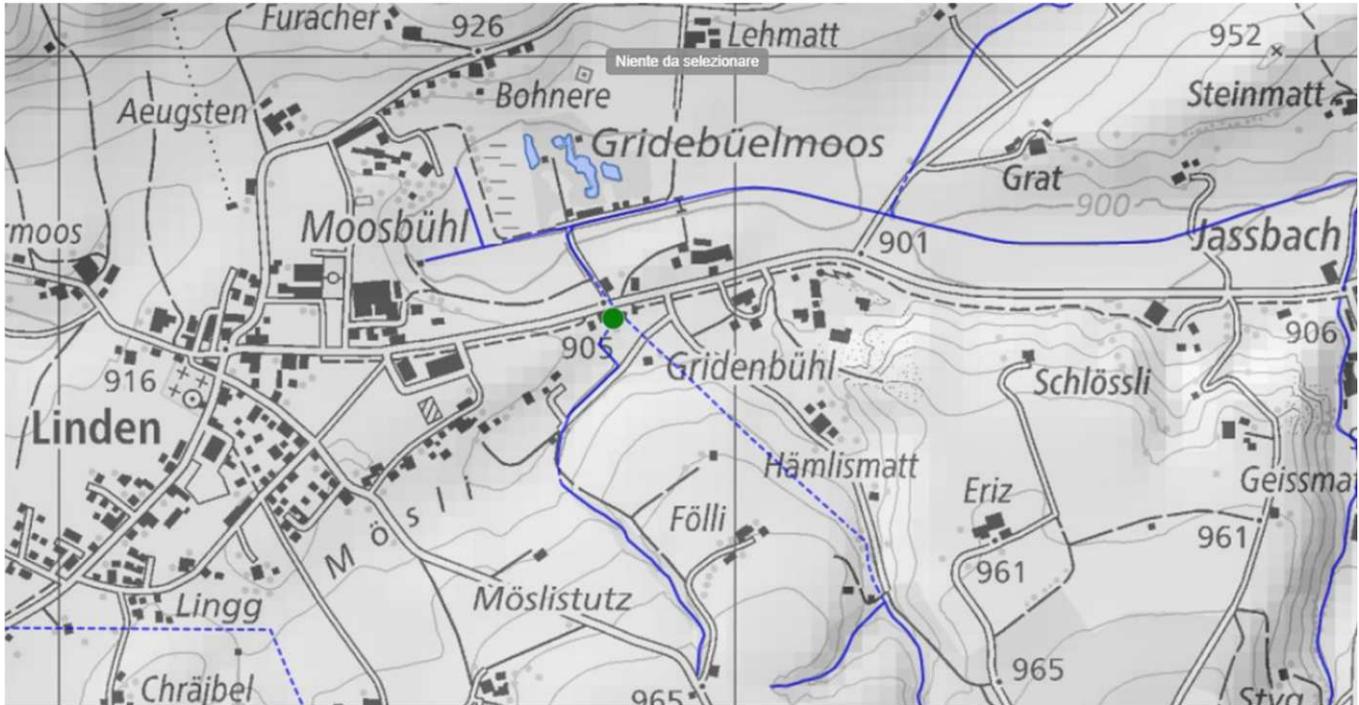
**Etat final:** Le milieu fontinal est actuellement encore jeune et doit se développer avec le temps. L'eau s'écoule ensuite dans un ruisseau canalisé.

**Suivi / Wiko:** Suivi prévu Un contrôle des effets est effectué pendant 5 ans (combinaison entre ADNe et analyses morphologiques).

## Revitalisation de milieux fontinaux - Fiche pratique no.: 10

### Assinissement d'une fontaine à Linden (BE)

Plan de situation:



État final: l'eau coule sur le substrat crénal avant de disparaître dans la conduite.



**Documentation:** c/o Christian Imesch (Linden)

## Revitalisation de milieux fontinaux - Fiche pratique no.: 11

### Mise à ciel ouvert d'un drainage à Therwil (BL)

Etat initial



Etat final



#### Généralités:

ID MIDAT-Q  
Canton: BL  
Commune: Therwil  
Coordonnées: 610'028 / 260'259  
Altitude [msm]: 329  
Début concept: 01.02.2008  
Fin travaux: 31.03.2008  
Source [m2] 3  
Débit [l/s]: 0.2  
Coût total:  
Honoraires planif.[%]:  
Subventions [%] unbekannt

#### Structure / personnes de contact:

Mandant(s)/ promoteur(s): Gemeinde Therwil  
Responsable(s): Abteilung Umwelt  
Mandataire(s): Forstrevier Angensteine, Christian Becker; Daniel Küry  
Resp.scientifique(s)/ Service conseil: Life Science AG

**Etat initial:** Künstlicher Quellaustritt aus Rohr unbekannter Herkunft, mehr oder wenige kontinuierliche Wasserführender Bach am Rand eines Jungwalds.

**Objectifs et mesures:** Objectifs: L'objectif était de supprimer le petit exutoire artificiel et de restaurer soit une sortie de source naturelle, soit un ruisseau de source naturel.

Les éléments suivants ont fait l'objet de mesures:

<input type="radio"/> captage (ex: abandon, déconstruction)	<input type="radio"/> entretien (ex: expl. forestière)
<input type="radio"/> trop-plein (ex: déplacement, structuration)	<input type="radio"/> végétation (ex: remplacement)
<input type="radio"/> seuil/retenue (ex: arasement, abaissement)	<input type="radio"/> piétinement (ex: clotûre)
<input checked="" type="radio"/> ruisseau de source (ex: revitalisation)	<input checked="" type="radio"/> autres

**Phase de réalisation:** Les tuyaux en terre cuite sont extraits à l'aide d'une petite pelleuse. La berge du ruisseau de source en formation est nivelée, et pour éviter l'érosion, des seuils en bois sont installés. L'exutoire ne s'est pas avéré être un puits de drainage.

Origine matériaux: bois

**Etat final:** Dans une forêt plus ou moins claire, un petit ruisseau alimenté en eau toute l'année a été créé. Les rives sont bordées de végétation humide. Le petit ruisseau est colonisé par des espèces typiques de source plus de 10 ans après la réalisation, avec six espèces recensées, ce qui est relativement modeste, mais typique des ruisseaux dans les zones de limon argileux.

**Suivi / Wiko:** Suivi prévu Le relevé de l'état final a donné une valeur de structure de 2,32 (partiellement naturelle) et une ÖWS de 18,2 (partiellement typique de la source).

## Revitalisation de milieux fontinaux - Fiche pratique no.: 11 Mise à ciel ouvert d'un drainage à Therwil (BL)

Phase de chantier: coupe forestière, élimination conduite souterraine.



Aménagement du ruisseau de source avec  
des rondins transversaux.



État final: milieux crénaux avec végétation

Documentation: c/o LifeScience AG.

Revitalisation de milieux fontinaux - Fiche pratique no.: 12

Revitalisation et construction d'un gué à Waldenburg (BL)

Etat initial



Etat final



**Généralités:**

ID MIDAT-Q  
Canton: BL  
Commune: Waldenburg  
Coordonnées: 622'226 / 248'008  
Altitude [msm]: 703  
Début concept: 01.07.2024  
Fin travaux: 01.08.2024  
Source [m2] 5  
Débit [l/s]: 0.2  
Coût total:  
Honoraires planif.[%]: 0.12  
Subventions [%] unbekannt

**Structure / personnes de contact:**

Mandant(s)/ promoteur(s): Forstbetrieb Frenkentäler  
Responsable(s): Simon Tschendlik  
Mandataire(s): Tabea Haupt - Pro Natura AG/BL (Aktion Spechte & CO.); Marco Freda  
Resp.scientifique(s)/ Service conseil: Life Science AG

**Etat initial:** Une desserte traverse un ruisseau de source juste en dessous d'un exutoire de source. Des branches ont été installés de manière temporaire pour « stabiliser » le chemin.

**Objectifs et mesures:** Objectifs: L'exutoire situé au-dessus d'un chemin forestier a été dirigée vers un gué afin de réacheminer l'eau sous le chemin vers le lit du ruisseau existant. Deux petits étangs ont été construits en aval, à côté du ruisseau de source.

Les éléments suivants ont fait l'objet de mesures:

<input type="radio"/> captage (ex: abandon, déconstruction)	<input checked="" type="radio"/> entretien (ex: expl. forestière)
<input type="radio"/> trop-plein (ex: déplacement, structuration)	<input type="radio"/> végétation (ex: remplacement)
<input type="radio"/> seuil/retenue (ex: arasement, abaissement)	<input type="radio"/> piétinement (ex: clotûre)
<input checked="" type="radio"/> ruisseau de source (ex: revitalisation)	<input type="radio"/> autres

**Phase de réalisation:** Réalisation en 2024 avec une petite pelleuse par le service forestier.

Origine matériaux: blocs de pierre, bois, bentonite

**Etat final:** Le ruisseau s'écoule sur une courte distance à travers le gué. La zone est accessible aux véhicules forestiers sans perturber l'habitat de la source.

**Suivi / Wiko:** Suivi prévu État initial : structure 2.95 (moyennement dégradée), faune : non évaluable (< 5 espèces)

## Revitalisation de milieux fontinaux - Fiche pratique no.: 12

### Revitalisation et construction d'un gué à Waldenburg (BL)

État initial: dépôt de branches dans la zone de source



État final: détail de la zone de source en amont du gué.



État final: coupe forestière. aménagement de deux petites mares à amphibiens séparées de la zone de source.



Documentation: c/o LifeScience AG.

Revitalisation de milieux fontinaux - Fiche pratique no.: 13

Valorisation de la source Margarethenpark - Binningen (BL)

Etat initial



Etat final



**Généralités:**

ID MIDAT-Q  
Canton: BL  
Commune: Binningen  
Coordonnées: 610'797 / 265'756  
Altitude [msm]: 296  
Début concept: 01.05.2023  
Fin travaux: 31.03.2024  
Source [m2]  
Débit [l/s]: 0.5  
Coût total:  
Honoraires planif.[%]: unbekannt  
Subventions [%] unbekannt

**Structure / personnes de contact:**

Mandant(s)/ promoteur(s): Stadtgärtnerei  
Responsable(s): Dominique Jeanneret  
Mandataire(s): Beyeler und Trueb Stadtgärtnerei  
Resp.scientifique(s)/ Service conseil: Martin Frei

**Etat initial:**

Bassin de fontaine historique de l'ancienne alimentation en eau de la ville de Bâle. L'utilisation de l'eau potable a été abandonnée en raison de l'absence de zone de protection et du débit trop faible. L'eau est évacuée vers la canalisation.

**Objectifs et mesures:**

Objectifs: Suppression de la dérivation d'une fontaine historique vers les égouts et réacheminement vers un court ruisseau. L'eau est collectée dans un grand réservoir souterrain pour l'irrigation des espaces verts du parc en été.

Les éléments suivants ont fait l'objet de mesures:

<input checked="" type="radio"/> captage (ex: abandon, déconstruction)	<input type="radio"/> entretien (ex: expl. forestière)
<input type="radio"/> trop-plein (ex: déplacement, structuration)	<input type="radio"/> végétation (ex: remplacement)
<input type="radio"/> seuil/retenue (ex: arasement, abaissement)	<input type="radio"/> piétinement (ex: clotûre)
<input checked="" type="radio"/> ruisseau de source (ex: revitalisation)	<input checked="" type="radio"/> autres

**Phase de réalisation:**

Réalisation par une entreprise de construction en collaboration avec le service des jardins municipaux.

Origine matériaux: boulons, béton, réservoir de stockage souterrain

**Etat final:**

Les visiteurs du parc sont sensibilisés aux anciennes captages. L'eau s'écoule de manière bien visible sur une courte distance parallèlement au chemin. L'eau (propre) n'est plus dirigée vers la canalisation et est stockée pour être utilisée pour l'irrigation du parc, réduisant ainsi la consommation d'eau potable provenant du réseau d'approvisionnement.

**Suivi / Wiko:**

Pas prévu Pas de suivi, car habitat d'importance secondaire.

Revitalisation de milieux fontinaux - Fiche pratique no.: 13

Valorisation de la source Margarethenpark - Binningen (BL)



Phase de chantier: aménagement du substrat de la zone de source.



État final: aménagement du ruisseau de source le long de la route (à gauche), vue d'ensemble (à droite).



**Documentation:** Flyer "Aufwertung des Margarethenparks" (Kanton Basel-Stadt).

Revitalisation de milieux fontinaux - Fiche pratique no.: 14

Revitalisation des sources Chrischonatal (BS)

Etat initial



Etat final



**Généralités:**

ID MIDAT-Q  
Canton: BS  
Commune: Bettingeun  
Coordonnées: 618'175 / 269'351  
Altitude [msm]: 487  
Début concept: 01.07.2024  
Fin travaux: 31.08.2024  
Source [m2]  
Débit [l/s]: 0.2  
Coût total:  
Honoraires planif.[%]: unbekannt  
Subventions [%] unbekannt

**Structure / personnes de contact:**

Mandant(s)/ promoteur(s): Kantonale Naturschutzfachstellen BS  
Responsable(s): Susanne Hablützel-Buser  
Mandataire(s): Stadtgärtnerei, Schärer Gartenbau  
Resp.scientifique(s)/ Service conseil: Life Science AG

**Etat initial:** Trop-plein d'un captage d'eau historique, dérivation de l'eau en surface dans un lit de ruisseau rempli de grosses pierres de grès, dans un puits forestier construit vers 1990.

**Objectifs et mesures:** Objectifs: Démantèlement d'une petite fontaine forestière et retrait des galets, et création d'un lit de ruisseau riche en structures.

Les éléments suivants ont fait l'objet de mesures:

<input type="radio"/> captage (ex: abandon, déconstruction)	<input type="radio"/> entretien (ex: expl. forestière)
<input type="radio"/> trop-plein (ex: déplacement, structuration)	<input type="radio"/> végétation (ex: remplacement)
<input type="radio"/> seuil/retenue (ex: arasement, abaissement)	<input type="radio"/> piétinement (ex: clotûre)
<input checked="" type="radio"/> ruisseau de source (ex: revitalisation)	<input type="radio"/> autres

**Phase de réalisation:** Retrait des pierres du lit du ruisseau, démantèlement de la petite fontaine forestière, protection du ruisseau de source contre les passages à l'aide de blocs de pierre.

Origine matériaux: matériau autochtone pour le fond du lit, pierre de taille

**Etat final:** Du bassin de captage classée monument historique, l'eau s'écoule dans un lit de ruisseau ouvert à travers la forêt pour s'infiltrer dans les terres agricoles avoisinantes.

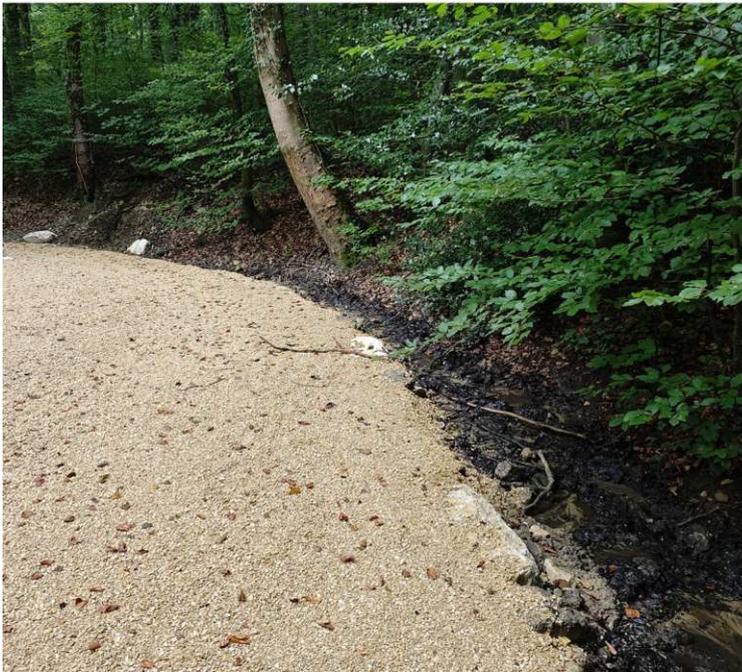
**Suivi / Wiko:** Suivi prévu Relevé état initial en cours d'évaluation.

## Revitalisation de milieux fontinaux - Fiche pratique no.: 14 Revitalisation des sources Chrischonatal (BS)

État initial: fontaine en bois (à gauche); bassin de captage (à droite)



État final: aménagement du ruisseau de source.



**Documentation:** c/o LifeScience AG.

Revitalisation de milieux fontinaux - Fiche pratique no.: 15

Revitalisation de la source de Rouge Pertuis (Haute-Sorne, JU)

Etat initial



Etat final



**Généralités:**

ID MIDAT-Q  
Canton: JU  
Commune: Haute-Sorne  
Coordonnées: 583'522 / 239'874  
Altitude [msm]: 570  
Début concept: 01.02.2020  
Fin travaux: 11.11.2020  
Source [m2] 6  
Débit [l/s]: 7  
Coût total: CHF 13'410  
Honoraires planif.[%]: 0.46738192592  
Subventions [%] 60% CH / 40% JU (à vérifier)

**Structure / personnes de contact:**

Mandant(s)/ promoteur(s): Office de l'Environnement du Canton du Jura  
Responsable(s): Laure Chaignat-Pelletier  
Mandataire(s): Natura biologie appliquée SA  
Resp.scientifique(s)/ Service conseil: Pascal Stucki

**Etat initial:** Source forestière partiellement captée pour l'alimentation en eau d'un ancien ouvrage militaire. Le milieu fontinal est endommagé par l'accès piéton à l'ouvrage et la source peut être mise à sec lors du remplissage du réservoir de l'ouvrage militaire.

**Objectifs et mesures:** Objectifs: Revitalisation d'une source captée en milieu forestier par la restitution quasi intégrale du débit au milieu fontinal. Prélèvements d'eau désormais contrôlés et rares. L'ouvrage de captage a été conservé mais transformé, et l'accès piéton a été aménagé de manière à améliorer le milieu fontinal.

Les éléments suivants ont fait l'objet de mesures:	<input checked="" type="radio"/> captage (ex: abandon, déconstruction)	<input type="radio"/> entretien (ex: expl. forestière)
	<input checked="" type="radio"/> trop-plein (ex: déplacement, structuration)	<input type="radio"/> végétation (ex: remplacement)
	<input checked="" type="radio"/> seuil/retenue (ex: arasement, abaissement)	<input checked="" type="radio"/> piétinement (ex: clotûre)
	<input type="radio"/> ruisseau de source (ex: revitalisation)	<input type="radio"/> autres

**Phase de réalisation:** Etude et réalisation terminées en moins d'une année grâce au soutien très actif du canton du Jura.

Origine matériaux: allochtone

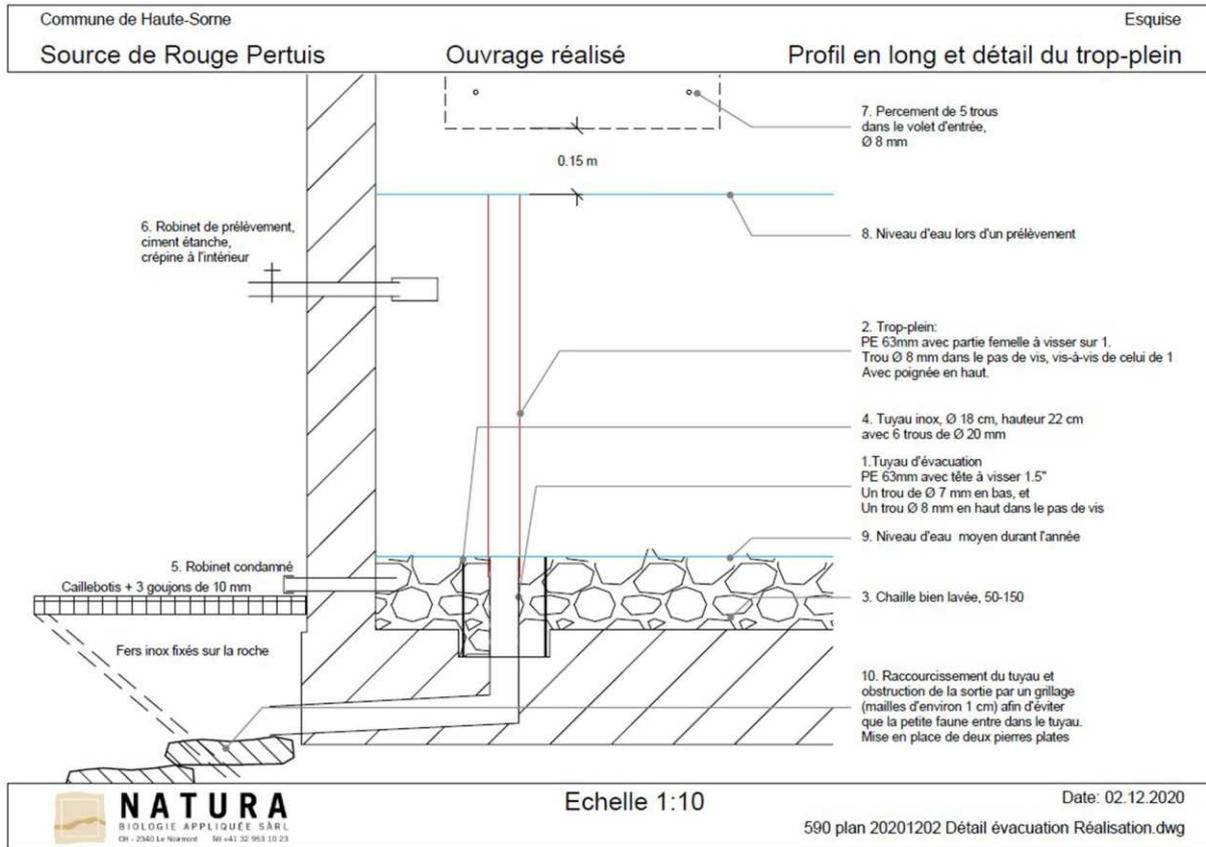
**Etat final:** Débit de la source dans les milieux fontinaux désormais naturel à 99% et permanent (dans les limites naturelles). 1-2 m2 de milieux fontinaux (tuf) revitalisés, et accès piéton sécurisé.

**Suivi / Wiko:** Pas prévu -

Revitalisation de milieux fontinaux - Fiche pratique no.: 15

Revitalisation de la source de Rouge Pertuis (Haute-Sorne, JU)

Profil en long et détail du trop-plein:



État initial: accès au réservoir difficile, formations à base de tuf piétinées



État final: juste après les travaux (ci-dessous) et 2 ans après les travaux (à droite). L'accès et les milieux fontinaux ne sont plus piétinés.



Documentation:

Rapport et projet Natura biologie appliquée SA 30.04.2020. Rapport de fin de travail Natura biologie appliquée SA 03.12.2020.

Revitalisation de milieux fontinaux - Fiche pratique no.: 16

Revitalisation d'une source au Côté (Val-de-Ruz, NE)

Etat initial



Etat final



**Généralités:**

ID MIDAT-Q  
Canton: NE  
Commune: Val-de-Ruz  
Coordonnées: 562'847 / 215'869  
Altitude [msm]: 914  
Début concept: 01.08.2021  
Fin travaux: 30.09.2022  
Source [m2] 5  
Débit [l/s]:  
Coût total: CHF 28'750  
Honoraires planif.[%]: 0.33  
Subventions [%] ?

**Structure / personnes de contact:**

Mandant(s)/ promoteur(s): Parc naturel régional Chasseral  
Responsable(s): Romain Fürst  
Mandataire(s): Natura biologie appliquée SA  
Resp.scientifique(s)/ Service conseil: Emmanuel Contesse

**Etat initial:**

Située dans un pâturage, la source est captée pour alimenter une habitation ainsi que deux abreuvoirs destinés au bétail. L'état des abreuvoirs et de leurs conduites d'alimentation et d'évacuation est mauvais. En raison des dysfonctionnement constatés, les abords des abreuvoirs sont gorgés d'eau. Le piétinement du bétail y génère donc des effets importants sur le sol et la végétation.

**Objectifs et mesures:**

Objectifs: L'objectif est de revitaliser la source au travers de la mise en place d'une chambre pourvue d'un trop-plein, de l'installation d'abreuvoirs pourvus de flotteurs ainsi que de la mise à ciel ouvert et de la protection par une clôture du ruisseau issu du trop-plein sur une distance d'environ 50m.

Les éléments suivants ont fait l'objet de mesures:	<input checked="" type="radio"/> captage (ex: abandon, déconstruction) <input checked="" type="radio"/> trop-plein (ex: déplacement, structuration) <input type="radio"/> seuil/retenue (ex: arasement, abaissement) <input checked="" type="radio"/> ruisseau de source (ex: revitalisation)	<input checked="" type="radio"/> entretien (ex: expl. forestière) <input checked="" type="radio"/> végétation (ex: remplacement) <input checked="" type="radio"/> piétinement (ex: cloture) <input checked="" type="radio"/> autres
--	--	--

**Phase de réalisation:**

Les démarches ayant conduit à la réalisation ont été menées de façon pragmatique en coordination avec le Parc naturel régional Chasseral. Une demande de permis de construire simplifiés s'est avérée nécessaire. Les travaux ont été réalisés par une entreprise de terrassement de la région. L'implication de plusieurs propriétaires et exploitants a considérablement compliqué la mise en oeuvre des mesures.

Origine matériaux: autochtone

**Etat final:**

La source revitalisée est caractérisée par un débit globalement plus conséquent qu'auparavant, par un ruisseau temporaire diversifié en termes de structure et de végétation et par une protection efficace vis-à-vis des atteintes occasionnées par le bétail.

**Suivi / Wiko:**

Pas prévu -

## Revitalisation de milieux fontinaux - Fiche pratique no.: 16 Revitalisation d'une source au Côté (Val-de-Ruz, NE)

État final: vue d'ensemble



État final: détail de l'abreuvoir



État final: détail de la zone de source



**Documentation:** Plans, soumission et facture: bureau Natura biologie appliquée SA.

Revitalisation de milieux fontinaux - Fiche pratique no.: 17

Revitalisation d'une source dans le Pâturage du Droit (Corgémont, BE)

Etat initial



Etat final



**Généralités:**

ID MIDAT-Q  
Canton: BE  
Commune: Corgémont  
Coordonnées: 577'444 / 227'804  
Altitude [msm]: 734  
Début concept: 01.09.2021  
Fin travaux: 31.08.2022  
Source [m2] 5  
Débit [l/s]: 2  
Coût total: CHF 12'950  
Honoraires planif.[%]: 0.27  
Subventions [%] n.d.

**Structure / personnes de contact:**

Mandant(s)/ promoteur(s): Parc naturel régional Chasseral  
Responsable(s): Romain Fürst  
Mandataire(s): Natura biologie appliquée SA  
Resp.scientifique(s)/ Service conseil: Emmanuel Contesse

**Etat initial:**

Située dans un pâturage boisé partiellement inscrit à l'inventaire des prairies et pâturages secs d'importance nationale, la source est captée pour alimenter un abreuvoir destiné au bétail. A la sortie de l'abreuvoir, l'eau s'écoule sous la forme d'un ruisseau. En périphérie de l'abreuvoir, le piétinement du bétail génère des effets importants sur le sol et la végétation.

**Objectifs et mesures:**

Objectifs: L'objectif est de revitaliser la source au travers de la mise en place d'une chambre pourvue d'un trop-plein, de l'installation d'un abreuvoir décentré pourvu d'un flotteur ainsi que du réaménagement et de la protection par une clôture du ruisseau issu du trop-plein sur une distance d'environ 5m.

Les éléments suivants ont fait l'objet de mesures:	<input checked="" type="radio"/> captage (ex: abandon, déconstruction) <input checked="" type="radio"/> trop-plein (ex: déplacement, structuration) <input type="radio"/> seuil/retenue (ex: arasement, abaissement) <input checked="" type="radio"/> ruisseau de source (ex: revitalisation)	<input checked="" type="radio"/> entretien (ex: expl. forestière) <input checked="" type="radio"/> végétation (ex: remplacement) <input checked="" type="radio"/> piétinement (ex: clôture) <input checked="" type="radio"/> autres
--	--	--

**Phase de réalisation:**

Les démarches ayant conduit à la réalisation ont été menées de façon pragmatique en coordination avec le Parc naturel régional Chasseral. Les travaux ont été réalisés avec rapidité et simplicité par une entreprise de terrassement de la région. L'implication d'un nombre limité de propriétaires et d'exploitants a considérablement facilité la mise en oeuvre des mesures.

Origine matériaux: autochtone

**Etat final:**

La source revitalisée est caractérisée par un débit globalement plus conséquent qu'auparavant, par un ruisseau diversifié en termes de structure et par une protection efficace vis-à-vis des atteintes occasionnées par le bétail.

**Suivi / Wiko:**

Pas prévu -

## Revitalisation de milieux fontinaux - Fiche pratique no.: 17

### Revitalisation d'une source dans le Pâturage du Droit (Corgémont, BE)

État final: détail de la zone de source avec clôture



État final: détail de l'abreuvoir



**Documentation:** Plans, soumission et facture Natura biologie appliquée SA.

Revitalisation de milieux fontinaux - Fiche pratique no.: 18

Revitalisation d'un captage abandonné à la Source Tchampois (Haute-Sorne, JU)

Etat initial



Etat final



**Généralités:**

ID MIDAT-Q Q-Bw\_062\_JU  
Canton: JU  
Commune: Haute-Sorne  
Coordonnées: 587'436 / 238'818  
Altitude [msm]: 650  
Début concept: 01.05.2014  
Fin travaux: 01.05.2014  
Source [m2] 20  
Débit [l/s]: 2.5  
Coût total: CHF 10  
Honoraires planif.[%]: nd  
Subventions [%] 50% JU / 50% FSP

**Structure / personnes de contact:**

Mandant(s)/ promoteur(s): Commune de Soulece (commune de Haute-Sorne)  
Responsable(s): nd  
Mandataire(s): Natura biologie appliquée SA  
Resp.scientifique(s)/ Service conseil: Emmanuel Contesse

**Etat initial:**

Situé en forêt, cet ancien captage communal est abandonné depuis de nombreuses années. La captage est deffectueux et une partie des débits s'écoule à la surface et forme un petit milieu fontinal. La majorité du débit s'écoule vers un ancien réservoir en pierre naturelle pui est rejeté dans le ruisseau en aval.

**Objectifs et mesures:**

Objectifs: Le but est d'augmenter le débit restitué dans le milieu fontinal à l'aval du captage.

Les éléments suivants ont fait l'objet de mesures:

<input checked="" type="radio"/> captage (ex: abandon, déconstruction)	<input type="radio"/> entretien (ex: expl. forestière)
<input checked="" type="radio"/> trop-plein (ex: déplacement, structuration)	<input type="radio"/> végétation (ex: remplacement)
<input type="radio"/> seuil/retenue (ex: arasement, abaissement)	<input type="radio"/> piétinement (ex: clotûre)
<input type="radio"/> ruisseau de source (ex: revitalisation)	<input type="radio"/> autres

**Phase de réalisation:**

Mise en place d'un bouchon en bois avec un réducteur de débit. La majorité de l'eau déborde depuis le captage actuel vers le milieu fontinal afin d'en augmenter le débit. Un débit minimal est renvoyé vers le réservoir afin de le maintenir en eau.

Origine matériaux: autochtone

**Etat final:**

Le débit dans le milieu fontinal passe de <1l/s à 2.5l/s et de cette manière la surface mouillée de la source s'est agrandie et les diversité d'écoulement et de structures ont été augmentées.

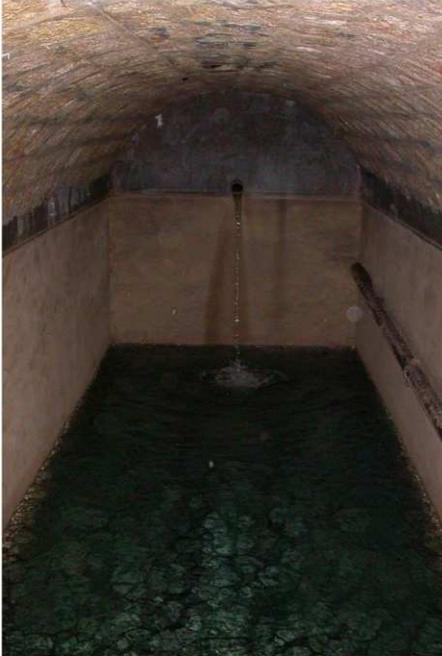
**Suivi / Wiko:**

Suivi prévu Relevé état initial en 2010: indice structure = 2.61 (mod. altérée); faune ÖWS = 20.44 (naturelle)Relevés après travaux: Indisce structure = 1.63 (naturelle); faune ÖWS = 21.6 (naturelle).

## Revitalisation de milieux fontinaux - Fiche pratique no.: 18

### Revitalisation d'un captage abandonné à la Source Tchampois (Haute-Sorne, JU)

État initial: bassin de captage



Bouchon en bois pour bloquer la vidange du réservoir et réactiver le trop-plein



État final: milieu fontinal revitalisé et ruisseau de source



**Documentation:** Plans, soumission et facture Natura biologie appliquée SA.

Revitalisation de milieux fontinaux - Fiche pratique no.: 19

Suppression d'un abreuvoir dans le milieu fontinal de la source de Champ-Fallat (JU)

Etat initial



Etat final



**Généralités:**

ID MIDAT-Q JU\_H11\_S08  
Canton: JU  
Commune: Clos du Doubs  
Coordonnées: 579'767 / 245'764  
Altitude [msm]: 452  
Début concept: 01.09.2016  
Fin travaux: 30.11.2017  
Source [m2] 2  
Débit [l/s]: 1  
Coût total: CHF 15'000  
Honoraires planif.[%]: 0.33  
Subventions [%] 60% CH / 30% WWF / 10% Parc du D

**Structure / personnes de contact:**

Mandant(s)/ promoteur(s): Parc du Doubs  
Responsable(s): Emmanuel Contesse  
Mandataire(s): Biotec SA, Delémont  
Resp.scientifique(s)/ Service conseil: Pascal Stucki

**Etat initial:** Un abreuvoir sous forme de baignoire est installé à l'aval d'un captage en pierre naturelle. Toute l'eau se déverse dans la baignoire et à l'aval le milieu fontinal est piétiné par le bétail.

**Objectifs et mesures:** Objectifs: Le but est d'exclure le bétail de la zone de source et de recréer un exutoire naturel à l'aval du captage en pierre.

Les éléments suivants ont fait l'objet de mesures:

<input checked="" type="radio"/> captage (ex: abandon, déconstruction)	<input type="radio"/> entretien (ex: expl. forestière)
<input type="radio"/> trop-plein (ex: déplacement, structuration)	<input type="radio"/> végétation (ex: remplacement)
<input type="radio"/> seuil/retenue (ex: arasement, abaissement)	<input type="radio"/> piétinement (ex: clotûre)
<input type="radio"/> ruisseau de source (ex: revitalisation)	<input type="radio"/> autres

**Phase de réalisation:** L'abreuvoir dans le milieu fontinal est supprimé et la zone de source a été clôturée. Le captage en amont est maintenu en raison de sa valeur historique et du risque d'infiltration des eaux lors des travaux. Un abreuvoir avec flotteur alimenté par le ruisseau de source a été installé en-dehors des milieux sensibles. La prise d'eau est intégrée dans le lit du ruisseau sous forme de chambre drainante. Une dépression a été créée en aval de la baignoire supprimée afin de garder un habitat pour la salamandre tachetée qui utilisait la baignoire pour le cycle larvaire.

Origine matériaux: autochtone

**Etat final:** Le débit dans le milieu fontinal passe de <1l/s à 2.5l/s et de cette manière la surface mouillée de la source s'est agrandie et les diversité d'écoulement et de structures ont été augmentées.

**Suivi / Wiko:** Suivi prévu Relevé état initial: indice structure = 3.76 (dégradée); faune ÖWS = 13.3 (mod. altérée). Relevés structure et faune après travaux en prévision, mais pas encore de résultats à présent.

## Revitalisation de milieux fontinaux - Fiche pratique no.: 19

### Suppression d'un abreuvoir dans le milieu fontinal de la source de Champ-Fallat (JU)

#### Plan d'aménagement



#### État final: détail de l'abreuvoir avec clôture



**Documentation:** Plan de situation du projet: parc du Doubs (BIOTEC SA, Délémont).