

Editorial

Milieux fontinaux menacés

Milieux méconnus et fortement menacés, les sources naturelles, lieux de reproduction de la salamandre tachetée, hébergent une faune unique de libellules, de phryganes, de perles et autres invertébrés.

La méconnaissance et l'oubli de ces milieux s'expliquent par leur « extermination » du paysage durant la 2^{ème} guerre mondiale, à la faveur des drainages et mises sous terre. Pourtant la disparition des sources s'accélère encore et leurs communautés vivantes sont aujourd'hui mises en danger par la construction de routes forestières et par l'intensification de l'agriculture. Jusqu'aux plus hautes altitudes, les milieux fontinaux disparaissent en raison de l'aménagement des mayens en habitations de vacances et de l'urbanisation croissante des régions alpines.

Les modifications observables au niveau du climat semblent amplifier ces atteintes. Ce constat est à l'origine d'une étude, unique en Suisse, visant à quantifier les impacts dus aux changements climatiques sur les milieux fontinaux.

Cette étude a démontré qu'il faut s'attendre à d'importants changements dans la composition des communautés animales. Plus que jamais, il s'agit d'inclure les milieux fontinaux intacts dans la planification de la protection de la nature et de promouvoir la revitalisation des objets dégradés ou dont l'exploitation a été abandonnée.

Daniel Kury, Verena Lubini, Pascal Stucki

Contenu

Naissance et caractéristiques des sources	2
La température – facteur clé	2
Exposition et permafrost	3
Qui préfère des milieux fontinaux froids ?	3
Quelles espèces fontinales sont touchées ?	4



On s'attend, dans les Alpes, à un réchauffement des sources froides dû aux changements climatiques. Les espèces spécialisées comme la perle *Dictyogenus fontium* (droite) sont particulièrement vulnérables.

Trop chaud pour les espèces des sources!

Le projet pilote « adaptation aux changements climatiques » de l'OFEV a permis l'étude de 61 sources alpines du point de vue de leur température et de leur faune EPT (Ephémères, Trichoptères et Plécoptères), avec la mise en évidence de 27 espèces considérées comme spécialistes des froids extrêmes. Un indice de vulnérabilité aux changements climatiques, développé dans le cadre du projet, permet de définir les communautés les plus sensibles.

Dans les sources alpines, on s'attend à observer un changement au sein des communautés, lié à une modification des processus thermiques.

Les facteurs « altitude », « géologie », « exposition » et « distance au permafrost » déterminent la température de l'eau. Il faut s'attendre à des hausses de températures marquées dans les régions présentant des nappes d'eau proches de la surface, ainsi qu'à des modifications significatives au niveau de l'enneigement et de l'étendue de glace. Les espèces qui affectionnent les températures très basses seront les premières touchées.

L'étude de 61 sources des Alpes suisses a permis la mise en évidence de 27 espèces de Plécoptères et de Trichoptères particu-

lièrement liées aux températures basses. Quinze d'entre-elles vivent exclusivement dans les sources.

Les études scientifiques montrent que les espèces endémiques affectionnent surtout les cours supérieurs et les sources de haute altitude et possèdent une courte période d'émergence. Elles sont donc particulièrement sensibles aux changements climatiques. Dans ce contexte, un nouvel indice propose l'évaluation de la vulnérabilité des espèces. Une analyse des caractères écologiques démontre que 86 (68%) parmi 126 espèces de sources présentes sont vulnérables face au réchauffement climatique.

En raison de la présence de ces espèces, 53 (87%) des 61 sources étudiées sont considérées comme menacées.

Naissance et caractéristiques des sources

Le terme source définit généralement le lieu précis où l'eau jaillit du sol, il n'est pas forcément synonyme de milieu fontinal. Le débit, la composition du substrat, la végétation et bien d'autres facteurs déterminent son aspect.

Au chapitre du cycle de l'eau, l'école nous apprend comment la source donne naissance au ruisseau, mais détaille rarement le parcours des eaux de pluie qui s'infiltrent dans le sol, se rassemblent sous terre pour ressurgir ailleurs. L'eau abandonne de sa chaleur, se charge en minéraux et fait parfois de très longs séjours dans des réservoirs où elle reste durant des dizaines d'années avant de retourner à l'air libre.

La source n'engendre pas qu'un ruisseau. On distingue trois types de sources d'après leur exutoire: les sources jaillissantes, suintantes et les sources-étangs. Les types intermédiaires sont fréquents.

Certaines sources sont ombragées, d'autres exposées toute l'année au soleil, d'autres enfin ne sourdent que quelques jours par année. Il est donc important de connaître l'environnement, la structure et la délimitation de la zone de source. Des plantes et mousses caractéristiques sont-elles présentes ? Quels sont les substrats dominants: pierres, graviers ou sables ? Une analyse des structures favorables et des atteintes négatives permet d'évaluer la qualité d'une source. La valeur structurelle obtenue est attribuée à une des 5 classes de qualité, de naturelle à fortement dégradée.



Source avec flore fontinale, Schwarzenboden



Source karstique, Unterst Band, Springen



Source à tuf calcaire, Rösenbach, Liestal



Source dominée par les pierres, Spiessenälpetli

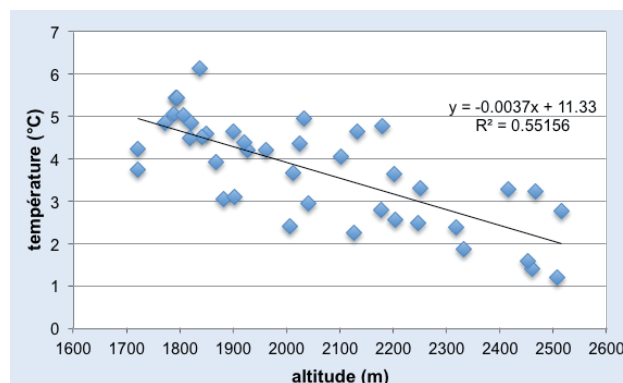
La température – facteur clé dans les sources

Une modification de la température, devrait influencer de manière prépondérante la communauté des sources. Mais quels paramètres dictent la température ?

La température est un facteur clé pour la majorité des processus biologiques. Il faut donc partir du principe qu'une modification de la température aura une grande influence sur la communauté vivante des sources. Mais quels paramètres dictent la température et comment varie-t-elle ?

La température des 61 sources étudiées a été relevée en continu durant une année entière. Dans les sources étudiées entre 1720 et 2550 m/sm, on assiste à une baisse significative de la température avec une altitude croissante (-0.37°C par 100 mètres d'altitude). En moyenne (médiane), elle s'élevait à 4.35°C (de juillet à décembre 2014) et 3.35°C (de janvier à juin 2015). La 2^{ème} moitié de

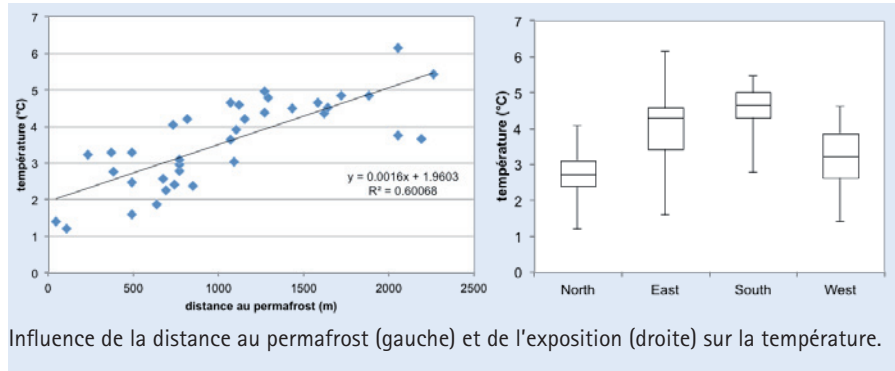
l'année a été significativement plus chaude que la première. Une analyse plus détaillée montre que cette différence est principalement due aux sources en milieu fissuré. Leur échange de chaleur avec la roche est plus intense en raison des interstices plus étroits.



Relation entre la température annuelle moyenne et l'altitude dans 41 sources alpines (gauche).
 Logger de température pour l'enregistrement de la température de l'eau de source (en haut).

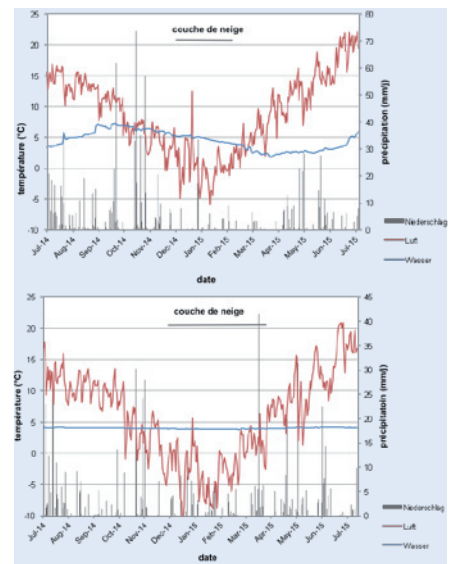
Exposition et permafrost – deux paramètres influençant la température

La distance aux zones à permafrost et l'exposition des pentes influencent la température de l'eau à l'exutoire : la durée de la couverture neigeuse et la présence de glace devraient en être les causes.



Dans les sources de l'étage alpin et subalpin, la distance de l'exutoire au permafrost et l'exposition sont les principaux facteurs explicatifs de la variation de la température de l'eau. La température s'élève avec un éloignement croissant au permafrost le plus proche. Elle est nettement plus faible dans

les pentes exposées au nord et à l'ouest que dans celles exposées au sud. En raison des vents d'ouest dominants, les pentes exposées à l'ouest présentent des accumulations de neige plus importantes et sont libérées plus tardivement au printemps, à l'instar des pentes exposées au nord.



Signatures des T°C

Les sources en milieu fissuré sont marquées par les processus thermiques régnant dans le sous-sol. Les sources alimentées par une nappe proche de la surface présentent des variations annuelles de température (bleu). Lorsque la nappe est profonde, la température est quasiment constante tout au long de l'année (en bas).

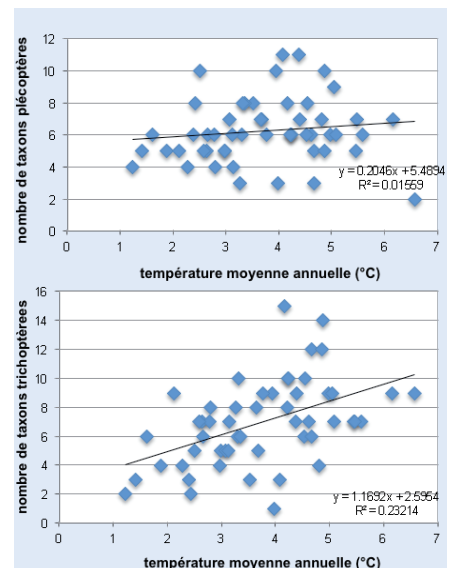
Ephémères, Plécoptères, Trichoptères – Qui préfère les sources froides ?

La température n'a que peu d'influence sur le nombre d'espèces de plécoptères présent, tandis que la diversité des trichoptères diminue avec la baisse des températures. Au total, 27 plécoptères et trichoptères affectionnent particulièrement les eaux froides.

La faune des sources étudiées compte 11 espèces d'éphémères, 40 plécoptères et 48 trichoptères. Avec 54% de crénobiontes et de crénophiles, c'est parmi les trichoptères que se trouvent les véritables spécialistes des sources. Ce pourcentage descend à 28% pour les plécoptères, alors qu'aucun spécialiste n'est à signaler chez les éphémères. Une augmentation significative des espèces de trichoptères a été constatée avec l'augmentation de la température moyenne annuelle, alors que le nombre d'espèces de plécoptères ne s'élève que très peu. (droite). La diversité des espèces de trichoptères

augmente significativement avec l'élévation de la température et l'éloignement d'une zone de permafrost. De plus, les sources des versants exposés au sud hébergent significativement plus de trichoptères que celles des autres versants.

Une analyse canonique indique que 27 espèces de plécoptères et trichoptères affectionnent particulièrement les milieux fontinaux froids de haute altitude. Parmi elles, 15 (56%) sont considérées comme spécialistes des sources. La majorité des espèces adaptées à ces milieux appartient aux genres *Leuctra* et *Drusus*.



Relation entre le nombre de plécoptères et de trichoptères et la température.



Quelles espèces sont particulièrement touchées par les changements climatiques ?

Les espèces particulièrement sensibles au réchauffement climatique regroupent celles possédant une courte période d'émergence, une préférence marquée pour les sources et cours d'eau de haute altitude, de même que les endémiques.

Les 27 plécoptères et trichoptères « sténothermes froids » et d'autres espèces caractéristiques des sources de Suisse ont été analysés sur la base de leur écologie dans la BDD «www.freshwaterecology.info». L'analyse confirme qu'une grande majorité des espèces retenues appartient aux catégories des « sténothermes froids », des endémiques et des habitants des sources et cours d'eau de haute altitude présentant des périodes d'émergence courtes. Nos données corro-

borent ainsi les travaux postulant une sensibilité des organismes aquatiques envers ces facteurs. Une valeur de vulnérabilité au changement climatique (CCV) a été attribuée à chaque espèce (voir en bas).

Un indice de vulnérabilité au changement climatique (CCVI) a ensuite été développé. Ce dernier évalue l'atteinte potentielle du réchauffement climatique sur l'objet (source) étudié.



Trichoptère très vulnérable (*Drusus chrysotus* gauche) et éphémère moyennement vulnérable (*Baetis alpinus*, droite) colonisant la même source.

Cinq classes de vulnérabilité

Classe	CCV/CCVI	Désignation
5	> 2,70	très vulnérable
4	2,11–2,70	vulnérable
3	1,51–2,10	moyen. vulnérable
2	1,01–1,50	peu vulnérable
1	< 1,00	pas vulnérable

Plus d'info...

Cette Newsletter résume l'étude:

Küry, D., V. Lubini & P. Stucki 2016. Empfindlichkeit von Quell-Lebensgemeinschaften gegenüber Klimaveränderungen in den Alpen. BAFU-Pilotprojekt Anpassung an den Klimawandel. Unveröff. Typoskript, 50 S. + Anhang.

Le rapport détaillé peut être commandé à l'adresse de contact ci-dessous.

A lire également la publication :

Küry, D., V. Lubini & P. Stucki 2016. Temperature patterns and factors governing thermal response in high elevation springs of the Swiss Central Alps. Hydrobiologia DOI 10.1007/s10750-016-2918-0

Indice de vulnérabilité au changement climatique (CCVI)

Une nouvelle valeur de vulnérabilité face au changement climatique (CCV = Climate change vulnerability value) a été conçue afin de déterminer la sensibilité des EPT vis-à-vis du réchauffement. L'indice (CCVI = Climate change vulnerability index) est

calculé à partir des CCV de chaque espèce présente dans la source. Il est utilisé comme paramètre complémentaire aux espèces listes rouges et prioritaires nationales pour évaluer la sensibilité des sources et des cours d'eau face au réchauffement.

T facteur thermique

sténotherme froid	1
sténotherme chaud / eurytherme	0

H facteur altitude

distribution > 1500 m (sal/alp)	2
distribution 800–<1500 m (mon)	1
distribution < 800 m (col)	0

E endémique

endémique des Alpes / Jura	1
non endémique	0

Q lien au milieu fontinal

lien ÖWZ 16	2
lien ÖWZ 8	1
lien ÖWZ ≤4	0

Em émergence

Kurze Emergenzperiode	1
Lange Emergenzperiode	0

Calcul de la valeur CCV:

$$CCV = \frac{(4*T) + (3*H) + (2*E) + (2*Q) + Em}{5}$$

$$\text{Indice CCV (CCVI)} = \frac{\sum \text{Classes d'abondances} * \text{Valeurs CCV (CCV)}}{\text{Nombre d'espèces}}$$

Impressum

Le *Courrier des sources* livre des informations de première main sur la conservation des milieux fontinaux. www.quellelixier.ch

Direction de projet

Daniel Küry Life Science AG, Basel
Verena Lubini, Gewässerökologie, Zürich
Pascal Stucki, Aquabug, Neuchâtel
Contact: Life Science AG, Greifengasse 7
4058 Basel Tel.: 061 686 96 96
E-Mail: daniel.kuery@lifescience.ch

Projet mis en oeuvre dans le cadre du programme pilote *Adaptation aux changements climatiques*, soutenu par l'Office fédéral de l'environnement OFEV

Soutien financier du projet et partenaires:
Office fédéral de l'environnement OFEV
Gewässer- & Bodenschutzlabor, canton BE
Amt für Natur und Umwelt, canton GR
Amt für Umweltschutz canton UR
Pro Natura Graubünden, Coire