

# L'eau à flots tendus

**INTEMPÉRIES**  
en augmentation

**RÉSERVES**  
sous la terre

**ÉNERGIE**  
au creux des failles



e  
u  
r  
n  
e



## Nouveau nom, nouvelle maquette

Le magazine de l'Université de Neuchâtel fait peau neuve. Dans la foulée de la nouvelle ligne graphique adoptée par l'UniNE ce printemps, *UniNEws* créé en 2007 a tiré sa révérence au terme du 60<sup>e</sup> numéro. Il devient dès aujourd'hui *À la une*. Avec ce nouveau titre, nous voulons davantage mettre l'accent sur la vitrine que représente ce magazine pour les sujets de recherche chers à l'UniNE. Sur le fond, l'objectif reste le même. Chaque numéro se déclinera autour d'une thématique en rapport avec un événement de l'Université ou fera écho à une actualité scientifique ou culturelle de la région.

La forme en revanche s'affiche tout en courbes, égayée ici et là par les pictogrammes caractéristiques de la nouvelle ligne graphique. Une façon d'exprimer l'ouverture d'esprit de l'UniNE, une invitation surtout aux voyages intellectuels qui caractérisent les études et les activités de recherches menées à l'UniNE.

# Que d'eau, que d'eau !

Dans ce tout premier numéro d'*À la une*, nous vous invitons à une balade au fil de l'eau, en marge de la Semaine de l'Europe qui se tiendra à Neuchâtel début mai autour de la thématique de l'eau dans les villes d'Europe. Nous vous proposons un pas de côté en compagnie de scientifiques qui se sont intéressé-e-s à l'or bleu dans le cadre de leurs recherches.

Ainsi la climatologue Martine Rebetez revient sur la violence des intempéries qui ont touché nos régions l'été 2021, des événements qui nous rappellent à quel point le réchauffement climatique est une réalité qui va de plus en plus se faire sentir sous nos latitudes.

Rappelons que la Suisse abrite les sources de deux fleuves européens majeurs, le Rhône et le Rhin, dont les bassins arrosent le sud et le nord du continent. Une situation géographique qui vaut à notre pays le surnom de château d'eau de l'Europe. Mais la forteresse tiendra-t-elle sous les assauts du réchauffement climatique ? Un espoir subsiste grâce au réseau formé par les eaux souterraines du pays. C'est ce que rapporte le Centre d'hydrogéologie et de géothermie de l'UniNE (CHYN), par sa participation à une vaste étude nationale sur l'avenir des eaux suisses face au changement climatique. L'hydrogéologue Marie Arnoux, l'une des

signatures du rapport du CHYN, nous en révèle les grandes lignes.

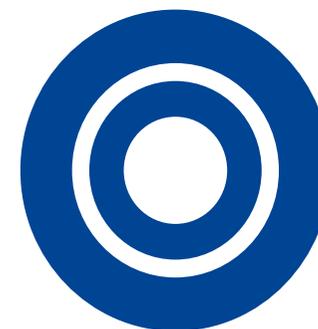
Restons sous la terre, où l'eau est également convoitée comme source d'énergie pour sa chaleur qui, selon la température, peut être transformée en électricité. C'est dans ce but que le groupe emmené par Benoît Valley, professeur au CHYN, prospecte la région du Jura. Il y étudie la dynamique des failles géologiques par lesquelles l'eau chaude circule, un prérequis indispensable avant d'envisager l'implantation d'un site de géothermie profonde.

Plus étonnant, les sites de géothermie profonde suscitent aussi l'intérêt des microbiologistes de l'UniNE. A l'image de la doctorante Danaé Bregnard qui consacre sa thèse aux micro-organismes aquatiques évoluant dans des environnements particulièrement chauds et hostiles à la vie. Elle nous en parle via les recherches qu'elle mène sous la supervision de la professeure Pilar Junier, dans le cadre d'un projet européen d'envergure.

L'accès à l'eau potable dans les régions arides, en butte à des conflits ou des catastrophes naturelles : c'est le quotidien d'Ellen Milnes, professeure au CHYN et cheville ouvrière du cours WATSAN. Cette formation continue a été conçue pour former

les spécialistes de l'approvisionnement en eau dans des zones où il faut trouver rapidement les meilleurs emplacements pour creuser des puits. Elle nous parlera de l'évolution de la technologie et de l'aide humanitaire dans ce domaine, et nous fera découvrir sur le terrain son travail, au travers du bonus multimédia.

Enfin, la santé de nos rivières reste un thème préoccupant comme l'atteste le travail d'une jeune étudiante en biologie. Jeanne Käser nous livre les conclusions d'un travail de maturité sur l'impact des néonicotinoïdes sur les invertébrés du Seyon. Réalisé en collaboration avec le Laboratoire de la biodiversité du sol de l'UniNE, il vient d'être publié dans le Bulletin de la Société neuchâteloise des sciences naturelles (SNSN).





Pour la professeure de climatologie Martine Rebetez, le défi climatique qui nous attend est immense.



**Quand on parle du réchauffement climatique, on pense souvent à la canicule, à la sécheresse, aux incendies ravageurs. L'eau n'est pas en reste et se manifeste avec tout autant de vigueur : inondations dévastatrices et meurtrières, orages violents, accompagnés parfois de grêle. Ces fortes intempéries, qui ont frappé de plein fouet l'Europe du Nord et la Suisse l'été 2021, vont devenir légion, comme l'explique la professeure de climatologie Martine Rebetez.**

**De nombreuses études pointent le réchauffement climatique pour expliquer les catastrophes naturelles qui se sont multipliées l'été passé. Comment explique-t-on ce phénomène ?**

Nous avons toujours eu, sous nos latitudes, une grande variabilité dans nos climats. Ce qui est nouveau avec le réchauffement climatique, c'est l'augmentation de l'intensité et de la

fréquence des événements extrêmes, autant du côté de la sécheresse que des précipitations. Pour comprendre les inondations de l'été passé, il faut savoir que plus les températures augmentent, plus l'évaporation est grande car l'air est capable de contenir davantage d'humidité. Selon les situations, cela va dessécher beaucoup plus rapidement les sols ; s'il pleut, le potentiel d'eau disponible dans la masse d'air va être beaucoup plus grand qu'auparavant. D'où les pluies torrentielles et tout ce qui en découle : crues, inondations, glissements de terrain, etc.

**En quoi est-ce préoccupant ?**

Ce qui est arrivé l'année passée n'est pas étonnant. C'est ce que nous, climatologues, prévoyions depuis longtemps. Sauf que nous l'annoncions pour un peu plus tard : aucun modèle n'avait prévu une

# Intempéries et réchauffement climatique : le duo infernal

augmentation aussi rapide et massive des émissions de gaz à effet de serre. Depuis les années 1990, le pire scénario envisagé par le GIEC (Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat) est celui qu'on appelle *business-as-usual*, soit celui où rien ne serait fait pour les endiguer. Or, trente ans plus tard, non seulement ces émissions de gaz à effet de serre n'ont pas diminué, mais nous continuons de produire ces gaz qui s'accumulent dans l'atmosphère, faisant augmenter les températures plus rapidement que prévu.

## Quel est le moment que vous craignez le plus en tant que climatologue ?

C'est celui où l'augmentation des températures du globe va dépasser 1,5 à 2 °C. Nous y sommes bientôt : nous nous approchons des 1,2 °C. On appelle ce moment-là le point de bascule (*tipping point*) : même si nous arrêtons, nous êtres humains, d'émettre des gaz à effet de serre, des mécanismes se mettront en place pour poursuivre le réchauffement. Deux exemples : dans les sols gelés, il y a du méthane. Si le sol dégèle, le méthane est libéré dans l'atmosphère, augmente la température de l'air et... renforce le dégel. Et plus les températures augmentent, moins les océans vont être capables d'absorber du dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>). Tout ce système qui se trouvait dans un bel équilibre pourrait s'emballer de manière irréversible.

## Le changement climatique est deux fois plus rapide en Suisse. À quoi est-ce dû ?

Il y a deux facteurs. Le premier est la fonte des glaciers et la réduction de la couverture neigeuse : en Suisse, nous avons perdu pendant la période hivernale plus de 40 jours de couverture neigeuse à toutes les altitudes depuis les années 1970. La neige fonctionne comme un miroir : elle renvoie une large part du rayonnement et donc de l'énergie qu'elle reçoit. Sans neige, le sol absorbe plus de chaleur, contribuant à augmenter la température de l'atmosphère. Le second facteur est notre éloignement des océans qui absorbent sur de grandes profondeurs l'énergie prise à l'atmosphère.

## Que faut-il craindre pour la Suisse en matière d'eau ?

La quantité de précipitations va rester en gros la même. C'est sa répartition dans le temps et l'espace qui va changer. Les longues sécheresses qui étaient jusqu'alors rares et limitées à quelques régions, telles que le Valais ou le Tessin, s'étendent de plus en plus au plateau suisse et au Jura. Parallèlement, les épisodes de précipitations intenses, avec des inondations dévastatrices comme on en a vues à Cressier (NE) l'été passé, augmentent. Nos systèmes d'évacuation des eaux ne sont pas dimensionnés pour de tels événements. On a des craintes pour l'agriculture, à l'échelle suisse et globale, et pour l'approvisionnement en nourriture. La population suisse a

doublé depuis 1945 lorsqu'on avait encore la capacité de la nourrir avec la production locale. Avec 8,7 millions de personnes aujourd'hui, nous sommes obligés d'aller acheter ailleurs de quoi nourrir la Suisse. L'enjeu à terme va être de tisser d'excellentes relations avec nos voisins pour pouvoir faire face le mieux possible aux conséquences du réchauffement climatique.

## Qu'est-il possible de faire pour changer la donne ?

Nous ne pouvons plus revenir en arrière concernant la température. Par contre, nous pouvons encore faire beaucoup pour réduire les émissions de gaz à effet de serre et éviter le pire : les bâtiments, les véhicules à moteur, l'alimentation ou encore la finance. Ce qui me frappe, c'est qu'on soit encore dans cette logique du profit à court terme au détriment de l'environnement : la finance continue, malgré la situation, à soutenir des projets qui engendrent des émissions massives de gaz à effet de serre. Mais j'ai bon espoir qu'avec les nouvelles générations les mentalités changent. Nos étudiantes et nos étudiants reçoivent une excellente formation et s'engagent pour répondre aux besoins de nos sociétés futures.



**Bonus vidéo**

Qui dit montée des eaux, dit érosion côtière. Le chercheur Loïc Brüning nous parle de l'impact de ce phénomène sur les populations sénégalaises.



# Les eaux souterraines, sources d'espoir



**Entre évaporation d'eau accrue en été et fontes des neiges précoces, les changements climatiques bousculent les saisons dans les Alpes. Mais la réponse des rivières à ces effets négatifs peut être atténuée grâce aux réservoirs d'eau souterraine, indique une étude nationale dressant l'influence des changements climatiques sur l'avenir des eaux suisses. L'hydrogéologue Marie Arnoux y cosigne le chapitre réalisé par l'Université de Neuchâtel.**

En mars 2021, la Confédération publiait les résultats de la recherche nationale Hydro-CH2018 qui traitait des effets des changements climatiques, à long terme, sur les eaux suisses. Y figurait une contribution du Centre d'hydrogéologie et de géothermie de l'Université de Neuchâtel (CHYN). C'est dans ce cadre que Marie Arnoux, aujourd'hui

en poste au CREALP en Valais, a collecté ses informations de référence sur les eaux souterraines de treize bassins versants en Valais, au Tessin et dans les Grisons. Elles ont servi de base à deux types de modélisations pour en prévoir l'évolution d'ici 2100.

En Suisse, l'eau potable provient principalement du sous-sol et l'impact du changement climatique sur la disponibilité future des ressources exploitées dépend de leur localisation, de la manière dont l'approvisionnement se fait (par pompage dans la nappe ou par captage de sources) et surtout des caractéristiques du milieu où se trouve l'aquifère. L'étude atteste dans les grandes lignes que « malgré la fonte des neiges précoce et l'évapotranspiration accrue en été, la quantité d'eaux souterraines stockée dans certains aquifères et l'écoulement dans les régions alpines

restent plus élevés en été à l'horizon 2085 qu'en hiver actuel. »

Les conséquences du changement climatique sur les eaux souterraines sont indirectes, car les réservoirs ne réagissent pas immédiatement à ce qui se passe en surface. Elles s'ajoutent aux impacts directs que sont le recul des glaciers, la diminution des périodes d'enneigement et de la quantité de neige, ainsi que l'augmentation de l'évapotranspiration. Au niveau de la quantité des précipitations, peu de changements sont attendus en moyenne annuelle. On s'attend en revanche à davantage d'événements extrêmes.

Aujourd'hui, dans le contexte alpin, l'eau souterraine est disponible plus régulièrement sur l'année, affichant une plus grande stabilité saisonnière par rapport aux eaux de surface. « Les aquifères ont la capacité d'atténuer les effets du changement climatique sur le débit des cours d'eau futurs, car ils y contribuent majoritairement en période d'étiage (période de basses eaux, ndlr). Or même si l'étiage hivernal se raccourcit, la recharge continue d'avoir lieu, et ce, malgré l'évaporation de l'été », note l'hydrogéologue.

Ainsi pour le bassin de Réchy (VS), les scientifiques estiment, suivant le scénario le plus pessimiste (RCP 8.5) du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, que la moyenne annuelle de la quantité

de neige diminuera de moitié d'ici 2100, entraînant une forte baisse de l'eau de fonte. Dans ce cas pessimiste, l'évapotranspiration augmentera d'environ 50%, en raison de l'élévation des températures et de périodes sans neige plus longues. La moyenne annuelle du stock d'eau souterraine diminuera progressivement, tout comme le débit moyen annuel des eaux souterraines qui montre une légère tendance à la baisse.

## Effet tampon

Sur l'ensemble des autres bassins étudiés, on observe que plus le stockage d'eau souterraine est volumineux, plus le débit en période d'étiage est important. C'est une illustration de l'effet tampon des aquifères. « Cependant, cette atténuation dépend de la quantité d'eau souterraine alimentant les rivières et du régime de précipitation futur permettant la recharge des eaux souterraines. Ainsi, la disponibilité en eau souterraine peut localement diminuer lors de périodes de sécheresse estivale, car il y aura moins d'eau disponible en fin d'été », nuance Marie Arnoux.

Les hydrogéologues relèvent toutefois des différences notables suivant les types d'aquifères. Pour des dépôts perméables proches de la surface qui ont une bonne capacité de stockage, la présence de l'eau souterraine devient plus régulière à l'échelle



En savoir plus :

Eaux suisses et changements climatiques : <https://bit.ly/3Dj0LfG>

saisonnière et même si la baisse des eaux à la fin de l'été est importante, la diminution annuelle reste relativement modeste. Par contre, pour les aquifères avec une perméabilité plus faible, la disponibilité de l'eau souterraine pourrait diminuer à long terme, bien que ces ressources soient moins sensibles à des épisodes de sécheresse saisonnière.

L'étude montre également que la période de basses eaux devrait migrer de l'hiver à l'été. « Mais le débit d'étiage estival futur devrait rester plus élevé que le débit d'étiage hivernal du passé, souligne le rapport de l'étude. Dans les années sèches, le débit d'étiage estival s'approchera du débit d'hiver du passé. Ainsi les données de débits d'étiage hivernal actuel permettent d'estimer le débit d'étiage estival bas dans l'avenir. »

Reste que si les sites étudiés couvrent une large gamme des dynamiques des eaux souterraines en milieu alpin, ils ne peuvent pas être représentatifs de la situation générale en Suisse. L'influence de la neige par exemple y est différente par rapport à ce qu'il se passe en plaine. « Pour mieux gérer la ressource, il faudrait davantage de points d'observation des eaux souterraines à haute altitude, davantage de données hydrogéologiques et de bassins suivis afin d'anticiper au mieux les changements et de s'y adapter », conclut Marie Arnoux.

L'hydrogéologue Marie Arnoux dans le captage d'une source du Val de Bagnes (VS)



# Géothermie profonde : la région du Jura à l'étude

**A l'heure où les questions d'indépendance énergétique vis-à-vis de l'étranger deviennent prioritaires, la géothermie reste une piste prometteuse comme source de chaleur ou d'électricité. Benoît Valley, à la tête du Laboratoire de géothermie et géomécanique des réservoirs, s'intéresse à l'or bleu chaud enfoui dans les profondeurs du Jura. Mais avant de songer à une exploitation de cette ressource indigène, il faut évaluer la dynamique des zones de failles.**

## **Explications.**

La géothermie profonde consiste à extraire la chaleur de la croûte terrestre en y faisant circuler de l'eau et en la remontant vers la surface. L'objectif est soit d'en faire une source de chaleur directement exploitable pour du chauffage à distance, soit, si la température dépasse les environs des 100 °C, de transformer cette chaleur en électricité. En Suisse, des tentatives à Bâle et à St-Gall ont dû être stoppées en raison de séismes provoqués lors du

développement du système géothermique. Ces séismes étaient de faible intensité, sans aucun risque de dommage pour les habitations, mais suivant un principe de précaution, les chantiers se sont arrêtés.

Dans le canton de Neuchâtel, le projet JuraHydroTectonics se focalise sur l'étude du sous-sol à proximité de deux failles régionales connues, La Lance et La Ferrière, qui sont associées à des sources d'eau importantes : la Raisse de Concise et la Serrière. Ces systèmes présentent une opportunité pour étudier les relations entre failles, circulations profondes et sismicité.

Cette étude nourrit la thèse de doctorat de Léa Perrochet, dont le plan de recherche a été élaboré par le maître-assistant

Giona Preisig et le professeur Benoît Valley. Elle viendra combler le manque de connaissances sur les interactions entre les circulations d'eaux souterraines profondes, l'architecture des zones de failles et l'activité sismique des bassins versants situés au-dessus du lac de Neuchâtel. Les premiers résultats sont attendus pour l'automne 2022.

Le premier objectif est de comprendre la circulation des écoulements profonds des deux sites. La nature calcaire du Jura, le karst pour les spécialistes, génère des conduits au sein du massif rocheux qui favorisent une infiltration rapide des précipitations et de la fonte des neiges. Résultat : les niveaux d'eau peuvent remonter très vite, parfois d'une centaine de mètres, provoquant une augmentation de la pression dans le massif qui peut induire des micro-séismes.

« En mesurant l'augmentation de la pression des eaux souterraines pendant ce genre d'événements, nous obtenons une bonne indication de la criticité d'une zone de faille, c'est-à-dire de la proximité d'une faille de la rupture », explique Benoît Valley.

« Le but, poursuit Léa Perrochet, est de développer une méthodologie simple pour évaluer la criticité des failles, ainsi que pour caractériser l'architecture, l'hydrogéologie et la dynamique des zones de failles dans les montagnes plissées du Jura. De plus, l'étude des événements sismiques fournira des

informations importantes sur le régime des contraintes. »

Généralement, l'endommagement de la masse rocheuse aux abords des failles favorise les circulations de fluide en profondeur. Cependant, cela ne signifie pas que toutes les zones de failles soient perméables, car la perméabilité dépend de l'activité des zones de failles, avertissent les hydrogéologues. « Dans le sous-sol, il y a une interrelation forte entre les phénomènes hydrauliques et mécaniques, ce que les spécialistes appellent un couplage, détaille Benoît Valley. L'augmentation de la pression de fluide, de nature hydraulique, favorise les ruptures (de nature mécanique). En retour, la rupture modifie les propriétés hydrauliques des failles. »

Bien connaître cet aspect dynamique et ce couplage des phénomènes est crucial. Car toutes les failles n'ont pas les mêmes caractéristiques et ne sont pas forcément favorables pour porter des circulations de fluides et pour être des cibles pour la géothermie profonde. En amont de l'exploration par forage, les connaissances fondamentales et les méthodologies développées dans le cadre du projet JuraHydroTectonics permettront de proposer des approches de prospection pour identifier les circulations et les caractéristiques des failles.

**En savoir plus :**

Le projet JuraHydroTectonics : <https://bit.ly/3wwiTSa>

A photograph of three people standing on mossy rocks next to a stream in a forest. On the left, a man with glasses and a dark sweater. In the center, a woman with blonde hair in a black top. On the right, a man with a beard in a denim shirt. The background is a dense forest with sunlight filtering through the trees.

La doctorante Léa Perrochet devant le professeur Benoît Valley (à gauche) et Giona Preisig, maître-assistant, à la source de la Serrière

#### Sur le chantier de Lavey

La problématique des circulations profondes revêt une grande importance dans l'ambitieux projet de Lavey-les-Bains (VD). « Le CHYN y participe avec deux travaux de masters pour étudier la fracturation naturelle du massif rocheux, les conditions des contraintes dans le massif et les interrelations fracturation-contrainte, autant de paramètres qui permettront entre autres d'optimiser la trajectoire du forage », explique Benoît Valley. A terme, le site de Lavey devrait produire chaque année 4,2 gigawattheures (GWh) d'électricité, de quoi couvrir les besoins annuels de quelque 900 ménages, ainsi que 15,5 GWh thermiques qui alimenteront la station en eaux thermales.

## Au royaume des archées

Les traces de vie dans des conditions environnementales de température et de pressions élevées sont l'un des intérêts de la thèse de Danaé Bregnard qui a fait une compilation des découvertes dans ce domaine. Le record de survie revient à *Methanopyrus kandleri*, un microorganisme unicellulaire qui n'est ni une bactérie, ni un champignon. « Il s'agit d'une archée, dont sa croissance à une température de 122 °C a été attestée par une équipe japonaise », précise la microbiologiste.

Les archées constituent un domaine du vivant au même titre que les bactéries. Elles s'en différencient par de nombreuses caractéristiques. Leurs membranes lipidiques sont différentes de celles des bactéries et des eucaryotes (organismes dont les cellules contiennent un noyau), d'où leur capacité à s'adapter à des températures extrêmes. Leurs parois se déclinent en de nombreuses variantes, contrairement aux bactéries qui n'en ont que deux ou trois grands types. « On considère volontiers les archées comme très proches des eucaryotes, même si elles n'ont pas de noyau dans leur cellule. Des théories de l'évolution disent même que les eucaryotes sont une branche des archées, car beaucoup d'éléments au niveau génétique ressemblent plus aux eucaryotes qu'aux bactéries », note Pilar Junier.



La professeure Pilar Junier (à gauche) et la doctorante Danaé Bregnard à l'affût des microorganismes des fluides géothermaux



# La vie aquatique dans les conditions extrêmes

La doctorante en microbiologie Danaé Bregnard s'intéresse aux fluides géothermiques, où règnent des conditions de températures et de pression élevées, un travail qu'elle réalise dans le cadre du projet *Reflect* du programme européen Horizon. Coordonné par des instituts de recherche allemands, *Reflect* implique 13 partenaires européens et bénéficie d'un soutien total de près de 5 millions d'euros sur trois ans.

Pendant des décennies, les géologues ne se souciaient guère de la présence de microorganismes dans les sites de géothermie profonde, un environnement que l'on pensait peu propice à la vie. Des bactéries ou des champignons étaient-ils vraiment capables de survivre à des températures pouvant dépasser les 150 °C avec une haute pression ?

La question resta en suspens jusqu'à ce que des microbiologistes soient associé-e-s à ce secteur d'activité.

C'est ainsi que le Laboratoire de microbiologie, par le biais de sa directrice, la professeure Pilar Junier, s'est trouvé impliqué dans des collaborations régulières avec le GFZ, le centre de recherche allemand pour les géosciences, situé à Potsdam. Actif dans la recherche et l'analyse des fluides de géothermie à haute température, condition indispensable pour la production d'électricité, le GFZ coordonne le projet *Reflect* dont fait partie le Laboratoire de microbiologie de l'UniNE.

« Lorsqu'on prélève des fluides à haute température pour produire de l'électricité, on

ne sait pas trop ce qu'on remonte », indique Danaé Bregnard. Il est important d'identifier les microorganismes éventuels qui s'y trouvent, car certains d'entre eux peuvent former des biofilms, soit dans les filtres ou sur les tuyaux, qui risquent d'endommager les installations, en favorisant la minéralisation et la corrosion des conduites.

« Si on sait par exemple que des microorganismes vont croître à 65 °C, et que cela ne pose pas de problème de garder les fluides à 80 °C, alors on va essayer d'ajuster les conditions pour qu'ils ne soient pas problématiques dans le système », illustre la doctorante. D'un autre côté, certains d'entre eux peuvent même se révéler bénéfiques, pour récupérer des minéraux très présents dans les fluides, par exemple. Mais le premier but reste de maintenir une installation aussi durable que possible.

À ce jour, Pilar Junier et Danaé Bregnard ont isolé une espèce de champignon de la famille du champignon producteur de la pénicilline, ainsi que deux espèces de bactéries, sur des sites en Autriche, en Allemagne et aux Pays-Bas. Ces trois pays,

auxquels s'ajoutent l'Islande et le Royaume-Uni, forment la liste de provenance des échantillons d'eau géothermique que l'UniNE analyse dans ce projet *Reflect*.

Si les températures de croissance de ces trois espèces sont connues, autour de 40 °C, elles n'ont pas été poussées à leurs extrêmes. Il est donc trop tôt pour connaître les risques qu'elles pourraient faire craindre aux installations, mis à part la capacité de former des biofilms constituant des réservoirs potentiels de pathogènes.

Si les bactéries ou les champignons présents dans les fluides sont amenés à se multiplier, cela va modifier à long terme les conditions chimiques des fluides, en influençant par exemple le pH. Si la composition des fluides ne reste pas stable dans le temps, cela devient d'autant plus préoccupant quand on sait qu'une partie de l'eau doit être ensuite réinjectée dans le réservoir.

« Pour le moment, nous faisons un état des lieux de la diversité des microorganismes de ces différents sites, parce que cela n'a jamais été encore fait, indique Pilar Junier. Nos résultats feront partie d'un atlas général que *Reflect* est en train de produire, avec toutes les données pour chacune des stations étudiées. »



Professeure au CHYN et responsable du programme WATSAN, Ellen Milnes apporte depuis des années son expertise dans les régions du monde en crise pour accéder à l'eau potable.



**Où et comment creuser les puits ? Les questions de forage ne concernent pas seulement les régions arides. Elles touchent toutes les régions du monde en butte à des conflits ou des catastrophes naturelles, comme l'explique Ellen Milnes, professeure au CHYN et responsable de la formation continue WATSAN. Lancé en 1995, le cours qui vise à apprendre comment accéder à l'eau potable dans les situations de crise est plus que jamais d'actualité.**

Cela fait des années qu'Ellen Milnes parcourt le monde pour apporter son expertise dans les régions en situation de crise. Début février, elle se trouvait à Madagascar durement touché par le cyclone Batsirai. Face à l'ampleur des besoins, la Suisse a envoyé sur place cinq spécialistes du Corps suisse d'aide humanitaire (CSA), dont elle fait partie.

« Je partage mon temps de travail entre l'humanitaire et le CHYN », précise-t-elle. Sur place, elle a contribué à coordonner l'aide suisse – deux tonnes de matériel ont été envoyées pour permettre l'analyse, la désinfection et la distribution de l'eau potable – avec celle de l'ONG Medair. « L'accès à l'eau potable et sa gestion sont indispensables non seulement pour garantir les besoins humains de base mais aussi pour enrayer les épidémies qui peuvent rapidement se propager dans de telles situations. »

Approvisionnement en eau potable, hygiène, installations sanitaires adéquates, traitement des eaux usées... ces thématiques font partie intégrante du programme WATSAN, qui a démarré en 1995 sous la houlette du CHYN et de l'unité « Eau et habitat » du CICR. Comme le rappelle Ellen Milnes, les



En savoir plus :  
Le programme WATSAN :  
<https://bit.ly/3JxxTCJ>

# Optimiser l'accès à l'eau potable : le nouveau paradigme

compétences des hydrogéologues de l'UniNE se combinaient parfaitement à celles de la célèbre organisation humanitaire qui désirait former des professionnel-le-s de la gestion de l'eau et de l'assainissement dans des conditions d'urgence. Quand en 2005, elle est propulsée à la tête du programme, elle décide de rapatrier l'entier de la formation sur Neuchâtel : « C'était plus simple d'organiser la théorie suivie de la pratique au même endroit. » Réservoir qui fuit, eau contaminée à assainir, pompe à eau souterraine à installer... Depuis, chaque été, la plage de Colombier se transforme huit jours durant en terrain d'exercice grandeur nature, pour apprendre les gestes d'urgence, ceux-là mêmes qui permettront d'éviter la propagation d'épidémies dues à l'eau souillée. « Nous accueillons chaque année une vingtaine de participant-e-s, pour l'essentiel des professionnel-le-s de l'humanitaire. Soit quelque 500 personnes en plus de 20 ans, dont deux tiers issus de Suisse et d'Europe et un tiers du reste du monde, et tout cela grâce au bouche-à-oreille », se réjouit-elle.

Un intérêt qui ne tarit pas: l'accès à l'eau potable, avec le réchauffement climatique, n'a jamais été autant d'actualité. « Les populations déplacées deviennent de plus en plus grandes. Les crises durent aussi plus longtemps, relève-t-elle. Aujourd'hui, avant de forer, on se pose la question de savoir

de quelle quantité d'eau on a besoin pour combien de personnes. C'est un véritable changement de paradigme : on ne creuse plus sur place pour trouver rapidement de l'eau, comme on le faisait jusqu'alors ; on cherche à optimiser la localisation de l'eau, soit à creuser à l'endroit où il y a les plus grandes probabilités de trouver suffisamment d'eau pour subvenir à ces nouveaux besoins, quitte à aller forer un peu plus loin. »

La digitalisation qui permet une meilleure cartographie du terrain et l'essor du solaire qui permet l'installation de pompes fonctionnant toute la journée à l'énergie solaire sont, à ce titre, précieux. « Ces nouvelles technologies nous facilitent le travail. Elles contribuent aussi à améliorer les conditions de vie des personnes sur place. Prenez l'exemple de l'énergie solaire : dans les régions où l'accès à l'eau est difficile, ce sont souvent les femmes et les jeunes filles qui sont mises à contribution. Ces pompes à énergie solaire leur libèrent du temps et améliorent ainsi leurs conditions de vie. »

Au fil des ans, le cours WATSAN a intégré ces nouvelles technologies comme il a inclus dans son approche de nouvelles thématiques, telles que la coordination humanitaire. « On est loin, dans ce cas-là, de l'ingénierie pure. Mais c'est tout aussi important, insiste Ellen Milnes. Le

paysage des acteurs humanitaire a explosé. Aujourd'hui, quand on arrive sur place, on doit faire face à la multiplicité des ONG. Comment coordonner les activités ? Comment se positionner, collaborer, mettre en place quelque chose qui fonctionne entre différents acteurs ? Ce sont des questions essentielles. »

Mis entre parenthèses ces deux dernières années à cause de la situation sanitaire, le cours WATSAN va reprendre cet été, à la fin août, sous une forme nouvelle : « Les participant-e-s vont vivre ensemble toute la semaine à Colombier, sous des tentes et non plus à l'hôtel, près du terrain où ont lieu les cours et les exercices, afin d'être mis en situation. Nous avons opté pour cette nouvelle formule car la formation internationale dans le domaine humanitaire a changé avec le Covid. Beaucoup d'ONG à petits budgets hésitent aujourd'hui à envoyer leurs collaboratrices et collaborateurs à l'autre bout du monde pour des formations qui peuvent se faire en ligne. Avec cette nouvelle formule, nous espérons leur offrir une expérience tout aussi riche, mais à moindre coût. »



**Bonus vidéo**

Immersion en images dans un des cours WATSAN organisés chaque année sur la plage de Colombier.



# Des néonicotinoïdes dans les invertébrés du Seyon

La majorité de petits crustacés et d'insectes aquatiques prélevés dans le Seyon est contaminée par un ou plusieurs néonicotinoïdes, une catégorie de pesticides conçus au départ pour s'attaquer aux ravageurs des cultures. C'est l'amer constat de Jeanne Käser, à l'issue d'un travail de maturité visant à évaluer l'état de santé de la rivière et entrepris en collaboration avec le Laboratoire de la biodiversité du sol de l'UniNE.

L'excellence n'attend pas le nombre des années. Alors qu'elle fréquentait le Lycée Denis-de-Rougemont à Neuchâtel, Jeanne Käser, 17 ans, a entrepris une recherche de niveau universitaire, qu'elle a menée sous la supervision du professeur de biologie de l'UniNE Alexandre Aebi. Ce travail de maturité avait valu à son auteure le Prix spécial du *Swiss Junior Water Prize 2021* du concours national de la Fondation Science et Jeunesse, accompagné par une récente publication dans le Bulletin de la Société neuchâteloise des sciences naturelles.

Depuis leur introduction dans les années 1990, les néonicotinoïdes représentaient encore en 2015 le quart des pesticides vendus dans le monde. Leur présence est attestée dans tous les écosystèmes et leur nocivité est bien documentée, comme leur rôle néfaste dans le déclin des abeilles. « Depuis que nous avons détecté ces substances dans différents miels du monde entier en 2017, se souvient Alexandre Aebi, nous avons pu observer leur présence dans plusieurs écosystèmes et organismes, comme des échantillons de sol, ou des moineaux. Le milieu aquatique étant encore

peu étudié sous cet angle, nous avons confié cette recherche à Jeanne Käser. Son projet s'inscrivait dans le cadre du programme Provoc' des lycées, qui permet aux élèves qui le désirent de se frotter au monde académique pour réaliser leur travail de maturité. Jeanne Käser en faisait partie et c'est comme cela qu'elle a pris part à l'aventure. »

L'objectif de ce travail était de faire le point sur l'état de santé de la rivière en analysant la présence et la prévalence de cinq néonicotinoïdes dans trois genres d'invertébrés aquatiques - gammarès, larves d'insectes, sangsues, prélevés dans les méandres du Seyon à la hauteur du Val-de-Ruz. « Les résultats sont inquiétants, déplore la lauréate aujourd'hui étudiante en Bachelor de biologie à l'UniNE. Tous les échantillons analysés étaient contaminés : même si les concentrations moyennes restent relativement faibles (0.8 nanogramme de substance/gramme du poids de l'insecte), elles témoignent d'une contamination ubiquitaire de l'écosystème qui a des effets désastreux sur le long terme. Cela dit, nous avons aussi découvert une substance à

une concentration presque 10 fois plus élevée que les autres, en l'occurrence de l'imidaclopride qui, dans un des échantillons, atteignait les 7.375 ng/g. Cette donnée indique la probabilité d'une contamination extrêmement haute pour certaines populations d'invertébrés, une hypothèse très alarmante. »

Ces analyses fines ont été réalisées à l'UniNE par Gaétan Glauser, aux commandes de machines capables de détecter une concentration de 2 picogrammes d'une substance par gramme de matière, soit l'équivalent d'une masse d'une pièce de 5 centimes dans une masse égale à 9 fois celle de la tour Eiffel.

L'exposition de ces invertébrés d'eau douce aux néonicotinoïdes est chronique. La persistance de certains de ces pesticides inquiète d'autant plus les biologistes. « Deux des substances retrouvées avaient été interdites d'usage neuf mois avant les échantillonnages, mettant en évidence leur grande rémanence », souligne Jeanne Käser. Toutes ces contaminations ont un impact nocif sur la mortalité et la reproduction des organismes exposés, provoquant le déclin de leur population. Un pareil déclin pourrait entraîner des effets dramatiques sur tout leur milieu, les invertébrés aquatiques étant à la base de la chaîne alimentaire et les principaux



## En savoir plus :

Le projet sur le site de la Fondation Science et Jeunesse  
<https://bit.ly/3qzZa0d>



responsables du recyclage de matière organique.

Ainsi, les articles documentant les impacts négatifs des néonicotinoïdes sur le vivant se multiplient au niveau scientifique. Ils prennent également une dimension politique non négligeable. Alexandre Aebi veut dépasser le temps de la confrontation, allusion aux votations de juin 2021 qui se sont soldées par un refus de deux initiatives contre les pesticides de synthèse, au terme d'une campagne d'une rare violence.

« Nous comptons sur ces résultats non pas pour jeter l'opprobre sur le monde agricole, mais bien pour réconcilier l'écologie et l'agriculture, relève Alexandre Aebi. Imaginer ensemble des solutions pour utiliser moins de produits phytosanitaires est mon objectif. »

« Ce sera d'ailleurs le but d'une intervention que nous aurons, Alexandre Aebi et moi-même, en mai dans le Val-de-Ruz, à l'invitation d'une association de protection du Seyon », ajoute Jeanne Käser. Les deux biologistes espèrent que cette intervention sera l'occasion d'ouvrir un dialogue constructif et compréhensif des enjeux de toutes les parties, de construire des ponts entre le monde paysan et scientifique, ainsi qu'entre différentes générations.

Jeanne Käser  
sur son terrain d'étude dans le lit du Seyon





# Les villes d'Europe et l' eau

Du  
5 au 15  
mai  
2022



## CAFÉ SCIENTIFIQUE Et si le robinet ne coulait plus ?

Mercredi 27 avril 2022, de 18h à 19h30  
[www.unine.ch/cafescientifique](http://www.unine.ch/cafescientifique)

En préambule à la Semaine de l'Europe  
qui se tiendra du 5 au 15 mai 2022 à Neuchâtel  
et qui aura pour thème *Les villes d'Europe et l'eau*.  
[www.neuchatelville.ch/europe](http://www.neuchatelville.ch/europe)

À la une est un dossier de l'Université de Neuchâtel,  
Faubourg de l'Hôpital 41, 2000 Neuchâtel.  
Tél. 032 718 10 40, [bureau.presse@unine.ch](mailto:bureau.presse@unine.ch), [www.unine.ch](http://www.unine.ch)  
Impressum : Bureau presse et promotion, Université de Neuchâtel  
Rédaction : Igor Chlebny, Jennifer Keller.  
Suppléments vidéo : Jennifer Keller, avec Mario Cafiso.  
Photos : Guillaume Perret, sauf p. 16 : composition d'Yves Maumary  
Layout : Leitmotiv, Fred Wuthrich  
Impression sur papier recyclé FSC : IJC  
Parution : avril 2022. Paraît 4 fois par an.