

GEWÄSSERVERTRAG ATTERT | CONTRAT DE RIVIÈRE ATTERT

20 JOER WËSSENSCHAFTLECH RECHERCHEN IWWERT DE WAASSERCYCLUS AM ATERTDALL

Säit Mëtt de 90er maachen d'Wëssenschaftler vum Luxembourg Institute of Science and Technology (LIST) Rechercheaarbechten am Anzuchsgebitt vun der Atert.

Si sichen no Äntwerten op e puer fundamental Froen an der Hydrologie:

Wat geschitt mam Reewaasser wann et op d'Äerd optrëfft?

Wéi eng Weeër gi vum Waasser zeréckgeluecht?

Wéi laang bleift d'Waasser am Anzuchsgebitt?

Wann een de Waassercyclus versteet, versteet een och wéi Héichwaasser an Iwwerschwemmungen entstinn, wéi een der Dréchent kann entgéintwierken oder och nach wéi ee mat verschmotztem Iwwerflächewaasser oder Grondwaasser ëmgeet.

D'Reewaasser moossen

Eng wichteg Komponent an de Recherchen iwwert de Waassercyclus ass de Reen. Op den éischte Bléck schéngt et eng banal Aufgab ze si fir d'Reewaasser ze moossen, an awer ginn et hei oft Feelerquellen an Onsécherheeten. D'Reeschauere während de Summerwiedere ginn hei e gutt Beispill a schwätze fir sech. Obwuel déi jo éischerter vu kuerzer Dauer sinn, sinn se awer relativ intensiv a konzentréieren sech op kleng Flächen. Wat d'Berechnung ëm sou méi schwéier mécht ass, dat et net méiglech ass, fir

iwwerall Moossapparaten opze-riichten. D'Pluviometere decken nëmmen 200 cm² of. Am ganzen Anzuchsbecken vun der Atert, wat méi wéi 300 km² grouss ass, sinn etwa eng Dose Moossapparate placéiert.

D'Wëssenschaftler vum List hunn nei Approchen ausgeschafft, déi dorausser bestinn, fir zum Beispill d'Nidderschléi mat der mobiller Telekommunikatioun ze moossen – eng Approche déi um Fakt baséiert, dat d'elektromagnetesch Wellen tëscht 2 Antennen am Fall vu Nidderschlag geschwächt ginn. Dëst méi schwacht Signal kann ëmgerechent ginn an d'Intensitéit vum Reen, a gëtt och gläichzäiteg Informatiounen iwwert d'Quantitéit vum Reen, deem ee puer Kilometer wäit erofgaangen ass.

Den Debit moossen

Eng weider variabel Komponent an de Recherchen iwwert de Waassercyclus ass de Waasserduerchfloss vun enger Baach. Dësen Debit ännert permanent. Fir dat ze moosse ginn et verschidde Methoden. Eng dervun ass d'Installatioun vu Limniographen. Dat sinn Instrumenter, déi all 15 Minutten de Waasser-niveau moossen (zum Beispill

bei enger Bréck). Donieft muss d'Vitess vum Waasser gemooss ginn. Hei gëtt op verschidden Techniken zréckgegraff; z.B. mat Hëllef vun enger Dréihroll, déi an d'Waasser gehale gëtt, an déi den Duerchfloss miesst oder mat engem Salzmarker.

Wou kënnst d'Waasser hier

Je nodeem vu wou d'Waasser kënnst – z.B. aus dem Grondwaasser, aus der Baach oder vum Buedemoffloss enthält d'Waasser ënnerschiddlech Bestanddeeler. D'Hydrologe vum LIST benotze schonn säit ville Jore Markeren, déi et doduerch erlaben den Ursprung vum Waasser am Anzuchsgebitt vun der Atert ze determinéieren. Dës Markeren entsprechen den natierlechen Bestanddeeler, dei je no Entnahmegebitt ënnerschiddlech héichen Konzentratiounen virkommen. Esou huet all Reservoir (Baach, Buedem, Grondwaasser) eng perséinlech Handschrëft, déi et op d'Waasser, wat do circuléiert, iwwerdréit.

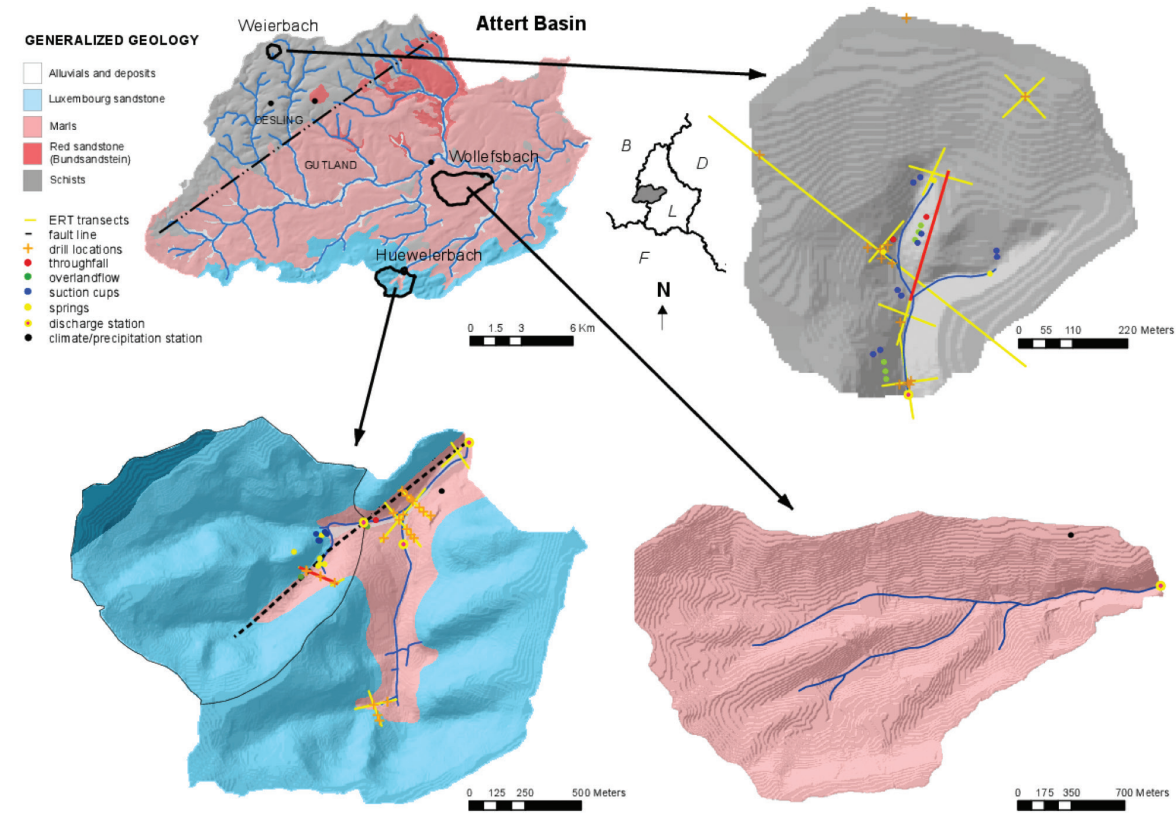
E weidert Beispill ass den Asaz vun thermeschen Infraroutkame-raen. Ënnerierdesch Gewässer hun eng aner Temperatur, wéi

d'Iwwerflächegewässer. Dofir erlaben dës Biller feststellen, wou d'Grondwaasser an eng Baach erausdréckt (Bild 2). D'Infraroutbiller ginn hautdesdaags permanent gewonnen duerch Kamera'en déi um Terrain instal-léiert sinn.

D'Anzuchsgebitt vun der Atert: e wëssenschaftleche Laboratoire ënnert fräiem Himmel

D'Anzuchsgebitt vun der Atert zeechent sech duerch seng ganz grouss Diversitéit aus; ënnerschiddlechen geologeschen Ënnergrond (Sandsteen, Mergel, Schifer), ënnerschiddlech Biedem (Sandbuedem, Lehm-buedem, sauer Biedem ...) an déi verschiddenst Notzungen (Bëscher, Wisen, Akerland, Wunngebidd), ouni déi topographesch Charakteristiken ze vergiessen, ewéi d'Hiwwellandschaften am Gut-land bis bei déi déif Däller am Eisléck. Dës natierlech Diversitéit mécht aus dëser Géigend en aussergewöhnlechen Terrain, fir wëssenschaftlech Studien duerchzeféieren.

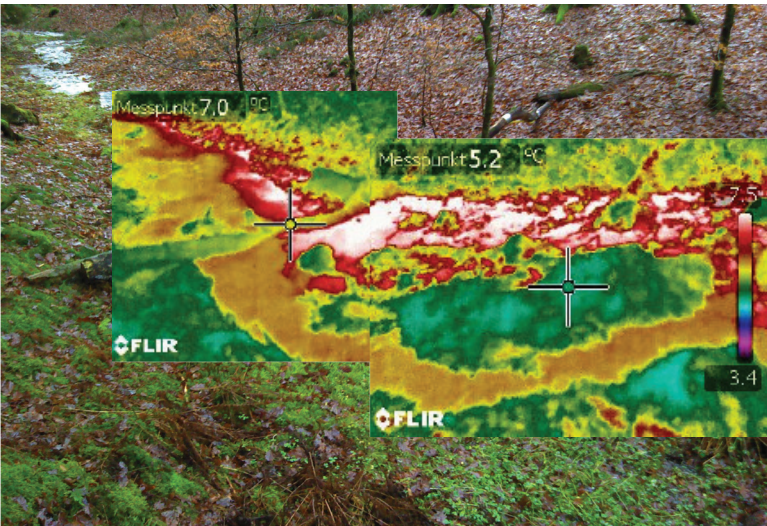
Dräi kleng Waasseranzuchgebitter am Atertgebitt gin méi genee ënnert d'Lupp geholl



Dat sinn d'Weierbaach (Schiefer), d'Huewelerbaach (Sandsteen) an d'Wollefsbaach (Mergel). Während enger Reeperiod reagiert d'Wollefsbaach quasi direkt mat méi héije Waassermassen. D'Huewelerbaach dogéint hat ee méi gemässegten a reegelméissegten Oflaf iwwert d'ganzt Joer. De geologeschen Ënnergrond

as deemno ee wichtegen Aflossfaktor, wat d'Rétentioun vun de Waassermassen ubelaangt. Am Anzugsgebitt vun der Huewelerbaach bleiwen d'Waassermassen am Duerchschnitt e puer Joer, wobäi se an der Wollefsbaach duerchschnittlech just e puer Méint stockéiert ginn. Sait 6 Joer hun d'Hydrologe vum

LIST eng enk Partnerschaft mat verschiddenen Institutionen an Universiteiten aus ganz Europa, jo esouguer aus Australien, Kanada an Amerika – all ugezunn duerch d'Infrastrukturen an d'wëssenschaftlech Capaciteiten, déi an de leschten 20 Joer vun den Hydrologe vum LIST op d'Been gesat goufen.



Infraroutbiller vun der Weierbaach. Gutt z'erkennen ass d'Erausdreeken vum Grondwaasser am rietsen Ufer (wäiss a rout markéiert) den Hiwwel erof.

Images optique et infrarouge du ruisseau Weierbach. Les exfiltrations d'eau depuis le versant en rive droite (identifiées en blanc et en rouge) sont clairement visibles.

Trois petits bassins-versants situés dans le bassin de l'Atert font l'objet d'une attention toute particulière de la part des scientifiques

Le Weierbaach (schistes ardoisiers), le Huewelerbaach (grès) et le Wollefsbaach (marnes). La réponse hydrologique quasi instantanée d'un Wollefsbaach au moment d'un épisode pluvieux contraste avec le rendement presque inchangé au fil des pluies et des saisons qui caractérise le Huewelerbaach. Le substrat géologique apparaît ainsi comme un des principaux facteurs de contrôle, offrant des capacités de stockage considérables dans le cas du Huewelerbaach – menant à des temps de résidence des eaux (durée moyenne de séjour de l'eau dans le bassin-versant) de plusieurs années. Dans le Wollefsbaach, la capacité de stockage très réduite du substrat marneux conduit à un fort contraste entre débits estivaux et hivernaux d'une part et des temps de résidence des eaux très courts d'autre part (quelques mois).

Depuis près de 6 ans, les hydrologues du LIST ont entrepris un partenariat de longue durée avec de multiples institutions de recherche et universités venant de toute l'Europe, voire même d'Australie, du Canada et des Etats-Unis – tous attirés par les infrastructures et les capacités de recherche qui ont été mis en place par les hydrologues du LIST sur près de 20 ans.



MAISON DE L'EAU DE L'ATERT a.s.b.l.
43, Grand-Rue
L-8510 Redange
T +352 26 62 08 08
maison.eau@attert.com
www.attert.com



Wéi moosst een de Reen ? Eng Demonstratioun an der Manukultura zu Useldeng.

Comment mesure-t-on la pluie ? Une démonstration du matériel au Manukultura à Useldange.



Wéi moosst een den Debit vum Waasser ? D'Hydrologe vum LIST während engem Miniatelier iwwert de Waassercyclus an der Manukultura zu Useldeng.

Comment mesure-t-on le débit de l'eau ? Les chercheurs en hydrologie du centre de recherche LIST ont proposé des mini-ateliers ludiques sur le cycle de l'eau au Manukultura à Useldange.



Op dësem Site an der Weierbaach gi Stéchprouwe geholl an den Debit vum Waasser gemooss.

Site d'échantillonnage et de mesure du débit en continu au bassin du Weierbaach.



Pluviometer an der Huewelerbaach moossen den Impakt vum Bësch op d'Veerdeelung vum Waasser op dem Buedem.

Pluviomètres sur la Huewelerbaach. Ils permettent de mesurer l'impact de la forêt sur la distribution de l'eau au sol.

20 ans de travaux de recherche sur le cycle de l'eau dans le bassin de l'Attert

Depuis le milieu des années 1990, des travaux de recherche en hydrologie expérimentale, puis en géochimie environnementale, sont menés par les chercheurs du Luxembourg Institute of Science and Technology (LIST) dans le bassin de l'Attert.

Ces travaux visent en premier lieu à répondre à quelques-unes des questions fondamentales en hydrologie: le devenir des eaux de pluie lorsqu'elles touchent le sol, les chemins parcourus par l'eau (en surface, tout comme à travers le sol et les roches), ainsi que le temps de séjour de l'eau dans le bassin.

Comprendre le cycle de l'eau est important pour mieux comprendre la genèse des crues et inondations, pour anticiper les périodes de sécheresse et pour gérer les contaminations par des polluants des eaux superficielles et souterraines.

Mesurer la pluie

Une variable clé dans l'étude du cycle de l'eau est la pluie. Mesurer la pluie peut paraître trivial, mais constitue pourtant une des principales sources d'erreurs et d'incertitudes en hydrologie expérimentale. Les pluies qui accompagnent les orages en période estivale sont un exemple très parlant – pouvant être de très courte durée, elles n'en sont pas moins souvent très intenses et surtout elles se concentrent la plupart du temps sur un espace géographique très restreint. Cette dernière caractéristique rend leur mesure d'autant plus difficile, qu'il est impossible d'installer des pluviographes enregistreurs partout: leur superficie couvre en règle générale seulement 200 cm² et il n'y a qu'une petite dizaine de pluviographes

répartis sur tout le bassin de l'Attert (plus de 300 km²).

Les chercheurs du LIST ont développé de nouvelles approches, qui consistent par exemple à mesurer les précipitations au moyen des réseaux de télécommunication mobile – une approche basée sur le fait que les ondes électromagnétiques émises entre deux antennes de télécommunication sont affaiblies au moment d'un épisode pluvieux. Cet affaiblissement du signal peut être retransformé en une intensité de pluie – fournissant par la même occasion une information sur les quantités de pluie tombées sur une distance de plusieurs kilomètres.

Mesurer le débit

Autre variable clé dans l'étude du cycle de l'eau, le débit d'une rivière est une variable qui change en permanence. La mesure du débit d'une rivière peut se faire de plusieurs manières. En un premier temps sont installés des limnigraphes, c'est-à-dire des instruments qui mesurent toutes les 15 minutes la hauteur d'eau au niveau d'une section donnée (p.ex. près d'un pont). Ces hauteurs d'eau doivent ensuite être converties en débit (exprimé en litres par seconde) au moyen d'une courbe de tarage – une relation mathématique entre les hauteurs d'eau de la rivière et les débits correspondants.

Pour chaque station de mesure, les chercheurs établissent progressivement une courbe de tarage en réalisant tout au long de l'année des mesures de débit pour une large gamme de hauteurs d'eau observées. Ces mesures de débit se font au moyen de techniques de jaugeage par dilution d'un traceur (p.ex. le sel),

par perche Pirée (un moulinet plongé dans l'eau fournissant la vitesse d'écoulement), ou encore par une méthode acoustique.

Détecter l'origine de l'eau

L'eau qui s'écoule à un instant donné et en un endroit donné d'une rivière est composée de contributions venant de différents réservoirs: écoulement de surface, eaux du sol, eaux souterraines, etc. Les hydrologues du LIST utilisent depuis de nombreuses années différents types de traceurs hydro-géochimiques et isotopiques afin de déterminer l'origine spatiale et temporelle de l'eau dans les cours d'eau du bassin de l'Attert. Les traceurs hydro-géochimiques correspondent à des éléments présents naturellement dans l'environnement, mais à concentrations très variables selon l'endroit de prélèvement. Ainsi, chaque réservoir (en surface, dans le sol, ou encore au niveau de la roche-mère) va procurer une signature hydro-chimique propre à l'eau qui y circule (plus ou moins rapidement); ce qui permet de déterminer quel réservoir a contribué à alimenter le cours d'eau à quel moment de la journée, de la saison ou de l'année.

Un autre exemple dans cette optique est l'utilisation de caméras opérant dans le domaine de l'infrarouge thermique (Image 2). Celles-ci offrent une vue inédite sur les zones d'exfiltration des eaux souterraines ayant des températures différentes par rapport aux eaux de surfaces. Les images infrarouges sont aujourd'hui acquises en continu au moyen de caméras in situ, installées sur le terrain.

Le bassin de l'Attert: un laboratoire de recherche à ciel ouvert

Le bassin de l'Attert est caractérisé par une très grande diversité physiographique – comprenant des contextes géologiques divers (grès, marnes, schistes), des sols (sols sableux, sols argileux, sols acides...) et des types d'occupation du sol contrastés (forêts, prairies, champs labourés, zones urbanisées), tout comme une topographie caractérisée par les reliefs de cuestas au Guttländ et les vallées très encaissées de l'Ösling. Cette diversité naturelle en fait un terrain d'études en hydrologie expérimentale et géochimie environnementale exceptionnel.

Laurent Pfister
LIST



MAISON DE L'EAU DE L'ATTEERT a.s.b.l.

43, Grand-Rue
L-8510 Redange
T +352 26 62 08 08
maison.eau@attert.com
www.attert.com