
Rapport de stage individuel

4^{ème} année

Expériences éco hydrauliques dans
une installation de recherche en
plein air

INSTITUTE OF HYDROBIOLOGY AND AQUATIC
ECOSYSTEM MANAGEMENT
Gregor Mendel Strasse 33/DG 1180 VIENNA
AUTRICHE



Tuteur entreprise :
Stefan SCHMUTZ
Deputy of the Institute of Hydrobiology and
Aquatic Ecosystem Management

Tuteur académique :
Francesca Di Pietro

Antonin Olejarz
22010675t
IMA
2021-2022

Remerciements

A **Elora FAUCHERY** pour son contact donné et son travail effectué l'année précédente avec l'équipe de chercheur qui les a incités à reprendre contact avec l'école pour proposer des stages cette année.

A **Stefan AUER**, qui a été le superviseur des manipulations, expériences, organisations tout au long de la période de stage effective et même en dehors.

A **Simon FUHRER, Daniel HAYES** et toute l'équipe de chercheurs qui ont collaborés avec moi lors des expériences, de l'entretien, du suivi des poissons.

A **Francesca DI PIETRO** pour avoir été ma tutrice pédagogique.

A **Stefan SCHMUTZ** pour avoir été mon tuteur professionnel en lien avec l'université de BOKU à VIENNE.

Table des matières

I) Introduction	4
II) Présentation de la structure d'accueil	4
A) HyTec : la structure physique.	4
B) Partenaires et Institutions meneurs de cette structure	5
C) Présentation de l'équipe de chercheurs	6
III) Présentation de la mission.....	6
A) Définition de la mission	6
B) Présentation du matériel	7
i) Le matériel informatique	7
ii) Les bassins de piscicultures	8
iii) Autres matériels.....	9
IV) Présentation du déroulé de la mission	9
A) La préparation avant l'acquisition de données.....	9
i) Préparation des mésocosmes	9
ii) Préparation du chenal et calibration	13
iii) Set-up artémia et surveillance poissons	18
B) Les hotus : protocoles, expériences et problèmes soulevés	22
i) Protocoles de suivis, d'expériences	22
ii) Tableau synthétique	26
iii) Problèmes possibles identifiés	26
C) Préparation avant l'arrivée des barbeaux.....	27

i) Préparation d'expérience de température.	27
ii) Arrivée des barbeaux : réajustements.	28
D) Les barbeaux : protocoles, expériences et problèmes soulevés	29
i) Protocoles	29
ii) Expériences.....	30
iii) Problèmes soulevés	30
V) La présentation des livrables de la mission	31
VI) Retour réflexif sur l'expérience : démarche, méthodes mises en oeuvre, analyse critique des résultats produits, propositions de pistes de changement, projection dans un métier	31
A) Retour sur l'organisation du travail en équipe	31
B) Retour sur la répartition du travail et sur les protocoles	32
C) Les apports personnels de stage sur mes projets professionnels	32
D) Les pistes d'améliorations possibles pour l'institution et pour l'équipe	32
Bibliographie/Sitographie	33
Annexes	33

I) Introduction

Dans le cadre des études d'ingénieurs des milieux aquatiques à Polytech' Tours, l'expérience professionnelle à l'étranger est nécessaire. J'ai donc décidé de réaliser un stage en Autriche à *Lunz am See* dans le domaine de la recherche. Pays membre de l'Union Européenne, l'Autriche doit suivre la législation en vigueur sur l'eau, notamment la Directive Cadre sur l'Eau de Décembre 2000.

Cette directive impose le bon état écologique et physique des cours d'eau. Ce bon état écologique et physique dépend donc de plusieurs paramètres comme les populations de poissons, diversité des faciès d'écoulement, absence de pollutions, etc...

Cette directive intervient donc au sein de nombreux conflits d'usages comme par exemple la production d'énergie dite « verte », l'irrigation des cultures, industries et rejets des eaux usées.

Grâce à une ancienne élève de Polytech'Tours, Elora FAUCHERY, qui avait obtenu le stage l'année passée, je me suis donc dirigé vers le même organisme cette année afin de réaliser mon stage au sein d'une équipe de chercheurs sur l'impact des barrages hydroélectriques sur les larves des poissons juvéniles en aval. L'Autriche est au sein de ces problèmes car selon Stefan Auer, tuteur affilié professionnel, le pays voudrait obtenir son indépendance énergétique, et les barrages hydroélectriques sont nombreux pour cette production. Cependant, pour ce qui est de la continuité écologique, ces infrastructures peuvent représenter d'imposant obstacles et lors des lâcher d'eau pour produire l'électricité, les niveaux d'eaux en aval varient très fortement sur de très courtes périodes, par conséquent, la faune sauvage vivant dans ces cours d'eau peut subir des préjudices non négligeables pour le maintien d'un équilibre stable de la biodiversité et des populations de poissons. Comme nous le verrons par la suite de ce rapport, les études et les recherches de cette année étaient concentrées sur deux espèces de cyprinidés, à savoir les Hôtus (*Chondrostoma nasus*) et les Barbeaux fluviatiles (*Barbus barbus*). Les années précédentes, les recherches étaient focalisées sur les espèces de poisson vivant plus en amont des cours d'eau, plus proches des barrages hydroélectriques comme les salmonidés. Cette étude est donc un travail de long terme afin de balayer un maximum d'aspect des impacts à toutes les échelles du cours d'eau et sur un maximum d'espèces.

II) Présentation de la structure d'accueil

A) HyTec : la structure physique.

La structure dans laquelle j'ai réalisé mon stage durant 12 semaines est nommée « HyTEC », acronyme signifiant : Hydromorphology and Temperature Experimental Channel ou encore chenal expérimental d'hydromorphologie et de température. Cette installation expérimentale de plein air est une base pour les travaux scientifiques sur les problèmes sonores dans les eaux autrichiennes fluviales. Le but de cette installation est de pouvoir identifier des relations de causes à effets entre organismes aquatiques et phénomènes de crues et décrues (« *hydropeaking* ») grâce à des expériences sous paramètres contrôlés. La morphologie du chenal peut être modifiée manuellement, elle est modelable car l'installation comporte deux chenaux artificiels rectilignes de 40m de long sur 6m de large à base de sédiments grossiers (galets, blocs) à fins (graviers, sables). Ces deux chenaux sont approvisionnés par l'eau du Lac de Lunz, 500m en amont environ et le rejet de cette eau détournée se réalise dans la rivière découlant du lac.

Deux canalisations principales pompent l'eau du lac, une de surface et une de profondeur, par conséquent, la température est elle aussi modulable pour les expériences. Ces deux pompes sont régulées par une console présente dans le bureau de l'installation (voir figures 1, 2 et 3 ci-dessous).

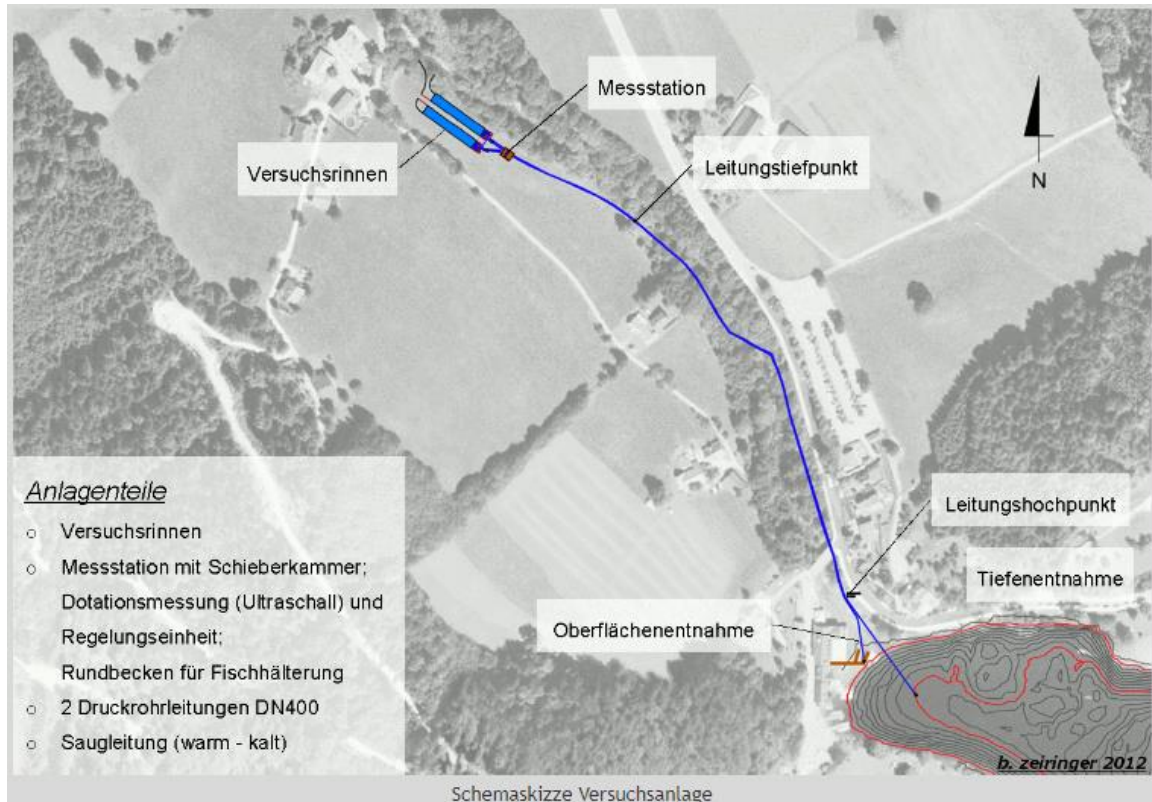


Figure 1 : Schéma de l'installation expérimentale (hydropeaking.boku.ac.at)

On voit bien sur ce schéma l'installation décrite précédemment. Cette installation a été réalisée au début des années 2010 et notre zone de travail principal se situe donc à partir de « Messstation » qui est le chalet/office avec les deux chenaux en aval.



Figure 2 : Installation expérimentale vu de l'aval

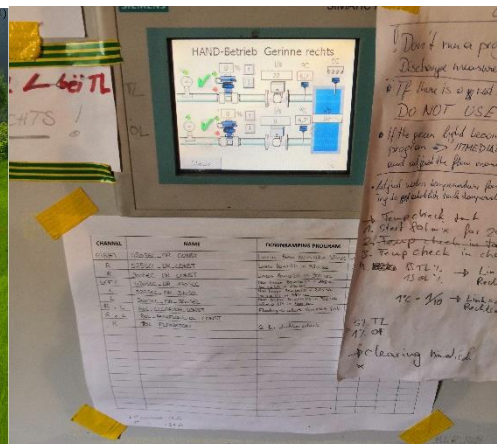


Figure 3 : Ecran de contrôle des pompes de surface et de profondeur

B) Partenaires et Institutions meneurs de cette structure

Cette installation de recherche est dirigée par L'Institut d'Hydrologie et de Gestion des eaux de l'université BOKU (« BODenKULTur ») de Vienne. Cependant, de nombreux partenaires et autres institutions se greffent à eux pour financer les études, les différents projets comme par exemple le « Wasser Cluster Lunz » qui est le centre de recherche sur la biologie du lac de Lunz où de nombreux chercheurs, professeurs et étudiants coopèrent pour analyser l'évolution du Lac de Lunz au fil du

temps. Mais aussi à l'international avec des partenaires de Suède ou encore de Suisse qui ont été amenés à travailler sur cette installation, unique en Europe.



Figure 4 : Panel des coopérateurs nationaux et européens

C) Présentation de l'équipe de chercheurs

Lors de cette expérience professionnelle, j'ai été intégré à une équipe de chercheurs déjà présente les années passées. C'est donc avec 4 collègues que j'ai collaboré cette année : Simon FURHER (chercheur relié à l'université de BOKU), Daniel HAYES (Enseignant chercheur relié à l'université de BOKU), Félix (étudiant réalisant sa thèse de doctorat) et Stefan AUER (Chercheur relié à l'université de BOKU). Stefan SCHMUTZ, mon tuteur professionnel s'occupait de la gestion informatique, de la logistique et de l'administration, par conséquent mon tuteur référent de cette expérience fut Stefan AUER qui communiquait régulièrement avec Stefan SCHMUTZ.

Certains autres étudiants ont été de passage pour réaliser une tâche précise comme Peter, étudiant de master qui s'occupait de calculer les débits réels observés et les pertes en eau le long des chenaux.

III) Présentation de la mission

A) Définition de la mission

La mission de mon stage est de mettre en œuvre des expériences d'*hydropeaking* sur deux espèces de poissons, plus précisément de la famille des cyprinidés avec le hotu et le barbeau. Le terme *hydropeaking* signifie en français pic hydrologique, donc les expériences vont porter sur le fait de faire monter le niveau d'eau dans le chenal très rapidement et de le faire descendre très rapidement. Ce processus est censé représenter à l'échelle le phénomène visible en aval des barrages destinés à la production d'électricité (voir figure 5 ci-après). L'objectif sera donc d'acquérir des données nombreuses et significatives, les plus proches des conditions naturelles en sachant maîtriser les paramètres abiotiques comme les vitesses de courant, hauteur d'eau, taille des sédiments, etc... Cette mission implique aussi tout une phase de réflexion, de concertation et de coopération entre les chercheurs pour trouver les solutions les plus adaptées au problème posé.

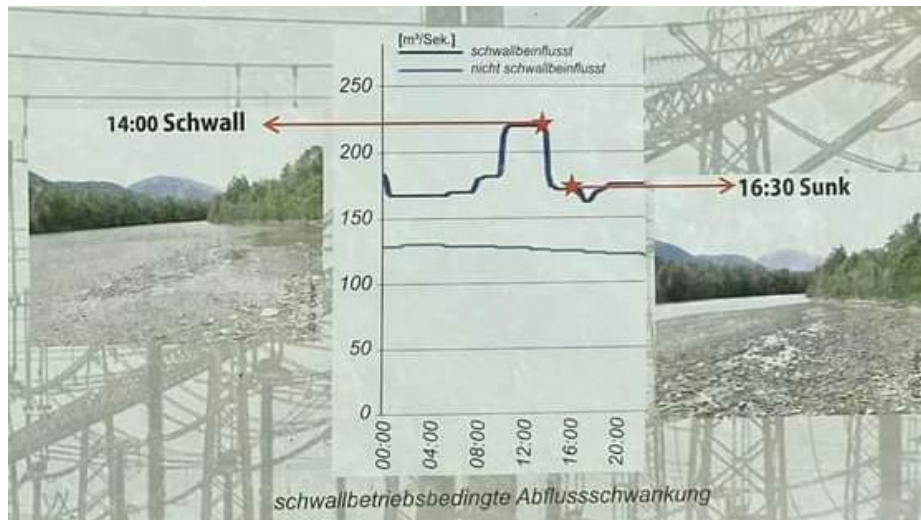


Figure 5 : Un exemple de montée et descente des eaux rapides en Autriche

Comme on peut le voir sur la **figure 5**, le barrage hydroélectrique réalise un gros lâcher d'eau de midi à 15h, d'où la grève complètement inondée à 14h, puis une fois la vanne du barrage refermée, à 16h30 des dizaines de mètres de grèves sont redécouvert, et sur un temps très court (moins d'une heure). C'est en voyant cela que la question de l'impact de ces crues/décrues se pose sur les alevins et juvéniles de poissons. Avec ces observations concrètes la mission de ces 12 semaines de stage sera donc, avec le matériel mis à disposition de réaliser et d'acquérir des données uniques et pouvant donner des informations nécessaires à la compréhension du comportement des deux espèces de cyprinidés. De plus, une fois les poissons présents sur le centre de recherche, une seconde tâche nous a été confiée : prendre soin de ces derniers : nourriture, nettoyage, température de l'eau qui est non négligeable.

B) Présentation du matériel

i) Le matériel informatique

L'acquisition de données et le contrôles des paramètres nécessite obligatoirement du matériel. C'est pour cela que deux ordinateurs étaient présents, équipé d'un réseau internet afin de suivre la température du lac de Lunz en direct sur le site www.noel.gv.at/wasserstand/#/de/Messstellen.

De plus, comme vu précédemment en **figure 3**, nous sommes équipés d'un programmeur qui gère les débits en temps réels, où l'on peut réguler l'ouverture des valves et la température de l'eau de surface et de profondeur et ce, pour chaque chenal. Par conséquent c'est donc les 2 grosses conduites qui pompent l'eau du lac en profondeur et en surface qui se séparent en deux chacune pour alimenter les deux chenaux en eau de surface et en eau de profondeur (d'où les 4 boîtiers sur la **figure 6**).

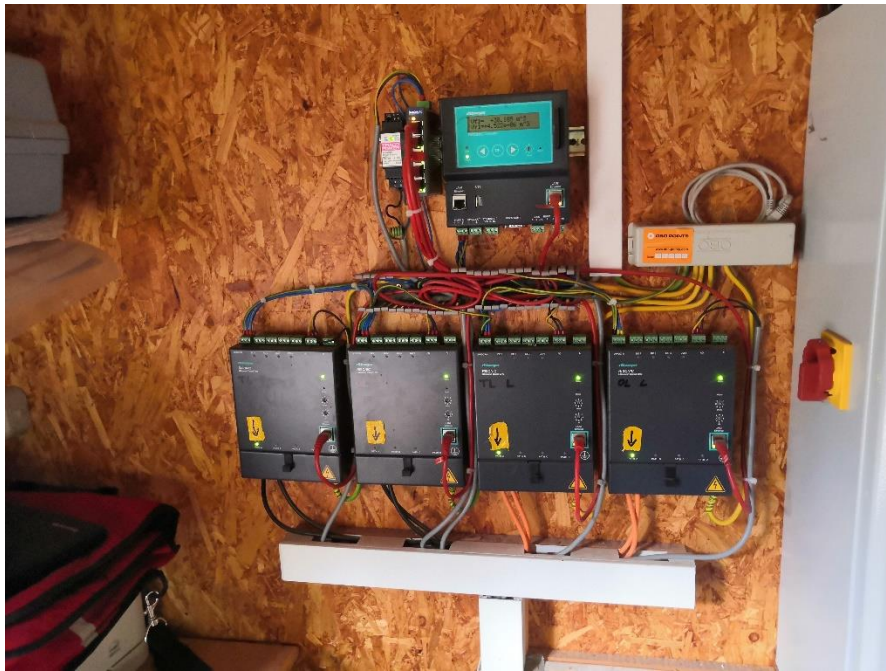


Figure 6 : installation électronique reliée à l'automate pour gérer les débits

Enfin, afin de contrôler le plus précisément la température, des sondes thermomètres sont reliées par connexion sans fil au PC du bureau qui affiche la température à intervalle d'une minute ou de 10 secondes selon le laps de temps désiré. (Voir **figure 7** ci-dessous)

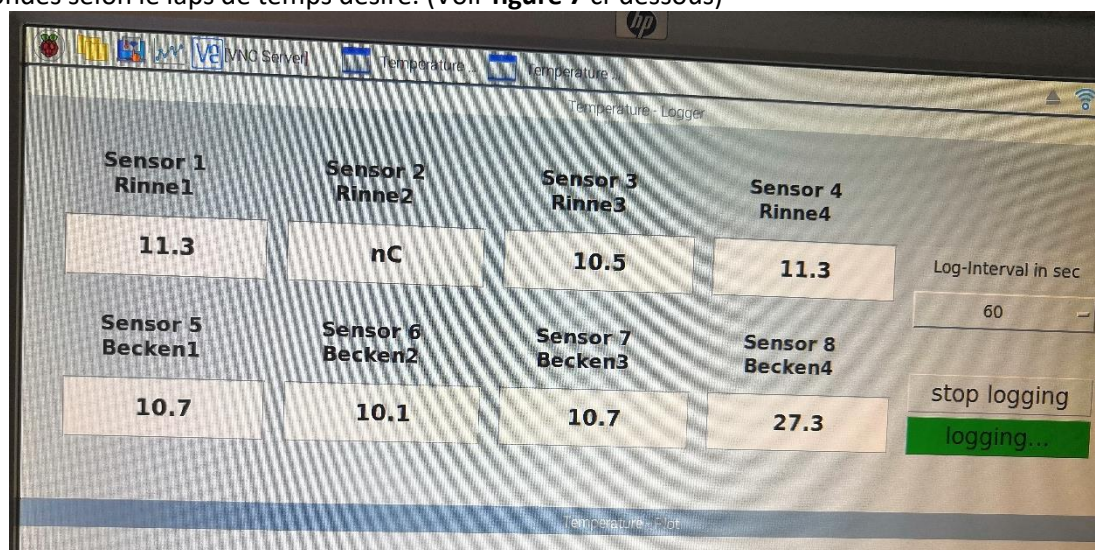


Figure 7 : Suivi de la température à intervalle d'une minute avec dispositif d'enregistrement

Tout ce matériel nous sera utile pour la suite de l'expérience professionnelle, sans ce de dernier, aucune donnée précise et régulière ne peut être valable.

ii) Les bassins de piscicultures

Lorsque nous réalisons des expériences avec des juvéniles et alevins de poissons, se pose la question du stockage de ces poissons durant ce laps de temps. C'est pour cela qu'un espace à l'arrière du chalet couvert mais en extérieur est dédié aux poissons avec trois gros bassins de pisciculture équipé d'un système de renouvellement d'eau. Chacun de ces trois bassins est alimenté par une conduite d'eau de surface du lac et par une conduite d'eau de profondeur du lac.



Figure 8 : Exemple d'un des trois bassins de stockage

Comme on peut le voir sur la **figure 8**, le système de vidange se constitue d'un drain en pvc orange dans lequel on insère un autre tuyau de pvc plus ou moins profondément pour ajuster la hauteur d'eau dans le bassin. Le filet tendu au-dessus du bassin est une protection contre les animaux prédateurs.

iii) Autres matériels

Le matériel présenté précédemment ne consiste que la base la plus simpliste pour acquérir des données correctes et comparable sur le long terme, mais le lieu de travail comporte divers autres outils selon nos besoins lors du déroulé de la mission et de son avancement. La nourriture pour poissons, outils de bricolage (disqueuse, fer à souder, pelles, brouette, etc..), le courantomètre, waders, cirés et bien d'autres équipement sont prévus sur place et peuvent être achetés à la boutique de bricolage du village en cas de besoin.

IV) Présentation du déroulé de la mission

Avant d'exposer le déroulé de ma mission, niveau organisationnel, nous avons été amenés à tenir un journal de bord lié au centre HyTEC au jour le jour pour rendre des comptes des avancées de la mission et d'indiquer quelles personnes étaient présentes (Voir exemple en annexe).

A) La préparation avant l'acquisition de données

i) Préparation des mésocosomes

Pour toutes expériences, il existe une phase de réflexion, de préparation, de réalisation, d'acquisition de données, d'analyse et de discussion. La phase de réflexion sur la réalisation des expériences et des méthodes employées étant déjà adoptée pour les années précédentes avec les salmonidés, nous sommes arrivés pour la phase préparation de l'expérience. Il a été choisi par le passé, d'établir des expériences au sein d'un mésocosme, plateforme expérimentale au sein du chenal où les conditions de vie naturelle y sont reproduites, isolée par des cadres en acier comportant des filets à maille très fines pour empêcher les juvéniles d'être emportés, ou éloignés de la zone voulue. En effet les expériences que nous décrirons par la suite sont des expériences basées sur une recapture des poissons après la décrue rapide d'un pic hydrologique lié à une production d'électricité d'un barrage en amont. Il est par conséquent nécessaire et quasi-obligatoire de récupérer 100 poissons après

expérience si 100 ont été stocké dans le mésocosme, d'où les filets, de grilles, de bois pour faire en sorte que cette plateforme soit totalement « fermée » au passage des plus petits poissons. C'est pour cette raison que la première partie de ma mission a consisté en la préparation de ces cadres métalliques qui étaient stockés dehors. La rouille, les vieux filets de l'an passé ont dû être retirés pour rénover le cadre comme on peut l'observer sur les **Figure 9 et 10**.



Figure 9 et 10 : Les cadres anciens et rouillés ont dû être rénovés à la meuleuse

Les deux chenaux droit et gauche, sont composé d'une plateforme, elle-même contenant trois cadres, cela fait donc 8 cadres encore englués, rouillés, à rénover avant l'arrivée des hotus. La pose d'un nouveau filet, de sa fixation avec des vis et écrous, a donc été la suite de notre mission. Cette tâche était particulièrement délicate car il fallait s'assurer que le filet soit parfaitement tendu pour toutes les parties du cadre, sans pour autant qu'un trou ne se réalise par accident lors du collage et du scellage des lames métalliques recouvrant le cadre.

Pendant ce temps, qui nous a pris quelques jours, avec Anna COUDRAIS, ma collègue de classe de Polytech réalisant aussi sa mission de stage dans la même institution que moi, Stefan s'occupait de nettoyer les tanks et de commencer à installer les thermomètres connectés au PC pour les tanks (bassins) 1, 2 et 3.

Voici en **figure 11 et 12** la suite de la rénovation des cadres métalliques.



Figure 11 : Pose du filet



Figure 12 : Résultat obtenu sur un cadre

Comme on peut le voir sur la **Figure 12**, le filet collé au pistolet à colle et pincé par les lamelles métalliques le recouvrant est parfaitement tendu, il n'y aura donc aucun juvénile qui pourra s'échapper ici. Cependant, l'excédent de filet que l'on peut observer sur cette même figure sera redécoupé et retiré car il pourrait avoir une influence sur les vitesses de courant sein de la plateforme ou pourrait constituer un abri pour ces juvéniles.

Quant à la préparation de la plateforme en elle-même, avant de fixer les cadres métalliques rénovés dessus, il faut ajuster la pente latérale et longitudinale du mésocosme. Les expériences étant sur des espèces de cyprinidés, vivant dans les parties plus aval des cours d'eau, les pentes sont par conséquent moins élevées que pour les lieux de vie des salmonidés. Lors des expériences des salmonidés les années précédentes, une pente latérale de la grève étaient fixée à 5%, or ici on voudrait avoir une pente latérale à 2%.

Le pourcentage de la pente est égal au nombre de centimètres au mètre, par exemple pour une plateforme de 2m de large, le point le plus haut (donc la berge pour notre plateforme), sera donc 4 centimètre plus haut que l'extrémité basse de la plateforme. C'est donc à l'aide de cales métalliques et d'un niveau digital que nous avons établi la pente latérale à 2% pour chaque plateforme. On veut obtenir strictement les mêmes chenaux, pour que les expériences menées en chenal droit soient comparables à celles menées en chenal gauche. Pour la pente longitudinale, une pente à 0.5% est nécessaire, soit 1 centimètre plus haut en amont qu'en aval de la plateforme de deux mètres sur deux mètres.

Une fois la pente établie, de nombreuses jeunes pousse de saules étaient présentes en amont de la plateforme mais uniquement du côté droit, par conséquent j'ai pris l'initiative de désherber manuellement ces jeunes pousses afin qu'elles n'influencent pas par la suite les vitesses de courant au sein de la plateforme.

Une fois ces mésocosmes droit et gauche préparés, avec cadres métalliques vissés, à la bonne pente nous avons dû ajouter une petite grille métallique recouverte d'un filet du même genre que ceux des cadres sur la partie appelée « *deep channel* », qui est la partie la plus éloignée de la berge (la plus profonde en eau). Cette partie est la partie où seront trouvés les poissons ayant réussi à survivre à une descente brutale des eaux (suite à un arrêt de lâcher d'eau du barrage en amont en conditions réelles). Voici quelques figures pour montrer l'avancement de notre travail de préparation.



Figure 13 : Plateforme sans les filets lors de l'ajustement des pentes et à droite les jeunes pousses de saules pouvant influencer les vitesses de courant.

Une fois ces plateformes prêtes, nous avons réfléchi à un concept pour pouvoir circuler autour de la plateforme sans même marcher sur le sol pour ne pas modifier le substrat et donc les vitesses de courant, les hauteurs d'eau au sein de la plateforme, nous avons donc construit à l'aide de planches en bois, un chemin rehaussé pour venir stocker, observer les poissons sans influencer l'expérience. Le souci de la production locale en Autriche est une priorité, par conséquent nous nous sommes fournies dans la scierie locale du village de Lunz. **(Figure 14)**



Figure 14 : La scierie de Lunz-am-See, un lieu de fourniture pour nos recherches

Puis en **figure 15**, le résultat final des plateformes agencées. Toute cette phase de préparation est très importante car toutes les expériences qui en découleront dépendent de cette préparation. Il aurait donc été peu judicieux de sous considérer cette phase, qui nous a pris environ deux semaines et demi à trois semaines.



Figure 15 : Résultat final d'un mésocosme prêt à l'emploi

A noter qu'en plus du feutre présent sur le sol de la plateforme, nous y avons ajouté deux à trois centimètres de substrat fins à très fins pour obtenir une hauteur d'eau lors du pic de 3 à 4 cm proche de la partie haute (partie en bois où il n'y a pas de cadre, censée représenter la berge). Les sédiments fins ont été tamisés et nettoyés, brassés, pour qu'il n'y ait pas trop de limons et de poussières de sable dans l'eau de la plateforme, pouvant obstruer les filets lors du pic hydrologique, et donc influencer les vitesses de courant.



Figure 16 : Nettoyage des sédiments pour recouvrir la plateforme et s'approcher au maximum des conditions naturelles d'une zone à cyprinidés

Ces sédiments ont été répartis sur la plateforme plate, pas dans la zone de réussite des poissons, (deep channel ndlr) et ajustés à la truelle, taloche pour éviter un maximum de creux, bosses pouvant constituer des abris potentiels aux juvéniles, ce qui influencerait l'expérience. En effet ces abris ne seraient pas à l'échelle de l'expérience et pourraient donc inciter les juvéniles à rester derrière ces amas de graviers pour se reposer lors de la descente des eaux mais ce qui les piègeraient d'autant plus. Une fois ces graviers aplanis, une vérification de la pente est nécessaire pour qu'aucun facteur ne change.

Une fois toutes ces étapes réalisées pour la préparation physique de notre mésocosme, la préparation du chenal, de la calibration des débits afin d'avoir les mêmes vitesses de courant, hauteurs d'eau à droite et à gauche est donc un second chapitre de notre mission.

ii) Préparation du chenal et calibration

Comme annoncé précédemment, nous avons réalisé également une grosse préparation du chenal tout entier (40m de long sur 6m de large pour chaque). Cette préparation a commencé avec la calibration des débits et le calcul des pertes en eau entre le débit annoncé par le programmeur au début des drains et à l'exutoire du chenal. Chaque chenal est constitué d'un bassin de mixage, zone où l'eau de surface et l'eau de profondeur arrivent pour se mélanger et obtenir une température d'eau homogène avant de s'écouler dans le chenal (voir **figure 17**).



Figure 17 : Les deux bassins de mixage en vue latérale (drains d'alimentation non visibles)

Comme visible sur la **figure 17**, les bassins sont fabriqués à l'aide poutrelles en métal et de planches de bois, par conséquent des fuites sont toujours présentes, plus ou moins importantes. C'est pour cela que Peter, étudiant à l'université de BOKU a réalisé des mesures d'estimation de pertes en eau et de débits à la sortie du chenal afin d'être sûr que les débits programmés soient bien présents au sein de la plateforme.

Pour ce faire, Peter a rendu étanche la fin du chenal en ne laissant passer l'eau qu'à un endroit, où une graduation était établie et selon le temps, la hauteur d'eau variait en fonction du débit (voir photo de l'installation en **figure 18**). Durant cette période nous avons été amenés à l'aider dans la lecture des mesures, les calculs de débits, etc...



Figure 18 : Installation à l'exutoire du chenal pour le calcul des débits réels et l'estimation des pertes

Cette préparation est très importante car sur le programmeur, qui indique le débit de chaque drain en temps réel pour chaque chenal, Stefan et ses collègues avaient remarqué l'année dernière une erreur. Pour le chenal droit, les vannes des drains de profondeur et de surface étant complètement fermées (voyant rouge au-dessus du logo de la vanne pour indiquer qu'il y a contact de la vanne avec le sol), pourtant le programmeur indiquait un débit de 22L/s pour la conduite d'eau de profondeur. Par conséquent, tout débit rentré et voulu en programmation pour le chenal droit devra prendre en compte cette erreur de 22 litres par secondes. Par exemple, pour un débit réel observé de 80L par seconde dans le chenal droit, il devra être programmé un débit de 102 L par seconde dans le programmeur (voir **figure 19**).

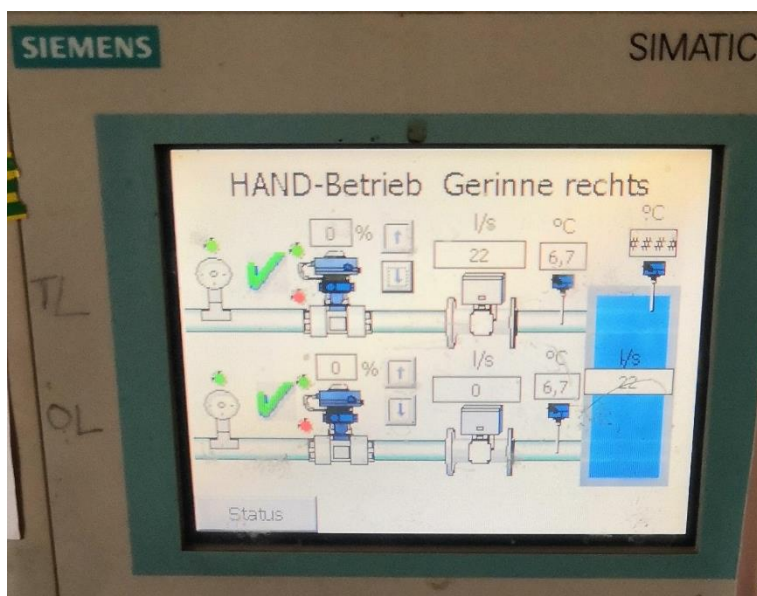


Figure 19 : Débit indiqué de 22L/s alors que les deux voyant rouges sont indiqués

Une vigilance à maintenir de notre part lors des programmes voulus, est que TL est la conduite d'eau de profondeur (**figure 19**) et OL est l'eau de surface, la disposition est en contresens mais elle est ainsi car elle représente les conduites vues du dessus dans le sous-sol sous nos pieds.

Une fois cette erreur prise en compte, il s'agissait de savoir si cette erreur dans les capteurs de cette vanne d'eau de profondeur était la même pour tous les débits programmés, d'où cette calibration nécessaire à 15L/secondes, 25 et 80L/secondes, soit le débit maximal nécessaire pour nos expériences.

Ce débit de 80L par seconde a été fixé ainsi car avec notre installation des plateformes, c'est à ce débit que l'on arrive à reproduire au plus proche les conditions naturelles de vie des poissons (vitesses de courant, hauteurs d'eau).

Ces derniers facteurs mentionnés devant être identiques voire similaires dans les deux chenaux, nous avons dû ajuster le substrat au sein du chenal entier en ajoutant, déplaçant des galets, rampe en bois, retenues d'eau. A la sortie de chaque bassin de mixage, 3 boîtes sont présentes avec une importante quantité de graviers (voir **figure 20**). Ces graviers ont donc été retirés de ces boîtes car ils avaient servi auparavant pour des expériences sur les invertébrés benthiques et sur l'impact des pics hydrologiques sur le bruit de fond liés à la saltation des graviers. Ces boîtes sont cependant restées car elles ont permis un écoulement moins turbulent à la sortie des bassins.



Figure 20 : Le substrat des boîtes a été réutilisé et réparti dans les chenaux

Une fois les hauteurs d'eau souhaitées obtenues dans les deux chenaux, j'ai été amené à mesurer les vitesses de courant au sein du mésocosme, et ce à différents points : les cadres filets étant séparés en 3 sous-parties, nous avons pris deux mesures pour chaque sous parties en largeur et en 4 sur la longueur, par conséquent nous avons donc 24 mesures de courant, dont 4 dans le chenal profond (zone de réussite). Ces mesures ont été réalisés à l'aide d'un courantomètre, précis au centimètres par seconde près (voir **figure 21**). L'objectif de ces mesures n'est pas d'avoir une valeur exacte, mais d'avoir une valeur proche de 0 cm par seconde à la berge de la plateforme, et d'avoir une vitesse supérieure à 10cm par seconde dans le chenal profond, à 2m de la berge de la plateforme et également d'avoir un gradient de vitesse latéral assez homogène pour éviter que les poissons soient perturbés ou dérivés s'il rencontrent une zone à trop fort courant trop rapidement.

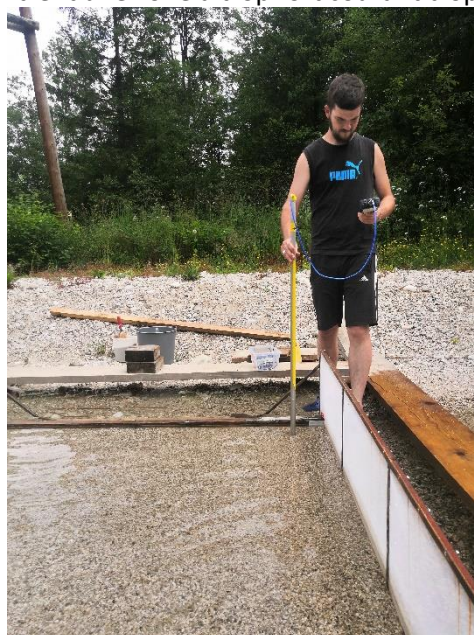


Figure 21 : Prise de mesures de vitesse de courant à la berge de la plateforme

Si les vitesses de courant étaient trop incohérentes, nous devions bouger le substrat, nous aider de colorant alimentaire pour mieux visionner la répartition des vitesses de courant et du gradient de vitesse. Cette opération est à réaliser régulièrement car le substrat peut être amené à bouger à cause du courant, du piétinement, des animaux, de la météo...

Une fois les vitesses de courants et les hauteurs d'eau bien établies et similaires dans les deux chenaux, est venue la mesure du « *Downramping rate* » ou vitesse de descente des eaux. Cette vitesse de descente des eaux lorsque les barrages stoppent leur lâcher d'eau pour arrêter leur production d'électricité sont environ égale à 1.5cm par minute voire maximum 2cm par minute, même plusieurs kilomètres en aval du barrage. Les expériences des années passées sur les salmonidés avaient été réalisées avec deux vitesses de descente des eaux différentes : une descente rapide (telle qu'en réalité sur les cours d'eau) à 1.5cm/min et une à faible vitesse (en émettant l'hypothèse que l'impact sur les organismes aquatiques soit moindre, car ces derniers auraient plus de temps pour rejoindre le chenal profond, toujours en eau).

C'est donc pour cela que cette année également nous avons décidé de reprendre ces mêmes taux afin que les données acquises sur les hotus et les barbeaux puissent être mises en relation avec les données établies et analysées des salmonidés. Cela permettra aussi d'analyser si l'impact de ces pics hydrologiques artificiels est plus ou aussi ou moins important en descendant le cours d'eau. Avec ces expériences, les parties les plus amonts des cours d'eau aux parties les plus aval des cours d'eau auront été étudiées.

Ce taux de descente des eaux a donc été calculé dans les programmes des années passées mais nous avons dû réaliser quelques adaptations aux programmes pour essayer d'obtenir une décrue linéaire et non par saccades. Pour acquérir ces données nous avons mesuré la hauteur d'eau dans le mésocosme à 80L/sec (on rappelle débit vérifié les semaines auparavant) puis avec un programme réduisant le débit progressivement jusque 0L/seconde (ou juste quelques litres pour conserver un minimum d'eau dans le chenal profond du mésocosme), nous avons pris des mesures de lecture toute les 30 secondes jusqu'à temps que l'aire en substrat soit complètement à sec.

Downramping measurement: v.1

Date / Time:
ID_Cosm:
RR (SEC):
Name:

Date / Time:
ID_Cosm:
RR (SEC):
Name:

t (sec)	h (cm)	t (sec)	h (cm)	t (sec)	h (cm)	t (sec)	h (cm)
0		420		0		420	
30		450		30		450	
60		480		60		480	
90		510		90		510	
120		540		120		540	
150		570		150		570	
180		600		180		600	
210		630		210		630	
240		660		240		660	
270		690		270		690	
300		720		300		720	
330		750		330		750	
360		780		360		780	
390		810		390		810	

Figure 22 : Protocole type pour les mesures de Downramping

Sur ce protocole en **figure 22**, nous notions les mesures et deux autres remarques importantes devaient être renseignées :

- Le moment où le début de la berge du mésocosme commençait à s'assécher.
- Le moment où toute la grève en substrat était asséchée.

C'est ensuite entre ces deux moments que l'on calculait le taux de descente des eaux, car avant que la berge commence à s'assécher, la vitesse peut varier car en chenal artificiel extérieur, il est compliqué d'obtenir une relation linéaire parfaite (plus laps de temps entre la baisse du débit à la vanne et baisse du niveau d'eau dans la plateforme). Ce laps de temps est donc éliminé en ne prenant en compte que cette plage horaire lors de la mesure.

Une fois le programme terminé, nous étions chargés de rentrer ces données dans un logiciel Excel leur appartenant et nous calculions le taux. S'il était trop élevé, nous devions modifier le programme et ajuster la diminution du débit, si trop faible, inversement. La marge de précision du taux de descente de l'eau devait être à un maximum de 0.8 mm par minute (selon Stefan Auer et son équipe).

Une fois le taux correct établi, pour les deux chenaux, en prenant en compte l'erreur de 22L par seconde dans les programmes du chenal de droite, les chenaux et les mésocosmes étaient prêts pour recevoir les juvéniles de cyprinidés.

iii) Set-up artémia et surveillance poissons

Les premiers poissons à arriver sont les hotus ou *Chondrostoma nasus*. Ils sont arrivés les premiers vers début Mai car cette espèce de cyprinidés fraie avant les barbeaux, qui éclosent plus tardivement (juin). Par conséquent, nous avons dû préparer leur futur environnement en nettoyant les tanks, remplaçant le filet sur les grilles du fond qui datait de l'année passée donc vétuste, et en contrôlant la température. Ces poissons venaient d'une pisciculture voisine où la reproduction avait été abondante, nous avons pu bénéficier d'environ 7 000 hotu reçus en deux fois (une première fois environ 2000, une seconde environ 5 000).



Figure 23 : les premiers hotus sont arrivés le 05 Mai

Comme on peut le voir sur la **Figure 23**, leurs taille moyenne à leur arrivée était d'environ 8mm, soit très petite. Leur nourriture à ce stade larvaire (quelques jours voire même heures après leurs éclosions), doit être adaptée. Nous avons donc deux possibilités pour les nourrir afin qu'ils puissent bien se développer :

- La nourriture artificielle sous forme de poudre
- La nourriture vivante avec des *Artemia salina*.

Pour la préparation de la nourriture artificielle, nous étions équipés de machine à nourrir comme en **figure 24**. Cette machine est un compte à rebours qui enroule le tapis sur lui-même et en disposant une ligne de poudre alimentaire, la nourriture tombe petit à petit dans le bassin pendant environ 10h.



Figure 24 : Mise en place de la machine à nourriture (tombant petit à petit sur la gauche dans l'eau)

Cependant, cette nourriture reste artificielle et s'éloigne donc des conditions naturelles d'une larve d'hotu, c'est pourquoi, après réflexion nous avons décidé de nous orienter de préférences vers la nourriture vivante avec les Artémias. Ces espèces sont vendues sous formes d'œufs à faire incuber pendant 24 heures dans de l'eau salée avec brassage de l'eau et apport d'oxygène.

En attendant l'arrivée des hotus, nous avons donc mis en place un système pour faire incuber ces Artémia :

- Dans une bouteille en verre de 2L, placer 48g de sel
- Verser de l'eau au premier tiers puis dissoudre le sel
- Veiller à ce que la température de l'eau soit comprise entre 26 et 28 degrés en permanence
- Compléter jusqu'au deux litres
- Ajouter deux cuillères à café d'œufs d'Artémias
- Placer l'oxygène grâce à des tubes alimentés par des « bulleurs »
- Placer les bouteilles dans un bain marie (chauffé entre 26 à 28 degrés) pendant 24 heures
- Veiller à ce que de la lumière, même artificielle soit en permanence sur les bouteilles incubées

Voici en **figure 25** le résultat de l'installation.



Figure 25 : 4 Bouteilles de 2L sont en train d'incuber sous oxygène et sous lumière

Pour la quantité produite d'artémias, nous devons ajuster au jour le jour selon le taux de réussite d'éclosion, le nombre de poissons à nourrir, etc... De ce fait il n'est pas toujours nécessaire de donner les 4 bouteilles en une journée au 2 000 hotus premiers arrivés, et s'assurer qu'ils se nourrissent bien à ces artémias.

Une autre étape intervient lors de la récolte des artémias écloses : la séparation des œufs éclos des œufs non éclos des artémias. Les œufs éclos restent dans le fond de la bouteille tandis que les œufs non éclos restent à la surface. Les artémias se trouvent entre deux eaux mais plus sur la partie basse de la lame d'eau, par conséquent on retire les œufs flottants de la bouteille en ajoutant de l'eau avec une seringue. Une fois les œufs non éclos retirés, on verse les bouteilles dans des béciers en plastique transparent et attend que les œufs sédimentent pour ensuite extraire les artémias à l'aide d'une seringue. Cette étape dans l'alimentation des poissons est très importante car les œufs éclos et non éclos sont toxiques pour les larves, nous devons donc les séparer avec précautions.

Une fois les artémias récoltées, j'ai conçu un dispositif permettant leur alimentation en goutte à goutte grâce à une bouteille plastique, des tubes en plastique avec petits robinets comme sur la **figure 26**.

Le pied métallique soudé avec des fers à bétons est une création des années passées mais que j'ai réutilisé pour servir de support à mon dispositif.

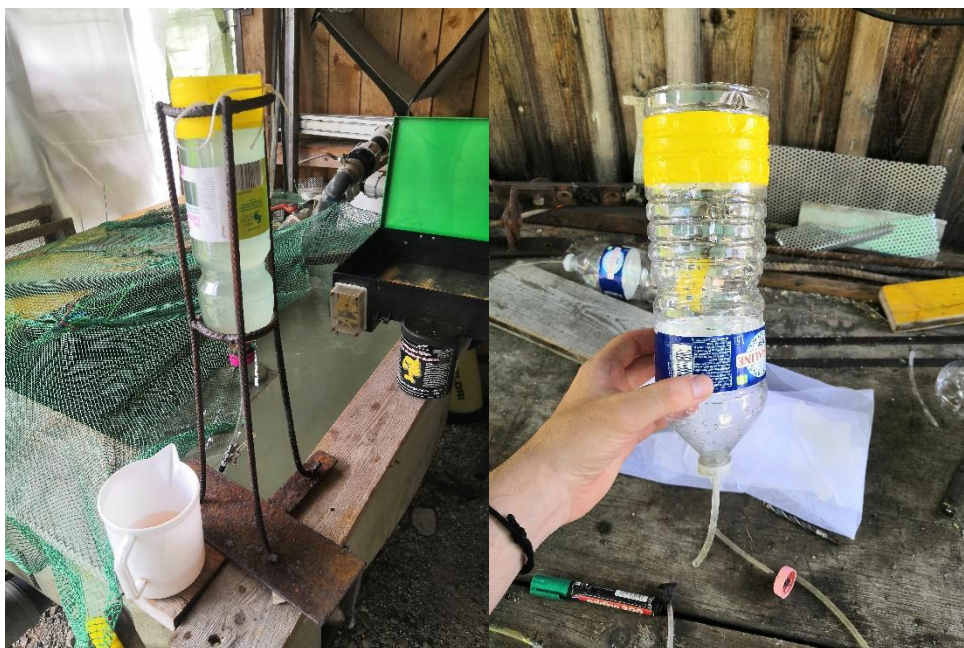


Figure 25 : Dispositif d'alimentation avec matériaux de récupération

Non seulement le coup de ces dispositifs est très faible, mais il permet également de récupérer des matériaux qui étaient destinés à partir à la poubelle.

Toute cette alimentation est devenue un travail de routine pour Anna et Moi et surtout journaliers car même les weekends les poissons ont besoin de s'alimenter donc nous étions chargés de s'en occuper car les chercheurs retournaient sur Vienne les weekends (à 2h de route de Lunz). De plus nous tenions une feuille de route avec le jour et l'heure à laquelle nous mettions des bouteilles à incuber pour se rappeler de quelle bouteille il fallait prendre pour les nourrir afin d'effectuer un roulement constant pour que les larves ne manquent jamais de nourriture. Cette phase de calage dans les quantités à donner, à quel moment, etc... nous a demandé un léger temps d'adaptation et de compréhension des besoins des poissons.

Il est bien évidemment naturel que la température du bassin dans lequel étaient les poissons était contrôlée en permanence grâce au capteur de température reliés au pc. Selon Stefan Auer : « *une différence de 0.5 degrés trop rapide sur les larves a un impact sur leur métabolisme et leur comportement* ». C'est pour cela que la répartition des ouvertures des vannes d'eaux de surface et de profondeur devait être parfaitement gérée.

Vient ensuite s'ajouter à leur nourriture et leur température, le nettoyage du tank et la surveillance de leur alimentation. Pour vérifier s'ils s'alimentaient correctement, il suffisait de regarder leurs ventres, les artémias étant des organismes microscopiques orange, elles colorent très fortement leurs ventres lorsqu'elles sont ingérées. De plus, elles sont mobiles donc elles forcent les larves à se déplacer pour manger et donc de développer leurs muscles.

Quant au nettoyage des bassins, nous devons l'effectuer au besoin, mais au minimum 2 fois par semaines, au plus tous les jours. Pour ce faire, nous avons un système de siphonage avec un tuyau en plastique, nous aspirions les saletés, déjections et surplus de nourriture par succion, en faisant attention de ne pas aspirer les larves bien sûr. Puis pour nettoyer le dessous de la grille nous mettions un cadre et procédions à une vidange quasi-totale de l'eau du bassin (sans perdre les larves) et frottions le dessous de la grille (voir **figure 27**). Ce nettoyage minutieux est extrêmement important à réaliser car l'accumulation de biofilm, de bactérie créé un gaz mortel pour les larves.



Figure 27 : Le nettoyage, un passage obligé pour conserver un maximum de larve pour les expériences

Ces missions ne sont peut-être pas, à première vue, les plus importantes, mais sans tout ceci, les poissons ne pourraient survivre plus de quelques jours dans le bassin et sans poissons ou avec des poissons affaiblis, pas d'expériences et pas de données comparables aux conditions naturelles.

B) Les hotus : protocoles, expériences et problèmes soulevés

i) Protocoles de suivis, d'expériences

Une fois les hotus arrivés, les chenaux préparés, les programmes de descente des eaux à 1.5cm par minute et 0.3cm par minute établis et la température maîtrisée, nous pouvons « lancer une expérience ». Elle consiste en le comptage de 100 poissons dans un bécher, en faisant bien attention de ne pas en compter 99 ni 101, car ce nombre de 100 poissons stockés doit être le même dans les poissons retrouvés à l'issue de l'expérience. Une fois ces poissons comptés, on vérifie à l'ordinateur que les températures du bassin et de l'eau dans les plateformes soient exactement les mêmes à 0.5 degrés près.

Si la température le permet, on procède au stockage des poissons dans le mésocosme au niveau du coin amont proche de la berge pour éviter de les perturber trop fortement (voir **figure 28**).



Figure 28 : Le stockage délicat et consciencieux : obligatoire pour limiter les perturbations

Une fois que la zone de gravier est complètement asséchée qu'il ne reste que de l'eau dans le chenal profond du mésocosme, est venu le temps de la collecte et du remplissage du protocole établi en **figure 29**.

Figure 29 : Protocole d'expérience à remplir

Ce protocole contient de nombreuses informations, dont le nombre de l'expérience en cours (ici expériences n°37), le type d'expérience (jour ou nuit avec Day ou Night), le programme utilisé (0.3 ou 1.5), la température du bassin au moment du comptage des 100 poissons stockés, l'espèce de poisson stocké, la température du mésocosme au moment du stockage, le nom de l'opérateur en charge de ce chenal, conditions météorologiques, etc...

Maintenant une fois la fin de l'expérience, nous allons récolter les poissons se trouvant dans le chenal profond à l'aide d'une épuisette. Ces poissons retrouvés seront considérés comme des poissons ayant réussi l'expérience, les « survivants » en conditions naturelles après le lâcher d'eau.

Puis sur la grève asséchée nous devons retrouver les poissons manquants pour arriver au compte de 100 poissons à la fin de l'expérience. Parmi ceux se trouvant dans la partie asséchée, il se peut que certains se situent dans le filet aval, collés ou à moins d'un centimètre. Ces derniers seront considérés comme « *Fish in the nets* » sur le protocole en **figure 29**. Ce nombre est donc soustrait au nombre de départ car ces poissons auraient été déportés par le courant et on ne peut prévoir ce qu'ils seraient devenus en aval, on dit alors qu'ils ne participent pas à l'expérience.

Prenons un exemple : sur 100 poissons stockés, j'en retrouve 7 dans le filet aval ou à moins d'un cm de celui-ci, par conséquent 93 participent à l'expérience. Si en plus de cela je retrouve 80 poissons dans le « *deep channel* » sur le protocole en **figure 29**, je peux doré et déjà affirmer que 13 poissons ont été bloqués sur la grève lors de la descente de l'eau et seront considérés comme des poissons ayant échoués ou n'ayant pas survécu. De ce fait si on rapporte cela en pourcentage, on a donc $(13/93) * 100 = 14\%$ environ de poisson ne survivant pas à ces variations de niveau d'eau trop rapides.

Il se peut parfois qu'un ou deux poissons ne soient pas retrouvés, cela dépend souvent des conditions météorologiques car des larves de 1cm en plein soleil environ 15min le temps de les rechercher deviennent complètement asséchées et collées au substrat. Pour tenter de les retrouver, nous avons une case sur notre protocole « nombre de poissons retrouvés le lendemain matin ». Cette case indique que lorsque le lendemain nous remettons 80L par secondes, il était possible que les vieux poissons se redécollent et réapparaissent.

Une fois tous les poissons retrouvés, les poissons n'ayant pas survécu sont donc évacués dans la rivière, et les survivants seront stockés dans un bassin **différent de celui dans lequel on les compte au départ**. En effet, un poisson ayant déjà réalisé une expérience et ayant survécu peut-être affaibli, blessé et donc pourrait ne pas être efficace en cas de deuxième expérience vécue. Notre objectif principal étant d'acquérir des données sur des individus sains, n'ayant pas vécu d'événement de ce genre puisqu'ils viennent d'éclore en théorie en milieu naturel. Ici les hotus se trouvaient dans le tank n°3 comme décrit sur le protocole et ont été relâchés dans le tank n°1.

Le ramassage de ces poissons est parfois chronophage car nous rappelons que les larves sont plus ou moins translucides et mesurant moins de 2cm (voir **figure 30**).



Figure 30 : La recherche des poissons manquant est parfois complexe

Vient ensuite la question du nombre d'expériences nécessaire pour avoir un nombre de données assez important pour avoir une interprétation solide et proche des impacts présents sur le terrain. Pour chaque programme pour les hotus, il fallait 10 répliques de chaque, donc 20 répliques pour le 0.3 (10 de jour et 10 de nuit) comme pour le 1.5. C'est donc un total de 40 expériences au minimum pour espérer avoir un panel assez large de données (1000 poissons testés pour le 0.3cm/min pour la nuit, 1000 pour le jour, 1000 poisson testés pour le programme 1.5cm/min de jour et 1000 pour la nuit aussi donc un minimum de 4 000 poissons testés.

Mise à part le côté expérimental, le suivi des poissons est tout aussi important afin de comprendre l'évolution du taux de poissons échoués en fonction de leurs tailles. Il paraîtrait logique qu'une larve de 0.8cm n'a pas le même potentiel musculaire pour réussir à redescendre dans le chenal profond ou à s'extirper d'un trou d'eau pour redescendre, qu'une larve de 1.6cm. Par conséquent une seconde partie de notre mission a été de mesurer la taille des hotus tous les deux jours de préférences et d'analyser le stade larvaire au moins 1 fois par semaine. La croissance des poissons n'est pas le seul facteur d'un possible échec de descente dans le chenal profond : la taille et le développement des nageoires est aussi un facteur très important. Je me suis personnellement occupé de mesurer la taille des poissons tous les deux jours grâce au logiciel « ImageJ ». Je prenais un échantillon d'environ 20 à 30 poissons dans le bassin que je mets dans un bac avec une règle graduée collée au fond de ce dernier (visible sur **Figure 31**), puis en utilisant le logiciel informatique, je définis mon échelle en tirant un trait sur ma règle en définissant la longueur de 8cm. Le logiciel fait donc le calcul et la translation 8cm en réel pour un certain nombre de pixels sur la photographie. Par la suite je dois mesurer les poissons se tenant plus ou moins droit et la mesure est directement annoncée en cm puisque le nombre de pixels est reconverti en cm selon l'échelle que j'ai défini au départ.

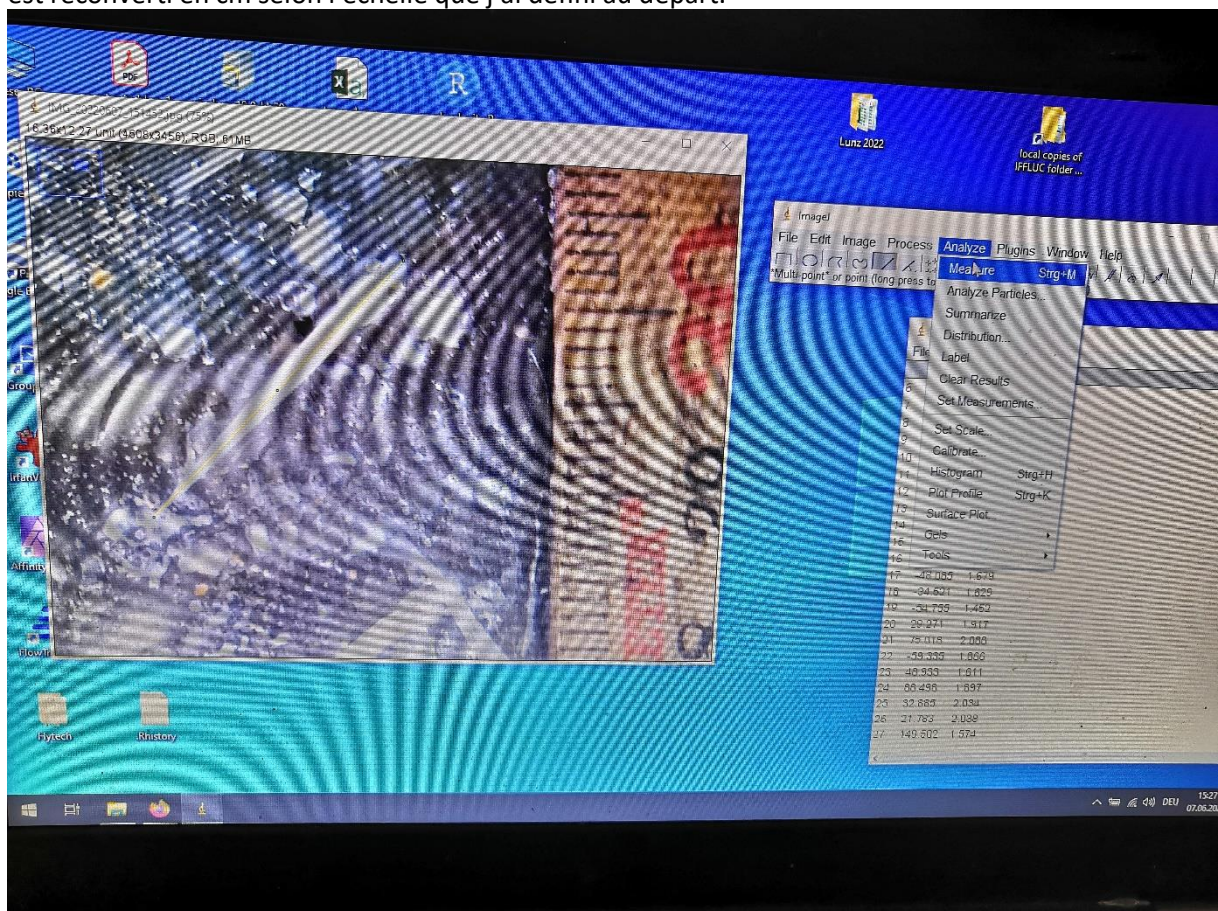


Figure 31 : Après avoir défini l'échelle sur ImageJ, mesures à l'aide de l'outil « ligne »

Ces données de mesures sont stockées dans un document Excel présent sur l'ordinateur du bureau. L'outil informatique est donc indispensable pour mesurer avec précision la taille de ces individus.

ii) Tableau synthétique

Pour chaque feuille d'expériences, nous avons recensé les principaux nombres intéressants dans un tableau synthétique, avec la date de l'expérience, le numéro de l'expérience, le nombre de poissons dans le filet, le pourcentage de poissons échoués et la température du mésocosme au moment de l'expérience de gauche à droite sur la **figure 32**.

Ce tableau en **figure 32**, permet de vérifier et de comparer les données en cas de valeurs extrêmes.

0.3					1.5				
Date	No.	Nod	Str	Temp	Date	No.	Nod	Str	Temp
19.05	5	76	20	10.9	19.05	7	55	22	11.1
19.05	6	33	18	10.4	19.05	8	53	28.6	11.1
23.05	11	50	12	10.5	23.05	17	25	35.2	10.8
23.05	12	56	4.5	10.2	25.05	18	70	50	11
24.05	13	63	14.7	10.0	26.05	30	53	14.9	11.1
24.05	14	48	7.7	10.0	26.05	31	31	17.6	11.3
26.05	24	26	13.5	11.8	25.05	15	66	11.8	10.7
26.05	25*	59	22	11.6	25.05	20	45	10.3	11.1
26.05	28	21	2.5	10.9	25.05	21	19	21	10.3
26.05	29	23	11.3	11.2	26.05	26	22	7.7	11.1
27.05	34	19	3.7	10.7	26.05	27	32	7.4	10.3
27.05	35	18	3.7	10.8	27.05	32	31	10.1	10.4
					27.05	33	17	7.2	11.1

Figure 32 : Tableaux récapitulatif des expériences en cours

iii) Problèmes possibles identifiés

Pour les hotus, nous avons eu un souci au niveau de l'organisation car nous avons réalisés plus d'expériences de jour (que ce soit 0.3 ou 1.5) comparé aux expériences de nuit et avons manqués de poissons sur la fin, car nous avons eu un second problème qui s'est ajouté au fait du mauvais calcul d'expériences : le nettoyage du dessous de la grille du bassin de stockage. Nous ne faisons que le bassin en lui-même auparavant mais nous nous sommes aperçus que de nombreux poissons mourraient au niveau de la grille, et cela était dû aux biofilm et à la production de gaz des bactéries présentes en dessous de la grille. Même si le minimum de données requis a été atteint nous n'avons pu équilibrer le nombre d'expériences pour chaque compartiment. Autre problème survenu, la question des barbeaux : pour obtenir des larves de barbeaux, il faut capturer des femelles et des mâles pour récupérer leur semence (Voir photographies en **Annexes** des sorties captures de barbeaux). Cependant, la reproduction n'a pas fonctionné pour une raison inconnue (température ? maturité des œufs ?)

Nos expériences se sont donc dirigées vers des expériences de température.

C) Préparation avant l'arrivée des barbeaux

i) Préparation d'expérience de température.

Les barbeaux étant très difficiles à obtenir en nombre suffisant début juin, une phase de réflexion a pris place au sein de notre équipe pour savoir quelles expériences étaient réalisables sur les hotus en cas d'absence de barbeaux. Sur les dernières expériences nous nous sommes aperçus que des problèmes de température sont arrivés la nuit lors de la descente des eaux, la température n'est pas restée constante et a chuté brusquement au niveau du chenal profond. Le taux de hotus échoués avait alors été beaucoup plus important que la moyenne des autres expériences (plus de 50% contre une moyenne de 25-30% pour le programme de 1.5cm/min de nuit). Cette interrogation nous a donc menés à établir des mesures de températures au sein du mésocosme avec les capteurs reliés par wifi au pc. Voici en **figure 33** l'installation de nos capteurs de température pour la préparation de nos mesures avant de possibles expériences.



Figure 33 : Répartition latérale des capteurs au centre du mésocosme

Sur cette **figure 33**, les capteurs se situent au centre du mésocosme à intervalles réguliers dont un capteur se trouvant dans le chenal profond. L'idée est ici d'observer le probable gradient de température au moment de la descente de l'eau afin de mieux le quantifier et de le comprendre. Pour cela nous avons enregistré les données sur le PC du bureau. Nous avons ensuite disposé les capteurs aux quatre coins du mésocosme et de manière longitudinale pour observer les différences de température au sein du mésocosme. Toutes ces données de température enregistrées par le log du logiciel, ont été comparées au température indiquée par le programmeur à intervalle de 2min. Ces deux températures (capteurs et programmeur) ont ensuite été mises en corrélation avec les données de la température du lac que nous téléchargeons sur le site internet cité précédemment.

Nous voulions savoir si le fait que l'eau puisée dans le lac à 500m pouvait subir un effet de refroidissement ou de réchauffement sous terre selon le temps mais malheureusement ces mesures n'ont pas été très concluante. Le « *thermopeaking effect* » ne pourra donc pas être analysé sur les hotus et sur leur capacité à ressentir la chaleur et vouloir rester sur la grève.

Cependant, Félix, étudiant à l'université de BOKU et réalisant sa thèse à l'HyTEC, a réussi à obtenir des Barbeaux venant de République Tchèque donc notre semaine de test et préparation d'expérience a été laissée de côté, par soucis de significativité.

ii) Arrivée des barbeaux : réajustements.

Les barbeaux ont été acheminés de République Tchèque à Lunz-am-See grâce à Felix et avons obtenus de nombreux alevins (voir **figure 34**).



Figure 34 : Nombre conséquent de Barbel barbel

Ce nombre de Barbeaux s'élevant à environ 40 000 alevins, les besoins en nourriture (artémias) a considérablement augmenté. Nous avons donc dû produire d'avantage d'artémia, dans des bouteilles de 5L, dans une autre caisse pour le bain marie et également trouvé un autre système pour séparer les œufs des artémias (voir **figure 35**).



Figure 35 : Production intensive d'Artemia et système de séparation par siphonage

C'est un total de 21L de préparation d'Artémia qui était produit par jour pour nourrir les barbeaux et les hotus restants.

Nous avons également réajusté la pente du mésocosme de droite qui avait légèrement bougée mais ce qui nous a entraîné dans de nouvelles mesures de vitesses de descente de l'eau etc...

Cependant, les vitesses de courant et hauteur d'eau sont restés globalement identiques que pour les expériences sur les hotus.

D) Les barbeaux : protocoles, expériences et problèmes soulevés

i) Protocoles

Les protocoles pour les barbeaux ont légèrement été modifiés en changeant les cases poissons retrouvés le lendemain par « poissons retrouvés après une nouvelle crue ».

De plus, lors des premières expériences, nous nous sommes aperçus que de nombreux alevins de barbeaux réussissaient à faire des sauts importants et donc la catégorie « filet » à 1cm ou moins perdait son sens. Par conséquent nous avons décidé d'installer des caméra GoPro sur les cadres à l'aval afin que l'équipe de chercheurs puisse établir une certaine modification en observant le comportement des barbeaux et le nombre réel de poissons coincés dans le filet.

Après réflexion et observation, nous avons établis 3 catégories de poissons retrouvés après expériences sur la partie aval du mésocosme : les poissons complètement collés au filet ou à moins de 1cm, ceux se trouvant à moins de 3cm du filet et ceux trouvés au-delà de 3cm. Ces catégories de poissons recensés seront analysées, après coup afin de peaufiner le nombre réel de poissons dans le filet et de poissons échoués. Ces catégories sont également séparées en 3 parties pour les 3 filets du cadres (voir **figure 36**).

Running number: _____ Date: _____

Experimentation ID: _____ Starting time: _____ Ending time: _____

Operator name: _____ ☐ Day ☐ Night

Scenario: ☐ Treatment ☐ Control

Behaviour Observation: ☐ Yes ☐ No

Mesocosm ID: _____ Slope (%): _____ Weather conditions: _____

Water temp. of mesocosm (°C): _____ Cloud cover (%): _____ Air temp. (°C): _____

Peatflow (l/s): 80 Light: Sunny / Bright / Dim / Dark / Moonlight

Acclimation/free swim time (min): 15 Rain: ☐ Yes ☐ No

Program (seconds to shutdown): _____ Wind: ☐ Yes ☐ No

Fish information - Barbs:

Tank from: _____ Release tank: _____ Water temp. of fish tank (°C): _____

RESULTS:

No. of stocked fish: _____

No. of fish in the net: _____

No. of swimming fish eluted: _____

Calculated stranding: _____

No. of stranded fish observed/collected: _____

No. of fish after flushing: _____ No. of fish missing: _____

[Night trials: no. of stranded fish observed/collected the next MORNING:] _____

Comments: _____

DC		N	L	I
>1				
>2				
>3				

Figure 36 : Nouveau protocole pour les expériences sur les Barbeaux

Les barbeaux sont, comme les hotus mesurés tous les deux jours afin d'établir leur taux de croissance et définir leurs stades larvaire. Selon les données acquises par les mesures (données non partageable car strictement confidentielles à leur institution), les barbeaux grandissent, dans une eau à environ 17°C, d'environ 2mm par semaine. A ce même moment la mesure longitudinale des hotus a été rétrogradée à une fois par semaine car il n'était plus utile de les mesurer si régulièrement puisqu'aucune expérience complémentaire n'allait être menée sur eux.

ii)Expériences

Les expériences sont restées les mêmes que pour celles du hotu à une exception prête : l'implémentation d'un nouveau programme de descente des eaux à 0.7cm/min. Nous avons réalisé ce programme sur l'automate et donc réalisé de nouvelles mesures de descente des eaux mises sur Excel. Comme pour le hotu, 10 expériences de chaque programme pour chaque moment de la journée, cela fait donc un minimum de 60 expériences pour le Barbeau à réaliser de jour comme de nuit. Quand il s'agit des expériences de nuit, pour notre visibilité nous utilisons des lampes frontales à lumière rouge car la lumière blanche stressait les larves. Le stockage de nuit devait donc être encore plus délicat qu'en journée, car la présence lumineuse perturbait d'avantage les juvéniles.

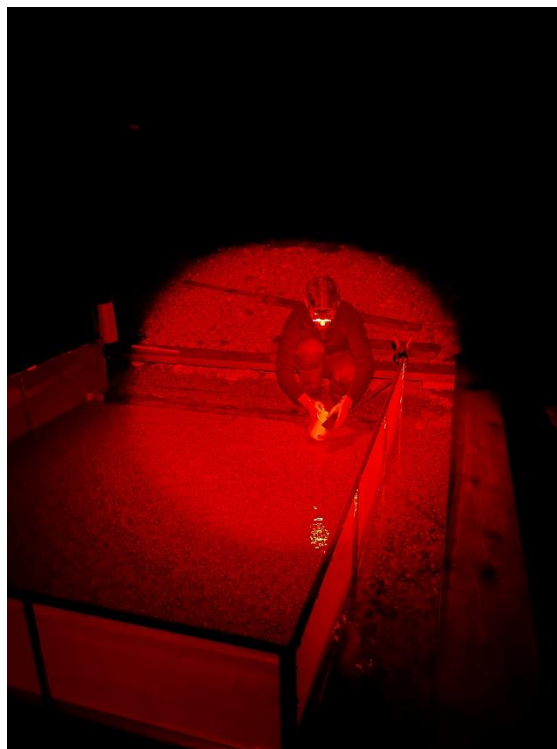


Figure 37 : Expériences de nuit sur les Barbeaux fluviaux

iii) Problèmes soulevés

Au fil des semaines et les barbeaux grandissant, nous déduisons que les barbeaux sont beaucoup plus à l'aise avec la plateforme que les hotus car plus aucun ou presque ne se retrouvait coincés dans le filet aval et une très grande majorité des barbeaux réussissaient le test : le pourcentage de barbeaux échoués de jour comme de nuit s'est peu à peu résorbé leur taille grandissante, passant de 20% les pour le programme de nuit avec 0.7cm/min à environ 5% de moyenne pour le même programme dans les mêmes conditions de température, mais 2 semaines plus tard.

Nous nous sommes aussi rendu compte que les barbeaux étaient plus attirés par la lumière et que lors du stockage pendant la nuit, ces derniers avaient tendance à vouloir rester dans le halo de lumière.

V) La présentation des livrables de la mission

Malheureusement dans cette partie, aucun livrable n'a été produit, puisque la mission principale était l'acquisition de nombreuses données et de la surveillance des poissons jour et nuit. Cependant de nombreuses conférences, dossiers et études sont publiées par cette institution.

Stefan Auer nous expliquait que le projet dans lequel nous étions avait une portée européenne puisque ce genre d'installation était unique en son genre. Les données acquises nécessitent de nombreuses semaines de travail pour pouvoir produire un livrable en douze semaines.

VI) Retour réflexif sur l'expérience : démarche, méthodes mises en oeuvre, analyse critique des résultats produits, propositions de pistes de changement, projection dans un métier

Dans cette partie, un retour réflexif sur l'organisation de nos journées, des méthodes de travail mises en oeuvre, des résultats produits sera effectué puis quelques propositions d'amélioration pourront être suggérées pour l'institution afin d'améliorer leur quotidien.

A) Retour sur l'organisation du travail en équipe

Stefan Auer, manager de l'équipe de chercheurs sur le terrain n'imposait pas d'horaires fixes et composait surtout selon notre état de fatigue car les journées sont souvent longues mais si nous le désirions nous pouvions commencer plus tard la journée du lendemain.

Quant aux consignes, les objectifs étaient fixés tous les matins autour d'un petit déjeuner dans la convivialité (**figure 38**). Les Objectifs devaient être atteints à la fin de la journée pour que cette dernière soit finie.



Figure 38 : Avant de commencer la journée, réunion organisée sur les objectifs journaliers

La communication au sein de l'équipe était relativement bonne même si parfois les avis étaient contradictoires, il aurait peut-être été préférable d'organiser des réunions de terrains à la mi-journée pour discuter de nos avis et éviter les quiproquos.

B) Retour sur la répartition du travail et sur les protocoles

Les protocoles étaient déjà établis des années passées mais ont nécessité des modifications comme montrés précédemment. En tant que stagiaire nous avons beaucoup été dans le travail de préparation, de routine avec l'alimentation des poissons et de leurs mesures mais je ne trouve pas assez dans l'interprétation des données et dans les statistiques des résultats acquis. Les données sont confidentielles mais selon moi, le traitement de données était accessible pour notre niveau et aurait pu nous être un peu plus confiés.

Les travaux sur les hotus et les barbeaux en général ont été réalisés avec précision et précaution et les poissons ont toujours été bien traités, bien nourris et correctement entretenus.

Les journées étaient souvent longues mais aucunement pénible car il s'agissait d'un travail passionnant pour moi et dans un cadre relativement agréable : plein air, montagneux, lacs et rivières transparentes.

C) Les apports personnels de stage sur mes projets professionnels

Ce stage m'aura permis de découvrir une autre façon de travailler mais surtout le fait que la partie terrain dans le cadre de la recherche était très importante. De plus je me suis plu à travailler en équipe et cela confirme mes vœux d'être par la suite à la tête d'une équipe de quelques employés. J'ai appris à gérer le travail et l'organisation mais aussi à communiquer d'avantage en anglais.

Ce stage m'a également montré que des institutions Suisses et Norvégiennes étaient elles aussi intéressées par le projet mené par l'IHG de l'université de BOKU car deux jours durant mon expérience des chercheurs européens originaires de Belgique, de Suisse, du Brésil et de Norvège sont venus pour discuter de subventions possibles pour un futur projet sur cette installation. Les études que j'ai menées pendant 12 semaines sont donc d'un enjeu non négligeable pour mon avenir professionnel.

La connaissance des impacts des barrages hydroélectriques sur les organismes aquatiques en aval permet aussi d'élargir mon socle de connaissance sur les milieux aquatiques car ces impacts m'étaient inconnus auparavant alors qu'ils me paraissent logiques et inévitables aujourd'hui.

D) Les pistes d'améliorations possibles pour l'institution et pour l'équipe

D'un point de vue pratique et hygiénique, la présence d'une toilette sur place serait préférable côté confort. Certes les toilettes sont à notre disposition au laboratoire du *Wasser cluster Lunz* mais ils se trouvent tout de même à quelques centaines de mètres.

D'un point de vue organisationnel, même si les imprévus sont régulières (défaut des capteurs de température, organisation et obtention des barbeaux, etc...) une communication renforcée sur l'évolution du programme et de la mission pourrait être envisagée notamment via les groupes *WhatsApp*.

La communication est la clé de la réussite du travail en équipe selon moi, même si elle était déjà bonne au sein de notre équipe, elle aurait parfois être plus renforcée.

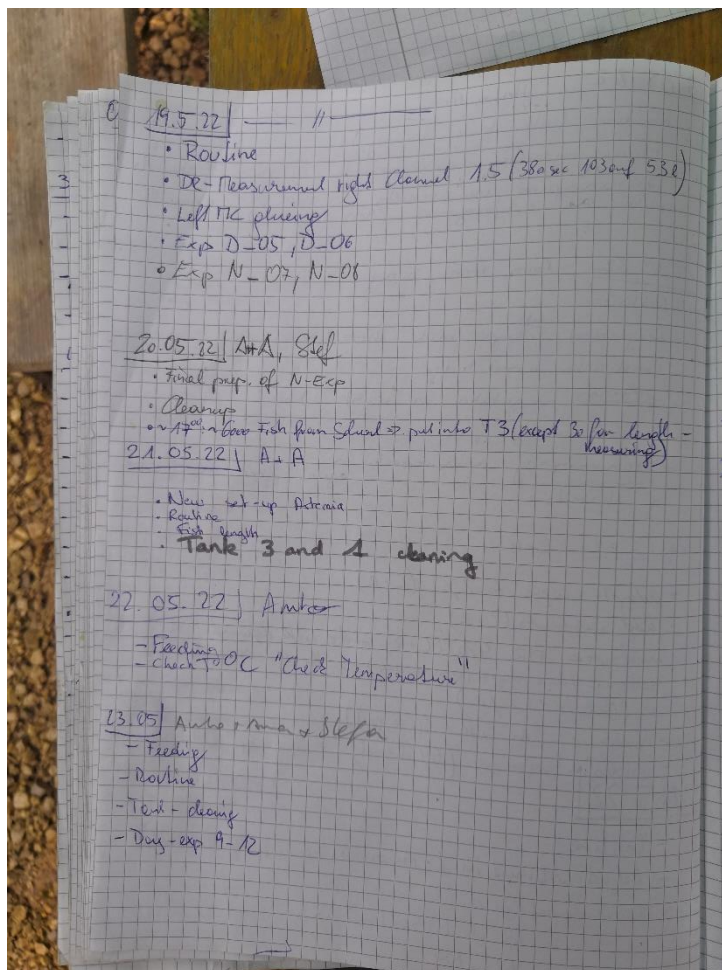
Enfin pour la répartition du travail, confier quelques données chiffrées et quelques statistiques à effectuer ne serait pas de refus pour nous car le niveau demandé pour analyser ces données, est accessible au niveau de 4^e année d'école d'ingénieur.

Bibliographie/Sitographie

[-hydropeaking.boku.ac.at](https://hydropeaking.boku.ac.at)

[-www.noel.gv.at/wasserstand/#/de/Messstellen](https://www.noel.gv.at/wasserstand/#/de/Messstellen).

Annexes



Annexe 1 : exemple du journal de bord



Annexe 2 : Sortie pêche électrique au barbeau et tentative de collecte d'œufs



POLYTECH[®]
TOURS

35 ALLÉE FERDINAND DE LESSEPS
37200 TOURS

Antonin Olejarz

22010675t

2021-2022

Expériences éco hydrauliques dans une installation de recherche en plein air

Abstract : Numerous day and night experiments were conducted for 12 weeks at the open-air research centre in Lunz am See. Barbels and Nases were the subject of this year's study of the impact of hydropowerplants and hydropeaking. The mission involves acquiring a lot of data but also preparing the ground and taking care of the juvenile fish. The work was carried out by a researcher team of the IHG of the University of Vienna.

Mots Clés : Hydropeaking, Expériences, Impact, Poissons, Larves, Juvéniles, Cyprinidés, Barbeaux, Hôtus, Centrales hydro-électriques, Autriche, Chenal, Rivière.

Institute of hydrobiology and aquatic ecosystem management :
Gregor Mendel Strasse 33/DG 1180 Vienne, Autriche

Tuteur entreprise :

Stefan Schmutz

Deputy of the Institute of Hydrobiology and Aquatic Ecosystem Management

Tuteur académique :

Francesca Di Pietro