



RÉPUBLIQUE ET CANTON DE NEUCHÂTEL

DÉPARTEMENT DE LA GESTION DU TERRITOIRE  
SERVICES DE L'ÉNERGIE ET DE L'ENVIRONNEMENT



## BASSIN DU DOUBS NEUCHÂTELOIS

### Diagnostic pluridisciplinaire des eaux de surface

**Rapport principal**  
Annexes

*CH-Neuchâtel, le 17 août 2012*

**PhycoEco**   
Laboratoire d'algologie

Rue des XXII-Cantons 39  
CH-2300 La Chaux-de-Fonds  
Tél.: +41 79 321 23 24  
[www.phycoeco.ch](http://www.phycoeco.ch)

**AQUABUG**  
Sciences naturelles  
et environnement

Avenue de la Gare 29  
CH-2000 Neuchâtel  
Tél.: +41 32 753 01 23



BP 1767, CH-2001 Neuchâtel  
Tél.: +41 32 724 72 62  
Fax.: +41 32 835 30 78  
[www.netaquarius.ch](http://www.netaquarius.ch)

Bureau pilote :
<b>AQUARIUS</b> : Jérôme Plomb, Blaise Zaugg



Mandant :	Dernière modification :
République et canton de NE - SENE	Neuchâtel, le 17 août 2012

## ANNEXES

- 1 Règlement d'eau de 1969 et Accord cadre du 30 juin 2003 concernant l'amélioration des écosystèmes dans le Doubs franco-suisse par la gestion des débits d'eau permanents
- 2 Combe des Sarrasins : Eclusées – Liste des valeurs de débits retenues pour le calcul des amplitudes journalières
- 3 Présentation synthétique de l'essai de démodulation n°1 réalisé le 27/08/2010
- 4 Résultats écotoxicologiques de la chaire des poissons du Doubs franco-suisse
- FS-1 Prélèvements récents d'algues, dont les résultats sont utilisés à titre de comparaison (réd. F. Straub)
- FS-2 Des échantillons historiques de diatomées prélevés en 1963 : une étude internationale du Doubs avortée (réd. F. Straub)
- FS-3 Les sources nauséabondes (réd. F. Straub)
- FS-4 Une étude des bactéries fécales et mésophiles dans le lac de Brenets (réd. F. Straub)
- FS-5 Diatomées et qualité des eaux de rivières : méthodes du bureau PhycoEco, édition de janvier 2012 (réd. F. Straub)
- FS-6 Résultats bruts des analyses de diatomées (réd. F. Straub)
- PS-1 Résultats IBCH : Listes faunistiques
- AQ-1 Conclusions du « groupe de travail binational pour l'amélioration de la qualité des eaux et des milieux aquatiques du Doubs franco-suisse » sur les actions à mettre en œuvre dans le bassin versant du Doubs pour améliorer la qualité des eaux et le fonctionnement des milieux aquatiques  
  
Recommandations aux autorités responsables

- AQ-2** Sous-commission technique de la pêche dans le Doubs franco-suisse :  
Charte du Doubs : Préservons la truite du Doubs
- AQ-3** Opérations d'inventaires piscicoles sur le Doubs franco-suisse (25)  
Septembre 2011  
  
Cahier technique
- AQ-4** Pêches d'inventaire 2011 dans le Doubs franco-suisse (NE)
- AQ-5** Service de la consommation et des affaires vétérinaires (SCAV) : Rapport  
d'analyse en toxines liées à des proliférations potentielles de  
cyanobactéries
- AQ-6** Surmortalité de truites dans le Doubs frontière: Investigations du FIWI  
effectuées sur un échantillon de truites du Doubs en janvier 2011.  
Rapport final
- AQ-7** Assessment of host range and genetic variation / clonality of *Saprolegnia*  
sp. pathogenic on the fish populations of the Doubs
- AQ-8** Note algologique III. Nuisances algales dans le Jura Suisse en 2003.  
  
Fleur d'eau du lac de Moron. Fin juin 2011 : Résultats des analyses  
microscopiques des échantillons prélevés le 30. 06. 2011
- AQ-9** Büttiker B., 2007 : Repeuplement des cours d'eau du Jura en truites.  
Objectifs, stratégies, succès et effets indésirables.  
  
Synthèse

# Annexe 1

Règlement d'eau de 1969 et Accord cadre du 30 juin 2003 concernant l'amélioration des écosystèmes dans le Doubs franco-suisse par la gestion des débits d'eau permanents

# ACCORD-CADRE

30 Juin 2003



**AMELIORATION DES  
ECOSYSTEMES  
DANS LE DOUBS FRANCO-SUISSE  
PAR LA GESTION  
DES DEBITS D'EAU PERMANENTS**

# **SOMMAIRE**

---

## ***PARTIES SIGNATAIRES***

***Préambule : SITUATION DU DOUBS FRANCO-SUISSE – IMPLANTION DES OUVRAGES***

***Article 1 : MISSIONS ET OBJECTIFS***

***Article 2 : MODES ACTUELS D'EXPLOITATION***

***Article 3 : DISPOSITIONS RETENUES***

***Article 4 : ECHEANCIER PREVISIONNEL DES TRAVAUX***

***Article 5 : EVALUATION DES EFFETS SUR LE MILIEU***

***Article 6 : COMITE DE PILOTAGE***

***Article 7 : FINANCEMENT PREVISIONNEL***

***Article 8 : CLAUSES RESOLUTOIRES***

## **PARTIES SIGNATAIRES :**

Il est convenu entre les parties ci-dessous désignées, d'œuvrer pour l'amélioration des écosystèmes sur le Doubs franco-suisse selon les dispositions définies dans le présent Accord – Cadre :

---

- ↪ **L'Etat**, représenté par le Préfet de la Région Franche-Comté, Préfet du Doubs
  
- ↪ **Le Conseil Régional de Franche-Comté**, représenté par son Président
  
- ↪ **Le Conseil Général du Doubs**, représenté par son Président
  
- ↪ **L'Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée-Corse**, représentée par son Directeur
  
- ↪ **La Commission Mixte du Doubs Franco-Suisse**, représentée par sa Présidente
  
- ↪ **La Fédération de Pêche et de Protection du Milieu Aquatique du Doubs**, représentée par son Président
  
- ↪ **L'Association de Pêche et la Protection du Milieu Aquatique du Doubs Franco-Suisse et Gorges du Doubs**, représentée par son Président
  
- ↪ **Le Conseil Supérieur de la Pêche**, représenté par son Délégué Régional
  
- ↪ **La Société des Forces Motrices du Châtelot**, représentée par son Président
  
- ↪ **Electricité de France (centrale du Refrain)**, représentée par son Délégué Régional,
  
- ↪ **La Société des Forces Electriques de la Goule**, représentée par son Directeur.



## PREAMBULE

### SITUATION DU DOUBS FRANCO-SUISSE

Entre Morteau et Bremoncourt, le Doubs parcourt successivement les territoires français et suisse sur près de 90 kilomètres.

A l'aval de Chaillexon et du Saut du Doubs, le parcours est marqué par une alternance de canyons et de bassins qui témoignent d'une richesse écologique et d'un potentiel salmonicole peu communs, fortement influencés dans la partie frontalière entre la France et la Suisse par la présence d'ouvrages hydroélectriques fonctionnant par éclusées.

La configuration du site a en effet contribué à utiliser très tôt la force motrice et dès la fin du XIX<sup>ème</sup> siècle, à implanter des installations hydroélectriques. Aujourd'hui trois barrages sont en exploitation ; il s'agit par ordre d'ancienneté et de mise en service de l'aval vers l'amont :

- **La Goule**, origine 1898 avec une échéance d'autorisation en 2024. L'ouvrage est situé en France et est exploité par la Société des Forces Electriques de La Goule (SFEG), société de droit suisse.
- **Le Refrain**, origine 1909, bénéficie d'une concession jusqu'en 2032. Ce barrage est exploité par EDF.
- **Le Châtelot**, mis en service en 1953 avec un terme de concession en 2028. Il s'agit de l'ouvrage le plus important. Il est propriété de la Société des Forces Motrices du Châtelot (SFMC), société appartenant à 50 % à la France (actionnaire : EDF) et à 50 % à la Suisse (actionnaires principaux : Canton de Neuchâtel et sociétés municipales d'électricité). Il est régi par un accord international entre les deux Etats.

#### **- Des négociations déjà anciennes :**

Les modalités d'exploitation hydroélectrique influant sur les écosystèmes ont amené depuis plus de 30 ans, les différents acteurs concernés à rechercher des solutions d'amélioration du patrimoine biologique tout en garantissant la production d'énergie.

En 1968, les travaux de l'Office des Eaux et de la Protection de la Nature (Canton du Jura Suisse) ont porté sur la relation entre les variations de hauteurs d'eau régulées et les peuplements aquatiques. Ces études sont à l'origine des premiers groupes de travail sur le thème de l'hydroélectricité franco-helvétique du secteur.

Le Ministère français de l'Agriculture et l'Université de Franche-Comté ont complété ces travaux dès 1973 en s'intéressant à l'impact des ouvrages et à la régulation des débits sur les structures physiques et sur les édifices biologiques.

A partir de ces différentes données, des bilans globaux ont été développés sur l'ensemble du secteur (Service Régional de l'Aménagement des Eaux de Franche-Comté en 1985) ainsi que des diagnostics consacrés à différents compartiments de l'hydrosystème : thermie et variations des hauteurs d'eau dans le lit mineur du Doubs (Communauté de Travail du Jura, Conseil Régional de Franche-Comté en 1994), poissons (CSP en 2000), bilans de situation des activités humaines sur les bassins versants concernés (Agence de l'Eau RMC, DIREN de Franche-Comté en 1998 et 2000).

### **- Les premières actions :**

Le Châtelot, ouvrage le plus important et réservoir de tête influant sur les éclusées a fait l'objet de plusieurs adaptations touchant à ses conditions d'exploitation.

A l'origine, la concession avait prévu un débit réservé à l'aval du barrage de 50 l/seconde mais cette valeur a été augmentée bénévolement à 250 l/s, le 5 février 1969 dans le cadre d'un règlement d'eau général.

Le 29 juillet 1991, une Convention franco-suisse a été signée, visant à harmoniser les dispositions relatives à la protection du biotope du Doubs frontalier. Elle a instauré la création d'une Commission Mixte, composée de représentants des deux Etats et chargée de la mise en place d'actions relatives à " *l'exercice de la pêche et à la protection des milieux aquatiques* ".

Le 27 mai 1998, sous l'impulsion de cette Commission, un protocole (dit protocole de Maîche) a fixé des modalités visant à atténuer les effets des éclusées à l'aval de l'ouvrage, la SFMC prenant à sa charge les surcoûts occasionnés.

### **- Aujourd'hui une étape décisive : la modification de la gestion des débits :**

A partir des travaux menés notamment dans le cadre de la Commission Mixte franco-suisse et de la Conférence Transjurassienne (CTJ) mais également en tenant compte de la bonne concertation qui s'est instaurée entre les acteurs locaux, les partenaires sont arrivés à un accord. Il porte sur un programme d'amélioration des écosystèmes du Doubs franco-suisse en cherchant à concilier les différents enjeux en cause. Il se trouve formalisé dans le présent **Accord-Cadre**.

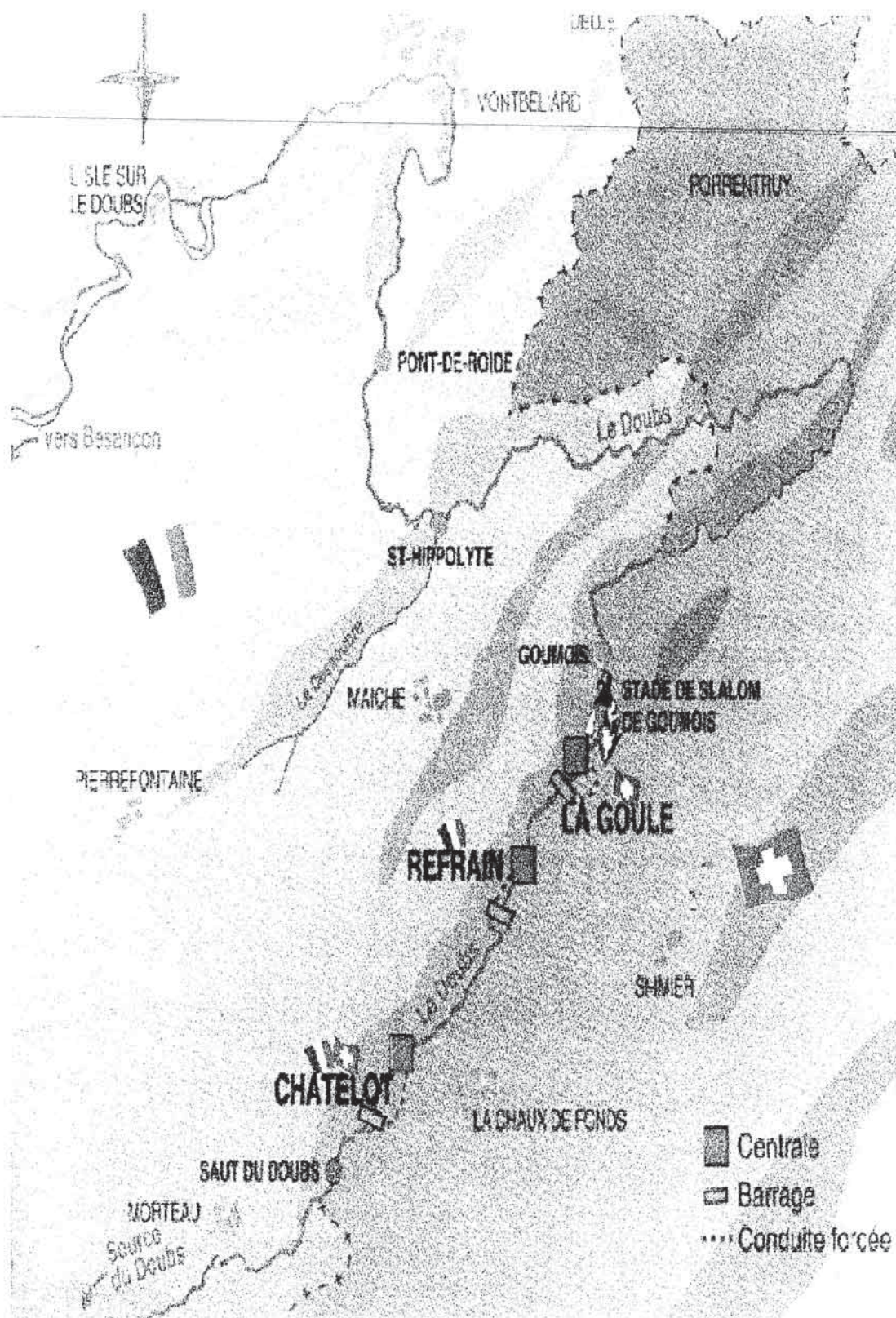
Les solutions retenues consistent à étudier, mettre en place et exploiter des installations complémentaires permettant d'augmenter les débits permanents à partir du barrage du Châtelot et de la centrale du Refrain.

Les caractéristiques de l'usine de La Goule excluent ce type d'aménagement. Son exploitation reste cependant tributaire de celle des ouvrages amont, en application du règlement d'eau commun.

L'objectif visé était de favoriser une approche globale intégrant la problématique spécifique de chacun des ouvrages. C'est donc dans le cadre d'une véritable concertation, animée par la volonté d'aboutir à un accord équilibré que les différents acteurs se sont rejoints en privilégiant la voie de la négociation.

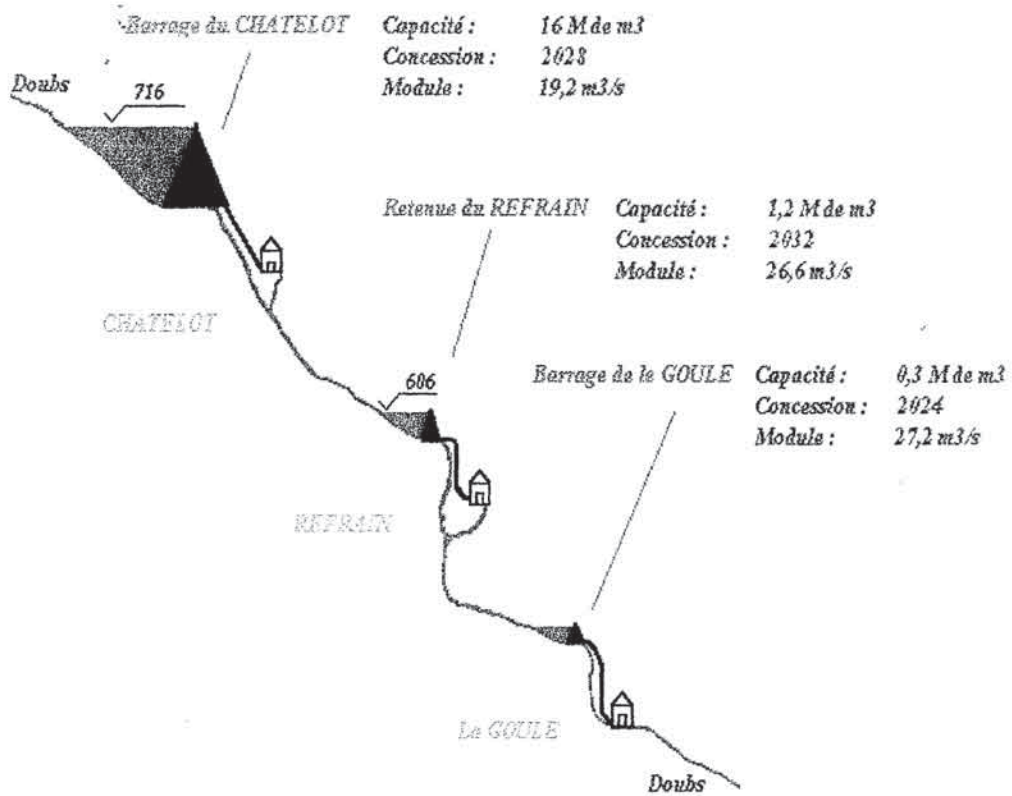
Aujourd'hui, toutes les conditions sont réunies pour franchir une étape décisive voire exemplaire, en mettant en oeuvre une véritable démarche de **développement durable**. Se trouvent ainsi conciliés : l'amélioration de l'environnement, le maintien d'une production d'énergie et l'adhésion d'une multiplicité d'acteurs locaux tant institutionnels, économiques qu'associatifs.

# IMPLANTATION DES OUVRAGES



## PROFIL DE LA RIVIERE

### Aménagements du Doubs Franco - Suisse



# Article 1 : MISSIONS ET OBJECTIFS

## A - MISSIONS DES OUVRAGES HYDROELECTRIQUES ET POLITIQUES DES MAITRES D'OUVRAGES

Les ouvrages du Châtelot (SFMC), du Refrain (EDF), de la Goule (SFEG) et les aménagements prévus dans le présent Accord-Cadre, contribuent au développement économique, social et environnemental de la région grâce, en particulier, à la bonne insertion dans le tissu local des trois exploitants hydrauliques qui s'attachent à développer des démarches partenariales.

Ces installations par leur souplesse d'utilisation et leurs réserves d'eau permettent de contribuer à assurer les besoins énergétiques au moment des pointes de consommation et plus généralement, à l'équilibre du système électrique régional.

- **La centrale du CHATELOT**, a une réserve de 12 hm<sup>3</sup> d'eau et une puissance de 30 000 kW mobilisable en quelques minutes. Elle produit en moyenne, 100 millions de kWh par an.

- **La centrale du REFRAIN**, a une réserve de 1,2 hm<sup>3</sup> d'eau et une puissance de 11 000 kW. Elle produit en moyenne, 59 millions de kWh par an.

- **La centrale de La GOULE**, possède une réserve de 0,3 hm<sup>3</sup> d'eau, une puissance de 5 300 kW. Elle produit en moyenne, 25,5 millions de kWh par an.

L'ensemble correspond à près de 185 millions de kWh d'énergie renouvelable évitant ainsi l'émission d'environ 200 000 T de gaz à effet de serre.

Les exploitants sont conscients que la production hydroélectrique du Doubs, doit prendre en compte les divers intérêts de tous les usagers de cette rivière d'intérêt international. Ils ont la volonté de limiter l'impact des aménagements et de leur fonctionnement sur les milieux concernés.

## B - OBJECTIFS DE L'ACCORD-CADRE

La chaîne d'ouvrages sur le Doubs frontalier est identifiée dans le SDAGE (carte 7, volume 3) comme faisant partie des aménagements hydroélectriques du bassin Rhône-Méditerranée-Corse « *devant faire l'objet d'une évolution progressive de leur mode de gestion avec un double objectif :*

- *réduction des impacts amont et aval sur le milieu,*
- *prise en compte de nouveaux usages »*

Comme cela a déjà été dit en préambule, cette problématique a fait l'objet de diverses études et de nombreuses rencontres de concertation pour limiter l'impact négatif des barrages sur les peuplements aquatiques.

Au-delà de la finalité première de restauration de la qualité de fonctionnement hydrologique et écologique du milieu, l'Accord-Cadre a pour objet :

a) de faire valider par l'ensemble des signataires :

- les objectifs de gestion des débits restitués en aval de chaque aménagement,
- la nature des travaux à réaliser pour les atteindre,
- les engagements de l'ensemble des parties, maîtres d'ouvrages et organismes contribuant au financement des projets.

b) ainsi que d'affirmer la volonté d'examiner ultérieurement :

- les modes de gestion de l'ensemble des ouvrages concernés,
- la nature du suivi à mettre en place

## Article 2 MODES ACTUELS D'EXPLOITATION

Les modes décrits ci-dessous sont à considérer hors périodes de crues ; il n'y a pas de ce fait de déversement au niveau des barrages.

- **Aménagement du Châtelot :**

Le débit réservé restitué au pied du barrage et maintenu dans le tronçon court-circuité, c'est à dire jusqu'à la confluence avec la restitution de la centrale du Châtelot , est de : 250 l/s.

La centrale du Châtelot réalise des turbinages par éclusées dont le débit est susceptible de varier dans une fourchette de 0 à 44 m<sup>3</sup>/s. Le débit total dans le lit du Doubs en aval de la centrale varie donc de 250 l/s à 44,25 m<sup>3</sup>/s

- **Aménagement du Refrain :**

Le débit réservé restitué au pied du barrage et maintenu dans le tronçon court-circuité, c'est à dire jusqu'à la confluence avec la restitution de la centrale du Refrain, reste à 665 l/s.

La centrale du Refrain réalise des turbinages par éclusées dont le débit est susceptible de varier dans une fourchette de 0 à 23 m<sup>3</sup>/s. Le débit total dans le lit du Doubs, en aval de la centrale, varie donc de 665 l/s à 23,665 m<sup>3</sup>/s.

- **Aménagement de la Goule :**

Le débit réservé restitué au pied du barrage et maintenu dans le tronçon court-circuité, c'est à dire jusqu'à la confluence avec la restitution de la centrale de la, Goule est de 680 l/s.

La centrale de la Goule réalise des turbinages pouvant varier de 4 m<sup>3</sup>/s (\*) à 18 m<sup>3</sup>/s. Le débit total dans le lit du Doubs en aval de la centrale varie donc de 4 m<sup>3</sup>/s à 18,68 m<sup>3</sup>/s.

*(\*) selon le règlement d'eau, un débit de 4 m<sup>3</sup>/s minimum est maintenu en aval de la Goule tant que le débit naturel mesuré à la station suisse des Brenets (à l'amont de la chaîne d'ouvrages) est au moins égal à 2,66 m<sup>3</sup>/s. En deçà de ce débit de 2,66 m<sup>3</sup>/s, la règle de restitution en aval de l'aménagement correspond à 1,5 fois le débit mesuré aux Brenets.*

## Article 3 : DISPOSITIONS RETENUES

La partie concernée du Doubs supérieur, englobe trois aménagements en chaîne : le Châtelot, le Refrain et la Goule, chacun ayant des caractéristiques particulières. Ce tronçon du Doubs fait frontière entre la Suisse et la France. Il doit tenir compte des particularités administratives et réglementaires des deux pays. La réflexion a été menée afin d'obtenir des solutions visant à une optimisation des débits sur l'ensemble du parcours par rapport aux contraintes.

### A- MODES D'EXPLOITATION RETENUS

#### 1) Cas général :

- **Aménagement du Châtelot :**

Le débit réservé instantané, restitué au pied du barrage et maintenu dans le tronçon court-circuité, c'est à dire jusqu'à la confluence avec la restitution de la centrale du Châtelot , sera de 2 m<sup>3</sup>/s. Cette valeur très proche du 1/10<sup>ème</sup> du module, résulte d'une étude mandatée par l'Office Fédéral Suisse de l'Environnement des Forêts et du Paysage, concluant

que c'est un niveau de débit « où les pertes occasionnées au milieu aquatique, atteignent un seuil de limite des dommages tolérables ».

La centrale du Châtelot réalise des turbinages pouvant varier de 0 à 44 m<sup>3</sup>/s. Le débit total instantané dans le lit du Doubs en aval de la centrale variera donc de 2 m<sup>3</sup>/s à 46 m<sup>3</sup>/s.

- **Aménagement du Refrain :**

Le débit réservé instantané restitué au pied du barrage et maintenu dans le tronçon court-circuité, c'est à dire jusqu'à la confluence avec la restitution de la centrale du Refrain, restera à 665 l/s.

La centrale du Refrain augmentera le turbinage permanent à un débit d'au moins 3 m<sup>3</sup>/s. Cette valeur correspond à un plancher technique compatible avec les turbines. Le débit total instantané dans le lit du Doubs en aval de la centrale variera donc hors incident, de 3,665 m<sup>3</sup>/s à 23,665 m<sup>3</sup>/s.

- **Aménagement de la Goule:**

Compte tenu des spécificités de cet ouvrage, il n'y aura pas de modification de son mode d'exploitation. Cependant, les mesures prises sur les centrales amont auront des impacts positifs sur la régularité des débits en aval de la Goule

## **2) Cas particulier – débit instantané aux Brenets < 2,66 m<sup>3</sup>/s :**

- **Aménagement du Châtelot :**

Le débit restitué au barrage est de 2 m<sup>3</sup>/s tant que le débit mesuré aux Brenets n'est pas inférieur à cette valeur. En deçà de 2 m<sup>3</sup>/s mesurés, le débit restitué au barrage est égal au débit entrant.

- **Aménagement du Refrain :**

Dès que le débit moyen journalier entrant dans la retenue est inférieur à 3,665 m<sup>3</sup>/s (3 m<sup>3</sup>/s turbinés à la centrale + 665 l/s restitués au barrage), il n'est plus possible de maintenir le turbinage des 3 m<sup>3</sup>/s par le groupe hydroélectrique de la centrale. Dans ce cas et sous réserve des conclusions des études techniques à réaliser, ce débit sera progressivement ramené à une valeur de 2 m<sup>3</sup>/s pour être restitué :

- soit à la centrale par un système by-pass,
- soit au barrage par une vanne adaptée.

Nota : le débit de 0,665 m<sup>3</sup>/s reste complémentaire du débit ci-dessus tant que le débit moyen entrant aux Brenets est au moins égal à 2,66 m<sup>3</sup>/s. En dessous des 2,66 m<sup>3</sup>/s, le débit total restitué au barrage et à la centrale correspondra au débit naturel entrant.

- **Aménagement de la Goule :**

Dès que le débit aux Brenets est inférieur à 2,66 m<sup>3</sup>/s, le débit instantané restitué en aval de la centrale est de 1,5 fois le débit mesuré aux Brenets ; ce coefficient permettant de prendre en compte les apports du bassin entre ces deux points.

## **3) Cas particulier - sur incident :**

- **Aménagement du Châtelot :**

En cas d'incident sur le groupe de restitution, le débit de 2 m<sup>3</sup>/s ou le débit entrant s'il est inférieur est by-passé au droit du groupe.

- **Aménagement du Refrain :**

En cas d'incident de courte durée sur le groupe hydroélectrique, le débit de 3 m<sup>3</sup>/s est by-passé instantanément au niveau de l'usine.

En cas d'incident grave, notamment sur la vanne de tête, le débit de restitution de 3 m<sup>3</sup>/s est stoppé (arrêt du groupe et non fonctionnement du by-pass). Un débit de 2 m<sup>3</sup>/s sera automatiquement restitué

au niveau du barrage conduisant à un débit instantané de 2,665 m<sup>3</sup>/s à l'aval du barrage (1/10<sup>ème</sup> du module). On notera que pour ce type d'incident, le débit en aval de la centrale sera momentanément limité à 665 l/s (le temps de transfert des débits du barrage à la centrale).

- **Aménagement de la Goule :**

Pas de modification, reconduction des dispositions actuelles.

#### **4) Cas particulier – arrêt du groupe du Refrain pour maintenance :**

Seul le Refrain est concerné par cette situation du fait d'un report de débit de la centrale vers le barrage.

Le débit réservé sera restitué totalement au barrage avec une diminution progressive de 3,665 m<sup>3</sup>/s à 2,665 m<sup>3</sup>/s (1/10<sup>ème</sup> du module) lors de l'arrêt du groupe hydroélectrique

## **B) EQUIPEMENTS ET DISPOSITIONS RETENUS**

- **Aménagement du Châtelot :**

Il est prévu d'installer près du barrage, sous le bassin amortisseur, un groupe hydroélectrique turbinant un débit instantané de 2 m<sup>3</sup>/s et un organe by-pass au droit de ce groupe.

- **Aménagement du Refrain :**

1- adaptation du groupe hydroélectrique actuel pour permettre un turbinage permanent de 3 m<sup>3</sup>/s,

2- équipement d'un système de déchargeur de 3 m<sup>3</sup>/s à la centrale pour pallier immédiatement un incident machine,

3 - création au barrage d'une dérivation équipée d'une vanne automatisée permettant une régulation du débit total en aval du barrage de 2,66 m<sup>3</sup>/s pour faire face à des arrêts de chute ou des incidents graves.

- **Aménagement de la Goule :**

Cet ouvrage ne nécessitera pas d'aménagement particulier compte tenu du faible linéaire de la partie court-circuitée et au regard des coûts que cela engendrerait. Concernant les turbinages à la centrale, la régulation des débits en aval se faisant en fonction des débits amont, se trouvera donc facilitée par l'augmentation des débits permanents.

## **Article 4 : ECHEANCIER PREVISIONNEL DES TRAVAUX**

- **avril 2003**, lancement des procédures réglementaires pour l'ensemble des travaux et établissement de l'état initial du milieu,
- **avril 2004 à fin 2005**, réalisation des travaux,
- **à partir de 2007**, évaluation de l'opération et mesure des effets sur le milieu.

## **Article 5 : EVALUATION DES EFFETS SUR LE MILIEU**

Une évaluation sur le milieu sera réalisée avant et après la mise en oeuvre des nouvelles dispositions afin d'estimer l'impact de l'évolution des modes d'exploitation sur le milieu. Cette évaluation comprendra un état zéro et fera l'objet d'un suivi, deux ans et cinq ans après les travaux. Elle



comportera notamment un volet hydrologique et l'étude sur les différents compartiments du milieu (aspect piscicole – zoomacrobenθος – végétation...)

## **Article 6 : COMITE DE PILOTAGE**

Un comité de pilotage comportant les représentants des différents signataires ainsi qu'une association de protection de l'environnement, est mis en place ; il est co-présidé par l'Etat et la Région.

Il a pour mission le suivi de la mise en œuvre des dispositions retenues, qu'elles soient matérielles ou réglementaires (règlement d'eau...).

Ce comité examinera et évaluera le contenu et les conclusions des études d'incidence sur le milieu (avant et après travaux).

Compte tenu des sujets abordés, il y aura possibilité d'inviter les organismes ou associations compétents en tant que de besoin.

Les bases de cet accord ouvrent les possibilités d'examiner, au sein du Comité de Pilotage, la cohérence avec d'autres modalités d'exploitation telles que la forme des éclusées, le marnage des retenues, les effets de chasse, la mobilisation des volumes disponibles dans les retenues en période d'étiage sévère, les améliorations qui pourraient être apportées en terme de circulation du poisson... L'ensemble de ces dispositions ne devra toutefois pas remettre en cause la sécurité et l'efficacité économique des aménagements. Ils pourront faire l'objet d'éventuels accords ultérieurs.

## **Article 7 : FINANCEMENT PREVISIONNEL**

Les parties signataires du présent Accord-Cadre conviennent de la répartition suivante des coûts d'investissement, d'exploitation et des pertes d'exploitation (cf tableau ci-après).

A noter que pour l'installation de la turbine de restitution du Châtelot, les montants avancés correspondent à 50 % des dépenses totales, les parties suisses prenant en charge l'autre moitié tant au niveau de l'investissement que des frais d'exploitation.

Tant pour le Châtelot que pour le Refrain, les frais d'exploitation ont été capitalisés sur une durée allant jusqu'à l'échéance des concessions respectives.

NB : un échéancier de l'apport des contributions pour chacun des participants sera établi ultérieurement.

## **Article 8 : CLAUSES RESOLUTOIRES**

L'engagement de chacune des parties reste subordonné à deux conditions :

- la réalisation de la globalité des différents programmes d'aménagement : Châtelot – Refrain
- l'accord officiel de chacune des entités sur leur participation financière.

°°°

	Châtelot (*)	Refrain	Goule	modalités de gestion	Suivi du milieu
objectifs	barrage	2 m <sup>3</sup> /s			mesurer l'effet des nouvelles modalités de gestion sur le milieu
	usine	3 m <sup>3</sup> /s	maintien d'un débit minimum constant	s'assurer d'une exploitation durable et conforme aux objectifs de débits.	
travaux à réaliser	barrage	installation d'une turbine au fil de l'eau de 2 m <sup>3</sup> /s	néant	nouvelles dispositions réglementaires à porter au règlement d'eau	Un suivi précédé d'un état des lieux seront mis en place (cf Art 5). Attractivité morphodynamique, suivis piscicole et des macroinvertébrés hydrologie
	usine	néant	équipement d'un déchargeur type « jet creux » de 3 m <sup>3</sup> /s	néant	
maîtrise d'ouvrage					
SFMC					
investissement					
1 000 000					
exploitation					
850 000					
projet plan de financement	SFMC / EDF	850 000	45,95%	600 000	35,3 %
	Conseil Régional	175 800	9,5 %	249 200	14,66 %
	Conseil Général	52 100	2,8 %	69 180	4,08 %
	Etat (FNADT)	161 000	8,7 %	214 000	12,58 %
	Franco-Suisse & CSP	4 100	0,25 %	9 620	0,58 %
	Agence de l'Eau y compris Défi	607 000	32,8 %	558 000	32,8 %
coûts (€ HT)					
investissement					
1 000 000					
exploitation					
850 000					
SFEG					
Etat (DRIRE Franche-Comté)					
- état initial : pilotage					
DIREN et MO multiple					
avant & après travaux : 375 000					
- état initial : financement arrêté					
- suivi après travaux : à définir ultérieurement.					

(\*) Châtelot: les coûts indiqués sont ceux de la part française, ils représentent 50% des dépenses d'investissement et de fonctionnement

SFMC : Société des Forces Motrices du Châtelot

SFEG : Société des Forces Electriques de la Goule

**- SIGNATAIRES DE L'ACCORD-CADRE -**

**Monsieur le Préfet de la Région Franche-Comté,  
Préfet du Doubs**



**Jean-Marc REBIÈRE**

**Monsieur le Président du Conseil Régional  
de Franche-Comté**



**Jean-François HUMBERT**

**Monsieur le Président du Conseil Général  
du Doubs**



**Claude GIRARD**

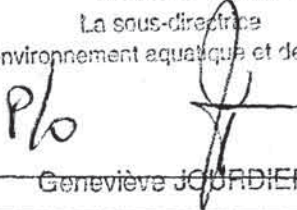
**Monsieur le Directeur de l'Agence de l'Eau  
Rhône-Méditerranée-Corse**



**J.P. CHIROUZE**

**Madame la Présidente de la Commission Mixte du  
Doubs Franco-Suisse**

La sous-directrice  
de l'environnement aquatique et de la pêche



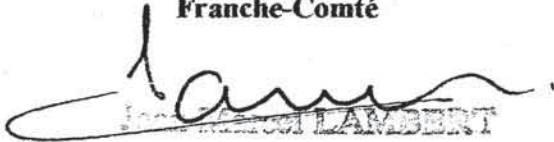
**Geneviève JOURDIER**

**Monsieur le Président de la Société des Forces  
Motrices du Châtelot**



**S.A. DES FORCES MOTRICES  
DU CHATELOT**

**Monsieur le Délégué Régional d'EDF en  
Franche-Comté**



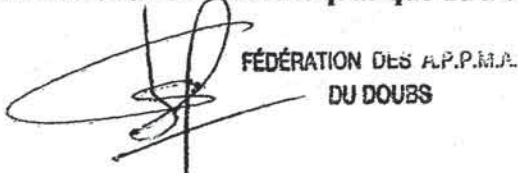
**Jean-Paul LAMBERT**

**Monsieur le Délégué Régional du Conseil  
Supérieur de la Pêche**

L'Ingénieur en Chef du GREF  
Délégué Régional du C.S.P.  
à Dijon  
**Jean-Paul WIDMER**

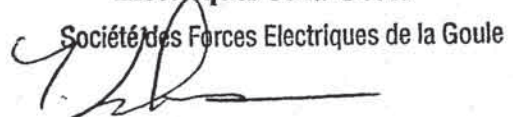
**Jean-Paul WIDMER**

**Monsieur le Président de la Fédération de Pêche  
et de Protection du Milieu Aquatique du Doubs**



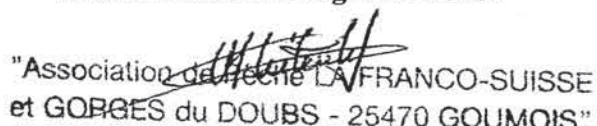
**FÉDÉRATION DES A.P.P.M.A.  
DU DOUBS**

**Monsieur le Directeur de la Société des Forces  
Electriques de la Goule**



**Société des Forces Electriques de la Goule**

**Monsieur le Président de l'Association de Pêche  
et de la Protection du Milieu Aquatique du Doubs  
Franco-Suisse et Gorges du Doubs**



**"Association de Pêche LA FRANCO-SUISSE  
et GORGES du DOUBS - 25470 GOUMOIS"**

Le 30 juin 2003

Usines hydrauliques  
du Châtelot, du Refrain et de la Goule  
sur le Doubs

Règlement d'eau général

(Du 5 février 1969 )

- Vu l'art. 4, al. 2 de la convention du 19.11.30 entre la Suisse et la France au sujet de la concession de la chute du Châtelot,
- Vu l'art. 7, al. 1 de la concession suisse du 28 janvier 1947 et l'art. 15, al. 1 du cahier des charges français du 16 janvier 1954 pour l'usine du Châtelot,
- Vu l'art. 1, al. 1 et l'art. 8 du règlement de manoeuvre des ouvrages de cette usine du 17.4.53,
- Vu les art. 5, 15, 16 et 18 du cahier des charges français du 22 janvier 1962 et l'art. 6, al. 1 de la concession suisse du 24 mars 1961 pour l'usine du Refrain,
- Vu l'art. 6 de l'arrêté du Préfet du Doubs du 20.6.98 concernant l'usine de la Goule, modifié le 27.5.55,
- Vu l'art. 5 de l'autorisation octroyée le 28 novembre 1961 par le Conseil fédéral à la Société des forces électriques de la Goule,
- considérant que l'usine du Châtelot, équipée pour un débit supérieur à ceux que peuvent turbiner les usines d'aval (Le Refrain et La Goule), est exploitée comme usine de pointe et qu'Electricité de France est tenue en application de l'article premier du cahier des charges français de la chute du Refrain de faire jouer à son usine du Refrain - qui dispose du bassin de compensation de Biaufond - le rôle de régularisatrice des débits de celle du Châtelot,
- considérant que la Société des forces électriques de la Goule est tenue (art. 6 de l'arrêté préfectoral du 20.6.98 modifié le 27.5.55) de se substituer aux concessionnaires des usines d'amont pour

laisser s'écouler à l'aval de son usine un débit suffisant pour sauvegarder les intérêts généraux,

- l'Office fédéral de l'économie hydraulique et la Direction du gaz et de l'électricité (Ministère de l'industrie) ont convenu d'établir le présent règlement d'eau général fixant les conditions d'écoulement pour les trois usines du Châtelot, du Refrain et de la Goule, la partie de ce règlement général se rapportant à l'usine du Châtelot tenant lieu d'instructions complémentaires au règlement de manoeuvre des ouvrages de cette usine.

## I. Généralités

### Art. 1

#### Principe

En vue d'assurer la compensation des éclusées, l'exploitation des usines du Châtelot, du Refrain et de la Goule sera coordonnée de manière qu'en tout temps chacune d'elles soit en mesure de satisfaire au présent règlement.

### Art. 2

#### Débits déterminants

Une partie des débits prescrits dans le présent règlement sont fixés en fonction des débits du Doubs à la sortie du lac des Brenets. On entend par débit sortant du lac des Brenets le débit total des émissaires superficiel et souterrains. Ce débit est déterminé en fonction du niveau du lac mesuré à la station limnigraphique des Brenets de l'Office fédéral de l'économie hydraulique. La relation entre ce niveau et le débit du Doubs, établie par cet office, fait foi.

Art. 3

Dérogations

1) Lorsque pour transformer une usine, y faire des réparations ou pour toute autre raison majeure, il deviendra indispensable de déroger momentanément à certaines dispositions du présent règlement d'eau le concessionnaire devra requérir préalablement l'autorisation de l'Office fédéral de l'économie hydraulique et du Service de la 2e Circonscription électrique et aviser les usiniers d'aval; les autres intéressés, notamment les services cantonaux, seront avertis par l'Office fédéral de l'économie hydraulique. Celui-ci et le Service de la 2e Circonscription électrique pourront cependant, s'ils le jugent nécessaire, demander au concessionnaire d'avertir lui-même certains intéressés.

2) En cas d'urgence, le concessionnaire pourra déroger au présent règlement d'eau sans en demander au préalable l'autorisation. Toutefois il devra avertir immédiatement les services, les usiniers et les intéressés mentionnés au paragraphe 1 ci-dessus.

Art. 4

Revision

Le présent règlement d'eau général pourra être révisé tous les deux ans à la demande de l'une quelconque des administrations intéressées ou de l'un des concessionnaires. La décision de révision appartiendra conjointement à l'Office fédéral de l'économie hydraulique et à la Direction du gaz et de l'électricité.

II. Usine du Châtelot

Art. 5

Mesure des niveaux et des débits (Art. 8 de la concession suisse et art. 47 du cahier des charges français).

1) Mesure des niveaux. Le niveau du bassin de retenue de Moron et

celui de l'eau dans le canal de fuite de la centrale sont mesurés et enregistrés à l'aide de télélimeètres installés à des endroits appropriés par le concessionnaire et les transmettant de façon continue à la centrale.

2) Mesure des débits:

a) Le débit évacué au barrage du Châtelot (débit sortant du bassin de Moron et s'écoulant à l'aval dans le lit naturel du Doubs, en particulier le débit réservé fixé à l'art. 6 ci-dessous) est déterminé à la station limnigraphique située au droit de l'auberge du Châtelot. Cette station appartient au concessionnaire mais est exploitée par l'Office fédéral de l'économie hydraulique. La relation entre le niveau du Doubs et son débit, déterminée par l'Office fédéral de l'économie hydraulique, fait foi.

b) Le débit restitué par la centrale du Châtelot est mesuré au moyen d'appareils Venturi-Rittmeyer installés sur les conduites d'amenée aux turbines. Ces appareils doivent être étalonnés.

3) Envoi des copies des diagrammes originaux:

Le concessionnaire envoie régulièrement et gratuitement des doubles des diagrammes originaux enregistrés par les appareils de mesure mentionnés aux paragraphes 1 et 2 ci-dessus à l'Office fédéral de l'économie hydraulique. Il les enverra dans les mêmes conditions au Service de la 2e Circonscription électrique si celui-ci lui en fait la demande. De son côté, l'Office fédéral de l'économie hydraulique remet gratuitement au concessionnaire des doubles des diagrammes originaux enregistrés par le limnigraphe du Châtelot ainsi que la relation entre le niveau de la rivière et son débit qu'il détermine à cette station.

Art. 6

Débit minimum à l'aval du barrage

Un débit minimum de 250 l/s sera maintenu constamment au viaux barrage du Châtelot (situé à 70 m à l'aval de l'auberge).

Art. 7

Variations maxima du débit évacué à l'aval de l'usine (Art. 3 du règlement de manoeuvre des ouvrages).

1) a) Lorsque le débit du Doubs à la sortie du lac des Brenets est inférieur à 80 m<sup>3</sup>/s, la somme du débit évacué au barrage et de celui restitué par la centrale ne doit pas dépasser cette valeur.

b) Lorsque le débit du Doubs à la sortie du lac atteint ou dépasse 80 m<sup>3</sup>/s, le bassin de retenue de Moron ne doit pas être abaissé. Il ne peut l'être exceptionnellement que s'il y a déversement par dessus le barrage.

c) Le concessionnaire peut déroger aux paragraphes a et b ci-dessus, lors de lâchures pour le flottage du bois. La somme du débit évacué au barrage et de celui restitué par la centrale pourra alors atteindre 100 m<sup>3</sup>/s quel que soit le débit du Doubs à la sortie du lac des Brenets.

2) a) L'ouverture et la fermeture des vannes de fond du barrage du Châtelot doivent avoir lieu progressivement, la variation du débit en résultant ne devant pas dépasser 10 m<sup>3</sup>/s par demi-heure à la station limnigraphique du Châtelot.

b) Lors de crues du Doubs, on commencera donc à ouvrir les vannes de fond assez tôt, de manière à pouvoir satisfaire aux conditions de l'alinéa 2,aa ci-dessus ainsi qu'à celles de l'article 2 du règlement de manoeuvre des ouvrages de l'usine.

c) Le concessionnaire peut déroger aux paragraphes a et b ci-dessus lors de lâchures pour le flottage du bois. L'augmentation de débit pourra alors atteindre 10 m<sup>3</sup>/s toutes les 10 min. jusqu'à concurrence de 30 m<sup>3</sup>/s, s'il y a lieu; l'augmentation du débit de 30 à 60 m<sup>3</sup>/s, de même que sa réduction de 60 à 0 m<sup>3</sup>/s pourront avoir lieu avec la rapidité maximum permise par le dispositif de manoeuvre des vannes.



Art. 8

Débits moyens journaliers à restituer par la centrale du lundi au vendredi, excepté les jours fériés en Suisse et en France (Nouvel An, Ascension et Noël) (Art. 4 du règlement de manoeuvre des ouvrages).

1) Le débit moyen minimum devant être restitué au cours d'un jour (de 0.00 h à 24.00 h) par la centrale du Châtelot est fixé en fonction du débit du Doubs à la sortie du lac des Brenets à 07.00 h de la manière suivante:

a) Lorsque le débit à la sortie du lac est inférieur à 7 m<sup>3</sup>/s, le débit moyen restitué doit être au minimum égal au débit sortant du lac.

b) Lorsque le débit à la sortie du lac atteint ou dépasse 7 m<sup>3</sup>/s, le débit moyen restitué doit être au minimum de 7 m<sup>3</sup>/s.

2) Lorsque les débits minima prescrits à l'alinéa 1 ci-dessus ne peuvent pas être restitués intégralement par la centrale, le complément doit être écoulé au barrage du Châtelot.

Art. 9

Flottage du bois (art. 6 du règlement de manoeuvre des ouvrages)

Le flottage de bois peut être effectué lorsqu'à la sortie du lac des Brenets, le débit du Doubs est:

a) égal ou supérieur à 60 m<sup>3</sup>/s

b) de 50 m<sup>3</sup>/s, à la condition que le bassin de Moron déverse et que, pendant ce temps l'usine du Châtelot travaille à pleine charge.

L'application de cette mesure est subordonnée à une obligation des forestiers de préparer leurs bois dans le lit de la rivière de manière à réduire au minimum les pertes d'eau inutiles.

Art. 10

Variations maxima du débit utilisé

Le débit utilisé par la centrale ne doit être augmenté que progressivement, l'augmentation ne devant pas dépasser la cadence de 20 m<sup>3</sup>/s en 5 minutes. Les deux groupes de l'usine ne seront pas mis en marche simultanément.

III. Usine du Refrain

Art. 11

Mesure des niveaux et des débits

- 1) Mesure des niveaux. Le niveau du bassin de retenue du Refrain est mesuré et enregistré, d'une part à l'aide d'un télélignimètre installé par le concessionnaire à proximité de la prise d'eau et le transmettant de manière continue à la centrale, d'autre part, au moyen du limnigraphe situé sur la rive droite du Doubs à l'amont de la douane suisse et appartenant à l'Office fédéral de l'économie hydraulique.
- 2) Mesure des débits. Le débit du Doubs à l'aval de la centrale est déterminé à la station limnigraphique située au lieu-dit la Combe-des-Sarrasins et appartenant à l'Office fédéral de l'économie hydraulique. La relation entre le niveau de la rivière et son débit, déterminée par cet office, fait foi.
- 3) Envoi des copies des diagrammes originaux. A la demande du Service de la 2e Circonscription électrique ou de l'Office fédéral de l'économie hydraulique, le concessionnaire leur enverra gratuitement des doubles des diagrammes originaux enregistrés par son appareil installé à proximité de la prise d'eau. Réciproquement, si le concessionnaire lui en fait la demande, l'Office fédéral de l'économie hydraulique lui remettra gratuitement les doubles des diagrammes originaux enregistrés par son limnigraphe de Biaufond.

Art. 12

Débit minimum à l'aval du barrage

Un débit moyen journalier de 250 l/s sera maintenu constamment dans le lit du Doubs au barrage, le débit instantané ne devant jamais être inférieur à 100 l/s.

Art. 13

Manoeuvre des vannes du barrage

1) Les vannes du barrage seront manoeuvrées de manière:

a) que le niveau du bassin de retenue au pont de Biaufond ne dépasse jamais la cote 609,60 (RPN 373,60) tant que le débit des apports au bassin ne dépasse pas 450 m<sup>3</sup>/s. Dans le cas où l'une des deux vannes-toit resterait bloquée haute, la vanne-toit libre et la vanne de chasse seront manoeuvrées de façon que cette cote ne soit pas atteinte tant que le débit des apports ne dépasse pas 250 m<sup>3</sup>/s.

b) que la somme du débit évacué au barrage et de celui restitué par la centrale n'exécède pas de plus de 30 m<sup>3</sup>/s le débit des apports au bassin de retenue.

2) Cas de force majeure exceptés, les deux vannes-toit seront toujours manoeuvrées simultanément et parallèlement.

3) Les vannes-toit seront manoeuvrées progressivement; la variation de débit en résultant ne devant pas dépasser 15 m<sup>3</sup>/s par demi-heure immédiatement à l'aval du barrage.

4) Pendant les crues du Doubs (déversement au barrage du Châtelot), les vannes seront manoeuvrées selon la consigne de manoeuvre des vannes en cas de crue du 30.4.56 ainsi que l'additif du 30.4.57 annexés au présent règlement d'eau général.

5) Lorsqu'une des vannes-toit reste bloquée haute lors d'une crue, la centrale du Refrain avertit immédiatement, par téléphone ou télégraphe, les services des ponts et chaussés du canton de Neuchâtel

et du département du Doubs si, après que la vanne-toit libre aura été abaissée complètement, le niveau de la retenue au barrage remonte au-dessus de la cote 609,03 (RPN: 373,60).

Art. 14

Débit instantané minimum à l'aval de la centrale

Le débit instantané du Doubs immédiatement à l'aval de la centrale ne devra jamais être inférieur à 350 l/s.

Art. 15

Variations du débit utilisé

Le débit utilisé par la centrale ne sera augmenté ou diminué que très progressivement.

IV. Usine de la Goule

Art. 16

Mesure des niveaux et des débits

1) Mesure des niveaux

Le niveau du bassin de retenue de la Goule est mesuré et enregistré à l'aide d'un télélimeimètre installé par la Société des forces électriques de la Goule (SEG) à proximité de la prise d'eau et le transmettant de manière continue à la centrale.

2) Mesure des débits

Le débit du Doubs à l'aval de la restitution de l'usine sera déterminé à la station limnigraphique, qui sera construite par la Société des forces électriques de la Goule et exploitée par l'Office fédéral de l'économie hydraulique. La relation entre le niveau de la rivière et son débit, déterminée par cet office, fera foi.

3) Envoi des copies des diagrammes originaux

A la demande de l'Office fédéral de l'économie hydraulique ou du Service de la 2e Circonscription électrique, la SEG leur enverra gratuitement des doubles des diagrammes originaux enregistrés par son appareil installé à proximité de la prise d'eau. De son côté, l'Office fédéral de l'économie hydraulique remet gratuitement à la SEG des doubles des diagrammes originaux enregistrés par le limnigraphe de la station mentionnée à l'alinéa 2 ci-dessus ainsi que la relation entre le niveau de la rivière et son débit et les tableaux des débits journaliers qu'il détermine à cette station.

Art. 17

Débit minimum à l'aval du barrage

Un débit minimum instantané de 250 l/s devra s'écouler constamment dans le lit du Doubs à l'amont immédiat du confluent du ruisseau dit Bief d'Etoz.

m

Art. 18

Débit instantané minimum à l'aval de la centrale

Le débit instantané minimum devant s'écouler dans le Doubs à l'aval de la centrale est fixé chaque jour en fonction du débit de la rivière à la sortie du lac des Brenets de la façon suivante:

a) Lorsque la valeur du débit à la sortie du lac est inférieure à  $2 \frac{2}{3}$  m<sup>3</sup>/s, le débit instantané doit être au minimum égal à  $1 \frac{1}{2}$  fois cette valeur.

b) Lorsque la valeur du débit à la sortie du lac est égale ou supérieure à  $2 \frac{2}{3}$  m<sup>3</sup>/s, le débit instantané doit être au minimum égal à 4 m<sup>3</sup>/s.

Art. 19

Variations du débit utilisé

Le débit utilisé par la centrale ne doit varier, au cours de 24 heures consécutives, que dans la proportion de 1 à 3 au maximum. Toutefois, les débits écoulés durant les nuits comprises entre le vendredi et le dimanche ou durant celles qui précèdent un jour férié n'entrent pas en ligne de compte pour le calcul de cette proportion. Par contre, dans les nuits du vendredi au samedi et dans celles qui précèdent un jour férié, le débit ne pourra être réduit à son minimum en moins d'une heure.

V. Entrée en vigueur

Art. 20

Le présent règlement entrera en vigueur le 1<sup>er</sup> janvier 1969

Ainsi approuvé par

l'Office fédéral de  
l'économie hydraulique  
Berne, le 31 octobre 1968

(signé) OESTERHAUS

la Direction du gaz  
et de l'électricité  
Paris, le 5 février 1969

(signé) MALEGARIE

Annexes:

Consigne de manoeuvre des vannes du barrage  
du Refrain en cas de crue.  
Additif à cette consigne.

# Annexe 2

**Combe des Sarrasins : Eclusées – Liste des valeurs de débits retenues pour le calcul des amplitudes journalières**

# Combe des Sarrasins 2000

Sélection d'amplitudes journalières du débit du Doubs liées aux éclusées du Châtelot et du Refrain

Dates, année 2000	Min [m <sup>3</sup> /s]	Max [m <sup>3</sup> /s]	Différence [m <sup>3</sup> /s]	Moyenne mensuelle [m <sup>3</sup> /s]	
17.01	8.65	15.51	6.86		
18.01	8.71	15.67	6.97		
19.01	8.70	15.52	6.81		
20.01	8.64	15.45	6.81		
21.01	8.75	18.06	9.31		
22.01	5.79	14.71	8.92		
23.01	5.77	10.78	5.02		
24.01	5.82	15.35	9.53		
25.01	6.02	17.82	11.79		
26.01	5.96	9.95	4.00		
27.01	5.93	9.45	3.52	janvier	7.23
13.03	23.00	36.65	13.65		
14.03	22.83	34.83	12.01		
15.03	22.37	35.53	13.16		
16.03	22.20	34.90	12.71		
17.03	22.05	35.49	13.44		
25.03	4.27	17.86	13.59		
26.03	4.38	10.84	6.46		
27.03	4.25	10.81	6.56		
28.03	8.63	18.06	9.43		
29.03	8.69	18.05	9.36		
30.03	8.63	17.90	9.27		
31.03	8.63	18.03	9.40	mars	10.75
01.04	5.75	9.39	3.64		
02.04	5.75	8.32	2.57		
03.04	5.74	17.52	11.78		
04.04	5.63	14.82	9.19		
05.04	5.65	8.65	3.00		
06.04	5.58	15.00	9.42		
07.04	5.80	17.34	11.54		
08.04	5.61	14.86	9.24		
09.04	5.55	11.59	6.03		
10.04	5.56	11.51	5.96		
11.04	5.54	15.06	9.51		
12.04	5.55	17.36	11.82	avril	7.81
03.05	5.83	15.51	9.68		
04.05	5.90	18.08	12.19		
05.05	5.90	18.16	12.26		
06.05	5.78	15.48	9.70		
07.05	5.68	15.32	9.65		
08.05	5.68	15.15	9.48		
09.05	5.61	17.60	11.99		
10.05	11.86	17.65	5.79		
11.05	5.57	15.59	10.02		
12.05	5.78	17.86	12.08		
13.05	5.70	15.24	9.54		
14.05	5.70	15.16	9.45		
15.05	5.61	17.80	12.19		
16.05	5.69	17.76	12.07		
17.05	3.44	17.96	14.53		
18.05	5.65	17.77	12.12		
19.05	5.69	15.18	9.49		
20.05	5.63	11.65	6.02		
21.05	5.58	11.56	5.99		
22.05	5.57	15.06	9.48		
23.05	5.59	11.65	6.06		



Dates, année 2000	Min [m <sup>3</sup> /s]	Max [m <sup>3</sup> /s]	Différence [m <sup>3</sup> /s]	Moyenne mensuelle [m <sup>3</sup> /s]	
24.05	5.64	15.15	9.51		
25.05	5.57	5.71	0.14		
26.05	5.68	20.93	15.25		
27.05	5.68	20.93	15.25		
28.05	5.64	20.88	15.24		
29.05	5.66	11.62	5.96	mai	10.04
09.06	9.03	15.44	6.41		
10.06	8.84	15.24	6.41		
11.06	5.57	13.71	8.15		
12.06	5.60	11.66	6.05		
13.06	5.59	11.83	6.24		
14.06	5.77	11.95	6.18		
15.06	5.70	12.09	6.39		
16.06	5.73	15.72	9.99		
27.06	2.21	5.86	3.65		
28.06	2.23	5.97	3.74		
29.06	2.18	5.96	3.79	Juin	6.09
30.06	2.35	5.97	3.62		
01.07	2.29	5.90	3.61		
02.07	2.37	5.84	3.47		
03.07	2.18	5.84	3.65		
04.07	3.63	17.59	13.96		
05.07	2.20	5.95	3.75		
06.07	2.25	5.92	3.68		
07.07	2.29	6.01	3.72		
08.07	2.40	6.00	3.61		
09.07	2.41	6.11	3.71		
22.07	6.58	22.20	15.62		
23.07	6.34	16.33	9.99		
24.07	11.66	21.89	10.23		
25.07	9.34	20.06	10.72		
26.07	6.28	9.61	3.33		
27.07	6.34	11.68	5.34		
28.07	6.58	11.66	5.08	juillet	6.30
01.08	12.09	12.85	0.76		
02.08	9.82	19.27	9.45		
03.08	6.71	16.23	9.52		
04.08	8.43	20.78	12.35		
05.08	6.80	7.26	0.46		
06.08	6.77	9.64	2.87		
07.08	9.61	24.85	15.24		
08.08	12.26	23.90	11.64		
09.08	9.85	12.19	2.34		
10.08	7.19	12.29	5.10		
11.08	6.77	12.16	5.39		
12.08	6.75	6.77	0.01		
13.08	6.74	6.75	0.02		
14.08	2.75	9.61	6.86		
15.08	2.47	6.79	4.31		
16.08	2.56	6.72	4.16		
17.08	2.92	6.86	3.94		
18.08	2.69	6.88	4.20		
19.08	4.35	9.89	5.54		
20.08	2.59	6.82	4.23		
21.08	4.01	7.29	3.28		
22.08	2.98	12.83	9.85		
23.08	3.81	19.94	16.13		
24.08	2.73	19.13	16.39		
25.08	2.92	12.98	10.07		
26.08	7.31	10.36	3.05		

Dates, année 2000	Min [m <sup>3</sup> /s]	Max [m <sup>3</sup> /s]	Différence [m <sup>3</sup> /s]	Moyenne mensuelle [m <sup>3</sup> /s]	
27.08	7.34	10.44	3.10		
28.08	7.30	13.38	6.08		
29.08	3.20	13.13	9.94		
30.08	3.04	10.20	7.16		
31.08	2.84	10.17	7.34	août	6.48
01.09	3.05	11.30	8.25		
02.09	7.82	11.33	3.51		
03.09	7.84	11.66	3.82		
04.09	11.66	26.74	15.08		
05.09	24.05	26.98	2.93		
06.09	18.36	24.71	6.35		
07.09	15.13	18.68	3.55		
08.09	11.64	21.83	10.19		
09.09	7.80	14.72	6.92		
10.09	7.66	14.57	6.91		
11.09	7.57	14.55	6.98		
12.09	7.50	11.15	3.65		
13.09	7.71	8.95	1.24		
14.09	7.74	11.35	3.61		
15.09	7.57	9.29	1.72		
16.09	6.00	11.29	5.29		
17.09	6.24	11.08	4.84		
18.09	3.02	7.65	4.63		
19.09	2.91	7.68	4.77		
20.09	2.93	11.36	8.43		
21.09	7.72	22.03	14.31		
22.09	7.71	18.55	10.84		
23.09	7.65	18.39	10.74		
24.09	7.71	14.37	6.67		
25.09	7.71	18.53	10.82		
26.09	7.68	18.51	10.83		
27.09	7.64	18.40	10.76		
28.09	7.83	18.30	10.47		
29.09	7.71	18.42	10.71		
30.09	7.69	15.97	8.28	septembre	7.24
01.10	7.51	13.13	5.62		
02.10	7.40	12.93	5.54		
03.10	7.35	10.43	3.08		
04.10	7.33	10.33	3.00		
05.10	7.32	12.77	5.45		
06.10	7.23	13.41	6.18		
07.10	7.13	10.29	3.17		
08.10	7.11	10.10	2.99		
23.10	9.21	18.82	9.61		
24.10	9.07	15.79	6.72		
25.10	6.13	21.28	15.15		
26.10	6.29	15.99	9.69		
27.10	9.16	15.94	6.79		
28.10	6.25	9.14	2.88		
29.10	6.27	9.00	2.73		
30.10	6.22	16.25	10.02	octobre	6.16
<b>Moyennes</b>	<b>6.86</b>	<b>14.43</b>	<b>7.57</b>		

## Combe des Sarrasins 2004

Sélection d'amplitudes journalières du débit du Doubs liées aux éclusées du Châtelot et du Refrain

Dates, année 2004	Min [m <sup>3</sup> /s]	Max [m <sup>3</sup> /s]	Différence [m <sup>3</sup> /s]	Moyenne mensuelle [m <sup>3</sup> /s]	
01.01	11.40	15.95	4.55		
02.01	10.85	15.96	5.12		
26.01	24.87	41.62	16.75		
27.01	22.43	42.15	19.73		
28.01	22.42	31.32	8.90		
29.01	22.21	27.96	5.75		
30.01	21.55	26.73	5.18	janvier	9.42
15.02	6.47	11.76	5.29		
16.02	8.74	25.25	16.51		
17.02	8.39	21.48	13.09		
18.02	8.28	22.40	14.12		
19.02	8.43	21.52	13.09		
20.02	8.23	21.59	13.36	février	12.58
08.03	8.22	17.95	9.73		
09.03	8.29	17.88	9.59		
10.03	8.29	17.88	9.60		
11.03	8.41	17.72	9.31	mars	9.56
14.04	23.40	37.42	14.02		
15.04	22.58	37.11	14.53		
16.04	22.06	35.38	13.32		
17.04	5.92	22.18	16.27		
18.04	5.75	10.88	5.13		
19.04	5.76	19.34	13.58		
20.04	13.92	35.08	21.16		
21.04	11.11	32.62	21.51		
22.04	10.93	19.41	8.47		
23.04	9.50	19.45	9.95		
24.04	5.87	8.83	2.96		
25.04	4.86	5.85	0.99		
26.04	5.02	18.20	13.18		
27.04	8.34	18.03	9.69		
28.04	10.79	19.24	8.45		
29.04	10.74	18.06	7.32		
30.04	9.96	18.04	8.08	avril	11.10
01.05	5.58	8.52	2.95		
02.05	5.56	8.25	2.69		
03.05	5.60	18.17	12.57		
04.05	6.97	17.97	11.00		
05.05	6.90	15.41	8.51		
06.05	7.35	18.16	10.82		
07.05	6.75	18.32	11.56		
08.05	6.21	15.49	9.27		
17.05	18.29	30.48	12.20		
18.05	19.88	31.61	11.74		
19.05	19.80	32.10	12.30		
20.05	11.29	28.02	16.73		
21.05	12.35	18.42	6.06		
22.05	5.85	12.28	6.43		
23.05	5.91	8.90	3.00		
24.05	5.91	19.76	13.85		
25.05	9.02	18.29	9.27		
26.05	8.96	15.71	6.75		
27.05	9.10	18.68	9.58		
28.05	12.46	18.62	6.17		
29.05	5.76	10.60	4.84		
30.05	5.84	8.42	2.58		

Dates, année 2004	Min [m <sup>3</sup> /s]	Max [m <sup>3</sup> /s]	Différence [m <sup>3</sup> /s]	Moyenne mensuelle [m <sup>3</sup> /s]	
31.05	5.87	15.84	9.97	mai 8.73	
13.06	6.53	12.65	6.12		
14.06	9.53	20.47	10.95		
15.06	9.39	18.88	9.49		
16.06	9.41	16.16	6.75		
17.06	9.44	16.19	6.75		
18.06	9.50	16.48	6.99		
19.06	6.36	9.63	3.27		
20.06	6.35	9.33	2.98		
21.06	6.33	12.79	6.46		
22.06	6.35	12.79	6.44		
23.06	6.27	13.70	7.43		
24.06	6.18	11.88	5.70		
25.06	6.24	11.97	5.73		
26.06	6.36	6.49	0.13		
27.06	6.33	6.45	0.11		
28.06	5.51	6.52	1.01		
29.06	5.47	6.46	0.99		
30.06	5.15	6.37	1.22		juin 4.92
04.08	5.32	25.05	19.72		
05.08	10.98	21.41	10.42		
06.08	7.55	18.42	10.87		
07.08	7.43	10.96	3.53		
08.08	7.69	13.29	5.61		
09.08	7.52	13.39	5.86		
10.08	7.49	10.89	3.40		
11.08	10.23	27.10	16.87		
12.08	14.10	26.15	12.05		
13.08	14.11	24.82	10.72	août 9.57	
14.08	13.91	28.96	15.05		
15.08	19.02	27.07	8.05		
16.08	19.00	22.44	3.44		
17.08	14.02	21.25	7.24		
18.08	14.30	25.01	10.71		
01.09	28.87	41.84	12.97		
02.09	22.95	36.94	13.99		
03.09	7.75	30.96	23.21		
04.09	7.52	12.42	4.90		
05.09	7.65	19.66	12.01		
06.09	7.57	23.28	15.72		
07.09	7.56	18.49	10.93		
08.09	7.48	21.85	14.36		
09.09	2.53	22.78	20.25		
10.09	11.31	24.17	12.85		
11.09	7.67	18.14	10.47		
12.09	7.63	13.57	5.95		
13.09	8.45	22.12	13.67		
14.09	11.42	21.87	10.45		
15.09	11.22	21.84	10.62		
16.09	11.25	21.89	10.64		
17.09	11.34	22.07	10.73		
18.09	7.77	11.36	3.58		
19.09	7.81	10.88	3.07		
20.09	7.83	11.14	3.31		
21.09	6.49	18.67	12.18		
22.09	6.39	18.72	12.33		
23.09	6.57	15.79	9.22		
24.09	8.51	18.64	10.13		
25.09	6.74	23.22	16.49		
26.09	11.50	13.74	2.24		

Dates, année 2004	Min [m <sup>3</sup> /s]	Max [m <sup>3</sup> /s]	Différence [m <sup>3</sup> /s]	Moyenne mensuelle [m <sup>3</sup> /s]	
27.09	10.49	21.26	10.77		
28.09	16.51	30.82	14.31		
29.09	11.15	26.82	15.67		
30.09	10.83	24.26	13.44	septembre	11.35
04.10	6.77	13.70	6.93		
05.10	6.38	14.49	8.12		
06.10	8.18	18.66	10.48		
07.10	7.79	18.28	10.49		
08.10	7.73	18.33	10.60		
09.10	7.63	18.74	11.11		
10.10	7.63	18.69	11.07		
11.10	7.58	18.45	10.87		
12.10	7.37	18.48	11.11		
13.10	7.39	18.55	11.15	octobre	10.54
15.11	5.80	19.77	13.97		
16.11	8.95	15.62	6.66		
17.11	6.07	18.36	12.29		
18.11	6.01	18.33	12.33		
19.11	5.89	15.63	9.74	novembre	11.00
13.12	8.22	18.06	9.84		
14.12	6.04	15.35	9.32		
15.12	6.07	15.32	9.25		
16.12	8.57	15.37	6.80	décembre	8.80
<b>Moyennes</b>	<b>9.68</b>	<b>19.27</b>	<b>9.60</b>		

## Combe des Sarrasins 2006

Sélection d'amplitudes journalières du débit du Doubs liées aux éclusées du Châtelot et du Refrain

Dates, année 2006	Min [m <sup>3</sup> /s]	Max [m <sup>3</sup> /s]	Différence [m <sup>3</sup> /s]	Moyenne mensuelle [m <sup>3</sup> /s]	
09.01	8.37	32.63	24.26		
10.01	8.58	18.13	9.55		
11.01	8.22	30.82	22.60		
12.01	8.22	19.48	11.26		
13.01	6.13	15.04	8.92		
14.01	5.49	7.20	1.72		
15.01	5.38	5.56	0.18		
16.01	5.45	6.76	1.31		
17.01	5.47	8.35	2.88		
18.01	5.49	15.15	9.66		
19.01	8.63	20.60	11.97		
20.01	11.48	33.75	22.27		
21.01	8.35	21.65	13.30		
22.01	8.19	11.41	3.23		
23.01	11.42	33.07	21.65		
24.01	14.90	32.93	18.03		
25.01	14.97	32.80	17.83		
26.01	14.93	32.67	17.75		
27.01	8.47	18.09	9.61		
28.01	5.49	8.46	2.97		
29.01	5.36	8.26	2.89		
30.01	5.45	21.18	15.73		
31.01	8.38	14.27	5.89	janvier	11.11
01.03	11.54	32.93	21.39		
02.03	11.42	32.99	21.57	mars	21.48
24.04	19.08	44.47	25.39		
25.04	20.24	45.74	25.50		
26.04	29.47	46.00	16.53	avril	22.48
02.05	10.15	40.35	30.20		
03.05	6.70	24.48	17.79		
04.05	13.34	26.38	13.05		
05.05	7.67	17.54	9.87		
06.05	7.57	17.76	10.20		
07.05	10.28	18.11	7.83	mai	14.82
07.06	15.59	22.14	6.55		
08.06	15.35	21.45	6.10		
09.06	15.40	30.72	15.32		
10.06	10.75	30.63	19.88		
11.06	7.62	10.86	3.24		
12.06	6.60	29.88	23.28		
13.06	10.61	19.65	9.04		
14.06	10.57	21.49	10.92		
15.06	8.26	10.82	2.57		
16.06	7.91	18.42	10.51		
17.06	5.45	10.54	5.09		
18.06	5.45	17.98	12.53		
19.06	7.55	26.81	19.27		
20.06	10.57	19.98	9.40		
21.06	5.43	18.49	13.06		
22.06	5.40	15.61	10.21		
23.06	8.10	18.66	10.56		
24.06	8.05	8.29	0.24		
25.06	5.45	7.54	2.09		
26.06	5.53	28.13	22.61		
27.06	8.25	19.06	10.81		
28.06	9.16	19.02	9.86		

Dates, année 2006	Min [m <sup>3</sup> /s]	Max [m <sup>3</sup> /s]	Différence [m <sup>3</sup> /s]	Moyenne mensuelle [m <sup>3</sup> /s]	
29.06	8.25	27.61	19.37		
30.06	8.54	16.43	7.89	juin	10.85
01.07	7.54	15.97	8.43		
02.07	5.46	7.09	1.63		
03.07	4.94	24.11	19.17		
04.07	5.67	11.03	5.36		
05.07	5.60	11.03	5.44		
06.07	5.61	8.59	2.97		
07.07	5.66	8.73	3.07		
11.07	5.79	18.87	13.08		
12.07	5.95	16.52	10.57		
13.07	4.90	16.74	11.84		
14.07	6.55	19.87	13.32		
17.07	5.77	11.65	5.89		
18.07	5.92	11.85	5.93		
19.07	6.01	12.04	6.02		
20.07	5.35	11.83	6.47		
21.07	5.67	9.36	3.69		
29.07	5.98	15.01	9.03		
30.07	7.19	10.49	3.31		
31.07	6.95	10.35	3.40	juillet	7.30
07.08	11.07	33.41	22.33		
08.08	19.43	25.38	5.95		
09.08	11.19	28.59	17.40		
10.08	10.09	23.75	13.66	août	14.84
05.09	21.53	28.58	7.05		
06.09	11.96	18.83	6.87		
07.09	6.89	20.61	13.72		
08.09	6.77	17.76	10.99		
09.09	6.41	12.44	6.02		
10.09	6.48	12.51	6.03		
11.09	6.38	17.88	11.50		
12.09	6.45	17.98	11.53		
13.09	6.81	24.30	17.49		
14.09	10.08	22.92	12.84		
15.09	13.02	22.46	9.45		
16.09	6.96	20.50	13.54	septembre	10.59
13.10	14.02	36.98	22.96		
14.10	11.12	31.21	20.09		
15.10	11.46	21.13	9.67		
16.10	8.69	34.46	25.77		
17.10	6.79	25.84	19.05		
18.10	9.75	39.89	30.14		
19.10	8.00	34.44	26.44		
20.10	7.61	33.73	26.12		
21.10	7.06	15.43	8.37		
22.10	7.28	15.26	7.98		
23.10	6.97	33.28	26.32		
24.10	8.05	36.11	28.05		
25.10	7.55	27.47	19.92		
26.10	7.20	26.92	19.72		
27.10	6.53	25.22	18.69		
28.10	6.13	20.86	14.74		
29.10	5.99	11.99	6.00		
30.10	5.96	25.45	19.49		
31.10	5.41	22.62	17.21	octobre	19.30
13.11	7.95	15.96	8.01		
14.11	10.70	16.17	5.48		
15.11	8.49	19.20	10.72		
16.11	8.46	15.99	7.52		

Dates, année 2006	Min [m <sup>3</sup> /s]	Max [m <sup>3</sup> /s]	Différence [m <sup>3</sup> /s]	Moyenne mensuelle [m <sup>3</sup> /s]
17.11	6.38	10.91	4.53	novembre 7.25
13.12	20.12	50.40	30.28	
14.12	20.33	47.68	27.34	
15.12	16.24	46.75	30.51	
16.12	11.69	19.99	8.30	
17.12	8.59	19.81	11.23	
18.12	11.57	46.14	34.57	
19.12	15.35	46.87	31.51	
20.12	15.33	47.56	32.23	
21.12	13.45	47.91	34.47	
22.12	11.63	50.06	38.43	
26.12	5.57	8.73	3.17	
27.12	5.60	8.59	3.00	
28.12	5.55	8.57	3.02	
	<b>9.07</b>	<b>22.38</b>	<b>13.32</b>	



## Différences entre les amplitudes en aval du Refrain et en aval de la Goule, 2000

Sélection d'amplitudes journalières à la Goule (même date que pour la Combe des Sarrasins)

Dates, année 2000	Min [m <sup>3</sup> /s]	Max [m <sup>3</sup> /s]	$\Delta Q$ (max-min) [m <sup>3</sup> /s]	$\Delta Q$ Sarrasin - $\Delta Q$ Goule [m <sup>3</sup> /s]
17.01	7.07	13.73	6.66	0.21
18.01	5.01	16.83	11.82	-4.85
19.01	7.96	15.34	7.37	-0.56
20.01	10.35	13.85	3.50	3.31
21.01	7.52	16.30	8.78	0.53
22.01	7.21	7.97	0.76	8.16
23.01	7.15	7.97	0.82	4.20
24.01	7.14	11.52	4.37	5.15
25.01	8.01	13.49	5.48	6.31
26.01	8.11	11.46	3.36	0.64
27.01	7.89	12.86	4.98	-1.46
13.03	23.53	35.74	12.22	1.43
14.03	25.14	34.79	9.65	2.35
15.03	24.95	35.19	10.24	2.92
16.03	24.81	33.66	8.85	3.86
17.03	24.10	34.18	10.09	3.36
25.03	7.75	10.56	2.81	10.78
26.03	7.46	10.73	3.27	3.19
27.03	7.37	12.88	5.51	1.04
28.03	8.23	21.49	13.26	-3.83
29.03	6.46	19.05	12.60	-3.23
30.03	8.23	17.58	9.36	-0.09
31.03	8.52	17.27	8.76	0.65
01.04	6.19	7.85	1.66	1.98
02.04	6.45	8.03	1.58	1.00
03.04	6.78	17.25	10.46	1.31
04.04	6.07	14.37	8.29	0.90
05.04	6.70	7.28	0.57	2.43
06.04	7.07	12.76	5.69	3.74
07.04	8.39	14.27	5.88	5.66
08.04	5.82	9.31	3.48	5.76
09.04	5.81	6.81	1.00	5.03
10.04	6.17	10.49	4.32	1.64
11.04	6.46	12.98	6.52	2.99
12.04	6.77	16.47	9.70	2.12
03.05	7.69	17.97	10.28	-0.60
04.05	6.93	17.78	10.85	1.34
05.05	7.11	18.95	11.84	0.42
06.05	4.89	14.96	10.07	-0.36
07.05	4.88	15.02	10.13	-0.49
08.05	6.21	14.30	8.09	1.39
09.05	5.88	17.71	11.82	0.17
10.05	8.05	17.44	9.39	-3.61
11.05	6.27	17.66	11.40	-1.38
12.05	6.31	19.33	13.01	-0.93
13.05	6.38	14.04	7.67	1.87
14.05	6.52	12.89	6.37	3.09
15.05	6.78	17.93	11.16	1.03
16.05	6.46	17.40	10.94	1.13
17.05	6.58	16.30	9.71	4.81
18.05	6.62	17.36	10.75	1.37
19.05	6.74	14.85	8.12	1.38
20.05	6.55	11.11	4.56	1.46
21.05	6.26	10.33	4.07	1.92
22.05	6.25	13.42	7.16	2.32
23.05	6.39	8.22	1.83	4.23

Dates, année 2000	Min [m <sup>3</sup> /s]	Max [m <sup>3</sup> /s]	ΔQ (max-min) [m <sup>3</sup> /s]	ΔQ Sarrasin - ΔQ Goule [m <sup>3</sup> /s]
24.05	6.27	14.27	8.00	1.51
25.05	4.62	6.26	1.64	-1.51
26.05	4.59	18.61	14.01	1.24
27.05	4.73	18.57	13.84	1.41
28.05	4.72	18.88	14.16	1.08
29.05	6.54	8.94	2.40	3.57
09.06	7.72	15.43	7.71	-1.30
10.06	8.71	15.60	6.89	-0.48
11.06	6.89	11.74	4.85	3.30
12.06	6.22	11.06	4.84	1.21
13.06	6.24	11.48	5.24	1.00
14.06	6.74	13.51	6.77	-0.59
15.06	6.65	13.41	6.76	-0.37
16.06	6.67	14.67	8.00	1.99
27.06	4.22	6.19	1.97	1.68
28.06	4.36	5.81	1.45	2.28
29.06	4.31	5.77	1.46	2.33
30.06	4.29	5.96	1.68	1.94
01.07	4.44	5.31	0.87	2.74
02.07	4.33	5.25	0.92	2.56
03.07	4.32	6.55	2.22	1.43
04.07	4.46	13.53	9.07	4.88
05.07	4.34	4.45	0.11	3.64
06.07	4.34	6.00	1.66	2.02
07.07	4.31	5.84	1.52	2.19
08.07	4.30	6.04	1.74	1.87
09.07	4.30	6.12	1.82	1.89
22.07	9.56	14.80	5.24	10.38
23.07	7.36	13.32	5.97	4.03
24.07	12.34	19.47	7.13	3.10
25.07	6.78	18.18	11.40	-0.68
26.07	6.39	8.19	1.80	1.53
27.07	6.38	10.11	3.73	1.61
28.07	6.26	11.63	5.37	-0.29
01.08	11.94	12.22	0.28	0.48
02.08	11.71	15.32	3.62	5.84
03.08	10.75	12.42	1.67	7.85
04.08	6.50	15.25	8.75	3.60
05.08	6.13	6.97	0.84	-0.38
06.08	6.13	7.70	1.58	1.29
07.08	7.98	20.80	12.82	2.42
08.08	10.01	21.00	10.98	0.66
09.08	8.85	10.63	1.78	0.56
10.08	8.17	9.97	1.80	3.30
11.08	6.38	9.77	3.39	2.00
12.08	4.38	6.38	2.00	-1.99
13.08	4.14	5.92	1.78	-1.76
14.08	5.69	6.00	0.31	6.55
15.08	3.74	4.75	1.02	3.29
16.08	2.75	5.96	3.21	0.95
17.08	4.26	6.04	1.78	2.16
18.08	4.60	6.55	1.95	2.25
19.08	4.55	6.57	2.01	3.53
20.08	4.44	5.59	1.15	3.08
21.08	4.73	6.46	1.73	1.55
22.08	4.72	13.37	8.65	1.21
23.08	5.09	14.96	9.88	6.26
24.08	4.67	14.85	10.18	6.21
25.08	4.86	10.64	5.78	4.29
26.08	6.45	6.55	0.10	2.95

Dates, année 2000	Min [m <sup>3</sup> /s]	Max [m <sup>3</sup> /s]	ΔQ (max-min) [m <sup>3</sup> /s]	ΔQ Sarrasin - ΔQ Goule [m <sup>3</sup> /s]
27.08	6.42	6.49	0.07	3.03
28.08	4.72	10.31	5.59	0.49
29.08	4.60	10.28	5.68	4.26
30.08	4.61	8.41	3.80	3.36
31.08	4.98	7.94	2.96	4.38
01.09	4.95	9.08	4.13	4.13
02.09	7.09	10.21	3.11	0.39
03.09	7.19	10.41	3.22	0.60
04.09	7.09	29.41	22.32	-7.24
05.09	19.59	24.96	5.37	-2.44
06.09	9.85	23.95	14.10	-7.75
07.09	12.42	16.79	4.37	-0.82
08.09	4.90	18.91	14.02	-3.83
09.09	4.90	13.72	8.82	-1.90
10.09	8.06	10.74	2.68	4.23
11.09	6.83	11.60	4.77	2.21
12.09	5.29	11.09	5.80	-2.15
13.09	5.23	5.38	0.14	1.10
14.09	5.36	11.32	5.96	-2.35
15.09	5.06	5.46	0.40	1.32
16.09	5.06	9.46	4.40	0.89
17.09	4.07	8.88	4.81	0.03
18.09	4.18	6.58	2.40	2.23
19.09	4.29	6.80	2.51	2.26
20.09	4.30	10.86	6.56	1.88
21.09	4.51	18.40	13.90	0.41
22.09	4.57	16.19	11.62	-0.78
23.09	8.13	11.36	3.24	7.50
24.09	7.44	9.15	1.71	4.95
25.09	7.46	15.10	7.64	3.18
26.09	7.67	15.56	7.89	2.94
27.09	7.48	14.77	7.30	3.46
28.09	7.53	14.60	7.07	3.40
29.09	7.38	16.15	8.77	1.93
30.09	5.38	8.36	2.98	5.29
01.10	5.46	10.06	4.60	1.02
02.10	4.94	12.84	7.90	-2.36
03.10	4.94	9.71	4.78	-1.70
04.10	5.15	8.85	3.69	-0.70
05.10	5.47	13.56	8.10	-2.65
06.10	6.56	9.91	3.35	2.83
07.10	6.66	8.46	1.81	1.36
08.10	6.73	8.47	1.74	1.25
23.10	9.26	20.60	11.34	-1.73
24.10	7.25	16.57	9.32	-2.60
25.10	7.31	17.93	10.63	4.52
26.10	3.96	23.57	19.61	-9.92
27.10	5.53	17.41	11.88	-5.09
28.10	5.40	8.73	3.33	-0.45
29.10	5.38	8.32	2.94	-0.21
30.10	7.31	16.43	9.13	0.90
<b>Moyennes</b>		<b>13.00</b>	<b>6.04</b>	<b>1.53</b>

## Différences entre les amplitudes en aval du Refrain et en aval de la Goule, 2004

Sélection d'amplitudes journalières à la Goule (même date que pour la Combe des Sarrasins)

Dates, année 2004	Min [m <sup>3</sup> /s]	Max [m <sup>3</sup> /s]	$\Delta Q$ (max-min) [m <sup>3</sup> /s]	$\Delta Q$ Sarrasin - $\Delta Q$ Goule [m <sup>3</sup> /s]
01.01	9.60	14.07	4.47	0.08
02.01	10.34	13.92	3.58	1.53
26.01	23.93	39.33	15.40	1.35
27.01	23.28	39.63	16.36	3.37
28.01	22.05	28.72	6.68	2.23
29.01	21.33	26.26	4.94	0.82
30.01	19.34	25.15	5.81	-0.63
15.02	6.97	11.70	4.73	0.56
16.02	8.30	23.61	15.31	1.20
17.02	8.59	21.28	12.69	0.40
18.02	8.84	22.07	13.23	0.89
19.02	8.04	21.33	13.30	-0.20
20.02	8.50	21.30	12.80	0.56
08.03	7.93	18.47	10.54	-0.81
09.03	7.80	21.95	14.15	-4.56
10.03	7.00	20.60	13.60	-4.00
11.03	6.81	17.62	10.81	-1.49
14.04	26.61	35.16	8.55	5.47
15.04	19.30	34.69	15.39	-0.86
16.04	22.38	33.56	11.18	2.14
17.04	3.82	22.50	18.68	-2.42
18.04	3.98	11.96	7.97	-2.85
19.04	3.98	19.16	15.18	-1.59
20.04	12.83	29.94	17.10	4.06
21.04	7.89	28.21	20.31	1.20
22.04	10.26	19.45	9.20	-0.72
23.04	7.84	19.16	11.32	-1.37
24.04	5.82	7.87	2.06	0.91
25.04	3.44	5.96	2.52	-1.52
26.04	3.46	20.12	16.66	-3.48
27.04	8.40	18.14	9.74	-0.05
28.04	9.89	19.29	9.40	-0.95
29.04	10.10	18.65	8.56	-1.23
30.04	8.01	17.34	9.33	-1.24
01.05	3.97	6.26	2.29	0.66
02.05	3.98	9.55	5.56	-2.88
03.05	4.34	17.86	13.51	-0.94
04.05	6.52	14.90	8.38	2.62
05.05	5.46	15.14	9.67	-1.17
06.05	6.64	18.04	11.41	-0.59
07.05	6.53	17.15	10.62	0.95
08.05	6.71	15.64	8.93	0.34
17.05	16.17	29.01	12.84	-0.65
18.05	18.99	29.34	10.35	1.38
19.05	22.96	30.30	7.35	4.95
20.05	10.12	29.54	19.42	-2.70
21.05	10.68	18.31	7.64	-1.57
22.05	4.08	10.80	6.73	-0.29
23.05	4.39	8.83	4.43	-1.44
24.05	4.35	21.51	17.16	-3.31
25.05	7.34	19.14	11.80	-2.53
26.05	7.41	16.33	8.92	-2.17
27.05	8.30	21.73	13.43	-3.85
28.05	6.45	21.11	14.66	-8.49
29.05	4.49	6.81	2.32	2.52
30.05	4.43	9.27	4.85	-2.27

Dates, année 2004	Min [m <sup>3</sup> /s]	Max [m <sup>3</sup> /s]	$\Delta Q$ (max-min) [m <sup>3</sup> /s]	$\Delta Q$ Sarrasin - $\Delta Q$ Goule [m <sup>3</sup> /s]
31.05	4.50	15.79	11.29	-1.32
13.06	5.10	13.47	8.37	-2.25
14.06	8.32	21.90	13.58	-2.64
15.06	6.43	18.98	12.55	-3.06
16.06	7.08	21.35	14.27	-7.52
17.06	7.47	16.82	9.34	-2.59
18.06	7.88	16.39	8.52	-1.53
19.06	5.98	8.82	2.85	0.42
20.06	4.02	7.03	3.01	-0.03
21.06	4.38	13.70	9.33	-2.87
22.06	4.08	12.36	8.28	-1.84
23.06	3.33	15.66	12.33	-4.90
24.06	2.27	13.93	11.66	-5.96
25.06	3.99	11.09	7.10	-1.37
26.06	3.84	7.55	3.71	-3.58
27.06	4.10	7.55	3.45	-3.34
28.06	4.10	4.51	0.42	0.60
29.06	4.06	7.25	3.19	-2.20
30.06	4.01	6.70	2.69	-1.47
04.08	3.50	23.69	20.19	-0.46
05.08	8.62	18.57	9.96	0.47
06.08	4.88	16.46	11.58	-0.71
07.08	4.37	8.72	4.35	-0.82
08.08	5.01	11.05	6.04	-0.44
09.08	4.51	11.32	6.81	-0.95
10.08	4.56	9.57	5.02	-1.62
11.08	6.16	26.62	20.46	-3.60
12.08	11.73	22.63	10.90	1.15
13.08	10.65	22.69	12.04	-1.33
14.08	11.17	26.35	15.18	-0.13
15.08	15.77	25.39	9.62	-1.57
16.08	15.33	19.80	4.46	-1.02
17.08	11.20	18.75	7.55	-0.31
18.08	10.52	22.06	11.54	-0.84
01.09	27.48	36.21	8.73	4.24
02.09	19.53	27.61	8.08	5.90
03.09	5.09	26.89	21.79	1.42
04.09	4.73	9.57	4.83	0.07
05.09	4.58	19.56	14.98	-2.97
06.09	4.55	19.91	15.36	0.35
07.09	4.57	14.87	10.30	0.63
08.09	4.17	19.18	15.02	-0.65
09.09	4.59	19.32	14.73	5.52
10.09	7.30	19.20	11.89	0.96
11.09	4.18	14.84	10.66	-0.19
12.09	4.20	10.70	6.50	-0.55
13.09	4.31	20.02	15.71	-2.04
14.09	6.67	20.72	14.06	-3.61
15.09	7.39	19.67	12.28	-1.66
16.09	7.24	18.44	11.21	-0.56
17.09	7.15	18.08	10.94	-0.21
18.09	4.48	8.55	4.08	-0.49
19.09	3.81	8.13	4.33	-1.26
20.09	4.90	8.93	4.03	-0.72
21.09	4.09	14.28	10.18	2.00
22.09	4.08	17.36	13.28	-0.95
23.09	4.05	12.34	8.30	0.92
24.09	5.84	15.48	9.65	0.49
25.09	7.29	19.98	12.69	3.80
26.09	7.25	12.25	5.00	-2.76

Dates, année 2004	Min [m <sup>3</sup> /s]	Max [m <sup>3</sup> /s]	$\Delta Q$ (max-min) [m <sup>3</sup> /s]	$\Delta Q$ Sarrasin - $\Delta Q$ Goule [m <sup>3</sup> /s]
27.09	7.65	18.40	10.74	0.03
28.09	12.35	24.88	12.53	1.79
29.09	9.19	22.17	12.98	2.69
30.09	8.03	20.50	12.47	0.97
04.10	4.09	12.73	8.64	-1.71
05.10	4.95	11.56	6.61	1.51
06.10	4.97	15.27	10.29	0.18
07.10	4.44	14.26	9.82	0.67
08.10	4.83	14.65	9.83	0.78
09.10	4.89	14.33	9.43	1.67
10.10	4.55	14.51	9.96	1.11
11.10	4.61	14.57	9.96	0.91
12.10	4.39	14.69	10.30	0.81
13.10	4.41	16.46	12.05	-0.89
15.11	4.67	18.51	13.84	0.13
16.11	10.26	15.43	5.17	1.49
17.11	4.96	18.80	13.84	-1.54
18.11	6.01	19.85	13.84	-1.51
19.11	7.14	17.51	10.37	-0.62
13.12	8.32	21.05	12.73	-2.89
14.12	7.11	17.42	10.31	-0.99
15.12	7.10	16.98	9.88	-0.63
16.12	7.63	18.12	10.48	-3.68
		<b>18.01</b>	<b>10.14</b>	<b>-0.55</b>

## Différences entre les amplitudes en aval du Refrain et en aval de la Goule, 2006

Sélection d'amplitudes journalières à la Goule (même date que pour la Combe des Sarrasins)

Dates, année 2006	Min [m <sup>3</sup> /s]	Max [m <sup>3</sup> /s]	$\Delta Q$ (max-min) [m <sup>3</sup> /s]	$\Delta Q$ Sarrasin - $\Delta Q$ Goule [m <sup>3</sup> /s]
09.01	8.19	27.13	18.94	5.32
10.01	5.77	24.67	18.90	-9.34
11.01	9.00	26.35	17.35	5.25
12.01	6.44	24.06	17.62	-6.37
13.01	8.55	15.99	7.44	1.47
14.01	4.69	11.83	7.14	-5.43
15.01	4.61	7.12	2.51	-2.33
16.01	4.88	12.63	7.76	-6.45
17.01	4.36	9.82	5.46	-2.58
18.01	5.27	15.62	10.36	-0.69
19.01	6.52	20.85	14.33	-2.36
20.01	12.15	30.01	17.86	4.41
21.01	9.08	28.45	19.37	-6.07
22.01	8.24	12.17	3.93	-0.71
23.01	11.43	30.23	18.79	2.86
24.01	11.37	30.45	19.08	-1.06
25.01	10.46	30.13	19.67	-1.84
26.01	10.55	28.12	17.57	0.17
27.01	8.54	26.88	18.34	-8.73
28.01	5.44	9.41	3.97	-1.00
29.01	5.35	9.42	4.07	-1.17
30.01	5.34	20.50	15.16	0.57
31.01	8.03	13.36	5.33	0.56
01.03	5.13	26.78	21.65	-0.25
02.03	9.16	27.01	17.85	3.72
24.04	18.18	41.59	23.41	1.98
25.04	20.35	44.16	23.81	1.69
26.04	26.08	44.48	18.40	-1.87
02.05	9.17	37.16	27.99	2.21
03.05	6.34	19.81	13.47	4.31
04.05	14.02	24.78	10.76	2.29
05.05	7.57	16.87	9.30	0.56
06.05	7.59	18.85	11.26	-1.06
07.05	9.99	18.24	8.25	-0.42
07.06	14.31	22.38	8.08	-1.52
08.06	14.64	20.56	5.93	0.17
09.06	15.31	28.10	12.79	2.52
10.06	10.42	28.39	17.98	1.91
11.06	6.68	11.23	4.55	-1.31
12.06	6.48	25.54	19.06	4.22
13.06	8.43	18.40	9.97	-0.93
14.06	9.80	19.61	9.81	1.11
15.06	7.55	10.50	2.95	-0.39
16.06	7.26	17.88	10.62	-0.11
17.06	5.88	10.51	4.64	0.45
18.06	5.72	17.79	12.07	0.46
19.06	7.46	23.77	16.31	2.96
20.06	10.00	17.76	7.76	1.64
21.06	4.02	16.84	12.83	0.24
22.06	2.03	30.60	28.57	-18.36
23.06	6.40	19.28	12.88	-2.31
24.06	7.15	9.07	1.91	-1.67
25.06	4.09	6.91	2.82	-0.73
26.06	4.67	24.91	20.24	2.37
27.06	6.70	19.01	12.31	-1.50

Dates, année 2006	Min [m <sup>3</sup> /s]	Max [m <sup>3</sup> /s]	ΔQ (max-min) [m <sup>3</sup> /s]	ΔQ Sarrasin - ΔQ Goule [m <sup>3</sup> /s]
28.06	9.14	18.09	8.95	0.91
29.06	7.64	24.87	17.23	2.14
30.06	7.72	17.62	9.91	-2.02
01.07	6.75	15.69	8.95	-0.52
02.07	4.67	6.00	1.33	0.30
03.07	5.83	22.79	16.96	2.21
04.07	5.31	11.67	6.36	-0.99
05.07	5.58	10.40	4.82	0.62
06.07	5.11	8.34	3.24	-0.26
07.07	4.93	8.53	3.60	-0.52
11.07	5.01	16.59	11.58	1.50
12.07	5.64	15.63	9.99	0.58
13.07	4.73	15.89	11.15	0.69
14.07	5.69	18.03	12.34	0.98
17.07	4.65	11.80	7.15	-1.26
18.07	4.62	11.94	7.32	-1.39
19.07	4.26	12.76	8.50	-2.48
20.07	4.28	10.34	6.06	0.41
21.07	4.52	7.76	3.23	0.46
29.07	4.56	11.23	6.67	2.36
30.07	5.07	8.62	3.55	-0.24
31.07	4.95	8.64	3.69	-0.29
07.08	8.31	24.46	16.15	6.19
08.08	13.56	22.87	9.31	-3.36
09.08	8.61	21.84	13.23	4.17
10.08	8.95	18.55	9.60	4.06
05.09	18.15	24.39	6.25	0.80
06.09	10.89	20.76	9.88	-3.01
07.09	7.15	17.96	10.82	2.91
08.09	6.58	15.33	8.75	2.24
09.09	5.51	10.00	4.49	1.53
10.09	5.42	11.40	5.98	0.05
11.09	5.45	13.98	8.53	2.97
12.09	5.28	18.99	13.72	-2.19
13.09	5.53	22.03	16.51	0.99
14.09	8.81	20.18	11.37	1.47
15.09	11.14	19.96	8.82	0.63
16.09	6.68	17.44	10.76	2.78
13.10	15.96	33.41	17.45	5.51
14.10	7.65	24.93	17.28	2.80
15.10	9.24	19.13	9.89	-0.21
16.10	6.89	30.45	23.56	2.21
17.10	6.61	26.46	19.85	-0.80
18.10	7.21	35.52	28.31	1.83
19.10	6.65	30.47	23.81	2.62
20.10	5.00	28.97	23.98	2.15
21.10	5.04	15.86	10.82	-2.45
22.10	6.41	13.91	7.50	0.48
23.10	5.55	29.05	23.50	2.82
24.10	6.51	31.64	25.13	2.92
25.10	6.50	24.88	18.38	1.54
26.10	6.28	24.32	18.04	1.68
27.10	5.93	22.03	16.10	2.60
28.10	4.94	17.78	12.84	1.89
29.10	5.00	11.54	6.54	-0.54
30.10	4.99	23.33	18.34	1.15
31.10	4.84	17.07	12.24	4.97
13.11	6.85	14.79	7.94	0.06
14.11	10.26	15.59	5.33	0.14
15.11	7.94	17.97	10.03	0.69



Dates, année 2006	Min [m <sup>3</sup> /s]	Max [m <sup>3</sup> /s]	$\Delta Q$ (max-min) [m <sup>3</sup> /s]	$\Delta Q$ Sarrasin - $\Delta Q$ Goule [m <sup>3</sup> /s]
16.11	7.15	15.18	8.03	-0.50
17.11	7.42	11.19	3.77	0.76
13.12	21.30	51.24	29.94	0.35
14.12	19.60	45.99	26.39	0.95
15.12	15.70	44.15	28.44	2.07
16.12	6.47	30.28	23.81	-15.51
17.12	7.08	19.99	12.91	-1.68
18.12	9.90	43.78	33.88	0.69
19.12	13.61	44.71	31.10	0.42
20.12	12.93	45.25	32.33	-0.10
21.12	13.37	43.01	29.64	4.83
22.12	5.86	46.77	40.91	-2.48
26.12	4.97	9.34	4.37	-1.20
27.12	5.72	9.07	3.35	-0.36
28.12	5.69	8.91	3.22	-0.20
		<b>21.19</b>	<b>13.21</b>	<b>0.11</b>

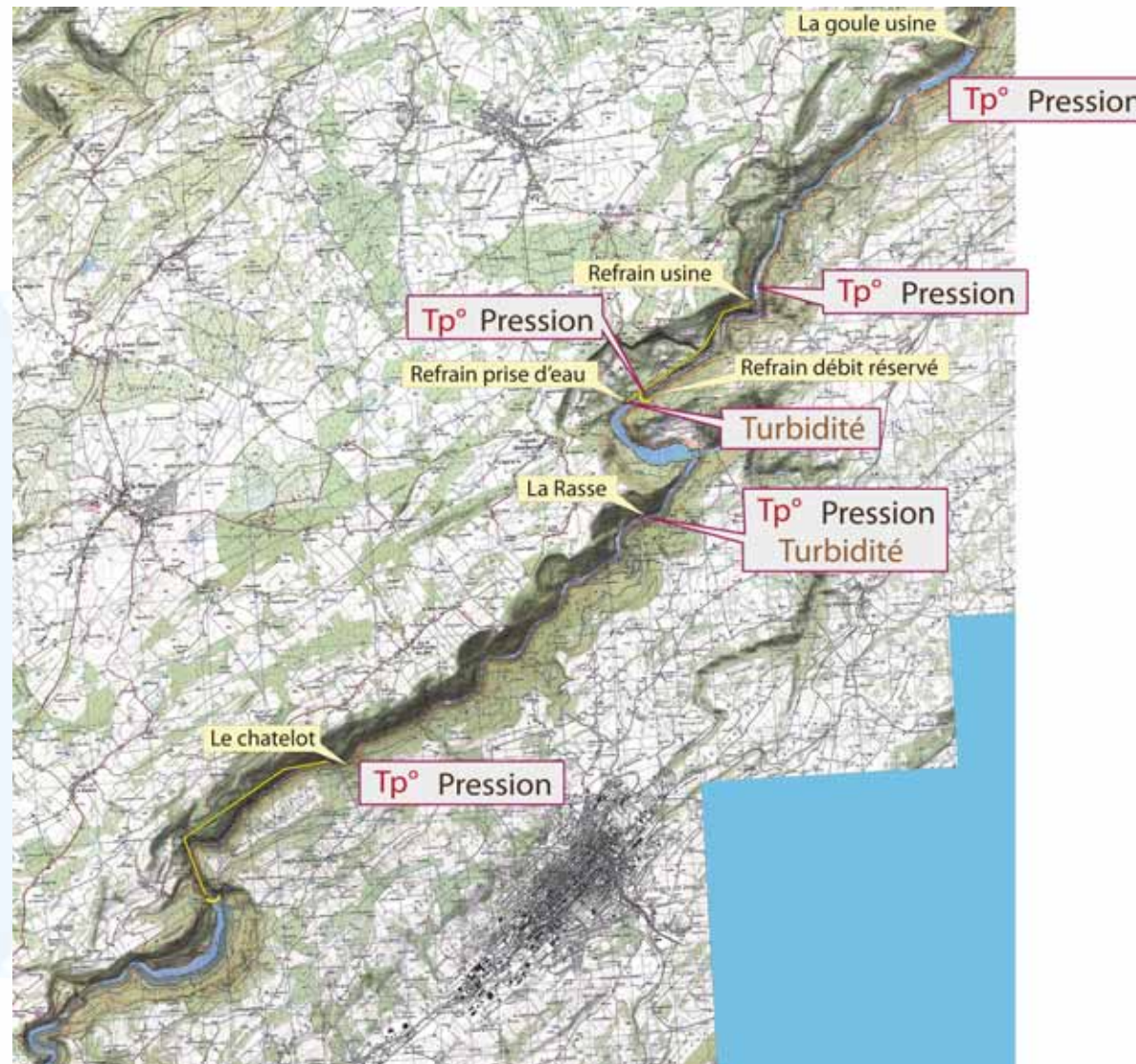
# Annexe 3

Présentation synthétique de l'essai de démodulation n°1 réalisé le 27/08/2010

Présentation synthétique  
de l'essai n°1 réalisé le  
27/08/2010

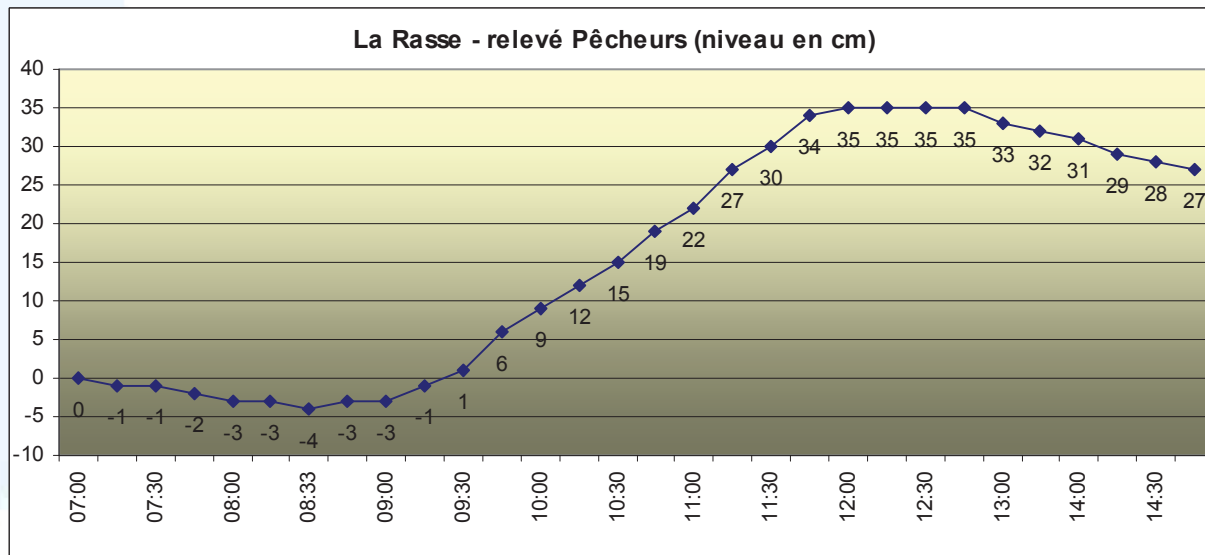
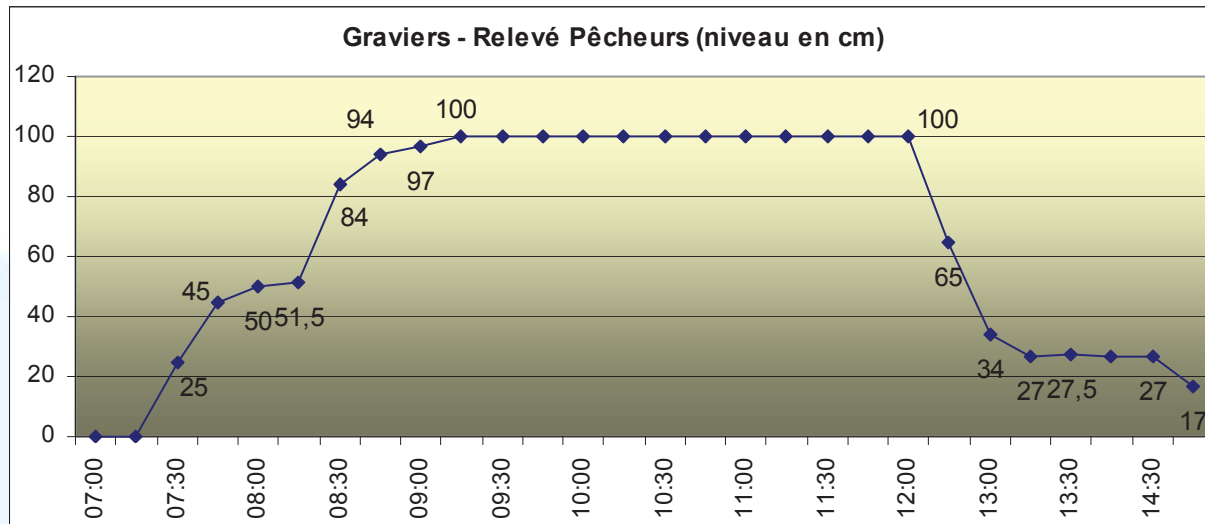


# Instrumentation



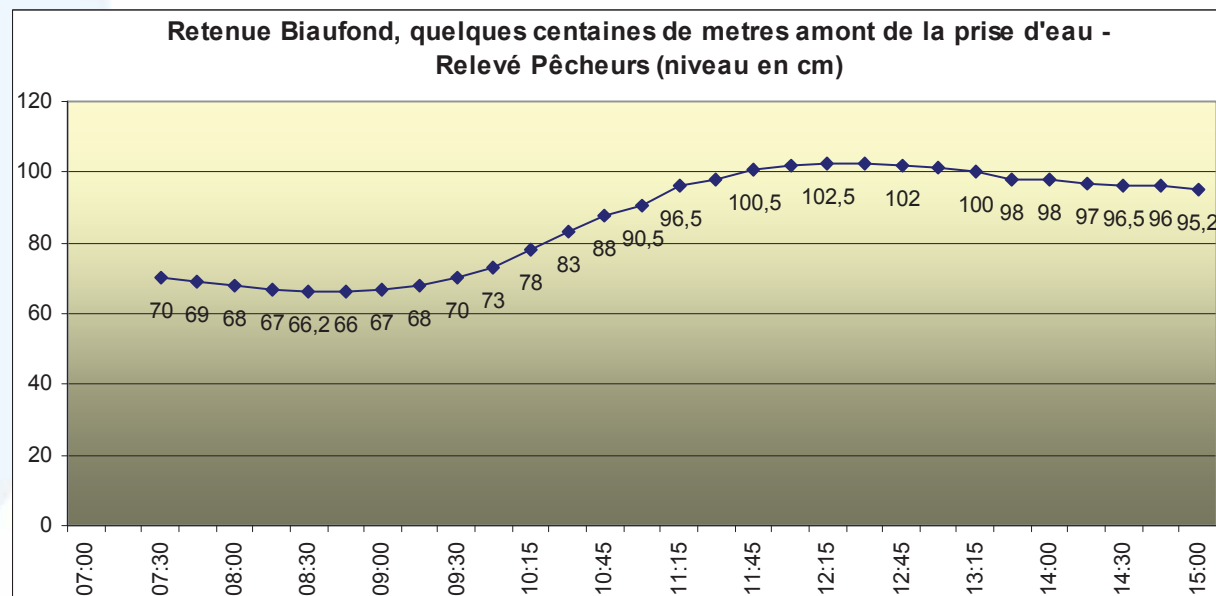
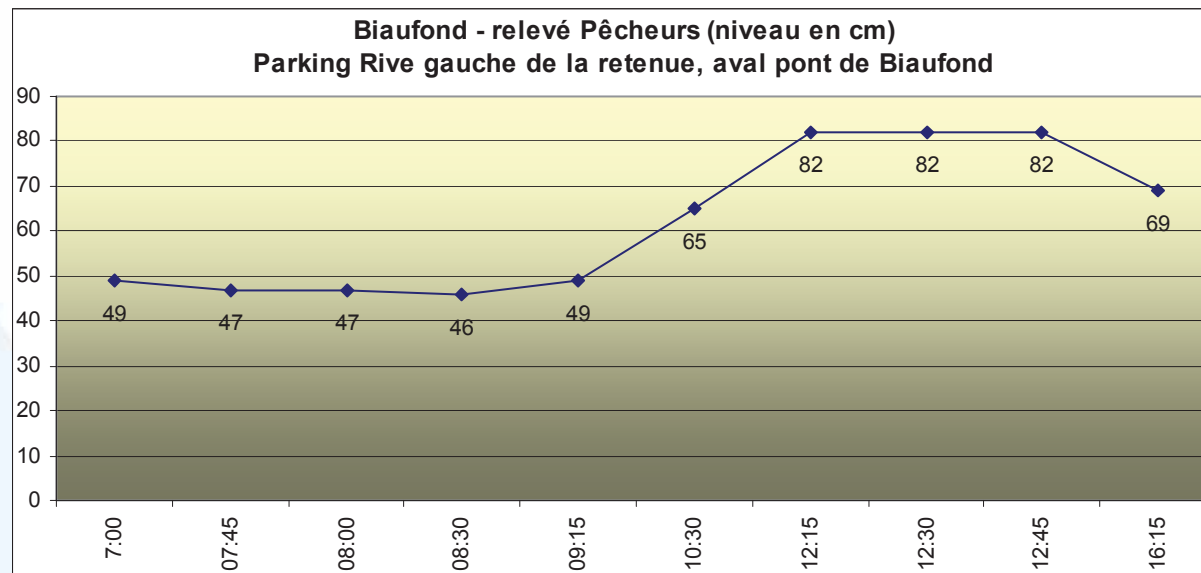


# Relevés de niveau Graviers – La Rasse



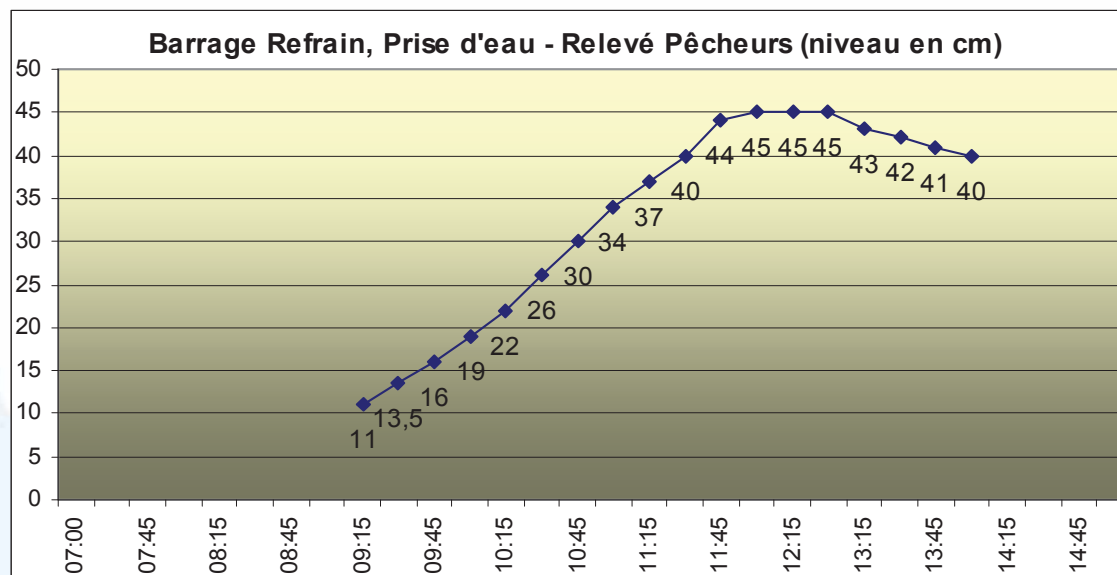


# Relevés Niveau, dans Biaufond



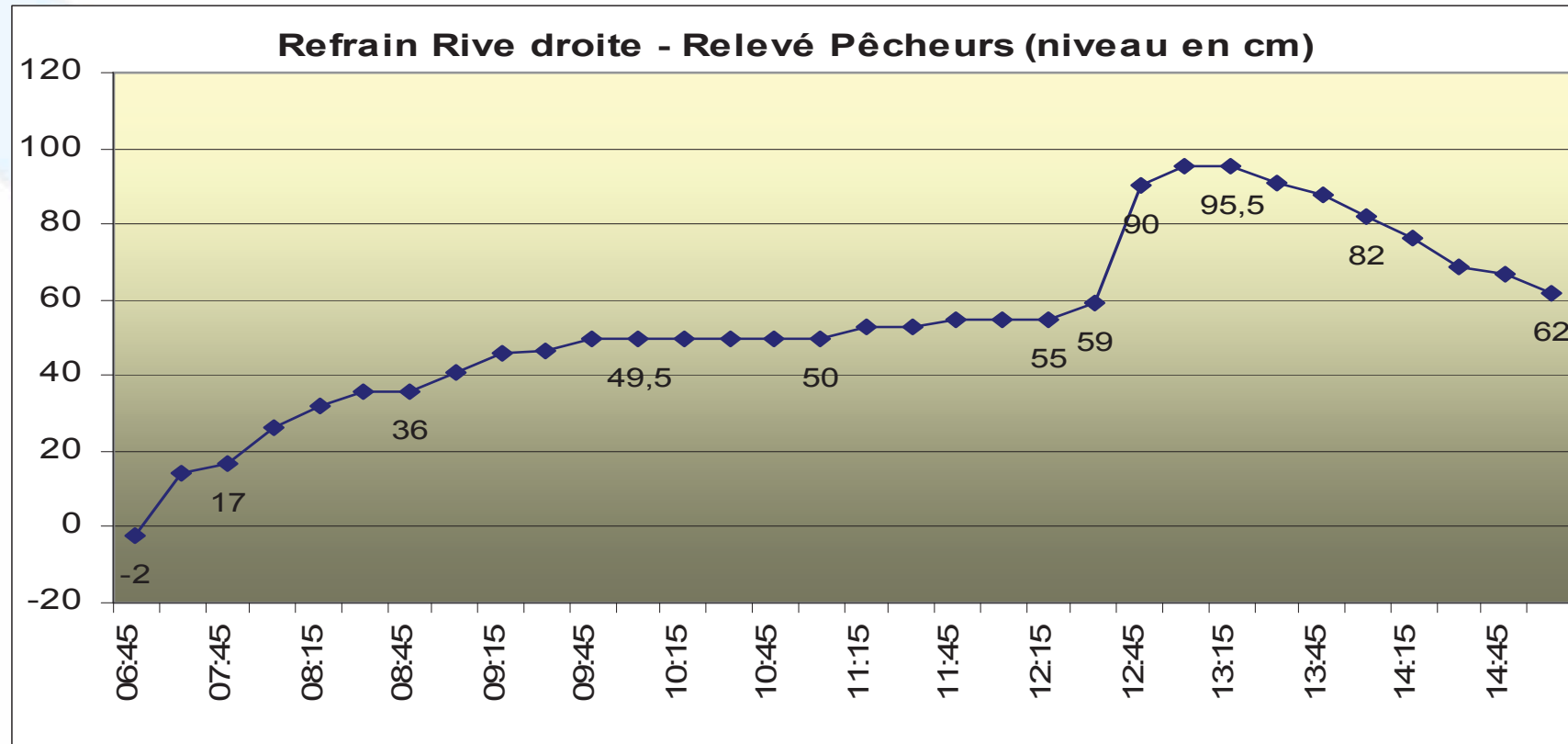


# Relevés niveau Biaufond





# Relevés niveau Refrain



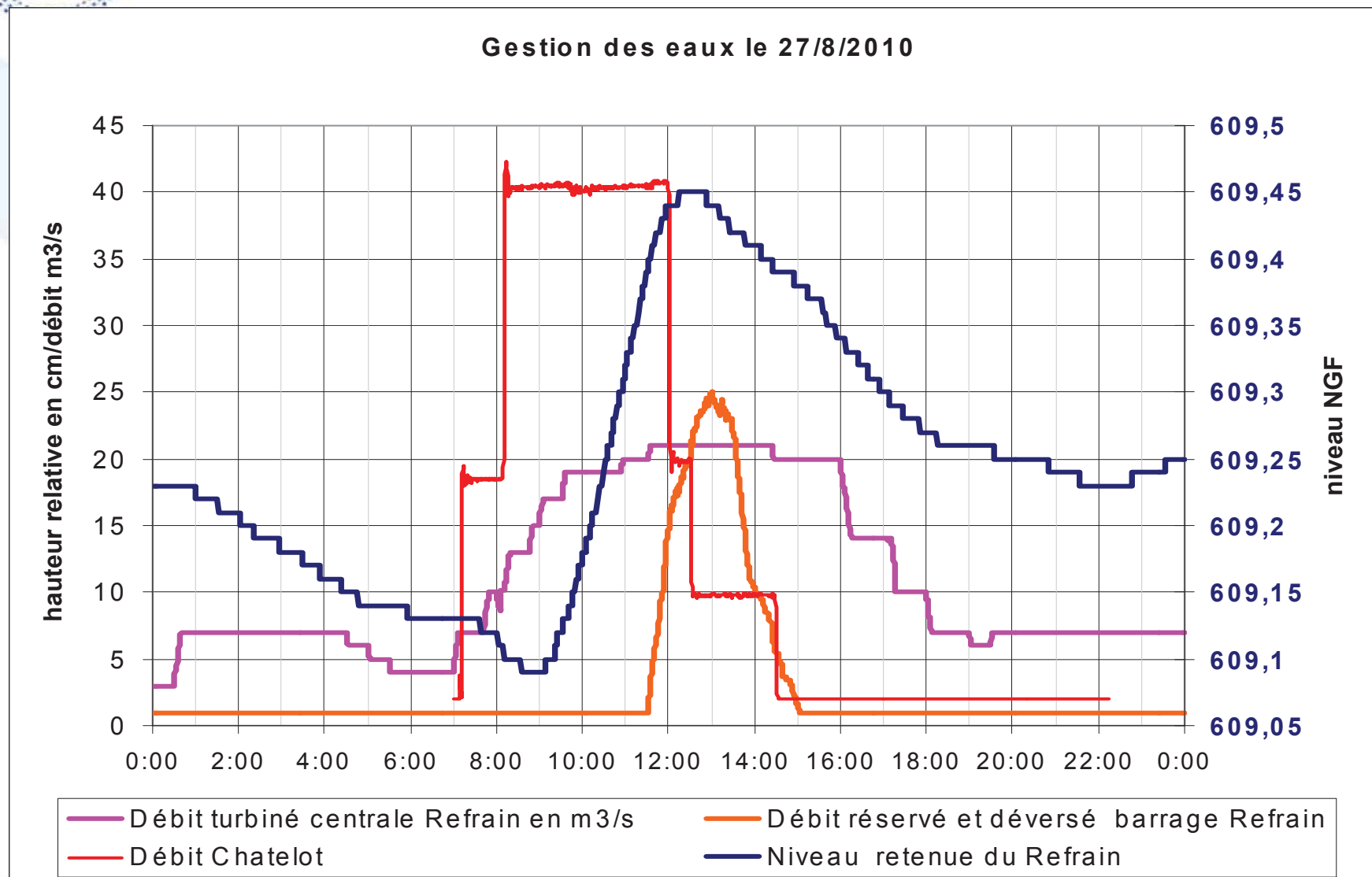
En rive droite du Doubs, une île sépare partiellement les eaux de restitutions des eaux du débit réservé.

L'augmentation de niveau à partir de 12 h 30 qui est liée à celle du débit, provient, non seulement du turbiné de la centrale mais aussi du débit déversé au barrage du Refrain ( début déversement barrage 11h 30 + transit 1h )



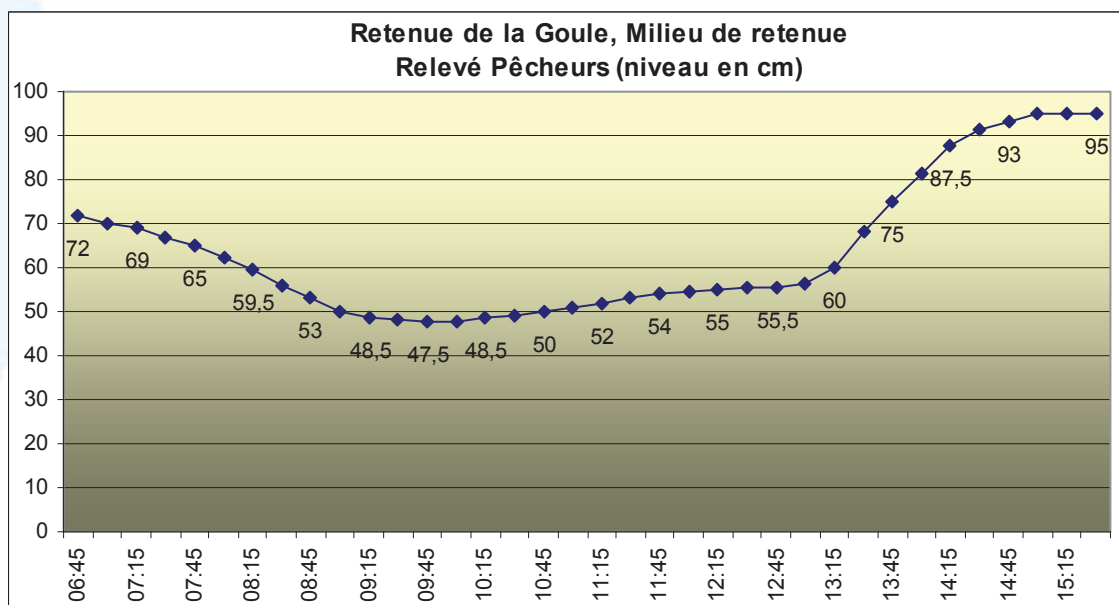
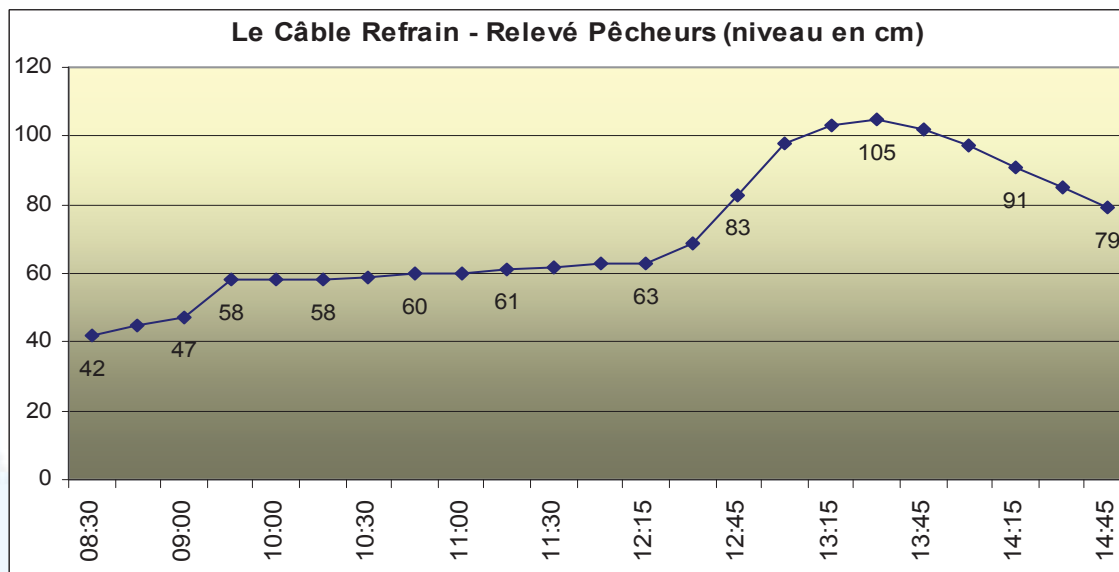


# Débits effectifs



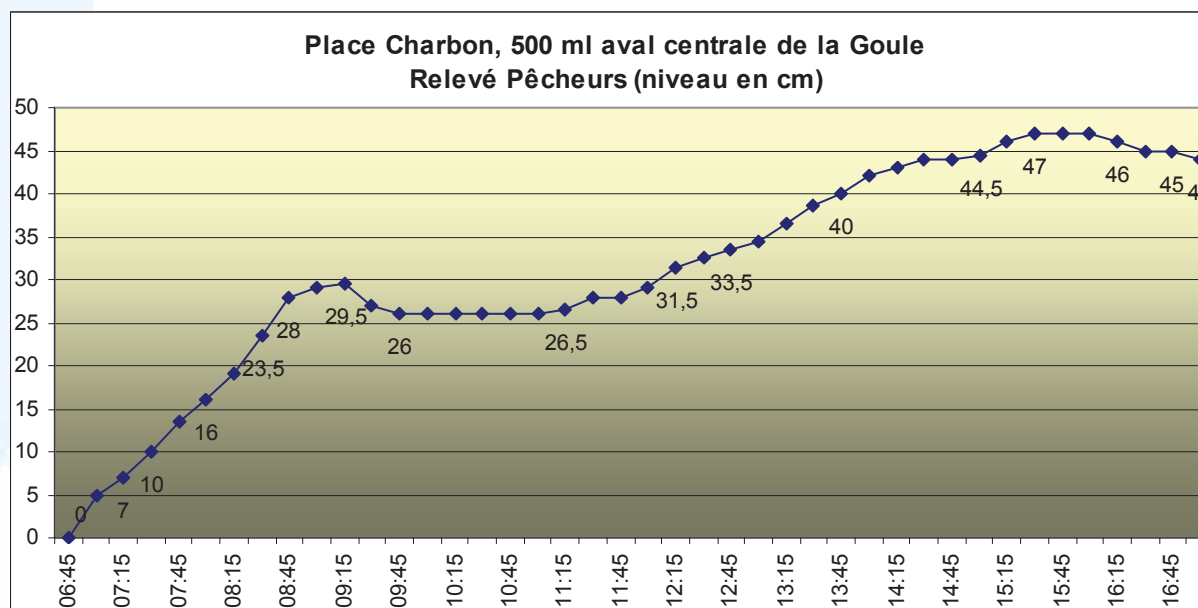
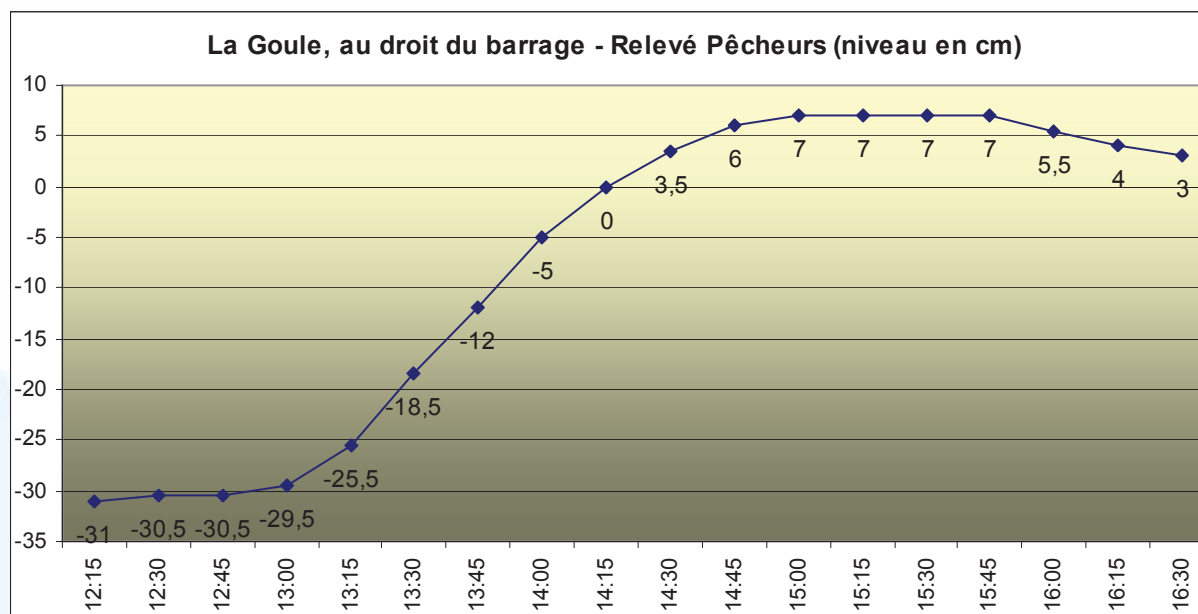


# Relevés : le Câble et retenue Goule



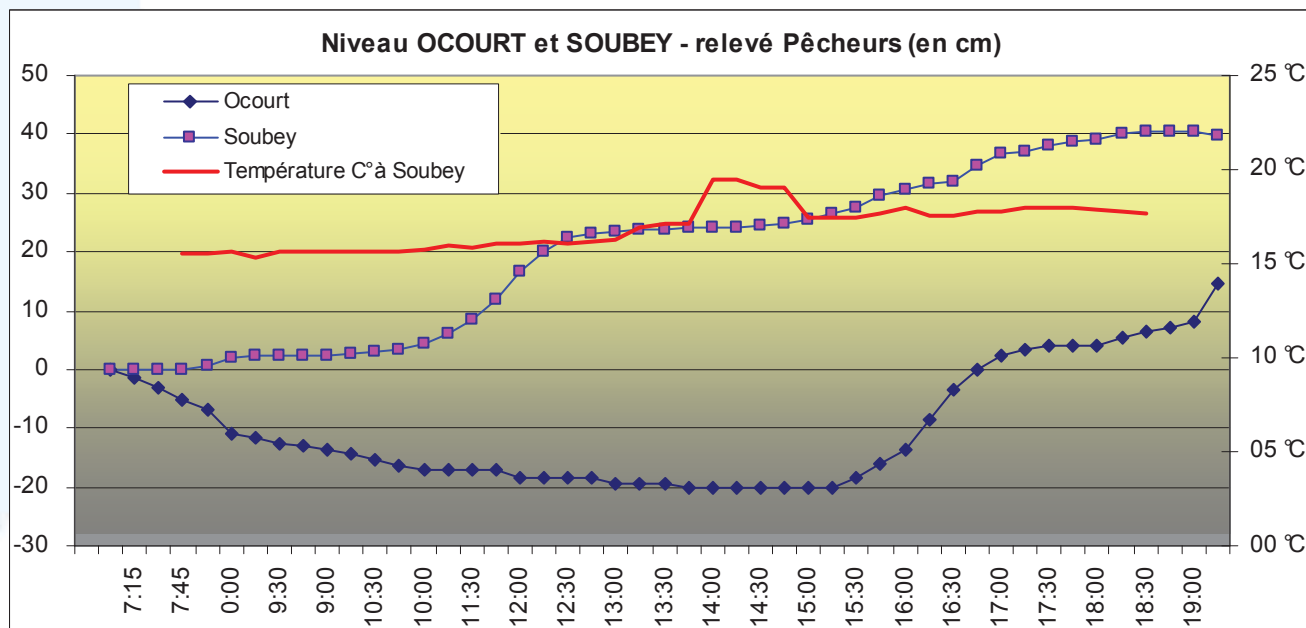
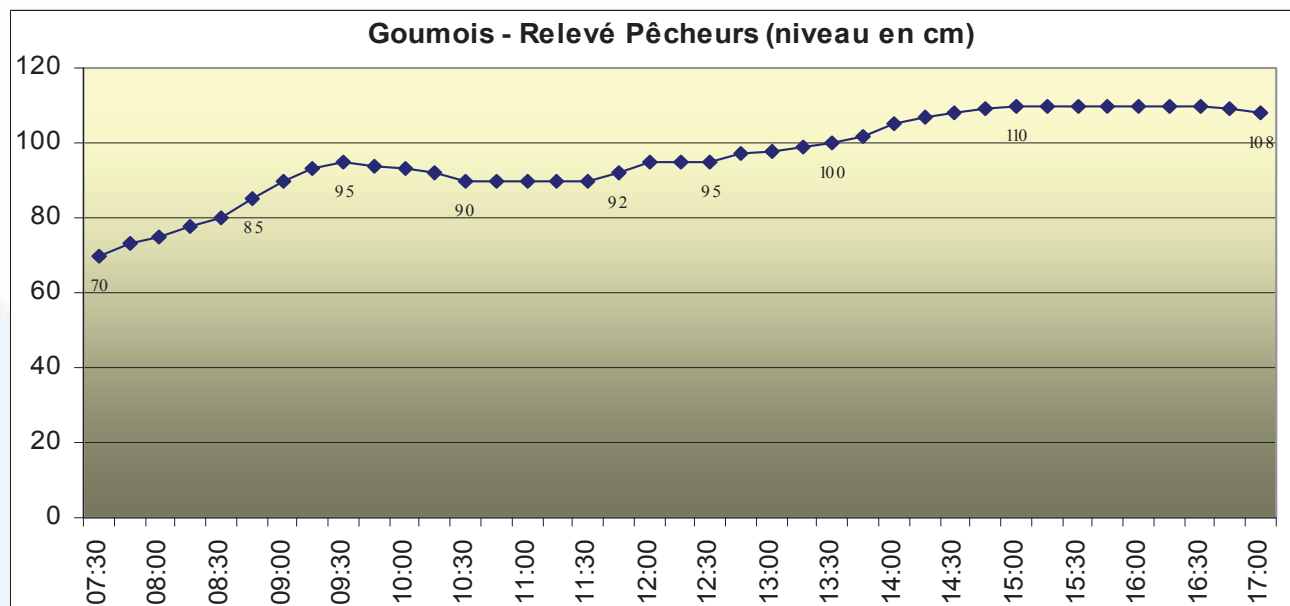


# Relevés La Goule – Place Charbon





# Relevés Goumois – St Ursanne





## Récapitulation des amplitudes de niveau

Point de mesure	Variation cm	Durée de la variation heure	observation
Chatelot Gravier	100	2,5 h	
La Rasse	38	3 h	
Biaufond amont	33	3 h	
Biaufond Prise d'eau	34	3 h	
Refrain Doubs RD avant déversement après déversement	<b>55</b> <b>36 cm en plus</b>	<b>3 h</b> <b>0,5 h</b>	
Combe Sarrasins avant déversement après déversement	<b>sans</b> <b>40 cm en plus</b>	<b>-sans-</b> <b>1 h</b>	Début des mesures à 8h30 après arrivée de l'eau
Aval Goule	47	9h	
Goumois	40	10,5 h	
Occourt	40		Evolution variation H en fonction du temps ?
Soubey	40		Evolution variation H en fonction du temps ?

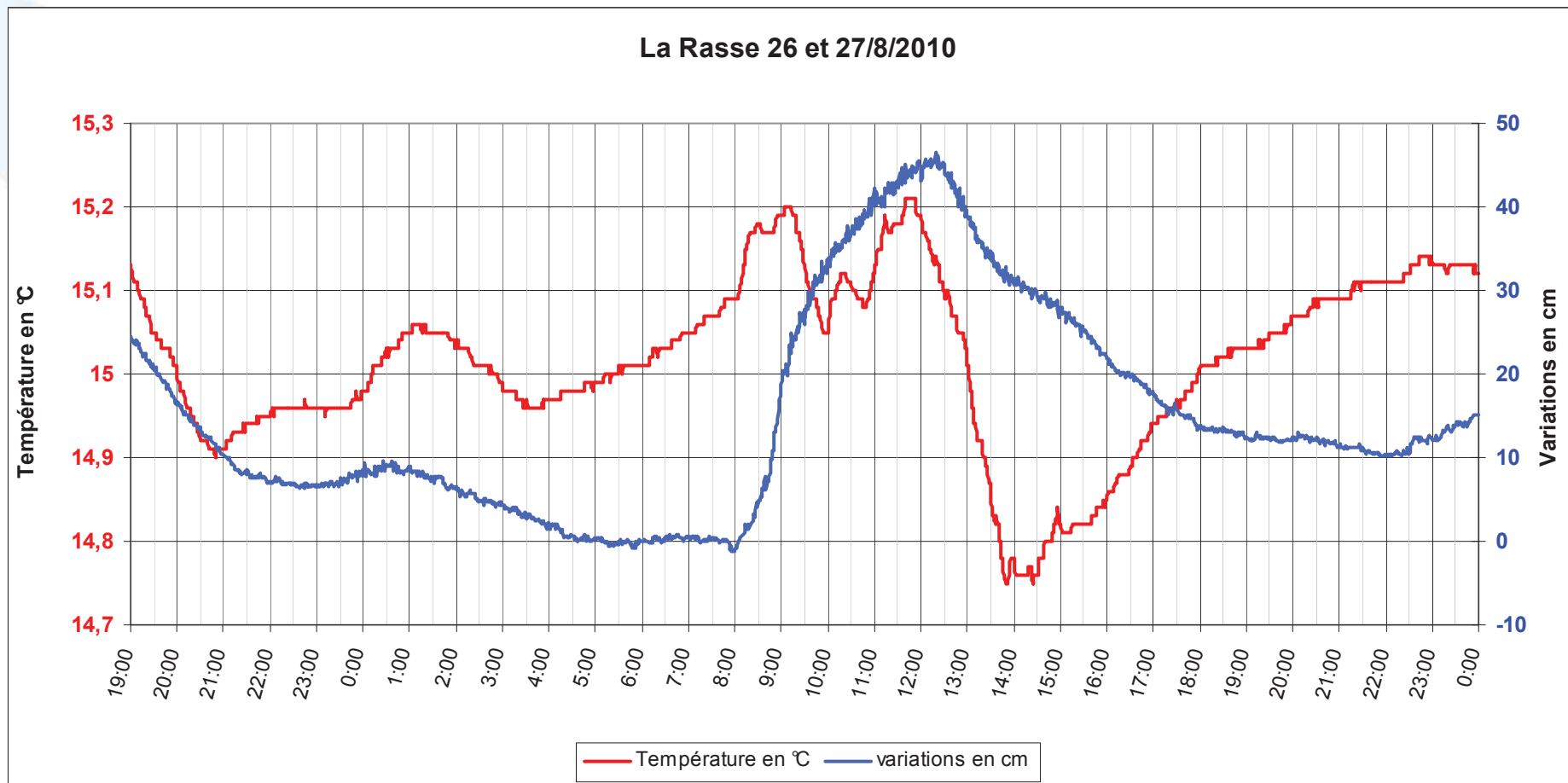


# Température

- La variation maximale de température a été observée à la Rasse , de l'ordre de 1, 2 à 1,4 ° C.
- ⊙ - Une variation de 1,8 ° C a été mesurée à la prise d'eau du Refrain. Du fait du positionnement de la sonde ( peu judicieux en fait) , en tête de galerie d'amenée , cette variation est plus représentative de la température des strates inférieures de la retenue qui ont été mises en vitesse par le tirage du débit turbiné à la centrale. Le déplacement de cette sonde en un lieu plus central dans la retenue lors du second essai est à prévoir.



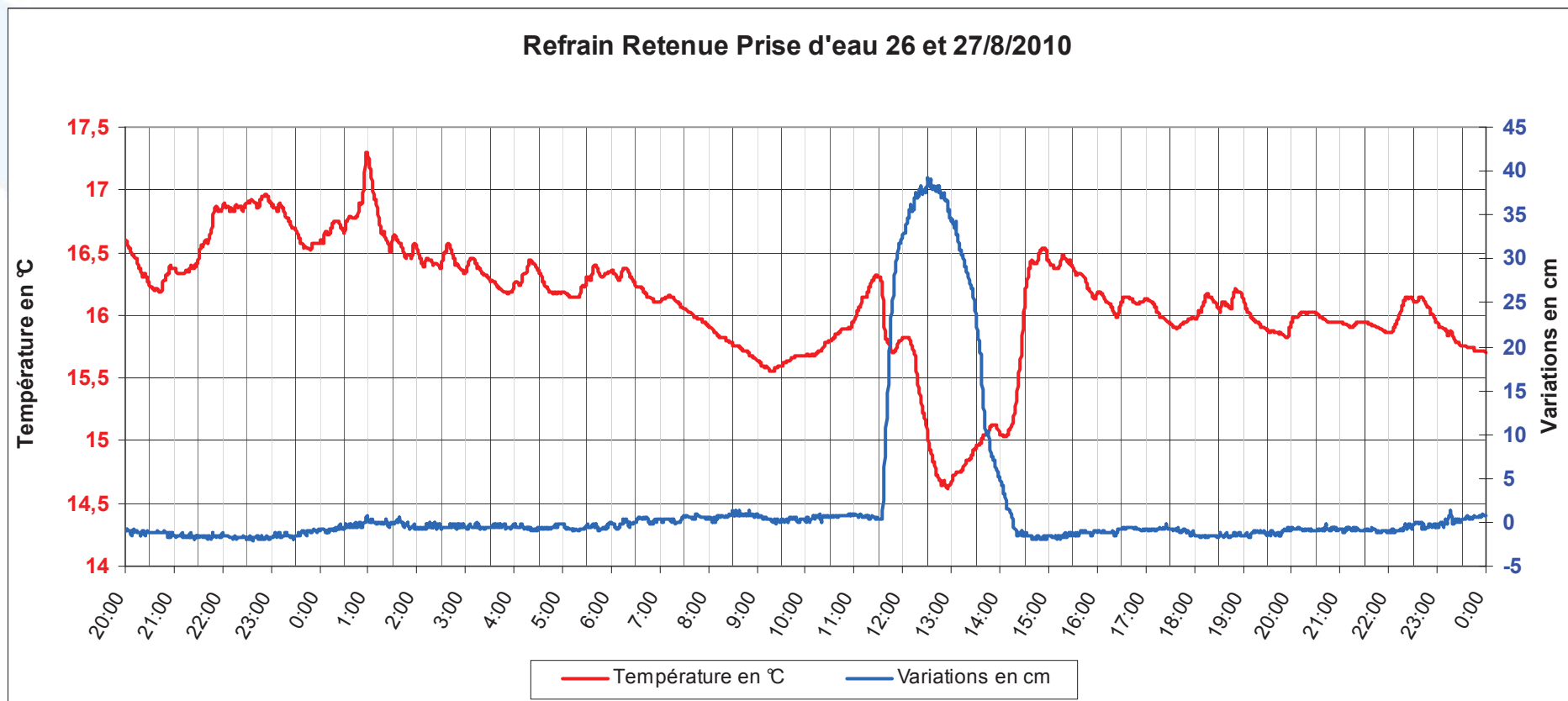
# Suivi température La Rasse





# Suivi température Prise d'eau

nb: mesure de niveau erronée → capteur bloqué jusqu'à 12 h



nb: mesure de niveau erronée → capteur se débloquent à 12 h



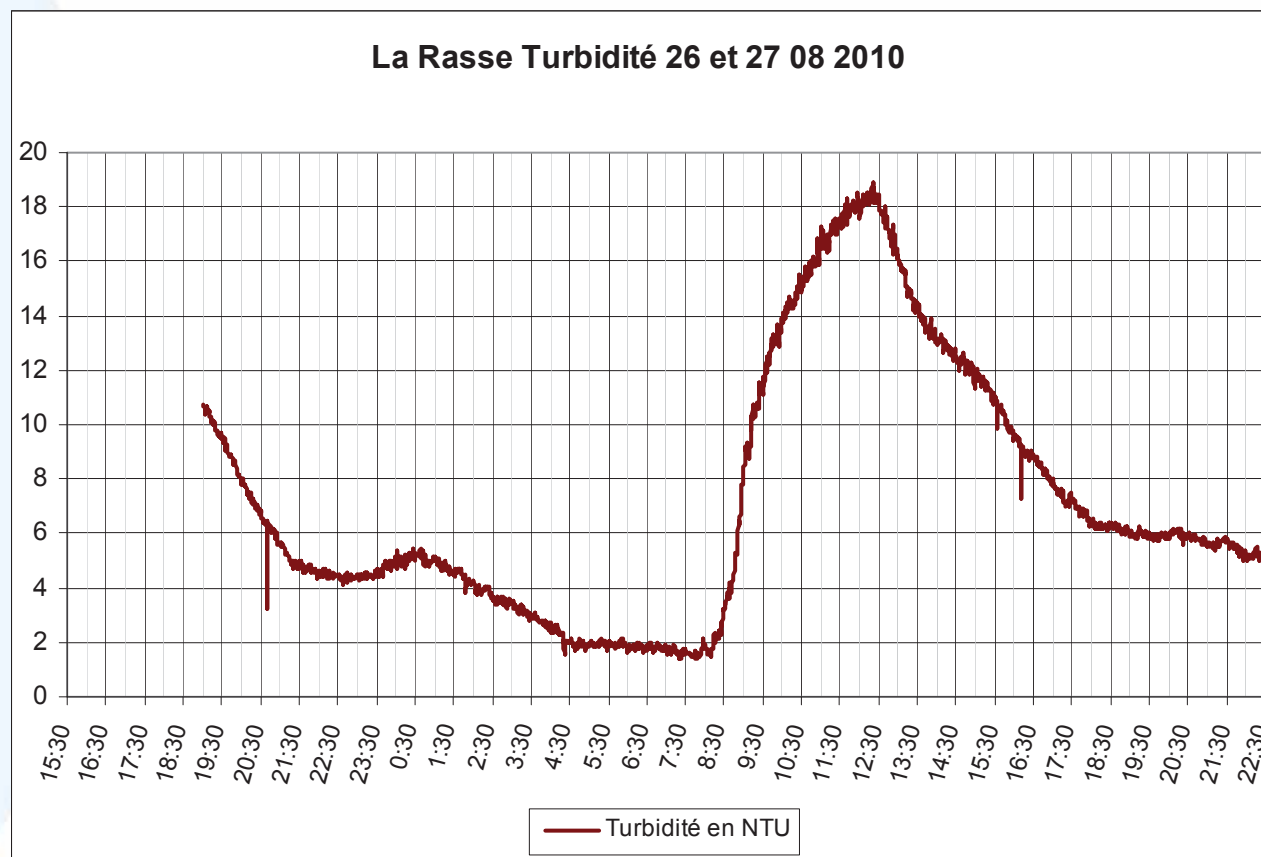


# Turbidité

- ◎ Mesure de la turbidité à la RASSE – entrée dans Biaufond :
  - L'augmentation de la turbidité qui a été constatée en cours de la matinée est en corrélation directe avec l'augmentation du débit issu du Châtelot .
  
- ◎ Mesure de la turbidité dans la retenue de Biaufond :
  - Mesure non exploitable, défaut du matériel enregistreur automatique



# Turbidité : l'unité de mesure NTU correspond à la réflexion d'un rayon lumineux dans l'eau .



# Annexe 4

## Résultats écotoxicologiques de la chaire des poissons du Doubs franco-suisse



Service de la consommation  
et des affaires vétérinaires

Contrôle des denrées alimentaires

Chemin des Boveresses 155  
CH - 1066 Epalinges

Date : 16/01/2012  
Page : 1 de 1

Rapport d'analyse N°

17146/1

N/réf.

MP/ml/ml

Analyse demandée par

Service de la protection de  
l'environnement  
Rue du Tombet 24  
2034 Peseux

Date de réception

14/12/2011

Echantillon

702 Poisson du Doubs *Truite du Doubs 27.10.11*

Date

Lot

Quantité

Température

Provenance

## Chimie

### Résultats

Métaux:

- Cadmium: n.d.
- Chrome: 0.051 mg/kg
- Mercure: 0.044 mg/kg
- Nickel: 0.040 mg/kg
- Pb: 0.007 mg/kg

A : Polychlorodibenzodioxines et polychlorodibenzofuranes (exprimé en TEQ) : 0.14 pg/g

B : Polychlorobiphényles de type dioxine (exprimé en TEQ) : 1.20 pg/g

Somme (A+B) : 1.35 pg/g

n.d. = non décelé.

### Conclusion

L'échantillon est conforme pour les paramètres analysés.

Service de la protection de  
l'environnement  
Rue du Tombet 24  
2034 Peseux

<b>R</b> 26 JAN. 2012				
<b>YLE</b>		Enregistrement		
		N°		
Classement				
Pc	Pr	R	Sign.	Date
<b>JON</b>				
<b>TBU</b>				

*[Signature]*  
Le Chimiste cantonal

Ce rapport d'analyse concerne uniquement les objets soumis à examen.  
Il ne peut être reproduit qu'avec l'accord écrit du Service, et dans ce cas, seulement dans son intégralité.



S SCHWEIZERISCHER PRUFSTRELENDIENST  
T SERVICE SUISSE D'ESSAI  
S SERVIZIO DI PROVA IN SVIZZERA  
SWISS TESTING SERVICE

N° d'accréditation STS 176 (selon ISO 17025)

Date : 16/01/2012  
Page : 1 de 1

Rapport d'analyse N°

17146/2

N/réf.

MP/ml/ml

Analyse demandée par

Service de la protection de  
l'environnement  
Rue du Tombet 24  
2034 Peseux

Date de réception

14/12/2011

Echantillon

703

Poisson du Doubs

*Traite du Doubs 27.10.11*

Date

Lot

Quantité

Température

Provenance

## Chimie

### Résultats

Métaux:

- Cadmium: n.d.
- Chrome: 0.009 mg/kg
- Mercure: 0.177 mg/kg
- Nickel: n.d.
- Pb: 0.007 mg/kg

A : Polychlorodibenzodioxines et polychlorodibenzofuranes (exprimé en TEQ) : 0.21 pg/g

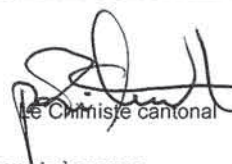
B : Polychlorobiphényles de type dioxine (exprimé en TEQ) : 2.73 pg/g

Somme (A+B) : 2.94 pg/g

n.d. = non décelé.

### Conclusion

L'échantillon est conforme pour les paramètres analysés.

  
Le Chimiste cantonal

Ce rapport d'analyse concerne uniquement les objets soumis à examen.  
Il ne peut être reproduit qu'avec l'accord écrit du Service, et dans ce cas, seulement dans son intégralité.

Date : 16/01/2012

Page : 1 de 1

Rapport d'analyse N° 17146/3 N/réf. MP/ml/ml

Analyse demandée par  
Service de la protection de  
l'environnement  
Rue du Tombet 24  
2034 Peseux

Date de réception  
14/12/2011

Echantillon  
849 Poissons du Doubs (2 très petits poissons) Gardons du Doubs, Les Brenets 30.11.11

Date	Lot	Quantité	Température	Provenance

### Chimie

#### Résultats

Métaux : pas d'analyse, car pas assez d'échantillon

A : Polychlorodibenzodioxines et polychlorodibenzofuranes (exprimé en TEQ) : 0.25 pg/g

B : Polychlorobiphényles de type dioxine (exprimé en TEQ) : 1.93 pg/g

Somme (A+B) : 2.17 pg/g

n.d. = non décelé.

#### Conclusion

L'échantillon est conforme pour les paramètres analysés.

  
Le Chimiste cantonal

Ce rapport d'analyse concerne uniquement les objets soumis à examen.  
Il ne peut être reproduit qu'avec l'accord écrit du Service, et dans ce cas, seulement dans son intégralité.

Date : 16/01/2012

Page : 1 de 1

Rapport d'analyse N°

17146/4

N/réf.

MP/ml/ml

Analyse demandée par

Service de la protection de  
l'environnement  
Rue du Tombet 24  
2034 Peseux

Date de réception

14/12/2011

Echantillon

850 Poissons du Doubs (4 petits poissons) *Gardons du Doubs, Biau fond 30.12.11*

Date

Lot

Quantité

Température

Provenance

## Chimie

### Résultats

Métaux:

- Cadmium: n.d.
- Chrome: 0.013 mg/kg
- Mercure: 0.069 mg/kg
- Nickel: 0.018 mg/kg
- Pb: 0.009 mg/kg

A : Polychlorodibenzodioxines et polychlorodibenzofuranes (exprimé en TEQ) : 0.10 pg/g

B : Polychlorobiphényles de type dioxine (exprimé en TEQ) : 0.24 pg/g

Somme (A+B) : 0.34 pg/g

n.d. = non décelé.

### Conclusion

L'échantillon est conforme pour les paramètres analysés.



Le Chimiste cantonal

Ce rapport d'analyse concerne uniquement les objets soumis à examen.  
Il ne peut être reproduit qu'avec l'accord écrit du Service, et dans ce cas, seulement dans son intégralité.

## Annexe FS-1

### Prélèvements récents d'algues, dont les résultats sont utilisés à titre de comparaison (réd. F. Straub)

Le Doubs (diatomées)

Station SENE	Station PGEE La Chaux-de-Fds	No prél. coll. Straub	date	lieu de prélèvement	coordonnée x	coordonnée y	altitude [m]
2405	-	P1141	03.10.2008	Hôtel Saut	544683	215065	750
-	DbV	P955	17.08.2005	Amont Sources Verrerie	553459	221411	617
2404	DbA	P956	17.08.2005	Aval Pont Rasse, rapides	555875	222075	615
2404	DbA	P1140	03.10.2008	Aval Pont Rasse, rapides	555875	222075	615
-	DbB	P957	17.08.2005	Aval Source Rasse	555300	222925	609
2403	DbC	P959	17.08.2005	Pont international	555980	223850	609
2402	DbE	P958	17.08.2005	Effluent Etang de Biaufond	556125	223950	609
2401	-	P1139	03.10.2008	Usine du refrain	557170	226420	585
-	-	S837	04.06.2003	Retenue de La Goule	561130	230425	539

Tableau FS-1.1

Stations pour lesquelles de données existantes récentes sont à disposition sur les peuplements de diatomées du Doubs (tronçon NE-JU)



La Ronde/Source de la Rasse (diatomées)

Station SENE	Station PGEE La Chaux-de-Fds	No prél. coll. Straub	date	lieu de prélèvement	coordonnée x	coordonnée y	altitude [m]
-	Rd1	P859	21.09.1992	Effluent STEP CdF	555925	219525	958
-	Rd1'	P797	12.07.2002	Canal aval STEP CdF	555850	219600	955
-	Rd1'	P953	16.08.2005	Canal aval STEP CdF	555850	219600	955
-	Rd2	P810	12.07.2002	Pont en béton	555755	219775	953
DOU 01	Rd2'	P951	16.08.2005	500 m aval STEP CdF	555810	220220	945
-	Rd3	P860	21.09.1992	Coude pt. 941, gabions	555775	220200	941
-	Rd3	P809	12.07.2002	Coude pt. 941, gabions	555775	220200	941
-	Rd3'	P861	21.09.1992	Aval coude	556225	220375	939
-	Rd3'	P808	12.07.2002	Aval coude	556225	220375	939
-	Rd4	P807	12.07.2002	Sommet chute	557300	220590	900
-	Rd5	P805	11.07.2002	Pied chute	557435	220550	880
-	Rd7	P806	11.07.2002	Coude pt. 844	557900	221600	844
-	Rd9	P804	11.07.2002	Le Fief	557640	222575	815
-	Rd10	P803	11.07.2002	Affluence Cul des Prés	557700	223275	795
-	SR	P863	21.09.1992	Source de La Rasse	555175	222850	610
-	SR	S779.1	11.07.2002	Source de La Rasse	555175	222850	610
-	SR	P949	16.08.2005	Source de La Rasse	555175	222850	610

Tableau FS-1.2

Stations pour lesquelles de données existantes récentes sont à disposition sur les peuplements de diatomées de la Ronde.

Bied du Locle/La Rançonnière (diatomées)

Station SENE	Station PGEE Le Locle	No pré. coll. Straub	date	lieu de prélèvement	coordonnée x	coordonnée y	altitude [m]
-	BL2	P960	24.08.2005	Amont Combe des Enfers	550303	213370	970
DOU 02	BL5	P961	24.08.2005	Passerelle DIXI	546700	211525	916
2409	BL7	P962	24.08.2005	Aval effluent STEP	545720	211149	915
2408	Rç2	P963	24.08.2005	Station limnimétrique	545039	211580	820
2406	Rç6	P964	24.08.2005	Amont Pont Pargots	543520	212770	755

Tableau FS-1.3

Stations pour lesquelles de données existantes récentes sont à disposition sur les peuplements de diatomées du Bied du Locle et de la Rançonnière.

Le Doubs (cyanobactéries et autres algues)

Station SENE	Station PGEE La Chaux-de-Fds	No pré. coll. Straub	date	lieu de prélèvement	coordonnée x	coordonnée y	altitude [m]
-	-	PI1362	30.06.2011	Moulin du Saut	544835	215238	750
-	-	PI1364	30.06.2011	La Roche au bas de l'escalier	545345	215558	716
-	-	PI1262	9.06.2010	Prise eau Châtelot	547339	216892	716
-	-	P1261	9.06.2010	Les Gravieres	550947	219737	619
-	-	P1260	9.06.2010	Plage Lac de Biaufond	556070	223929	609
-	-	PI841	11.08.2003	Etang de Biaufond	556220	223952	609
-	-	S837	4.06.2003	Retenue de La Goule	561130	230425	539

Tableau FS-1.4

Stations pour lesquelles de données existantes récentes sont à disposition sur les peuplements de cyanobactéries et d'autres algues du Doubs (tonçon NE-JU)

## Annexe FS-2

### **Des échantillons historiques de diatomées prélevés en 1963 : une étude internationale du Doubs avortée (réd. F. Straub)**

Nous avons montré l'intérêt de reprendre des échantillons anciens de diatomées conservés dans les collections et de les analyser avec les méthodes modernes de diagnostic écologique (HÜRLIMANN et al. 2001). Nous avons par ce biais relevé l'intérêt grandissant des collections conservées dans les musées, utilité peu apparente au grand public habituellement. Les résultats qu'on peut obtenir, permettent de comparer l'état de santé actuel des écosystèmes avec leur état ancien, alors que les méthodes de diagnostic n'étaient pas encore développées. Contrairement aux échantillons d'herbier ou aux spécimens zoologiques, les échantillons de diatomées contiennent les communautés complètes base indispensable au diagnostic écologique, pour autant qu'elles n'ont pas été triées. Un examen rapide, réalisée par un spécialiste permet de voir très rapidement si tel ou tel échantillon a été trié ou pas. Pour être utilisable, l'échantillon doit évidemment être daté et être situé le mieux possible topographiquement.

Dans le cadre du Doubs, depuis que nous avons travaillé sur l'autoépuration de la Ronde, notre hypothèse de base (avec P.-E. Montandon et J.-J. Miserez), est que le Doubs était probablement plus pollué, avant que les STEP (avant 1970, en particulier à l'aval des villes industrielles de Pontarlier, le Locle et La Chaux-de-Fonds) ne soient construites. Outre les eaux ménagères brutes, ces villes rejetaient directement dans le fleuve des métaux lourds, des solvants et d'autres déchets industriels en quantité. Cette hypothèse est en contradiction avec l'avis des pêcheurs, qui soutiennent que les pêches étaient bien plus abondantes qu'actuellement et que les essaims d'éphémères ou de plécoptères étaient bien plus fournis qu'actuellement lors de l'émergence (Jean-Bernard Collaud, com. orale). Pour soutenir cette hypothèse, P.-E. Montandon a fait de nombreuses recherches dans les archives communales et cantonales, mais n'a pas trouvé de résultats d'analyses satisfaisants.

Pour essayer d'avancer dans ce champ hypothétique, j'ai proposé d'analyser trois échantillons qui ont été prélevés en 1963 par Mlle M. Wuthrich (lorsqu'elle travaillait encore au Laboratoire cantonal). Ces échantillons ont été préparés et conservés sur lames microscopiques par elle-même, mais n'ont jamais été analysés par déception, voire colère de sa part, que le projet d'étude internationale du Doubs n'ait pas été poursuivi. Ce projet, dont il ne reste quasiment aucune trace avait été lancé sous l'égide de ce qui aurait pu voir le jour, c'est à dire l'Institut de Limnologie, dont elle rêvait (avec les prof. Bernard Kübler, André Burger et la direction du Laboratoire cantonal), mais en collaboration avec des chercheurs français (de l'INRA de Thonon éventuellement). Toujours est-il qu'elle avait réalisé des prélèvements à la Source du Doubs, autour de Pontarlier, à la Rasse et à Biaufond. Son dépit était tel, qu'elle n'avait même pas intégré ces lames dans sa collection, pourtant fort bien tenue (pour certains échantillons il manque même les localisations). Elle m'a légué ces préparations personnellement (legs du 14.02.1983). Je les ai maintenant intégrées à sa collection selon le catalogue ci-dessous. Sa collection est déposée au Musée d'Histoire Naturelle de La Chaux-de-Fonds, avec mon fonds de recherche personnel. L'examen de ces lames montre que les prélèvements sont complets, qu'aucun tri préalable n'a été fait avant la préparation. Ces échantillons sont donc utilisables pour un diagnostic écologique. Dans les carnets de

notes de M. Wuthrich, on ne trouve quasiment rien à propos de ces prélèvements, à part un tiers de page dans son cahier de laboratoire de 1963-1967, qui montre qu'elle a observé partiellement les prélèvements frais (probablement à petit grossissement), avant de les préparer pour extraire les diatomées. Elle cite les algues trouvées dans trois échantillons, ce qui est précieux, en particulier pour la connaissance des cyanobactéries (algues bleues) présentes à l'époque.

Dans l'échantillon prélevé à la source du Doubs le 19 août 1963 sur la mousse *Fontinalis* sp. :

- les diatomées *Cocconeis placentula* var. *lineata*, *Meridion circulare*, *Gyrosigma acuminatum*, *Denticula tenuis* var. *crassula* et *Cymbella* sp.

Dans l'échantillon prélevé en surface des sédiments à Biaufond le 19 août 1963 :

- les cyanobactéries *Oscillatoria guttulata*, *O. tenuis*, *O. limosa*, *Lyngbia limnetica*;
- les algues vertes *Volvox aureus*, *Pediastrum tetras*, *P. boryanum*, *Scenedesmus quadricauda*, *Coelastrum microporus*, *Phacotus lenticularis*;
- la diatomée *Melosira varians*;
- le protozoaire flagellé *Anisomena acinus*.

Toutes ces espèces sont caractéristiques d'eaux eutrophes, mais pas excessivement polluées. Les espèces qui indiquent les niveaux de pollution les plus élevés sont *Oscillatoria limosa* et *Anisomena acinus*. Mais comme il n'y a pas d'indication d'abondance dans les notes de M. Wuthrich, il est difficile de tirer des conclusions à partir de ces résultats modestes. Il faut noter cependant, qu'elle cite précisément *Oscillatoria limosa*, l'espèce mise en cause dans la prolifération de 2003 (STRAUB et al. 2004) et non pas *Oscillatoria princeps*, qui elle a été suspectée de toxique dans la Loue début 2010 (site www \$1). En principe on ne peut pas confondre les deux espèces.

Pour l'étude historique, je n'ai retenu que les trois seuls échantillons qui ont été prélevés à l'époque sur le tronçon qui nous concerne. La localisation n'est pas exacte, mais d'après les indications figurant sur les étiquettes, on peut proposer les localisations suivantes reprises dans le tableau \$A2.1 :

Préparations 2911-2921 :

L'indication est que l'échantillon a été prélevé à La Rasse sur des plantes. On voit nettement dans l'échantillon que la communauté est composée par des espèces qui résistent au courant. On peut donc admettre que le lieu de prélèvement était en eau courante, c'est-à-dire dans les rapides eux-mêmes. Actuellement, en haut des rapides, surtout du côté français, il y a plusieurs massifs de plantes dont des Adénostyles qui trempent dans l'eau. On peut penser que les prélèvements ont été réalisés à cet endroit. Ce type d'échantillon donne une idée de la qualité des eaux courantes, mais avec une certaine influence liée aux productions des végétaux. La station la plus proche dans laquelle nous avons prélevé cette année de manière standard, sur les galets, est la station référentielle du canton (SENE 2404). Elle est située au bas des rapides, également dans le courant.

Préparations 2892-2903 :

L'indication donne Lac de Biaufond, sédiments. On peut logiquement penser qu'il s'agit d'un échantillon de pleine eau, qui avait sans doute été prélevé à la benne (comme le Laboratoire Cantonal le faisait dans le lac de Neuchâtel à la même époque). Sans être certain, je donne les coordonnées d'une station en amont du lac, stations dans laquelle nous avons prélevé de nouveau cette année. Ce type d'échantillon donne la qualité des eaux à l'interface eau/sédiment.

Tableau FS-2.1 : liste des échantillons de diatomées prélevés dans le Doubs par M. Wuthrich en 1963. Les échantillons qui ont été étudiés maintenant sont indiqués en couleur.

Collection Wuthrich	Retenue ou rivière	lieux de prélèvements	date	coordonnée x probable	coordonnée y probable	altitude [m]
2891	Doubs	Source	19.08.1963			
2906-2907	Doubs	Amont Pontarlier sur Fontinalis Epibryon	04.11.1963	?	?	?
2908-2910	Doubs	Amont Pontarlier Filet donc plancton	04.11.1963	?	?	?
2911-2921	Doubs	La Rasse sur plantes, amont des rapides Epiphyton	04.11.1963	555875	222075	618
2892-2903	Lac de Biaufond	Sédiment (donc en pleine eau) Epipélon	19.08.1963	555820	223922	609
2904-2905	Lac de Biaufond	Sable (donc en bordure) Epipsammon	04.11.1963	556060	223972	609
2922-2927	?	Station 2	19.08.1963	?	?	?

Préparations 2911-2921 :

L'indication donne Lac de Biaufond, sable. Comme actuellement, au pied du restaurant de Biaufond, il y a une plage sableuse, je considère que M. Wuthrich a très bien pu prélever à cet endroit. Ce type d'échantillon, donne une idée de la qualité des eaux de surface.

# Annexe FS-3

## Les sources nauséabondes (réd. F. Straub)

Avant la construction de la STEP de la Chaux-de-Fonds, les amoureux des Côtes du Doubs nommaient deux résurgences "les sources nauséabondes" (J. Pantillon, com. orale) vu l'aspect et les odeurs qu'elles diffusaient. La première est la source de la Verrerie (coor. : 553576/221671) située rive droite à environ 1 km en amont de Maison-Monsieur. Cette source vaclusienne est visible au pied de la falaise à gauche du chemin en montant. Un canal en blocs maçonnés conduit l'eau jusqu'au Doubs une cinquantaine de mètres plus bas. Actuellement cette source ne donne qu'en période de fortes pluies ou de fonte rapide de la neige. Des chenaux karstiques se sont formés plus bas que la source aérienne, si bien qu'en général les eaux ressortent dans le Doubs par des sources sous-aquatiques. La seconde source nauséabonde est celle de la Rasse située rive droite à 220 m en aval du pont de la Rasse. Cette source qui avait été captée pour la force (il reste les ruines des installations) surgit au pied des anciennes maçonneries. L'eau est conduite par un canal parallèle à la rive, jusqu'au Doubs à 100 m en contre bas. Cette source est noyée par le Doubs en périodes de hautes eaux. En période d'étiage elle est accessible et son eau n'est pas mélangée à celle du Doubs.

Ces deux sources sont alimentées par des pertes de la Ronde. Le détail de l'origine des eaux est présenté par BLANT & JEANNIN 2003. En résumé, avant la construction de la STEP, l'essentiel de leur alimentation provenait de l'emposieu du Moulin (maintenant BikiniTest) dans lequel se déversaient tous les égouts de la Chaux-de-Fonds. Actuellement l'emposieu des Moulins ne fonctionne encore que comme déversoir d'orage, lorsque le débit de l'égout dépasse les  $2\text{m}^3/\text{s}$ . Ainsi, les eaux usées brutes envoyées directement dans le karst sans épuration, ne représentent plus que le 5% du débit annuel (Jacques Vidal, com. orale). Sinon ces sources sont alimentées par des pertes (failles) situées en aval de la STEP principalement depuis l'effluent jusqu'à 1,5 km en aval. La dernière perte envoie de l'eau également à une source sous aquatique située en rive gauche de l'étang de Biaufond. Toutes ces sources sont donc alimentées par des eaux d'épuration qui subissent une certaine autoépuration dans le réseau karstique du Valanvron. De nombreux travaux ont été faits sur l'estimation de cette autoépuration, en période d'étiage, lorsque nous pouvions comparer l'eau de rejet de la STEP dans la Ronde à celle de la résurgence de aérienne de la Rasse (MONTANDON & *al.* 1995, 1997, STRAUB & JEANNIN 2006). Malgré une certaine amélioration de leur qualité, surtout après l'extension de la STEP, ces eaux sont encore très chargées : leur trace est bien visible en aval de des sources de la Verrerie, de la Rasse et au Pont international, en aval du déversoir de l'étang de Biaufond (voir chap. \$8.1.5)

## Annexe FS-4

### Une étude des bactéries fécales et mésophiles au lac de Brenets (réd. F. Straub)

Réf. : Henchoz, N. - 2012. *Mise en évidence de l'autoépuration dans le lac des Brenets*. Travail de maturité, Lycée Blaise-Cendrars, 35 p. et annexes

Dans le cadre de son travail de maturité au Lycée Blaise Cendrars, nous avons orienté Nicolas Henchoz sur une étude des bactéries fécales et des mésophiles aérobies dans les eaux libres littorales du lac de Brenets depuis l'entrée du Doubs au Clos-Rondot, jusqu'au dernier bassin en amont de l'Hôtel du Saut (fig \$A-4.1). Notre étudiant a été motivé pas son travail, car il entraît de fait dans notre étude interdisciplinaire et que ses résultats pouvaient avoir un intérêt public. Les méthodes standards ont été utilisées (prélèvements dans des bouteilles stériles, filtration de suspensions dilutions sur membranes millipore de 0.45 µm de porosité et mise en culture dans les milieux *ad hoc* pour coliformes, entérocoques et mésophiles).

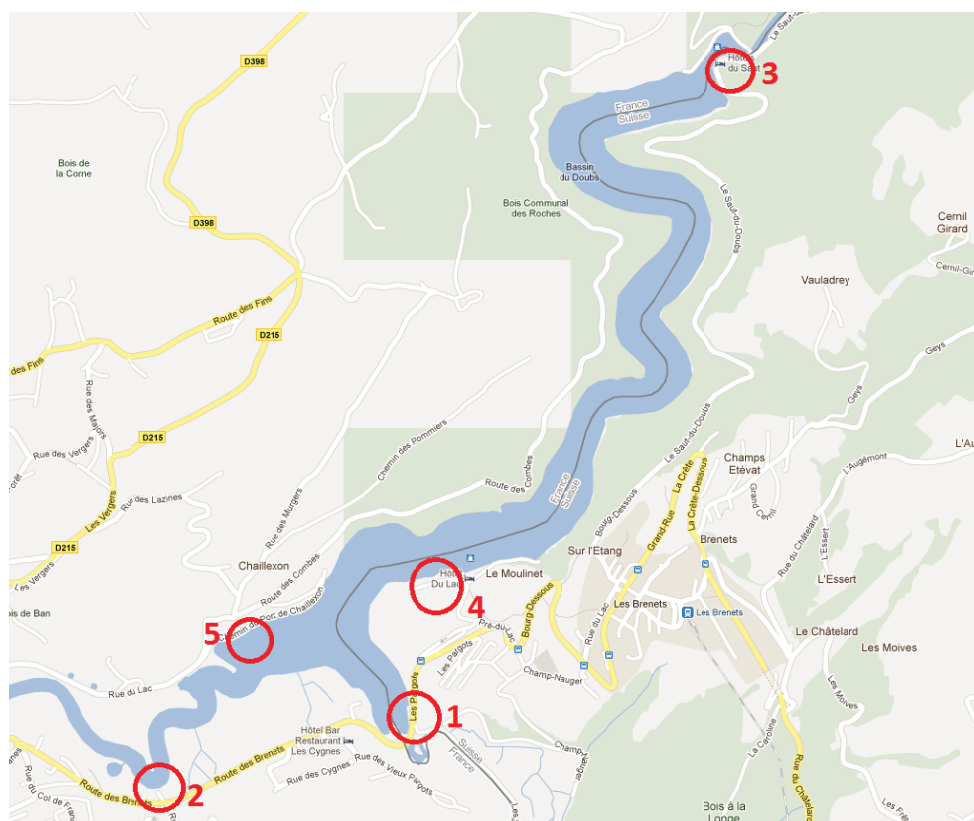


Figure FS-4.1 : stations de prélèvement des bactéries

Plusieurs campagnes de prélèvements ont été réalisées. Le détail des résultats figure dans le rapport complet de N. Henchoz. Pour comparer tous les résultats et en donner une vision synthétique plus

simple, nous lui avons conseillé d'exprimer les densités moyennes des peuplements en % par rapport à une des stations. Il a pris comme référence la station 2 (Clos-Rondot) dont les peuplements représentent 100% de développement. Les résultats comparatifs sont distribués sur le graphe de la figure \$A-4.2.

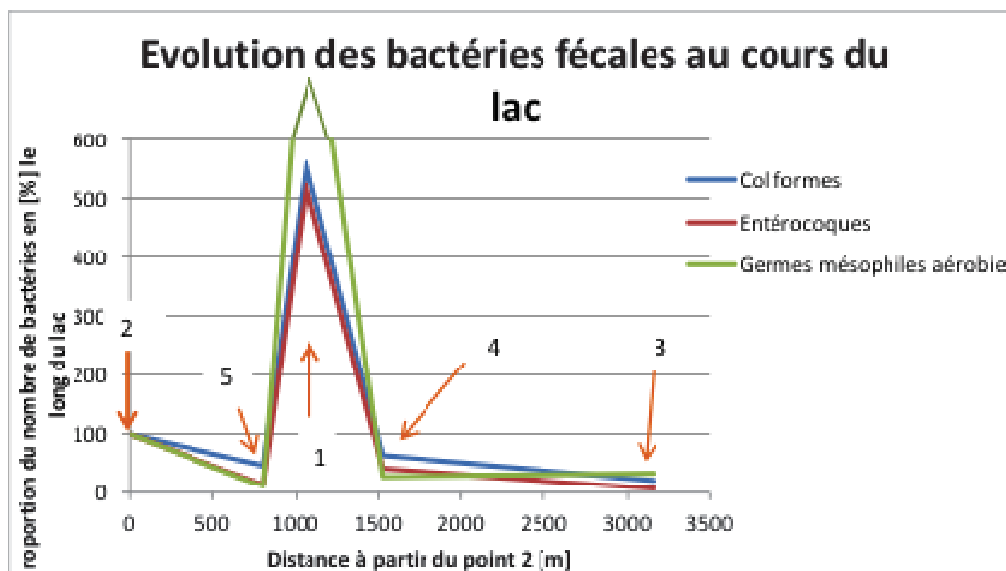


Figure FS-4.2 : variations de la taille des peuplement de bactéries dans les eaux libres littorales d'amont en aval du lac des Brenets.

Les variations de peuplements de bactéries fécales et de mésophiles suivent la même tendance. Une population assez importante est présente au Clos-Rondot en rive droite, ce qui laisse supposer qu'un exutoire mal contrôlé se déverserait à peine en amont en provenance des Bassots. Sinon, le plus spectaculaire est la quantité 5 fois plus élevée de bactéries fécales à l'aval de la Raçonnière et de près de 10 fois plus de bactéries mésophiles. Ce résultat confirme l'état extrêmement préoccupant de ce cours d'eau qui recueille les eaux d'épuration du Locle et des Brenets. Sinon le long des bassins, on voit que les taux de bactéries diminuent considérablement, ce qui met en évidence l'activité de sédimentation et d'oxydation de ce tronçon.



# Annexe FS-5

Diatomées et qualité des eaux de rivières : méthodes du bureau PhycoEco, édition de janvier 2012 (F. Straub)

# Diatomées et qualité des eaux de rivières : méthodes du bureau PhycoEco

F. Straub, janvier 2012

## Préambule

Les méthodes sélectionnées ci-dessous sont destinées à apprécier la qualité des eaux courantes de rivières uniquement. C'est la raison pour laquelle, seule la communauté de diatomées épilithiques (qui vit sur les galets) en plein courant est étudiée, communauté dépendante uniquement des apports de l'eau. Pour des recherches plus globales, d'estimation de l'état de santé du milieu dans sa globalité et de biodiversité, des méthodes complémentaires peuvent être ajoutées, pour étudier aussi les autres compartiments de l'écosystème (rive, bras morts, sables, limons, herbier) via les autres communautés de diatomées qui y vivent.

## Descriptif des méthodes

### • Prélèvement, préparation, analyse des diatomées et estimation de la vitesse de l'eau

Dans chaque station, au minimum trois pierres du cours d'eau, situées dans le courant et immergées à environ 10-15 cm de profondeur, sont choisies. Sur chacune, le périphyton vierge d'algues filamenteuses est gratté à l'aide de l'appareil de Douglas (DOUGLAS, 1958) sur une surface de 4.9 cm<sup>2</sup>. La suspension brute récoltée est mise dans un pilulier et additionnée de formol à 30%, à raison d'une concentration finale de 3%.

Pour détruire la matière organique et nettoyer les frustules des diatomées, de l'acide chlorhydrique (HCl) et de l'eau oxygénée (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) sont ajoutés dans un pilulier de chaque station. Le traitement des échantillons est réalisé selon une des méthodes préconisées par le manuel s'application de la méthode suisse (STRAUB 1981 *in* HÜRLIMANN J. et NIEDERHÄUSER P., 2006 p. 119), légèrement modifiée : l'usage des acides à chaud a été remplacé par un traitement à H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> à froid pendant 3 semaines.

Les frustules nettoyés sont repris en suspension avec des volumes connus d'eau déminéralisée, pour pouvoir estimer quantitativement la biomasse des diatomées présentes dans le périphyton. La suspension propre (0,3 ml par préparation) est ensuite montée entre lame et lamelle dans du Naphrax.

L'observation des échantillons se fait au microscope en contraste de phase (grossissement 10×100).

Pour chaque station, un échantillon statistique d'au moins 500 valves entières est dénombré. Les différentes diatomées sont identifiées jusqu'à l'espèce, voire la variété, en suivant la taxonomie de base de KRAMMER & LANGE-BERTALOT (1986-1991) complétée par les révisions les plus récentes. Les fragments sont relevés à part sans identification. Les formes tératologiques (monstrueuses) de diatomées sont aussi relevées à l'espèce. La surface de préparation microscopique nécessaire au dénombrement des 500 valves est relevée pour pouvoir calculer, via les dilutions successives, la biomasse de diatomées présente dans le périphyton.

A l'endroit du prélèvement des pierres, la vitesse du courant est estimée par dérive d'un bouchon fixé à une ligne de 2 m.

Cette méthode permet d'exprimer les caractéristiques des peuplements de diatomées et de calculer les différents indices de diagnostic de qualité, présentés ci-dessous.

### • Relevés de terrain

Lors de chaque prélèvement, les caractéristiques écomorphologiques et les aspects généraux de qualité d'eau (aspect visuel) sont relevés sur une grille d'analyse, qui reprend en un peu plus détaillé, les critères retenus par les deux modules proposés dans le Système modulaire gradué de la Confédération. Pour cela j'ai conservé les grilles de relevés conçues par le Bureau AquaPlus, de Zoug, car nous utilisons ceux-ci depuis 1990 et pour que la valorisation de ces résultats dans le cadre de la banque de données suisse

sur les diatomées puisse être constante. Il va de soit que l'on peut convertir en tout temps, au besoin, ces observations, dans les grilles standardisées de la Confédération.

Selon cette conception, la grille d'aspect visuel permet d'appliquer un indice de qualité visuelle de l'eau qui varie de 0 à 235 selon l'échelle ci-dessous :

Valeur indice	0	1 à 4	5 à 24	25 à 124	124 à 235
Préjudices	Sans	Légers	Modérés	Forts	Excessifs
Nécessité de traitement	Non	Non	Oui	Oui	Oui
			Epuration nécessaire	Mesures nécessaires	Mesures immédiates nécessaires

- **Densité de diatomées et biomasse**

La densité de diatomées est exprimée en nombre de cellules de diatomées par cm<sup>2</sup>. Des variations de densité peuvent être liées à des fluctuations des concentrations d'engrais, de substances toxiques dans les eaux et de température. En rivière, la densité dépend aussi de l'énergie mécanique du courant, c'est pour cette raison que la vitesse de l'eau est estimée sur place, pour pondérer les interprétations de qualité d'eau (en cours d'eau lent, pour une même valeur nutritive de l'eau, la densité est en général plus élevée). En cas de fortes turbidités, le pouvoir d'érosion de l'eau est supérieur, si bien que la densité des diatomées (et du périphyton en général) est moindre. Cette analyse de densité des diatomées est réalisée en routine.

A partir des valeurs de densité de cellules de chaque taxons, on peut estimer la biomasse de chaque espèce, via son biovolume et en tenant compte arbitrairement d'une masse volumique de 1,0. En faisant la somme de ces biomasses spécifiques, on obtient une bonne estimation de la biomasse du peuplement. Cette estimation est réalisée sur demande pour des études écologiques détaillées.

- **Taux de fragmentation des valves de diatomées**

Ce taux est exprimé en % par rapport à l'ensemble des diatomées et des restes présents. En rivière, dans les eaux courantes à des vitesses  $\geq 0.2$  m/s, les taux de fragmentation sont normalement  $\leq 60\%$ . Des taux de 60 à 90% de fragmentation peuvent signaler soit des cas de mortalité liée à la toxicité des eaux (STRAUB et JEANNIN 2006), soit des cas de mélange de peuplements par dérive et/ou accumulation. Comme pour la biomasse, ce taux doit être interprété avec prudence, car il dépend également de la vitesse de l'eau (les fragments s'accumulent dans les cours d'eau lents) et des variations de turbidité. Dans des secteurs plus calmes ou des bras morts (comme aussi dans les lacs), les taux de fragmentations sont plus élevés, car la sédimentation y est plus forte. Nous n'avons pas d'expérience pour l'instant, pour fixer une norme pour les eaux stagnantes.

- **Base taxonomique**

Bien que de nombreuses révisions taxonomiques ont été publiées depuis, en particulier l'explosion de certains genres dans une multitude de nouveaux genres, la flore de KRAMMER et LANGE-BERTALOT 1986-1991 reste indispensable, surtout par le fait qu'elle est complète. C'est sur cette base que le catalogue floristique du manuel du DI-CH (HÜRLIMANN & NIEDERHÄUSER 2001, 2006) a été conçu. Récemment publié, l'ouvrage de HOFMANN *et al.* 2011, destiné à la routine des analyses en rivières, s'est révélé être très utile. Entre ces deux extrêmes, de multiples révisions sont utilisées, en particulier celles de K. Krammer pour *Cymbella* s.l, de H. Lange-Bertalot pour *Navicula* s.l et de E. Reichardt pour *Gomphonema* s. str. Il

serait trop laborieux de citer toutes ces références ici, mais nous restons à disposition pour toute question complémentaire liée à ce sujet.

- **Diversité floristique**

Le nombre d'espèces de diatomées relevées au dénombrement représente la richesse floristique du peuplement. Cette diversité est faible dans les eaux très propres de haute montagne, à très faible dans les eaux toxiques et fortement polluées des émissaires d'eaux usées. Les peuplements de diatomées sont les plus diversifiés dans les eaux légèrement engraisées de plaine. La flore dominante représente le nombre de taxons relevés au cours du dénombrement standard de 500 valves par échantillon. Ce nombre peut être comparé aux données floristiques existantes pour le territoire suisse, car le standard fixe un effort constant de recherche. Pour comparaison, la flore dominante du 50% des prélèvements réalisés dans les rivières suisses (n = 3694) est constituée par 20 à 30 taxons, prélèvements provenant en majorité du Plateau en zones agricoles et urbaines.

La flore totale comprend en plus, les taxons moins abondants, qui sont relevés en plus du dénombrement, au cours d'un effort complémentaire de 0.5 heure de recherche par échantillon. Ce nombre ne peut être comparé qu'au petit nombre de relevés pour lesquels cet aspect du peuplement a aussi été étudié.

- **Diversité structurale du peuplement**

Le degré de spécialisation du peuplement (une espèce domine ou plusieurs espèces se partagent l'espace) est exprimé par l'indice de diversité de Shannon (LEGENDRE et LEGENDRE 19a4). Des peuplements de faible diversité structurale existent dans les milieux extrêmes, dans lesquels un facteur écologique limite l'implantation des espèces (p. ex. acidité, carence, pauvreté, froid, toxicité, agitation). On observe une forte diversité structurale dans les peuplements des eaux plutôt calmes, carbonatées, chaudes et légèrement engraisées de plaine.

Contrairement à la tradition française, en Suisse et en Allemagne, l'indice est calculé avec le logarithme népérien. Pour comparaison, la grande majorité des communautés étudiées dans les rivières suisses livrent des indices entre 2.75 et 3.75, avec une médiane située à 3.35 (pour 3694 échantillons, HÜRLIMANN et NIEDERHAUSER 2006). Dans ce lot, les indices  $\leq 2.0$  sont révélateurs de situations exceptionnelles : oligotrophie, surcharges de carbonates comme dans les sources karstiques, peuplements pionniers de colonisation ou pollutions excessives.

- **Degré de similitude des assemblages de diatomées**

Pour juger du degré de similitude de deux peuplements différents et pour juger de la significativité des variations observées (p. ex. : l'un situé en aval de l'autre, ou au même endroit, l'un datant de l'automne et l'autre de l'hiver), une analyse multivariée simple est proposée, composée par le calcul et la comparaison de deux indices courants de similitude. La comparaison se fait sur un diagramme de similitude (

Figure 1). Sur l'abscisse du diagramme figure le coefficient de communauté  $S_7$  de Jaccard (LEGENDRE & LEGENDRE 1984) :

$$S_7(y_1, y_2) = \frac{a}{a + b + c}$$

où  $y_1$  et  $y_2$  sont les deux échantillons comparés

a = nombre d'espèces présentes dans  $y_1$  et  $y_2$

b = nombre d'espèces présentes que dans  $y_1$

c = nombre d'espèces présentes que dans  $y_2$

Le coefficient de Jaccard varie entre 0 (aucune ressemblance entre  $y_1$  et  $y_2$ ) et 1 (identité entre  $y_1$  et  $y_2$ ). Ce coefficient permet de dire dans quelle mesure les mêmes taxons sont présents dans les deux populations comparées. En écologie, on considère qu'une valeur  $S_7 \geq 0.6$  entre deux listes taxonomiques indique qu'elles proviennent d'un milieu semblable.

Sur l'ordonnée du diagramme figure le coefficient D de dominance-identité selon RENKONEN 1938 :

$$D_{1,2} = \frac{\sum_{i=1}^s q_i}{s}$$

où  $D_{1,2}$  = dominance-identité entre les communautés 1 et 2

$q_i$  = la plus petite des deux fréquences relatives de l'espèce i

s = nombre total d'espèces dans les deux communautés

Ce coefficient permet de comparer la **composition structurale** de deux populations. Cette composition décrit avec quelle abondance relative les taxons sont représentés dans la population. Cette composition est sujette à variation sous l'effet de chaque facteur écologique. C'est donc une base essentielle de diagnostic de l'état de santé des milieux naturels par l'analyse des populations.

Le coefficient D varie entre 0% (aucune identité structurale entre les communautés 1 et 2) et 100% (identité totale entre les communautés 1 et 2). La valeur de  $D \geq 60\%$  indique un haut degré d'identité structurale (ENGELBERG 1987, HÜRLIMANN 1993), au-delà duquel les communautés ne peuvent pas être séparées objectivement. Ces deux coefficients permettent de construire le diagramme présenté en

Figure 1 (J. Hürlimann, com. orale).

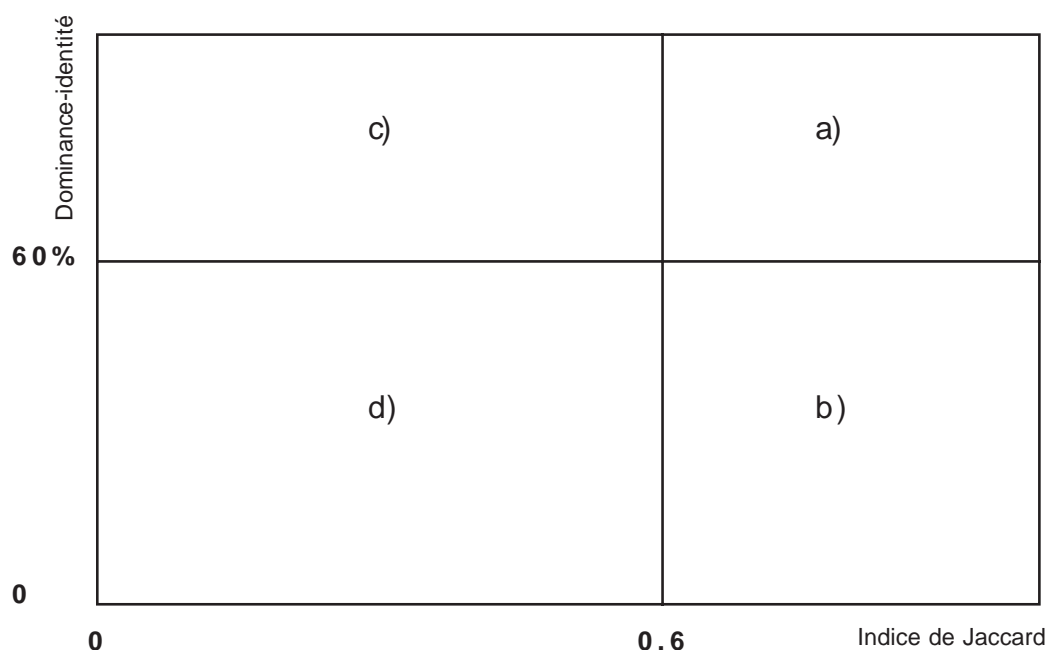


Figure 1 : cadre du diagramme de similitude servant à comparer deux communautés sur la base de l'indice de Jaccard et de la dominance-identité.

Sur ce diagramme, si le point de corrélation tombe en secteur a) les deux communautés sont à considérer comme semblables. Si le point tombe en secteur b) on peut considérer que les deux communautés sont formées des mêmes taxons, mais ceux-ci ne sont pas représentés avec la même abondance (cas de dérivation d'une communauté sous l'influence d'un paramètre écologique particulier). Lorsque le point est situé en secteur c), il faut considérer que la base structurale des deux communautés est identique, mais que de petites différences taxonomiques sont présentes (sous-associations). Lorsque le point tombe en secteur d) il faut considérer les communautés comme différentes, soumises à des facteurs écologiques différents.

- **Taux de formes tératologiques**

Ce taux est exprimé en % de l'ensemble des diatomées non fragmentées. Sur le tableau des résultats bruts (Annexes), figurent les espèces trouvées également sous formes monstrueuses. Les causes de ces malformations sont de deux ordres. Lorsqu'elles sont génétiques, tous les individus de l'espèce présentent la même déformation. Lorsqu'elles sont environnementales, seuls certains individus en portent la trace. Les facteurs tératogènes environnementaux connus actuellement sont soit, dans les eaux très propres, des carences (p. ex. en silicates), des chocs thermiques ou lumineux. Dans les eaux polluées, les métaux lourds, les herbicides, les pesticides et résidus de combustion des hydrocarbures, sont connus pour causer des malformations (ESGUERRA *et al.* 2006, FALASCO *et al.* 2009). Dans les populations bien nourries, il est rare de trouver de telles formes, si bien qu'un taux de 1% de monstruosité semble déjà significatif (STRAUB & JEANNIN 2006, STRAUB, non pub., enquête orale auprès des membres de l'ADLAF).

- **L'Indice Diatomique Suisse (DI-CH)**

L'Office fédéral de l'environnement des forêts et du paysage propose aux cantons depuis 1998 plusieurs méthodes d'analyse et d'appréciation des cours d'eau en Suisse regroupées dans un système modulaire gradué (OFEFP, 1998).

Dans le module « Biologie » du système modulaire gradué suisse, une méthode « diatomées suisse » (DI-CH) a été développée (HÜRLIMANN J. et NIEDERHAUSER P., 2001). Elle a fait l'objet d'une nouvelle calibration en 2006, proposant aussi une échelle de classification basée sur 5 classes au lieu de 4 dans la version précédente (HÜRLIMANN J. et NIEDERHÄUSER P., 2006).

Le DI-CH poursuit deux buts principaux :

- mettre à la disposition des cantons une méthode basée sur l'ensemble des diatomées prélevées en Suisse et sur leur valeur écologique ;
- fournir aux cantons un outil pour vérifier les objectifs écologiques fixés par la nouvelle ordonnance sur la protection des eaux (annexe 1, art. 1, al. 1, OEaux), plus particulièrement le point b qui stipule que les communautés végétales doivent « *présenter une composition et une diversité d'espèces spécifiques de chaque type d'eau peu ou pas polluée* ».

La méthode comprend 8 groupes de qualité d'eau, basés sur les concentrations de 6 paramètres chimiques de pollution anthropique : ammonium, nitrite, somme de l'azote inorganique, phosphore total, chlorure, carbone organique dissous. 220 diatomées ont été retenues et 2 valeurs (D et G) leur ont été attribuées :

- la valeur indicatrice D, notée de 1 à 8, caractérise les conditions de vie optimales de l'espèce (de 1 pour les espèces très sensibles à 8 pour les espèces très tolérantes) ; cette valence écologique est distinguée par les paramètres physico-chimiques ;
- le facteur de pondération G, avec une valeur de 0.5 à 8, détermine la représentativité des espèces en tant qu'organisme indicateur (de 0.5 pour les formes abondantes peu représentatives, à 8 pour les formes caractéristiques d'amplitude écologique étroite et bon bioindicateur).

La note de qualité attribuée à chaque station est calculée selon la formule ZELINKA & MARVAN 1961\_sui-vante :

$$DI-CH = \frac{\sum_{i=1}^n D_i G_i H_i}{\sum_{i=1}^n G_i H_i}$$

où DI-CH = **indice diatomique suisse**

$D_i$  = valeur de classement du taxon  $i$  sur la base de sa préférence autoécologique

$G_i$  = pondération du taxon  $i$

$H_i$  = fréquence relative du taxon  $i$  en %

$n$  = nombre de taxons de l'échantillon

Chaque note obtenue (indice diatomées) correspond à un des 8 groupes de qualité d'eau (Tableau 1). Pour faciliter les comparaisons entre les modules, les 8 groupes de départ sont ramenés à 5 classes du « système modulaire gradué R ». Les stations sont alors classées en deux catégories :

- celles obtenant un indice de 1 à 4.49 (couleur bleue et verte) respectent les objectifs écologiques fixés par l'OFEFP ;
- celles ayant un indice de 4.5 à 8 (couleur jaune, orange et rouge) n'atteignent pas les objectifs écologiques.

Indice diatomique DICH	1	2	3	4	5	6	7	8
Limites des classes	1.0-1.49	1.5-2.49	2.5-3.49	3.5-4.49	4.5-5.49	5.5-6.49	6.5-7.49	7.5-8.0
Classes d'état selon système modulaire gradué	Très bon			Bon	Moyen	Médiocre	Mauvais	

Tableau 1 : Grille de diagnostic pour l'interprétation de l'indice suisse DI-CH basé sur les diatomées.

La méthode « diatomées suisse » recommandée par l'OFEFP a donc été choisie comme indice diatomique de pollution générale pour cette étude, afin que le diagnostic corresponde exactement aux exigences

de la loi suisse. Pour concrétiser l'interprétation de cet indice (réducteur par essence), la composition des peuplements est représentée sur des histogrammes qui présentent les % des cinq classes de sensibilité des diatomées.

#### • Le diagnostic du niveau saprobique de l'eau

Le niveau saprobique représente l'intensité des phénomènes de biodégradation qui ont lieu dans l'eau. En rivière, le taux d'oxygène n'étant souvent pas limitant, le niveau saprobique est proportionnel au taux de matières organiques oxydables. Les diatomées étant soit sensibles envers ces matières, soit résistantes, elles sont très utiles pour ce diagnostic. Cet aspect de la qualité de l'eau est inclus dans l'indice DI-CH, mais de manière intégrée aux charges minérales (niveau trophique). Cette intégration (nécessaire pour des raisons légales) n'est pas idéale pour la description des phénomènes biologiques qui ont lieu effectivement. C'est pourquoi nous proposons de détailler cet aspect également.

Le diagnostic a été conduit selon la méthode préconisée par LANGE-BERTALOT 1978, 1979a et b, KRAMMER et LANGE-BERTALOT 1986-1991. Cette méthode consiste à assigner à chaque taxon un indice de sensibilité envers les matières organiques et les autres molécules réduites habituellement présentes dans les eaux résiduelles. Ces indices figurent dans la deuxième colonne du tableau de végétation donné en annexe. Ils ont été attribués empiriquement au cours d'études extensives de populations *in situ* ou au cours d'expérimentations ponctuelles en milieux artificiels (valeurs des indices tirés essentiellement de KRAMMER et LANGE-BERTALOT 1986-1991, LANGE-BERTALOT 1993, HÜRLIMANN ET STRAUB 1991, DENYS 1991, HOFMANN 1994, VAN DAM *et al.* 1994). L'indice de quatre degrés (1 = très sensible à 4 = très tolérant) indique jusqu'à laquelle des quatre classes saprobiques (I, oligosaprobie à IV polysaprobie, KOLKWITZ 1950, LIEBMANN 1958, SLADACEK 1973) chaque taxon peut résister. Le diagnostic est posé à partir de la fréquence relative des quatre groupes de sensibilité à l'intérieur de l'assemblage de diatomées trouvé Tableau 2. Cette méthode, contrairement à celles des indicateurs de classe, reconnaît pour des autotrophes vrais comme la plupart des diatomées, qu'il n'y a pas en principe de dépendance directe de ces organismes aux matières organiques, mais seulement une tolérance plus ou moins marquée.

<u>Classes de qualités saprobiques</u>	<u>Proportion des groupes d'espèces différentielles de diatomées</u>	<u>Diagnostic approximatif selon le système modulaire gradué</u>
<p><u>I : oligosaprobie</u></p> <p>Non chargé à peu chargé</p> <p>95% &lt; saturation O<sub>2</sub> &lt; 105%</p> <p>DBO5 moyen &lt; 2 mg/l</p>	<p>* très sensibles ≥ 90 %</p> <p>sensibles + tolérants + très tolérants ≤ 10 %</p>	Très bon
<p><u>-II : oligo-β-mésosaprobie</u></p> <p>Peu chargé</p> <p>Déficit d'O<sub>2</sub> &lt; 15 %</p>	<p>* très sensibles ≥ 50%</p> <p>sensibles + tolérants + très tolérants ≤ 50 %</p>	
<p><u>II : β-mésosaprobie</u></p> <p>Modérément chargé</p> <p>Déficit d'O<sub>2</sub> &lt; 30%</p> <p>DBO5 moyen &lt; 4 (6) mg/l</p>	<p>très sensibles ≤ 10%, sensibles ≥ 50%</p> <p>tolérants + très tolérants &lt; 50%</p>	Bon
<p><u>II-III : β-α-mésosaprobie</u></p> <p>Charge critique</p> <p>Déficit d'O<sub>2</sub> &lt; 50%</p> <p>DBO5 moyen &lt; 7 (10) mg/l</p>	<p>0% &lt; sensibles ≤ 50%,</p> <p>≤ 50% tolérants + très tolérants &lt; 90%</p>	Moyen
<p><u>III : α-mésosaprobie</u></p> <p>fortement pollué</p> <p>Déficit d'O<sub>2</sub> &lt; 75%</p>	<p>sensibles ≤ 10%, tolérants ≤ 50%</p> <p>très tolérants &lt; 50%</p>	Médiocre
		Mauvais



DBO5 moyen < 13 mg/l

**III-IV :  $\alpha$ -mésopolysaprobie**

très fortement pollué 10% < sensibles + tolérants < 50%

Déficit d'O<sub>2</sub> < 90% très tolérants > 50%

DBO5 moyen < 22 mg/l

**IV : polysaprobie**

excessivement pollué sensibles + tolérants  $\leq$  10%

Déficit d'O<sub>2</sub> > 90% très tolérants  $\geq$  90%

DBO5 moyen < 22 (15) mg/l

Mauvais

Mauvais

Tableau 2 : Grille de diagnostic des classes de qualité d'eau à partir des proportions des classes de sensibilités différentielles de diatomées. Conception du tableau modifié d'après ELBER et al. 1991, sur des données de KRAMMER et LANGE-BERTALOT 1986-1991 et \* HOFMANN 1987. Les indications fournies pour les classes de qualités I, I-II, sont à prendre avec réserve, car le diagnostic de ces classes dépend avant tout de la nature géologique du bassin versant (p ex. : polysaprobie naturelle des eaux riches en matières humiques, végétation spécialisée de milieux salins continentaux, richesse organique naturelle des lacs eutrophes carbonatés). Dès 20% de diatomées très sensibles, avec le reste formé de sensibles dont *Ach. pyrenaicum*, les eaux peuvent être qualifiées de très faiblement  $\beta$ -mésosaprobies de classe (I)-II.

Ainsi, on peut trouver tous les taxons, en faible abondance (forte concurrence) dans les basses classes de charge organique, tandis que dans les classes élevées, seuls quelques taxons tolérants peuvent vivre en abondance (faible concurrence). La définition des classes saprobiques ainsi que l'échelle de diagnostic à partir de assemblages de diatomées sont résumées au Tableau 2.

Pour affiner la méthode, en particulier pour diagnostiquer plus correctement les eaux de classe II dégradées, de la classe critique II-III et celles de la classe III, nous avons retenu les recommandations de SCHIEFELE 1987 et REICHARDT 1991, c'est-à-dire tenir compte de la tolérance plus élevée de certains taxons en présence d'une bonne oxygénation ("*eutrophe Arten*"). Les valences autoécologiques de ces taxons sont suivies du symbole (O<sub>2</sub>!) dans le tableau de végétation (Annexes). En cas de bonne oxygénation, il faut forcer d'une demi-classe leur valence autoécologique et poser le diagnostic en associant leur fréquence relative à la demi-classe de tolérance supérieure, tout en suivant l'échelle de diagnostic classique (Tableau 2).

Les variations de niveau saprobique peuvent être interprétées en termes d'augmentation ou de diminution (impact, dilution, autoépuration) de déficit d'oxygène dissous ou de demande biochimique d'oxygène en 5 jours (DBO5).

• **Le diagnostic du niveau trophique de l'eau**

Le niveau trophique représente la valeur nutritive de l'eau pour les algues et les autres végétaux. En présence de lumière en quantité suffisante, ce niveau est directement proportionnel aux concentrations d'engrais (phosphates, nitrates, potassium, sulfates, etc.). Les diatomées sont plus diversifiées dans les eaux eutrophes, que dans les eaux oligotrophes (seules quelques espèces supportent la pauvreté nutritive) ou que dans les eaux polytrophes à hypertrophes (dont la charge trophique excessive est cause de pollution secondaire et de toxicité associée, supportées que par quelques diatomées résistantes). Cet aspect est aussi inclus dans l'indice DI-CH, de manière intégrée comme pour la saprobie pour des raisons légales. Ici nous proposons également le calcul de cet indice pour mieux saisir les phénomènes biologiques qui ont lieu dans les rivières.

Le diagnostic a été conduit selon la méthode indicielle proposée par SCHMEDITJE *et al.* 1998, qui pour les rivières, est la méthode la plus récente. L'indice trophique est interprété d'après la grille de diagnostic présentée sur le Tableau 3.

Indice trophique de SCHMEDITJE <i>et al.</i> 1998	I	I-II	II	II-III	III	III-IV	IV
Limites des classes	1.0-1.24	1.25-1.74	1.75-2.24	2.25-2.74	2.75-3.24	3.25-3.74	3.75-4.0
Classes d'état selon SCHMEDITJE <i>et al.</i> 1998	Oligotrophe	Mésotrophe	Eutrophe	Eu- à Polytrophe	Polytrophe	Poly- à Hypertrophe	Hypertrophe
Pollution trophique	faible	moyenne	notoire	critique	forte	très forte	excessive
Correspondance approximative avec le système modulaire gradué	Très	bon	Bon	Moyen	Médiocre	Mau-	vais
Taux de P-total [ $\mu\text{g/l}$ ]	<10	10-30	20-150	>150	*	*	*

Tableau 3 : Grille de diagnostic pour l'interprétation de l'indice trophique de SCHMEDITJE *et al.* 1998 basé sur les diatomées.

Dans nos régions, l'élévation du niveau trophique des eaux courantes a deux causes principales. C'est premièrement la résultante de la lixivation des terres agricoles, qui enrichissent en engrais les eaux de percolation. C'est aussi le résultat de la dégradation des matières organiques, qui proviennent des égouts, et qu'une certaine oxygénation de l'eau permet d'oxyder. Donc l'élévation du niveau trophique, dans certains cas révèle une activité essentielle des cours d'eau, c'est-à-dire leur capacité de minéralisation, qui est un aspect de leur pouvoir d'autoépuration. L'autre aspect de l'autoépuration est l'abaissement du niveau trophique, par consommation et/ou adsorption par les terrains riverains.

Avec l'étalonnage classique des classes de qualité trophique des eaux de, des variations d'indice trophique peuvent être interprétées en termes d'augmentation ou d'abaissement de la charge en phosphore total.

#### • Diatomées et valeur patrimoniale des milieux naturels

Depuis la publication de la liste rouge des diatomées d'Allemagne (LANGE-BERTALOT 1996), dont les données parfois alarmantes sont valables en Europe centrale pour les régions de plaine et de mi-montagne (chez nous pour le Plateau, le Jura et les Préalpes), une estimation de la valeur patrimoniale actuelle des eaux des systèmes aquatiques est possible, *via* ce groupe d'algues (WERUM 1991). L'auteur de la liste rouge, reconnaît que les régions alpines sortent un peu de ce cadre, car elles n'ont pas été investiguées suffisamment : il tient à souligner, que dans l'arc alpin bien des espèces en danger sont certainement mieux représentées à l'heure actuelle. L'utilisation de listes rouges est précieuse pour guider les projets de protection et de restauration. Les degrés de raréfaction des taxons sont présentés sur le tableau ci-dessous.

Code	Degré de raréfaction
0	éteint ou disparu
1	menacé d'extinction

2	fortement en péril
3	en péril
G	considéré en péril
R	extrêmement rare
V	en régression
*	actuellement probablement pas menacé
**	certainement pas menacé
D	indications manquent
●	taxon récent qui devrait être présent dans la région

Tableau 7 : catégories de raréfaction utilisées pour la liste rouge des diatomées de LANGE-BERTALOT 1996. En rouge les catégories de la liste rouge au sens strict. En jaune la catégorie des diatomées en régression. En vert les catégories de taxons encore non menacés. En blanc les taxons pour lesquelles nous manquons d'information, souvent pour cause de confusions taxonomiques.

Pour juger de la valeur patrimoniale des peuplements, nous pouvons exprimer pour chaque catégorie de raréfaction :

- le nombre d'espèces présentes dans chaque milieu ou dans la station à différentes époques;
- l'abondance relative [%] que représente chaque classe dans la composition des communautés.

Les espèces menacées ou en régression, sont typiques de milieux aquatiques non pollués, parfois acides (tourbières), situés souvent en amont des bassins versants. Tous ces milieux ont tendance à disparaître en Europe à cause de l'urbanisation et de l'agriculture intensive. Dans bien des cas les efforts de protection montrent que cette diminution n'est pas inéluctable.

#### • Utilisation d'échantillons historiques de diatomées

Dans les collections suisses de diatomées, conservées dans les différents Musées d'Histoire naturelle, on trouve des échantillons de diatomées très bien conservés, localisés et datés. Lorsque ces échantillons n'ont pas été triés pour isoler la belle espèce (un examen rapide permet de le mettre en évidence), on peut considérer qu'ils contiennent les communautés d'époque complètes, potentiellement révélatrices des conditions écologiques anciennes. Nous avons montré tout l'intérêt d'appliquer nos techniques modernes d'investigation à ces échantillons historiques et de les comparer à des prélèvements récents effectués dans les mêmes stations (HÜRLIMANN et al. 2001). Cette approche est très profitable pour reconstituer les variations de niveau trophique, de niveau saprobique et de valeur patrimoniale des milieux aquatiques au cours du temps. Cela permet d'apprécier la stabilité ou les transformations subies par les milieux naturels. Cette possibilité est souvent plus objective que l'utilisation de données d'observation anciennes, car dans bien des cas, les résultats des auteurs anciens (liés au niveau de connaissance d'époque) sont insuffisantes ou trop partielles pour en tirer des conclusions écologiques modernes.

### Bibliographie

- DENYS L., 1991. A check-list of the diatoms in the holocene deposits of the western belgian coastal plain with a survey of their apparent ecological requirements. I. Introduction, ecological code and complete list. *Service géologique de Belgique, Professional paper* 246 : 1-41.
- DOUGLAS B. 1958. The ecology of the attached diatoms and other algae in a small stony stream. *J. Ecol.*, 46 : 295-322.
- ELBER F., MARTI K. & NIEDERBERGER K., 1991. Pflanzenökologische und limnologische Untersuchung der Reussdelta-Gebietes (Kanton Uri). *Ver. Geobot. Inst. ETHZ, Stiff. Rübel, Zürich*, Heft 105 : 1-272.
- ENGELBERG K., 1987. Die Diatomeen-Zönose in einem Mittelgebirgsbach und die Abgrenzung jahreszeitlicher Aspekte mit Hilfe der Dominanz-Identität. *Arch. Hydrobiol.*, 110 (2), 217-236.
- ESGUERRA, O. C., RIVOGNAC, L., GEORGES, A & HORN, M. 2006. Les formes tératologiques chez les diatomées. 1 Introduction. *Diatomania* 10, 18-38.
- Falasco, E. Bona, F. Badino, G. Hoffmann, L. & Ector, L. 2009. Diatom teratological forms and environmental alterations: a review. *Hydrobiologia* 623, 1-35.
- HOFMANN G. 1987. *Diatomeengesellschaften saurer Gewässer des Odenwaldes und ihre Veränderungen durch anthropogene Faktoren*. Diplomarbeit an der Universität Frankfurt am Main : 1-264 .
- HOFMANN G. 1994. « Aufwuchs-Diatomeen in Seen und ihre Eignung als Indikatoren der Trophie ». *Bibliotheca Diatomologica* 30. J. Cramer, Berlin, Stuttgart. 241 p.
- HOFMANN G., WERUM M. & LANGE-BERTALOT H. *Diatomeen im Süßwasser-Benthos von Mitteleuropa*. Koeltz Scientific Books, Königstein, 908 pp.
- HÜRLIMANN J. 1993. *Kieselalgen als Bioindikatoren aquatischer Ökosysteme zur Beurteilung von Umweltbelastungen und Umweltveränderungen*. Dissertation, Universität Zürich 1-118.
- HÜRLIMANN J. et NIEDERHÄUSER P., 2001. « Méthodes d'analyse et d'appréciation des cours d'eau en Suisse : Diatomées - niveau R (région) ». A paraitre dans : L'Environnement pratique - Information concernant la qualité des eaux. *OFEFP, Berne*.
- HÜRLIMANN J. et NIEDERHÄUSER P., 2006. « Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fließgewässer in der Schweiz (Modul-Stufen-Konzept) - Kieselalgen Stufe F ». Bundesamt für Umwelt BAFU, Abteilung Wasser, Sektion Gewässerreinigung und Restwasser. 3003 Bern. 122 p.
- HÜRLIMANN J. & STRAUB F., 1991. Morphologische und ökologische charakterisierung von Sippen um den *Fragilaria capucina* - komplex sensu Lange-Bertalot 1980. *Diatom Research* 6 (1) : 21-47.
- HÜRLIMANN J., ELBER F., NIEDERBERGER K., STRAUB F., STÖCKLI A. & NIEDERHAUSER P., 2001. Historische Kieselalgenproben als biologische Referenzen zur Bewertung von Fließgewässern des Schweizer Mittellandes - erste Ergebnisse. *Studies on Diatoms, Lange-Bertalot-Festschrift*, A.R.G. Ganter Verlag K.G., Ruggell, 401-415.
- HOFMANN G., 1987. *Diatomeengesellschaften saurer Gewässer des Odenwaldes und ihre Veränderungen durch anthropogene Faktoren*. Diplomarbeit an der Universität Frankfurt am Main : 1-264 .

- KOLKWITZ R., 1950. Oekologie der Saprobien. Ueber die Beziehungen der Wasserorganismen zur Umwelt. *Schriftenreihe des Verein für Wasser-, Boden-, und Lufthygiene* 4, Piscator Ver., Berlin-Dahlem : 1-64.
- KRAMMER K., LANGE-BERTALOT H., 1986-1991. « Süßwasserflora von Mitteleuropa ». *Band 2, 1.-4. Teil. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart*
- LANGE-BERTALOT H., 1978. Diatomeen-Differentialarten anstelle von Leitformen: ein geeigneteres Kriterium der Gewässerbelastung. *Arch. Hydrobiol., Suppl.* 51 : 393-427.
- LANGE-BERTALOT H., 1979a. Pollution tolerance of Diatoms as a criterion for water quality estimation. *Nova Hedwigia, Beiheft* 64 : 285-304.
- LANGE-BERTALOT H., 1979b. Toleranzgrenzen und Populationsdynamik benthischer Diatomeen bei unterschiedlich starker Abwasserbelastung, exemplarisch für den unteren Main. *Arch. Hydrobiol., Suppl.* 56 : 184-219.
- LANGE-BERTALOT H., 1993. 85 New Taxa and much more than 100 taxonomic clarifications supplementary to Süßwasserflora von Mitteleuropa vol. 2. *Bibliotheca diatomologica* 27 : 1-454.
- LANGE-BERTALOT H., (unter Mitarbeit von A. Steindorf) 1996. Rote Liste der limnischen Kieselalgen (Bacillariophyceae) Deutschlands. *Schriftenreihe für Vegetationskunde* 28: 633-677.
- LEGENDRE L. et LEGENDRE P., 1984. *Ecologie numérique 1. Le traitement multiple des données écologiques.* (2e éd.). Coll. d'écologie 12, Masson, Paris, 260 p.
- LIEBMANN H., 1958. Handbuch der Frischwasser- und Abwasserbiologie. Biologie des Trinkwassers, Badewassers, Frischwassers, Vorfluters und Abwassers. Band 1. VEB Gustav Fischer Verlag, Jena : 1-640.
- OFEFP, 1998. « Méthodes d'analyse et d'appréciation des cours d'eau en Suisse, système modulaire gradué ». *Informations concernant la protection des eaux n°26*, 43 p.
- REICHARDT E., 1991. Beiträge zur Diatomeenflora der Altmühl III : Wasserqualität und Diatomeenbesatz. *Arch. Hydrobiol., Alg. Studies* 62 : 107-132.
- RENKONEN O., 1938. Statistisch-ökologische Untersuchungen über die terrestrische Käferwelt der finnischen Bruchmoore. *Ann. Zool. Soc. Zool. Bot. Fenn. Vanamo* 6/1, 231. Cité par ENGELBERG, K. 1987.
- SCHIEFELE S., 1987. *Indikationswert benthischer Diatomeen in der Isar zwischen Mittenwald und Landschut.* Diplomarbeit am Lehrstuhl für systematische Botanik an der Ludwig-Maximilians-Universität München : 1-207.
- SCHMEDTJE U., BAUER A., GUTOWSKI A., HOFMANN G., LEUKART P., MELZER A., MOLLENHAUER D., SCHNEIDER S. & TREMP, H., 1998. Trophiekartierung von aufwuchs- und makrophytendominierten Fließgewässern. *Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft, München. Informationberichte Heft 4/99*, 516 p.
- SLADECEK, V., 1973. System of water quality from the biological point of view. *Arch. Hydrobiol., Beih.* 7 (1-4) : 1- 218.

- STRAUB F. & JEANNIN P.-Y., 2006. « Efficacité autoépuration de tracés aérien et karstique d'un effluent de station d'épuration (La Ronde, Jura suisse) : valeur indicative des diatomées ». *Symbioses*, nlle sér., 14, p. 35-41.
- VAN DAM H., MERTENS A. & SINKELDAM J., 1994. A coded checklist and ecological indicator values of freshwater diatoms from the Netherlands. *Netherlands Journal of Aquatic Ecology* 28 (1) : 117-133.
- WERUM M., 2001. Diatomeen in Quellen hessischer Mittelgebirge: Gefährdung nach Roter Liste in Korrelation zu anthropogenen Eingriffen und Geologie. *Studies on Diatoms, Lange-Bertalot-Festschrift*, A.R.G. Ganter Verlag K.G., Ruggell, 369-381.
- ZELINKA M. & MARVAN P. 1961. Zur Präzisierung der biologischen Klassifikation der Reinheit fließender Gewässer. *Arch. Hydrobiol.* 57, 389-407.

# Annexe FS-6

Résultats bruts des analyses de diatomées (F. Straub)











	Rivière Station	Le Doubs Am. Rasse	Doubs iaufond_plag	Le Doubs Lac Biaufond	Le Doubs 2407	Le Doubs 2405	Le Doubs DbCh2	Le Doubs DbV	Le Doubs DbV3	Le Doubs 2404	Le Doubs DbB	Le Doubs 2403	Le Doubs 2401	Doubs 2403	Doubs mLacBiaufond	Doubs tenueAm.Rahb	Doubs Rançonnié	Doubs Am.HôtelSaut
	<b>total très sensibles</b>	3.2	8.0	6.7	5.3	1.5	0.5	6.1	6.8	48.0	20.3	8.6	11.3	4.0	15.3	8.9	4.4	7.5
	<b>total sensibles</b>	92.1	62.7	38.4	49.7	70.5	87.8	89.4	76.5	44.9	66.3	74.2	77.0	86.0	60.8	70.7	47.3	56.6
	<b>total tolérants</b>	1.6	24.2	16.4	11.7	9.0	4.2	1.4	8.9	4.9	7.2	1.9	2.5	3.3	7.7	11.6	20.4	22.9
	<b>total très tolérants</b>	3.0	2.4	31.3	33.3	10.4	4.5	2.3	4.2	0.9	3.5	12.8	8.2	2.8	13.6	7.4	27.5	12.9
	<b>total non classés</b>		2.7	7.1	0.0	0.4		0.1		0.2	1.4	2.1		1.7	1.6	1.4	0.5	0.1
	<b>total très sensibles (1)-2</b>	23.0	4.1	2.3	2.9	8.2	5.9	0.1	1.5	1.2	1.0	3.9	10.8	4.1	10.4	2.0	2.1	3.2
	<b>total sensibles (1)-2 à 2</b>	57.2	24.5	10.8	23.5	24.8	27.9	73.0	32.4	26.9	41.9	37.8	29.6	61.7	43.1	25.9	29.0	34.1
	<b>total sensibles 2 (O2 I)</b>	1.1	9.1	4.9	0.6	1.7	3.4	0.2	5.3	1.6	1.6	0.1	2.3	1.7	0.6	5.6	2.1	5.9
	<b>total sensibles 2-(3) à 2-3</b>	0.6	3.8	15.3	13.8	24.2	6.8	5.1	12.2	3.6	6.2	13.4	12.5	2.7	2.4	17.2	3.2	5.7
	<b>total sensibles 2-3 (O2 I)</b>	10.2	21.2	5.0	8.9	11.7	43.7	11.0	24.9	11.5	15.5	19.1	21.7	16.0	4.3	20.0	11.0	7.7
	Indice saprobique (selon Lange-Bertalot)	<b>II</b>	<b>II-II</b>	<b>(I)-III</b>	<b>II-III</b>	<b>II-(III)</b>	<b>II-(III)</b>	<b>II</b>	<b>II-(III)</b>	<b>(I)-II</b>	<b>II</b>	<b>II-(III)</b>	<b>II-(III)</b>	<b>II</b>	<b>II</b>	<b>II-II</b>	<b>II-III</b>	<b>II-(III)</b>
	Fragmentation %	27.80	65.60	30.70	62.20	39.90	43.00	50.70	86.20	65.90	55.10	55.70	73.80		71.80	84.40	67.90	70.50
	Indice de Shannon (en log. nat.)	2.15	3.30	3.36	3.00	2.94	2.18	2.14	2.67	3.21	2.89	3.06	2.32	2.99	3.52	3.56	3.67	
	DI-CH2002	2.63	3.83	5.80	5.26	4.22	4.17	2.51	3.58	2.05	2.83	4.37	3.35	3.58	4.01	4.15	5.39	4.82
	DI-CH2006	<b>2.72</b>	<b>3.70</b>	<b>5.23</b>	<b>5.34</b>	<b>4.60</b>	<b>4.31</b>	<b>1.94</b>	<b>3.18</b>	<b>2.02</b>	<b>2.54</b>	<b>4.42</b>	<b>3.47</b>	<b>3.53</b>	<b>4.04</b>	<b>3.72</b>	<b>5.31</b>	<b>4.66</b>
	Térotologie	0.01				0.74	0.79	0.37	0.59	0.17	0.65	2.09		2.20		0.78	0.85	
	Trophie selon Schmedtje et al. 1998	<b>1.75</b>	<b>2.21</b>	<b>2.60</b>	<b>2.56</b>	<b>2.27</b>	<b>2.24</b>	<b>1.82</b>	<b>2.11</b>	<b>1.60</b>	<b>1.87</b>	<b>2.15</b>	<b>2.06</b>	<b>1.98</b>	<b>2.17</b>	<b>2.28</b>	<b>2.59</b>	<b>2.37</b>
	<b>Flore diatomées</b>																	
	Flore dominante	25	56	61	52	40	36	28	59	53	57	44	55	47	58	81	83	77
	Flore accidentelle	19	15	14	32	25	29	54	26	23	36	51	22	52	32	43	17	24
	Flore benthique	40	59	70	79	59	60	77	80	73	88	91	72	90	85	111	88	84
	Flore planctonique	4	12	5	5	6	5	5	5	3	5	4	5	9	6	13	12	17
	Flore totale	44	71	75	84	65	65	82	85	76	93	95	77	99	91	124	100	101
	<b>Liste rouge Lange-B. 1996</b>																	
	<b>En % de cellules totales (péri + plancton)</b>																	
	% 0 disparues																	
	% 1 en disparition																	
	% 2 très en danger		0.0															
	% 3 en danger		0.0				0.2	0.0			1.0	0.3					0.0	
	% G prob. en danger	0.0	0.5	0.0						0.0	0.0	0.0					0.0	
	% R très rare	0.3	0.8	0.0			0.2	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	1.2	0.6	0.3	2.6		
	% V en régression	12.0	0.1	1.1	2.2	0.1	0.6	0.1	2.1	0.1	0.9	2.2	1.4	2.5	6.9	2.0	1.3	1.1
	% D données manquent	4.4	3.8	9.1	2.2	0.2	2.6	20.7	3.4	2.2	11.3	15.1	3.8	3.9	13.2	3.1	1.9	2.5
	% • prob. plus fréquente				6.5	6.5	0.0	4.1	7.8	0.2	2.4	10.5	0.8	0.9	0.9	0.8	0.2	
	% * actuellement hors de danger	15.1	11.4	14.0	5.8	7.9	0.8	21.2	14.4	51.0	21.6	5.3	10.0	6.3	10.3	13.7	6.5	10.2
	% ** certainement hors de danger	68.2	83.3	75.8	83.3	84.6	94.8	53.5	71.6	46.4	62.3	64.5	82.8	83.6	68.8	77.6	89.2	86.2
	<b>En nombre d'espèces</b>																	
	0 disparues																	
	1 en disparition																	
	2 très en danger		1															
	3 en danger		1				1	2			1	1					1	
	G prob. en danger	1	1	1					1	1	1	1					1	
	R très rare	1	1	1					1	1	2	3	2	1	7			
	V en régression	1	3	4	5	3	5	6	6	4	5	10	2	6	5	6	5	4
	D données manquent	5	3	3	2	3	4	7	5	6	11	9	7	11	3	14	6	6
	• prob. plus fréquente				1	1	1	3	3	1	2	2	1	2	1	2	1	
	* actuellement hors de danger	10	14	19	18	16	11	24	20	26	22	21	14	22	27	28	17	22
	** certainement hors de danger	26	35	42	53	42	42	39	50	38	50	49	50	56	54	54	57	52
	Densité diatomées [cellules/cm <sup>2</sup> · 10 <sup>6</sup> ]	-	-	-	5.00	1.94	1.70	16.86	2.06	13.21	8.85	14.51	7.05	-	-	-	-	-
	vitesse [m/s]	-	-	-		0.38	0.80	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.35	-	-	-	-	-

# Annexe PS-1

Résultats IBCH : Listes faunistiques

Cours d'eau : R. Combe des Enfers Date : 22.04.2011 Point de départ (X/Y) : 549050 | 213176  
 Lieu : Le Locle Altitude : 940 Opérateur(trice) : Pascal Stucki

## LISTE DES TAXONS

<b>PORIFERA</b>					
<b>CNIDARIA</b>		1			
<b>BRYOZOA</b>					
<b>PLATYHELMINTHES</b>					
Dendrocoelidae					
Dugesidae		5			
Planariidae		91			
<b>"NEMATHELMINTHES"</b>		4			
<b>ANNELIDA</b>					
<b>Hirudinea</b>					
Erpobdellidae					
Glossiphoniidae		1			
Hirudidae (Tachet)					
Piscicolidae					
<b>Oligochaeta</b>	1	492			
<b>MOLLUSCA</b>					
<b>Gastropoda</b>					
	2				
Acroloxidae					
Ancylidae (Tachet)					
Bithyniidae					
Ferrissidae (Tachet)					
Hydrobiidae					
Lymnaeidae		75			
Neritidae					
Physidae					
Planorbidae					
Valvatidae					
Viviparidae					
<b>Bivalvia</b>					
Corbiculidae					
Dreissenidae					
Sphaeriidae		6			
Unionidae					
<b>ARTHROPODA</b>					
<b>Arachnida (Inf.-Cl.) Acari</b>					
Hydracarina		101			
<b>Malacostraca (Crustacea)</b>					
<b>Branchiopoda</b>					
<b>Amphipoda</b>					
Corophiidae					
Gammaridae	2	1400			
Niphargidae					
<b>Isopoda</b>					
Asellidae					
Janiridae					
<b>Mysida</b>					
Mysidae					
<b>Decapoda</b>					
Astacidae					
Cambaridae					
<b>Insecta</b>					
<b>Ephemeroptera</b>					
Ameletidae					
Baetidae	2	676			
Caenidae					
Ephemerellidae					
Ephemeridae					
Heptageniidae					
Leptophlebiidae		1			
Oligoneuridae					
Polymitarcyidae					
Potamanthidae					
Siphonuridae					
<b>Odonata</b>					
Aeshnidae					
Calopterygidae					
Coenagrionidae					
Cordulegasteridae					
Corduliidae					
Gomphidae					
Lestidae					
Libellulidae					
Platycnemididae					
<b>Plecoptera</b>					
Capniidae					
Chloroperlidae					
Leuctridae	7	27			
Nemouridae	6	23			
Perlidae					
Perlodidae					
Taeniopterygidae					
<b>Heteroptera</b>					
Aphelocheiridae					
Corixidae					
Gerridae					
Hebridae					
Hydrometridae					
Mesoveliidae					
Naucoridae					
Nepidae					
Notonectidae					
Pleidae					
Veliidae					
<b>Megaloptera</b>					
Sialidae					
<b>Neuroptera</b>					
Osmiidae					
Sisyridae					
<b>Coleoptera</b>					
Curculionidae					
Chrysomelidae					
Dryopidae					
Dytiscidae					
Elmidae	2	119			
Gyrinidae					
Halplidae					
Helophoridae					
Hydraenidae					
Hydrochidae					
Hydrophilidae					
Hydrosophidae					
Hygrobiidae					
Noteridae					
Psephenidae					
Scirtidae (=Helodidae)					
Spercheidae					
<b>Hymenoptera</b>					
<b>Trichoptera</b>					
Apataniidae					
Beraeidae					
Brachycentridae					
Ecnomidae					
Glossosomatidae					
Goeridae					
Helicopsychidae					
Hydropsychidae					
Hydroptilidae					
Lepidostomatidae					
Leptoceridae					
Limnephilidae	3	319			
Molannidae					
Odontoceridae					
Philopotamidae					
Phryganeidae					
Polycentropodidae	4	13			
Psychomyiidae					
Ptilocolepidae					
Rhyacophilidae	4	31			
Sericostomatidae					
<b>Lepidoptera</b>					
<b>Diptera</b>					
Anthomyiidae/Muscidae					
Athericidae					
Blephariceridae					
Ceratopogonidae		14			
Chaoboridae					
Chironomidae	1	174			
Culicidae					
Cylindrotomidae					
Dixidae					
Dolichopodidae					
Empididae		1			
Ephydriidae					
Limoniidae/Pediciidae		1			
Psychodidae					
Ptychopteridae					
Rhagionidae					
Scatophagidae					
Sciomyzidae					
Simuliidae		33			
Stratiomyidae					
Syrphidae					
Tabanidae					
Thaumaleidae					
Tipulidae					

Abondances : 1-10 =&gt; nombre absolu \* 11-100 =&gt; 11 \* 101-1000 =&gt; 101 \* &gt;1000 =&gt; 1001

<b>Résultat indice IBCH</b>		Σ taxons :	23	=> Classe de variété VT	7
		Groupe indicateur GI (max.) :	7	<b>Valeur IBCH</b>	<b>13</b>
AQ/ps_ver_20111107				robustesse	12

Cours d'eau R. Combe Irard Date 22.04.2011 Point de départ 54 500 212545  
 Lieu Le Locle Altitude 920 Opérateur/trice Pascal Stucki

LISE DES

<b>PORI ER</b>		
<b>CNID RI</b>	1	
<b>BR O O</b>		
<b>PL HEL IN HES</b>		
Dendrocoelidae		
Dugesidae	5	
Planariidae	91	
<b>NE HEL IN HES</b>	4	
<b>NNELID</b>		
<b>Hirudinea</b>		
Erpobdellidae		
Glossiphoniidae	1	
Hirudidae (Tachet)		
Piscicolidae		
<b>Oli ocaeta</b>	1	492
<b>OLLUSC</b>		
<b>astropoda</b>		
2		
Acroloxidae		
Ancyliidae (Tachet)		
Bithyniidae		
errissidae (Tachet)		
Hydrobiidae		
Lymnaeidae	75	
Neritidae		
Physidae		
Planorbidae		
Valvatidae		
Viviparidae		
<b>Bialia</b>		
Corbiculidae		
Dreissenidae		
Sphaeriidae	6	
nionidae		
<b>R HROPOD</b>		
<b>rac nida Inf. Cl. cari</b>		
Hydracarina	101	
<b>alacostraca Crustacea</b>		
<b>Branc opoda</b>		
<b>mp ipoda</b>		
Corophiidae		
Gammaridae	2	1400
Niphargidae		
<b>Isopoda</b>		
Asellidae		
aniridae		
<b>sida</b>		
Mysidae		
<b>Decapoda</b>		
Astacidae		
Cambaridae		
<b>Insecta</b>		
<b>Ep emeroptera</b>		
Ameletidae		
Baetidae	2	676
Caenidae		
Ephemerellidae		
Ephemeridae		
Heptageniidae		
Leptophlebiidae		1
Oligoneuridae		
Polymitarcyidae		
Potamanthidae		
Siphonuridae		
<b>Odonata</b>		
Aeshnidae		
Calopterygidae		
Coenagrionidae		
Cordulegasteridae		
Corduliidae		
Gomphidae		
Lestidae		
Libellulidae		
Platycnemididae		
<b>Plecoptera</b>		
Capniidae		
Chloroperlidae		
Leuctridae	7	27
Nemouridae	6	23
Perlidae		
Perlodidae		
Taeniopterygidae		

<b>Heteroptera</b>		
Aphelocheiridae		
Corixidae		
Gerridae		
Hebridae		
Hydrometridae		
Mesoveliidae		
Naucoridae		
Nepidae		
Notonectidae		
Pleidae		
Veliidae		
<b>e aloptera</b>		
Sialidae		
<b>Neuroptera</b>		
Osmyiidae		
Sisyridae		
<b>Coleoptera</b>		
Curculionidae		
Chrysomelidae		
Dryopidae		
Dytiscidae		
Elmidae	2	119
Gyrinidae		
Halplidae		
Helophoridae		
Hydraenidae		
Hydrochidae		
Hydrophilidae		
Hydrosaphidae		
Hygrobiidae		
Noteridae		
Psephenidae		
Scirtidae (=Helodidae)		
Spercheidae		
<b>H menoptera</b>		
<b>ric optera</b>		
Apataniidae		
Beraeidae		
Brachycentridae		
Ecnomidae		
Glossosomatidae		
Goeridae		
Helicopsychidae		
Hydropsychidae		
Hydroptilidae		
Lepidostomatidae		
Leptoceridae		
Limnephilidae	3	319
Molannidae		
Odontoceridae		
Philopotamidae		
Phryganeidae		
Polycentropodidae	4	13
Psychomyiidae		
Ptilocolepidae		
Rhyacophilidae	4	31
Sericostomatidae		
<b>Lepidoptera</b>		
<b>Diptera</b>		
Anthomyiidae/Muscidae		
Athericidae		
Blephariceridae		
Ceratopogonidae		14
Chaoboridae		
Chironomidae	1	174
Culicidae		
Cylindrotomidae		
Dixidae		
Dolichopodidae		
Empididae		1
Ephydriidae		
Limoniidae/Pedidae		1
Psychodidae		
Ptychopteridae		
Rhagionidae		
Scatophagidae		
Sciomyzidae		
Simuliidae		33
Stratiomyidae		
Syrphidae		
Tabanidae		
Thaumaleidae		
Tipulidae		

Abondances : 1-10 => nombre absolu \* 11-100 => 11 \* 101-1000 => 101 \* >1000 => 1001

<b>Résultat indice IBCH</b>	Σ taxons :	23	=> Classe de variété VT	7
	Groupe indicateur GI (max.) :	7	<b>Valeur IBCH</b>	<b>13</b>
			robustesse	12

Cours d'eau Bied du Locle

Date 22.04.2011

Point de départ

5464 5 211425

Lieu Le Locle

Altitude 915

Opérateur/trice Pascal Stucki

LISÉE DES

<b>PORIFERA</b>	
<b>CNIDIFERA</b>	
<b>BRANCHIOPODA</b>	
<b>PLUTHELANCHES</b>	
Dendrocoelidae	
Dugesidae	11
Planariidae	
<b>NEPHELANCHES</b>	10
<b>ANNELIDA</b>	
<b>Hirudinea</b>	
Erpobdellidae	
Glossiphoniidae	
Hirudidae (Tachet)	
Piscicolidae	
<b>Oligochaeta</b>	1 3 4
<b>MOLLUSCA</b>	
<b>astropoda</b>	2
Acroloxidae	
Ancyliidae (Tachet)	3
Bithyniidae	
Hydrobiidae	
Lymnaeidae	13
Neritidae	
Physidae	
Planorbidae	
Valvatidae	
Viviparidae	
<b>Bivalvia</b>	
Corbiculidae	
Dreissenidae	
Sphaeriidae	1
Unionidae	
<b>ARTHROPODA</b>	
<b>Crustacea</b>	
<b>Hydracarina</b>	302
<b>Malacostraca</b>	
<b>Branchiopoda</b>	
<b>Amphipoda</b>	
Corophiidae	
Gammaridae	2 14
Niphargidae	
<b>Isopoda</b>	
Asellidae	
Anuridae	
<b>Copepoda</b>	
Mysidae	
<b>Decapoda</b>	
Astacidae	
Cambaridae	
<b>Insecta</b>	
<b>Ephemeroptera</b>	
Ameletidae	
Baetidae	2 674
Caenidae	
Ephemerellidae	
Ephemeridae	
Heptageniidae	
Leptophlebiidae	
Oligoneuridae	
Polymitarcyidae	
Potamanthidae	
Siphonuridae	
<b>Odonata</b>	
Aeshnidae	
Calopterygidae	
Coenagrionidae	
Cordulegasteridae	
Corduliidae	
Gomphidae	
Lestidae	
Libellulidae	
Platycnemididae	
<b>Plecoptera</b>	
Capniidae	
Chloroperlidae	1
Leuctridae	
Nemouridae	6 4
Perlidae	
Perlodidae	
Taeniopterygidae	

<b>Heteroptera</b>	
Aphelocheiridae	
Corixidae	
Gerridae	
Hebridae	
Hydrometridae	
Mesoveliidae	
Naucoridae	
Nepidae	
Notonectidae	
Pleidae	
Veliidae	
<b>Neuroptera</b>	
Sialidae	
<b>Neuroptera</b>	
Osmiidae	
Sisyridae	
<b>Coleoptera</b>	
Curculionidae	
Chrysomelidae	
Dryopidae	
Dytiscidae	
Elmidae	1
Gyrinidae	
Halplidae	
Helophoridae	
Hydraenidae	
Hydrochidae	
Hydrophilidae	
Hydrosophidae	
Hygrobiidae	
Noteridae	
Psephenidae	
Scirtidae (=Helodidae)	
Spercheidae	
<b>Hemiptera</b>	
<b>Orthoptera</b>	
Apataniidae	
Beraeidae	
Brachycentridae	
Ecmonidae	
Glossosomatidae	
Goeridae	
Helicopsychidae	
Hydropsychidae	
Hydroptilidae	
Lepidostomatidae	
Leptoceridae	
Limnephilidae	3
Molannidae	
Odontoceridae	
Philopotamidae	
Phryganeidae	
Polycentropodidae	
Psychomyiidae	
Ptilocolepidae	
Rhyacophilidae	
Sericostomatidae	
<b>Lepidoptera</b>	
<b>Diptera</b>	
Anthomyiidae/Muscidae	
Athericidae	
Blephariceridae	
Ceratopogonidae	
Chaoboridae	
Chironomidae	1 2525
Culicidae	
Cylindrotomidae	
Dixidae	
Dolichopodidae	
Empididae	
Ephydriidae	
Limoniidae/Pediciidae	
Psychodidae	
Ptychopteridae	
Rhagionidae	
Scatophagidae	
Sciomyzidae	
Simuliidae	134
Stratiomyidae	
Syrphidae	
Tabanidae	
Thaumaleidae	
Tipulidae	1

Abondances : 1-10 => nombre absolu \* 11-100 => 11 \* 101-1000 => 101 \* >1000 => 1001

<b>Résultat indice IBCH</b>	Σ taxons : 16	=> Classe de variété VT	
	Groupe indicateur GI (max.) : 6	<b>Valeur IBCH</b>	<b>10</b>
		robustesse	6



Cours d'eau Ranonnière

Date 21.04.2011

Point de départ

544990 211595

Lieu UE Le Locle

Altitude 23

Opérateur/trice Pascal Stucki

LISE DES

PORIFERA	
CNIDARIA	
BRANCHIOPODA	

PLATELHELMINTHES	
Dendrocoelidae	
Dugesidae	
Planariidae	
NEMATELHELMINTHES	

ANNELIDA	
Hirudinea	
Erpobdellidae	
Glossiphoniidae	
Hirudidae (Tachet)	
Piscicolidae	

OLIGOCÆTA	
-----------	--

MOLLUSCA	
ASTROPODA	
Acroloxidae	
Ancylidae (Tachet)	
Bithyniidae	
Hydrobiidae	
Lymnaeidae	
Neritidae	
Physidae	
Planorbidae	
Valvatidae	
Viviparidae	
BIVALVIA	
Corbiculidae	
Dreissenidae	
Sphaeriidae	
Unionidae	

ARTHROPODA	
CRUSTACEA	
Hydracarina	
Malacostraca	
Branchiopoda	
Amphipoda	
Corophiidae	
Gammaridae	
Niphargidae	
Isopoda	
Asellidae	
Anuridae	
Copepoda	
Mysidae	
Decapoda	
Astacidae	
Cambaridae	

INSECTA	
Ephemeroptera	
Ameletidae	
Baetidae	
Caenidae	
Ephemerellidae	
Ephemeridae	
Heptageniidae	
Leptophlebiidae	
Oligoneuridae	
Polymitarcyidae	
Potamanthidae	
Siphonuridae	

ODONATA	
Aeshnidae	
Calopterygidae	
Coenagrionidae	
Cordulegasteridae	
Corduliidae	
Gomphidae	
Lestidae	
Libellulidae	
Platycnemididae	

PLECOPTERA	
Capniidae	
Chloroperlidae	
Leuctridae	
Nemouridae	
Perlidae	
Perlodidae	
Taeniopterygidae	

Heteroptera	
Aphelocheiridae	
Corixidae	
Gerridae	
Hebridae	
Hydrometridae	
Mesoveliidae	
Naucoridae	
Nepidae	
Notonectidae	
Pleidae	
Veliidae	

DIPTERA	
Sialidae	

NEUROPTERA	
Osmylidae	
Sisyridae	

COLEOPTERA	
Curculionidae	
Chrysomelidae	
Dryopidae	
Dytiscidae	
Elmidae	
Gyrinidae	
Halplidae	
Helophoridae	
Hydraenidae	
Hydrochidae	
Hydrophilidae	
Hydrosaphidae	
Hygrobiidae	
Noteridae	
Psephenidae	
Scirtidae (=Helodidae)	
Spercheidae	

HIMENOPTERA	
-------------	--

TRICHOPTERA	
Apataniidae	
Beraeidae	
Brachycentridae	
Ecnomidae	
Glossosomatidae	
Goeridae	
Helicopsychidae	
Hydropsychidae	
Hydroptilidae	
Lepidostomatidae	
Leptoceridae	
Limnephilidae	
Molannidae	
Odontoceridae	
Philopotamidae	
Phryganeidae	
Polycentropodidae	
Psychomyiidae	
Ptilocolepidae	
Rhyacophilidae	
Sericostomatidae	

LEPIDOPTERA	
-------------	--

DIPTERA	
Anthomyiidae/Muscidae	
Athericidae	
Blephariceridae	
Ceratopogonidae	
Chaoboridae	
Chironomidae	
Culicidae	
Cylindrotomidae	
Dixidae	
Dolichopodidae	
Empididae	
Ephydriidae	
Limoniidae/Pediciidae	
Psychodidae	
Ptychopteridae	
Rhagionidae	
Scatophagidae	
Sciomyzidae	
Simuliidae	
Stratiomyidae	
Syrphidae	
Tabanidae	
Thaumaleidae	
Tipulidae	

Abondances : 1-10 => nombre absolu \* 11-100 => 11 \* 101-1000 => 101 \* >1000 => 1001

Résultat indice IBCH	Σ taxons :	=> Classe de variété VT
	Groupe indicateur GI (max.) :	Valeur IBCH

Cours d'eau Ranonnière

Date 21.04.2011

Point de départ

543520 212775

Lieu Les Parrots

Altitude 760

Opérateur/trice Pascal Stucki

LISÉES DES ÉCHANGES

PORIFERA	
CNIDIFERA	
BRANCHIOPODA	

PLUTHELMINES	
Dendrocoelidae	
Dugesidae	
Planariidae	
NEPHELMINES	

ANNELIDA	
Hirudinea	
Erpobdellidae	1
Glossiphoniidae	
Hirudidae (Tachet)	
Piscicolidae	

Oligochaeta	1 24
-------------	------

MOLLUSCA	
ASTROPODA	
Acroloxidae	
Ancylidae (Tachet)	
Bithyniidae	
Planorbidae (Tachet)	
Hydrobiidae	
Lymnaeidae	
Neritidae	
Physidae	
Planorbidae	
Valvatidae	
Viviparidae	
BIVALVIA	
Corbiculidae	
Dreissenidae	
Sphaeriidae	
Unionidae	

ARTHROPODA	
CRUSTACEA	
Hydracarina	
Malacostraca	
Branchiopoda	
Amphipoda	
Corophiidae	
Gammaridae	2
Niphargidae	
Isopoda	
Asellidae	2
Anisuridae	
Copepoda	
Mysidae	
Decapoda	
Astacidae	
Cambaridae	

INSECTA	
Ephemeroptera	
Ameletidae	
Baetidae	
Caenidae	
Ephemerellidae	
Ephemeridae	
Heptageniidae	
Leptophlebiidae	
Oligoneuridae	
Polymitarcyidae	
Potamanthidae	
Siphonuridae	

ODONATA	
Aeshnidae	
Calopterygidae	
Coenagrionidae	
Cordulegasteridae	
Corduliidae	
Gomphidae	
Lestidae	
Libellulidae	
Platycnemididae	

PLECOPTERA	
Capniidae	
Chloroperlidae	
Leuctridae	
Nemouridae	
Perlidae	
Perlodidae	
Taeniopterygidae	

Heteroptera	
Aphelocheiridae	
Corixidae	
Gerridae	
Hebridae	
Hydrometridae	
Mesoveliidae	
Naucoridae	
Nepidae	
Notonectidae	
Pleidae	
Veliidae	

DIPTERA	
Sialidae	

NEUROPTERA	
Osmiidae	
Sisyridae	

COLEOPTERA	
Curculionidae	
Chrysomelidae	
Dryopidae	
Dytiscidae	
Elmidae	
Gyrinidae	
Halplidae	
Helophoridae	
Hydraenidae	
Hydrochidae	
Hydrophilidae	
Hydroscaphidae	
Hygrobiidae	
Noteridae	
Psephenidae	
Scirtidae (=Helodidae)	
Spercheidae	

HIMENOPTERA	
-------------	--

TRICHOPTERA	
Apataniidae	
Beraeidae	
Brachycentridae	
Ecnomidae	
Glossosomatidae	
Goeridae	
Helicopsychidae	
Hydropsychidae	
Hydroptilidae	
Lepidostomatidae	
Leptoceridae	
Limnephilidae	
Molannidae	
Odontoceridae	
Philopotamidae	
Phryganeidae	
Polycentropodidae	
Psychomyiidae	
Ptilocolepidae	
Rhyacophilidae	
Sericostomatidae	

LEPIDOPTERA	
-------------	--

DIPTERA	
Anthomyiidae/Muscidae	
Athericidae	
Blephariceridae	
Ceratopogonidae	
Chaoboridae	
Chironomidae	1 75
Culicidae	
Cylindrotomidae	
Dixidae	
Dolichopodidae	
Empididae	
Ephydriidae	
Limoniidae/Pediciidae	
Psychodidae	
Ptychopteridae	
Rhagionidae	
Scatophagidae	
Sciomyzidae	
Simuliidae	16
Stratiomyidae	
Syrphidae	
Tabanidae	
Thaumaleidae	
Tipulidae	1

Abondances : 1-10 => nombre absolu \* 11-100 => 11 \* 101-1000 => 101 \* >1000 => 1001

Résultat indice IBCH	Σ taxons :	7	=> Classe de variété VT	3
	Groupe indicateur GI (max.) :	1	Valeur IBCH	3
			robustesse	3

Cours d'eau Doubs

Date 21.04.2011

Point de départ

5449\_3 215320

Lieu Saut du Doubs

Altitude 736

Opérateur/trice Pascal Stucki

LISÉ DES

PORIFERA	
CNIDIFERA	
BRANCHIOPODA	

PLATELHELMINTHES	
Dendrocoelidae	
Dugesidae	3
Planariidae	63
NEPLATELHELMINTHES	

ANNELIDA	
Hirudinea	1
Erpobdellidae	50
Glossiphoniidae	1
Hirudidae (Tachet)	
Piscicolidae	

Oligochaeta	7
-------------	---

MOLLUSCA	
astropoda	2
Acroloxidae	2
Ancylidae (Tachet)	
Bithyniidae	29
Hydrobiidae	
Lymnaeidae	
Neritidae	
Physidae	
Planorbidae	
Valvatidae	14
Viviparidae	
Bivalvia	
Corbiculidae	
Dreissenidae	5
Sphaeriidae	17
Unionidae	

ARTHROPODA	
Crustacea	
Hydracarina	
Malacostraca	
Branchiopoda	
Amphipoda	
Corophiidae	
Gammaridae	9
Niphargidae	
Isopoda	
Asellidae	1
Anuridae	519
Copepoda	
Mysidae	
Decapoda	
Astacidae	
Cambaridae	

Insecta	
Ephemeroptera	
Ameletidae	
Baetidae	2
Caenidae	94
Ephemerellidae	3
Ephemeridae	
Heptageniidae	
Leptophlebiidae	
Oligoneuridae	
Polymitarcyidae	
Potamanthidae	
Siphonuridae	

Odonata	
Aeshnidae	
Calopterygidae	
Coenagrionidae	
Cordulegasteridae	
Corduliidae	
Gomphidae	
Lestidae	
Libellulidae	
Platycnemididae	

Plecoptera	
Capniidae	
Chloroperlidae	
Leuctridae	
Nemouridae	
Perlidae	
Perlodidae	
Taeniopterygidae	

Heteroptera	
Aphelocheiridae	
Corixidae	
Gerridae	
Hebridae	
Hydrometridae	
Mesoveliidae	
Naucoridae	
Nepidae	
Notonectidae	
Pleidae	
Veliidae	

Neuroptera	
Sialidae	

Neuroptera	
Osmiidae	
Sisyridae	

Coleoptera	
Curculionidae	
Chrysomelidae	
Dryopidae	
Dytiscidae	
Elmidae	
Gyrinidae	
Halplidae	
Helophoridae	
Hydraenidae	
Hydrochidae	
Hydrophilidae	
Hydrosophidae	
Hygrobiidae	
Noteridae	
Psephenidae	
Scirtidae (=Helodidae)	
Spercheidae	

Hemiptera	
-----------	--

Orthoptera	
Apataniidae	
Beraeidae	
Brachycentridae	
Ecmonidae	
Glossomatidae	
Goeridae	
Helicopsychidae	
Hydropsychidae	
Hydroptilidae	
Lepidostomatidae	
Leptoceridae	
Limnephilidae	
Molannidae	
Odontoceridae	
Philopotamidae	
Phryganeidae	
Polycentropodidae	
Psychomyiidae	
Ptilocolepidae	
Rhyacophilidae	
Sericostomatidae	2

Lepidoptera	
-------------	--

Diptera	
Anthomyiidae/Muscidae	1
Athericidae	
Blephariceridae	
Ceratopogonidae	
Chaoboridae	
Chironomidae	1
Culicidae	196
Cylindrotomidae	
Dixidae	
Dolichopodidae	
Empididae	
Ephydriidae	
Limoniidae/Pediciidae	
Psychodidae	1
Ptychopteridae	
Rhagionidae	
Scatophagidae	
Sciomyzidae	
Simuliidae	2135
Stratiomyidae	
Syrphidae	
Tabanidae	
Thaumaleidae	
Tipulidae	

Abondances : 1-10 => nombre absolu \* 11-100 => 11 \* 101-1000 => 101 \* >1000 => 1001

Résultat indice IBCH	Σ taxons :	1	=> Classe de variété VT	6
	Groupe indicateur GI (max.) :	2	Valeur IBCH	7
			robustesse	7

Cours d'eau  Doubs

Date  17.04.2011

Point de départ

551520 | 2199.0

Lieu  Les  rai  ers

Altitude  61

Opérateur  trice  Pascal Stucki

LIS  E DES  ONS

PORI <input type="checkbox"/> ER <input type="checkbox"/>	
CNID <input type="checkbox"/> RI <input type="checkbox"/>	
BR <input type="checkbox"/> O <input type="checkbox"/> O <input type="checkbox"/>	

PL <input type="checkbox"/> HEL <input type="checkbox"/> IN <input type="checkbox"/> HES	
Dendrocoelidae	2
Dugesidae	
Planariidae	57
NE <input type="checkbox"/> HEL <input type="checkbox"/> IN <input type="checkbox"/> HES <input type="checkbox"/>	4

NNELID <input type="checkbox"/>	
Hirudinea 1	
Erpobdellidae	21
Glossiphoniidae	3
Hirudidae (Tachet)	
Piscicolidae	

Oli <input type="checkbox"/> o <input type="checkbox"/> aeta	1	114
--	---	-----

OLLUSC <input type="checkbox"/>	
astropoda 2	
Acroloxidae	1
Ancyliidae (Tachet)	1
Bithyniidae	
errissiidae (Tachet)	
Hydrobiidae	
Lymnaeidae	12
Neritidae	
Physidae	3
Planorbidae	1
Valvatidae	
Viviparidae	
Bialia	
Corbiculidae	
Dreissenidae	1
Sphaeriidae	1
nionidae	

RHROPOD <input type="checkbox"/>	
rac <input type="checkbox"/> nida <input type="checkbox"/> Inf. <input type="checkbox"/> Cl. <input type="checkbox"/> cari	
Hydracarina	64
alacostraca Crustacea <input type="checkbox"/>	
Branc <input type="checkbox"/> opoda	
mp <input type="checkbox"/> ipoda	
Corophiidae	
Gammaridae	2
Niphargidae	4.6
Isopoda	
Asellidae	1
aniridae	140
sida	
Mysidae	
Decapoda	
Astacidae	
Cambaridae	

Insecta	
Epi <input type="checkbox"/> emeroptera	
Ameletidae	
Baetidae	2
Caenidae	2
Ephemerellidae	3
Ephemeridae	
Heptageniidae	2
Leptophlebiidae	
Oligoneuridae	
Polymitarcyidae	
Potamanthidae	
Siphonuridae	

Odonata	
Aeshnidae	
Calopterygidae	
Coenagrionidae	
Cordulegasteridae	
Corduliidae	
Gomphidae	
Lestidae	
Libellulidae	
Platycnemididae	

Plecoptera	
Capniidae	
Chloroperlidae	10
Leuctridae	1
Nemouridae	2
Perlidae	
Perlodidae	
Taeniopterygidae	

Heteroptera	
Aphelocheiridae	
Corixidae	
Gerridae	
Hebridae	
Hydrometridae	
Mesoveliidae	
Naucoridae	
Nepidae	
Notonectidae	
Pleidae	
Veliidae	

e <input type="checkbox"/> aloptera	
Sialidae	
Neuroptera	
Osmyiidae	
Sisyridae	

Coleoptera	
Curculionidae	
Chrysomelidae	
Dryopidae	
Dytiscidae	
Elmidae	2
Gyrinidae	
Halplidae	2
Helophoridae	
Hydraenidae	
Hydrochidae	
Hydrophilidae	
Hydrosaphidae	
Hygrobiidae	
Noteridae	
Psephenidae	
Scirtidae (=Helodidae)	
Spercheidae	

H <input type="checkbox"/> menoptera	
ric <input type="checkbox"/> optera	
Apataniidae	
Beraeidae	
Brachycentridae	
Ecnomidae	
Glossomatidae	
Goeridae	
Helicopsychidae	
Hydropsychidae	3
Hydroptilidae	1
Lepidostomatidae	2
Leptoceridae	
Limnephilidae	3
Molannidae	
Odontoceridae	
Philopotamidae	
Phryganeidae	
Polycentropodidae	2
Psychomyiidae	
Ptilocolepidae	
Rhyacophilidae	4
Sericostomatidae	6

Lepidoptera	
Diptera	
Anthomyiidae/Muscidae	
Athericidae	
Blephariceridae	
Ceratopogonidae	1
Chaoboridae	
Chironomidae	1
Culicidae	556
Cylindrotomidae	
Dixidae	
Dolichopodidae	
Empididae	3
Ephydriidae	
Limoniidae/Pedidae	
Psychodidae	6
Ptychopteridae	
Rhagionidae	
Scatophagidae	
Sciomyzidae	
Simuliidae	7
Stratiomyidae	
Syrphidae	
Tabanidae	1
Thaumaleidae	
Tipulidae	5

Abondances : 1-10 => nombre absolu \* 11-100 => 11 \* 101-1000 => 101 \* >1000 => 1001

Résultat indice IBCH	Σ taxons :	40	=> Classe de variété VT	11
	Groupe indicateur GI (max.) :	<input type="checkbox"/>	Valeur IBCH	19
			robustesse	16

Cours d'eau Doubs

Date 17.04.2011

Point de départ

555060 222 96

Lieu La Rasse

Altitude 610

Opérateur Pascal Stucki

LIS E DES

PORIER	
CNIDRI	
BRIOO	

PL HEL IN HES	
Dendrocoelidae	2
Dugesidae	5
Planariidae	34
NE HEL IN HES	3

NNELID	
Hirudinea 1	
Erpobdellidae	2
Glossiphoniidae	5
Hirudidae (Tachet)	
Piscicolidae	1

Oligochaeta 1 26

OLLUSC	
astropoda 2	
Acroloxidae	1
Ancyliidae (Tachet)	23
Bithyniidae	4
errissiidae (Tachet)	
Hydrobiidae	
Lymnaeidae	
Neritidae	
Physidae	
Planorbidae	1
Valvatidae	
Viviparidae	
Bivalvia	
Corbiculidae	
Dreissenidae	
Sphaeriidae	22
nionidae	

RHROPOD	
rac nida Inf. Cl. cari	
Hydracarina	36
alacostraca Crustacea	
Branchiopoda	
mp ipoda	
Corophiidae	
Gammaridae	2 363
Niphargidae	
Isopoda	
Asellidae	9
aniridae	
sida	
Mysidae	
Decapoda	
Astacidae	
Cambaridae	

Insecta	
Ephemeroptera	
Ameletidae	
Baetidae	2 351
Caenidae	2 10
Ephemerellidae	2
Ephemeridae	
Heptageniidae	
Leptophlebiidae	
Oligoneuridae	
Polymitarcyidae	
Potamanthidae	
Siphonuridae	

Odonata	
Aeshnidae	
Calopterygidae	
Coenagrionidae	
Cordulegasteridae	
Corduliidae	
Gomphidae	
Lestidae	
Libellulidae	
Platycnemididae	

Plecoptera	
Capniidae	
Chloroperlidae	2
Leuctridae	
Nemouridae	
Perlidae	
Perlodidae	
Taeniopterygidae	

Heteroptera	
Aphelocheiridae	
Corixidae	
Gerridae	
Hebridae	
Hydrometridae	
Mesoveliidae	
Naucoridae	
Nepidae	
Notonectidae	
Pleidae	
Veliidae	

e aloptera	
Sialidae	
Neuroptera	
Osmyiidae	
Sisyridae	

Coleoptera	
Curculionidae	
Chrysomelidae	
Dryopidae	
Dytiscidae	
Elmidae	2 216
Gyrinidae	
Halplidae	
Helophoridae	
Hydraenidae	
Hydrochidae	
Hydrophilidae	
Hydrosophidae	
Hygrobiidae	
Noteridae	
Psephenidae	
Scirtidae (=Helodidae)	
Spercheidae	

H menoptera	
ric optera	
Apataniidae	
Beraeidae	
Brachycentridae	
Ecnomidae	
Glossosomatidae	
Goeridae	1
Helicopsychidae	
Hydropsychidae	3 179
Hydroptilidae	
Lepidostomatidae	6 24
Leptoceridae	
Limnephilidae	3 164
Molannidae	
Odontoceridae	
Philopotamidae	
Phryganeidae	
Polycentropodidae	1
Psychomyiidae	
Ptilocolepidae	
Rhyacophilidae	4
Sericostomatidae	6 7

Lepidoptera	
Diptera	
Anthomyiidae/Muscidae	4
Athericidae	
Blephariceridae	
Ceratopogonidae	2
Chaoboridae	
Chironomidae	1 55
Culicidae	
Cylindrotomidae	
Dixidae	
Dolichopodidae	
Empididae	1
Ephydriidae	
Limoniidae/Pediciidae	4
Psychodidae	9
Ptychopteridae	
Rhagionidae	
Scatophagidae	
Sciomyzidae	
Simuliidae	7
Stratiomyidae	
Syrphidae	
Tabanidae	
Thaumaleidae	
Tipulidae	1

Abondances : 1-10 => nombre absolu \* 11-100 => 11 \* 101-1000 => 101 \* >1000 => 1001

Résultat indice IBCH	Σ taxons :	37	=> Classe de variété VT	11
	Groupe indicateur GI (max.) :	6	Valeur IBCH	16
			robustesse	16

Cours d'eau Ronde

Date 22.04.2011

Point de départ

5557 0 220200

Lieu Canal SEP C de fonds

Altitude 941

Opérateur/trice Pascal Stucki

LISÈRE DES ÉLÉMENTS

PORIFÈRES	
CNIDIFÈRES	
BRANCHIOPODES	

PLATYHELMINTHES	
Dendrocoelidae	
Dugesidae	26
Planariidae	
NEMATELMINTHES	72

ANNELIDES	
Hirudinea	
Erpobdellidae	
Glossiphoniidae	
Hirudidae (Tachet)	
Piscicolidae	

Oligochaeta	1 14
-------------	------

MOLLUSQUES	
astropoda	2
Acroloxidae	
Ancylidae (Tachet)	
Bithyniidae	
Planorbidae (Tachet)	
Hydrobiidae	
Lymnaeidae	
Neritidae	
Physidae	173
Planorbidae	
Valvatidae	
Viviparidae	
Bivalvia	
Corbiculidae	
Dreissenidae	
Sphaeriidae	
Unionidae	

ARTHROPODES	
Crustacés Inf. Cl. cari	
Hydracarina	6
Malacostraca Crustacea	
Branchiopoda	
Amphipoda	
Corophiidae	
Gammaridae	
Niphargidae	
Isopoda	
Asellidae	3
Anisuridae	
Copepoda	
Mysidae	
Decapoda	
Astacidae	
Cambaridae	

Insecta	
Ephemeroptera	
Ameletidae	
Baetidae	
Caenidae	
Ephemerellidae	
Ephemeridae	
Heptageniidae	
Leptophlebiidae	1
Oligoneuridae	
Polymitarcyidae	
Potamanthidae	
Siphonuridae	

Odonata	
Aeshnidae	
Calopterygidae	
Coenagrionidae	
Cordulegasteridae	
Corduliidae	
Gomphidae	
Lestidae	
Libellulidae	
Platycnemididae	

Plecoptera	
Capniidae	
Chloroperlidae	
Leuctridae	
Nemouridae	
Perlidae	
Perlodidae	
Taeniopterygidae	

Heteroptera	
Aphelocheiridae	
Corixidae	
Gerridae	
Hebridae	
Hydrometridae	
Mesoveliidae	
Naucoridae	
Nepidae	
Notonectidae	
Pleidae	
Veliidae	

Neuroptera	
Sialidae	

Neuroptera	
Osmiidae	
Sisyridae	

Coleoptera	
Curculionidae	
Chrysomelidae	
Dryopidae	
Dytiscidae	
Elmidae	
Gyrinidae	
Halplidae	
Helophoridae	
Hydraenidae	
Hydrochidae	
Hydrophilidae	
Hydroscaphidae	
Hygrobiidae	
Noteridae	
Psephenidae	
Scirtidae (=Helodidae)	
Spercheidae	

Hemiptera	
-----------	--

Orthoptera	
Apataniidae	
Beraeidae	
Brachycentridae	
Ecnomidae	
Glossomatidae	
Goeridae	
Helicopsychidae	
Hydropsychidae	1
Hydroptilidae	
Lepidostomatidae	
Leptoceridae	
Limnephilidae	
Molannidae	
Odontoceridae	
Philopotamidae	
Phryganeidae	
Polycentropodidae	
Psychomyiidae	
Ptilocolepidae	
Rhyacophilidae	
Sericostomatidae	

Lepidoptera	
-------------	--

Diptera	
Anthomyiidae/Muscidae	
Athericidae	
Blephariceridae	
Ceratopogonidae	
Chaoboridae	
Chironomidae	1 220
Culicidae	
Cylindrotomidae	
Dixidae	
Dolichopodidae	
Empididae	
Ephydriidae	
Limoniidae/Pediciidae	
Psychodidae	
Ptychopteridae	
Rhagionidae	
Scatophagidae	
Sciomyzidae	
Simuliidae	147
Stratiomyidae	
Syrphidae	
Tabanidae	
Thaumaleidae	
Tipulidae	

Abondances : 1-10 => nombre absolu \* 11-100 => 11 \* 101-1000 => 101 \* >1000 => 1001

Résultat indice IBCH	Σ taxons :	10	=> Classe de variété VT	4
	Groupe indicateur GI (max.) :	2	Valeur IBCH	5
			robustesse	4

Cours d'eau Doubs

Date 17.04.2011

Point de départ

557170 226420

Lieu Le Refrain CC

Altitude 550

Opérateur Pascal Stucki

LISÉE DES ÉLÉMENTS

PORIFÈRES	
CNIDIFÈRES	
BRANCHIOPODES	

PLATYHELMINTHES	
Dendrocoelidae	1
Dugesidae	16
Planariidae	22
NEPHELIANS	1

ANNELIDES	
Hirudinea	1
Erpobdellidae	3
Glossiphoniidae	
Hirudidae (Tachet)	
Piscicolidae	

Oligochaeta	1
	3

MOLLUSQUES	
ASTROPODES	2
Acroloxidae	
Ancylidae (Tachet)	
Bithyniidae	1
Hydrobiidae	
Lymnaeidae	12
Neritidae	
Physidae	
Planorbidae	
Valvatidae	2
Viviparidae	
BIVALVES	
Corbiculidae	
Dreissenidae	
Sphaeriidae	2
Unionidae	

ARTHROPODES	
Crustacea	
Hydracarina	219
Malacostraca	
Branchiopoda	
Amphipoda	
Corophiidae	
Gammaridae	2
Niphargidae	24
Isopoda	
Asellidae	9
Anuridae	
Copepoda	
Mysidae	
Decapoda	
Astacidae	
Cambaridae	

INSECTA	
Ephemeroptera	
Ameletidae	
Baetidae	2
Caenidae	2
Ephemerellidae	3
Ephemeridae	6
Heptageniidae	
Leptophlebiidae	
Oligoneuridae	
Polymitarcyidae	
Potamanthidae	
Siphonuridae	

ODONATA	
Aeshnidae	
Calopterygidae	
Coenagrionidae	
Cordulegasteridae	
Corduliidae	
Gomphidae	
Lestidae	
Libellulidae	
Platycnemididae	

PLECOPTERA	
Capniidae	
Chloroperlidae	11
Leuctridae	
Nemouridae	
Perlidae	
Perlodidae	
Taeniopterygidae	

Heteroptera	
Aphelocheiridae	
Corixidae	
Gerridae	
Hebridae	
Hydrometridae	
Mesoveliidae	
Naucoridae	
Nepidae	
Notonectidae	
Pleidae	
Veliidae	

DIPTERA	
Sialidae	
Neuroptera	
Osmyiidae	
Sisyridae	

COLEOPTERA	
Curculionidae	
Chrysomelidae	
Dryopidae	
Dytiscidae	
Elmidae	2
Gyrinidae	
Halplidae	
Helophoridae	
Hydraenidae	1
Hydrochidae	
Hydrophilidae	
Hydrosaphidae	
Hygrobiidae	
Noteridae	
Psephenidae	
Scirtidae (=Helodidae)	
Spercheidae	

HIMENOPTERA	
HYMENOPTERA	
Apataniidae	
Beraeidae	
Brachycentridae	
Ecnomidae	
Glossomatidae	
Goeridae	
Helicopsychidae	
Hydropsychidae	3
Hydroptilidae	1
Lepidostomatidae	6
Leptoceridae	
Limnephilidae	3
Molannidae	
Odontoceridae	1
Philopotamidae	
Phryganeidae	
Polycentropodidae	4
Psychomyiidae	1
Ptilocolepidae	
Rhyacophilidae	4
Sericostomatidae	6

LEPIDOPTERA	
DIPTERA	
Anthomyiidae/Muscidae	35
Athericidae	
Blephariceridae	
Ceratopogonidae	
Chaoboridae	
Chironomidae	1
Culicidae	304
Cylindrotomidae	
Dixidae	
Dolichopodidae	
Empididae	32
Ephydriidae	
Limoniidae/Pediciidae	33
Psychodidae	
Ptychopteridae	
Rhagionidae	
Scatophagidae	
Sciomyzidae	
Simuliidae	1
Stratiomyidae	
Syrphidae	
Tabanidae	
Thaumaleidae	
Tipulidae	2

Abondances : 1-10 => nombre absolu \* 11-100 => 11 \* 101-1000 => 101 \* >1000 => 1001

Résultat indice IBCH	Σ taxons :	3	=> Classe de variété VT	10
	Groupe indicateur GI (max.) :		Valeur IBCH	1
			robustesse	1

# Annexe AQ-1

**Conclusions du « groupe de travail binational pour l'amélioration de la qualité des eaux et des milieux aquatiques du Doubs franco-suisse » sur les actions à mettre en oeuvre dans le bassin versant du Doubs pour améliorer la qualité des eaux et le fonctionnement des milieux aquatiques**

**Recommandations aux autorités responsables**



**Groupe de travail binational  
pour l'amélioration de la qualité des eaux et des milieux aquatiques  
du Doubs franco-suisse**

2<sup>e</sup> réunion, Neuchâtel, 18 janvier 2012

*"Document-cadre pour le Doubs franco-suisse"*

**Conclusions du « groupe de travail binational pour l'amélioration de  
la qualité des eaux et des milieux aquatiques du Doubs franco-  
suisse » sur les actions à mettre en œuvre dans le bassin versant  
du Doubs pour améliorer la qualité des eaux et le fonctionnement  
des milieux aquatiques**

**Recommandations aux autorités responsables**

**1. Introduction : situation du Doubs franco-suisse et constats**

Le Doubs, affluent de la Saône, est un cours d'eau qui s'écoule dans le bassin versant du Rhône. Son cours supérieur et son cours inférieur se trouvent entièrement sur territoire français. Sa partie médiane, le Doubs franco-suisse, se partage entre la Suisse et la France, depuis le lac des Brenets (lac de Chaillexon) et jusqu'à Brémoncôut. Sur ce tronçon, la frontière se situe d'abord au milieu de la rivière (canton de Neuchâtel), puis sur la rive suisse et finalement sur la rive française, avec un intermède où le Doubs se trouve entièrement sur territoire suisse et forme le Clos du Doubs (canton du Jura).

Le Doubs franco-suisse est une portion de rivière de très grand intérêt piscicole – remarquable au plan naturel et paysager - qui est en outre le siège d'une importante activité de production d'hydroélectricité : trois aménagements hydroélectriques se situent sur le cours du Doubs : Le Châtelot (canton de Neuchâtel), exploité par le groupe E (Fribourg) et où l'énergie se répartit entre la Suisse et la France, Le Refrain (France), exploité par EDF, et La Goule (canton du Jura), exploitée par la société du même nom (Saint-Imier, Berne).

Depuis quelques années, on constate une altération des peuplements piscicoles, en termes de diversité et de biomasse. Des poissons atteints de mycoses, ainsi que des surmortalités piscicoles post frai concernant

plusieurs espèces de poissons sont les éléments les plus visibles du dysfonctionnement de l'écosystème.

La gestion des débits, via les ouvrages hydroélectriques, est un des facteurs de ce dysfonctionnement de l'écosystème, qui souffre également du cloisonnement des milieux et de diverses pressions anthropiques se traduisant sur la qualité des eaux.

Dans ce contexte, une très bonne coordination et mobilisation en franco-suisse sont nécessaires.

## **2. Rappel du cadre international existant entre les deux Etats**

Pour le Doubs, contrairement au Léman (Commission internationale pour la protection des eaux du Léman CIPEL) et au Rhin (Commission internationale pour la protection du Rhin CIPR), il n'existe pas de commission internationale de la protection des eaux, mais un ensemble d'accords, dont les principaux sont les suivants :

- Les trois ouvrages hydroélectriques sont soumis à un règlement d'eau commun datant de 1969, qui n'est plus adapté aux nouvelles exigences législatives et réglementaires suisses et françaises, et doit être révisé d'ici 2014.
- En ce qui concerne la pêche, un accord franco-suisse du 29 juillet 1991 a institué une Commission mixte franco-suisse chargée d'harmoniser les dispositions concernant la pêche et d'assurer la protection du poisson et des habitats piscicoles.
- En ce qui concerne la préservation générale de la ressource en eau, la France applique la Directive 2000/60/CE du Parlement européen et du Conseil du 23 octobre 2000 établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau (DCE). La Suisse, qui n'est pas membre de l'Union européenne, n'a pas d'obligation directe en la matière, mais dispose de lois fédérales allant également dans le sens d'une préservation et de la reconquête d'un bon état général de la ressource en eau.

En application de l'article 3-5 de la DCE, qui demande d'établir une coordination appropriée avec les pays tiers, un accord a été signé entre la France et la Suisse le 11 février 2008 ; Il s'agit de l'« arrangement visant la consultation de la Suisse dans le cadre de l'application de la Directive cadre sur l'eau de l'UE par la France, dans le bassin versant du Doubs et les bassins mineurs le jouxtant ». Cet accord, s'appliquant sur un périmètre plus large que le seul Doubs Franco-suisse, prévoit une coordination et un suivi régulier au travers d'un « groupe de consultation ».

### **3. Le groupe de travail binational pour l'amélioration de la qualité des eaux et des milieux aquatiques du Doubs franco-suisse**

Vu la complexité de la situation mais aussi la nécessité d'avancer de façon pragmatique sur le Doubs, un « groupe de travail binational pour l'amélioration de la qualité des eaux et des milieux aquatiques du Doubs franco-suisse », fondé sur l'accord DCE du 11 février 2008 a été mis en place et réuni pour la première fois le 12 mai 2011.

Ce groupe a pour objectif d'affiner la connaissance et de définir un cadre général d'actions mobilisant et fédérant les acteurs suisses et français.

Sa composition, arrêtée le 12 mai 2012, complétée par la suite et définitivement fixée le 18 janvier 2012, est rappelée en *annexe 1*.

Parallèlement, un groupe de travail impliquant les acteurs de l'hydroélectricité s'attache à l'amélioration de la gestion des débits et à la négociation d'un nouveau Règlement d'eau.

**Les avancées des deux groupes de travail seront rapportées devant le groupe de consultation pour l'application de la DCE.**

### **4. Les engagements :**

Le groupe de travail binational pour l'amélioration de la qualité des eaux et des milieux aquatiques du Doubs Franco-suisse s'appuie sur l'état des lieux établi par l'Etablissement Public territorial de Bassin Saône-Doubs, avec un comité de pilotage technique associant administrations et offices suisses et français, cantons suisses et collectivités territoriales françaises. Cet état des lieux a été validé par le comité de pilotage le 4 mai dernier.

*L'annexe 2* ci-jointe fait la synthèse de cet état des lieux et hiérarchise les enjeux en ce qui concerne la réduction de l'impact des activités humaines.

Sur cette base, les membres du « groupe de travail binational pour l'amélioration de la qualité des eaux et des milieux aquatiques du Doubs franco-suisse » engagent les autorités compétentes à mettre en place un programme d'action visant à réduire les impacts des activités humaines selon les axes suivants :

- en ce qui concerne le régime hydrologique du Doubs :
- soutenir et favoriser les études en cours devant préciser les mesures à prendre : essais de démodulation visant à mieux amortir les éclusées du

Châtelot dans la retenue du Refrain et modèle de propagation de l'onde d'écluse couplé à une étude de l'incidence des éclusées sur les habitats piscicoles ;

- en ce qui concerne la qualité physico-chimique de l'eau :

- améliorer, de la source au milieu récepteur, la connaissance sur les flux de pollutions de micropolluants identifiés liés aux activités industrielles ou au traitement du bois en forêt, par la réalisation d'un programme de suivi coordonné sur l'ensemble du territoire. Outre les diagnostics industriels, il conviendra aussi de mieux connaître les flux de micropolluants transitant par les réseaux d'assainissement collectifs ;

- procéder à des mesures complémentaires sur les sédiments des trois retenues, voire au niveau des seuils, pour quantifier et qualifier plus finement la pollution des sédiments et la relier à terme aux investigations menées sur les flux de micropolluants ;

- approfondir les investigations concernant les sites et sols pollués et leur impact sur l'eau ;

- tout entreprendre pour réduire la pollution liée à l'assainissement collectif : évaluation des possibilités d'amélioration des rendements épuratoires des stations d'épuration des eaux usées ; connaissance et limitation des rejets par temps de pluie ; meilleure connaissance et limitation des fuites sur les réseaux ;

- dans un second temps, réaliser un bilan du fonctionnement des dispositifs d'assainissement individuel pour en cerner l'impact encore possible ;

- préciser le diagnostic agricole en vérifiant les plans d'épandage et les capacités de stockage des bâtiments d'élevage ;

Sur chacun de ces points renvoyant à des diagnostics, les mesures adaptées devront être prises en conséquence.

- en ce qui concerne la qualité physique des cours d'eau :

- mener des investigations complémentaires pour confirmer la priorité et la faisabilité des actions de rétablissement de la continuité piscicole à réaliser sur les différents ouvrages, en fonction de leur usage ;

- faire aboutir les études et lancer les actions visant à restaurer la connectivité des affluents avec le Doubs ;

- engager des actions de restauration physique du Doubs et des habitats dans les affluents ;

En outre, les membres du groupe de travail s'engagent à l'amélioration du partage de la connaissance et à la coordination de leurs efforts pour

une meilleure compréhension des phénomènes affectant l'écosystème du Doubs franco-suisse et ses populations piscicoles.

#### **5. Engagement complémentaire de la France sur le Haut-Doubs :**

L'état de la masse d'eau amont du Doubs franco-suisse (Haut-Doubs), située sur France, impacte l'état des eaux du Doubs franco-suisse.

La France y a mis en place un programme de mesures, décliné dans un schéma d'aménagement et de gestion des eaux (SAGE) en cours de révision.

Dans le cadre du groupe de travail binational, la France rendra compte de la mise en œuvre de ce programme de mesures et de l'évolution de la qualité des eaux sur cette masse d'eau.

#### **6. Gouvernance ; suivi ; évaluation**

Le groupe de travail binational pour l'amélioration de la qualité des eaux et des milieux aquatiques collaborera étroitement avec le groupe de travail « gestion des débits ». Il assurera également les contacts nécessaires avec la Commission mixte.

Il s'appuiera pour ses travaux sur un groupe technique, qui établira les éléments du suivi de l'état de la qualité des eaux et des milieux aquatiques du Doubs franco-suisse.

Un état d'avancement du programme d'actions ci-dessus et un point sur la qualité des eaux et des milieux aquatiques seront établis annuellement. Ils pourront conduire à compléter ou infléchir les axes d'actions.

Le groupe de travail rendra compte de ce bilan annuel au groupe de consultation de l'arrangement DCE signé les 11 février et 28 janvier 2008, pour la France, à Lyon, et pour la Suisse, à Berne.

(DDT et OFEV, Neuchâtel, le 18 janvier 2012)

## Annexe AQ-2

**Sous-commission technique de la pêche dans le Doubs franco-suisse : Charte du Doubs :  
Préserveons la truite du Doubs**



## SOUS-COMMISSION TECHNIQUE DE LA PECHE DANS LE DOUBS FRANCO-SUISSE

---

### Charte du Doubs : Préservons la truite du Doubs

#### Contexte et objectifs

Lors de la séance de la Sous-Commission technique du 2 avril 2003, les représentants français et suisses se sont engagés à établir un plan de gestion commun des ressources halieutiques du Doubs. Dans ce but, un groupe de travail a été créé et a reçu comme mandat d'élaborer un projet de charte du Doubs.

L'objectif de cette charte est de gérer les ressources piscicoles du Doubs de manière concertée et cohérente selon les principes du développement durable. En ratifiant ce document, les partenaires concernés par la pêche dans le Doubs s'engagent donc à promouvoir et développer une gestion halieutique qui garantisse la préservation à long terme des ressources piscicoles.

La réalisation d'une telle charte se justifie par le fait que de nombreuses espèces de poissons sont menacées ou vulnérables, à l'image de la truite autochtone du Doubs qu'il s'agira désormais de conserver et de réhabiliter.

Le développement d'une stratégie cohérente de gestion et de conservation des peuplements piscicoles n'a de sens que si l'on se soucie également et en premier lieu de l'état de santé des milieux aquatiques. Les signataires de la présente charte s'engagent donc à mettre tout en œuvre pour préserver ou restaurer de façon durable la qualité écologique du Doubs et de ses affluents.

La présente charte est conforme aux objectifs figurant à l'article 2 de l'accord du 29 juillet 1991 entre le Conseil fédéral suisse et le Gouvernement de la République française concernant l'exercice de la pêche et la protection des milieux aquatiques dans la partie du Doubs formant frontière entre les deux Etats, à savoir :

- a) harmoniser entre les deux Etats les dispositions concernant l'exercice de la pêche dans la partie du Doubs formant frontière entre les deux Etats;
- b) assurer une protection efficace du poisson et de son habitat.

## La charte halieutique du Doubs en 10 points

1. La gestion halieutique doit essentiellement se baser sur les ressources piscicoles naturellement renouvelables. Les mises à l'eau de poissons doivent donc être considérées comme exceptionnelles et ne peuvent être envisagées que dans les tronçons hydrologiquement ou morphologiquement les plus perturbés. Les lieux d'immersion seront indiqués sur une carte élaborée par l'ensemble des partenaires.

En cas de situation particulière ayant une forte incidence sur la faune piscicole (pollution aiguë, sécheresse, etc.), des immersions supplémentaires peuvent être envisagées.

2. Les repeuplements ne concernent que la truite commune (*Salmo trutta*). Ils doivent être exclusivement réalisés dans une optique de soutien des populations naturelles avec des poissons de moins d'un an. Les quantités de poissons introduits doivent être définies en tenant compte de la capacité d'accueil du milieu, sur la base d'une expertise scientifique.
3. Les individus introduits doivent être obligatoirement issus de géniteurs du Doubs. Ces derniers doivent présenter une robe typique de la truite du Doubs et être âgés de plus de trois ans.
4. Les pêches de géniteurs seront planifiées d'entente avec tous les partenaires et réalisées de manière coordonnée. Chaque partenaire s'engage à participer aux pêches.
5. Le stock captif de géniteurs sera complètement renouvelé, en principe tous les trois ans.
6. La pression de pêche doit être adaptée de manière à préserver un potentiel de géniteurs suffisants.
7. Une analyse génétique des populations de truites sera réalisée régulièrement (en principe tous les 6 ans) de manière à mettre en évidence l'évolution de la composition génétique sur l'ensemble du Doubs.
8. Les peuplements piscicoles seront étudiés régulièrement (en principe tous les 3 ans) de manière à définir leur structure et leur évolution. Ce suivi permettra d'adapter la pression de pêche en fonction des ressources piscicoles à disposition. Les sites de suivi seront définis sur la base d'une expertise scientifique.
9. Les carnets de contrôle de la pêche seront uniformisés sur l'ensemble du linéaire concerné. Ces carnets doivent en particulier permettre aux gestionnaires de définir l'effort de pêche et, dans la mesure du possible, les captures par effort de pêche (CPUE) dans les différents secteurs.
10. La sous-commission technique veille à la bonne application des engagements pris.

## Entrée en vigueur

La charte du Doubs entre en vigueur le 1<sup>er</sup> juin 2005. Les partenaires ont trois ans pour appliquer les principes figurant ci-dessus, à compter de la signature du présent document.



## Associations et administrations signataires

### FRANCE

Monsieur François Janex  
Direction Départementale de l'Agriculture et de  
la Forêt du Doubs (DDAF)

Monsieur Jean-Paul Widmer  
Délégué régional CSP

Monsieur Georges Lauraine  
Président de la Fédération pour la pêche dans  
le Doubs

Monsieur André Triboulet  
Président de l'A.A.P.P.M.A. Franco-Suisse

Monsieur Bernard Mougin  
Président de l'A.A.P.P.M.A.  
Grande-Combe des Bois

Jean-Pierre Poupenev  
Président de l'A.A.P.P.M.A.  
de Villers-le-Lac

### SUISSE

Monsieur Arthur Fiechter  
Service de la faune du canton de Neuchâtel

Monsieur Christophe Noël  
Office des eaux et de la protection de la nature  
du canton du Jura

Monsieur Laurent Giroud  
Président de la Fédération Cantonale  
Neuchâteloise des Pêcheurs en Rivière

Monsieur Michel Vermot  
Président de la Fédération Cantonale des  
Pêcheurs Jurassiens

Monsieur Paul Hofer  
Président de la Société de Pêche La Gaule

Monsieur Eric Wenger  
Président de la Société du Martin-Pêcheur

Monsieur Laurent Giroud  
Président de la Société de Pêche l'Hameçon

Monsieur Jean-Claude Houlmann  
Président de la Société des Pêcheurs à la ligne  
du Doubs

Monsieur Sébastien Boillat  
Président de la Société La Franc-Montagnarde

# Annexe AQ-3

Opérations d'inventaires piscicoles sur le Doubs franco-suisse (25) Septembre 2011

Cahier technique



**Opérations d'inventaires piscicoles  
sur le Doubs franco-suisse 25  
Septembre 2011**

**Caier technique**

Rédacteurs :  
Julien Bouchard  
Anne-Laure Garnier-Borderelle

**avec la collaboration technique de**  
Pascal Compagnat (DIR)  
Jean-Christophe Baudin (DIR)  
François Huger (DIR)  
Richard Alexandre (SD70)  
Patrick Gindre (SD2)

juillet 2011

## Liste des figures

<i>Figure 1</i> Carte de localisation générale des stations d'étude (extrait du rapport de 2005, CSP)...	5
<i>Figure 2</i> Stations du Doubs au niveau du TCC Châtelot (« chez Némorin ») et à l'aval de la restitution du Châtelot.....	6
<i>Figure 3</i> Station du Doubs à l'aval de la restitution du Refrain (« Le Câble »).....	7
<i>Figure 4</i> Stations du Doubs à l'aval du barrage du Theusseret et au niveau des Rosées .....	7
<i>Figure 5</i> Schéma type de l'organisation d'un chantier de pêche électrique à 10 électrodes .....	9
<i>Figure 7</i> Schéma de mise en place d'un filet barrage .....	11

## 1. Introduction

Le présent document a pour but la mise en place technique de l'opération Doubs franco-suisse 2011. Ce document n'a pas pour finalité de présenter les objectifs et les enjeux de cette étude mais juste d'apporter l'ensemble des clauses techniques détaillées nécessaires à la bonne réalisation des opérations.

## 2. Stations et périodes d'échantillonnage

### 2.1. Stations

L'étude sur le Doubs franco-suisse (2011) menée en 2011 portera sur des inventaires piscicoles de 10 stations minimum. Ces dernières ont été choisies de façon à pouvoir **établir un comparatif par rapport aux études antérieures** et notamment les pêches réalisées en 2004 et analysées dans le document de synthèse sur l'Etat initial du Doubs franco-Suisse en 2004 dans le cadre du suivi de l'évaluation et l'amélioration de la gestion des débits (DGI 2004) (étude conjointe). Les stations de 2011 seront repositionnées quasiment même pour même sur les stations de 2004.

Les stations du Doubs sont les suivantes (figure 1):

- ✓ TCC Châtelot - aplomb chez Némorin (34.020 - 224.70) commune de Villers-le-Lac (réalisation ONEMA) (figure 2)
- ✓ Aval restitution Châtelot - Les Gravières (37.33 - 224.6) commune de Grand-Combe-des-Bois (réalisation canton de Neuchâtel) (figure 2)
- ✓ Aval restitution Reirain - Le crible (43.00 - 223.2) commune de Charquemont (réalisation ONEMA) (figure 3)
- ✓ Aval barrage Theusseret - Les Seignottes (42.00 - 223.6) commune de Goumois (réalisation ONEMA) (figure 4)
- ✓ Les Rosées - boucle suisse commune de Saint-Brais (réalisation canton du Jura) (figure 4)

Les stations d'Occourt et de Saint-Orsanne suivies les années antérieures pourront s'ajouter à cette liste (réalisation canton du Jura).

Afin de s'assurer de la bonne reprise des stations des années antérieures, des photos des limites amont et aval de ces dernières seront envoyées avant les pêches. Ces photos seront réalisées avec l'aide des personnes ayant pêchés les années antérieures.

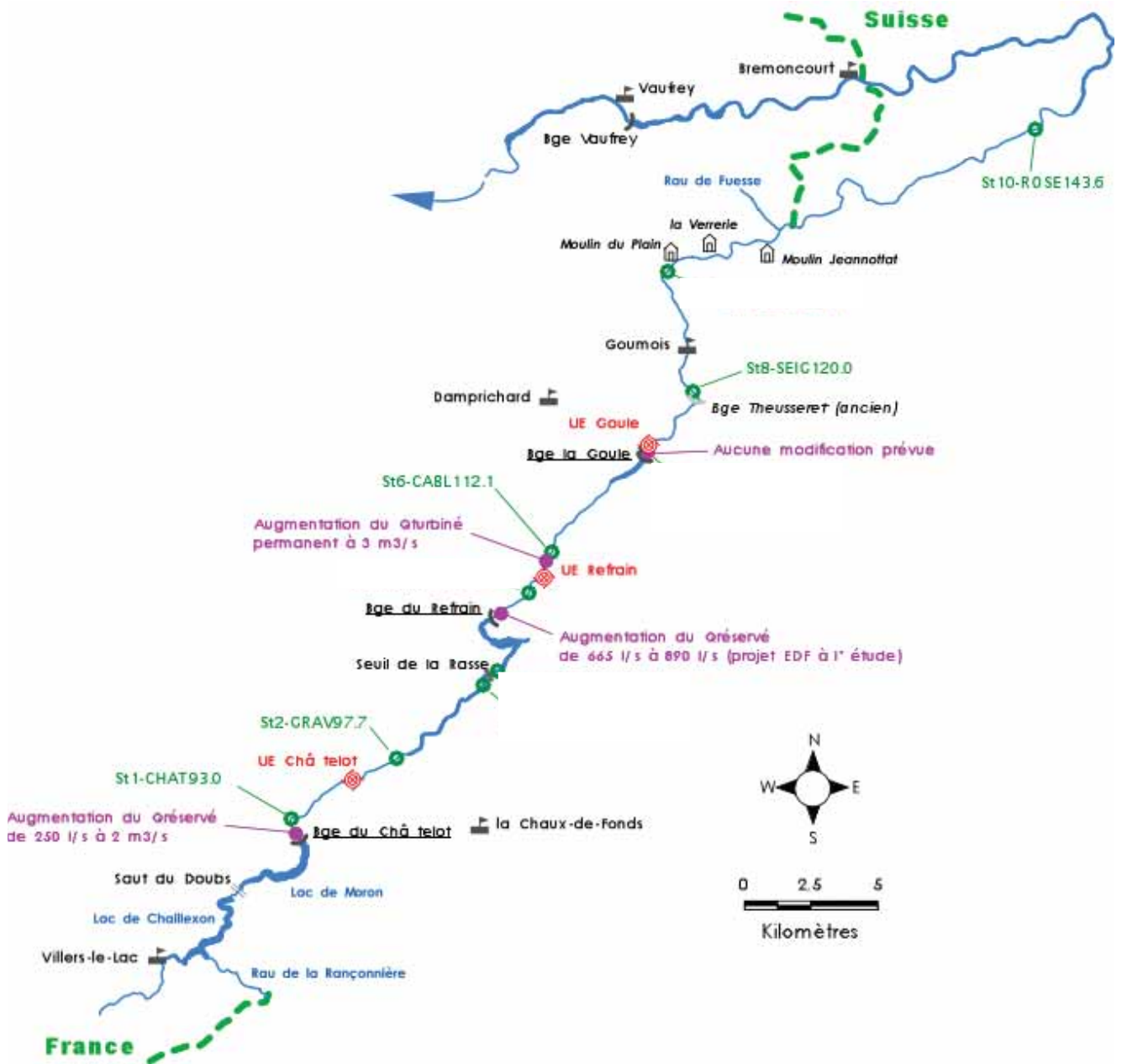


Figure 1 Carte de localisation générale des stations d'étude (extrait du rapport de 2005, CSP)

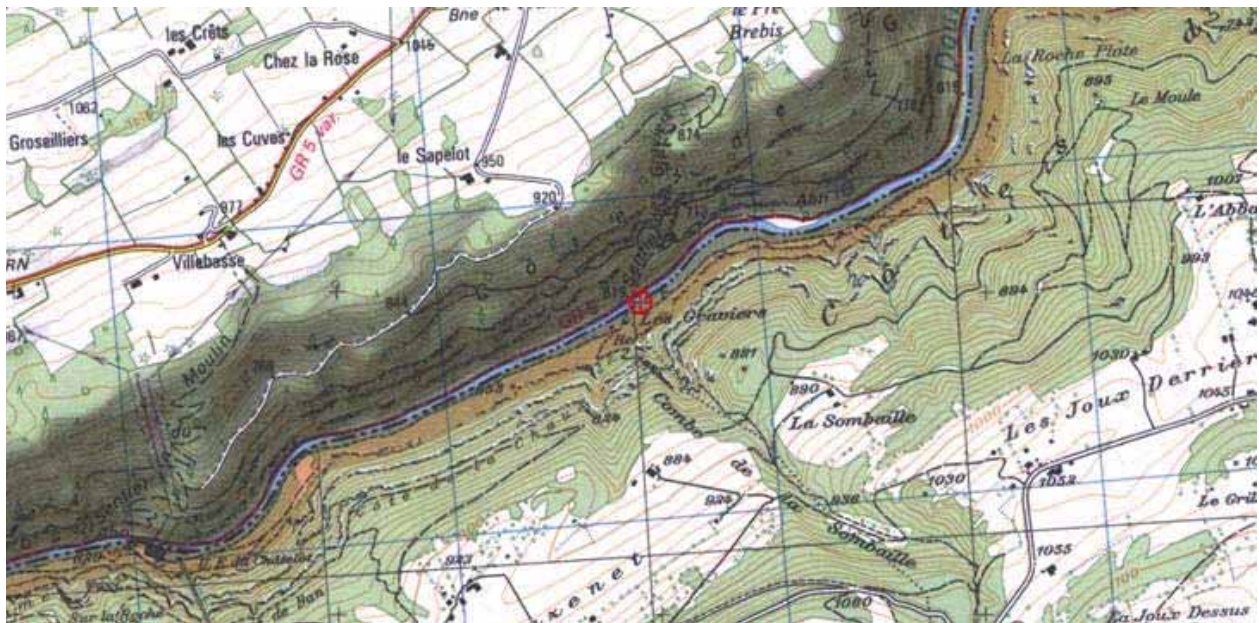
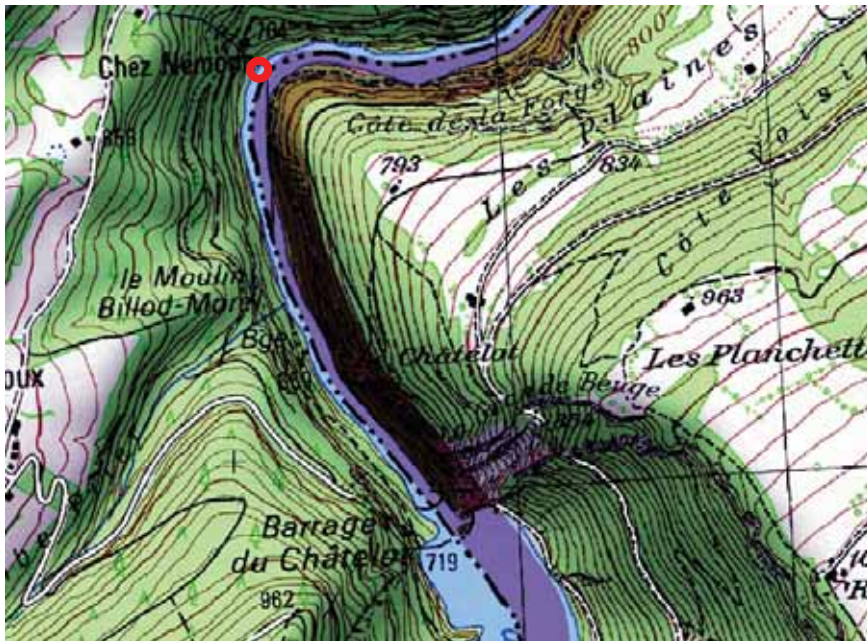


Figure 2 Stations du Doubs au niveau du TCC Châtelot (« chez Némorin ») et à l'aval de la restitution du Châtelot





Figure 3 Station du Doubs à l'aval de la restitution du Refrain (« Le Câble »)

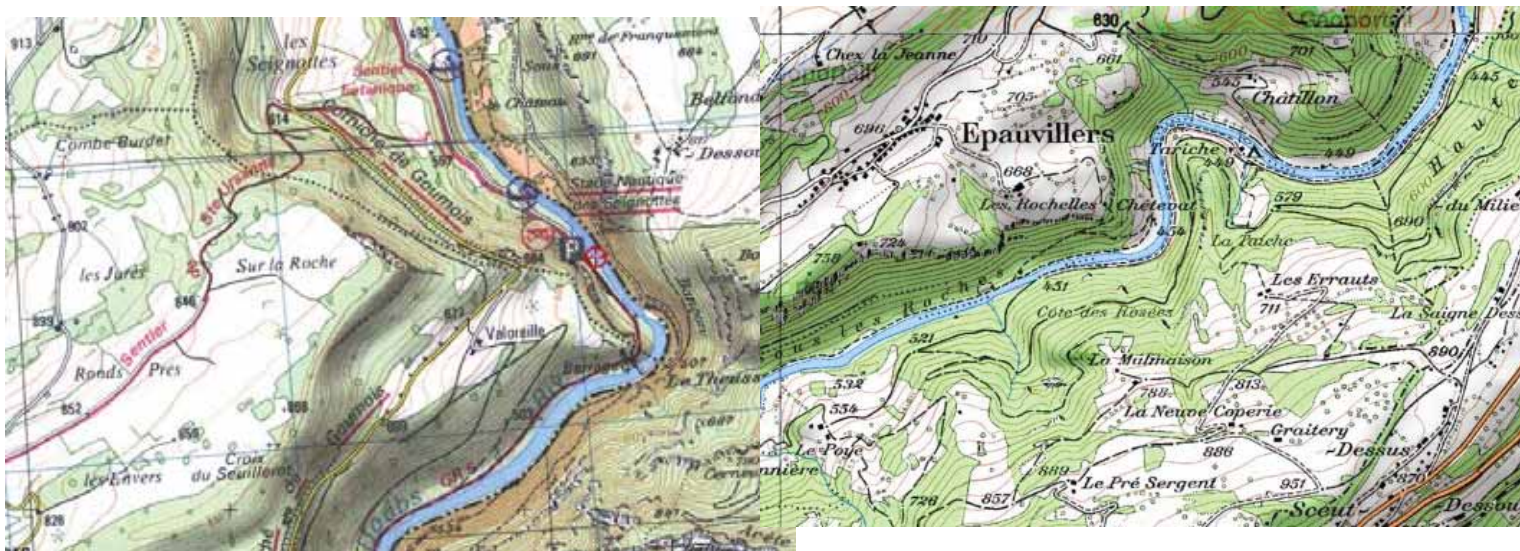


Figure 4 Stations du Doubs à l'aval du barrage du Theusseret et au niveau des Rosées

□ne visite de terrain préalable devra permettre de baliser le terrain (limites amont et aval des stations) ainsi □ue d'établir les plans □onctionnels de mise en □uvre des opérations. Lors de la réalisation des p□ches□il conviendra de réaliser une **di□aine de transects par station répartis ré□uli□rement** afin de bien déterminer la sur□ace échantillonnée.

## 2.2. Période d'intervention

Les inventaires piscicoles sur les □ stations d'études seront programmés au cours du mois de **septembre 2011** au vu des conditions hydrologiques. Ces dates ont été choisies de □on □□tre au plus pr□s des périodes de p□ches de 2004. En effet□une période de p□che différente pourrait influencer sur les résultats□notamment en termes de recrutement de différentes espèces.

### 3. Protocole d'étude □ matériels et méthodes

#### 3.1. □ méthode d'échantillonnage mise en □ œuvre □ généralités

La méthode choisie pour les inventaires piscicoles du Doubs franco-suisse est la pêche □ l'électricité □ pied par enlèvement successif complétée par un échantillonnage complémentaire des mouilles en bateau.

Chaque station pouvant être pêchée □ pied sera l'objet d'un inventaire piscicole □ c'est-à-dire □ue la station est prospectée en totalité avec un barrage d'électrodes sur toute sa largeur □ en remontant le courant □us□u□ la limite amont de la station délimitée par un filet barrage. Il convient afin de créer ce barrage électrique de toujours laisser les électrodes dans l'eau lors de la prospection d'une station. Le nombre d'électrodes (anodes) nécessaires pour cette prospection variera de 6 □ 10 selon la largeur des stations. Il faudra compter une électrode pour environ 4 □ □ m de large de rivière.

Le nombre d'anodes par station est le suivant :

- ✓ TCC Chételot - aplomb □chez Némorin□: **6 anodes**
- ✓ Aval restitution Chételot - Les Gravieres : **6 anodes**
- ✓ Aval restitution Reffrain - Le crible : **10 anodes**
- ✓ Aval barrage Theusseret - Les Seignottes : **8 anodes**
- ✓ Les Rosées - boucle suisse : **9 anodes**

□rois passages successifs seront réalisés en conservant séparément les poissons pêchés □ chaque passage dans des viviers □ selon la méthode De Lur (pêche par épuisement).

Les pêches seront effectuées avec des appareils de pêche électrique non portatifs.

Les profondeurs n'étant pas négligeables au niveau du Doubs franco-suisse □ un échantillonnage **complémentaire des mouilles** □ l'aide de pêches électriques en **bateau par placettes habitationnelles** (protocole ECD □ Degiorgi et Raymond □ 2001) sera réalisé. Cet échantillonnage consiste □ échantillonner pour chaque habitat rencontré (couple substrat / faciès d'écoulement) □ de manière proportionnelle □ leur représentativité □ au moins 3 placettes □ l'électricité en continu. Sur chaque placette dont les dimensions sont appréciées □ l'anode est manipulée □us□u□ épuisement des captures. Cette pêche se □ectue en remontant le courant et en insistant au niveau des zones d'abri.

### 3.2. Organisation fonctionnelle des chantiers de pêche électrique

#### Filet Barrage

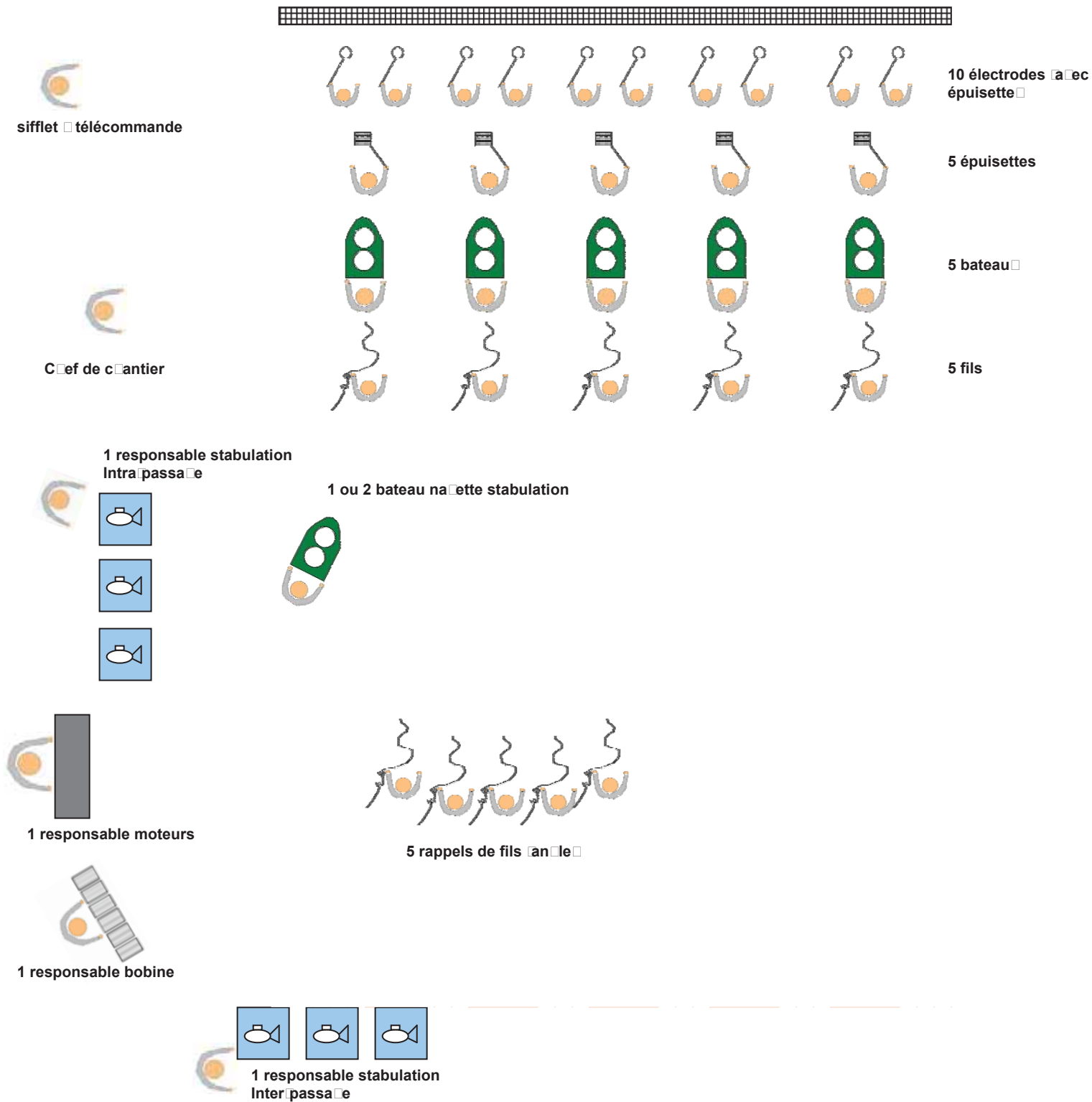


Figure 5 Schéma type de l'organisation d'un chantier de pêche électrique à 10 électrodes

Les chantiers de pêche électrique de l'ampleur de ceux qui seront mis en place sont des opérations assez rares.

Le bon déroulement de ce type de chantier nécessite d'en préparer et d'en détailler chaque phase de façon à être opérationnel et efficace lors de la mise en œuvre sur le terrain. Les parties suivantes de ce cahier technique visent à reprendre chaque partie des opérations dans le détail tant sur les aspects pêche, biométrie que sécurité, gestion du public etc.

## 4. Chantier de pêche électrique et biométrie

Dans les parties suivantes seront décrits tous les postes et structures à mettre en place pour la bonne réalisation du chantier de pêche électrique et la biométrie.

### 4.1. Filet barrage amont

Conformément à la méthode de pêche par épuisement il convient de mettre en place un filet barrage à la limite amont de la station d'échantillonnage.

Les filets mis en place ont une dimension de 1 m x 1 m de hauteur pour 30 à 60 mètres de long. Ils possèdent une ralingue plombée sur la partie basse et une ralingue flottante (flotteurs lièges) sur la partie haute. Le vide de maille est de 27 à 30 mm.

Afin de barrer l'ensemble de la rivière il conviendra de **tirer un câble** sur toute la largeur de la station et de **mettre en place 1 ou 2 filets** en fonction de la largeur de la station. La dimension des filets fait qu'ils ont une forte prise au courant de la rivière et accumulent des éléments type feuilles d'arbres, algues etc. La pression sur ces filets est importante notamment au milieu du cours d'eau. Il conviendra de **fixer ces derniers via des barres à mine** enfoncée dans le fond de la rivière à l'aide de masse (4 kg). Il faudra compter environ **1 barre à mine pour 3 à 4 m de largeur de rivière** (soit nécessité de posséder au moins 12 barres à mine).

L'étanchéité de la ralingue plombée du filet avec le fond du cours d'eau sera examinée et assurée à l'aide de galets/blocs le cas échéant.

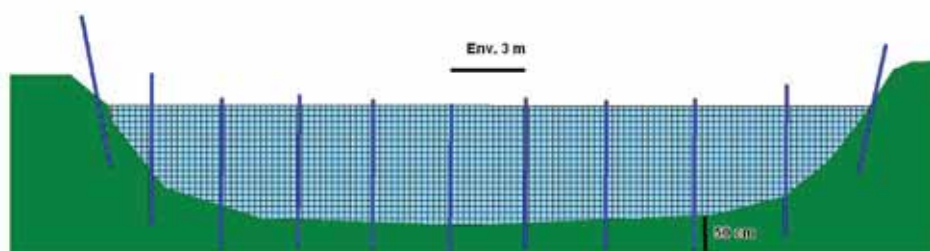


Figure 6 Schéma de mise en place d'un filet barrage

Des bouées visibles seront placées en amont de ces filets de façon à prévenir d'éventuels accidents.

#### 4.2. Équipes de pêche

L'équipe de pêche complète (pour 10 électrodes) peut être subdivisée en 4 équipes couleur. Chacune de ces équipes est constituée de (cf. fig 6) :

- ✓ 2 porteurs d'anodes (électrodes) portant chacun 1 époussette 20x20
- ✓ 1 porteur d'époussette grand format
- ✓ 1 porteur de filets (prise)
- ✓ 1 bateau stabulation du poisson
- ✓ 1 personne en rappel de filets qui veille au bon déroulement des bobines et bobines relais

Les postes aux anodes-époussettes et stabulation du poisson demandant une certaine technicité (maniement du matériel-capture des poissons et gestion du bien-être des poissons stabulés) seront obligatoirement occupés par des personnes formées à la pêche électrique et sachant évaluer l'état de santé des poissons.

Les personnes non formées à la pêche électrique assureront les postes dédiés aux filets et aux navettes avec les poissons.

#### **Proposition d'organisation :**

***Chaque personne du chantier portera une casquette de couleur. Chaque couleur correspond à une équipe. Le matériel technique employé par chaque équipe (moteur, héron, anodes etc) sera marqué avec un scotch à la couleur de l'équipe. Cette stratégie doit permettre l'identification rapide d'une éventuelle panne et le matériel incriminé.***

#### 4.3. Équipe moteur

Une personne aura en charge la gestion des moteurs de pêche électrique. Elle aura également la charge d'actionner les arrêts d'urgence en cas de problème. Cet opérateur sera muni d'un talkie-walkie afin de communiquer avec le chef de chantier ainsi qu'éventuellement d'un casque anti-bruit.

Environ 10 personnes seront nécessaires à la mise en place des moteurs en début d'opération (mise en place, branchement et préparation de la plate-forme de stockage des appareils).

Les boîtiers électriques devront être réglés avec la même longueur d'onde de télécommande afin d'être connectés par une seule télécommande hertzienne ou le cas échéant tous les boîtiers seront connectés entre eux par un système permettant l'arrêt de l'alimentation électrique des anodes par une seule télécommande manuelle.

Après chaque passage, une partie des personnes de l'atelier de pêche sera chargée du rapatriement des anodes, fils, époussettes vers l'aval de la station. L'autre partie pourra être affectée à l'atelier de biométrie.

#### **4.4. Équipe stabulation du poisson**

L'équipe stabulation du poisson comprend au minimum 3 personnes (cf. fig.4).

- ✓ 1 responsable stabulation intra passage
- ✓ 1 responsable stabulation inter passage
- ✓ 1 ou 2 personnes dédiées aux navettes

Ces personnes veilleront au bien-être du poisson. En effet, les conditions de température et de pression atmosphérique peuvent influencer sur la survie des poissons.

Pour la stabulation, seront mis en place des bourriches souples (mailles en fonction des tailles de poissons), des viviers toiles carrés, des bacs gigognes dans l'eau et 3 bacs de stabulation alimentés en continu via une motopompe ou un groupe avec pompe électrique.

Pour assurer leur survie et afin qu'ils ne se blessent pas entre eux, les poissons seront séparés de la façon suivante

- ✓ truites et ombres
- ✓ autres gros poissons
- ✓ petites espèces

#### **4.5. Biométrie**

Les chantiers de biométrie seront assurés par une partie des mêmes personnes réalisant la pêche.

Pour les pêches à l'électricité à pieds par épuisement, trois ateliers de biométries seront déployés :

- atelier juvéniles TR et OBR
- Atelier gros poissons
- Atelier petites espèces

*En fonction du nombre d'individus pêchés, les juvéniles de salmonidés et les autres petites espèces seront traitées par le même chantier de biométrie.*

Concernant les pêches électriques des zones profondes, la biométrie sera effectuée de façon à obtenir les tailles et poids des espèces par habitats.

Les ateliers de biométrie seront mis en place avant le début de la pêche : déploiement des paillasses, tables, mesureur, bac de réveil, balances, cuvettes, épuisettes de tri etc.

Trois parasols pourront également être mis en place afin de favoriser l'ombrage des ateliers. Les emplacements de chantier de biométrie seront choisis de façon à être à l'ombre d'arbre.

Le remplissage des cuvettes de tri se fera au dernier moment afin de limiter le réchauffement de l'eau.

Les mesures pesées (connexion des lots) et prise de notes seront réalisées sur les fiches présentées en **annexe**. Des lots de poissons pourront être réalisés en respectant les modalités définies en annexe. La taille des individus s'entend comme la longueur totale.

Une clé de détermination des poissons devra être disponible ainsi que du flaconnage pour éventuelle détermination au labo.

## **4.6. Hygiène et sécurité**

### **4.6.1. Le chef de chantier**

L'ensemble des opérations sera placé sous la responsabilité d'un chef de chantier superviseur.

Le chef de chantier est en charge la bonne exécution de l'ensemble des opérations ainsi que la direction des différentes équipes sur le terrain.

Lors des prospections électriques, il vient en complément de la personne chargée de la télécommande.

### **4.6.2. Le responsable sécurité**

Le responsable sécurité est en charge la télécommande (hertzienne) et se placera de façon à pouvoir contrôler visuellement la ligne d'électrode où se situe le danger principal. Le courant ne sera mis en action qu'après que tous les personnels aient pris leur place dans l'eau et soient prêts à démarrer.

Il suit la ligne d'anode depuis le bord de l'açon :

- **ajuster l'alignement des anodes**
- **assurer la sécurité** directement de la ligne d'anode (zone présentant le plus de danger). En effet le che de chantier sera  quipp  d'un **sifflet** dont l'usage ne sera fait qu'en cas de danger. Toutes les personnes seront averties au préalable **en cas de coup de sifflet il convient de couper le courant et de sortir toutes les électrodes de l'eau.**

#### 4.6.3.  quipement du personnel de pêche

Toutes les personnes dans l'eau ou à proximité des appareillages électriques seront munies de gants isolants **de gants cuissardes et a minima de bottes pour ceu  restant sur la berge.** Les gants seront obligatoirement en **neopr ne ou en caoutchouc.** L'utilisation de lunettes polarisantes pour les personnes en possédant est préconisée

Selon les conditions de débit et/ou de vitesse de courant les opérateurs dans l'eau pourront être munis de **gilets de sauvetage.**

Etant données les conditions de vitesses de courant, profondeur et d'adhérence de substrat les personnes possédant des semelles cloutées devront s'en munir.

Chaque personne veillera à apporter des changes et une serviette en cas de passage à l'eau ainsi que de la crème solaire en fonction de sa sensibilité au soleil.

#### 4.6.4. Gestion du public

**Un ou plusieurs personnes** en berges devront prendre en charge la gestion du public notamment en veillant particulièrement à l'accès des zones protégées (dangers électriques). Personne hors personnel habilité et/ou faisant partie intégrante de l'équipe de pêche ne devra approcher des parties électriques au delà des balisages mis en place. Les personnes non équipée de bottes, gants, cuissardes ou ne participant pas au chantier auront **un accès interdit à l'eau.**

Les animaux domestiques (chiens) devront être tenus **obligatoirement** en laisse ou bien seront **interdits** sur le chantier.



#### 4.6.5. Balisateur du chantier

Toutes les parties sensibles du chantier – savoir : moteurs, cathodes, filet barrage et véhicules techniques seront **balisés par des cônes de sécurité**. L'accès à ces mêmes parties de chantier sera interdit aux personnes non habilitées par des **bandeaux de rubalise orange et blanche et des panneaux « chantier interdit au public »**. De plus trois panneaux **« danger électricité »** seront disposés autour des moteurs (dans deux directions) et à proximité des cathodes.

L'accès à l'eau sera interdit à toute personne ne participant pas au chantier. Les personnes en charge de la gestion du public y veilleront.

#### 4.6.6. Secouristes – voir arrêtés ministériels

Deux personnes aptes à administrer les premiers soins aux victimes d'accidents électriques, y compris la pratique de la respiration artificielle seront désignées et identifiées de tous côtés d'une casaque jaune fluorescent. Ces deux personnes veilleront à disposer d'un **téléphone portable avec batterie chargée**.

Des trousse de secours des véhicules techniques seront disposées aux endroits stratégiques du chantier afin de les avoir à disposition rapidement (**moteurs et biométrie notamment**).

#### 4.6.7. Etudes sécurité – voir les procédures et sécurité de l'ONE

Des études de sécurité seront réalisées pour chacune des stations. Elles seront disponibles au moment de la pêche sur **les moteurs de pêche**. Ces études reprendront l'ensemble des points préconisés dans la circulaire pêche électrique (pièce jointe).

Ces études comprendront, en plus des plans fonctionnels de station, un message donnant la localisation précise de chaque chantier à communiquer aux secours. De plus, **des plans précis des localisations (avec coordonnées GPS) seront transmis en amont aux pompiers locaux**.

Les clubs locaux de canoës seront prévenus de ces opérations. **Un balisage par des grosses bouées** sera réalisé en amont du filet barrage amont de façon à prévenir les canoës, et une **personne sera placée en amont** de la station pour les prévenir. Le balisage sera également réalisé sur le barrage électrique aval.

### Communication entre les postes

Des tablettes à affichage longue portée seront déployées sur chaque chantier de pêche.

- ✓ le chef de chantier
- ✓ le responsable sécurité
- ✓ le responsable des moteurs
- ✓ la personne située dans l'eau au centre de la ligne d'anodes
- ✓ le chef d'équipe stabulation
- ✓ le responsable des bobines
- ✓ la personne en rappel de fil

### Information des personnels

Sur site, faire l'appel pour vérifier que tous les personnels prévus sont présents

Distribution casquettes, répartition des postes (réalisé nominativement au préalable)

Le chef de chantier rappellera les objectifs de la pêche, les dangers ainsi que les grandes consignes principales à observer au cours du chantier.

### Hygiène et désinfection des matériels

À ce niveau de la biométrie, des **gants latex** seront mis à disposition des personnes le souhaitant. Des **solutions hydro alcoolique** seront également mises à disposition.

Des **bidons d'eau propre** ainsi que du savon seront mis à disposition pour le lavage des mains.

Un **pédiluve** sera mis en place pour la **désinfection des bottes et chaussures et des pulvérisateurs avec désinfectant** (□) seront disponibles et employés après chaque pêche et avant la première opération.

## **Développement durable**

Afin de limiter au maximum notre empreinte, et de façon à s'inscrire au maximum dans une démarche éco-responsable, nous veillerons aux différents points suivants :

- **limiter le nombre de véhicules** en covoiturant (depuis les points de départ en département et aussi depuis le gîte, en favorisant des véhicules à 2 places)
- **mise en place de sacs poubelles sur le site.** Avec deux types de sac, un pour ce qui n'est pas recyclable et un pour les éléments recyclables.
- **deux personnes veilleront à la propreté du site** lors de notre départ

## □□ Saisie des données

Les données seront saisies sous le logiciel □ □ □ □ fourni par l'□ □ □ □ □ en vue d'une intégration sous la □ d □ ap (base de données poissons nationale). Cette saisie permettra une uniformité avec les données de □ □ □ □ déjà saisie sous cet outil.

□ **nnexes** □

□ **iches de prise de notes et explications**

## LISTE POISSONS

<input type="text"/> heure de début de pêche		<input type="text"/>   <input type="text"/>   <input type="text"/>   <input type="text"/>		Page n° <input type="text"/>				Diversité <input type="text"/> S <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>				Date <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>				
<input type="text"/> heure de fin de pêche		<input type="text"/>   <input type="text"/>   <input type="text"/>   <input type="text"/>		Pêche n° <input type="text"/>				Station <input type="text"/> P <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>								
ESPECES	Longueur à la fourche (ou mini) en mm	Longueur totale (ou maxi) en mm	Masse individuelle ou du lot en g	Lot	Effectif du lot	Pathologie	Observations		ESPECES	Longueur à la fourche (ou mini) en mm	Longueur totale (ou maxi) en mm	Masse individuelle ou du lot en g	Lot	Effectif du lot	Pathologie	Observations
1																
2																
3																
4																
5																
6																
7																
8																
9																
10																
11																
12																
13																
14																
15																
16																
17																
18																
19																
20																
21																
22																
23																
24																
25																

- appel  signification des lots
- lot  mensurations (taille, poids) individuelles
- lot  tailles mesurées individuellement, poids global du lot
- lot G  (éviter) taille du plus petit et plus grand poisson, poids global
- lot  taille du plus petit et plus grand poisson, poids global et effectif du lot incluant l'échantillon  lot  associé
- lot S  échantillon attaché à un lot L précis, contenant au moins  poissons renseignés avec l'information individuelle taille (et éventuellement poids)

## LISTE POISSONS

Heure de début de pêche	
Heure de fin de pêche	

Page n°		Divi°re	
Pêche n°		Station	

	ESPECES	Longueur à la fourche (ou mini) en mm	Longueur totale (ou maxi) en mm	Masse individuelle ou du lot en g	Lot	Effectif du lot	Pathologie	Observations		ESPECES	Longueur à la fourche (ou mini) en mm	Longueur totale (ou maxi) en mm	Masse individuelle ou du lot en g	Lot	Effectif du lot	Pathologie	Observations
1									26								
2									27								
3									28								
4									29								
5									30								
6									31								
7									32								
8									33								
9									34								
10									35								
11									36								
12									37								
13									38								
14									39								
15									40								
16									41								
17									42								
18									43								
19									44								
20									45								
21									46								
22									47								
23									48								
24									49								
25									50								

- appel  signification des lots
- ot  mensurations (taille, poids) individuelles
- ot  ailles mesurées individuellement, poids global du lot
- ot G  (éviter) taille du plus petit et plus grand poisson, poids global

- ot  aille du plus petit et plus grand poisson, poids global et effectif du lot incluant l'échantillon  lot  associé
- ot S  échantillon attaché à un lot L précis, contenant au moins  poissons renseignés avec l'information individuelle taille (et éventuellement poids)

### LOTS et LOT L (associé)

Points représentatifs	<input type="text"/>
Points complémentaires	<input type="text"/>

Page n°	<input type="text"/>
Pêche n°	<input type="text"/>

Divi/re	S	<input type="text"/>	Date	<input type="text"/>
Station	P	<input type="text"/>		

S									
Espace (gros)									
Mailles									
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>								

**LOT S et LOT L (associé)**

Points représentatifs	<input type="text"/>
Points complémentaires	<input type="text"/>

Page n°	<input type="text"/>
Pêche n°	<input type="text"/>

Division	<input type="text"/>	Date	<input type="text"/>
Station	<input type="text"/>		

S									
espace									
ailes									
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>									



# Annexe AQ-4

Pêches d'inventaire 2011 dans le Doubs franco-suisse (NE)

Service de la faune, des forêts et de la nature

## PÊCHE D'INVENTAIRE 2011 DANS LE DOUBS FRANCO-SUISSE(NE)



### RAPPORT

*08 novembre 2011*



Environnement et sciences aquatiques

BP 1767, CH-2001 Neuchâtel

Tél.: 032 724 72 62 / Fax.: 032 835 30 78

[www.netaquarius.ch](http://www.netaquarius.ch)

Auteur(s) du rapport :
<b>AQUARIUS</b> : Blaise Zaugg, Jérôme Plomb & Carlos Wyss



Mandant :	Dernière modification :
Service de la faune, des forêts et de la nature. Neuchâtel	Neuchâtel, le 08 novembre 2011

## Table des matières

<b>1. INTRODUCTION - CADRE</b> .....	<b>2</b>
<b>2. METHODE</b> .....	<b>2</b>
2.1 <i>Station</i> .....	2
2.2 <i>Travaux d'échantillonnages par pêche à l'électricité</i> .....	3
2.3 <i>Traitement des données</i> .....	3
2.3.1 Saisie des résultats .....	3
2.3.2 Exploitation des données .....	3
2.3.3 Scalimétrie et rétrocalculon .....	6
<b>3. RESULTATS &amp; COMMENTAIRES</b> .....	<b>7</b>
3.1 <i>Abondances et biomasses</i> .....	7
3.2 <i>Abondances par classes de taille des truites et ombres</i> .....	8
3.3 <i>Croissance de la truite de rivière</i> .....	9
<b>4. SYNTHESE</b> .....	<b>11</b>
<b>5. ANNEXES</b> .....	<b>12</b>

## Liste des figures

Figure 1	Situation de la station pêchée (cercle jaune) .....	2
Figure 2	Truite de rivière, forme typique du bassin du Rhône ( <i>Salmo trutta rhodanensis</i> ) .....	4
Figure 3	Vairon ( <i>Phoxinus phoxinus</i> ) .....	4
Figure 4	Principe de la scalimétrie .....	6
Figure 5	Abondances relatives, comparaison 2004 - 2011 .....	7
Figure 6	Truites de rivière - effectifs bruts à l'hectare par classes de taille .....	8
Figure 7	Ombres - effectifs à l'hectare selon De Lury par classes de taille .....	9
Figure 8	Croissance de la truite de rivière établie sur la base de 19 ind. théoriques – 9 ind. réels .....	9
Figure 9	Comparaison des croissances moyennes rétrocalculées .....	10
Figure 10	Comparaison, par station d'amont en aval, des croissances moyennes rétrocalculées .....	10

## Liste des tableaux

Tableau 1	Station inventoriée par pêche à l'électricité .....	3
Tableau 2	Effectifs bruts (somme passages 1 + 2) - Nombre d'individus : applicabilité selon De Lury .....	4
Tableau 3	Effectifs & abondances par espèce. Comparaison 2004 - 2011 .....	7
Tableau 4	Récapitulatif des tailles rétrocalculées .....	10
Tableau 5	Récapitulatif des tailles rétrocalculées .....	11

## 1. INTRODUCTION - CADRE

La qualité des eaux du Doubs et l'état des ses biocénoses font actuellement l'objet de grandes préoccupations liées en particulier à des mortalités piscicoles d'ampleurs non négligeables.

Les investigations menées jusqu'en 2011 pour éclaircir ces phénomènes de mortalités piscicoles ont mis en évidence un parasite (*Saprolegnia parasitica*) affectant les poissons mais n'ont pas permis d'évaluer son impact réel sur les populations. Pour cette raison, le service des forêts, de la faune et de la nature du canton de Neuchâtel, ci-après SFFN, a entrepris d'organiser une pêche d'inventaire à l'électricité et a mandaté le bureau AQUARIUS pour en réaliser le mode opératoire ainsi que pour en exploiter les données dont la synthèse fait l'objet du présent rapport.

Précisons que la réalisation de pêches d'inventaire sur le Doubs est une opération complexe. Elle nécessite en effet l'intervention de nombreux opérateurs, le rassemblement d'un matériel de pêche important et n'est praticable que sur quelques secteurs peu profonds dans des conditions de débits devant être coordonnées avec les exploitants hydroélectriques.

L'objectif de cette pêche est notamment de réaliser un inventaire exhaustif de la faune piscicole qui soit reproductible les années à venir.

## 2. MÉTHODE

### 2.1 Station

Le tableau et la figure suivants situent la station « Aval Gravier » pêchée. Sa description écomorphologique est présentée à l'annexe 1.

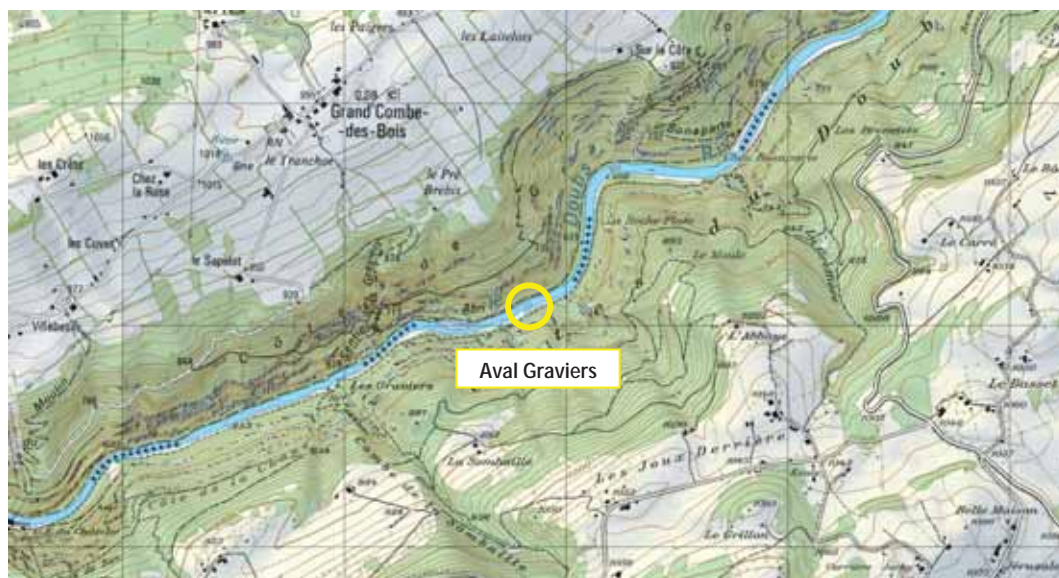


Figure 1 Situation de la station pêchée (cercle jaune).

Station	Date	Surface pêchée	Coord. aval pêche	Coord. amont pêche	Altitude (m)
Aval Graviers	17.09.2011	3'779 m <sup>2</sup>	551'874 / 220'122	551'756 / 220'064	620

Tableau 1 Station inventoriée par pêche à l'électricité.

## 2.2 Travaux d'échantillonnages par pêche à l'électricité

La pêche a été effectuée par passages successifs avec retrait et conservation des poissons entre les passages. Des prélèvements d'écaillés ont également été pratiqués sur 13 truites de rivière. Ces opérations de terrain ont été réalisées selon le cahier des charges présenté à l'annexe 2.

Le pêche a été effectuée par le SFFN avec le concours de volontaires, principalement des pêcheurs amateurs du Doubs.

Pour différentes raisons techniques, la pêche n'a malheureusement pas pu se dérouler de manière optimale et les résultats quantitatifs doivent être considérés avec grande réserve.

## 2.3 Traitement des données

### 2.3.1 Saisie des résultats

Les truites de rivière (*Salmo trutta fario/rhodanensis*) et ombres (*Thymallus thymallus*) ont été mesurées à  $\pm 0.5$  cm et pesés à  $\pm 1$  g. Toutes les données ont été introduites dans un fichier Excel par le bureau Aquarius selon un format standard aisément reproductible.

Les espèces compagnes échantillonnées, à savoir le vairon (*Phoxinus phoxinus*), le chabot (*Cottus gobio*) et la loche franche (*Barbatula barbatula*) ont seulement été dénombrées, aucune mesure de taille ni de poids (même par lot) n'a été effectuée.

### 2.3.2 Exploitation des données

Dans la mesure du possible, les données ont été exploitées selon la méthode d'estimation statistique d'abondance de « De Lury » dont la formule est la suivante :

$$\frac{C_1^2}{(C_1 - C_2)}$$

Cette méthode prend notamment en considération l'efficacité de la pêche et implique par conséquent le respect de plusieurs conditions pour être applicable, telles que par exemple :

$$C_1 > 10 \text{ ou encore } \frac{C_1^2(c_1 - c_2)^2}{C_2^2(c_1 + c_2)} \text{ doit être } > 16. \quad C_x = \text{nombre brut de poissons au passage } x^1.$$

Le tableau ci-après synthétise ainsi l'applicabilité de la méthode de De Lury pour la pêche effectuée.

<sup>1</sup> Seber, G. A. F., and E. D. Le Cren. 1967. Estimating population parameters from catches large relative to the population. *Journal of Animal Ecology* 36: 631-643.

Toutes espèces confondues	1'273
Chabot	154
Loche franche	172
Ombre	25
Truite de rivière	81-c
Vairon	841
<b>Nombre d'espèces</b>	<b>5</b>



De Lury applicable avec distinction en classes de taille

De Lury applicable sans distinction en classes de taille

De Lury non applicable, car:

- a La condition  $c1 > 10$  n'est pas remplie

- b La condition  $c1 > c2$  n'est pas remplie

- c La condition de Seber et Le Cren n'est pas remplie<sup>2</sup>

Tableau 2 Effectifs bruts (somme passages 1 + 2) - Nombre d'individus : applicabilité selon De Lury.



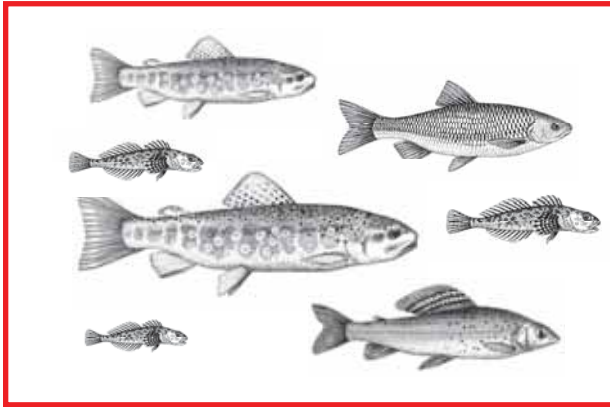
Figure 2 Truite de rivière, forme typique du bassin du Rhône (*Salmo trutta rhodanensis*).



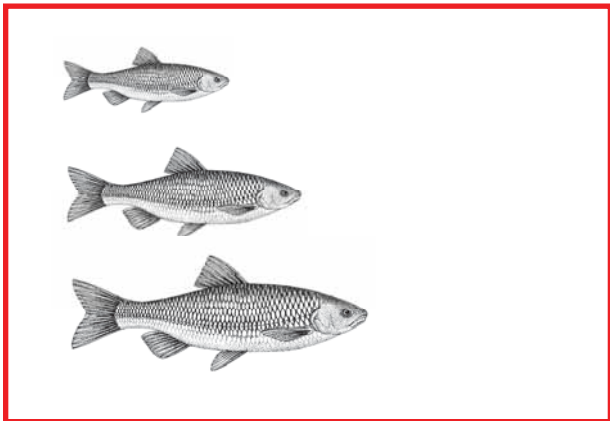
Figure 3 Vairon (*Phoxinus phoxinus*).

<sup>2</sup> Seber, G. A. F., and E. D. Le Cren. 1967. Estimating population parameters from catches large relative to the population. *Journal of Animal Ecology* 36: 631-643.

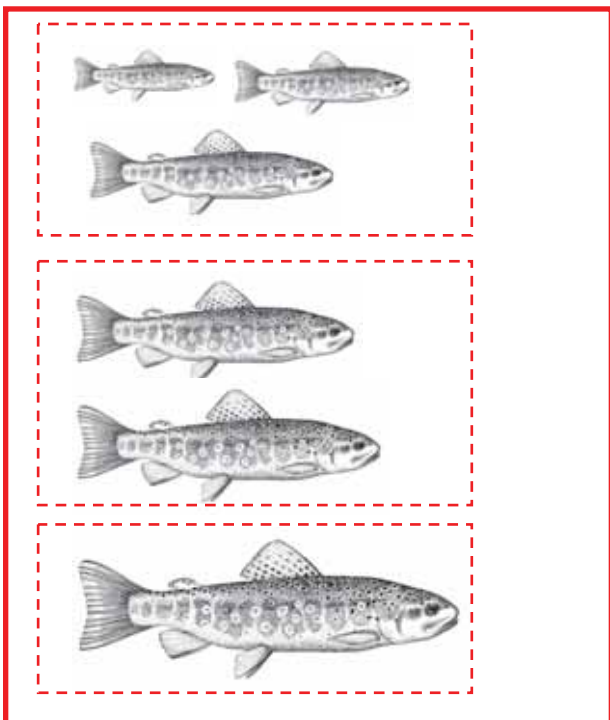
## Méthodes statistiques appliquées selon les cas de figure



1. Abondance selon De Lury calculée en prenant en considération toutes les espèces confondues. En effet, certaines espèces sont trop rares ou alors trop nombreuses au second passage pour pouvoir appliquer séparément pour chaque espèce une méthode statistique d'estimation d'abondance. **Compte tenu du nombre beaucoup trop important de truites au second passage, cette méthode n'a pu être appliquée à cette espèce.**



2. Abondance selon De Lury calculée par espèce, sans différenciation des classes de taille. Considérant que l'efficacité de pêche est très différente selon les espèces, cette méthode permet d'obtenir une meilleure précision que dans le cas 1. Les effectifs des poissons au 1<sup>er</sup> et au 2<sup>ème</sup> passage doivent respecter plusieurs critères pour que cette méthode puisse être appliquée. **Celle-ci a pu ici être appliquée pour toutes les espèces, à l'exception de la truite de rivière.**



3. Si les effectifs des poissons au 1<sup>er</sup> et au 2<sup>ème</sup> passage respectent des critères suffisants, l'abondance selon De Lury peut être calculée par espèce, en distinguant des classes de taille. Cette méthode est une des plus précises que l'on puisse appliquer. Elle tient compte de l'efficacité de la pêche en fonction de l'espèce et de la taille du poisson. **Compte tenu de l'efficacité insuffisante de la pêche effectuée, cette méthode ne peut être appliquée à aucune des espèces présentes.**



### 2.3.3 Scalimétrie et rétrocalcul

Afin de déterminer la croissance des truites de rivière, des écailles ont été prélevées à des fins de scalimétrie et rétrocalcul sur les plus grands individus, soit dont la taille était d'une longueur égale ou supérieure à 20 cm (13 individus).

Les écailles ont été triées et traitées puis analysées en laboratoire (3 écailles par poisson) à l'aide d'un microscope à projection en vue de la détermination d'âge et des mesures d'annulis pour la rétrocalcul.

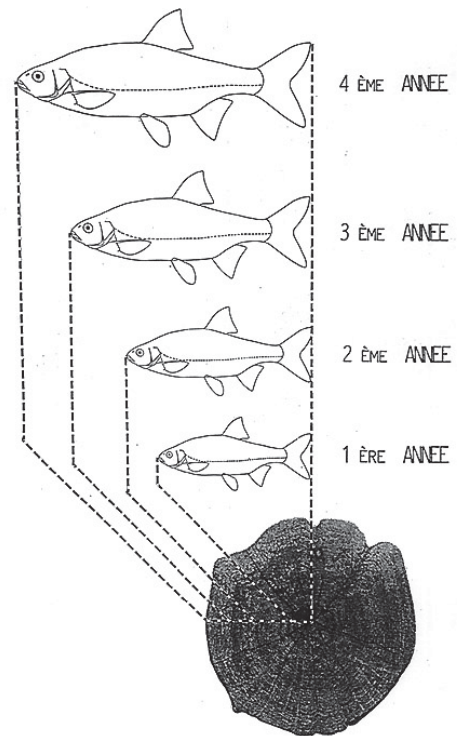


Figure 4 Principe de la scalimétrie.

#### Rappel du principe de la rétrocalcul

*But : Estimer la taille des poissons des années antérieures en insérant les mesures des écailles 'S' dans la régression (linéaire ou quadratique) 'Longueur-Écaille'.*

$$L = a + bS \quad (1)$$

$$L = a + bS + cS^2 \quad (2)$$

*Dans la pratique, l'équation (1) linéaire de Lee est plus utilisée que l'équation (2) de Sherriff ou que toutes les équations quadratiques en général<sup>3</sup>.*

*La méthode se base sur une régression (longueur-écaille) et calcule les longueurs  $L_i$  à partir de chaque annulus des écailles comme suit :*

$$L_i = a + \frac{\hat{L}_c - a}{\hat{S}_c} S_i \quad (3)$$

*Où  $\hat{S}_c$  est la mesure du centre au bord de l'écaille,  $\hat{L}_c$  est la longueur du poisson lors de la capture et  $a$  est une constante préalablement estimée à partir d'un échantillon avec (1) ou (2).*

<sup>3</sup> Ralph Hile. Body-Scale Relation and Calculation of Growth in Fishes p. 469. U.S. Bureau of Commercial Fisheries Ann Arbor, Michigan 48107.

### 3. RÉSULTATS & COMMENTAIRES

#### 3.1 Abondances et biomasses

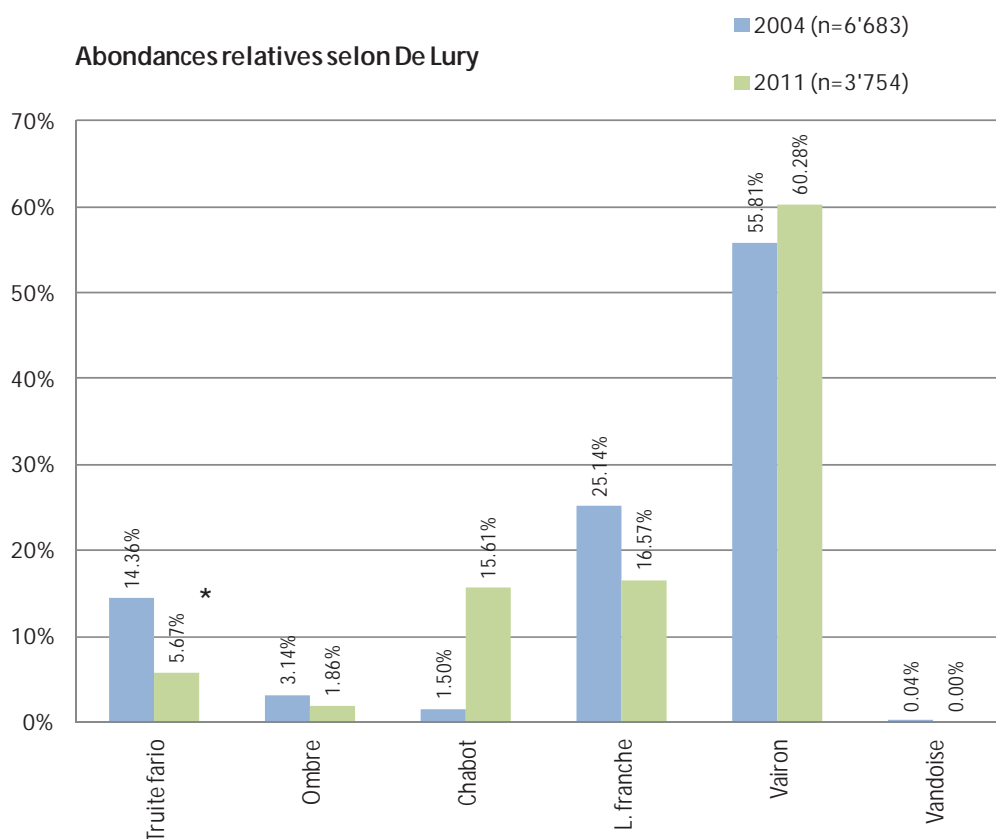
Comme mentionné au chapitre 2.3.2, pour des raisons liées à l'efficacité de la pêche, l'application de la méthode De Lury n'a pas pu être pratiquée pour la truite de rivière. Pour les autres espèces, l'estimation a pu être effectuée mais sans distinction des classes de taille.

	Résultats bruts 2011					Estimé selon De Lury			
	1 <sup>er</sup> p.	2 <sup>ème</sup> p.	1 <sup>er</sup> + 2 <sup>ème</sup> passages			2011		2004 <sup>4</sup>	
	Nb. ind.	Nb. ind.	Nb. ind.	Nb.ind/ha	Biom. kg/ha	Nb.ind/ha	Biom. kg/ha	Nb.ind/ha	Biom. kg/ha
Truite riv.	42	39	81	213	13.9	**	**	960	56.9
Ombre	20	5	25	66	2.4	70	3	210	8.8
Chabot	99	55	154	405	*	586	*	100	1.9
Loche fr.	113	59	172	453	*	622	*	1'680	6.6
Vairon	733	108	841	2'214	*	2'263	*	3'730	18
Vandoise	0	0	0	0	0	0	0	3	0.03

\* poissons dénombrés mais non mesurés ni pesés.

\*\* estimation selon De Lury non applicable

Tableau 3 Effectifs & abondances par espèce. Comparaison 2004 - 2011.



\* Le pourcentage de truites 2011 est basé sur l'effectif brut

Figure 5 Abondances relatives, comparaison 2004 - 2011.

<sup>4</sup> Étude de la qualité piscicole du Doubs franco-helvétique. Définition d'un état initial. CSP 2005

Compte tenu de l'efficacité insuffisante de la pêche 2011, il est très difficile de comparer les résultats avec les années précédentes. On peut toutefois relever qu'à l'exception du chabot, les abondances et biomasses piscicoles relevées dans cette station ont diminué par rapport à 2004. En ce qui concerne les espèces présentant un intérêt halieutique prioritaire, force est de constater que tant l'ombre que la truite voient leurs abondances et biomasses, déjà très faibles en 2004, encore diminuer. Cette situation peut partiellement être attribuée à l'efficacité insuffisante de la pêche 2011, mais est probablement également le reflet d'une dégradation générale des conditions du milieu. Citons en particulier l'augmentation des amplitudes des éclusées depuis 2006, la présence d'organismes pathogènes (*Saprolegnia parasitica*), l'envasement et colmatage local du substrat (lié à absence prolongée de crue annuelle plus de 1'300 jours consécutifs), les températures des eaux plus élevées au moment de la reproduction, etc...

Relevons que la pêche d'échantillonnage effectuée en 1994 à proximité de la station « aval Gravier », indiquait déjà un état du peuplement piscicole fortement déficitaire<sup>5</sup>.

Du point de vue de la diversité, le spectre piscicole peut être considéré comme identique en 1994, 2004 et 2011.

## 3.2 Abondances par classes de taille des truites et ombres

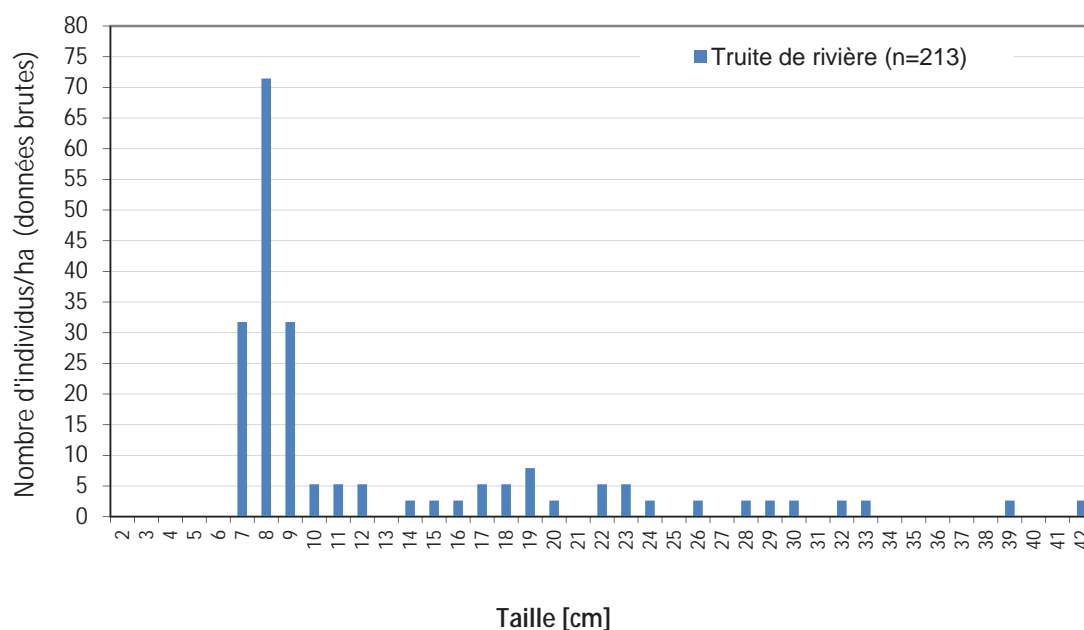


Figure 6 Truites de rivière - effectifs bruts à l'hectare par classes de taille.

<sup>5</sup> Étude de la qualité piscicole du Doubs franco-helvétique. *Définition d'un état initial. CSP 2005*

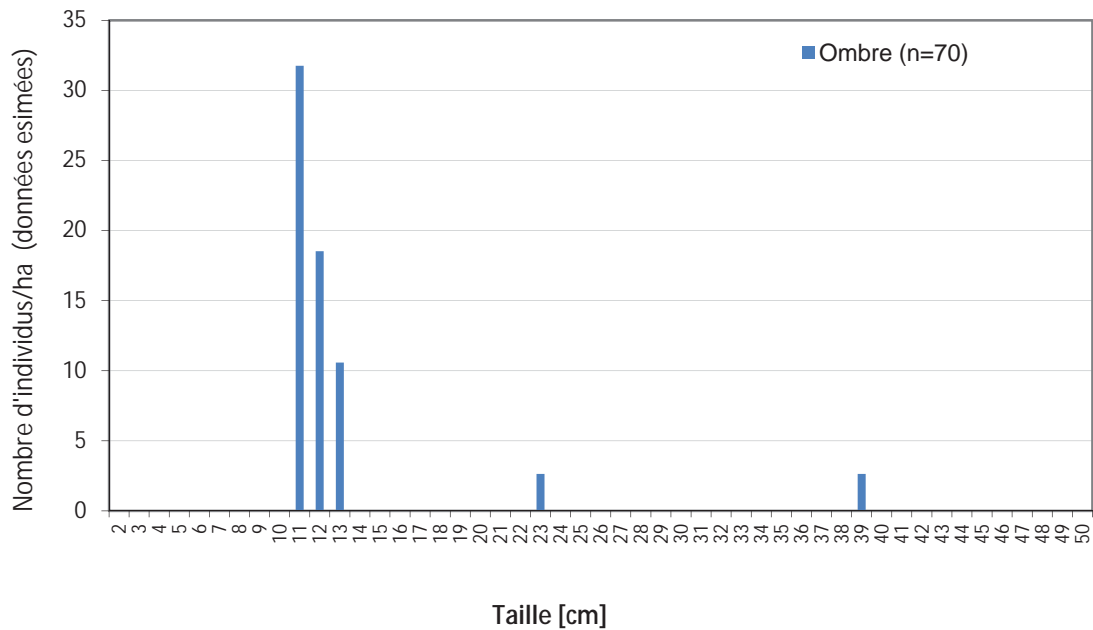


Figure 7 Ombres - effectifs à l'hectare selon De Lury par classes de taille.

Les nombres d'individus capturés sont très faibles et il est difficile, sur ces bases, d'apprécier les structures de population. On constate toutefois une relativement forte proportion de juvéniles chez les deux espèces et un manque presque total d'ombres adultes, alors que les truites sont relativement régulièrement distribuées.

### 3.3 Croissance de la truite de rivière

Les 13 individus les plus grands ont fait l'objet de prélèvements d'écailles, après nettoyage, traitement et tri, seules les écailles provenant de 9 poissons ont pu être utilisées pour la scalimétrie et rétrocalcul.

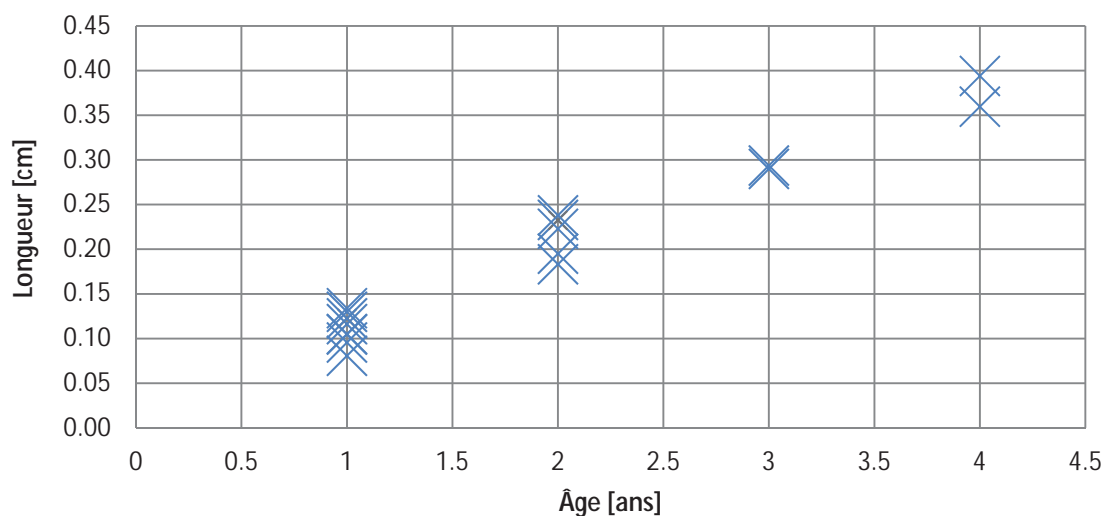


Figure 8 Croissance de la truite de rivière établie sur la base de 19 ind. théoriques – 9 ind. réels

Les graphiques et le tableau suivants comparent la croissance de la truite de rivière de la station « aval Graviers » avec celles établies en 2011 dans 3 stations situées sur le Doubs jurassien<sup>6</sup>.

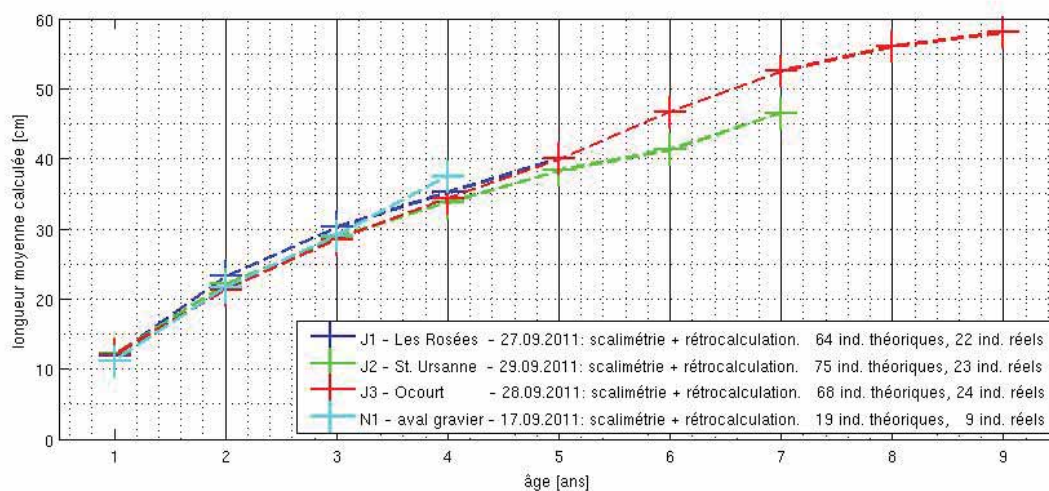


Figure 9 Comparaison des croissances moyennes rétrocalculées.

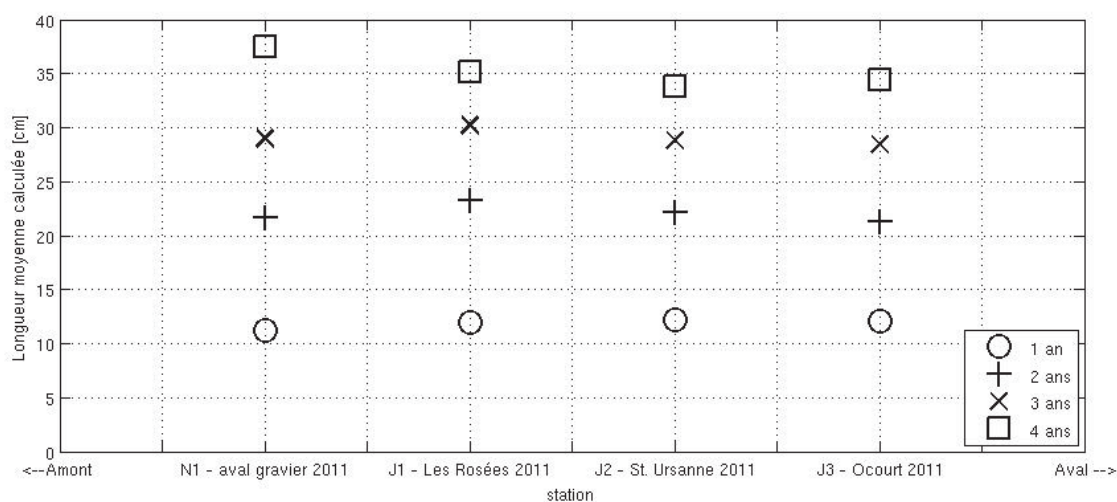


Figure 10 Comparaison, par station d'amont en aval, des croissances moyennes rétrocalculées.

Âge [ans]		1	2	3	4	5	6	7	8	9
J1 - Les Rosées	cm	11.9	23.2	30.1	35.4	49.8	41.4	46.1	56	58
J2 - St. Ursanne	cm	12.5	21.8	29.2	33.9	38.2	46.8	52.3	-	-
J3 - Ocourt	cm	12.0	21.2	28.6	34.5	40.1	-	-	-	-
<b>Moyenne JU</b>	cm	<b>12.1</b>	<b>22.1</b>	<b>29.4</b>	<b>34.5</b>	<b>39.1</b>	<b>43.7</b>	<b>49.2</b>	<b>56</b>	<b>58</b>
<b>Neuchâtel Aval graviers</b>	cm	<b>11.2</b>	<b>21.7</b>	<b>29.2*</b>	<b>37.7*</b>	-	-	-	-	-
Nb. total d'ind. théoriques	9	9	6	2	2	-	-	-	-	-

Tableau 4 Récapitulatif des tailles rétrocalculées \* Donnée non fiable, échantillon beaucoup trop petit

<sup>6</sup> Office de l'environnement du canton du Jura : Pêches d'inventaires 2011 dans le Doubs jurassien. Aquarius.

Avec 9 individus théoriques au total, l'échantillon étudié est trop petit pour permettre une comparaison statistique entre les différentes stations échantillonnées. On constate toutefois, à l'instar des résultats d'une étude effectuée en 2002<sup>7</sup>, qu'aucune différence importante de croissance ne peut être mise en évidence d'amont en aval.

Si l'on compare cette vitesse de croissance avec des données similaires provenant de truites capturées dans le Doubs franco-neuchâtelois en 1994, on constate pour les classes 1 et 2 ans, soit celles où l'échantillon est le « plus grand », une sensible diminution de la vitesse de croissance en 2011. L'étude précitée<sup>7</sup> arrivait à la même conclusion.

Âge [ans]		1	2	3	4	5	6	7	8	9
2011	cm	11.2	21.7	29.2	37.7					
1994	cm	15.2	24.7	29.6	33.0	38.5	45.0	-	-	-

Tableau 5 Récapitulatif des tailles rétrocalculées.

Du point de vue de la pratique de la pêche, considérant que selon la littérature<sup>7</sup> l'âge de la maturité sexuelle des truites sur le bassin du Rhône est de 4 ans, on peut considérer que la taille légale de capture limite qui est fixée à 28 cm est insuffisante. Relevons dans ce contexte que le canton du Jura a relevé cette limite à 32 cm depuis 2007.

## 4. SYNTHÈSE

- Pour différentes raisons techniques, la pêche d'échantillonnage ne s'est pas déroulée de manière optimale. Les résultats obtenus sont lacunaires et trop imprécis pour que l'exploitation qui en est tirée puisse être considérée comme fiable.
- Les abondances globales, toutes espèces confondues, sont sensiblement inférieures par rapport aux relevés précédents (1994 et 2004) qui eux-mêmes étaient déjà faibles et déficitaires par rapport à la capacité de production du Doubs.
- La croissance de la truite de rivière semble avoir diminué depuis quelques années. Elle est en revanche stable d'amont en aval du Doubs franco-suisse et jurassien.
- La taille légale de capture n'assure pas aux truites l'assurance de pouvoir se reproduire au moins une fois avant d'être capturées. Il conviendrait d'acquérir les données nécessaires à l'analyse précise de la vitesse de croissance afin d'obtenir les bases requises pour évaluer quelle serait la taille minimale de capture optimale.

<sup>7</sup>

Teleos 2002 : Maturité sexuelle et croissance de la truite commune (*Salmo trutta* L.) dans le Canton du Jura. OEPN : 37 p.+ annexes

## 5. ANNEXES

**Annexe 1** Relevé écomorphologique de la station.

**Annexe 2** Cahier des charges des pêches à l'électricité.

# Annexe 1

Relevé écomorphologique de la station



- *Concerne le tronçon soumis à inventaire sensu stricto, la présence d'éléments particuliers tels que seuils, rejets, etc.. peut faire l'objet de commentaires dans le champ « Remarques générales » tout au bas du formulaire ainsi qu'au verso*
- *Une documentation photographique exhaustive est recommandée*
- *Plusieurs cases du même champ peuvent être cochées*

Canton :	Neuchâtel	Date :	17.09.2011	Point de départ aval (X/Y)	551'874 / 220'122
Station :	Aval Gravier - N1-1	Altitude :	620 m	Point d'arrivée amont (X/Y)	551'756 / 220'064
				Opérateur :	SFFN - NE

Informations générales Cochez ce qui convient

Largeur moyenne [m]	29.5 m	Longueur du tronçon pêché en [m]	131 m
Profondeur moyenne [m]	0.8 m	Débit [m³/s]	environ 2 m³/s
Visibilité & conditions de pêche	Bonnes	Météo	Nuageux / pluvieux

Evaluation : écomorphologie

Mise sous terre	oui <input type="checkbox"/> non <input checked="" type="checkbox"/>	
Variabilité de la largeur du lit Faible	prononcée <input type="checkbox"/> moyenne <input checked="" type="checkbox"/> nulle <input type="checkbox"/>	
Aménagement du fond du lit	nul <input checked="" type="checkbox"/> important 30-60% <input type="checkbox"/> localisé < 10% <input type="checkbox"/> prépondérant >60% <input type="checkbox"/> moyen 10-30% <input type="checkbox"/> total 100% <input type="checkbox"/>	
Variabilité de la profondeur % de secteurs de profondeur	prononcée <input type="checkbox"/> moyenne <input checked="" type="checkbox"/> nulle <input type="checkbox"/> < 40 cm 33 % 40 à 80 cm 33 % 80 cm à 120 cm - % >120 cm 33 %	
Matériaux de l'aménagement du fond du lit	pierres natur. <input checked="" type="checkbox"/> imperméable <input type="checkbox"/> bois <input type="checkbox"/> autres (imperme.) <input type="checkbox"/> briques béton <input type="checkbox"/>	
Renforcement du pied de berge :	gauche	droite
	nul <input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	localisé < 10% <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	moyen 10-30% <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	important 30-60% <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Prépondérant > 60% <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	total 100% <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Perméabilité du renforcement de pied de berge :	gauche	droite
	perméable <input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	imperméable <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Largeur des rives en [m] :	gauche	droite
	0 m	21 m
Nature des rives :	gauche	droite
	typique d'un cours d'eau <input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	atypique d'un cours d'eau <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	artificielle <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Seuil :	présent <input type="checkbox"/>	absent <input checked="" type="checkbox"/>
Type de seuil	inconnu <input type="checkbox"/>	naturel <input type="checkbox"/> artificiel <input type="checkbox"/>
Matériaux	naturel <input type="checkbox"/>	rocher/blocs de rocher <input type="checkbox"/>
	bois <input type="checkbox"/>	béton/pavage de pierres <input type="checkbox"/>
Hauteur	hauteur en [m] :	m
		<= remarques
Ouvrage :	présent <input type="checkbox"/>	absent <input checked="" type="checkbox"/>
Matériel	inconnu <input type="checkbox"/>	échelle à poissons <input type="checkbox"/>
	rampe très rugueuse, disjointe <input type="checkbox"/>	barrière à sédiments <input type="checkbox"/>
	rampe unie, peu rugueuse <input type="checkbox"/>	écluse <input type="checkbox"/>
	digue - réservoir <input type="checkbox"/>	passage en tuyau <input type="checkbox"/>
	déversoir latéral <input type="checkbox"/>	pont <input type="checkbox"/>
	prise tyrolienne <input type="checkbox"/>	prélèvement latéral <input type="checkbox"/>
	barrage <input type="checkbox"/>	gué <input type="checkbox"/>
Hauteur	hauteur en [m] :	m
		<= remarques

Evaluation : aspect général

Boue	présence	cause		
	non <input checked="" type="checkbox"/>	naturelle <input type="checkbox"/>	chutes de feuilles ++ <input type="checkbox"/>	drainage <input type="checkbox"/>
	peu/moyen <input type="checkbox"/>	artificielle <input type="checkbox"/>	déversement <input type="checkbox"/>	
	forte <input type="checkbox"/>	inconnue <input type="checkbox"/>	purin <input type="checkbox"/>	
				<= remarques
Turbidité	présence	cause		
	non <input checked="" type="checkbox"/>	naturelle <input type="checkbox"/>	déversement <input type="checkbox"/>	marais <input type="checkbox"/>
	peu/moyen <input type="checkbox"/>	artificielle <input type="checkbox"/>	chantier <input type="checkbox"/>	lac <input type="checkbox"/>
	forte <input type="checkbox"/>	inconnue <input type="checkbox"/>	centrale hydroélect. <input type="checkbox"/>	glacier <input type="checkbox"/>
			érosion des rives <input type="checkbox"/>	torrent <input type="checkbox"/>
				<= remarques
Coloration	présence	cause		
	non <input checked="" type="checkbox"/>	naturelle <input type="checkbox"/>	colorant dissout <input type="checkbox"/>	chantier <input type="checkbox"/>
	peu/moyen <input type="checkbox"/>	artificielle <input type="checkbox"/>	colorant particulaire <input type="checkbox"/>	marais <input type="checkbox"/>
	forte <input type="checkbox"/>	inconnue <input type="checkbox"/>		lac <input type="checkbox"/>
				<= remarques
Mousses	présence	cause	remarques	
	non <input checked="" type="checkbox"/>	naturelle <input type="checkbox"/>	chutes de feuilles ++ <input type="checkbox"/>	drainage <input type="checkbox"/>
	peu/moyen <input type="checkbox"/>	artificielle <input type="checkbox"/>	déversement <input type="checkbox"/>	marais <input type="checkbox"/>
	forte <input type="checkbox"/>	inconnue <input checked="" type="checkbox"/>	purin <input type="checkbox"/>	lac <input type="checkbox"/>
				<= remarques
Odeurs	présence	cause		
	non <input checked="" type="checkbox"/>	naturelle <input type="checkbox"/>	déversement <input type="checkbox"/>	purin <input type="checkbox"/>
	peu/moyen <input type="checkbox"/>	artificielle <input type="checkbox"/>	produit de nettoyage <input type="checkbox"/>	pourriture <input type="checkbox"/>
	forte <input type="checkbox"/>	inconnue <input type="checkbox"/>	purin <input type="checkbox"/>	
				<= remarques
Sulfure de fer	présence	cause		
	non 0% <input checked="" type="checkbox"/>	naturelle <input type="checkbox"/>	chutes de feuilles ++ <input type="checkbox"/>	purin <input type="checkbox"/>
	peu/moyen < 25% <input type="checkbox"/>	artificielle <input type="checkbox"/>	déversement <input type="checkbox"/>	drainage <input type="checkbox"/>
	beaucoup > 25% <input type="checkbox"/>	inconnue <input type="checkbox"/>		
				<= remarques
Colmatage	présence	cause		
	non <input checked="" type="checkbox"/>	naturelle <input type="checkbox"/>		
	peu/moyen <input type="checkbox"/>	artificielle <input type="checkbox"/>		
	forte <input type="checkbox"/>	inconnue <input type="checkbox"/>		
				<= remarques
Déchets*	présence	Autres déchets présence		
	aucun <input checked="" type="checkbox"/>	aucun <input type="checkbox"/>	articles d'hygiène <input type="checkbox"/>	
	isolés <input type="checkbox"/>	isolés <input type="checkbox"/>	papier WC <input type="checkbox"/>	
	nombreux <input type="checkbox"/>	nombreux <input type="checkbox"/>	sac à ordures <input type="checkbox"/>	
	* (provenant de l'évacuation des eaux)			emballage <input type="checkbox"/>
				<= remarques
Organismes hétérotrophes	présence	cause		
	non <input checked="" type="checkbox"/>	naturelle <input type="checkbox"/>	chute de feuilles ++ <input type="checkbox"/>	purin <input type="checkbox"/>
	peu <input type="checkbox"/>	artificielle <input type="checkbox"/>	déversement <input type="checkbox"/>	drainage <input type="checkbox"/>
	moyen/beaucoup <input type="checkbox"/>	inconnue <input type="checkbox"/>		
				<= remarques
Végétation		Peu < 10%	moyen	Beaucoup > 50%
	algues	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	mousses	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	macrophytes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				<= remarques

REMARQUES GÉNÉRALES :

Température de l'eau : 15 °C  
3 électrodes

# Annexe 2

Cahier des charges des pêches à l'électricité.

**CANTON du JURA**  
**Service cantonal de l'environnement**

**CANTON de & NEUCHÂTEL**  
**Service des forêts, de la faune et de la nature**

## **LE DOUBS**



### **INVENTAIRES PISCICOLES**

*Cahier des charges des inventaires piscicoles par pêches à l'électricité*

*03 août 2011*



**Environnement et sciences aquatiques**

BP 1767, CH-2001 Neuchâtel

Tél.: 032 724 72 62 / Fax.: 032 835 30 78

[www.netaquarius.ch](http://www.netaquarius.ch)



## Table des matières

<b>1. CADRE ET OBJECTIF .....</b>	<b>2</b>
<b>2. STATIONS DE PECHEs.....</b>	<b>2</b>
<b>3. PERIODE D'ECHANTILLONNAGE .....</b>	<b>3</b>
<b>4. METHODE D'ECHANTILLONNAGE.....</b>	<b>3</b>
4.1 <i>Description de l'habitat piscicole.....</i>	<i>3</i>
4.2 <i>Protocole d'échantillonnage.....</i>	<i>3</i>
4.3 <i>Biométrie.....</i>	<i>4</i>
4.4 <i>Expérience des participants.....</i>	<i>4</i>
4.5 <i>Sécurité et autorisations .....</i>	<i>5</i>
<b>5. RESULTATS .....</b>	<b>5</b>

## 1. CADRE ET OBJECTIF

Les instances responsables de la faune piscicole des cantons du Jura (ENV) et de Neuchâtel (SFFN) souhaitent mettre en œuvre un suivi pérenne des populations piscicoles du Doubs dans ses tronçons franco-suisse (canton de Neuchâtel) et Jurassien.

Le présent document constitue le cahier des charges relatif à ces inventaires qui devront être effectués par le biais de pêches à l'électricité. Il a pour but de donner un mode opératoire de base reproductible d'année en année afin que les résultats soient comparables.

Pour la partie neuchâteloise, c'est le SFFN aidé par les pêcheurs qui se chargera des inventaires ; pour le canton du Jura, l'ENV donnera mandat à la Fédération des pêcheurs de pratiquer les pêches et mesures. Aquarius aura pour tâche d'exploiter de manière uniforme les données recueillies par ces différentes instances, c'est pourquoi ces dernières devront respecter les exigences du présent cahier des charges.

## 2. STATIONS DE PÊCHES

Le choix des deux stations « neuchâteloises » et trois stations « jurassiennes » a été effectué en tenant compte d'inventaires piscicoles préexistants, de la pêchabilité du cours d'eau et des possibilités d'accès. Il conviendra toutefois de définir in situ la localisation précise des stations, les linéaires à pêcher et de documenter ces éléments pour les inventaires ultérieurs.

### Stations neuchâteloises :

N°	Nom	Coordonnées aval/amont	Linéaire pêché
N1	Tronçon court-circuité amont de l'UE du Châtelot		À définir
N2	Aval restitution Châtelot – Les Graviers		À définir

Remarque : la station du TCC devra être choisie le plus en amont possible de la restitution pour éviter au maximum de subir l'influence du tronçon soumis à éclusées. En ce sens, la station retenue par l'ONEMA « aplomb chez Némorin » serait idéale, elle permettrait également de comparer les inventaires piscicoles entre les différentes instances.

### Stations jurassiennes :

N°	Nom	Coordonnées aval/amont	Linéaire pêché
J1	Montmelon-Tariche, les Rosés	576000/241800	200 m
J2	Saint-Ursanne, réserve pont Néponucème	578750/246125	256 m
J3	Ocourt, amont pont du village	572625/244450	283 m

### 3. PÉRIODE D'ÉCHANTILLONNAGE

La période d'échantillonnage doit se situer entre début septembre et mi-octobre. Les pêches se dérouleront en dehors des périodes hydrologiques non favorables (hautes eaux, crue, étiage sévère etc.) et si possible au minimum 5 jours après une crue. L'eau ne doit pas être turbide et les conditions de visibilités optimales.

### 4. MÉTHODE D'ÉCHANTILLONNAGE

Le but de la méthode d'échantillonnage vise à connaître :

- > La richesse en espèces,
- > la structure des peuplements,
- > les abondances numériques et pondérales.

Pour ce faire, le procédé d'échantillonnage devra être réalisé selon les critères présentés aux chapitres 4.1 à 4.5.

Il est essentiel que l'effort d'échantillonnage appliqué soit reproductible et comparable à ceux qui devraient être appliqués dans le futur.

#### 4.1 Description de l'habitat piscicole

Un inventaire préalable simplifié des différents tronçons pêchés sera effectué selon le formulaire « MILIEU » annexé. Un dossier photo exhaustif devra être réalisé afin d'accompagner ce formulaire.

Cet inventaire permettra également de planifier le plan de pêche ainsi que d'apporter des précisions concernant l'efficacité de la pêche (il est possible par exemple que certains secteurs soient trop profonds pour être échantillonnés correctement).

Ces éléments permettront, le cas échéant, d'apprécier lors des pêches ultérieures si l'habitat s'est modifié. Le cas échéant, la cartographie sera remise à jour.

#### 4.2 Protocole d'échantillonnage

Les pêches à l'électricité seront réalisées selon le protocole usuellement pratiqué lors d'une exploitation des résultats selon la méthode statistique de capture/recapture décrite par De Lury (pêche par épuisement). Les pêches sont effectuées à l'aide d'une anode par 4 à 5 m de largeur de cours d'eau, chaque anode sera accompagnée d'un, voire de deux porteurs de filoches qui aideront également à la tenue du câble. Si l'effectif est suffisant, en sus des deux porteurs de filoches, un responsable de câble sera attribué à chaque anode. Le porteur d'anode est responsable et gère ses aides.

Un nombre suffisant de personnes dédiées aux navettes sera prévu. Le cas échéant, les teneurs de câbles et porteurs de filoches assureront les navettes.

Dans la pratique, il est souhaitable de ne devoir effectuer que deux passages successifs, c'est pourquoi le premier passage sera effectué de la manière la plus efficace et exhaustive possible. Les poissons sont prélevés entre chaque pêche, conservés, anesthésiés pour biométrie et réanimés avant d'être remis à l'eau une fois tous les passages terminés.

L'effort de pêche et la recherche des poissons ne doit pas se porter exclusivement à des espèces patrimoniales telles que la truite et l'ombre de rivière, une attention identique sera portée à toutes les espèces.

Tous les habitats seront prospectés.

Idéalement, un filet barrage sera mis en place en travers de la rivière à l'amont de la station. Si cela n'est techniquement pas possible, on choisira comme limite amont un secteur peu franchissable de façon à limiter l'exode de poissons.

### 4.3 Biométrie

Les poissons seront conservés dans des conditions optimales lors des opérations de biométrie et de stabulation inter et intra passages. Ils seront anesthésiés avant manipulation biométrique et réanimés rapidement.

Il s'agira de recueillir les données suivantes, dans l'objectif de décrire la structure de classes d'âge des espèces présentes : Longueur totale (précision de 0.5 cm) et poids avec précision à 1g. Les blessures, traces de maladie, etc. seront décrites. Le maximum d'informations possible du formulaire « POISSON » annexé seront fournies.

Une attention toute particulière sera portée aux juvéniles avec, le cas échéant, une détermination des espèces au laboratoire sous binoculaire.

Afin de limiter au maximum le temps des pêches, la biométrie débutera dès les premiers poissons capturés. Selon la quantité attendue de poissons, deux ou trois postes de biométrie sont requis, chacun comprenant au minimum un opérateur et un secrétaire.

### 4.4 Expérience des participants

Les personnes réalisant la pêche à l'électricité doivent être expérimentées et pouvoir démontrer une efficacité reconnue à la pratique de cet exercice ainsi qu'à la détermination des espèces piscicoles.

Les opérateurs doivent être équipés des outils de pêche adéquats et agréés (génératrice, anodes, filets, cuissardes, gants isolants, lunettes polarisantes, oxygène, etc.)

L'attention est attirée :

- > d'une part, sur le fait qu'une prospection méticuleuse limitant les risques de fuite est indispensable ;
- > d'autre part, que les modalités de pêche devront pouvoir être « reproduites » dans le futur.



## 4.5 Sécurité et autorisations

Les autorisations de pêche à l'électricité devront être obtenues et demandées suffisamment tôt. Les règles de sécurité pour la réalisation de pêches à l'électricité devront être respectées, elles sont de la responsabilité du SFFN pour Neuchâtel et de la Fédération des pêcheurs jurassiens pour le canton du Jura. Ces deux instances prendront notamment contact avec la société des forces motrices du Châtelot pour s'assurer qu'aucune augmentation de débit ne surviendra lors des pêches.

## 5. RÉSULTATS

Les résultats bruts des campagnes de pêche seront livrés sur papier; ils comprendront l'ensemble des informations demandées sur les questionnaires « MILIEU » et « POISSON » annexés.

Annexes : - Formulaire MILIEU  
- Formulaire POISSON

- *Concerne le tronçon soumis à inventaire sensu stricto, la présence d'éléments particuliers tels que seuils, rejets, etc.. peut faire l'objet de commentaires dans le champ « Remarques générales » tout au bas du formulaire ainsi qu'au verso*
- *Une documentation photographique exhaustive est recommandée*
- *Plusieurs cases du même champ peuvent être cochées*

Canton :	Date :	Point de départ aval (X/Y)
Station :	Altitude : m	Point d'arrivée amont (X/Y)
		Opérateur :

Informations générales		Cochez ce qui convient <input checked="" type="checkbox"/>
Largeur moyenne [m]	m	Longueur du tronçon pêché en [m]
Profondeur moyenne [m]	m	Débit [m <sup>3</sup> /s]
Visibilité & conditions de pêche		Météo

Evaluation : écomorphologie <input checked="" type="checkbox"/>		Evaluation : aspect général <input checked="" type="checkbox"/>	
Mise sous terre	oui <input type="checkbox"/> non <input type="checkbox"/>	Boue	présence cause
Variabilité de la largeur du lit	prononcée <input type="checkbox"/> moyenne <input type="checkbox"/> nulle <input type="checkbox"/>	non <input type="checkbox"/> naturelle <input type="checkbox"/> peu/moyen <input type="checkbox"/> artificielle <input type="checkbox"/> forte <input type="checkbox"/> inconnue <input type="checkbox"/>	chutes de feuilles ++ <input type="checkbox"/> déversement <input type="checkbox"/> purin <input type="checkbox"/>
Aménagement du fond du lit	nul <input type="checkbox"/> important 30-60% <input type="checkbox"/> localisé < 10% <input type="checkbox"/> prépondérant >60% <input type="checkbox"/> moyen 10-30% <input type="checkbox"/> total 100% <input type="checkbox"/>	non <input type="checkbox"/> naturelle <input type="checkbox"/> peu/moyen <input type="checkbox"/> artificielle <input type="checkbox"/> forte <input type="checkbox"/> inconnue <input type="checkbox"/>	déversement <input type="checkbox"/> chantier <input type="checkbox"/> centrale hydroélect. <input type="checkbox"/> érosion des rives <input type="checkbox"/>
Variabilité de la profondeur % de secteurs de profondeur	prononcée <input type="checkbox"/> moyenne <input type="checkbox"/> nulle <input type="checkbox"/> < 40 cm % 40 à 80 cm % 80 cm à 120 cm % >120 cm %	non <input type="checkbox"/> naturelle <input type="checkbox"/> peu/moyen <input type="checkbox"/> artificielle <input type="checkbox"/> forte <input type="checkbox"/> inconnue <input type="checkbox"/>	marais <input type="checkbox"/> lac <input type="checkbox"/> glacier <input type="checkbox"/> torrent <input type="checkbox"/>
Matériaux de l'aménagement du fond du lit	pierres natur. <input type="checkbox"/> imperméable <input type="checkbox"/> bois <input type="checkbox"/> autres (imperm.) <input type="checkbox"/> briques béton <input type="checkbox"/>	non <input type="checkbox"/> naturelle <input type="checkbox"/> peu/moyen <input type="checkbox"/> artificielle <input type="checkbox"/> forte <input type="checkbox"/> inconnue <input type="checkbox"/>	colorant dissout <input type="checkbox"/> colorant particulaire <input type="checkbox"/>
Renforcement du pied de berge :	gauche droite nul <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> localisé < 10% <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> moyen 10-30% <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> important 30-60% <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Prépondérant > 60% <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> total 100% <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	non <input type="checkbox"/> naturelle <input type="checkbox"/> peu/moyen <input type="checkbox"/> artificielle <input type="checkbox"/> forte <input type="checkbox"/> inconnue <input type="checkbox"/>	chutes de feuilles ++ <input type="checkbox"/> déversement <input type="checkbox"/> purin <input type="checkbox"/>
Perméabilité du renforcement de pied de berge :	gauche droite perméable <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> imperméable <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	non <input type="checkbox"/> naturelle <input type="checkbox"/> peu/moyen <input type="checkbox"/> artificielle <input type="checkbox"/> forte <input type="checkbox"/> inconnue <input type="checkbox"/>	déversement <input type="checkbox"/> produit de nettoyage <input type="checkbox"/> purin <input type="checkbox"/>
Largeur des rives en [m] :	gauche droite m m	non <input type="checkbox"/> naturelle <input type="checkbox"/> peu/moyen < 25% <input type="checkbox"/> artificielle <input type="checkbox"/> beaucoup > 25% <input type="checkbox"/> inconnue <input type="checkbox"/>	chutes de feuilles ++ <input type="checkbox"/> déversement <input type="checkbox"/>
Nature des rives :	gauche droite typique d'un cours d'eau <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> atypique d'un cours d'eau <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> artificielle <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	non <input type="checkbox"/> naturelle <input type="checkbox"/> peu/moyen <input type="checkbox"/> artificielle <input type="checkbox"/> forte <input type="checkbox"/> inconnue <input type="checkbox"/>	chutes de feuilles ++ <input type="checkbox"/> déversement <input type="checkbox"/>
Seuil :	présent <input type="checkbox"/> absent <input type="checkbox"/> Type de seuil inconnu <input type="checkbox"/> naturel <input type="checkbox"/> artificiel <input type="checkbox"/> Matériaux naturel <input type="checkbox"/> rocher/blocs de rocher <input type="checkbox"/> bois <input type="checkbox"/> béton/pavage de pierres <input type="checkbox"/>	non <input type="checkbox"/> naturelle <input type="checkbox"/> peu/moyen <input type="checkbox"/> artificielle <input type="checkbox"/> forte <input type="checkbox"/> inconnue <input type="checkbox"/>	chutes de feuilles ++ <input type="checkbox"/> déversement <input type="checkbox"/>
Hauteur	hauteur en [m] : m	non <input type="checkbox"/> naturelle <input type="checkbox"/> peu/moyen <input type="checkbox"/> artificielle <input type="checkbox"/> forte <input type="checkbox"/> inconnue <input type="checkbox"/>	chutes de feuilles ++ <input type="checkbox"/> déversement <input type="checkbox"/>
Ouvrage :	présent <input type="checkbox"/> absent <input type="checkbox"/>	non <input type="checkbox"/> naturelle <input type="checkbox"/> peu/moyen <input type="checkbox"/> artificielle <input type="checkbox"/> forte <input type="checkbox"/> inconnue <input type="checkbox"/>	chutes de feuilles ++ <input type="checkbox"/> déversement <input type="checkbox"/>
Matériel	inconnu <input type="checkbox"/> échelle à poissons <input type="checkbox"/> rampe très rugueuse, disjointe <input type="checkbox"/> barrière à sédiments <input type="checkbox"/> rampe unie, peu rugueuse <input type="checkbox"/> écluse <input type="checkbox"/> digue - réservoir <input type="checkbox"/> passage en tuyau <input type="checkbox"/> déversoir latéral <input type="checkbox"/> pont <input type="checkbox"/> prise tyrolienne <input type="checkbox"/> prélèvement latéral <input type="checkbox"/> barrage <input type="checkbox"/> gué <input type="checkbox"/>	non <input type="checkbox"/> naturelle <input type="checkbox"/> peu <input type="checkbox"/> artificielle <input type="checkbox"/> moyen/beaucoup <input type="checkbox"/> inconnue <input type="checkbox"/>	chute de feuilles ++ <input type="checkbox"/> déversement <input type="checkbox"/>
Hauteur	hauteur en [m] : m	non <input type="checkbox"/> naturelle <input type="checkbox"/> peu <input type="checkbox"/> artificielle <input type="checkbox"/> moyen/beaucoup <input type="checkbox"/> inconnue <input type="checkbox"/>	chute de feuilles ++ <input type="checkbox"/> déversement <input type="checkbox"/>
REMARQUES GENERALES :		Végétation	Peu < 10% moyen Beaucoup > 50%
		algues <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		mousses <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		macrophytes <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



**CANTON :**

**STATION :**

**PASSAGE :**

**DATE :**

**OPERATEUR :**



Espèce <small>premier individu = nom complet puis abbréviation</small>	Longueur <small>cm</small>	Poids <small>g</small>	Sexe <small>si évident</small>	Remarque <small>p. ex blessure, champignon, malformation, etc..</small>
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				

SCALIMETRIE

CANTON :

DATE :

STATION :

OPERATEUR :

BOITE N°

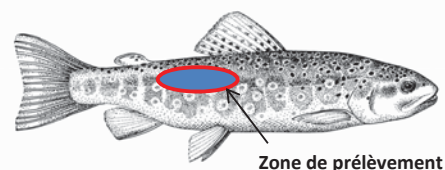


Mode opératoire

Numéroter la boîte jaune contenant les tubes en verre destinés à contenir les écailles. Indiquer le nom de la station (N1, N2, J1, J2 ou J3), le numéro de la boîte et la date, par exemple **J1 - 1 / 24.09.11**.

Les prélèvements sont à effectuer sur 24 truites fario de longueur supérieure à 20 cm par station, correspondant à deux boîtes jaunes.

Au moyen d'un couteau, racler fermement mais délicatement le flanc du poisson anesthésié dans le sens de sa longueur de façon à détacher un maximum d'écailles tout en veillant à ne pas couper la chair. Recouvrir ensuite le lieu de prélèvement avec du mucus en caressant le poisson avec le doigt.



Placer ensuite les écailles dans un des tubes en verre contenus dans la boîte jaune. L'ordre des 12 tubes correspondant à la numérotation du formulaire part de gauche à droite en regardant l'étiquette. Remplir ensuite le tube d'alcool aux deux tiers et placer un bouchon. Prendre garde à ne pas mélanger les tubes, refermer la boîte jaune au terme des prélèvements.



Tube n°	Espèce Longueur > 20 cm	Longueur cm	Poids g	Sexe si évident	Remarque p. ex blessure, champignon, malformation, etc..
1	Truite fario				
2	Truite fario				
3	Truite fario				
4	Truite fario				
5	Truite fario				
6	Truite fario				
7	Truite fario				
8	Truite fario				
9	Truite fario				
10	Truite fario				
11	Truite fario				
12	Truite fario				

# Annexe AQ-5

**Service de la consommation et des affaires vétérinaires (SCAV) : Rapport d'analyse en  
toxines liées à des proliférations potentielles de cyanobactéries**



Genève, le 11 juillet 2011 / ec

RAPPORT D'ANALYSE 01 SE N° AN-11/20374

Dénomination spécifique : Etendues d'eau  
 Désignation : Eau de rivière  
 Marque / nom de fantaisie :  
 Origine : Lot : Datage :  
 Mode de production / label : Température :  
 Echantillon déposé le : 08.07.2011  
 Par : SERVICE DE L'ENERGIE ET DE L'ENVIRONNEMENT SENE - Rue du Tombet 24 - CH-2034 PESEUX -  
 Fax 032/889.62.63  
 Fournisseur :  
 Producteur / importateur :

	Résultat / Qté	Inc.	V. Tol.	V. Lim.	LQ	Unité
<b>Recherche de toxines</b>						
<i>Microcystines eaux UPLC-TOF</i>						
Microcystine LA	= Non décelée				0.1	
Microcystine LR	= Non décelée				0.1	
Microcystine RR	= Non décelée				0.1	
Microcystine YR	= Non décelée				0.1	

(Qté = Quantité; Inc. = Incertitude; V. Tol. = Valeur de tolérance; V. Lim. = Valeur limite; LQ = Limite de quantification)

Une recherche complémentaire d'Anatoxine et d'Homoanatoxine a été réalisée par UPLC-TOF (en fonction de leur masse moléculaire) : l'Anatoxine et l'Homoanatoxine n'ont pas été détectées.

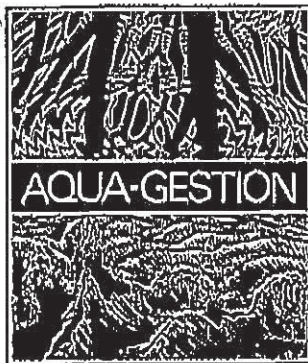
L'ECHANTILLON EST CONFORME POUR LES PARAMETRES ANALYSES

*Echantillon eau brute (avant traitement) prise d'eau ussire du  
 Chatelet - crépine dans le lac de Moron. I. Rüttig*

Frais d'analyse	Fr.	264.00	Montant brut
	Fr.	21.10	TVA 8 %
	Fr.	285.10	Montant net

LE CHIMISTE CANTONAL

Le présent rapport ne concerne que l'échantillon soumis à l'analyse. Des précisions quant aux méthodes d'analyse utilisées peuvent être obtenues sur demande. Ce rapport ne peut être reproduit partiellement ou totalement qu'avec l'approbation écrite du service de la consommation et des affaires vétérinaires.



PHILIPPE COMBROUZE  
Ingénieur conseil en Hydrobiologie Ichtyologie

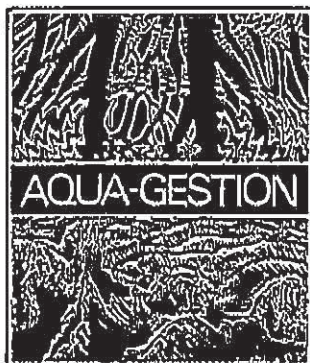
**LIEU DE SURVEILLANCE : LE DOUBS - Rivière Le Doubs Goumois Bourrassin**

Lieu de prélèvement :	Le Doubs Goumois Bourrassin	
Type de prélèvement :	Eau brute	
Date de récolte :	4-janv.-11	
Date de réception au laboratoire :	6-janv.-11	
Date d'analyse :	7-janv.-11	
Envoi pour toxine (oui/non) :		
Toxines "NOM" (en µg/l) :		
Toxines "NOM" (en µg/l) :		
Total phytoplancton hors Cyano (en cellules/ml) :	68	
Total Cyanobactéries (en cellules/ml) :	0	
Majoritaire en nombre ou non (oui/non) :		
Majoritaire en biovolume ou non (oui/non) :		
	Dénombrement des colonies ou filaments /ml	Concentration cellules/ml
Détail des Cyanobactéries :		

Philippe COMBROUZE

S.A. AQUA GESTION  
au capital de 45 734,71 €

Siège social :  
Veyrieras  
87130 Neuville-Entler  
Tél. 05 55 69 28 28  
Fax 05 55 69 28 27



**PHILIPPE COMBROUZE**  
*Ingénieur conseil en Hydrobiologie Ichtyologie*

**LIEU DE SURVEILLANCE : LE DOUBS - Rivière Le Doubs Goumois Bourrassin**

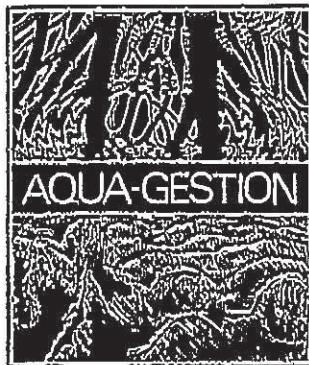
Lieu de prélèvement :	Le Doubs Goumois Bourrassin	
Type de prélèvement :	Bryophytes	
Date de récolte :	4-janv.-11	
Date de réception au laboratoire :	6-janv.-11	
Date d'analyse :	7-janv.-11	
Envoi pour toxine (oui/non) :		
Toxines "NOM" (en µg/l) :		
Toxines "NOM" (en µg/l) :		
Total phytoplancton hors Cyano (en cellules/ml) :	>780 000	
Total Cyanobactéries (en cellules/ml) :	148 300	
Majoritaire en nombre ou non (oui/non) :	non	
Majoritaire en biovolume ou non (oui/non) :	non	
	Dénombrement des colonies ou filaments /ml	Concentration cellules/ml
Détail des Cyanobactéries :		
Oscillatoria sp	1 783	148 300

**Philippe COMBROUZE**

**S.A. AQUA GESTION**  
 au capital de 45 734,71 €

Siège social :  
 Veyrieras  
 87130 Neuvic-Entier  
 Tél. 05 55 69 28 28  
 Fax 05 55 69 28 27





PHILIPPE COMBROUZE  
Ingénieur conseil en Hydrobiologie Ichtyologie

**LIEU DE SURVEILLANCE : LE DOUBS - Rivière Le Doubs Goumois Bourrassin**

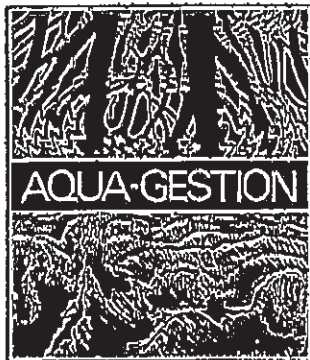
Lieu de prélèvement :	Le Doubs Goumois Bourrassin	
Type de prélèvement :	Sédiments Galets	
Date de récolte :	4-janv.-11	
Date de réception au laboratoire :	6-janv.-11	
Date d'analyse :	7-janv.-11	
Envoi pour toxine (oui/non) :		
Toxines "NOM" (en µg/l) :		
Toxines "NOM" (en µg/l) :		
Total phytoplancton hors Cyano (en cellules/ml) :	430 000	
Total Cyanobactéries (en cellules/ml) :	47 855	
Majoritaire en nombre ou non (oui/non) :	non	
Majoritaire en biovolume ou non (oui/non) :	non	
	Dénombrement des colonies ou filaments /ml	Concentration cellules/ml
Détail des Cyanobactéries :		
Oscillatoria sp	690	47 855

Philippe COMBROUZE

**S.A. AQUA GESTION**

au capital de 45 734,71 €

Siège social :  
Veyrieras  
87130 Neuville-Entier  
Tél. 05 55 69 28 28  
Fax 05 55 69 28 27



PHILIPPE COMBROUZE  
*Ingénieur conseil en Hydrobiologie Ichtyologie*

### Commentaires

L'analyse réalisée le 4 janvier 2011 sur le Doubs franco-suisse à Goumois (Bourrassin) montre la présence significative de Cyanobactéries benthiques, genre *Oscillatoria*.

Cette population est cependant très loin d'être majoritaire parmi les nombreuses microalgues présentes, à dominante de Diatomées et de Chlorophycées filamenteuses.

Ces Cyanobactéries représentent en effet de l'ordre de 5 à 8 % de la biomasse totale, ce qui n'est pas négligeable en termes d'indicateur de pollution eutrophe.

En conséquence par rapport aux mortalités piscicoles signalées, soit il existe des zones de production de Cyanobactéries benthiques où leur biomasse est beaucoup plus élevée, mais qui n'ont pas été mises en évidence lors de cet échantillonnage unique et, dans ces conditions, leur implication devient une hypothèse sérieuse ; soit la biomasse relevée correspond à celle produite sur ce tronçon de rivière et, en ce cas, il est probable qu'il faille rechercher une autre origine à cet épisode de mortalité.

En l'état actuel des données, je regrette de ne pouvoir être en mesure de privilégier l'une ou l'autre de ces options.

Fait à Neuvic-Entier,

Le 19 janvier 2011

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'P. Combrouze', written over a horizontal line.

Philippe Combrouze

**S.A. AQUA GESTION**  
au capital de 45 734,71 €

Siège social :  
Veyrieras  
87130 Neuvic-Entier  
Tél. 05 55 69 28 28  
Fax 05 55 69 28 27

## Annexe AQ-6

**Surmortalité de truites dans le Doubs frontière: Investigations du FIWI effectuées sur un échantillon de truites du Doubs en janvier 2011. Rapport final**



Heike Schmidt-Posthaus, Dr med vet., Dipl ECVP, Zentrum für Fisch- und Wildtiermedizin,  
Institut für Tierpathologie, Länggassstrasse 122, Postfach 8466, CH-3001 Bern

**UNIVERSITÄT  
BERN**

Vetsuisse-Fakultät Universität Bern  
**Zentrum für Fisch- und  
Wildtiermedizin**  
**Institut für Tierpathologie**

Berne, septembre 2011

## **Surmortalité de truites dans le Doubs frontière: Investigations du FIWI effectuées sur un échantillon de truites du Doubs en janvier 2011 Rapport final**

Traduction OFEV

### **Point de départ**

Les premières observations de mortalités aiguës du poisson dans le Doubs ont été signalées en mai 2010 déjà. Les poissons mourants étaient recouverts par des champignons. Aucune cause à l'origine de cette mycose ainsi que de la forte mortalité des poissons n'a pu être identifiée. La situation s'est progressivement améliorée pendant le courant de l'automne 2010. Dès le mois de novembre 2010, une mortalité massive du poisson s'est à nouveau manifestée. L'office fédéral de l'environnement (OFEV), d'entente avec les services cantonaux de la pêche des cantons du Jura et de Neuchâtel, a décidé de lancer une campagne d'échantillonnage systématique couvrant plusieurs secteurs du Doubs. Le centre de compétence des maladies du poisson de l'université de Berne (FIWI) a été mandaté pour pratiquer les analyses. Sur chaque site échantillonné, des poissons malades (atteints) et non malades (sains) ont été prélevés pour analyse.

## Matériel et procédure

En date du **20.01.2011**, 5 truites saines et 5 truites atteintes, toutes capturées à l'électricité sur un secteur en amont de **Tariche** (à proximité de St. Ursanne), ont été livrées vivantes au FIWI.

En date du **24.01.2011**, 8 poissons apparemment sains et 6 poissons atteints en provenance de **Goumois** (frontière entre le canton du JU et la France à environ 3 km à l'ouest de Saignelégier) ont été livrés vivants au FIWI.

En date du **25.01.2011**, 5 truites apparemment saines et provenant du **Canal de Fuite de l'Usine de Châtelot** (canton NE) ont été livrées vivantes au FIWI. Aucun poisson atteint originaire de ce secteur n'a été livré au FIWI.

Tous les poissons ont été individuellement mis à mort et analysés. La taille de chaque poisson a été mesurée.

Pour diagnostiquer les parasites externes, des prélèvements de peau et de branchie ont été réalisés et observés au microscope.

Les poissons ont été ouverts afin d'identifier d'éventuelles modifications des organes internes.

Des échantillons de rein, de rate, de foie ainsi que de peau (prélevée aux endroits atteints) ont fait l'objet d'analyses bactériologiques (étalement sur une plaque d'agar de sang). Les plaques ont été incubées pendant 72 heures à 22°C et contrôlées journalièrement afin de déceler une croissance bactérienne. En cas de croissance constatée, les bactéries ont été identifiées par le système d'identification bactérienne API et, dans chaque cas, une coloration de Gram a été effectuée.

Par ailleurs, l'intestin des poissons a été ouvert et un prélèvement du contenu intestinal a été observé au microscope afin de rechercher des parasites. Des modifications des organes internes ont également été recherchées à l'aide du microscope.

Des échantillons de peau (avec et sans atteinte), de branchie, de foie, de rate, de rein et d'intestin ont été stockés dans la formaline (10 %). Le jour suivant, ces échantillons ont été utilisés pour une investigation histologique.

Pour la virologie, des échantillons de rate, de cœur, de caecum pylorique et de rein ont été prélevés et regroupés (1. contrôle sains et 2. poissons atteints); ces échantillons ont été immergés pendant une nuit dans une solution d'antibiotiques et placés en cultures cellulaires. Ces dernières ont été contrôlées journalièrement (croissance de virus). Après 7 jours, les cellules ont été sub-cultivées et à nouveau contrôlées journalièrement pendant 7 jours.

Compte tenu des résultats histologiques des poissons du site de Goumois, des tissus tégumentaires et musculaires atteints par les hyphes du champignon ont été montés sur bloc de paraffine et envoyés au CEFAS à Weymouth (GB) pour identification de l'agent pathogène. Un deuxième échantillon des mêmes blocs de paraffine a été envoyé à Klagenfurt (Autriche: "*Landesanstalt für veterinärmedizinische Untersuchungen*") pour un "*second opinion*".

## Résultats

**20.01.2011, Tariche:** les 5 poissons de contrôle ne présentait aucune particularité macroscopique. Quelques parasites (*Gyrodactylus* sp., *Costia* sp. et sessiles) ont été observés sur la peau et les branchies mais dans une proportion considérée comme normale pour des poissons sauvages. Aucune affection bactérienne, virale ou histologique n'a été constatée.

Chez 4 des 5 poissons atteints, de fortes érosions et ulcérations cutanées ont été constatées sur différentes parties du corps, mais essentiellement dans la région céphalique. Ces altérations cutanées étaient causées par des mycoses d'ampleur variable. Les investigations histologiques ont montré que les hyphes du champignon demeuraient localisés en superficie, c'est-à-dire que l'épiderme du poisson était remplacé par du matériel cellulaire mort et par les hyphes du champignon. Les zones cutanées plus profondes ainsi que la musculature n'étaient pas atteintes et les hyphes du champignon y étaient absents.

En plus de parasites (sur la peau et les branchies), dont la présence a également été observée chez les poissons contrôles, des parasites internes comme *Raphidascaris acus* (larve de nématode) ont été constatés dans l'intestin ainsi que des myxosporidies dans la vésicule biliaire. Dans 2 individus, les larves de nématodes avaient effectué une migration à travers la paroi intestinale jusqu'aux tissus graisseux péri-viscéraux et avaient induits une modification de l'intestin, une inflammation granulomateuse ainsi que des nécroses. Ces phénomènes sont connus et s'observent de manière occasionnelle chez la truite. La cause ayant induit la migration des larves de nématode à travers la paroi intestinale demeure non résolue; probablement peut-elle s'expliquer partiellement par un affaiblissement du poisson.

Aucune bactérie et aucun virus n'a pu être isolé à partir des 5 poissons investigués.

**24.01.2011, Goumois:** là encore tous les poissons contrôles ne présentaient aucune particularité macroscopique. Les analyses parasitologiques ont mis en évidence la présence de quelques *Gyrodactylus* sp et *Dermocystidium* sp. sur la peau et les branchies. La présence de *Cystidicola farionis* et de *Pomphorhynchus* sp. dans la vessie gazeuse a été observée ainsi que d'acantocéphales dans l'intestin. Le taux d'infestation constaté peut toutefois être considéré comme normal pour des individus sauvages. Chez un individu, une flore bactérienne mixte a été constatée mais probablement sans aucun impact sur l'état de santé du poisson. Pour le reste aucune pathologie d'origine bactérienne, virale ou aucune altération histologique n'a pu être identifiée.

Chez les poissons atteints provenant de Goumois, les mycoses étaient particulièrement développées. 3 des 6 poissons analysés montraient des taux de couverture élevé du champignon, atteignant de grandes parties du corps. Un poisson présentait une ulcération de la nageoire ventrale. Du point de vue histologique, les hyphes du champignon s'étendaient plus en profondeur que dans le cas des poissons de Tariche. En général, des nécroses et des réactions inflammatoires étaient visibles dans la peau et jusque dans la musculature sous-jacente. Chez un poisson, les hyphes s'accompagnaient de nécroses et d'inflammations granulomateuses jusque dans le péritoine et le foie.

L'analyse parasitologique était similaire à celle des poissons contrôles, ce qui semble démontrer que, en l'occurrence, les parasites n'avaient aucune conséquence clinique. Chez un individu (qui par ailleurs ne montrait aucune infestation importante du champignon), des traces de migration des larves de nématodes *Raphidascaris acus* à travers la paroi intestinale ont été constatées, accompagnées de fortes réactions inflammatoires et de nécroses.

Les analyses bactériologiques et virologiques n'ont donné aucun résultat à l'exception d'un individu pour lequel une infection par *Aeromonas sobria* a été diagnostiquée; il s'agit probablement d'une découverte annexe, *Aeromonas sobria* étant considérée comme ubiquiste, fréquemment observée dans l'eau.

**25.01.2011, Canal de Fuite de l'Usine de Châtelot:** tous les poissons de ce site ne présentaient aucune particularité macroscopique. L'analyse parasitologique a montré la présence de quelques *Gyrodactylus* sp., *Dermocystidium* sp., *Trichodina* sp. et de sessiles sur la peau et les branchies. *Cystidicola farionis* a également été observée dans la vessie gazeuse et quelques vers à tête épineuse (*Metechinorhynchus* sp.) dans l'intestin. Ce taux d'infestation doit également être

considéré comme normal pour des truites sauvages. Aucune affection d'ordre bactérien, viral ou histologique n'a été constatée.

Les analyses PCR avec séquençage effectuées au CEFAS (Angleterre) ont identifié une séquence de l'oomycète *Saprolegnia parasitica*. Les investigations effectuées à Klagenfurt (second opinion) ont également identifié une séquence de *Saprolegnia parasitica* ou *Saprolegnia salmonis*.

## Résumé

Aucune anomalie ou affection particulière n'a été constatée chez les poissons prélevés et considérés comme sains.

Chez les poissons atteints, la mycose était de loin la pathologie la plus spectaculaire. Alors que les poissons de Tariche n'étaient touchés qu'en surface, les truites de Goumois étaient infectées en profondeur par les hyphes, dans un cas ces derniers se prolongeant jusque dans la musculature ventrale avec des adhérences dans le foie. L'agent pathogène à l'origine de cette infection a été identifié par deux laboratoires indépendants comme l'oomycète *Saprolegnia parasitica* ou *Saprolegnia salmonis*.

L'oomycète *Saprolegnia parasitica* et ses espèces apparentées de la classe des Saprolegniomycetidae touchent plusieurs espèces de poissons, d'amphibiens et de crustacés et ce aussi bien en aquaculture que dans le milieu naturel (Philipps *et al.*, 2008). *Saprolegnia parasitica* a des conséquences économiques importantes, en particulier pour le poisson chat, le saumon et la truite arc-en-ciel. Cette maladie coûte annuellement des millions de dollars aux aquacultures, spécialement aux USA, en Ecosse, en Scandinavie, au Chili, au Japon et au Canada (Hussein & Hatai, 2002). Les espèces de *Saprolegnia* sont également à l'origine de chutes de populations de poissons et d'amphibiens dans le milieu naturel (Aller-Gancedo & Fernandez-Diez, 1986, vanWest, 2006). Les espèces de *Saprolegnia* entraînent en général des infections tégumentaires superficielles dont la pathogenèse reste toutefois complexe et dont leur rôle exact dans le développement de la maladie est souvent peu clair. *Saprolegnia* a longtemps été considéré comme un agent secondaire apparaissant en général après un dommage traumatique du tégument, en cas de surpopulation, de mauvaise qualité des eaux ainsi que de maladie parasitaire, bactérienne ou virale. On suppose que la défense immunitaire du poisson est essentiellement assurée par les couches superficielles des muqueuses de la peau, par l'intégrité de l'épiderme et par la réponse cellulaire sous forme d'activité phagocytaire non spécifique des cellules immunes (Hodkinson & Hunter, 1970; Sohnle & Chusid, 1983; Wood *et al.*, 1986; Pickering, 1994). Une Saprolegniase primaire a été décrite pour la première fois par Hoshima & Ookubo



(1956) et Hoshima *et al.* (1960) dans un élevage d'anguille. Aujourd'hui, il est reconnu que *Saprolegnia* peut générer des pertes considérables de poissons en aquaculture. Cela concerne principalement les géniteurs femelles (Pickering & Willoughby, 1982; Noga, 1993, Bruno & Wood, 1999), fait confirmé suite au déclenchement clinique de la maladie après adjonction d'hormones sexuelles (Roth, 1972; Robertson *et al.*, 1963).

Dans le cas du Doubs, la maladie est apparue essentiellement pendant la période de fraie (ou juste après). Il reste à démontrer si, dans le cas du milieu naturel en question, des modifications de la défense immunitaire du poisson sont intervenues ou si la virulence de l'oomycète a augmenté. Dans ce contexte et afin de mieux cerner les mesures à prendre, les investigations du pathogène (en l'occurrence *Saprolegnia parasitica*) doivent être menées en relation directe avec les modifications intervenues dans l'environnement du poisson.

## Bibliographie

Aller-Gancedo, J.M. & Fernández-Díez, M. (1986). *Saprolegnia* infection in wild brown trout (*Salmo trutta*) in the rivers of León (Spain). *Z. Bakteriol Hygiene* 262: 17-18.

Bruno, D.W. & Wood, B.P. (1999). *Saprolegnia* and other Oomycetes. In: Woo PTK, Bruno DW (eds) *Fish diseases and disorders*, Vol 3: viral, bacterial and fungal infections. CABI Publishing, CAB International, Wallingford, p 599-659.

Hodkinson, M. & Hunter, A. (1970). Immune response of U.D.N.-infected salmon to *Saprolegnia*. *J Fish Biol* 2:305-311.

Hoshima, T. & Ookuba, M. (1956). On a fungi disease of eel. *J Tokyo Univ Fish* 42, 1-13.

Hoshina, T., Sano, T. & Sunayamo, M. (1960). Studies on the saprolegniasis of eel. *J Tokyo Univ Fish* 47, 59-79.

Hussein, M.M.A. & Hatai, K. (2002). Pathogenicity of *Saprolegnia* species associated with outbreaks of salmonid saprolegniosis in Japan. *Fisheries Science* 68: 1067-1072.

Noga, E.J. (1993). Water mold infections of freshwater fish: recent advances. *Ann Rev Fish Dis* 3: 291-304.

Phillips, A.J., Anderson, V.L., Robertson E.J., Secombes, C.J. & van West, P. (2008). New insights into animal pathogenic oomycetes. *Trends in Microbiology* 16, 13-19.

Pickering, A.D. & Willoughby, L.G. (1982). *Saprolegnia* infections of salmonid fish. In: Roberts RJ (ed) Microbial diseases of fish. Academic Press, London, p 271-297.

Pickering, A.D. (1994). Factors influencing the susceptibility of salmonid fish to saprolegniasis. In: Mueller GJ (ed) Salmon saprolegniosis. US Department of Energy, Bonneville Power Administration, Portland, OR, p 67-86.

Roth, R.R. (1972). Some factors contributing to the development of fungus infection in freshwater fish. *J Wild Dis* 8, 24-28.

Robertson ,O.H., Hane, S., Wexler, B.C. & Rinfret, A.R. (1963). The effect of hydrocortisone on immature rainbow trout. *Gen Comp Endocrinol* 3, 422-436.

Sohnle, P.G. & Chusid, M.J. (1983). Defence against infection with filamentous fungi in rainbow trout. *Comp Biochem Physiol A* 74: 71-76.

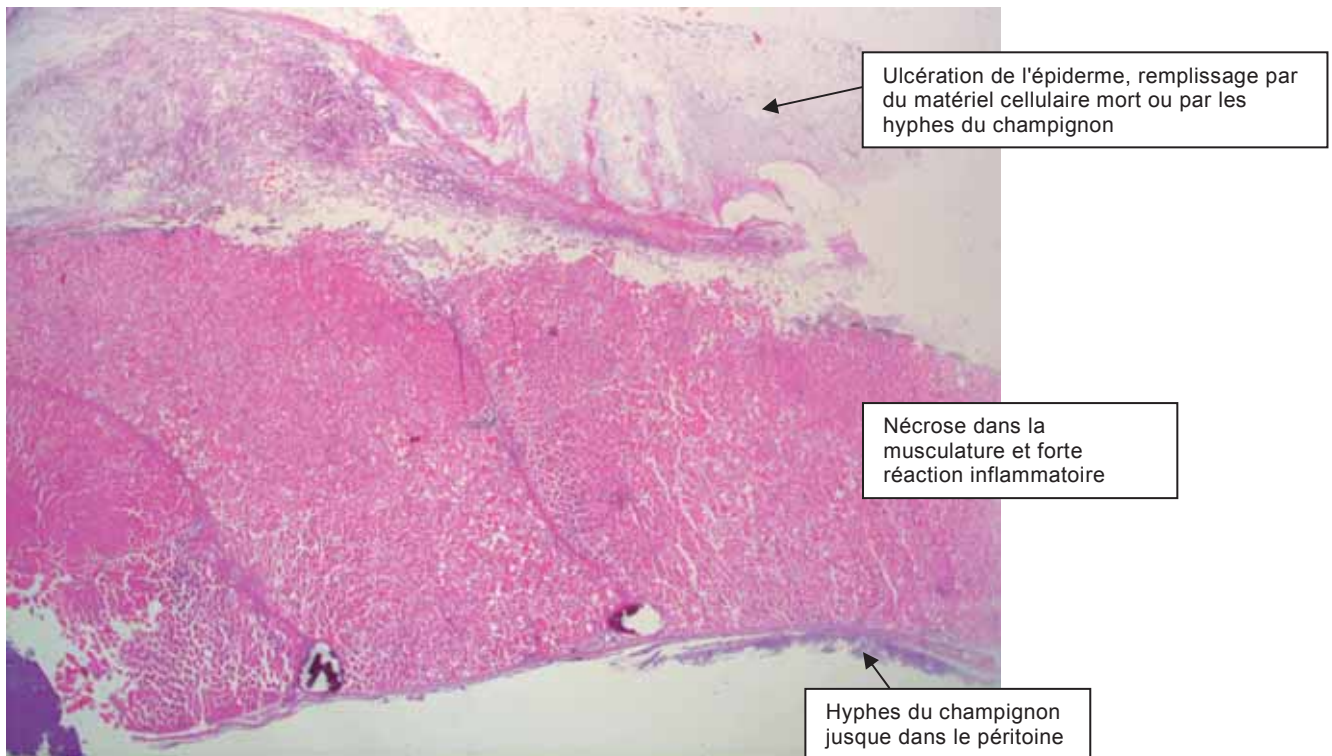
van West, P. (2006). *Saprolegnia parasitica*, an oomycete pathogen with a fishy appetite: new challenges for an old problem. *Mycologist* 20, 99-104.

Wood, S.W., Willoughby, L.G. & Beakes, G.W. (1986). Preliminary evidence for inhibition of *Saprolegnia* fungus in the mucus of brown trout, *Salmo trutta* L., following experimental challenge. *J Fish Dis* 9: 557-560.

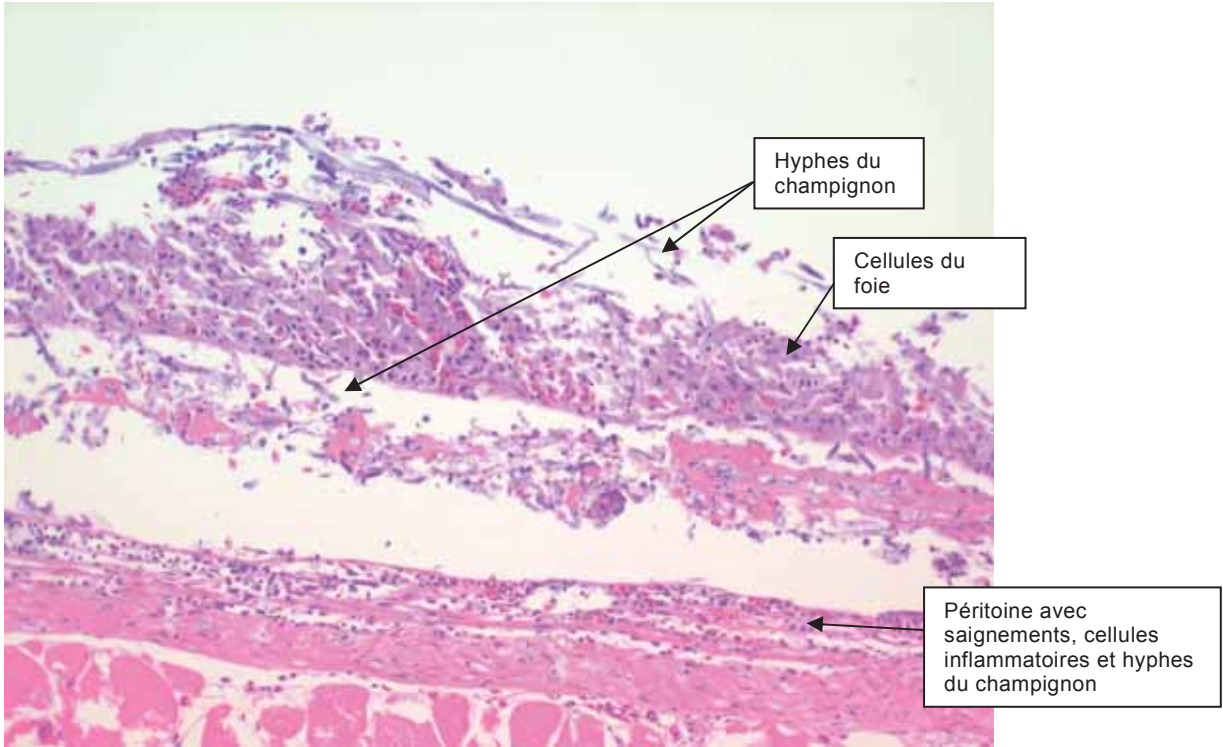
## Figures



Truite du Doubs du site de Tariche avec mycose importante sur la zone céphalique



Coupe histologique d'une truite atteinte en provenance du site de Goumois. Les couches superficielles de la peau sont remplacées par du matériel cellulaire mort, des hyphes du champignon et de quelques cellules inflammatoires. La musculature sous-jacente est nécrosée, les hyphes du champignon croissent à travers toutes les couches de la peau et de la musculature jusque dans le péritoine.



Vue rapprochée des hyphes du champignon dans le péritoine et le foie

# Annexe AQ-7

**Assessment of host range and genetic variation / clonality of *Saprolegnia* sp. pathogenic  
on the fish populations of the Doubs**

## Rapport de projet

---

# Clonalité de *Saprolegnia parasitica*, le parasite des poissons du Doubs

Extrait

Christophe Paul, Lassaâd Belbahri

2012

---

## Résumé

L'épizootie qui touche les poissons du Doubs et de la Loue depuis 2009 suscite de nombreuses inquiétudes mais n'a toujours pas été élucidée. Plus alarmant : en 2011, des poissons présentant des symptômes similaires ont été observés dans la Sorne, une rivière non connectée au Doubs. Des analyses préliminaires ont été réalisées sur une souche provenant d'un ombre malade du Doubs. Les résultats ont permis de pointer du doigt un oomycète appartenant au complexe d'espèces *Saprolegnia diclina/S. parasitica/S. salmonis* (ci-après *Saprolegnia parasitica s.l.*), dont certains représentants sont des pathogènes extrêmement virulents.

Afin d'en savoir plus, des prélèvements ont été réalisés dans les trois rivières. Une collection de souches de *Saprolegnia* spp. a été constituée, à partir de poissons malades mais également à partir d'échantillons d'eau de la rivière. Nous avons mis en place une stratégie en deux étapes. La première a consisté à vérifier l'identité du pathogène et à s'assurer qu'un seul et même pathogène s'attaque aux différentes espèces de poissons. L'identification s'est faite par séquençage des amplicons ITS-rARN and 18S-rARN. Dans la deuxième étape, nous nous sommes intéressés à la diversité génétique du pathogène afin d'en évaluer la clonalité. En d'autres termes, s'agit-il d'un pathogène résident ou introduit ? Nous avons opté pour une approche par MLST (« MultiLocus Sequence Typing »), une méthode moléculaire basée sur la comparaison de plusieurs gènes de ménage.

Les résultats sont clairs : la quasi-totalité des poissons malades échantillonnés (19/20) étaient infectés par *Saprolegnia parasitica s.l.*, que l'on considérera donc comme la souche pathogène. Il s'agit de la même souche dans les trois rivières, indiquant ainsi que *S. parasitica s.l.* s'est étendue à une rivière non connectée au Doubs. Nous avons pu identifier 3 espèces de poissons sensibles, appartenant à 2 familles différentes. L'analyse de la diversité génétique de cette souche (MLST) a mis en évidence son caractère clonal, suggérant ainsi une introduction récente dans la région. L'origine de cette souche et son vecteur restent à déterminer. Une autre population de *Saprolegnia* sp. a également été mise en évidence. Celle-ci n'a pas pu être reliée à une espèce connue. Elle semble peu virulente, n'ayant été détectée que sur un poisson malade, et sa variabilité génétique laisse penser qu'il s'agit d'une population résidente, établie dans la région depuis longtemps.

Pour la suite du travail, nous suggérons des mesures telles que la planification d'un échantillonnage à large échelle, la mise au point d'un test de détection spécifique, le séquençage complet du génome de *S. parasitica s.l.* ou encore l'identification de son vecteur d'introduction.



---

## 1. Introduction

### 1.1. Contexte

Depuis 2009, un taux de mortalité anormalement élevé est observé parmi les poissons du Doubs et de la Loue. Cette hécatombe frappe principalement les truites (*Salmo trutta*) et les ombres (*Thymallus thymallus*). Les individus touchés présentent tous des symptômes similaires : des taches blanchâtres (mycoses) sur différentes parties du corps (fig.1).

Des analyses préliminaires, réalisées à partir d'une lésion sur un ombre malade, ont pointé du doigt un oomycète du genre *Saprolegnia*. Ces analyses moléculaires, basées sur le séquençage de l'espaceur interne transcrit (ITS-rARN) indique que cette souche est étroitement apparentée au complexe d'espèces *S. diclina/S. parasitica/S. salmonis*. Ce groupe d'organisme compte dans ces rangs des souches particulièrement virulentes ; une étude précédente relate qu'en présence d'un nombre élevé de spores, les taux de mortalité de différents salmonidés (dont *Salmo trutta*) de 90 à 100%, selon la souche du pathogène et/ou l'espèce hôte (Hussein and Hatai 2002).



**Figure 1 :** Lésions de types mycoses sur différents poissons atteints de la maladie.

Dès 2009, l'épizootie touche le Doubs et la Loue, deux rivières connectées de l'arc jurassien. Mais en 2011 des poissons présentant les mêmes symptômes ont été observés dans la Sorne, une rivière totalement déconnectée du Doubs, suggérant ainsi une propagation de l'épizootie. Tout inquiétant qu'ils soient, ces résultats préliminaires étaient loin d'être suffisants pour asseoir le rôle prépondérant de *S. parasitica s.l.* dans cette épizootie. De plus il n'était pas encore clair si un seul et même pathogène s'attaquait aux différentes espèces de poissons ou si différents pathogènes étaient impliqués. D'où la nécessité d'une étude basée sur un échantillonnage aussi large que possible, comprenant des individus de différentes espèces de poissons touchés.

### 1.2. Objectifs

L'étude s'est divisée en deux parties principales, la première se concentrant sur l'identité du pathogène. Il s'agissait dans un premier temps de s'assurer que *Saprolegnia parasitica s.l.* était bien le pathogène principal présent chez les poissons malades ou si d'autres pathogènes étaient impliqués. La question de savoir si différents pathogènes s'attaquaient aux différentes espèces de poissons a également été examinée. Une ébauche de liste des espèces sensibles a été établie en fonction des cas d'infection reportés et des prélèvements pouvant être réalisés. Pour chaque souche isolée, nous avons séquencé les amplicons ITS-rARN et 18S-rARN, des marqueurs couramment utilisés. Chaque amplicon généré a été soumis à un séquençage bidirectionnel et comparé aux bases de données internationales pour identification.

Dans la deuxième partie de l'étude nous nous sommes intéressés à la variabilité génétique des populations de *S. parasitica s.l.* dans le Doubs, la Loue et la Sorne. Le but était d'évaluer la clonalité de *S. parasitica s.l.* Cet aspect-là de l'étude est primordial afin de déterminer si le pathogène est résident ou s'il a été introduit. En effet une variabilité génétique importante de la population de *S. parasitica s.l.* indiquerait que le pathogène est établi de longue date dans la région alors qu'une

population clonale plaiderait pour une introduction récente. Pour cette analyse nous avons opté pour la MLST, une technique moléculaire largement répandue.

## 2. Matériel et méthodes

### 2.1. Collection de souches

Entre avril et décembre 2011, une collection d'isolats de *Saprolegnia* spp. a été constituée, à partir de poissons malades ou d'eau de la rivière (tab.2). Les souches prélevées sur des poissons malades l'ont été à partir d'individus encore vivants, pour éviter la présence de pathogènes secondaires opportunistes. Les souches isolées à partir d'eau de la rivière l'ont été par « baiting ». Cette méthode consiste à utiliser un appât sensible à l'organisme recherché pour provoquer la germination de ses spores et son développement. Des feuilles de rhododendron (l'appât) ont donc été plongées dans des échantillons d'eau de la rivière. Des fragments de tissus infectés ont ensuite été prélevés et déposés sur boîte de Petri pour isoler les oomycètes.

**Tableau 1 :** Collection de souche de *Saprolegnia* spp. constituée pour cette étude.

Nom code	Identif Moléculaire	Poisson infecté	Date prélèvement	lieu de prélèvement
<b>blessures</b>				
<b>Doubs</b>				
D1	<i>Saprolegnia parasitica</i>	<i>Thymallus thymallus</i>	17.04.11.	La roche plate (Chx-de-Fds)
D2	<i>Saprolegnia parasitica</i>	<i>Thymallus thymallus</i>	17.04.11.	La roche plate (Chx-de-Fds)
D3	<i>Saprolegnia parasitica</i>	<i>Thymallus thymallus</i>	17.04.11.	La roche plate (Chx-de-Fds)
D4	<i>Saprolegnia parasitica</i>	<i>Salmo trutta</i>	26.09.11.	Bonaparte (Chx-de-Fds)
D5	<i>Saprolegnia parasitica</i>	<i>Salmo trutta</i>	26.09.11.	Bonaparte (Chx-de-Fds)
D6	<i>Saprolegnia parasitica</i>	<i>Salmo trutta</i>	12.05.11.	Goumois
<b>Loue</b>				
P1	<i>Saprolegnia parasitica</i>	<i>Salmo trutta</i>	08.08.11.	Ornans
P2	<i>Saprolegnia parasitica</i>	<i>Salmo trutta</i>	25.11.11.	Ornans
P3	<i>Saprolegnia</i> sp.	<i>Salmo trutta</i>	25.11.11.	Ornans
P4	<i>Saprolegnia parasitica</i>	<i>Salmo trutta</i>	25.11.11.	Ornans
P5	<i>Saprolegnia parasitica</i>	<i>Salmo trutta</i>	25.11.11.	Ornans
P6	<i>Saprolegnia parasitica</i>	<i>Salmo trutta</i>	25.11.11.	Ornans
P7	<i>Saprolegnia parasitica</i>	<i>Salmo trutta</i>	25.11.11.	Ornans
P8	<i>Saprolegnia parasitica</i>	<i>Salmo trutta</i>	25.11.11.	Ornans
P9	<i>Saprolegnia parasitica</i>	<i>Barbatula barbatula</i>	25.11.11.	Ornans
<b>Sorne</b>				
T1	<i>Saprolegnia parasitica</i>	<i>Salmo trutta</i>	14.11.11.	Delémont
T5	<i>Saprolegnia parasitica</i>	<i>Salmo trutta</i>	14.11.11.	Delémont
T7	<i>Saprolegnia parasitica</i>	<i>Salmo trutta</i>	14.11.11.	Delémont
T8	<i>Saprolegnia parasitica</i>	<i>Salmo trutta</i>	14.11.11.	Delémont
T10	<i>Saprolegnia parasitica</i>	<i>Salmo trutta</i>	14.11.11.	Delémont
<b>baiting (Doubs)</b>				
S1.2	<i>Saprolegnia</i> sp.		01.06.11.	La Goule (Le Noirmont)
S2.2	<i>Saprolegnia</i> sp.		01.06.11.	Goumois
S2.6	<i>Phytophthora</i> sp.		01.06.11.	Goumois
S3.2	<i>Phytophthora</i> sp.		01.06.11.	Soubey
S3.3	<i>Phytophthora</i> sp.		01.06.11.	Soubey
S3.5	<i>Phytophthora</i> sp.		01.06.11.	Soubey

---

## 2.2. MLST (« MultiLocus Sequence Typing »)

La MLST est une technique de biologie moléculaire qui permet d'estimer la diversité génétique globale de différents isolats. Elle consiste à caractériser des isolats (bactéries ou eucaryotes) par l'utilisation de séquences d'ADN de plusieurs gènes de ménage. On utilise généralement des fragments internes de 450-500 pb pour chaque gène. Pour chaque locus (gène), les différentes séquences déterminent des allèles distincts et pour chaque isolat les allèles des différents loci définissent un profil allélique. Cette méthode permet un typage hautement reproductible et discriminant de différents isolats, dans notre cas de *Saprolegnia parasitica* s.l.

En se basant sur les données disponibles, notamment le génome de la souche CBS 223.65 de *Saprolegnia parasitica*, nous avons développé des amorces pour 4 gènes de ménage : la bêta tubuline, facteur d'élongation 1 alpha, NADH déshydrogénase sous-unité 1 et cytochrome c oxydase sous-unité 1. La bêta tubuline et le facteur d'élongation 1 alpha sont des gènes nucléaires alors que la NADH déshydrogénase sous-unité 1 et la cytochrome c oxydase sous-unité 1 sont des gènes mitochondriaux. Nous avons également développé des amorces pour un facteur de virulence, la protéase aspartique (tab.1). Les différentes paires d'amorces ont bien fonctionné, les PCR produisant des amplicons de la longueur escomptée. Nous avons ensuite procédé au séquençage de ces amplicons. Notre stratégie a donc été validée.

**Tableau 2 :** Amorces développées pour les différents gènes sélectionnés pour l'analyse par MLST.

Gènes amplifiés	Couples d'amorces	Longueur de l'amplicon
Bêta tubuline	BT-f : CAACGCCACGCTCTCGG BT-r : CCGAGACGCGCTTGAACAT	599 pb
Facteur d'élongation 1 alpha	Elf1-f : GTCGTTCAAGTACGCCTGGGT Elf1-r : GACCATGCCGGGCTTGA	638 pb
NADH déshydrogénase sous-unité 1	NADH1-f : CCTAATGTTGTAGGTACTTTTGG NADH1-r : GAAACTAATTCAGCTTCAGCTT	524 pb
Cytochrome c oxydase sous-unité 1	Cos1-f : CAGGTGTAGTTGGTACAACCTTA Cos1-r : TGAAGTATTTAAATTTCTATCAGTTAATA	584 pb
Cytochrome c oxydase sous-unité 1	Cyt1-f : AACCTGGAAATCAAATTTTTATGGG Cyt1-r : ATCACCTCCACCTGAAGGATCA	560 pb
Protéase aspartique	ProAs-f : ACAAGCACTACAACCACAGCCTCT ProAs-r : ATGAGGTACTCGCCCATGATGA	571 pb

## 2.3. Culture et méthodes moléculaires

Les souches ont été cultivées sur un milieu V8 15% contenant pour 1 litre : 150 ml de jus V8 (Campbell Soup Co.), 1.5 g de CaCO<sub>3</sub>, 15 g d'agar, 850 ml d'eau désionisée. Nous y avons ajouté des antibiotiques : 5 mg de pimarine, 250 mg d'ampicilline, 10 mg de rifamycine et 50 mg de PCNB (Pentachloronitrobenzène).

L'ADN a été extrait avec la méthode « guanidine thiocyanate » (Chomczynski and Sacchi 2006). Les PCR ont été réalisés selon les protocoles présentés en annexe (1.1 et 1.2). Les produits PCR ont été purifiés en utilisant des microplaques Millipore multiscreen PCR µ96 (Merck Millipore), séquencés avec « BigDye™ Terminator V3.1 Cycle Sequencing Kit » (Applied Biosystems) et purifiés avec le kit « Performa™ DTR V3 96-Well Short Plates » (EdgeBio). Les séquences ont été analysées avec un appareil ABI 3100.

---

## 2.4. Construction des arbres phylogénétiques

Les différents alignements ont été réalisés à l'aide du programme « BIOEDIT 7.0.9 sequence alignment editor » (Hall) et affinées manuellement. Les séquences disponibles pour les gènes sélectionnés ont été téléchargées sur GenBank depuis le site web de taxonomie du centre national d'information sur la biotechnologie (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov>). Les séquences ont été sélectionnées par affinité en utilisant « BLAST » (Altschul, Madden et al. 1997), parmi tous les genres d'oomycètes les plus importants pour lesquels des séquences étaient disponibles.

Pour les séquences 18S-rARN, deux arbres ont été produits. Pour le premier, tous les genres d'oomycètes les plus importants ainsi que d'autres straménopiles ont été intégrés (=18S-rARN/Oomycètes). *Developayella*, *Pirsonia* et des hyphochytrides plus des séquences environnementales ont été choisis pour enracer l'arbre, comme proposé précédemment (Lara and Belbahri 2011). Le deuxième arbre cible la « galaxie » des Saprolegniales (=18S-rARN/Saprolegniales), un des deux groupes principaux (mais non officiels) d'oomycètes avec la « galaxie » des Péronosporales (Sparrow 1976). *Chlamydomyrium* sp., *Atkinsiella dubia*, *Apodachlya brachynema* et d'autres séquences environnementales ont été choisis pour enracer l'arbre. Ce choix s'est basé sur les résultats du premier arbre et l'indissociabilité de ces souches dans le deuxième arbre.

Pour les gènes ITS-rARN, bêta tubuline, facteur d'élongation 1 alpha et cytochrome oxydase sous-unité 1, les arbres présentent uniquement le genre *Saprolegnia*, enracinés avec le genre *Aphanomyces*. Ce dernier a été choisi car il constitue le clade-sœur du clade comprenant les genres *Saprolegnia* et *Achlya* (Lara and Belbahri 2011). Pour le gène de la NADH déshydrogénase, l'arbre présente également le genre *Saprolegnia*. Aucune séquence n'étant disponible pour *Aphanomyces* spp., nous avons pris deux espèces appartenant à la « galaxie » des Péronosporales pour enracer l'arbre : *Pythium macrosporum* et *Phytophthora polonica*.

Les zones ambiguës, c'est-à-dire dont l'alignement n'est pas certain, n'ont pas été prises en compte pour les analyses phylogénétiques. Le nombre de positions retenues pour les différentes analyses est de 1563 pour le 18S-rARN/Oomycètes, 1436 pour le 18S-rARN/Saprolegniales, 526 pour l'ITS-rARN, 565 pour la bêta tubuline, 567 pour le facteur d'élongation 1 alpha, 534 pour la cytochrome oxydase sous-unité 1, et de 491 pour la NADH déshydrogénase sous-unité 1. Les arbres ont été construits par la méthode du maximum de vraisemblance (« maximum likelihood ») avec un modèle GTR+G+I de substitution de nucléotides (Rodriguez, Oliver et al. 1990) en utilisant le programme RAxML (Stamatakis, Hoover et al. 2008). Les valeurs de "bootstrap" ont été calculées sur 1000 répétitions. Celles inférieures à 70% ne sont pas indiquées sur les arbres pour des raisons de clarté.

## 3. Résultats et discussion

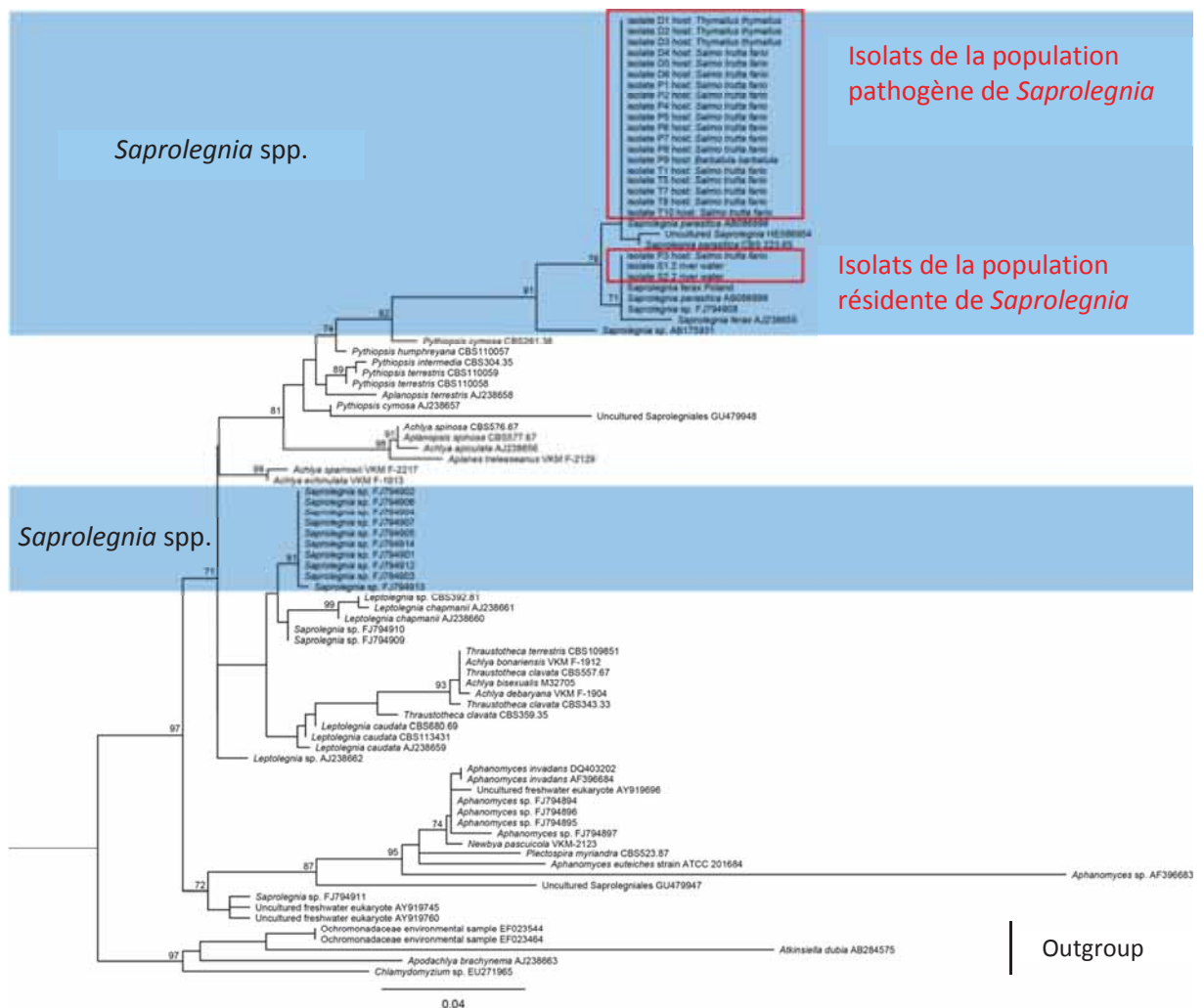
### 3.1. Identification moléculaire des souches collectées

Toutes les séquences obtenues à partir de souches isolées sur des poissons malades ainsi que certaines obtenues par « baiting » correspondent au genre *Saprolegnia* ; elles sont réparties en deux groupes distincts (fig.2 et 3). Le premier comprend la majorité des souches (19/22) et correspond au complexe *Saprolegnia parasitica* s.l. Toutes ces souches proviennent de poissons malades. Elles ont été prélevées dans les trois rivières, sur des ombres communs (*Thymallus thymallus*), des truites farios (*Salmo trutta*) et une loche commune (*Barbatula barbatula*). Ces trois espèces de poissons infectées appartiennent à deux familles différentes : les salmonidés pour *Thymallus thymallus* et

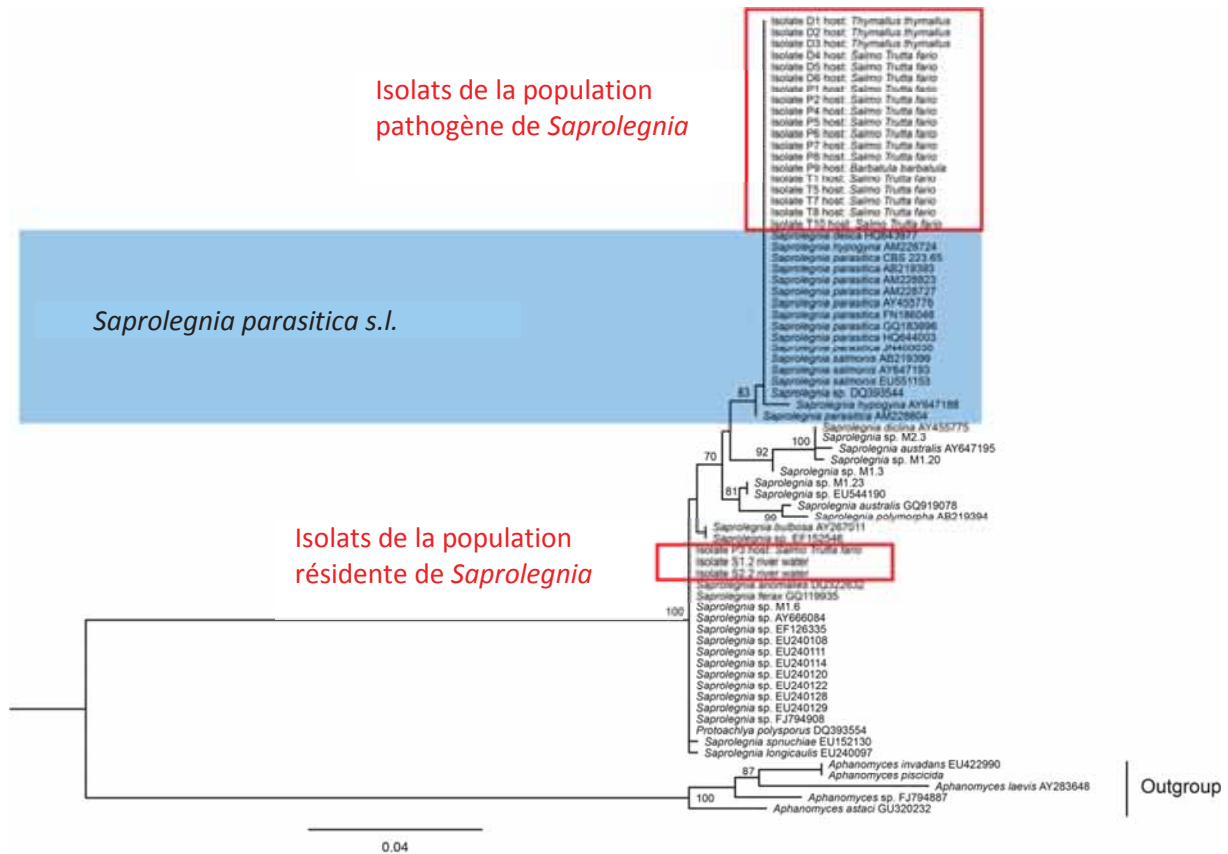
*Salmo trutta*, et les balitoridés pour *Barbatula barbatula*. On considérera donc qu'il s'agit de la population pathogène.

Le deuxième groupe comprend trois souches, une prélevée sur un poisson malade et les deux autres isolées par « baiting » à partir d'eau du Doubs. Bien que les arbres phylogénétiques basés sur les séquences 18S et ITS les regroupent avec d'autres espèces de *Saprolegnia* (fig.2 et 3), la comparaison avec les bases de données internationales démontre qu'elles ne correspondent à aucune espèce connue, ou du moins séquencée (données non présentées). On considérera qu'il s'agit de population résidente de *Saprolegnia* sp.

A noter que des oomycètes appartenant à d'autres genres que *Saprolegnia* ont pu être isolés à partir d'échantillons d'eau (« baiting ») mais ne sont pas présentés sur les figures 2 et 3 ; ils correspondent au genre *Phytophthora* (annexe 2.1) Par contre, toutes les souches isolées à partir de poissons malades appartiennent au genre *Saprolegnia* et sont présentées ici.



**Figure 2 :** Position phylogénétique des isolats de *Saprolegnia* spp. du Doubs, de la Loue et de la Sorne, basée sur les séquences du gène 18S-rARN. « Galaxie » des Saprolegniales (18S-rARN/Saprolegniales).



**Figure 3 :** Position phylogénétique des isolats de *Saprolegnia* spp. du Doubs, de la Loue et de la Sorne, basée sur les séquences du gène ITS-rARN. Genre *Saprolegnia*.

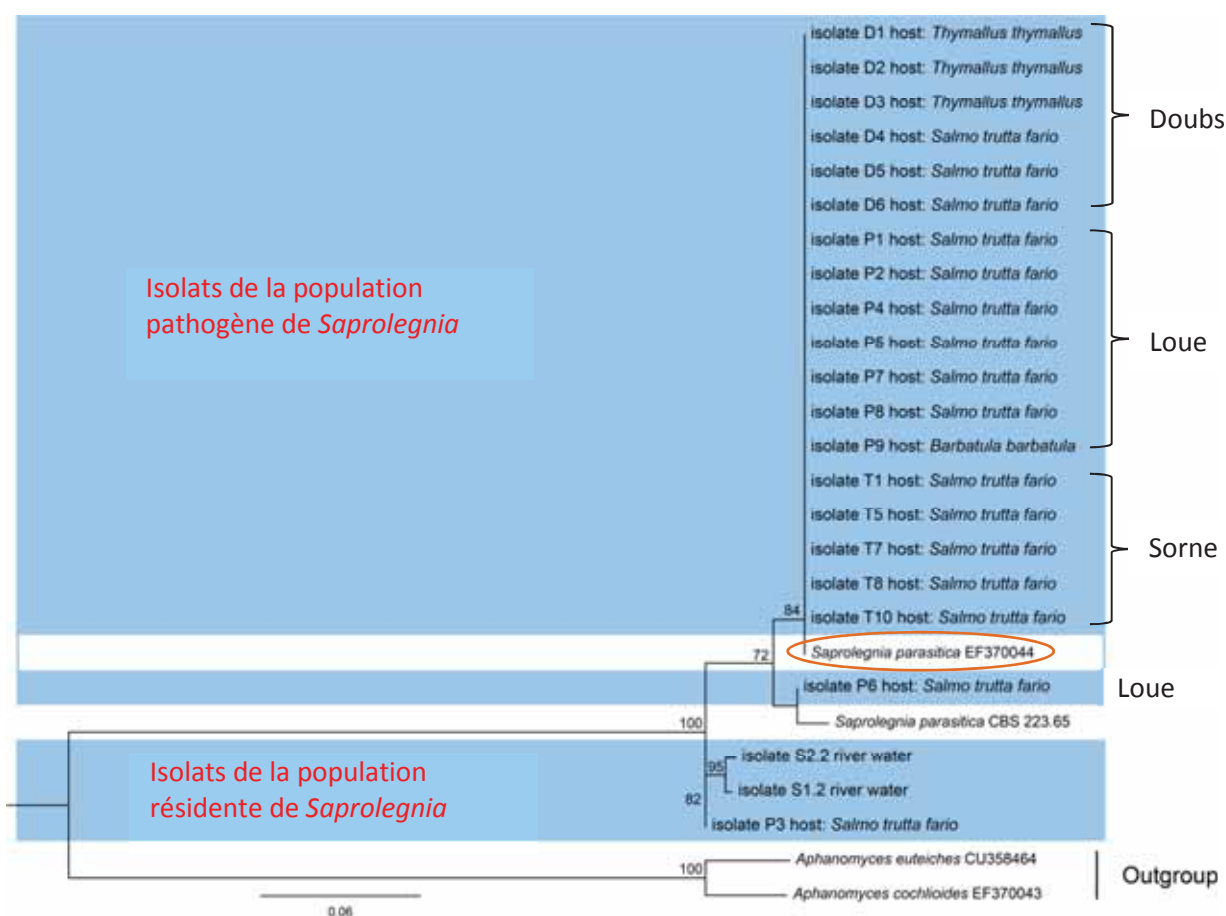
### 3.2. Caractérisation de *Saprolegnia parasitica* s.l., la souche pathogène du Doubs

Les séquences obtenues à l'aide des amorces pour les différents gènes sélectionnés montrent un taux de variabilité extrêmement faible. Le super arbre basé sur les séquences concaténées des quatre gènes de ménage illustre parfaitement l'homogénéité de la population de *Saprolegnia parasitica* s.l., seule la souche P6 se démarquant des autres (fig.4). De plus, à l'exception de 3 souches de la Loue, qui présentent quelques rares mutations pour certains des gènes ciblés, il n'y a aucune variabilité dans les séquences des populations du Doubs, de la Loue et de la Sorne. Ainsi, on ne distingue que 4 types alléliques différents, et 16 des 19 souches analysés sont identiques (tab.3). La population peut donc être considérée clonale. Ces résultats suggèrent une introduction récente de *S. parasitica* s.l. dans le Doubs, la Loue et la Sorne.

A noter que les résultats du séquençage du gène de la protéase aspartique (ProAs) n'ont pas été intégrés à la MLST et ne sont pas présentés ici ; le nombre de sites ambigus, pour lesquels deux bases sont possibles est trop important. Les amorces ou le séquençage ne sont pas en question, les chromatogrammes étant d'extrêmement bonne qualité. Nous avons probablement à faire à des hétérozygotes. Un clonage-séquençage permettrait de s'en assurer.

**Tableau 3 :** Type allélique des différents isolats de *Saprolegnia parasitica* s.l. du Doubs, de la Loue et de la Sorne. L'abréviation n/d correspond aux séquences non disponibles, dont le séquençage n'a pas marché. En gris, les types alléliques variables.

	Bêta tubuline	Facteur d'élongation	Cytochrome c oxydase	NADH déshydrogénase	Type allélique
D1	1	1	1	1	1
D2	1	1	1	1	1
D3	1	1	1	n/d	1
D4	1	1	1	1	1
D5	1	1	1	n/d	1
D6	1	1	1	n/d	1
P1	1	1	1	1	1
P2	1	1	1	1	1
P4	1	1	1	1	1
P5	1	1	1	1	1
P6	2	2	2	1	2
P7	1	1	1	2	3
P8	1	1	1	3	4
P9	1	1	1	1	1
T1	1	1	1	1	1
T5	1	1	1	1	1
T7	1	1	1	1	1
T8	1	1	1	1	1
T10	1	1	1	1	1



**Figure 4 :** Super arbre montrant la position phylogénétique des isolats du Doubs de *Saprolegnia* spp. du Doubs, de la Loue et de la Sorne, basé sur les séquences concaténées des gènes de ménages utilisés pour l'analyse MLST: bêta tubuline, facteur d'élongation 1 alpha, NADH déshydrogénase sous-unité 1 et cytochrome c oxydase sous-unité 1. L'ellipse orange montre une souche caractérisée au Japon.

---

### 3.3. Caractérisation de *Saprolegnia* sp., la souche résidente du Doubs

Il convient ici de préciser que toutes les interprétations qui suivront sont à prendre avec prudence, les souches de cette population étant très peu nombreuses. L'objectif principal étant de caractériser la souche pathogène de *Saprolegnia parasitica* s.l., peu d'efforts ont été fournis pour obtenir plus de souches de cette population de *Saprolegnia* sp. Toutefois, les résultats obtenus sont suffisamment intéressants pour faire quelques hypothèses. Bien que le nombre d'isolats soit très faible, leur position sur les différents arbres phylogénétiques produits indique clairement qu'il s'agit d'une population de *Saprolegnia* différente de la population dite pathogène.

Contrairement à la population pathogène de *S. parasitica* s.l., la population résidente de *Saprolegnia* sp. montre une certaine diversité (fig.4). Cette population peut donc être considérée comme génétiquement variable. C'est précisément cette variabilité qui laisse penser que cette population de *Saprolegnia* sp. est native de la région. Le fait qu'elle ait été principalement isolée par « baiting » à partir d'échantillons d'eau soutient cette hypothèse.

### 3.4. Origine de la souche pathogène de *Saprolegnia parasitica* s.l. du Doubs, la Loue et la Sorne

L'analyse par MLST relie "notre" souche de *Saprolegnia parasitica* s.l. à une souche caractérisée au Japon (*S. parasitica* EF370044, fig.4). Cependant seuls 2 des 4 gènes de ménage testés ici sont disponibles dans les bases de données internationales pour cette souche. De plus, ces gènes n'ont pas été testés pour la plupart des souches disponibles dans les bases de données. Une seule souche offre des données complètes, son génome ayant été entièrement séquencé (*S. parasitica* CBS 223.65). Il n'est donc pas possible d'établir l'origine de la souche pathogène de *S. parasitica* s.l. présente dans le Doubs, la Loue et la Sorne. La stratégie employée est pertinente et appropriée, mais les bases de données internationales contiennent trop peu de données sur les gènes utilisés. Nous suggérons donc de commander les différentes souches disponibles dans les collections de cultures afin de les tester avec nos amorces.

## 4. Conclusions

- ***Saprolegnia parasitica* s.l. est toujours présente et active cette année (2011) dans le Doubs et la Loue**
- **Au moins 3 espèces de poissons y sont sensibles, de 2 familles différentes.**
- ***S. parasitica* s.l. s'est étendue à une rivière non connectée au Doubs**
- **La population clonale de *S. parasitica* s.l. suggère une introduction récente dans la région**



---

## 5. Perspectives

Nous suggérons la planification d'un échantillonnage à large échelle afin d'évaluer la distribution et la fréquence de *Saprolegnia parasitica* s.l. et de prévenir sa propagation. Nous proposons également de développer un outil moléculaire de diagnostic pour *S. parasitica* s.l. (PCR spécifique). L'identité du pathogène doit être éclaircie au vu de son caractère agressif. Notre projet traitant de la position taxonomique de *S. parasitica* s.l. permettra de clarifier la situation. La question de l'hétérozygotie devrait également être vérifiée par clonage-séquençage. Finalement, deux points particulièrement importants : l'identification du vecteur de *S. parasitica* s.l. ainsi que l'identification des facteurs de virulence qui rendent cette souche si agressive. Ces deux points sont discutés plus en détails ci-dessous.

### 5.1. Identification du vecteur de *Saprolegnia parasitica* s.l.

L'identification du vecteur de *Saprolegnia parasitica* s.l. est essentielle pour prévenir la propagation de la maladie. Et certaines découvertes ont attiré notre attention. De nombreuses espèces d'écrevisse sont des hôtes potentiels pour les oomycètes. *S. parasitica* fait partie des parasites identifiés de certaines espèces d'écrevisses (Soderhall, Dick et al. 1991). L'introduction d'écrevisses nord-américaines (*Procambarus clarkii*) en Europe a démontré être à l'origine de la propagation d'un autre agent pathogène appartenant à l'embranchement des oomycètes : *Aphanomyces astaci* (Aquiloni, Martin et al. 2011). La littérature révèle qu'une espèce d'écrevisse nord-américaine (*Orconectes juvenilis*) a été découverte en 2005 dans le Dessoubre un affluent du Doubs (Chucholl and Daudey 2008). Il est inquiétant de constater que l'introduction de cette écrevisse pourrait coïncider avec l'apparition de la maladie. Nous suggérons donc de vérifier si *Orconectes juvenilis* est effectivement un hôte potentiel pour *S. parasitica* s.l. Outre limiter la propagation de *S. parasitica*, l'identification d'un tel vecteur permettrait de lutter contre l'introduction de pathogènes encore plus dangereux comme *Aphanomyces invadans*, l'agent pathogène provoquant le Syndrome Ulcératif Epizootique (EUS) touchant de nombreuses espèces de poissons. Il est actuellement considéré comme l'une 100 des espèces les plus invasives.

### 5.2. Identification des facteurs de virulence

Le 2 novembre 2011, le génome complet de *Saprolegnia parasitica* (isolat CBS 223.65) a été mis à disposition de la communauté scientifique internationale. Le séquençage complet du génome d'isolats suisses en serait donc facilité et pourrait se faire à un prix raisonnable (voir offre de Microsynth, annexe 5). Les facteurs de virulence responsables de l'infection des poissons seront également plus faciles à identifier. Nous pourrions ainsi générer une base de données qui permettra de souligner comment des souches émergentes de *Saprolegnia* spp. avec de nouveaux pouvoirs pathogènes apparaissent.

## 6. Bibliographie

- Altschul, S. F., T. L. Madden, et al. (1997). "Gapped BLAST and PSI-BLAST: a new generation of protein database search programs." *Nucleic Acids Research* **25**(17): 3389-3402.
- Aquiloni, L., M. P. Martin, et al. (2011). "The North American crayfish *Procambarus clarkii* is the carrier of the oomycete *Aphanomyces astaci* in Italy." *Biological Invasions* **13**(2): 359-367.

- 
- Chomczynski, P. and N. Sacchi (2006). "The single-step method of RNA isolation by acid guanidinium thiocyanate-phenol-chloroform extraction: twenty-something years on." Nature Protocols **1**(2): 581-585.
- Chucholl, C. and T. Daudey (2008). "First record of *Orconectes juvenilis* (Hagen, 1870) in eastern France: update to the species identity of a recently introduced orconectid crayfish (Crustacea: Astacida)." Aquatic Invasions **3**(1): 105-107.
- Hussein, M. M. A. and K. Hatai (2002). "Pathogenicity of *Saprolegnia* species associated with outbreaks of salmonid saprolegniosis in Japan." Fisheries Science **68**(5): 1067-1072.
- Lara, E. and L. Belbahri (2011). "SSU rRNA reveals major trends in oomycete evolution." Fungal Diversity **49**(1): 93-100.
- Rodriguez, F., J. L. Oliver, et al. (1990). "The general stochastic-model of nucleotide substitution." Journal of Theoretical Biology **142**(4): 485-501.
- Soderhall, K., M. W. Dick, et al. (1991). "Isolation of *Saprolegnia parasitica* from the crayfish *Astacus leptodactylus*." Aquaculture **92**(2-3): 121-125.
- Sparrow, F. K. (1976). The present status of classification in biflagellate fungi. Recent advances in aquatic mycology. E. B. G. Jones, Wiley: 213–222.
- Stamatakis, A., P. Hoover, et al. (2008). "A rapid bootstrap algorithm for the RAxML web servers." Systematic Biology **57**(5): 758-771.

## 7. Annexes

1. Protocoles PCR.....	12
2. Arbres phylogénétiques.....	14
3. Séquences.....	19
4. Alignements.....	48
5. Devis Microsynth.....	78

Toutes les PCR, à l'exception du 18S, ont été réalisées avec le même programme. Seule la température d'hybridation (étape 3) varie en fonction des amorces utilisées.

Préparation du mix PCR :

Mix (pour 20 µL)	Concentration Initiale	Concentration finale	Vol. par tube (µl)
H <sub>2</sub> O	-	-	12.6
Tampon (X)	5	1	4
Amorce Forward (µM)	10	0.2	0.4
Amorce Reverse (µM)	10	0.2	0.4
dNTPs (mM)	10	0.2	0.4
Taq Polymerase (U/µL)	5	1	0.2
extrait d'ADN (ng/mL)	~100	~10	2

Programmes PCR :

Etape 1	95°C pdt 30 sec	
Etape 2	94°C pdt 30 sec	Dénaturation
Etape 3	XX°C pdt 30 sec	Hybridation: température dépend des amorces
Etape 4	72°C pdt 1 min	Élongation
Etape 5	Go to 2 - 29x	
Etape 6	72°C pdt 10 min	
Etape 7	10°C for ever	
Etape 8	End	

Amorces et températures d'hybridation :

Gènes amplifiés	Couples d'amorces	Température d'hybridation
Bêta tubuline	BT-f: CAACGCCACGCTCTCGG BT-r: CCGAGACGCGCTTGAACAT	62°C
Facteur d'élongation 1 alpha	Elf1-f: GTCGTTCAAGTACGCCTGGGT Elf1-r: GACCATGCCGGCTTGA	62°C
NADH déshydrogenase sous-unité 1	NADH1-f: CCTAATGTTGTAGGTACTTTTGG NADH1-r: GAACTAATTCAGCTTCAGCTT	53°C
Cytochrome c oxydase sous-unité 1	Cos1-f: CAGGTGTAGTTGGTACAACCTTA Cos1-r: TGAAGTATTTAAATTTCTATCAGTTAATA	53°C
Cytochrome c oxydase sous-unité 1	Cyt1-f: AACCTGGAATCAAATTTTATGGG Cyt1-r: ATCACCTCCACCTGAAGGATCA	53°C
Protéase aspartique	ProAs-f: ACAAGCACTACAACCACAGCCTCT ProAs-r: ATGAGGTACTCGCCCATGATGA	59°C
ITS-rARN	ITS4: TCCTCCGCTTATTGATATGC ITS6: GAAGGTGAAGTCGTAACAAGG	50°C

Pour l'amplification du gène 18S-rARN, nous avons réalisé des PCR "nested", c'est-à-dire que nous avons effectué une deuxième PCR sur les produits de la première avec des amorces internes. Nous avons opté pour cette méthode en raison du faible rendement.

Préparation du « mix PCR ». Pour la deuxième PCR, l'extrait d'ADN est remplacé par le produit PCR dilué 10x :

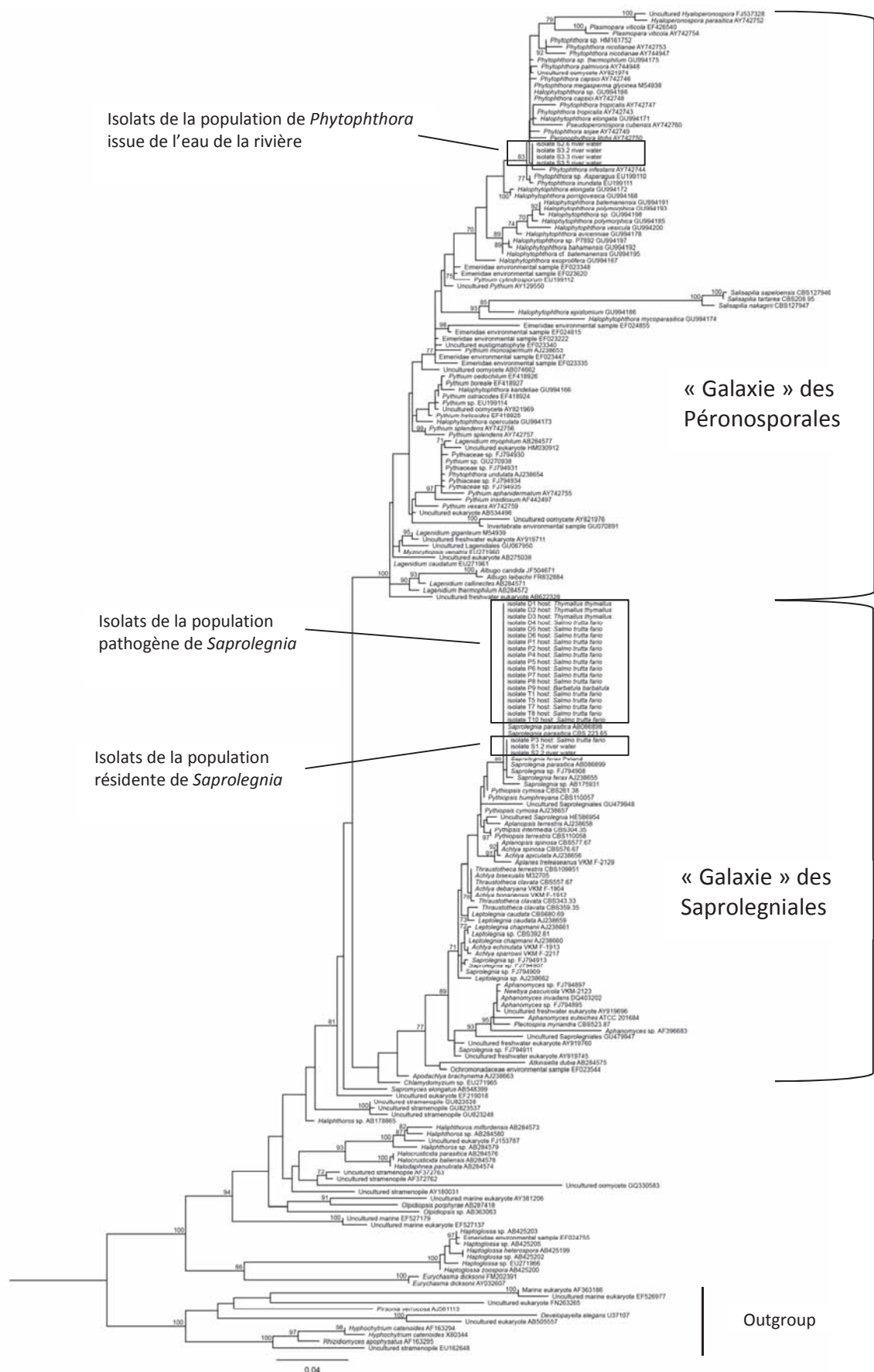
Mix (pour 20 µL)	Concentration Initiale	Concentration finale	Vol. par tube (µl)
H <sub>2</sub> O	-	-	12.6
Tampon (X)	5	1	4
Amorce Forward (µM)	10	0.2	0.4
Amorce Reverse (µM)	10	0.2	0.4
dNTPs (mM)	10	0.2	0.4
Taq Polymerase (U/µL)	5	1	0.2
extrait d'ADN (ng/mL)	~100	~10	2

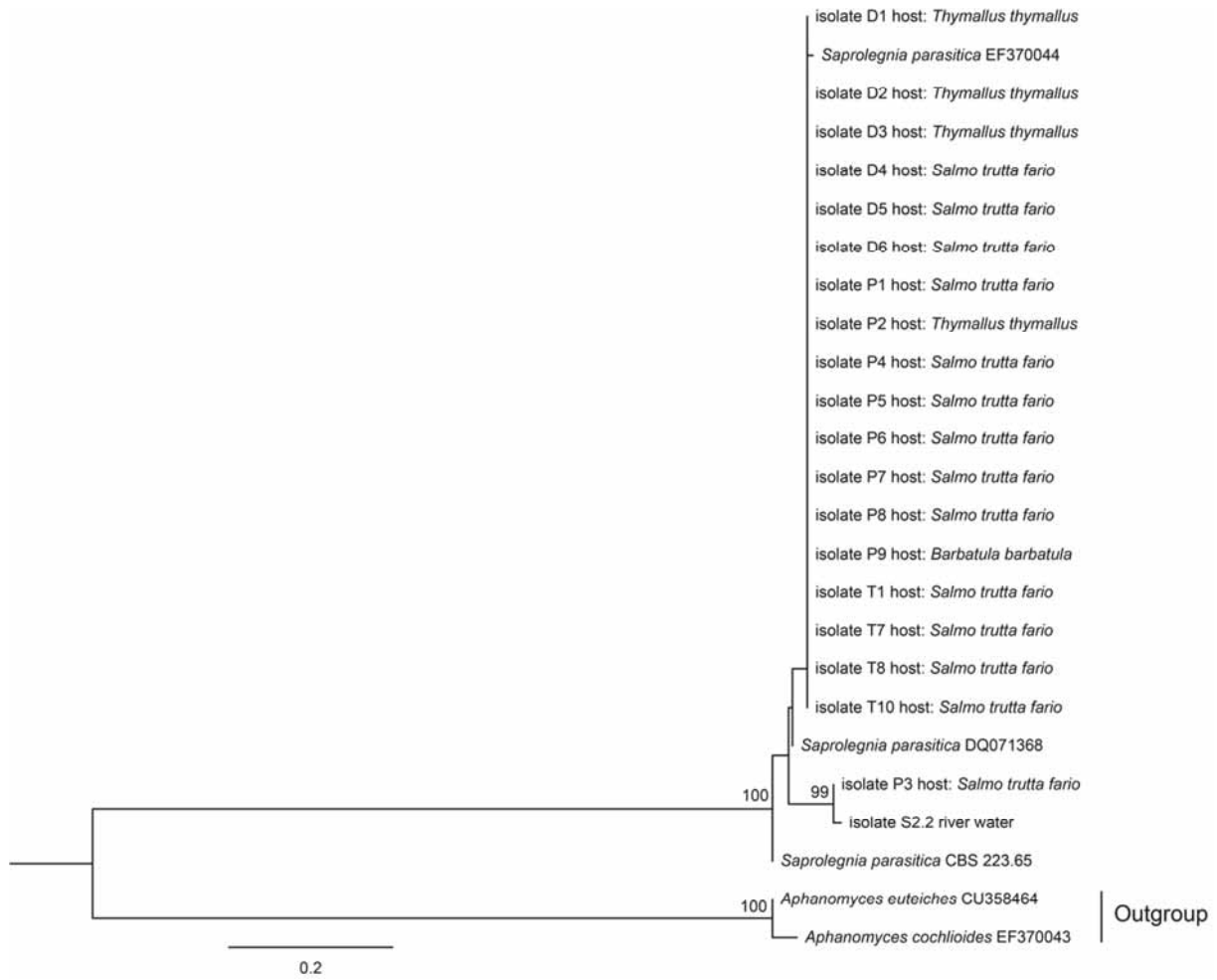
Programme PCR (identique pour les deux PCR) :

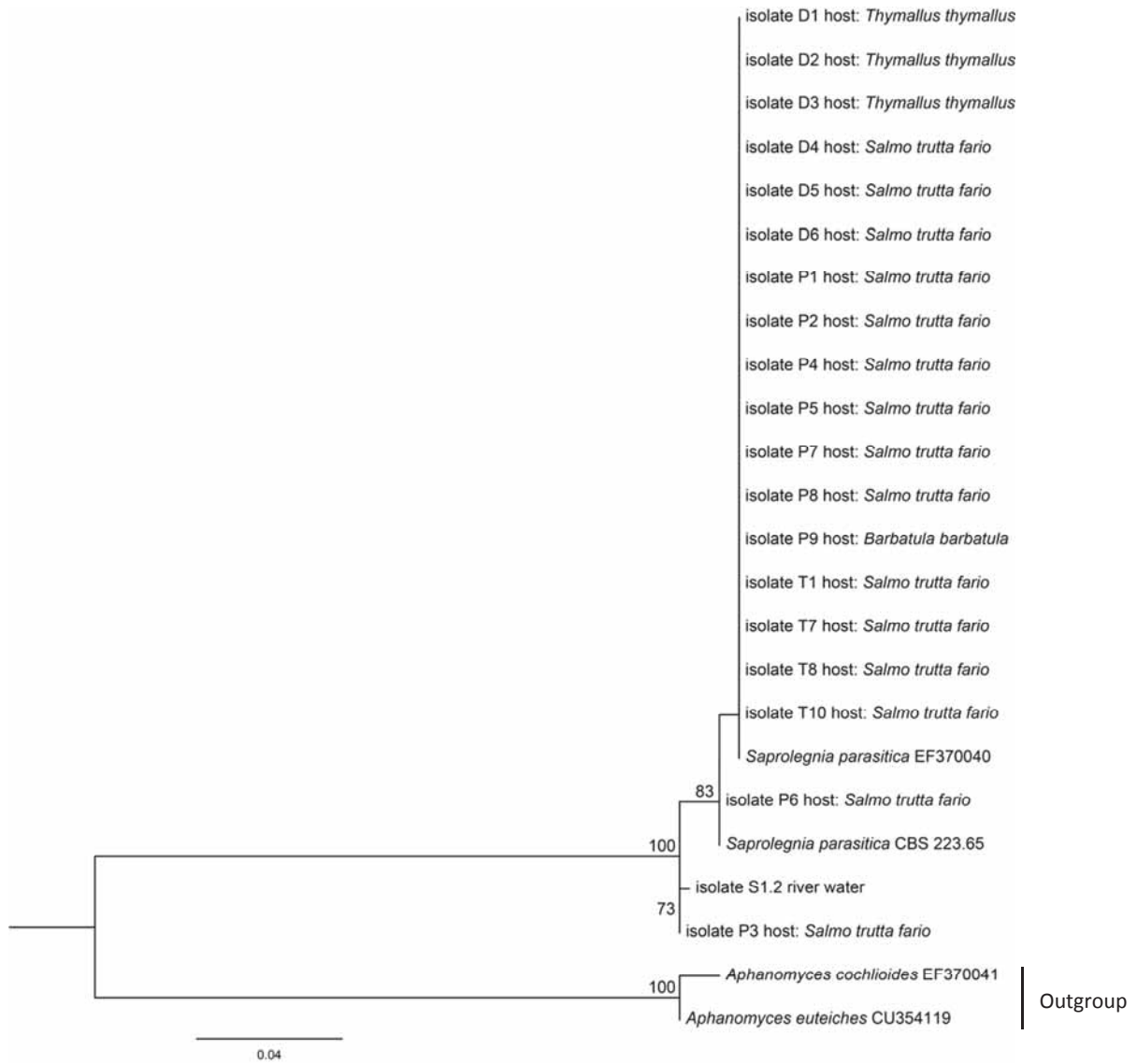
Etape 1	95°C pdt 30 sec	
Etape 2	94°C pdt 30 sec	Dénaturation
Etape 3	56°C pdt 30 sec -0.6°C par cycle	Hybridation
Etape 4	72°C pdt 2 min	Élongation
Etape 5	Go to 2 – 9x	10 cycles
Etape 6	94°C pdt 30 sec	Dénaturation
Etape 7	50°C pdt 30 sec	Hybridation
Etape 8	72°C pdt 2 min	Élongation
Etape 9	Go to 6 - 19 fois	20 cycles
Etape 10	72°C pdt 10 min	
Etape 11	10°C for ever	
Etape 12	End	

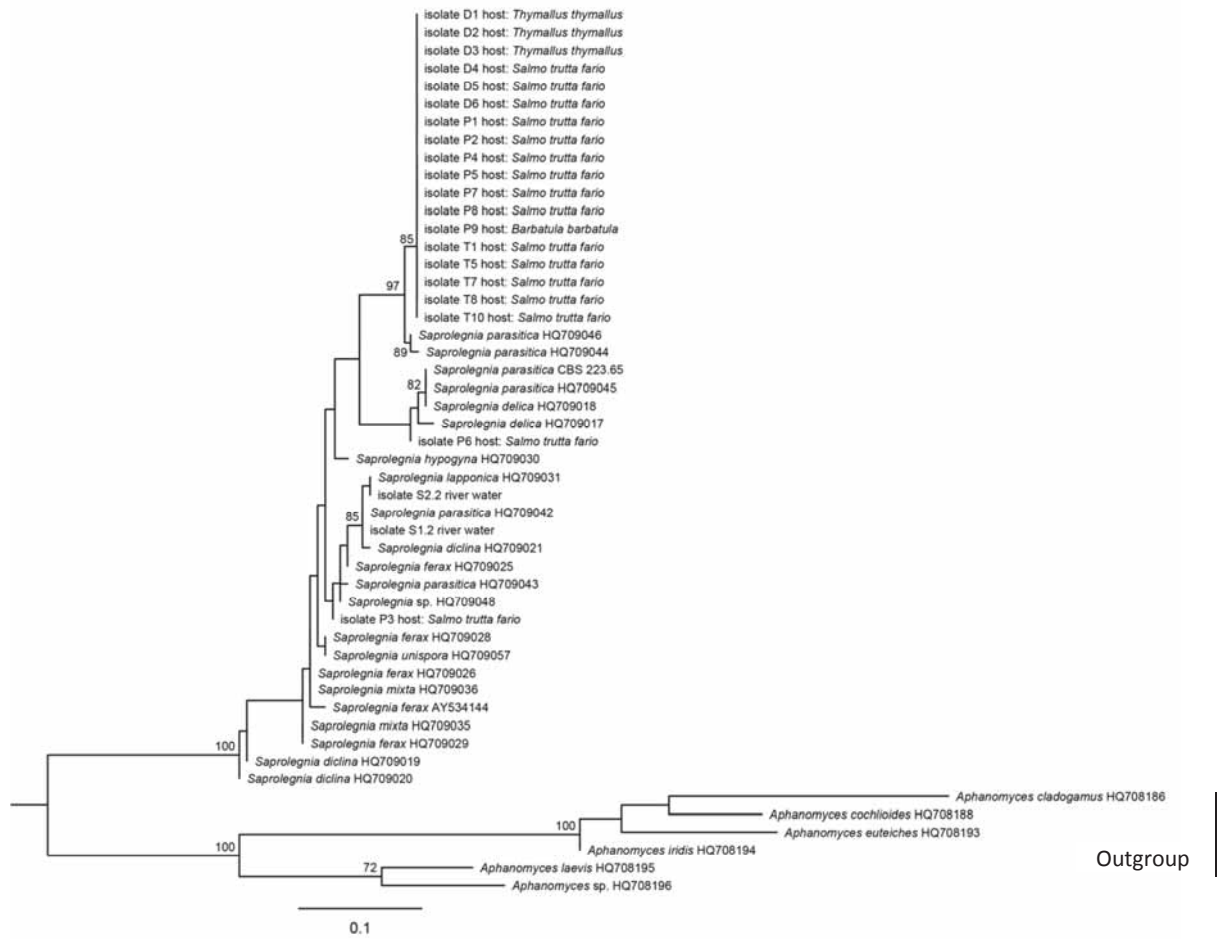
Amorces :

PCR 18S « nested »	Nom des amorces	Séquences des amorces
PCR 1	EK-42F EK-1520R	CTCAARGAYTAAGCCATGCA CYGCAGGTTTACCTAC
PCR 2	EK-82F EK-1498R	GAAACTGCGAATGGCTC CACCTACGGAAACCTTGTTA

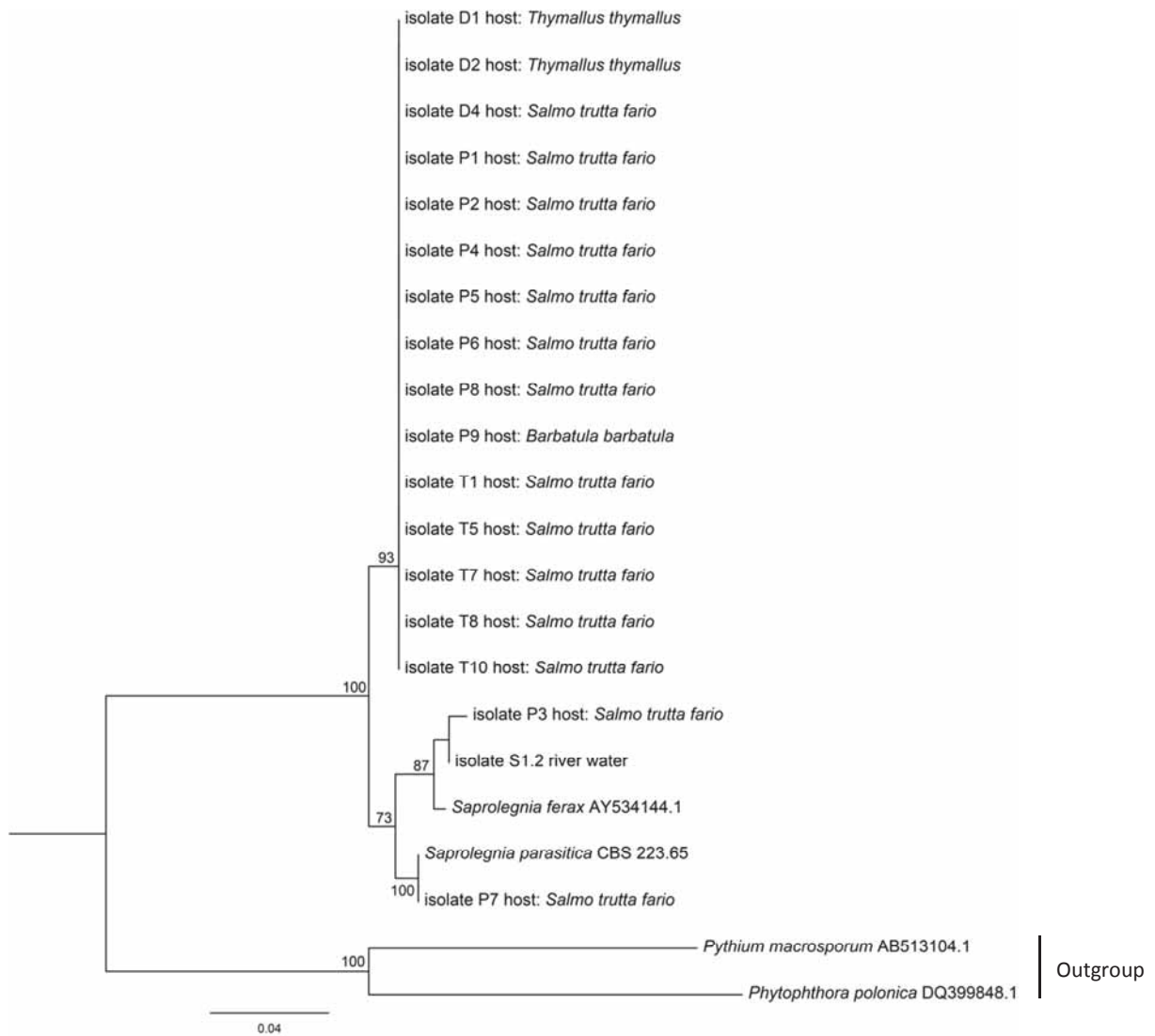












# Annexe AQ-8

**Note algologique III. Nuisances algales dans le Jura Suisse en 2003.**

**Fleur d'eau du lac de Moron. Fin juin 2011 : Résultats des analyses microscopiques des échantillons prélevés le 30. 06. 2011**

## NOTE ALGOLOGIQUE III. NUISANCES ALGALES DANS LE JURA SUISSE EN 2003

FRANÇOIS STRAUB<sup>1</sup>, BERTA POKORNI<sup>2</sup>, JEAN-JACQUES MISEREZ<sup>3</sup> &  
PAUL-ETIENNE MONTANDON<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Laboratoire d'algologie, Lycée Blaise-Cendrars, Rue du Succès 45, CH-2300 La Chaux-de-Fonds (Francois.Straub@rpn.ch).

<sup>2</sup> Service de la protection de l'environnement, Rue du Tombet 24, CH-2034 Peseux.

<sup>3</sup> Service de l'hygiène et de l'environnement, Rue de la Serre 23, CH-2300 La Chaux-de-Fonds.

*Mots-clés:* algues, Cyanoprocaryota, *Oscillatoria limosa*, *Anabaena planctonica*, Euglenophyceae, *Euglena cf. haematodes*, fleurs d'eau, Doubs, lac des Taillères, canicule

*Keywords:* algae, Cyanoprocaryota, *Oscillatoria limosa*, *Anabaena planctonica*, Euglenophyceae, *Euglena cf. haematodes*, blooms, river Doubs, lake of Taillères, dog-days

### Résumé

Trois manifestations spectaculaires causées par des cyanobactéries et une euglénophycée sont décrites. Ces phénomènes ont inquiété la population et les autorités. Ils sont liés à l'impact humain sur les systèmes aquatiques, mais ont sans doute été déclenchés par la canicule.

### Zusammenfassung

Das eindrucksvolle Vorkommen von zwei Cyanobakterien und einer Euglenophyceae wird beschrieben. Diese Erscheinungen, haben die Bevölkerung und die Behörden beunruhigt. Sie sind Ausdruck der anthropogenen Belastung auf das Gewässerökosystem, wurden aber durch die extremen klimatischen Bedingungen des letzten Sommers ausgelöst.

### Abstract

Three hydrobiological events involving cyanobacteria and euglenophytes are described. Residents, pedestrians and authorities have been troubled by those spectacular phenomena, which are bound to the pollution level of waters, but probably appears on account of the canicular period.

## INTRODUCTION

Plusieurs nuisances aquatiques impressionnantes ont eu lieu dans le Haut-Jura entre mai et septembre 2003. Des dépôts boueux en surface de l'eau, de vives colorations et/ou des odeurs peu habituelles, sont les manifestations principales de ces événements. Les autorités ont été alertées par des promeneurs, résidents et gardes-faune, alarmés par l'aspect insolite de ces phénomènes. Nous avons pu observer sur place les cas signalés, effectuer des prélèvements pour des examens microscopiques et identifier les causes de ces perturbations. Contrairement aux proliférations envahissantes dont les causes restent souvent hypothétiques (COSTE & ECTOR 2000, STRAUB 2002), il s'agit ici de développements massifs d'organismes microscopiques déjà présents dans les milieux. Leur croissance excessive est liée à des déséquilibres écologiques internes et probablement à la canicule. A notre connaissance de tels phénomènes ont également été observés en Suisse centrale et en France (J. HÜRLIMANN & M. LEITAO, comm. pers.).

## DE L'ACCEPTATION DU TERME «ALGUE»

Les organismes observés étaient classés autrefois dans le groupe polymorphe des algues (considéré comme sous-règne des végétaux ou comme embranchement selon les systèmes de classification). Les développements récents de la cytologie, de la génétique et de la systématique de ces êtres vivants, ont remis en question leurs liens de parenté. Ainsi deux d'entre eux (autrefois des algues bleues) sont des cyanoprocaryotes, qui de ce fait s'associent au monde bactérien. Le troisième est un euglénien, dont les individus sont constitués d'une seule cellule flagellée à pigments chlorophylliens. Malgré cela, ils sont associés actuellement à certains unicellulaires flagellés animaux (de l'ancien embranchement des Protozoaires), proches des Trypanosomes responsables de la maladie du sommeil. Un bon résumé de

l'état actuel des transformations de la classification des êtres vivants, abordable par le grand public, est donné par l'ouvrage de LECOINTRE & LE GUYADER (2001).

Cependant, comme ces organismes sont encore étudiés habituellement par les algologues ou phycologues (floristique, mesures globales de la biomasse des producteurs chlorophylliens, mesures de productivité primaire), l'usage pragmatique du terme algue (= organisme étudié par les algologues!) et les dénominations de la systématique végétale retenues par la Flore d'Europe centrale (ETTL *et al.* 1980-2004) ont été conservées ici.

## MATÉRIEL ET MÉTHODES

Dans les trois cas, des prélèvements directs au pilulier ont été effectués dans les masses flottantes d'algues. Chaque fois, un échantillon frais et un échantillon fixé au formol (concentration finale de 3%) ont été collectés. Les observations ont été réalisées sur le matériel frais. Les microphotographies ont été prises sur matériel frais ou fixé. Ces travaux ont été réalisés en fond clair ou en contraste interférentiel sur un microscope Leica DMLB muni d'un microphotoautomate Wild MPS 12 et en contraste de phase sur un microscope Olympus BH2-RFCA équipé d'un appareil de photographie numérique Olympus camera C-3030 zoom (micrographie d'Euglène, matériel frais).

L'étude des diatomées présentes à La Goule a été conduite selon la méthode standard décrite par HÜRLIMANN & NIEDERHAUSER (2002).

Au lac des Taillères, un prélèvement complémentaire d'eau brute a été réalisé avec une bouteille horizontale à clapets (système Ambühl-Zimmermann) pour l'étude du phytoplancton. Cet échantillon a été pris à la station de référence (Moulin du lac) à 0,5 mètre de profondeur. A cet endroit la fleur d'eau ne se manifestait pas en surface. Pour l'estimation des

biomasses de cyanobactéries, dans la fleur d'eau et dans le phytoplancton, des sous-échantillons ont été filtrés sur membrane de 0,5 µm de porosité. Les cellules de ces organismes ont été mesurées et dénombrées au grossissement de 20 x 10 sur un fragment de membrane monté entre lame et lamelle dans de l'huile à immersion. Les autres organismes du phytoplancton ont été dénombrés au microscope inversé (Meopta IDM-1 avec optique Wild) selon la méthode standard adoptée par les cantons de Berne, Fribourg et Neuchâtel.

Les récoltes sont conservées dans la collection F. Straub aux références suivantes:

Ech. S-837. Retenue de La Goule sur le Doubs (coordonnées suisses : 561050 230350). Masse d'algues flottantes. 4.6.2003.

Ech. PI-841. Etang de Biaufond (coordonnées suisses : 556325 224025). Masse d'algues flottantes. 4.8.2003.

Ech. PI-844. Lac de Taillères, Le Bout du Lac (coordonnées suisses : 535070 202460). Masse d'algues flottantes. 18.9.2003.

Ech. PI-845. Lac des Taillères, Moulin du Lac (coordonnées suisses : 534320 202010). Phytoplancton à 0,5 m de profondeur. 18.9.2003.

L'identification a été réalisée à l'aide des flores de GEITLER 1925, COMPÈRE 1986, 1989, DILLARD 2000, HINDAK 2001, HUBER-PESTALOZZI 1938, 1955 et STARMACH 1983.

#### PEAU DE CRAPAUDS À LA GOULE

##### *Présentation*

Pendant les mois de mai et juin, des masses de boues floculeuses gris noir à vert bleu ont recouvert la surface de la retenue de La Goule. Le degré de recouvrement augmentait en fin d'après-midi. Le dépôt de surface était boursoufflé et plissé. De nombreuses bulles de gaz s'échappaient de la masse. Le phénomène a atteint son apogée du 7 au 12 mai. Cette nuisance a été signalée par Monsieur Eric Wenger, (fig. 1).

Lorsque nous avons effectué les prélèvements le 4 juin vers 15 heures, le phénomène était quelque peu atténué. La boue apparaissait en surface sur la rive gauche au large des herbiers de faux roseau (*Phalaris arundinacea* L.) et dérivait par traînées floconneuses jusqu'au barrage, où elles étaient aspirées par la prise d'eau. Au toucher, les flocons riches en eau que nous avons collectés à la passoire, n'étaient ni gluants, ni granuleux. Ils se dispersaient au moindre contact. Une légère odeur de vase s'en dégageait.

L'examen microscopique a montré que ces flocons étaient principalement formés par les filaments enchevêtrés de la cyanobactérie *Oscillatoria limosa* Ag. ex Gomont (fig. 4). Les caractéristiques de cette espèce sont: filaments droits à cellules courtes de 3-4 µm de long, sans pseudovacuoles, les terminales arrondies à paroi externe épaissie, de couleur vert bleu à bleu de Prusse. Le diamètre des filaments avait en moyenne de 13 à 15 µm, correspondant à la taille habituelle de cette espèce (HUBER-PESTALOZZI, 1938). Prises dans le réseau dense filamentueux, de nombreuses autres algues étaient présentes, mais peu de protozoaires. Nous avons répertorié 139 espèces d'algues, dont principalement des diatomées et des chlorophycées autant planctoniques que benthiques. Un grand nombre de diatomées étaient mortes. Le reste de la masse était constitué de cristaux de calcite (avec une concentration estimée à 60-70% des matières sèches), par des débris organiques (épiderme et nervures de feuilles mortes, déchets amorphes de chlorophylle, restes non identifiables de crustacés planctoniques) et de nombreuses bactéries (coccies et filamenteuses). Un dénombrement des diatomées incluses dans ces flocons a été réalisé, à partir duquel des indices de qualité d'eau ont été calculés (indice saprobique selon KRAMMER & LANGE-BERTALOT, 1986, DI-CH selon HÜRLIMANN & NIEDERHAUSER, 2002). En tenant compte ou non des diatomées mortes et des espèces importées, les



**Figure 1:** Retenue de La Goule, début mai 2003. Vue des boues flottantes à *Oscillatoria limosa* Ag. ex Gomont (photo E. Wenger).

#### DISCUSSION

valeurs trouvées sont : indice saprobique de classe (I)-II à II et DI-CH de 3,7 à 4,1. La valeur de l'indice saprobique, correspondant à la  $\beta$ -mésosaprobie, montre que la charge organique est légère. Par contre la valeur de l'indice DI-CH montre que l'endroit est un peu pollué. L'association des deux résultats permet de dire que la charge polluante indésirable se trouve principalement sous forme minérale (minéralisation des rejets urbains et pollution agricole diffuse), donnant au cours d'eau un statut de rivière eutrophe. Les espèces planctoniques suivantes, typiques également du lac des Brenets, situé en amont, (STRAUB, non pub.) sont caractéristiques de cet état : *Cyclostephanos invisitatus* (Hohn & Hell.) Ther. et al., *Cyclotella meneghiniana* Kütz., *Cy. pseudostelligera* Hust., *Stephanodiscus minutulus* (Kütz.) Cl. & Moeller, ainsi que *St. neoastraea* Håk.

Cette nuisance impressionnante a en partie déclenché une controverse relatée par la presse locale, qui a mis en cause la ville de La Chaux-de-Fonds. Vu leur aspect, les boues floconneuses pouvaient faire penser à des remontées de floc épuratoire. La station d'épuration de la métropole horlogère, étant en chantier de rénovation et d'extension, a été tenue pour responsable de ce phénomène (MONTANDON *et al.*, 2004). Or les analyses, effectuées pendant que l'un des deux bassins de traitement à boues activées était hors service pour transformation, ont révélé que le dépassement des exigences pour le déversement des eaux épurées n'était pas aussi important que l'ont rapporté certains media. Il y a certes eu une augmentation des flux massiques de polluants déversés dans La Ronde, mais les processus d'épuration naturelle ont bien diminué cette charge avant

l'arrivée de ces eaux dans Le Doubs. Sans minimiser l'impact de cette station sur l'état de santé global de la rivière, il convient de donner quelques explications sur la nature et l'origine de ces boues. Par ailleurs, il faut préciser que le cours d'eau n'est pas le cloaque décrit par la presse, mais une rivière qui porte évidemment les marques d'un bassin versant agricole depuis sa source et de plusieurs agglomérations importantes, malgré les efforts d'épuration.

La cyanobactérie *Oscillatoria limosa* tapisse la surface des sédiments des lacs et étangs plutôt pollués (HUBER-PESTALOZZI 1938) peu profonds et forme avec ses filaments une sorte de filet superficiel. En cas de forte photosynthèse ou de fermentations, situation généralement rencontrée au printemps, les mailles de ce tissu emprisonnent les bulles d'oxygène ou des autres gaz, ce qui provoque la remontée par plaques du film biologique couvrant le sédiment, qui surgissent en surface. Le phénomène est décrit dans la littérature anglophone sous le terme de *floating flocculose mats*, c'est à dire de tapis flottants floculeux (GOLUBIC 1973). Le limnologue E. A. THOMAS (1961, 1962) a introduit le terme allemand de *Krötenhaut* pour désigner ce phénomène observé au bord du lac de Zurich. Le terme correspond bien à l'allure du dépôt, d'où la désignation de «peau de crapauds» que nous proposons ici. Ce phénomène peut être observé également dans les ports en été, dans les marnières de pâturages, les fondrières des chemins forestiers de débardage et même dans les cultures d'Oscillaires en fioles au laboratoire. Le phénomène est favorisé par l'eutrophie de l'eau, la chaleur et une forte insolation. La boue analysée ici ne porte aucune des marques du floc épuratoire (absence des protozoaires saprobiontes, proportion réduite de diatomées tolérantes et très tolérantes, absence de fibres cellulosiques et synthétiques, forte concentration de calcite due à l'activité photosynthétique). Au point de vue du métabolisme de la rivière, bien que

peu avenantes pour les riverains, ces remontées font partie des mécanismes autoépuration. Ainsi, les masses sédimentaires piégées par les retenues, peuvent remonter en surface, pour être entraînées vers l'aval et ainsi poursuivre leur dégradation.

#### EFFLORESCENCE À ODEUR DE VANILLE AUX TAILLÈRES

##### *Présentation*

En fin de journée, le 18 septembre 2003, la totalité de la baie du Bout du Lac (nord-est) était couverte d'un dépôt blanc ressemblant à de la peinture à l'huile (fig. 2). La masse était boursoufflée, des bulles de gaz s'en échappaient. Sous cette pellicule épaisse flottait une masse gélatineuse vert olive à vert bleu typique des fleurs d'eau à cyanobactéries. Plusieurs bancs flottaient au milieu du lac sous forme de traînées. Le lendemain, le vent avait tourné, si bien que la baie était dégagée, mais la masse algale s'étalait alors le long de toute la rive nord, retenue par les feuilles flottantes des renouées amphibies (*Polygonum amphibium* L.). Au Moulin du Lac, le vacancier nous a indiqué avoir vu le phénomène se développer dès le 15 septembre. Un garde-chasse quant à lui, avait déjà relevé des eaux très vertes dès le 4 septembre. Nous avons observé de légères traînées suspectes le long des rives le 17 août déjà, mais sans présager l'ampleur que prendrait la nuisance un mois plus tard. Il se dégageait de ce dépôt une odeur de décomposition mêlée à une composante douceâtre vanillée. Cette odeur est caractéristique des fleurs d'eau à *Anabaena planctonica* Brunnth. qui se développaient presque chaque année dans le lac entre 1984 et 1995 en fin d'été. A l'époque par contre, nous n'avions jamais vu pareille extension, les masses algales étaient franchement bleu vert, sans pellicule blanche en surface.

L'examen microscopique a confirmé que la masse algale était formée presque exclusivement par les filaments et le mucus de la



**Figure 2:** Lac des Taillères, le 18.9.2003. Vue de la fleur d'eau à *Anabaena planctonica* Brunnth. dans la baie du Bout-de-Lac (photo F. Straub).

cyanobactérie *Anabaena planctonica* (fig. 5). Ce taxon se distingue des autres espèces du genre par les caractères suivants: filaments droits de 9  $\mu\text{m}$  de diamètre en moyenne, akinètes cylindriques éloignés des hétérocystes, présence de pseudovacuoles dans les cellules. Par ailleurs cette espèce développe un curieux artefact (HUBER-PESTALOZZI 1938, fig. 117) sous le microscope au fur et à mesure de l'examen: les parois cellulaires de certains hétérocystes et certains akinètes se déforment pour prendre l'allure d'ailes ou de pointes latérales. La pellicule blanche de surface était formée par des filaments à cellules pâles ou vierges de pigments photosynthétiques (dans un état physiologique réduit ou en sénescence). On peut donc penser que les prélèvements ont été réalisés pendant le paroxysme de la fleur d'eau, lorsque les filaments en train de mourir sont

moins denses et viennent se déposer en surface.

En moyenne, les cellules observées avaient 471,4  $\mu\text{m}^3$  de volume. Dans la masse de la fleur d'eau nous avons dénombré 625'778 filaments/ml formés par  $2,07 \cdot 10^7$  cellules. En prenant une densité standard de 1, cela correspond à une biomasse de 9,77  $\text{kg/m}^3$  de matière fraîche. Cette biomasse équivaut à celle mesurée dans les mêmes conditions en 1984, à savoir 780'000 filaments/ml (POKORNI, 1984). Dans l'eau vierge de fleur d'eau, mais très colorée à 0,5 m de profondeur, le microplancton était tout de même assez diversifié avec 58 taxons. Parmi ceux-ci, avec 1'274 filaments/ml formés de 16'748 cellules, *Anabaena planctonica* formait le 56,2 % de la biomasse. Les autres groupes majoritaires étaient les algues vertes (30,5%), les protozoaires (7,6%) et les Cryptophycées (1,9%).





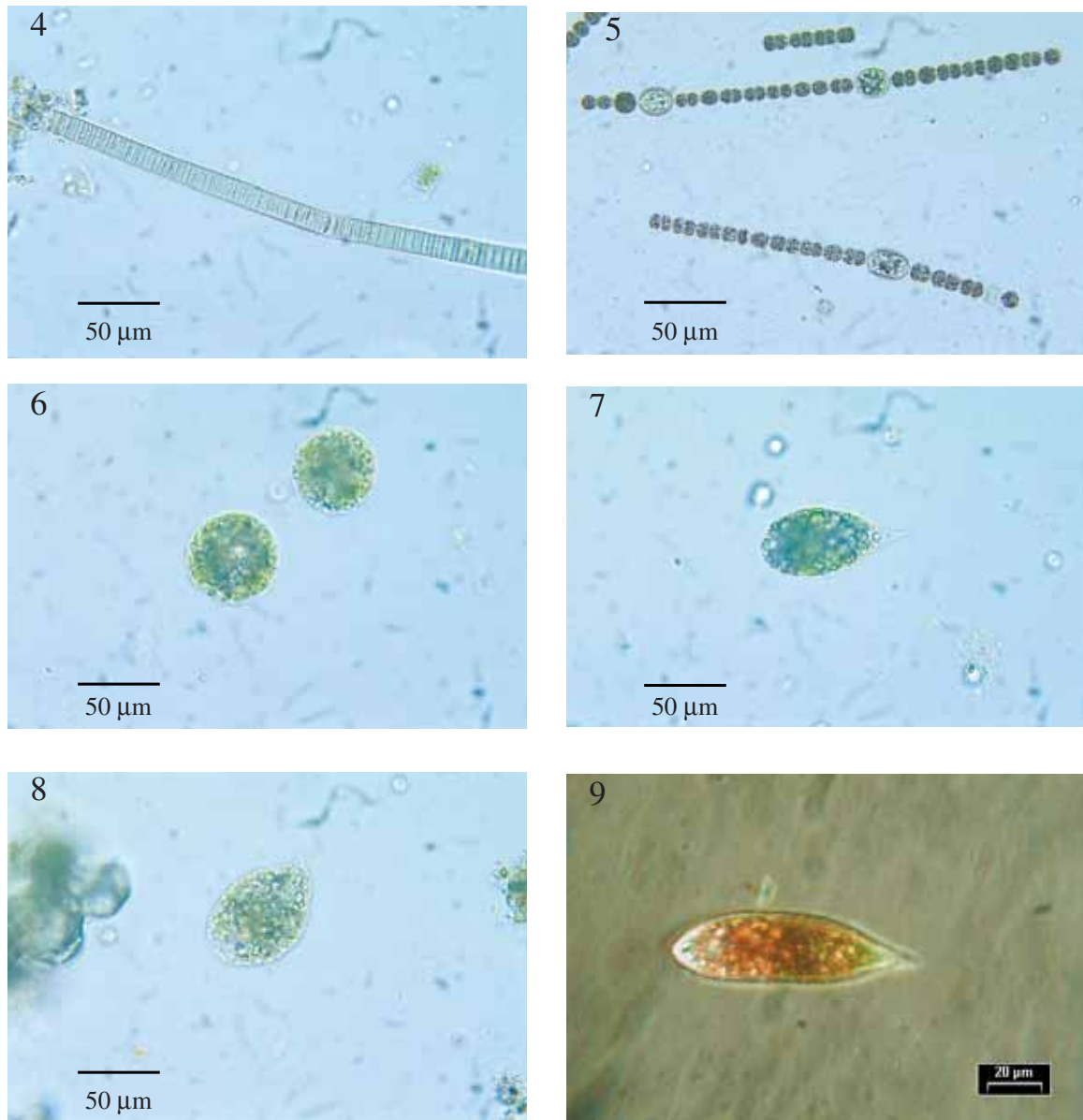
**Figure 3:** Etang de Biaufond le 4.8.2003. Vue de la fleur d'eau rouge à *Euglena cf. haematodes* (Ehr.) Lemm. (photo P. E. Montandon).

#### DISCUSSION

L'espèce *Anabaena planctonica* possède des hétérocystes (fig. 5) qui lui permettent d'assimiler l'azote gazeux pour sa nutrition et des pseudovacuoles dans ses cellules. Les conditions de développement et de manifestation de fleurs d'eau causées par de tels organismes sont relativement bien connues (STEWART 1973, OLIVER 1994, OLIVER & GANF 2000). Dans certains lacs très eutrophes à stratification thermique, en fin de saison de croissance, l'azote nitrique (nitrates) vient à manquer en surface, alors que les phosphates sont en excès (c'est le contraire dans les lacs moins riches). Ainsi ces cyanobactéries, en fixant de l'azote élémentaire de l'air, peuvent croître sans concurrence sur la part de phosphore encore disponible.

Les eaux se colorent vivement, d'autant plus que ces organismes préfèrent aussi la faible teneur en oxygène dissous caractéristique de ce type de lacs. La biomasse ainsi présente dans les eaux superficielles fait écran à la lumière, limitant l'activité photosynthétique en profondeur, ce qui entraîne une diminution de la densité cellulaire des cyanobactéries. Celles-ci flottent d'autant mieux et viennent se déposer en surface sous forme de dépôts épais. Ce type de manifestation est favorisé par l'absence de vent et la chaleur.

Au lac des Taillères (lac anoxique en profondeur) l'apparition des premières fleurs d'eau avait été mise en relation avec la teneur élevée en phosphore. Pour tenter d'abaisser ce taux et afin de maintenir le niveau du lac en dessous de la cote 1039,5 m, un système régulateur a été installé fin 1995, qui soutire



**Figure 4:** Filament d'*Oscillatoria limosa* Ag. ex Gomont en multiplication (photo F. Straub).

**Figure 5:** Filaments d'*Anabaena planctonica* Brunnth. La petite cellule claire sans granulation est un hétérocyste. Les grandes cellules ovales à cylindriques sont des akinètes (photo F. Straub).

**Figure 6:** Formes neustoniques d'*Euglena cf. haematodes* (Ehr.) Lemm. Matériel fixé (photo F. Straub).

**Figures 7 et 8:** Formes intermédiaires d'*Euglena cf. haematodes* (Ehr.) Lemm. sur lesquelles l'apex est encore visible (photos F. Straub).

**Figure 9:** Forme allongée nageuse d'*Euglena cf. haematodes* (Ehr.) Lemm. Prise de vue numérique sur matériel vivant (photo P. E. Montandon).

de l'eau à 6 m de profondeur, extrêmement riche en phosphore (par la crépine du barrage). En plus, la législation fédérale prévoit une bande de 3 m de large le long des eaux de surface, sur laquelle tout épandage d'engrais est interdit. Ces mesures semblent avoir fait leurs preuves, puisque les teneurs en phosphore se sont stabilisées et les fleurs d'eau ont cessé depuis 1995. Cependant, pour que le lac soit dorénavant à l'abri de tels problèmes, le stock critique de phosphore ne devrait pas dépasser 60 kg alors qu'il atteint aujourd'hui plus du double (BUTTY *et al.* 2004). Il est probable que la réapparition de la fleur d'eau en été 2003 est liée aux conditions météorologiques caniculaires. L'absence de pluie en juillet/août, qui a stoppé le drainage au barrage et l'augmentation de l'évaporation, ont sans doute provoqué une augmentation de la teneur en phosphore dans le lac. Les pointes de température et l'absence de vent ont renforcé la stratification thermique des eaux. Ces facteurs conjugués seraient responsables de la nuisance. Ainsi malgré les efforts d'assainissement, le lac reste fragile surtout lors de conditions météorologiques extrêmes.

#### EAUX ROUGES À BIAUFOND

##### *Présentation*

Le 4 août, Mme E. Perrin a signalé un dépôt rouge brique à l'étang de Biaufond, en croyant que de la peinture avait pollué la pièce d'eau. Le dépôt, surtout visible sur la rive droite à un endroit envasé (fig. 3), recouvrait les lentilles d'eau (*Lemna minor* L.), les pointes émergentes des Pesses d'eau (*Hippuris vulgaris* L.) et s'étalait entre les tiges des prêles des eaux (*Equisetum fluviatile* L. em. Ehrh.). Le 28 août, Monsieur E. Wenger a également signalé un tel dépôt cette fois-ci dans le lac de Biaufond, au large de la ferme des Gaillots. Le 29 au matin plus aucune trace rouge n'était visible, après la nuit orageuse et pluvieuse qui a mis fin à la période caniculaire.

Dans l'échantillon du 4 août 2003, deux types de cellules caractéristiques des fleurs d'eau à euglènes étaient visibles. La plupart des cellules avaient une forme elliptique ou ovale, de 70 à 87 µm de longueur. Elles présentaient un apex (fig. 7 et 8) et avaient conservé leur mobilité. Plus rares étaient les formes élancées typiques des euglènes (fig. 9), dont le flagelle était peu ou pas visible. Une faible part des cellules avait une forme de sphère de 45 à 50 µm de diamètre (fig. 6). Ces cellules sont des formes flottantes ou neustoniques (BOURRELLY 1970) de l'algue, qui a perdu ses capacités de locomotion. La proportion de ces dernières formes augmentait avec l'âge de l'échantillon.

La plupart des cellules contenaient des pigments rouges à côté des pigments verts chlorophylliens. Les formes sphériques étaient plus pâles que les formes allongées. Toutes ces cellules étaient remplies de gros granules de paramylon, si bien que les caractères permettant l'identification étaient partiellement masqués (en particulier les pyrénoides). Cependant, les chloroplastes semblaient fusiformes et courts, les cellules ne présentaient pas de lignes spirales et la tache oculaire semblait manquer. Parmi les euglènes à pigments rouges, l'identification est incertaine, si bien que nous proposons d'associer provisoirement cette population à *Euglena cf. haematodes* (Ehr.) Lemm. Le DR. E. LINTON, a qui nous avons envoyé un sous-échantillon, propose également de maintenir l'incertitude. Les auteurs des flores consultées s'accordent sur les causes de ce type de fleur d'eau : forte charge organique, forte eutrophie et insolation inhabituelle.

#### DISCUSSION

L'étang de Biaufond est alimenté par un cours d'eau temporaire et des résurgences sous aquatiques polluées par des eaux d'épuration provenant de La Chaux-de-Fonds et de La Ferrière. La charge organique des eaux dans l'étang, se marque par places

par un envasement, qui apparaît en surface en période d'étiage. L'eutrophie de l'eau entretient une forte biomasse de plantes aquatiques et d'algues vertes filamenteuses. L'orientation est-ouest de l'étang, dont la longueur est parallèle à la trajectoire apparente du soleil, fait que la pièce d'eau reçoit une grande quantité de lumière, malgré sa situation topographique encaissée. L'ensoleillement exceptionnel de l'été passé a sans doute été le facteur déterminant, car à notre connaissance jamais fleur d'eau de ce type n'a été signalée à cet endroit.

#### CONCLUSION

Les trois manifestations algales signalées ont eu lieu dans des milieux, dont l'eutrophie est liée à des impacts urbains et agricoles, connus de longue date. Malgré les efforts considérables d'assainissement, l'effet conjugué de la chaleur, de l'insolation et du manque d'eau d'une période caniculaire, met en évidence des situations environnementales critiques. Cet impact météorologique se manifeste aussi dans des cas qui ne semblent

pas liés à de la pollution. Ainsi les proliférations de méduses d'eau douce (*Craspedacusta sowerbii* Lank.), qui ont de nouveau été signalées en été 2003 par la presse dans le canal de la Sicel à Estavayer (lac de Neuchâtel) et par J.-S. CHAPPUIS (comm. pers.) dans les bassins du Doubs aux Brenets.

#### REMERCIEMENTS

Nous remercions Mme Eliane Perrin (La Chaux-de-Fonds), Messieurs Eric Wenger (La Goule), Jean-Michel Liechti (Service de la protection de l'environnement), J.-S. Chapuis (Entre-deux-Monts), ainsi que plusieurs personnes anonymes pour nous avoir signalé les phénomènes décrits dans cet article. Nos remerciements à Maria Leitao (Bureau Bieau à Angers), Eric Linton (Université du Michigan), Ferdinand Schanz (Université de Zurich) et Joachim Hürlimann (Bureau AquaPlus à Zug) pour leur contributions. L'étude a pu être réalisée grâce à des crédits du Service de l'hygiène et de l'environnement de La Chaux-de-Fonds et du Service de la protection de l'environnement.

#### BIBLIOGRAPHIE

- BOURRELLY, P. 1970. Les algues d'eau douce. Algues bleues et rouges. Les Eugléniens, Péridiniens et Cryptomonadines. *Ed. Boubée. Paris.*
- BUTTY, I.; JEANRENAUD, D. & POKORNI, B. 2004. Suivi de l'environnement neuchâtelois en 2003. *Bull. Soc. neuchâtel. Sc. nat.* 127: 153-171.
- COMPÈRE, P. 1986. Flore pratique des algues d'eau douce de Belgique 1. Cyanophyceae. *Jardin Bot. Nat. Belg. Meise.*
- COMPÈRE, P. 1989. Flore pratique des algues d'eau douce de Belgique 2. Pyrrophytes, Raphidophytes, Euglénophytes. *Jardin Bot. Nat. Belg. Meise.*
- COSTE, M. & ECTOR, L. 2000. Diatomées invasives exotiques ou rares en France: principales observations effectuées au cours des dernières décennies. *Syst. Geogr. Pl.* 70: 373-400.
- DILLARD, G. E. 2000. Freshwater algae of the southeastern United States, Part. 7. Pigmented Euglenophyceae. *Bibliotheca Phycologica* 106.
- ETTL, H.; GERLOFF, J.; HEYNIG, H. & MOLLENHAUER, D. (HER.). 1980-2004. Süßwasserflora von Mitteleuropa 1-24. 18 volumes parus. *G. Fischer Ver. Stuttgart.*

- GEITLER, L. 1925. Cyanophyceae. In: A. PASCHER (HER.). Die Süßwasserflora Deutschlands, Oesterreichs und der Schweiz, Heft 12. *G. Fischer Ver. Jena*.
- GOLUBIC, S. 1973. The relationship between blue-green algae and carbonate deposits. In: N. G. CARR & B. A. WHITTON (eds). The biology of blue-green algae. *Botanical Monographs* 9: 434-472. *Blackwell Sci. Pubs.*
- HINDAK, F. 2001. Fotograficky atlas mikroskopických sinic. *Ed. Veda. Bratislava*.
- HUBER-PESTALOZZI, G. 1938. Das Phytoplankton des Süßwassers 1: Blaualgen. Bakterien. Pilze. In: A. THIENEMANN (HER.): Die Binnengewässer 16 (1). *E. Schweizerbart'sche Ver. Stuttgart*.
- HUBER-PESTALOZZI, G. 1955. Das Phytoplankton des Süßwassers 4: Euglenophyceen. In: A. THIENEMANN (HER.): Die Binnengewässer 16 (4). *E. Schweizerbart'sche Ver. Stuttgart*.
- HÜRLIMANN, J. & NIEDERHAUSER, P. 2002. Méthode d'étude et d'appréciation de l'état de santé des cours d'eau. Diatomées - niveau R (région). *OFEFP Berne*.
- KRAMMER, K. & LANGE-BERTALOT, H. 1986. Bacillariophyceae, Teil. 1, Naviculaceae. In: H. Ettl, J. Gerloff, H. Heynig & D. Mollenhauer (HER.): Süßwasserflora von Mitteleuropa. Band 2/1. *G. Fischer Ver. Stuttgart*.
- LECOINTRE, G. & LE GUYADER, H. 2001. Classification phylogénétique du vivant. *Ed. Belin. Paris*.
- MONTANDON, P.-E., DAVAL, S. & MISEREZ, J.-J. 2004. Traitement et évacuation des eaux usées de la ville de La Chaux-de-Fonds: impact des travaux de rénovation et d'agrandissement de la station d'épuration des eaux sur le milieu récepteur. *Bull. Soc. neuchâtel. Sc. nat.* 127: 83-102.
- OLIVER, R. L. 1994. Floating and Sinking in Gas-Vacuolate Cyanobacteria - Review. *Journal of Phycology* 30 (2): 161-173.
- OLIVER, R. L. & GANF, G. G. 2000. Freshwater Blooms. In: B. A. WHITTON & M. POTTS (eds). The ecology of Cyanobacteria: 149-194. *Kluwer Acad. Pbs. Dordrecht*.
- POKORNI, B. 1984. Bulletins d'analyse N° 1829 et 1830, établis sur demande de la commune de la Brévine. *SCNPE (non pub.)*.
- STARMACH, K. 1983. Flora slodkowodna Polski, Tom 3, Euglenophyta-Eugleniny. *Polska Akademia Nauk. Warszawa*.
- STEWART, W. D. P. 1973. Nitrogen fixation. In: N. G. CARR & B. A. WHITTON (eds). The biology of blue-green algae. *Botanical Monographs* 9: 260-278. *Blackwell Sci. Pubs.*
- STRAUB, F. 2002. Note algologique II. Apparition envahissante de la diatomée *Achnanthes catenata* Bily & Marvan (Heterokontophyta, Bacillariophyceae) dans le lac de Neuchâtel. *Bull. Soc. neuchâtel. Sci. nat.* 125 (1): 59-66.
- THOMAS, E. A. 1961. Wucherungen von Cyanophyceen an den Ufern des Zürichsees und deren Ursachen. *Schweiz. Z. Hydrol.* 23 (1): 225-235.
- THOMAS, E. A. 1962. Thermisch bedingte Horizontalzirkulationen, Wasserchemismus und Algenwucherungen an Zürichseeufeln. *Hydrobiologia* 20 (1): 40-58.

# Annexe AQ-9

**Büttiker B., 2007 : Reppeuplement des cours d'eau du Jura en truites. Objectifs, stratégies, succès et effets indésirables.**

**Synthèse**

## REPEUPEMENTS

### Effet génétique du repeuplement

En effet, les truites arc-en-ciel réussissant à se maintenir dans le cours d'eau se reproduisent dans les mêmes niches écologiques que les truites indigènes, mais légèrement plus tard. Il en résulte une destruction potentielle des frayères des truites indigènes. Cette espèce n'est actuellement plus introduite. L'utilisation de truites arc-en-ciel stériles a également dernièrement été étudiée et évaluée comme un mauvais choix (Büttiker, 2007<sup>1</sup>).

Par la suite, des truites de rivière de souche dite « atlantique » et probablement de souche dite « méditerranéenne » ont été utilisées pour les repeuplements, mélangeant ainsi la souche génétique locale dite « zébrée du Doubs » (Fumagalli, 2002<sup>2</sup>). Les effets de ces introductions sont notamment :

- > La modification des caractéristiques génétiques des truites de souche dite « zébrée du Doubs » par hybridation avec les truites de repeuplement immergées ;
- > appauvrissement de la diversité génétique et donc perte de caractéristiques génétiques.

Le mélange génétique contribue de manière générale à l'affaiblissement des souches et populations en place. Aujourd'hui, bien que les repeuplements soient effectués en Suisse grâce à des géniteurs provenant uniquement du Doubs, il est probable que l'élimination des gènes introduits mettent de nombreuses années à diminuer significativement.

### Effet sanitaire du repeuplement

Le risque de transfert de maladies ou de parasites par le repeuplement est possible. L'apparition de nouvelles maladies est par ailleurs périodiquement observée. Il est toutefois très difficile de documenter concrètement la transmission de parasites ou de maladies à partir de poissons de pisciculture vers les repeuplements sauvages, car la mortalité ne se manifeste en général pas de manière très visible en milieu naturel (Dipnet 2007<sup>3</sup>).

Les résultats obtenus récemment en laboratoire ont permis de montrer que le parasite unicellulaire responsable de la maladie rénale proliférative (MRP), *Tetracapsuloides bryosalmonae*, est transmissible des bryozoaires (qui fonctionnent comme hôte intermédiaire obligatoire) vers la truite de même qu'inversement de la truite infectée vers les bryozoaires (Morris et Adams 2006<sup>4</sup>). Le repeuplement par des poissons élevés dans une pisciculture infectée est donc susceptible de transmettre le parasite dans des eaux non encore infectées et qui abritent des bryozoaires. Ainsi la MRP, soupçonnée causer des pertes

<sup>1</sup> Büttiker B., 2007 : Repeuplement des cours d'eau du Jura en truites. Objectifs, stratégies, succès et effets indésirables. Mandat de l'Office des eaux et de la protection de la nature du canton du Jura.

<sup>2</sup> Fumagalli L., 2002 : Analyses génétiques de populations de truite communes (*Salmo trutta*) en provenance du Doubs. Institut d'Ecologie, Laboratoire de Biologie de la Conservation, Lausanne. pp. 27.

<sup>3</sup> DIPNET (2007) Review of disease interactions and pathogen exchange between farmed and wild finfish and shellfish in Europe. Raynard, R., Wahli, T., Vastos, I., Mortensen, S. (Eds.). Veterinærmedisinsk Oppdragscenter AS ([www.dipnet.info/docs/doc.asp?id=48](http://www.dipnet.info/docs/doc.asp?id=48)).

<sup>4</sup> Morris, D. J., Adams, A. (2006) Transmission of *Tetracapsuloides bryosalmonae* (Myxozoa : Malacosporea), the causative organism of salmonid proliferative kidney disease, to the freshwater bryozoan *Fredericella sultana*. *Parasitology* 133 :701-709.

substantielles dans les peuplements sauvages en Suisse et dans le Doubs, a peut-être été répandue artificiellement et assez récemment par le repeuplement, avant que le problème soit reconnu et les mesures de prévention n'aient pu être prises.

## Pertinence du repeuplement

Le choix ainsi que le mode de repeuplement dans un cours d'eau sont parfois difficiles à prioriser. Le tableau ci-après (Büttiker, 2007<sup>5</sup>) est une bonne synthèse du principe de cause (type de déficit) à effet (effet du repeuplement).

Type de déficit	Effet sur la reproduction / recrutement	Effet du repeuplement
Pollution par des égouts, engrais etc.	Effet important sur la reproduction. Mauvaises conditions pour toutes classes d'âge.	Inefficace. Seule solution : assainir.
Pollution avec certains médicaments, pesticides, désinfectants agissant sur la reproduction des poissons.	Peut être important, sans que les conditions de vie des adultes ne soient affectées. Mais la base nutritive des poissons peut également être concernée.	Eventuellement efficace. Solution plus appropriée : assainir.
Perturbation hydrologique.	Lorsque le marnage est important dans un cours d'eau morphologiquement intact, l'effet peut être grave chez les jeunes classes d'âge (zones de frayères et de grossissement régulièrement mises à sec).	Eventuellement efficace lorsque le problème ne peut être résolu autrement.
Déficit morphologique et/ou hydrologique général.	Aucun effet spécifique, car les conditions sont médiocres pour toutes les classes d'âge.	Inefficace. Seule solution : assainir.
Manque de frayères ou zones de grossissement, mais environnement par ailleurs en bonne condition (fond sur molasse, envasement des frayères).	Les possibilités de reproduction naturelle sont réduites ou inexistantes.	Eventuellement efficace. La création artificielle de zones de reproduction peut être une solution plus durable (par exemple Rubin et al. 2004).
Maladies (par exemple MRP).	Mortalité importante sur la classe d'âge 0+ dans le cas de la MRP.	Douteux. Pour la MRP, aucune stratégie efficace de repeuplement n'est encore connue.
Prédateurs en surnombre.	En général pas d'effet spécifique sur la reproduction et le recrutement*.	Douteux, à examiner de cas en cas.
Intensité de la pêche trop importante, manque de géniteurs.	Mauvaise gestion.	Douteux, il est préférable de régler le problème de gestion.

*Quand le repeuplement peut-il être appliqué avec succès. D'après Büttiker, 2007.*

Le recours au repeuplement ne permet pas d'apporter un remède efficace permettant de surmonter les effets de l'endommagement, de la perturbation ou de la destruction des hydrosystèmes. Il n'est par ailleurs ciblé que sur quelques espèces.

<sup>5</sup> Büttiker B., 2007 : Repeuplement des cours d'eau du Jura en truites. Objectifs, stratégies, succès et effets indésirables. Mandat de l'Office des eaux et de la protection de la nature du canton du Jura.