



## BASSIN DU DOUBS NEUCHÂTELOIS

### Diagnostic pluridisciplinaire des eaux de surface

#### Rapport de synthèse

CH-Neuchâtel, le 20 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

  
**AQUARIUS**

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

# Table des matières

<b>1. INTRODUCTION – CADRE.....</b>	<b>1</b>
<b>2. PROBLEMATIQUE .....</b>	<b>1</b>
<b>3. BASSIN VERSANT .....</b>	<b>2</b>
<b>4. DIAGNOSTIC - RESULTATS .....</b>	<b>3</b>
<b>4.1 Hydrologie .....</b>	<b>3</b>
<b>4.2 Physico-chimie .....</b>	<b>4</b>
<b>4.3 Hydrobiologie .....</b>	<b>6</b>
4.3.1 Périphyton .....	6
4.3.2 Macrofaune benthique .....	6
4.3.3 Faune piscicole.....	9
<b>5. BILAN ET PERSPECTIVES.....</b>	<b>9</b>
<b>5.1 Qualité actuelle du Doubs .....</b>	<b>9</b>
<b>5.2 Actions prioritaires à entreprendre.....</b>	<b>10</b>

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



Mandant :	Dernière modification :
République et canton de NE - SENE	Neuchâtel, le 20 août 2012

## 1. INTRODUCTION – CADRE

La qualité des eaux du Doubs et l'état de ses biocénoses font l'objet de grandes préoccupations. Celles-ci se sont accentuées suite notamment à des mortalités piscicoles d'ampleurs non négligeables survenues depuis 2009. De multiples actions et programmes d'investigations ont conséquemment été entrepris sur les territoires suisse et français<sup>1</sup>. Dans ce contexte, l'autorité neuchâteloise a décidé de réaliser des campagnes d'échantillonnage et des analyses détaillées de la qualité de l'eau, conjointement et en collaboration avec le canton du Jura et les autorités françaises. Pour ce faire, le Service de l'énergie et de l'environnement (SENE), en collaboration avec le Service de la faune, des forêts et de la nature, a mandaté plusieurs spécialistes des milieux aquatiques pour réaliser un diagnostic pluridisciplinaire des eaux de surface du bassin du Doubs neuchâtelois. Le présent document en constitue une synthèse.

Les données collectées dans la littérature, dans les études connexes récentes ou anciennes et lors de campagnes de terrain en 2011 ont ainsi été utilisées comme outil d'appréciation et comme point de comparaison avec des références antérieures. Les données des investigations jurassiennes et françaises, dans un esprit constructif d'échange réciproque d'informations, ont été largement consultées et intégrées.

## 2. PROBLÉMATIQUE

La dégradation de la qualité globale du Doubs n'est pas un problème récent. Elle a commencé à être documentée de manière régulière par les scientifiques il y a au moins 40 ans. Les principales causes de cette dégradation ont depuis lors fait l'objet de plusieurs recherches et sont aujourd'hui pour certaines individuellement bien cernées. Il est toutefois actuellement très difficile de quantifier et d'identifier avec précision les facteurs prépondérants de ces atteintes et leurs origines qui sont multiples et disséminées sur tout le bassin versant. En effet, de nouveaux composés chimiques ou agents pathogènes sont sans cesse découverts et se mélangent en un cocktail dont l'impact final sur le Doubs est chaque année différent et potentiellement plus important que si l'on considère chaque perturbateur séparément. Les conditions naturelles hydrologiques défavorables tels que par exemple les étiages prolongés ou l'exploitation hydroélectrique dite « par écluse » sont des facteurs aggravants.

La mise en place d'un suivi scientifique concerté du point de vue international et intercantonal n'est pas une mesure superflue se substituant à l'assainissement du cours d'eau. Au contraire, ce suivi est étroitement lié à la localisation et à la priorisation des solutions d'assainissement les plus adaptées ainsi qu'au contrôle de leur efficacité. De plus, un tel suivi est plus généralement nécessaire pour identifier efficacement les sources de pollutions, mettre en évidence l'apparition de nouvelles espèces invasives, maladies ou encore assurer l'acquisition des connaissances dans la composition de la biodiversité d'un cours d'eau parmi les plus riches de Suisse.

---

<sup>1</sup> Notamment : Canton du Jura - DEE, 2011 : PSEaux, 33 cours d'eau – Doubs, Description de l'état actuel et des déficits.

EPTB Saône et Doubs 2011 : Projet intégré Doubs franco-suisse – Etat des lieux, diagnostic du bassin versant.

### 3. BASSIN VERSANT

Affluent de la Saône, le Doubs prend sa source dans le Jura français, à Mouthe, à 937 mètres d'altitude. Serpentant sur près de 460 km, il traverse les lacs de Saint-Point et des Brenets, d'où il sort par le Saut du Doubs avant de se jeter dans le lac de Moron, qui constitue le bassin de retenue du barrage du Châtelot. Achevé en 1953, ce dernier est l'un des trois ouvrages hydroélectriques du Doubs franco-suisse, suivi par le Refrain puis la Goule.

La délimitation du système d'analyse de la présente étude se concentre sur le bassin du Doubs neuchâtelois, sans occulter toutefois les influences amont et la boucle jurassienne de ce cours d'eau.

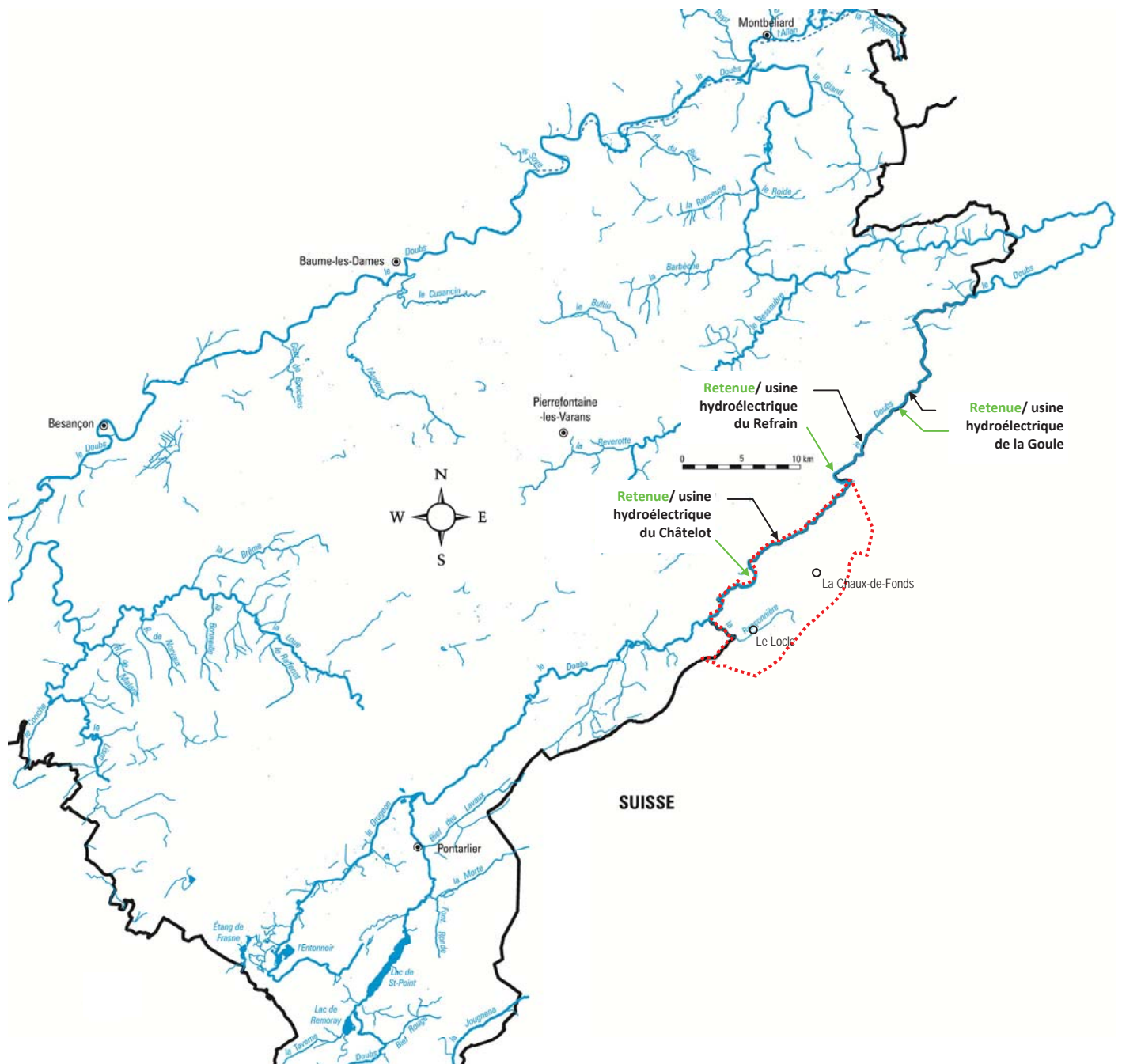


Figure 1 Extrait du réseau hydrographique du département du Doubs. En rouge figure le bassin du Doubs Neuchâtelois.

## 4. DIAGNOSTIC - RÉSULTATS

### 4.1 Hydrologie

Le régime naturel du Doubs neuchâtelois est de type «nivo-pluvial jurassien », c'est-à-dire qu'il est dominé par la fonte des neiges au printemps et le régime des pluies ainsi qu'un étiage généralement marqué entre juillet et août. Le débit moyen du Doubs mesuré à la Combe des Sarrasins par la station fédérale (LH2270) pour la période 1949-2010 est de 26.4 m<sup>3</sup>/s. Les extrêmes sont importants, ainsi en 1962 le débit était quasiment nul à la Combe des Sarrasins; en 1990 est survenue une crue se produisant statistiquement tous les 50 ans et atteignant 350 m<sup>3</sup>/s.

Il est utile de rappeler que dans cette rivière, la pérennité et le succès de la reproduction de plusieurs espèces dépend étroitement des processus de charriage et de remobilisation du substrat lors des crues. Or, les séries hydrologiques montrent qu'aucune crue n'est survenue durant 4 années consécutives entre 2008 et 2011, fait rarissime et jamais observé depuis le suivi de la station en 1949 (jamais 2 années consécutives sans crue d'au moins 150 m<sup>3</sup>/s).

Du point de vue de l'utilisation de l'eau, les usines hydroélectriques du Châtelot, du Refrain et de la Goule modifient le régime hydrologique du Doubs par :

- > La création de tronçons court-circuités soumis à des prélèvements d'eau et dans lesquels ne subsiste pendant de longues périodes de l'année qu'un débit résiduel.
- > Le stockage d'eau dans des bassins de retenue et le turbinage par éclusées.

L'exploitation par éclusées désigne l'alternance d'un débit élevé (débit d'écluse) et d'un débit faible (débit plancher) que l'on observe, souvent chaque jour, dans un cours d'eau en aval de centrales hydroélectriques fonctionnant par intermittence. En Suisse, environ 25% des centrales hydroélectriques de tailles moyennes à grandes provoquent ce genre de variations du débit ou y contribuent. Le régime hydrologique naturel ne «prévoit» pas ce genre de passages réguliers et souvent rapides d'un débit plancher à un débit d'écluse (et vice-versa), de sorte que ces variations équivalent à une perturbation, tant sur le plan hydrologique que sur le plan écologique. Les éclusées sont liées essentiellement à l'installation du Châtelot qui possède le plus gros bassin de stockage et la capacité de turbinage la plus importante.

Diverses études ont évalué l'incidence des éclusées sur le Doubs et montrent que les impacts sont importants, notamment pour les espèces (végétales et animales) vivant ou se reproduisant dans la zone riveraine de battement (également appelée de marnage), c'est-à-dire celle qui est artificiellement et successivement exondée lors de la rétention puis inondée lors du turbinage. Plusieurs mesures ont déjà été prises pour limiter les impacts de ces éclusées, telles que le relèvement des débits résiduels ou encore le prolongement du temps d'abaissement du débit lors de la rétention. des mesures prometteuses pour l'environnement résident également dans les essais de démodulation récemment testées ainsi que dans le renouvellement du règlement d'eau en 2014 et l'application des nouvelles dispositions légales (Loi et ordonnance fédérales sur la protection des eaux).

## 4.2 Physico-chimie

Les suivis de la qualité des eaux du bassin du Doubs neuchâtelois durent depuis près de 30 ans. Les données anciennes sont toutefois trop ponctuelles pour être utilisées dans un concept d'appréciation globale de la qualité des eaux de surface. C'est la raison pour laquelle une intensification des prélèvements et analyses a été réalisée en 2011.

L'évaluation des effets des différents composés dans l'hydrosystème est extrêmement complexe. En effet, les micropolluants se présentent généralement dans le milieu sous la forme de mélanges de composition inconnue dont les effets à long terme sont difficiles à mettre en évidence et peuvent, de plus, être masqués par d'autres facteurs de stress comme le rayonnement ultraviolet, la température ou les attaques de pathogènes. En plus, les pollutions chroniques ne sont pas distribuées de façon homogène ni dans le temps ni dans l'espace et peuvent présenter de très fortes variations.

Le diagnostic confirme que les apports en substances organiques et divers autres polluants provenant du cours situé à l'amont du territoire suisse sont significatifs. Ceci est notamment observé au lieu-dit « Les Clos Rondot » situé à l'amont du lac de Chaillexon (F) (Lac des Brenets). Les études françaises montrent en effet que l'influence anthropique sur la qualité des eaux du Doubs est importante déjà en tête de bassin versant et se poursuit jusqu'au Doubs franco-suisse. Diverses actions sont entreprises en France pour affiner les diagnostics des apports en polluants ainsi que pour assurer la mise en place d'un programme de mesures, décliné dans un schéma d'aménagement et de gestion des eaux (SAGE), actuellement en cours de révision.

Juste à l'aval du site « Les Clos Rondot », sur territoire suisse, au niveau du lac des Brenets s'ajoutent les apports des polluants de la Rançonnière. Ce ruisseau constitué presque exclusivement des eaux usées traitées des stations d'épuration des communes du Locle et des Brenets concentre une part importante des polluants provenant du bassin du Doubs Neuchâtelois. Un projet est actuellement développé pour transformer et améliorer notablement ces installations vétustes dont le fonctionnement peut aujourd'hui être qualifié de ponctuellement mauvais. A partir de ce point, on remarque ensuite jusqu'approximativement à l'amont de « Maison Monsieur » une amélioration progressive de la qualité de l'eau liée à l'activité biologique de la rivière et son action autoépuratrice. Plusieurs indicateurs biologiques confirment ensuite à la hauteur de « La Rasse » que des apports, dont certains en partie d'origine karstique, influencent négativement la qualité des eaux du Doubs. Ces apports sont notamment influencés par les infiltrations des eaux traitées de la ville de La Chaux-de-Fonds. On constate néanmoins globalement une amélioration de la qualité de l'eau du Doubs entre son entrée et sa sortie du territoire neuchâtelois.

Une situation des résultats du diagnostic est présentée à la page suivante.

Les analyses des sédiments révèlent ponctuellement des matériaux fortement pollués susceptibles d'avoir sur les organismes aquatiques des impacts significatifs à plus ou moins court terme. Les lacs et bassins de retenue constituent des secteurs de dépôts préférentiels des polluants présents sous forme particulaire. Leur mobilisation dans la chaîne alimentaire a fait l'objet d'investigations écotoxicologiques par une analyse de la chair des poissons mais la méthode employée n'est pas suffisamment fiable pour en tirer des conclusions solides.



REPUBLIQUE ET CANTON DE NEUCHÂTEL  
Service de l'énergie et de l'environnement

Bassin du Doubs Neuchâtelois  
Diagnostic pluridisciplinaire des eaux de surface

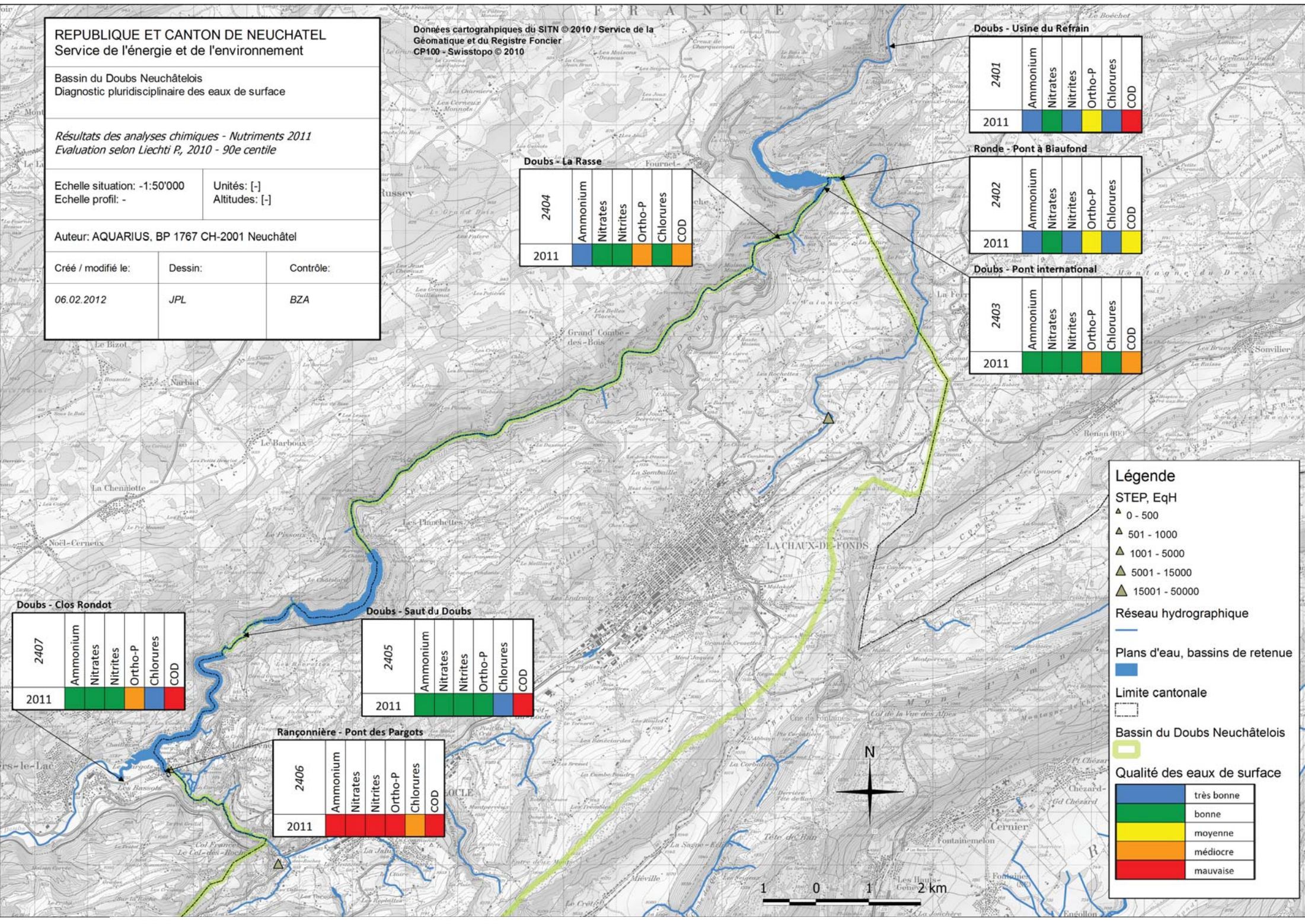
Résultats des analyses chimiques - Nutriments 2011  
Evaluation selon Liehti P, 2010 - 90e centile

Echelle situation: -1:50'000      Unités: [-]  
Echelle profil: -                      Altitudes: [-]

Auteur: AQUARIUS, BP 1767 CH-2001 Neuchâtel

Créé / modifié le:	Dessin:	Contrôle:
06.02.2012	JPL	BZA

Données cartographiques du SITN © 2010 / Service de la  
Géomatique et du Registre Foncier  
CP100 - Swisstopo © 2010



**Doubs - Usine du Refrain**

2401	Ammonium	Nitrates	Nitrites	Ortho-P	Chlorures	COD
2011	Blue	Green	Green	Yellow	Blue	Red

**Ronde - Pont à Biaufond**

2402	Ammonium	Nitrates	Nitrites	Ortho-P	Chlorures	COD
2011	Blue	Green	Green	Yellow	Blue	Yellow

**Doubs - Pont international**

2403	Ammonium	Nitrates	Nitrites	Ortho-P	Chlorures	COD
2011	Green	Green	Green	Orange	Green	Orange

**Doubs - La Rasse**

2404	Ammonium	Nitrates	Nitrites	Ortho-P	Chlorures	COD
2011	Blue	Green	Green	Orange	Green	Orange

**Doubs - Clos Rondot**

2407	Ammonium	Nitrates	Nitrites	Ortho-P	Chlorures	COD
2011	Green	Green	Green	Orange	Blue	Red

**Doubs - Saut du Doubs**

2405	Ammonium	Nitrates	Nitrites	Ortho-P	Chlorures	COD
2011	Green	Green	Green	Blue	Blue	Red

**Rançonnière - Pont des Pargots**

2406	Ammonium	Nitrates	Nitrites	Ortho-P	Chlorures	COD
2011	Red	Red	Red	Orange	Red	Red

**Légende**

STEP, EqH

- ▲ 0 - 500
- ▲ 501 - 1000
- ▲ 1001 - 5000
- ▲ 5001 - 15000
- ▲ 15001 - 50000

Réseau hydrographique

Plans d'eau, bassins de retenue

Limite cantonale

Bassin du Doubs Neuchâtelois

Qualité des eaux de surface

Blue	très bonne
Green	bonne
Yellow	moyenne
Orange	médiocre
Red	mauvaise





## 4.3 Hydrobiologie

### 4.3.1 Périphyton

Le périphyton est un mélange complexe composé notamment d'algues, de cyanobactéries et de microorganismes hétérotrophes. Les investigations réalisées sur les cyanobactéries en particulier n'ont pas permis de mettre en évidence la présence de cyanotoxines, substances produites par ces dernières et susceptibles de provoquer des mortalités piscicoles importantes ainsi que de rendre l'eau impropre à la consommation.

Du point de vue de la biodiversité de diatomées, on constate en 2011 que l'on se situe dans le même ordre de grandeur qu'en 1963 avec la même abondance de taxons de la liste rouge actuelle d'Europe centrale.

Alors qu'en 1963 quasiment aucune forme tératologique (forme anormale présentant des déformations ou variations significatives) n'a été trouvée dans les algues échantillonnées, des proportions nettement plus importantes ont été relevées dans les échantillons récents. Ces formes typiques d'un dérèglement du milieu atteignant même des taux significatifs au Pont international de Biaufond.

Une synthèse des investigations 2011 est présentée sur la carte de la page suivante.

### 4.3.2 Macrofaune benthique

La macrofaune benthique représente les organismes visibles à l'œil nu, dépourvus de colonne vertébrale et vivant sur (ou dans) le substrat que constitue dans ce cas le lit des rivières. Ces animaux, principalement des insectes, des crustacés, des mollusques et des vers, reflètent l'intégralité des facteurs environnants qui agissent sur eux. Ceci est vrai non seulement pour la qualité de l'eau mais aussi pour les conditions morphologiques, hydrologiques ainsi que pour les processus dynamiques au sein du cours d'eau.

Du point de vue de la biodiversité, il est intéressant de mentionner que le Doubs présente encore des peuplements d'invertébrés aquatiques parmi les plus diversifiés de Suisse. Une régression significative s'observe toutefois dans certains groupes polluosensibles dont la diversité en espèces et l'abondance ont nettement diminués par rapport aux relevés de Verneaux en 1973. Les grandes perles et les grandes éphémères, dont plusieurs espèces appartenant aux listes rouges des espèces menacées de Suisse, semblent particulièrement touchées. Des indices et observations ponctuelles mettent en cause le régime d'éclusées actuel du Doubs, mais une relation de cause à effet reste à prouver. Une synthèse des investigations 2011 est présentée sur la situation ci-après.



REPUBLIQUE ET CANTON DE NEUCHÂTEL  
Service de l'énergie et de l'environnement

Bassin du Doubs Neuchâtelois  
Diagnostic pluridisciplinaire des eaux de surface

Résultats des analyses du périphyton 2011  
Indices DI-CH, Saprobie et Trophie

Echelle situation: -1:50'000      Unités: [-]  
Echelle profil: -                      Altitudes: [-]

Auteur: AQUARIUS, BP 1767 CH-2001 Neuchâtel

Créé / modifié le:	Dessin:	Contrôle:
19.03.2012	JPL	BZA

Données cartographiques du SITN © 2010 / Service de la  
Géomatique et du Registre Foncier  
CP100 - Swisstopo © 2010

**Légende**

STEP, EqH  
▲ 0 - 500  
▲ 501 - 1000  
▲ 1001 - 5000  
▲ 5001 - 15000  
▲ 15001 - 50000

Réseau hydrographique  
—

Plans d'eau, bassins de retenue  
■

Limite cantonale  
□

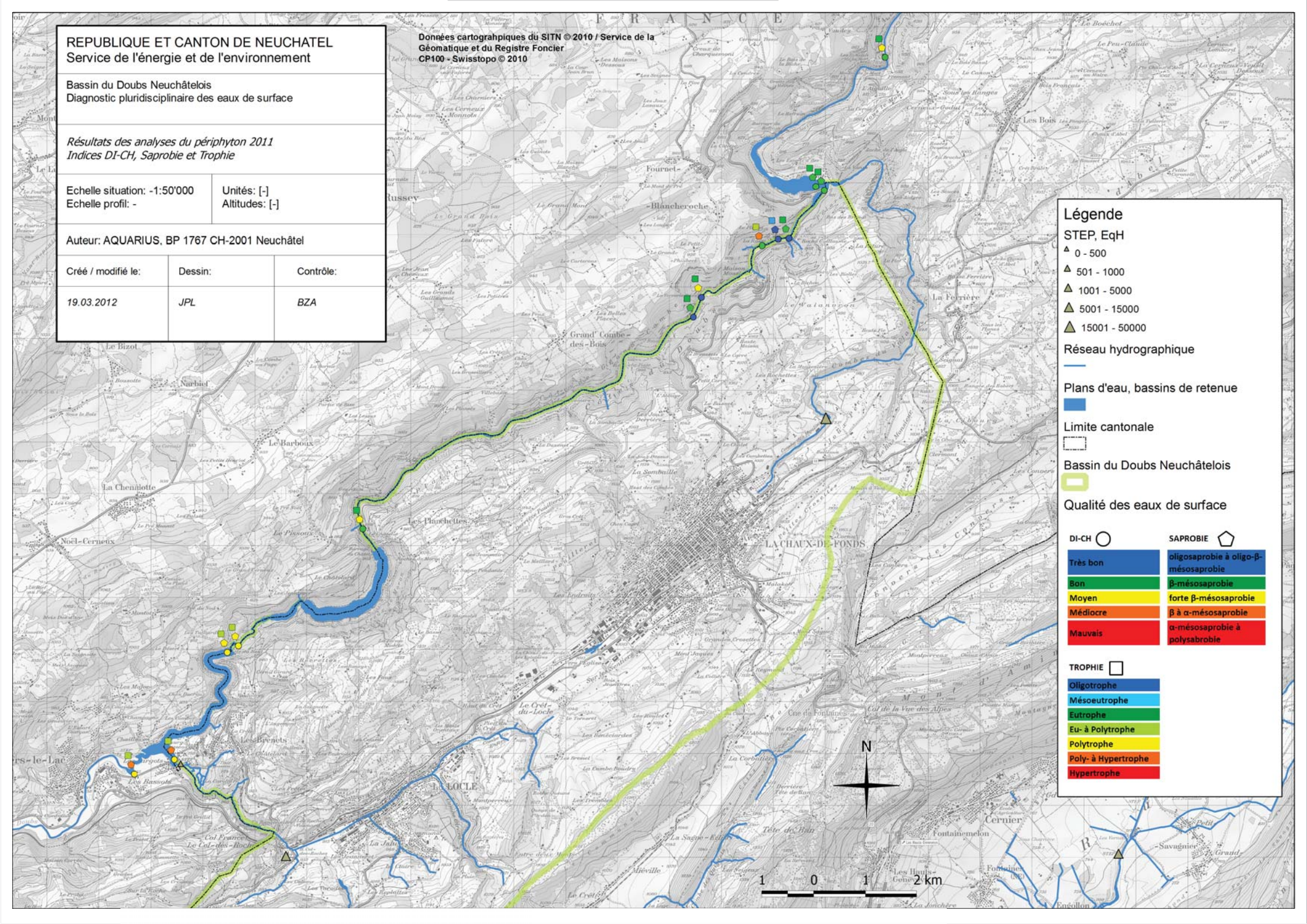
Bassin du Doubs Neuchâtelois  
■

Qualité des eaux de surface

DI-CH ○	SAPROBIE ◡
Très bon	oligosaprobie à oligo-β-mésosaprobie
Bon	β-mésosaprobie
Moyen	forte β-mésosaprobie
Médiocre	β à α-mésosaprobie
Mauvais	α-mésosaprobie à polysaprobie

TROPHIE □

Oligotrophe
Mésotrophe
Eutrophe
Eu- à Polytrophe
Polytrophe
Poly- à Hypertrophe
Hypertrophe





REPUBLIQUE ET CANTON DE NEUCHÂTEL  
Service de l'énergie et de l'environnement

Bassin du Doubs Neuchâtelois  
Diagnostic pluridisciplinaire des eaux de surface

Résultats des analyses de la macrofaune benthique 2011  
Indices IBCH et SPEAR

Echelle situation: -1:50'000  
Echelle profil: -

Unités: [-]  
Altitudes: [-]

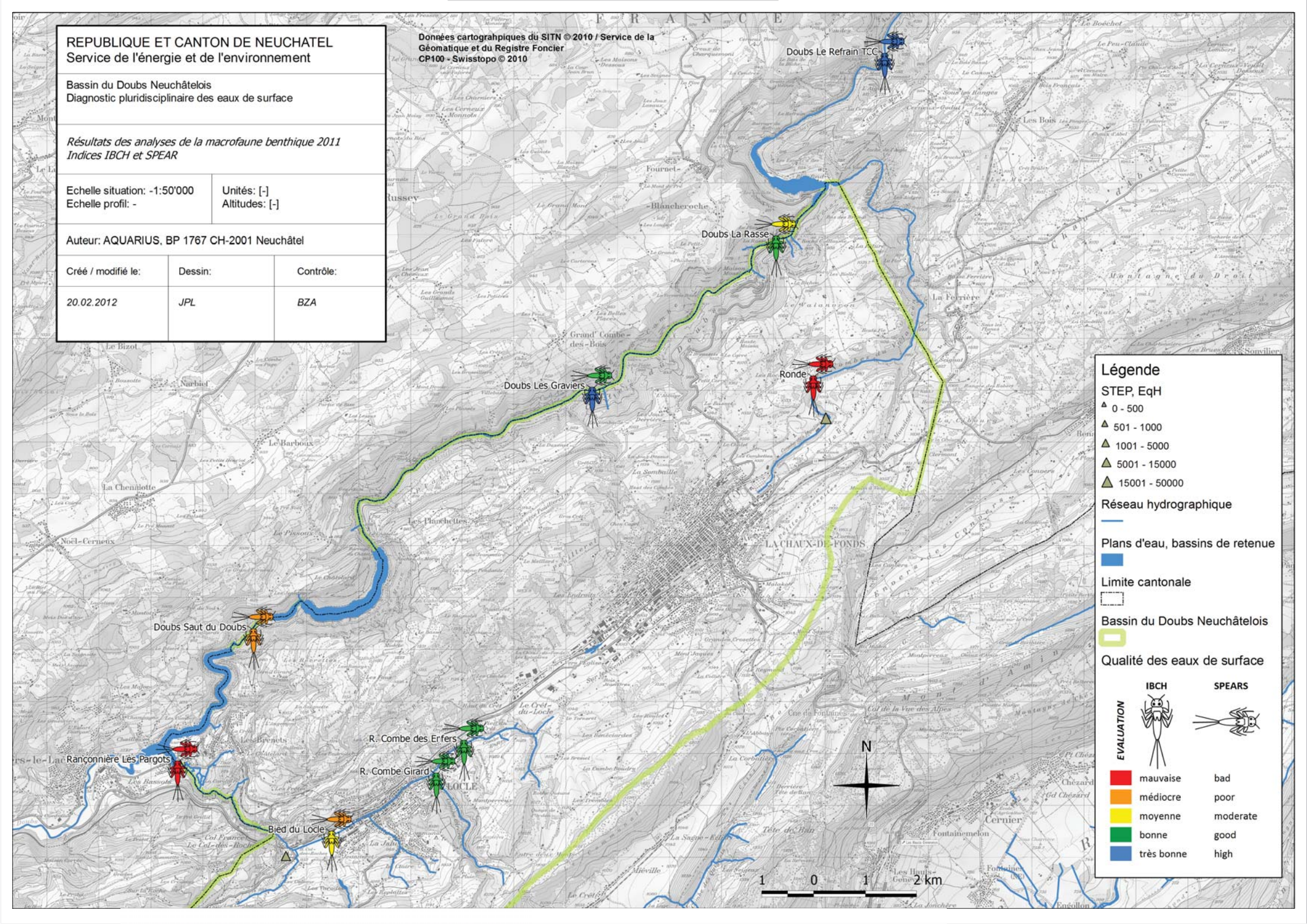
Auteur: AQUARIUS, BP 1767 CH-2001 Neuchâtel

Créé / modifié le:  
20.02.2012

Dessin:  
JPL

Contrôle:  
BZA

Données cartographiques du SITN © 2010 / Service de la  
Géomatique et du Registre Foncier  
CP100 - Swisstopo © 2010



**Légende**

**STEP, EqH**

- ▲ 0 - 500
- ▲ 501 - 1000
- ▲ 1001 - 5000
- ▲ 5001 - 15000
- ▲ 15001 - 50000

**Réseau hydrographique**

- Plans d'eau, bassins de retenue
- Limite cantonale
- Bassin du Doubs Neuchâtelois

**Qualité des eaux de surface**

EVALUATION	IBCH	SPEARS

mauvaise    bad  
médiocre    poor  
moyenne    moderate  
bonne    good  
très bonne    high



### 4.3.3 Faune piscicole

Concernant la faune piscicole, on observe globalement une nette diminution de l'abondance des espèces caractéristiques (peuplements dont la structure est souvent altérée). Le nombre total d'espèces reste en revanche élevé, principalement en raison de l'influence des bassins de retenue d'où proviennent des espèces de milieux lenticules ainsi que de l'apparition/introduction de nouvelles espèces parfois non indigènes.

Parallèlement, l'Université de Neuchâtel a réalisé plusieurs analyses génétiques des pathogènes du genre *Saprolegnia ssp.* trouvées sur plusieurs poissons infectés du Doubs, de la Loue et de la Sorne et a mis en évidence la présence de *Saprolegnia parasitica*, souche très virulente arrivée potentiellement récemment. On ignore toutefois actuellement l'origine de ce pathogène ainsi que son mode de propagation. Les activités humaines présentant potentiellement un risque de propagation, des mesures préventives sont actuellement prescrites.

## 5. BILAN ET PERSPECTIVES

### 5.1 Qualité actuelle du Doubs

La situation préoccupante du Doubs neuchâtelois découle principalement de la conjonction de multiples facteurs fortement aggravés entre 2009 et 2011 par des déficits pluviométriques importants ainsi que l'apparition d'un nouveau pathogène très virulent, ce qui a notamment conduit par exemple à des proliférations algales spectaculaires ainsi qu'à l'observation de fortes mortalités piscicoles. Dans ce contexte, précisons que 2012 a débuté avec des conditions pluviométriques beaucoup plus favorables.

Le suivi de la qualité physico-chimique des eaux de surface du Doubs neuchâtelois ne montre globalement dans le temps pas de signe d'augmentation importante de la dégradation. Il faut néanmoins considérer ce constat avec réserve car :

- > Le nombre de substances mesurées par les analyses reste relativement limité en regard de l'explosion du nombre de molécules actuellement utilisées sur le marché.
- > La détection de multiples substances à l'état de traces était techniquement impossible ou économiquement irréalisable il y a 20 ou 30 ans.
- > Les connaissances écotoxicologiques sont encore relativement lacunaires pour certaines substances et leurs produits de dégradation, en particulier leurs effets lorsqu'elles sont mélangées.
- > Les substances trouvées ponctuellement dans les sédiments témoignent de flux de polluants importants et pour certains avec des effets négatifs reconnus sur la faune aquatique.

Les anomalies et déséquilibres constatés dans plusieurs groupes faunistiques proviennent également de la perturbation du régime hydrologique provoquée par les éclusées issues de l'exploitation de l'installation hydroélectrique du Châtelot.



## 5.2 Actions prioritaires à entreprendre

Si des études complémentaires sont indispensables à mettre en œuvre pour déterminer par exemple l'origine de certaines contaminations diffuses ou très ponctuelles, la priorité consiste toutefois préalablement à assainir dans les plus brefs délais les éléments perturbateurs d'origine anthropique qui ont été clairement mis en évidence par cette étude à savoir :

- > **Régime hydrologique** : Sur la base des essais de démodulation effectués, atténuer les impacts provoqués par les éclusées de l'exploitation hydroélectrique du Châtelot.
- > **Qualité des eaux** : Un assainissement des apports d'eaux polluées doit également être mis en œuvre rapidement. Il s'agit en particulier de l'assainissement des stations d'épuration des eaux usées (STEP) du Locle et des Brenets ainsi que de l'amélioration de l'efficacité de la STEP de la Chaux-de-Fonds. Les eaux provenant du territoire français doivent faire l'objet d'une démarche identique urgente et simultanée.
- > De plus, des mesures préventives doivent être prises pour réduire au maximum les risques de propagation de *Saprolegnia parasitica* à d'autres écosystèmes aquatiques que le Doubs. La nécessité et la faisabilité d'investiguer le mode de propagation et l'origine de ce pathogène doit également pouvoir être évalué très rapidement.