



# EVALUATION DE L'INCERTITUDE LIEE A L'APPLICATION DU PROTOCOLE D'ECHANTILLONNAGE DES MACRO-INVERTEBRES BENTHIQUES EN COURS D'EAU PEU PROFONDS SELON LA NORME XP T 90-333

BILAN D'AVANCEMENT DE L'ANNEE 2011

**Action I-A-04 : Consolidation et mise au point de  
méthodes de bio-indication et transfert aux  
opérateurs**

**V. Archambault, A. Josset et M-C. Roger**  
Avril 2012

Programme scientifique et technique  
Année 2011

Rapport d'étape

Avec l'approbation et le soutien de



et le soutien de





En partenariat avec



Avec l'approbation et le soutien de



et le soutien de



## Contexte de programmation et de réalisation

---

Ce rapport a été réalisé dans le cadre du programme d'activité AQUAREF pour l'année 2011 ...

La Directive Cadre sur l'Eau demande aux Etats Membres de concevoir les suivis, et utiliser les méthodes afin que l'état écologique soit évalué avec un « niveau de confiance et de précision suffisant ». Les indices biologiques, notamment ceux dont la révision est en cours comme l'élément de qualité macro-invertébrés, nécessitent une analyse appropriée des sources d'incertitude des résultats qu'ils fournissent, et par voie de conséquence de l'évaluation de l'état écologique.

La présente étude s'inscrit dans le cadre de la révision du protocole de prélèvement des macro-invertébrés, de la phase de tri et de détermination et vise à identifier les différentes sources de variabilité susceptibles d'influencer le résultat final (calcul des métriques et valeur de l'indice).

Auteur (s) :

*Virginie Archambault*  
IRSTEA, Antony  
[virginie.archambault@irstea.fr](mailto:virginie.archambault@irstea.fr)

*Aurélie Josset*  
IRSTEA, Lyon  
[aurelie.josset@irstea.fr](mailto:aurelie.josset@irstea.fr)

*Marie-Claude Roger*  
IRSTEA, Lyon  
[m-claude.roger@irstea.fr](mailto:m-claude.roger@irstea.fr)

---

Vérification du document :

*Prénom Nom*  
*Etablissement*  
*Email*

## Les correspondants

---

Onema : *Yorick Reyjol, ONEMA-DAST, [yorick.reyjol@onema.fr](mailto:yorick.reyjol@onema.fr)*

Irstea : *Yves Souchon, IRSTEA, [yves.souchon@irstea.fr](mailto:yves.souchon@irstea.fr)*  
*Virginie Archambault, [virginie.archambault@irstea.fr](mailto:virginie.archambault@irstea.fr)*  
*Christian Chauvin, IRSTEA, [christian.chauvin@irstea.fr](mailto:christian.chauvin@irstea.fr)*

Référence du document : Virginie Archambault, Aurélié Josset & Marie-Claude Roger - Evaluation de l'incertitude liée à l'application du protocole d'échantillonnage des macro-invertébrés benthiques en cours d'eau peu profonds selon la norme XP T 90-333. Bilan d'avancement 2011 - Rapport AQUAREF 2011 - 28 p.

Droits d'usage :	<b>Accès libre</b>
Couverture géographique :	<b>International</b>
Niveau géographique :	<b>National</b>
Niveau de lecture :	<b>Professionnels, experts</b>
Nature de la ressource :	<b>Document</b>

<b>1. INTRODUCTION ET OBJECTIFS .....</b>	<b>7</b>
<b>2. RAPPELS SUR LE MODE OPERATOIRE.....</b>	<b>8</b>
<b>3. RECAPITULATIF DU TRAVAIL REALISE EN 2009 ET 2010 .....</b>	<b>9</b>
<b>4. TRAVAIL REALISE EN 2011 .....</b>	<b>10</b>
4.1 Récupération des données terrain 2009 et 2010.....	10
4.2 Tri et détermination des stations échantillonnées en 2009 et en 2010 ....	10
4.3 Audit Laboratoire.....	12
4.4 Quelques résultats .....	12
4.4.1. Variabilité associée à la phase terrain .....	12
4.4.2. Variabilité associée à la phase laboratoire .....	15
4.4.3. Influence sur les résultats de l'indice .....	16
<b>5. EVOLUTION PREVUE DU PLANNING DU PROJET.....</b>	<b>17</b>
<b>6. VALORISATION REALISEE .....</b>	<b>18</b>
<b>7. ANNEXE.....</b>	<b>19</b>

**Liste des annexes :**

---

**ANNEXE 1 :** Diaporama de la présentation réalisée lors du séminaire aquaref de décembre 2011 à Paris : Exemples de variabilité inter-opérateurs lors des phases d'acquisition de données liées au protocole d'échantillonnage des invertébrés en cours d'eau

*EVALUATION DE L'INCERTITUDE LIEE A L'APPLICATION DU PROTOCOLE D'ECHANTILLONNAGE DES MACRO-  
INVERTEBRES BENTHIQUES EN COURS D'EAU PEU PROFONDS SELON LA NORME XP T 90-333  
BILAN D'AVANCEMENT DE L'ANNEE 2011*

***VIRGINIE ARCHAIMBAULT, AURELIE JOSSET & MARIE-CLAUDE ROGER***

RESUME

**Mots clés :**

**Invertébrés benthiques, cours d'eau, protocole d'échantillonnage, application de la norme XP T 90-333, France**

*TITLE*  
*AUTHOR(S)*

ABSTRACTS

**Key words (thematic and geographical area) :**

## **1. INTRODUCTION ET OBJECTIFS**

De nombreux indices biologiques sont utilisés pour l'évaluation écologique des masses d'eau. Pour beaucoup de compartiments biologiques, dont celui des macro-invertébrés, les méthodes utilisées sont récentes, car résultant de l'adaptation d'anciennes méthodes nationales aux exigences de la DCE. Ces nouvelles méthodes nécessitent alors une étude appropriée des différentes sources de variabilité qu'elles engendrent et qui sont susceptibles d'influencer le résultat final.

La plupart du temps, l'incertitude est liée à la note de qualité elle-même, c'est à dire la valeur de l'indice biologique utilisé. La question posée est alors : est ce que l'indice indique toujours un impact lorsqu'il y en a réellement un ? Ou bien, le milieu est-il impacté alors que l'indice le considère comme non impacté ?

Pourtant, l'évaluation de l'incertitude ne peut se faire uniquement via les valeurs des métriques ou la note d'indice. Il est indispensable avant cela de connaître, ou au moins d'approcher, le biais lié à la méthode en elle-même ; c'est à dire à la phase d'acquisition des données. En effet, la contribution de la variabilité de l'échantillonnage à l'évaluation de l'incertitude va être non négligeable, notamment pour les macro-invertébrés où cette phase d'échantillonnage se décline en plusieurs étapes, à savoir : deux étapes de terrain et trois étapes de laboratoire.

Par l'intermédiaire du projet initié en 2009 et intitulé « Evaluation de l'incertitude liée à l'application du protocole d'échantillonnage des macro-invertébrés benthiques en cours d'eau peu profonds selon la méthode RCS (Norme XP T 90-333) » c'est avant tout, et avant de travailler sur le calcul des métriques et de l'indice lui-même, cette notion de variabilité inter opérateur par phase de terrain et phase de laboratoire que nous cherchons à appréhender.

Dans les grandes lignes, les objectifs de ce projet sont :

- d'obtenir une dispersion des valeurs (en réalisant des mesures répétées) pour chacune des phases et des étapes de la méthode,
- d'évaluer la variabilité associée à chaque étape de la phase terrain (description de la mosaïque d'habitat, définition du plan d'échantillonnage),
- d'évaluer la variabilité associée à chaque étape de la phase laboratoire (tri, détermination, comptage),
- d'estimer l'influence que cela peut avoir sur le résultat final (calcul des métriques et valeur de l'indice).

Le précédent rapport d'avancement (mars 2011) a apporté, sur la base d'une partie seulement des résultats fournis par la première campagne d'échantillonnage du présent projet, des informations qualitatives sur la variabilité inter-opérateur lors des différentes étapes de la phase terrain. Nous avons ainsi pu montrer qu'il existait de nombreuses sources de variabilité, et, que les plus importantes, étaient imputables au manque de formation des opérateurs ou au manque de précisions dans les normes.

L'acquisition des données correspondant au dépouillement des échantillons prélevés sur le terrain lors de la deuxième année du projet étant toujours en cours, l'objectif ici n'est pas de présenter à nouveau des résultats partiels mais, conformément à ce qui avait été annoncé dans le précédent rapport, de présenter, sous la forme d'un état des lieux synthétique, les différents travaux réalisés en 2011.

En effet, il avait été annoncé dans le précédent rapport, que seule la partie technique serait assurée et suivie à distance par le référent de mai 2011 à avril 2012 et que le « livrable 2011 » (prévu pour juin 2012) ne constituerait qu'un rapport d'avancement des travaux réalisés, sans analyses de données supplémentaires. Pourtant, nous présenterons tout de même dans le chapitre 4.4. quelques résultats importants obtenus à partir des données acquises en 2011 et, en parallèle à ce livrable, un document complet sur l'audit laboratoire du projet est en cours de rédaction et sera disponible fin juin 2012.

## **2. RAPPELS SUR LE MODE OPERATOIRE**

Le protocole testé est celui de la norme XP T 90-333 (AFNOR, 2009<sup>1</sup>), méthode utilisée en routine dans les réseaux de mesure mis en place au niveau national (arrêté de surveillance du 25 janvier 2010).

Ce protocole résulte de l'évolution du protocole d'échantillonnage IBGN (indice biologique global normalisé) (AFNOR, 1992 révisé 2004<sup>2</sup>) face aux exigences de la DCE. Ainsi, il avait été décidé par le groupe d'expert en charge de cette évolution que le nouveau protocole devait mieux prendre en compte la mosaïque des habitats, en augmentant éventuellement le nombre de prélèvements élémentaires. Ceci devait être fait en s'inspirant en partie du protocole européen AQEM<sup>3</sup> alors en cours de mise au point au niveau européen. Par ailleurs, les listes faunistiques devaient également être revues en recherchant, pour certains groupes d'invertébrés, une détermination à un niveau taxinomique plus fin.

Ce protocole a donc été appliqué, pendant deux ans, sur 24 stations choisies aléatoirement dans les zones géographiques correspondant aux DREAL volontaires participant au projet (cf. figure 1).

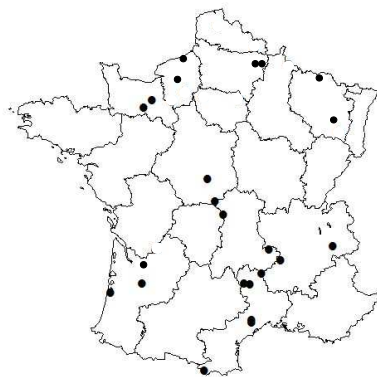
---

<sup>1</sup> AFNOR, 2009. Qualité de l'eau – Prélèvement des macro-invertébrés aquatiques en rivières peu profondes. XP T90-333, 22 pp

<sup>2</sup> AFNOR, 2004. Qualité de l'eau – Détermination de l'indice biologique global normalisé (IBGN). NF T90-350, 16 pp

<sup>3</sup> Site web AQEM : <http://www.aqem.de>. Pré-norme CEN : cf. document CEN/TC 230 N 0503 – Guidance on pro-rata Multi-Habitat-Sampling of Benthic invertebrates from wadeable rivers





**Figure 1** : Localisation des stations sélectionnées et échantillonnées

Sur chacune des 24 stations, quatre opérateurs différents (avec des expériences et des formations différentes) ont appliqué de manière indépendante et autonome, le protocole d'échantillonnage conformément à celui décrit dans la norme XP T 90-333.

Les résultats fournis par chaque opérateur constituent des mesures répétées de la description de la mosaïque de substrats ainsi que des plans d'échantillonnages, et serviront de base à l'estimation de la variabilité de cette phase terrain.

Puis, pour chacun des échantillons prélevés il a été demandé de trier les organismes, de les déterminer puis de les compter.

L'objectif étant d'obtenir, pour chaque prélèvement unitaire réalisé, une liste faunistique quantifiée, avec des abondances totales par taxon, selon le niveau taxonomique requis fourni par la norme XP T 90-388 (AFNOR, 2010<sup>4</sup>).

### **3. RECAPITULATIF DU TRAVAIL REALISE EN 2009 ET 2010**

Les différentes phases du travail réalisées en 2009 ont été :

- la sélection et la validation des stations sélectionnées,
- la première campagne d'échantillonnage des 24 stations retenues,
- la récupération des descriptions de mosaïques et des plans d'échantillonnage de chaque station par chacun des opérateurs,
- la mise en forme des tableaux d'analyse des premières remontées d'information.

Les différentes phases du travail réalisées en 2010 ont été :

- la deuxième campagne d'échantillonnage des 24 stations retenues,
- la récupération des descriptions de mosaïques et des plans d'échantillonnage de chaque station par chacun des opérateurs,
- la récupération des listes faunistiques issues de la première campagne d'échantillonnage,

---

<sup>4</sup> AFNOR, 2010. Qualité de l'eau – Traitement au laboratoire d'échantillons contenant des macro-invertébrés de cours d'eau. XP T90-388, 21 pp.

- le début du tri et de la détermination des stations échantillonnées par le Cemagref en 2009,
- la mise en forme des bases de données correspondant aux différentes étapes du travail,
- les analyses de données relatives aux remontées de données issues de la première campagne d'échantillonnage.

## **4. TRAVAIL REALISE EN 2011**

Les objectifs de l'année 2011 étaient multiples, il s'agissait :

- de récupérer toutes les informations acquises par nos partenaires sur les sites en 2009 et en 2010,
- de finir le tri et la détermination de la première campagne d'échantillonnage,
- de commencer le tri et la détermination de la deuxième campagne d'échantillonnage,
- et enfin de réaliser avec nos partenaires un audit sur la phase de laboratoire du protocole.

### **4.1 RECUPERATION DES DONNEES TERRAIN 2009 ET 2010**

Pour chacune des stations échantillonnées en 2009 et 2010 par nos partenaires, toutes les descriptions de mosaïques d'habitat et les plans d'échantillonnage ont été transmis au Cemagref.

### **4.2 TRI ET DETERMINATION DES STATIONS ECHANTILLONNEES EN 2009 ET EN 2010**

Le tableau ci-après (Tableau I) répertorie, pour chacune des stations sélectionnées, et par opérateur participant, si la phase laboratoire a été réalisée et si les listes faunistiques ont été transmises au Cemagref.

Il reste 18 stations à trier et à déterminer par le Cemagref. Toutes les stations échantillonnées par les DREALs ou les bureaux d'étude ont été triées et déterminées et les listes faunistiques correspondantes ont été transmises au Cemagref. La phase de tri devrait être terminée fin juillet 2012, pour permettre dès cette date l'analyse globale des données sur les deux années.

Cette différence dans la vitesse de tri et de détermination s'explique très facilement : il y a deux opérateurs Cemagref pour les 2 x 24 stations, tandis qu'il y a deux opérateurs par DREALs soit 18 opérateurs pour les 2 x 24 stations.

Par ailleurs une grosse activité du Cemagref en 2011 a été la réalisation de l'audit laboratoire.

**Tableau I** : Bilan de la phase laboratoire des deux campagnes d'échantillonnage. (BE = Bureau d'étude, OK = phase laboratoire réalisée et listes faunistiques transmises au Cemagref).  
En italique et grisé : travail réalisé en 2010, en gras : travail réalisé en 2011.

Station	DREAL	Listes faunistiques 2009				Listes faunistiques 2010			
		Opérateur 1 (Cemagref)	Opérateur 2 (Cemagref)	Opérateur 3 (DREAL ou BE)	Opérateur 4 (DREAL ou BE)	Opérateur 1 (Cemagref)	Opérateur 2 (Cemagref)	Opérateur 3 (DREAL ou BE)	Opérateur 4 (DREAL ou BE)
Escource	Aquitaine	<i>OK</i>	<b>OK</b>	<b>OK</b>	<i>OK</i>	<b>OK</b>		<b>OK</b>	<b>OK</b>
Saye	Aquitaine	<i>OK</i>	<b>OK</b>	<b>OK</b>	<i>OK</i>	<b>OK</b>		<b>OK</b>	<b>OK</b>
Beuve	Aquitaine	Station non échantillonnée	Station non échantillonnée	<b>OK</b>	<i>OK</i>	<b>OK</b>	<b>OK</b>	<b>OK</b>	Station non échantillonnée
Desge	Auvergne	<i>OK</i>	<i>OK</i>	<i>OK</i>	<i>OK</i>	<b>OK</b>	<b>OK</b>	<b>OK</b>	<b>OK</b>
Cher	Auvergne	Station non échantillonnée	Station non échantillonnée	<i>OK</i>	<i>OK</i>	<b>OK</b>	<b>OK</b>	<b>OK</b>	<b>OK</b>
Ance du Nord	Auvergne	Station non échantillonnée	Station non échantillonnée	Station non retenue en 2009	Station non retenue en 2009	<b>OK</b>	<b>OK</b>	<b>OK</b>	<b>OK</b>
Rouvre	Basse Normandie	<i>OK</i>	<b>OK</b>	<i>OK</i>	<i>OK</i>			<b>OK</b>	<b>OK</b>
Dives	Basse Normandie	<i>OK</i>	<b>OK</b>	<i>OK</i>	<i>OK</i>	<b>OK</b>	<b>OK</b>	<b>OK</b>	<b>OK</b>
Petite Sauldre	Centre	<i>OK</i>	<i>OK</i>	<i>OK</i>	<i>Pas d'opérateur 4</i>	<b>OK</b>	<b>OK</b>	<b>OK</b>	<i>Pas d'opérateur 4</i>
Joyeuse	Centre	<i>OK</i>	<i>OK</i>	<i>OK</i>	<i>Pas d'opérateur 4</i>	<b>OK</b>	<b>OK</b>	<b>OK</b>	<i>Pas d'opérateur 4</i>
Austreberthe	Haute Normandie	<i>OK</i>	<i>OK</i>	<i>OK</i>	<i>OK</i>			<b>OK</b>	<b>OK</b>
Eaulne	Haute Normandie	<i>OK</i>	<b>OK</b>	<i>OK</i>	<i>OK</i>	Station non échantillonnée	Station non échantillonnée	<b>OK</b>	<b>OK</b>
Colagne	Languedoc Roussillon	<i>OK</i>	<i>OK</i>	<i>OK</i>	<i>OK</i>		<b>OK</b>	<b>OK</b>	<b>OK</b>
Lot	Languedoc Roussillon	<i>OK</i>	<i>OK</i>	<i>OK</i>	<i>OK</i>		<b>OK</b>	<b>OK</b>	<b>OK</b>
Allier	Languedoc Roussillon	<i>OK</i>	<b>OK</b>	<i>OK</i>	<i>OK</i>	<b>OK</b>	<b>OK</b>	<b>OK</b>	<b>OK</b>
Lergue	Languedoc Roussillon	<i>OK</i>	<i>OK</i>	<i>OK</i>	<i>OK</i>		<b>OK</b>	<b>OK</b>	<b>OK</b>
Hérault	Languedoc Roussillon	<i>OK</i>	<b>OK</b>	<i>OK</i>	<i>OK</i>	Station non échantillonnée	Station non échantillonnée	<b>OK</b>	<b>OK</b>
Sègre	Languedoc Roussillon	<i>OK</i>	<i>OK</i>	<i>OK</i>	<i>OK</i>	<b>OK</b>		<b>OK</b>	<b>OK</b>
Cleurie	Lorraine	<i>OK</i>	<i>OK</i>	<i>OK</i>	<i>OK</i>			<b>OK</b>	<b>OK</b>
Remel	Lorraine	<i>OK</i>	<b>OK</b>	<i>OK</i>	<i>OK</i>	<b>OK</b>		<b>OK</b>	<b>OK</b>
Oise	Picardie	<i>OK</i>	<b>OK</b>	<i>OK</i>	<i>OK</i>		<b>OK</b>	<b>OK</b>	<b>OK</b>
Gland	Picardie	<i>OK</i>	<b>OK</b>	<i>OK</i>	<i>OK</i>			<b>OK</b>	<b>OK</b>
Laysse	Rhône Alpes	<i>OK</i>	<i>OK</i>	<i>OK</i>	<i>OK</i>		<b>OK</b>	<b>OK</b>	<b>OK</b>
Doux	Rhône Alpes	<i>OK</i>	<i>OK</i>	<i>OK</i>	<i>OK</i>		<b>OK</b>	<b>OK</b>	<b>OK</b>

### 4.3 AUDIT LABORATOIRE

Le travail d'audit fait l'objet d'un rapport à lui seul, nous n'en présenterons ici que les grandes lignes.

La réalisation de l'audit laboratoire représentait pour nous un moyen pratique et fiable d'obtenir une estimation de la variabilité des résultats obtenus par les différents opérateurs lors des phases de tri et de détermination pour les échantillons prélevés.

Bien évidemment, un tel travail étant colossal, nous avons uniquement sélectionné un échantillon représentatif de prélèvements. Au total l'audit a été réalisé à partir de 84 prélèvements tirés au hasard parmi les 1032 prélèvements effectués et triés en 2009.

L'audit concerne à la fois la phase de tri, la phase d'identification et la phase de comptage des taxons.

Le travail demandé pour chaque prélèvement à auditer était de :

1- Re-trier le refus de tamis (c'est à dire, le substrat), identifier les organismes rencontrés et établir une liste faunistique de tous les taxons rencontrés avec leur abondance. Cela signifie identifier tous les individus rencontrés lors de ce 2eme tri. La liste obtenue à cette étape est appelée « **liste refus de tamis** ».

2- Re-déterminer les organismes déjà sortis par le 1<sup>er</sup> organisme et établir une liste faunistique des taxons ré-identifiés avec leur abondance. La liste obtenue à cette étape est appelée « **liste taxons ré-identifiés** ».

La somme de ces deux listes permet d'obtenir la « **liste finale auditée** », qui sera comparée à la « **liste initiale** ».

La répétition des comparaisons entre la liste initiale et la liste finale auditée nous permettra d'évaluer une variabilité inter-opérateur.

### 4.4 QUELQUES RESULTATS

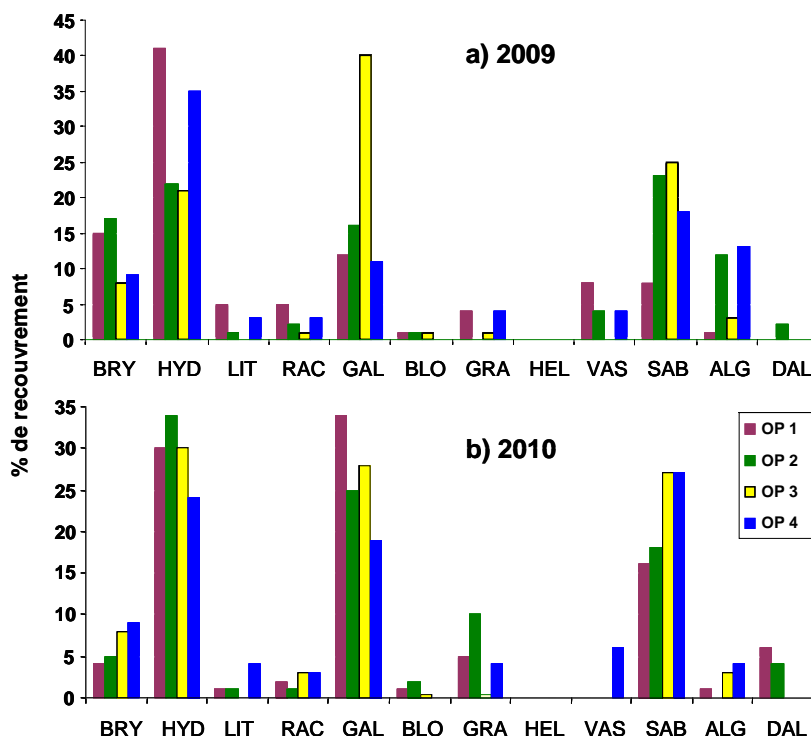
Pour illustrer les résultats, nous ne prendrons ici que quelques exemples recouvrant les deux années d'études. L'ensemble des données sera traité et présenté dans le rapport final.

#### 4.4.1. Variabilité associée à la phase terrain

- Pour la description de la mosaïque d'habitat

Nous prendrons ici l'exemple de la Dives, cours d'eau de Basse Normandie. La figure 2 illustre les pourcentages de recouvrements des substrats présents sur le fond du cours d'eau et identifiés par les différents opérateurs lors des campagnes de 2009 et 2010. Cet exemple est tout à fait à l'image de l'ensemble des résultats obtenus sur toutes les stations.

Nous pouvons en déduire un certain nombre de remarques quant à l'hétérogénéité des descriptions, les difficultés rencontrées par les opérateurs et l'amélioration des pratiques d'une année à l'autre.



**Figure 2 :** Description de la mosaïque d'habitat exprimée en pourcentage de recouvrement des substrats par chacun des opérateurs. BRY = Bryophytes, HYD = Hydrophytes, LIT = Litière, RAC = Racine, GAL = Galets, BLO = Bloc, GRA = Graviers, HEL = Helophytes, VAS = Vase, SAB = Sable, ALG = Algues, DAL = Dalle, OP = opérateur.

D'après cette illustration, nous pouvons mettre en évidence la grande hétérogénéité des descriptions des mosaïques en 2009. En effet, tous les opérateurs ne sont pas d'accord sur la présence d'un substrat (cas des Litières, Blocs, Graviers, Vases et Dalles) et quand ils sont d'accord sur la présence d'un substrat, ils ne le sont pas forcément pour le pourcentage de recouvrement ; ce qui est le cas des Bryophytes, des Hydrophytes, des Galets, des Sables et des Algues.

Cela a pour conséquence directe la question de la définition des substrats. Les substrats sont-ils suffisamment bien décrits pour être reconnus sur le terrain ? N'y a-t-il pas de confusions entre substrat principal et substrat secondaire ? Cela peut également mettre en évidence le manque de formation des opérateurs.

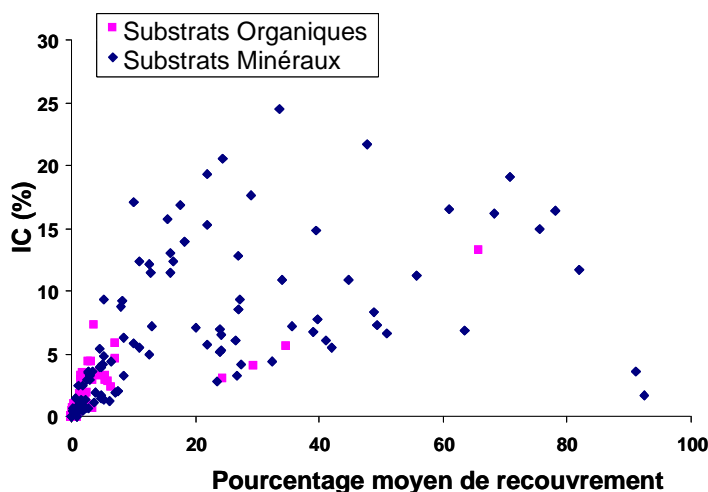
En 2010, la description est plus homogène, cela semble montrer une meilleure appropriation de la norme et une homogénéisation des pratiques de terrain.

Grâce à ces différentes observations nous avons pu apporter de nombreuses précisions à la norme au cours de la rédaction du Guide d'Application (GA T 90-733<sup>5</sup>) paru début avril 2012, notamment en ce qui concerne 1) la définition de la nature d'un

<sup>5</sup> AFNOR, 2010. Qualité de l'eau – Guide d'application de la norme expérimentale XP T 90-333 : 2009 (Prélèvement des macro-invertébrés aquatiques en rivières peu profondes). GA T90-733, 74 pp.

substrat, 2) la définition des substrats secondaires et de leur non prise en compte dans la description de la mosaïque, 3) la définition du colmatage mais aussi sur 4) comment mieux évaluer les pourcentages de recouvrement et 5) décrire la mosaïque d'habitat.

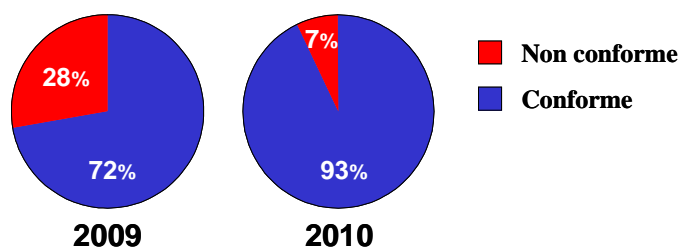
Un premier calcul des intervalles de confiance sur le pourcentage de recouvrement moyen d'un substrat nous donne des valeurs variant de 0 à presque 25% pour une surface de recouvrement donnée (cf. Fig 3). Il semble plus difficile d'évaluer les pourcentages de recouvrement des substrats minéraux et des surfaces supérieures à 10%.



**Figure 3 :** Dispersion des intervalles de confiance en fonction du pourcentage de recouvrement moyen des substrats, tout opérateur et toute station confondue pour l'année 2010.

o Pour la définition du plan d'échantillonnage

A partir d'une description de mosaïque d'habitat donnée, sans tenir compte du fait qu'elle soit, ou non, représentative du milieu à décrire, nous avons comparé le plan d'échantillonnage défini par l'opérateur (plan d'échantillonnage observé) à celui que l'on obtiendrait en appliquant scrupuleusement la norme XP T 90-333 (plan d'échantillonnage théorique). Cette opération a été réalisée à la fois pour 2009 et 2010 (cf. Fig 4).



**Figure 4 :** Conformité des plans d'échantillonnage réalisés par les opérateurs par rapport à ce que demande la norme.

Nous observons, qu'en 2009, 28% des plans d'échantillonnage réalisés ne sont pas conformes à ceux requis par la norme. Ces variations sont pour partie imputables aux évolutions des pratiques d'échantillonnage entre les différentes circulaires

d'échantillonnage qui sont à l'origine de la norme définitive. Ceci étant, l'inattention des opérateurs sur le terrain due aux difficultés d'interprétation de la norme et le poids de leurs expériences ne peuvent pas être mis de côté. En effet cette nouvelle méthode change considérablement certaines pratiques, notamment la philosophie de l'échantillonnage par rapport aux méthodes anciennement existantes.

Heureusement en 2010 cette valeur de non conformité des plans d'échantillonnage baisse à 7%. Cela signifie tout de même qu'en moyenne, il y a 7% de chance que le plan d'échantillonnage réalisé par un opérateur ne corresponde pas à celui de la norme. Nous pouvons néanmoins supposer qu'avec la pratique cette valeur de non conformité va encore diminuer grâce à une meilleure appropriation de la norme.

Cette étape met encore une fois en avant la nécessité de former les agents avant d'appliquer une nouvelle méthode, mais, laisse aussi beaucoup d'espoir car la « pratique améliore la pratique ».

#### 4.4.2. Variabilité associée à la phase laboratoire

Une grande partie des résultats de cet audit a été présentée lors d'une communication orale à l'occasion du séminaire Aquaref de décembre 2011. La présentation se trouve en Annexe. Le détail de tous les résultats de l'audit fait l'objet d'un rapport spécifique (en cours de rédaction). Nous ne présenterons ci-dessous que le résultat global de la variabilité inter-opérateur lors de la phase laboratoire.

Nous avons calculé pour chaque prélèvement audité le nombre de taxon commun entre la liste initiale et la liste finale auditée. La figure 5 présente le pourcentage de taxons trouvés en commun sur les deux listes et ceux trouvés en plus ou en moins par l'auditeur.



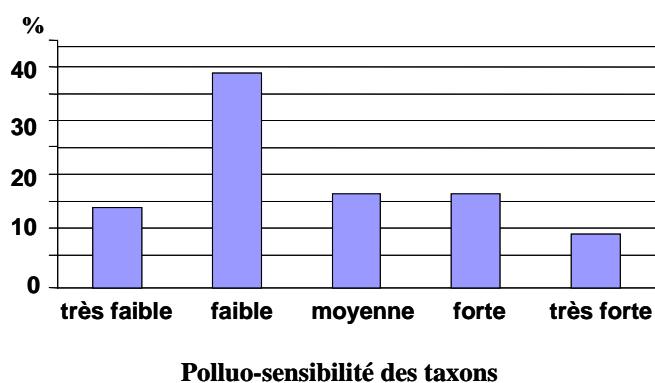
**Figure 5 :** Pourcentage de taxons en commun entre les listes initiales et les listes finales auditées, et pourcentage de taxons trouvés en plus ou non retrouvés par l'auditeur.

Nous constatons qu'en moyenne **17% de l'information est variable** entre deux listes pour un même prélèvement. Ces différences sont dues, d'une part et à hauteur de

**5%, aux oublis de taxons dans le refus de tamis** lors de la phase de tri. (Notons que lorsqu'un taxon n'a pas été repéré par l'opérateur, dans les deux tiers des cas, son abondance n'est que d'un seul individu). D'autre par, ces différences sont également dues à des **erreurs d'identification** pour **6,5%**, à des erreurs au niveau de la **saisie des données** pour **2%**, ou encore dans **3,5%** des cas à des **artefacts de manipulation** des prélèvements liés à cette expérience d'audit, tels que, des taxons trop abîmés pour être identifiés à nouveaux, des taxons trop petits ou encore des oublis dans l'envoi de piluliers.

Ce qu'il est important de souligner, c'est que même si 40% de ces taxons nouvellement rencontrés présentent une polluosensibilité faible, et n'auront donc que très peu d'impact sur la note finale de l'indice, 30% de ces taxons présentent quant à eux une polluosensibilité forte à très forte (cf Fig. 7). Ces taxons polluosensibles représentent donc un potentiel écologique non négligeable, qui, par conséquence, en situation de limite de seuil de classe de qualité pourraient influencer l'appartenance à l'une ou l'autre des classes de qualité.

N'oublions pas toutefois que ces résultats sont obtenus à l'échelle d'un prélèvement unitaire et qu'il y en a 12 par station. Il est donc très probable qu'un taxon 't' non vu par l'opérateur sur le substrat 's' alors qu'il y est pourtant présent soit identifié sur le substrat 'y'. Dans ce cas, cette erreur pourrait être compensée puisqu'à l'échelle de la station, le taxon 't' serait donc bien répertorié.



*Figure 7 : Profil de polluo-sensibilité moyenne des taxons oubliés dans les refus de tamis. Les profils ont été calculés à partir du trait écologique « polluo-sensibilité » défini par Usseglio-Polatera et al., en 2000<sup>6</sup>.*

#### 4.4.3. Influence sur les résultats de l'indice

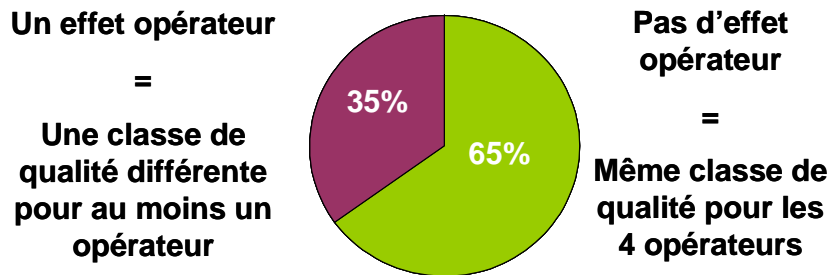
Nous avons calculé les valeurs de l'indice I2M2<sup>7</sup> sur les listes faunistiques globales de chacune des stations échantillonnées en 2009. Ces valeurs ont ensuite été

---

<sup>6</sup> Usseglio-Polatera et al., 2000. Biomonitoring through biological traits of benthic macroinvertebrates: how to use species trait databases? Hydrobiologia, 422–423, 153–162.



transformées en classe de qualité sachant que les seuils de qualité utilisés sont encore des seuils provisoires. L'objectif était de voir si le cumul des différentes sources de variabilités entre opérateur (à savoir l'échantillonnage sur le terrain + le tri et la détermination + le comptage + la saisie des données) avait un effet sur le calcul final de l'indice et l'attribution de la classe de qualité.



*Figure 8 : Evaluation de l'effet opérateur à partir du calcul de l'I2M2 sur les 4 listes faunistiques obtenues à partir des 4 plans d'échantillonnage des 4 opérateurs intervenants sur chacun des sites.*

Nous observons que dans les deux tiers des cas, ces différentes sources d'erreurs n'entraînent pas de différence dans l'attribution de la classe de qualité de la station, ce qui confère une bonne robustesse à ce nouvel l'indice. Dans un tiers des cas, nous observons, en 2009, une variation de plus ou moins une classe de qualité. Les résultats n'ont pas été plus approfondis et seront développés dans le rapport final quand nous aurons toutes les données de 2010.

## **5. EVOLUTION PREVUE DU PLANNING DU PROJET**

Pas de modification majeures sur le planning par rapport aux échéances annoncées en 2011.

Jusqu'en mi 2012 l'accent est mis sur la fin de la détermination des échantillons prélevés et la deuxième moitié de l'année sera consacrée à l'exploitation des résultats.

Le rapport final regroupant toutes les analyses et résultats issus de ce projet reste maintenu pour fin 2013.

---

<sup>7</sup> Mondy et al., 2012. A new macroinvertebrate-based multimetric index (I2M2) to evaluate ecological quality of French wadeable streams fulfilling the WFD demands: A taxonomical and trait approach. Ecological Indicators, 18, 452–467

## **6. VALORISATION REALISEE**

Une communication orale (cf Annexe) au séminaire Aquaref organisé à Paris en décembre 2011 sous le thème général : 'De la maîtrise de la qualité des données à la prise de décision : quid des incertitudes ?' :

JOSSET, A., ROGER, M.C., ARCHAIMBAULT, V. - 2011. Exemples de variabilité inter-opérateurs lors des phases d'acquisition de données liées au protocole d'échantillonnage des invertébrés en cours d'eau. Séminaire Incertitude Aquaref 07/12/2011, Paris.

## 7. ANNEXE

**AQUAREF**  
Pour mieux affirmer ses missions le Cemagref devient Irstea

Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de l'Aménagement du territoire.

**ONEMA**  
Office national de l'eau et des milieux aquatiques

**Paul Verlaine**  
université metz  
UR sciences fondamentales et appliquées

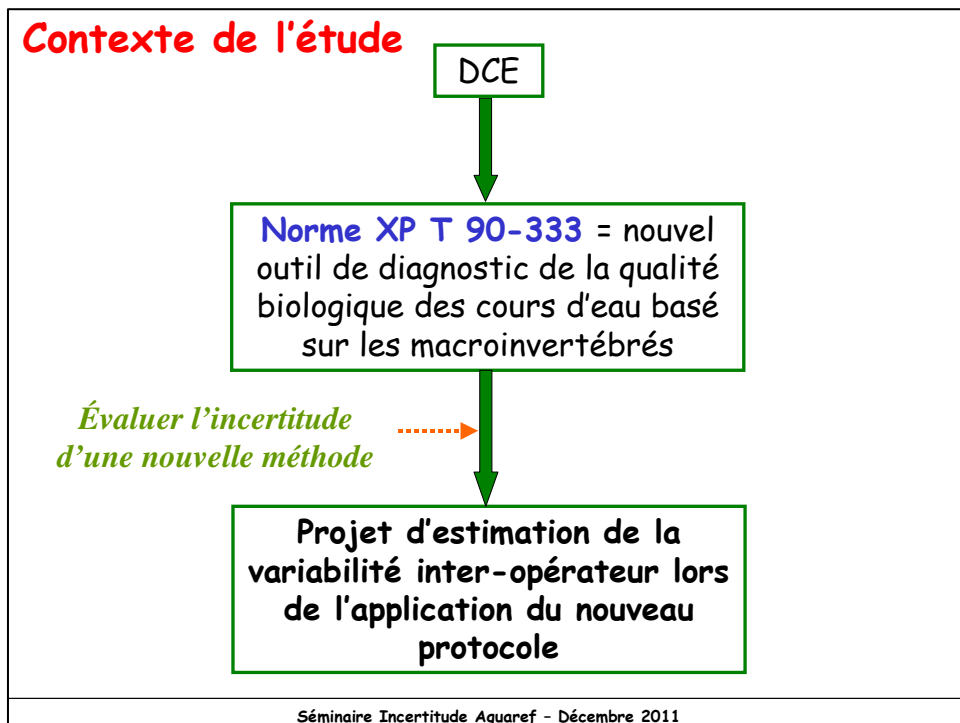
### Exemples de variabilité inter-opérateurs lors des phases d'acquisition de données liées au protocole d'échantillonnage des invertébrés en cours d'eau

Aurélie Josset, Marie-Claude Roger, Virginie Archambault

Cemagref de Lyon

Contacts : aurelie.josset@irstea.fr ou virginie.archambault@irstea.fr

Séminaire Incertitude Aquaref - Décembre 2011



## Rappels Norme XP T 90-333

= Protocole basé sur le pourcentage de recouvrement des substrats

### Phase terrain

#### ➤ Description de la mosaïque d'habitats

- Estimer le % de recouvrement des substrats dominants et marginaux



#### ➤ Définition du plan d'échantillonnage

- 4 prélèvements sur les substrats marginaux (Phase A)
- 4 prélèvements sur les substrats dominants, (Phase B) suivant l'ordre d'habitabilité
- 4 prélèvements sur les substrats dominants, (Phase C) suivant la représentativité

12 prélèvements  
par station  
regroupés en  
A/B/C

Séminaire Incertitude Aquaref - Décembre 2011

### Phase laboratoire

#### ➤ Traitement des échantillons

- Tri des échantillons
- Détermination des macro-invertébrés majoritairement au genre
- Comptage exhaustif ou estimation des abondances



#### ➤ Établissement de la liste faunistique

- Une liste faunistique par phase A/B/C avec les taxons et leur abondance
- + une liste faunistique de l'échantillon global (A + B + C)



Calcul d'un indice multimétrique I2M2 permettant l'évaluation de la qualité biologique de la station

Séminaire Incertitude Aquaref - Décembre 2011

## Objectifs

### ❖ Évaluer la variabilité associée à la phase terrain

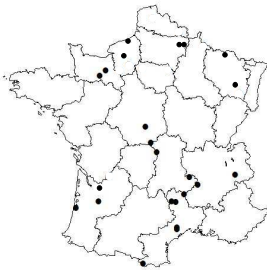
- description de la mosaïque d'habitats
- définition du plan d'échantillonnage

### ❖ Évaluer la variabilité associée à la phase laboratoire

- tri
- détermination
- comptage
- saisie des données

Séminaire Incertitude Aquaref - Décembre 2011

## Matériels et méthodes



**22 stations**

**Durée : 2 ans**

**1 campagne/an en 2009 et 2010**

**4 opérateurs :** - 2 CEMAGREF  
- 2 DREAL/BE \*

**12 prélèvements élémentaires/station**

Pour chaque station : - 4 descriptions de la mosaïque d'habitats  
- 4 plans d'échantillonnage  
- 4 listes faunistiques

**\*Organismes partenaires:** DREAL LORR, DREAL LR, DREAL HN, DREAL BN, DREAL AUV, DREAL CEN, DREAL PIC, DREAL AQU, DREAL RA, ASCONIT, GREBE, AQUABIO, HYDROBIO

Séminaire Incertitude Aquaref - Décembre 2011

# Résultats

## ❖ Évaluer la variabilité associée à la phase terrain

- description de la mosaïque d'habitats
- définition du plan d'échantillonnage

## ❖ Évaluer la variabilité associée à la phase laboratoire

- tri
- détermination
- comptage

Séminaire Incertitude Aquaref - Décembre 2011

# Phase terrain (résultats préliminaires)

Journées Internationales de Limnologie, octobre 2010

**DEFINITION DE SUBSTRATS CRITIQUES DANS LE CADRE DE L'APPLICATION DU PROTOCOLE DE PRELEVEMENT DES MACROINVERTEBRÉS BENTHIQUES EN COUR D'EAU SELON LA NORME XP T 90-333**

**CONTEXTE**

De la suite de la mise en œuvre de la Directive Cadre Européenne sur l'eau, le Comité de Ligne et l'Unionat de l'eau ont la priorité de la partie benthique des DCE, une directive européenne relative à l'évaluation de la qualité écologique des cours d'eau. L'objectif est de définir des critères de qualité de l'eau benthique en fonction de la norme XP T 90-333.

Depuis 2005, l'Agence Française de l'Environnement et de l'Énergie a financé un projet de recherche de la part de l'ONEMA.

1) la détermination des critères de qualité benthique

2) la définition de critères de qualité pour une application plus précise de la norme.

**MATERIEL ET METHODES**

Pour chaque habitat :

- description de la structure d'habitats. Réalisation de plans de répartition des critères de qualité benthique.
- plan de répartition des critères de qualité benthique.
- Plan A : 4 points de prélèvement de critères de qualité benthique.
- Plan B : 4 points de prélèvement de critères de qualité benthique.
- Plan C : 4 points de prélèvement de critères de qualité benthique.

**RESULTATS**

Quels critères sont les plus critiques ?

Quel est le critère de qualité benthique le plus critique ?

**CONCLUSIONS**

- Distinguer entre les habitats et la structure de la norme d'habitat.
- Définir des critères de qualité benthique.
- Définir des critères de qualité benthique pour la norme XP T 90-333.

**RECOMMANDATIONS**

**PERSPECTIVES**

## Présentation d'un poster

*Définition de « substrats critiques » dans le cadre de l'application du protocole de prélèvement des macroinvertébrés benthiques en cours d'eau selon la norme XP T 90-333*

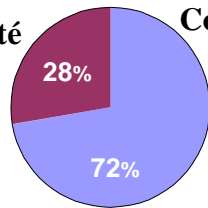
## Communication orale

*Évaluation de l'incertitude liée à l'application du protocole d'échantillonnage de macroinvertébrés benthiques selon la norme XP T 90-333*  
Julio Arce, Aurélie Josset, Marie-Claude Roger & Virginie Archaibault.

Séminaire Incertitude Aquaref - Décembre 2011

## Écart à la norme : PE théoriques / PE observés

Non conformité      Conformité

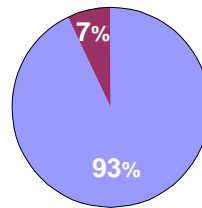


2009



Écart de 28%

- Difficulté d'interprétation de la norme
- Effet du poids de l'expérience



2010



Écart de 7%

- Amélioration de la situation
- Appropriation progressive de la nouvelle norme

Séminaire Incertitude Aquaref - Décembre 2011

## Résultats

### ❖ Évaluer la variabilité associée à la phase terrain

- description de la mosaïque d'habitats
- définition du plan d'échantillonnage

### ❖ Évaluer la variabilité associée à la phase laboratoire

- tri
- détermination
- comptage

**AUDIT LABORATOIRE**

Séminaire Incertitude Aquaref - Décembre 2011

## Matériels et méthodes : Audit Laboratoire

84 prélèvements  
élémentaires  
audités tirés au  
hasard sur les 264  
correspondant aux  
22 stations



Opérateur	Auditeur	NB PREL AUDIT
DREAL	CEMAG	44
BE	CEMAG	6
CEMAG	DREAL	34

- 1) Re-trier le refus de tamis et noter les taxons trouvés et leur abondance : liste refus de tamis
- 2) Re-déterminer les taxons déjà sortis et établir une liste avec leur abondance : liste taxons re-identifiés



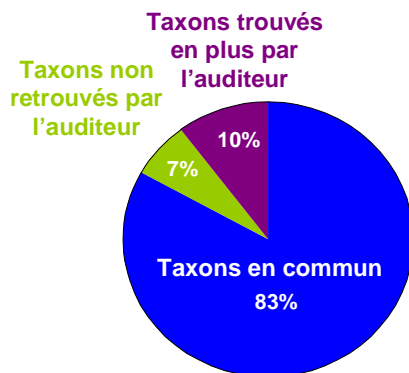
Comparaison liste initiale de l'opérateur / liste finale auditée (= liste refus de tamis + liste taxons re-identifiés)

Séminaire Incertitude Aquaref - Décembre 2011

## Taxons communs entre listes initiales / listes auditées

**Base de travail :** Liste initiale de l'opérateur / Liste finale de l'auditeur

**Paramètres calculés :** % de taxons en commun, % de taxons trouvés en + et en - par l'auditeur



➤ 17% de l'information est différente d'un opérateur à l'autre



**Oublis dans les refus de tamis**

Différences d'identification  
Saisie des données  
Autres explications

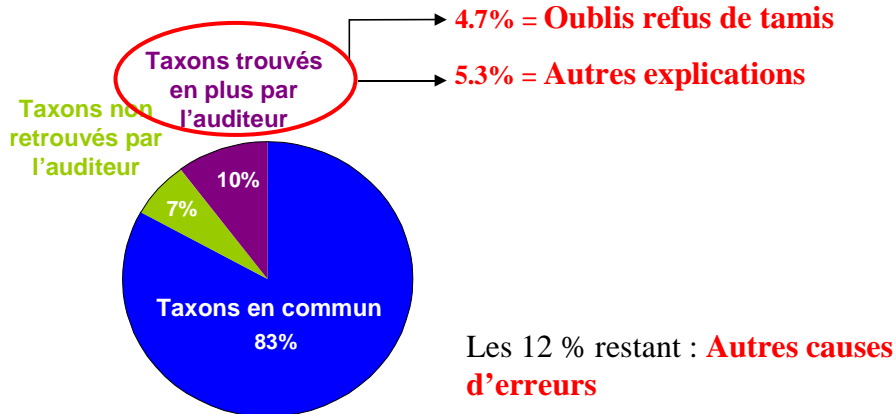
Séminaire Incertitude Aquaref - Décembre 2011



## Taxons oubliés dans les refus de tamis

**Base de travail :** Liste initiale / Liste auditée / Liste refus de tamis

**Paramètres calculés :** % des nouveaux taxons trouvés dans le refus de tamis et % de taxons trouvés en + autres que dans le refus de tamis

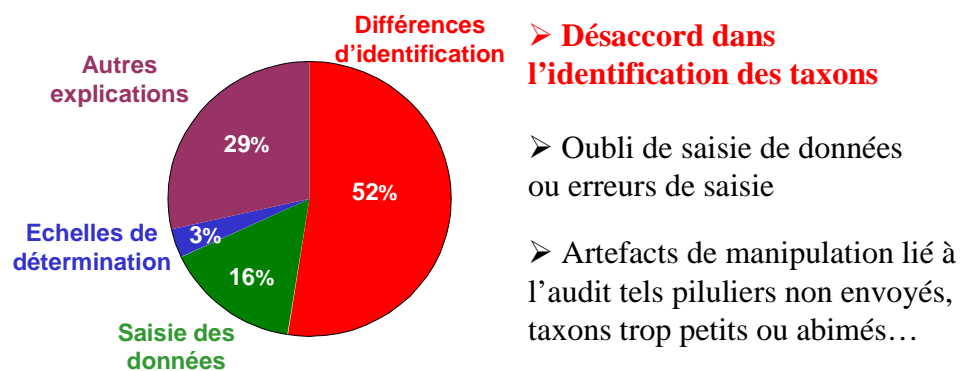


Séminaire Incertitude Aquaref - Décembre 2011

## Autres causes d'erreurs

**Base de travail :** Liste initiale / Liste auditée

**Paramètres calculés :** Reprise des listes une à une et codage des erreurs rencontrées



Séminaire Incertitude Aquaref - Décembre 2011

## Taxons présentant des difficultés d'identification

### Elmidae



*Oulimnius*



*Esolus*

### Sphaeriidae



*Pisidium*



*Sphaerium*

### Baetidae



*Baetis*



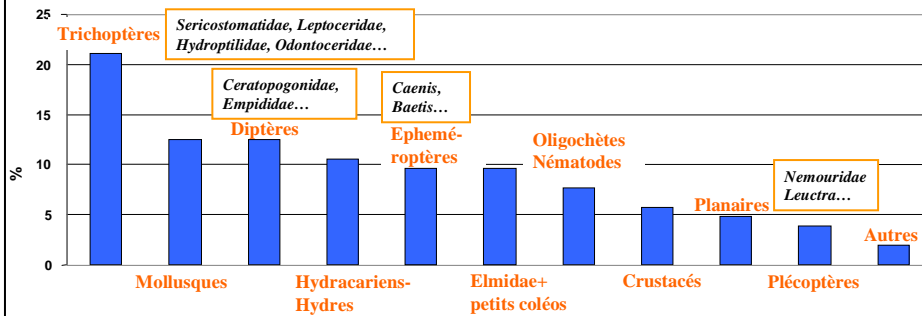
*Procloëon*

Séminaire Incertitude Aquaref - Décembre 2011

## Taxons les plus souvent oubliés

**Base de travail :** Liste refus de tamis

**Paramètres calculés :** Proportion des nouveaux taxons trouvés dans le refus de tamis selon leur classification



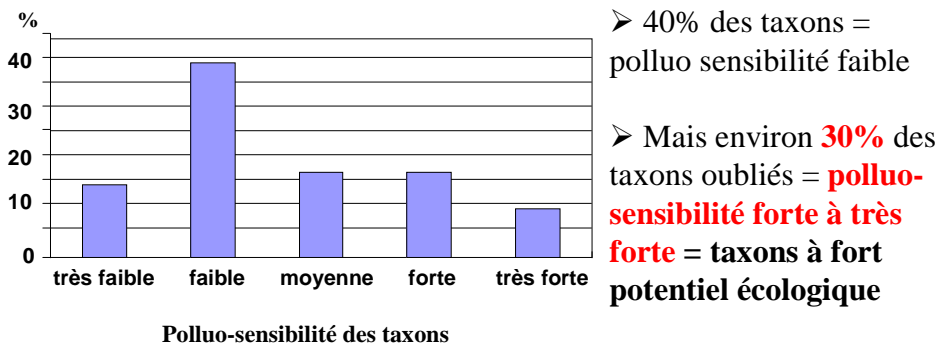
➤ Taxons de petite taille retrouvés dans le dernier tamis (mailles les plus fines)

Séminaire Incertitude Aquaref - Décembre 2011

## Polluo-sensibilité des nouveaux taxons oubliés

**Base de travail :** Liste des nouveaux taxons trouvés dans le refus de tamis

**Paramètres calculés :** Polluo-sensibilité des taxons évaluée selon les traits biologiques et écologiques (*Usseglio-Polatera et al, 2000*)

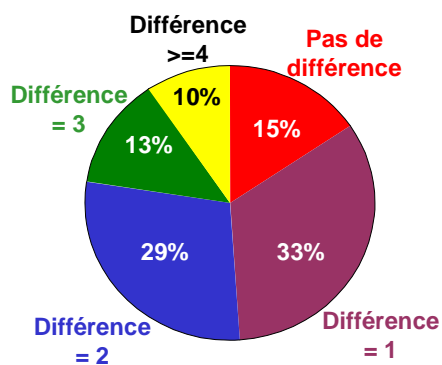


Séminaire Incertitude Aquaref - Décembre 2011

## Conséquences sur la valeur des métriques biologiques : exemple de la richesse taxonomique

**Base de travail :** Liste initiale / Liste auditée

**Paramètre calculé :** Richesse



➤ Seulement 15% des listes = pas de différence de richesse

➤ Différence de richesse comprise entre 0 et 7

➤ Résultats à l'échelle d'un prélèvement, à l'échelle de la station?

Séminaire Incertitude Aquaref - Décembre 2011

## Conséquences sur la valeur des métriques biologiques : autres métriques

**Base de travail :** Liste initiale / Liste auditée

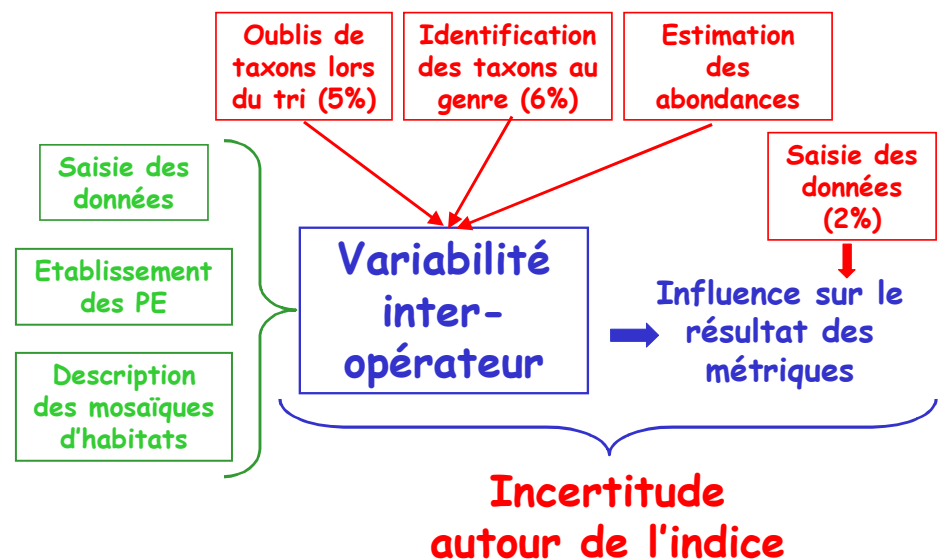
**Paramètre calculé :** Abondance, métriques de structures, de composition et de sensibilité

### Résultats

- Dans 1 cas sur 2, la différence d'abondance entre les 2 listes est supérieure à 10% du nombre total de taxons
- Les fortes différences s'expliquent par l'estimation des abondances des taxons
- Les métriques les plus sensibles à la variabilité inter opérateur sont celles basées sur l'abondance (jusqu'à 30% d'écart)
- Les métriques se basant sur la richesse sont plus stables (jusqu'à 15% d'écart)

Séminaire Incertitude Aquaref - Décembre 2011

## Synthèse



Séminaire Incertitude Aquaref - Décembre 2011