



PROJET N°LIFNAT/FR/000083

PROGRAMME DE CONSERVATION DE
L'APRON DU RHONE (*ZINGEL ASPER*) ET
DE SES HABITATS

- Etude écotoxicologique de l'Apron du Rhône (*Zingel asper*)

Partie 1

Août 2006





Etude écotoxicologique de l'Apron du Rhône (*Zingel asper*)

Sébastien PRADELLE

*Département Gestion des Milieux aquatiques
Unité de Recherche Biologie des Ecosystèmes Aquatiques*

*Groupement de Lyon
3 bis quai Chauveau – CP 220
69336 Lyon cedex 09*

Août 2006

Programme Life-Nature
Conservation de l'Apron du Rhône (*Zingel asper*)
et de ses habitats

**Etude écotoxicologique
de l'Apron du Rhône
(*Zingel asper*)**

Maître d'ouvrage : Conservatoire Rhône-Alpes des Espaces Naturels
Opérateur : Cemagref
Rédacteur : Sébastien PRADELLE

**Unité de recherche de Biologie des Ecosystèmes Aquatiques
Laboratoire d'Ecotoxicologie**
Groupement de Lyon
3 bis Quai Chauveau
69009 LYON

Août 2006

Conservatoire Rhône-Alpes des Espaces Naturels
La Maison Forte
2 rue des Vallières
69390 VOURLES

Comité de suivi de l'étude :

M Alain DEVAUX : INRA - Ecole Nationale des Travaux Publics de l'Etat

Mme Marion LANGON : Conservatoire Rhône-Alpes des Espaces Naturels

M Patrice NOURY : Cemagref

M Henry PERSAT : Université Claude Bernard, Lyon I

M Daniel RIVIERE : Agence de l'Eau

M Pascal ROCHE : Conseil Supérieur de la Pêche

SOMMAIRE

INTRODUCTION.....	1
-------------------	---

PREMIERE PARTIE :

ETUDE DES SOURCES DE POLLUTION PRESENTES SUR LES SITES A APRONS

.....	3
-------	---

REPARTITION HISTORIQUE ET ACTUELLE DE L'APRON.....	4
Le Rhône	4
L'Ain	4
La Drôme.....	4
Le Roubion, l'Eygues et l'Ouvèze	6
L'Ardèche.....	6
La Beaume.....	6
Le Chassezac	6
La Cèze.....	6
Le Gard.....	7
La Durance	7
Le Verdon.....	7
Le Buëch	7
La Loue	7
DESCRIPTION DE LA QUALITE DE L'EAU SUR LES SITES A APRONS	8
Le Rhône	8
L'Ain	9
La Drôme.....	10
Le Roubion, l'Eygues et l'Ouvèze	10
L'Ardèche.....	11
La Beaume.....	12
Le Chassezac	12
La Cèze.....	12
Le Gard.....	12
La Durance	13
Le Verdon.....	13
Le Buëch	13
La Loue	14
<i>Indice de présence de l'Apron.....</i>	14
<i>Substances suivies dans le cadre du Réseau National de Bassin.....</i>	16
SUBSTANCES DETECTEES SUR LES SITES A APRONS.....	17
<i>Micropolluants minéraux</i>	18
Concentrations dans le sédiment	18
Concentrations sur bryophytes	19
Corrélation entre concentrations dans le sédiment et sur bryophytes	20
Comparaison des concentrations sur les stations avec et sans Apron	20
Concentrations dans le sédiment	20
Concentrations sur bryophytes	21
<i>Micropolluants organiques</i>	24
Les biphényles.....	24

Les Benzène, Toluène, Ethylbenzène, Xylène (B.T.E.X.).....	24
Les chlorobenzènes	24
Les Composés Organiques Halogénés Volatils (C.O.H.V.)	24
Les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (H.A.P.).....	24
Comparaison des stations avec et sans Apron.....	25
<i>Pesticides</i>	26
Les fongicides	26
Les herbicides.....	26
Les insecticides	27
INTERPRETATIONS DES DONNEES.....	27
Données biologiques	27
Données qualité	28
CONCLUSION.....	30

SECONDE PARTIE :

MISES EN EVIDENCE DES SUBSTANCES DANGEREUSES PRESENTES SUR LES SITES A APRONS 31

RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE	32
<i>Base de données ECOTOX</i>	32
<i>Données bibliographiques</i>	33
SYSTEME D'EVALUATION DE LA QUALITE DES COURS D'EAU	33
Micropolluants minéraux	34
Concentrations dans le sédiment	34
Concentrations sur bryophytes	35
Micropolluants organiques	36
Pesticides	38
Sources d'altération de la qualité de l'eau sur les stations à Aprons.	39
Micropolluants minéraux	39
Micropolluants organiques.....	39
Pesticides	39
<i>Substances prioritaires dangereuses</i>	40
Substances prioritaires dangereuses sources d'altérations sur les sites à Aprons	41

CONCLUSION..... 43

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES..... 45

ANNEXES..... 46

Liste des Tableaux

Tableau I : Stations du Réseau National de Bassin retenues.....	15
Tableau II : Compartiments suivis pour chacune des familles de substances sur les 17 stations suivies.....	16
Tableau III : Concentrations maximales en micropolluants minéraux observées dans le sédiment des 17 stations de suivi entre 2003 et 2005	18
Tableau IV : Concentrations maximales en métaux observées sur les bryophytes des 17 stations de suivi entre 2003 et 2005	19
Tableau V : Tests de corrélation des concentrations maximales observées dans le sédiment et sur bryophytes	20
Tableau VI : Tests de comparaison des concentrations en métaux dans le sédiment entre les stations avec et sans Apron	21
Tableau VII : Tests de comparaison des concentrations en métaux sur bryophytes entre les stations avec et sans Apron	22
Tableau VIII : Concentrations maximales en micropolluants organiques observées dans le sédiment des 17 stations de suivi entre 2003 et 2005	23
Tableau IX : Test de comparaison des concentrations en micropolluants organiques observées dans le sédiment entre les stations avec et sans Apron	25
Tableau X : Concentrations maximales en pesticides observées dans le sédiment des 7 stations suivies.....	26
Tableau XI : Limites des classes de qualité définies par le SEQ-Eau pour les concentrations en micropolluants minéraux dans le sédiment	34
Tableau XII : Concentrations maximales en micropolluants minéraux observées dans le sédiment associées aux classes de qualité définies par le SEQ-Eau	34
Tableau XIII : Limites des classes de qualité définies par le SEQ-Eau pour les concentrations en micropolluants minéraux sur bryophytes	35
Tableau XIV : Concentrations maximales en micropolluants minéraux observées sur bryophytes associées aux classes de qualité définies par le SEQ-Eau.....	35
Tableau XV : Concentration maximales en micropolluants organiques observées dans le sédiment associées aux classes de qualité définies par le SEQ-Eau	37
Tableau XVI : Concentration maximales en pesticides observées dans l'eau associées aux classes de qualité définies par le SEQ-Eau	38
Tableau XVII : Substances détectées sur les stations à Aprons pouvant représenter un danger pour le peuplement aquatique	40
Tableau XVIII : Substances ou groupes de substances prioritaires détectées en concentration élevées sur les stations à Aprons	41

Liste des Figures

Figure 1 : Distributions des concentrations maximales observées en métaux dans le sédiment des stations avec et sans Apron	20
Figure 2 : Distribution des concentrations maximales observées en métaux sur les bryophytes des stations avec et sans Apron	22
Figure 3 : Distribution des concentrations en HAP dans le sédiment sur les stations avec et sans Apron.....	25

Liste des Cartes

Carte 1 : Localisation des secteurs prospectés entre 2003 et 2005 sur le bassin du Rhône	5
Carte 2 : Localisation des 3 stations RNB retenues et des tronçons prospectés sur le cours principal du Rhône	9
Carte 3 : Localisation du secteur prospecté sur l'Ain et de la station RNB retenue	9
Carte 4 : Localisation des stations RNB situées sur la Drôme et des secteurs de prospection	10
Carte 5 : Localisation de la stations RNB retenue et du secteur prospecté sur le Roubion	10
Carte 6 : Localisation de la station RNB retenue sur l'Ouvèze et des secteurs prospectés sur l'Eygues et l'Ouvèze	11
Carte 7 : Localisation des stations RNB retenues et des secteurs prospectés sur l'Ardèche, la Beaume et le Chassezac	11
Carte 8 : Localisation des stations RNB retenues et des secteurs prospectés sur la Cèze et le Gard.....	12
Carte 9 : Localisation des stations RNB retenues et des secteurs prospectés sur la Durance, le Verdon et le Buëch.....	13
Carte 10 : Localisation des stations RNB retenues et des secteurs prospectés sur la Loue	14

Liste des Annexes

ANNEXE 1	
Distribution des concentrations maximales observées en micropolluants minéraux dans le sédiment	47
ANNEXE 2	
Distribution des concentrations maximales observées en micropolluants minéraux sur bryophytes	49
ANNEXE 3	
Résultats de la recherche bibliographique.....	51

Introduction

L'Apron du Rhône est avec l'esturgeon européen l'une des deux espèces menacées d'extinction en France. Pour cette raison il fait l'objet depuis le milieu des années 1990 d'une attention particulière. Un premier programme de conservation subventionné par l'Union Européenne (Life Apron 1998-2001) a permis de mieux connaître la biologie et la répartition de l'espèce et ainsi de proposer des mesures de conservation synthétisées dans le Guide de gestion pour la conservation de l'Apron du Rhône (RNF, 2001).

Un deuxième programme d'une durée de cinq ans est en cours de réalisation. Son objectif est de mettre en œuvre les mesures préconisées dans le guide de gestion, afin d'arrêter le déclin de l'espèce et de la mettre hors de danger d'extinction. Ce programme a été proposé à l'Union Européenne en octobre 2003 et accepté par celle-ci en juillet 2004. Il est coordonné par le Conservatoire Rhône-Alpes des Espaces Naturels (CREN) depuis septembre 2004.

Parmi les objectifs opérationnels de ce programme, figure la mise en œuvre de mesures de gestion des habitats favorables à l'espèce, par une action de fond auprès des gestionnaires des rivières et du public, en se donnant la possibilité d'adapter rapidement ces mesures à l'évolution de la situation grâce à un suivi annuel des populations et des paramètres environnementaux. En effet, les populations actuellement connues ne sont pas à l'abri d'une extinction si l'on considère l'évolution observée sur certaines rivières (exemple de la Drôme) sur lesquelles les populations semblent avoir fortement décliné puis vraisemblablement disparu en l'espace de quelques dizaines d'années. Il importe donc de suivre et de rechercher parmi les indicateurs de l'environnement, les causes des évolutions observées afin de prendre les mesures de gestion appropriées à chaque population. Il s'agit d'être capable de connaître l'évolution des populations et d'être en mesure de détecter le ou les paramètres responsables des éventuels problèmes observés.

La mise en place d'un "Observatoire Apron" représente un point clef du projet qui n'a été mis en œuvre jusqu'à présent que pour le suivi de la population de la Beaume (affluent de l'Ardèche). Il comprend deux volets : un suivi des principales populations d'Aprons connues et un suivi des paramètres environnementaux.

Le suivi de l'état des populations d'Aprons connues (premier volet) est réalisé dans le cadre du programme Life Apron II par le Conseil Supérieur de la Pêche, sous sa maîtrise d'ouvrage. Les informations collectées sont descriptives et concernent la présence ou l'absence de l'Apron sur une station donnée et à une date donnée. Le suivi de toutes les populations connues se fait sur la base d'un suivi d'abondance par comptage annuel sur des tronçons fixes d'une année sur l'autre.

Le suivi des paramètres environnementaux (second volet) est réalisé sous la maîtrise d'ouvrage du CREN. Il n'est prévu de suivre que les paramètres susceptibles de conditionner l'état des populations. Ce suivi permettra d'intervenir durant la durée du projet sur les causes éventuelles de dégradation. Il sera poursuivi après la fin du projet et permettra à long terme d'analyser les raisons de l'évolution des populations en croisant les paramètres démographiques et les paramètres environnementaux.

Les paramètres responsables de la dégradation de la qualité de l'habitat peuvent être les paramètres physiques de l'habitat (débit, hauteur d'eau, granulométrie, colmatage, succession de faciès...), la physico-chimie de l'eau (température, pH, oxygène, nitrates, phosphates...) ou divers autres paramètres (travaux sur berges, crue ...). Les préférences d'habitat de l'Apron ont constitué un des grands résultats du premier programme Life. En revanche, en ce qui concerne les paramètres physico-chimiques de l'eau, les préférences de l'espèce restent à l'heure actuelle méconnues. Or ces paramètres peuvent être en relation avec la régression de l'espèce sur le bassin du Rhône.

Pour ce qui est de la température, de l'oxygène et du pH, les observations réalisées sur le terrain ou en laboratoire ont permis de définir de larges gammes de tolérance pour l'Apron. Ces gammes ont été définies par observation de la survie d'individus exposés à certaines valeurs de ces paramètres. Cependant la survie des individus dans les conditions observées ne correspond pas obligatoirement à un bon fonctionnement de la population. En effet, dans les gammes de tolérance ainsi définies, des effets peuvent être observés au niveau de la reproduction et mettre en danger la viabilité de la population. Une autre inconnue concerne la sensibilité de cette espèce aux substances toxiques présentes sur le bassin du Rhône. La pollution croissante des eaux du bassin du Rhône pourrait être, avec les modifications physiques de l'habitat, une des causes principales de la régression de l'espèce. C'est pour cette raison, qu'une étude écotoxicologique a été mise en place dans le cadre de ce deuxième programme de conservation de l'Apron.

La finalité de cette étude écotoxicologique est d'être en mesure de détecter un risque pour les populations d'Aprons actuelles en cas d'évolution des concentrations de certaines substances toxiques sur les rivières à Aprons. Les substances considérées dangereuses pour cette espèce seront pour cela suivies par l'Observatoire mis en place dans le cadre de ce deuxième programme Life.

Les objectifs opérationnels de cette étude écotoxicologique consistent :

- dans un premier temps à identifier les substances toxiques pour le peuplement piscicole présentes sur les sites à Aprons actuels et sur les sites qui ont vu décliner récemment l'espèce.
- dans un deuxième temps à définir si cela est possible, des gammes de toxicité pour l'Apron vis à vis des substances identifiées, et de sélectionner pour l'Observatoire celles qui sont les plus dangereuses pour les populations d'Aprons.

La première partie de ce rapport présente la répartition actuelle et historique de l'espèce sur le bassin du Rhône, ainsi que les données qualité issues du Réseau National de Bassin ayant permis d'identifier les substances toxiques présentes sur les différents sites. A partir de ces données, nous avons cherché à comparer la qualité de l'eau des stations où l'Apron est toujours présent avec la qualité de l'eau des stations où l'Apron a disparu.

La deuxième partie de ce rapport présente dans un premier temps, les résultats de la recherche bibliographique écotoxicologique effectuée sur les substances identifiées dans la première partie de ce rapport. Dans un second temps, les classes de qualité définies par le SEQ-Eau permettant de définir parmi les substances identifiées, celles qui sont les plus dangereuses pour le peuplement aquatique et susceptibles d'être suivies dans le cadre de l'Observatoire.

PREMIERE PARTIE :
ETUDE DES SOURCES DE POLLUTION
PRESENTES SUR LES SITES A APRONS

Répartition historique et actuelle de l'Apron

Les suivis de populations réalisés entre 1998 et 2001, dans le cadre du premier programme Life pour la conservation de l'Apron du Rhône (*Zingel asper*), ont permis de mieux connaître la distribution de l'espèce sur l'ensemble du bassin du Rhône.

L'Apron était alors observé sur une petite dizaine de cours d'eau, essentiellement situés dans le sud du bassin du Rhône : sur l'Ardèche et ses affluents (la Beaume et le Chassezac), sur la Drôme, sur la Durance et deux de ses affluents (le Verdon et le Buëch). Dans le nord du bassin, l'espèce était observée uniquement sur la partie amont de la Loue. En 2001, l'aire de répartition de l'espèce était déjà relativement restreinte par rapport à celle définie par Boutitie en 1984 (RNF, 2001).

Dans le cadre de ce second programme Life, le Conseil Supérieur de la Pêche réalise des prospections depuis 2003 afin de suivre l'évolution des populations connues, mais également dans le but d'en découvrir de nouvelles. Dans cet objectif, ont été prospectés : tous les cours d'eau colonisés ou ayant été colonisés auparavant, ainsi que toutes les rivières sur lesquelles des signalements ont pu être faits. Quinze cours d'eau ont donc été prospectés au cours de ces trois dernières années (Carte 1).

Le Rhône

Autrefois, l'Apron colonisait une bonne partie du linéaire du Rhône. Il ne semble aujourd'hui présent plus que sur quelques tronçons court-circuités présentant des habitats plus favorables à l'espèce que le cours principal.

Dans le cadre du premier programme Life, des prospections ont été réalisées au niveau du tronçon court-circuité de Miribel (en amont de Lyon) où l'espèce était signalée au début des années 80, mais aucun apron n'a été observé (Roche, 08/2005).

Dans le cadre de ce deuxième programme, les tronçons court-circuités de Pierre-Bénite et de Montélimar, où l'espèce avait également été signalée, ont été prospectés en 2004, mais aucun apron n'a pu être observé.

En 2005, les efforts de prospection ont porté sur le tronçon court-circuité de Donzère où la présence de l'espèce avait été signalée en 2000, mais l'Apron ne semble également plus présent.

Les prospections réalisées sur le cours principal du Rhône ces dernières années n'ont donc pas permis d'identifier le moindre individu (Roche, 01/2006).

L'Ain

Selon l'enquête de Boutitie, en 1984, l'espèce était présente de Saint-Maurice de Gourdans à Pont-d'Ain. Les derniers signalements d'aprons sur la basse rivière d'Ain remontent à 1999 (un individu signalé au niveau de Chazey-sur-Ain). Depuis, aucune des prospections réalisées sur la basse rivière d'Ain n'a permis l'observation d'Apron (Pradelle, 2005).

La Drôme

En 1981, des pêches de sauvetage réalisées sur la basse Drôme au niveau de Livron ont permis la capture de 50 individus (Roche *et al.*, 12/2005). En octobre 1997, 60 individus sont encore identifiés en aval du seuil de Livron, mais le déclin est alors très rapide : 19 individus observés en juillet 1999, 6 en novembre 1999, un seul en 2000 et aucun en 2001.

Légende

Secteurs prospectés entre 2003 et 2005

— Apron présent

— Apron absent

Bassins versants

Drôme

Roubion

Ardèche-Beaume-Chassezac

Cèze

Gard

Eygues

Ouvèze

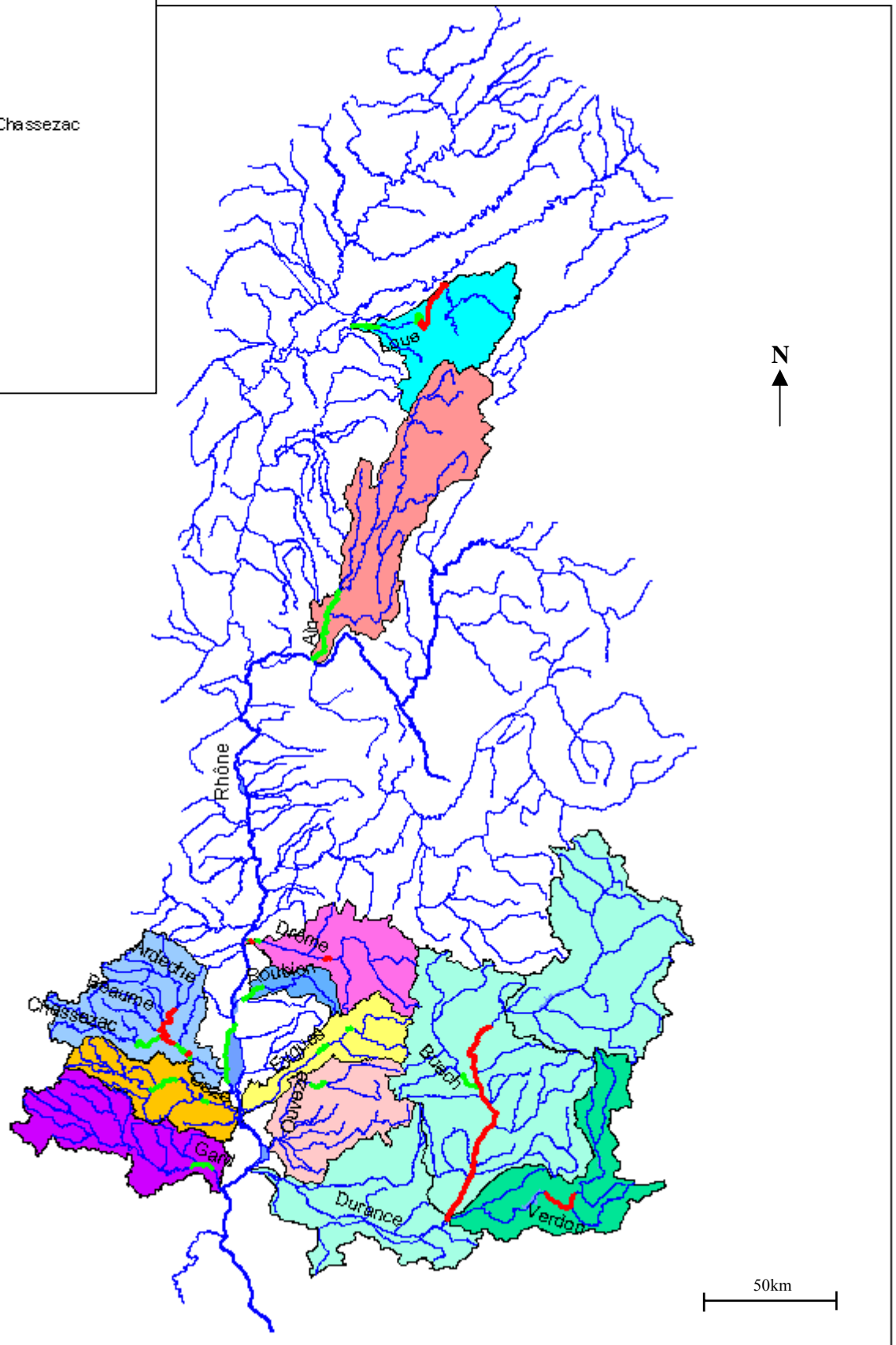
Durance-Buëch

Verdon

Ain

Loue

Carte 1 : Localisation des secteurs prospectés entre 2003 et 2005 sur le bassin du Rhône



Par la suite, les prospections réalisées pour tenter de confirmer la présence de l'espèce se sont révélées infructueuses jusqu'à l'observation de deux individus à Saillans durant l'été 2006 par le CSP. Les prospections sur ce secteur étaient guidées par des signalements datant de août 2003 à l'aval de Saillans par un pêcheur et par une capture lors d'une pêche de sauvetage réalisée avant travaux à l'aval de Saillans en 2005. Un individu a aussi été observé au niveau de Grâne en 2004 par le conservateur de la Réserve Naturelle des Ramières. Ces résultats indiquent que l'espèce est toujours présente sur la Drôme, mais elle y est devenue extrêmement rare.

Le Roubion, l'Eygues et l'Ouvèze

Sur ces trois affluents du Rhône, les prospections ont été réalisées en raison soit de signalements soit de la présence historique de l'espèce (Boutitie, 1984).

Selon Boutitie, l'espèce était historiquement présente sur l'Ouvèze sur une vingtaine de kilomètres, entre Vaison-La-Romaine et la confluence avec le Rhône.

Boutitie assure également la présence historique de l'espèce sur la quasi-totalité du linéaire de l'Eygues.

Le Roubion a quant à lui été prospecté en raison du signalement d'un individu aux alentours de l'an 2000.

Ces trois affluents du Rhône ont donc récemment été prospectés par le C.S.P., mais malgré les efforts réalisés, aucun individu n'a pu être observé (Roche *et al.*, 12/2005).

L'Ardèche

Les prospections réalisées dans le cadre du premier programme Life ont permis d'identifier quelques individus dans la boucle de Chauzon (4 en 1998 et 6 en 2001) (Roche, 08/2005). Ces prospections ont également révélé une forte densité d'Aprons dans le secteur en communication avec la Beaume (85 aprons en 2001). En 2003, une population relativement importante a pu être identifiée en amont du seuil de Ruoms (143 individus au niveau de Balazuc). Les observations de 2004 et 2005 confirment la présence de l'espèce, du barrage de Vallon-Salavas jusqu'au barrage de Lanas, avec une densité maximale de 26 individus aux cent mètres, au niveau de Ruoms, en mars 2005 (Roche, 01/2006). En amont du seuil de Lanas, aucun apron n'a pu être observé et en aval de la confluence avec l'Ibie (à l'aval de Vallon-Pont-D'arc), seuls deux individus ont été observés sur 16 kilomètres de rivière prospectés.

La Beaume

Sur les 13 kilomètres aval de la Beaume, du seuil de Joyeuse jusqu'à la confluence avec l'Ardèche, les effectifs observés jusqu'en 2003 étaient relativement importants (de l'ordre de 100 individus aux 100 mètres). Depuis 2003, les effectifs de la Beaume ne cessent de diminuer, et les densités atteignent 5 individus aux 100 mètres à Labeaume en 2004 et seulement 2 en 2005 (Roche, 01/2006).

Le Chassezac

Quelques aprons ont été observés au niveau de Casteljou en 1998 et 2001. Mais l'espèce était surtout présente au niveau de la confluence avec l'Ardèche (8 individus observés en 1998, 58 en 2001). En revanche, les prospections réalisées en 2003 puis en 2005 n'ont pas permis de confirmer la présence de l'espèce (Roche, 01/2006).

La Cèze

La présence de l'espèce est assurée par la Base Atlas de France jusqu'en 1986 dans la partie aval de la Cèze. Cependant, les différents secteurs prospectés en 2005 au niveau des

communes de La Roque sur Cèze, Tharoux et Rohegude n'ont pas permis de confirmer la présence de l'espèce sur cette rivière (Roche *et al.*, 11/2005).

Le Gard

Les derniers signalements d'Aprons dans le Gard concernent les gorges et remontent à 1984. Les tronçons prospectés en 2002 entre Remoulins et Collias n'ont également pas permis d'identifier l'espèce sur cet affluent du Rhône (Roche *et al.*, 11/2005).

La Durance

Les données de pêche électrique jusqu'en 2005 indiquent que l'espèce est présente sur l'ensemble du linéaire entre le seuil de Cadarache et celui de La Saulce. Les densités maximales ont été observées à la station des Henris au niveau de Thezé (55 individus aux cent mètres en 2002). Mis à part une chute d'effectif observée en 2001, la population de ce secteur est relativement stable sur la période 1999-2005 (Roche, 01/2006). Ce bassin possède la population d'Aprons la plus étendue et par conséquent la plus difficile à connaître. A 25 kilomètres à l'aval du seuil de Cadarache, les prospections réalisées en 2005 n'ont permis la capture d'aucun apron.

Le Verdon

Historiquement l'Apron était présent de la confluence avec la Durance jusqu'au Grand Canyon. L'espèce n'avait plus été observée dans le Verdon depuis 1982. A partir de 1992, les prospections réalisées sur la station du Réseau National de Bassin entre Castellane et le Grand Canyon n'ont jamais révélé la présence d'apron (Roche et Niveau, 01/2006). C'est la découverte hasardeuse de l'espèce en 2001 dans le Grand Canyon, qui a motivé la reprise des prospections dans le Verdon. L'espèce occupe actuellement un linéaire de 17,5 kilomètres dans les gorges, entre la retenue de Sainte-Croix et le couloir Samson, avec un effectif estimé entre 1500 individus en 2002 et 500 individus en 2005. Malgré ces effectifs relativement importants, les densités observées au niveau des différentes stations sont tout de même trois fois plus faibles en 2005 qu'en 2002.

Le Buëch

Les suivis réalisés dans le cadre du premier programme Life ont permis de déterminer les limites de répartition de l'espèce qui s'avère présente dans les 15 premiers kilomètres en amont de la confluence avec la Durance. Bien que toujours signalée en 2003, l'espèce n'a pu être observée au niveau de la station de suivi annuel (Pont de Ribiers) au cours des prospections réalisées en 2005 et 2006 (Roche, 01/2006).

La Loue

Dans les années 1970, l'espèce était surtout représentée dans la basse Loue, en aval de Rennes-sur-Loue. Entre 1996 et 1999, les pêches réalisées par le CSP révèlent la présence de l'espèce uniquement en amont de cette localité. Les prospections réalisées en 2004 ont connu un effort important sur la moyenne et basse vallée de Loue (de Chenecey-Buillon à Parcey) afin de connaître avec plus de précision l'aire de répartition actuelle de l'espèce. Elle a ainsi été observée sur un linéaire de 27 kilomètres entre Chenecey-Buillon et Champagne-sur-Loue avec une densité maximale de 22 individus aux 100 mètres, à Lombard en septembre 2004 (Roche, 08/2005). Les prospections de 2005 confirment les limites de répartition de l'espèce et permettent une estimation des densités sur certains secteurs (Roche, 01/2006). Au cours de ces deux dernières années, les densités ne semblent pas avoir connu d'évolution significative.

Description de la qualité de l'eau sur les sites à Aprons

Après avoir déterminé les limites de répartition actuelle et historique de l'espèce sur le bassin versant du Rhône, le deuxième objectif de cette première partie de l'étude est de caractériser les pollutions identifiées sur les rivières à aprons précédemment citées. L'objectif est de mettre en relation la présence de certaines substances toxiques avec la régression de l'espèce sur certains sites.

Afin de pouvoir mettre en évidence ces éventuelles relations, il est indispensable de connaître les substances toxiques présentes sur un maximum de sites colonisés ou ayant été colonisés par l'Apron. Pour cela, le Réseau National de Bassin semble être la base de données idéale, puisque des stations de suivi sont présentes sur la plupart des grandes rivières françaises.

De manière à obtenir la meilleure représentation possible de la qualité d'eau sur le site à Aprons, il aurait été intéressant que la station RNB soit située sur le site à Apron. Or, étant donné le petit nombre de sites identifiés et le nombre limité de station RNB par rivière, il est peu probable de retrouver cette situation. De manière à conserver le maximum de sites à Aprons dans cette étude, il est indispensable de considérer la station RNB comme représentative d'un certain linéaire de cours d'eau.

La qualité d'eau observée au niveau de la station RNB est considérée comme représentative de celle du site à Aprons, si la station et le site ne se trouvent pas de part et d'autre d'une retenue d'eau ou d'un affluent dont la superficie du bassin versant dépasse les 20% de la superficie du bassin versant du cours principal à la confluence. La station RNB n'est également pas retenue si elle se situe à plus de 10 kilomètres du site à Aprons.

Voici, pour chacune des rivières étudiées, les stations du Réseau National de Bassin retenues pour caractériser les sites abritant l'espèce à l'heure actuelle et ceux abandonnés récemment.

Le Rhône

Il existe 14 stations de suivi RNB (Réseau National de Bassin) ou RCB (Réseau Complémentaire de Bassin) sur ce fleuve. En revanche, seules trois d'entre elles permettent de caractériser les secteurs sur lesquels il y a eu des prospections récentes (Carte 2).

La station située le plus en amont se trouve sur la commune de **Jons** (station RNB n°**92500**). La qualité de l'eau observée au niveau de cette station peut être considérée comme représentative de la qualité de l'eau dans le Rhône court-circuité de Miribel.

La station située sur la commune de **Vernaison** (station RNB n°**93900**) permet quant à elle de caractériser la qualité d'eau du Rhône court-circuité de Pierre-Bénite.

La station localisée sur la commune de **Donzère** (station RNB n°**113000**) est considérée comme représentative de la qualité d'eau du tronçon court-circuité de Donzère-Mondragon.

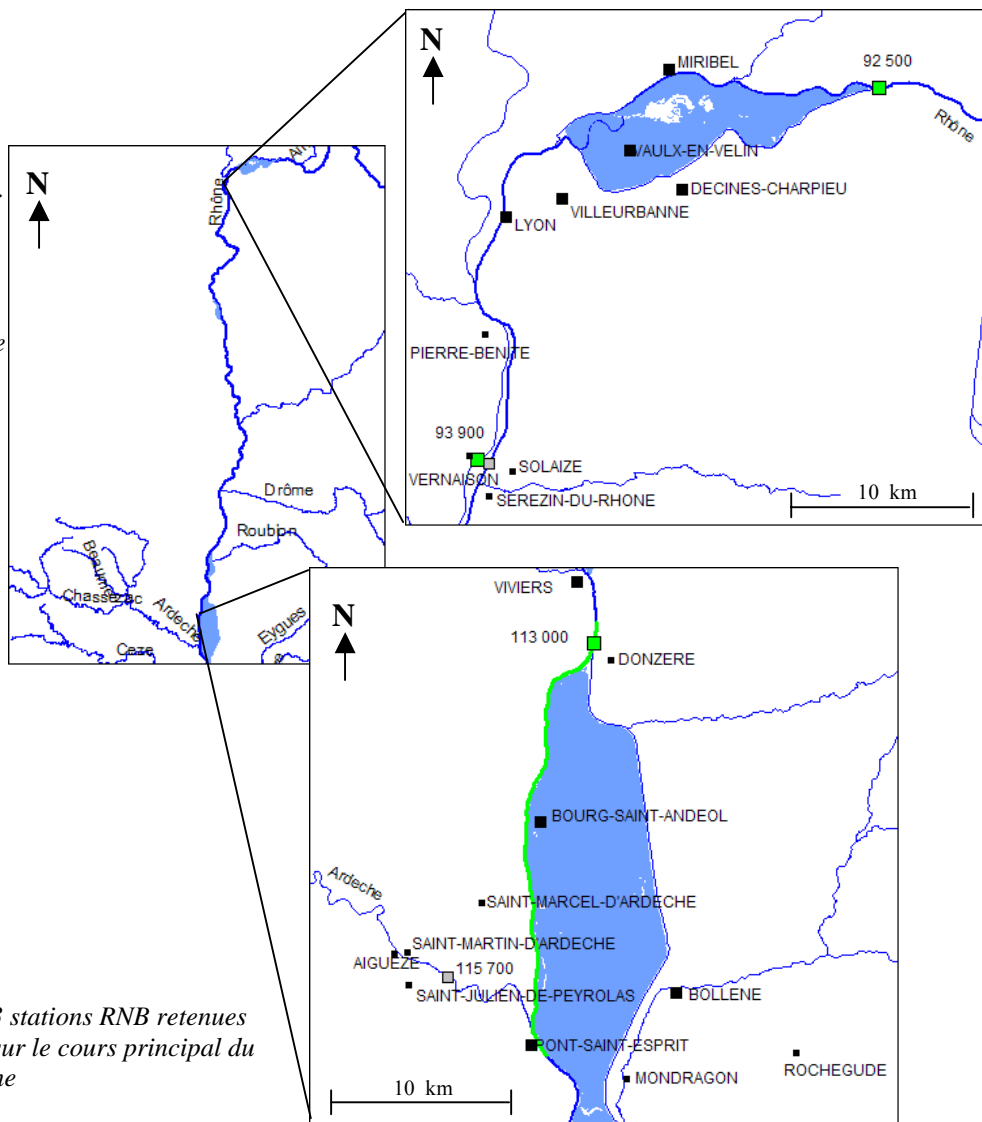
Il est important de rappeler que sur ces trois tronçons court-circuités du Rhône, l'Apron ne semble plus présent depuis quelques années.

Sur l'ensemble des représentations cartographiques sont localisés :
 - en vert les tronçons prospectés sans observation d'apron
 - en rouge les tronçons prospectés sur lesquels l'espèce a été observée.

Les stations RNB associées à chacun de ces tronçons sont représentées par un carré vert (en cas d'absence de l'espèce) ou rouge (en cas de présence).

En gris figurent les stations RNB non retenues dans cette étude.

Les seuils présents sur les cours d'eau étudiés sont représentés par une croix jaune.

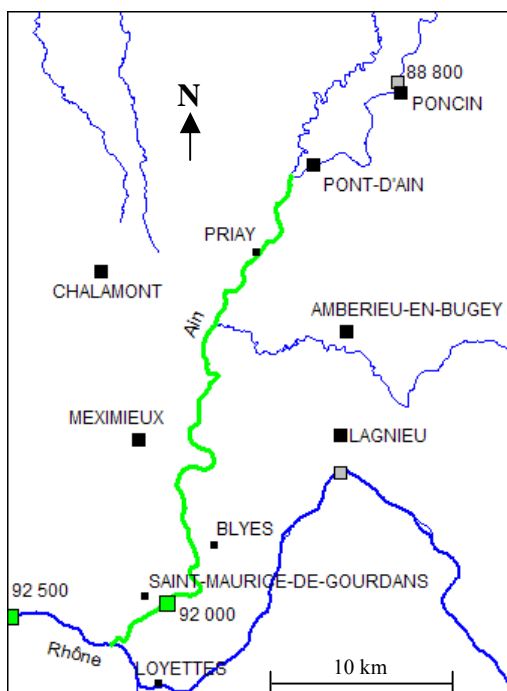


Carte 2 : Localisation des 3 stations RNB retenues et des tronçons prospectés sur le cours principal du Rhône

L'Ain

Une seule des deux stations situées sur la basse vallée de l'Ain (station RNB n°**92000** à **Saint-Maurice de Gourdans**) correspond à un secteur prospecté récemment et pour lequel l'absence de l'espèce est présumée (Carte 3).

Carte 3 : Localisation du secteur prospecté sur l'Ain et de la station RNB retenue

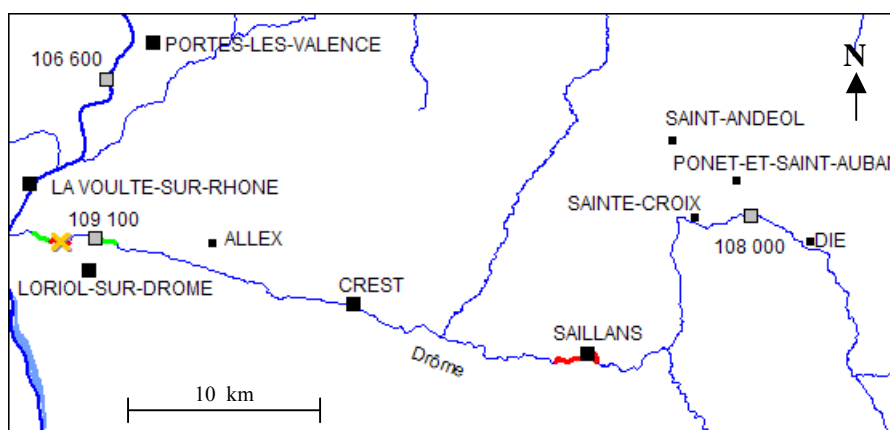


La Drôme

Il existe deux stations de mesure du Réseau National de Bassin sur la Drôme. La première est située sur la commune de **Livron** (station RNB n°**109100**), elle se trouve proche de l'endroit où a été signalé le dernier apron observé sur la Drôme en juillet 2004 (Carte 4).

La seconde station (station RCB n°108000) est située plus en amont, au niveau de la commune de Ponet et Saint-Auban, mais celle-ci se situe à une quinzaine de kilomètres de Saillans où ont été observés 3 aprons en 2005 et 2006.

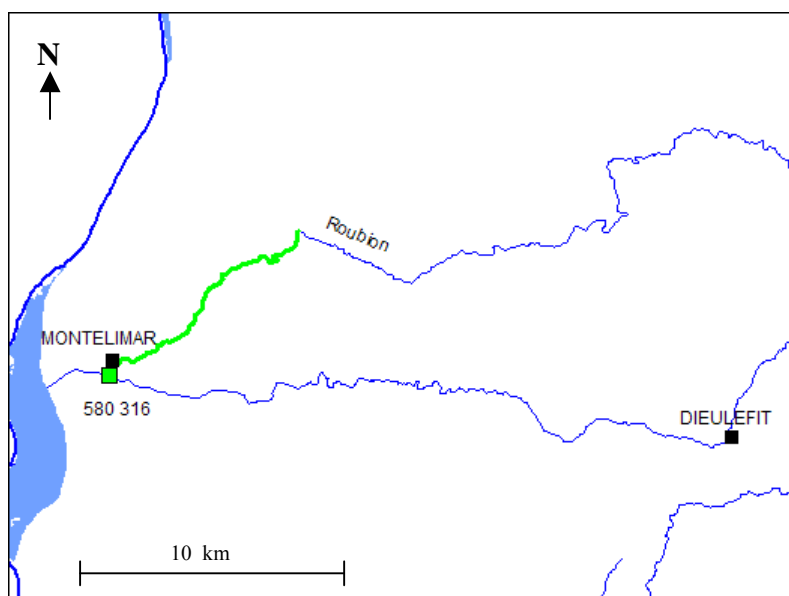
Du fait de la rareté de cette population, ces deux stations ne seront pas retenues comme stations à Aprons dans le cadre de cette étude.



Carte 4 : Localisation des stations RNB situées sur la Drôme et des secteurs de prospection

Le Roubion, l'Eygues et l'Ouvèze

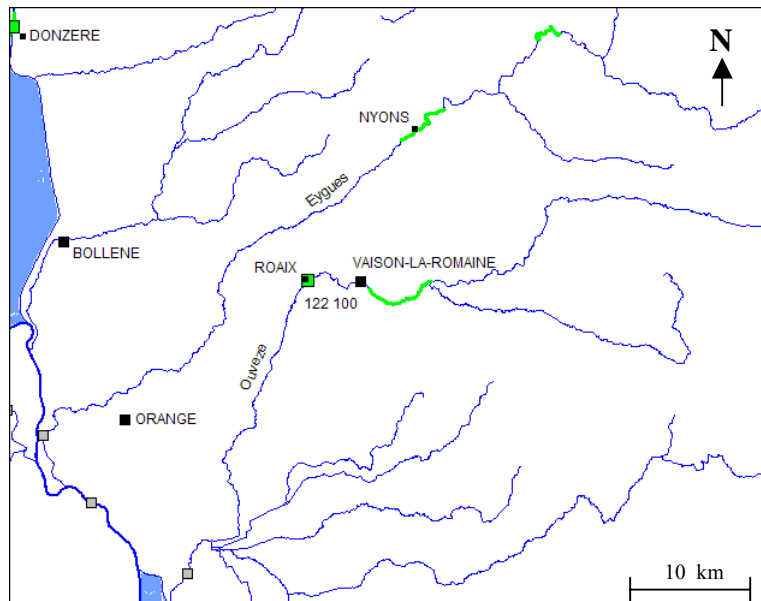
Sur le Roubion, il existe une station de suivi de qualité de l'eau située juste en amont de la confluence avec le Jabron, sur la commune de **Montélimar** (Carte 5). Cette station (station RCB n°**580316**) correspond à la limite aval de la zone prospectée en 2002 sur laquelle aucun apron n'a été observé.



Carte 5 : Localisation de la stations RNB retenue et du secteur prospecté sur le Roubion

Sur l'Eygues, il n'y a aucune station de suivi de qualité.

Sur l'Ouvèze en revanche, il existe une station (station RCB n°**122100**) localisée sur la commune de **Roaix** (Carte 6). Elle se situe à 7 kilomètres en aval du secteur prospecté en vain en 2002.



Carte 6 : Localisation de la station RNB retenue sur l'Ouvèze et des secteurs prospectés sur l'Eygues et l'Ouvèze

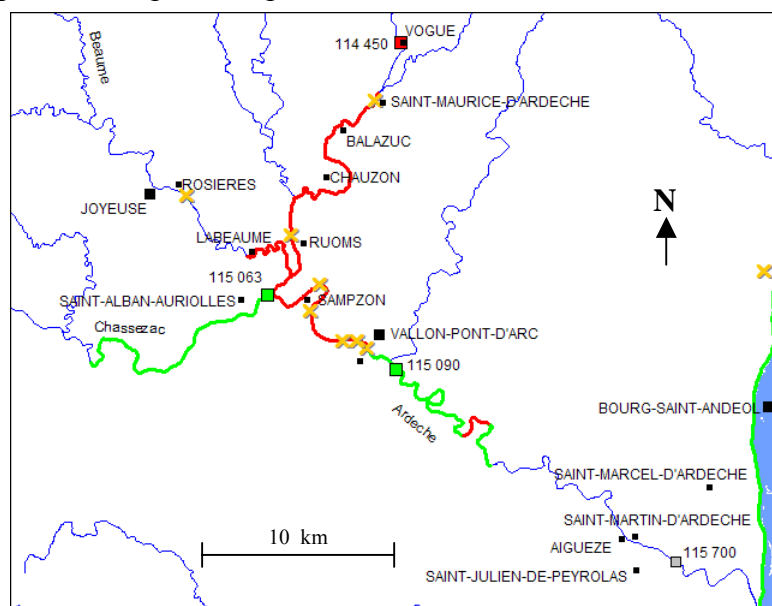
L'Ardèche

L'Ardèche est équipée de trois stations de suivi de qualité (Carte 7).

La station située le plus en amont se trouve au niveau de la commune de **Vogüe** (station RCB n°**114450**), seulement 3,5 kilomètres en amont de la limite amont de présence de l'espèce.

La deuxième se situe sur la commune de **Vallon Pont-d'Arc** (station RCB n°**115090**), juste en aval de la confluence avec l'Idre. Cette station est intéressante puisqu'elle se trouve sur le tronçon de 5 kilomètres sur lequel aucun apron n'a pu être identifié.

Tandis que la troisième se situe en amont de la confluence avec le Rhône, au niveau de Saint-Julien de Peyrolas (station RNB n°115700), mais cette dernière ne se situe pas à proximité d'un secteur prospecté et ne sera par conséquent pas retenue.



Carte 7 : Localisation des stations RNB retenues et des secteurs prospectés sur l'Ardèche, la Beaume et le Chassezac

La Beaume

Tout comme l'Eygues, la Beaume ne présente aucune station de suivi du Réseau National de Bassin. Cette rivière ne sera donc pas prise en compte dans cette étude.

Le Chassezac

Il existe une station sur la commune de **Saint-Alban-Auriolles** (station RCB n° **115063**) à trois cent mètres en amont de la confluence avec l'Ardèche (Carte 7). Cette station se situe au niveau de la zone prospectée en 2003 et 2005 sur laquelle l'espèce semble avoir disparue.

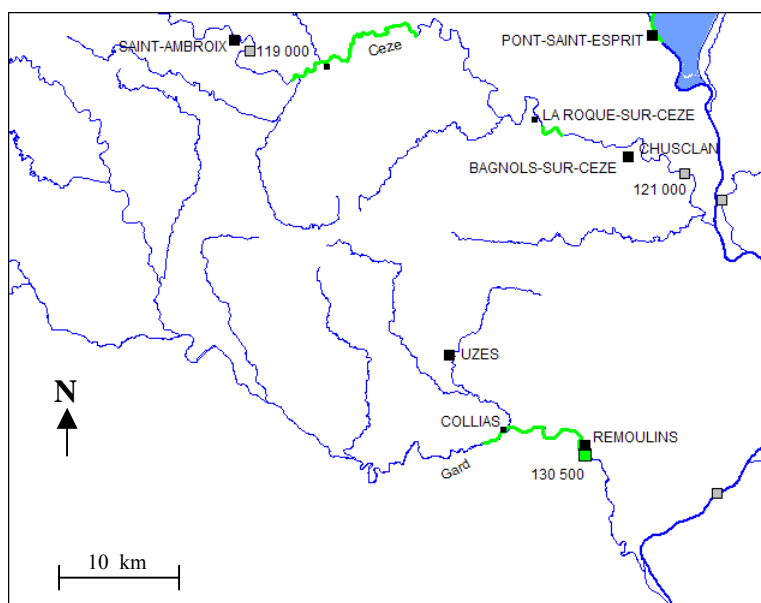
La Cèze

La Cèze est équipée de deux stations de suivi (Carte 8). La première située à 7 kilomètres en amont de la confluence avec le Rhône, sur la commune de Chusclan (station RNB n°121000). Cette station ne sera pas retenue puisqu'elle est située 15 kilomètres en aval du premier secteur prospecté.

La seconde, sur la commune de Saint-Ambroix (station RCB n°119000), se trouve 8 kilomètres en amont du plus grand secteur prospecté en 2005. Mais le secteur prospecté et la station RCB sont de part et d'autres de la confluence avec l'Auzon dont la superficie du bassin versant représente plus de 30% de la superficie du bassin de la Cèze à la confluence. Pour cette raison cette station RCB ne sera également pas retenue dans cette étude.

Le Gard

La seule station du Réseau National de Bassin située à proximité du secteur prospecté est localisée sur la commune de **Remoulins** (station RNB n°**130500**), à 16 kilomètres en amont de la confluence avec le Rhône (Carte 8). La qualité d'eau de cette station peut donc être considérée comme représentative de celle du secteur prospecté en 2004 où aucun apon n'a été observé.



Carte 8 : Localisation des stations RNB retenues et des secteurs prospectés sur la Cèze et le Gard

La Durance

Sur l'ensemble du linéaire occupé par l'espèce (du seuil de Cadarache jusqu'au seuil de La Saulce), la Durance est équipée de trois stations RNB (Carte 9).

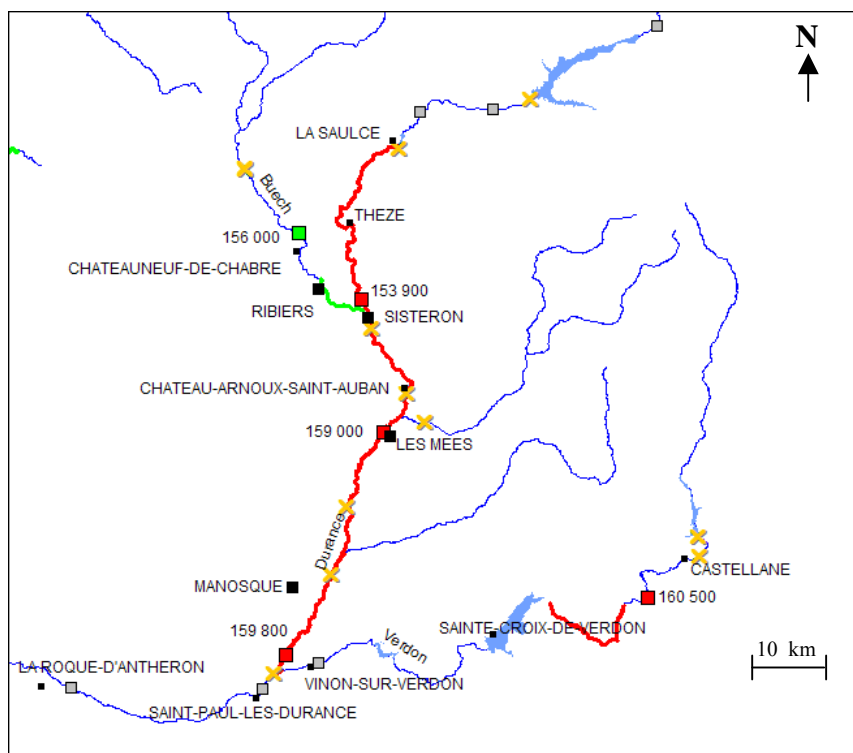
La plus en aval est située sur la commune de **Vinon-sur-Verdon** (station RNB n°159800), la deuxième sur la commune **Les Mées** (station RNB n° 159000) et la plus en amont au niveau de **Sisteron** (station RNB n°153900). A proximité de ces trois stations, les prospections réalisées en 2005 ont permis de confirmer la présence de l'espèce.

Le Verdon

En amont de la retenue de Sainte-Croix, il existe une station RCB. Elle se trouve sur la commune de **Castellane** (station RCB n° 160500) à 9 kilomètres en amont de la zone prospectée (Carte 9). Elle est située en amont de la confluence avec l'Artuby, mais le bassin versant de cet affluent ne représente que 14% de la superficie du bassin versant du Verdon à la confluence. Elle est donc considérée comme représentative de la qualité de l'eau au niveau des gorges où se trouve la principale population d'Aprons connue dans le Verdon.

Le Buëch

Sur le Buëch, il existe une station située sur la commune de **Châteauneuf de Chabre** (station RNB n°156000) à environ 10 kilomètres en amont du tronçon prospecté (Carte 9). Certes cette station RNB et le secteur prospecté se retrouve de part et d'autre de la confluence avec le Méouge, mais la superficie du bassin versant de cet affluent ne représente que 16% de la superficie du bassin versant du Buëch au niveau de la confluence. Par conséquent cette station RNB peut être considérée comme représentative de la qualité de l'eau du tronçon prospecté.



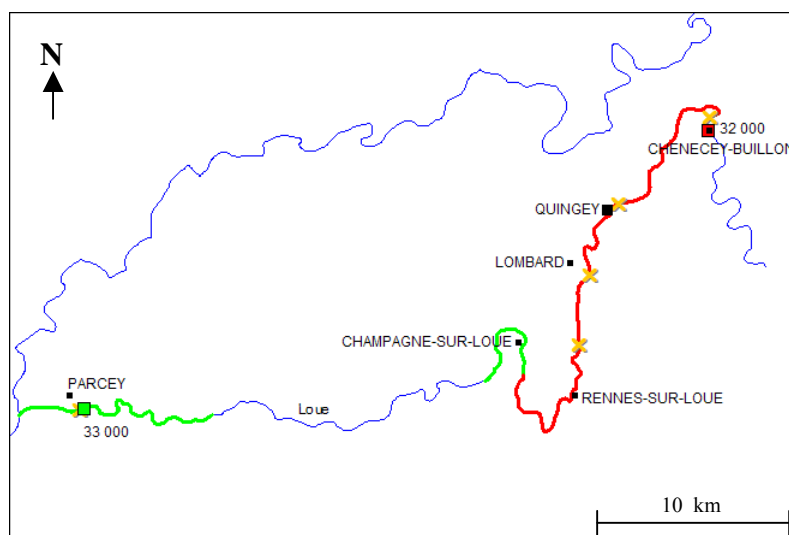
Carte 9 : Localisation des stations RNB retenues et des secteurs prospectés sur la Durance, le Verdon et le Buëch

La Loue

La Loue présente deux stations du Réseau National de Bassin.

Dans la partie aval, la station se situe au niveau de la commune de **Parcey** (station RNB n°**33000**). Cette station correspond à la limite aval des prospections réalisées depuis plus de dix ans sur la basse vallée de la Loue sans la moindre observation d'apron (Carte 10).

La deuxième station (station RCB n°**32000**) se trouve sur la moyenne Loue juste en amont du barrage de **Chenecey-Buillon**. Cette station se situe quant à elle à la limite de distribution amont de l'apron sur la Loue.



Carte 10 : Localisation des stations RNB retenues et des secteurs prospectés sur la Loue

Cette sélection a permis de considérer 17 stations du Réseau National de Bassin comme représentatives, d'un point de vue qualité de l'eau, des sites abritant ou ayant abrité l'espèce au cours de ces dernières années.

Indice de présence de l'Apron

Afin de pouvoir mettre en évidence d'éventuelles relations entre la présence de certaines substances toxiques et la régression voire la disparition de l'espèce, deux méthodes sont envisagées.

La première méthode consiste à étudier l'évolution des densités de populations en fonction de l'évolution de la qualité de l'eau. Ceci permettrait de mettre en évidence s'il existe ou non une relation entre la régression voire la disparition d'une population et la présence de certaines substances toxiques sur le site à Aprons. Afin d'appliquer cette méthode, il est nécessaire de connaître les densités d'Aprons mais également les données de qualité de l'eau sur une période relativement longue. Or, le suivi régulier des effectifs de la plupart des populations (mise à part la Beaume) n'est réalisé que depuis 2004 par le C.S.P. Auparavant, les estimations de densité réalisées sont plus ou moins régulières voire ponctuelles. Les densités de populations n'étant connues pour la plupart des rivières que depuis 2004, cette première méthode ne semble pas adaptée au jeu de données.

Les données temporelles n'étant pas assez consistantes pour permettre une analyse évolutive, l'idée est de réaliser une analyse spatiale comparative. La méthode consiste à voir s'il existe ou non une relation entre la taille de la population et la présence ou la concentration de certaines substances toxiques sur la station. Cette méthode paraît plus réalisable au vue des données biologiques. Cependant, les importantes variations inter-annuelles et intra-secteur des captures, très certainement liées à la rareté de l'espèce, ne permettent pas une estimation précise des effectifs. Il semble donc plus raisonnable de comparer la qualité de l'eau entre les stations occupées par l'espèce et celles qui ne le sont pas.

La présence ou l'absence de cette espèce rare n'est pas si évidente à caractériser puisque la nature cryptique de cette espèce lui confère une faible probabilité de capture. Pour cette raison, les prospections peuvent s'avérer vaines alors que l'espèce est toujours présente (comme par exemple sur la Drôme). Par conséquent afin de déclarer l'Apron comme absent d'un secteur donné, nous considérerons nécessaires trois années consécutives de prospections sans capture (2003-2004-2005).

Sur l'ensemble des stations RNB/RCB situées sur le bassin versant du Rhône, seules 17 sont situées à moins de 10 kilomètres des secteurs prospectés (Tableau I). Un indice de présence/absence peut désormais être associé à chacune de ces 17 stations RNB retenues. Ainsi nous pourrions comparer la qualité de l'eau des stations RNB associées à un indice de présence de l'Apron avec celles des stations associées à un indice d'absence de l'espèce. Parmi les 17 stations de suivi retenues, seulement 6 se trouvent à proximité d'un secteur où l'espèce a été observée au moins une fois au cours de ces trois dernières années. Parmi ces 6, 3 sont situées sur la Durance.

Tableau I : Stations du Réseau National de Bassin retenues

Les six stations associées à un indice de présence sont représentées en gris. Pour ces six stations, sont indiquées : la position relative du secteur prospecté par rapport à la station RNB ainsi que la densité moyenne observée au cours de ces trois dernières années.

Cours d'eau	N°	Type	Commune	X Lambert II étendu	Y Lambert II étendu	Présence associée	Densité estimée (/100m)	Secteur à aprons
Loue	32000	RCB	Chenecey-Buillon	874524	2244047	OUI	0,93	0,8 km en aval
Ardèche	114450	RCB	Voguë	765037	1952064	OUI	2,58	3,8 km en aval
Durance	153900	RNB	Sisteron	887703	1919209	OUI	15	7 km à l'aval
Durance	159000	RNB	Mées	891058	1899390	OUI	9	4,4 km en aval
Durance	159800	RNB	Vinon-sur-Verdon	876467	1866034	OUI	6	9,7 km en amont
Verdon	160500	RCB	Castellane	930446	1874692	OUI	1,96	9,5 km en aval
Loue	33000	RNB	Parcey	840041	2228741	NON		-
Ain	92000	RNB	Saint Maurice de Gourdans	823465	2094780	NON		-
Rhône	92500	RNB	Jons	814106	2093919	NON		-
Rhône	93900	RNB	Vernaison	793318	2074754	NON		-
Rhône	113000	RNB	Donzère	788079	1941818	NON		-
Chassezac	115063	RCB	Saint Alban Auriolles	757767	1938277	NON		-
Ardèche	115090	RCB	Vallon Pont d'Arc	764769	1934197	NON		-
Ouvèze	122100	RCB	Roaix	814155	1919376	NON		-
Gard	130500	RNB	Remoulins	778957	1883657	NON		-
Buëch	156000	RNB	Chateauneuf de Chabre	878479	1929014	NON		-
Roubion	580316	RCB	Montélimar	791804	1953096	NON		-

Substances suivies dans le cadre du Réseau National de Bassin

Au niveau de chaque station du Réseau National de Bassin, trois familles de substances sont suivies :

- les micropolluants minéraux (8)
- les micropolluants organiques (146)
- les pesticides (315)

Ces substances sont suivies au niveau de quatre compartiments :

- l'eau
- le sédiment
- les bryophytes
- les matières en suspension.

Comme pour les données biologiques, nous nous limiterons aux données de ces trois dernières années (2003 à 2005) puisque certaines substances (comme par exemple l'aminotriazole et le glyphosate) n'ont pas été suivies les années antérieures.

Les trois familles de substances ne sont en revanche pas suivies dans les quatre compartiments pour l'ensemble des stations. Le tableau II permet de visualiser les suivis réalisés sur chacune des 17 stations.

Tableau II : Compartiments suivis pour chacune des familles de substances sur les 17 stations suivies
Les stations associées à un indice de présence sont représentées en gris. Pour chacune des familles est indiqué l'existence de suivis dans le sédiment (Séd.), l'eau, les bryophytes (Bryo.) et les matières en suspension (MES).

Famille Compartiment	Métaux				Micropolluants			Pesticides		
	Séd.	Eau	Bryo.	MES	Séd.	Eau	MES	Séd.	Eau	MES
32000	X		X		X			X		
114450	X				X			X		
153900	X		X		X			X		
159000	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
159800	X		X		X			X		
160500	X		X		X			X		
33000	X		X		X			X	X	
92000	X		X		X			X	X	
92500	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
93900	X		X		X			X		
113000	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
115063	X		X		X			X		
115090	X		X		X			X	X	
122100	X		X		X			X		
130500	X		X		X			X	X	
156000	X		X		X			X		
580316	X		X		X			X	X	
Nombre de stations suivies	17	3	16	3	17	3	3	17	8	3

De façon à avoir un jeu de données le plus complet possible, il est intéressant d'utiliser pour chaque famille de substances, le compartiment suivi sur un maximum de stations. Pour les trois familles, le sédiment est suivi sur l'ensemble des 17 stations. En ce qui concerne les métaux, les bryophytes représentent un compartiment intéressant puisqu'ils sont suivis sur 16 des 17 stations. Les analyses du sédiment ainsi que celles des bryophytes pour les métaux

permettront de comparer la qualité de l'eau entre les stations colonisées par l'Apron et celles qui ne le sont pas.

De façon à pouvoir comparer la qualité de l'eau de chacune des stations, il est important de ne pas conserver l'ensemble des 469 substances suivies dans le cadre du Réseau National de Bassin, mais d'utiliser uniquement les substances qui ont été détectées sur au moins une des stations au cours de ces trois dernières années. Les substances suivies qui ne dépassent jamais le seuil de détection ne seront pas conservées dans le cadre de cette étude puisque rappelons que l'objectif est de mettre en évidence les substances présentes uniquement ou à des concentrations plus élevées sur les sites où l'espèce a disparu.

Les suivis de pesticides réalisés dans le sédiment ne permettent en revanche de détecter aucun pesticide au cours de ces trois dernières années. Pour cette raison, concernant les pesticides, nous retiendrons les analyses réalisées dans l'eau malgré le petit nombre de stations suivies (Tableau II).

Substances détectées sur les sites à Aprons

Sur les 469 substances suivies dans le cadre du Réseau National de Bassin, 401 ne dépassent jamais le seuil de détection dans les prélèvements effectués sur les 17 stations retenues et sur la période 2003-2005. Ces substances là sont donc retirées de l'étude en considérant qu'elles sont soit absentes soit présentes à faible concentration sur le secteur étudié. Cette sélection permet de retenir :

- 8 micropolluants minéraux,
- 33 micropolluants organiques,
- 27 pesticides.

Sur les stations du Réseau National de Bassin, le suivi des micropolluants minéraux et organiques dans le sédiment est annuel. Le suivi des pesticides dans l'eau est quant à lui réalisé mensuellement. Cependant, pour certaines stations, le suivi n'est pas régulier et certaines années ou certains mois, les analyses ne sont pas réalisées. En ce qui concerne les micropolluants minéraux et organiques, sur certaines stations, au cours des trois dernières années, il est possible de n'avoir qu'un seul relevé. C'est pourquoi, la moyenne ne peut pas être retenue comme variable descriptive de la qualité de l'eau de chacune des stations.

Pour pallier à ce problème, nous retiendrons pour chacune des substances détectées, la valeur maximale observée au cours des trois années de suivi. Celle-ci permettra de comparer le niveau maximal de pollution des stations entre elles. Cette variable met en avant la potentialité toxique du milieu envers le peuplement piscicole et les concentrations auxquelles peut être exposé l'Apron.

Sur une station, lorsqu'une substance ne dépasse jamais le seuil de détection au cours des trois années de suivi, la valeur du seuil de détection sera considérée comme la valeur maximale atteinte. Ceci permet de ne pas négliger les substances qui peuvent être présentes mais à des concentrations trop faibles pour pouvoir être détectées.

A partir de ces concentrations maximales observées, nous essaierons de mettre en évidence s'il existe ou non une différence de la qualité de l'eau entre les stations sans Apron et les stations avec Aprons.

Micropolluants minéraux

Concentrations dans le sédiment

Les concentrations maximales en micropolluants minéraux observées dans le sédiment sont reportées dans le tableau III.

Tableau III : Concentrations maximales en micropolluants minéraux observées dans le sédiment des 17 stations de suivi entre 2003 et 2005

En bleu, figurent les six stations sur lesquelles la présence de l'Apron a été confirmée entre 2003 et 2005. En blanc les stations, où l'espèce n'a pu être observée.

Le code-couleur représente le pourcentage de la valeur maximale observée sur la station par rapport à la valeur maximale observée sur l'ensemble des 17 stations. Ainsi sont représentées en bleu : les valeurs comprises entre 0 et 25% de la valeur maximale observée, en vert : de 25 à 50%, en jaune : de 50 à 75% et en rouge : de 75 à 100%.

Concentration en mg/kg de sédiment	Loue à Chenecey 32000	Ardèche à Vogüé 114450	Durance à Sisteron 153900	Durance aux Mées 159000	Durance à Vinon sur Verdon 159800	Verdon à Castellane 160500	Loue à Parcey 33000	Ain à Saint Maurice de Gourdans 92000	Rhône à Donzère 113000	Chassezac à Saint Alban Auriolles 115063	Ardèche à Vallon Pont d'Arc 115090	Ouvèze à Roaix 122100	Gard à Remoulins 130500	Buëch à Châteauneuf de Chabre 156000	Roubion à Montélimar 580316	Rhône à Jons 92500	Rhône à Vernaison 93900	MAX
Cadmium	1,2	1,3	1,9	0,8	0,5	0,3	1,4	1	2,1	1,6	1,5	0,7	1	1,9	0,2	1,9	2,1	2,1
Mercur	0,10	0,11	0,05	0,19	0,10	0,04	0,04	0,05	0,20	0,04	0,02	0,02	0,09	0,03	0,52	0,08	0,12	0,52
Cuivre	17,8	30,4	20,9	20,1	18,9	6,7	18,8	44,2	17,6	20,6	15,5	6	33,8	17,8	13,6	18,2	32,4	44,2
Chrome	47	46,3	55,7	70,5	67,7	5,3	55,4	33,8	49,4	50,6	43,3	15,5	61,3	55,3	21,2	46,7	60,1	70,5
Zinc	151	172	76,8	81,2	66,8	28,8	153	53	99,5	169	136	41,2	192	77,5	47,4	70,7	124	192
Plomb	19	46,2	18,3	17	11,7	6,5	80,8	13,9	26,3	108	53	10,2	196	17,2	13,5	13	26,3	196
Nickel	26,5	23,8	44,7	39,8	34,7	11	27,5	26,5	26,6	22,6	22,6	10,9	27,5	39,5	9,4	22,7	31,5	44,7
Arsenic	13,6	5,6	10,6	5,8	5	4,1	8,8	6,8	6,8	21,6	12,2	5,2	46,5	8,4	3,2	3,9	9,5	46,5
Total Métaux	276	326	229	235	205	63	346	179	229	394	284	90	558	218	109	177	286	558,19

Ce tableau permet de mettre en évidence un niveau de pollution relatif entre les 17 stations de suivi. La valeur maximale de la concentration totale en métaux connaît une forte variabilité entre stations, avec un facteur 10 entre la station située sur le Verdon à Castellane et celle sur le Gard à Remoulins. Cette dernière est celle qui présente les plus fortes concentrations en micropolluants minéraux. Avec des concentrations totales en métaux bien plus faibles que celles relevées dans le Gard ; l'Ardèche, le Chassezac, le Rhône à Vernaison et la Loue à Parcey présentent des concentrations relativement élevées par rapport aux autres. Les concentrations observées en micropolluants minéraux présentent des différences entre les 17 stations de suivi.

Les cours d'eau présentant les plus faibles concentrations en métaux sont : le Verdon, l'Ouvèze et le Roubion. Le Verdon ne présente aucun métal dont la concentration est supérieure aux 25% de la concentration maximale observée sur l'ensemble des stations. L'Ouvèze présente quasiment le même profil, mis à part une concentration en cadmium légèrement plus importante. Le Roubion présente quant à lui des concentrations en cuivre et chrome légèrement supérieures à celles des deux stations précédentes, en revanche la concentration en mercure mesurée sur ce cours d'eau est la plus importante des 17 stations suivies.

Parmi les rivières sur lesquelles est présent l'Apron, le Verdon présente les concentrations les plus faibles pour l'ensemble des métaux. La Durance ne présente que de très faibles concentrations mis à part pour le chrome, le nickel et le cadmium. La Loue à Chenecey est dans la même situation mais présente quant à elle une concentration importante

en zinc. L'Ardèche est la station à Aprons présentant la plus forte concentration totale en métaux. Les concentrations relevées pour chacun des métaux y sont relativement importantes, sauf pour le mercure, le plomb et l'arsenic. Les concentrations maximales observées pour le chrome et le nickel restent néanmoins plus faibles que celles observées sur la Durance.

Concentrations sur bryophytes

A la différence des concentrations observées dans le sédiment, ces concentrations permettent de visualiser la quantité de micropolluants minéraux disponibles et accumulés par certains organismes aquatiques que sont les végétaux. Le tableau IV présente les valeurs maximales observées sur bryophytes pour chacun des 8 métaux.

Tableau IV : Concentrations maximales en métaux observées sur les bryophytes des 17 stations de suivi entre 2003 et 2005

En bleu, figurent les six stations sur lesquelles la présence de l'Apron a été confirmée entre 2003 et 2005. En blanc les stations, où l'espèce n'a pu être observée.

Le code-couleur associé à chacune des concentrations correspond au pourcentage de la valeur maximale observée sur la station par rapport à la valeur maximale observée sur l'ensemble des dix-sept stations. Ainsi sont représentées en bleu : les valeurs comprises entre 0 et 25% de la valeur maximale observée, en vert : de 25 à 50%, en jaune : de 50 à 75% et en rouge : de 75 à 100%.

L'Ardèche à Vogüé ne présente pas de suivi des métaux sur bryophytes.

Concentration en mg/kg de bryophyte	Loue à Chenecey 32000	Ardèche à Vogüé 114450	Durance à Sisteron 153900	Durance aux Mées 159000	Durance à Vinon sur Verdon 159800	Verdon à Castellane 160500	Loue à Parcey 33000	Ain à Saint Maurice de Gourdans 92000	Rhône à Donzère 113000	Chassezac à Saint Alban Auriolles 115063	Ardèche à Vallon Pont d'Arc 115090	Ouvèze à Roaix 122100	Gard à Remoulins 130500	Buëch à Châteauneuf de Chabre 156000	Roubion à Montélimar 580316	Rhône à Jons 92500	Rhône à Vernaison 93900	MAX
Cadmium	0,32	PAS DE DONNEE	0,42	1,60	0,22	0,04	0,19	0,20	0,90	1,00	0,28	0,17	0,90	0,25	0,20	0,96	0,90	1,6
Mercur	0,07		0,08	0,23	0,09	0,04	0,06	0,07	0,33	0,07	0,08	0,13	0,04	0,04	0,46	0,20	0,33	0,46
Cuivre	12		19,9	20,9	18,6	22	11	10	79	16	15	16	19	23	13	42	32	79
Chrome	5		9,5	9,3	8,8	1,5	4,1	2,5	4,5	5	5	4,2	3,2	7,3	2,5	5,9	7,1	9,5
Zinc	50		75,8	84	81	38	35	40	143	75	65	52	107	130	43	83	123	143
Plomb	3,1		8,2	13,5	8,5	1,4	2,6	4,5	15	27	11	6,7	32	7,7	5	12	19	32
Nickel	13		28	22	19,2	14	13	7,1	40	13	7,7	19	9	16	16	55	59	59
Arsenic	2,7		4	2,2	4,6	0,78	2,1	0,7	3	4,4	6,1	1,2	8,1	3,7	0,89	2,6	4,5	8,1
Total Métaux	86		146	154	141	78	68	65	286	141	110	99	179	188	81	202	246	285,73

La variabilité de la concentration totale en métaux est deux fois moins importante que dans le compartiment sédimentaire. Avec les stations de Donzère et Vernaison, le Rhône est le cours d'eau qui présente les plus fortes concentrations en micropolluants minéraux. Le Gard, le Buëch et la Durance révèlent également des concentrations relativement importantes pour certains métaux.

Les cours d'eau présentant les plus faibles concentrations sont la Loue à Parcey et l'Ain à Saint-Maurice de Gourdans. Le Verdon et l'Ouvèze présente également de faibles concentrations en métaux par rapport aux autres stations.

En ce qui concerne les stations à Aprons, celles de la Durance sont celles qui présentent les plus fortes concentrations en métaux et notamment en chrome et en zinc. La station des Mées est parmi les 17 stations, celle qui présente la plus forte concentration en cadmium. La Loue présente de faibles concentrations en métaux, mis à part pour le chrome. La station de Castellane sur le Verdon est celle qui possède les plus faibles concentrations parmi les 17 stations de suivi.

Corrélation entre concentrations dans le sédiment et sur bryophytes

Afin de savoir si les deux jeux de données existant (métaux dans le sédiment et métaux sur bryophytes) sont redondants ou non, nous avons effectué un test de corrélation. Les observations réalisées dans les deux compartiments sont comparées à l'aide du test des rangs de Spearman.

Tableau V : Tests de corrélation des concentrations maximales observées dans le sédiment et sur bryophytes

Test des rangs de Spearman. Le seuil de significativité α est fixé à 0,05. Si p est inférieur à 0,05, le test est significatif ("S" : il existe une corrélation entre les concentrations observées dans le sédiment et celles observées sur bryophytes). En revanche, si p est supérieur à 0,05, le test est non significatif ("NS" : il n'y a pas de corrélation entre les concentrations observées dans les deux compartiments).

	Cadmium	Mercure	Cuivre	Chrome	Zinc	Plomb	Nickel	Arsenic	Total
ρ Spearman	0.5418	0.6050	-0.0457	0.6627	0.2765	0.4960	0.3503	0.6480	0.55
p	0.0322	0.0148	0.8694	0.0062	0.2963	0.0524	0.1821	0.0079	0.0291
Significativité	S	S	NS	S	NS	NS	NS	S	S

Le test de Spearman met en évidence une corrélation entre la concentration observée dans le sédiment et celle observée sur les bryophytes, uniquement pour quatre des huit métaux (tableau V). Il est donc intéressant de conserver les deux jeux de données afin de voir s'il existe une différence de concentration en métaux entre les stations où l'espèce est présente ("station présence") et celle où l'espèce est absente ("station absence").

Comparaison des concentrations sur les stations avec et sans Apron

Concentrations dans le sédiment

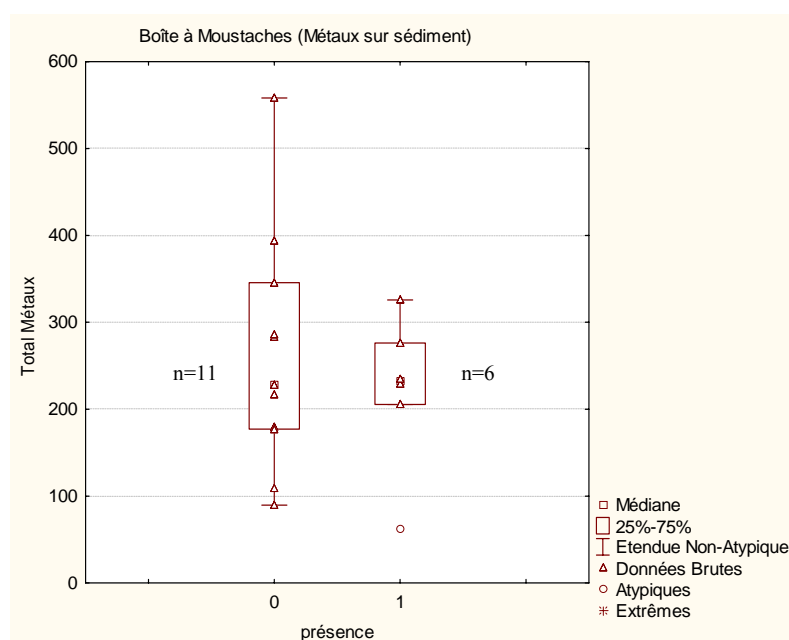


Figure 1 : Distributions des concentrations maximales observées en métaux dans le sédiment des stations avec et sans Apron

Les concentrations en métaux totaux sont exprimées en mg/kg de sédiment. Le nombre de stations avec Aprons (1) est de 6 alors que celles sans Apron (0) sont au nombre de 11.

Quel que soit le type de station ("présence" ou "absence"), les concentrations maximales observées sont quasiment identiques (Figure 1). Sur la plupart des stations, les concentrations maximales sont comprises entre 200 et 300 mg/kg. Certaines stations comme le Gard à Remoulins et le Chassezac à Saint Alban Auriolles présentent des concentrations extrêmes. La variabilité de la distribution est tout de même plus importante pour les stations sans Apron, mais ceci peut être lié à une plus grande diversité de ces stations. Comme pour le total en micropolluants minéraux, les boîtes à moustaches de chacun des 8 micropolluants minéraux ne mettent pas en avant de différence importante entre les stations avec et sans Apron (Annexe 1). Pour le mercure, le zinc et l'arsenic, les boîtes à moustaches des deux types de stations sont quasi-identiques (moyenne et variabilité). Pour le cuivre et le plomb, les concentrations moyennes sont identiques en revanche, comme pour la somme des métaux, la variabilité est plus importante pour les stations sans Apron. Pour le nickel et le chrome, les concentrations moyennes sont similaires mais la variabilité observée est plus importante sur les stations à Aprons. En ce qui concerne, le cadmium, les concentrations sur les stations à Aprons sont plus faibles que celle des stations sans Apron, mais la variabilité est quant à elle identique pour les deux types de stations.

Afin de pouvoir valider statistiquement ces observations, nous avons effectués une comparaison des deux types de stations à l'aide du test non paramétrique de Mann-Whitney. Ce test permet de mettre en évidence si les concentrations en micropolluants minéraux sont différentes sur les stations avec et sans Apron.

Tableau VI : Tests de comparaison des concentrations en métaux dans le sédiment entre les stations avec et sans Apron

Test U de Mann-Whitney. Le seuil de significativité α est fixé à 0,05. Si p est inférieur à 0,05, le test est significatif ("S" : il existe une différence entre les concentrations observées sur les stations avec Aprons et celles sans Apron). En revanche, si p est supérieur à 0,05, le test est non significatif ("NS" : il n'y a pas de différence entre les concentrations observées sur les stations avec Aprons et celles sans Apron).

Mann-Whitney (sédiment)	Cadmium	Mercure	Cuivre	Chrome	Zinc	Plomb	Nickel	Arsenic	Total métaux
z	1.3066	0.9548	0.2513	0.7035	0.3015	1.1055	1.1558	0.6030	0.3015
p	0.1080	0.1751	0.4038	0.2624	0.4038	0.1505	0.1281	0.2954	0.4038
Significativité	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

Pour les 8 métaux et le total des métaux, le test ne met pas en évidence de différence significative entre les concentrations relevées sur les sites à Aprons et celles observées sur les sites où il a disparu récemment (Tableau VI).

Concentrations sur bryophytes

De la même manière que pour les concentrations en micropolluants minéraux dans le sédiment, une comparaison des concentrations est réalisée entre les stations à Aprons et celles sans Apron.

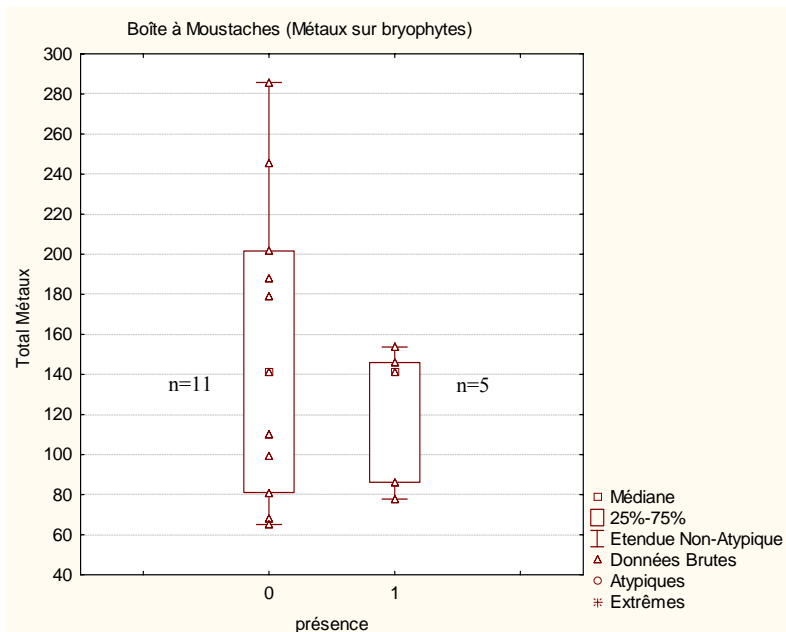


Figure 2 : Distribution des concentrations maximales observées en métaux sur les bryophytes des stations avec et sans Apron

Les concentrations en métaux totaux sont exprimées en mg/kg de bryophytes. Le nombre de stations avec Aprons (1) est de 5 alors que celles sans Apron (0) sont au nombre de 11.

Les boîtes à moustaches ne mettent pas en évidence de différence importante entre les deux types de stations (Figure 2). Les boîtes à moustaches des concentrations maximales observées sur bryophytes pour 7 des 8 métaux présentent un profil identique (Annexe 2). Hormis le chrome, les concentrations des 7 autres micropolluants minéraux sont identiques sur les stations avec et sans Apron. En revanche, la variabilité observée est plus importante pour les stations sans Apron que pour les stations avec Aprons. Pour le chrome, la concentration moyenne pour les stations avec Aprons est deux fois plus élevée que celle observée pour les stations sans Apron.

Afin de confirmer statistiquement ces observations, nous utiliserons le test U de Mann-Whitney permettant de comparer les concentrations observées en micropolluants minéraux sur bryophytes entre les stations avec et sans Apron.

Tableau VII : Tests de comparaison des concentrations en métaux sur bryophytes entre les stations avec et sans Apron

Test U de Mann-Whitney. Le seuil de significativité α est fixé à 0,05. Si p est inférieur à 0,05, le test est significatif ("S" : il existe une différence entre les concentrations observées sur les stations avec Aprons et celles sans Apron). En revanche, si p est supérieur à 0,05, le test est non significatif ("NS" : il n'y a pas de différence entre les concentrations observées sur les stations avec Aprons et celles sans Apron).

Mann-Whitney (bryophytes)	Cadmium	Mercuré	Cuivre	Chrome	Zinc	Plomb	Nickel	Arsenic	Total métaux
z	0.0566	0.1699	0.1699	1.4161	0.5098	1.0762	0.6231	0.1699	0.6231
p	0.5	0.4565	0.4565	0.0902	0.3306	0.1598	0.2917	0.4565	0.2917
Significativité	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

Le résultat des tests U de Mann-Whitney réalisés sur les concentrations sur bryophytes est identique à celui des tests réalisés pour le sédiment : il n'y a pas de différence significative entre les concentrations en micropolluants minéraux observées sur les stations à Aprons et celles observées sur les stations sans Apron au seuil d'erreur de 5% (Tableau VII). A celui moins communément admis de 10%, on peut noter une différence sur les concentrations en chrome.

Tableau VIII : Concentrations maximales en micropolluants organiques observées dans le sédiment des 17 stations de suivi entre 2003 et 2005

Les stations figurant en bleu sont celles pour lesquelles la présence de l'Apron est actuellement assurée. Les substances sont classées par famille (grisé) : biphényle, BTEX, chlorobenzènes, composés organiques halogénés volatils et hydrocarbures aromatiques polycycliques

Les valeurs figurant en gris correspondent aux substances pour lesquelles le seuil de détection n'a jamais été dépassé au cours des trois années d'observation. Dans ce cas, la valeur reportée est celle du seuil de détection fixé par le suivi RNB. Pour les autres valeurs, le code couleur correspond au pourcentage de la valeur maximale observée sur la station par rapport à la concentration maximale observée sur l'ensemble des stations (bleu : 0 à 25% ; vert : 25 à 50% ; jaune : 50 à 75% et rouge : 75 à 100%).

Pour les HAP, une astérisque permet d'identifier ceux retenus dans le calcul de la somme des 16 HAP. A chaque HAP est associé un facteur d'équivalent toxique (FET) fournis par Malcolm et Dobson en 1994 (Doonaert, 2003) permettant de déterminer la toxicité globale des HAP. Ces FET permettent de pondérer la concentration de chacun des HAP de manière à obtenir leur toxicité en équivalent BaP (Benzo(a)Pyrène : toxicité de référence).

Concentration en µg/kg de sédiment	FET	Loue à Chenecey 32000	Ardèche à Vogüé 114450	Durance à Sisteron 153900	Durance aux Mées 159000	Durance à Vinon sur Verdon 159800	Verdon à Castellane 160500	Loue à Parcey 33000	Ain à Saint Maurice de Gourdans 92000	Rhône CC à Donzère 113000	Chassezac à Saint Alban Auriolles 115063	Ardèche à Vallon Pont d'Arc 115090	Ouvèze à Roaix 122100	Gard à Remoulins 130500	Buëch à Châteaufort de Chabre 156000	Roubion à Montélimar 580316	Rhône à Jons 92500	Rhône à Vernaison 93900	Max
Biphényle		50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	190	50	50	50	50	190
Biphényle		50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	190	50	50	50	50	190
Benzène		50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	160	50	50	50	50	160
Ethylbenzène		50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	250	50	50	50	50	50	250
Toluène		560	97000	50	4600	150	50	50	130	940	130	50	50	50	50	50	190	97000	
Xylène-para		50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	70	50	50	50	50	50	70
BTEX		710	97150	200	4750	300	200	200	280	1090	280	200	530	200	200	200	340	97150	
Chlorobenzène		50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	340	50	50	50	50	50	50	340
Hexachlorobenzène		10	10	10	20	50	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	50
Pentachlorobenzène		50	50	50	120	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	120
Tétrachlorobenzène-1,2,4,5		50	50	50	120	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	120
Trichlorobenzène-1,2,3		50	50	50	550	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	550
Trichlorobenzène-1,2,4		50	50	50	460	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	460
Trichlorobenzène-1,3,5		50	50	50	280	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	280
Chlorobenzène		310	310	310	1600	350	310	310	310	310	310	310	600	310	310	310	310	310	1600
Hexachlorobutadiène		1	1	1	120	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	120
Tétrachloréthylène		5	5	340	180	20	5	5	5	70	5	5	5	5	10	5	5	5	340
Trichloréthylène		5	5	80	210	10	5	5	5	5	5	5	5	20	5	5	5	5	210
Trichlorofluorométhane		1	1	1	1	1	1	1	1	10	1	1	1	20	1	1	1	1	20
COHV		12	12	422	511	32	12	12	12	86	12	12	12	31	32	12	12	12	511
Acénaphène *	0,001	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	70	50	50	50	50	70
Acénaphylène *	0,001	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Anthracène *	0,01	40	40	40	90	40	40	40	40	80	40	40	40	90	40	40	40	40	90
Benzo (a) Anthracène *	0,1	110	60	10	20	33	110	150	235	570	160	60	110	510	10	15	50	140	570
Benzo (a) Pyrène *	1	110	80	10	20	30	100	200	247	830	90	90	150	520	10	17	60	210	830
Benzo (b) Fluoranthène *	0,1	120	80	20	30	30	90	180	184	480	70	70	100	540	20	20	50	150	540
Benzo (ghi) Pérylène *	0,01	150	80	50	30	40	80	170	460	410	90	70	120	440	30	28	60	130	460
Benzo (k) Fluoranthène *	0,1	70	40	10	10	12	50	330	135	350	30	30	60	290	10	11	30	120	350
Chrysène *	0,01	80	90	50	50	50	90	170	175	650	60	70	130	630	50	50	60	140	650
Dibenzo (ah) Anthracène *	1	40	60	21	26	20	40	90	150	270	50	40	40	140	33	20	40	70	270
Fluoranthène *	0,001	230	150	40	60	50	260	330	533	1280	120	110	260	1200	62	40	130	400	1280
Fluorène *	0,001	40	40	40	80	40	40	40	40	100	40	40	40	50	40	40	40	40	100
Indéno (123c) Pyrène *	0,1	100	70	10	20	20	80	210	310	450	30	40	130	340	30	22	40	190	450
Méthyl-2-Fluoranthène		50	70	50	50	50	50	50	50	80	50	50	50	140	50	50	50	50	140
Méthyl-2-Naphtalène		110	90	50	140	50	50	50	240	110	50	50	50	220	90	50	50	50	240
Naphtalène *	0,001	50	50	50	50	50	50	50	360	240	50	80	50	180	67	50	50	50	360
Phénanthrène *	0,001	50	130	50	56	83	80	120	162	450	120	60	100	560	67	50	50	160	560
Pyrène *	0,001	240	150	40	50	50	220	340	320	1470	170	150	290	1500	40	40	130	340	1500
Somme 16 HAP *		1530	1330	591	832	698	1480	2570	3691	7870	1270	1100	1770	7420	699	593	980	2330	7870
FET Malcom & Dobson		193	168	38	56	61	176	382	492	1300	172	152	234	843	52	45	119	344	1300,04

Micropolluants organiques

Les 33 micropolluants organiques ayant été détectés sur au moins une des stations de suivi correspondent à 5 grandes familles (Tableau VIII) :

- les biphényles
- les B.T.E.X. (Benzène, Toluène, Ethylbenzène, Xylène)
- les chlorobenzènes,
- les C.O.H.V. (Composés Organiques Halogénés Volatils)
- les H.A.P. (Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques)

Les biphényles

Ils n'ont été détectés que sur la station située sur le Gard à Remoulins. Il n'est donc pas possible de comparer les concentrations entre les deux types de stations ("présence" et "absence" de l'espèce). Cette substance est tout de même conservée pour la suite de cette étude, afin de vérifier si l'Apron présente une sensibilité particulière à ces substances.

Les Benzène, Toluène, Ethylbenzène, Xylène (B.T.E.X.)

Au cours des 3 années de suivi, le benzène, l'éthylbenzène et le xylène n'ont également été détectés que sur la station du Gard. Le toluène est quant à lui détecté sur la moitié des stations RNB retenues avec des concentrations maximales observées sur l'Ardèche à Vogüé et sur la Durance aux Mées. Ces stations se trouvent toutes les deux à proximité de sites à Aprons. Les plus fortes concentrations totales en B.T.E.X. sont observées sur deux des stations à Aprons en raison des fortes concentrations observées en toluène.

Les chlorobenzènes

Ils sont représentés essentiellement sur deux stations (la Durance aux Mées et l'Ouvèze à Roaix). La station des Mées représente, comme pour les B.T.E.X., la station la plus polluée, or cette station fait partie de celles qui présentent les plus fortes densités d'Aprons du bassin.

Les Composés Organiques Halogénés Volatils (C.O.H.V.)

Les plus fortes concentrations en C.O.H.V. sont également rencontrées sur la Durance, au niveau des stations de Sisteron et des Mées. Quatre autres stations présentent de faibles concentrations en C.O.H.V. Bien que la Durance soit la rivière la plus contaminée par cette famille de micropolluants, elle présente les populations d'Aprons les plus denses.

Les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (H.A.P.)

Deux stations présentent des concentrations en HAP particulièrement importantes : le Gard à Remoulins et le Rhône à Donzère. Trois autres stations possèdent également des concentrations relativement élevées : la Loue à Parcey, l'Ain à Saint-Maurice de Gourdans et le Rhône à Vernaison. La conversion en équivalent BaP de chacun des HAP à l'aide des Facteurs d'Equivalent Toxique (Malcolm et Dobson en 1994) permet de constater que le Rhône court-circuité de Donzère présente des concentrations plus importantes que le Gard.

Les cinq stations qui présentent les plus fortes concentrations en HAP ne sont pas colonisées par l'Apron. Les stations à Aprons ne présentent que de relativement faibles concentrations pour cette famille de micropolluants organiques. Aucune d'entre elles ne dépassent les 25% de la valeur maximale observée à Donzère.

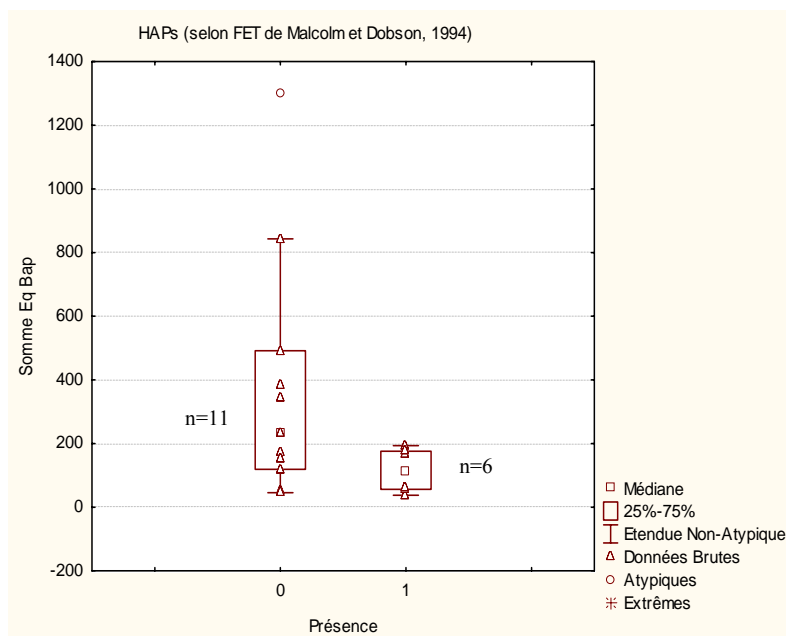
Comparaison des stations avec et sans Apron

Pour les quatre premières familles de micropolluants organiques, il n'est pas possible de réaliser de comparaison puisque le nombre de stations sur lesquelles les substances ont été détectées est bien trop faible. En revanche, pour la famille des HAP une comparaison peut être réalisée entre les stations avec et sans Apron.

Figure 3 : Distribution des concentrations en HAP dans le sédiment sur les stations avec et sans Apron

Les concentrations sont exprimées en $\mu\text{g/kg}$ d'équivalent BaP (calculées d'après les FET fournis par Malcolm et Dobson, 1994)

Les boîtes à moustaches des deux lots semblent différentes, à la fois par leur variabilité et par la concentration moyenne (Figure 3).



De la même manière que pour les micropolluants minéraux, le test non paramétrique de Mann-Whithney permet de vérifier s'il existe réellement une différence de concentrations en micropolluants organiques entre les stations occupées par l'Apron et celles qui ne le sont pas.

Tableau IX : Test de comparaison des concentrations en micropolluants organiques observées dans le sédiment entre les stations avec et sans Apron

Tests U de Mann-Whithney Le seuil de significativité α est fixé à 0,05. Si p est inférieur à 0,05, le test est significatif ("S" : il existe une différence entre les concentrations observées sur les stations avec Aprons et celles sans Apron). En revanche, si p est supérieur à 0,05, le test est non significatif ("NS" : il n'y a pas de différence entre les concentrations observées sur les stations avec Aprons et celles sans Apron).

	Biphényles	BTEX	Chlorobenzènes	COHV	HAP
z	0.3015	1.3066	0.8040	1.0553	1.5076
p	0.4038	0.1080	0.2312	0.1505	0.0745
Significativité	NS	NS	NS	NS	NS

Quelle que soit la famille de micropolluants organiques étudiée, il n'y a pas de différence significative entre les concentrations observées sur les stations à Aprons et celles observées sur les stations sans Apron (Tableau IX). Pour les HAP qui semblaient présenter des différences d'après les boîtes à moustaches, le risque d'erreur atteint 7,5% ce qui ne suffit pas à affirmer une différence. Néanmoins, parmi les familles de polluants étudiés, ce sont les micropolluants organiques qui différencient le plus les deux types de stations (valeur de p la plus proche de la valeur seuil fixée à 0,05).

Pesticides

Dans le cadre du Réseau National de Bassin, les pesticides ne sont pas détectés dans le sédiment. Ils le sont en revanche dans l'eau. Cependant, ce compartiment n'est suivi que sur 8 des 17 stations. De plus, sur ces 8 stations, ils ne sont que très rarement détectés. Parmi les 27 pesticides détectés dans l'eau, 14 ne le sont que sur 1 des 8 stations et 5 sur 2 stations. Seuls l'aminotriazole et l'AMPA sont détectés au niveau des 8 stations (Tableau X). Le faible pourcentage de détection ainsi que le petit nombre de stations ne permettent pas de tester mathématiquement s'il existe une différence entre les stations à Aprons et celles sans Apron.

Tableau X : Concentrations maximales en pesticides observées dans le sédiment des 7 stations suivies
Les 27 pesticides détectés sont regroupés selon trois grandes familles de pesticides : les fongicides, les herbicides et les insecticides.

Le code couleur correspond au pourcentage de la valeur maximale observée (bleu : 0 à 25%, vert : 25 à 50%, jaune : 50 à 75% et rouge : 75 à 100%). En gris figurent les concentrations qui ne dépassent jamais le seuil de détection sur la station de suivi.

Concentration en µg/l	Durance aux Mées 159000	Ardèche à Vallon Pont d'Arc 115090	Roubion à Montélimar 580316	Rhône à Donzère 113000	Gard à Remoulins 130500	Ain à Saint Maurice de Gourdans 92000	Loue à Parcey 33000	Rhône à Jons 92500	MAX
Anthraquinone	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,07	0,07
Azoxystrobine	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02
Carbendazime	0,1	0,1	0,1	0,21	0,1	0,1	0,1	0,34	0,34
Métalaxyl	0,02	0,02	0,02	0,04	0,02	0,02	0,02	0,04	0,04
Fongicides	0,13	0,14	0,13	0,26	0,13	0,13	0,13	0,39	0,39
Acétochlore	0,02	0,02	0,29	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,29
Aminotriazole	0,08	0,15	0,12	0,39	0,13	0,14	0,3	0,37	0,39
AMPA	0,21	0,56	0,22	0,65	0,44	0,41	0,31	0,51	0,65
Atrazine	0,25	0,02	0,26	0,03	0,02	0,03	0,02	0,03	0,26
Atrazine déséthyl	0,02	0,02	0,06	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,06
Bentazone	0,02	0,02	0,07	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,07
Bifénox	0,05	0,05	0,05	0,07	0,05	0,05	0,05	0,05	0,07
Chlorsulfuron	0,04	0,04	0,04	0,18	0,04	0,04	0,04	0,04	0,18
Dichlorprop	0,02	0,02	0,02	3,1	0,02	0,02	0,02	0,02	3,1
Diuron	0,02	0,28	0,02	0,36	0,1	0,02	0,02	0,05	0,36
Glyphosate	0,1	0,3	0,19	0,31	0,62	0,26	0,13	0,56	0,62
Hexazinone	0,05	0,05	0,07	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,07
Mécoprop	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,04	0,04
Métolachlore	0,02	0,02	0,12	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,12
Oxadiazon	0,02	0,02	0,02	0,22	0,02	0,06	0,02	0,02	0,22
Propyzamide	0,04	0,04	0,09	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,09
Simazine	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,04	0,02	0,03	0,04
Terbutylazine	0,22	0,06	0,02	0,02	0,2	0,02	0,02	0,02	0,22
Terbutylazine déséthyl	0,02	0,02	0,02	0,02	0,06	0,02	0,02	0,02	0,06
Trichlopyr	0,02	0,2	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,2
Herbicides	1,26	1,93	1,74	5,59	1,93	1,32	1,18	1,96	5,59
HCH alpha	0,03	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,03
HCH beta	0,04	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,04
HCH gamma	0,02	0,01	0,04	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,04
Insecticides	0,09	0,03	0,06	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,09

Les fongicides

Ils ne sont détectés que sur trois des huit stations, avec des concentrations maximales observées sur le Rhône à Jons et à Donzère. Mis à part pour ces deux dernières stations, les concentrations en fongicides sont identiques sur les six autres stations. Sur la Durance, où l'Apron est présent, aucun fongicide n'a pu être détecté au cours des trois années de suivi.

Les herbicides

La station des Mées est l'une de celles qui présente les plus faibles concentrations en herbicides. Seule la Loue à Parcey est légèrement moins polluée, mais dans l'ensemble la concentration en herbicides est quasiment identique au niveau des huit stations sauf pour le Rhône à Donzère dont la concentration est trois fois supérieure aux autres. La station des

Mées présente néanmoins des concentrations relativement élevées en atrazine et en terbuthylazine.

Les insecticides

Les seuls insecticides détectés sur les stations de suivi sont les hexachlorocyclohexane (HCH). La station des Mées est celle qui présente la plus forte concentration en insecticides puisqu'elle est la seule sur laquelle les trois types de HCH dont le lindane (HCH-gamma) ont été détectés.

Interprétations des données

Que ce soit pour les micropolluants minéraux, les micropolluants organiques ou les pesticides, les données issues de la base du Réseau National de Bassin n'ont pas permis de mettre en avant de relation évidente entre les concentrations en toxiques et la présence de l'espèce. Il est possible qu'il n'y ait pas de relation directe entre la présence de certaines substances toxiques et la régression de l'espèce. Mais peut-être que la faible robustesse du jeu de données initial ne permet pas de mettre en évidence les relations existantes.

Données biologiques

La rareté de cette espèce fait d'elle un modèle biologique difficile à étudier. Entre 2003 et 2005, l'Apron a été observé uniquement sur six cours d'eau du bassin du Rhône. Cette restriction géographique de la distribution de l'espèce pose quelques problèmes en terme d'analyse des données. Le nombre de stations à Aprons retenues dans cette étude est très limité (6) et la Durance représente à elle seule la moitié de ces stations. Cette rivière possède donc dans l'analyse statistique un poids trois fois supérieur à celui des autres cours d'eau colonisés. De plus, la robustesse des analyses statistiques est fonction de celle du jeu de données initial, et dans ce cas le faible nombre de stations représente un inconvénient.

Les estimations des densités soulèvent de leur côté un problème délicat. Tout d'abord, elles ne sont réalisées que depuis 2003 et c'est pour cette raison que les analyses évolutives ne peuvent pas être réalisées. De plus, pour les années antérieures à 2003, il est très difficile de mettre en relation la régression ou la disparition d'une population avec une quelconque modification du milieu. En effet, sans estimation régulière de densités, le début, la durée de la régression ainsi que la disparition définitive d'une population restent inconnus.

L'estimation des densités pose également un problème de fiabilité. Deux méthodes de recherche et de comptage d'Aprons sont utilisées : la pêche à l'électricité essentiellement utilisée dans la Durance où les eaux sont souvent chargées de matières en suspension ; le repérage nocturne à la lampe, méthode plus couramment utilisée dans les eaux claires. Cette deuxième technique de pêche consiste en un repérage du reflet brillant des yeux des aprons à la lampe frontale. La technique s'est révélée particulièrement adaptée à l'Apron car d'une part, ses yeux reflètent bien la lumière et d'autre part c'est un poisson qui reste relativement immobile une fois repéré. Le dénombrement à la lampe n'est cependant utilisable que dans des rivières claires et relativement peu profondes. Les zones de rapides ou celles de plus de 1,5 à 2 m de profondeur ne peuvent pas être prospectées. Les effectifs réels sont donc très

certainement supérieurs à ceux estimés puisque l'espèce est capable d'utiliser des habitats qui ne peuvent pas être prospectés par la méthode du repérage nocturne à la lampe.

En dehors de la période de reproduction, les aprons sont solitaires, territoriaux et se retrouvent principalement sur les plats, les profonds et les chenaux lenticules. Au moment de la reproduction, l'utilisation de l'habitat évolue, les femelles de grande taille achèvent leur maturation dans les mouilles. Une fois qu'elles sont prêtes à pondre, elles regagnent le radier où sont installés certains mâles depuis près d'un mois. Cette utilisation de faciès peu profonds au cours de la période de reproduction et de faciès plus profonds en dehors de cette période, influe sur la probabilité de capture des individus. Rappelons qu'en dessous de 1,5 m les aprons ne sont que très difficilement (voire pas) détectables à la lampe frontale.

La territorialité et le caractère solitaire de l'Apron en font une espèce naturellement peu dense. Pour cette raison, les secteurs prospectés de quelques centaines de mètres ne permettent de capturer au maximum que quelques dizaines d'individus. Par conséquent, une faible densité naturelle couplée à une probabilité de capture certainement pas maximale peuvent être la cause de variations importantes dans les estimations de densités.

Le suivi des effectifs réalisé par le Conseil Supérieur de la Pêche est indispensable pour avoir une estimation des effectifs et pouvoir suivre l'évolution des populations d'Aprons connues. Il est pour cela nécessaire de poursuivre ce suivi le plus longtemps possible afin d'obtenir de longues séries chronologiques qui permettront de réaliser des analyses plus puissantes que celles des données ponctuelles qui sont les seules accessibles dans cette étude. Ceci permettra d'atteindre l'objectif fixé de mettre en relation l'évolution des populations avec certaines modifications des paramètres environnementaux des différentes stations.

Données qualité

Malgré des éléments précieux apportés par la base de données RNB, celle-ci présente de nombreuses limites pour cette étude.

La première concerne le nombre de stations RNB localisées sur le bassin du Rhône. Hormis le Rhône et la Durance très bien équipés en station de suivi, les autres cours d'eau retenus dans cette étude ne possèdent qu'une ou deux stations de suivi sur un linéaire de plusieurs dizaines de kilomètres. Certaines stations à Aprons ont donc dû être retirées de l'étude par manque de station de suivi RNB à proximité ; c'est le cas de la Beaume qui présente une population connue depuis 1997 mais qui ne possède pas de station de suivi. Ce faible nombre de stations retenues pour l'étude pose un grand problème en terme de robustesse des données et des analyses statistiques.

Le suivi des stations RNB présente également des limites dans l'analyse des données puisque les micropolluants minéraux et organiques ne sont mesurés au maximum qu'une seule fois par an. Des variations importantes peuvent intervenir au cours de l'année sans même être mises en évidence. La concentration annuellement mesurée n'est donc sans doute pas représentative de la valeur annuelle moyenne. Un suivi mensuel aurait permis d'obtenir des valeurs maximales plus fiables, et ainsi de définir le niveau de pollution de chacune des stations de façon plus précise. Pour les pesticides, le suivi mensuel permet d'obtenir une valeur maximale observée plus proche de la valeur réelle, en tenant compte des variations saisonnières. Le choix de la valeur maximale comme descripteur de la station est apparu le

plus pertinent compte tenu du jeu de données. Cette variable permet de mettre en évidence les concentrations maximales auxquelles peut être exposé l'Apron. Néanmoins un suivi plus régulier des concentrations permettrait d'établir avec plus de précision les concentrations maximales représentatives d'une exposition chronique aux polluants.

Toujours concernant la base de données RNB, la majorité des substances suivies (401 sur 469) ne sont jamais détectées sur les 17 stations retenues dans cette étude, soit parce qu'elles ne sont effectivement pas présentes dans le milieu, soit parce qu'elles sont présentes à des concentrations trop faibles pour être détectées. Cela signifie que cette étude se limite à l'analyse de substances détectables dans le milieu. D'autres substances (exemple des perturbateurs endocriniens) peuvent avoir des effets préjudiciables sur les populations piscicoles à des concentrations inférieures au seuil de détection.

Le suivi des micropolluants minéraux est réalisé sur l'ensemble des stations RNB. Ce jeu de données a l'avantage de présenter des valeurs maximales pour chacune des stations. Cependant, le suivi des métaux n'est réalisé qu'une seule fois par an et par conséquent, la valeur maximale observée est sans doute régulièrement dépassée au cours de l'année. Un suivi plus régulier permettrait de préciser cette valeur.

Pour les micropolluants organiques, en plus du problème de l'irrégularité du suivi, se pose le problème de la détection puisque pour quatre des familles (biphényles, B.T.E.X., chlorobenzènes et C.O.H.V.), les substances retenues ne dépassent que très rarement le seuil de détection. Il n'est donc pas possible de tirer de conclusions quant à la présence de ces substances sur les différents types de stations.

La majorité des HAP est détectée sur l'ensemble des stations retenues. Ceci permet de pouvoir comparer statistiquement les stations entre elles. Comme pour les autres micropolluants, il est important de rappeler que les valeurs prises en compte représentent un niveau ponctuel et maximal d'exposition et non un degré d'exposition chronique aux polluants impossibles à déterminer avec les données disponibles. Pourtant, cette exposition chronique aux mélanges de substances présentes dans l'environnement aquatique est probablement la plus déterminante dans l'expression de phénomènes toxiques éventuels (génétoxicité, perturbation endocrinienne...).

Le jeu de données "pesticides" est le moins étoffé des trois, puisque les pesticides sur eau ne sont suivis que sur huit des dix-sept stations retenues. Parmi ces six stations suivies, une seule est colonisée par l'Apron. De plus, la plupart des pesticides n'est détectée que sur une ou deux stations. Pour cette raison, il est difficile de pouvoir dégager une tendance de ce jeu de données.

Le jeu de données concernant les populations d'Aprons comme ceux des substances toxiques présentes dans le milieu ne sont pas assez étoffés pour pouvoir mettre en évidence de relations claires (si elles existent) entre la présence de certaines substances toxiques dans le milieu et la régression voire la disparition de l'Apron sur certaines des stations. Cette première partie d'étude a néanmoins permis de mettre en avant les substances qui pourraient présenter un risque pour les populations d'Aprons et détectées sur les rivières colonisées actuellement ou récemment par *Zingel asper*.

Conclusion

Les données recueillies ne permettent pas de mettre en évidence de différences de concentrations pour les 68 substances retenues entre les stations à Aprons et celles sans Apron. Ce résultat peut avoir plusieurs explications :

- les jeux de données disponibles ne permettent pas d'observer de tendance de la distribution de l'espèce selon un degré de toxicité du milieu. Ces résultats négatifs peuvent simplement être liés au faible nombre de stations à Aprons présentes dans cette étude. Un suivi plus régulier permettrait d'observer une valeur maximale plus proche de la réalité ou bien de prendre en compte une moyenne pour les concentrations. Ainsi, les valeurs observées peuvent ne pas représenter le réel niveau d'exposition de l'Apron à certains toxiques.

- l'espèce ne présente peut-être pas une sensibilité accrue aux substances toxiques présentes dans le milieu.

- il se peut également que les seuils de sensibilité de l'Apron aux substances détectées soient supérieurs aux concentrations maximales observées. Ceci signifierait que la qualité des cours d'eau est assez bonne pour ne pas perturber le cycle biologique de l'espèce et mettre en danger la viabilité des différentes populations.

- la dernière hypothèse est que l'Apron peut être sensible à des substances qui ne sont pas détectables.

C'est pour essayer de trouver une réponse quant à la sensibilité de l'espèce et la viabilité de certaines populations exposées à des substances toxiques que la recherche bibliographique présentée dans la deuxième partie de ce rapport a été réalisée. Son objectif est de sélectionner parmi les 68 substances retenues, celles qui représentent un danger pour les populations d'Apron du Rhône.

SECONDE PARTIE :
MISES EN EVIDENCE DES
SUBSTANCES DANGEREUSES
PRESENTES SUR LES SITES A APRONS

Recherche bibliographique

L'objectif de la recherche bibliographique est de déterminer parmi les 68 substances détectées dans la première partie de cette étude, celles qui pourraient présenter un danger pour les populations d'Aprons.

La toxicité de ces substances peut être mise en évidence grâce aux tests écotoxicologiques qui permettent de déterminer la sensibilité d'une espèce à une substance donnée. L'idéal serait de connaître pour chacune de ces 68 substances, les résultats des tests écotoxicologiques réalisés sur *Zingel asper*. Il faut cependant rappeler que l'espèce est étudiée depuis peu d'années et qu'aucun test écotoxicologique n'a encore été réalisé. De plus, du fait de sa rareté et de la menace d'extinction qui pèse sur elle (espèce inscrite à l'annexe II de la Directive Habitats, Faune, Flore), il n'est pas envisageable de prélever des individus dans le milieu dans un simple but expérimental. Par conséquent la sensibilité de l'Apron à différentes substances toxiques reste toujours inconnue.

Afin d'évaluer la sensibilité de l'Apron à différentes substances, l'étude propose de faire une recherche bibliographique écotoxicologique sur les espèces proches de l'Apron. Cette étude bibliographique s'est donc fixée comme objectif de réaliser une synthèse des tests écotoxicologiques réalisés sur des espèces du même genre (*Zingel*) ou de la même famille (Percidés) que l'Apron. Ceci permettrait d'avoir pour chacune de ces substances, une gamme de concentrations qui pourraient présenter un risque de toxicité pour l'Apron.

Pour finir, nous essaierons de comparer les concentrations maximales observées dans le milieu (sur les stations de suivi) avec les seuils de toxicité mis en évidence par les tests écotoxicologiques. Ceci permettra de savoir si les différentes substances détectées dans le milieu sont présentes à des concentrations toxiques pour l'espèce ou non.

Base de données ECOTOX

Les recherches ont été menées sur la base de données écotoxicologiques de l'Agence de Protection Environnementale américaine (U.S. E.P.A.): ECOTOX créée en 1995 et accessible en ligne depuis février 2000 (<http://cfpub.epa.gov/ecotox/>).

Cette base de données regroupe les résultats des tests écotoxicologiques de trois bases de données que sont AQUIRE (tests réalisés sur des organismes aquatiques), PHYTOTOX (tests réalisés sur des plantes aériennes) et TERRETOX (tests réalisés sur des animaux terrestres).

AQUIRE a été développée en 1981 avec comme objectif initial de stocker les données de toxicité aiguë des différents laboratoires de recherche situés à travers le monde. Au début des années 1990, les données concernant les expositions chroniques ont été ajoutées. Et ce n'est que depuis avril 1999 que AQUIRE est disponible en ligne.

Données bibliographiques

La recherche bibliographique n'ayant pas permis d'obtenir de résultats quant à la sensibilité de l'Apron ou de certains percédés aux substances identifiées dans la première partie de ce travail (Annexe 3), nous avons envisagé d'utiliser un outil existant permettant de décrire la qualité des cours d'eau et d'évaluer les risques pour le peuplement aquatique liés à certaines altérations de la qualité de l'eau.

Système d'Evaluation de la Qualité des cours d'eau

Le Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable avec les Agence de l'Eau et les Direction Régionales de l'Environnement poursuivent le développement d'un Système d'Evaluation de la Qualité des cours d'eau (SEQ-Eau) ayant pour objectif :

- d'évaluer la qualité du cours d'eau du point de vue qualité d'eau, qualité du milieu physique et qualité biologique,
- d'identifier les altérations de la qualité de l'eau ou du milieu physique qui sont à l'origine de déséquilibres biologiques constatés,
- d'évaluer les effets d'une altération de la qualité du cours d'eau sur les usages anthropiques ou sur les fonctions naturelles du cours d'eau.

Le SEQ-Eau est constitué de trois outils :

- l'aptitude à la biologie : les classes étant définies selon un gradient de risques écotoxiques définies à partir de tests réalisés sur trois niveaux trophiques (algues/plantes, invertébrés et poissons).
- l'aptitude de l'eau aux usages anthropiques
- la qualité de l'eau : tenant compte de l'aptitude de l'eau à la fois à la biologie et aux usages anthropiques (production d'eau potable et loisirs et sports aquatiques).

Le SEQ-Eau offre ainsi la possibilité :

- de constater le degré d'aptitude de l'eau à satisfaire la biologie et les usages,
- de le comparer pour la biologie et pour chaque usage avec l'aptitude souhaitée,
- d'identifier la ou les altérations de la qualité de l'eau qui posent prioritairement problème,
- de définir alors un objectif de restauration de la qualité de l'eau pour chaque altération concernée.

Les classes de la qualité de l'eau définies dans le cadre de cet outil d'évaluation permettront de définir les risques toxicologiques pour l'Apron liés à la présence de certaines substances détectées sur les rivières.

Les concentrations observées dans le milieu permettent une description de la qualité de l'eau selon un niveau de dégradation représenté en 5 classes : très bonne (bleu), bonne (vert),

moyenne (jaune), médiocre (orange) et mauvaise (rouge). Mis à part les micropolluants minéraux sur bryophytes et les pesticides sur eau, les autres familles de substances détectées dans le milieu ne présentent que quatre classes (bleu, vert, jaune et rouge).

Micropolluants minéraux

Concentrations dans le sédiment

Le tableau XI présente les seuils des 4 classes de qualité définies par le SEQ-Eau (MEDD et Agence de l'Eau, 2003) pour les micropolluants minéraux sur sédiment.

Tableau XI : Limites des classes de qualité définies par le SEQ-Eau pour les concentrations en micropolluants minéraux dans le sédiment

Les valeurs seuils sont exprimées en mg/kg de sédiment.

	Très bonne	Bonne	Moyenne	Mauvaise
Cadmium	0,1	1	5	
Mercurure	0,02	0,2	1	
Cuivre	3,1	31	140	
Chrome total	4,3	43	110	
Zinc	12	120	460	
Plomb	3,5	35	120	
Nickel	2,2	22	48	
Arsenic	1	9,8	33	

Le tableau XII permet de visualiser le niveau d'altération de la qualité de l'eau de chacune des stations lié à la présence de micropolluants minéraux dans le sédiment.

Tableau XII : Concentrations maximales en micropolluants minéraux observées dans le sédiment associées aux classes de qualité définies par le SEQ-Eau

En bleu sont représentées les 6 stations à Aprons. Les classes de qualité sont celles définies par le tableau XI. La classe de qualité de la station correspond à la classe de qualité la plus dégradante observée sur la station. L'occurrence qualité est égale au nombre de substances pour lesquelles les concentrations correspondent aux classes de qualité jaune ou rouge.

Concentration en mg/kg de sédiment	Loue à Chenecey 32000	Ardèche à Vogüé 114450	Durance à Sisteron 153900	Durance aux Mées 159000	Durance à Vinon sur Verdon 159800	Verdon à Castellane 160500	Loue à Parcey 33000	Ain à Saint Maurice de Gourdans 92000	Rhône à Donzère 113000	Chassezac à Saint Alban Auriolles 115063	Ardèche à Vallon Pont d'Arc 115090	Ouvèze à Roaix 122100	Gard à Remoulins 130500	Buëch à Châteauneuf de Chabre 156000	Roubion à Montélimar 580316	Rhône à Jons 92500	Rhône à Vernaison 93900
Cadmium	1,2	1,3	1,9	0,8	0,5	0,3	1,4	1	2,1	1,6	1,5	0,7	1	1,9	0,2	1,9	2,1
Mercurure	0,10	0,11	0,05	0,19	0,10	0,04	0,04	0,05	0,20	0,04	0,02	0,02	0,09	0,03	0,52	0,08	0,12
Cuivre	17,8	30,4	20,9	20,1	18,9	6,7	18,8	44,2	17,6	20,6	15,5	6	33,8	17,8	13,6	18,2	32,4
Chrome	47	46,3	55,7	70,5	67,7	5,3	55,4	33,8	49,4	50,6	43,3	15,5	61,3	55,3	21,2	46,7	60,1
Zinc	151	172	76,8	81,2	66,8	28,8	153	53	99,5	169	136	41,2	192	77,5	47,4	70,7	124
Plomb	19	46,2	18,3	17	11,7	6,5	80,8	13,9	26,3	108	53	10,2	196	17,2	13,5	13	26,3
Nickel	26,5	23,8	44,7	39,8	34,7	11	27,5	26,5	26,6	22,6	22,6	10,9	27,5	39,5	9,4	22,7	31,5
Arsenic	13,6	5,6	10,6	5,8	5	4,1	8,8	6,8	6,8	21,6	12,2	5,2	46,5	8,4	3,2	3,9	9,5
Total Métaux	276	326	229	235	205	63	346	179	229	394	284	90	558	218	109	177	286
Occurrence qualité	5	5	4	2	2	0	5	2	3	6	6	0	6	3	1	3	5

La dégradation de la qualité de l'eau causée par les métaux est quasiment identique sur l'ensemble des stations de suivi. La majorité des concentrations maximales relevées correspondent aux classes de qualité bonne et moyenne. Même si pour certains métaux, les concentrations sont très variables entre stations (Tableau III), le tableau XII met en évidence que les concentrations observées sur les 17 stations ne représentent pas des sources de pollution importantes mis à part pour le Gard. Après le Gard, les stations présentant les plus fortes concentrations sont celles de l'Ardèche, du Chassezac, du Rhône à Vernaison et de la Loue à Parcey. Seulement deux stations présentent une bonne qualité d'eau vis à vis des métaux : le Verdon à Castellane et l'Ouvèze à Roaix. L'absence de différence significative de concentrations entre les stations avec et sans Apron (en dépit d'écarts relatifs notables) se

reflète par le classement de 14 des 17 stations en classe de qualité moyenne mais également par l'occurrence de qualité qui varie de 0 à 5 pour les stations à Aprons et de 0 à 6 pour les stations sans Apron.

Concentrations sur bryophytes

Le tableau XIII présente les seuils des 5 classes de qualité définis par le SEQ-Eau pour les micropolluants minéraux sur bryophytes.

Tableau XIII : Limites des classes de qualité définies par le SEQ-Eau pour les concentrations en micropolluants minéraux sur bryophytes

Les valeurs seuils sont exprimées en mg/kg de bryophyte.

	Situation de référence	Pollution possible	Pollution certaine	Pollution forte	Pollution très forte
Cadmium	1,2	2,5	7	14	
Mercur	0,15	0,3	0,85	1,7	
Cuivre	33	66	200	400	
Chrome total	11	22	65	130	
Zinc	170	350	1000	2100	
Plomb	27	55	160	330	
Nickel	22	45	130	270	
Arsenic	4,5	9	27	54	

Le tableau XIV permet de visualiser le niveau d'altération de la qualité de chacune des stations lié à la présence de micropolluants minéraux sur bryophytes.

Tableau XIV : Concentrations maximales en micropolluants minéraux observées sur bryophytes associées aux classes de qualité définies par le SEQ-Eau

Chacune des concentrations observées est associée à la classe de qualité correspondante définie dans le tableau XIII. L'occurrence qualité correspond au nombre de substances pour lesquelles les concentrations observées sont supérieures au seuil de référence (classe bleue).

Concentration en mg/kg de bryophytes	Loue à Chenecey 32000	Ardèche à Vogüé 114450	Durance à Sisteron 153900	Durance aux Mées 159000	Durance à Vinon sur Verdon 159800	Verdon à Castellane 160500	Loue à Parcey 33000	Ain à Saint Maurice de Gourdans 92000	Rhône à Donzère 113000	Chassezac à Saint Alban Auriolles 115063	Ardèche à Vallon Pont d'Arc 115090	Ouvèze à Roaix 122100	Gard à Remoulins 130500	Buèch à Châteauneuf de Chabre 156000	Roubion à Montélimar 580316	Rhône à Jons 92500	Rhône à Vernaison 93900
Cadmium	0,32		0,42	1,60	0,22	0,04	0,19	0,20	0,90	1,00	0,28	0,17	0,90	0,25	0,20	0,96	0,90
Mercur	0,07		0,08	0,23	0,09	0,04	0,06	0,07	0,33	0,07	0,08	0,13	0,04	0,04	0,46	0,20	0,33
Cuivre	12		19,9	20,9	18,6	22	11	10	79	16	15	16	19	23	13	42	32
Chrome	5		9,5	9,3	8,8	1,5	4,1	2,5	4,5	5	5	4,2	3,2	7,3	2,5	5,9	7,1
Zinc	50		75,8	84	81	38	35	40	143	75	65	52	107	130	43	83	123
Plomb	3,1		8,2	13,5	8,5	1,4	2,6	4,5	15	27	11	6,7	32	7,7	5	12	19
Nickel	13		28	22	19,2	14	13	7,1	40	13	7,7	19	9	16	16	55	59
Arsenic	2,7		4	2,2	4,6	0,8	2,1	0,7	3	4,4	6,1	1,2	8,1	3,7	0,89	2,6	4,5
Total Métaux	86		146	154	141	78	68	65	286	141	110	99	179	188	81	202	246
Occurrence qualité	0		1	2	2	0	0	0	3	0	1	0	2	0	1	3	2

La majorité des concentrations mesurées sur bryophytes correspond à une situation qualifiée de référence (bleu) par le SEQ-Eau (Tableau XIV), en ce qui concerne l'altération de la qualité de l'eau par les micropolluants minéraux.

Seulement 4 des 16 stations sont polluées de façon certaine par les métaux. Les trois stations du Rhône font partie de celles-ci : à Donzère les sources de pollution sont le mercure et le cuivre, à Jons le nickel et à Vernaison, le mercure et le nickel. La quatrième station de suivi polluée de façon certaine est celle située sur le Roubion à Montélimar en raison de la concentration relativement élevée en mercure. Aucune de ces stations n'est en revanche colonisée par l'Apron.

Cinq autres stations présentent des sources de pollution possible. Parmi elles, deux stations non colonisées par l'espèce étudiée : l'Ardèche à Vallon Pont-d'Arc en raison de la concentration en arsenic et le Gard à Remoulins pour ses concentrations en zinc et arsenic.

Les trois autres stations sont celles de la Durance et présentent différents métaux comme source de pollution possible. A Sisteron, le nickel est présent en concentration relativement élevée, aux Mées on retrouve le cadmium et le mercure, tandis qu'à Vinon-sur-Verdon c'est l'arsenic. Cette rivière est pourtant celle sur laquelle on retrouve les plus fortes densités d'Aprons du bassin du Rhône.

Parmi les 11 cours d'eau étudiés, 6 seulement présentent une situation dite de référence (bleu) vis-à-vis des concentrations en métaux : la Loue, le Verdon, l'Ain, le Chassezac, l'Ouvèze et le Buëch. Sur ces six cours d'eau seulement deux sont colonisés par l'Apron.

Les occurrences de qualité confirment le fait que l'altération de la qualité de l'eau par les métaux n'est pas plus importante sur les stations sans Apron que sur celles à Aprons (occurrence qualité comprise entre 0 et 2 sur les stations à Aprons et entre 0 et 3 sur les stations sans Apron). Mis à part les trois stations du Rhône, celle du Roubion et celle du Gard, les douze autres stations ne semblent pas présenter de sources de pollutions importantes. En revanche, aucune des six stations à Aprons ne présentent une pollution certaine par les métaux. Ces observations ne permettent pas de rejeter l'hypothèse d'une sensibilité accrue de l'Apron à certains micropolluants minéraux.

Micropolluants organiques

Parmi les 33 micropolluants organiques retenus, certains ne sont pas reportés dans les grilles d'évaluation de la qualité de l'eau du SEQ. Pour ces substances (comme par exemple les biphényles), nous ne pourrions pas définir de classes de qualité.

En ce qui concerne les HAP, une seule station se démarque des autres de par sa classe de qualité, celle du Rhône à Donzère (Tableau XV). C'est la seule station classée en qualité médiocre vis à vis des HAP. En revanche, même si les seize autres stations présentent la même classe de qualité, d'importantes variations de concentrations sont observées. Si l'on considère la concentration en équivalent BaP défini par Malcolm et Dobson (Doonaert, 2003) : le Gard à Remoulins, l'Ain à Saint-Maurice de Gourdans et le Rhône à Vernaison présentent également des concentrations importantes en HAP. En revanche les stations à Aprons présentent de relativement faibles concentrations pour cette famille de micropolluants organiques. Ceci est d'autant plus vrai pour les trois stations de la Durance qui possèdent les plus faibles concentrations du bassin avec le Buëch et le Roubion.

Pour les quatre autres familles de micropolluants organiques, le SEQ-Eau ne présente pas de valeurs seuil pour l'aptitude à la biologie à partir des concentrations observées dans le sédiment. Il présente cependant des valeurs seuils pour des concentrations mesurées dans l'eau. Pour cette raison, nous avons extrapolé les concentrations dans l'eau à partir des concentrations mesurées dans le sédiment selon la méthode approuvée par l'INERIS (Le Goff, 2004), utilisant la valeur du coefficient de partage eau-matière organique : Koc. Ainsi, nous avons pu obtenir la concentration dans l'eau de 11 des 16 micropolluants détectés.

$$\text{Concentration dans le sédiment} = \text{Concentration dans l'eau} \times \text{Koc}$$

Tableau XV : Concentration maximales en micropolluants organiques observées dans le sédiment associées aux classes de qualité définies par le SEQ-Eau

En bleu, figurent les 6 stations à Aprons. Le code-couleur représente les classes de qualité (bleu : très bonne ; vert : bonne ; jaune : moyenne ; orange : médiocre). Les substances non détectées ne sont pas associées à une classe de qualité. En blanc : les concentrations des substances pour lesquelles le SEQ-Eau n'a pas défini de classes de qualité. Dans la deuxième colonne sont représentés :

- en orange : le coefficient de partage eau-matière organique. Les concentrations en italique sont exprimées dans le sédiment, mais ces concentrations sont comparées, après conversion à l'aide du Koc, aux seuils de qualité dans l'eau.

- en jaune : les Facteurs d'Equivalent Toxiques de Malcolm et Dobson proposés en 1994.

L'occurrence qualité correspond au nombre de substances pour lesquelles les concentrations dépassent le seuil de bonne qualité.

Concentration en µg/kg de sédiment	Loue à Chenecey 32000	Ardèche à Vogüé 114450	Durance à Sisteron 153900	Durance aux Mées 159000	Durance à Vinon sur Verdon 159800	Verdon à Castellane 160500	Loue à Parcey 33000	Ain à Saint Maurice de Gourdans 92000	Rhône CC à Donzère 113000	Chassezac à Saint Alban Auriolles 115063	Ardèche à Vallon Pont d'Arc 115090	Ouvèze à Roaix 122100	Gard à Remoulins 130500	Buëch à Châteauneuf de Chabre 156000	Roubion à Montélimar 580316	Rhône à Jons 92500	Rhône à Verdon 93900	
Biphényle		50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	190	50	50	50	50	
Benzène	60	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	160	50	50	50	50	
Ethylbenzène		50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	250	50	50	50	50	
Toluène	100	560	97000	50	4600	150	50	50	130	940	130	50	50	50	50	50	190	
Xylène-para	317	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	70	50	50	50	50	
Chlorobenzène		50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	340	50	50	50	50	50	
Hexachlorobenzène	130000	10	10	10	20	50	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	
Pentachlorobenzène	40000	50	50	50	120	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	
Tétrachlorobenzène-1,2,4,5		50	50	50	120	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	
Trichlorobenzène-1,2,3	1400	50	50	50	550	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	
Trichlorobenzène-1,2,4	1400	50	50	50	460	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	
Trichlorobenzène-1,3,5	1400	50	50	50	280	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	
Hexachlorobutadiène	32360	1	1	1	120	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Tétrachloréthylène	247	5	5	340	180	20	5	5	70	5	5	5	5	10	5	5	5	
Trichloréthylène	111	5	5	80	210	10	5	5	5	5	5	5	5	20	5	5	5	
Trichlorofluorométhane		1	1	1	1	1	1	1	10	1	1	1	20	1	1	1	1	
Acénaphène *	0,001	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	70	50	50	50	50	
Acénaphylène *	0,001	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	
Anthracène *	0,01	40	40	40	90	40	40	40	80	40	40	40	90	40	40	40	40	
Benzo (a) Anthracène *	0,1	110	60	10	20	33	110	150	235	570	160	60	110	510	10	15	50	140
Benzo (a) Pyrène *	1	110	80	10	20	30	100	200	247	830	90	90	150	520	10	17	60	210
Benzo (b) Fluoranthène *	0,1	120	80	20	30	30	90	180	184	480	70	70	100	540	20	20	50	150
Benzo (ghi) Pérylène *	0,01	150	80	50	30	40	80	170	460	410	90	70	120	440	30	28	60	130
Benzo (k) Fluoranthène *	0,1	70	40	10	10	12	50	330	135	350	30	30	60	290	10	11	30	120
Chrysène *	0,01	80	90	50	50	50	90	170	175	650	60	70	130	630	50	50	60	140
Dibenzo (ah) Anthracène *	1	40	60	21	26	20	40	90	150	270	50	40	40	140	33	20	40	70
Fluoranthène *	0,001	230	150	40	60	50	260	330	533	1280	120	110	260	1200	62	40	130	400
Fluorène *	0,001	40	40	40	80	40	40	40	40	100	40	40	40	50	40	40	40	40
Indéno (123c) Pyrène *	0,1	100	70	10	20	20	80	210	310	450	30	40	130	340	30	22	40	190
Méthyl-2-Fluoranthène		50	70	50	50	50	50	50	50	80	50	50	140	50	50	50	50	
Méthyl-2-Naphtalène		110	90	50	140	50	50	50	240	110	50	50	220	90	50	50	50	
Naphtalène *	0,001	50	50	50	50	50	50	50	360	240	50	80	50	180	67	50	50	50
Phénanthrène *	0,001	50	130	50	56	83	80	120	162	450	120	60	100	560	67	50	50	160
Pyrène *	0,001	240	150	40	50	50	220	340	320	1470	170	150	290	1500	40	40	130	340
Somme 2 HAP		150	140	31	46	50	140	290	397	1100	140	130	190	660	43	37	100	280
Somme 14 HAP		1380	1080	510	646	598	1290	2230	3054	6630	1080	920	1530	6450	566	506	830	2000
FET Malcom & Dobson		193	168	38	56	61	176	382	492	1300	172	152	234	843	52	45	119	344
Occurrence qualité		10	11	1	6	3	10	11	12	14	9	10	11	14	4	1	6	11

Des classes de qualité n'ont été définies par le SEQ-Eau que pour 10 de ces 11 micropolluants organiques. Sur ces 10 substances, seul le toluène présente une concentration préoccupante sur l'Ardèche. Les 9 autres micropolluants organiques sont présents à des concentrations correspondant aux classes du SEQ-Eau de bonne voire de très bonne qualité (Tableau XV).

Les occurrences de qualité déterminées à partir des seuils de qualité définis par le SEQ-Eau permettent de confirmer l'inexistence de différence significative entre les concentrations observées sur les sites avec Aprons et celles observées sur les sites sans Apron que ce soit pour les métaux (U Mann-Whitney : $p = 0,231$) ou pour les micropolluants organiques (U Mann-Whitney : $p = 0,0902$). Le cumul des occurrences qualité pour les métaux et les micropolluants organiques ne présente pas non plus de différence significative (U Mann-Whitney : $p = 0,1080$).

Pesticides

De nombreux pesticides détectés sur les stations de suivi présentent des concentrations trop importantes pour pouvoir être associées à des classes de bonne qualité (Tableau XVI).

Tableau XVI : Concentration maximales en pesticides observées dans l'eau associées aux classes de qualité définies par le SEQ-Eau

Les classes de qualités sont les suivantes : bleu : très bonne ; vert : bonne ; jaune : moyenne ; orange : médiocre ; rouge : mauvaise. Les cases grisées sont associées aux valeurs des seuils de détection des substances non détectées dans le milieu. En blanc, les substances qui n'apparaissent pas dans les grilles de qualité du SEQ-Eau.

Concentration en µg/l	Durance aux Mées 159000	Ardèche à Vallon Pont d'Arc 115090	Roubion à Montélimar 580316	Rhône à Donzère 113000	Gard à Remoulins 130500	Ain à Saint Maurice de Gourdans 92000	Loue à Parcey 33000	Rhône à Jons 92500
Anthraquinone	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,07
Azoxystrobine	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Carbendazime	0,1	0,1	0,1	0,21	0,1	0,1	0,1	0,34
Métalaxyl	0,02	0,02	0,02	0,04	0,02	0,02	0,02	0,04
Fongicides	0,13	0,14	0,13	0,26	0,13	0,13	0,13	0,39
Acétochlore	0,02	0,02	0,29	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Aminotriazole	0,08	0,15	0,12	0,39	0,13	0,14	0,3	0,37
AMPA	0,21	0,56	0,22	0,65	0,44	0,41	0,31	0,51
Atrazine	0,25	0,02	0,26	0,03	0,02	0,03	0,02	0,03
Atrazine déséthyl	0,02	0,02	0,06	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Bentazone	0,02	0,02	0,07	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Bifénox	0,05	0,05	0,05	0,07	0,05	0,05	0,05	0,05
Chlorsulfuron	0,04	0,04	0,04	0,18	0,04	0,04	0,04	0,04
Dichlorprop	0,02	0,02	0,02	3,1	0,02	0,02	0,02	0,02
Diuron	0,02	0,28	0,02	0,36	0,1	0,02	0,02	0,05
Glyphosate	0,1	0,3	0,19	0,31	0,62	0,26	0,13	0,56
Hexazinone	0,05	0,05	0,07	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Mécoprop	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,04
Métolachlore	0,02	0,02	0,12	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03
Oxadiazon	0,02	0,02	0,02	0,22	0,02	0,06	0,02	0,02
Propyzamide	0,04	0,04	0,09	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
Simazine	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,04	0,02	0,03
Terbuthylazine	0,22	0,06	0,02	0,02	0,2	0,02	0,02	0,02
Terbuthylazine déséthyl	0,02	0,02	0,02	0,02	0,06	0,02	0,02	0,02
Trichlopyr	0,02	0,2	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02
Herbicides	1,26	1,93	1,74	5,59	1,93	1,32	1,18	1,96
HCH alpha	0,03	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
HCH beta	0,04	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
HCH gamma	0,02	0,01	0,04	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Insecticides	0,09	0,03	0,06	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03

Les pesticides dont les concentrations sont les plus préoccupantes sont le dichlorprop présent sur le Rhône à Donzère et le carbendazime présent également sur le Rhône à Donzère et à Jons.

L'atrazine, le diuron, le glyphosate, la simazine, la terbuthylazine et le lindane sont des pesticides bien connus, dangereux et pour certains actuellement interdits en France. Leur persistance dans le milieu peut être relativement longue et certains produits de leur dégradation peuvent encore être retrouvés de nombreuses années après l'arrêt des rejets. Tous ces pesticides sont encore détectés au cours des trois dernières années de suivi à des concentrations préoccupantes pour la qualité du milieu .

Les seuls pesticides détectés pouvant être à l'origine de pollution sur la station à Aprons des Mées sont : l'atrazine, la terbuthylazine et le lindane. Il n'est cependant pas possible de pouvoir tirer une relation entre la présence de l'espèce et les concentrations en pesticides observées sur les différentes stations.

Sources d'altération de la qualité de l'eau sur les stations à Aprons.

L'objectif de ce travail est de mettre en avant certaines substances pouvant présenter un risque de toxicité pour les populations d'Aprons en place. Cependant, d'une part la comparaison des concentrations entre stations à Aprons et stations sans Apron n'a pas montré de différence significative, d'autre part la recherche bibliographique n'a pas permis de mettre en évidence la sensibilité particulière de l'espèce étudiée à certaines substances. En conséquence, en limitant notre investigation aux stations où l'Apron est encore présent, il semble opportun de sélectionner parmi les substances détectées celles qui sont potentiellement les plus dangereuses pour le peuplement aquatique. Pour cela nous retiendrons dans un premier temps, l'ensemble des substances dont les concentrations maximales sont à l'origine d'une altération de la qualité de l'eau des stations à Aprons en utilisant les classes de qualité définies par le SEQ-Eau.

Micropolluants minéraux

Parmi les micropolluants minéraux, seul le cuivre ne semble pas présenter d'altération de la qualité des six stations à Aprons. Les sept autres métaux présentent soit une qualité moyenne au niveau du sédiment (classe jaune, Tableau XII) soit un risque de pollution mis en évidence par les bryophytes (classe verte, Tableau XIV).

Micropolluants organiques

Parmi les 18 HAP détectés, 13 sont identifiés comme sources d'altération de la qualité de l'eau pour une ou plusieurs stations à Aprons.

Parmi les micropolluants organiques autres que HAP, le toluène semble représenter la seule source de pollution possible pour les stations à Aprons.

Pesticides

Trois des douze pesticides détectés sur la station de la Durance aux Mées peuvent présenter un risque de toxicité pour le peuplement aquatique : l'atrazine, la terbuthylazine et le lindane.

24 substances dont les concentrations peuvent présenter un danger pour le peuplement aquatique sont donc mises en évidence sur les stations à Aprons (Tableau XVII).

Tableau XVII : Substances détectées sur les stations à Aprons pouvant représenter un danger pour le peuplement aquatique

Familles	Substances
Micropolluants minéraux	Cadmium
	Mercuré
	Chrome
	Zinc
	Plomb
	Nickel
	Arsenic
Micropolluants organiques	Toluène
	HAP
	Atrazine
Pesticides	Terbuthylazine
	Lindane (HCH-gamma)

Parmi ces 24 substances, le but est de sélectionner celles qui présentent le plus grand danger pour le peuplement aquatique et par conséquent pour l'Apron du Rhône. Dans cet objectif, nous utiliserons les acquis adoptés par la Communauté Européenne dans le but de protéger les écosystèmes aquatiques.

Substances prioritaires dangereuses

Dans le but de protéger les écosystèmes aquatiques, des directives ont été prises au niveau européen afin de lutter contre les rejets de sources ponctuelles et diffuses de substances dangereuses. Cette objectif est celui de la directive 76/464/CEE adoptée le 4 mai 1976 par le Conseil de l'Union Européenne.

Les contrôles communautaires prévus par cette directive ont été remplacés, harmonisés et approfondis par 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.

La directive 2000/60/CE prévoit l'adoption de mesures spécifiques au niveau communautaire contre la pollution des eaux par certains polluants ou groupes de polluants présentant un risque significatif pour l'environnement. Ces mesures visent à supprimer progressivement les rejets des substances définies comme prioritaires dangereuses, dans un délai de 20 ans à compter de l'adoption de ces mesures au niveau communautaire.

La décision 2455/2001/CE du Parlement Européen et du Conseil de l'Union Européenne établit la liste des substances prioritaires dans le domaine de l'eau et modifie la directive 2000/60/CE. L'établissement de cette liste repose sur une base scientifique qui permet de sélectionner les substances prioritaires en fonction du risque significatif qu'elles présentent pour l'environnement aquatique.

Les substances prioritaires sont déterminées comme telles pour les raisons suivantes :

- elles présentent un danger intrinsèque, en particulier leur écotoxicité aquatique et leur toxicité pour l'homme via les voies aquatiques puis trophiques d'exposition.

- la surveillance atteste de la contamination étendue de l'environnement par cette substance.

- d'autres facteurs éprouvés pouvant indiquer la possibilité d'une contamination étendue de l'environnement, tels que le volume de production, le volume utilisé et les modes d'utilisation.

Cette sélection a permis d'établir une liste de 33 substances ou groupes de substances prioritaires (Annexe X de la décision n°2455/2001/CE du Parlement Européen et du Conseil de l'Union Européenne).

Dans cette liste de substances prioritaires, certaines sont identifiées comme substances dangereuses. Les substances prioritaires dangereuses sont définies dans ladite directive comme les substances ou groupes de substances qui présentent :

- . une forte **persistance** dans le milieu,
- . une bonne capacité de **bioaccumulation**,
- . une **toxicité** aquatique élevée.

Substances prioritaires dangereuses sources d'altérations sur les sites à Aprons

Parmi les 24 substances considérées comme dégradantes (classe de qualité moyenne, médiocre ou mauvaise) par le SEQ-Eau pour la qualité de l'eau des stations à Aprons, voici celles qui appartiennent à la liste des substances prioritaires établies par l'Union Européenne :

Tableau XVIII : Substances ou groupes de substances prioritaires détectées en concentration élevées sur les stations à Aprons

	Substance ou groupe de substances prioritaires
Substances prioritaires dangereuses	Cadmium
	Mercure
	HAP
	Lindane (HCH- γ)
Substances prioritaires	Plomb
	Nickel
	Atrazine

Les mesures prises par le Parlement Européen visent à faire cesser les émissions, rejets et pertes dans l'environnement aquatique, des substances prioritaires dangereuses (Tableau XVIII). Cependant des substances comme le cadmium, le mercure et les HAP, les concentrations dans le milieu aquatique ne pourront jamais atteindre 0 puisque ces substances sont générées par des processus naturels. Les mesures visent à faire cesser les émissions, rejets et pertes des substances dangereuses prioritaires provenant de l'activité humaine.

Ces sept substances ou groupe de substances sont les plus dangereux pour le peuplement aquatique parmi ceux détectés sur les stations à Aprons. Cependant les seuils de qualité du SEQ-Eau comme la sélection des substances de la liste prioritaires ont été réalisés à partir de données écotoxicologiques de trois niveaux trophiques (algues/plantes, invertébrés, poissons). Par conséquent, les substances sélectionnées peuvent avoir un effet toxique pour les trois niveaux trophiques ou bien pour un seul. Il n'est donc pas certains que la toxicité de ces substances concerne le peuplement piscicole.

De plus, il reste une inconnue de taille pour ces substances : leur biodisponibilité. Si ces substances dangereuses sont présentes à forte concentration dans le sédiment, elles ne sont pas pour autant disponibles et par conséquent toxiques pour la faune ou la flore aquatique. A l'inverse d'autres substances présentes à faible concentration, inférieures parfois au seuil de détection peuvent malgré cela avoir un effet néfaste pour le peuplement piscicole si ces substances sont facilement disponibles de façon directe ou par l'intermédiaire de la chaîne alimentaire si elles sont bioaccumulables. Afin de mettre en évidence la biodisponibilité de chacune de ces substances pour le peuplement piscicole et plus particulièrement l'Apron il serait nécessaire de réaliser des dosages de ces substances dans le muscle, les reins, la bile et le foie des aprons présents sur chacune de ces stations. Mais ceci n'est pas envisageable pour cette espèce. En revanche l'étude de la biodisponibilité de ces substances pourrait être réalisée sur une espèce utilisant la même niche écologique et ayant si possible le même régime alimentaire.

Conclusion

L'analyse du jeu de données disponibles n'a pas permis de mettre en évidence un lien entre la présence (ou absence) de l'Apron et les teneurs en substances toxiques (micropolluants minéraux, organiques et pesticides) qui sont suivis dans le cadre du RNB.

Ce résultat peut être lié au manque de robustesse des données ou à la faible sensibilité de l'espèce vis-à-vis de ces substances toxiques par rapport à d'autres paramètres de qualité du cours d'eau. Ces autres paramètres peuvent être des paramètres d'habitat (hauteur d'eau, granulométrie, colmatage, vitesse d'eau...), de qualité physico-chimique, de qualité biologique (disponibilité trophique en invertébrés aquatiques), ou la présence d'autres substances toxiques qui n'ont pas pu être étudiées dans le cadre de cette étude (comme des perturbateurs endocriniens ayant un impact sur la reproduction et la dynamique de population).

Afin d'approfondir l'étude, il serait nécessaire de réaliser des tests écotoxicologiques de façon à établir des seuils de toxicité pour les substances considérées dangereuses pour le peuplement aquatique et présentes au niveau des stations à Aprons. Les données expérimentales obtenues (CL50, NOEC, LOEC) permettraient de définir une concentration prédite sans effet (PNEC) qui serait comparée à celle utilisée par le SEQ-Eau ou à celle d'une autre espèce testée parallèlement. Pour les substances étudiées, des classes de qualité spécifique à l'Apron pourraient être déterminées. Cependant, la réalisation de ces tests nécessite des individus sauvages ou nés en captivité. Etant donné le statut de l'espèce, il n'est pas envisageable de prélever des individus dans un simple but expérimental. Ces tests écotoxicologiques pourront donc avoir lieu seulement lorsque les essais de reproduction artificielle, réalisés dans les aquarium de Besançon et du Bourget, seront un succès.

L'étude a cependant révélé une légère tendance de l'espèce à occuper des stations présentant une faible teneur en HAP. Mais celle-ci n'est cependant pas assez marquée pour pouvoir affirmer une telle relation qui ne présenterait pas obligatoirement de causalité sous-jacente.

L'analyse des classes de qualité de l'eau, fournies par SEQ-Eau, sur les sites à Aprons, a montré la présence de 24 substances pouvant présenter un risque de toxicité pour l'Apron :

- des métaux : le cadmium, le mercure, le chrome, le zinc, le plomb, le nickel et l'arsenic
- des micropolluants organiques : le toluène et les HAP,
- des pesticides : l'atrazine, la terbuthylazine, le lindane (HCH-gamma).

Un suivi plus régulier des substances dangereuses, choisies parmi ces 24 substances, semble indispensable afin de compléter le jeu de données existant. Ce suivi pourrait être intégré à l'Observatoire prévu au programme Life Apron II. Les données ainsi recueillies pourraient permettre de conforter les tendances observées dans cette étude. Ainsi le suivi des densités d'Aprons sur les stations de l'Observatoire par le Conseil Supérieur de la Pêche couplé au suivi des concentrations de certaines substances dangereuses offriront un jeu de données plus robuste que celui analysé ici et permettront probablement d'obtenir des résultats plus concluants.

L'Apron peut être une espèce particulièrement sensible à certaines substances présentes dans le sédiment en raison de son caractère benthique et de son régime alimentaire. A la différence de nombreuses espèces, il vit en contact permanent avec le substrat. Pour cette

raison, il apparaît plus exposé aux contaminations par certaines substances contenues dans le sédiment. De plus, il peut être soumis à une contamination indirecte via son régime alimentaire composé d'invertébrés benthiques tels que trichoptères, éphéméroptères et diptères (Cavalli *et al.*, 2003). Des phénomènes toxiques dans le sédiment peuvent également être à l'origine d'une modification du peuplement d'invertébrés benthiques et ainsi appauvrir la diversité des proies disponibles pour l'Apron. Ceci pourrait avoir des effets sur le développement, la reproduction et la sensibilité des individus à certains agents pathogènes.

L'analyse des peuplements d'invertébrés sur les sites à Aprons et les sites où l'espèce a récemment disparu nous paraît nécessaire pour compléter cette étude. Ce descripteur apporterait des indications sur la disponibilité trophique. Couplé à une analyse de la composition des peuplements piscicoles, il constituerait aussi un indicateur du fonctionnement écologique du cours d'eau.

Références bibliographiques

Cavalli L., Pech N., Chappaz R. (2003) – Diet and growth of the endangered *Zingel asper* in the Durance River. Journal of fish Biology **63** 460-471

Doonaert B., Pichard A. (2003) - Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques : Evaluation de la relation dose-réponse pour des effets cancérigènes : Approche substance par substance (facteurs d'équivalence toxique – FET) et approche par mélanges. Rapport INERIS. 64p.

Le Goff F. (2004) - Guide base de données environnementales : caractérisation des données. Rapport INERIS. 18p.

MEDD et Agences de l'eau (2003) : Système d'Evaluation de la Qualité de l'eau des cours d'eau. Rapport de présentation SEQ-Eau (Version 2). 106p.

Parlement Européen (2001) - Décision n°2455/2001/CE du Parlement Européen et du Conseil du 20 novembre 2001 établissant la liste des substances prioritaires dans le domaine de l'eau et modifiant la directive 2000/60/CE. Journal officiel des Communautés européennes.

Pradelle S. (2005) – Evaluation des facteurs limitant le développement de population d'Aprons du Rhône (*Zingel asper*) sur la basse rivière d'Ain : Outil pour la préservation de l'espèce. Rapport Syndicat de la basse vallée de l'Ain. 39p.

R.N.F. (2001) - Guide de gestion pour la conservation de l'Apron du Rhône. Programme Life-Nature. Réserves Naturelles de France. 80p.

Roche P. (08/2005) - Connaissance des populations d'Apron du Rhône (*Zingel asper*) : Prospections et suivi annuel 2004. Rapport CSP. 18p.

Roche P., Iseli A., Robin M. (11/2005) - Connaissance des populations d'Apron du Rhône (*Zingel asper*) : Situation de l'espèce dans la Cèze et le Gard. Rapport CSP. 9p.

Roche P., Iseli A., Gelibert P. (12/2005) - Connaissance des populations d'Apron du Rhône (*Zingel asper*) : Situation de l'espèce dans la Drôme, le Roubion, l'Aigue et l'Ouvèze. Rapport CSP. 17p.

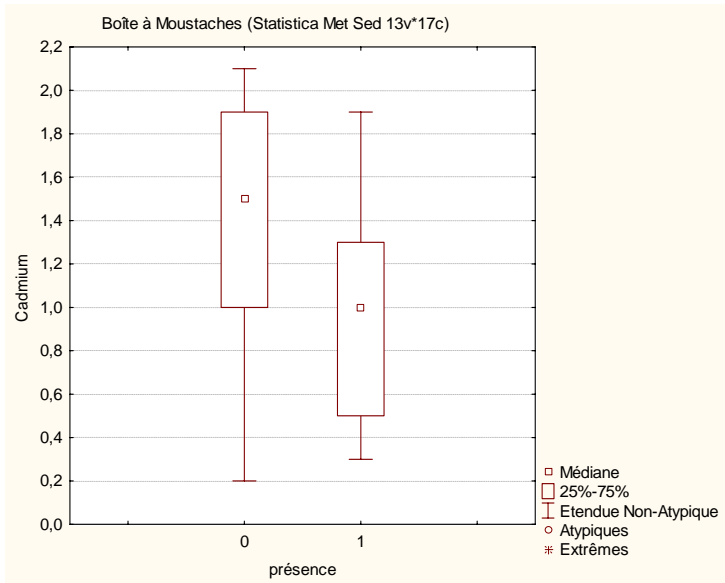
Roche P. (01/2006) - Connaissance des populations d'Apron du Rhône (*Zingel asper*) : Prospections et suivi annuel 2005. Rapport CSP. 18p.

Roche P., Niveau M. (01/2006) - Connaissance des populations d'Apron du Rhône (*Zingel asper*) : Situation de l'espèce dans le Verdon. Rapport CSP. 12p.

ANNEXES

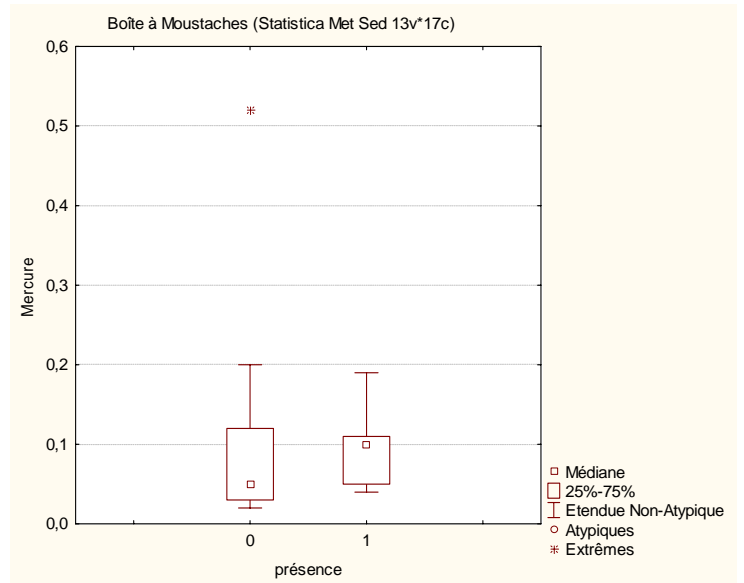
ANNEXE 1

Distribution des concentrations maximales observées en micropolluants minéraux dans le sédiment

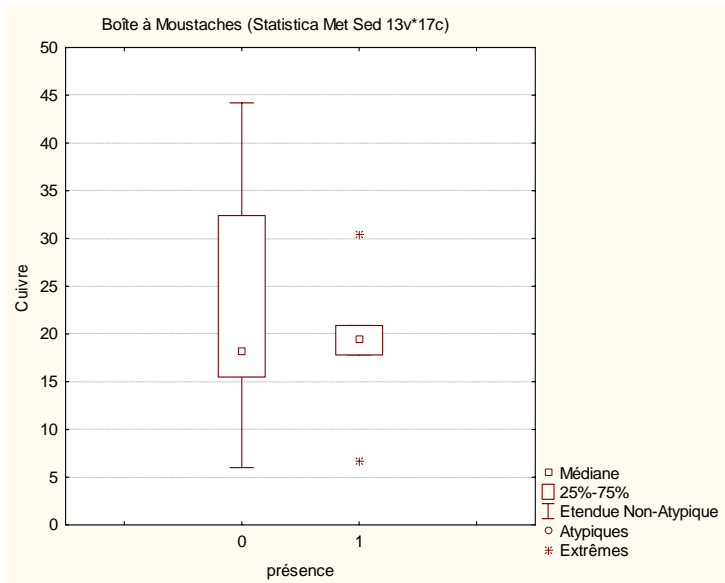


Boîtes à moustaches des concentrations maximales observées en cadmium dans le sédiment pour les stations avec et sans Apron.

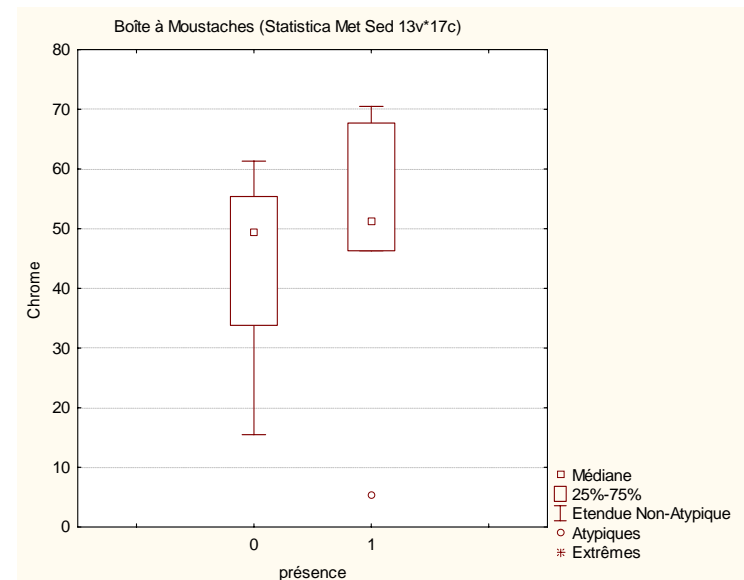
Boîtes à moustaches des concentrations maximales observées en mercure dans le sédiment pour les stations avec et sans Apron.

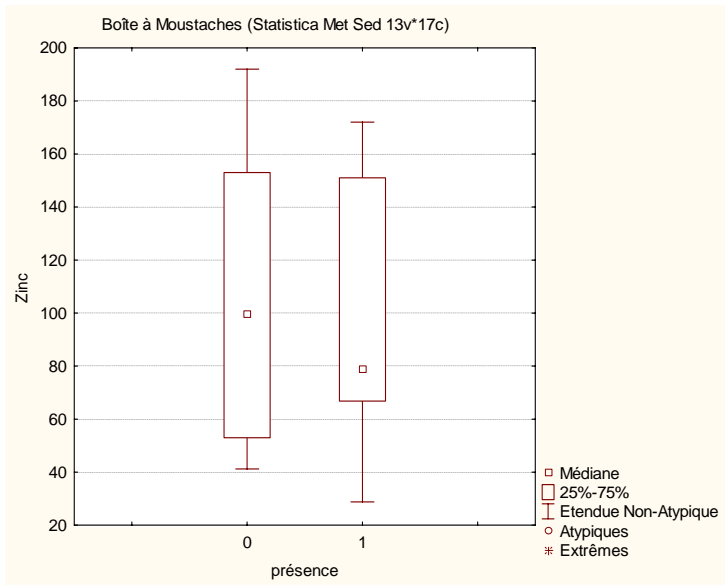


Boîtes à moustaches des concentrations maximales observées en cuivre dans le sédiment pour les stations avec et sans Apron.



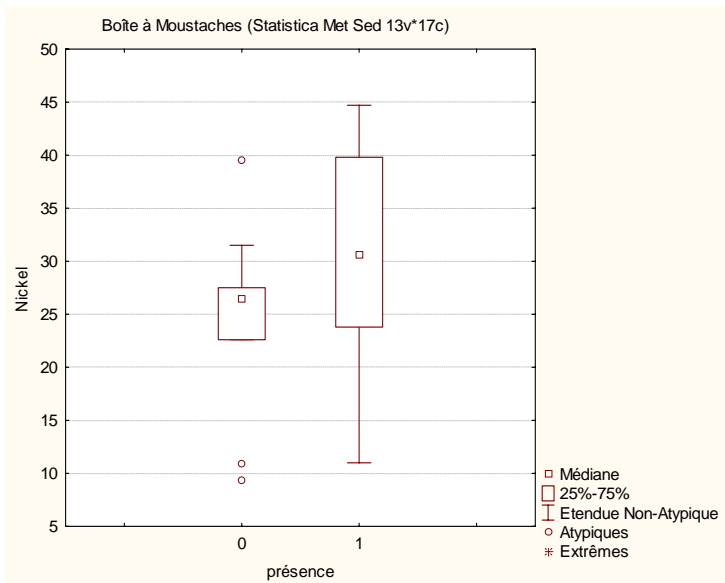
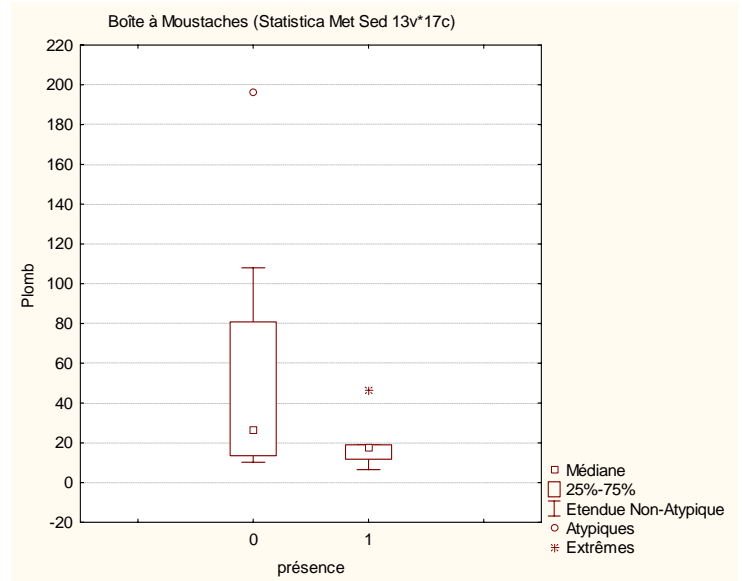
Boîtes à moustaches des concentrations maximales observées en chrome dans le sédiment pour les stations avec et sans Apron.





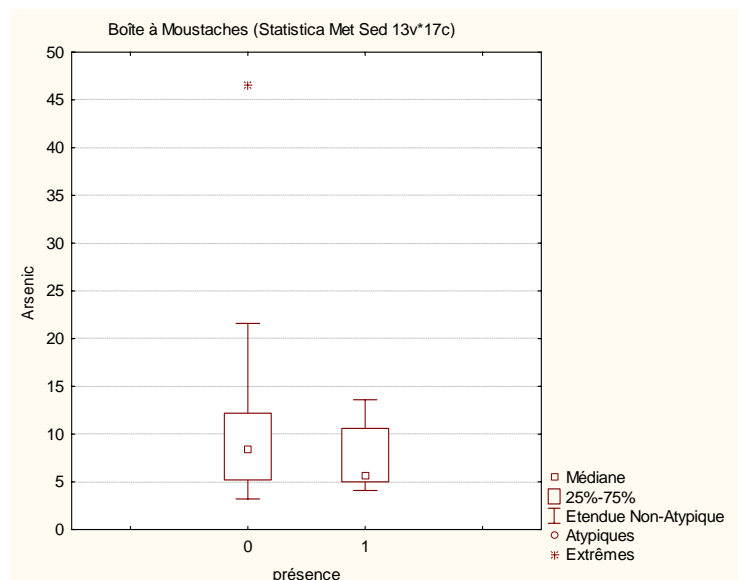
Boîtes à moustaches des concentrations maximales observées en zinc dans le sédiment pour les stations avec et sans Apron.

Boîtes à moustaches des concentrations maximales observées en plomb dans le sédiment pour les stations avec et sans Apron.



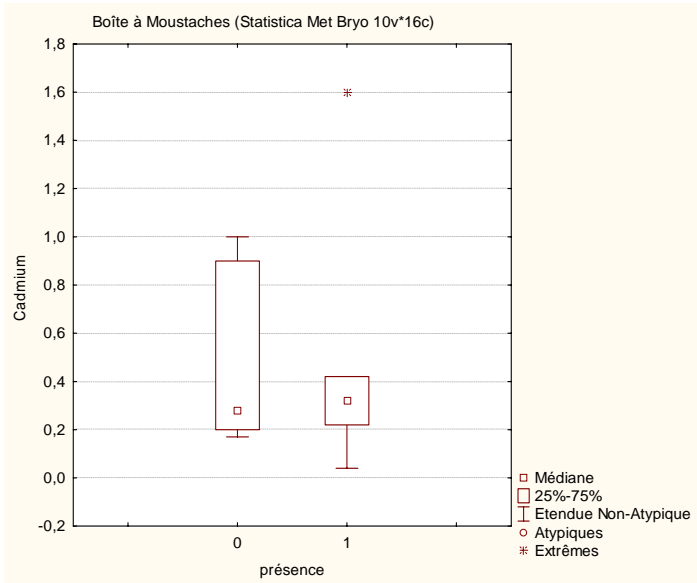
Boîtes à moustaches des concentrations maximales observées en nickel dans le sédiment pour les stations avec et sans Apron.

Boîtes à moustaches des concentrations maximales observées en arsenic dans le sédiment pour les stations avec et sans Apron.



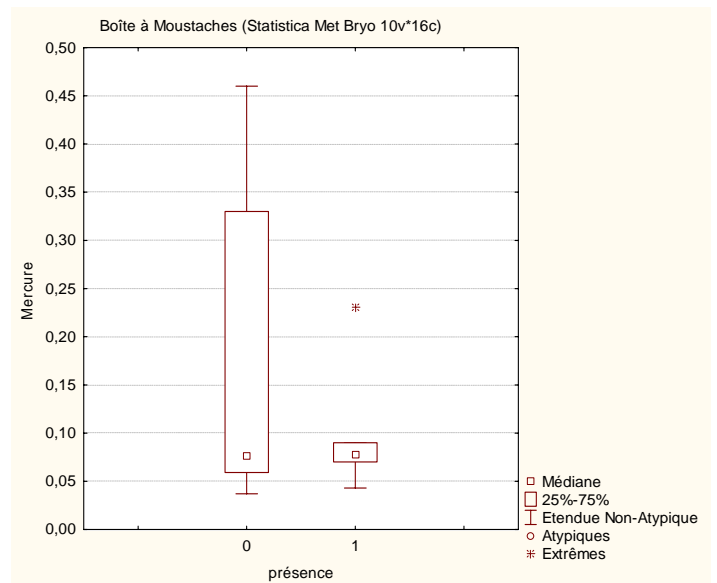
ANNEXE 2

Distribution des concentrations maximales observées en micropolluants minéraux sur bryophytes

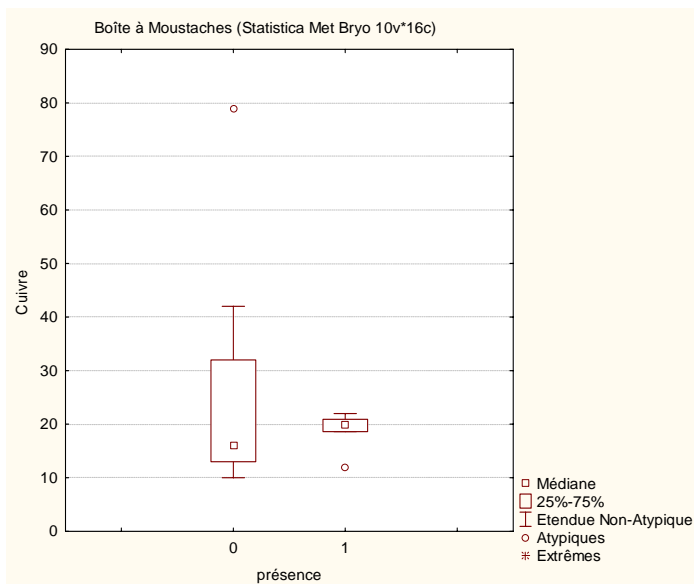


Boîtes à moustaches des concentrations maximales observées en cadmium sur bryophytes pour les stations avec et sans Apron.

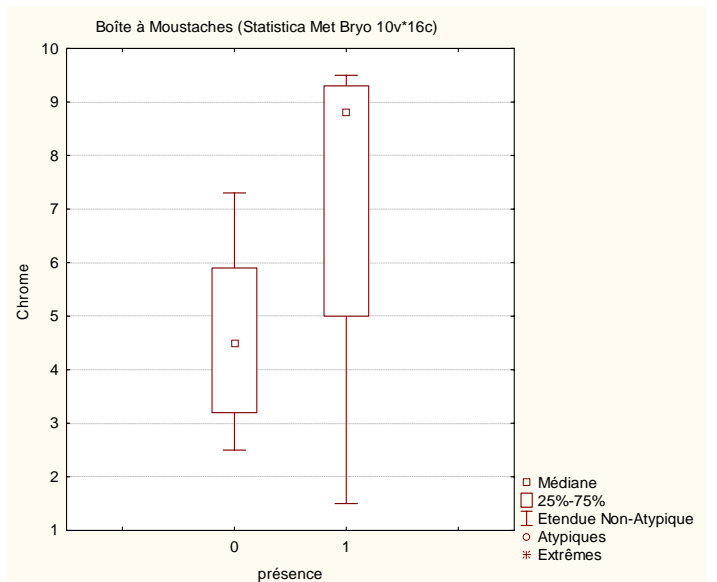
Boîtes à moustaches des concentrations maximales observées en mercure sur bryophytes pour les stations avec et sans Apron.



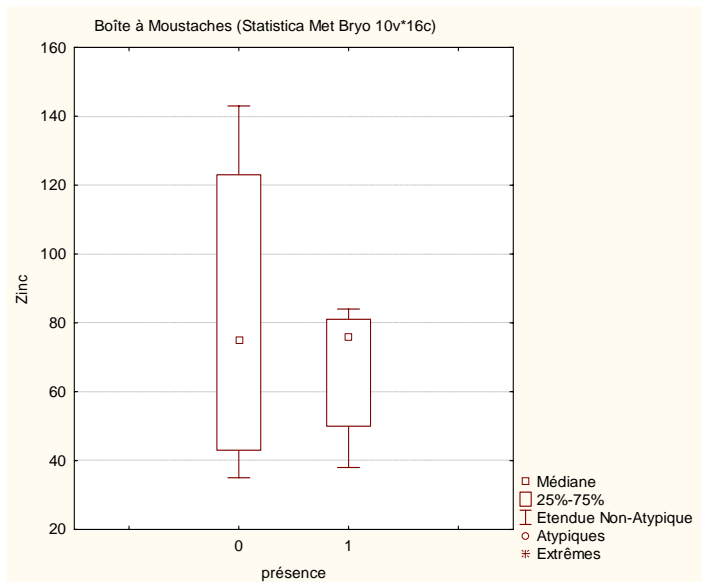
Boîtes à moustaches des concentrations maximales observées en cuivre sur bryophytes pour les stations avec et sans Apron.



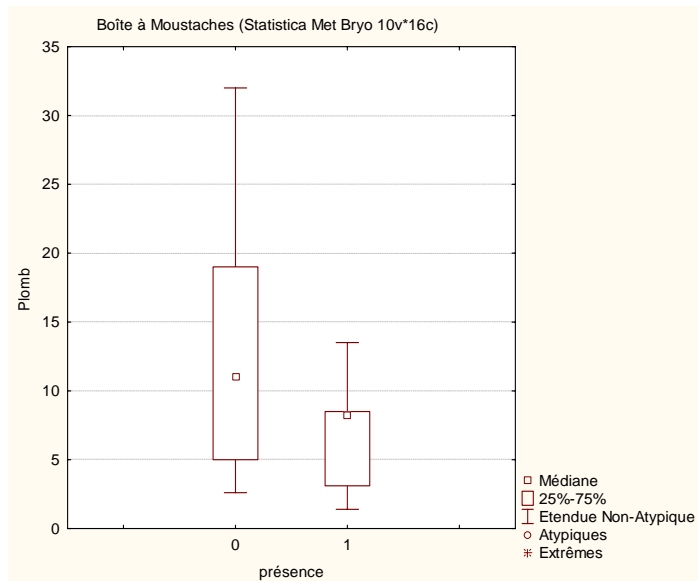
Boîtes à moustaches des concentrations maximales observées en chrome sur bryophytes pour les stations avec et sans Apron.



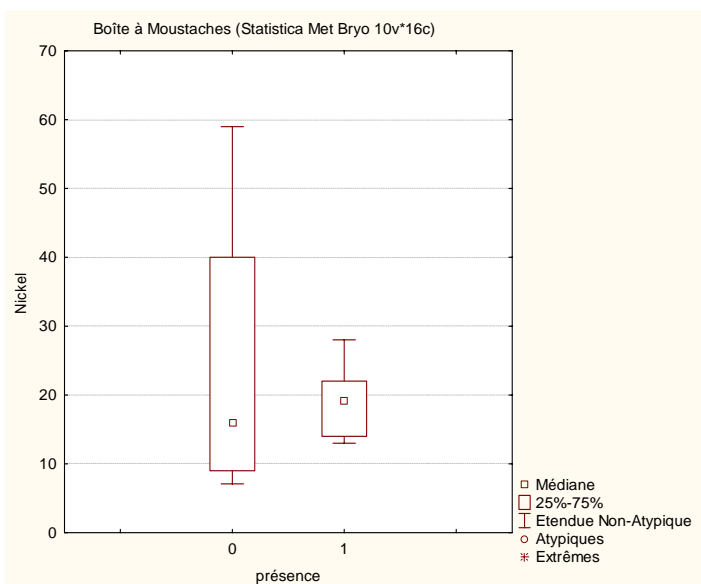
Boîtes à moustaches des concentrations maximales observées en zinc sur bryophytes pour les stations avec et sans Apron.



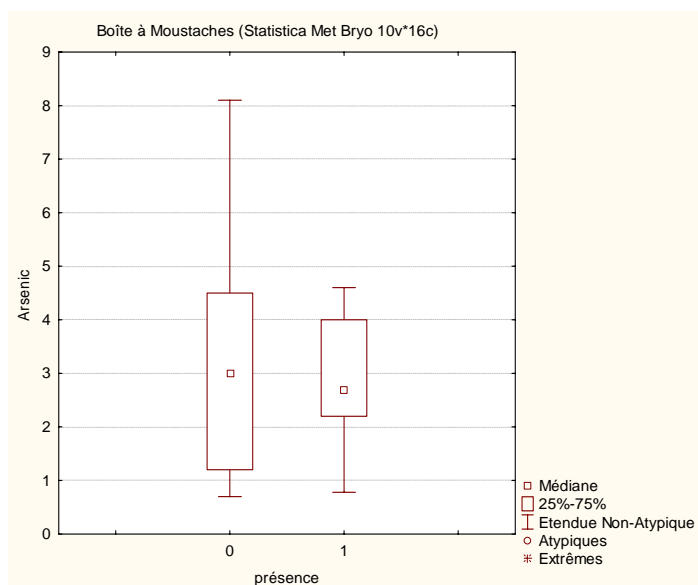
Boîtes à moustaches des concentrations maximales observées en plomb sur bryophytes pour les stations avec et sans Apron.



Boîtes à moustaches des concentrations maximales observées en nickel sur bryophytes pour les stations avec et sans Apron.



Boîtes à moustaches des concentrations maximales observées en arsenic sur bryophytes pour les stations avec et sans Apron.



ANNEXE 3

Résultats de la recherche bibliographique

Voici les résultats de la recherche réalisée sur la base de données ECOTOX : dans un premier temps pour les espèces du genre *Zingel* et dans un second temps pour les différentes espèces de percidés.

Espèces proches de *Zingel asper*

Genre (*Zingel*)

Aucune donnée écotoxicologique n'étant disponible sur l'apron (*Zingel asper*), les recherches bibliographiques se sont orientées sur les espèces proches de l'Apron. Dans un premier temps, ses recherches concernent le genre (*Zingel*) qui est représenté par quatre espèces :

- *Zingel asper*
- *Zingel balcanicus*
- *Zingel streber*
- *Zingel zingel*

La base de données de l'U.S. E.P.A. ne présente pas plus de données écotoxicologiques pour les trois autres espèces du genre *Zingel* que pour l'Apron. Il est donc nécessaire de rechercher les tests écotoxicologiques réalisés sur des espèces de la même famille que l'Apron.

Famille (*Percidés*)

La famille des Percidés est représentée par dix genres et 204 espèces :

- *Ammocrypta* (6 espèces)
- *Crystallaria* (1 espèce)
- *Etheostoma* (139 espèces)
- *Gymnocephalus* (4 espèces)
- *Perca* (3 espèces)
- *Percarina* (1 espèce)
- *Percina* (40 espèces)
- *Romanichthys* (1 espèce)
- *Sander* (5 espèces)
- *Zingel* (4 espèces)

Parmi ces 204 espèces, seules 14 sont représentées dans la base de données ECOTOX.
Genre par genre :

- *Ammocrypta* : aucune des 6 espèces n'est présente dans la base ECOTOX.
- *Crystallaria* : la seule espèce du genre n'est pas présente dans la base de données.
- *Etheostoma* : 7 espèces présentes sur les 139 : *E. caeruleum*, *E. spectabile*, *E. exile*, *E. flabellare*, *E. nigrum*, *E. fonticola*.

- Gymnocephalus : une seule espèce présente sur les 4 : *G. cernuus*.
- Perca : 2 espèces présentes sur les 3 : *P. flavescens*, *P. fluviatilis*.
- Percarina : la seule espèce du genre n'est pas présente.
- Percina : 1 espèce présente sur les 40 du genre : *P. caprodes*.
- Romanichthys : la seule espèce du genre n'est pas représentée.
- Stizostedion : 3 espèces présentes sur les 5 : *S. vitreus*, *S. canadensis*, *S. lucioperca*.
- Zingel : aucune espèce présente sur les 4.

Dans cette même base de données, sur les 68 substances détectées en première partie de cette étude, seulement 5 d'entre elles ont été testées chez certains percidés :

- le cadmium, le cuivre, le plomb et le zinc ont été testés chez *Perca flavescens*. Pour ces quatre micropolluants minéraux, le seul effet mesuré est l'accumulation dans l'organisme et non les conséquences de ces substances sur l'organisme.
- les tests réalisés sur le mercure chez *Etheostoma spectabile* ont permis de mettre en évidence des concentrations létales pour cette espèce.

Les seuils de toxicité mis en évidence pour le mercure sont néanmoins les seuls établis pour l'ensemble des 68 substances et sur les 204 espèces de la famille des percidés. Cette première partie de la recherche bibliographique n'est donc pas très concluante, même après avoir élargi les recherches à la famille des percidés. Il est par conséquent impossible :

- d'avoir une idée de la sensibilité de l'apron aux différentes substances toxiques observées dans le milieu,
- de définir la sensibilité relative des percidés par rapport aux autres familles piscicoles.

Cette base de données peut néanmoins permettre de rechercher les seuils de sensibilité de différentes espèces piscicoles aux 68 substances retenues. Pour la suite de cette étude, nous serons dans l'obligation de raisonner en terme de peuplement piscicole puisque quasiment aucune de ces substances n'a été testée sur des espèces de la famille des percidés.

Peuplement piscicole

Les seuils de sensibilité aux substances détectées dans le milieu n'ont pu être déterminés ni pour l'Apron ni pour des espèces proches (du même genre ou de la même famille). En revanche la plupart des substances retenues ont été testées sur des espèces appartenant à d'autres familles piscicoles. Pour essayer de mettre en évidence le risque toxique présenté par les substances détectées, la dernière solution envisagée est de comparer les concentrations maximales relevées dans le milieu aux seuils de toxicité moyens observés pour différentes espèces piscicoles.

A partir des différentes espèces étudiées et présentes dans la base ECOTOX, nous rechercherons pour chacune des 68 substances, la concentration à partir de laquelle un effet toxique est observé sur le peuplement piscicole. Nous retiendrons pour cela, l'espèce la plus sensible à la substance recherchée.

Les tests écotoxicologiques peuvent mesurer différents effets sur les organismes. Pour de très fortes concentrations (toxicité aiguë) la mort peut être immédiate. Pour des concentrations un peu moins élevées (toxicité subaiguë ou chronique), elle peut être différée

et pour des concentrations moindres, on peut observer des effets sur la croissance et la reproduction. Ces conséquences *démoécologiques* peuvent donc avoir des conséquences importantes sur la dynamique et par conséquent sur la viabilité de certaines populations. La toxicité aiguë d'une substance peut être exprimée par la concentration qui entraîne la mort de 50% de la population (CL50) suite à une exposition donnée de 24, 48 ou 96 heures... Nous travaillerons uniquement sur les données de toxicité aiguë (exposition à une substance toxique sur de courtes durées) puisque les valeurs maximales retenues pour cette étude sont des données ponctuelles.

Nous rechercherons pour chacune de ces substances, les valeurs des CL50 (aiguës) établies pour différentes espèces du peuplement piscicole. L'objectif sera alors de comparer la gamme de CL50 obtenues aux concentrations observées sur les différentes stations de suivi.

Les recherches réalisées sur la base de données ECOTOX ont permis de relever des CL50 pour de nombreuses substances sur différentes espèces piscicoles des rivières françaises ou étrangères. Cependant les nombreux résultats de cette base de données proviennent d'auteurs différents ayant réalisé leurs études dans des conditions différentes, avec des modes d'exposition différents, des stades biologiques différents et une physico-chimie de l'eau différente. C'est pourquoi les CL50 déterminées pour une même substance et une même espèce peuvent être très variables selon les auteurs. Les CL50 peuvent présenter des rapports de 1 à 10 (pour un même auteur), voire de 1 à 2000 (pour des auteurs différents), comme le prouve l'exemple suivant.

Les tests de toxicité du cuivre réalisé sur un cyprinidé nord-américain (Pimephales promelas) déterminent pour une exposition de 96 heures, une CL50 comprise entre 1600 et 20000 µg/L pour des températures moyennes respectives de 6,5°C et 21°C (W.A. Brungs et al., 1976).

De leur côté pour la même espèce et la même substance, R.C. Playle et al. (1993) observent une CL50 comprise entre 9,4 et 115 µg/L pour une exposition de 96 heures également.

Etant donné la forte variabilité existante dans la détermination des CL50 chez une même espèce, il semble très difficile de pouvoir comparer la sensibilité de différentes espèces entre elles mais également de classer ces substances par ordre de dangerosité. Il serait également très délicat de comparer les concentrations observées dans le milieu naturel à une gamme de concentrations aussi large d'autant plus que se pose le problème du compartiment analysé. En effet, les tests écotoxicologiques présentent des résultats pour des concentrations dans l'eau tandis que pour le suivi des stations, nous avons retenu les concentrations mesurées dans le sédiment. Ces deux unités ne sont pas comparables et pour les métaux en particulier, il n'existe pas de relation permettant d'extrapoler la concentration dans le compartiment sédimentaire à partir celle observée dans l'eau ou inversement.

Ainsi, les données recueillies sur le terrain ne permettent pas de déterminer directement parmi les substances détectées, celles qui présentent le plus grand risque pour le peuplement piscicole et plus particulièrement l'Apron.

la température de
de
 $Q_s = h \cdot A_b \cdot [\theta$

duit $[\beta \cdot s$

B

$$DM = \int \varepsilon_s$$

kg / s

inge kg / s
 m^2

nt remplace pa

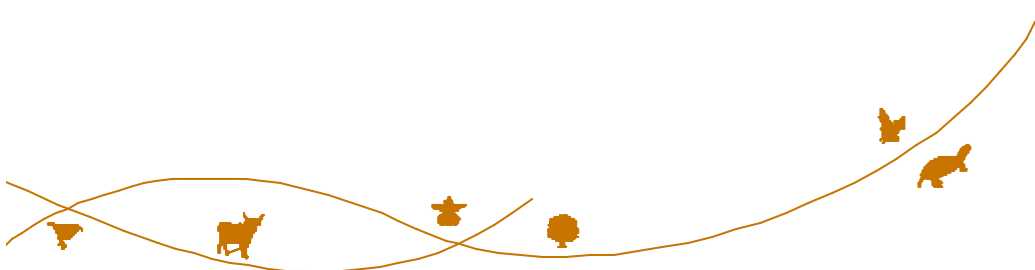


Direction générale
Parc de Tourvoile
BP 44, 92163 Antony cedex
Tél. 01 40 96 61 21 – Fax 01 40 96 62 95
Web : <http://www.cemagref.fr>

Responsable de l'étude



Avec le soutien de



réseau
des conservatoires
d'espaces naturels
de Rhône-Alpes