



Mieux connaître le Rhône

La source du Rhône

Le Rhône prend sa source en Suisse, à 1 753 m d'altitude, au Glacier de la Furka, dans le massif alpin du Saint- Gothard. Ce glacier valaisan, qui culmine à plus de 3 600 m, s'étend sur près de neuf kilomètres de long, a une superficie de 17 km² et un volume de 2,6 milliards de m³. Comme la plupart de ses congénères alpins, le glacier du Rhône a fortement régressé depuis cent cinquante ans, essentiellement en raison de la fonte estivale non compensée par les apports neigeux hivernaux. Son recul est estimé à plus de deux kilomètres depuis 1850.



Source du Rhône, glacier de la Furka (© Photothèque CNR).

Les différentes entités du fleuve

Le Rhône peut être divisé en cinq entités hydrographiques aux reliefs et aux climats distincts :



- **Le Rhône alpestre**, de sa source au Léman, est un torrent qui parcourt 165 km dans une vallée encaissée entre les Alpes Bernoises au Nord et les Alpes Pennines du Valais. Son bassin versant, de 5 220 km² à l'entrée du Léman, est remarquable par son relief élevé et accidenté. Plus de la moitié de la surface drainée se situe au-dessus de 2 100 m d'altitude. La pente moyenne est forte (0,9 % ou 9 m/km). À la sortie du Léman, l'altitude du Rhône est de 370 m et la surface drainée de 8 000 km².
- **Le Haut Rhône français**, du Léman à la Saône, dans un parcours sinueux de 210 km, traverse les massifs du Jura et des Préalpes avant de rejoindre la plaine de l'Ain. Son bassin est de 12 300 km² et sa pente moyenne de 0,1 % (1 m/km). Sur ce tronçon, le fleuve rencontre une succession de gorges étroites (défilés de Bellegarde et de Yenne), et de plaines aux champs d'inondation étendus (marais de Chautagne et Lavours, plaine de Yenne). Le Lac du Bourget, plus grand lac naturel français, draine un bassin de 560 km² et se déverse dans le Rhône par le canal de Savières. Le cours de cet émissaire s'inverse lors des crues du fleuve de sorte que le lac participe ainsi à leur atténuation.
- **Le Rhône Moyen**, de la Saône à l'Isère, parcourt 110 km et draine un bassin de 46 150 km². À Lyon, le fleuve se heurte à la barrière rocheuse du Massif Central

qui l'oblige à modifier la direction de son cours suivant un axe Nord-Sud qu'il ne va plus quitter jusqu'à la mer. Il longe alors le Massif Central et les Préalpes. Dans ce tronçon, la pente moyenne s'abaisse à 0,05 % (0,5 m/km).

- **Le Rhône Inférieur**, de l'Isère à l'amont du delta, draine un bassin de 29 150 km² soumis au climat méditerranéen. Son cours, long de 160 km, est une suite de défilés et de plaines alluviales qui respecte l'axe d'écoulement rectiligne Nord-Sud imposé par les massifs qui l'encadrent. La pente moyenne est de 0,06 % (0,6 m/km).
- **Le delta** à hauteur d'Arles où le fleuve se sépare en deux bras qui enserrant la plaine de la Camargue. Le petit Rhône, de direction Sud-Ouest, rejoint la Méditerranée 40 km plus loin dans le golfe de Beaucaire. Le Grand Rhône s'oriente au Sud-Est pour déboucher dans la mer près de Fos. Ces deux bras présentent des pentes très faibles de l'ordre de 0,004 % (4 cm/km). En Méditerranée, le delta du Rhône est par sa superficie (500 km²) en deuxième position derrière le delta du Nil, 15 fois plus vaste (24 000 km²).

Le lac Léman

Le Lac Léman est la plus grande masse d'eau douce d'Europe avec un volume de 89 km³. Il s'étend sur 70 km pour une surface de 582 km². Douze années sont nécessaires pour que les eaux du lac se renouvellent complètement.

Le Léman a deux influences majeures sur le Rhône :

- La décantation des eaux alpêtres chargées en sédiments ;
- La modulation des débits par l'amortissement des crues estivales et le soutien des étiages hivernaux.

Quatre affluents majeurs

Quatre affluents français drainent 60 % du bassin rhodanien :



Embouchure du Grand Rhône (D. Pignatelli/CNRS)



- **L'Ain**, affluent jurassien, est le principal tributaire du Haut Rhône. Il prend sa source à 700 m d'altitude en Franche-Comté, et draine sur 195 km la partie occidentale du Jura méridional. Son bassin montagneux (3 750 km²) est soumis aux pluies océaniques. La pente moyenne du lit est de 0,2 %.
- **La Saône**, longue de 480 km, est la première rivière de France par la superficie de son bassin versant, de près de 30 000 km². Elle draine le revers sud-ouest des Vosges et les plateaux jurassiens, à l'ouest le rebord oriental du Massif Central, enfin la plaine bressane dans sa partie centrale. La pente moyenne du lit est faible (0,02 %).
- **L'Isère**, affluent alpestre de la rive gauche, prend sa source à 2 990 m d'altitude et draine sur 11 800 km² les hauts reliefs des Alpes, des Préalpes et du sillon alpin. Elle rejoint le Rhône au Nord de Valence après avoir parcouru 290 km.
- **La Durance** longue de 305 km, affluent préalpin, draine un bassin montagneux de 14 300 km² soumis au climat méditerranéen. La pente moyenne du lit est forte (0,6 %).

Les affluents secondaires

Les affluents secondaires du Rhône sont regroupés en quatre familles aux caractéristiques hydrographiques variées :

- **Affluents suisses.** Ce sont de petits torrents alpestres alimentés en été par les glaciers et la fonte nivale.
- **Affluents du Haut Rhône :**
 - L'Arve, seul affluent alpestre en aval du Léman, draine les eaux du Mont Blanc et de terrains de nature variée.
 - Les affluents jurassiens de la rive droite (Valserine, Usses et Séran) ont des bassins de petite taille par rapport à celui de l'Ain.
 - Les affluents préalpins de la rive gauche (Fier et Guiers) ont des bassins montagneux essentiellement perméables mais dont les fortes pentes favorisent le ruissellement.
- **Affluents du Rhône moyen.** Ces cours d'eau ont des réseaux hydrographiques peu étendus du fait de la proximité des contreforts montagneux du Massif Central et des Préalpes. Leur apport en eaux est négligeable, excepté en crue.
- **Affluents méridionaux :**
 - Les affluents cévenols (Eyrieux, Ardèche, Cèze et Gard) drainent les bassins accidentés du rebord oriental du Massif Central, aux roches dures et imperméables. Par leur orientation et leur hauteur, les Cévennes font écran aux pluies méditerranéennes à l'origine des crues cévenoles violentes.
 - Les affluents préalpins méridionaux (Drôme, Aigues et Ouvèze) descendent des Préalpes du Sud et sont soumis aux pluies méditerranéennes. Ils drainent des terrains moins imperméables et aux reliefs plus modérés que ceux des Cévennes.

QUELQUES CHIFFRES				
Fleuve	Surface du bassin (km ²)	Longueur (km)	Débit moyen (m ³ /s)	Débit spécifique (l/s/km ²)
Rhône	96500	810	1700	17,6
Amazone	6150000	6570	200000	32,5
Nil	3400000	6690	2800	0,82
Mississippi	3238000	3780	20000	6,17
Danube	801500	2870	6500	8,11
Rhin	185000	1320	2200	11,9

Sur le territoire français, le Rhône est par ses dimensions le deuxième fleuve du pays derrière la Loire (117000 km², 1000 km, 900 m³/s) et il dépasse de peu la Seine (78650 km², 775 km, 400 m³/s), mais nettement la Garonne (55000 km², 645 km, 650 m³/s).



Quelques chiffres

Ce qu'il faut retenir

La composante alpestre suisse représente 10 % de la superficie du bassin rhodanien. La Saône draine le seul bassin de plaine. Son bassin représente 30 % de la superficie totale.

Le Rhône est remarquable par sa composante montagnarde au relief élevé et accidenté. Elle conditionne les facteurs climatiques et hydrologiques du bassin.

Ses principaux affluents sont soumis à des influences climatiques variées : océaniques et méditerranéennes dont les effets sur les crues sont différents.

Les pentes élevées du lit du Rhône et de ses affluents sont fortes.

L'eau du Rhône est-elle propre ?

La qualité d'un fleuve ou d'une rivière est une notion difficile à appréhender. Qualité pour qui, pour quoi ? Certains s'intéressent à l'aspect sanitaire au regard de la baignade ou des besoins en eau potable, d'autres à la valeur paysagère, d'autres encore à la vie aquatique et à la pêche, avec des critères d'appréciation différents selon qu'on porte l'attention sur la quantité de prises de poissons ou sur la capture d'espèces recherchées.

Des altérations et perturbations variées



Prélèvements de faune de fond a Vernaison

La pollution est définie au sens large comme une altération du fait de l'homme, entraînant des effets nuisibles. Elle n'est pas limitée au seul aspect physico-chimique et à la présence ou non de substances indésirables apportées par les rejets d'égouts et les ruissellements diffus d'eaux sales. D'autres perturbations, liées aux conditions d'écoulement des cours d'eau (retenues, dérivations, prélèvements d'eau...) ou d'habitat pour les organismes aquatiques (artificialisation du lit et des berges...) peuvent affecter tout autant les équilibres naturels et la qualité des écosystèmes.

Quelle qu'en soit l'origine, urbaine, industrielle, agricole, la pollution de l'eau proprement dite peut revêtir plusieurs formes, chacune avec des effets spécifiques :

- Pollution physique par les matières en suspension (MES) à l'origine de dépôts, plus ou moins nocifs selon leur composition ;
- Pollution organique consommatrice de l'oxygène, élément vital (estimée notamment par les paramètres DBO5 et DCO) ;
- Pollution nutritive par les sels d'azote (nitrates) et de phosphore (phosphates), éléments indispensables pour les végétaux mais nocifs en cas d'excès ;
- Pollution toxique, principalement par les micropolluants métalliques et organiques ;
- Pollutions diverses : bactériologique, saline, thermique, radioactive...

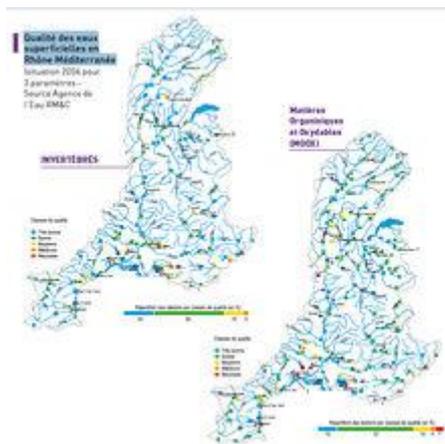


Évolution des teneurs station de chasse sur Rhône

Les pollutions dites « **classiques** » liées aux rejets domestiques et à certains apports industriels et agricoles sont à dominante organique et nutritive. Elles sont souvent associées à des pollutions bactériologiques et toxiques. Combinées aux perturbations physiques et hydrauliques, ces pollutions affectent la vie aquatique. C'est donc au travers d'une double approche, celle des facteurs d'altération eux-mêmes notamment par l'analyse chimique, et celle de leurs effets sur la biologie, que peuvent être menés les diagnostics de qualité.

- **DBO Demande Biologique en Oxygène** : consommation en oxygène des micro-organismes présents leur permettant d'assimiler les substances organiques présentes. Elle est très souvent mesurée après 5 jours à 20 °C, on parle alors de DBO 5.
- **DCO Demande Chimique en Oxygène** : Oxygène nécessaire pour la dégradation par voie chimique des substances organiques et minérales de l'eau.

Quels sont les outils d'évaluation de la qualité ?



Qualité des eaux superficielles en Rhône méditerranée

Les premières données de suivi national de la qualité des eaux et notamment du Rhône remontent à 1971. Le dispositif, repris pour l'essentiel en 1987 par le Réseau National de Bassin (RNB) et progressivement consolidé, est depuis 2007 intégré au « contrôle de surveillance » demandé par la Directive Cadre sur l'Eau (DCE) et géré par la DIREN de Bassin et l'Agence de l'Eau Rhône Méditerranée et Corse.

Basées à l'origine sur l'analyse des paramètres « classiques » de l'eau, les mesures se sont élargies à une gamme de plus en plus complète de micropolluants, selon des techniques complexes. Parallèlement, les observations biologiques, restreintes initialement à la faune invertébrée des rives (larves d'insectes, vers, mollusques...) se sont étendues aux différentes parties du fleuve et à ses divers compartiments biologiques, des algues microscopiques aux poissons.

Aujourd'hui, la surveillance s'exerce en vingt et un points : huit sur le Haut Rhône, treize sur le Rhône moyen et le Bas Rhône, auxquels s'ajoutent les points sur les affluents avant leur confluence (voir page suivante).

Ce suivi combine l'analyse de près de cinq cents paramètres chimiques dans l'eau et les sédiments (dont plusieurs centaines de micropolluants parmi lesquels les pesticides) et la détermination d'indices biologiques. Les campagnes sont effectuées mensuellement pour les analyses d'eau et à des fréquences adaptées pour les autres paramètres (prise en compte de durée de cycle biologique par exemple). Des observations sur l'état physique des milieux viennent compléter ce dispositif.

S'y ajoutent des points de contrôle « **opérationnel** » sur les secteurs présentant un risque de non atteinte des objectifs 2015 de la DCE.

Les données chimiques, basées sur des prélèvements instantanés, sont calées par les stations automatiques de prélèvement et de mesures en continu installées à Ternay (aval de Lyon) et à Arles. Cette dernière assure également un suivi de la radioactivité. L'interprétation des résultats s'appuie sur deux types distincts de référentiels exprimant sous forme de grilles ou indices, les niveaux de qualité par rapport à des seuils de valeurs. Les uns se rapportent aux usages de l'eau et indiquent l'aptitude de cette dernière à les satisfaire. Les autres s'intéressent à la qualité générale du milieu aquatique, au regard principalement de son état écologique, selon une hiérarchie à cinq niveaux ajustés sur les critères de « **bon état** » de la DCE.

D'autres mesures, non continues ou à caractère ponctuel et spécifique, effectuées dans le cadre de programmes particuliers (CNR, EDF, travaux de recherche, études de définition des programmes de restauration...), permettent d'affiner le diagnostic.

Enfin quelle est la qualité des eaux du Rhône ?



Pesticides

Du fait de la puissance de son débit, le Rhône possède une forte capacité de dilution et donc de défense vis-à-vis des rejets d'eaux usées. Doté au cours des ans d'un équipement d'épuration urbaine et industrielle de plus en plus complet, il présente aujourd'hui une bonne qualité sous l'angle de la pollution classique.

La situation est plus contrastée pour les micropolluants toxiques, sous leurs diverses formes : métaux (mercure, zinc...), pesticides et autres micropolluants organiques (PCB

par exemple), avec pour ces derniers, des préoccupations locales et plus ou moins conjoncturelles, ou générales et permanentes (HAP liés aux résidus divers de combustion, notamment). La qualité biologique, dépendante de toutes les formes de perturbation, y compris physiques, est en retrait. Correcte sur le Haut Rhône à l'exception des poissons, elle reste médiocre pour tous les organismes étudiés sur le reste du cours. Un diagnostic biologique global et précis est cependant difficile pour le Rhône à cause des limites de performances des indicateurs pour décrire la complexité des milieux dans leur diversité et du manque de références sur ce que pourrait être le fleuve en situation normale non aménagée.

Les signes de réchauffement du Rhône, autre composante de la qualité, sont également préoccupants. Sur le plan sanitaire par contre, la situation est diverse, correcte sur les sites de baignade déclarés et contrôlés du Haut Rhône, médiocre sur le Rhône moyen et aval.

Par ailleurs et bien que le Rhône ait été exempt d'évènements graves récents, les pollutions accidentelles (rejets toxiques...) ou occasionnelles (vidanges de barrages, travaux...) ont des conséquences sur les organismes vivants, qui en enregistrent les effets parfois sur des années.

Enfin, le Rhône est le premier apport fluvial à la Méditerranée ; une contamination chimique même très faible et sans effet sur sa qualité propre, peut représenter un flux très important et nocif pour le milieu marin s'il s'agit d'éléments persistants et accumulables par les organismes vivants.

Ce qu'il faut retenir

La qualité des eaux du Rhône est globalement bonne, bien meilleure que celle des autres grands fleuves français.

Pour autant des efforts importants restent à accomplir pour limiter les effets combinés et à long terme d'une micropollution toxique, relativement modérée mais indésirable.

La qualité biologique d'ensemble ne paraît encore pas à la hauteur de ce qu'elle pourrait être pour un fleuve, certes fortement aménagé, mais qui conserve de larges espaces naturels ou semi-naturels.

Les informations sont disponibles sur le site du Système d'Information sur l'Eau (SIE) du bassin Rhône-Méditerranée

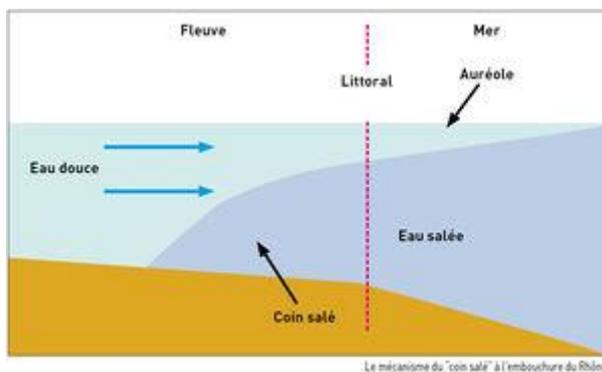
Pourquoi y a-t-il de l'eau salée dans le Rhône ?

L'eau salée de la mer remonte-t-elle dans le fleuve ?

On appelle « coin salé », « langue salée » ou encore « biseau salé » le phénomène d'intrusion d'eau marine dans le lit d'un fleuve, ce nom évoquant la forme de la masse d'eau salée.

L'eau salée a une densité supérieure à l'eau douce et s'insinue comme un coin sous celle-ci lorsqu'elle remonte en « rampant » dans le lit du fleuve. Elle remplit les fosses appelées aussi mouilles puis continue sa remontée en franchissant le seuil suivant.

Le phénomène inverse au biseau salé est l'auréole : c'est l'eau douce qui flotte sur l'eau salée au large de l'embouchure du fleuve.



Le mécanisme du coin sale a l'embouchure du Rhône

On parle de l'intrusion de l'eau salée, mais physiquement c'est l'eau du fleuve qui repousse l'eau salée. En effet, si le débit du fleuve était nul, l'eau de mer occuperait toute la partie du lit du Rhône jusqu'à la hauteur du niveau de la mer et elle remonterait jusqu'à Beaucaire.

Quels sont les facteurs qui façonnent le coin salé ?

Le facteur principal est **le débit du fleuve** : sa faiblesse favorise la remontée du coin salé. Ont ensuite une influence significative :

- La durée des bas débits du fleuve : si la baisse du débit est trop courte, le phénomène n'a pas le temps d'atteindre son extension maximale ;
- La direction et l'intensité du vent : le vent du nord favorise la remontée du coin salé car il augmente la vitesse de l'eau en surface et, à débit égal, la réduit en profondeur ;
- Le niveau de la mer, qui évolue avec la pression atmosphérique ;
- L'amplitude des marées.

Jusqu'où remonte le coin salé et pour quels débits ?

La Compagnie Nationale du Rhône (CNR) s'est intéressée depuis la fin des années 1960 à ce phénomène sur le Grand Rhône. On dispose donc d'un bon nombre d'observations.

Compte tenu de l'influence d'autres paramètres, il faut considérer les informations qui suivent avec prudence, mais on peut retenir les ordres de grandeur.

- Il faut que le débit du Rhône mesuré à Beaucaire descende au-dessous de 1 300 m³/s pour voir le coin salé amorcer sa remontée.
- Il remonte jusqu'au Sambuc (PK 303 Environ) pour des débits entre 600 et 800 m³/s.
- Il remonte jusqu'au seuil de Thibert (PK 299 environ) pour des débits entre 400 et 600 m³/s.
- Il remonte jusqu'au seuil de Terrin (PK 294 environ) pour des débits entre 300 et 600 m³/s.

La mer étant au PK 330, on voit ainsi que l'eau salée peut remonter sur 35 km dans le lit du Rhône. Pour situer la fréquence des débits qui ont été cités, il faut rappeler que l'étiage à Beaucaire (débit dépassé 355 jours/an) est de 580 m³/s et le débit moyen de 1 700 m³/s.



Le Grand Rhône et la station de mesure de salinité au PK 294,5 au seuil de Terrin
(© Photothèque CNR).



Le grand Rhône et la station de mesure de salinité

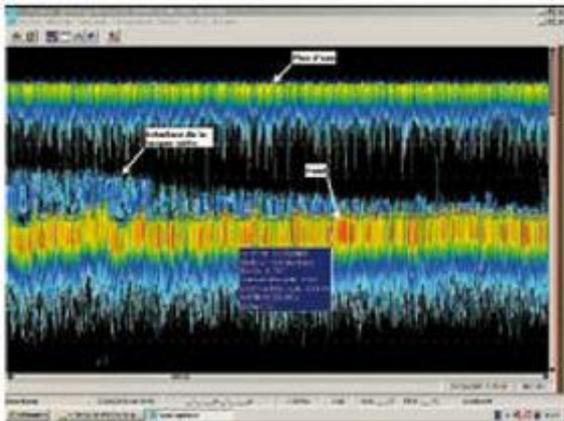
Où était le coin salé lors des étiages de 2005 et 2007 ?

Dans le cadre de l'approfondissement du chenal de navigation à travers le seuil de Terrin, un affleurement rocheux qui prolonge la Crau d'Arles, la CNR a installé à l'extrémité aval et à mi-longueur du seuil deux stations de mesure de la salinité. Pour la première fois depuis leur mise en service en 1992, ces stations ont mesuré l'arrivée de l'eau salée au mois d'août 2005. Le seuil de Terrin a été franchi pour un débit moyen journalier minimal de 406 m³/s le 15 août (période de retour supérieure à dix ans). Entre octobre et novembre 2007, le coin salé est resté 3 semaines sur le seuil sans le franchir (débit moyen journalier minimal de 370 m³/s le 11 novembre).

Comment mesure-t-on le coin salé ?

La mesure sur une verticale de la salinité de l'eau (on la mesure d'après la conductivité électrique) montre que l'interface eau douce-eau salée est nette.

La salinité de l'eau marine est d'environ 33,5 g/l. On passe de 0 à 33,5 g/l sur 2 m de hauteur et de 8 g/l à 32 g/l sur 50 cm. Il est plus rapide, depuis une embarcation équipée d'un échosondeur, d'émettre des ultrasons qui sont réfléchis par l'interface entre l'eau salée et l'eau douce. On peut ainsi remonter le fleuve et connaître la profondeur du coin salé sur tout son linéaire.



Détection du "coin salé" par exploitation de l'écho d'ultrasons.



Détection du coin sale par exploitation de l'écho d'ultrasons

Ce qu'il faut retenir

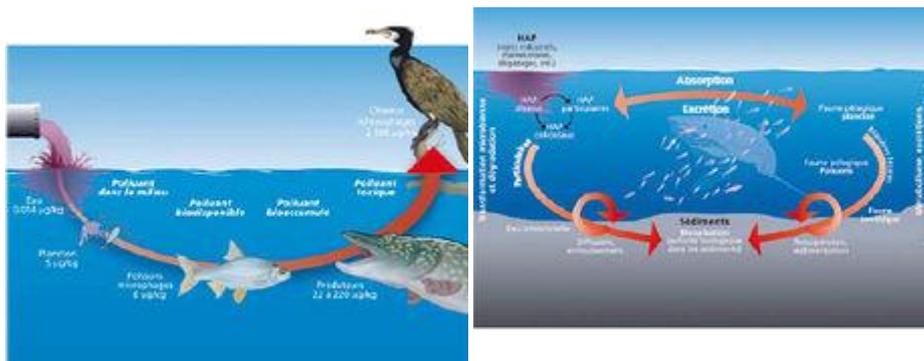
On appelle coin salé, la masse d'eau de mer plus dense qui se trouve au fond du lit du fleuve au voisinage de l'embouchure. Son avancée varie essentiellement en fonction du débit du fleuve : à l'étiage le coin remonte.

En août 2005, le coin salé est remonté de 35 km en amont de l'embouchure du Grand-Rhône.

Polluant et écosystème

La qualité des eaux dépend de nombreux facteurs et la pollution a des origines multiples (voir question 06-01 « L'eau du Rhône est-elle de bonne qualité ? »). Au regard des écosystèmes, les micropolluants, aux effets souvent insidieux, méritent une attention toute particulière.

D'origines très diverses, ils contaminent l'eau, les sédiments et les organismes vivant dans le milieu. Ils sont présents au sein des différentes phases (aqueuse, solide et biotique) sous différentes formes chimiques. La plupart des espèces sont mises en danger par les micropolluants. Même certains métaux, comme le cuivre ou le zinc, essentiels pour le fonctionnement des organismes vivants, deviennent toxiques au-delà d'une certaine concentration. La plupart des autres métaux (ex : mercure, plomb, cadmium) et les micropolluants organiques n'ont pas de rôle biologique et sont toxiques même à très faibles teneurs.



Comportement du hap en milieu

Bioaccumulation d'un micropolluant naturel

Que sait-on des effets des micropolluants sur les écosystèmes ?



Daphnie

Les effets sur les organismes dépendent des concentrations de micropolluants dans le milieu, mais aussi de leur persistance (caractère plus ou moins dégradable) et de leur mode d'action. De plus, les différentes formes physico-chimiques d'un micropolluant n'ont pas la même toxicité vis-à-vis des organismes vivants.

Les formes biodisponibles sont susceptibles d'être assimilées et/ou adsorbées et peuvent induire un effet.

Les organismes peuvent accumuler la plupart des métaux et les contaminants hydrophobes (peu ou pas solubles dans l'eau et qui se concentrent dans les sédiments et tissus gras des organismes) via le milieu aquatique. Certains micropolluants bioaccumulables peuvent être dangereux pour les organismes et notamment pour les prédateurs situés en bout de chaîne alimentaire (ex : mercure, PCB).

La présence dans les effluents d'épuration et les milieux aquatiques de composés actifs sur le système endocrinien humain et animal, dont par exemple des œstrogènes comme l'éthinylestradiol, peut avoir des effets biologiques associés sur des organismes non-cibles. Les perturbateurs endocriniens sont des substances susceptibles de modifier le fonctionnement d'une partie du système endocrinien et d'entraîner ainsi des conséquences sur la reproduction et le comportement des organismes. Ces effets peuvent ainsi générer des modifications de la productivité des écosystèmes.

A-t-on observé un effet des micropolluants dans le Rhône ?

L'effet combiné des micropolluants sur les populations aquatiques du Rhône est encore mal connu. Des avancées récentes permettent toutefois déjà, pour certains polluants, de mettre en relation les concentrations dans des poissons avec les voies de contamination. C'est le cas des PCB, traités dans la question 06-13 de ce chapitre.

Des études ont aussi montré que des chevaines mâles, pêchés à l'aval de Lyon, présentent des anomalies de l'appareil génital. Il reste à contrôler si cela a un impact sur la fertilité des poissons et sur l'équilibre des populations.

Des pesticides organochlorés, des plastifiants, des produits de dégradation de

détergents industriels et certains médicaments comme les hormones de synthèse utilisées dans les contraceptifs sont en effet capables d'avoir des effets similaires à ceux des hormones sexuelles, et peuvent perturber le développement sexuel des poissons. La recherche de ces composés dans les rejets des stations d'épuration et dans les eaux de surface est délicate du fait de leurs concentrations très faibles. Des programmes de mesure ont été lancés récemment, notamment dans le Rhône, et les résultats devraient permettre de mieux cerner la cause de ces perturbations.

Ce qu'il faut retenir

Les effets des micropolluants sur les écosystèmes sont encore mal connus et dépendent de leurs persistance, biodisponibilité et toxicité. Il est toutefois admis que leur présence dans le Rhône constitue un danger pour la santé de la faune et des effets ont déjà été observés en particulier sur les poissons. Les données sont toutefois trop parcellaires pour se prononcer sur les effets à long terme des mélanges de micropolluants.

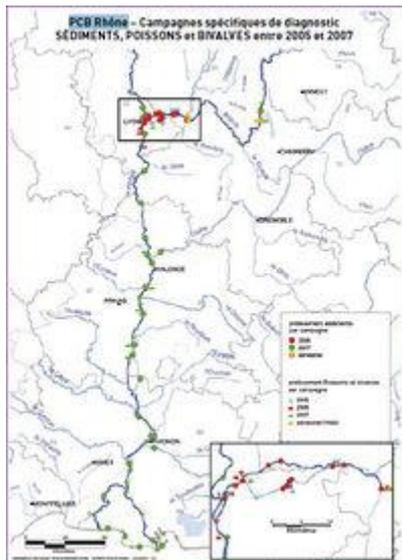
Les PCB dans le Rhône

Si la présence de polychlorobiphényles (PCB) dans les cours d'eau français, et notamment le Rhône, est avérée depuis la fin des années quatre-vingt, des teneurs élevées en polychlorobiphényles (PCB) ont été constatées fin 2005 dans des poissons pêchés dans le Rhône en amont de Lyon.

Les recherches pour évaluer l'étendue de la pollution ont été élargies aux départements situés à l'aval.

Les résultats ont conduit à la prise d'arrêtés d'interdiction de consommation du poisson. Ces arrêtés couvrent en août 2007 un linéaire du Rhône qui va du barrage de Sault-Brénaz à la mer.

Quels sont les usages et les effets des PCB ?



PCB Rhône campagnes spécifiques de diagnostic

Les PCB sont des produits organiques chlorés utilisés dans l'industrie depuis les années 1930, pour leur stabilité et leur ininflammabilité, comme isolants électriques et fluides caloporteurs dans les transformateurs et les condensateurs, mais aussi comme adjuvants.

Les PCB sont interdits d'utilisation en France depuis 1979 dans les applications ouvertes (fluides industriels et lubrifiants, plastifiants...). Par ailleurs, la vente, l'acquisition de PCB ou d'appareils en contenant ainsi que la mise sur le marché de tels appareils neufs sont interdites depuis le 2 février 1987. Toutefois, certaines industries peuvent encore posséder jusqu'au 31 décembre 2010 des dispositifs fermés (transformateurs électriques) contenant des PCB. Ces composés aromatiques chlorés sont d'une grande stabilité physique et chimique et d'une faible biodégradabilité. Ils s'accumulent dans les graisses des organismes vivants et se concentrent d'un maillon à l'autre dans la chaîne alimentaire au sommet de laquelle se trouvent les poissons et l'espèce humaine. La principale voie de contamination pour l'homme est donc l'alimentation. On n'en détecte qu'exceptionnellement dans les eaux des cours d'eau et de plan d'eau car les PCB sont très peu solubles. La baignade et les sports nautiques ne présentent pas de risque sanitaire pour l'homme. La toxicité des PCB en cas d'ingestion régulière sur une longue durée est mal connue mais pourrait générer des troubles du système immunitaire, du système endocrinien, de la fonction hépatique, de la reproduction, des maladies cardiovasculaires et neurologiques.

Comment ont évolué les seuils réglementaires ?

Un arrêté du 16 février 1988 prévoit que les poissons contenant une concentration supérieure à 2 mg/kg de PCB totaux sont impropres à la consommation. Plus récemment, un règlement européen du 3 février 2006 fixe à 8 pg/g la limite de concentration des PCB de type dioxine (PCBdl) et des dioxines et furanes dans la chair de poisson. Ces deux seuils n'étant pas directement comparables, les experts estiment grossièrement que le seuil de 2006 est 6 à 7 fois plus sévère que celui de 1988.

Quelles sont les sources possibles de PCB ?

La première interdiction de consommation intervenue en 2005 était relative à des poissons pêchés en aval des rejets d'un établissement spécialisé dans la décontamination de matériels électriques contenant des PCB. Si les mesures sur les sédiments et la chair de poisson montrent effectivement un pic à l'aval de cet établissement, elles mettent aussi en évidence d'autres zones de contamination (Gier, Bourbre, Rhône amont...). La multiplicité des utilisations historiques permet d'affirmer l'existence de multiples sources diffuses de contamination. Le caractère historique de cette pollution est confirmé par les carottages réalisés dans les sédiments qui montrent la présence notable de PCB depuis plus de 40 ans avec une pointe dans les années 1980.

Quelles actions envisagées ?

L'analyse de l'ensemble des résultats déjà disponibles montre qu'il s'agit d'un phénomène complexe qui nécessite un programme d'actions à mener sur la période 2008-2010. Ce programme, élaboré sous l'autorité du Préfet coordonnateur de bassin qui en a confié le pilotage technique à la DIREN de Bassin, se décline en trois axes : les questions urgentes, le diagnostic et la compréhension de la pollution et la gestion à moyen terme. Ce dernier volet comprend les actions de contrôle des rejets encore existants et des actions de police renforcées pour toute constatation d'infractions pouvant aggraver la situation des milieux. Un comité d'information et de suivi a été installé le 10 octobre 2007 par Nathalie Kosciusko-Morizet, secrétaire d'État à l'écologie, en vue d'associer officiellement à la réflexion les conseils régionaux, les représentants des maires de communes riveraines, les associations de protection de l'environnement, les représentants des pêcheurs amateurs et professionnels, des riverains et des

industriels.

Le mandat de ce comité est d'examiner le programme d'action pluriannuel proposé puis de suivre son application. Il a aussi pour rôle de prendre connaissance des mesures de gestion envisageables et de donner des recommandations le cas échéant.

Ce qu'il faut retenir

La pollution du Rhône par les PCB est une pollution historique et diffuse provenant de sources multiples.

La voie de contamination pour l'homme est la voie alimentaire par la consommation de poissons contaminés.

Un programme d'actions 2008-2010 est lancé et permettra de gérer cette pollution sur le long terme.

Quelles espèces de poissons peuplaient le Rhône au début du XXe siècle ?

Deux épisodes hydrogéologiques majeurs ont déterminé la composition des peuplements de poissons du Rhône contemporain. Ils possèdent en effet :

- **Une empreinte qu'on peut qualifier « d'alpine »**, caractérisée par des captures de bassins au Tertiaire et par la recolonisation post-glaciaire, faisant du Rhône un cousin plus ou moins éloigné du Rhin et du Danube ;
- **Une empreinte méridionale** résultant de la mise en contact avec des fleuves méridionaux lors de l'abaissement des niveaux de la Méditerranée et de la Mer Noire à la fin du Miocène et dans les périodes interglaciaires. Des espèces comme le barbeau méridional (absent dans le Rhône), le blageon et le toxostome sont emblématiques de ces échanges

La faune du Rhône



La perte du Rhône aujourd'hui sous les eaux de la retenue de Génissiat

- Au début du XXe siècle, cinquante et une espèces de poissons appartenant à dix-neuf familles étaient dénombrées sur le Rhône français.** Avec vingt-deux espèces, la famille des cyprinidés est la mieux représentée. À ces espèces typiquement dulçaquicoles, on doit ajouter les espèces marines ou d'eau saumâtres de cinq familles répertoriées principalement dans le delta : les Anthérines (le Joël), les Gobiidés (le gobie noir, le gobie tacheté), les Moronidés (le loup), les Mugilidés (plusieurs espèces de mullets), les Pleuronectidés (le flet) et les Syngnathidés (le syngnathe de lagune). Le nombre total d'espèces atteint soixante (voir tableau pages suivantes).
- Compte-tenu de l'histoire du bassin versant, la faune piscicole du Rhône est relativement riche.**

 - Parmi les espèces présentes au début du siècle, seul l'esturgeon a véritablement disparu. Cette espèce migratrice, déjà surpêchée au XVIIIe siècle, a été fortement mise en danger par la construction du barrage de Donzère en 1952 et a complètement disparu après celle du barrage de Beaucaire. Selon Quignard, la capture du dernier spécimen, d'un poids de 80 kg, date de 1973.
 - L'apron est une espèce endémique (dont l'aire de répartition est bien limitée) du Rhône dont l'aire de répartition historique était étendue et remontait jusqu'en Savoie à l'aval des Pertes du Rhône. Il est aujourd'hui pratiquement absent du Rhône lui-même.

La dernière observation date de mai 1985 à Vernaison dans le Vieux-Rhône de Pierre-Bénite.

Quelques individus ont été répertoriés à Yenne et dans le Canal de Miribel entre 1950 et 1980. L'espèce est aujourd'hui présente dans quelques bassins versants affluents du Rhône (Doubs, Ardèche, Durance) et fait l'objet d'un programme Life (<http://www.cren-Rhônealpes.fr>).

La structure du peuplement



La lone des graviers grand jean aux avenières

Trois caractéristiques majeures déterminent l'organisation du peuplement piscicole rhodanien :

- La forte pente du cours d'eau jusqu'au palier d'Arles qui classe historiquement la majorité du linéaire dans la zone à barbeau ;
- La température froide des eaux qui permet le maintien de populations cryophiles (organisme adapté et capable de survivre à des températures froides) (truite, ombre commun, vandoise, chabot...);
- L'absence d'obstacle infranchissable naturel avant les Pertes du Rhône qui permet une large distribution, y compris sur le Haut Rhône, des migrateurs que sont l'alose, l'anguille, l'esturgeon, la lamproie marine et la lamproie fluviatile. Seules quelques anguilles franchissaient cet obstacle naturel. Aujourd'hui, l'alose et les deux espèces de lamproies sont absentes du Haut Rhône. Suite aux actions récentes de facilitation du franchissement des écluses, l'alose remonte jusqu'à Montélimar et fraye dans le Gardon et l'Ardèche. Les lamproies ne remontent guère en amont d'Avignon.

Les espèces « emblématiques »

- Les espèces migratrices comptent parmi les espèces les plus emblématiques du Rhône.
- L'ombre commun, abondant entre le « Parc » et Yenne (sortie de la Perte du Rhône jusqu'à la confluence avec les Usses) à la fin du XIXe siècle, peut être considéré comme une espèce emblématique du Haut Rhône.
- La seule espèce endémique du bassin, l'apron, est l'espèce phare du Rhône.



La lone de la Désirade à Donzère

Ce qu'il faut retenir

Le peuplement de poissons du Rhône, semblable à celui du Rhin et du Danube, compte moins d'espèces en raison de l'histoire du bassin versant (glaciations, voies de recolonisation...).

Au début du XXe siècle, le Rhône comportait au moins soixante espèces en incluant le delta. À ce jour, seul l'esturgeon a complètement disparu et la présence de l'apron dans le Rhône est incertaine. L'aménagement du fleuve au cours du siècle passé a limité l'amplitude de migration des grands migrateurs.

Liste des espèces du Rhône français et son delta.

L'origine des espèces est indiquée (Nat : native, Int : introduite), la lettre D signifie que l'espèce a disparu dans le secteur concerné et la lettre E est réservée aux espèces endémiques.

Nom commun	Nom latin	Familles	Haut Rhône	Bas Rhône	Delta	Rhône sans delta	Rhône total
Esturgeon	<i>Acipenser sturio</i>	Acipenseridae		Nat/D	Nat/D	Nat/	Nat/D
Anguille	<i>Anguilla anguilla</i>	Anguillidae	Nat	Nat	Nat	Nat	Nat
Joel	<i>Atherina boyeri</i>	Atherinidae			Nat		Nat
Loche franche	<i>Barbatula barbatula</i>	Balitoridae	Nat	Nat	Nat	Nat	Nat
Blennie fluviatile	<i>Salaria fluviatilis</i>	Blenniidae	Nat	Nat	Nat	Nat	Nat
Perche-soleil	<i>Lepomis gibbosus</i>	Centrarchidae	Int	Int	Int	Int	Int
Achigan à grande bouche	<i>Micropterus salmoides</i>	Centrarchidae	Int	Int	Int	Int	Int
Alose	<i>Alosa fallax rhodanensis</i>	Clupeidae	Nat/D	Nat	Nat	Nat	Nat
Loche d'étang	<i>Misgurnus fossilis</i>	Cobitidae	Nat			Nat	Nat
Chabot	<i>Cottus gobio</i>	Cottidae	Nat	Nat	Nat	Nat	Nat
Brème commune	<i>Abramis brama</i>	Cyprinidae	Nat	Nat	Nat	Nat	Nat
Brème bordelière	<i>Abramis bjoerkna</i>	Cyprinidae	Nat	Nat	Nat	Nat	Nat
Spirin	<i>Alburnoides bipunctatus</i>	Cyprinidae	Nat	Nat	Nat	Nat	Nat
Ablette	<i>Alburnus alburnus</i>	Cyprinidae	Nat	Nat	Nat	Nat	Nat
Barbeau fluviatile	<i>Barbus barbus</i>	Cyprinidae	Nat	Nat	Nat	Nat	Nat
Carassin doré	<i>Carassius auratus</i>	Cyprinidae	Int		Int	Int	Int
Carassin	<i>Carassius carassius</i>	Cyprinidae	Int	Int	Int	Int	Int
Carassin argenté	<i>Carassius gibelio</i>	Cyprinidae	Int	Int	Int	Int	Int
Hotu	<i>Chondrostoma nasus</i>	Cyprinidae	Int	Int	Int	Int	Int
Toxostome	<i>Chondrostoma toxostoma</i>	Cyprinidae	Nat	Nat	Nat	Nat	Nat
Carpe commune	<i>Cyprinus carpio</i>	Cyprinidae	Int	Int	Int	Int	Int
Goujon	<i>Gobio gobio</i>	Cyprinidae	Nat	Nat	Nat	Nat	Nat
Able de Heckel	<i>Leucaspis delineatus</i>	Cyprinidae	Int	Int	Int	Int	Int
Chevaine	<i>Leuciscus cephalus</i>	Cyprinidae	Nat	Nat	Nat	Nat	Nat
Vandoise	<i>Leuciscus leuciscus</i>	Cyprinidae	Nat	Nat	Nat	Nat	Nat
Blageon	<i>Leuciscus souffia</i>	Cyprinidae	Nat	Nat	Nat	Nat	Nat
Vairon	<i>Phoxinus phoxinus</i>	Cyprinidae	Nat	Nat	Nat	Nat	Nat
Pseudorasbora	<i>Pseudorasbora parva</i>	Cyprinidae	Int	Int	Int	Int	Int
Bouvière	<i>Rhodeus amarus</i>	Cyprinidae	Nat	Nat	Nat	Nat	Nat
Gardon	<i>Rutilus rutilus</i>	Cyprinidae	Nat	Nat	Nat	Nat	Nat
Rotengle	<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	Cyprinidae	Nat	Nat	Nat	Nat	Nat
Tanche	<i>Tinca tinca</i>	Cyprinidae	Nat	Nat	Nat	Nat	Nat
Brochet	<i>Esox lucius</i>	Esocidae	Nat	Nat	Nat	Nat	Nat
Lote	<i>Lota lota</i>	Gadidae	Nat	Nat	Nat	Nat	Nat
Epinoche	<i>Gasterosteus aculeatus</i>	Gasterosteidae	Nat	Nat	Nat	Nat	Nat

La structure actuelle du peuplement de poissons du Rhône a évolué en fonction de la modification de la mosaïque d'habitats fluviaux consécutive à l'aménagement du fleuve (endiguement, construction de barrages...).

Initialement, l'organisation spatiale du peuplement était principalement gouvernée par les caractéristiques géomorphologiques « naturelles » déterminées par le régime des crues et par les caractéristiques physico-chimiques du fleuve, en particulier la température.

La transformation du paysage fluvial liée au développement urbain, agricole et industriel a profondément modifié les modalités d'occupation de l'espace par les espèces.

La composition spécifique du peuplement actuel

Les espèces présentes dans les secteurs du Rhône sont répertoriées dans la question 07-01 « quelles espèces de poissons peuplaient le Rhône au début du XXe siècle ».

Seul l'esturgeon a complètement disparu du Rhône, l'apron se maintient avec difficulté dans quelques affluents mais sa présence dans le Rhône demande à être confirmée.

- **Le peuplement du Rhône en amont du delta** compte trente-cinq espèces natives du bassin versant (esturgeon exclu) et quinze espèces introduites.

- Parmi les espèces natives, les populations les mieux représentées sont le gardon, l'ablette, le chevaine, le spirin, la vandoise, le goujon, le barbeau fluviatile, la brème bordelière, le vairon, la perche commune et le blageon.

- Parmi les espèces introduites, le hotu, le poisson-chat et la perche-soleil sont les plus répandues. Le silure, le carassin argenté, le pseudorasbora qui ont fait leur apparition plus récemment sont en phase d'expansion.

- **Parmi les espèces dont l'abondance et/ou la présence dans les échantillonnages sont faibles**, deux espèces apparaissent comme particulièrement importantes :

- l'ombre commun encore présent dans le Haut Rhône, en particulier dans les sections court-circuitées et le canal de Miribel ;

- l'alose qui n'est capturée que dans la partie aval du Rhône.

La truite fario, espèce relativement exigeante, maintien des populations en amont de Lyon et apparaît de manière beaucoup plus rare et sans doute artificielle en aval.

La lote est une espèce assez discrète de nos jours dans le Haut Rhône alors que ses populations étaient autrefois plus développées.



Rotengle lone du haut Rhône



Breme commune lone de la platière

Les différences entre les peuplements du Haut Rhône et Bas Rhône

Les aménagements et l'urbanisation ont accentué les différences qui pouvaient exister en amont et en aval de Lyon et la confluence de la Saône marque un point de rupture dans la structure des peuplements rhodaniens.

- Le peuplement du Haut Rhône est caractérisé par une faune rhéophile (qui affectionne les courants rapides et les substrats grossiers). Bien que leurs effectifs soient faibles, la truite et l'ombre commun sont des espèces caractéristiques du Haut Rhône. Ces deux salmonidés sont accompagnés de cyprinidés d'eaux vives : la vandoise, le hotu, le spirin, le barbeau fluviatile, le vairon et le blageon ; le goujon est également bien représenté.
- Le peuplement du Bas Rhône est caractérisé par la dominance d'espèces lénitophiles (qui affectionnent les milieux lents) et thermophiles (capables de vivre à des températures très élevées) : le gardon, l'ablette, la brème bordelière, la perche-soleil, le poisson-chat, la brème commune, le rotengle et la tanche. L'anguille est aussi beaucoup plus abondante dans le Bas Rhône.

L'arrivée de la Saône, affluent « chaud », la traversée de Lyon et du couloir de la chimie, l'aménagement intensif du fleuve avec de nombreuses retenues sont les principaux facteurs du changement structurel du peuplement par rapport au Haut Rhône. Ce changement très marqué jusqu'à la confluence avec l'Isère, s'atténue avec l'arrivée de cet affluent alpin qui « refroidit » les eaux du Rhône.

À l'aval de l'Isère, les populations des espèces rhéophiles (hotu, blageon, barbeau fluviatile) sont plus importantes que dans le Rhône Moyen ; le chevaine est omniprésent dans le Haut Rhône et dans le Bas Rhône. Sur l'ensemble du cours du Rhône, les sections court-circuitées jouent un rôle important dans le maintien des espèces les plus rhéophiles.

Ce qu'il faut retenir

Parmi les cinquante espèces du peuplement dulçaquicole (qui vit et croit en eau douce) actuel du Rhône, quarante ont été plus ou moins régulièrement échantillonnées au cours des vingt dernières années.

Le peuplement ne présente plus une organisation longitudinale continue de l'aval du Léman jusqu'à la mer.

Deux grandes entités faunistiques peuvent être distinguées : celle du **Haut Rhône**, du **Léman à la Saône**, qui regroupe la plupart des espèces d'eaux froides et courantes typiques du fleuve, et celle du **Bas Rhône** typée par des espèces de milieux plus lents et plus chauds, et également plus résistantes à la pollution des eaux.

Le maintien des populations de poissons dans une aire donnée dépend des facteurs hydro-climatiques, de la disponibilité des habitats et des interactions biotiques qui s'exercent entre les espèces, en particulier la compétition et la prédation. La régression des populations est le plus souvent liée à une synergie entre plusieurs facteurs, et doit être appréhendée en regard de la taille du Rhône, selon des échelles d'observation allant de un à plusieurs centaines de kilomètres.

Les espèces disparues ou en voie de disparition

L'esturgeon a complètement disparu du Rhône au cours du XXe siècle.

La présence de l'apron dans le Rhône est suspectée car la dernière capture effective date de 1985 et un individu a été capturé en 1989 à Port-Galland dans la Basse Vallée de l'Ain.

Les espèces en régression

Les aménagements Girardon et la construction de la chaîne de barrages sur le Rhône ont considérablement modifié la géomorphologie du fleuve, les conditions d'écoulement et fragmenté l'espace aquatique, affectant ainsi les populations de poissons.

- **Sur le Haut Rhône** en aval de Génissiat-Seyssel, les espèces rhéophiles (qui affectionnent les courants rapides et les substrats grossiers – hotu, ombre commun, truite, vandoise, spirin, etc.) sont quasiment absentes des retenues ou des canaux d'amenée, sauf au stade juvénile. Ces milieux ralentis offrent en effet des conditions hydrauliques et trophiques au niveau des rives qui conviennent aux juvéniles de l'année de la plupart des espèces. Les sections court-circuitées ont partiellement conservé la diversité des habitats originels du Rhône ; mais la

réduction et l'uniformisation des débits ont réduit les volumes et surfaces en eau, et modifié la distribution statistique des différents types d'habitats hydrauliques. En conséquence, les densités des espèces les plus exigeantes vis-à-vis des vitesses d'écoulement ont été fortement réduites ; les exemples les plus démonstratifs sont ceux de l'ombre commun et de la truite. Des différences marquées existent entre les sections court-circuitées.

- Le secteur de Chautagne, autrefois réputé pour sa richesse en ombres communs et en truites, a subi les plus fortes atteintes. Le hotu et la vandoise ont également fortement régressé dans ce secteur depuis la mise en service du barrage. La longueur du Rhône court-circuité est faible, il ne reçoit pas d'affluent, et les débits réservés initiaux étaient faibles (10-20 m³/s), ils ont été relevés en 2004 (50-70 m³/s). Les suivis mis en place permettront de mesurer l'évolution de la structure du peuplement après augmentation des débits.
- La diversité des habitats dans le Vieux-Rhône de Belley, de Brégnier- Cordon et du Canal de Miribel est plus importante, et les populations moins affectées. Néanmoins, même si la régression des espèces exigeantes est sans doute moins marquée qu'en Chautagne, les densités actuelles sont sans aucun doute beaucoup plus faibles qu'à la fin du XIXe siècle. Les aménagements (endiguement, chenalisation), l'absence ou la régression des relations entre le chenal principal et ses bras plus ou moins connectés expliquent la régression de la productivité du fleuve. La lote, abondante dans le secteur de Lavours où elle frayait dans les fossés, a très fortement régressé. Le toxostome a également disparu du Haut Rhône.



 Ombre commun



Apron du Rhône rivière de la Beaume

- **Sur le Bas Rhône**, avant aménagement, le secteur allant de la Saône à la confluence de l'Eyrieux, soit 125 km, comptait les mêmes espèces rhéophiles que le Haut Rhône. Aujourd'hui, vandoise, toxostome, blageon, lote, barbeau, chabot et truite sont devenus très rares ou absents.

Les sections court-circuitées abritent quelques populations de hotus, barbeaux, voire de blageons.

Les grands migrateurs font sans doute partie des espèces qui ont le plus fortement régressé sur le linéaire du Bas Rhône, du fait de la multiplication des grands barrages. L'aloise et l'anguille sont d'autant plus abondantes que la mer est proche.

Ce qu'il faut retenir

En moins de deux siècles, les aménagements successifs du Rhône ont eu des conséquences importantes sur les caractéristiques géomorphologiques et hydrologiques du fleuve.

De profondes modifications de la structure et de la disponibilité des habitats des poissons, ont affecté la distribution et les densités de certaines espèces, telles que l'ombre commun, la truite, la vandoise, le toxostome.

Il s'agit notamment des plus exigeantes vis-à-vis des vitesses de courant, de l'oxygénation des eaux et de la nature du substrat.

Comme tous les systèmes ouverts, le Rhône a été progressivement colonisé par des espèces introduites volontairement ou involontairement par l'homme. L'ichtyofaune du Rhône compte quinze espèces introduites.

Un écosystème en bonne santé a toutes les chances de pouvoir intégrer de nouvelles espèces. Les impacts éventuels d'introductions s'expriment souvent dans des milieux fortement altérés.

Quelles sont les espèces introduites ?



Carassin argente

Les espèces introduites et leur distribution sont répertoriées dans la question 07-01 « Quelles espèces de poissons peuplaient le Rhône au début du XXe siècle ? ».

L'introduction de la carpe date de l'époque romaine. Elle se trouve sur tout le linéaire du Rhône.

- **De nombreuses espèces originaires du bassin du Danube** ont colonisé le fleuve par les canaux du nord-est, comme la *grémille* en 1860 et *le hotu*, observé vers 1880 sur le Haut Rhône. Ces deux espèces sont désormais présentes du Léman à la mer.

- **D'autres poissons européens** ont été plus ou moins volontairement introduits. Il s'agit du sandre vers 1930, de *l'able de Heckel* comme poisson-fourrage dans les étangs de pisciculture et du silure glane. L'able n'est rencontré que très occasionnellement dans le Rhône ; contrairement au silure particulièrement abondant sur le Bas Rhône. Ce dernier, introduit vers 1930 dans le Doubs, en 1975 dans la Saône, capturé en 1987 sur le Bas Rhône, a aujourd'hui colonisé le Haut Rhône jusqu'à Yenne. Il semble encore en phase d'expansion et sa progression vers l'amont n'est probablement pas terminée.
- **De nombreuses introductions sont d'origine nord-américaine.**



Archigan a grande bouche

- *La truite arc-en-ciel* a été introduite vers 1880. Déversée un peu partout dans le Rhône, elle ne s'y reproduit probablement pas.
- *La perche-soleil* et *le poisson-chat* ont été introduits dans le Rhône vers 1920.
- *La gambusie* a été introduite à la même époque dans le sud de la France pour lutter contre les moustiques.
- *L'achigan à grande bouche (black-bass)*, introduit dans les années 1940, est présent sur tout le linéaire du Rhône avec des densités généralement faibles ; il est davantage présent dans le Bas Rhône, dans les secteurs les plus chauds.

- **Des cyprinidés d'origine asiatique sont également présents.**

Le carassin argenté et *le pseudorasbora* ont été capturés pour la première fois en 1989 sur le Bas Rhône et en 2003 sur le Haut Rhône. L'introduction du poisson rouge est probablement plus ancienne. Le carassin a certainement été introduit au cours du XVIIIe ou XIXe siècle.

La plupart des espèces introduites dans le Rhône, à l'exception du hotu et de la carpe, colonisent préférentiellement les zones à courant faible ou nul. Néanmoins, les espèces de grande taille, comme le silure ou le sandre, peuvent occuper la plupart des habitats fluviaux. L'enrochement des berges est très favorable aux silures de petite taille, aux perches-soleils et aux poissons-chats.

Quel est l'impact des espèces introduites ?



Silure glane

Toute introduction d'espèce dans un milieu présente potentiellement des risques pour l'équilibre de l'écosystème. Ces risques sont principalement liés à :

- Une compétition entre espèces pour les ressources alimentaires, les zones de reproduction ou les abris ;
- Une prédation directe et intensive, comme cela pourrait être le cas pour le silure ;
- L'introduction d'agents pathogènes susceptibles d'atteindre les autres espèces ;
- Des hybridations préjudiciables avec les espèces autochtones.

Aucune étude sur l'impact réel des introductions dans le Rhône n'a été réalisée jusqu'à présent. Pourtant ce type d'étude serait nécessaire.

Le hotu a été activement détruit au cours des années 1970, car il a été considéré dès son expansion comme potentiellement néfaste pour la reproduction des autres espèces, en particulier de l'ombre commun. Ces pratiques n'ont plus cours aujourd'hui. La question de l'impact se pose, peut-être à tort, plus souvent pour les espèces piscivores comme le sandre et le silure. Des

suis à long terme d'espèces introduites de longue date, tendent à montrer qu'après une phase d'expansion des populations, les densités se stabilisent sans nécessairement entraîner de régression simultanée d'autres espèces.

Toutefois la prudence s'impose dans des milieux larges et profonds difficiles à étudier.

Ce qu'il faut retenir

Comme ceux des autres cours d'eau, les peuplements piscicoles rhodaniens comptent depuis fort longtemps de nombreuses espèces introduites : quinze actuellement, avec des distributions spatiales variables.

Les milieux lenticques (stagnants ou peu courants) sont, à quelques exceptions près, prioritairement colonisés par ces espèces exotiques.

Les espèces introduites récemment, en particulier **le silure**, **le pseudorasbora** et **le carassin doré**, peuvent avoir un impact sur les populations autochtones, mais cela est loin d'être démontré.

L'altération du milieu favorise le développement des espèces introduites.

En écotoxicologie, des tests permettent d'exposer des organismes à des molécules toxiques pour mesurer les taux de mortalité associés à une durée d'exposition. Ces tests, utiles pour définir les risques, ne permettent pas de déterminer les impacts réels en milieu naturel ou de multiples facteurs interagissent.

En écologie, il n'existe pas de méthodologie pour mesurer directement la sensibilité des poissons à des modifications de leurs conditions de vie dans le fleuve. La « sensibilité » des poissons doit se mesurer de manière indirecte en combinant des évaluations à différentes échelles spatio-temporelles et à partir de plusieurs descripteurs de la structure des peuplements et/ou des populations.

En parallèle, des mesures physiques (habitats – température de l'eau – hydrologie) permettent de rechercher des facteurs explicatifs. Sur le Rhône, les suivis hydrobiologiques des aménagements hydroélectriques et des centres nucléaires ont permis de collecter des données sur un quart de siècle. Il est ainsi possible de décrire les principales évolutions structurelles des peuplements et de tenter de les interpréter. Les effets des pollutions sur les poissons du Rhône sont difficiles à mesurer in situ, mis à part les cas de mortalités massives.

Les espèces « caractéristiques » du Rhône avant le XXe siècle appartiennent à trois grands groupes

- Des espèces rhéophiles, affectionnant les eaux plutôt froides, courantes et bien oxygénées, se reproduisant sur un substrat propre et grossier (graviers, galets).
- Des espèces plutôt lénitophiles, se développant dans les secteurs calmes et les annexes fluviales, supportant bien les fortes variations de concentrations en oxygène dissous, utilisant les plantes comme support de reproduction.
- Les grands migrateurs pour lesquels le Rhône et ses affluents constituaient un axe de déplacement vers les frayères à l'amont (aloses, lamproies, esturgeon) ou un site de croissance et de maturation sexuelle (anguille).

Comment expliquer les changements observés sur les peuplements de poissons du Rhône ?

La distribution spatiale et l'importance numérique de ces populations dépend en premier lieu d'une qualité physico-chimique minimale des eaux (y compris de la température), et de la diversité et de la disponibilité des habitats nécessaires à l'accomplissement des cycles vitaux. Les espèces sont dites « **sensibles** » aux variables

d'habitat. La pression démographique humaine, l'agriculture intensive et l'industrialisation croissantes des deux siècles passés ont dégradé la qualité des milieux aquatiques et aggravé la pollution de l'eau. Les espèces les plus sensibles comme la truite et l'ombre commun ont probablement été affectées par cette pollution. L'endigement latéral du fleuve a réduit l'espace aquatique, de manière discontinue (secteur de Jons-Miribel par exemple), par une déconnexion et/ou destruction d'annexes fluviales propices au développement des espèces d'eaux calmes.

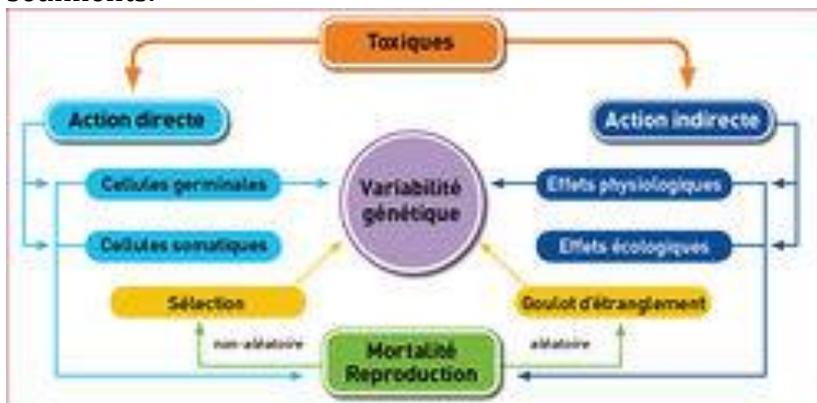


Le Rhône au méandre de péage de Roussillon



Le vieux Rhône de Chautagne à la malourdie

La construction des aménagements hydroélectriques a modifié la diversité et la disponibilité des habitats lotiques (d'eaux courantes), fragmenté l'espace fluvial (donc entraîné un isolement plus ou moins radical des populations), banalisé une grande partie du linéaire, modifié les conditions d'écoulement des eaux et de transfert des sédiments.



Les polluants toxiques

Ces modifications ont eu pour conséquence de limiter l'amplitude de déplacement des poissons et donc le brassage génétique, de restreindre les populations, en particulier de rhéophiles dans des habitats plus rares qu'auparavant et souvent limités aux sections court-circuitées, et de favoriser des espèces d'eau calme dans les retenues. Ainsi dans de nombreux secteurs du Rhône les populations se trouvent fragmentées et les peuplements déséquilibrés par dominance de certains groupes d'espèces.

Les effets des polluants sont souvent difficiles à estimer en raison du grand nombre de molécules véhiculées par l'eau et du manque de connaissances des effets spécifiques de ces molécules sur les poissons. Plusieurs voies sont à explorer comme cela a été fait chez le chevine (génotoxicité, intégrité de l'ADN, taux de croissance, fécondité, succès de reproduction...).

Ce qu'il faut retenir

La plupart des espèces de poisson du Rhône possèdent des affinités marquées pour des habitats fluviaux particuliers.

L'adéquation entre leurs exigences écologiques et la nature et la disponibilité de l'habitat se traduit par le maintien des populations dans le milieu avec des effectifs compatibles avec la survie de la population.

L'aménagement du fleuve, la pollution des eaux et des sédiments ont contribué à la régression des espèces les plus exigeantes au profit des plus tolérantes, le chevaine par exemple.

Milieus importants pour la vie piscicole

De part leur grande mobilité, leur capacité d'occupation et d'exploitation des milieux aquatiques, les poissons sont d'excellents indicateurs biologiques des habitats fluviaux. Comme les stades du cycle de vie de chaque espèce – embryon, larve, juvénile, adulte – exigent des ressources (alimentaires par exemple) et des habitats distincts, ces indicateurs sont particulièrement fins.

Plusieurs échelles emboîtées, à la fois temporelles (journalières, saisonnières, annuelles ou pluriannuelles) et spatiales (une rive, une alternance de mouilles et de radiers, les chenaux d'une plaine alluviale, l'axe fluvial entre deux affluents, voire le bassin versant) participent au bon déroulement du cycle vital. Il est aisé de comprendre que la vie d'un poisson est intimement liée à la connexion des différentes entités aquatiques du fleuve.

Le perpétuel remaniement du tracé des rives et des chenaux par les crues et le transport sédimentaire engendrent une grande diversité de formes alluviales et un emboîtement de chenaux d'âges différents dans la plaine

fluviale. Cette hétérogénéité des milieux aquatiques et semi-aquatiques est maximale lorsque les liens dynamiques qui les associent sont conservés.

Ainsi, les déplacements latéraux du chenal principal et des bras secondaires actifs, puis la progressive déconnexion des chenaux jusqu'à leur total isolement, modèlent de nombreux habitats utilisés par les poissons. Cette diversité du paysage fluvial est source de richesse piscicole.

L'exemple du barbeau

[[Image : barbeau_fluviatile_[barbus_barbus].jpg|center|thumb|200px|barbeau fluviatile [barbus barbus]]] Le barbeau est un cyprinidé typique de nos eaux courantes ; l'une des quatre espèces repères de la description longitudinale des rivières. Le Rhône est une zone à barbeau sur la quasi-totalité de son cours. Comme il peut vivre vingt-cinq ans et atteindre 70 cm, son cycle vital démontre l'adéquation requise entre les habitats et les exigences des poissons. Les œufs sont déposés sous les graviers dans une zone peu profonde et courante.

À l'éclosion, la larve ne mesure que 9 mm. Cachée dans les interstices du substrat, elle utilise ses dernières réserves vitellines pour atteindre 12 à 14 mm et quitter la frayère. Soumise aux aléas du courant, elle se retrouve en rive où de faibles vitesses lui permettent de se maintenir malgré sa petite taille. Elle y trouve sa nourriture : phytoplancton, zooplancton et micro-invertébrés. Dans cet espace rivulaire favorable pour sa croissance estivale, le jeune barbeau atteint 30 à 80 mm en fin d'été.

Au cours des saisons de croissance jusqu'à sa maturité, le juvénile va réaliser ce compromis énergétique entre l'abri protecteur et la prospection alimentaire sur les fonds graveleux et courants riches en macro-invertébrés. À partir de sa quatrième année, s'il s'agit d'une femelle, sa croissance s'accélère en regard de celle d'un mâle. Il lui faut huit ans à minima – taille de 35 à 40 cm – pour effectuer sa première ponte alors que des mâles de trois ans seulement pourront féconder ses ovules.

À cette occasion, comme ses congénères du sexe opposé, elle peut migrer sur plusieurs kilomètres pour rejoindre une frayère. Sinon, son activité estivale quotidienne peut se limiter à moins de 200 m, alternant entre le repos diurne sous un abri ligneux et l'activité alimentaire nocturne sur le plus proche radier.

Existe-t-il vraiment des milieux indispensables ? ... Demandez-le aux poissons !

- **Le premier est constitué par la rive.** C'est une interface mobile, plus ou moins étroite, entre les eaux et la plaine alluviale. Le nombre d'espèces et les abondances augmentent avec l'hétérogénéité et le développement de la berge. Lorsque le nombre de chenaux latéraux augmente, le linéaire utile croît rapidement. Cette transition entre milieu aquatique et terrestre ou écotone offre une large gamme de profondeurs, de vitesses du courant et de granulométrie ; plus diversifiée encore en présence de végétation et d'embâcles. C'est une zone privilégiée de dépôt, de production et de transformation de matières organiques à l'origine des chaînes alimentaires. Ainsi des rives naturelles et hétérogènes sont-elles propices pour toutes les tailles de poissons, et constituent-elles le premier refuge pendant les crues.
- **Le chenal**, suivant sa configuration en termes de profondeur, vitesse d'écoulement, nature du substrat, est également de première importance. Les

chenaux courants de faible profondeur et de granulométrie grossière – radiers – constituent les zones préférentielles de nutrition et de fraie pour des espèces caractéristiques du Rhône (salmonidés et cyprinidés d'eaux courantes).



Le chenal et ses rives

La libre circulation à large échelle permet la survie des espèces anadromes – alose, truite de mer, lamproie marine et esturgeon – qui remontent pondre en eau douce et passent l'essentiel de leur vie en mer. Cette circulation doit être à double sens pour assurer le retour en mer des juvéniles, parfois entrepris dans les premiers mois après l'éclosion. Les distances originellement franchies par l'aloise feinte du Rhône sont à la mesure des migrations du saumon sur les grands bassins versants atlantiques.

Cette « liberté migratoire » concerne l'anguille, une espèce catadrome, dont les jeunes stades – les civelles – remontent et grandissent dans les eaux continentales, souvent très éloignées du littoral, avant de reprendre un long et unique périple, fluvial et marin, pour frayer dans la mer des Sargasses. Les migrations des espèces potamodromes (qui migrent dans les eaux douces du fleuve) sont moins spectaculaires, mais existent également, par exemple du chenal vif principal vers des chenaux secondaires ou des bras morts, ou vers les affluents les plus proches.

C'est le cas de la truite fario, de l'ombre commun et des cyprinidés lithophiles (qui déposent leurs œufs dans les interstices des substrats minéraux – galets et graviers) barbeau, vandoise, hotu, toxostome, blageon, chevaine, spirin – qui après des migrations plus ou moins longues, pondent dans les interstices non colmatés des graviers et des galets, oxygénés par le courant. D'autres espèces, vivant dans des eaux lentes, sont capables d'effectuer de longs déplacements pour frayer dans des secteurs végétalisés. Il s'agit surtout des brèmes commune et bordelière, gardon, rotengle, tanche... mais aussi de la perche commune. Les œufs sont déposés sur les plantes.

Par ses exigences, le brochet est emblématique des espèces phytophiles (ils collent leurs œufs sur les végétaux) car le succès de la reproduction dans les lônes et les prairies inondées témoigne de l'intégrité du fonctionnement de la plaine alluviale.

- **Les annexes fluviales** sont aussi des nurseries pour les jeunes stades, rejointes par une migration active ou passive. Les lônes jouent un rôle essentiel dans la productivité et la diversité piscicole de la plaine alluviale. En effet, le chenal principal est souvent assimilé à une « autoroute » du réseau fluvial par laquelle les populations d'adultes reproducteurs transitent vers l'amont et les nouvelles recrues colonisent les secteurs périphériques vers l'aval.



La morte du sauguet un méandre au pied du Bugey



La lône des chèvres

- **Les lônes et affluents** ont également des fonctionnalités saisonnières non associées à la reproduction. Ils peuvent être utilisés pendant la saison froide lorsque les poissons, inactifs du fait des basses températures, se protègent des aléas hivernaux.
Pendant les grandes crues, véritables ouragans par la mise en mouvement du substrat et le remaniement du paysage fluvial, ou lors de pollutions massives, ils deviennent des refuges dont la taille et l'éloignement du bras principal sont des gages de protection efficace.
Si les populations ont souffert, elles pourront se reconstituer depuis ces lieux privilégiés.

Ce qu'il faut retenir

Les poissons constituent d'excellents indicateurs biologiques de l'état écologique du fleuve, en particulier de la connexion des biotopes aquatiques.
Le bon déroulement du cycle de vie exige une diversité d'habitats fonctionnels pour leur alimentation, leur repos et leur reproduction.
Ces habitats, construits et régénérés par la dynamique fluviale, évoluent selon différentes échelles spatiales et temporelles.

Si l'intégrité et la diversité des rives, annexes et chenaux sont essentielles, c'est bien le maintien du lien dynamique entre ces composantes fluviales qui garantit le bon fonctionnement de ce vaste écosystème et la pérennité des peuplements piscicoles.

Actions pour redynamiser le peuplement piscicole

Suite aux travaux d'aménagement du fleuve et au développement de la vallée du Rhône, une prise de conscience de l'état de dégradation de l'écosystème fluvial a conduit à mettre en œuvre des mesures visant à favoriser le développement des

espèces de poissons du Rhône.

Ces actions concernent les grands migrateurs en particulier l'alose, et les espèces strictement dulçaquicoles fréquentant les Vieux-Rhône. De même les restaurations d'anciens bras font partie intégrante des actions bénéfiques aux peuplements.

Quelles sont les actions engagées ?

- **Depuis 1994, un programme consacré au retour de l'alose dans le Rhône et ses affluents** (Ardèche, Cèze, Gardon) est en cours. Les écluses de Beaucaire, Avignon, et Caderousse ont été aménagées afin de créer dans l'écluse un courant spécifique (« débit d'attrait » de 60 m³/s) afin d'attirer les aloses dans le sas. Ces manœuvres ont lieu deux fois par jour du 30 mars au 30 juin. Le succès de la migration et de la reproduction des aloses dans le Vieux-Rhône de Donzère-Mondragon et dans les affluents a montré l'efficacité du procédé. Des passes à poissons ont également été construites pour permettre l'accès aux principaux affluents. En sept ans, 3,2 millions d'euros ont été investis pour la remontée des aloses.
- **Le programme de restauration hydraulique et écologique du Rhône** prévoyait notamment d'augmenter les débits réservés dans huit sections court-circuitées (Chautagne, Belley, Brégnier-Cordon, Canal de Miribel, Pierre-Bénite, Péage-de-Roussillon, Montélimar et Donzère-Mondragon) et de réhabiliter un certain nombre de milieux annexes (lônes, casiers Girardon sur le Bas Rhône).

– L'objectif physique est de renforcer le courant du fleuve et d'augmenter les surfaces mouillées.

– L'objectif écologique est de favoriser le développement d'espèces préférant des conditions d'écoulement rapides et/ou profondes (ombre commun, barbeau fluviatile, ablette, hotu, vandoise), considérées comme typiques du fleuve avant l'aménagement. À Pierre-Bénite, le débit minimal a été augmenté en août 2000 (de 10-20 m³/s) à 100 m³/s. Il a été augmenté en juillet 2004 en Chautagne, en juillet 2005 à Belley et en juillet 2006 à Brégnier-Cordon. Les autres aménagements sont encore à l'étude.

– L'objectif de la réhabilitation des annexes est de recréer des milieux stagnants et protégés, connectés plus ou moins fréquemment au chenal principal, pour favoriser le développement d'espèces d'eau calme (tanche, rotengle, brochet, bouvière...) et promouvoir

le rôle de nurserie joué par ces annexes pour les juvéniles. L'objectif du programme n'est pas de recréer des milieux fluviaux identiques à ceux qui existaient avant aménagement, mais d'améliorer la configuration actuelle.



Passé à poisson a bregnier
cordon



Une lône a Vernaison

Les actions entreprises sont-elles efficaces ?

Pour ce qui est des aloses, les résultats du suivi, notamment par radiopistage, sont encourageants car ils montrent qu'une fraction de la population d'aloses se présentant à Vallabrègues (premier obstacle majeur) parvient à franchir plusieurs écluses et se retrouve en amont de Caderousse d'où elles peuvent accéder aux frayères de la Cèze et de l'Ardèche. Toutefois l'étude montre qu'environ 30% de la population reste bloqué au premier barrage et que les barrages successifs restent très limitants. Il semble que le fonctionnement des écluses puisse être encore amélioré.

Par ailleurs anguilles et lamproies devraient faire l'objet d'une attention particulière, la première étant en déclin depuis des années et la deuxième restant visiblement bloquée à Vallabrègues.

À Pierre-Bénite, les effets attendus ont été constatés lors du suivi post restauration. Néanmoins, un suivi sur le long terme est nécessaire pour permettre de conclure de manière certaine. Sur le Haut Rhône, les données recueillies après augmentation du débit réservé sont trop récentes pour conclure. La réhabilitation des annexes fluviales offre aux poissons des aires de ponte, de grossissement des juvéniles et des refuges qui avaient été partiellement ou totalement asséchés.

Alors...

Le fait que l'augmentation des débits réservés et que la réhabilitation des annexes puisse améliorer le fonctionnement du fleuve constitue un enjeu majeur du programme de restauration. La réponse à cette question ne pourra être apportée qu'après plusieurs années de suivi des peuplements dans les secteurs concernés.

Ce qu'il faut retenir

Depuis les années 1990, des efforts importants ont été réalisés pour améliorer les conditions de développement des populations de poissons dans le Rhône. La facilitation de la migration de reproduction des aloses constitue un programme important qui donne des résultats satisfaisants puisque les aloses remontent frayer dans quelques affluents (dont l'Ardèche) et dans le Vieux-Rhône de Montélimar.

Effet du réchauffement climatique

La dernière décennie a été la plus chaude du siècle et la température va probablement continuer à augmenter dans le futur. Les conclusions publiées en 2007 par le Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat (GIEC) annoncent en regard de la dernière décennie une augmentation des températures moyennes de + 1,1 à + 6,4 °C à l'horizon 2100. Parallèlement à ce réchauffement, la fréquence des événements climatiques extrêmes (tempêtes, sécheresses et crues) devrait également augmenter.

Le suivi thermique du Rhône (voir question 02-06 « Le Rhône se réchauffe-t-il ? ») a montré une hausse remarquable des températures printanières, estivales et automnales ainsi qu'une précocité du réchauffement printanier (figure 1). Cette modification graduelle du climat se traduit par une instabilité du fonctionnement écologique de l'hydrosystème rhodanien. Les organismes, déjà soumis à de fortes pressions anthropiques, subissent des contraintes environnementales supplémentaires.

Quel est l'état des lieux ?

L'analyse des chroniques piscicoles rhodaniennes des vingt-cinq dernières années montre quatre types de modifications.

- **Les effectifs des espèces d'eau chaude (thermophiles)** ayant les aires de répartition biogéographique les plus méridionales ont graduellement augmenté au détriment d'espèces d'eau froide (psychrophiles) et plus septentrionales (figure 2). Dans le secteur de Bugey, cela s'est traduit par un effondrement des abondances de la vandoise et une augmentation de celles du spirilin, du chevaine et du barbeau.
- **Parallèlement à ces changements structurels du peuplement**, l'abondance totale est en forte hausse. Elle est essentiellement couplée à deux phénomènes :
 - les abondances de juvéniles de l'année sont de plus en plus importantes car le recrutement des cyprinidés est favorisé par la concomitance des températures élevées et des

faibles débits ;

– les abondances des espèces de petite taille, comme le spirulin et la bouvière, sont en augmentation.

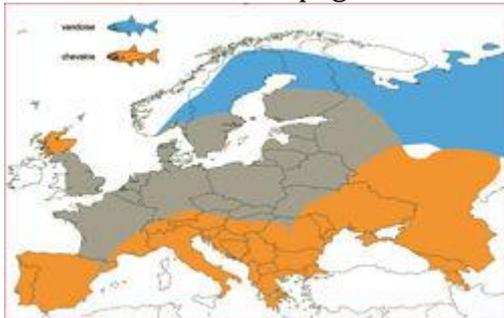


Évolution saisonnière de la température du Rhône a l'amont de la centrale nucléaire de Bugey

- Au cours des vingt-cinq dernières années, trois nouvelles espèces ont été observées : **le silure, le carassin argenté et le pseudorasbora**. Indépendamment de ces introductions, le nombre d'espèces augmente localement. Cela résulte de l'inertie de la disparition des espèces originelles par rapport à l'apparition, par migration, d'espèces adaptées au nouveau contexte hydro climatique. En effet, la régression des espèces originelles s'effectue graduellement, après plusieurs générations, et non brutalement. Cette augmentation de la richesse spécifique est donc transitoire.
- Dans ce contexte changeant, **l'abondance totale est de plus en plus inégalement répartie entre les espèces**. Le peuplement est progressivement dominé par un petit nombre d'espèces. Cela relève d'une baisse de la biodiversité.

Quelles pourraient-être les modifications dans le futur ?

Bien que non encore enregistrées au niveau des peuplements piscicoles, l'analyse des communautés de macro-invertébrés benthiques a mis en évidence des modifications brutales des assemblages faunistiques. En particulier, des changements structurels immédiats ont accompagné la canicule de l'été 2003.



aires de répartition européenne de deux cyprinidés rhéophiles du genre leuciscus

Indépendamment de ces événements climatiques extrêmes, le changement climatique global augmente graduellement la sensibilité des communautés à la variabilité environnementale d'origine naturelle et/ou anthropique.

Cette sensibilité exacerbée peut provoquer l'altération brutale des assemblages dans un contexte environnemental ne relevant pas de situations exceptionnelles. Ces altérations auront des effets sur les peuplements de poissons.

Ce qu'il faut retenir

Les espèces thermophiles et méridionales se développent aux dépens d'espèces d'eau froide et septentrionales.

L'abondance totale augmente du fait des juvéniles et d'espèces de petite taille.

La richesse spécifique augmente transitoirement.

La répartition des abondances entre espèces est de plus en plus inégale.

La sensibilité accrue aux contraintes naturelles et anthropiques et des événements climatiques extrêmes plus fréquents, pourraient entraîner des modifications brutales des assemblages piscicoles.