N° 21
AVRIL 2013

LES
Rencontres
DE L'ONEMA

Biodiversité aquatique : du diagnostic à la restauration

Un séminaire organisé en collaboration avec l'Office international de l'eau, les 14 et 15 novembre 2012

« Biodiversité aquatique : quelles pistes pour la gestion des rivières et plans d'eau ? » Tel était le thème du séminaire national qui restituait une trentaine d'actions de recherche partenariales autour de la biodiversité aquatique. Deux journées de dialogue entre science et gestion, qui ont rassemblé à Paris plus de 200 participants : laboratoires de recherche, ministère, collectivités, entreprises, associations et ONG. Après la réalisation d'un état des lieux de la biodiversité de nos milieux aquatiques, cette rencontre a permis de présenter un ensemble d'outils novateurs pour son suivi et sa restauration, dans le contexte du changement global.

Dans quel état se trouve la biodiversité de nos rivières et cours d'eau ? En ouverture du séminaire, l'Union internationale pour la conservation de la nature (UICN) a dressé son bilan *(F. Kirchner, UICN France)* : 15 espèces de poissons d'eau douce, sur 69 présentes en France métropolitaine, sont aujourd'hui menacées. Quatre sont en danger critique d'extinction : l'anguille européenne, l'esturgeon européen, l'apron du Rhône et le chabot du Lez. Un quart des espèces de crustacés sont également menacées. Constat alarmant, que vient nuancer en partie l'examen des tendances temporelles au cours des deux dernières décennies (*N. Poulet, Onema*). Cet examen a été mené pour 590 stations de la base de données milieux aquatiques et piscicoles (BDMAP), réparties sur l'ensemble du territoire, pour lesquelles au moins huit années de suivi étaient disponibles avec des stratégies d'échantillonnage identiques. Il en ressort que le nombre d'espèces de poissons présentes sur un site donné (la richesse spécifique) s'est accru en moyenne de 1,4 entre 1990 et en 2009, et que l'aire de répartition s'est étendue pour de nombreux poissons.

La truite commune : une espèce en régression en métropole.

Pour les trois quarts des espèces, la densité moyenne s'est aussi accrue significativement – en particulier pour des espèces non natives comme le silure ou l'aspe. Seule une dizaine d'espèces apparaissent en repli, dont l'anguille, la truite commune (Figure 1 page suivante), la brème et la tanche. L'étude ne permet cependant pas de dégager des tendances significatives pour les espèces les plus rares (lesquelles sont souvent les plus vulnérables) ou, à l'image du saumon atlantique, celles dont le déclin en France est antérieur à la période étudiée.

L'interprétation de ces évolutions reste complexe. Les efforts accomplis depuis 30 ans pour améliorer la qualité de l'eau – notamment par la réduction des pollutions organiques et des rejets de phosphate – sont sans doute un facteur des signes d'embellie observés. Localement, des chroniques de données au long cours apportent des éléments pour affiner l'analyse. C'est le cas du suivi réalisé depuis 1984 sur les saumons et truites de mer dans la Bresle, fleuve côtier picard.

Les résultats présentés année par année – taille moyenne, effectifs, rythme migratoire

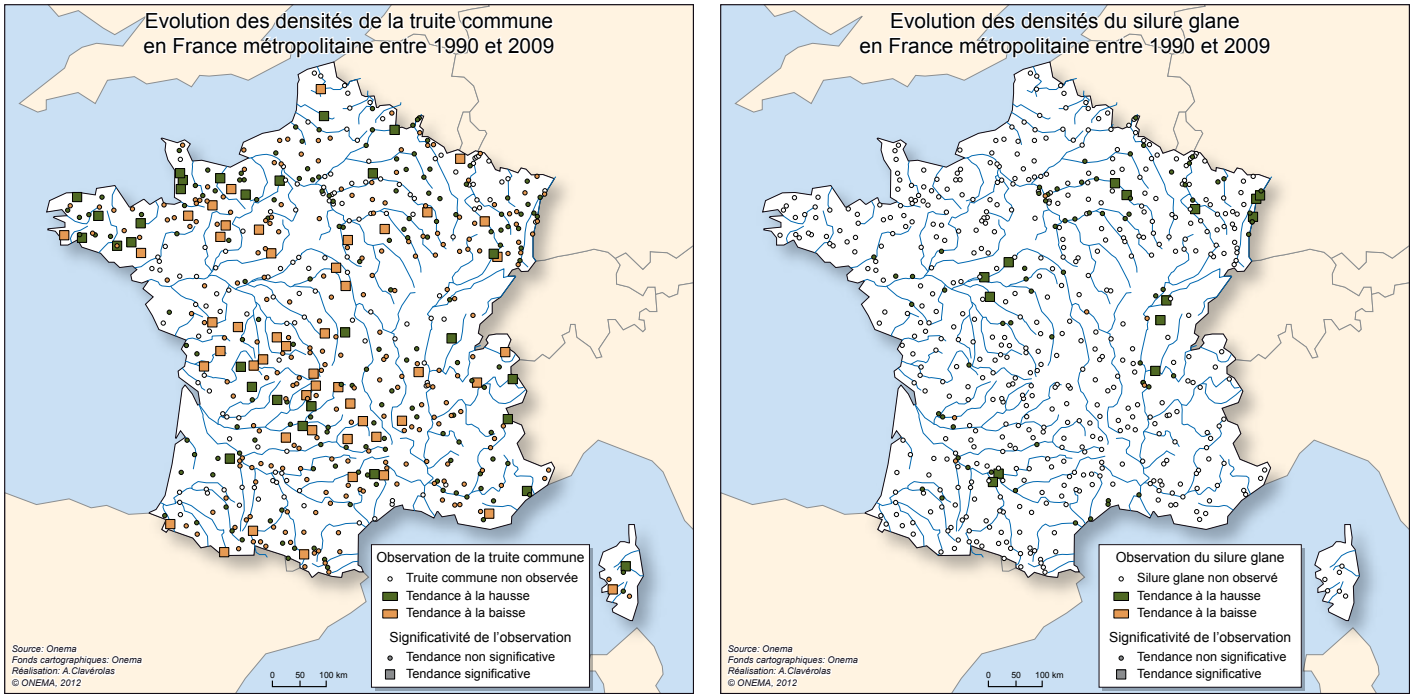


Figure.1. Exemples de cartographies d'évolution des densités spécifiques : la truite commune, espèce en régression et le silure glane, une espèce en fort accroissement.

et corrélations avec la pluviométrie et la température – montrent notamment une diminution globale de la taille des poissons, ou de meilleurs taux de survie en eau douce lors des printemps secs (*G. Euzenat, F. Fournel, Onema*).

Autre exemple de suivi local éclairant : celui mené depuis 40 ans sur le lac Léman, marqué par un réchauffement sensible (1,5 degré en 40 ans). L'évolution des dynamiques annuelles du plancton y est un facteur explicatif majeur des tendances observées dans les communautés piscicoles (*D. Gerdeaux, INRA*) – notamment l'augmentation du nombre de corégones capturés. La disparition locale de l'omble chevalier, en lien avec le réchauffement du lac, apparaît inéluctable à l'horizon 2070 en l'état actuel des choses.

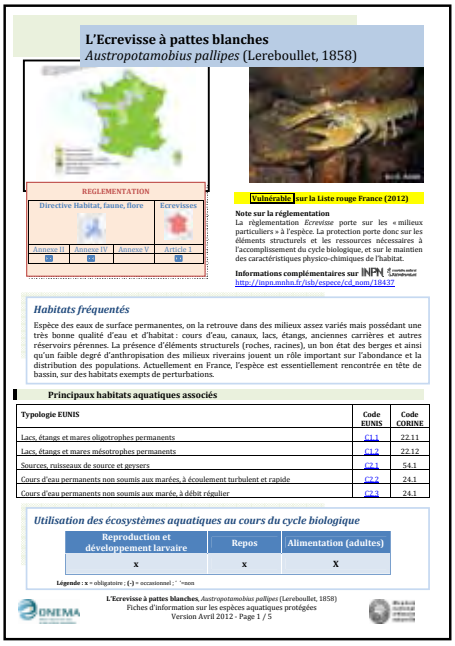
La rainette verte et ses habitats sont protégés au niveau national mais il s'agit aussi d'une espèce d'intérêt communautaire listée à l'annexe IV de la directive Habitats- Faune-Flore.

Vers une approche intégrée de la biodiversité

Si contrasté soit-il, l'état des lieux global est à relier aux politiques publiques européennes, initiée avec la directive «oiseaux» en 1979 , qui prennent de plus en plus en compte la biodiversité. En complément de la directive cadre sur l'eau (DCE), qui structure depuis 2000 l'effort de reconquête du bon état chimique et écologique des masses d'eau, la directive habitats faune-flore (DHFF) adoptée en 1992 constitue un outil central pour la gestion de la biodiversité aquatique.

Des fiches de synthèse sur les espèces protégées

Le séminaire a permis de présenter (*C. Penil, Onema, D. Viry, MNHN)* les enjeux et la méthodologie du volet «milieux aquatiques» du second rapportage de la directive DHFF, qui fournira fin 2013 une évaluation de l'état de conservation en France pour 93 espèces végétales, 199 espèces animales et 132 habitats issus du réseau Natura 2000. En appui à la protection de la biodiversité par les gestionnaires locaux, le ministère en charge de l'écologie, l'Onema et le Muséum national d'histoire naturelle (MNHN) ont lancé en 2011 la réalisation de fiches de synthèse des connaissances pour 105 espèces aquatiques protégées afin d'aider à la mise en œuvre de la réglementation sur les espèces protégées : notices Natura 2000, dossiers d'autorisation «loi sur l'eau» et de dérogation «espèces protégées»... L'utilisateur y trouvera, pour chaque espèce, un rappel de son statut, de sa biologie, de ses habitats préférentiels, ainsi que des éléments méthodologiques pour limiter l'impact de projets ou d'activités sur ses populations. Les 20 premières fiches ont été rédigées en 2012.



L'Ecrevisse à pattes blanches
Austropotamobius pallipes (Lereboullet, 1858)

REGLEMENTATION

Directive Habitat, faune, flore			Ecrevisses
Annexe II	Annexe IV	Annexe V	Article 3
X	X		X

Vulnérable sur la Liste rouge France (2012)

Note sur la réglementation
La réglementation *Ecrevisse* porte sur les « milieux particuliers » à l'espèce. La protection porte donc sur les éléments structurels et les ressources nécessaires à l'accomplissement du cycle biologique, et sur le maintien des caractéristiques physico-chimiques de l'habitat.

Informations complémentaires sur INPN
http://inpn.mnhn.fr/isb/espece/cd_nom/18437

Habitats fréquentés
Espèce des eaux de surface permanentes, on la retrouve dans des milieux assez variés mais possédant une très bonne qualité d'eau et d'habitat : cours d'eau, canaux, lacs, étangs, anciennes carrières et autres réservoirs pérennes. La présence d'éléments structurels (roches, racines), un bon état des berges et ainsi qu'un faible degré d'anthropisation des milieux riverains jouent un rôle important sur l'abondance et la distribution des populations. Actuellement en France, l'espèce est essentiellement rencontrée en tête de bassin, sur des habitats exempts de perturbations.

Principaux habitats aquatiques associés

Typologie EUNIS	Code EUNIS	Code CORINE
Lacs, étangs et mares oligotrophes permanents	C1.1	22.11
Lacs, étangs et mares mésotrophes permanents	C1.2	22.12
Sources, ruisseaux de source et geysers	C2.1	54.1
Cours d'eau permanents non soumis aux marées, à écoulement turbulent et rapide	C2.2	24.1
Cours d'eau permanents non soumis aux marée, à débit régulier	C2.3	24.1

Utilisation des écosystèmes aquatiques au cours du cycle biologique

Reproduction et développement larvaire	Repos	Alimentation (adultes)
x	x	X

Légende : **x** = obligatoire ; (**-**) = occasionnel ; " '=non

L'Ecrevisse à pattes blanches, *Austropotamobius pallipes* (Lereboullet, 1858)
Fiches d'information sur les espèces aquatiques protégées
Version Avril 2012 - Page 1 / 5

Un exemple de fiche de synthèse des connaissances.

Un besoin croissant d'outils

Pour évaluer et comprendre l'état de la biodiversité aquatique, pour mettre en œuvre les directives et dispositifs existants, scientifiques et gestionnaires expriment un besoin croissant d'outils permettant une approche intégrée des milieux. De nombreuses actions de recherche sont menées en ce sens. Ainsi l'UICN développe-t-elle depuis 2008 au niveau international, en complément de sa liste rouge des espèces, une méthode d'évaluation des écosystèmes selon plusieurs critères, dont l'étendue, la dégradation de l'environnement ou les perturbations des interactions biologiques (*A. Carré, UICN*). En lien avec l'évaluation de l'état écologique des eaux impulsée par la DCE, des indicateurs de fonctionnement des écosystèmes sont développés dans le cadre de six projets partenariaux débutés en 2012 (*J-M. Baudoin, Onema, G. Tixier, Université de Metz*). L'objectif : intégrer la complexité des communautés biologiques et de leurs interactions au travers d'un signal simple, permettant un suivi en routine. L'un de ces indicateurs mesure par exemple la décomposition des matières organiques dans les rivières et plans d'eau, via un substrat standardisé (des bandelettes de coton) déposé sur le fond. Ce type d'outil, peu coûteux, présente l'avantage de discriminer précisément différents impacts, et de renseigner sur la réponse de l'écosystème après levée d'une perturbation – on parle alors d'indicateur précoce.

L'ADN environnemental, une piste innovante

Autre piste innovante, pour la conduite des inventaires cette fois : la méthode de l'ADN environnemental. Le principe ? À partir d'un simple échantillon d'eau prélevé *in situ*, les fragments d'ADN présents sont séquencés, amplifiés puis identifiés au moyen d'une base de référence génétique intégrant pas moins de 95 espèces de poissons – développée entre autre avec l'Onema et le Museum national d'histoire naturelle. Des études comparatives avec les méthodes classiques de pêche électrique, menées selon le protocole DCE, ont été réalisées sur huit sites en 2012. Le premier bilan est prometteur (*C. Miaud, École pratique des hautes études*) : la génomique a permis de détecter au total 26 espèces, contre 31 capturées par pêche électrique. Des disparités plus ou moins importantes étaient observées selon les stations, certaines espèces étant parfois détectées par une des deux méthodes uniquement. Moins coûteuse, moins impactante pour les milieux, la méthode de l'ADN environnemental présente surtout l'intérêt de pouvoir inventorier plusieurs communautés aquatiques avec un seul échantillonnage (amphibiens, mammifères aquatiques, invertébrés, etc.). Mais elle doit encore être améliorée. Le développement de capteurs intégratifs pourrait permettre de mieux détecter les espèces à faible densité, et les méthodes d'analyse peuvent être affinées, notamment par la définition de seuils d'interprétation. L'ADN environnemental ne donne par ailleurs pas accès à certaines informations comme la structure en taille des populations (contrairement aux techniques classiques comme la pêche électrique). Mais à terme, une relation fiable entre quantité d'ADN détectée et biomasse serait un objectif atteignable.

La biologie moléculaire : un outil pour l'étude de la biodiversité à la portée des gestionnaires.

Changement climatique : quels impacts aujourd'hui… et demain ?

Dans le contexte du changement global, les liens entre pressions et biodiversité sont au coeur des questions de recherche et de gestion. Ils faisaient l'objet d'une quinzaine de présentations lors du séminaire, au cours de trois sessions consacrées aux impacts du changement climatique, aux dégradations des habitats et aux espèces exotiques envahissantes.

Les écosystèmes des lacs naturels d'altitude subissent les effets du changement climatique.

Une étude (*L. Comte, Université de Toulouse*) a cherché à savoir si le changement climatique avait déjà des effets visibles sur les aires de répartition piscicoles. La comparaison en présence-absence des espèces, sur plus de 9 000 sites, entre deux périodes

Christel Fiorina,
Direction de l'eau et de la biodiversité, ministère de l'Écologie, du développement durable et de l'énergie

Ce séminaire très riche a permis de présenter des connaissances nouvelles sur toutes les facettes de la thématique. Le partage de ces connaissances est essentiel : les résultats obtenus alimenteront notamment le système d'information sur l'eau (SIE) et le système d'information sur la nature et le paysage (SINP). Mais les acquis sont aussi qualitatifs. Les exemples de restauration fournissent des éléments concrets pour aider les maîtres d'ouvrage à engager des actions. Le développement d'approches économiques est un levier majeur pour prioriser les opérations : les premières études présentées, pour les végétaux invasifs, vont dans le bon sens. Les avancées actuelles dans l'évaluation biophysique des écosystèmes appuieront, demain, la valorisation économique des services rendus par la biodiversité.

Le respect du cycle hydrologique d'un cours d'eau est indispensable au maintien de sa biodiversité.

– «froide» (1980-1992) et «chaude» (2003-2009) – a montré des évolutions variables selon les espèces. Exemples ? La truite commune tend à disparaître en périphérie de son aire de répartition, tandis que le barbeau commun tend à apparaître aux marges de la sienne. Le vairon commun gagne des habitats dans toute son aire de distribution. Globalement, l'étude suggère une tendance des espèces à répondre au changement climatique en se déplaçant pour suivre leur «niche écologique» (plutôt qu'en s'adaptant aux changements), avec notamment une remontée en altitude pour de nombreuses espèces. Une action de modélisation à large échelle (*E. Rochard, Irstea*) s'est intéressée aux possibilités de changements d'aire de répartition pour les poissons migrateurs, selon différents scénarios climatiques du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat. Les résultats, sous forme de cartographie, prévoient des réponses très différentes selon les scénarios et selon les espèces. Bien sûr, l'attention portée aux populations piscicoles, emblématiques de la biodiversité et objets d'un suivi ancien, ne doit pas occulter l'importance cruciale d'autres communautés dans le fonctionnement des écosystèmes. Comment les processus microbiens réagiront-ils à un accroissement de la température ? Des éléments de compréhension ont été fournis (*S. Boulêtreau, Université de Toulouse 3*) par une étude comparative *in situ* des «biofilms» (communautés microbiennes adhérant à une paroi) présents sur les pierres du fond de la Garonne, entre les conditions actuelles et un contexte de réchauffement (+1,5°C en moyenne) créé par la centrale nucléaire de Golfech. Des divergences nettes apparaissent dans les communautés bactériennes. Les organismes montrent des dépendances thermiques très diverses, en particulier pour les espèces dénitrifiantes (qui jouent un rôle-clé dans le cycle de l'azote). À ce stade, ces recherches posent beaucoup de questions pour peu de réponses : quelles sont par exemple les conséquences sur les flux d'azote entre le biofilm et la masse d'eau ? Et sur les services rendus par l'écosystème ?

Hydrologie et habitats, facteurs de biodiversité

Indépendamment du climat, les pressions exercées sur les habitats aquatiques par les usages sociétaux (artificialisation, prélèvements d'eau, hydroélectricité...) impactent directement la faune et la flore. Dans le cadre du volet «hydromorphologie» de la DCE, l'Onema étudie les liens entre régimes hydrologiques et biodiversité. À la suite de travaux plus anciens (Naiman *et al.*, 2002), les résultats présentés (*Ph. Baran, Onema, B. Bergerot, Haute école du paysage, d'ingénierie et d'architecture*) confirment et précisent la nécessité de réserver une part de l'eau pour le fonctionnement écologique des rivières. Au-delà du concept actuel de «débit minimal biologique», c'est bien un régime de débit annuel qui doit être maintenu pour préserver la biodiversité : depuis le niveau des crues saisonnales, qui conditionnent la reproduction de certaines espèces, jusqu'aux débits d'étiage qui modifient la structure des peuplements.

Biofilm fixé sur un galet.

L'Onema s'oriente maintenant vers une analyse à une échelle plus large, visant à relier caractéristiques hydrologiques et biodiversité par croisement des données issues des inventaires piscicoles (BDMAP) et de la Banque HYDRO (http://www.hydro.eaufrance.fr/) : après sélection, 127 stations ont été retenues pour mener cette analyse en France métropolitaine. Elle permettra de préciser les exigences liées à l'hydrologie pour la détermination de mesures opérationnelles de restauration. Une volonté déjà à l'œuvre, par exemple, avec le programme R&D « Anguilles-Ouvrages» (*L. Beaulaton, Onema*) qui a associé trois années durant l'Onema, les acteurs scientifiques et les producteurs d'hydroélectricité autour de 18 actions de recherche sur l'adaptation et la gestion des ouvrages en vue de la restauration des stocks d'anguilles (voir les Rencontres de l'Onema n°15, avril 2012).

Mais au-delà du cas des poissons migrateurs, les seuils, barrages et ouvrages qui fragmentent les cours d'eau et dégradent les habitats constituent une pression majeure sur l'ensemble de la biodiversité. Une étude s'est ainsi intéressée aux impacts des obstacles sur les populations de petits poissons par des techniques de biologie moléculaire (*S. Blanchet, CNRS*) : dans deux bassins versants du Sud-ouest, l'équipe a mesuré la différentiation génétique entre les populations de goujons d'une part et les populations de vairons d'autre part. Pour quantifier la fragmentation de l'habitat induite par chaque obstacle. Outre des informations nouvelles sur la biologie des espèces et leur sensibilité aux perturbations hydromorphologiques, cette approche apporte des éléments concrets pour identifier les ouvrages les plus impactants et prioriser les actions de gestion. Ainsi, sur le Viaur, la hauteur des obstacles est le paramètre déterminant en termes de différentiation génétique des populations.

Espèces exotiques envahissantes : vers des approches économiques

À la fois conséquence et composante du changement global, le développement d'espèces exotiques envahissantes dans les rivières et plans d'eau constitue une perturbation croissante pour la biodiversité aquatique. En France, le groupe de travail «invasions biologiques en milieux aquatiques», créé en 2008 par l'Onema et Irstea, rassemble gestionnaires de l'eau, chercheurs et collectivités pour définir les orientations de recherche et de gestion autour de cette problématique. Depuis cinq ans, il a permis d'établir une liste des espèces animales et végétales introduites en France métropolitaine et a contribué au choix d'une méthode d'évaluation des risques que ces espèces induisent pour les écosystèmes (*A. Dutartre, Irstea*). Ces travaux sont accessibles via un site Internet dédié (www.gt-ibma.eu) : guide de bonnes pratiques, études de cas, outils d'aide à la gestion...

L'écrevisse de Louisiane provoque de profonds bouleversements dans le fonctionnement des écosystème qu'elle envahit.

En réponse à une demande croissante des gestionnaires, le groupe de travail prévoit notamment de développer des approches économiques pour évaluer les coûts de gestion liés aux invasions. Parmi les premiers travaux de ce type en France, une action de recherche (*A. Thomas, INRA*) s'est intéressée au cas des jussies : les coûts de gestion de ces végétaux aquatiques ont été mis en équation, liant biomasse présente et quantité à extraire au regard de chaque type d'impacts (marchands et non marchands) de l'invasion. La méthode a été appliquée à la zone humide du Marais poitevin. Les calculs aboutissent à une estimation du stock «optimal» de jussie dans ce territoire : il correspond à 87 % du stock actuel. L'un des biais de la méthode réside dans l'hypothèse d'équivalence entre la longueur de linéaire envahi et la quantité de végétal présente.

Une autre étude, toujours sur les végétaux invasifs, a adopté une approche plus temporelle : les mêmes observateurs ont mené des inventaires floristiques exhaustifs sur 32 sites du couloir rivulaire de l'Adour, répartis de la source à l'embouchure, en 1989, 1999 et 2009 (*E. Tabacchi, CNRS*). Ils ont constaté une mutation de la dynamique fluviale sous l'effet de l'anthropisation, et des conséquences marquées sur la biodiversité végétale. Sur un site donné, le nombre d'espèces passait par exemple de 673 à 383, le nombre d'habitats distincts de 29 à 16.

Laitue d'eau (*Pistia stratiotes*) envahissant un cours d'eau.

Jean-Philippe Reygrobellet,
Syndicat mixte d'aménagement et de gestion équilibrée des Gardons

Sur le bassin versant des Gardons, nous constatons des changements très rapides dans les écosystèmes. Ainsi la colonisation des milieux par la jussie, problème prioritaire, mobilise aujourd'hui 50% de notre activité consacrée aux milieux aquatiques. Mais les mécanismes qui influent sur la biodiversité restent difficiles à appréhender dans leur globalité : nos actions de gestion ne peuvent-elles pas avoir aussi des impacts négatifs ? Là est pour moi le grand intérêt d'un tel séminaire : la variété des travaux présentés permet aux gestionnaires de faire des liens entre différentes dimensions du problème et d'interpréter leurs observations de terrain. À ce titre, les approches temporelles - comme l'étude menée sur l'évolution des compositions floristiques du corridor rivulaire de l'Adour - m'apparaissent très utiles pour comprendre les dynamiques à l'œuvre et cibler au mieux nos efforts.

De manière surprenante, aucun changement significatif n'était pourtant observé dans la richesse spécifique moyenne. L'évolution majeure est une tendance à l'homogénéisation des compositions, avec un repli des espèces tolérantes au stress et des hydrophytes (plantes vivant essentiellement immergées), et une inflation nette des rudérales (plantes qui poussent dans les friches et les décombres) ainsi que des espèces introduites et/ou envahissantes. Ces travaux déboucheront dans les prochaines années sur une approche fonctionnelle quantifiée des effets de ces évolutions sur les services écosystémiques.

La dernière session du séminaire était consacrée à des exemples de projets de restauration, et à leurs effets. L'auditeur y apprenait que le déplacement d'une station d'épuration implantée au bord du

© Nicolas Poulet - Onema

Vistre (Gard) a entraîné une amélioration rapide de la composition des communautés d'invertébrés (*V. Archaimbault, Irstea*). Ou qu'une politique de désouchage et d'enlèvement des troncs dans le lit de l'Isère endiguée, en Savoie, a permis de réactiver les processus de migration des bancs de sable (*J-L. Peiry, Université de Clermont 2*). Ou encore que des actions de décloisonnement (suppression des obstacles ou à défaut, passes à poissons) menées dans le cadre des projets européens Life « Apron » (*P. Roche, Onema*) ont permis la recolonisation de tronçons de l'Ardèche par l'apron. Autrement dit, que les actions de restauration de la biodiversité se traduisent, lorsqu'elles sont bien menées, par des résultats concrets ! ■

© Nicolas Poulet – Onema

La présence de certaines espèces d'insectes dont le stade larvaire est aquatique (ici un éphéméroptère au stade adulte) témoignent de la qualité du milieu.

Pour en savoir plus :

Les présentations sont consultables sur :
http://www.seminairebiodiversite.oieau.fr/ et
http://www.onema.fr/Biodiversite-milieux-aquatiques-retour-sur-le-seminaire

Une synthèse sera disponible courant 2013 sur www.onema.fr, rubrique Publications

Organisation du séminaire :

Nicolas Poulet et Nirmala Séon-Massin,
(Onema-Direction action scientifique et technique)

Stéphanie Laronde
(Oieau - Service gestion et valorisation de l'information et des données)

LES Rencontres DE L'ONEMA

Directrice de publication : Elisabeth Dupont-Kerlan
Coordination : Véronique Barre (direction de l'action scientifique et technique) et Claire Roussel (délégation à l'information et la communication Onema).
Rédaction : Laurent Basilico, Nicolas Poulet et Nirmala Séon-Massin
Secrétariat de rédaction : Béatrice Gentil, délégation à l'information et la communication Onema
Maquette : Eclats Graphiques
Réalisation : Bluelife
Impression sur papier issu de forêts gérées durablement :
Onema - 5 Square Félix Nadar - 94300 Vincennes
Disponible sur :
http://www.onema.fr/Les-rencontres-de-l-Onema