



**HAL**  
open science

## **Le Peuplier noir (*Populus nigra* L.) espèce adaptée aux changements climatiques en Loire ?**

Marc Villar, Sylvain Chamaillard, Cécile Barbaroux, Catherine Bastien, Franck F. Brignolas, Patricia Faivre-Rampant, Régis Fichot, Olivier Forestier, Véronique Jorge, Stéphane Rodrigues

### ► **To cite this version:**

Marc Villar, Sylvain Chamaillard, Cécile Barbaroux, Catherine Bastien, Franck F. Brignolas, et al.. Le Peuplier noir (*Populus nigra* L.) espèce adaptée aux changements climatiques en Loire?. Séminaire ZAL/CNRS/CITERES : La biodiversité du bassin versant de la Loire. Facteurs déterminants et interactions, LTER Zone Atelier Loire. FRA., Jun 2011, Tours, France. <hal-02748672>

**HAL Id: hal-02748672**

**<https://hal.inrae.fr/hal-02748672v1>**

Submitted on 3 Jun 2020

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



HAL Authorization



citeres

UMR 6173

# Séminaire

## La biodiversité du bassin versant de la Loire. Facteurs déterminants et interactions

**16 et 17 juin 2011**  
Université de Tours  
Site des Tanneurs

Ce séminaire s'adresse

aux membres de la communauté scientifique travaillant

sur la biodiversité – actuelle ou ancienne – du bassin versant de la Loire. Il vise, premièrement,

à faire un tour d'horizon des travaux menés sur cet espace, que ce soit des

thématiques développées depuis longtemps par

les laboratoires que des thématiques nouvelles, et, deuxièmement, à favoriser les échanges entre chercheurs,

notamment entre ceux travaillant sur des échelles de temps

différentes. Ce séminaire pourra aussi être le point de départ

d'une dynamique qui mène vers un ouvrage scientifique de référence et vers la mise en place d'un observatoire de la biodiversité ligérienne.

Pour cela il proposera également une présentation de différents dispositifs d'observatoires et des exemples de travaux menés sur d'autres hydrosystèmes.



0 ——— 120 km

## Le bassin versant de la Loire

Source : S. El Mrabet sur la base de BD Carthage

# Sommaire

Présentation du séminaire.....	3
Programme horaire.....	5
Résumés des interventions par session.....	9
Session I - Fonctionnement et qualité des écosystèmes.....	9
Session II - Dynamiques des populations et communautés.....	14
Session III - Interactions société - biodiversité.....	19
Documentation et réseaux de recherche en biodiversité.....	23
Présentation des posters.....	26
Liste des participants.....	33
Coordonnées de la Zone Atelier Loire et de l'UMR CITERES.....	35



# Présentation du séminaire

Ce séminaire s'adresse aux membres de la communauté scientifique travaillant sur la biodiversité – actuelle ou ancienne – du bassin versant de la Loire. Il vise, premièrement, à faire un tour d'horizon des travaux menés sur cet espace, que ce soit des thématiques développées depuis longtemps par les laboratoires que des thématiques nouvelles, et, deuxièmement, à favoriser les échanges entre chercheurs, notamment entre ceux travaillant sur des échelles de temps différentes. Ce séminaire pourra aussi être le point de départ d'une dynamique qui mène vers un ouvrage scientifique de référence et vers la mise en place d'un observatoire de la biodiversité ligérienne. Pour cela il proposera également une présentation de différents dispositifs d'observatoires et des exemples de travaux menés sur d'autres hydrosystèmes, notamment le Rhône.

Le séminaire s'articulera autour de trois sessions de communications et de quatre ateliers. Chaque session et chaque atelier réunira dans l'idéal des chercheurs travaillant sur la biodiversité du présent et des chercheurs travaillant sur la biodiversité du passé.

Les ateliers auront lieu le jeudi après-midi et seront consacrés au bilan des connaissances par grands groupes taxonomiques : les acquis, les lacunes, les différents habitats, les paramètres à suivre ou à renseigner, les méthodes et stratégies de recherche, les échelles de travail..., et aux origines de la biodiversité ligérienne (aspects temporels et fonctionnels), sa documentation (passée et future) et sa gestion (passée et future).

**Session I** : Fonctionnement et qualité des écosystèmes

**Session II** : Populations, communautés et leurs dynamiques

**Session III** : Interactions société - biodiversité

*Atelier 1* : Végétation

*Atelier 2* : Faune invertébrée

*Atelier 3* : Faune vertébrée

*Atelier 4* : Milieux, actions de l'Homme et leurs documentations

**Comité Scientifique**

**Sabine Greulich**

*Université de Tours, UMR CITERES  
(Coordination et organisation)*

**Karl Matthias Wantzen**

*Université de Tours, UMR CITERES*

**Hervé Cubizolle**

*Université de St. Etienne, ISTHME*

**Marie-Christine Marinval**

*Université Paris 10, ArScAn*

**Jean Secondi**

*Université d'Angers, LEESA*

**Marc Villar**  
*INRA, Orléans*

**Jean-Pierre Berton**

*Université de Tours, UMR CITERES*

**Catherine Boisneau**

*Université de Tours, UMR CITERES*

**Nina Richard**

*Université de Tours, CETU ELMIS Ingénieries*

**Francesca Di Pietro**

*Université de Tours, UMR CITERES*



# Programme horaire

## La biodiversité du bassin versant de la Loire : facteurs déterminants et interactions

Tours, 16 et 17 juin 2011, Université de Tours, site des Tanneurs

### Jeudi 16 juin

**9h00** Accueil des participants, café

**9h45** Introduction au séminaire. S. Greulich, ZAL & UMR CITERES, Tours

#### Session I - Fonctionnement et qualité des écosystèmes.

Modérateur : K. M. Wantzen, Université de Tours, UMR CITERES

**10h00** *Etude de l'histoire environnementale et climatique de fonds de vallées du Val de Loire à la transition Tardiglaciaire – Holocène au moyen des assemblages fossilisés de larves de Diptères chironomidae (Insectes).*

E. Gandouin, UMR CNRS 6116 Institut méditerranéen d'Ecologie et de Paléoécologie, Université Paul-Cézanne, Marseille

**10h20** *Phytoplankton diversity and dynamics in the R. Loire*

M. Leitao. Bi-Eau, Angers

**10h40** *Qualité du lit de la Loire et de l'Allier. Essai de mise au point d'un indice ornithologique*

J. Roché, Dijon

**11h00** *La faune du bassin de la Loire, patrimoine naturel et sentinelle de la qualité du fleuve*

C. Lemarchand, VetAgro Sup, Lyon

**11h20** *Modélisation des fonctions écologiques de l'estuaire de la Loire.*

B. Prud'homme Lacroix, GIP Loire Estuaire, Nantes

#### Session II - Dynamiques des populations et communautés. Modérateur : Bernard Montuelle

**11h40** *Les Jussies dans la Basse Loire et ses affluents : conséquences sur la biodiversité*

J. Hauray, Agrocampus Rennes

**12h00** *Populus nigra as keystone species able to cope with the ongoing climate change*

M. Villar, INRA Orléans

**12h30** Déjeuner

## **Préparation du travail en ateliers : Documentation et réseaux de recherche en biodiversité**

**14h00** *Le Centre de Ressources Loire Nature*  
S. Hudin, FCEN, Orléans

**14h20** *La Zone Atelier Bassin du Rhône et les approches de la biodiversité*  
B. Montuelle, INRA, UMR Carrtel, Thonon

**14h40** *Le programme zone humide de la Zone Atelier Armorique*  
C. Mony, Université de Rennes

**15h00** *Le besoin d'un observatoire de suivi de la biodiversité et des habitats ligériens et revue des dispositifs possibles.*  
S. Greulich, UMR CNRS 6173 CITERES, Université de Tours

**15h20** **Café et Posters**

### **Ateliers : La biodiversité ligérienne : connaissances, lacunes, paramètres à suivre**

**16h00** Atelier 1 : *Végétation*. Animation S. Greulich, UMR CITERES, Université de Tours  
Atelier 2 : *Faune invertébré*. Animation C. Boisneau, UMR CITERES, Université de Tours  
Atelier 3 : *Faune vertébré*. Animation J. Secondi, Université d'Angers  
Atelier 4 : *Milieus, actions de l'Homme et leurs documentations*. Animation H. Cubizolle, UMR 5600, Université de St. Etienne

**18h30** Fin des Ateliers

**19h30** Dîner en ville

## **Vendredi 17 juin**

### **Session II (suite) - Dynamiques des populations et communautés.**

Modérateur : Bernard Montuelle, INRA, UMR Carrtel, Thonon.

**9h00** *Evolution interannuelle des communautés de poissons en Loire moyenne.*  
C. Boisneau, UMR 6173 CITERES, Université de Tours

**9h20** *Une relique glaciaire en zone amont : déterminants de la présence de la vipère péliade (*Vipera berus*) et clarification des adaptations climatiques en tête de bassin de la Loire.*  
M. Guillon, Centre d'études biologiques de Chizé, UPR 1934 CNRS, Villiers-en-Bois

**9h40** *Modélisation de la distribution de passeraux prairiaux dans la vallée de la Loire – évaluation de l'indice topographique d'humidité comme indicateur de l'exposition à l'inondation.*  
A. Besnard, GECCO, LEESA, Université d'Angers

**10h00** *Grands et petits vertébrés au paléolithique moyen à la Roche-Cotard (Langeais, Indre-et-Loire)*  
Jean-Claude Marquet, CITERES, Laboratoire Archéologie et Territoires, Tours

**10h20** Café

### Session III - Interactions société - biodiversité

Modérateur : Bertrand SAJALOLI, CEDETE, Université d'Orléans

**10h40** *A l'origine de la biodiversité : le rôle de l'Homme dans la diversification des tourbières du Massif Central oriental au cours du Postglaciaire*

H. Cubizolle, EVS - ISTHME UMR 5600 CNRS, Univ. St. Etienne

**11h00** *Facteurs de structuration des communautés prairiales en Loire aval : approche phytosociologique.*

D. Lafage, LEESA, Université d'Angers

**11h20** *Biodiversité dans les paysages de grande culture : le rôle des bordures de champs.*

F. Di Pietro, UMR 6173 CITERES CNRS-Université F. Rabelais

**11h40** *Le système Paysage comme clé de compréhension des forêts du val de la Loire tourangelle (Indre-et-Loire), le cas du secteur de Bréhémont.*

S. Servain, UMR 6173 CITERES, Tours et École Nationale Supérieure de la Nature et du Paysage, Blois

**12h00** *Biodiversité des bois périurbains - Quelles relations entre degré d'anthropisation et caractéristiques des communautés végétales ?*

H. Daniel, UP Paysage, Agrocampus Ouest, Centre d'Angers – INHP et ESA Angers

**12h20** Déjeuner

**14h00** Restitution des ateliers

**15h00** *Discussion et synthèse (animation KM Wantzen) : Connaissances et lacunes sur la biodiversité de la Loire (actuel & présent) ; éléments pour la mise en place d'un suivi à long terme*

**16h00** Fin du séminaire



# Résumés des interventions

## Session I - Fonctionnement et qualité des écosystèmes

Modérateur : K. Matthias WANTZEN, UMR CITERES, Tours

### **ETUDE DE L'HISTOIRE ENVIRONNEMENTALE ET CLIMATIQUE DE FONDS DE VALLÉES DU VAL DE LOIRE À LA TRANSITION TARDIGLACIAIRE - HOLOCÈNE AU MOYEN DES ASSEMBLAGES FOSSILISÉS DE LARVES DE DIPTÈRES CHIRONOMIDAE (INSECTES).**

Emmanuel GANDOUIN (e.gandouin@univ-cezanne.fr), UMR CNRS 6116 Institut méditerranéen d'Ecologie et de Paléoécologie, Université Paul-Cézanne, Marseille.

Lionel VISSET, UMR CNRS 6566, Laboratoire d'écologie et des paléoenvironnements atlantiques, Université de Nantes

Jean-Jacques MACAIRE et Eymeric MORIN, UMR CNRS/INSU 6113, Institut des Sciences de la Terre d'Orléans, Laboratoire de géologie, Université François-Rabelais, Tours.

Jérôme CASAS, UMR CNRS 6035, Institut de Recherche sur la Biologie de l'Insecte, Université François-Rabelais, Tours

**Mots clés :** Paléoécologie, Chironomidae, Invertébrés, biodiversité, eutrophisation, réchauffement postglaciaire.

L'étude paléoécologique des assemblages fossiles des larves aquatiques de Chironomidae permet de reconstruire les environnements et les climats du Passé. D'une manière tout à fait inédite pour la Loire et d'une façon plus générale pour le Centre Ouest de la France, une telle analyse a été tentée sur du matériel sédimentaire prélevé sur deux sites provenant du bassin versant de la Loire. Un premier carottage a été effectué aux abords de la Choisille qui est un affluent de la Loire (sondage de Charcenay) et un second dans la plaine alluviale de la rivière Le Loir (sondage de Pezou). Ces deux sites ont permis de suivre l'évolution de la biodiversité en Chironomidae lors du réchauffement climatique global postglaciaire : il y a environ 13000 ans (14C non calibré) au début de l'Interstade tardiglaciaire pour Pezou et à environ 10 000 ans en début d'Interglaciaire Holocène à Charcenay.

Cinq zones fauniques ont été identifiées pour Pezou et Charcenay, réciproquement Pzch1 à 3 et Chch1 et 2. Le remplacement des faunes sténothermes froides caractéristiques des périodes stadières glaciaires (cf. Dryas) par des faunes tempérées a montré une parfaite adéquation entre la réponse des assemblages de Chironomidae et les phases de réchauffement climatique. Toutefois, pour le début de l'Interstade Tardiglaciaire à Pezou (zone Pzch1), l'ambiance climatique est restée probablement relativement froide, comme l'atteste l'abondance et le maintien de *Corynocera ambigua*, un taxon actuellement absent de France et confiné aux latitudes du Nord de l'Europe (Scandinavie). Ce taxon a cependant très vite été remplacé par des taxons plus tempérés tels que *Chironomus plumosus*, *Polypedilum* et *Dicrotendipes*, marquant le début d'une zone d'optimum climatique (Pzch2). La fin de la séquence de Pezou a montré un retour vers des conditions climatiques plus froides vers 12500 uncal. BP sur Pzch3, comme l'atteste la présence de plusieurs taxons froids (cf. *Neozavrelia*, *Sergentia coracina*). Le milieu aquatique est resté toutefois très eutrophe avec une végétation aquatique (macrophytes) probablement très développée.

L'abondance de nombreux taxons inféodés aux macrophytes aquatiques et aux sols hydromorphes à la fin des zones Pzch3 et Chch2 a montré que les conditions environnementales deviennent très

rapidement caractéristiques de bras morts peu profonds. Les assemblages sont typiques des milieux annexes les plus isolés des plaines alluviales (ie. les milieux dont les remises en connexion lors des crues avec les chenaux principaux et secondaires sont les plus rares). Les assemblages ont montré par exemple la présence sur ces zones de taxons adaptés aux conditions d'assec (e.g., *Ceratopogoniidae*, Limnophies). Les prédateurs tels que les *Procladius* prolifèrent. D'une manière générale, le développement d'une végétation importante en période d'amélioration climatique entraîne sur les deux sites une augmentation de la biodiversité en macroinvertébrés aquatiques, liée probablement à la multiplication des habitats et des niches écologiques et ce, jusqu'à l'atterrissement final du milieu. Dans cet ultime stade, où les conditions environnementales deviennent trop contraignantes pour la majorité des taxons, ne subsistent alors plus que les taxons adaptés aux conditions d'assec ou de sols hydromorphes.

Les sites de Charcenay et Pezou ont donc montré une dynamique écologique classique de maturation d'un hydrosystème, et ce sous contrôle climatique et hors influence anthropique. L'analyse sur les mêmes séquences des grains de pollen et des macrorestes des plantes aquatiques devrait permettre de préciser l'influence des macrophytes sur les dynamiques de Chironomidae. Ces informations pourraient être très utiles dans des perspectives de gestion des zones humides de la Loire et de ses milieux annexes. Les sites paléocéologiques pourraient alors servir d'état de référence écologique.

#### **PHYTOPLANKTON DIVERSITY AND DYNAMICS IN THE R. LOIRE**

M. LEITAO, Bi-Eau, Angers, France

E. EVERBECQ, Université de Liège, Belgique

J.-P. DESCY, Université de Namur, Belgique

A long term survey of the French river Loire phytoplankton has been carried out at several sites along more than 800 km. Composition and biomass are evaluated across contrasting hydrological and meteorological conditions, aiming to understand the main controlling factors. The overall pattern of phytoplankton composition can be compared to other European rivers, but we underline here a very high taxonomic diversity, mainly explained by the comparatively moderate flow and water level regulation in the R. Loire. Indeed, different types of backwaters still exist in most sections, which create habitats for phytoplankton and may influence the diversity of the micro flora in the main channel, especially in green algae and cyanobacteria. After several decades of high levels of chlorophyll a and biomass, a recent decrease is noticed. This reduction may be related to a significant P reduction of phosphorus inputs throughout the watershed, which has led to visible decrease of reactive soluble P in the main river. However, the invasion of the Loire watershed by *Corbicula spp.* could also have contributed to the reduction of phytoplankton biomass. Simulations with a non-stationary potamoplankton model developed for regulated rivers are used to test how phytoplankton dynamics in the R. Loire respond to variations in physical factors, nutrients and biotic interactions.

#### **QUALITÉ DU LIT DE LA LOIRE ET DE L'ALLIER. ESSAI DE MISE AU POINT D'UN INDICE ORNITHOLOGIQUE**

Jean E. ROCHÉ (jea.roche@wanadoo.fr), 53 Rue de l'École, Le Sambuc, 13200 Arles, France

Bruno FAIVRE, Université de Bourgogne, UMR CNRS 5561 BioGéosciences, 6 Bd Gabriel, 2100 Dijon, France

Bernard FROCHOT, 8 Rue Montesquieu, 21000 Dijon, France

**Mots clés :** Rivière, oiseau, indice, communauté, évaluation, biodiversité

L'évaluation de la qualité des hydrosystèmes s'est fondée depuis de nombreuses années sur l'analyse des communautés d'organismes strictement aquatiques comme les macro-invertébrés, les diatomées,

les bryophytes.... A l'exception de l'indice de qualité piscicole développé récemment, il n'existe pas en France d'indice utilisant les vertébrés pour évaluer de manière quantifiée la qualité de ces milieux. Nous présentons ici une méthode exploitant des recensements standardisés (points d'écoute de type IPA) de communautés d'oiseaux nichant le long des cours d'eau. Seuls les oiseaux d'eau sont pris en compte dans un premier temps. Semblable à l'indice poisson rivière (IPR), l'indice de qualité ornithologique des rivières (IQOR) s'appuie sur plusieurs métriques décrivant la structure du peuplement d'une station donnée en relation avec ses caractéristiques paysagères (nombre d'espèces et abondance de certains cortèges liés aux grèves, à la végétation héliophytique, au style fluvial). Les valeurs prises par ces métriques sont calibrées dans 8 types fluviaux définis par le couple de valeurs pente x largeur de la rivière. Chaque station se voit affecter un nombre de points fonction de la valeur de la métrique compte tenu du type fluvial de la station. Le total rapporté au maximum possible fournit une évaluation de la qualité en pourcent.

L'analyse a été pratiquée le long de la Loire et de l'Allier, de divers cours d'eau du bassin de la Loire et d'autres bassins versants. Trois procédures de calcul (trois typologies croisant pente et largeur de la rivière) ont été testées. Les niveaux de qualité obtenus sont présentés et commentés à l'échelle de cours d'eau entiers choisis pour leurs divers degrés d'aménagements. Si le niveau de qualité d'une station ou d'un secteur de rivière diffère selon les typologies retenues pour le calcul, l'évolution longitudinale reste cohérente dans toutes les typologies.

Il paraît donc envisageable de mettre en oeuvre un indice de qualité ornithologique des rivières dont l'intérêt essentiel serait de permettre l'évaluation de ces milieux à une échelle complémentaire de celle apportée par les indices actuels (IBD, IBGN, IPR) celle du paysage qui est aussi l'échelle de l'aménagement du territoire. Le corpus de données utilisé (IPA) permet en outre d'envisager la mise en oeuvre d'un second indice ornithologique intégrant cette fois la fraction terrestre du peuplement et permettant d'évaluer la qualité ornithologique de la vallée. La double évaluation ornithologique du lit et de la vallée permettrait alors un diagnostic synthétique des interactions entre milieu aquatique et terrestre qui font l'originalité des hydrosystèmes.

#### **LA FAUNE DU BASSIN DE LA LOIRE, PATRIMOINE NATUREL ET SENTINELLE DE LA QUALITÉ DU FLEUVE**

Charles LEMARCHAND, Laboratoire de toxicologie, VetAgro Sup, Lyon et Muséum des Sciences Naturelles, Orléans (charles.lemarchand@univ-bpclermont.fr)

René ROSOUX, directeur scientifique et directeur adjoint du Muséum des Sciences d'Orléans

Philippe BERNY, professeur à VetAgro Sup Lyon et responsable du Laboratoire de Toxicologie

**Mots clés :** vertébrés ; relations prédateurs ; proies ; contaminants ; écotoxicologie

Depuis le plancton animal jusqu'au super-prédateurs, l'ensemble de la faune du bassin de la Loire est exposé aux composés toxiques issus des activités humaines (industrie, agriculture, usages domestiques) présents dans l'eau, les sédiments et les sols, et qui s'accumulent dans les réseaux trophiques aquatiques. Dans le cadre du Plan Loire Grandeur Nature 2007-2013, un programme de recherches écotoxicologiques, coordonné par VetAgro Sup et le Muséum des Sciences Naturelles d'Orléans, étudie la contamination d'une vaste cohorte d'espèces animales par un ensemble de contaminants, parmi lesquels 53 pesticides (herbicides, insecticides, fongicides, anticoagulants), 16 congénères de polychlorobiphényles (PCBs) et 5 métaux et métalloïdes (plomb, mercure, cadmium, cuivre, arsenic). Les espèces animales concernées par ce programme sont, parmi les vertébrés, la loutre d'Europe, le balbuzard pêcheur, le grand cormoran, la truite commune, l'anguille européenne, le poisson-chat, le chevaine et le carassin. Des invertébrés invasifs au sein du bassin de la Loire (écrevisses d'origine américaine, corbicules) sont également concernés par ce programme.

L'objectif global est d'appréhender la diversité des contaminants s'accumulant dans les tissus des différentes espèces, les modalités de transfert et d'accumulation, l'impact éventuel sur leur dynamique

des populations, dans un contexte de changements globaux risquant d'affecter le fonctionnement du fleuve et de ses affluents.

Les analyses sont effectuées sur des animaux issus de campagnes de prélèvements et de techniques non invasives : les loutres sont récupérées au bord des routes suite à des collisions avec des véhicules, grâce à une convention de partenariat entre les coordinateurs de l'étude et l'ONCFS. Les balbuzards morts au nid (œufs ou juvéniles) ou victimes d'électrocution, de noyades ou d'actes de braconnage, sont récupérés dans le cadre du Plan National d'Actions pour le balbuzard en France. Les cormorans sont récupérés après les opérations encadrées de tirs organisées lors de l'hivernage des oiseaux dans le bassin de la Loire. Les poissons, enfin, sont prélevés lors de campagnes de pêches scientifiques. Plusieurs tissus sont prélevés, comme le foie, la graisse ou le muscle, pour obtenir un maximum d'informations sur la diversité des composés toxiques présents et leur accumulation.

Les résultats montrent une contamination systématique des individus, quel que soit le taxon considéré : en effet aucun individu (loutres, balbuzards, cormorans, poissons) du bassin de la Loire et de ses affluents, depuis les têtes de bassin jusqu'aux marais proches de l'estuaire du fleuve n'est exempt de contamination. Les composés les plus fréquemment retrouvés sont les pesticides organochlorés, les PCBs et le mercure, ces deux derniers étant les plus abondants dans les tissus. L'important échantillon de loutres et de certaines espèces de poissons (chevaines) permet d'appréhender la dynamique d'accumulation de ces composés au sein de l'espèce entre l'amont et l'aval du bassin.

Au vu de l'expansion des populations de loutres, de balbuzards et de cormorans actuellement constatée en France et en Europe, la contamination chimique ne semble pas constituer une menace immédiate à leur conservation. Cependant, l'accumulation de ces composés de l'amont vers l'aval du bassin, leur transmission depuis les femelles vers les jeunes, et les éventuels effets « cocktail », notamment sur le système endocrinien ou le métabolisme général sont susceptibles de perturber, à moyen ou long terme et au moins localement, leur dynamique de population.

## **MODÉLISATION DES FONCTIONS ÉCOLOGIQUES DE L'ESTUAIRE DE LA LOIRE**

Bernard PRUD'HOMME Lacroix, GIP Loire Estuaire

**Mots clés :** Fonctionnalités écologiques ; estuaire ; modélisation ; habitats

L'estuaire de la Loire, de part sa configuration de large plaine alluviale, offre une grande diversité de milieux : vasières, roselières, prés de Loire, prairies humides, etc... soumis à différents gradients de salinité, à des submersibilités ou encore des échanges contrôlés avec la Loire. Il assure ainsi des fonctions écologiques majeures :

- porte d'entrée du bassin de la Loire pour les poissons migrateurs,
- zone de nurserie pour les poissons marins,
- zone d'hivernage ou halte migratoire pour les oiseaux,
- conservation des espèces,...

Les enjeux de gestion et de restauration de ce territoire ont conduit depuis plusieurs années à investir ce territoire par la mise en place d'un outil de suivi, de connaissance et d'aide à la décision sous la forme d'un groupement d'intérêt public : le GIP Loire Estuaire.

La mobilisation des données acquises, la meilleure connaissance du système, permettent aujourd'hui de mieux appréhender les relations entre le fonctionnement hydraulique de l'estuaire et les milieux assurant différentes fonctionnalités écologiques.

Un tel travail a été engagé sous la forme du développement d'un outil SIG dit de « Modélisation des enjeux écologiques fonctionnels des habitats et des complexes d'habitats de l'estuaire de la Loire » s'appuyant sur un petit groupe de biologistes et d'écologues<sup>1</sup>.

L'outil est construit comme une synthèse des principales fonctionnalités écologiques de l'estuaire de la Loire, géographiquement référencée sur les principaux patches d'habitats.

Cette démarche, s'appuyant sur les connaissances scientifiques existantes (ou à dire d'experts) ne pouvait prétendre intégrer toutes les espèces de l'écosystème. Le choix a été de prendre en compte la fonctionnalité, la sensibilité et la patrimonialité de certains groupes taxonomiques et espèces considérés comme bio-indicateurs, c'est-à-dire les plus représentatifs du fonctionnement écologique et de la valeur patrimoniale de l'écosystème estuarien (benthos, poissons, oiseaux, flore, habitats naturels et semi-naturels) et pour lesquels des jeux de données relativement récents sont disponibles, à la fois sur le plan spatial et quantitatif.

Cette approche spatiale s'est appuyée sur la cartographie des habitats réalisée dans le cadre des études préalables à la réalisation du *Document d'Objectifs Natura 2000 Estuaire de la Loire*, complété par une analyse spécifique concernant le lit mineur. Pour ne pas aboutir à un émiettement excessif de l'outil, les groupements végétaux ont été regroupés en habitats fonctionnels, appropriés aux espèces animales et peuplements qui les utilisent.

Ont été ensuite déclinées et illustrées, les grandes relations fonctionnelles unissant les habitats, la végétation, le benthos, les poissons et les oiseaux, dont les espèces ont été choisies quand elles étaient représentatives du fonctionnement écologique et de la valeur patrimoniale de l'écosystème estuarien.

Par ailleurs, la sensibilité des habitats et espèces aux principaux facteurs abiotiques (marnage, temps d'immersion et d'émersion, vitesse de courant, salinité, température, oxygénation, turbidité, envasement) a été estimée à dire d'experts, avec cependant une difficulté certaine quant au pas de temps concerné (quelques heures ou décennies, événements rares ou récurrents...). Par souci de simplification le court terme et l'action primaire de chaque facteur ont été privilégiés dans cette première approche.

Une fois toutes ces données inventoriées et intégrées dans un Système d'Information Géographique réactif, les principaux liens d'importance majeure entre habitats et espèces ont pu alors être illustrés selon les grandes fonctions écologiques assumées par l'estuaire de la Loire, fonctions trophiques, migrations, transits, remise, etc.

Cet outil, développé dans un premier temps à l'échelle de l'estuaire de la Loire fait actuellement l'objet d'un réinvestissement dans le cadre du programme scientifique BEEST<sup>2</sup>, associant les estuaires de la Loire, de la Gironde et de la Seine.

<sup>1</sup> L'équipe pluridisciplinaire est composée de Madame Barillé (Société Bio Littoral/Faculté des Sciences de Nantes), de Monsieur Bioret (Université de Bretagne Occidentale), de Monsieur Marion (CNRS/Université de Rennes 1) et de Monsieur Montfort (Ouest-Aménagement/agence de Saint-Herblain).

<sup>2</sup> BEEST : Vers une approche multicritères du Bon Etat écologique des grands ESTUAIRES

## Session II - Dynamiques des populations et communautés

### Modérateur : Bernard MONTUELLE, INRA, UMR CARTEL/ZABR

#### **LES JUSSIES DANS LA BASSE LOIRE ET SES AFFLUENTS : CONSÉQUENCES SUR LA BIODIVERSITÉ**

Elisabeth LAMBERT (elambert@uco.fr), CÉREA, UCO, Angers.

Jacques HAURY (jacques.haury@agrocampus-ouest.fr) et Julie COUDREUSE, UMR0985 ESE, INRA & AGROCAMPUS OUEST, Rennes.

Guillaume DELAUNAY (g.delaunay@parc-loire-anjou-touraine.fr), PNR Loire-Anjou-Touraine, Montsoreau.

**Mots clés :** invasion biologique, *Ludwigia* sp., biodiversité, marais, boires, habitats

Les Jussies, *Ludwigia grandiflora* ssp. *hexapetala* et *L. peploides* ssp. *montevidensis* sont un problème majeur d'invasions biologiques dans divers milieux de la Basse Loire, de ses annexes hydrauliques et de ses affluents. En prenant divers exemples (marais Nord Loire, marais de l'Erdre et polder de Mazerolles, marais de Goulaine, secteur ligérien du PNR Loire-Anjou-Touraine, différentes études sont menées par le GIS Macrophytes et ses partenaires : identification des populations et de leur fertilité, estimation des biomasses et de leurs facteurs de variabilité, influence sur la biodiversité à l'échelle de quadrats, d'un marais, de boires et du paysage, apparition de formes terrestres de Jussie et expériences de restauration. Le panorama proposé vise à montrer à la fois la diversité des problèmes de conservation et de gestion liés à ces invasions, et à faire état des pistes de recherche-action actuellement explorées.

Pour les différentes espèces présentes dans les sites précités, on note la nécessité de raisonner en termes de populations, certaines étant stériles, d'autres fertiles ; de milieux (certains sont colonisés, d'autres non, avec apparition de formes terrestres). Il en ressort que les paramètres de la fertilité avérée *ex situ* et *in situ* sont des paramètres de risques d'expansion et donc d'atteinte de la biodiversité majeurs. Les zones avec des populations de formes terrestres de Jussie font l'objet d'une analyse particulière mettant en évidence les différents risques liés à la variation des niveaux hydrauliques.

Les biomasses sont extrêmement variables selon les sites et les espèces comme déjà montré antérieurement au niveau national (Lambert et al. 2009). La dynamique de ces biomasses varie selon les espèces, les années et les sites et un premier schéma est proposé à partir de données actualisées provenant de certains des sites.

Au niveau de la biodiversité locale, l'analyse de quadrats, des relevés de linéaires de douves différemment aménagés et de transects en marais, montrent l'état des lieux sous pression des Jussies à forts taux de recouvrements. L'impact du développement des Jussies sur la diversité des espèces et des paysages dans la basse vallée de la Loire se traduit par une occupation sous forme de peuplements parfois très denses dans les annexes hydrauliques et une répartition d'herbiers plus ou moins discontinus le long de la berge du fleuve. Les habitats naturels ligériens d'intérêt communautaire sont souvent envahis. Les boires avec les végétations du Magnopotamion et de l'Hydrocharition sont parfois totalement occupés par des herbiers denses où se mêlent les deux espèces de Jussie.

Sur les sables exondés à l'étiage, les Jussies remplacent les végétations des *Bidens tripartita*, *Chenopodium rubri* et *Nanocyperion flavescens*, sous forme de taches plus ou moins discontinues de Jussies prostrées. Le développement des Jussies au sein des ensembles est variable suivant les groupements végétaux concernés (d'intérêt communautaire ou non). Les Jussies sont moins envahissantes dans les cariçaies et les phalaridaies par exemple alors qu'elles envahissent plus densément, *Chenopodium*, *Nanocyperion* ou surtout Magnopotamion et Hydrocharition. Le recouvrement des Jussies en fonction de leur forme de développement (prostrée, flottante et érigée) peut être très différent (respectivement 5-20%, 5-40 %, 90-95 %). En fonction du substrat ou de l'écosystème envahi par les jussies, le pourcentage

de recouvrement d'un type de forme peut aussi varier : par exemple la forme prostrée peut recouvrir de manière différente les types de substrats : sur les sables exondés : 5 à 20 %, alors que dans les prairies humides cela peut atteindre plus souvent 90 %.

#### **POPULUS NIGRA AS KEYSTONE SPECIES ABLE TO COPE WITH THE ONGOING CLIMATE CHANGE**

M. VILLAR (marc.villar@orleans.inra.fr), C. BASTIEN et V. JORGE, UR Amélioration, Génétique et Physiologie Forestières, INRA Orléans.

S. CHAMAILLARD et R. FICHOT, UR Amélioration, Génétique et Physiologie Forestières, INRA Orléans, Laboratoire de Biologie des Ligneux et des Grandes Cultures, Université d'Orléans et USC2030 ARCHE, INRA.

C. BARBAROUX et F. Brignolas, Laboratoire de Biologie des Ligneux et des Grandes Cultures, Université d'Orléans et USC2030 ARCHE, INRA

P. FAIVRE RAMPANT, UR Génomique Végétale, INRA Evry

O. FORESTIER, CNBF, DRAF Pays de Loire

S. Rodrigues, ISTO, Université de Tours

**Mots clés :** *Populus nigra*, genetics, climate change

*Populus nigra* L. is one important species of the european alluvial forests, that are protected under Habitats directive 92/43/EEC in Europe. This species is often regarded as good indicator of geomorphological and biological quality of this ecosystem and is an active support of riparian biodiversity. This species is threatened by anthropogenic disturbances and gene introgression, justifying a french and european (EUFORGEN) programme on in situ and ex situ conservation of its genetic resources.

In addition, riparian forest ecosystem and trees will face global and local climate modifications this century. *Populus nigra*, that establishes naturally within or along the active channel and that is strictly dependent of the morphodynamics of the river, will be exposed to three new threats : (i) enhancement of the frequency and severity of drought with summer decrease of the water table level, (ii) extreme heat waves, especially in summer (temperature is a key factor for survival and development of seedlings) and (iii) more intense flooding. The basis for the ability of trees to survive, adapt and evolve under changing environmental conditions is genetic diversity and the adaptive capacity to such changes involve three processes : (a) plasticity, i.e. the capacity of existing trees to respond differently to different environmental conditions ; (b) adaptation, which includes adaptive genetic diversity and the occurrence of natural selection in a dynamic system and (c) migration potential through natural dissemination of seeds to more suitable areas.

This presentation will focus on the two first responses in *Populus nigra*, as the third process is restricted, due to the limited capacity of this pioneer species to migrate in latitude or elevation along the constrained range of the fluvial corridors. Data on genetic diversity and phenotypic variability of adaptive traits in french populations (foliar characteristics, water relations, architecture, floral and foliar phenology...) and from in situ and ex situ experiments, testing drought and temperature in different genetic material (cuttings, seedlings) in various conditions (sandy banks, nursery, greenhouses, growth chambers) will be presented. This communication will demonstrate that *Populus nigra* has resources (genetic characteristics) and mechanisms (ecophysiological characteristics) to cope with the ongoing climate change.

This research was mainly supported by regional, national and European funds and realized under the French *Populus nigra* genetic resource conservation programme.

## **EVOLUTION INTERANNUELLE DES COMMUNAUTES DE POISSONS EN LOIRE MOYENNE**

Catherine BOISNEAU (catherine.boisneau@univ-tours.fr), CITERES, Université de Tours

**Mots clés :** communauté, structure, guildes, évolution temporelle, poissons, Loire

Le suivi hydrobiologique de la centrale nucléaire d'Avoine fournit un cadre et des données permettant de disposer de chroniques à partir de 1991. Une évolution interannuelle des peuplements piscicoles en est tirée à partir d'analyse des composantes spécifiques, structurelles et fonctionnelles.

Deux stations, localisées de part et d'autre du rejet de la centrale, sont échantillonnées une fois par an, en période d'étiage. Sur la période 1991-2010, deux méthodes et trois techniques d'échantillonnage se sont succédées. Les habitats sont caractérisés à partir de deux variables, hauteur d'eau et granularité du substrat. Les poissons sont identifiés, pesés et mesurés avec une observation de leur état sanitaire externe.

Les deux stations présentent des différences structurelles, la station aval est moins profonde et contient plus d'habitats avec des végétaux.

La richesse spécifique, en excédent par rapport au référentiel de l'Indice Poisson Rivière, présente une tendance à la réduction malgré l'arrivée d'espèces invasives. Les peuplements des deux stations se dissocient progressivement (90% à 70% d'espèces communes). Les densités et les biomasses totales croissent suivant des modèles exponentiels jusqu'en 2008. Ces croissances sont dues, en densité à l'ablette, le goujon, le gardon, la bouvière, le spirilin et le chevesne et en biomasse à la carpe, le silure, le gardon et le barbeau.

Les espèces lithophiles et phyto lithophiles dominent sans évolution particulière. Les piscivores sont déficitaires tandis que les invertivores dominent. La station amont contient des densités plus importantes d'individus rhéophiles et sensibles aux perturbations, celles-ci augmentent avec le temps.

Les données recueillies permettent également de mesurer l'impact d'évènement particulier comme la canicule de 2003 ou encore de détecter des perturbations comme en 2008.

La recherche de liens entre variables biologiques du peuplement et variables hydroclimatiques montre des corrélations significatives surtout avec les variables thermiques. La température élevée du mois de juin et une forte quantité de chaleur reçue pendant la période post reproductrice favorisent une forte abondance. A l'inverse, une influence négative des forts débits de l'été et du mois de juin est notée sur la biomasse de carpe, espèce à reproduction tardive et sur celle des invertivores.

Une approche des ressources alimentaires a été tentée à partir des relations entre densités et biomasses de poissons et densités d'invertébrés. Les corrélations négatives avec les modalités des éphéméroptères peuvent s'expliquer par une pression de prédation de la part des poissons sur ces taxons qui est très forte et qui contribue à la réduction de leurs densités ou par une évolution de ces insectes, indépendantes de celle des poissons mais alors fonction de l'évolution des conditions de milieu.

Les peuplements piscicoles observés sur les deux stations présentent des caractéristiques de composition, de structure et de fonctionnelles qui traduisent :

- Un milieu à niveau trophique fort et productif,
- Deux stations aux caractéristiques d'habitats différentes qui ne rendent pas décelable, pour le moment, la mesure de l'impact du rejet,
- Une arrivée d'espèces invasives,
- Une évolution des peuplements allant dans le sens inverse d'une eutrophisation

## **UNE RELIQUE GLACIAIRE EN ZONE AMONT : DÉTERMINANTS DE LA PRÉSENCE DE LA VIPÈRE PÉLIADE (*VIPERA BERUS*) ET CLARIFICATION DES ADAPTATIONS CLIMATIQUES EN TÊTE DE BASSIN DE LA LOIRE**

Michaël GUILLON (guillon@cebc.cnrs.fr), Frédéric LAGARDE, Olivier LOURDAIS, Centre d'études biologiques de Chizé, CNRS-UPR 1934, Villiers-en-Bois

Warren PORTER, Department of zoology, University of Wisconsin, Madison USA

Wilfried THULLER, Hervé CUBIZOLLE, Laboratoire d'écologie alpine, UMR-CNRS 5553, Grenoble

**Mots clés :** Physiologie, ectotherme, persistance, distribution, climat

La zone amont du bassin versant de la Loire se caractérise par des conditions climatiques fraîches. Cette particularité a permis à de nombreuses espèces d'y trouver un refuge climatique et de persister depuis la dernière période glaciaire. Le réchauffement climatique pourrait avoir un impact fort notamment sur les ectothermes terrestres, particulièrement sensibles aux modifications de leur environnement. Comprendre les mécanismes de cette sensibilité environnementale et identifier les déterminants de leur présence est une étape essentielle pour prédire l'impact des changements climatiques sur leurs capacités de persistance.

Notre travail se concentre sur deux espèces de vipéridés (vipère aspic et vipère péliade) qui présentent des distributions différentes dans le bassin versant de la Loire liées à des affinités climatiques contrastées (respectivement tempérée versus boréale). Nous souhaitons comprendre comment les modifications climatiques futures vont influencer leur présence en zone amont et notamment la réponse de l'espèce boréale en situation relictuelle. Pour cela, nous avons étudié les liens existant entre le climat actuel et la distribution de ces espèces en développant deux méthodes complémentaires :

- Approche corrélative pour prédire la distribution actuelle de ces espèces. Elle permet d'identifier les variables climatiques qui contraignent la distribution des espèces.
- Approche mécaniste pour relier directement le climat à la persistance de ces espèces et de prédire leurs limites de distribution. Nous utilisons des modèles biophysiques pour modéliser les effets du climat sur les traits fonctionnels (physiologie, comportement) des espèces.

Nos résultats confirment que le climat est le facteur environnemental qui explique la majeure partie de la distribution de ces espèces. La période estivale est la période de l'année la plus contraignante. L'espèce boréale (*Vipera berus*) est étroitement liée aux basses températures maximales de la zone amont. Pour l'approche mécaniste, nos résultats préliminaires montrent que les conditions climatiques en zone amont sont favorables à l'expression des adaptations climatiques de *V. berus*. Ces mêmes adaptations deviennent contraignantes en zone aval avec une trop forte augmentation des besoins énergétiques et hydriques incompatibles avec son maintien. Ces contraintes physiologiques pourraient expliquer la limite de distribution de l'espèce dans le bassin versant de la Loire.

Face aux changements climatiques, la distribution de l'espèce boréale devrait considérablement se contracter. Nous souhaitons désormais prédire finement à l'échelle du haut bassin les effets des différents scénarios climatiques envisagés sur la distribution de *V. berus*. Le statut de conservation de l'ensemble des espèces possédant les mêmes sensibilités pourrait devenir préoccupant dans la zone amont.

## **MODÉLISATION DE LA DISTRIBUTION DE PASSEREAUX PRAIRIAUX DANS LA VALLÉE DE LA LOIRE -ÉVALUATION DE L'INDICE TOPOGRAPHIQUE D'HUMIDITÉ COMME INDICATEUR DE L'EXPOSITION À L'INONDATION**

Aurélien BESNARD (aurelienbesnard@univ-angers.fr) et Jean SECONDI (jean.secondi@univ-angers.fr), GECCO, LEESA, University of Angers, 49045 Angers, France.

Isabelle LA JEUNESSE, UMR 6173 CITERES, University of Tours, 37200 Tours, isabelle.lajeunesse@univ-tours.fr

La biodiversité des zones humides de plaine inondable est de plus en plus menacée par les changements anthropiques et climatiques. Dans les zones toujours soumises à l'inondation, l'agriculture extensive et en particulier les prairies de fauches sont des modes d'exploitation toujours bien présents dans la partie inférieure du bassin de la Loire. Ces habitats prairiaux abritent des espèces qui régressent dans plusieurs régions d'Europe, ainsi l'originalité de l'avifaune de plaine inondable tend à s'accroître avec le temps. Afin de protéger efficacement ces espèces, il est nécessaire de comprendre les facteurs écologiques qui déterminent leur distribution. Les techniques de modélisation de la distribution des espèces sont particulièrement adaptées à cette problématique. Cependant, un des principaux problème est de trouver des cartographies du régime hydrologique dans les plaines inondables. Les indices topographiques d'humidité peuvent être utile à cet égard car ils sont calculés uniquement à partir du modèle numérique de terrain (MNT). Nous avons modélisé la niche écologique pour quatre espèces de passereaux prairiaux : le Tarier des prés *Saxicola rubetra*, la Bergeronnette printanière *Motacila flava*, le Bruant proyer *Miliaria calandra* et le Bruant des roseaux *Emberiza schoeniculus*, pendant leur période de reproduction dans la vallée de la Loire. Nous avons utilisés deux approches pour tester la valeur informative des indices topographiques dans le cadre des modèles de distribution d'espèce. La procédure MaxEnt a été utilisée pour les données de présence et des GLM pour les données d'abondance mesurées sur des transects. Grâce à ces résultats, nous avons aussi modélisés la richesse des communautés d'avifaune prairiale. En se basant sur nos données, nous discutons de l'intérêt et de l'efficacité, mais aussi des limites des indices topographiques d'humidité pour modéliser la distribution des espèces de zone humide.

## **GRANDS ET PETITS VERTÉBRÉS AU PALÉOLITHIQUE MOYEN À LA ROCHE-COTARD (LANGEAIS, INDRE ET LOIRE)**

Jean-Claude MARQUET (jcmарquet@wanadoo.fr), CITERES, Laboratoire Archéologie et Territoires, Tours

**Mots clés :** Vertébrés, Paléolithique moyen, Néandertal, Repaire d'hyènes

La grotte de La Roche-Cotard (Langeais, Indre-et-Loire) a été découverte en 1912 à la suite d'emprunts considérables de terres faits au pied du coteau sur la rive droite de la Loire pour la mise en place de la ligne de chemin de fer Tours-Angers dans le val. Des fouilles effectuées de 1976 à 1978 puis depuis 2008 ont permis de mieux connaître le remplissage de la cavité puis la découverte de trois autres locus en pied de paroi ou en abri qui ont tous donné d'abondants restes de petits et de grands vertébrés, surtout des amphibiens, des poissons ainsi que des petits et des grands mammifères mais aussi des restes lithiques attribués à l'homme de Neandertal.

La grotte (La Roche-Cotard I) a donné, dans sa couche moyenne, de nombreux restes de grands mammifères (par exemple le lion des cavernes, le boeuf et le bison, le cheval et hydruntinus, un rhinocéros, etc.). Ces os ont probablement été apportés par les hyènes qui ont habité la cavité (présence des restes et os rongés). Cette couche a été datée récemment par le C14 de 43 000 BP. La couche supérieure a donné des restes de renne, loup, lemming à collier et campagnol des hauteurs. Elle a été datée de 34 790 +/- 870 soit un âge calibré compris entre 39 795 et 35 942 an J-C. La cavité est creusée dans la craie tuffeau jaune

du Turonien supérieur. Les parois ont enregistré non seulement l'histoire du creusement de la grotte mais elles portent aussi des traces laissées par les divers occupants (griffures sur les parois et tracés digités).

La Roche-Cotard II est un site de pied de paroi, juste devant l'entrée de LRC I. Dans un épais comblement, une couche d'alluvions anciennes de la Loire a donné un niveau moustérien bien caractérisé par l'industrie lithique. C'est ce niveau parfaitement en place qui a donné la protofigurine appelée par M. Lorblanchet : le masque de La Roche-Cotard. Cette couche a été récemment datée de 46 800 +/- 3 800 BP.

La Roche-Cotard III est un abri très bas qui a donné des indices de présence humaine (débitage et aménagement de blocs) à la base du remplissage ainsi qu'une riche faune de grands vertébrés apportés par les hyènes et comprenant notamment le loup, un renard, le cerf, le chevreuil, etc. donc, comme dans la couche moyenne de LRC I, une faune relativement tempérée. Le remplissage a également donné une très riche faune de petits vertébrés dont des amphibiens en grande quantité.

La Roche-Cotard IV, où se déroulent les fouilles actuellement est un abri profond qui a donné un très épais remplissage de plus de 9 mètres d'épaisseur. Si cet espace n'a pas été fréquenté par les hyènes (pas d'os rongés) en revanche il a été fréquenté par l'homme : os brisés et brûlés, éclats de taille et de retouche. Le remplissage de la partie sous abri donne de très abondants restes de petits vertébrés dont des restes de poissons en grande quantité où l'aloise est présente.

Le complexe site de la Roche-Cotard, constitué avec celui de Roc-en-Pail à Chalonnes-sur-Loire près d'Angers, l'un des rares sites pléistocènes de la Loire moyenne et basse qui donne un enregistrement sûr des populations (l'étude des pollens de LRC IV est en cours) et des paysages d'une période ancienne de l'histoire du grand fleuve.

### Session III - Interactions société-biodiversité

Modérateur : Bertrand SAJALOLI, CEDETE, Université d'Orléans

#### ***A L'ORIGINE DE LA BIODIVERSITÉ : LE RÔLE DE L'HOMME DANS LA DIVERSIFICATION DES TOURBIÈRES DU MASSIF CENTRAL ORIENTAL AU COURS DU POSTGLACIAIRE***

H. CUBIZOLLE, J. ARGANT, A. TOURMAN, F. FASSION, J. PORTERET, C. OBERLIN

La réflexion sur l'état actuel de la biodiversité dans une région de vieille civilisation agraire comme la France suppose d'une part de replacer les dynamiques à l'œuvre dans une perspective historique et d'autre part de s'interroger sur la place de l'Homme dans ces dynamiques. Car s'il est incontestable que les sociétés humaines sont en maints endroits responsables d'un appauvrissement des biocénoses, il n'en demeure pas moins qu'elles sont aussi en d'autres secteurs à l'origine d'une diversification des écosystèmes. Aussi, plutôt que de raisonner en termes de bilan, positif ou négatif par rapport à un état de référence que nous connaissons souvent très mal, il nous semble préférable de prendre acte de ce que l'histoire des relations Hommes/milieus nous a laissé en héritage, c'est-à-dire soit une nature homogénéisée et des biocénoses appauvries soit au contraire une diversité des milieux qui ne peut perdurer sans le maintien de certaines activités ou aménagements. Les conséquences en termes de gestion conservatoire sont importantes puisqu'il s'agit tout d'abord d'abandonner l'objectif vain et trop coûteux de revenir à une situation « naturelle » mythique et d'autre part de se consacrer soit au maintien de la diversité actuelle là où elle existe soit au développement de cette biodiversité là où elle est en deçà des potentialités du milieu mais en tenant compte évidemment des contraintes socio-économiques qui s'exercent.

Une illustration de la diversification des milieux induite par les activités humaines est donnée par les tourbières du Massif Central oriental. La mise en place de ces écosystèmes dans cette partie du haut

bassin de la Loire s'est en effet réalisée en deux temps au cours du Postglaciaire : une première génération de tourbières s'est développée principalement entre 10200 Cal. year BP et 5600 Cal. year BP à la faveur de contextes climatiques et géomorphologiques favorables à la turfigénèse. Ces tourbières sont vastes et ont connu une ombrotrophisation semble-t-il assez rapide. Après une période sans apparition de tourbières les sites hydro-géomorphologiques les plus propices ayant été occupés, on observe à partir de 4500 Cal. year BP la mise en place, principalement en tête de vallon, d'une seconde génération de tourbières, plus petites et restées jusqu'à nos jours minérotrophes. Ces tourbières sont pour certaines associées à des aménagements hydrauliques à l'origine du bouleversement de l'hydrologie et de l'accumulation de tourbe qui en a découlé. Les autres doivent leur apparition aux activités agro-pastorales à l'origine du basculement des bilans hydriques.

Le développement des activités agricoles au cours des 4500 dernières années a donc introduit une diversité incontestable dans la typologie des tourbières du Massif Central oriental. Certaines des tourbières d'origine anthropique constituent ainsi de véritables objets archéologiques dont la pérennité est directement liée à celle des aménagements hydrauliques qui assurent aujourd'hui encore le maintien de bilans hydriques favorables. La gestion conservatoire de cette diversité écologique passe ainsi obligatoirement par la prise en compte des contextes archéologiques locaux.

#### ***FACTEURS DE STRUCTURATION DES COMMUNAUTÉS PRAIRIALES EN LOIRE AVAL : APPROCHE PHYTOSOCIOLOGIQUE***

Denis LAFAGE, LEESA, Université d'Angers, Angers

Jan-Bernard BOUZILLÉ, Anne BONIS, UMR ECOBIO, Rennes

**Mots clés :** prairies, phytosociologie, inondation, salinité, gestion

Située dans le nord-ouest de la France, la partie aval de la vallée de la Loire présente le long de ses 220 km une forte diversité de milieux écologiques. Les prairies riveraines occupent la plus grande place de la plaine alluviale (50% du lit majeur du fleuve). Ces prairies sont généralement intégrées dans une maille bocagère mais peuvent aussi constituer de vastes surfaces de formations végétales très ouvertes. Les autres habitats sont représentés essentiellement par des vasières, des roselières, des grèves de sable et des peupleraies. Des bras morts sont aussi rencontrés le long du fleuve ainsi que des îles de surface variable. Dans la partie estuarienne de la Loire, soumise à l'action des marées de l'océan atlantique, la végétation est composée de communautés halophiles et subhalophiles.

Une étude phytosociologique a été réalisée afin d'analyser l'ensemble des communautés végétales. Plusieurs unités de végétation correspondent à des habitats reconnus d'intérêt communautaire par la directive européenne « Habitats ». Ainsi, plusieurs territoires Natura 2000 ont été définis.

Les prairies qualifiées de thermo-atlantiques présentent plusieurs types en fonction de la microtopographie : hygrophile, méso-hygrophile et mésophile. L'organisation de ces prairies a été décrite sous forme de transect par rapport au régime d'inondation en tenant compte des données bathymétriques et des lignes d'eau correspondant aux débits hydrauliques mesurés dans le fleuve au cours d'une année. Le recours à l'indice d'Ellenberg a permis de caractériser les communautés prairiales sur le plan de l'humidité.

Des mesures agroenvironnementales ont été retenues pour ces territoires de prairies. En conséquence, les modalités d'exploitation des prairies ont également été considérées dans cette étude afin d'analyser les variations de composition floristique correspondant aux différentes pratiques : pâturage, fauche et mixte. L'objectif est de définir précisément des pratiques permettant de conserver les habitats dans un état de conservation favorable au sens de la directive « Habitats » et de mieux connaître les exigences écologiques des espèces considérées comme patrimoniales.

**Mots clés :** paysage agricole, grande culture, biodiversité, végétation, bordures de champs, rotation culturale

Les paysages agricoles, et notamment ceux dévolus à la grande culture, ne sont pas réputés pour être des réservoirs de biodiversité ; ils représentent toutefois d'une partie considérable de l'espace rural européen. Les bordures de champs -lisière forestière, bords de route ou de fossé, interchamp stable- sont, dans ces espaces rares en prairies et marqués par des cultures annuelles en rotation, des éléments fixes du paysage ; elles représentent un réseau écologique diffus et un habitat pour de nombreuses espèces végétales et animales car elles subissent une moindre pression des pratiques agricoles (Marshall, 2002). Celles-ci orientent toutefois la diversité des bordures de champs car elles guident le choix des pratiques d'entretien des bordures. Les objectifs de cette communication sont de mettre en évidence (i) les caractéristiques du paysage de grande culture et son évolution dans le temps à différents pas de temps, (ii) la diversité actuelle des bordures de champs (iii) la contribution des pratiques agricoles d'une part, et des éléments paysagers locaux, d'autre part, à la diversité végétale des bordures de champs.

Un bassin-versant de 35 km<sup>2</sup> a été étudié dans la Gâtine lochoise (région Centre, département d'Indre-et-Loire) ; après une analyse archéogéographique, nous avons analysé la structure spatiale et la composition botanique (végétation vasculaire) de 479 bordures de champs, appartenant à 14 exploitations agricoles (9 exploitations céréalières et 5 laitières), parmi lesquelles 7 exploitations (3 exploitations céréalières et 4 laitières) ont été étudiées de façon exhaustive, selon une méthodologie éprouvée (Le Coeur et *al.*, 2002). 356 espèces herbacées ont été identifiées, parmi lesquelles 105 présentes dans plus de 5% des relevés. Ces espèces ont fait l'objet d'analyses multivariées mettant en relation la composition botanique des bordures avec des variables de structure (type d'interface, largeur de la bordure, dimension de la strate arborescente, présence d'éléments associés, dimension de la parcelle et de l'exploitation), et des variables agricoles (pratiques d'entretien, type de rotation parcellaire, occupation du sol adjacente, production de l'exploitation).

Nous montrons que la structure du paysage, organisée autour du réseau hydrographique, est stable sur un pas de temps long (2 siècles), malgré les changements intervenus depuis les années 50 (augmentation de la taille des parcelles et réduction du linéaire des bordures notamment) (Pinoteau, Di Pietro, 2003).

La diversité végétale des bordures de champs est guidée par un gradient paysager opposant les bordures boisées à celles herbacées, et par un gradient biologique opposant les espèces annuelles à celles pérennes.

Deux grands types de bordures sont identifiées : des communautés d'espèces annuelles et d'ombre dans des exploitations céréalières, incluant des bois ; et des communautés pérennes de lumière dans des exploitations laitières et des parcelles clôturées. Les facteurs locaux (bordures arborescentes, principalement lisières forestières, présence de bandes enherbées et de chemins herbeux, et d'autres éléments comme les fossés, routes, clôtures) sont le premier type de facteur de différenciation de la composition botanique des bordures de champs ; ensuite les caractéristiques des exploitations agricoles ont un rôle majeur sur cette biodiversité (dimension et orientation de la production, fragmentation foncière, taille de la parcelle). Seulement en dernier viennent les variables liées à l'occupation du sol adjacente et aux rotations parcellaires (Di Pietro, 2007).

Nous mettons en évidence le rôle joué par certaines variables agricoles (notamment la structure spatiale et l'orientation des exploitations agricoles) et par des paramètres locaux liés au paysage, comme la présence de lisières forestières, sur ces espaces interstitiels support de biodiversité.

## **LE SYSTÈME PAYSAGE COMME CLÉ DE COMPRÉHENSION DES FORÊTS DU VAL DE LA LOIRE TOURANGELLE (INDRE ET LOIRE). LE CAS DU SECTEUR DE BRÉHÉMONT**

Sylvie SERVAIN-COURANT (servain@ensnp.fr), UMR 6173 CITERES, CNRS et Université de Tours et École Nationale Supérieure de la Nature et du Paysage de Blois.

Jean-Louis YENGUE (yengue@univ-tours.fr), UMR 6173 CITERES, CNRS et Université de Tours et Université de Tours, Département de Géographie.

**Mots clés :** paysage, forêt, Loire, usages, évolution

Depuis 2000, date de l'inscription UNESCO au titre des paysages culturels, on assiste dans le Val de Loire à une mise en avant des qualités paysagères de la Loire qui de fleuve « royal » est devenu fleuve « sauvage ». Ce glissement repose avant tout sur l'omniprésence de la composante végétale du paysage, notamment les arbres très souvent associés aux îles de la Loire, aux berges. Pourtant, à l'échelle de la vallée, l'emprise spatiale des formations ligneuses est faible comparée à celle des terres agricoles. Nous nous sommes donc intéressés à la place de ces formations dans la fabrique des paysages ligériens à l'échelle d'un tronçon de vallée en aval de Tours, dans le secteur de Bréhémont.

En s'intéressant à la dynamique des formations boisées du secteur depuis les années 1850, en particulier les peupleraies et la forêt alluviale du lit endigué, il est frappant de constater que les caractéristiques actuelles de la ripisylve et la biodiversité associée ne peuvent se comprendre que par l'entrée systémique qu'offre le Paysage. L'évolution des pratiques, liées principalement à l'agriculture, a entraîné une modification des boisements sur l'ensemble du site et, plus récemment, le développement d'activités touristiques a influé sur les dynamiques de la couverture boisée communale. Il en ressort que l'évolution des usages agricoles aboutit à une fermeture du paysage tandis qu'une volonté de préserver un paysage en accord avec le fleuve « sauvage », chargé d'histoire, se met en place. Est-ce le début d'un nouveau cycle qui associe usages agricoles, sylvicoles et touristiques ?

## **BIODIVERSITÉ DES BOIS PÉRIURBAINS. QUELLES RELATIONS ENTRE DEGRÉ D'ANTHROPISATION ET CARACTÉRISTIQUES DES COMMUNAUTÉS VÉGÉTALES ?**

Hervé DANIEL (herve.daniel@agrocampus-ouest.fr), J. VALLET, Joséphine PITHON, V. BEAUJOUAN, UP Paysage (Agrocampus Ouest, Centre d'Angers, INHP et ESA Angers)

**Mots clés :** Gradient d'urbanisation ; communautés végétales ; richesse spécifique ; forêts anciennes

La compréhension des interactions entre la biodiversité et le développement urbain est une préoccupation croissante. Bien plus encore qu'une augmentation démographique, c'est une extraordinaire croissance des surfaces urbanisées que connaissent actuellement les territoires. Ces changements s'accompagnent d'une influence grandissante des logiques urbaines sur les modes de gestion des espaces, et en particulier de ceux « à caractère naturel ». L'articulation des facteurs biophysiques et socio-économiques pour comprendre la dynamique de ces espaces constitue actuellement un enjeu complexe mais aussi majeur.

Différentes approches ont été mises en œuvre pour mettre en évidence les relations entre le gradient d'urbanisation et la biodiversité des boisements sur les agglomérations de Angers, Nantes et Rennes. L'objectif de cette communication est de présenter un aperçu de ces différents travaux et de l'évolution de nos questionnements.

Une première étape a consisté à caractériser les patrons de distribution de la végétation dans différents (60) bois échantillonnés selon un gradient d'urbanisation. Le pourcentage de surface imperméabilisée dans le voisinage a servi d'indicateur de ce gradient ville campagne. Une évaluation de l'intensité de

gestion de ces espaces a également été prise en compte. L'analyse de ces données a permis de mettre en évidence la richesse floristique accrue des stations en contexte urbain, et cette augmentation de la richesse s'explique essentiellement par la distribution contrastée des espèces exotiques. De plus, les espèces les plus fréquentes parmi les bois urbains ont des préférences pour des sols plus riches en bases et plus fertiles que celles fréquentes principalement dans les bois ruraux.

En complément à cette approche, des analyses de la végétation à une échelle plus fine. L'influence de l'occupation du sol du voisinage et l'effet lisière au sein du bois a été testée sur une dizaine de station. Il en ressort la richesse importante des lisières, y compris en espèces forestières. Un autre déterminant de la composition de la végétation est l'intensité de la gestion, qui peut être appréhendé par une caractérisation des formations végétales de sous-bois. Un travail a alors été conduit dans l'objectif de préciser la structure et la composition de ces trois types de formation en interaction avec leur position le long du gradient ville-campagne.

L'orientation actuelle des travaux porte sur une analyse de la place des boisements dans l'espace périurbain, mais également de leur importance face à l'ensemble des autres surfaces arborées que l'on peut rencontrer en ville. Les travaux conduits dans ce contexte pourront permettre de mieux comprendre la contribution possible de ces espaces aux démarches actuelle de trames vertes urbaines.

## Documentation et réseaux de recherche en biodiversité

### **CENTRE DE RESSOURCES LOIRE NATURE**

Stéphanie HUDIN (stephanie.hudin@enf-conservatoires.org), Fédération des Conservatoires d'espaces naturels, Orléans

**Mots clés** : Loire, gestionnaires, aires protégées, lien chercheurs-gestionnaires

Le Centre de Ressources du patrimoine naturel et des zones humides du bassin de la Loire vise à favoriser la mutualisation et l'harmonisation des données, diffuser les informations issues des acteurs du patrimoine naturel, permettre une aide à la prise de décision dans la gestion et aider à l'émergence de réseaux d'observation.

Le travail du Centre de Ressources vise en particulier à favoriser la mutualisation et l'harmonisation des données, diffuser les informations issues des acteurs du patrimoine naturel, permettre une aide à la prise de décision dans la gestion et aider à l'émergence de réseaux d'observation. Différents axes de travail ont pour cela été définis : base documentaire, bases de données détenteurs de données et expériences de gestion, accompagnement de réseaux d'observation et de suivi, participation à des aux réunions et suivis de recherche, et des actions de communication.

Les thématiques prioritaires du Centre de Ressources sont le patrimoine naturel ligérien au sens large, les zones humides, les espèces invasives, la dynamique fluviale. Ces thématiques se retrouvent dans les formulaires de recherches des bases de données interrogeables en ligne, qui sont enrichies en continu.

## **LA ZONE ATELIER BASSIN DU RHÔNE ET LES APPROCHES DE LA BIODIVERSITÉ**

Bernard MONTUELLE (Bernard.montuelle@thonon.inra.fr), INRA, UMR Carrtel, Thonon  
Pierre MARMONIER, Univ. Lyon I, UMR CNRS LEHNA, Villeurbanne  
Anne CLEMENS, ZABR, Villeurbanne

**Mots clés :** Bassin du Rhône, pression –impact, biodiversité

La ZABR développe ses travaux dans un contexte de gradients environnementaux très diversifiés : géographique, climatique, d'usage des sols, de densité de population. Ces gradients génèrent une diversité d'écosystèmes très importante (de la toundra alpine aux pelouses méditerranéennes, du torrent glaciaire au fleuve de plaine (potamon).

L'objet principal d'étude de la ZABR est l'interaction entre société humaine et milieux aquatiques, en abordant les questions scientifiques dans un contexte d'aide à la décision, avec un schéma conceptuel de type Pression – Impact – Réponse.

Quatre thématiques structurent notre activité, dans lesquels l'étude de la biodiversité est le plus souvent présente. En fonction des Sites Ateliers ou des Observatoires et des questions qui y sont développées, la biodiversité est traitée par différents modèles biologiques : microorganismes, végétaux, invertébrés, poissons.

Les indicateurs de biodiversité sont utilisés dans des études d'impact des effets des activités humaines passées et actuelles, des actions de restauration (bénéfice écologique..) ou pour caractériser des états écologiques de masses d'eau.

Les échelles spatiale et temporelle d'études sont également diversifiées (du local au global) et de la population aux communautés.

Trois exemples illustreront ces approches :

- l'impact de toxiques sur les communautés microbiennes en cours d'eau, dans un contexte agricole,
- l'évaluation de la diversité végétale de zones humides et la recherche de typologie écologique,
- la restauration d'habitat pour le maintien de populations piscicoles.

## **LE PROGRAMME ZONE HUMIDE DE LA ZONE ATELIER ARMORIQUE**

Cendrine MONY, UMR ECOBIO, Université de Rennes1, Rennes  
Jacques BAUDRY, INRA SAD Paysage, INRA, Rennes

**Mots clés :** Paysage, Observatoire long-terme, Changements globaux, Biodiversité, Marais

Les thématiques de recherche menées au sein de la Zone Atelier Armorique sont focalisées sur l'écologie du paysage et se tournent essentiellement vers l'impact des changements globaux (climatiques et/ou changements d'usage des terres) sur la biodiversité et le fonctionnement des socio-écosystèmes. La ZAA regroupe un ensemble de 8 équipes de recherche pluridisciplinaires. Initiée dès 1993, la zone atelier a été labellisée en 2002 au sein du réseau des zones ateliers. Ce site atelier est par ailleurs inscrit dans deux réseaux internationaux : le réseau européen ALTER-Net ([www.alter-net.info](http://www.alter-net.info)) qui vise à analyser et prédire les changements de la biodiversité, des paysages et des services rendus et le réseau internationalILTER-Net consistant en un réseau de sites où une recherche en écologie et en socioéconomie est effectuée sur le long terme ([www.ilternet.edu](http://www.ilternet.edu)). Au départ, essentiellement tournée vers les systèmes bocagers, la ZAA a intégré en 2006 les zones humides associées à la basse vallée du Couesnon et en 2011 un observatoire urbain - la ville de Rennes -, se caractérisant ainsi par un double gradient d'intensification agricole et d'urbanisation. Les trois principaux axes de recherche menés par les chercheurs de la ZAA comprennent l'étude de l'hétérogénéité spatio-temporelle du paysage, la gestion des paysages et la

biodiversité impliquée potentiellement dans les services écosystémiques. Le développement de ces axes de recherche met en jeu la mise en place de plusieurs dispositifs d'observations de résolutions spatiale et temporelle variées.

Le programme zone humide porte sur un ensemble de 6 marais localisés dans la Basse-Vallée du Couesnon, petit fleuve côtier. Ces marais sont caractérisés par des trajectoires historiques divergentes conduisant à une configuration paysagère ainsi que des pratiques de gestion de l'eau et des activités agricoles propres à chacun (marais bocager, marais en déprise, marais communal...). Les projets menés sur ces systèmes concernent 1.) La mise au point d'outils méthodologiques performants utilisant l'imagerie LIDAR et RADAR pour décrire la dynamique du couvert et des régimes d'inondation, 2.) L'étude de l'impact des pratiques agricoles et des facteurs abiotiques sur la biodiversité, 3.) L'évaluation fonctionnelle des zones humides. Nous avons le projet dans le prochain contrat de développer les approches sur le temps long sur ces secteurs de marais, ces approches étant pour l'instant développées sur des systèmes tourbières. Un projet intégré pluridisciplinaire visant à comprendre les complémentarités spatiales entre ces unités de marais au sein d'une même trame verte ainsi que les interactions entre la partie bocagère et la zone de marais est en cours de construction.

### **LE BESOIN D'UN OBSERVATOIRE DE SUIVI DE LA BIODIVERSITÉ ET DES HABITATS LIGÉRIENS ET REVUE DES DISPOSITIFS POSSIBLES**

Sabine GREULICH (greulich@univ-tours.fr), UMR CNRS 6173 CITERES, Université François Rabelais, Tours

**Mots clés :** Changement climatique, habitats, répartition des espèces, flore, macroinvertébrés aquatiques, régime d'inondation, observatoires de la biodiversité

Un projet de recherche financée par l'Établissement Public Loire et les fonds FEDER (projet EV2B - Evaluation de la vulnérabilité de la biodiversité et des zones bâties inondables du corridor ligérien, pour une meilleure anticipation des effets du changement climatique sur les régimes hydrologiques de la Loire) visait en 2009 et 2010, entre autres objectifs, de faire la synthèse des données disponibles concernant les exigences des espèces végétales et des macroinvertébrés du lit endigué de la Loire en termes de régime d'inondation et de température afin de pouvoir prévoir de manière précise les modifications éventuelles de la répartition des espèces dans le contexte du changement climatique (augmentation des températures et modifications des régimes d'inondation). Le projet a mis en évidence le manque de données concernant l'amplitude écologique des espèces par rapport aux facteurs température et/ou inondation, et que des prédictions concernant leur répartition future nécessite une acquisition de données à l'échelle du bassin versant ligérien.

L'objectif principal de cette communication est donc de faire un tour d'horizon à l'échelle nationale et internationale des dispositifs existants de suivi de la biodiversité à long terme et de discuter les modalités possibles pour un observatoire de la biodiversité à l'échelle du bassin versant de la Loire.

## Présentation des posters

### Posters de la Session I

#### **AU SEIN D'UNE ANNEXE HYDRAULIQUE, QUELLE EST LA PART DE *L. GRANDIFLORA* ENVAHISSANTE DANS LA PRODUCTION DE MATIÈRE ORGANIQUE ?**

Brigitte RUAUX, Nina RICHARD et Catherine BOISNEAU, UMR CITERES, équipe IPAPE, Université F. Rabelais, 33 allée F. de Lesseps, 37 000 Tours

**Mots clés :** Production ; *L. grandiflora ssp. hexapetala* ; Matière organique ; Ombrage ; Loire moyenne ; Annexe hydraulique

En Loire moyenne, les modifications des régimes thermique et hydrologique contribuent à augmenter la durée de déconnexion des annexes hydrauliques et ainsi à réduire la circulation de la matière organique. La colonisation des annexes hydrauliques par les jussies (*Ludwigia spp.*) et la forte production de biomasse de ces espèces, devrait encore renforcer, in situ, l'abondance de la matière organique (MO) d'origine macrophytique.

Dans une annexe hydraulique, envahie par *L. grandiflora*, nous avons identifié et quantifié les apports endogènes de MO vivantes et mortes, au sein de deux classes d'ombrage arboré. En parallèle, la température de l'eau a été enregistrée en continu.

La biomasse macrophytique est constituée d'au moins 65 % de *L. grandiflora* allant jusqu'à 482 gMS.m<sup>-2</sup> en condition d'ombrage nul. La nécromasse est constituée d'au moins 63% de *L. grandiflora* en ombrage nul (ON) et au maximum de 11% en ombrage fort (OF). Dans cette classe d'ombrage, les saules et les peupliers comptent pour plus de 3/4 des masses identifiés.

Les dynamiques de production de biomasses et nécromasses présentent une saisonnalité plus marquée en ombrage nul avec un décalage d'un mois et une production annuelle 2.6 fois supérieure. Les variations de production de biomasses deviennent négatives à partir de septembre en ombrage nul et d'octobre en ombrage fort. Respectivement, elles présentent un maximum de 6.7 gMS.m<sup>-2</sup>.j<sup>-1</sup> en juillet (ON) pour 2.7 gMS.m<sup>-2</sup>.j<sup>-1</sup> en août (OF).

Les variations de production de biomasses et nécromasses ne sont pas corrélées à la température de l'eau, ni à la quantité de degrés jours pour des seuils de 10°C ou 12°C. Par contre, la production de MO par *L. grandiflora* est fortement influencée par l'ensoleillement.

Dans cette annexe, *L. grandiflora* est la principale productrice de MO d'origine macrophytique. En condition fortement ensoleillée, la production de nécromasse de *L. grandiflora* est quasi identique à celle, en condition ombragée, d'origine arborescente. Nous pouvons donc supposer que *L. grandiflora* induit une homogénéisation de la distribution de la MO dans les annexes hydraulique qu'elle colonise.

## **PREMIER ATLAS DES ODONATES D'INDRE ET LOIRE : UN PROJET LIANT CHERCHEURS ET NATURALISTES**

Renaud BAETA, Association Naturaliste d'Étude et de Protection des Écosystèmes « Caudalis », Tours et Laboratoire d'Écologie Moléculaire et Évolutive, Sherbrooke, Canada.

Sylvain PINCEBOURDE (renaud.baeta@usherbrooke.ca), Institut de Recherche sur la Biologie de l'Insecte, Tours

Julien PRÉSENT et Eric SANSAULT, Association Naturaliste d'Étude et de Protection des Écosystèmes « Caudalis », Tours

**Mots clés :** Insectes, Odonates, Atlas, Indre-et-Loire, Biodiversité, Conservation.

Selon l'UICN, 14% des odonates européenne sont en danger critique d'extinction. En France, 50% des zones humides ont disparues depuis 1950, principalement à cause du drainage des sols et de la destruction des habitats. Face à ce constat, les informations précises sur la distribution et l'état de conservation réel des populations d'odonates sont encore largement manquantes.

Alors que la France lance en 2011 son Plan National d'Actions Odonates, l'Association Naturaliste pour l'Étude et la Protection des Écosystèmes (ANEPE) Caudalis et l'Institut de Recherche sur la Biologie de l'Insecte (IRBI) s'unissent pour réaliser le premier atlas des odonates d'Indre-et-Loire. Ce département, inclus dans son intégralité dans le bassin versant de la Loire, compte de nombreuses rivières et zones humides encore préservées. Toutefois, comme ailleurs en France, ces zones de forte biodiversité sont soumises à de nombreuses pressions d'origine anthropique (p. ex. destruction des habitats, eutrophisation, acidification des eaux) et la production de documents de référence, portant à la connaissance de toute la richesse biologique de celles-ci, est aujourd'hui prioritaire. Dans cette optique de conservation, les odonates présentent de très nombreux avantages. Culturellement tout d'abord, elles possèdent un fort potentiel de sympathie qui en fait un vecteur de tout premier choix pour aborder les problématiques de conservation de la biodiversité. De plus, ce groupe faunique se place à la frontière entre environnements aquatiques, terrestres et aériens. Ce comportement amphibie, associé à une forte sensibilité, tant à la structure qu'à la qualité des habitats, font des odonates un groupe particulièrement utile pour évaluer les effets des changements environnementaux que ce soit sur le long terme (biogéographie, climatologie), ou bien sur le court terme (biologie de la conservation) et ce, aussi bien au dessus de la surface de l'eau qu'en dessous.

Ce projet d'Atlas des Odonates d'Indre-et-Loire est le premier de ce type à être réalisé en Région Centre. Un pré-inventaire, réalisé sur la période 2007-2010, a déjà permis à un réseau d'observateurs d'obtenir près de 1500 données relatives à 57 espèces et réparties sur 84 communes. Afin d'uniformiser la pression d'observation et d'orienter les prospections sur le terrain durant la période 2011-2014, l'Indre-et-Loire a été découpée en carrés de 10x10 km. Ce découpage s'appuie sur le découpage de la France en projection Lambert 93. Ces 4 années de prospections permettront d'obtenir à la fois des indices de reproduction et des estimations semi-quantitatives des populations en présence (une estimation quantitative sera effectuée pour les espèces les plus rares et menacées). Cette stratégie d'inventaire vise à fournir une évaluation pertinente quant à la répartition, l'abondance, le statut de conservation et les exigences écologiques des différentes espèces d'odonates présentes en Indre-et-Loire. L'ensemble des données obtenues sera intégré à un système d'information géographique qui nous permettra d'établir des liens entre les caractéristiques environnementales, les richesses spécifiques observées et l'état des populations. Parallèlement à ces prospections à l'échelle du département, divers senseurs physico-chimiques seront mis en place au niveau de stations témoins. Ils permettront de mettre en avant, à une échelle plus fine, les exigences écologiques de diverses espèces. Couplées aux informations obtenues durant l'atlas, ces informations relevées au niveau micro-local permettront d'apporter de nouvelles pistes en matière de conservation et de gestion des habitats.

Avec un potentiel d'une soixantaine d'espèces et un large réseau hydrographique, l'Indre-et-Loire compte parmi les départements les plus riches, odonatologiquement parlant, de France métropolitaine. Nous souhaitons que la mise en commun des informations obtenues durant cet inventaire aboutisse à la publication d'un document de référence d'ici à 2015.

**LA VÉGÉTATION COMME PARAMÈTRE STRUCTURANT DE L'ÉDIFICATION SÉDIMENTAIRE DES ÎLES DE LOIRE : EXEMPLE DU LABORATOIRE GRANDEUR NATURE DE MAREAU-AUX-PRÉS**

Stéphane RODRIGUES (srodrigues@univ-tours.fr), Université F. Rabelais de Tours, CNRS-INSU, UMR 6113 ISTO, équipe de Tours

Coraline WINTENBERGER, Université Orléans, UPRES EA1207, LBLGC, 45067 Orléans

Sylvain CHAMAILLARD, Frank BRIGNOLAS, Jean-Paul BAKYONO, Philippe JUGÉ, Michel CHANTEREAU, Marc VILLAR, INRA, UR 588 AGPF, 45075 Orléans Cedex 2

Le lit de la Loire dans le Loiret est caractérisé par un matelas alluvial de faible épaisseur. Le site de Mareau-aux-Près (45) localisé dans la réserve naturelle nationale de St-Mesmin présente une configuration morphologique à chenaux multiples malgré une incision du chenal principal estimée à 0,6 m entre 1979 et 2002. Des affleurements du substratum rocheux côtoient des îles végétalisées anciennes, des chenaux secondaires et des barres sédimentaires en cours de colonisation par les ligneux pionniers comme le peuplier noir (*Populus nigra L.*). Ces barres, qui font souvent l'objet de travaux de dévégétalisation, s'avèrent fondamentales pour l'étude des relations entre le développement végétal, le dépôt et la fixation des sédiments et l'évolution morphologique du lit.

Un suivi pluridisciplinaire ciblant les compartiments physiques et biologiques du site a été entrepris en vue de comprendre (i) le processus de piégeage sédimentaire en fonction des caractéristiques végétales des essences présentes, et (ii) l'influence de la colonisation sur la mobilité des barres sédimentaires et leur évolution en île. A ces questions se greffent des considérations appliquées de gestion de la capacité hydraulique du fleuve, d'incision et de renouvellement des communautés ligneuses.

Du point de vue de la sédimentologie et de la morphologie, un suivi bathymétrique fin d'une barre sédimentaire a été réalisé selon une fréquence annuelle depuis 2007 ainsi qu'un suivi granulométrique et une analyse par chaînes d'érosion.

Du point de vue biologique, les travaux se sont concentrés sur l'espèce pionnière Peuplier noir et sa dynamique intraspécifique au cours des premières années de son installation.

Les résultats montrent la transformation de la barre sédimentaire en île par accrétion verticale et l'influence des strates ligneuses dans ce processus. Sur certains secteurs, les apports sédimentaires annuels ont été estimés à environ 0,7 m. Les apports sédimentaires provenant du chenal principal sont modulés par l'hydrologie mais surtout par la végétation qui régit les taux de sédimentation sur le site et l'archivage des sédiments. Les différents facteurs moteurs de cette évolution sont la densité d'implantation, la vitesse de croissance et l'architecture des plants (tiges uniques ou cépées multibrins créés par la présence importante du castor). Le second résultat saillant concerne le phasage dans l'évolution de la topographie de la barre. La topographie relativement plane de la barre avant colonisation a évolué vers une topographie en crête/dépression dont les contrastes et les pentes se renforcent selon les caractéristiques du filtre végétal.

## Poster de la Session II

### **MISE À JOUR DES CONNAISSANCES SUR LES INVERTÉBRÉS BENTHIQUE DE LOIRE**

Xavier ENGLÉS, Matthias WANTZEN, IMACOF - CITERES, Université François-Rabelais Tours

Mots clés : Loire ; biodiversité ; invertébrés benthiques ; distribution longitudinale ; habitats

La Loire est le plus long fleuve de France avec près de 1013 km de linéaire. Ce fleuve possède encore une richesse écologique remarquable. Parmi cette biodiversité, les invertébrés benthiques sont une composante importante de l'écosystème ligérien.

Adaptés à des conditions de vie différentes selon leur distribution longitudinale (de la source jusqu'à l'estuaire) mais également transversale (boires, forêt alluviale...), la composition de ce peuplement résulte d'une combinaison de facteurs et de variables naturelles ou anthropiques influençant leurs habitats. Ces conditions s'exerçant sur le milieu favorisent ou non certaines espèces générant ainsi des assemblages et des interactions particulières.

Devant l'intérêt de comprendre ce milieu riche et complexe, mais aussi face à des enjeux de qualité d'eau (bio-indication) et plus récemment des enjeux « biodiversité », les invertébrés ont été étudiés très tôt. Les premières études remontent à 1977. Aujourd'hui en 2011, de nombreux suivis, thèses et études mettent en évidence une réelle connaissance de ce peuplement. Néanmoins, des lacunes existent et de nouvelles problématiques voient le jour. De nombreuses interrogations se posent sur l'état du fleuve et les évolutions futures de l'hydrosystème ligérien.

Une cohérence des recherches à l'échelle du bassin Loire et une base de données centralisée sur ce cortège d'espèces seraient des atouts majeurs. Cette base de travail visant une stratégie commune permettrait l'échange des savoirs sur la Loire afin de mieux répondre aux questions actuelles et à venir.

## Posters de la Session III

### **EFFET DU GRADIENT D'URBANISATION SUR LA VÉGÉTATION DES BOIS URBAINS**

Francesca DI PIETRO (dipietro@univ-tours.fr), UMR 6173 CITERES CNRS-Université F. Rabelais

Lotfi MEHDI, Laboratoire Image, Ville, Environnement ERL7230 CNRS-Université de Strasbourg

Mots clés : biodiversité, ville, sous-bois, occupation du sol, bois urbains, végétation

Parmi les habitats écologiques présents en ville, les boisements urbains sont des taches d'habitat peu soumises, en comparaison aux pelouses, aux pratiques de gestion urbaine (par les services des espaces verts municipaux). Notre hypothèse est que ce sont toutefois des espaces soumis aux effets du paysage environnant, particulièrement varié en milieu péri-urbain et en relation avec le gradient urbain.

Afin de tester cette hypothèse 13 bois publics, d'une superficie supérieure à un hectare et possédant des conditions stationnelles comparables (terrain plat, densité arbustive moyenne, fréquentation faible) ont été sélectionnés dans l'agglomération tourangelle. Dans chaque bois 10 quadrats de 30 m<sup>2</sup> ont été positionnés, cinq quadrats de 3x10 mètres en lisière et cinq quadrats de 5x6 mètres au centre du bois, selon la méthodologie utilisée par Vallet et al. (2008 et 2010). Dans ces 130 quadrats des relevés exhaustifs de la végétation vasculaire ont été effectués, avec un indice d'abondance (Braun-Blanquet modifié), dans chacune des trois strates de la végétation. Seulement la strate herbacée (sous-bois) a été considérée ici car elle est la moins sensible aux actions horticoles de plantation. 219 espèces de sous-bois ont ainsi été relevées.

Par ailleurs la composition de l'occupation du sol adjacente aux bois, dans des buffers de trois rayons différents (100 m, 500 m, 750 m du centre du bois) a été enregistrée par photo-interprétation de photographies aériennes et analyse spatiale (ArcGis). Quatre classes d'occupation du sol ont été retenues : bâti, champs cultivés, forêts et espace semi-naturels, surfaces en eau. Les distances de chaque bois du centreville, du cours d'eau le plus proche ainsi que de l'espace vert le plus proche (variables « géométriques ») ont également été enregistrées, tout comme la surface du bois et l'ancienneté de la plantation.

L'analyse de la flore par AFC montre que le premier facteur de différenciation de la composition botanique des sous-bois urbains est lié à la présence d'espèces horticoles, que l'on retrouve dans les bois urbains, tandis que le deuxième gradient recouvre la densité des bois. Trois types de communautés de sous-bois sont ainsi identifiées : 1) des bois urbains peu denses, comprenant des espèces prairiales, 2) des bois urbains denses (ces deux types incluant des espèces horticoles) et 3) des bois péri-urbains denses (espèces d'ombre). L'étalement des points-quadrats des bois péri-urbains dans le plan factoriel, comparé à la concentration des points-quadrats des bois urbains, suggère l'effet homogénéisateur de la ville sur la flore du sous-bois.

L'analyse canonique partielle montre que les variables d'occupation du sol sont largement en tête quant à l'impact sur la flore du sous-bois, bien que la redondance entre ces variables et les variables géométriques, de surface, d'âge du bois et de position du quadrat dans le bois (centre ou lisière) soit très élevée. Seulement 3 % de la variance contrainte est indépendante de l'occupation du sol adjacente. La variabilité interne du bois (position du quadrat en lisière ou au centre du bois) joue un rôle mineur sur la composition botanique des bois urbains. Ces résultats montrent que la nature en ville s'organise bien par rapport au gradient urbain ; ceci confirme l'intérêt de l'échelle paysagère dans l'analyse et la préservation de la biodiversité urbaine.

#### **Références citées :**

- Vallet J, Daniel H, Beaujouan V & Roze F (2008) Plant species response to urbanization: comparison of isolated woodland patches in two cities of North-Western France, *Landscape Ecol* (2008) 23:1205–1217
- Vallet J, Beaujouan V, Pithon J, Roze F & Daniel H (2010) The effects of urban or rural landscape context and distance from the edge on native woodland plant communities, *Biodivers Conserv* (2010) 19:3375–3392

#### **LES ZONES HUMIDES AGRICOLES : QUELLES CONSÉQUENCES SUR LA BIODIVERSITÉ ?**

Francesca DI PIETRO (dipietro@univ-tours.fr) et Francis ISSELIN, UMR 6173 CITERES CNRS-Université F. Rabelais

**Mots clés :** zones humides, zones tampon, biodiversité, végétation, agriculture, grande culture

Les zones humides agricoles (ZHA) sont des zones humides artificielles mises en place à l'aval de bassins-versants cultivés afin d'épurer les effluents agricoles avant qu'ils ne rejoignent le milieu récepteur. Très prometteuses pour la réduction des pollutions diffuses, elles font l'objet de prescriptions réglementaires qui conditionnent la création de réseaux de drainage. Ce sont aussi des écosystèmes nouveaux qui ont un effet sur la biodiversité à l'échelle locale et à l'échelle du paysage. Notre objectif est d'explorer la structure et le fonctionnement de la flore et de la faune dans les ZHA. Nous présentons ici les premiers résultats.

Nous avons étudié quatre ZHA mises en place dans le Sud du département d'Indre-et-Loire, sous la houlette du Groupement de Développement Agricole de Loches-et-Montrésor. Il s'agit d'une lagune (A), drainant une zone de 50 ha et d'une étendue de 1200 m<sup>2</sup> (0,24 % du bassin-versant), recevant les eaux d'un fossé collecteur et constituée de 3 bassins connectés (330 m<sup>3</sup>) ; cette lagune fait partie d'un ensemble expérimental plus large incluant un îlot boisé naturel (1690 m<sup>2</sup>, soit 0,38 % du bassin-versant). Les effluents des deux dispositifs se déversent dans un cours d'eau. Trois autres zones humides, des mares de dimensions plus modestes, recevant chacune les eaux d'un fossé collecteur drainant 40 ha environ de grande culture, ont également été étudiées (B, C et D).

Dans chaque site la végétation vasculaire et les macroinvertébrés benthiques ont été étudiés. Pour l'étude de la végétation, 109 quadrats de 1m<sup>2</sup> ont été répartis de façon homogène dans chaque bassin et les espèces associées à un indice d'abondance. La faune invertébrée a été étudiée dans le cours d'eau du site A, à l'amont et à l'aval de la lagune (selon la méthode des IBGN ; 16 échantillons) et dans chaque bassin (3 bassins de la zone A et les mares) : 21 échantillons, dans des habitats représentatifs selon le couple profondeur-substrat. Les invertébrés, déterminés au genre, ont permis de calculer différents indices, dont la note IBGN pour le cours d'eau.

Malgré la diversité des ZHA étudiées, l'analyse de la végétation par analyses multivariées (AFC) montre que la répartition des espèces végétales est guidée par les niveaux d'eau et par la nutrition minérale. Le site B présente différentes zones à joncs et massettes en périphérie, macrophytes immergés et émergés au centre et en bordure. Le bassin aval du site A est dominé par *Glyceria maxima* et des phragmites ; le bassin médian est dominé par *Phragmites australis*; le bassin amont, le moins aquatique, comprend des habitats terrestres dominés par *Agrostis stolonifera*. Les sites C et D ne possèdent pas d'habitats aquatiques.

L'analyse de la faune montre que les bassins aquatiques (bassin aval de la zone A et zone B) ont un peuplement similaire : le bassin le plus riche en taxons est le bassin aval de la zone A, suivi de la zone B, au peuplement le plus mûr et équilibré ; les bassins les plus terrestres (bassins médian et amont de la zone A et zone C) se ressemblent également : les peuplements sont jeunes, peu diversifiés et dominés par quelques taxons. La note IBGN sur le cours d'eau montre une faible pollution globale, et un peuplement plus mûr et équilibré en amont de la zone humide.

Nous mettons en évidence l'importance de la matrice environnant les ZHA : dans un contexte cultivé (A) il n'y a pas d'espaces de transition entre la zone humide et les cultures annuelles, tandis que le contexte prairial (B) permet des habitats humides de transition.

Une estimation de la diffusion des espèces à partir de ces ZHA vers le paysage agricole, permettrait d'évaluer les conséquences de l'installation de ces habitats nouveaux sur la biodiversité à une échelle plus large. Ces ZHA semblent pouvoir assurer à la fois des fonctions environnementales (dépollution, dénitrification...), et être des supports de biodiversité. Un projet de recherche, associant chercheurs en écologie et en géosciences, est en préparation.

#### **DIVERSITÉ DE LA VÉGÉTATION DES ESPACES INTERSTITIELS NON PRODUCTIFS EN ZONE VITICOLE**

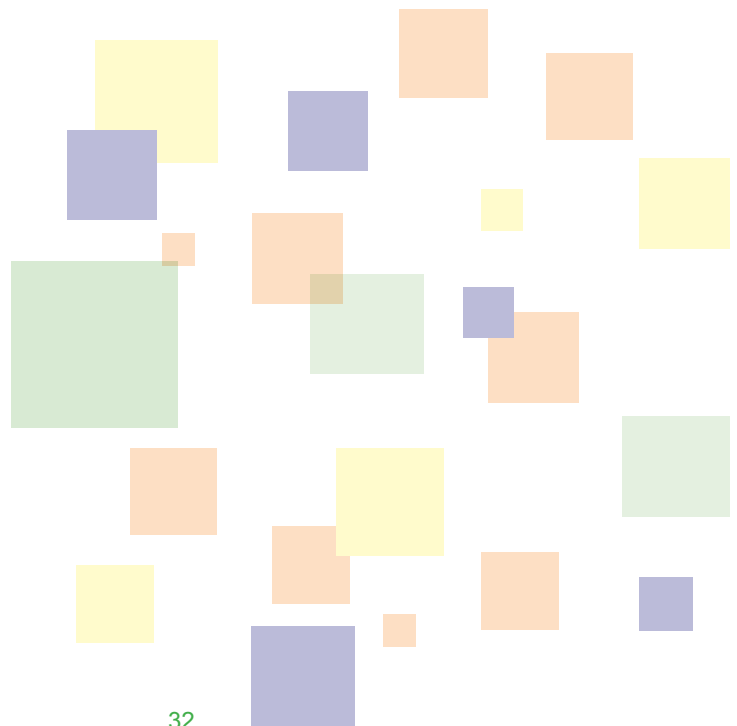
Hervé DANIEL (herve.daniel@agrocampus-ouest.fr), Véronique BEAUJOUAN, Joséphine PITHON et Guillaume PAIN, UP Paysage, Agrocampus Ouest, Centre d'Angers – INHP et ESA Angers, 2 rue Le Nôtre 49045 Angers cedex

Alors que l'on sait que la biodiversité des espaces agricoles décline, celle des zones viticoles est peu connue. Ces zones peuvent tout de même comporter une diversité d'habitats importante, notamment en lien avec la diversité des espaces interstitiels (non directement dédiés à la production). En 2004, le syndicat des viticulteurs de l'AOC Saumur-Champigny a lancé un projet d'aménagement de leur territoire consistant à implanter des haies ou des couverts de végétaux ligneux dans les espaces non productifs, dans le but d'augmenter la biodiversité.

Dans ce contexte, un premier objectif de ce travail a été de caractériser ces espaces interstitiels. Ils ont été cartographiés et décrits en terme de structure de végétation dans 12 fenêtres de 1 km<sup>2</sup>. Ils représentent environ 10% de la surface de ce territoire et sont principalement herbacés.

Un second objectif a été d'évaluer l'influence du voisinage de boisements sur la diversité floristique de ces espaces interstitiels herbacés (voisinage vigne/vigne ou vigne/bois). Ces deux types ont été comparés également avec des relevés effectués dans des haies.

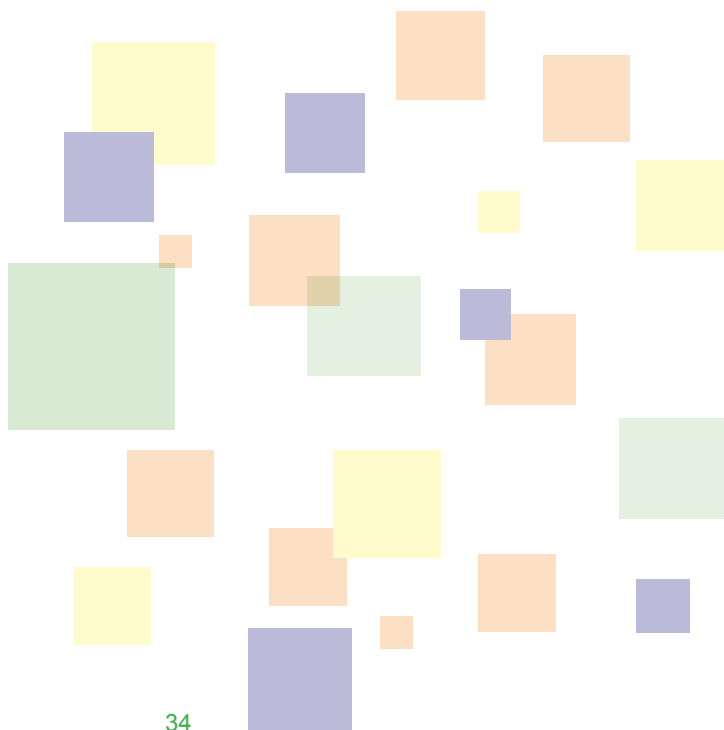
Le voisinage d'un espace interstitiel a un effet marqué sur sa diversité floristique. Ainsi, les espaces herbacés situés en bordure d'espaces boisés sont plus riches en espèces que les espaces herbacés situés entre deux vignes mais aussi que les haies. Ces résultats peuvent contribuer à évaluer les effets de démarches d'aménagement de ces espaces viticoles.



## Liste des participants

AMALRIC Marion, CITERES, marion.amalric@univ-tours.fr  
AUCLERC Philippe, Magazine La Loire et ses Terroirs, magazine@loire-et-terroirs.fr  
BAETA Renaud, Association Naturaliste d'Etude et de Protection des Ecosystèmes «CAUDALIS», renaud.baeta@usherbrooke.ca  
BERTON Jean-Pierre, CITERES/ZAL, jpberton@univ-tours.fr  
BESNARD Aurélien, GECCO-LEESA, aurelien.besnard@univ-angers.fr  
BOISNEAU Catherine, CITERES, catherine.boisneau@univ-tours.fr  
BOTTE François, SBL (Société Botanique Ligérienne) et CEN CENTRE (Conservatoire d'Espaces Naturels de la Région Centre) ETL (Entomologie Tourangelle et Ligérienne), societebotaniqueligeriene@yahoo.fr  
BRODIN Guillaume, Université de Tours, guillaume.brodin@orange.fr  
CUBIZOLLE Hervé, EVS - ISTHME UMR 5600 CNRS, herve.cubizolle@orange.fr  
DANIEL Hervé, UP Paysage, Agrocampus-Ouest, Centre d'Angers, INHP, herve.daniel@agrocampus-ouest.fr  
DANNEE Pascal, FCEN, pascal.danneels@enf-conservatoires.org  
DI PIETRO Francesca, CITERES, francesca.dipietro@univ-tours.fr  
EL MRABET Saïd, CITERES, aix\_said@yahoo.fr  
ENGLES Xavier, xavierengles.imacof@hotmail.fr  
GANDOUIN Emmanuel, IMEP-UMR CNRS 6116, e.gandouin@univ-cezanne.fr  
GAUCHE Evelyne, CITERES, evelyne.gauche@9online.fr  
GREULICH Sabine, CITERES, greulich@univ-tours.fr  
GUILLON Michaël, Centre d'Etudes Biologiques de Chizé, guillon@cebc.cnrs.fr  
HAURY Jacques, AGROCAMPUS OUEST et INRA - UMR Ecologie et Santé des Ecosystèmes, jacques.haury@agrocampus-ouest.fr  
HUDIN Stéphanie, Fédération des Conservatoires d'espaces naturels, stephanie.hudin@enf-conservatoires.org  
JOVIGNOT Grégory, SOS Loire Vivante/European Rivers Network, gregory.jovignot@rivernet.org  
LAFAGE Denis, LEESA/Université d'Angers/Equipe GECCO, denis.lafage@univ-angers.fr  
LAMBERT Elisabeth, Centre d'Etudes et de Recherche sur les Ecosystèmes Aquatiques (CEREA) /UCO, elambert@uco.fr  
LEITAO Maria, Bi-Eau, contact@bieau.fr  
LEMARCHAND Charles, VetAgro Sup Lyon/Laboratoire de Toxicologie/UMR INRA 1233, Charles.LEMARCHAND@univ-bpclermont.fr  
LETOURMY Romain, IMACOF, romain.letourmy@yahoo.fr  
LEVRAT Julien, Fédération des Conservatoires d'Espaces Naturels, julien.levrat@enf-conservatoires.org  
MACAIRE Jean-Jacques, UMR CNRS 6113 ISTO-Tours, jean-jacques.macaire@univ-tours.fr  
MARCHADOUR Benoît, Coordination LPO Pays de la Loire, benoit.marchadour@lpo.fr  
MARINVAL Marie-Christine, UMR 7041, marie.christine@marinval@mae.u-paris10.fr  
MARQUET Jean-Claude, CITERES, jcmarquet@wanadoo.fr  
MONTUELLE Bernard, INRA - UMR CARRTEL / ZABR, bernard.montuelle@thonon.inra.fr  
MONY Cendrine, UMR ECOBIO - Université de Rennes 1, cendrine.mony@univ-rennes1.fr  
MOREAU, Institut de Recherche sur la Biologie de l'Insecte / UMR 6035 CNRS et Université de Tours, sebastien.moreau@univ-tours.fr  
MORIN Eymeric, Université de Tours/CNRS-INSU/Université d'Orléans / UMR 6113 ISTO - Equipe Tours, eymeric.morin@etu.univ-tours.fr  
PAOLETTI Aurélien, UMR CITERES, supaja41@hotmail.fr  
PINCÉBOURDE Sylvain, Institut de Recherche sur la Biologie de l'Insecte / UMR 6035 CNRS et Université de Tours, sylvain.pincebourde@univ-tours.fr  
PRESENT Julien, Ligue pour la Protection des Oiseaux (LPO) Touraine, present.julien@gmail.com  
PRUD'HOMME LACROIX Bernard, GIP Loire Estuaire, bernard.prudhomme@loire-estuaire.org  
RICHARD Nina, Université de Tours/CETU Elmis Ingénieries, nina.richard@univ-tours.fr  
ROCHE Jean, Consultant en Environnement Indépendant, jea.roche@wanadoo.fr  
RODRIGUES Stéphane, ISTO, UMR 6113, Equipe de Tours, CNRS, INSU, Université de Tours, srodrigues@univ-tours.fr

RUAUX Brigitte, UMR CITERES équipe IPA-PE, Université de Tours, [brigitte.ruaux@gmail.com](mailto:brigitte.ruaux@gmail.com)  
SANSALUT Eric, Association Naturaliste d'Etude et de Protection des Ecosystèmes «CAUDALIS», [eric sansault@gmail.com](mailto:eric sansault@gmail.com)  
SECONDI Jean, GECCO-LEESA, [jean.secondi@univ-angers.fr](mailto:jean.secondi@univ-angers.fr)  
SAJALOLI Bertrand, CEDETE, Université d'Orléans, [bertrand.sajaloli@univ-orleans.fr](mailto:bertrand.sajaloli@univ-orleans.fr)  
SERVAIN Sylvie, CITERES, [servain@ensnp.fr](mailto:servain@ensnp.fr)  
VILLAR Marc, INRA Orléans, [marc.villar@orleans.inra.fr](mailto:marc.villar@orleans.inra.fr)  
WANTZEN Karl Matthias, CITERES, [karl.wantzen@univ-tours.fr](mailto:karl.wantzen@univ-tours.fr)  
WINTENBERGER Coraline, ISTO, UMR 6113 Equipe de Tours, CNRS, INSU, Université de Tours, [coraline.wintenberger@laposte.net](mailto:coraline.wintenberger@laposte.net)  
YENGUE Jean-Louis, CITERES, [yengue@univ-tours.fr](mailto:yengue@univ-tours.fr)



## Zone Atelier Loire (ZAL)

La Zone Atelier Bassin Versant de la Loire (ZAL) fait partie du réseau national des Zones Ateliers (ZA)  
La ZAL est un programme de recherche interdisciplinaire soutenu par l'Institut Ecologie et Environnement (INEE) du CNRS.

La ZAL fédère 32 laboratoires CNRS, grands établissements et équipes de recherche d'Universités, 25 partenaires institutionnels publics, 10 autres partenaires et 4 laboratoires étrangers.

La coordination de la ZAL est assurée par Nathalie CARCAUD (INHP Agrocampus Ouest/Angers), Frédéric TREMENT (CHEC/Université de Clermont-Ferrand) et Joelle BURNOUF (Université Paris 1 Panthéon Sorbonne/UMR CNRS 7041 ArScAn).

<http://www.za.univ-nantes.fr/zal/>

## UMR 6173 CITERES

*Cités, Territoires, Environnement et Sociétés*

Unité mixte de recherche CNRS-Université de Tours

33 Allée Ferdinand de Lesseps

BP 60449

37204 Tours cedex 03

### Equipes :

Equipe LAT : 02 47 36 15 08 - lat@univ-tours.fr

Equipe EMAM : 02 47 36 15 35 - citeres@univ-tours.fr

Equipe CoST : 02 47 36 15 31- cost@uni-tours.fr

Equipe IPA-PE : 02 47 36 15 35 - citeres@univ-tours.fr

<http://citeres.univ-tours.fr>