



CULTURE SCIENTIFIQUE, TECHNIQUE ET INDUSTRIELLE EN REGION CENTRE

CENTRE • SCIENCES

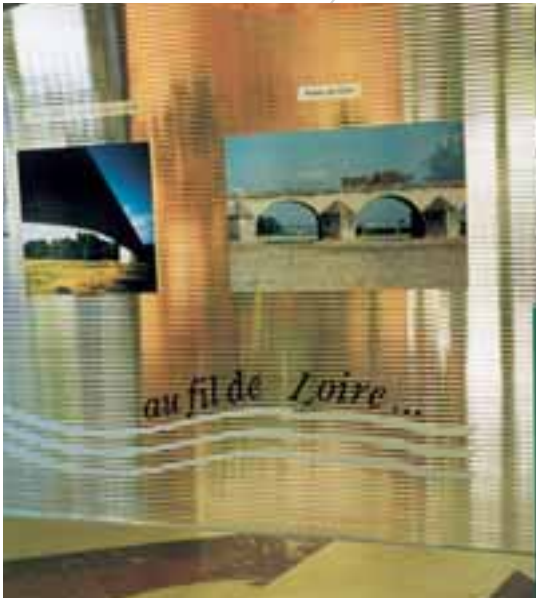
# Covalences

## *La Loire*

COVALENCES, TRIMESTRIEL, N° 56, JUILLET 2005, 4 €



n°56  
été 2005



### > Le génie des ponts

La Loire est traversée par plus de 150 ponts de toutes formes, de tous matériaux et de toutes techniques. Parcourez plus de 4000 ans d'innovation et d'histoire des techniques au travers d'une exposition interactive.

Réalisation Centre•Sciences et Polytech Orléans (Ecole Supérieure de l'Energie et des Matériaux)

> 200 m<sup>2</sup>

### > Un siècle sans crues ?

A travers le monde, les inondations sont les catastrophes naturelles les plus destructrices. D'où viennent les crues ? Quels risques représentent les inondations en France ? Découvrez les grandes crues du XIX<sup>e</sup> et du XX<sup>e</sup> siècle et les moyens dont nous disposons pour mieux les prévoir.

Réalisation Maison de Loire du Loiret pour la DIREN

> 16 panneaux



### > Jeux de grains, tas de sable et avalanches

De nombreuses expériences pour aborder la physique du "tas de sable". Agroalimentaire, cosmétique, industrie minière mais aussi glissements de terrain, avalanches... les grains sont partout dans notre quotidien.

Coproduction Centre•Sciences, CCSTI de Marseille et Programme Explora Conycit - Chili

> 250 m<sup>2</sup>

### > La nappe de Beauce

Comment les eaux souterraines réagissent-elles aux aléas climatiques ? Comment gère-t-on la nappe de Beauce : son niveau, la qualité de l'eau... ? Apprenez comment fonctionne et réagit ce réservoir naturel...

Réalisation Centre•Sciences, BRGM et INRA d'Orléans

> 13 panneaux



# édito

L'édito

Du castor d'Europe  
au balbuzard pêcheur,  
une faune riche et abondante

Une autre Loire : dynamiques  
socio-environnementales  
sur 15 000 ans

L'agenda de la CSTI

La flore de Loire

Le Plan Loire

Sciences sur Loire

Des ressources pour aller plus loin

1

2

4

I à IV

10

12

14

16

## Fonte de la banquise et niveau des océans

Les hivers sont rarement assez rigoureux en val de Loire pour voir le fleuve charrier des glaces. Mais l'expérience peut être aisément réalisée en observant la fusion d'un glaçon dans un verre d'eau. Fait-elle ou non monter le niveau d'eau dans le verre ? Il suffit d'avoir marqué d'un trait le niveau de départ pour trouver la réponse à la question. En cette année mondiale de la physique, exerçons-nous à donner une réponse conceptuelle. Nous savons grâce à Archimède que " tout corps plongé dans un liquide subit une poussée vers le haut égale au poids du liquide déplacé ". La conservation de la masse entre l'état solide et l'état liquide nous amène à conclure que la glace fondue occupera exactement le volume d'eau initialement déplacé, et que par conséquent le niveau restera rigoureusement constant. Ainsi, contrairement aux idées reçues, le niveau des océans ne s'élèverait nullement en cas de fusion de la banquise. Par contre la fusion des glaciers (montagnes, Antarctique) se traduirait par une montée des eaux de sorte qu'il convient de continuer à prendre toutes les précautions pour éviter un réchauffement de la planète...

FRANÇOIS GERVAIS



IMAGE DE COUVERTURE :  
Vue aérienne de la Loire à La  
Daguenière (49). Cliché Louis-  
Marie Préau

Ce numéro spécial Loire est  
tiré à 10 000 exemplaires avec  
le soutien de la Direction  
régionale des affaires cultu-  
relles (DRAC Centre). Il com-  
prend un encart central de 4  
pages en diffusion régionale.

## Covalences

Avec le soutien de

Conseil régional  
du Centre

Ministère chargé  
de la Recherche  
(DRRT)

Rectorat de l'Académie  
d'Orléans-Tours

IUFM d'Orléans-Tours

Direction Régionale  
des Affaires Culturelles

Bulletin trimestriel de promotion  
de la CSTI en région Centre  
N°56 - juillet 2005

directeur de la publication  
**François Gervais**

rédacteur en chef  
**Michel Darche**

coordination de la publication  
**Anita Coulon**

conception graphique  
**THEBOX, Orléans**

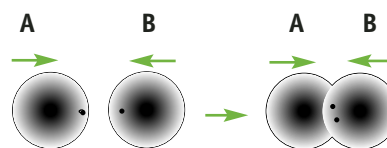
impression  
**Copie 45, Chécy**

### ABONNEMENTS

1 an, 4 numéros : 15 €  
Dépôt légal : juillet 2005  
CPPAP : 73476  
ISSN : 1164-9860

Edité par Centre•Sciences  
CCSTI de la région Centre  
72, Faubourg Bourgogne  
45000 Orléans

Tél : 02 38 77 11 06  
Fax : 02 38 77 11 07  
Mél : centre.sciences@wanadoo.fr



## Covalences

un titre de journal emprunté à la chimie pour illustrer notre action : une liaison covalente s'établit entre deux atomes **A** et **B** lorsque **A** et **B** ont chacun un électron isolé qu'ils mettent en commun. Le doublet d'électrons se trouve alors à égale distance de **A** et de **B** et la liaison est stable.

D'autres atomes se comportent différemment. L'un d'eux est quelquefois tellement avide d'électrons qu'il accapare les deux électrons. On obtient alors une liaison ionique, moins stable.



LOIRE MOYENNE

# Du castor d'Europe au balbuzard pêcheur, une faune riche et abondante



cliché Louis-Marie Préau

René Rosoux, Directeur-adjoint du Muséum des Sciences Naturelles d'Orléans  
Frédéric Breton, Directeur du Conservatoire du Patrimoine Naturel de la Région Centre

*La Loire moyenne, vu la variété de ses milieux aquatiques et de ses habitats rivulaires, recèle une étonnante biodiversité naturelle. Les biotopes ligériens, depuis les bancs de sable exondés dépourvus de végétation jusqu'aux digues de protection qui contiennent les caprices des crues, en passant par les terrasses du lit majeur partiellement recouvertes par la ripisylve, accueillent une grande variété d'habitats naturels fréquentés par une faune riche et abondante.*

Si les boisements des berges sont le lieu de nidification de nombreux oiseaux comme le héron cendré, le loriot d'Europe ou encore les pics (pic épeiche, pic épeichette, pic vert), ils jouent aussi le rôle de dortoir pour les bandes de grands cormorans et constituent, en particulier la saulaie arbustive à saule pourpre, la ressource alimentaire principale du castor d'Europe.

Les îles et les berges sableuses, pauvres en végétation, sont le lieu d'élection d'oiseaux remarquables comme les sternes (sternes naine et pierregarin), le petit gravelot et le chevalier guignette.

Certaines espèces grégaires comme les mouettes (mouettes rieuse et mélancéphale) et le goéland leucophée nichent en colonies bruyantes sur certaines îles végétalisées, dont la plus spectaculaire dans le département est l'Île aux mouettes à Bou, en amont d'Orléans.

Ce fleuve imposant, caractérisé par la grande diversité de ses faciès aquatiques, tantôt lents et profonds, tantôt superficiels et tumultueux, héberge un peuplement piscicole riche de plus de cinquante espèces...

Les poissons les plus remarquables sont sans conteste le saumon atlantique, les deux aloses (alose feinte et alose commune), la lamproie fluviatile et la loche de rivière ; toutes sont rares et figurent, à ce titre, à l'annexe II de la direc-



tive « Habitats ».

Cette ressource alimentaire abondante attire quelques espèces strictement piscivores. La plus emblématique d'entre elles est le balbuzard pêcheur, qui ne nichait plus en France continentale depuis le début du 20<sup>e</sup> siècle. Contre toute attente, en 1985, un couple a installé son nid, sur un pin sylvestre, en Forêt d'Orléans. Depuis lors, d'autres couples se sont installés en Forêt de Lorris, en Sologne et en Forêt de Chambord. À ce jour, la population reproductrice ligérienne est estimée à 21 couples tandis que la population sédentaire de Corse en compte environ 25.

Etonnamment, l'ensemble des balbuzards s'alimente, de manière quasi exclusive, sur la Loire. En 2004, l'effectif des jeunes à l'envol ne comportait

pas moins de 30 individus... Une véritable réussite pour cette espèce exceptionnelle dont la protection faillit être posthume...

Le grand cormoran fréquente surtout la Loire en saison hivernale. Migrateur, il niche essentiellement aux Pays-Bas et au Danemark. Sa présence sur la Loire est relativement récente et, avant 1975, c'était une espèce considérée comme rare. Depuis lors, la population est en augmentation constante et des bandes de plus en plus nombreuses se rassemblent chaque hiver le long du fleuve. La population hivernante dans le département du Loiret a été estimée, ces dernières années, à environ 2000 individus/an.

Il opère sa prédation sur de nombreux poissons, y compris ceux qui vivent sur

le fond ; pêcheur opportuniste, le grand cormoran consomme aussi des espèces invasives indésirables, comme le poisson-chat ou la perche soleil.

Les mammifères semi-aquatiques sont aussi présents sur la Loire. Si certains d'entre eux ont été introduits par l'homme et occasionnent de nombreux dégâts, comme le ragondin originaire d'Amérique du Sud ou le rat musqué, d'Amérique du Nord, d'autres, comme le castor et la loutre d'Europe, sont des espèces autochtones et dignes d'intérêt parce qu'indicatrices de la richesse biologique des cours d'eau et des milieux rivulaires. Ces espèces sont rares et vulnérables et donc protégées par la loi. Le castor d'Europe, gros rongeur autre-

une grande partie de la Loire et son aire de répartition a quasiment atteint la région nantaise. Dans le département du Loiret, la Loire n'héberge pas moins de 35 familles.

Quant à la loutre, dont les populations avaient dangereusement régressé depuis la moitié du siècle dernier, elle entame depuis peu une lente phase de reconquête des rivières et des zones humides, dans la moitié sud de la France... La Loire bénéficie du phénomène ; ainsi, la population du Massif Central qui est en expansion progressive depuis plus de dix ans, re-colonise le haut cours du fleuve et de l'Allier. Aujourd'hui, l'espèce est présente, de manière ininterrompue, depuis les

et à peuplier noir et les frênaies-ormaies, désormais devenus rares, sont menacées à l'échelle régionale, aussi figurent-ils à l'annexe I de la directive « Habitats ». Pour assurer la sauvegarde des sites ligériens sensibles, le Conservatoire du Patrimoine Naturel de



Loutre d'Europe, une espèce indicatrice de la richesse biologique des eaux qui réapparaît sur la Loire moyenne (Cliché René Rozoux)

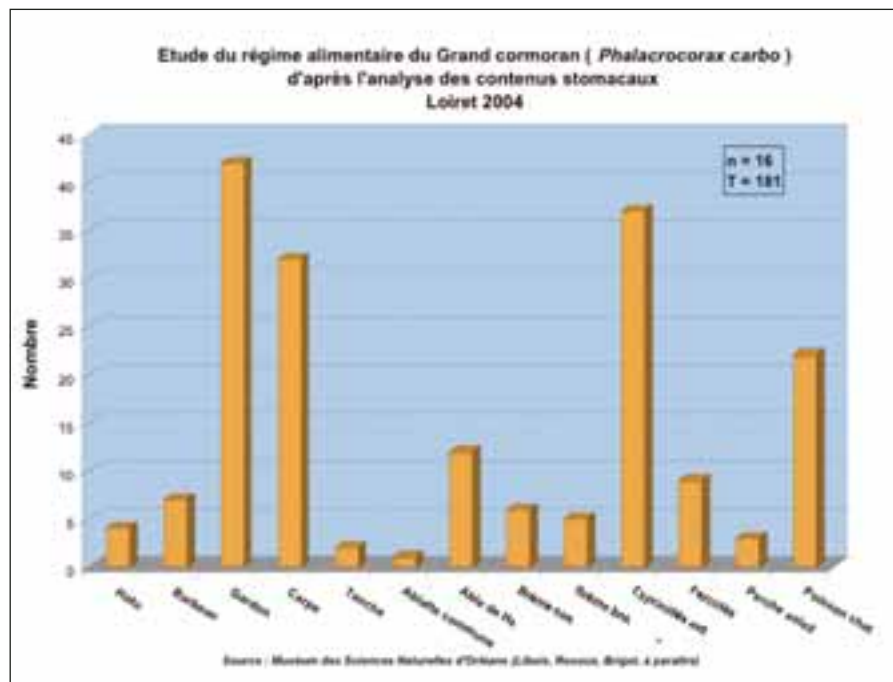
la Région Centre, créé depuis 1990, s'est donné pour mission principale de préserver les habitats naturels régionaux les plus remarquables par leur biodiversité et leur intérêt patrimonial. En région Centre, les espaces ligériens, dont le Conservatoire assure la conservation et la gestion, sont au nombre de 24 et totalisent près de 950 hectares. Prochainement, une île et un bras de la Loire situés sur la commune de St Benoît sur Loire et réputés pour leur grand intérêt biologique intégreront le patrimoine préservé du Conservatoire de la Région Centre.

La Loire, outre sa valeur intrinsèque de fleuve libre et riche en espèces, joue aussi un rôle remarquable de corridor écologique ; c'est une véritable voie de colonisation et d'échange pour la faune et la flore sauvages.

Nous tenons à remercier A. Perthuis, J.L. Pratz, R. Libois, M.F. Brigot, M.J. Thonon et C. Gauberville pour leur aide précieuse.

Pour en savoir plus

- Libois R., Rosoux R. et Brigot M.F. à paraître. Etude du régime alimentaire du grand cormoran sur la Loire moyenne à partir des contenus stomacaux. Recherches naturalistes.
- Perthuis A. et Rosoux R. 2004. Le Balbuzard en région Centre. Colloque « Avifaune et lignes à haute tension » - 25<sup>e</sup> anniversaire de l'Association Multidisciplinaire des Biologistes de l'Environnement (AMBE) - 15 septembre 2004 - Cambrai (59).
- Rosoux R. et Green J. 2004. La loutre. Ed. Belin. Collection Approche n° 30. Paris. 97 p.



fois recherché pour sa fourrure, avait disparu du cours de la Loire à la fin du 19<sup>e</sup> siècle. En Région Centre, le dernier castor fut abattu en 1888... Il y a une trentaine d'années, il a fait l'objet d'une réintroduction, à partir de 13 individus originaires de la vallée du Rhône. Les premiers lâchers ont eu lieu en amont de Blois entre 1974 et 1976. C'est ce petit groupe qui a progressivement constitué la population ligérienne, évaluée aujourd'hui à près de mille individus. L'espèce a colonisé spontanément

sources de la Loire jusqu'à Nevers. Certains individus erratiques, en quête de territoire, fréquentent sporadiquement la Loire moyenne et ses bras morts. Ainsi des traces de pas ont-elles été observées, sur la commune de St Benoît sur Loire en 2003 et 2004. Il est permis de penser que tôt ou tard, une petite population reproductrice se cantonnera dans le Val de Loire... À l'échelle européenne, certains habitats d'intérêt communautaire comme les saulaies arborescentes à saule blanc



# Une autre Loire : dynamiques socio-environnementales sur 15 000 ans

Joëlle Burnouf, Université Paris I, UMR 7041 ArScAn " Archéologies Environnementales ", responsable de la " Zone atelier "  
Nathalie Carcaud, Université d'Angers, UMR 105 Paysages et Biodiversité, laboratoire des sciences de l'environnement et de l'aménagement, co-responsable de la ZAL  
Cyril Castanet, doctorant Université Paris 1, UMR 7041 ArScAn " Archéologies Environnementales "  
Hervé Cubizolle, Université de Saint-Étienne, laboratoire CRENAM  
Manuel Garcin, BRGM  
Emmanuèle Gautier, Université Paris 8, laboratoire Pierre Birot UMR CNRS Meudon  
Stéphane Grivel, doctorant Université Paris 8, laboratoire Pierre Birot UMR CNRS Meudon  
Corinne Larrue, Université de Tours, UMR 6173 CITERES  
Jean-Jacques Macaire, Université de Tours, laboratoire GEAC  
Marie-Christine Marival et Aurélia Borvon, Université Paris 1, UMR 7041 ArScAn " Archéologies Environnementales "  
Serge Thibaud, Université de Tours, UMR 6173 CITERES  
Frédéric Tremont, Université de Clermont-Ferrand, laboratoire CRCA  
Lionel Visset, Université de Nantes, laboratoire d'écologie et des paléoenvironnements atlantiques

*L'originalité de la démarche conduite depuis 4 ans sur le bassin de la Loire (cf. La Zone Atelier bassin versant Loire) tient à la volonté des laboratoires et des chercheurs du bassin versant de ce fleuve de se fédérer pour discuter les résultats de leurs travaux. La force de la zone atelier Loire est de travailler à l'échelle du bassin global et sur la longue durée (15000 ans) en croisant les recherches sur des espaces précis ou sur des thématiques transversales. Les premiers résultats mettent en évidence l'impact très fort des héritages qu'ils soient sociaux ou biophysiques et permettent dès à présent de brosser une autre image de la Loire actuelle.*

## **UNE AUTRE IMAGE DE LA LOIRE ACTUELLE : DIVERSITÉS, DISPARITÉS, OPPOSITIONS, CLOISONNEMENTS, VULNÉRABILITÉS**

L'analyse des changements dans le bassin versant de la Loire permet de démontrer à l'échelle du bassin mais aussi au sein des sous-ensembles une très grande disparité et des oppositions, hétérogénéité qui semble s'être accrue au cours des dernières décennies. Il y a désormais la " Loire des montagnes " où le repli récent des activités agro-pastorales mais aussi industrielles a laissé le champ libre à une recolonisation forestière de grande ampleur : ces espaces caractérisés par une forte naturalité sont traversés d'un fleuve que l'on veut " sauvage ". Le goût pour un tourisme vert trouve là un terrain de prédilection. Plusieurs centaines de kilomètres en aval, la Loire des vals tourangeaux et angevins est également porteuse d'une identité forte, mais fondée sur le patrimoine architectural (les châteaux) et urbain (cf. *L'urbain p.6*). Entre les deux, se juxtapo-

sent des espaces à l'identité plus floue ; la vallée de la Loire est constituée d'une mosaïque de formations alluviales spontanées (pelouses, prairies et forêts) souvent protégées, d'espaces cultivés-pâturés à l'ancienne enchâssés dans des zones d'agriculture intensive, de sites énergétiques (centrales hydro-nucléaires) et de petits sites touristiques. Enfin, en Loire aval, l'intensification des cultures maraîchères associées à l'industrie agro-alimentaire dans le val représente une nouvelle donne. Ce renforcement des disparités longitudinales est doublé, au sein des espaces eux-mêmes, par l'apparition d'une coupure franche entre le lit encadré par les levées et le reste des vals : une plaine outre levées de plus en plus dédiée à une agriculture intensive et un lit entre levées abandonné par les activités agro-pastorales anciennes et la navigation. Cette opposition lit endigué/val, est récente (XX<sup>e</sup> siècle) dans un cadre ancien (mis en place depuis un demi-millénaire). Elle se lit dans le paysa-



### LA ZONE ATELIER BASSIN VERSANT LOIRE

La "Zone Atelier Bassin Versant de la Loire" (ZAL) est un programme de recherche labellisé et soutenu par le réseau "Zone Atelier" de la 5e division de l'INSU-CNRS " Sociétés-Environnement ". Elle fédère 37 laboratoires CNRS, grands établissements et équipes de recherche d'Universités, 25 partenaires institutionnels publics, 10 autres partenaires et 4 laboratoires étrangers.

Elle appartient depuis 2003 au réseau d'excellence européen ALTER.

Ce programme doit permettre de fournir des éléments de réponse aux attentes sociales, économiques et politiques ainsi que des clés permettant d'avoir une démarche prospective pertinente.

Le fonctionnement hydrologique et les dynamiques fluviales, les paysages et leurs transformations et la gouvernance sont les principales thématiques abordées. Site web : <http://zal.brgm.fr> (webmestre Manuel Garcin, Brgm)

ge et dans la présence et l'action des sociétés ou des acteurs-gestionnaires : la levée est devenue une frontière.

On observe donc une rupture du continuum amont – aval et transversal, du fait de la perte des liens sociaux et économiques avant tout : la disparition de la navigation dans les deux sens sur la Loire et ses canaux, a entraîné l'abandon — jusqu'à une période très récente — du domaine public fluvial non seulement par l'État, mais aussi par les riverains. Cet abandon, qui s'est traduit par une colonisation végétale du chenal entre levées, a deux conséquences qui peuvent sembler a priori



### QUELLE GESTION DURABLE DES ÎLES DE LA LOIRE ?

Les îles fluviales (zone d'accumulation sédimentaire, occupée par une végétation alluviale pérenne et entourée de deux chenaux actifs) sont d'excellentes archives de l'histoire du fleuve ; l'analyse détaillée de leur mécanismes et rythmes d'évolution permet de retracer l'influence respective des forçages hydro-climatiques et anthropiques auxquels l'hydrosystème est soumis. La moyenne vallée de la Loire développe un cortège d'îles boisées support d'une grande diversité floristique et faunistique, diversité qui est à l'origine de la création d'une Réserve Naturelle.

Cette réserve embrasse l'ensemble du lit de la levée sur environ 20 km (soit environ 1 700 ha) et compte actuellement plus de 90 îles. Si les îles sont une constante du paysage fluvial comme l'attestent les cartes anciennes et l'installation de nombreux sites urbains au droit d'une île, l'analyse de l'évolution récente (des trois derniers siècles) du lit de la Loire montre une très forte extension de leur surface. Pour l'ensemble de la Loire moyenne, les îles représentaient 4 à 5 % de la surface du lit au milieu du XIXe siècle ; aujourd'hui elles en occupent entre 15 et 20 %. Deux phases peuvent être distinguées et reliées à des changements environnementaux spécifiques. La première phase (seconde moitié du XIXe siècle jusqu'aux années 1930) est marquée par une croissance modérée des îles, accompagnée du développement de la ripisylve (végétation alluviale) qui se répartit à parts à peu près égales entre les séquences pionnières à jeunes saules et peupliers sur les parties le plus tardivement exondées, pelouses et prairies sur les parties plus sèches, landes à fruticées\* et forêt à bois tendre sur les zones plus hautes. Une part non négligeable est cultivée et/ou pâturée.

Au cours des décennies suivantes, le rythme d'accroissement des îles est multiplié par quatre ; parallèlement, la diversité du tapis végétal se réduit fortement : les milieux ouverts à prairies et pelouses ou semi-ouverts (landes) évoluent vers des formations boisées. Comment lire cette évolution ? Tout d'abord, la " disparition " des grandes crues dans la vallée de la Loire depuis 1866 est un fait bien connu ; toutes jusqu'à aujourd'hui sont restées très inférieures. La diminution des débits extrêmes a entraîné un réajustement " naturel " du lit fluvial. A la fin du XIXe siècle intervient un autre facteur déterminant : le déclin rapide de la navigation. L'arrêt de cette activité millénaire entraîne l'abandon des travaux d'entretien des ouvrages, mais aussi et surtout du " nettoyage " du lit de toute forme de végétation et de débris ligneux qui gênaient la circulation des bateaux. Cette mutation économique conjuguée au changement hydro-climatique provoque une phase sans précédent de développement de la végétation pionnière, qui va avoir un effet de piège à sédiments et qui explique fort probablement l'accélération du rythme d'expansion des îles.

Au cours de la seconde moitié du XXe siècle deux facteurs vont aller dans le même sens. D'une part, le déclin des pratiques agro-pastorales anciennes affecte des grandes surfaces d'îles : cultures et surtout pâturage des animaux dans le lit de la Loire avaient pour effet de limiter le développement de la forêt. Enfin, les extractions massives de sédiments vont contribuer à accélérer un enfoncement du chenal principal dont la cause initiale a été la chenalisation par la mise en œuvre des levées depuis 500 ans : du fait de submersions plus courtes, la végétation va encore plus facilement coloniser chenaux secondaires, bancs et îles.

Ce constat pose tout le problème de la gestion durable de ces milieux : comment " lutter " contre la fermeture des espaces et l'homogénéisation des cortèges floristiques liée à l'extension de la forêt ? Deux modes de gestion sont actuellement mis en œuvre. La première menée dans le cadre du Plan Loire Grandeur Nature, consiste en une intervention " lourde " au moyen de coupes de la végétation ; son efficacité sur le moyen terme ne semble pas démontrée — la végétation " reprend " de plus belle — et son coût financier est exorbitant. L'autre action défendue et mise en œuvre par les associations de protection de l'environnement est fondée sur la réintroduction d'un pâturage extensif. Là aussi les limites peuvent être pointées : une action qui se limite aux landes et ne peut en aucun cas concerner les boisements, la difficulté de trouver des espèces qui s'adaptent à ces milieux difficiles, la collaboration avec les éleveurs locaux et surtout, la rentabilité de l'affaire !

\* Formation végétale constituée d'arbustes tels que le prunellier, l'aubépine et l'églantier

## L'URBAIN

La Loire, du moins dans sa partie comprise entre Orléans et Nantes, fut au cours du dernier millénaire l'un des sites privilégiés de l'urbanisation. A l'aube du vingt-et-unième siècle, l'état de l'urbanisation donne un quasi continuum urbain, constitué d'aires urbaines s'échelonnant d'Angers à Orléans. Cette situation, déjà bien marquée aux débuts des années 1970, faisait de cet espace un lieu possible du desserrement de l'agglomération parisienne. Ce qui a conduit à promouvoir une figure de " métropole jardin ", version linéaire d'une métropole d'équilibre, mais surtout ensemble d'agglomérations de tailles moyennes, toutes reliées par un même corridor fluvial. Trente années plus tard, alors que les perspectives de développement, démographique notamment, n'ont pas atteint les valeurs espérées au cours des années de grande planification, la relation entre ville et fleuve s'est profondément transformée. Le souci de maintenir un environnement de qualité, d'améliorer la biodiversité, et mieux gérer l'emprise de l'urbanisation sur les corridors fluviaux, dans les zones inondables notamment, de préserver un patrimoine hérité tant naturel, qu'artificiel, a conduit à radicalement transformer les valeurs qui engendrent la gestion des espaces. De métropole jardin, associée à une régulation des écoulements du fleuve assuré par de lourds investissements techniques (barrages, etc.), la Loire est devenue patrimoine mondial, c'est-à-dire un espace qu'il convient de protéger des influences de l'urbanisation notamment. En trente années donc, les représentations de la Loire se sont radicalement transformées, le corridor fluvial restant l'un des sites privilégiés de l'urbanisation.

La mise en évidence du caractère urbain de l'espace ligérien et de son organisation en réseau de conurbations\* autour de la Loire est faite au travers d'un traitement de données et d'une représentation cartographique spécifique utilisant des anamorphoses. Le résultat obtenu donne quatre grands ensembles, la conurbation St-Nazaire/Nantes/Ancenis/Clisson, celle de Tours/Blois/Vendôme, les agglomérations d'Angers et d'Orléans. On note une quasi-séparation de cet ensemble en deux pays urbains ou réseaux de villes, du côté de l'atlantique, un large réseau quasiment centré sur Nantes, à l'est, un réseau de trois agglomérations Tours/Blois/Orléans avec en pivot entre ces deux ensembles, Saumur.

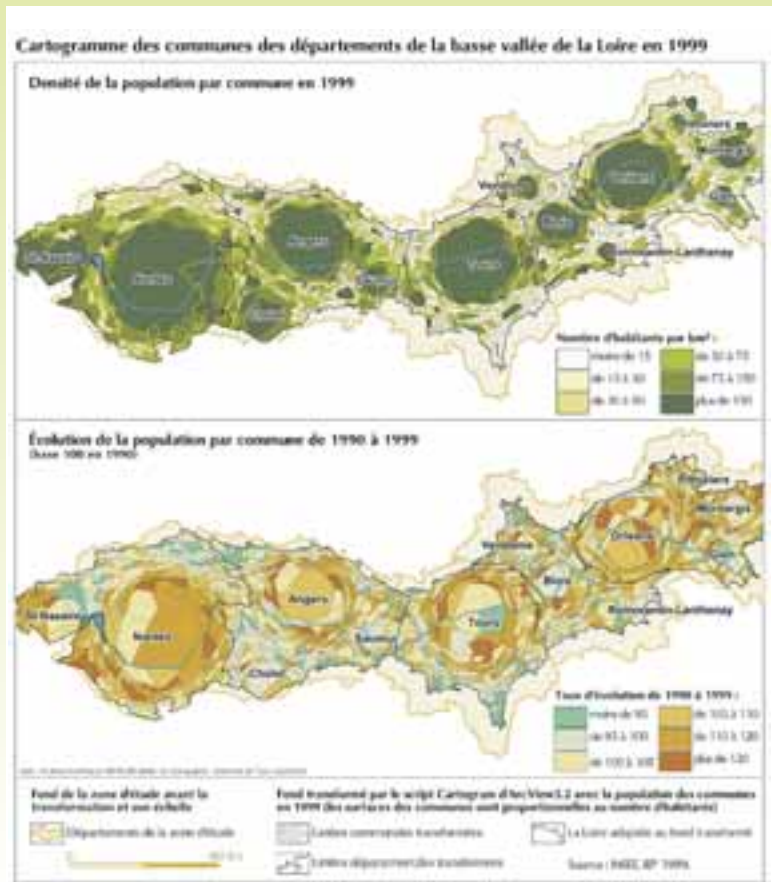
\* agglomération formée d'une ville et de ses banlieues réunies par suite de leur expansion

contradictoires. D'une part, la marquerie végétale diversifiée est porteuse d'une forte biodiversité et a justifié la mise en place de mesures de protection et de gestion par les associations de protection de l'environnement, mais aussi par l'État (cf. *Quelle gestion durable des îles de la Loire ? p.5*).

D'autre part, la colonisation forestière du chenal est perçue comme un frein au libre écoulement des eaux et donc, un facteur aggravant du risque de crue. La volonté de l'État de reprendre en main la gestion du lit de la Loire, essentiellement pour assurer la protection des populations par rapport aux inondations, s'est traduite par la création en 1995 du Plan Loire Grandeur Nature et dernièrement par celle de la Maîtrise d'Œuvre Générale.

Trois enjeux majeurs sont inscrits dans des espaces différents :

- Une préservation de la diversité biologique et paysagère concerne essentiellement l'espace fluvial entre levées avec maillage " illisible " et " emboîté " de sites inscrits et protégés : ZNIEFF, ZPS, Réserves Naturelles... et plus récemment sites Natura 2000. La dégradation du chenal du fait de son enfoncement et l'homogénéisation des peuplements végétaux constituent aux yeux de tous des problèmes majeurs. Les hautes vallées de l'Allier et de la Loire font aussi l'objet d'un



programme de sauvegarde des grands migrateurs (saumon et anguille). Le bassin de la Loire est l'un des derniers corridors fluviaux d'Europe où les grands migrateurs sont encore présents (cf. *L'esturgeon européen p.8*).

- Une vulnérabilité accrue par rapport aux crues et inondations, sans que soit prise en compte la solidarité chenal entre levée et plaine outre levées. En Loire aval, on observe en particulier un accroissement de la vulnérabilité (agricole essentiellement) par rapport aux crues et inondations du fait de l'extension du maraîchage et de son industrialisation à la périphérie des grands centres urbains dans l'espace estuarien, mais aussi dans le val d'Anjou.

- L'aval de la Loire moyenne, aux enjeux touristiques renforcés par le classement de certains espaces au patrimoine mondial de l'humanité (cf. *Patrimoine mondial p.9*), et à la croissance urbaine sans véritable concertation d'aménagement du territoire s'oppose à un amont plus rural, plus dévolu à la " protection biologique ".

Enfin, parmi les autres questions préoccupantes à l'échelle du bassin mais qui ne retiennent actuellement que peu d'attention : celle d'un fleuve " réservoir " et donc " pourvoyeur d'eau ". En atteste la multiplication récente des pompes " collectives " pour alimenter non seulement les besoins locaux mais aussi des



espaces lointains (ville de Bourges) et les pompages pour l'agriculture (Grande Limagne).

### DES MILIEUX ET DES HOMMES :

#### LES HÉRITAGES DU PASSÉ ET LEURS CONSÉQUENCES

L'histoire du système fluvial est le produit des héritages socio-naturels dont les traces sont conservées, inscrites dans certains compartiments à forte inertie des sous-systèmes naturels (morphologie fluviale, aquifères...) ou sociétaux (systèmes de valeurs et gouvernances, choix technologiques antérieurs, grandes infrastructures...). Ces caractéristiques de l'anthroposystème exercent une forte influence sur les choix actuels et l'ignorance des fonctionnements anciens a jusqu'à présent lourdement biaisé les choix d'aménagement et de gestion de l'espace. Les travaux de la Zone Atelier Loire depuis quelques années sur les états " rétrospectifs " des systèmes apportent de nouvelles interprétations sur la longue durée et de nouvelles propositions pour l'avenir.

- L'opposition lit endigué / val est récente (XX<sup>e</sup> siècle) dans un cadre ancien, (mis en place depuis un demi-millénaire). L'étude historique de la mise en œuvre des aménagements du lit majeur et du lit mineur a permis de démontrer que la construction des digues, entreprise réalisée en onze siècles (" turcies " entre le



### LE VAL D'ORLÉANS

L'analyse de la construction du bassin de la Loire sur le temps long permet d'identifier et de caractériser l'évolution des paysages fluviaux contemporains de l'occupation des vals de Loire par les sociétés, depuis au moins la période mésolithique en ce qui concerne le val d'Orléans jusqu'à aujourd'hui. C'est indirectement les modifications des écoulements solides et liquides en jeu à l'échelle du bassin versant amont qui sont appréhendés. Au delà, il s'agit de caractériser le jeu complexe des interactions entre les facteurs géodynamiques (variations climatiques...) et anthropiques (occupations et aménagements des vals de Loire et de leurs versants par les sociétés...).

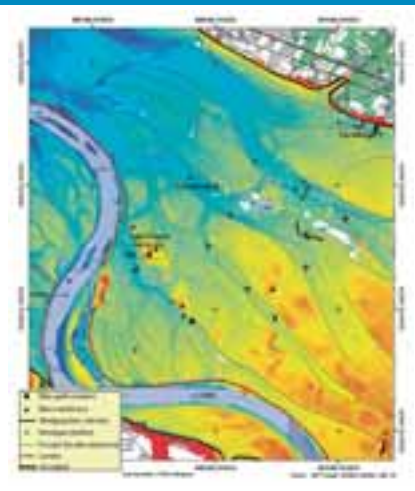
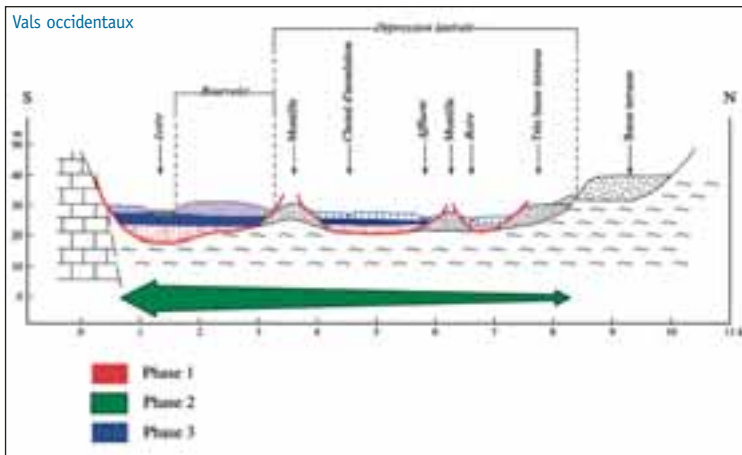
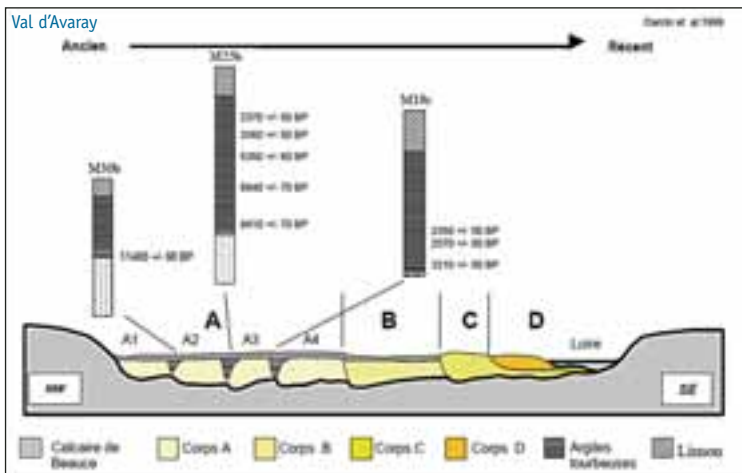
Les enregistrements morpho-sédimentaires sont étudiés de façon interdisciplinaire rassemblant palynologues\*, géomorphologues, géophysiciens et archéologues. Plusieurs générations de paysages fluviaux ont été identifiées. Dans le val d'Orléans, l'ensemble des lits de la Loire semblent hériter des dynamiques fluviales antérieures sur le plan hydro-géomorphologique : le lit majeur, le lit endigué par les turcies (du IX<sup>e</sup> au XV<sup>e</sup> siècle), le lit endigué par les levées modernes (depuis le XVI<sup>e</sup> siècle, fréquemment surimposé au lit endigué par les turcies) ainsi que le lit mineur actuel.

À Saint-Benoît-sur-Loire par exemple, une étude approfondie concerne le tronçon de val situé en rive droite de la Loire, entre le coteau Nord et la première rive droite convexe du méandre de Guilly. Il fait 6 kilomètres de large pour un lit mineur compris entre 300 et 400 mètres et un lit endigué compris entre 500 et 800 mètres. Au moins quatre séquences de comblement d'anciens chenaux principaux de Loire y sont archivées. Tous ces chenaux ont fait l'objet de sondages, deux d'entre eux ont dès à présent fait l'objet de carottages dont les analyses sédimentaires et palynologiques sont en cours.

Les résultats des premières analyses polliniques associés aux datations radiocarbone (15 datations) apportent des informations particulièrement intéressantes. En effet, on met en évidence dans ce secteur une fermeture des paléochenaux dès 11105 BP\*\* pour l'un, donc au Tardiglaciaire et vers 9760 BP pour l'autre au Préboréal. Les différentes couches sédimentaires (tourbeuses, sableuses, argileuses...) qui s'échelonnent jusqu'à une période récente témoignent de modifications du régime hydrologique et vraisemblablement de reprises temporaires des paléochenaux par les eaux de la Loire en crue.

\* La palynologie est l'étude des pollens actuels et fossiles.

\*\* abréviation de l'anglais " before present ", c'est-à-dire avant le présent, l'année considérée comme le présent étant 1950 de notre calendrier.





Le pont médiéval de Beaugency, crue de décembre 2003. Cliché Pierre Nehlig, BRGM

IX<sup>e</sup> et le XV<sup>e</sup> siècle puis " levées " à partir du XVI<sup>e</sup> siècle) a provoqué une mutation profonde et irréversible du chenal et du lit mineur entre les levées. C'est la cause initiale de la modification du comportement fluvial et de l'incision du lit. Elle a non seulement complètement changé les facteurs déterminants l'occupation des sols dans la vallée (à la fois urbanisation et pratiques agricoles) mais est le facteur déterminant de création des risques pour les populations depuis un siècle.

- La construction géomorphologique des vals de la Loire moyenne n'est pas identique. Deux types ont été identifiés : Avaray et vals occidentaux, un troisième est en cours d'étude : le val d'Orléans (cf. encadré et coupes des deux morphotypes connus p.7).

- Les études conduites sur les zones humides (cf. Sarliève) dans le bassin amont mais aussi en Brenne ont permis de démontrer le caractère profondément culturel de ces espaces et le rôle des sociétés dans leur fabrication et leur pérennisation ou leur disparition.

Tous ces travaux, par la prise en compte de la longue durée, des " jeux d'échelles " d'espace et de temps permettent de donner à comprendre " une autre Loire " et doivent contribuer à changer la vision techniciste et dogmatique issue de la pensée moderne et de l'idéologie des ingénieurs mise en place à partir du XVIII<sup>e</sup> siècle, pour un développement durable de cet espace dans le futur. n

## L'ESTURGEON EUROPÉEN

De nos jours, nous assistons à une forte régression des poissons grands migrateurs voire à leur disparition, dans la plupart des bassins hydrologiques d'Europe occidentale. À un moment où nos sociétés se posent la question de la gestion durable des ressources et du maintien de la biodiversité, il est essentiel de comprendre quel a été, par le passé, l'impact des changements climatiques sur ces populations piscicoles et surtout quelles relations ont entretenu les sociétés avec ces espèces, en prenant l'exemple de l'esturgeon.



Actuellement, l'esturgeon a disparu du bassin versant de la Loire (le dernier individu a été pêché à Saint-Firmin-sur-Loire en 1904). Les vestiges de plaques osseuses retrouvées au château de Montsoreau (Maine-et-Loire) dans une couche datée entre le X<sup>e</sup> et le milieu du XI<sup>e</sup> siècle sont les premiers restes archéozoologiques permettant d'attester de sa présence dans la Loire au Moyen Âge.

Actuellement, une seule population aux effectifs très limités (quelques milliers d'individus) subsiste sur l'ensemble de la façade atlantique. La dégradation de la qualité de l'eau, les entraves à la migration comme les barrages, mais surtout la surpêche par l'homme et la destruction des frayères par extraction de granulats a entraîné sa quasi-disparition. Cette diminution des populations serait amorcée dès le VIII<sup>e</sup> ou IX<sup>e</sup> siècle, elle serait à mettre en relation avec l'anthropisation des rivières et la difficulté à rejoindre les aires de frayères depuis au moins 800 ans. Une analyse paléogénétique des écailles permettra de replacer ces individus dans le modèle populationnel. Cette espèce relativement rare sur les sites archéologiques renseigne sur la présence d'élites sociales médiévales.

Plaque osseuse d'esturgeon. L'échelle indiquée est de 1 cm. Cliché A. Borvon





## INTERACTIONS SOCIÉTÉS-MILIEUX DANS LE BASSIN DE SARLIÈVE DEPUIS LE NÉOLITHIQUE (PUY-DE-DÔME)

La construction de la Grande Halle et du Zénith d'Auvergne dans la dépression de Sarliève, aux portes de Clermont-Ferrand et au pied de l'oppidum de Gergovie, marque l'ultime étape de l'histoire d'un milieu caractérisé par une grande mobilité au cours des derniers millénaires. On savait, par les textes médiévaux, qu'un véritable lac avait occupé le fond de la cuvette entre le X<sup>e</sup> siècle au moins et le début du XVII<sup>e</sup> siècle, époque à laquelle il fut asséché pour être mis en culture. Un important programme de recherche interdisciplinaire (1997-2004) permet aujourd'hui de connaître très précisément l'évolution du plan d'eau et l'histoire de l'occupation de ses rives.

La cuvette de Sarliève, résultat d'un affaissement tectonique des couches calcaires oligocènes de Limagne en contexte de volcanisme actif, a été barrée à partir du Tardiglaciaire par des coulées boueuses. La mise en eau de la dépression remonte à plus de 12 000 av. J.-C. La dépression a d'abord été occupée par un lac d'eau saumâtre intermittent où la sédimentation a été dominée par la précipitation de carbonates (dolomite). À partir de 6000 av. J.-C. environ, le lac paraît avoir été pérenne, avec de fortes variations de niveau ; la sédimentation traduit l'alternance de périodes de forts apports de particules liés à des phases de défrichement du bassin versant pour l'agriculture et de périodes de précipitation de carbonates pouvant résulter d'une certaine déprise agricole. Les plus anciens indices de défrichements remontent au Néolithique ancien. Depuis 3000 av. J.-C. environ, le niveau de l'eau s'est élevé et est resté plus stable, notamment à l'Age du Bronze et au Moyen-Age, excepté durant une phase d'assèchement quasi complet dû à des travaux de drainage entre la fin de l'Age du Fer et le début de l'époque romaine. L'archéologie éclaire bien les modalités de l'occupation du bassin par les communautés riveraines. L'habitat s'est alors parfaitement adapté aux variations hydrologiques. Sa distribution spatiale reflète surtout les besoins des sociétés successives (exploitation du marais pour la pêche et les végétaux, ou au contraire assèchement pour libérer des pâtures et des terres agricoles). Pendant les phases de haut niveau, la sédimentation de particules toujours plus abondantes traduit l'érosion croissante des sols alentour soumis au développement de l'agriculture. Les fluctuations du climat n'expliquent donc pas à elles seules les variations du plan d'eau et de son comblement sédimentaire.



## VAL DE LOIRE, PATRIMOINE MONDIAL DE L'HUMANITÉ

L'inscription de la Loire au patrimoine mondial en novembre 2000 s'inscrit dans la continuité des projets d'aménagements entrepris sur la Loire. Elle constitue à la fois l'aboutissement d'un processus de qualification patrimoniale de cet espace anthropisé, et en même temps un projet de (re)organisation de sa gouvernance. Cette labellisation est au cœur des interrogations de l'action transversale "Inscription du Val de Loire au Patrimoine mondial" de la ZAL. S'agit-il d'une action de mise en cohérence des politiques environ-

nementale ou d'aménagement urbain mais aussi des acteurs sur un espace déjà fortement investi ? En quoi les nouvelles modalités de gestion de ce label sont-elles en capacité à construire " un système Loire " autour de cet objet patrimonial ? De fait, cette nouvelle qualité attribuée à cet espace est porteuse de sens pour les acteurs. C'est d'ores et déjà la mise en continuité des projets qu'a produit le dispositif de gestion du label patrimoine mondial.





Tulipe sylvestre, plante printanière rare et protégée.  
Cliché Michel Chantereau



Les Iles de Mareau aux Prés, projet de future réserve naturelle  
Cliché Laurent Léquivard

# La flore de Loire

Laurent Léquivard, Les Naturalistes Orléanais, groupe botanique

Michel Chantereau, Les Naturalistes Orléanais, conservateur de la réserve de St-Pryvé / St Mesmin

Eric Collin, chercheur au CEMAGREF

Marc Villar, chargé de recherches à l'INRA

*La Loire, grand fleuve non domestiqué de l'Europe de l'Ouest, présente une flore remarquable liée au lit mineur, là où l'eau s'écoule toute l'année, et au lit majeur, occupé lors des crues. En effet les érosions des crues et les dépôts du fleuve entraînent la constitution de milieux variés et permettent le développement de végétations annuelles ou de végétations pérennes. Le régime pluvial de la Loire, avec des étiages d'été très marqués, favorise le développement des plantes du sable et de la vase.*

Le premier élément qui vient à l'esprit lorsque l'on parle d'un cours d'eau est de penser à la végétation aquatique. Ici on peut observer des renoncules aquatiques ou encore des potamots immergés dans le courant, accompagnés de plus en plus souvent par la jussie, plante exotique envahissante. Dans les boires et autres bras morts, aux eaux stagnantes, on retrouve une végétation comparable à celle des étangs avec les lentilles d'eau ou les myriophylles.

Lorsque l'été venu, les eaux du fleuve se retirent progressivement, elles laissent apparaître de larges plages de sable et de vase qui sont les lieux de prédilection pour l'installation des espèces annuelles. Lorsque le sol est vaseux et riche les plantes pionnières qui s'installent sont les minuscules *cyperus*, la véronique voyageuse ou encore la renoncule scélérate. Ceux-ci

laissent la place à la corrigiole des rives ou encore au *bidens*, sur les sols plus sableux. Autre astérocée dont c'est le domaine de prédilection, la pulicaria vulgaire, espèce protégée au niveau national qui s'observe fréquemment ici.

Sur les terrasses alluviales plus élevées, et qui ne sont soumises aux crues que plus rarement, vont se développer des formations très variées qui dépendent de la nature des alluvions, sableuses, humides, calcaires... Lorsque les conditions de sol sont très sèches, on voit apparaître une végétation rase dominée par de petites plantes grasses, les orpins ou sedums, mais aussi des graminées avec le corynéphore ou des espèces plus rares comme le lupin à feuilles aiguës qui est protégé dans notre région. Ces pelouses sableuses plus ou moins calcaires suivant les matériaux déposés



La Renoncule flottante fleurit abondamment les cours d'eau dès la fin du printemps.  
Cliché Laurent Léquivard

**LA VÉGÉTATION CARTOGRAPHIÉE**  
L'Institut Forestier National a réalisé en 2003 des cartes de la végétation du lit de la Loire au 1/10 000<sup>e</sup>, selon une méthode développée par la Diren Centre, dans le cadre du système d'information sur l'évolution du lit de la Loire. La base de données cartographique recense la végétation du Bec d'Allier (Nièvre) à Bonny-sur-Loire (Loiret), soit 80 km linéaires.

par la Loire peuvent également être colonisées par des lichens. Si les sols sont plus riches, on observera le développement de formations prairiales qui ne se maintiendront que temporairement sauf actions humaines de fauche ou de pâturage. Ces prairies aux conditions écologiques intermédiaires vont être dominées par des graminées comme la folle avoine ou le pâturin des prés. Elles présentent le plus souvent une flore diversifiée avec de nombreuses espèces qui vont se succéder au fil des saisons, depuis la dame-de-onze-heures au printemps, en passant par la sauge des prés et en allant jusqu'aux campanules en été.

Lorsque l'homme n'intervient pas ce sont progressivement les ligneux qui vont s'installer pour coloniser l'ensemble de ces espaces. Cette colonisation dépend de la stabilité du milieu et on observe une répartition de la végétation en fonction de la topographie et de l'accessibilité plus ou moins grande aux crues. Dans les zones les plus basses ce sont les saules arbustifs qui s'installent avec en particulier le saule pourpre, le saule à trois étamines et le saule des vanniers. Plus haut, lorsque les crues viennent moins souvent, le peuplier noir et les grands saules (saule blanc et saule fragile) vont pouvoir s'installer. Enfin encore plus haut,

pratiquement hors de portée des crues, se localise la forêt de frêne, de chêne et d'orme, avec en particulier l'orme lisse. Cette forêt alluviale ou ripisylve, très diversifiée en terme d'espèces, peut être remplacée par des boisements de robiniers, lorsque l'homme exerce une pression trop forte.

Au bilan la Loire sauvage et dynamique telle que nous la connaissons aujourd'hui recèle encore des trésors botaniques qui permettent de créer de nombreux habitats pour la faune sauvage. Il est de notre responsabilité de veiller sur ce patrimoine naturel.<sup>n</sup>

### **PROTÉGER LA FORÊT ALLUVIALE, UN PARTENARIAT ORGANISMES DE RECHERCHE / RÉSERVES NATURELLES**

La collaboration entre deux organismes publics de recherche scientifique (INRA d'Orléans et Cemagref de Nogent/Vernisson) et un réseau de gestionnaires d'espaces protégés (Réserves Naturelles de France), permet des regards complémentaires et une action commune au service d'un même objectif, la conservation des ressources génétiques de deux espèces fortement liées aux ripisylves : l'orme lisse et le peuplier noir.

Les forêts alluviales ou ripisylves sont reconnues comme des écosystèmes forestiers présentant une complexité, une richesse et une diversité biologique remarquables. Elles font aussi partie des milieux naturels les plus menacés en France et en Europe.

L'orme lisse est l'une des espèces étroitement inféodées aux ripisylves de la Loire qui ne se maintient aujourd'hui, sous forme de populations viables, que dans quelques rares boisements alluviaux ayant échappé à la destruction de ces milieux.

La pérennité du peuplier noir dépend totalement de la dynamique fluviale. En effet, la régénération de cette espèce pionnière ne peut s'effectuer que sur des sédiments frais apportés par les crues, que pourront coloniser les semis. Les populations ne pourront ensuite se développer que si la dynamique écologique de la ripisylve est préservée.

L'adaptation des deux espèces aux changements du milieu dépend d'une diversité génétique de ces populations naturelles, engendrée par brassage génétique entre de nombreux individus adultes florifères (régénération par voie sexuée).

Les études entreprises sur la réserve naturelle de Saint-Pryvé-Saint-Mesmin, puis sur les réserves naturelles de Val de Loire et du Val d'Allier, visent à mieux connaître le patrimoine existant pour mieux le protéger :

- cartographie et étude démographique
- compréhension des conditions hydroécologiques optimales pour l'installation de jeunes semis et cartographie des zones de régénération
- évaluation de la diversité génétique par des indicateurs génétiques simples comme le sexe, la phénologie florale et foliaire (correspondant aux différents stades de développement des bourgeons à fleurs et à feuilles) et architecture.

En fonction des résultats de cet état des lieux, des axes de gestion seront proposés aux gestionnaires de la Loire.

Cette démarche régionale s'intègre parfaitement et sert même de modèle à une stratégie de conservation des ressources génétiques forestières adoptée aux niveaux national et européen (programme EUFORGEN rassemblant une trentaine de pays d'Europe).



Ligne de semis de peupliers noirs sur un banc de gravier  
Cliché Michel Chantereau



Les contreforts situés à la base du tronc sont caractéristiques de l'orme lisse  
Cliché Michel Chantereau

## UNE ACTION CONCERTÉE DES ACTEURS PUBLICS

# Le Plan Loire Grandeur nature

Direction régionale de l'environnement du Centre

*Le « Plan Loire Grandeur Nature » vise à concilier la sécurité des personnes, la protection de l'environnement et le développement économique. Il concerne le bassin hydrographique de la Loire. L'État a placé ce programme sous la responsabilité du préfet de la région Centre, désigné comme préfet coordonnateur de bassin. Il est actuellement mis en œuvre dans le cadre des contrats de plan État-Région 2000-2006.*

Le Plan Loire s'est donné trois priorités, piliers du développement durable :

- la sécurité des populations face au risque d'inondation (mise en place de plans de prévention des risques inondation ; démarches de développement urbain et économique compatible avec le risque ; réduction de la vulnérabilité des zones inondables ; entretien de la culture du risque et information des populations ; renforcement des moyens d'alerte et de secours ; poursuite de la restauration et de l'entretien du lit de la Loire ; renforcement des levées de la Loire ; mise en place de protections localisées justifiées),

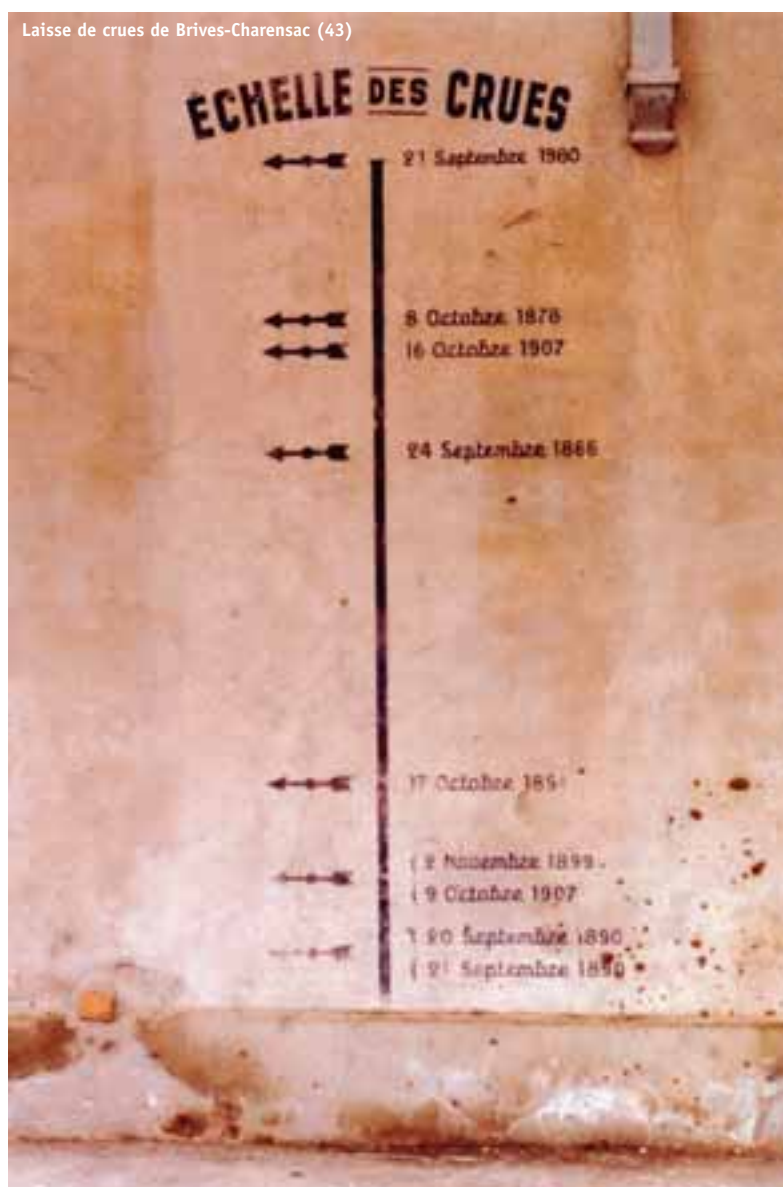
- l'amélioration de la gestion de la ressource en eau et des espaces naturels et ruraux des vallées (mise en œuvre des Schémas d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SAGE) prioritaires ; restauration des espaces naturels sensibles et remarquables ; restauration des annexes hydrauliques, des espaces de mobilité des cours d'eau et retour des poissons migrateurs ; mise en œuvre d'un programme de restauration de la ligne d'eau d'étiage de la Loire entre Bouchemaine et Nantes ; redressement de la situation dégradée de l'estuaire)

- la mise en valeur du patrimoine naturel, paysager et culturel des vallées ligériennes (mise en valeur des paysages, notamment dans le cadre de l'inscription au patrimoine mondial de l'Unesco ; développement de nouvelles formes de tourisme (tourisme fluvial et Loire à vélo) ; valorisation du patrimoine naturel, paysager et culturel ; sensibilisation à l'environnement, formation et information).

Plus de 100 millions d'euros sont consacrés par l'État (Environnement, Équipement, Culture, Tourisme, Aménagement du Territoire) à ces priorités, sur un total de 350 millions d'euros d'actions financées également par les Régions, les Départements, l'Établissement public Loire et l'agence de l'eau Loire-Bretagne. Ce travail est réalisé en concertation avec de nombreux partenaires : Conseil Supérieur de la Pêche, Voies Navigables de France, collectivités territoriales, associations...

Une évaluation des actions en cours vient d'être réalisée. Elle va permettre de préparer la suite du Plan Loire actuel.

Laisse de crues de Brives-Charensac (43)



### SE PROTÉGER DES CRUES

Une crue identique à celles de 1846, 1856 ou 1866 entre le bec d'Allier et le bec de Maine atteindra 290 000 personnes et 115 000 logements. Elle concernera directement 70 000



Crue de la Loire au Pont de l'Europe, Orléans, décembre 2003

emplois et désorganisera les réseaux (eau, électricité, transports...), handicapant ainsi les territoires voisins non inondés. Face à cette prévision, dans le cadre du Plan Loire, les actions s'articulent autour :

**- de la prévention :**

- Informer les populations : des outils comme les atlas des zones inondables sont mis à disposition du public.
- Mettre un frein à l'urbanisation des zones inondables : toutes les communes de la Loire entre Nantes et Roanne ont été dotées par l'État d'un Plan de Prévention des Risques qui préserve de toute urbanisation nouvelle les zones où la crue peut s'étendre et réglemente, pour une meilleure adaptation, les constructions encore réalisables.
- Réduire l'endommagement des constructions et des équipements existants et permettre aux territoires de retrouver une vie normale le plus rapidement possible après le passage de l'inondation. Cette stratégie peut, dans les cas extrêmes, mener à délocaliser les constructions les plus vulnérables. Elle s'appuie plus généralement sur la mise en place, par les propriétaires ou gestionnaires, de mesures organisationnelles ou de travaux tant pour les activités que pour les logements ou les réseaux. Ces mesures sont définies suite à des diagnostics de vulnérabilité croisant aléa hydraulique et nature de la construction ou de l'activité.

**- de la protection**

- Restaurer et entretenir le lit de la Loire : par exemple, à Orléans, entre le pont Joffre et le pont de l'Europe un défrichement de la végétation a été réalisé en 2004 afin de limiter les obstacles à l'écoulement. Une étude est actuellement en cours pour la réalisation de travaux de restauration du lit

dans la traversée de l'agglomération (maîtrise d'ouvrage Direction Départementale de l'Équipement).

- Renforcer les levées de la Loire (700 km de levées sur la Loire et l'Allier). Malgré la construction du barrage écrêteur de Villerest, l'adaptation et l'amélioration des levées, majoritairement domaniales, est encore et plus que jamais un enjeu. Une autre alternative est proposée et partiellement réalisée : ménager à la crue des issues dans les vals, avec les déversoirs...

**- de la prévision**

À partir de mesures des hauteurs d'eau des rivières et des pluies tombées, les services d'annonce des crues de l'État sont à même de prévoir au moins 48 heures à l'avance l'arrivée d'une crue, afin que puisse se déclencher l'alerte des populations. **n**

**Toutes informations sur le site de la Diren**  
[www.centre.ecologie.gouv.fr](http://www.centre.ecologie.gouv.fr)

**CLASSES LOIRE**

Les projets pédagogiques montés par les établissements scolaires peuvent être labellisés « Classes Loire » à condition de respecter un certain nombre de critères : un projet pédagogique centré sur la découverte du patrimoine ligérien intégrant la notion de bassin versant, conduit dans la durée, avec une approche pluridisciplinaire...

Ils peuvent bénéficier de financements publics, notamment :

- de l'Établissement Public Loire,
- du Ministère de l'Écologie et du Développement durable et de l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne (dans le cadre du dispositif « Mille défis pour ma planète »)

Renseignements sur [www.eptb-loire.fr/classes\\_loire/index.asp](http://www.eptb-loire.fr/classes_loire/index.asp)

## SCIENCES SUR LOIRE

# Quand la Loire connecte les classes

Robert Parlange, directeur du CDDP de Tours  
Joël Petit, enseignant

*Le projet « Sciences sur Loire » est parti d'un constat fait au CDDP du Loir-et-Cher par Antoine Soriano, alors directeur départemental, et ses collègues animateurs du centre ressources sciences implanté dans ses locaux qui souhaitaient donner une cohérence et un fil conducteur aux nombreux projets de classes consacrés à la Loire.*

Inscrits dans des programmes scolaires, tous ces projets s'appuient sur des démarches partageant de nombreux traits communs :

- l'interdisciplinarité : une observation scientifique repose sur des actes de langage, de la lecture à la production d'écrits ; une lecture de paysage fait appel à des connaissances relevant de la géographie, la géologie, la connaissance de l'environnement... Les activités menées par les classes nécessitent la pratique de la langue, des sciences physiques, de la biologie, de la géologie, des arts plastiques, de l'histoire...
- une démarche de recherche : observer, formuler des hypothèses, expérimenter, conclure...
- un travail collaboratif : les projets menés par les classes sont la mise en œuvre de compétences collectives à l'intérieur de la classe, mais s'appuyant aussi souvent sur des ressources extérieures, des partenariats. Sciences sur Loire réunit dans son comité de pilotage entre autres organismes l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne, Centre•Sciences, l'Établissement Public Loire, le Graine Centre, la Mission Val de Loire, l'Observatoire Loire, l'IUFM de Blois, l'IUT de Blois.
- des objectifs à long terme : la mesure d'une valeur chimique, le questionnaire sur un élément architectural, l'enquête sur des métiers anciens, la réalisation de photos ne sont pas des activités en soi mais n'ont de sens qu'en tant que porteuses d'une inten-

tion, d'un objectif : l'éducation à l'environnement et au développement durable est un de ces objectifs.

Pour mettre en œuvre ces démarches, des enseignants de l'académie, sous le pilotage de représentants des corps d'inspection, IA-IPR de Sciences Physiques, SVT et Histoire/Géographie et IEN de circonscription, ont conçu, avec l'appui du réseau du CRDP/CDDP, un programme de travail proposé aux classes.

Ce programme organise des activités centrées sur des observations, des mesures, des recherches : «les mots de la Loire», «que rejette-t-on à l'évier?», «la Loire est-elle dangereuse ?», «les aménagements de la Loire», «le castor», «la prévention des crues»...

Pour toutes ces activités, les enseignants ont conçu des fiches méthodologiques développant une problématique, présentant des ressources documentaires et assurant des contacts avec des enseignants ou des scientifiques pouvant aider les classes dans leur recherche.

Toutes ces recherches aboutiront à des productions (mesures, textes, photos, sons...) qui seront mises en ligne sur un site Internet et seront dès lors consultables et récupérables par tous. Le site Internet a été réalisé par les étudiants de l'IUT de Blois et sera opérationnel dès la rentrée scolaire.

Ce principe de mutualisation permettra alors la mise en place d'une base de



ressources qui s'enrichira progressivement des productions de chacun.

Pour l'instant limité aux frontières de l'académie, ce projet doit pouvoir profiter des expériences similaires collectées dans les départements en aval et en amont de la Loire, voire même, par le biais de dispositifs d'échanges européens (correspondance électronique e-twinning par exemple), s'étendre à la problématique d'élèves riverains d'autres grands fleuves.

Contact :  
[sciences-loire@ac-orleans-tours.fr](mailto:sciences-loire@ac-orleans-tours.fr)  
Tél. 02 47 60 17 00  
[www.ac-orleans-tours.fr/sciences-loire/](http://www.ac-orleans-tours.fr/sciences-loire/)

### UNE ANNÉE SCOLAIRE AU FIL DE LA LOIRE

Au cours de cette année scolaire, une classe de 5<sup>e</sup> du collège Hubert Fillay de Bracieux (Loir-et-Cher) a travaillé, dans le cadre des cours de physique-chimie, sur des thèmes proposés par le dispositif Sciences-sur-Loire.

Le but de ce travail est de susciter de nouvelles sources d'intérêts et de motivations en faisant travailler les élèves sur leur environnement proche





(la Loire) tout en ayant la possibilité de valoriser et de prolonger leur travail par une mise en commun (mutualisation) sur le site Internet de Sciences-sur-Loire.

Les thèmes abordés cette année, en lien avec le programme de physique-chimie du cycle central ont été :  
Qu'est-ce que la pollution ? Boit-on

l'eau de la Loire ? Que peut-on rejeter à l'évier ? Les grandeurs physico-chimiques de qualité d'une eau.

Ces travaux, menés en partie pendant les séances de cours et au C.D.I., ont donné lieu à des échanges et des travaux (recherches, questionnaires et exposés) en groupe amenant les élèves à aborder de manière « concrète » des thèmes liés aux sciences et proches de leur quotidien : Quels sont les gestes de la vie de tous les jours qui peuvent salir l'eau ? D'où vient l'eau que nous buvons au robinet ? (à Bracieux commune non ligérienne, l'eau vient de la nappe calcaire de Beauce, les élèves ont été surpris d'apprendre qu'à Blois, ville distante de 20 km, les gens boivent l'eau pompée dans la Loire). Comment fonctionne une station d'épuration ?...

En outre, des liens ont pu être faits avec la S.V.T. (le milieu aquatique et la respiration) lors de l'étude des grandeurs physico-chimiques de qualité d'une eau.

Lors d'une sortie, des mesures de température, pH et de taux de dioxygène dissous dans l'eau de la Loire ont été réalisées par les élèves. Ces valeurs, après mise en commun, ont permis de mettre en évidence les effets de ces paramètres sur la vie aquatique. Ces mesures doivent être mutualisées sur le site Internet de Sciences sur Loire pour permettre d'observer leurs éventuelles modifications selon la saison, la situation géographique...

Ces travaux ont également été l'occasion d'une sortie pédagogique au Muséum d'Histoire Naturelle de Blois afin de participer à un atelier pédagogique sur « L'eau domestique, du prélèvement au rejet », puis à la visite « guidée » et explicative de la station d'épuration de Blois et de son fonctionnement.

Ce projet nous a permis de faire de nombreux liens avec le programme de chimie de 5<sup>e</sup> et a réellement intéressé



Mesure du pH en Loire



Comment nettoyer l'eau de la Loire ?  
Quelques expériences.

les élèves. Il sera reconduit l'an prochain en essayant d'élargir la participation à d'autres disciplines (Histoire-géographie, Arts plastiques, Français...) et à d'autres thèmes de travail (en laissant une partie du choix aux élèves). En espérant, bien sûr, utiliser le site de Sciences sur Loire pour présenter les travaux réalisés (exposés, mesures, etc.), en débattre avec d'autres classes inscrites dans ce projet et contribuer ainsi à l'enrichissement de celui-ci. n

# Des ressources régionales pour aller plus loin

## LES MUSÉES ET SITES À (RE)DÉCOUVRIR

- Musée de la marine de Loire à Châteauneuf-sur-Loire (45)

[www.coeur-de-france.com/chateauneuf.html](http://www.coeur-de-france.com/chateauneuf.html)

tél. 02 38 46 84 46

- Maisons de Loire

- à Belleville-sur-Loire (18)

[www.bellevillesurloire.fr/loisirs/maisondeloire/](http://www.bellevillesurloire.fr/loisirs/maisondeloire/)

tél. 02 48 72 57 32

- à Jargeau (45)

<http://perso.wanadoo.fr/mdloire45/>

tél. 02 38 59 76 60

- à Montlouis-sur-Loire (37)

<http://maisonloire.free.fr/>

tél. 02 47 50 97 52

- à St-Dyé sur Loire (41)

tél. 02 54 81 68 07

- Muséums d'histoire naturelle

de Blois (tél. 02 54 90 21 00)

d'Orléans (tél. 02 38 54 61 05)

de Tours (tél. 02 47 64 13 31)

- Observatoire Loire à Blois (41)

[www.observatoire-loire.asso.fr/](http://www.observatoire-loire.asso.fr/)

tél. 02 54 56 09 24

- Maison de la rivière à Chinon (37)

[www.cpie-val-de-loire.org](http://www.cpie-val-de-loire.org)

tél. 02 47 93 21 34

et aussi le musée des mariniers à Chouzé-sur-Loire (37)

et le musée historique et archéologique de l'Orléanais

à Orléans (45).

## LES REVUES SPÉCIALISÉES

- La Loire et ses terroirs

[www.loire-et-terroirs.fr](http://www.loire-et-terroirs.fr)

tél. 02 38 55 02 23

- La Loire en revue

[www.rivernet.org/loire/loirrevu.htm](http://www.rivernet.org/loire/loirrevu.htm) tél. 02 48 58 52 32

## QUELQUES OUVRAGES RÉCENTS

- Apprenez à observer la faune des bords de Loire, Ed. Tétras, 2005 (à paraître)

- Oiseaux de la Loire, Philippe Rimbert,

Ed. Ligue pour la Protection des Oiseaux, 2005

- Bateliers sur la Loire XVII<sup>e</sup> et XVIII<sup>e</sup> siècles : la vie à bord des chalands, Françoise de Person, Ed. CLD, 2005

- Portraits de Loire : iconographie du XVII<sup>e</sup> à nos jours, Conservatoire régional des rives de Loire et de ses affluents, Ed. Coiffard, 2004

- Loire sauvage, Louis-Marie Préau, Philippe Huet, Ed. Hesse, 2003

- Le guide du musée de la marine de Loire, édition du musée 2003

- La revue 303, Arts, recherches et créations, n°75 « La Loire », 4<sup>e</sup> trimestre 2002

- La Loire : vallées et vals du grand fleuve sauvage, sous la dir. de Christian Bouchardy, Ed. Delachaux et Niestlé, 2002

- La Loire et les fleuves de la Gaule romaine et des régions voisines, sous la dir. de R. Bedon, Ed. Presses universitaires de Limoges, 2001

- Une histoire de la marine de Loire, Annick Senotier, Patrick Villiers, Ed. Granvaux, Brinon-sur-Sauldre, 1998 (2<sup>e</sup> éd.)

## RESSOURCES PÉDAGOGIQUES

La mission Val de Loire Patrimoine Mondial édite

un répertoire des ressources documentaires

pour les enseignants (parution septembre-octobre 2005).

Contact : Rémi Deleplancque 02 47 66 92 22.

Voir aussi l'inventaire réalisé par la DRDJS.

Contact : Christian Chenault 02 38 77 49 77