

LES RENDEZ-VOUS DU

**graie**



## **LA RESTAURATION DES PLANS D'EAU**

**Les techniques biologiques  
de restauration des plans d'eau**

**Réunion d'échanges**

Vendredi 3 juin 2005  
Etangs du Forez – Ecopôle du Forez (42)



GRUPE DE RECHERCHE RHONE-ALPES  
SUR LES INFRASTRUCTURES ET L'EAU  
Domaine scientifique de la Doua  
BP 2132 - 69603 Villeurbanne cedex  
Tél : 04 72 43 83 68 • Fax : 04 72 43 92 77  
E.mail : asso@graie.org • www.graie.org

## LA RESTAURATION DES PLANS D'EAU

---

La région Rhône-Alpes est particulièrement riche en lacs et plans d'eau de tous types.

Leur protection et leur restauration constituent un enjeu fort en terme d'environnement, de ressource en eau et d'aménagement du territoire. Si les grands lacs font souvent l'objet de politiques de restauration structurées, il faut également se préoccuper de la restauration des autres plans d'eau de la région.

Le fonctionnement écologique des plans d'eau et les pressions liées aux usages sont très différents d'un site à l'autre. Les plans d'eau sont généralement très fortement exposés aux "pressions anthropiques" des bassins versants qui les alimentent : l'urbanisation dense, l'agriculture et la fréquentation touristique sont des sources d'impact qui doivent être maîtrisées, l'eutrophisation constituant le problème majeur.

Les connaissances sur les différentes techniques de restauration des plans d'eau et leur mise en œuvre sont disponibles et formalisées dans un guide des Agences de l'Eau et du Ministère de l'Ecologie. La région est riche d'expériences et dispose de nombreuses compétences scientifiques dans ce domaine. Ces connaissances doivent être aujourd'hui largement diffusées.

Afin de lancer cette nouvelle thématique au sein des activités du Graie, nous proposons d'organiser trois rencontres successives, sur trois problématiques complémentaires.

- Les techniques biologiques de restauration des plans d'eau - 3 juin 2005 - Etangs du Forez (42)
- Les techniques végétales de restauration des berges - 17 juin 2005 - Lac des Sapins (69)
- Le diagnostic du fonctionnement d'un plan d'eau - 24 juin 2005 - Saint Pierre de Boeuf (42)

## PROGRAMME

---

### **Les techniques biologiques de restauration des plans d'eau**

3 juin 2005 - Etangs du Forez (42)

#### **9H30 ACCUEIL**

#### **10H00 ECHANGES – DISCUSSIONS**

##### **Ouverture**

Charles BORNARD, *DIREN Rhône Alpes*

Joseph RIVAS, *Agence de l'Eau RM&C*

##### **Le milieu lacustre et son environnement - Quelques définitions -**

Jean-François PERRIN, *Cemagref*

##### **Les étangs du Forez, un ensemble naturel dans le linéaire du fleuve Loire**

- Stratégie de préservation des étangs du Forez  
Nicolas GUILLERME, *Conseil Général de la Loire*
- Contrôle des cyanobactéries dans les étangs de la plaine du Forez  
Joël ROBIN, *ISARA*
- Réaménagements et restaurations de gravières en plans d'eau  
André ULMER, *Ecopôle du Forez*

#### **12H30 DEJEUNER**

#### **13H30 VISITE**

Visite de l'étang David et de l'Ecopôle du Forez

#### **17H00 FIN DE LA JOURNEE**

## Ouverture

---

Charles BORNARD, *DIREN Rhône Alpes*  
Joseph RIVAS, *Agence de l'Eau RM&C*



## LA RESTAURATION DES PLANS D'EAU

### **Charles BORNARD, Direction Régionale de l'Environnement RHONE-ALPES Unité qualité des eaux du service de l'eau et des milieux aquatiques**

La région Rhône-Alpes est particulièrement riche en lacs et plans d'eau de tous types.

La protection et la restauration de ces milieux sont des enjeux forts en terme d'environnement, mais aussi de ressource en eau et de développement économique et touristique.

Le fonctionnement écologique des plans d'eau et les pressions liées aux usages sont très différents d'un site à l'autre. Les échelles de temps sont notamment différentes du fait d'une forte inertie de ces milieux ; ils sont généralement très fortement exposés aux « pressions anthropiques » sur le bassin versant alimentant le plan d'eau : urbanisation dense, agriculture et fréquentation touristique sont sources de pollution et d'autres pressions qui doivent être maîtrisées. L'eutrophisation des milieux qui en découle est souvent un problème majeur pour les usagers.

Les grands lacs font l'objet de plans de restauration, de contrats de lacs, etc, avec le développement d'une politique d'aménagement du territoire et de restauration des milieux très structurée, et probablement très avancée. Il est aujourd'hui essentiel de s'attacher à la restauration des autres plans d'eau de la région.

Il existe plusieurs techniques de restauration des plans d'eau, à choisir en fonction des types de milieux et de dégradations.

La connaissance d'un bon nombre de ces techniques et leur mise en œuvre font l'objet d'un guide dont les points forts vous seront présentés par Joseph Rivas de l'Agence de l'Eau.

Si la région Rhône-Alpes est riche en diversité de lacs, elle est aussi riche en compétences de recherches scientifiques pour la mise au point de méthodes ainsi qu'en compétences techniques pour l'acquisition de données. Les Universités, l'ISARA, l'INRA, le CEMAGREF contribuent à l'évolution des méthodes d'études de même que les bureaux d'études, par le retour d'expérience de leurs investigations.

Un des objectifs de ces journées est de permettre de créer une interface interactive entre la connaissance et l'aspect opérationnel du gestionnaire. Il faut que les gestionnaires de plans d'eau puissent comprendre les raisons des préconisations de restauration qui débutent toujours par « encore des études ! » pour l'établissement du diagnostic de départ et qui se poursuit par « encore des études ! » pour le bilan.

Aussi, il est essentiel de pouvoir repérer les points forts de fonctionnement d'un lac, d'un étang, d'une retenue afin de comprendre les argumentations des techniciens ; ces points forts vous seront exposés par J.F. Perrin du CEMAGREF de Lyon.

Afin que les échanges soient fructueux et efficaces, il est important qu'ils se déroulent dans un langage clair et compréhensible. En effet, s'il y a un domaine où l'on peut dérouter son auditoire c'est bien celui des explications de la dynamique d'un lac et des causes de dysfonctionnement.

Un point garant du succès de ce type de rencontres et de leur pérennité, c'est la création d'un réseau de diffusion de la connaissance. Ainsi, le retour d'expérience permet d'enrichir l'évolution des méthodes, la connaissance et donc l'efficacité dans la sauvegarde de ces milieux que sont les plans d'eau pour le maintien des principaux usages compatibles avec un bon fonctionnement.

## AIDE A LA DECISION POUR LE TRAITEMENT DES PLANS D'EAU

**Joseph RIVAS**  
Agence de l'eau  
Rhône Méditerranée & Corse

Juin 2005

### HISTORIQUE

#### 1980 :

On assiste à l'explosion de petits plans d'eau de récréation (baignade et pêche) pour satisfaire un tourisme de proximité

#### 1988 :

les premiers problèmes de dysfonctionnement se font jour du fait de la méconnaissance par les gestionnaires des causes de ces dysfonctionnements.

les premières bases de connaissance sont décrites dans la plaquette «**DE L'AUTRE COTE DU MIROIR**» .

#### Années 90 :

sur les marchés apparaissent les procédés de restauration interne, notamment les « **poudres miracles** ». Des essais, financés par l'Agence, sur les sites de Saint Pierre de Bœuf (42) et de Mérieux les étangs (38) aboutissent à des résultats plus ou moins concluants.

Juin 2005

### Présentation succincte

- Le guide « **LIMNOLOGIE APPLIQUEE AU TRAITEMENT DES LACS ET DES PLANS D'EAU** » conçu par Guy BARROIN de l'INRA THOHON et diffusé en 1999 ne répondait pas entièrement à l'objectif de l'Agence notamment en matière d'exemples d'application. Il a été décidé, dans le cadre des études inter-Agences, de reprendre les éléments du guide limnologie pour en faire un guide plus opérationnel « **D'AIDE A LA DECISION POUR LE TRAITEMENT DES PLANS D'EAU** »
- Le guide est présenté en deux parties :
  - une partie qui introduit les notions de fonctionnement des plans d'eau, d'organisation de la vie aquatique ainsi que la description des types de problèmes rencontrés (nature, causes et conséquences) ;
  - une deuxième partie plus technique sous forme de fiches indiquant pour chaque procédé l'**objectif** et la **technique de restauration** avec pour chaque procédé deux exemples d'application sur le territoire métropolitain.

Juin 2005

### Les ambitions du guide

- Mettre à disposition des gestionnaires **UNE CLE DECISIONNELLE** pour éviter les erreurs de conception du passé ; par exemple ériger une retenue d'eau dans une zone de tourbière ou sur un cours d'eau fortement anthropisé ;
- Faire connaître les retours d'expérience en matière de **faisabilité, de coûts de conception et d'exploitation** ; exemple faut-il dans le cas d'une retenue avec prise d'eau d'alimentation en eau potable, maintenir un niveau d'oxygène suffisant dans les couches du fond pour éviter les relargages du fer et du manganèse (Aération par injection d'air ou d'oxygène) ou bien équiper la filière de traitement des eaux ?

Juin 2005

### La position de l'Agence face à un problème de dysfonctionnement

- En premier lieu établir le **diagnostic de la qualité des eaux de la masse d'eau (état des lieux) et recenser sur le bassin versant les pressions anthropiques (ponctuelles et diffuses)** ;
  - les actions de reconquête de la qualité des eaux commence à la source (bassin versant) ;
  - les procédés de restauration interne ne peuvent être appliqués qu'avec un objectif d'accompagnement de la régénération de la qualité des eaux ;
  - appliqués sans intervention à la source, les procédés de restauration internes deviennent à long terme très contraignants et onéreux.

Juin 2005

### CONCLUSIONS

- Le guide est un outil précieux face à un problème de dysfonctionnement pour faire le **bon choix** (procédé de restauration adapté aux nuisances recensées) et **éviter les erreurs de conception** à la création du plan d'eau (situation irréversible) ;
- Il permet en outre le repositionnement des techniques de restauration interne dans la panoplie des outils de restauration pour le retour au bon état et au bon fonctionnement de la masse d'eau.

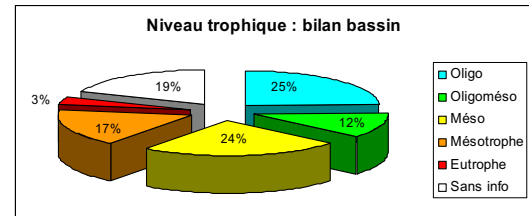
Juin 2005

## AIDE A LA DECISION POUR LE TRAITEMENT DES PLANS D'EAU

- dans le cadre de la Directive Cadre sur l'Eau (DCE) et dans l'exercice de l'état des lieux, l'Agence de l'Eau Rhône Méditerranée et Corse a recensé **134 masses d'eau plans d'eau pour les 2 districts RM&C** sur lesquels la DCE sera appliquée.
- les **134 masses d'eau plans d'eau se déclinent ainsi** :
  - 25 Masses d'Eau Artificielles (MEA) S > à 50 ha ;
  - 57 plans d'eau naturels de superficie > à 10 ha ;
  - 52 Masses d'Eau Fortement Modifiées S > à 50 ha (MEFM)

## ETAT DES LIEUX : QUALITÉ

- Lacs naturels



# Le milieu lacustre et son environnement - quelques définitions -

---

Jean-François PERRIN, *Cemagref*



## Le milieu lacustre et son environnement - quelques définitions -

par Jean-François Perrin  
Cemagref Lyon



## Qu'est ce que la limnologie ?

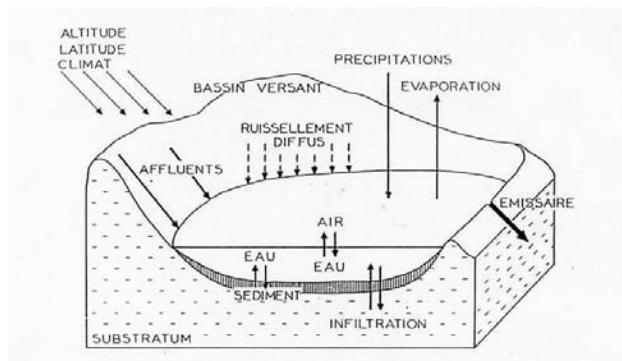
- Science née au bord du Léman, créée par Forel (1892) = océanographie des lacs.
- puis = ensemble des plans d'eau, des eaux douces continentales, même courantes....
- Le point commun de ces hydrosystèmes :  
masse d'eau associant une chaîne trophique et un milieu physique subissant 3 évolutions :  
renouvellement de l'eau, cycle thermique, et succession vers un état final (climax)



## Typologie et formes des plans d'eau

- **Terminologie consensuelle :**
  - **Lac vrai** : plan d'eau naturel, long séjour des eaux, profondeur permettant une stratification thermique
  - **Retenue** : plan d'eau artificiel, vidangeable, séjour plus court et variation de niveau (marnage)
  - **Etang** : plan peu profond d'eau douce (pluviale souvent), entretenu par l'homme à des fins piscicoles
  - **Lagune** : plan d'eau côtier naturel à eau saumâtre
  - **Gravières** : anciennes extractions à eau phréatique
- **Forme** : dépend de l'origine (tectonique, glaciaire, éboulement, volcan, ancien méandre, dépression karstique...)

## Le plan d'eau : contexte écologique et durée de vie



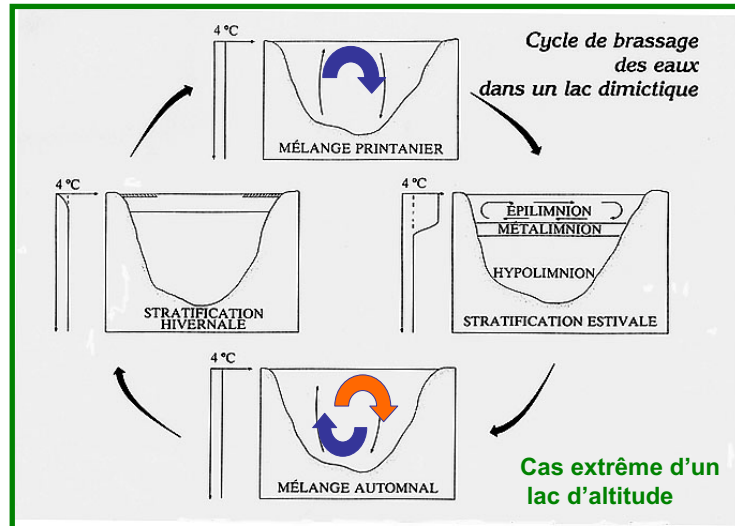
### Facteurs climatiques

- bassin versant
- bilan hydrologique
- effets du vent

### Facteurs évolutifs

- comblement
- enrichissement
- successions biologiques
- restaurations ?

## Cycle thermique et brassage des eaux



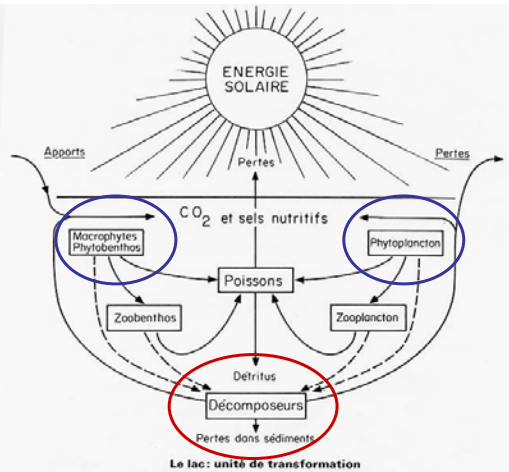
Juin 2005

## Entretien ou restaurer un plan d'eau ?

- Dans le souci de conserver un état satisfaisant, on peut agir sur les pressions à la source
  - réduire les entrées de nutriments par exemple
- ou conduire une action curative
  - faucardage, curage, aménagement de berges...
- ou encore intervenir dans le cycle biologique
  - pratiquer une biomanipulation...

Juin 2005

## Le lac est une unité de transformation de l'énergie solaire



Le carburant essentiel est l'**oxygène dissous** :

- atmosphérique (8 à 12 mg/l)
- produit par les **autotrophes**
- consommé par toutes formes vivantes et notamment les **décomposeurs**

Passage de l'**aérobiose** à l'**anaérobiose** dans la couche profonde et le sédiment

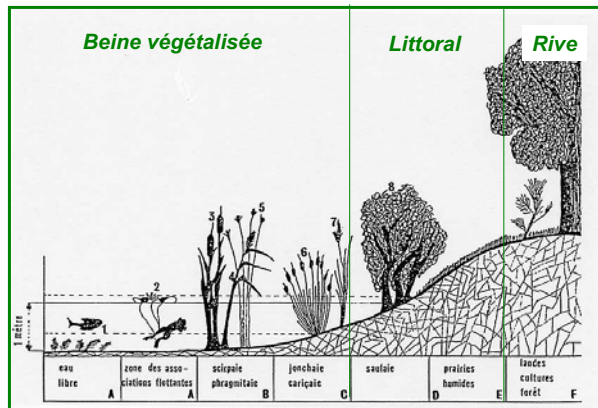
## L'eutrophisation : une maladie des plans d'eau ?

Niveau trophique	Phosphore	Chlorophylle A	Transparence
OLIGOTROPHIE	< 10 mg/m <sup>3</sup>	< 2.5 mg/m <sup>3</sup>	6 à 12 m
MESOTROPHIE	10-35 mg/m <sup>3</sup>	2.5-8 mg/m <sup>3</sup>	3 à 6 m
EUTROPHIE	35-100 mg/m <sup>3</sup>	8-25 mg/m <sup>3</sup>	1.5 à 3 m
HYPER EUTROPHIE	> 100 mg/m <sup>3</sup>	> 25 mg/m <sup>3</sup>	< 1.5 m

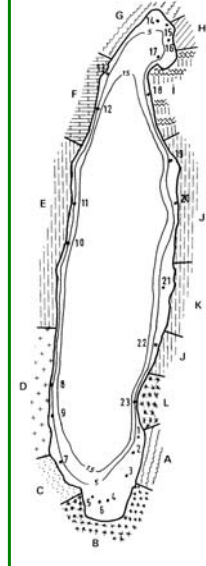
*Échelle OCDE*

L'eutrophisation est un processus naturel d'augmentation de la productivité, avec des fluctuations saisonnières, jusqu'à un optimum (puis dystrophie)

## Un écotone à 3 horizons : des pressions subies et des capacités de défense différentes



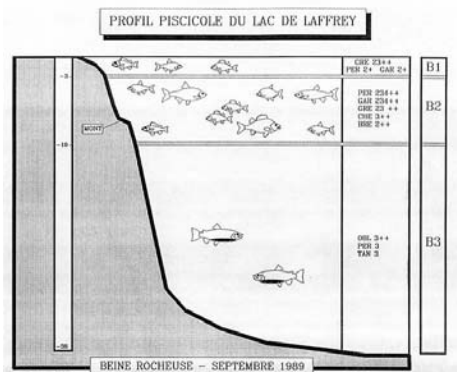
### Diagnose



Juin 2005

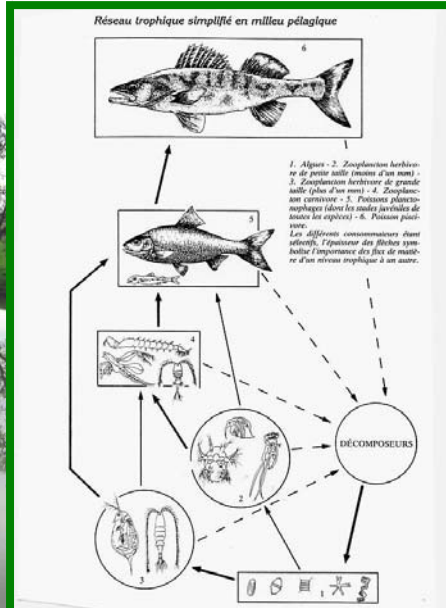
## Niches écologiques et vie piscicole

*En milieu confiné les ressources sont limitées et partagées*

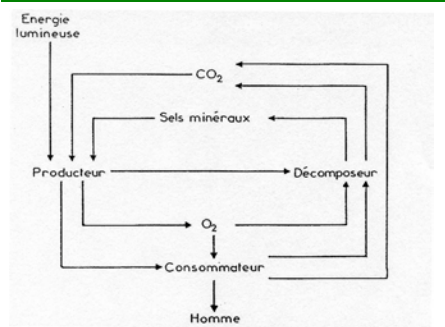


- au bord : diverses espèces à tous les stades, en grande quantité (++)
- au fond (7°C) : le mieux adapté est l'omble-chevalier qui capture chironomes et chaoborus, + perches et tanches.
- au large : seules ressources sont des insectes de surface (neuston / chevaine) et le zooplancton entre 7 et 12 m (corégone, gardon, perche).

Juin 2005

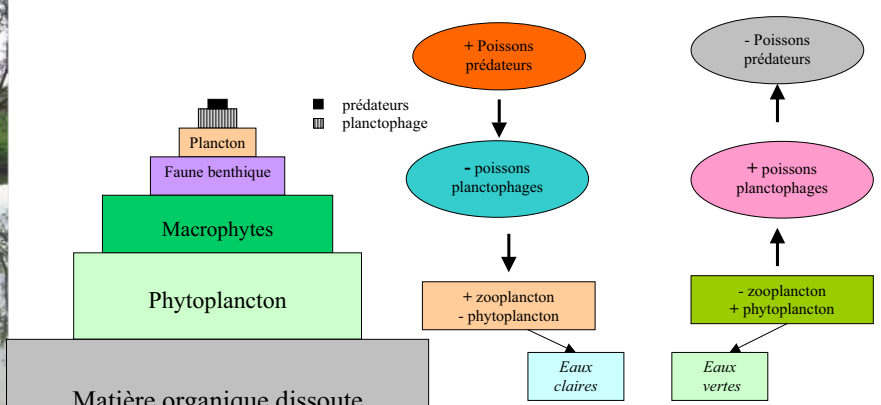


## Réseau trophique



Toute la transformation repose sur la boucle Producteurs (algues) - Décomposeurs (bactéries), et le budget O<sup>2</sup> / CO<sup>2</sup>

## Pyramide des biomasses en lac et principes de la biomanipulation



contrôle descendant (G) et ascendant (D) avec les conséquences sur l'eau.



# Stratégie de préservation des étangs du Forez

---

Nicolas GUILLERME, *Conseil Général de la Loire*



LES RENDEZ-VOUS DU **grain**

LA RESTAURATION DES PLANS D'EAU



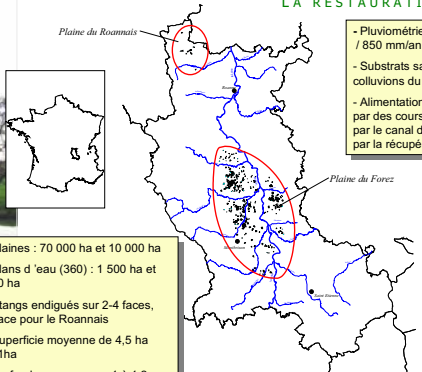
## STRATEGIE DE PRESERVATION DES ETANGS DU FOREZ

Présentation de la zone humide  
Intérêts de la zone humide  
Programme « Étangs de la Loire »  
Résultats  
Conclusions

Juin 2005

LES RENDEZ-VOUS DU **grain**

LA RESTAURATION DES PLANS D'EAU



- Pluviométrie faible (600 à 650 mm/an / 850 mm/an pour le Roannais)
- Substrats sablo-argileux du tertiaire et colluvions du quaternaire (varenes lourdes)
- Alimentation en eau : par des cours d'eau venant des montagnes par le canal du Forez par la récupération de l'eau d'étangs amont

- Plaines : 70 000 ha et 10 000 ha
- Plans d'eau (360) : 1 500 ha et 100 ha
- Étangs endigués sur 2-4 faces, 1 face pour le Roannais
- Superficie moyenne de 4,5 ha et 1ha
- Profondeur moyenne : 1 à 1,2 m (1,5 m)

Plaine du Roannais

Plaine du Forez

Juin 2005

LES RENDEZ-VOUS DU **grain**

LA RESTAURATION DES PLANS D'EAU

- **Intérêt historique**
  - Existence remonte au XIII siècle
- **Intérêt écologique**
  - Site classé en znieff, en Zico
  - Flores et faunes remarquables
- **Intérêt socio-économique**
  - Activité piscicole traditionnelle (400 tonnes de poissons / une fois par an / une pêche au filet)

Juin 2005

LES RENDEZ-VOUS DU **grain**

LA RESTAURATION DES PLANS D'EAU

## PROGRAMME « ETANGS DE LA LOIRE »

- **Partenaires du programme**
  - Syndicat des Étangs du Forez
  - Fédération Départementale des Chasseurs de la Loire
  - Conseil Général de la Loire (Maître d'ouvrage) : Politique ENS

Juin 2005

LES RENDEZ-VOUS DU **grain**

LA RESTAURATION DES PLANS D'EAU

## Objectif du programme

- **Préservation et amélioration de la qualité patrimoniale des Étangs de la Loire**
  - Aide à l'entretien et l'aménagement des étangs
  - Meilleure connaissance de ces écosystèmes
  - Sensibilisation des propriétaires gestionnaires

Juin 2005

LES RENDEZ-VOUS DU **grain**

LA RESTAURATION DES PLANS D'EAU

## Moyens d'Interventions

- **Mise en place d'une convention amiable "Étangs de la Loire" (5 ans)**
  - Volet de base (30 €)
  - Volet de conservation des milieux (200 €)
  - Volet d'aménagement des milieux (7 600 €)
  - Volet d'entretien des structures annexes (1 500 €)
  - Volet de Suivis de la qualité des eaux et des Sédiments (1 500 €)

Juin 2005



## Diagnostic

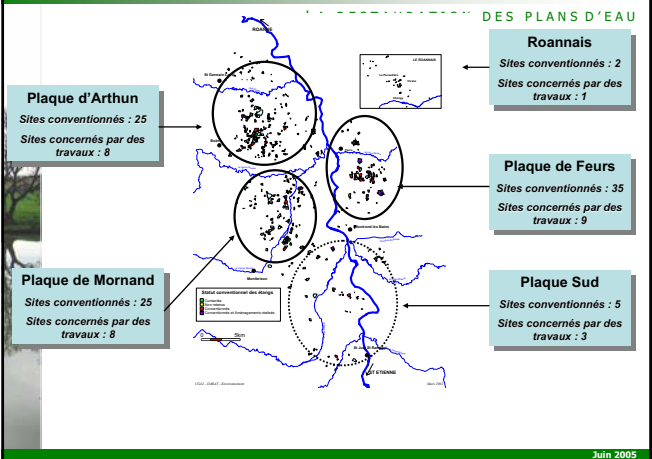
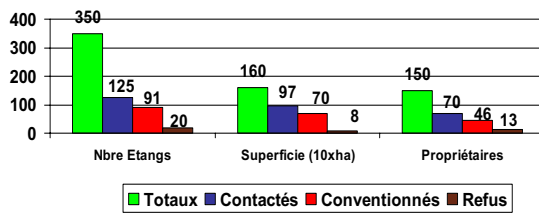
- Un préalable au conventionnement
- Une annexe de la convention
- Un état des lieux (Caractéristiques et problématiques fonctionnelles, environnementales, principales activités et modes de « gestion »)
- Orientations de gestion ou d'aménagements

## RESULTATS

- Conventions
- Travaux
- Sensibilisation
- Inventaires et suivis environnementaux

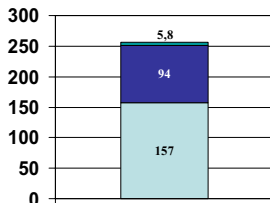
## Conventions

### Campagne conventionnelle pour la période août 1999 et décembre 2003

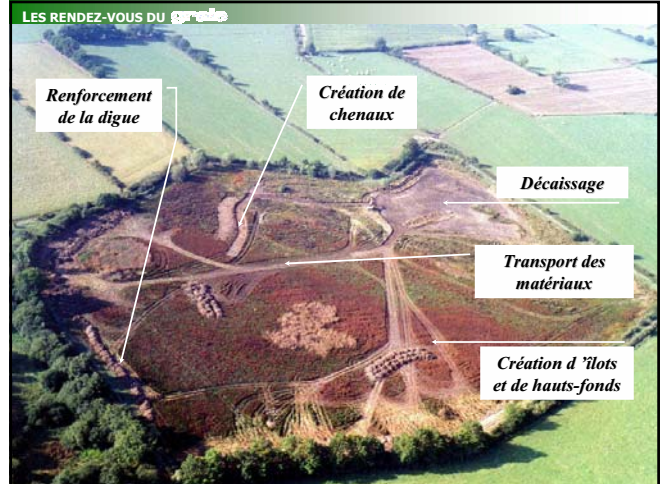


## Des travaux

✚ 33 opérations de travaux ont été réalisées



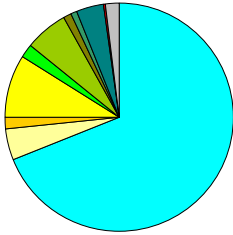
- Coût global de 257 k€
- Propriétaires financient pour 61 % du coût
- Moyenne de 3 115 € de subvention/aménagement





### 85 sites cartographiés par photo- interprétation (Ulm et IGN)

- 69 % en eau libre
- 31 % végétation
- Roselières hautes : 15 %
- Végétation basse : 10 %
- Boisement humide : 3,7%
- Divers : 2,3 %



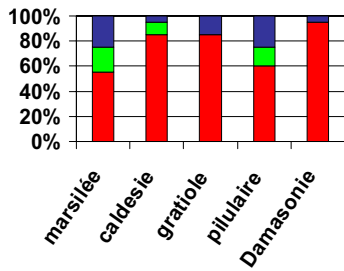
+ Peu de changement par rapport à l'étude Lebreton de 1982  
+ sauf pour les typhas (+1,3%) et végétation basse -1,7%

### Transect de végétation suite à des travaux

- 14 sites de suivis par des transects
- 30 relevés réalisés
- Recolonisation de la végétation par des groupements pionniers
- Importante colonisation au bout de deux ans

### Relation travaux et espèces protégées

■ Absente ■ Présente ■ Apparue



- 20 sites de travaux
- 5 Taxons protégés
- Marsilée : sur 45% de présence, 25% d'apparition
- Gratirole : sur 15% de présence, 100% nouvelles
- Pilulaire : 40 % de présence, 25 % de nouvelles

### Inventaire odonatologique

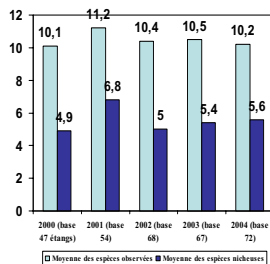
- Odonates : libellules, indicateurs qualité d'eau
- 56 sites d'inventoriés dont 36 de manière satisfaisantes
- Biodiversité moyenne : 14 espèces par étang
- 1 espèce protégée découverte pour le département



### Inventaire qualitatif de l'avifaune

• Résultats (2000/04)

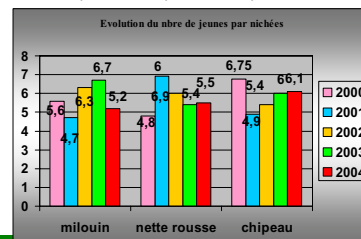
- 55 espèces observées dont 30 nicheuses
- Stabilité de la diversité des oiseaux d'eau observés
- Fluctuations sur la moyenne des espèces nicheuses



### Inventaire quantitatif de l'avifaune

• Résultats

- Productivité des nichées
  - nbre de jeunes et de nichées varie entre les années
  - Une capacité de reproduction qui a varié selon les espèces

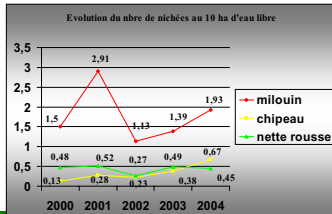


## Inventaire quantitatif de l'avifaune

### • Résultats

#### • Bilan

- Globalement le nbre de nichées au 10 ha progresse avec certaines fluctuations inter annuelles
- Une capacité de reproduction qui a varié selon les espèces
  - » Stable pour la nette rousse
  - » En progression pour le chipeau
  - » Variable pour le milouin



Juin 2005

## Suivis « Qualité eau et sédiment »



### PROBLEMATIQUE

les proliférations d'algues et leurs conséquences

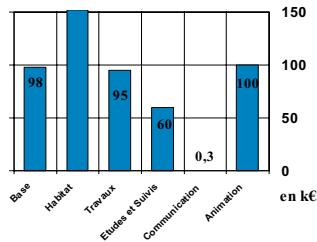
### OBJECTIF

étudier le problème et proposer des outils de gestion adaptés



Juin 2005

## BILAN FINANCIER



### Répartition par financeurs

- Conseil général de la Loire : 75 %
- Région Rhône-Alpes : 20 %
- FDCL : 5 %

\*% calculé sur la base d'un coût annuel global de 130 000 €

Juin 2005

## 2004 Bilan, Évaluation et Proposition

- Lancement d'une étude conduite par un expert extérieur Acer Campestre
  - Évaluation : Objectifs du programme
    - Amélioration de la connaissance : Globalement atteint
    - Préservation et amélioration des écosystèmes : Plus difficile à évaluer. Il s'agit plus d'un maintien
    - Sensibilisation des acteurs : moyen à améliorer
  - Proposition pour 2005
    - Toujours un aspect contractuel avec des ajustements
    - Amélioration du protocole d'inventaires et de suivis
    - Meilleure communication vers les acteurs et les propriétaires

Juin 2005

## Conclusion

- Action à une échelle globale
- Coût faible par rapport à un budget départemental
  - ENS : 0,2% du budget global
  - Action « Étangs » : 0,02% du budget global
  - Action « Étangs » : 10% du budget ENS
- Développement et conservation d'ENS

Juin 2005

## Programme 2005 - 2010

- Validation d'une reconduction du programme par le département de la Loire et les autres partenaires
  - Poursuite des contrats
    - Éligibilité mieux définie
    - Ajustements des aides
    - Aide à la mise en assec estival sur les étangs
  - Inventaires et suivis plus ciblés
    - Connaissance des habitats, de la flore et de la faune
    - Amélioration des protocoles de suivis
    - Suivis et inventaires sur les étangs en assec
    - Études transversales (évolution des bords d'étangs, etc...)

Juin 2005

# Contrôle des cyanobactéries dans les étangs de la plaine du Forez

---

Joël ROBIN, *ISARA*





## Contrôle des cyanobactéries dans les étangs de la plaine du Forez

Joël ROBIN



**Problématique**  
les proliférations de cyanobactéries et leurs conséquences

**Objectif**  
étudier le problème et proposer des outils de gestion adaptés

## Algues nuisibles pour la production

### Les algues « filamenteuses »

Présentes d'avril à juillet

Prolifèrent en eau claire

Limitent le développement des algues consommables dans la chaîne alimentaire

Caused rarement des mortalités piscicoles



SPIROGYRA

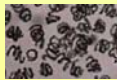
## Algues nuisibles pour la production

### Les cyanobactéries



Prolifèrent en juillet-août, avec des biomasses souvent très importantes

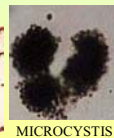
Caused souvent des mortalités piscicoles par désoxygénation ou libération de toxines



ANABAENA



APHANIZOMENON



MICROCYSTIS

## Les cyanobactéries



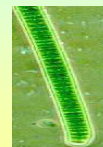
*Merismopedia*



*Microcystis*



*Lyngbya*



*Phormidium*



*Anabaena*



*Aphanizomenon*

## Caractéristiques biologiques des cyanobactéries

- ⌘ fixation de l'azote atmosphérique  $N_2$ , (espèces développant des hétérocystes)
- ⌘ migration verticale chez les espèces dotées de vacuoles gazeuses
- ⌘ production et libération de toxines ou de composés odorants
- ⌘ broutage par les consommateurs primaires limité (zooplancton, benthos, poissons omnivores)

## Conditions propices pour le développement des cyanobactéries

Des conditions de milieu typiques de l'étang forézien en été...

Milieu peu colonisé par les algues : « eau claire »

+

Sédiment riche en phosphore : relargages

+

Température de l'eau élevée

+ quelques avantages que possèdent les cyanobactéries ...

Fixation de l'azote atmosphérique

+

Migration verticale dans l'eau

+

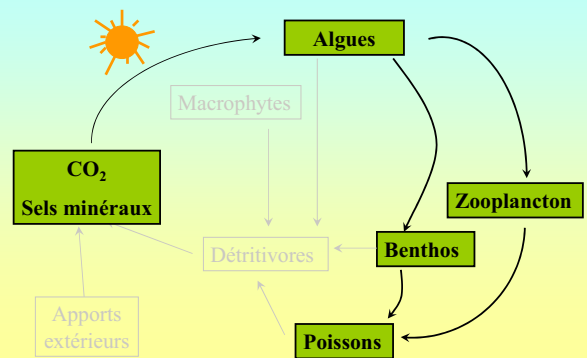
Sécrétions de toxines

## Conditions propices pour le développement des cyanobactéries

= des proliférations très importantes pouvant causer une mortalité totale des poissons, et des autres animaux ayant un lien avec l'eau de l'étang (oiseaux, bovins,...)

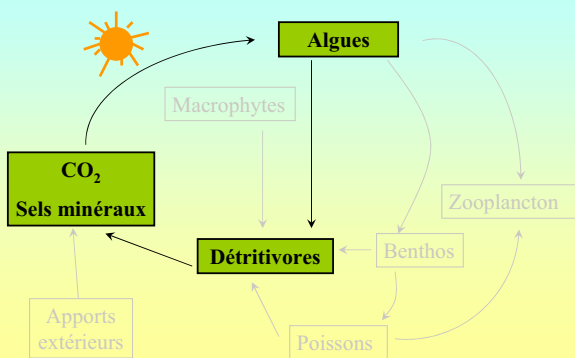
## Les proliférations d'algues en Forez

Fonctionnement « normal »

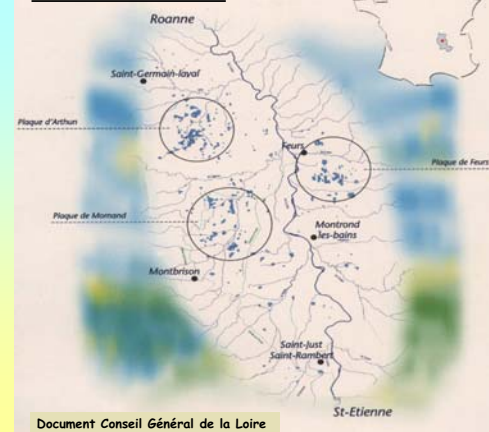


## Les proliférations d'algues en Forez

Fonctionnement en cas de prolifération algale



## La Plaine du Forez



## Paramètres suivis

### Paramètres abiotiques

- suivi *in situ* : -température de l'eau  
-transparence  
-teneur en oxygène dissous
- sédiment : -azote total  
-phosphore total  
-phosphore échangeable
- matière organique

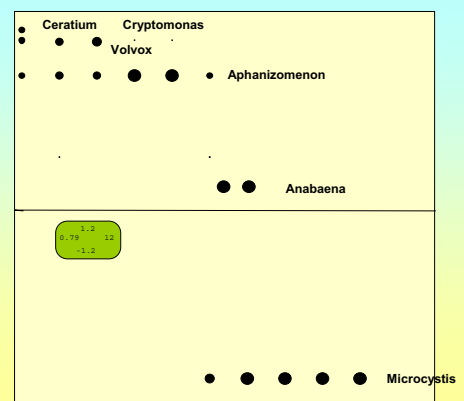
### Paramètres biotiques

**Phytoplancton**  
- estimation de la biomasse phytoplanctonique par la teneur en chlorophylle *a*  
- détermination de l'abondance relative de chaque genre

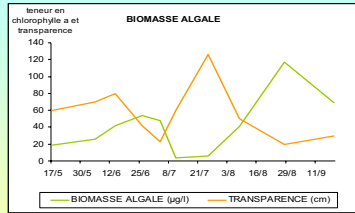
**Zooplancton** : densité zooplanctonique

**Peuplement piscicole** : données de production nette par espèce

## Analyse de la dynamique algale



### Analyse de la dynamique algale : efflorescence cyanobactérienne après phase claire



*Pediastrum*  
*Volvox*  
*Spiragyra*  
*Botryococcus*  
*Chloromonas*  
*Chloromonas*

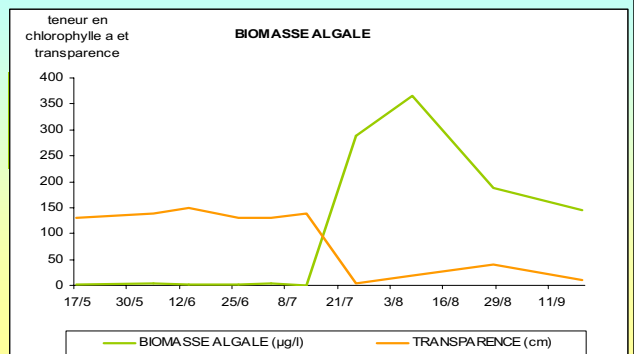
*Chloromonas*  
*Pediastrum*  
*Scenedesmus*

*Anabaena*

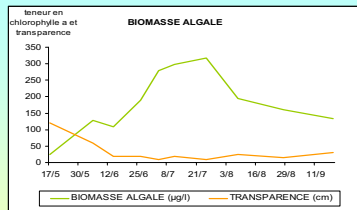
*Microcystis*

juin juillet août septembre

### Analyse de la dynamique algale : efflorescence cyanobactérienne après décomposition des algues filamenteuses



### Analyse de la dynamique algale : dominance précoce des cyanobactéries



*Anabaena*

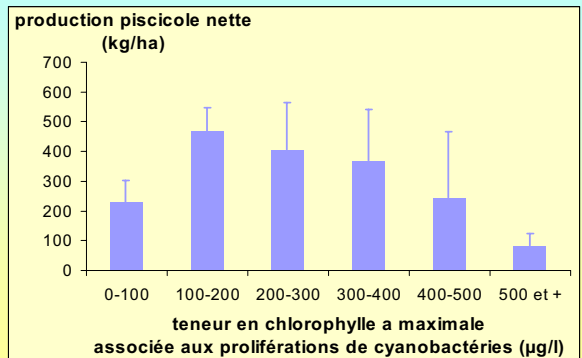
*Microcystis*

*Euglena*

*Phacus*

juin juillet août septembre

### EFFETS DES PROLIFÉRATIONS DE CYANOBACTÉRIES SUR LA PRODUCTION PISCICOLE (38 répétitions)



### PROPOSITIONS DE GESTION

#### Rencontres avec le gestionnaire:

- Adapter l'empoissonnage au fonctionnement naturel de l'étang
- Proposer des méthodes préventives plutôt que curatives

### Les solutions

Lorsque la prolifération est en cours...

1. Emploi d'algicides : le remède est souvent pire que le mal...
2. Aération : pour sauver la production, à condition de disposer d'énergie en bord d'étang...





## Les solutions

AVANT la prolifération ...

### Amendements et fertilisations correctives

1. **Chaulage (CaO) sur eau** : pour favoriser l'utilisation précoce des éléments nutritifs présents dans le sédiment (jusqu'à avril-mai)

## Chaulage (chaux vive) sur eau

- chaulage massif (500 kg-1 tonne/ha) sur eau au cours du remplissage (hiver)



**Objectif** : minéraliser et libérer en début de saison dans l'eau les éléments nutritifs présents à la surface du sédiment

## Les solutions

AVANT la prolifération ...

### Amendements et fertilisations correctives

1. **Chaulage (CaO) sur eau** : pour favoriser l'utilisation précoce des éléments nutritifs présents dans le sédiment (jusqu'à avril-mai)

2. **Apport d'azote en solution** : pour enrichir temporairement l'eau en azote et rendre concurrentes les « bonnes » algues aux dépens des cyanobactéries qui peuvent fixer l'azote atmosphérique

## Fertilisation azotée liquide

Apport d'azote ammoniacal en solution, en présence d'algues :

- s'intégrant dans la chaîne alimentaire
- concurrentes des cyanobactéries



**Objectif** : enrichir l'eau en azote (6 à 10kg/ha) au moment où il fait défaut, de façon à limiter le développement des cyanobactéries

## Fertilisation azotée liquide

### Importance du timing d'intervention selon la dynamique algale :

- ❖ **Cyanobactéries après filamenteuses** : fertiliser en fin de phase de décomposition des filamenteuses (3-5 jours pour agir)
- ❖ **Cyanobactéries après phase claire** : fertiliser en début de phase claire lorsque les Chlorococcales ou Volvocales seront dominantes
- ❖ **Cyanobactéries constamment dominantes** : pas de solution efficace, agir à plusieurs niveaux pour gérer ces étangs hypereutrophes (empoisonnement, chaulage, curage, paille d'orge?..)

## Procédés réservés à l'usage aquaculture





# Réaménagements et restaurations de gravières en plans d'eau

---

André ULMER, *Ecopôle du Forez*



LES RENDEZ-VOUS DU **grain**

## Ecozone du Forez




Restoration de milieux dégradés  
En rives du fleuve Loire

Juin 2005

LES RENDEZ-VOUS DU **grain**

## LA RESTAURATION DES PLANS D'EAU " L'ETAT DES LIEUX "






Juin 2005

LES RENDEZ-VOUS DU **grain**

## LA RESTAURATION DES PLANS D'EAU

### TROIS OBJECTIFS

- Un espace de liberté pour le fleuve
- Une biodiversité revenue, un espace de liberté pour la flore et la faune
- Un espace de liberté pour l'Homme







Juin 2005

LES RENDEZ-VOUS DU **grain**

## LA RESTAURATION DES PLANS D'EAU

### 1946

- Importance des bancs de graviers nus
- Peu de boisement
- Pâturages abondants

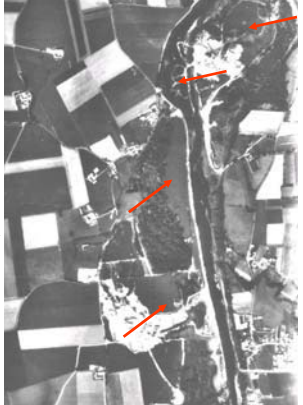

Juin 2005

LES RENDEZ-VOUS DU **grain**

## LA RESTAURATION DES PLANS D'EAU

### 1980

- Extractions de granulats: lit mineur puis zones contiguës au lit mineur

Juin 2005

LES RENDEZ-VOUS DU **grain**

## LA RESTAURATION DES PLANS D'EAU

### 1991

- Capture de gravières
- Premiers réaménagements





Juin 2005



LES RENDEZ-VOUS DU **grain**

LA RESTAURATION DES PLANS D'EAU

UNE PROBLEMATIQUE →  
LA RESTAURATION ET LA  
GESTION  
ENVIRONNEMENTALE DE  
SITES POST-INDUSTRIELS



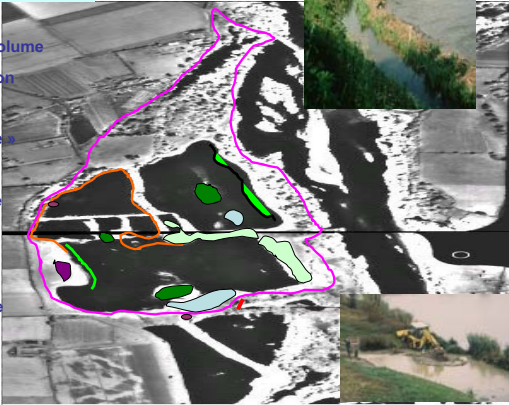
Junin 2005

LES RENDEZ-VOUS DU **grain**

LA RESTAURATION DES PLANS D'EAU

GENIE ECOLOGIQUE :

- Remise en volume
- Fréquentation
- Ilots,
- Triple berges
- Haut fond,
- Réouverture
- Eco
- citoyenneté
- Gestion
- hydraulique
- Gestion et
- suivi

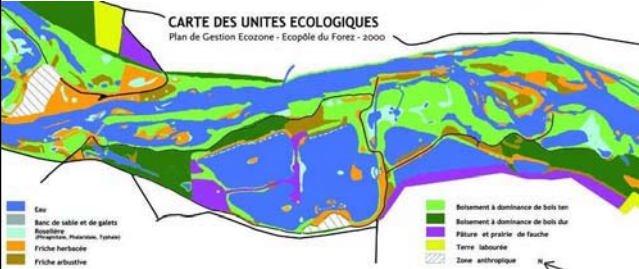


Junin 2005

LES RENDEZ-VOUS DU **grain**

LA RESTAURATION DES PLANS D'EAU

CARTE DES UNITES ECOLOGIQUES  
Plan de Gestion Ecozone - Ecopôle du Forez - 2000



- Eau
- Banc de sable et de galets
- Roselière
- Phragmites, Najas, Typha
- Frische herbacée
- Frische arbustive
- Buisson à dominance de bois dur
- Buisson à dominance de bois dur
- Faune et prairie de fauche
- Terre labourée
- Zone anthropique

Junin 2005

LES RENDEZ-VOUS DU **grain**

LA RESTAURATION DES PLANS D'EAU



1987

1991

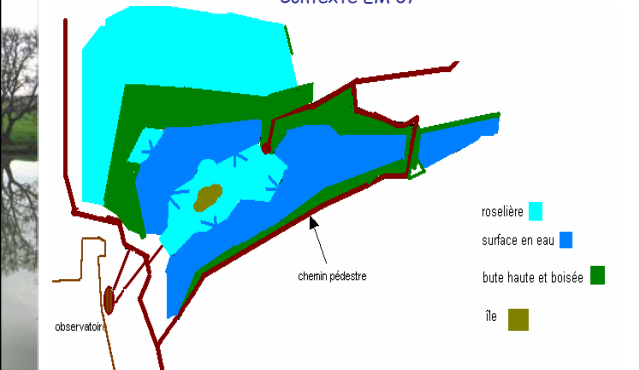
1999

Junin 2005

LES RENDEZ-VOUS DU **grain**

LA RESTAURATION DES PLANS D'EAU

Contexte EM 07



- roselière
- surface en eau
- bute haute et boisée
- île

observatoire

chemin pédestre

Junin 2005

LES RENDEZ-VOUS DU **grain**

LA RESTAURATION DES PLANS D'EAU

Frayère à brochets :  
la problématique

- Déconnexion zones de frais
- Variabilité des niveaux d'eau

Junin 2005

LES RENDEZ-VOUS DU **grain**

LA RESTAURATION DES PLANS D'EAU

## Frayères à brochets

Loire

ARAS

GOUÏE

NEVRES

- bois dur (chêne, noisetier, robinier)
- bois mixte (frêne, orme, érable)
- bois tendre (saule, peuplier, aulne)
- friche arbustive
- friche herbacée

Junin 2005

LES RENDEZ-VOUS DU **grain**

LA RESTAURATION DES PLANS D'EAU

## frayère à brochets du marais

- Suivi et modélisation des niveaux d'eau
- Partenariat Ecole des mines et CSP

Junin 2005

LES RENDEZ-VOUS DU **grain**

LA RESTAURATION DES PLANS D'EAU

## Premiers travaux

Junin 2005

LES RENDEZ-VOUS DU **grain**

LA RESTAURATION DES PLANS D'EAU

## Frayères à brochets

Topographie

CONTOUR

302.4 m

302.5 m

302.6 m

302.7 m

Junin 2005

LES RENDEZ-VOUS DU **grain**

LA RESTAURATION DES PLANS D'EAU

## Résultats et Propositions

Junin 2005

LES RENDEZ-VOUS DU **grain**

LA RESTAURATION DES PLANS D'EAU

## Réalisation

Junin 2005

Réunion organisée  
avec le soutien et la participation de :



**RhôneAlpes** Région

**GRAND LYON**

**graie**



GROUPE DE RECHERCHE RHONE-ALPES  
SUR LES INFRASTRUCTURES ET L'EAU  
Domaine scientifique de la Doua  
BP 2132 - 69603 Villeurbanne cedex  
Tél : 04 72 43 83 68 • Fax : 04 72 43 92 77  
E.mail : asso@graie.org • www.graie.org