

**Rapport de stage pour l'obtention
de la 2^{ème} année de Master**

**Projet de restauration de 3 îlônes prioritaires
du vieux Rhône de Péage de Roussillon**

**Etude des conceptions de berges dans le cadre de la liaison Seine-Escaut Est:
impacts de la navigation et intégration environnementale**



Benoit Bardy

Septembre 2009

Maître de stage : Anne Laure Masson
Compagnie Nationale du Rhône

Remerciements

Je tiens tout d'abord à remercier Anne Laure MASSON, Ingénieur environnement à la CNR et ma tutrice durant cette étude, pour sa disponibilité de tous les instants, pour la confiance qu'elle m'a accordée, et les conseils qu'elle m'a apportés tout au long du stage.

Je remercie fortement Christophe MOIROUD, responsable du pôle environnement, pour le regard d'expert qu'il a porté sur mon travail, les orientations techniques qu'il m'a donné, le temps qu'il m'a accordé, et la rigueur professionnelle qu'il a su me transmettre.

Je remercie particulièrement Sylvain PERRY et William BRASIER, ingénieurs environnement, pour leurs disponibilités, et les conseils qu'ils m'ont apportés au quotidien, sachant toujours répondre à mes interrogations.

Je souhaite également remercier Christophe MORA et Mathieu ROCLE techniciens environnement pour m'avoir fait partager leurs compétences, autant sur le terrain qu'au bureau, et d'avoir toujours rendu les journées de terrain enrichissantes et divertissantes.

Je remercie aussi Sophie TROSSAT Ingénieur en hydraulique, pour avoir volontiers partagé avec moi ses connaissances en matière de modélisation.

Je voudrais exprimer ma reconnaissance envers Franck PRESSIAT, Nedjma SAHLI, Lionel MERIC, et Simon CHABERT, pour leur disponibilité, et les informations qu'ils m'ont transmises.

Globalement, je tiens à remercier l'ensemble de toute l'équipe environnement pour leurs compétences, leur sympathie de tous les instants, et leur extrême gentillesse. Ils m'ont ainsi permis de réaliser mon stage dans d'excellentes conditions humaines et professionnelles.

Préambule

Le projet de restauration du Rhône court-circuité du Péage de Roussillon est l'application locale d'une volonté politique globale appliquée à l'échelle du bassin versant du Rhône. L'axe central du « programme décennal de restauration hydraulique et écologique du Rhône » instauré en janvier 2000, est de restaurer des tronçons court-circuités du Rhône par augmentation du débit réservé. Les objectifs de restauration sont :

La Réhabilitation les îlons et autres milieux annexes, compte tenue de la richesse et de la fonctionnalité patrimoniale et biologique des îlons.

La reconquête des axes de migration et des communications piscicoles afin de donner au Rhône son caractère d'axe de migration et de permettre sa reconnexion piscicole avec ses affluents et ses milieux annexes.

Sur le site du Péage de Roussillon il est projeté de restaurer 19 annexes fluviales :

- Les îlons de Bugnon, de Noyer Sud, la Platière amont, de l'Ilon, de la Boussarde, du Prieuré, de la Sainte, l'ancien lit du Dolon, et 4 sites sur la îlon de Limony,
- Les casiers d'Arcoules, de Limony, de la Platière, de la Boussarde, de Serrières, et de Peyraud,
- Le marais du méandre des Oves.

Les îlons de Noyer Sud, la Boussarde et la Sainte ont été définis comme prioritaires par le comité de pilotage lors de la réunion du 18 mars 2009. En tant que maître d'œuvre la CNR a réalisée les études de faisabilité, et aujourd'hui elle livre le rapport d'avant projet.

Le SMIRCLAID a demandé à la CNR de réaliser une fiche de synthèse par îlon, pour présenter aux élus les travaux projetés. Ces fiches, doivent faire une synthèse de l'état des lieux, des enjeux et contraintes, des objectifs de restauration, et décrire les travaux et leurs coûts.

Conçues dans la cadre de mon stage, ces fiches sont intégrées au rapport en tant que « 4 page de présentations ».

Sommaire

Résumé.....	2
Abstract.....	3
Sigles et abréviations.....	4
1. Introduction.....	5
2. Présentation de la CNR.....	6
3. Objectifs du stage.....	8
4. Contexte.....	9
5. Matériels et méthodes.....	20
6. Résultats.....	36
7. Discussion.....	47
8. Conclusion.....	50
Références bibliographiques.....	51
Liste des figures et des tableaux.....	55
Liste des annexes.....	56
Table des matières.....	57

Résumé

Le Rhône est un fleuve fortement anthropisé. Il a subi de toute part les pressions de multiples activités humaines. Les secteurs originels du fleuve ne sont plus que relictuelles. Devant ce constat, les acteurs du bassin versant se sont regroupés pour mener une politique de gestion globale. Cette politique a pour objectif de concilier tous les usagers du Rhône, et d'assurer la protection et la valorisation des milieux préservés du fleuve.

Le programme décennal de restauration hydraulique et écologique du Rhône est né de cette volonté politique. Le programme a défini 5 sites prioritaires d'interventions, dont le site du Péage de Roussillon. Des projets de restauration ambitieux confiés à la CNR en tant que maître d'œuvre, envisagent entre autre la réhabilitation des annexes fluviales du vieux Rhône. Dans un premier temps, les îlons de Noyer Sud, la Boussarde et la Sainte vont être restaurées. Ces trois îlons se situent au cœur de l'aménagement hydro-électrique du Péage de Roussillon et en limite sud du couloir de la chimie. Mais le site est également au sein du plus vaste ensemble alluvial de la moyenne vallée du Rhône. De ce fait, les projets de restaurations des îlons ont été contraints par de nombreux enjeux et usages, auxquels s'ajoute la problématique des sédiments contaminés par des PCB.

Le projet de restauration des 3 îlons réalisés dans le cadre de l'Avant Projet, est en adéquation avec les exigences de la Réserve Naturelle de l'Île de la Platière. La îlon de Noyer sud doit présenter des milieux d'eaux vives. Les épis Girardon doivent être arasés pour reconnecter de façon permanente la îlon de la Boussarde au vieux Rhône. La îlon de la Sainte va être rajeunie sur sa partie amont pour favoriser les mares temporaires, et une reconnexion aval permanente est créée avec le vieux Rhône.

Mots clés : Rhône ; gestion globale ; programme décennal de restauration hydraulique et écologique du Rhône ; Péage de Roussillon ; CNR ; annexes fluviales ; Noyer Sud ; Boussarde ; Sainte ; ensemble alluvial de la moyenne vallée du Rhône ; PCB ; restauration ; Réserve Naturelle de l'Île de la Platière ; eaux vives ; épis Girardon ; mares temporaires ; reconnexion aval permanente.

Abstract

The Rhone is a river that has been strongly moulded by the pressures of multiple human activities. The original sectors of the river have almost disappeared. In light of those observations, the actors of the catchment's area have joined themselves in order to carry out a global management policy. This latter concerns the conciliation of the users as well as ensuring the protection and the development of the preserved natural environment of the Rhône River.

The decennial programme of hydraulic and ecological restoration of the Rhone was born from this political goodwill. The program has defines 5 priority sites of interventions, among which the site of Péage de Roussillon. Some of the major and most ambitious projects that will be driven by the CNR concern the rehabilitation of the oxbows of the old Rhône. At first, the oxbows of Noyer Sud, Boussarde and Sainte will be restored. These three oxbows are located in the heart of the hydro-electric installation of Péage de Roussillon, in the southern limit of the corridor of chemistry. This site is also part of the vastest alluvial group of the Rhône middle valley. Therefore the restorations of the oxbows projects were constrained by many stakes and uses, to which the problems of the sediments contaminated by PCB are added.

The restoration of the 3 oxbows project, realized within the framework of the Pre-Project, is in adequacy with the natural reserve of the island of Platière requirements. The oxbows of Noyer Sud must present waters running environment. The Girardon embankments must be levelled in order to reconnect permanently the oxbow of Boussarde to the old Rhône. The oxbow of Sainte will be renovated on its upstream part to support the temporary ponds, and a permanent reconnection downstream is created with the old Rhône.

Key words: The Rhone; global management; decennial programme of hydraulic and ecological restoration of the Rhone; Péage de Roussillon; CNR; appendices river; Noyer Sud; Boussarde; Sainte; together natural of the average valley of the Rhone; PCB; restoration; natural reserve of the island of the Platière; waters running; Girardon embankments; temporary ponds; permanent downstream reconnection.

Sigles et abréviations

BVR : Bassin Versant du Rhône

CEMAGREF : Centre national du Machinisme Agricole, du Génie Rural, des Eaux et des Forêts

CNR : Compagnie Nationale du Rhône

CNRS : Centre National de la Recherche Scientifique

DI : Direction de l'ingénierie

DI-CEN : Direction de l'ingénierie des cours d'eau et de la Navigation

DIREN : Direction Régionale de l'Environnement

DOCOB : Document d'Objectifs

DPF : Domaine Public Fluviale

DRIRE : Directions Régionales de l'Industrie, de la Recherche et de l'Environnement

EBC : Espace Boisé Classé

EDF : Electricité De France

HAP : Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques

IMDC : International Marine and Dredging Consultants

INSEE : L'Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques

MNT : Modèle Numérique de Terrain

ONEMA : Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques

PCB : Polychlorobiphényles

Pds : Plan de Secteur

PK : Point kilométrique

PLU : Plan local d'Urbanisme

Q : Débit

Qsm : Quotient de contamination polymétallique

SIC : Site d'Intérêt Communautaire

SIG : Système d'Information Géographique

SMIRCLAID : Syndicat Mixte du Rhône Court-circuité Loire Ardèche Isère Drôme

SPW : Service Public de Wallonie

TN : terrain Naturel

VNF : Voies Navigables de France

ZABR : Zone Atelier Bassin du Rhône

ZNIEFF : Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique

ZPS : Zone de Protection Spéciale

1 Introduction

En 2003, Il a été découvert à Lyon 6 barques en bois d'époques Gallo Romaine en parfait état de conservation. Cette découverte rappelle que depuis l'antiquité le Rhône est un moteur de développement économique. Tout au long de son cours, l'histoire humaine a laissé des traces témoignant de l'intérêt porté par les Hommes aux ressources de ce fleuve. Autrefois sauvage, le Rhône a subi des pressions de toute part pour assurer les besoin humains, tels que l'irrigation, la navigation, l'énergie, l'alimentation en eau potable, l'assainissement, les loisirs, le développement industriel... Aujourd'hui, totalement maîtrisé, le caractère sauvage du fleuve n'est plus que ponctuel.

Conscient des multiples pressions qui s'exercent sur le fleuve, le Plan Rhône, né d'une initiative globale a pour objectifs de concilier tous les usages, et de valoriser le patrimoine environnemental du Rhône.

Considéré comme prioritaire par le Plan Rhône, le site du Péage de Roussillon situé dans la moyenne vallée du Rhône, est un parfait reflet du Fleuve au XXI^{ème} siècle. Il est dans le périmètre de la Réserve Naturelle de l'île de la Platière, et au cœur de l'aménagement hydro-électrique de Péage de Roussillon. Dans le cadre du Programme décennal de Restauration Hydraulique et écologique du Rhône, les deux objectifs d'interventions sont de retrouver un fleuve vif et courant, et de restaurer la qualité écologique via la réhabilitation des îlots et des communications piscicoles.

La Compagnie Nationale du Rhône (CNR) assure la maîtrise d'ouvrage et la maîtrise d'œuvre de ces interventions. Lors de la réunion du 18 mars 2009 le comité de pilotage a choisit de restaurer les îlots de Noyer Sud, la Boussarde et la Sainte. Ces trois îlots prioritaires de nature différentes, ont des objectifs de restauration distincts.

2 Présentation de la CNR

2.1 Quelques données sur le Rhône

Le Rhône est un fleuve transfrontalier d'un linéaire d'environ 810 km (dont 515 en France) avec un bassin versant de 95 500km². Il prend sa source au glacier du Mont Saint-Gothard en Suisse et constitue le second affluent de la Méditerranée après le Nil.

Le linéaire du Rhône peut se structurer en 4 grandes entités caractérisées par des régimes climatiques et hydrologiques propres. Le bassin alpestre en amont de Genève ; le haut Rhône de la sortie du Léman jusqu'à Lyon ; le Rhône moyen entre Lyon et l'Eyrieux (rivière située au sud de Valence) ; et le bas Rhône de l'Eyrieux à la Mer.

2.2 Origine et statut de la CNR

C'est au début du siècle que naît l'idée d'aménager le Rhône pour en utiliser son exceptionnelle force motrice et améliorer les conditions de navigations.

La Compagnie Nationale du Rhône (C.N.R) voit le jour le 27 mai 1933. Elle est chargée de mettre en valeur le fleuve grâce aux ressources financières tirées de l'hydroélectricité. En 1934, la C.N.R reçoit de l'Etat la concession du Rhône comprenant les travaux d'aménagement jusqu'en 2023. La CNR est dès lors constituée en entreprise concessionnaire de l'Etat et de ce faite, au service de l'intérêt général, son capital social d'environ 5.5 millions d'euros est majoritairement public :

- Electrabel-Suez : 49.97%
- Caisse des Dépôts et Consignations : 33.20%
- Collectivités locales : 16.83%

Le chiffre d'affaires 2008 s'élevait à 1617,3 millions d'euros.

2.3 Les missions et actions de la CNR

La mission fondamentale de la C.N.R est la valorisation de la vallée du Rhône. Elle s'exécute selon trois axes majeurs découlant de la loi de 1921 :

- Produire de l'énergie électrique,
- Favoriser la navigation fluviale,
- Contribuer au développement de l'agriculture par l'irrigation.

Aujourd'hui, la CNR gère de nombreux ouvrages sur le Rhône, 19 barrages, 19 centrales hydroélectriques ainsi que 14 écluses à grand gabarit. Ces ouvrages implantés du lac Léman à la mer Méditerranée sont localisés sur la Figure 1. Le siège est à Lyon, mais les aménagements sont gérés par 4 Délégations Régionales, Belley, Vienne, Valence, et Avignon.

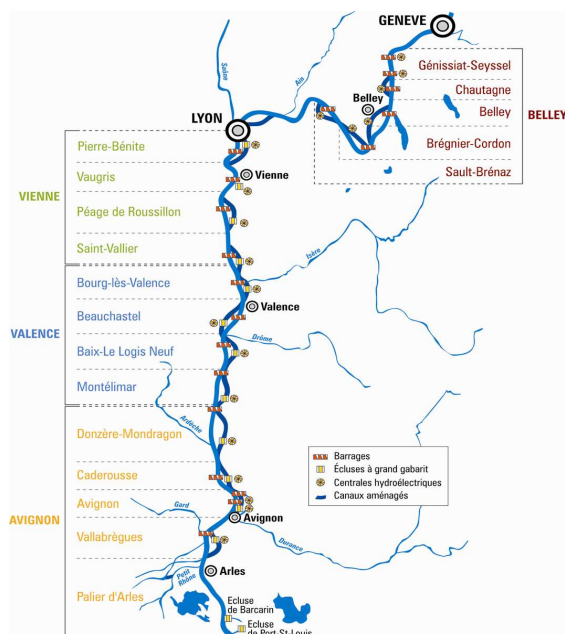


Figure 1: Localisation des aménagements du Rhône

Le bilan de ces aménagements se traduit par la production de 16 milliards de kWh par an (2^{ème} producteur d'électricité français), par la modernisation d'une voie navigable de plus de 300 km entre Lyon et la Méditerranée, et par l'irrigation de 32 000 ha ainsi que le contrôle du niveau des nappes phréatiques sur 25 000 ha.

2.4 La Direction de l'Ingénierie (DI)

La Direction de l'Ingénierie de la CNR réalise des études et assure des maîtrises d'œuvre dans tous les domaines de l'ingénierie fluviale, pour des clients en France et à l'étranger.

La Direction de l'Ingénierie (D.I) a été créée pour concevoir les aménagements CNR sur le Rhône. L'achèvement des grands chantiers sur le fleuve a progressivement conduit la D.I à s'orienter vers une fonction de maître d'œuvre en interne et pour le compte de tiers. Les clients sont essentiellement des collectivités locales, des organismes publics ou des grandes entreprises.

La Direction de l'Ingénierie est divisée en 4 départements. Leurs domaines d'interventions sont : les voies navigables, les aménagements hydroélectriques notamment les petites centrales hydroélectriques, l'aménagement des cours d'eau, l'hydrologie, la modélisation hydraulique, les études environnementales et les essais de matériaux.

2.5 Le département Cours d'Eau et Navigation (DI-CEN)

Suite à une réorganisation de l'organigramme, la DI-CEN a succédé au département Eau et Environnement en juillet 2009.

Durant mon stage j'ai intégré le pôle environnement, composé d'une dizaine de personnes. Ce pôle réalise des études dans le domaine de l'hydrobiologie et le génie écologique, allant de la phase de diagnostic-faisabilité au suivi des travaux. Il réalise également des dossiers administratifs tels que les études d'impacts, les dossiers loi sur l'eau ou les notices d'incidences. Le pôle environnement travaille en étroite collaboration avec les pôles géotechnique/aménagements hydrauliques, et maîtrise d'œuvre réalisation. La DI-CEN est également amenée à travailler avec des organismes implantés depuis de long années sur le bassin du Rhône, tels que le CEMAGREF de Lyon, le CNRS, les universités de Lyon 1 et 2, les Directions Régionales.

3 Objectifs du stage

Mon stage d'une durée de 26 semaines (du 16 mars au 11 septembre) s'inscrit dans la conception de l'avant projet de réhabilitation des 3 lônes prioritaires du vieux Rhône de Péage de Roussillon. Dans ce cadre, les objectifs de mon stage ont été :

- D'établir des propositions de restaurations des annexes fluviales selon les choix définis par le comité de pilotage lors des étapes antérieures,
- De définir des travaux à réaliser pour chaque lône,
- De justifier les choix des techniques,
- De spécifier les techniques générales des travaux,
- D'estimer les coûts des travaux,
- De réaliser des illustrations cartographiques sous SIG.

D'autres missions se sont révélées indispensables pour répondre aux objectifs initiaux de mon stage :

- L'analyse des enjeux et des contraintes de chaque site,
- La caractérisation et la gestion du devenir des sédiments fins,
- L'utilisation d'AutoCAD et la réalisation de modèles hydrauliques dans la phase de conception du projet.

Dans le cadre de mon volet Européen, j'ai réalisé une étude bibliographique sur l'impact du batillage sur les berges des voies navigables. Cette étude bibliographique m'a permis de réaliser des fiches types de descriptions pour 7 techniques de protections de berges en génie végétal appliquées aux cours d'eau navigués. Puis j'ai établi une cartographie des enjeux sur la totalité du canal de Nimy Blaton.

J'ai également participé à des campagnes de terrains pour caractériser des sédiments fins. Ces campagnes de terrain s'inscrivent dans le projet de restauration du vieux Rhône de Montélimar. Et notamment des marges alluviales par la dynamique fluviale. J'ai aussi contribué à des pêches de sauvetages piscicoles, et dans le cadre de travaux à la prise de mesure in situ concernant des études d'impacts pour la réalisation de Petites Centrales Hydro électriques (PCH). Ces dernières sont mises en places pour turbiner le débit réservé des Vieux Rhône.

4 Contexte

4.1 Application locale d'un programme global

4.1.1 Au cœur d'une volonté politique globale

4.1.1.1 *Le plan décennal*

En 1998, la mise en évidence des profondes perturbations du milieu naturel dues aux aménagements du Rhône, conduit le Gouvernement à confier au Préfet coordinateur de bassin la mission de définir un « **programme décennal de restauration hydraulique et écologique du Rhône** ».

Celui-ci est lancé en janvier 2000 sous l'impulsion des Ministères de l'Economie et des Finances, de l'Aménagement du Territoire de l'Environnement et de l'Equipement, des transports et du logement. Il a été élaboré par un comité de pilotage composé de la C.N.R, l'agence de l'eau Rhône Méditerranée et Corse, les DIREN, les DRIRE, l'ONEMA, EDF et des représentants des collectivités riveraines ainsi que des associations de pêche et de protection de la nature.

Les 3 grandes orientations techniques fondamentales du programme décennal sont :

- La **restauration des tronçons court-circuités** par augmentation du débit réservé.
- La **restauration des îlônes** et autres milieux annexes, compte tenu de la richesse et de la fonctionnalité patrimoniale et biologique des îlônes.
- La reconquête des axes de migration et des communications piscicoles afin de donner au Rhône son caractère d'axe de migration et de permettre sa reconnexion piscicole avec ses affluents et ses milieux annexes.

Ces objectifs sont assurés par la CNR, l'agence de l'eau et les collectivités territoriales par un plan de financement de **150 millions d'euros** réparti sur 10 ans.

Le site de Péage de Roussillon s'inscrit comme l'un des 5 sites prioritaires défini par le plan décennal. Dans ce cadre, le projet de restauration du vieux Rhône de Péage de Roussillon prévoit l'augmentation du débit réservé, la restauration des annexes fluviales, et la facilitation de l'érosion latérale des marges alluviales.

4.1.1.2 *Le plan Rhône*

Le plan Rhône est né de la volonté des régions traversées par le Fleuve de mener une politique de gestion globale du Rhône suite aux inondations de 2002 et 2003. L'objectif du plan Rhône est de faciliter les échanges entre les différents acteurs intervenant dans la gestion du fleuve. Pour ce faire, des réunions se sont tenues de 2005 à 2007 au sein de « comités territoriaux de concertations » mis en place à l'échelle des grands ensembles du Rhône. Il en résulte un programme d'action globale comprenant 6 volets :

- Promouvoir la culture Rhodanienne, son patrimoine et son identité,
- Prévenir les inondations,
- **Garantir la qualité des eaux et le partage de la ressource.** Ce volet poursuit et amplifie les objectifs fixés par le plan Rhône de restaurer les tronçons court-circuités du fleuve,
- Assurer le développement de la production d'énergie,

- Gérer la demande exponentielle de déplacements,
- Assurer à partir du fleuve et de ses berges le développement d'un tourisme de qualité.

4.1.2 Un projet local

4.1.2.1 *Le comité de pilotage*

En concertation avec les usagés et acteurs, locaux, le **Syndicat Mixte Intercommunal du Rhône Court-circuité Loire Ardèche Isère Drôme** (SMIRCLAID), a été créé en décembre 2002. Structure porteuse du projet de restauration du Rhône court-circuité du Péage de Roussillon initié par le Plan décennal, il anime les réunions de travail durant les différentes phases du projet. Organisme central, il a même été maître d'ouvrage des études de nappes réalisées par le cabinet d'étude BURGEAP.

4.1.2.2 *Les différentes phases du projet*

Dans le cadre du programme décennal de Restauration hydraulique et écologique du Rhône, la CNR est chargée de la maîtrise d'ouvrage et de la maîtrise d'œuvre de l'étude de faisabilité. Les thèmes abordés sont l'augmentation du débit réservé et la renaturation des îles du vieux Rhône du Péage de Roussillon. La CNR est chargée d'apporter au SMIRCLAID des éléments techniques et financiers dans l'optique de mener à bien le projet de restauration du Rhône court-circuité du Péage de Roussillon.

La plupart des données d'entrées définissant entre autre l'état initial des îles ou les lignes d'eaux caractéristiques du Rhône, sont extraits de l'étude de faisabilité.

Le déroulement de l'étude préliminaire c'était scindé en 3 phases.

Phase 1A : diagnostic synthétique et proposition de scénarios (juillet 2005)

Dans l'optique de retrouver un vieux Rhône vif sur le secteur du Péage de Roussillon, il est prévu d'augmenter le débit réservé. L'augmentation du débit réservé engendre un accroissement des niveaux d'eau en amont du seuil de Peyraud. Il est alors envisagé d'abaisser la cote du seuil de Peyraud pour compenser l'augmentation de la ligne d'eau. Les différents scénarios de débit réservé associés à une cote d'arase du seuil de Peyraud sont présentés dans le Phase 1a.

Un diagnostic complet des composantes hydrauliques du vieux Rhône de Péage de Roussillon a été réalisé pour établir des scénarios de débits réservés. Ce diagnostic permet d'établir pour les débits actuels et futurs les lignes d'eaux du Vieux Rhône, et les conditions de connexion des îles et des affluents avec le chenal. Parallèlement un **diagnostic physique et écologique** a été réalisé pour caractériser **l'état des îles** et des casiers.

Le diagnostic hydraulique a été complété par une étude sur les processus de sédimentations dans le lit majeur. Une étude basée sur l'approche des micro-habitats menée par le CEMAGRF a permis de traduire les scénarios de restaurations sur les potentialités piscicoles.

Suite au diagnostic hydraulique, 4 scénarios de débits réservés associés à une cote d'arase du seuil de Peyraud ont été proposés. Les débits retenus sont de 50 m³/s, 75 m³/s, 100 m³/s et 125 m³/s, respectivement associés à des cotes d'arases du seuil à 131,4 m, 131,2 m, 131,2 m, et 131 m.

A l'issue de cette étude globale portant sur l'augmentation du débit réservé du vieux Rhône du Péage de Roussillon, il apparaît que le vieux Rhône possède un fort caractère lentique, **peu d'espèces d'eaux courantes** ; et qu'il est nécessaire **d'intervenir sur les îlônes** pour assurer leurs pérennisations.

Phase 1B : diagnostic des annexes fluviales et proposition de scénarios de renaturation (février 2006)

Après analyse de la phase 1A par le SMIRCLAID, il est apparu comme essentiel d'envisager une modulation du débit réservé et de varier au maximum les hauteurs d'eau en adéquation avec les exigences écologiques. Conformément à ces exigences, la phase 1B a proposé 3 scénarios de modulations saisonnières. Ces trois scénarios favorisent respectivement la composante piscicole, la nappe et les exigences de la loi sur l'eau.

Un **diagnostic complémentaire des îlônes** et des casiers a été réalisé. Il concerne les inventaires et les statuts réglementaires des espaces naturels, ainsi que les statuts fonciers. Il a été recensé sur le site du Péage de Roussillon de nombreuses espèces patrimoniales, floristiques et faunistiques. Elles confèrent au secteur un **très fort enjeu écologique**.

L'analyse croisée du diagnostic des îlônes, et des différents scénarios de modulation du débit, oriente les choix de restauration vers une **diversification des milieux**.

Phase 2 : Incidence des scénarios d'augmentation du débit réservé et des modulations saisonnières (septembre 2006).

La phase 2 avait pour objectif d'évaluer les incidences des 8 scénarios d'augmentation du débit réservé associés à une cote d'arase du seuil de Peyraud. L'analyse des incidences porte sur les composantes hydrauliques, hydrobiologiques, et énergétiques.

A l'issue de la Phase 2, trois scénarios de modulations des débits sont retenus par le comité de pilotage, et la cote d'arase du seuil de Peyraud est fixée à 131.2 m. Parallèlement à l'augmentation du débit réservé une réduction des pompages industriels est envisagée pour rehausser le niveau de la nappe. Le relèvement du débit réservé n'influence pas significativement la remise en eau des annexes fluviales. Les projets de restauration des îlônes sont donc traités pour tous scénarios confondus d'augmentation du débit réservé.

Phase 3 : Elaboration des avant projets sur 2 à 3 scénarios de débit réservé et de restauration des îlônes (janvier 2007)

La phase 3 porte d'une part sur l'étude de faisabilité des actions à mener pour améliorer les communications piscicoles, et d'autre part à l'élaboration des avant-projets de restauration sur chaque îlône. **Deux scénarios de restaurations** sont proposés **par îlône**. Ils s'appuient sur les conditions hydrauliques et morphologiques, la préservation et la restauration des richesses écologiques, le respect d'une diversité fonctionnelle, une pérennisation des milieux, et des contraintes d'entretiens minimales.

Les deux objectifs de restauration se différencient par une fonctionnalité hydromorphologique distincte. Compte tenu de différentes possibilités dans le degré de rajeunissement, des variantes sont parfois proposées. Les différents scénarios de restauration des îlônes de Noyer Sud, La Boussarde et la Sainte sont présentés en annexe 1.

Noyer Sud

- *Scénario 1a : milieu stagnant connecté aux eaux de surface.* Il s'agit de créer une reconnexion permanente sur la partie aval par les eaux de surface de la lône de la Platière, et de supprimer le bouchon alluvionnaire aval.

- Scénario 1 b : scénario 1a avec une restauration des peuplements forestiers en rive gauche. Il s'agit d'abaisser le terrain naturel et de restaurer la ripisylve.

- **Scénario 2a :** milieux d'eaux vives (retour à la situation de 1850). Il s'agit d'alimenter la lône par la lône de la Platière, de supprimer les bouchons amont et aval, et d'approfondir le talweg et de l'élargir en pente douce.

- Scénario 2b : scénario 2a avec une restauration des peuplements forestiers en rive gauche. Il s'agit d'abaisser le terrain naturel et de restaurer la ripisylve.

La Boussarde :

- **Scénario 1a :** Amélioration des écoulements et du renouvellement. Il s'agit d'élargir les connexions amont et aval, de supprimer les obstacles des écoulements et de restaurer les habitats en rive gauche.

- Scénario 1b : scénario 1a et restauration de l'île. Il s'agit de d'abaisser le terrain naturel et de reconstituer la ripisylve.

- Scénario 2a : milieu stagnant connecté aux eaux de surface. Il s'agit de rétablir une reconnexion permanente entre tous les casiers et la lône, de supprimer les obstacles à l'écoulement, et d'améliorer les habitats en rive gauche.

- Scénario 2b : scénario 2a et restauration de l'île. Il s'agit de d'abaisser le terrain naturel et de reconstituer la ripisylve.

La Sainte :

- **Scénario 1 :** milieu stagnant connecté aux eaux de surface et restauration des mares. Il s'agit de reconnecter en aval au Rhône sur 200 m (curage et élargissements, en pente douce) ; rajeunir et créer des mares sur la moitié supérieure ; approfondir et élargir les mares ; restaurer une zone humide à l'aval.

- Scénario 2 : milieu stagnant connecté aux eaux de surfaces. Il s'agit de rétablir une connexion permanente amont et aval au Rhône sur la totalité de la lône, d'approfondir et d'élargir l'ensemble du talweg, et de créer des roselières aquatiques aux extrémités.

4.2 Site d'étude

4.2.1 Localisation

Le site d'étude est au cœur de la région Rhône Alpes, au carrefour de 4 départements, la Loire, l'Isère, l'Ardèche et la Drôme. Le site d'étude est localisé sur la Figure 2.

Le Rhône, frontière naturelle entre ces 4 départements, longe les contreforts orientaux du massif central à l'Ouest, et marque le début de la plaine de la Valloire à l'Est.

Les trois îlons concernées par le projet de restauration sont d'ancien bras secondaires de la moyenne vallée du Rhône. Aujourd'hui, ils sont au cœur de la plus vaste forêt alluviale du Rhône entre Lyon et la Camargue.

Le site d'étude est au centre de l'aménagement hydroélectrique du Péage de Roussillon (annexe 2) sur le territoire de la Direction Régional de Vienne.

La îlone de Noyer Sud est un ancien chenal anastomosé de la îlone de la Platière. Cette îlone est comprise entre le canal d'aménagé et le vieux Rhône (PK 56). La îlone de Noyer Sud divague sur la commune de Salaise-sur-Sanne, dans le département de l'Isère.

La îlone de la Boussarde est un ancien bras secondaire du Rhône, déconnectée par les aménagements Girardon. Elle se situe en rive droite du vieux Rhône entre les PK 57 et 58, au nord du village de Serrières dans l'Ardèche.

La îlone de la Sainte est également un ancien bras secondaire du Rhône. Deux bouchons alluvionnaires l'ont déconnecté du Rhône. Elle se situe en aval de l'usine hydroélectrique de Sablons (PK 63,3 à 63,7). En rive droite du Rhône, équitablement répartie sur les communes de Peyraud au nord, et de Champagne au sud, dans le département de l'Ardèche.

4.2.2 Caractéristiques physiques

4.2.2.1 Le fonctionnement de l'aménagement du Péage de Roussillon

Mise en service en 1977, l'aménagement du Péage de Roussillon s'inscrit dans les missions originelles de la CNR.

Le terme d'aménagement désigne l'ensemble des ouvrages construits sur un secteur aménagé du Rhône pour la production d'hydroélectricité ; dans la plupart des cas, la zone comprend un barrage de retenue et une usine-



Figure 2: Carte de localisation du site d'étude

écluse. Chaque aménagement a donc pour objet de "concentrer" la dénivellation naturelle du fleuve au niveau de l'usine hydroélectrique, tout en réduisant la pente pour faciliter la navigation.

Le barrage de Saint Pierre de Bœuf (PK 51) localisé sur l'annexe 2 permet de dévier la majeure partie du débit du Rhône vers le canal d'aménagé. Le débit réservé au vieux Rhône est de 10 m³/s en hiver et 20 m³/s en été. Le canal d'aménagé conduit la masse d'eau sur une distance de 10 Km, vers l'usine hydroélectrique de Sablons (PK 61) dimensionnée pour un débit de 1600 m³/s. La restitution du débit au Vieux Rhône est à 2 Km en aval (PK63).

Le barrage de Saint Pierre de Bœuf permet également le maintien d'une ligne d'eau constante en amont de la retenue. L'alimentation des circuits de refroidissement de la centrale nucléaire de Saint Alban/Saint Maurice l'Exil situé 3 Km à l'amont (PK 48) est ainsi assurée.

Il est à noter que le principe de conception d'aménagement de faible chute n'a pas inondé la plaine alluviale. Par conséquent, les capacités de stockages sont insignifiantes face aux crues du Rhône. Les aménagements ont été conçus pour laisser s'écouler naturellement les crues sans aggraver la situation avant aménagement.

4.2.2.2 Contexte hydrologique

4.2.2.2.1 Station limnimétrique de Ternay-Givors

Le régime hydrologique du Rhône sur le site d'étude est déterminé à partir de la station limnimétrique de Ternay-Givors situé à 35 km en amont de l'aménagement du Péage de Roussillon. Les débits enregistrés par cette station sont présentés sur la Figure 3. Cette station, située à l'aval de la confluence de la Saône, est représentative du débit du Rhône sur le site d'étude. Aucun affluent du Rhône situé sur cette portion, n'est susceptible de modifier significativement l'hydrologie du fleuve.

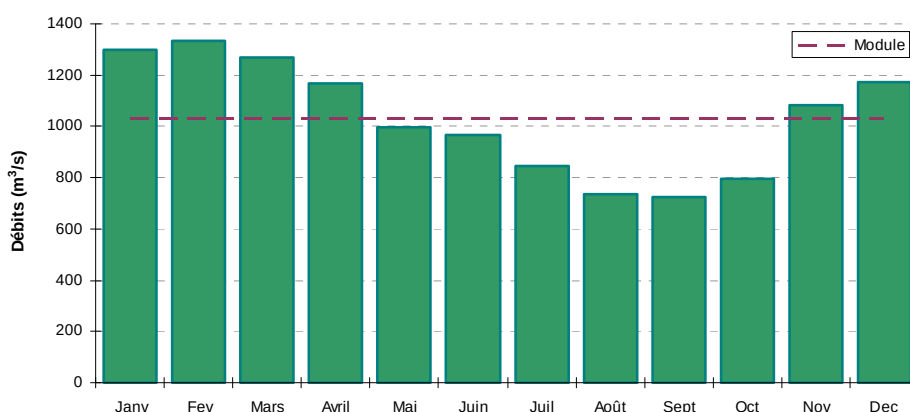


Figure 3: Débits moyens mensuels du Vieux-Rhône à Ternay entre 1920 et 2001 (source : Phase 1A : diagnostic synthétique et proposition de scénarios)

Sur le site d'étude, le Rhône a un régime pluvio-nival. La Saône influence fortement le régime nival du haut Rhône. Les hautes eaux d'hiver se prolongent en début de printemps sous l'effet de la fonte des neiges. Les basses eaux ont lieu à la fin de l'été et au début de l'automne.

Les débits caractéristiques du fleuve sur le site d'étude sont synthétisés dans le Tableau 1 ci-dessous.

Tableau 1: Débits caractéristiques (m³/s) de l'aménagement de Péage de Roussillon (source : Phase 1A : diagnostic synthétique et proposition de scénarios)

Définition	Etiage conventionnel (Débit non dépassé 10 jours/an)	Débit semi-permanent	Module (Débit moyen)	P.H.E.N. (Débit dépassé 10 jours/an)	Crue quinquennale	Crue décennale	Crue centennale	Crue millennale
Débit du Rhône à Ternay	335 m ³ /s	850 m ³ /s	1090	2 700 m ³ /s	4250 m ³ /s	4 700 m ³ /s	6 100 m ³ /s	7 500 m ³ /s
Usine de Sablons	335 m ³ /s – Qvr*	850 m ³ /s – Qvr*	1090 m ³ /s – Qvr*	1 600 m ³ /s	1600 m ³ /s	1 600 m ³ /s	800 m ³ /s	800 m ³ /s
Vieux-Rhône de Péage de Roussillon	Qvr*	Qvr*	Qvr*	1 100 m ³ /s	2650 m ³ /s	3 100 m ³ /s	5 300 m ³ /s	6 700 m ³ /s

* : Qvr = 10 m³/s du 1/09 au 31/03 et Qvr = 20 m³/s du 1/04 au 31/08

Le vieux Rhône est totalement influencé par l'aménagement du Péage de Roussillon. La capacité maximale de production de l'usine de Sablons est de 1600 m³/s. En période de basses eaux le débit réservé minimale du vieux Rhône est compris entre 10 m³/s de septembre à mars, et 20 m³/s d'avril à août. En période de crue, le débit supérieur à 1600 m³/s est déversé dans le vieux Rhône par l'intermédiaire du barrage de Saint Pierre de Bœuf.

4.2.2.2 La station hydrologique de Serrières

La station hydrologique de Serrières, sur le vieux Rhône du Péage de Roussillon, offre un historique de débits depuis 2000. La Figure 4, témoigne d'un relatif "calme hydrologique" de mai à octobre. Des débits moyens mensuels inférieurs à 90 m³/s, indiquent une fréquence d'ouverture du barrage de Saint Pierre de Bœuf assez faible. Les débits sont plus soutenus de novembre à avril, en particulier pour les mois de novembre (320 m³/s), mars (380 m³/s) et avril (250 m³/s).

Les lignes d'eau du Vieux-Rhône sont stabilisées par le seuil de Peyraud (PK 60.5), dont l'influence remonte jusqu'au PK 52.5 (amont de la lône de la Platière). A l'aval du seuil, le Vieux-Rhône est influencé par la retenue de l'aménagement de Saint-Vallier.

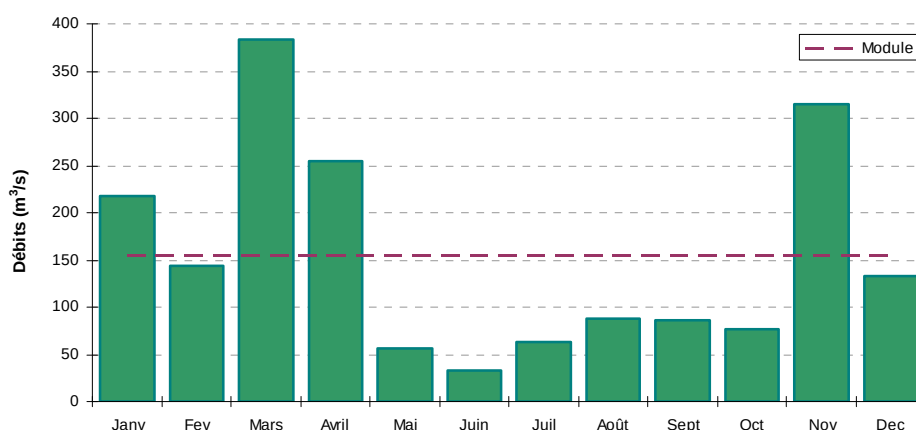


Figure 4 : Débits moyens mensuels du Vieux Rhône à Serrières (2000-2008), (source : Phase 1A : diagnostic synthétique et proposition de scénarios)

4.2.2.3 Contexte climatique

Le climat, de type océanique tempéré est en limite nord d'influence méditerranéenne. Les hivers sont relativement tempérés, avec une moyenne mensuelle comprise entre 3,9 et 5,3°C. Les étés sont chauds avec une moyenne mensuelle de 22°C en juillet et août.

Les précipitations assez abondantes (857 mm/an), sont surtout marquées au printemps et à l'automne avec plus de 80 mm de moyenne mensuelle.

4.2.2.4 Contexte géologique

Les trois sites d'études sont situés dans la plaine alluviale du Rhône d'une largeur moyenne de 5 Km. Celle-ci est constituée d'alluvions fluviales récentes, déposées sur 15 à 20 mètres de profondeur.

Sur la Figure 5, il apparaît que la rive droite de la plaine alluviale est bordée par le rebord oriental escarpé du Massif Central. Le Pilat au Nord et les monts du haut Vivarais au sud, sont composés de schistes, de gneiss et de granites.

La rive gauche de la plaine alluviale est constituée de terrasses glaciaires, fluvio-glaciaires et fluviales du quaternaire.

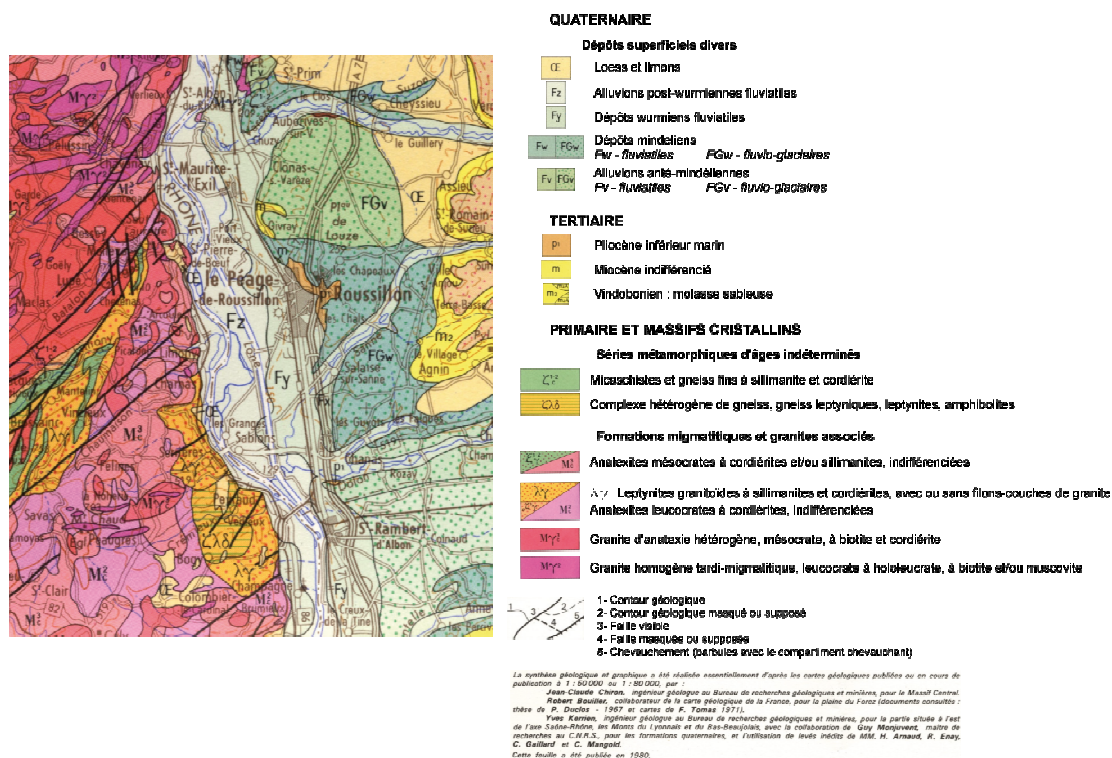


Figure 5: Extrait de la carte géologique n°29 – Lyon au 1 / 250 000 (BRGM, 1980)

4.2.2.5 Contexte pédologique

Les sols de la plaine alluviale du Rhône sont à dominante minérale (moins de 2% d'humus). La texture est sableuse à sablo-limoneuse. L'épaisseur moyenne du sol au dessus du plancher alluvial graveleux varie de 50 cm à 3 m.

4.2.2.6 Contexte biologique

Le site étudié est un ensemble fonctionnel caractérisé par une mosaïque d'habitats qui engendre une biodiversité riche avec un fort enjeu patrimonial. A ce titre, le site d'étude figure dans la liste des 87 zones

humides d'importance majeure en France. Il est également le plus important massif de forêt alluviale en superficie de l'ensemble de la moyenne vallée du Rhône entre Lyon et la Camargue.

Deux habitats terrestres, et un habitat aquatique (magnopotamion/hydrocharition) inscrits à l'annexe 1 de la Directive « Habitats » sont recensés.

Les îlons de Noyer Sud et de la Boussarde sont concernées au titre des « forêts mixtes bordant des grands fleuves d'Europe » ; la îlon de la Sainte au titre de « forêt alluviale à *Alnus glutinosa* et *Fraxinus excelsior*.

De nombreuses espèces végétales et animales répertoriées sur le site sont inscrites sur la liste rouge nationale des espèces menacées, tel que le castor, la blennie fluviatile et l'anguille.

4.2.3 Usages, enjeux, et acteurs

4.2.3.1 *Occupation du sol*

Deux zones de peuplements bordent le site d'étude. La principale zone urbaine se concentre en rive gauche du canal d'aménagé. Les communes du Péage de Roussillon, Salaise sur Sanne, Saint Rambert d'Albon et Chanas forment un couloir urbain de 18 269 habitants (données INSEE). Les communes de Serrières et Sablons situées de part et d'autre du Rhône au PK 59, constituent un noyau urbain de 3 015 habitants au cœur du site d'étude.

Extrémité sud du couloir de la chimie, le site industriel et portuaire de Salaise-Sablons en rive gauche du canal d'aménagé, témoigne d'une forte implantation industrielle en bordure Est du site d'étude.

Le secteur est marqué par l'agriculture, notamment des vergers (pomme, pêche, cerise...) et vignes en rive droite, et des grandes cultures céréalières (blé, maïs) en rive gauche.

Il est à noter que de nombreuses peupleraies sont implantées le long des annexes fluviales du Rhône. Mais ces plantations sont limitées par la présence de la Réserve Naturelle de l'Île de la Platière.

4.2.3.2 *Des richesses écologiques protégées*

Plusieurs zonages de prescriptions réglementaires se superposent sur la plaine alluviale et témoignent du grand attrait écologique du secteur. L'annexe 3 présente les différents zonages réglementaires.

La Réserve Naturelle de l'Île de la Platière a été créée en 1986. La limite Nord est fixée 1 Km en amont du barrage de Saint Pierre de Bœuf. Elle s'étend jusqu'au pont de Serrières au sud. La Réserve Naturelle est composée du chenal principal du vieux Rhône, de ses annexes fluviales, et de boisements et prairies alluviales. La îlon de **Noyer sud** et la îlon de la **Boussarde** se situent dans son emprise.

Le site **NATURA 2000** (FR8201749), « **Milieus alluviaux et aquatiques de l'Île de la Platière** », comprend près de la totalité du Rhône court-circuité de Péage de Roussillon. Cet espace regroupe un complexe de milieux alluviaux inondables composé principalement du Rhône et de ses annexes, de boisements, de terres agricoles, et de prairies relictuelles. Un document d'objectifs NATURA 2000 (DOCOB) a été élaboré dès 1999, pour une durée de six ans, fixant des objectifs de gestion. Une mise à jour du DOCOB a été adoptée en janvier 2009. La restauration des annexes fluviales de Péage de Roussillon est inscrite dans ce document. Le linéaire concerné représente environ 12 Km de fleuve avec son lit majeur, dont les **3 îlons** concernées par le projet.

Les trois îlons sont classées au titre de la directive habitats et de la directive oiseaux. Les **îlons de Noyer Sud, la Boussarde, et la Sainte** sont incluses dans la **Zone Spécial de Protection (ZSP)**, et le **Site d'Intérêt Communautaire (SIC)** des « milieux alluviaux et aquatiques de l'île de La Platière ».

L'importance écologique du corridor Rhodanien a été inventorié au titre d'une Zone **d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique (ZNIEFF) de type 2**. La totalité du site d'étude est incluse dans le périmètre de la ZNIEFF « ensemble fonctionnel formé par le moyen Rhône et ses annexes fluviales ».

L'importance écologique et biologique constitué par le site d'étude est inventorié au sein d'une **ZNIEFF de type 1**. Les îlons de **Noyer Sud** et de la **Boussarde** sont dans le périmètre de la ZNIEFF de type 1 « île de la Platière ». La îlon de **la Sainte** est au cœur de la ZNIEFF de type 1 « île de la Sainte et restitution de Sablons ».

Une partie de la forêt alluviale du Rhône située au Nord de la commune de Champagne est classé en **Espace Boisé Classé (EBC)**. La rive droite du Rhône située sur la moitié aval de la **îlon de la Sainte** est concernée par cet EBC.

4.2.3.3 *Un secteur contraint par les usages anthropiques*

Usages industriels

La plateforme industrielle de Roussillon située en rive gauche du canal d'aménagé est spécialisée dans l'industrie chimique depuis 1915. Le Groupement d'Intérêt Economique OSIRIS, regroupe les quinze entreprises de la plateforme industrielle de Roussillon. Ce groupement industriel exploite 19 **puits de pompage** dans la nappe alluviale du Rhône. **Douze** de ces puits, se situent entre la rive gauche de la **îlon de la Platière** et le canal d'aménagé. Le prélèvement moyen journalier, sur la période 2000-2006 s'élevait à **130 000 m³ par jour**, pour un prélèvement maximal de 180 000 m³ par jour (OSIRIS, 2007).

Un laboratoire Pharmaceutique appartenant au groupe Aguettant est implanté sur la commune de Champagne. Il rejette ces **effluents** dans le Rhône au PK 63,7 en aval de la **îlon de la Sainte**.

Usages énergétiques

L'aménagement du Péage de Roussillon a une double vocation énergétique. 3 Km en amont, dans le remous du **barrage de Saint Pierre de Bœuf** (annexe 2), les 2 unités de production de la centrale nucléaire fournissent à ce jour près de 16,5 milliards de kWh soit près de 4 % de la production d'électricité d'EDF (source : <http://energies.edf.com>).

L'usine hydroélectrique de Sablons a une puissance de production installée de 168 MW. La production annuelle moyenne est de 850 millions de kWh.

Le Rhône étant un fleuve navigable, l'Etat est historiquement propriétaire du fond du lit jusqu'à la limite des berges. La limite par rapport aux propriétés adjacentes, est la hauteur des eaux coulant à plein bord avant de déborder (art. 8 code DPF), règle dite du « plenissimum flumen ». Le Rhône était ainsi propriété de l'Etat au titre du **Domaine Public Fluvial (DPF)**. Aujourd'hui cette domanialité a été concédée à la CNR. Par conséquent, l'emprise des îlons est limitée aux **crêtes de berges**.

Adduction en eau potable

La nappe d'accompagnement du Rhône du site du Péage de Roussillon assure une partie de l'alimentation en eau potable du syndicat des eaux des cantons d'Annonay et de Serrières. Deux puits de captages fournissent

5.3 millions de m³ d'eau potable par an. Le captage de Limony est situé au PK 54 et le **captage de Terres Carrées** au PK 63. Il est à noter que le périmètre de protection de ce dernier est en cour d'instruction, et doit être validé par un arrêté préfectoral d'ici fin 2009.

4.2.3.4 Zone Atelier Bassin du Rhône (ZABR)

Le secteur du Péage de Roussillon à l'image du bassin versant du Rhône bénéficie d'un patrimoine hydrologique extrêmement important et diversifié qui subit de fortes pressions anthropiques. Le plan décennal a initié une politique globale de restauration du Rhône. A ce titre, les équipes de recherches implantées sur le bassin versant du Rhône sont acteurs de cette dynamique.

La **ZABR** est un groupement d'intérêt scientifique depuis octobre 2005. Elle rassemble 13 établissements de recherches et 20 équipes compétentes dans une douzaine de discipline. Elle est également associée à de nombreux partenaires opérationnels dont la CNR. Les actions de la ZABR s'inscrivent dans le cadre d'une démarche d'aide à la décision publique en matière de gestion durable des cours d'eau.

Pour mener à bien la politique de restauration du Rhône court-circuité du Péage de Roussillon, la ZABR a été associée au projet. Elle **apporte une expertise scientifique au SMIRCLAID**.

5 Matériels et méthodes

5.1 Données d'entrées

5.1.1 Analyse des sites : problématiques foncières

L'emprise des travaux est restreinte aux crêtes de berges. Devant l'utilité d'identifier les propriétaires des parcelles attenantes, et d'éventuelles contraintes foncières, une démarche en mairie a été initiée. Celle-ci a été réalisée début avril au près des communes concernées par le projet. Muni des numéros de parcelles obtenues sur cadastre.gouv.fr, il est ainsi possible d'avoir le nom des propriétaires. Dans l'optique de reporter les limites cadastrales sur une vue en plan, des copies papiers ou numériques des Plan Locaux d'Urbanisme (PLU) ont été réalisés.

La CNR a terminé début avril la numérisation du cadastre sur tout le domaine concédé et une grande partie du lit majeur. Cela m'a permis d'obtenir le tracé du cadastre sous forme de couches exploitables sous ARC view et AutoCAD. Cette acquisition de données a facilité la tâche du calage des limites cadastrales sur une vue en plan initié sous Arc view, à partir des supports récoltés lors des visites en mairies.

Les nombreux zonages de protections environnementales (SIC, ZPS, Réserve Naturelle) en vigueur sur les trois îlons concernés par le projet ne constituent pas une contrainte pour la réalisation des travaux. En effet, le projet de restauration à vue écologique s'accorde avec les objectifs des zonages de protections.

5.1.1.1 *Noyer Sud*

La Lône de Noyer Sud est au cœur de la Réserve Naturelle de l'île de la Platière. Aucune contrainte foncière particulière n'est observée.

La détention par le groupement d'industrielles chimiques OSIRIS de parcelles proches de la lône de Noyer Sud, rappelle l'impact des pompages sur le secteur. Les 12 puits de captages destinés à alimenter le site industriel, induisent une baisse de 2 m de la nappe alluviale (BURGEAP 2003).

5.1.1.2 *La Boussarde*

La lône de la Boussarde est au cœur de la Réserve Naturelle de l'île de la Platière. Cette lône détache l'île de la Boussarde de la rive droite du vieux Rhône. Or, la présence d'un épi transversal au centre de cette lône est le seul passage terrestre qui connecte l'île à la rive. Cette île est privée mais gérée par la Réserve Naturelle de l'île de la Platière. Sur la Figure 6 il apparaît que la Réserve de la Platière a menée une opération de reboisement avec des essences typiques des forêts alluviales (*Salix alba*, *Salix viminalis*, *Populus nigra*...).

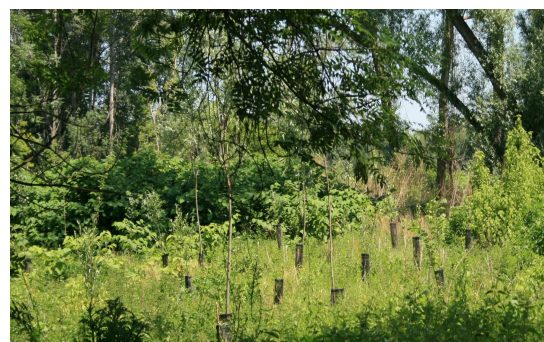


Figure 6: Photographie du reboisement effectué sur l'île de la Boussarde (source CNR)

Le caractère insulaire du site de la Boussarde soulève la problématique d'accès à l'île après travaux. L'épi central assure l'accès à l'île. Or l'arasement de cet épi et un des objectifs de restauration du site.

5.1.1.3 *La Sainte*

La lône de la Sainte est dans le DPF. L'île de la Sainte a un statut foncier particulier. Elle appartient au Ministère de l'Economie et des Finances. Cette particularité foncière est d'autant plus problématique qu'une partie amont de la Lône est dans le domaine de l'île de la Sainte.

La rive droite du Rhône à l'extrémité sud de la lône de la Sainte est incluse dans un EBC. Créé à l'initiative de la commune de Champagne, cet espace ne peut faire l'objet d'aucun défrichement de nature à compromettre son état boisé. Par contre, il est possible de réaliser des coupes d'entretien ou d'exploitation sous certaines conditions définies par l'article R130-1 du code de l'urbanisme.

Le périmètre éloigné du puits de captage de Terres Carrées s'étend jusqu'en limite de la Lône de La Sainte.

Lors d'une campagne de reconnaissance terrain, un rejet d'effluents du laboratoire Aguetant a été recensé sur l'emprise de la lône de la Sainte.

La limite de l'emprise des lônes définie et les principales contraintes foncières déterminées, la campagne de relevé topographique peut être engagée.

5.1.2 Analyse des sites : compléments topographiques

5.1.2.1 *Organisation de la campagne topographique et bathymétrie*

Lors des phases de faisabilité, des levés topographiques et bathymétriques ont été réalisés. Les levés de 4 profils en travers sur chaque lône lors de la phase 3, ont permis d'illustrer les différents scénarios de restaurations envisagés.

Pour la réalisation de l'avant-projet, il est nécessaire de connaître la topographie de manière plus précise des sites. Pour ce faire, une campagne topographique a été commandée à la Direction Régionale de Vienne.

Des profils en travers perpendiculaires à l'axe d'écoulement sont disposés tous les 40 m sur toute la longueur des lônes de Noyer Sud et de la Sainte. Ces profils englobent les crêtes de berges, caractérisent les bouchons amont et aval, et les points caractéristiques du relief des sites d'études. Il est également demandé de réaliser des levés bathymétriques à l'aide d'un échosondeur aux entrées et sorties des lônes ; et de lever les lignes d'eaux caractéristiques du Rhône, la cote des mares, le fil d'eau des passages busés...

Concernant la lône de la Boussarde, seul le levé des 5 épis Girardon, et d'un atterrissement par nuage de points a été effectué, afin de visualiser la morphologie des épis. La crête de l'épi et le pied de l'épi doivent être levés, ainsi que les abords du pied de l'épi sur une distance de 5 m.

Les résultats de la campagne topographique ont été rendus sous la forme de tableau avec les coordonnées X, Y, Z, dans un système de coordonnées de référence connu (Lambert 2 étendu). Une vue en plan de l'implantation des profils, des nuages de points, et des points de levés a été remis sous un format exploitable par le logiciel AutoCAD.

Pour faciliter les levés topographiques des lônes de Noyer Sud et de la Sainte, des layons ont été réalisés sur l'emplacement des profils en travers. La campagne topographique a été exécutée du 6 avril au 30 avril 2009.

5.1.2.2 Exploitation des données

Après réception des données de la campagne topographique, l'exploitation des données brutes a été traitée sous le logiciel AutoCAD muni de l'extension Covadis. Les levés topographiques réalisés lors de l'étude de faisabilité ont été incorporées pour l'exploitation des données.

A partir des points levés pour les profils en travers, et des points des profils en long, il a été constitué un Modèle Numérique de Terrain (MNT) sur les îlons de Noyer Sud et de la Sainte. Sur la îlon de la Boussarde, des MNT pour chacun des épis et l'atterrissement, ont été établis à partir des nuages de points. Un exemple de MNT est présenté sur la Figure 7.

Un MNT est une représentation topographique du terrain naturel (TN). Cette représentation est construite grâce à l'extrapolation des points topographiques levés sur site. Les nouveaux points créés ont des coordonnées estimées. La précision de la représentation du TN par le MNT est alors corrélée à la densité du nuage de points.



**Figure 7: MNT de l'épi N°3
de la îlon de la Boussarde**

Des profils en travers ont été générés à partir du MNT. Il est à noter que les points des profils en travers ne reflètent pas exactement la réalité puisqu'ils ont été estimés à partir du MNT. Par convention, les profils en travers ont été représentés avec la rive droite à gauche. Cela permet d'avoir une vue aval/amont des profils en travers de la îlon.

Le profil en long a été généré à partir du MNT selon un tracé préalablement défini. Par conséquent il ne correspond pas au talweg de la îlon figuré sur les profils en travers. De plus, tous les profils en

travers ne sont pas représentés sur le profil en long car le tracé de ce dernier ne s'étend pas jusqu'à l'emplacement de certains profils en travers.

A l'issue de la campagne topographique, plusieurs profils permettent de caractériser la morphologie des îlons. Les profils en travers sont représentés sur les vues en plan des 3 îlons fournies avec les annexes.

Lîon de Noyer Sud :

Il a été constitué 1 profil en long de 360 m, (mais ne comprenant pas les profils 9 et 10). Ainsi que 11 profils en travers, un exemple est illustré sur la Figure 8.

Tableau 2: Proposition de modulation du débit réservé du Rhône court-circuité du Péage de Roussillon

	Janv	Fév	Mars	Avril	Mai	juin	Juil	Août	Sept	Oct.	Nov	Déc
Q réservé m ³ /s	50	50-75	109	109-125	125	125-109	75	75	75-50	50	50	50

Ce scénario permet de maximiser les gains écologiques (peuplement piscicole, végétation amphibie, avifaune, boisements...) du fait de sa forte amplitude entre 50 et 125 m³/s (environ 50 cm), notamment sur le secteur amont du Vieux-Rhône.

Lône de Noyer Sud

L'hydrologie de la lône de Noyer Sud est dépendante de la lône de la Platière. Or, cette dernière est déconnectée du Vieux Rhône. La lône de la Platière est alimentée en permanence par un siphon recueillant les eaux des deux contre-canaux en rive droite et en rive gauche du canal d'aménagé. Le dossier de réhabilitation des lônes de Noyer Nord et de l'Illon, stipule que la lône de la Platière a un débit moyen de 2 m³/s.

Le Rhône alimente la lône de la Platière par l'amont, en moyenne 20 jours par an, lors des crues supérieures à 2 600 m³/s (soit 1 000 m³/s dans le Vieux-Rhône). La lône de Noyer sud n'est alimentée qu'à partir d'un débit de 1 100 m³/s dans le Vieux-Rhône (2 700 m³/s au total), soit une moyenne de 10 à 15 jours par an.

Dans des conditions de débit moyen, la ligne d'eau de la lône de la Platière est de **132.8 m** à l'amont de la lône de Noyer Sud, et **132.3 m** à l'aval. La lône est longue de 360 m.

L'augmentation du débit réservé du vieux Rhône n'influence pas directement le régime hydrologique de la lône. Toutefois, l'augmentation du débit réservé corrélé à la diminution des pompages du groupement industriel, devrait induire une augmentation du niveau de la nappe alluviale, et par conséquent limiter les pertes par infiltrations de la lône de la Platière.

Lône de la Boussarde

La lône de la Boussarde située en rive droite du vieux Rhône, est dans le remous du seuil de Peyraud. Par conséquent, la ligne d'eau est constante tout au long de l'année, La ligne d'eau de la lône de la Boussarde est fixée à **131.53 m** pour le débit réservé (20 m³/s). Il est à noter que les cotes des lignes d'eau caractéristiques et la valeur des débits sont issues de la phase 1 de l'étude de faisabilité. Les échanges entre la lône et le vieux Rhône sont limités par les épis Girardon.

Dans les conditions du débit réservé, la lône de la Boussarde est faiblement connectée au vieux Rhône par une **brèche dans l'épi amont**. Une seconde **brèche** située **dans l'épi aval**, illustré sur la Figure 9, permet aussi des échanges entre la lône et le vieux Rhône.

Les épis sont totalement submergés environ 50 jours par an, pour des débits de crues supérieur à 800 m³/s.



Figure 9: Photographie de la brèche sur l'épi aval de la lône de la Boussarde (source CNR)

Lône de la Sainte

La lône de la sainte se situe en aval de la restitution. Elle subit annuellement toutes les variations de niveau du fleuve. La lône a une longueur de 500 m.

La présence de deux bouchons alluviaux, à l'amont et à l'aval, limitent la connexion de la lône de la Sainte avec le Rhône. Elle est connectée par l'aval pour un débit du Rhône supérieur à 1 200 m³/s, soit plus de 65 jours par an ; Le bouchon amont est submergé à partir de 1 700 m³/s (60 j/an).

La ligne d'eau du Q1/2 est fixée à **128.88 m** à l'amont et **128.82 m** à l'aval. La ligne d'eau du débit d'étiage est de 128.32 m à l'amont et 128.31 à l'aval.

5.1.4 Analyse des sites : problématique sédiments

5.1.4.1 Réglementations

Les travaux de terrassement des lônes consistant à extraire des matériaux dans l'espace de mobilité d'un cours d'eau sont concernés par l'arrêté du **30 mai 2008**. Il stipule que « Les **extractions de matériaux dans le lit mineur ou dans l'espace de mobilité** des cours d'eau ainsi que dans les plans d'eau traversés par des cours d'eau sont **interdites** ». Par conséquent « seuls peuvent être effectués les **retraits ou déplacements** de matériaux liés au curage d'un cours d'eau ou plan d'eau traversé par un cours d'eau répondant aux objectifs et aux conditions de réalisation fixés par le présent arrêté».

Mais les sédiments du Rhône sont fréquemment contaminés par des micropolluants comme les PolyChloroBiphényles (PCB), les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP), les métaux lourds...

L'**arrêté du 30 mai 2008**, fixe les modalités de caractérisations des sédiments. Contaminés par les micropolluants, les sédiments ne peuvent pas systématiquement être remis au Rhône.

Des prélèvements répartis sur la lône permettent de caractériser la qualité physico-chimique des sédiments. Le Tableau 3 présente le nombre de lieux de prélèvements à réaliser. Il est défini en fonction du volume de matériaux remobilisé estimé à la date de prélèvement.

Tableau 3: Nombre de lieux de prélèvement à réaliser en fonction du volume de matériaux (source : note interne CNR)

Volume de matériaux (m ³)	5 000 à 10 000	10 000 à 20 000	20 000 à 40 000	40 000 à 80 000	80 000 à 160 000	Plus de 160 000
Nombre de lieux de prélèvements	1	2	3	4	5	6

Sur chaque lieu de prélèvement, le nombre d'échantillon est fonction de l'épaisseur de matériaux à remobiliser. Un prélèvement doit être fait en surface, un au fond, et un tous les mètres de profondeurs. La cote du prélèvement doit être indiquée avec une incertitude qui ne doit pas dépasser 30 cm environ.

L'**arrêté du 9 août 2006** fixe les paramètres à prendre en compte lors de l'analyse de la qualité de sédiments extraits de cours d'eau. Les paramètres sont indiqués dans le Tableau 4.

Tableau 4: Niveaux relatifs aux éléments et composés traces définis dans l'arrêté du 9/08/06

Paramètres	Arsenic (mg/kg)	Cadmium (mg/kg)	Chrome (mg/kg)	Cuivre (mg/kg)	Mercure (mg/kg)	Nickel (mg/kg)	Plomb (mg/kg)	Zinc (mg/kg)	PCB indicateurs (µg/kg)	HAP totaux (µg/kg)
Niveau S1	30	2	150	100	1	50	100	300	680	22800

La caractérisation physico-chimique a pour principal objectif de vérifier la présence ou l'absence de substances indésirables dans les sédiments. L'analyse sédimentaire porte sur la fraction fine (< 2 mm). Pour ce faire, les concentrations en métaux lourds, PCB et HAP sont comparées au seuil S1 défini par l'arrêté du 9 Août 2006.

Il est important de préciser qu'il existe un seuil spécifique au Bassin Versant du Rhône (**seuil BVR**), pour la somme des PCB indicateurs. Cette valeur est fixée à **60 µg/kg** contre 680 µg/kg sur le reste du territoire national.

Si les concentrations des paramètres à prendre en compte sont inférieures aux seuils S1 et BVR, alors les sédiments doivent être remis au Rhône. Dans le cas contraire, si au moins une valeur est supérieure aux seuils S1, une expertise complémentaire est engagée. Cette expertise permet de déterminer le degré de risque pour l'Homme et le milieu, et par conséquent le devenir des sédiments.

Calcul du Qsm

Le calcul du **Quotient de contamination polymétallique** est établi à partir des concentrations en contaminant des sédiments et des valeurs seuils S1. D'après le « guide dragage VNF », cet indice de risque permet « d'évaluer les effets de mélanges de polluants en les rapportant au nombre de contaminants et de pouvoir comparer les échantillons entre eux ne contenant pas la même diversité d'analyses de composés chimiques ». Les modalités de calcul du Qsm sont présentées Figure 10.

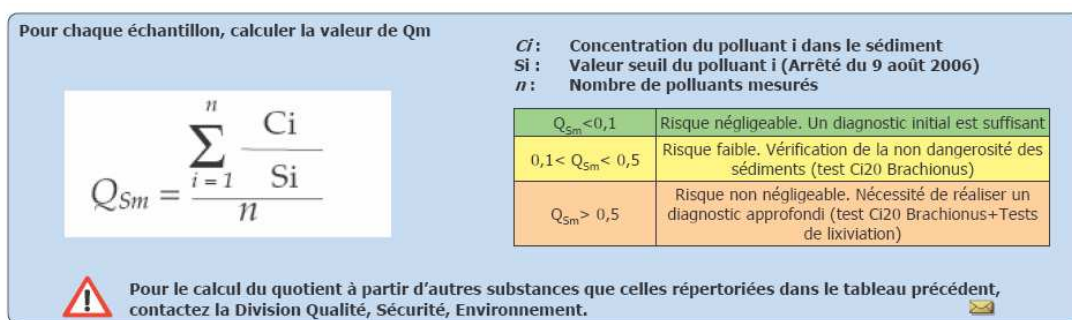


Figure 10: Méthode de calcul du Qsm (Source : guide dragage VNF)

La Figure 11, permet de déterminer les investigations supplémentaires à mettre en œuvre en fonction des résultats du Qsm. On considère les 3 cas suivants :

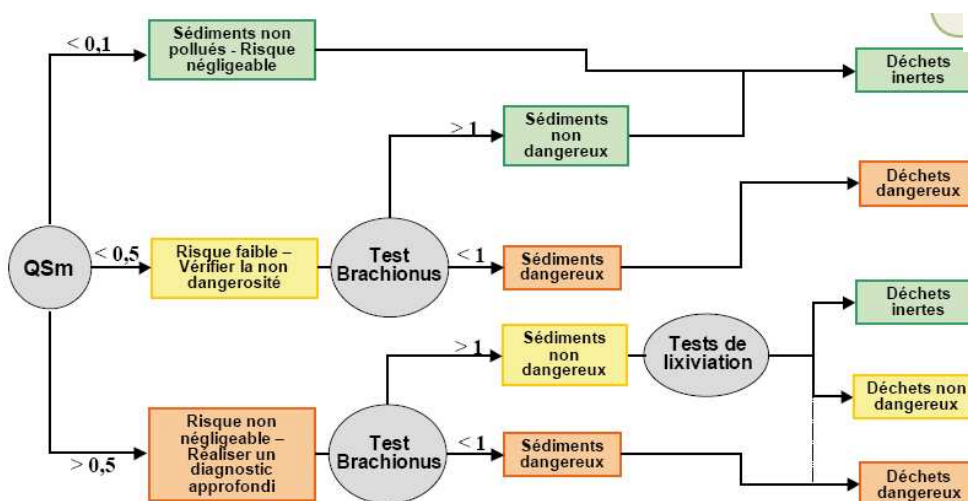


Figure 11. Schéma simplifié du protocole de caractérisation des sédiments (Source : guide dragage VNF)

- $Q_{SM} < 0,1$: Les sédiments présentent un risque négligeable pour le milieu aquatique et la probabilité d'effets toxiques des sédiments est réduite. Les matériaux peuvent être gérés sans contraintes particulières.

- $0,1 < Q_{SM} < 0,5$: Les sédiments présentent un risque faible pour le milieu aquatique. Il est nécessaire de vérifier la non dangerosité des sédiments par la réalisation d'un test éco toxicologique : le test CI20 *Brachionus* (48h).

- $Q_{SM} > 0,5$: Les sédiments présentent un risque non négligeable de contamination pour le milieu aquatique. Il est nécessaire de réaliser un diagnostic approfondi, et notamment de réaliser a minima le test CI20 *Brachionus* (48h) et les tests de lixiviation.

Test *Brachionus*

Selon les résultats, des tests éco-toxicologique « *Brachionus calyciflorus* » sont réalisés, afin d'évaluer la dangerosité des matériaux. Il s'agit d'un organisme constituant le zooplancton vivant dans les eaux douces. Ces animaux sont des consommateurs primaires et servent de proies à de nombreuses larves de poissons et d'invertébrés. Ce test vise à mesurer les effets de l'eau interstitielle des sédiments sur la reproduction des organismes pendant 48h.

A partir du lixiviat du sédiment à analyser, une gamme d'échantillons de concentration différente (0 à 100%) est préparée. Les individus (*Brachionus calyciflorus*) sont mis en contact avec ces échantillons et on observe, au terme de 48 h, à quelle concentration 20 % des individus sont inhibés.

Le paramètre mesuré est le CI20 : C'est la concentration qui inhibe 20% des individus (blocage de la reproduction). La Figure 12 présente la logique d'interprétation des résultats du test éco-toxicologique *Brachionus Calyciflorus*.

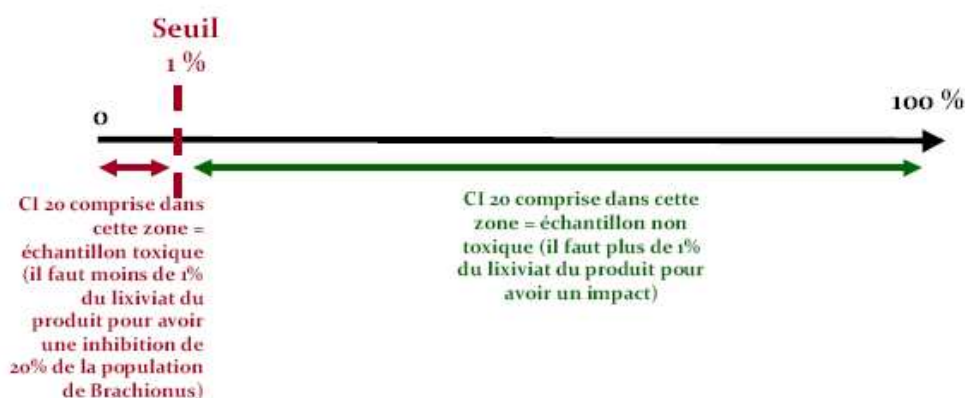


Figure 12. Interprétation des résultats du test éco-toxicologique *Brachionus calyciflorus*

(Source : guide dragage VNF)

Test de lixiviation

Dans le cas où le Q_{sm} est supérieur à 0,5, et le test *Brachionus* est supérieur à 1, le test de lixiviation doit être engagé. Ce test permet d'extraire de façon normalisée les éléments étudiés pour quantifier le risque maximal de transfert. Il permet donc d'analyser la disponibilité potentielle des polluants en milieu aqueux, c'est à dire le risque de remobilisation des polluants par l'eau de pluie ou par l'eau de la nappe phréatique. Si les sédiments présentent une éco-toxicologie avérée, ils sont considérés comme des déchets dangereux et doivent subir un traitement spécial de décontamination pour être valorisés.

Dans le cas où il n'y a pas d'écotoxicité avérée et que toutes les valeurs sont inférieures au seuil BVR, alors les matériaux peuvent être remis au Rhône sous réserve de ne pas dégrader le milieu récepteur. Ils sont considérés comme des déchets inertes.

Dans le cas contraire, l'étendue de la zone contaminée doit être délimitée par des analyses complémentaires. Les sédiments sont considérés comme des déchets non dangereux, ils doivent être mis en dépôt. La zone de stockage doit être étanche et comporter un bassin de décantation.

Analyses complémentaires

En complément des analyses réglementaires pour caractériser les concentrations en micropolluant des sédiments, d'autres paramètres ont été mesurés tels que la granulométrie, et l'Azote kjeldahl.

5.1.4.2 Organisation de la campagne Terrain

Répartition spatial des points d'échantillonnages

Conformément à la réglementation en vigueur, les sédiments des sites d'études ont été caractérisés. Pour ce faire une campagne de terrain a été réalisée les 1 et 2 avril 2009.

Le rapport de phase 3 de l'étude de faisabilité précise les volumes de sédiments estimés à extraire pour chacun des scénarios de restauration des îlons. Ces indications et les contraintes de sites ont permis de déterminer le nombre et la répartition des points d'échantillonnages.

- Noyer Sud : un point sur chacun des 2 bouchons alluvionnaires amont et aval, et 2 autres points dans la partie centrale de la îlon ;
- La Boussarde : un point sur les 3 épis (amonts, intermédiaires et aval) ;
- La Sainte : un point sur chacun des 2 bouchons alluvionnaires, et 1 autre point dans la partie intermédiaire de la îlon.

L'annexe 4 présente l'emplacement des points de sondages de chaque îlon.

Méthodologie de prélèvement

Sur site, les points de sondages ont été localisés grâce à un GPS (Trimble Géoevaluateur XH). Le GPS a également été utile pour géoréférencer sur une carte les autres points levés lors de cette campagne. Dans l'optique de caractériser les matériaux à extraire l'altitude du toit des graviers a été estimée à l'aide d'une perche.

Les prélèvements de sédiments ont été réalisés à l'aide d'une tarière à main en inox, comme l'illustre la Figure 13. Sur site, un volume suffisant de sédiments devait être prélevé pour réaliser toutes les analyses permettant de caractériser la matrice et la physico-chimie. Les sédiments ainsi prélevés par tranche de profondeur caractéristique ont ensuite été mélangés et conditionnés hermétiquement, puis numérotés et réfrigérés. Un prélèvement effectué sur une tranche de profondeur constitue un échantillon. 15 échantillons ont ainsi été constitués pour caractériser les matériaux des 3 îlons.



Figure 13: Photographie, prélèvements de sédiments à l'aide d'une tarière à main.
(Source : CNR)

Les échantillons ont ensuite été envoyés à Wessling, un laboratoire agréé conformément à l'arrêté du 09/08/06 pour effectuer l'analyse des sédiments.

5.1.5 Analyse des sites : Composantes biologiques

Des inventaires faunistique et floristiques ont été réalisés par l'association des Amis de l'Île de la Platière d'une part sur les données bibliographiques acquises sur la période 1986-2008 et d'autre part lors de prospections complémentaires effectuées sur l'emprise des travaux. Les données collectées ont porté sur les amphibiens, les odonates, le castor, la flore terrestre et aquatique. Plusieurs prospections ont été réalisées sur la période d'avril à juin et seront complétées par une campagne estivale en août.

Le site de Noyer Sud

Le fond de la lône de Noyer sud est colonisé par une végétation nitrophile localement dense ou clairsemée. Quelques foyers de renouées, de surface modérée, sont recensés sur la partie centrale de la lône.

Les berges de la lône abritent une forêt alluviale assez bien préservée, en cours d'évolution vers une formation évoluée à boisements mixtes. Des sujets d'érable negundo ponctuent le linéaire.

L'inventaire floristique réalisé en 2009 dénombre 24 espèces. Une d'entre elles, l'ail des ours (*Allium ursinum*) est assez rare localement et présente un intérêt patrimonial.

Le site de le Boussarde

Le secteur de la Boussarde abrite des habitats terrestres typiques des milieux alluviaux : ripisylve sur les berges de la lône et milieux herbacées nitrophiles dominés par l'ortie dioïque et la ronce. Les casiers en eau sont colonisés par une végétation aquatique commune qui peut être dense sur les secteurs peu profonds.

Cette diversité de milieux se traduit par un nombre important d'espèces identifiées lors de l'inventaire effectué. Parmi les 72 espèces identifiées, une d'entre elles est protégée au niveau de la région Rhône Alpes, il s'agit de la renoncule scélérate (*Ranunculus sceleratus*), et 12 autres présentent un enjeu local.

Des inventaires odonates réalisés par la Réserve Naturelle de l'Île de la Platière pour la CNR, ont identifiés 3 espèces patrimoniales typiques des grandes plaines alluviales présentes sur le secteur de Boussarde : la naïade au corps vert (*Erythromma viridulum*), le gomphe très commun (*Gomphus vulgatissimus*) et la libellule fauve (*Libellula fulva*). Ces espèces ne bénéficient pas d'un statut de protection mais pour certaines d'entre elles sont citées sur la liste rouge de la région Rhône-Alpes, et peuvent être considérée comme rare.

Le site de la Sainte

Le fond de la lône de la Sainte est colonisé par une végétation pionnière, adaptée aux conditions hydrologiques spécifiques (inondation régulière avec apport important en nutriments), essentiellement composée de plantes semi-aquatiques, d'hélophytes et d'hydrophytes dans des mares résiduelles ou temporaires.

Plusieurs foyers de renouées du Japon sont implantés sur les berges, mais en particulier sur le bouchon aval. La ripisylve est bien développée. Quelques sujets d'érable negundo ponctuent le linéaire.



Figure 14: Photographie de *Sparganium emersum*
(Source: www.Biopix.dk)

Parmi les 54 espèces recensées lors des campagnes d'inventaires, 8 espèces revêtent un intérêt patrimonial dont 2 protégées au niveau régional. Il s'agit du rubanier émergé (*Sparganium emersum*) visible sur la Figure 14 et du séneçon des marais (*Senecio paludosus*). L'écologie de ces espèces est présentée en annexe 5.

Par ailleurs, une population de crapaud commun a été observée dans les mares et indique un enjeu local significatif car peu présente en moyenne vallée du Rhône.

5.2 Méthodes de restauration

Le projet de restauration des lînes du Péage de Roussillon s'inscrit dans une **démarche écologique**. La restauration mise en œuvre sera respectueuse du milieu et en **adéquation** avec les attentes de la **Réserve Naturelle** de l'île de la Platière.

Les projets de restauration ont pour objectifs :

- Préserver et/ou restaurer des richesses écologiques ;
- Créer une diversité de conditions hydrauliques et morphologiques, (alimentation phréatiques, eaux vives, fréquences de crues, favoriser l'autocurage...) ;
- Privilégier les milieux en voie de raréfactions ;
- Lutter contre les espèces envahissantes ;
- Pérenniser la durée de vie des lînes.

Il est important de différencier les projets de **restaurations mécaniques** dans lequel s'inscrit cette étude, des projets de **restaurations dynamiques**. Le Rhône est un fleuve contraint par de nombreux usages aux limites foncières bien définies. L'emprise des projets de restauration du Péage de Roussillon se limite au domaine concédé. L'évolution hydro-morphologique des annexes fluviales se doit d'être maîtrisée. Pour ce faire, il est nécessaire pour les travaux de restauration de définir au préalable le degré de rajeunissement désiré des lînes.

L'emprise des travaux de terrassement est **limitée aux crêtes de berges**. La morphologie des berges doit être diversifiée au maximum pour privilégier une large gamme de communautés végétales. Les terrassements sous eau doivent avoir des pentes supérieures aux terrassements hors d'eau. La rupture de pente s'effectue au niveau du débit semi permanent. La mise en place de techniques végétales pour stabiliser les berges doit être limitée. Pour ce faire, l'inclinaison des pentes ne doit pas être supérieure à 3/2. Lorsque l'emprise des travaux le permet, l'inclinaison des berges doit être la plus douce possible. Les pentes doivent être cohérentes d'un profil en travers à l'autre. Le talweg doit avoir une largeur minimum de **1 mètre**.

S'agissant d'un projet de rajeunissement des milieux, il est nécessaire de préserver la végétation en place lors de la conception des formes de terrassement.

5.2.1 Noyer Sud

5.2.1.1 *Contraintes projet*

La lîne de Noyer Sud est atterrie sur tous son linéaire. Le toit des graviers est enfoui sous 1 m de sédiments. Elle est déconnectée de la lîne de la Platière par des bouchons alluvionnaires à ces deux extrémités. Aujourd'hui, comme l'illustre la Figure 15, la lîne a perdu son aspect aquatique. Une végétation nitrophile et des espèces exotiques (Renouées du Japon, Erable Négundo) ont colonisées la lîne.

L'objectif de restauration de la lône de Noyer Sud est de créer une lône courante. Ce type de milieu est rare sur le territoire de la Réserve Naturelle de l'Île de la Platière.

Il est considéré qu'un faciès lotique a des vitesses de courants supérieurs à 0,3 m/s (J.R. MALAVOI et Y. SOUCHON, 2001). Il est donc établi de concevoir une **lône courante** avec des vitesses en partie supérieures à **0,5 m/s**.

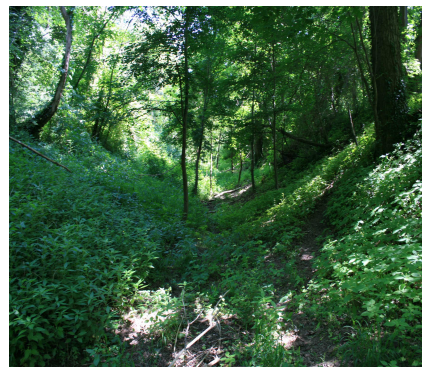


Figure 15: Photographie de la lône de Noyer Sud

L'alimentation assurée par la lône de la Platière se fera par l'amont, après la restitution de la lône de Noyer nord. Cette lône a été remise en eau en 2004. Pour affecter au minimum la ligne d'eau de la lône de la Platière, le débit de la lône de Noyer Sud fixé à **500 l/s**, est équivalent au débit restitué par la lône de Noyer Nord.

Les cotes altimétriques des lignes d'eau de la lône de Noyer Sud en amont et en aval, doivent être similaires à celles de la lône de la Platière. D'après la phase 1A de l'étude de faisabilité, la ligne d'eau de la lône de la Platière est de **132,78 m en amont** et **132,3 en aval**. Ces valeurs sont issues de campagnes de mesures réalisées de 1983 à 1995.

A partir de ces informations, une modélisation de la lône de Noyer Sud a été effectuée sous le logiciel HEC RAS (*Hydrologic Engineering Centers River Analysis System*). Il a été conçu par « Hydrologic Engineering Center du U.S Army Corps of Engineers.

Ce logiciel permet de réaliser des modélisations hydrauliques destinées à simuler l'écoulement dans les cours d'eau. La modélisation des écoulements est dépendante de certaines conditions comme le débit, les conditions amont et aval, la rugosité, le régime d'écoulement (fluviale, torrentielle ou mixte)...

Les différentes étapes de la modélisation

Tout d'abord, le tracé de la lône de Noyer Sud est réalisé à partir de la vue en plan au 1/2000°. Il est utile de préciser que le tracé doit couper perpendiculairement les profils en travers.

La deuxième étape consiste à générer la géométrie de la lône, à partir des valeurs topographiques des profils en travers. Les profils en travers doivent être créés d'amont en aval. Mais après une première modélisation, la lône représentée ne reflétait pas l'originelle. Lors de l'enregistrement des profils en travers sous HEC RAS, la rive droite doit constituer le point 0. Or les profils précédemment créés sous AutoCAD étaient orientés aval/amont, et le point 0 était constitué par la rive gauche. Il a donc été nécessaire d'inverser tous les profils en travers. Le profil N°11 a été amputé d'une partie de sa longueur en rive gauche car il recouvrait le profil N°10.

Lorsque les coordonnées topographiques de la section sont enregistrées, il faut renseigner :

- La position de la crête de berge ;
- La rugosité du chenal et des berges ;
- La distance séparant, le chenal et les têtes de profils de la section avec la section aval suivante.

La **rugosité** choisie est de **0,033**. D'après « Degoutte G dans Diagnostic, aménagement et gestion des rivières : hydraulique et morphologie fluviales appliquées » ce coefficient de Manning correspond à une rivière de plaine large avec une végétation peu dense. Ce coefficient est caractéristique des configurations de la lône.

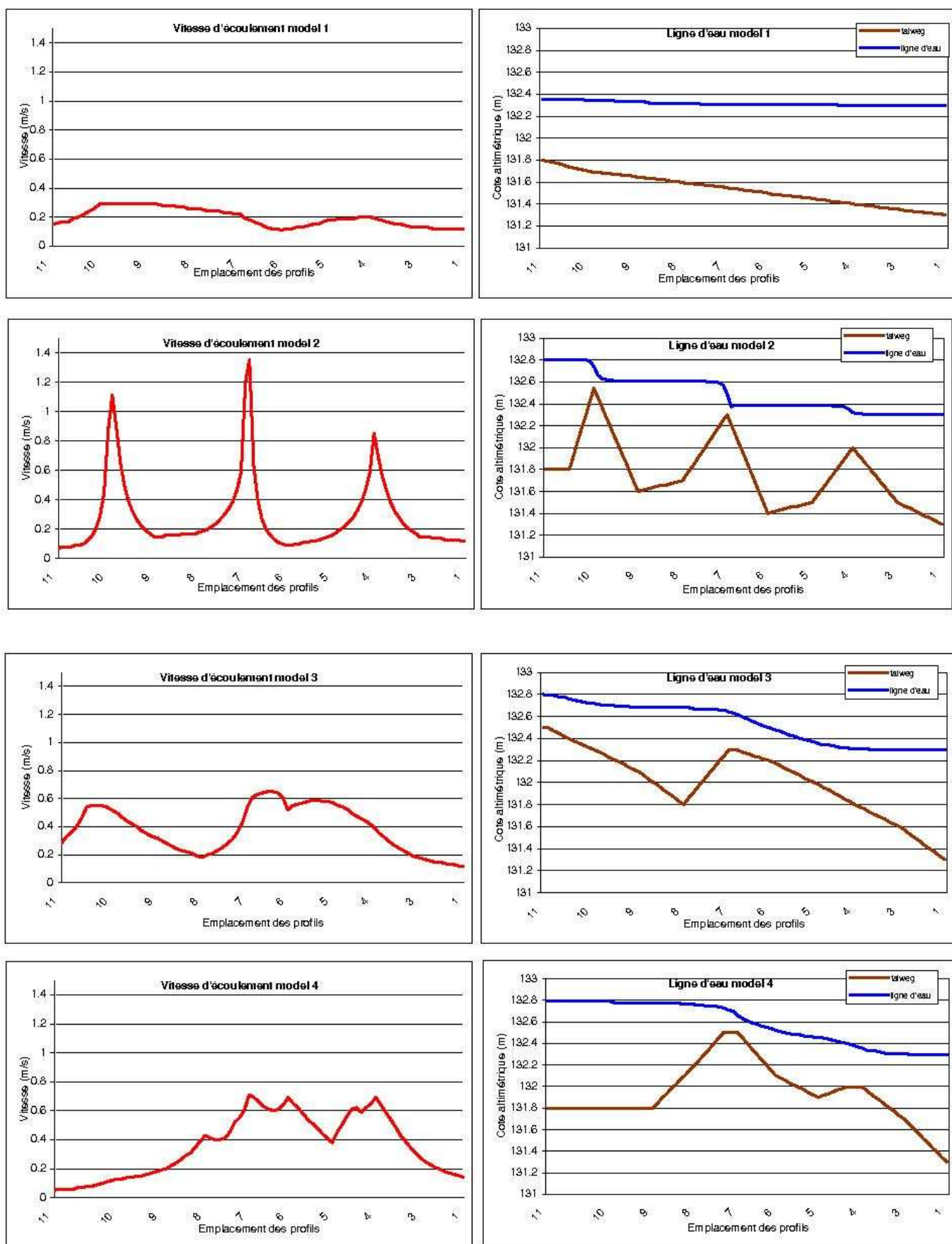


Figure 17: Courbes des vitesses et des lignes d'eaux modélisées

Lors de la modélisation du troisième modèle, seulement 2 radiers sont créés. La cote du radier amont est à 132.5 m. le radier aval est lui fixé à 132.3 m. Les lignes d'eau amont et aval sont en adéquation avec les lignes d'eau de la lône de la Platière. 130 m de lônes (soit 36% du linéaire) présente ainsi des vitesses supérieures à 0.5 m/s. Après réunion avec le gestionnaire, il s'avère que la Réserve Naturelle désire créer un plat courant dans la partie amont de la lône. Ce faciès doit être similaire à la lône de Noyer Nord. La Réserve Naturelle souhaite aussi déplacé vers l'aval le deuxième radier.

Le modèle 4 prend en compte ces considérations. Les radiers amont et aval sont respectivement déplacés de 185 m et 120 m en aval. La cote du radier aval est abaissée à 132.0 m.

Le plat courant de la zone amont présente une augmentation constante des vitesses, jusqu'au premier radier. La lône présente 150 m de vitesse supérieure à 0.5 m/s.

Après réunion avec le gestionnaire, il s'avère que la Réserve Naturelle désire créer un plat courant dans la partie amont de la lône. Ce faciès doit être similaire à la lône de Noyer Nord. La Réserve Naturelle souhaite aussi déplacé vers l'aval le deuxième radier.

Le modèle 4 prend en compte ces considérations. Les radiers amont et aval sont respectivement déplacés de 185 m et 120 m en aval. La cote du radier aval est abaissée à 132.0 m.

Le plat courant de la zone amont présente une augmentation constante des vitesses, jusqu'au premier radier. La lône présente 150 m de vitesse supérieure à 0.5 m/s.

5.2.2 La Boussarde

5.2.2.1 *Contraintes projet*

L'objectif de restauration est d'améliorer le renouvellement des eaux de la lône de la Boussarde. Il est envisagé d'agrandir les brèches dans les épis longitudinaux en amont et en aval de la lône. Les épis centraux et l'atterrissement vont être totalement supprimés. Pour ce faire il est nécessaire d'enlever les épis Girardon. Les pentes de raccords des épis doivent être de **1/1**.

En s'inspirant du projet de restauration dynamique du vieux Rhône de Donzère Mondragon à Pont Saint Esprit, et des campagnes de terrains (Figure 18), il apparait que les épis sont constitués de blocs de 100 Kg à 400 Kg. Les blocs sont disposés sur les graviers. Il est donc nécessaire de déterminer le toit des graviers pour estimer le volume des enrochements à extraire.

Les levés topographiques effectués sur la lône de la Boussarde ne permettaient pas de différencier le fond de la lône de la base des épis. Il est donc nécessaire d'appréhender la forme originelle du talweg par identification du toit des graviers, pour déterminer le socle des épis.

L'emplacement du toit des graviers a été déterminé à partir des hauteurs d'eau et de sédiments de la lône de la Boussarde, figurés sur l'annexe 6. L'application de cette méthodologie a permis d'estimer le socle des enrochements des épis N°3, 4, et 5.

Pour les épis N°1, 2, et 6, la forme originelle du talweg a été estimée à partir de la cote du toit des graviers et des profils bathymétriques du vieux Rhône, au PK 57.8 et 57.40, visibles sur l'annexe 7.



Figure 18: Photographie d'une coupe réalisée sur le sommet de l'épi N°3 de la lône de la Boussarde (source CNR)

5.2.3 La Sainte

La lône de la Sainte est déconnectée du Rhône dans les conditions du débit semi permanent par deux bouchons sédimentaires en amont et en aval de la lône. La présence de mares temporaires, visibles sur la Figure 19, confère au site un intérêt primordial avéré pour la Réserve Naturelle de l'Ile de la Platière. Ces mares abritent des populations de batraciens et des communautés amphiphytes rares et menacées par le comblement du milieu lors des crues.



Figure 19: Photographie d'une mare de la lône de la Sainte

Il est donc envisager de **rajeunir les mares** temporaires pour favoriser les populations de crapauds communs, les cariçaies et le groupement végétal de nanocyperion bidention.

Une campagne de terrain a permis de caractériser l'altitude des différents groupements faunistiques d'intérêts pour la Réserve Naturelle de l'Ile de la Platière (Tableau 5). Les groupements à privilégier, et les cotes altimétriques associées sont figurés en vert.

Tableau 5: Groupement floristiques de la lône de la Sainte en fonction de l'altitude (source : Réserve Naturelle de l'Ile de la Platière)

Type végétation	Moyenne de l'altitude maximum (en m)	Moyenne de l'altitude minimum (en m)
eau	128,3	128,2
mégaphorbiaie	129,4	128,9
vase nue	128,3	128,2
nanocyperion, bidention	128,7	128,4
cariçaie	128,7	128,6
Plantes envahissantes		
renouée	129,1	128,8
semis negundo, renouée	128,2	128,2

Il apparait que les groupements d'intérêts sont compris dans la zone de battement du niveau d'eau, entre le débit d'étiage et le débit semi permanent, soit **128,3 m et 128,8 m**.

Pour conserver l'aspect temporaire du milieu, la profondeur des mares ne doit pas excéder **50 cm** dans les conditions du débit d'étiage. L'espace inter mare doit être de **15 m** minimum, et la pente de raccordements des mares au TN doit être de **4/1 à 5/1**.

La zone aval est hors d'eau. Il est envisagé de créer une connexion permanente avec le Rhône en pente douce sur une distance de **200 m**. Ce milieu doit héberger des communautés végétales diverses dont une roselière.

Le projet de restauration a été dessiné à partir du profil en long. Ensuite, les profils en travers ont été dessinés en fonction des cotes de talwegs déterminés sur le profil en long. La forme des mares a été établie à partir de la vue en plan.

6 Résultats

Les profils projets sont présentés en annexe 10, 12 et 13. Le **TN est figuré en vert** et le **projet en rouge**. Sur chaque profil en travers est indiqué les cotes altimétriques et les lignes d'eau caractéristiques, les pentes projets, et le toit des graviers. Il est à noter que l'habillage des profils a été réalisé par un projeteur.

L'épaisseur des sédiments estimée lors des campagnes de prélèvement, est recoupée avec les données fournies par l'unité 5900 du CNRS et les données obtenues lors de l'étude de faisabilité. L'annexe 8 présente l'épaisseur de sédiments sur chaque lône. L'attitude du toit des graviers a été déterminée à partir de cette cartographie.

Les résultats bruts des analyses sédimentaires réalisées par le laboratoire Wessling sont consignés dans l'annexe 9.

6.1 Lône de Noyer Sud

6.1.1 Le projet de restauration

Après avoir réalisé plus d'une douzaine de modèle, un projet de restauration conforme aux objectifs de départ a été obtenu. Les profils en travers projets sont présentés en annexe 10. On observe que l'inclinaison des pentes est toujours comprise entre du 3/2 et du 6/1, la largeur du talweg n'est jamais inférieure à 1m, et le tracé du projet n'affecte jamais les crêtes de berges. Des banquettes ont été créées lorsque l'emprise le permettait pour favoriser **l'implantation d'hélophytes**. Le second radier figuré sur le profil N°4 a un talweg dissymétrique. Cette configuration est censée **concentrer les écoulements** en rive gauche.

L'impossibilité de modifier les crêtes de berges, confère parfois à la lône une forme non naturelle. C'est notamment le cas dans la partie amont. Une **variante** au projet de base est donc proposée. Dans cette variante un élargissement de la lône est réalisé en rive gauche en empiétant sur la crête de berge au niveau des profils en travers N°6, 8, et 9.

Mais, cet élargissement de section induit une modification des écoulements. La Figure 20 présente les résultats de la modélisation du projet de base et de la variante.

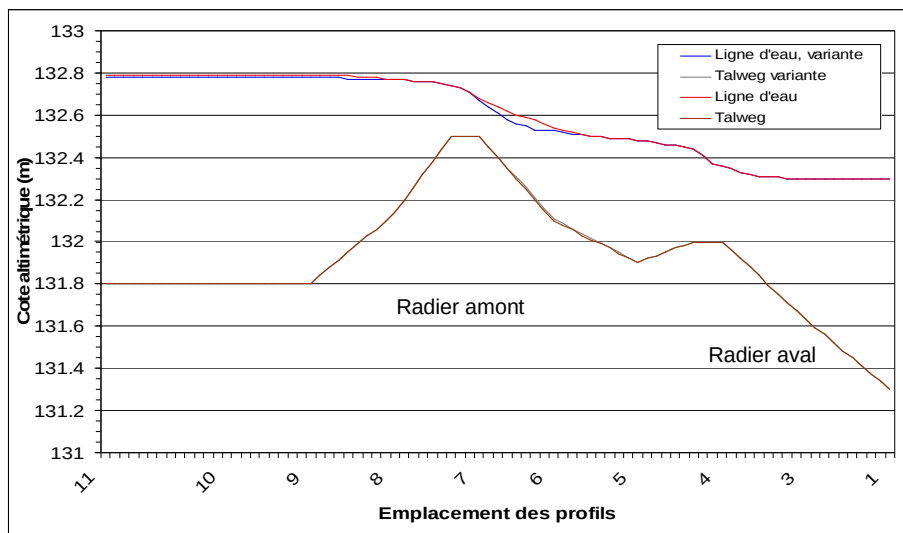


Figure 20: Représentation graphique du profil en long et des lignes d'eau modélisées sur la lône de Noyer Sud

Pour affecter au minimum les lignes d'eau, les cotes altimétriques de la variante n'ont pas été modifiées. Par conséquent les cotes des talwegs sont similaires.

La ligne d'eau amont est fixée à **131.79 m**, soit 1 cm au dessus de l'objectif. Le remous de la lône de la Platière (**132,3 m**) influence la ligne d'eau aval jusqu'au pied du second radier. Il apparaît que la ligne d'eau amont de la variante est fixée à 132,78 m, soit deux centimètre en dessous de la ligne d'eau du modèle de base. Or l'analyse de la Figure 21 présente également des divergences de vitesses sur la partie amont entre les deux modèles.

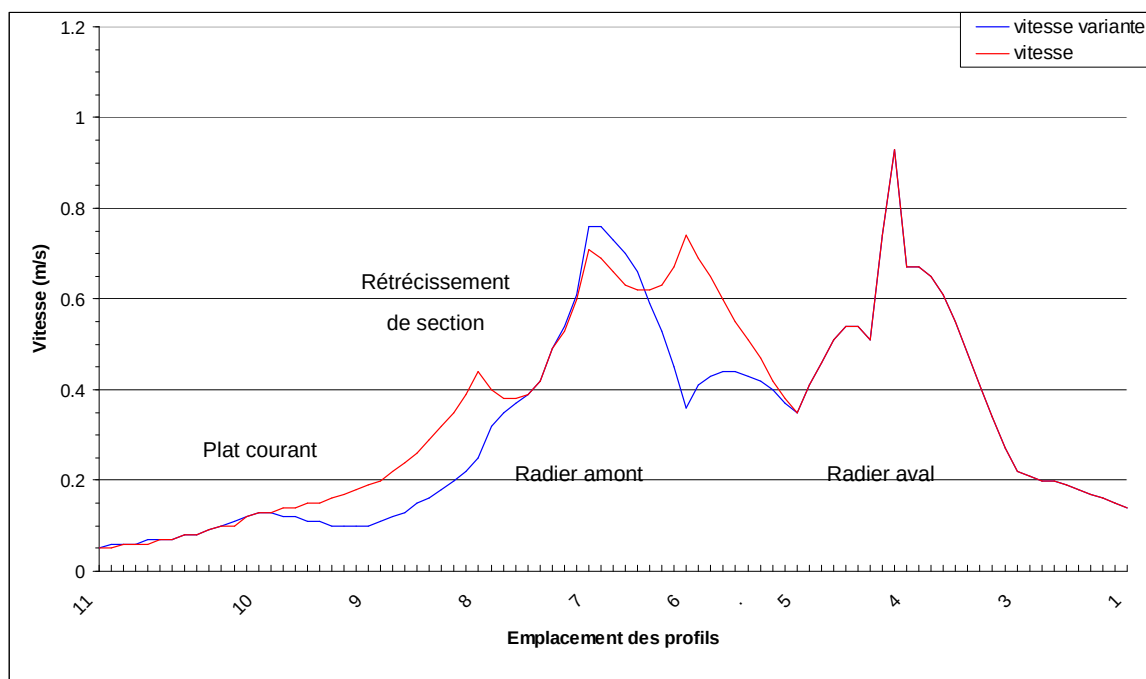


Figure 21: Représentation graphique des vitesses modélisées sur la lône de Noyer Sud

La variante présente des vitesses plus faibles sur la partie amont. On peut alors penser que l'élargissement de section sur les profils 9 et 8 a diminué les vitesses d'écoulement. Selon la même logique, l'élargissement du profil 6, fait rapidement chuter les vitesses à la sortie du premier radier.

Les deux modèles respectent les objectifs projets. **Un plat courant** est présent dans la zone amont. Il est **long de 100 m, profond d'1 m** avec des vitesses **inférieurs à 0.2 m/s**. Deux **radiers de 15 m** avec des hauteurs d'eau supérieures à **20 cm**, génèrent des accélérations de courant avec des **vitesses supérieures à 0,5 m/s** sur **130 m** de lône.

La vue en plan du projet de restauration de la lône de Noyer Sud est en annexes. **2000 m²** de lône est ainsi remis en eau. Les radiers ont été positionnés en respectant les configurations hydromorphologiques de la Lône. Le premier radier est positionné en amont d'un méandre, le second radier est placé en aval d'une zone de rétrécissement de section. **48 m²** de banquettes d'hélophytes sont positionnées dans les zones peu perturbée, correspondant à des zones de dépôts. La première banquette est en rive droite du méandre, sur la berge convexe. La cote de la banquette est fixée au niveau moyen des eaux. La seconde banquette est positionnée en rive gauche, dans la partie aval de la lône influencée par le remous de la lône de la Platière, 10 cm au dessus du niveau moyen des eaux.

6.1.2 Caractérisation des sédiments fins

Le bouchon amont présente des teneurs en **PCB supérieures au seuil BVR**. Une seconde campagne de prélèvement a été réalisée en avril 2009, pour mieux cerner l'étendue de la contamination. Les points d'échantillonnages sont localisés sur l'annexe 11.

Les résultats de la deuxième campagne de prélèvement confirment des concentrations en PCB supérieurs à 60 µg/Kg sur le bouchon amont, mais le Qsm est inférieur à 0,5. Le bouchon amont présente un volume de **1 850 m³** soit 25% du volume total. Ces matériaux sont considérés comme **non dangereux**, ils devront être **stockés** à terre hors zone inondable.

Les sédiments situés sur la partie centrale et aval de la lône, ne présentent pas de concentrations supérieures au seuil S1. Ces sédiments sont **inertes**, et aptes à être **remis au Rhône** conformément à l'arrêté du 30 mai 2008.

6.1.3 Accès chantier

L'accès au site de Noyer Sud est assuré par la création temporaire d'un **passage busé** sur la lône de la Platière. Cet accès reliera la partie amont de la lône de Noyer Sud au chemin communal N°4 en rive gauche de la lône de la Platière.

6.2 **Lône de la Boussarde**

6.2.1 Le projet de restauration

Pour atteindre les objectifs de restauration, les obstacles aux écoulements vont être supprimés. L'annexe 12 présente un profil en travers type de chaque épi. Les épis transversaux seront enlevés. Deux ouvertures dans les épis longitudinaux vont être créées en amont et en aval de la lône. La Figure 22 présente la partie de l'épi aval qui doit être supprimée.

Pour conforter l'estimation de la morphologie des épis, une campagne de terrain a été réalisée le 4 août 2009. L'objectif de cette campagne était d'appréhender la nature du fond aux abords des épis à l'aide d'une perche, et ainsi estimer la disposition des enrochements. Cette campagne n'a pas été concluante, car il était difficile de différencier par tâtonnement les enrochements du toit des graviers. Une augmentation subite du débit réservé a également compliquée la prise de mesure.

En tenant compte de ces approximations, une certaine cohérence morphologie des épis est établie :

- La crête d'un épi type est fixée entre les cotes **132.2 m** et **132.5 m**,
- Le sommet est large de **1 à 2 m**,
- l'inclinaison de la pente est comprise entre du **1/1** et du **3/2**,
- La largeur de la base de l'épi (9 m à 14 m) est variable selon la profondeur d'implantation.



Figure 22: Photographie de la digue longitudinale en aval de la lône de la Boussarde (source CNR)

La vue en plan du projet de restauration de la lône de la Boussarde, incorporée au dossier annexe, illustre l'étendue d'arasement des épis. Les épis transversaux, N°2, 3, 5, et l'atterrissement vont être arasés sur **toute leur longueur**. Par ailleurs, les épis longitudinaux N°1 et 6, vont être arasés sur une **trentaine de mètres**.

6.2.2 Caractérisation des sédiments fins

La campagne de prélèvement réalisé en avril 2009 ne révèle pas de concentrations supérieures aux seuils S1. Les points de prélèvements et les résultats sont figurés en annexe 11.

Les concentrations en PCB sont comprises entre 10 et 60 µg/kg. L'ensemble des valeurs du Qsm sont comprises entre 0.1 et 0.5. Le risque est faible pour l'environnement. Les tests écotoxicologiques C140 et C120 Brachionus confirment, pour tous les prélèvements, la non dangerosité des sédiments.

En conclusion, tous les seuils sont respectés et les sédiments sont classés comme inerte et **aptés à être remis au Rhône** conformément à l'arrêté du 30 mai 2008.

6.2.3 Accès chantier

Le site de la Boussarde est difficilement accessible pour des engins de chantiers (pelles mécaniques, camion 4X4). Il est au cœur de propriétés privées et au sein de la Réserve Naturelle de l'Île de la Platière. Trois solutions d'accès peuvent être envisagées.

Voie terrestre

Un accès terrestre serait possible par la partie nord du site. Mais il nécessiterait la mise en place d'une piste de chantier au travers d'une zone récemment reboisée par la Réserve Naturelle de l'Île de la Platière.

Un accès au site serait possible par l'épi central. Il nécessiterait des aménagements lourds sur des propriétés privées. Et l'installation d'un feu tricolore sur la D 86 pour assurer la circulation des engins de chantiers. Or, il paraît difficile d'obtenir une autorisation des services de l'Etat pour couper cet axe routier majeur.

Voie fluviale

Un accès par le Rhône est envisagé. Mais cette partie du fleuve est déconnecté du Rhône navigable par le barrage de Saint Pierre de Bœuf à l'amont, et le seuil de Peyraud à l'aval.

L'accès par voie fluviale nécessitera :

- La délimitation du chenal navigable par une signalétique adaptée,
- La mise en place de ducs d'albe sur le site de déchargement,
- L'aménagement de rampes d'accès, pour le chargement et de déchargement.
- Un léger curage de la lône pour obtenir 1.5 m de tirant d'eau.

Voie mixte

Cette alternative offre la possibilité d'exécuter les travaux par moyen fluvial et terrestre, en combinant les modes d'intervention exposés ci-dessus. Des engins de chantiers de petites capacités vont être acheminés sur site par des chalands.

6.3 Lône de la Sainte

6.3.1 Le projet de restauration

L'objectif de restauration de la lône de la Sainte est de rajeunir les mares dans la partie amont, et de créer une connexion aval au vieux Rhône. La vue en plan du projet et les profils en travers sont en annexe 13.

Quatre mares de 25 m à 40 m de long et **15 à 20 m** de large sont créées. Dans la zone amont, la profondeur d'eau des 4 mares est de **50 cm, 30 cm, et 40 cm** par rapport au niveau d'étiage. La mare amont est temporaire, le talweg est calé **30 cm au dessus du niveau d'étiage**. Les mares permettent d'offrir une diversité maximale d'habitat pour les batraciens.

Les pentes des berges sont comprise entre du **2/1** et du **5/1**. Les pentes de raccordements entre les mares sont de **5/1**. Les zones inter mares sont fixées aux cotes **128.5 m** et **128.4 m** pour favoriser les groupements de nanocyperion-bidention.

Une zone en eau est créée en aval sur **200 m**. Son exutoire est en coude pour éviter le rejet d'effluent. La profondeur d'eau varie de **1.5 m** à **0.5 m** d'aval en amont. Une banquette d'hélophytes est créée en rive droite sur **72 m²**.

Le projet de restauration du site permet :

- La remise en eau de **4 400 m²**,
- L'implantation de **558 m² de cariçaie**,
- L'implantation de **1042m² de nanocyperion-bidention**,
- La création de **270 m² de vase nue**.

Il est à noter que les deux espèces protégées (sénéçon des marais, et rubanier émergé) du site ne sont pas affectées par les travaux. Les emprises du projet ont été adaptées aux stations des espèces protégées. Une zone de protection de 10 m de diamètre est instaurée autour des plants.

Pour freiner les processus sédimentaires, et ralentir le comblement des mares, le bouchon amont est laissé en place.

6.3.2 Caractérisation des sédiments fins

Le bouchon aval présente des teneurs en **PCB supérieures au seuil BVR**. Une seconde campagne de prélèvement a été réalisée en avril 2009, pour mieux cerner l'étendue de la contamination. Les points d'échantillonnages sont localisés sur l'annexe 11.

Les résultats de la deuxième campagne de prélèvement confirment des concentrations en PCB supérieurs à 60 µg/Kg sur bouchon aval, mais le Qsm est inférieur à 0,5. Le bouchon aval présente un volume de **1 250 m³** soit 22% du volume total. Ces matériaux sont considérés comme **non dangereux**, ils doivent être **stockés** à terre hors zone inondable.

Les sédiments situés sur la partie centrale et aval de la lône, ne présentent pas de concentrations supérieures au seuil S1. Ces sédiments sont **inertes** et aptes à être **remis au Rhône** conformément à l'arrêté du 30 mai 2008.

6.3.3 Accès chantier

L'accès au site de la Sainte sera assuré par **deux voies terrestres**, une dans la partie amont du site et une autre dans la partie aval.

6.4 Estimation financière

Une estimation financière du montant des travaux a été réalisée au stade de l'avant projet. Elle est séparée en 4 groupes :

- Groupe 1, installations et travaux préparatoires,
- Groupe 2, travaux de terrassement,
- Groupe 3, transports,
- Groupe 4, génie végétal.

Le détail estimatif du coût des travaux est présenté pour chaque groupe sous forme de tableau. Le montant total de la solution de base et de la variante est distingué. Pour le site de la Boussarde, la solution de base propose un accès terrestre, et la variante un accès par voie fluviale.

Les coûts des installations et des travaux préparatoires sont consignés dans le Tableau 6. Cette intervention représente 29% du coût des travaux de restauration.

Tableau 6: Coût d'installation et des travaux préparatoires

Désignation de la nature des travaux	Unité	Quantité Totale	Prix unitaire € H.T.	Montant € H.T.
Groupe 1 Installations et Travaux préparatoires				
Installations générales de chantier	pf	100	400.00	40 000.00
Installation spécifique pour la lône de Noyer sud	pf	100	100.00	10 000.00
Installation spécifique pour la lône Boussarde	pf	100	250.00	25 000.00
Installation spécifique pour la lône de la Sainte	pf	100	100.00	10 000.00
Réalisation de passage busé pour les accès	f	3	5000.00	15 000.00
Réalisation des pistes sur Noyer sud	m	90	80.00	7 200.00
Réalisation des pistes sur Boussarde accès nord	m	900	70.00	63 000.00
Réalisation des pistes sur Sainte	m	90	80.00	7 200.00
Installations spécifiques pour évacuation par voie fluviale - Boussarde-	f	1	60000.00	60 000.00
Installations spécifiques pour le chargement des chalands	f	1	25000.00	25 000.00
Travaux topographiques - Etudes de contrôle des terrassements	pf	100	200.00	20 000.00
TOTAL GROUPE1				197 400.00
TOTAL GROUPE 1 VARIANTE				232 900.00

Les coûts d'installations et des travaux préparatoires aux chantiers sont de **197 400 € HT** pour la solution de base. Les moyens d'accès mises en œuvre influencent fortement ce montant. Un accès terrestre au site de la Boussarde reste néanmoins avantageux par rapport à un accès par voie fluviale.

Le Tableau 7 présente le coût des travaux de terrassement. Ils représentent 47% du montant total de l'opération. Le volume de déblais à extraire en eau pèse sur le coût total des travaux. Il nécessite un rabattement de nappe, l'installation de batardeau et l'équipement d'un post de pompage. Le coût des travaux de terrassement est de **319 362 € HT**. Le transport des engins de chantier par voie fluviale surcharge de 36% le coût des travaux de terrassement.

Tableau 7: Coût des travaux de terrassement

Désignation de la nature des travaux	Unité	Quantité Totale	Prix unitaire € H.T.	Montant € H.T.
Groupe 2 Travaux de terrassement				
SERIE 30 - PREPARATION DU TERRAIN				
Nettoyage de zone boisée sans dessouchage	are	55	29.00	1 595.00
Nettoyage de zone boisée avec dessouchage	are	81	47.00	3 807.00
Décapage de terre végétale tout site	m³	pm	4.00	-
Décapage de terre végétale contaminée	m³	1500	6.00	9 000.00
Traitement des matériaux contaminés par broyage	m³	1500	20.00	30 000.00
Préparation des zones de dépôt	f	1	5000.00	5 000.00
SERIE 31 - DEBLAIS HORS EAU				
Déblais meubles hors d'eau pour la lône de Noyer sud	m³	6500	5.00	32 500.00
Déblais meubles hors d'eau pour la lône de la Boussarde y compris enrochements	m³	2500	5.00	12 500.00
Déblais meubles hors d'eau pour la lône de la Sainte	m³	500	6.00	3 000.00
SERIE 32 - DEBLAIS SOUS NAPPE AVEC RABATTEMENT				
Déblais sous nappe avec rabattement pour la lône de Noyer sud	m³	0	8.00	-
Déblais sous nappe avec rabattement pour la lône de la Boussarde	m³	0	8.00	-
Déblais sous nappe avec rabattement pour la lône de la Sainte	m³	5000	8.00	40 000.00
SERIE 33 - DEBLAIS MEUBLES SOUS EAU				
Déblais meubles sous l'eau pour la lône de Noyer sud	m³	1000	6.00	6 000.00
Déblais sous eau avec rabattement pour la lône de la Boussarde		9000	6.00	54 000.00
Déblais meubles sous l'eau pour la lône de la Sainte	m³	500	12.00	6 000.00
SERIE 34 - DEBLAIS PAR DRAGAGES				
Déblais par dragages	m³	7000	12.00	84 000.00
SERIE 35 et 36 - DEBLAIS DIVERS				
Réglage des zones de dépôt	m²	11000	0.50	5 500.00
Reprise	m³	5000	2.80	14 000.00
Réglage de talus	m²	7800	0.70	5 460.00
Déchargement des chalands	m²	11500	7.00	80 500.00
Reprise pour chargement des camions	m²	11500	3.00	34 500.00
SERIES 37 à 38 - REMBLAIS SPECIAUX				
Percolation d'enrochements à la terre végétale	m³		5.25	-
Substitution de terrain tout site	m³	2000	3.50	7 000.00
TOTAL GROUPE 2				319 362.00
TOTAL GROUPE 2 VARIANTE				434 362.00

Le total du coût des transports est présenté dans le Tableau 8. L'accès par voie fluviale nécessite l'utilisation de chalands. L'utilisation des ces derniers double le prix de transport des matériaux. Le coût des transports de matériaux pour la solution terrestre est estimé à **79 869 € HT**, contre **160 369 € HT** pour une évacuation par chalands.

Tableau 8: Coût des transports

Désignation de la nature des travaux	Unité	Quantité Totale	Prix unitaire € H.T.	Montant € H.T.
Groupe 3 Transports				
SERIES 39 - TRANSPORT				
Transport sur piste	m³xkm	3230	0.80	2 584.00
Transport sur route < 3 km	m³xkm	0	0.44	
Transport sur route 3 km - 10 km	m³xkm	0	0.38	-
Transport sur route >10 km	m³xkm	154570	0.50	77 285.00
Evacuation par chalands	m³	11 500	7.00	80 500.00
TOTAL GROUPE 3				79 869.00
TOTAL GROUPE 3 VARIANTE				160 369.00

La restauration des sites nécessite l'application de techniques de génie végétal. Le montant de ces interventions est consigné dans le Tableau 9. Le coût des travaux de végétalisations estimé à **80 200 € HT** ne représentent que 12% du coût total du projet. Le coût d'ensemencement englobe les travaux de remises en état des pistes d'accès aux chantiers.

Tableau 9: Coût du génie végétal

Désignation de la nature des travaux	Unité	Quantité Totale	Prix unitaire € H.T.	Montant € H.T.
Groupe 4 Génie végétal				
Fourniture et mise en œuvre Fagots de saules	u	200	28.50	5 700.00
Fourniture et mise en œuvre Pieux de saules	u	400	21.00	8 400.00
Fourniture et mise en œuvre Boutures de saules	u	300	2.00	600.00
Fourniture et mise en œuvre plantations d'hélophytes	u	0	3.15	0.00
Ensemencement	m²	28000	1.00	28 000.00
Gestion de la renouée	f	3	7500.00	22 500.00
Entretien végétation	f	3	5000.00	15 000.00
TOTAL GROUPE 4				80 200.00

Le Tableau 10 présente le coût des opérations budgétisées sur chaque îlône. Le montant total des travaux projetés sur les trois sites s'élève à **676 831€ HT** pour la solution de base. Le coût de la variante est de **907 831 € HT**. La réalisation des travaux par voie fluviale sur le site de la Boussarde représente un surcout de 34 % sur le montant total des travaux. Mais, le projet de restauration de la îlône de la Boussarde est tout de même le plus onéreux quelque soit la solution envisagée.

Tableau 10: Coût des travaux de restauration par îlône

Total € H.T îlône de Noyer Sud	195 148
Total € H.T îlône de la Boussarde	264 108
Total € H.T îlône de la Sainte	217 575
TOTAL € H.T.	676 831
Total € H.T surcout accès fluviale à la îlône de la Boussarde	231 000
TOTAL € H.T variante	907 831
MONTANT en € T.T.C.	809 490
MONTANT en € T.T.C. variante	1 085 766

Le montant total des travaux de restauration des trois îlônes prioritaires de Péage de Roussillon est estimé à **809 490 € HT**.

6.5 Volet Européen

Etude des conceptions de berges dans le cadre de la liaison Seine-Escaut Est :

Impacts de la navigation et intégration environnementale

Il m'a été proposé de participer à une étude de conception de berges pour l'élargissement de la liaison Seine-Escaut Est en Belgique. Ce projet d'envergure Européenne, s'inscrit tout à fait dans le cadre du volet Européen. L'analyse des enjeux autour d'une problématique de restauration de berges, présente des similitudes avec le projet de restauration des lînes. Ces deux études font appels à des techniques de génie végétal, appliquées aux milieux aquatiques. J'ai réalisé une analyse bibliographique, des fiches de synthèses sur les techniques de génie végétal, et une cartographie.

Le projet de liaison Seine Escaut Est prévoit la mise au gabarit 2000 tonnes, de la voie navigable entre le bassin de l'Escaut et celui de la Meuse. Cette liaison emprunte entre autre le canal de Nimy-Blaton. La mise au gabarit du tronçon prévoit l'élargissement du canal sur certaines portions, et par conséquent la reconstruction des berges du canal.

Dans cette optique, la Direction Générale des Voies Hydrauliques des Services Publics de Wallonie (SPW), a confié au groupement de bureau d'étude IMDC et CNR ingénierie la mission « Etude des conceptions de berges dans le cadre de la liaison Seine-Escaut Est : impacts de la navigation et intégration environnementale ».

6.5.1 Analyse bibliographique

Le point de départ de cette étude est d'établir un inventaire aussi complet que possible sur la conception de berges adaptées aux cours d'eau navigués. Il s'agit :

- De collecter des informations sur l'impact des convois poussés et automoteurs sur les berges.
- D'obtenir des informations (techniques, environnementales, financières...) sur les dispositifs de protections de berges.

Une analyse de plus de 35 ouvrages a été réalisée dans le cadre de ce volet européen (la liste de ces ouvrages est détaillée dans la partie bibliographie). Ces ouvrages sont issus de la bibliothèque CNR et de sources internet.

6.5.2 Liste des gestionnaires des voies navigables

Pour compléter cette analyse de la littérature, il était prévu de contacter les gestionnaires et les administrations responsables des voies navigables dans six pays (Belgique, France, Hollande, Allemagne, Royaume-Uni, Etats-Unis) afin de compléter cette démarche de recueil de données sur les protections de berges. Dans le cadre du volet Européen, une liste de contacts a été établie pour la France, Le Royaume-Uni et les Etats-Unis (annexe 14). Seulement Voies Navigables France (VNF) a transmis des informations. Britishwaterways, par l'intermédiaire de Mr BECKWITH, indique qu'un groupe de travail international : « Alternative Bank Protection » (WG 128) travaille sur le retour d'expérience et l'innovation des protections de berges en génie végétal.

6.5.3 Fiches de génie végétal appliquées aux voies navigables

L'expérience acquise par la CNR et les données fournies par VNF ont par la suite été rassemblées sous forme de fiche. Ces fiches ont été réalisées dans le cadre du volet Européen. Chacune des 7 fiches décrit une technique de protection de berge en génie végétal appliquée aux voies navigables. Ces fiches présentent :

- Les modalités de mise en œuvre,
- La durabilité et l'entretien,
- les impacts environnementaux,
- Le coût,
- ...

Pour des raisons de confidentialité, une seule de ces 7 fiches est présentée en annexe 15.

6.5.4 Cartographie

Les critères évalués dans ces fiches ont permis d'affecter une note à chaque technique de protection de berges. Devant l'ampleur des travaux d'élargissement du canal Seine Escaut Est, un logiciel a été élaboré, pour déterminer la protection de berge la plus appropriée en fonction des contraintes et des enjeux locaux.

La CNR doit réaliser une analyse cartographique des enjeux et des contraintes sur le canal de Nimy Blaton. Cette analyse a été effectuée dans le cadre de ce volet Européen, à partir d'une base de données fournie par le bureau d'étude IMDC et exploitables sous SIG. Cette base de données comporte plus de 25 couches d'information. Dans l'optique de représenter sur carte les enjeux et les contraintes, ces données ont été analysées, triées et mise en forme sous Arc Wiew. Les cartes ont été constituées avec :

- Les **orthophoto** pour le fond de plan,
- Le **Plan de secteur** (Pds) correspond en Belgique, au Plan Local d'Urbanisme (PLU) Français. A partir de celui-ci, 5 classes d'occupations du sol ont été créées en regroupant les différents zonages :

- **Urbain** : Habitas, Habitats à caractère rural, services publics et équipements communautaires, activité économiques spécifiques Agro-Economique, activité économiques spécifiques Grande Distribution, Aménagement communal concerté.

- **Industriel** : Centre d'enfouissement techniques, Centre d'enfouissement techniques désaffectées, activités économiques mixte, activités économiques industrielle, activités économiques spécifiques risque majeur, extraction, Aménagement différé à caractère industriel,

- **Agricole** : Agricole,

- **Loisir** : Loisir,

- **Naturelle** : Forestières, espaces verts, naturelle, parc.

Des informations ponctuelles jugées importantes pour caractériser les abords du Canal de Nimy Blaton ont été intégrées à la cartographie. A savoir :

- Des zones d'intérêts paysagés,

- Des zones de réservation, qui sont des zones réservées dans le but de réaliser des ouvrages d'utilités publiques,
- Des zonages de protections naturelles, figurés par un Parc Naturel Régional, des zones NATURA 2000, des ZSC et des ZPS, et des zones humides d'Intérêts Biologiques (ZHIB),
- Des limites communales,
- Des zones d'intérêts culturel, historique ou esthétique,
- Le type de revêtement des berges du canal.

Il en résulte 5 cartes représentant la totalité du canal de Nimy-Blaton. Une de ces 5 cartes est présentée sur l'annexe 16. A partir de ces cartes des tronçons homogènes vont être déterminés. Chaque tronçon se verra affecté d'un coefficient environnemental. Ce coefficient permettra de pondérer la notation des techniques de protections de berges en fonction des enjeux locaux.

7 Discussion

Les 3 îlons prioritaires du Péage de Roussillon ont des objectifs de restauration différents. La îlon de Noyer sud doit présenter un milieu d'eaux vives. La îlon de la Boussarde doit être connectée en permanence avec la vieux Rhône. La îlon de la Sainte doit être rajeunie dans sa partie amont, et reconnectée avec le Rhône dans sa partie aval. Les projets de restauration proposés sont conformes aux objectifs définis au stade de l'étude de faisabilité.

La méthodologie appliquée et les résultats obtenus prêtent à discussion.

Limites foncières

Tout d'abord, l'emprise des travaux n'est pas délimitée avec précision. Les limites cadastrales ne sont pas correctement superposées. Sur le site de la Sainte, il y a une zone de vide à la jonction des communes de Champagnes et de Peyraud. Bien que l'emprise des travaux ait été topographiquement délimitée par les crêtes de berges, une certaine confusion domine. Sur l'annexe 14 il apparaît sur la îlon de la Sainte, que les limites de la crête de berge en rive gauche, sont hors du DPF. Par ailleurs en rive droite les limites des parcelles sont à plus de 15 m de la crête de berge.

Validité des profils en travers

Un MNT doit être constitué à partir d'un nuage de points. Il permet ainsi d'obtenir une morphologie précise du site. Pour cette étude la morphologie de la îlon entre les profils en travers n'est pas exploitable. Car le MNT a été monté à partir des nuages de points levés sur l'emplacement des profils en travers.

Durant mon stage, un nouveau cahier des charges a été instauré pour réaliser les levés topographiques. Il est entre autre précisé que le nuage de point doit avoir un maillage de 2 m. L'utilité d'un MNT est de générer des profils automatiquement, et de calculer les cubatures. Mais dans le cadre de cette étude, les cubatures ont été calculées selon la méthode classique.

Problématique PCB

Dans l'arrêté du 30 mai 2008, il est défini une nouvelle réglementation sur le devenir des sédiments. La classification des sédiments est fonction de leurs concentrations en micro polluants. Mais cette nouvelle réglementation présente quelques hiatus. Lors du calcul de la somme des HAP toutes les concentrations sont prises en compte. Or dans le calcul de la somme des 7 PCB, seul les valeurs supérieures à 0.01 mg/Kg sont considérées. Si la méthodologie appliquée au HAP serait appliquée aux PCB alors 2 points de prélèvement (NS3S et BOU3S) présenteraient des concentrations supérieures au seuil BVR.

Projets de restauration

Les projets de restauration des îlons ont été constitués en adéquation avec les exigences des engins de chantiers qui vont réaliser les travaux de terrassements. La précision des engins est de plus ou moins 10 cm. De ce faite, les cotes altimétriques des projets sont déterminées à la décimale. Les talwegs doivent mesurer plus d'un mètre de large. Les profils projets présentent des formes simplifiés.

Lône Noyer sud

Sur la lône de Noyer Sud, il aurait été intéressant de privilégier des fonds de talwegs dissymétriques pour concentrer les écoulements et créer des profils en pentes douces. Le projet de restauration confère parfois à la lône une forme peu naturelle. C'est dans cette optique que la variante empiète sur la berge en rive gauche. Sans l'opposition de la Réserve Naturelle de l'Ile de la Platière, la lône aurait pu être élargie en rive gauche et présenter ainsi des profils plus naturelles. Il faut savoir que le terrain entre les lônes de Noyer Sud et de la Platière est dans le domaine concédé.

La Réserve Naturelle de l'Ile de la Platière a également souhaitée créer un plat courant dans la partie amont de la lône, et par conséquent positionner le second radier dans la partie aval de la lône. Mais l'influence de ce radier est rapidement limitée par le remous de la lône de la Platière.

Le projet de restauration de la lône de Noyer Sud a été créé à partir d'une modèle hydraulique. D'après cette modélisation, la lône de Noyer Sud devrait présenter des vitesses d'écoulements supérieures à 0.5 m/s. Cependant, les résultats de cette modélisation sont à prendre avec précaution. Il est certain que les deux radiers et les rétrécissements de sections vont engendrer des augmentations de vitesses. En fonction de certains paramètres, ces résultats peuvent évoluer. L'abondance macrophytique de la lône, la rugosité, et le débit d'entrée peuvent modifier les conditions d'écoulements.

La modélisation des écoulements dans la lône de Noyer Sud a été simulée avec un débit de 500l/s. Il sera certainement nécessaire de procéder à un ajustement du débit entrant dans la lône, en jouant sur la surface en eau au niveau du premier radier. L'alimentation de la lône de Noyer Sud va diminuer le débit de la lône de la Platière, et abaisser le niveau d'eau.

Lône de la Boussarde

L'estimation du volume des épis à démanteler sur la lône de la Boussarde est approximative. C'est seulement le deuxième projet de ce type sur le Rhône, et aucun document décrivant les procédés de constructions de ces épis n'ont été retrouvés. Malgré tout, une certaine cohérence morphologique des épis ait été établie.

Une grande partie des données a été approximée. Il a été estimé que les épis reposaient sur le toit des graviers, et la profondeur du toit des graviers a été estimée à l'aide d'une perche. Le volume de l'épi N°5 a été déterminé à partir de levés topographiques décalés de 20 m, par rapport au site d'arasement de l'épi.

Une incertitude demeure quant à la structure des épis. Sont-ils entièrement composés de blocs, ou bien y a-t-il seulement une carapace en enrochement et un cœur en matériaux graveleux ?

La construction des épis Girardon avait pour objectif de déconnecter la lône de la Boussarde du Rhône et ainsi de favoriser la sédimentation dans les casiers lors des crues. Le chenal du Rhône a été rétréci et approfondi pour faciliter la navigation. Aujourd'hui l'arasement de ces épis ouvre un nouvel espace de divagation pour le fleuve. L'arasement des épis pourrait amorcer de nouveaux processus hydrodynamiques.

Lône de la Sainte

Les objectifs de restauration de la partie amont de la lône de la Sainte sont discutables. En effet, le degré de rajeunissement des mares peu paraître faible par rapports aux moyens déployés. Par endroit les mares ne sont pas approfondies de plus de 40 cm par rapport au TN.

La pérennité de ces projets n'est pas assurée. Etant dans l'impossibilité d'estimer le devenir de la lône en cas de crue, le bouchon sédimentaire amont est laissé en place. En laissant intact le bouchon amont, il est supposé que la morphologie des mares ne va être que faiblement impactée par les phénomènes érosifs en période de crues. Par conséquent, en laissant le bouchon amont en place, la lône de la Sainte va être inondée par l'aval en période de crues. Il est alors possible que les processus sédimentaires soient favorisés par de faibles vitesses d'écoulements. Les mares risquent d'être rapidement colmatées par la décantation de fines en période de crues.

Le projet de remise en eau de la partie aval de la lône de la Sainte présente 3 profondeurs d'eaux différentes. Le talweg est ainsi composé de 3 paliers. Il aurait été plus judicieux de créer un talweg en pente douce sur la totalité de la connexion aval.

8 Conclusion

Ce rapport réalisé dans le cadre de la constitution de l'AVP de réhabilitation des 3 îlons prioritaires du vieux Rhône du Péage de Roussillon avait trois objectifs :

- Restaurer la îlon de Noyer Sud, en créant un milieu d'eau vive,
- Etablir une connexion permanente entre la îlon de la Boussarde et le Vieux Rhône,
- Rajeunir la partie amont de la îlon de la Sainte en privilégiant les milieux temporaires, et créer une reconnexion aval permanente avec le Rhône.

Les trois projets de restauration répondent aux objectifs de réhabilitation des îlons.

- La îlon de Noyer Sud est remise en eau et présente des vitesses supérieures à 0,5 m/s sur 1/3 de son linéaire.

- La îlon de la Boussarde est reconnectée en permanence avec le vieux Rhône grâce à l'arasement de 5 épis Girardon et d'un atterrissement.

- La partie aval de la îlon de la Sainte est reconnectée sur 200 m avec le Rhône, et 4 mares de profondeurs différentes sont créées sur la partie amont de la îlon.

De la diversité des trois îlons découle trois approches de restauration différentes. Divers compétences ont été mises en œuvre lors de la conception des projets de restauration :

- J'ai intégré de multiples contraintes au projet pour cerner les différents enjeux.
- J'ai utilisé simultanément plusieurs outils tels qu'AutoCAD, HEC RAS, Arcview, et Excel.
- Je me suis immergé dans les dédales législatifs pour élucider la question du devenir des matériaux.
- J'ai procédé à des campagnes de terrain.
- J'ai intégré et d'étudier une multitude de données d'entrées, telles que les débits caractéristiques, les cartes bathymétriques, la hauteur de sédiments, les espèces protégées...
- J'ai concilié tous les objectifs de restauration pour concevoir des projets en adéquations avec les exigences de la Réserve Naturelle de l'île de la Platière, du Plan Rhône, de la CNR, et du SMIRCLAID.

Les 3 îlons de Noyer Sud, la Boussarde et la Sainte sont des sites pilotes pour la réhabilitation de l'ensemble du vieux Rhône court-circuité du Péage de Roussillon. Le début des travaux prévu pour septembre 2010 va insuffler une dynamique pour les projets de restauration des 19 annexes fluviales sur le site du Péage de Roussillon.

Référence bibliographie

Ouvrage :

Association des Amis de la Réserve Naturelle de l'île de la Platière, 1998, Document d'objectifs moyenne vallée du Rhône volume 2, Objectifs et actions 1999 – 2004, Réserve Naturelles de France, Quetigny

CNR, 2005, Réhabilitation du vieux Rhône de Péage de Roussillon, Augmentation du débit réservé et renaturation des îlots, Etude de définition et d'avant-projet, Phase 1A : diagnostic synthétique et proposition de scénarios, CNR Lyon, DI-EE-05-432

CNR, 2006, Réhabilitation du vieux Rhône de Péage de Roussillon, Augmentation du débit réservé et renaturation des îlots, Etude de définition et d'avant-projet, Phase 1B : diagnostic des annexes fluviales et proposition de scénarios de renaturation, CNR Lyon, DI-EE-06-071

CNR, 2006, Réhabilitation du vieux Rhône de Péage de Roussillon, Augmentation du débit réservé et renaturation des îlots, Etude de définition et d'avant-projet, Phase 2 : Incidences des scénarios d'augmentation du débit réservé et des modulations saisonnières, CNR Lyon, DI-EE-06-605

CNR, 2007, Réhabilitation du vieux Rhône de Péage de Roussillon, Augmentation du débit réservé et renaturation des îlots, Etude de définition et d'avant-projet, Phase 3 : Elaboration des avant-projets sur 2 à 3 scénarios de débit réservé et de restauration des îlots, CNR, Lyon, DI-EE-07-058

CNR, réserve naturelle de l'île de la platière, 2003, Vieux-Rhône de péage de Roussillon, réserve naturelle de la platière, site NATURA 2000, réhabilitation des îlots de Noyer Nord et de l'Ilon projet, CNR, Lyon, DPE-F 030074

CNR, 2002, vieux-Rhône de l'aménagement de péage de Roussillon, réhabilitation des îlots de Noyer nord et l'Ilon, projet indice a, CNR, Vienne, DIT GCE T457 02-2161

BURGEAP, 2005, Etude préalable à la restauration de la nappe d'accompagnement du Rhône, Phase 1 et 2, BURGEAP, Lyon, Rly.1636

Pissevin, S, 2004, Bilan de la mise en œuvre du document d'objectifs, Moyenne vallée du Rhône et basses vallées de la Drôme et du Roubion, sites: FR 820 1749 - FR 820 1677 - FR 820 1678 - FR 820 1679, Association des amis de l'île de la Platière, Sablons

Pont, B, Raspail, L, 2008, Evaluation de l'influence des différents paramètres de restauration sur différents compartiments biologiques, Association des amis de l'île de la Platière,

MALAVOI, J.R., SOUCHON, Y, 2002, Description standardisée des principaux faciès d'écoulement observables en rivière: clé de détermination qualitative et mesures physiques, Bull.FR.Pêche Pisci, 365/366

MALAVOI, J.R., 1989, Typologie des faciès d'écoulement ou unités morpho dynamiques des cours d'eau a haute énergie, Bull.FR.Pêche Pisci, 315

Décret loi :

Ministère des transports, de l'équipement, du tourisme et de la mer, et le ministère de l'écologie et du développement durable, 2006, Arrêté du 09/08/06 relatif aux niveaux à prendre en compte lors d'une analyse de rejets dans les eaux de surface ou de sédiments marins, estuariens ou extraits de cours d'eau ou canaux relevant respectivement des rubriques 2.2.3.0, 4.1.3.0 et 3.2.1.0 de la nomenclature annexée au décret n°93-743 du 29 mars 1993, journal officiel n°222, du 24 septembre 2006, pp 1 – 4

Ministère d'Etat, ministre de l'écologie, de l'énergie, du développement durable et de l'aménagement du territoire, 2008, Arrêté du 30/05/08 fixant les prescriptions générales applicables aux opérations d'entretien de cours d'eau ou canaux soumis à autorisation ou à déclaration en application des articles L.214-1 à L.214-6 du code de l'environnement annexée au tableau de l'article R.214-1 du code de l'environnement, journal officiel n°147, du 25 juin 2008, pp 1 – 6

Référence bibliographie volet Européen

Rapports d'études :

Agence de l'Eau Seine Normandie, (2006). Protection et gestion des rivières du secteur Seine-aval. France. 150p.

Blossier, C. (1999). Etude sur modèle physique de protections anti-batillage par cordon en enrochements. Rapport de Travail de fin d'études à la CNR. Ecole Centrale de Lyon. 50p. + annexe.

C.N.R., (2008). Direction Ingénierie Eau et Environnement. Cahier technique de protection et de valorisation des berges et digues du Rhône. France. 51p. + annexe.

C.N.R., (1995). Réduction du batillage par le génie biologique. Essais réalisés sur la Saône. DI-EL 95-823. 16p. + annexe.

Guerin, (2000). Evolution physique et biologique des aménagements écologiques réalisés sur le canal de Niffer-Mulhouse. Rapport de stage. Université de Franche Comté. 35p. + annexe.

Lachat, B. (2008). Bureau d'études Biotec. Guide de protection des berges de cours d'eau en techniques végétales. Suisse. 290p.

Moiroud, C. (1997). Aménagement des berges des cours d'eau et des voies navigables : végétalisation par semences d'hélophytes. Thèse de Doctorat. Univ. de Savoie. 191p.

P.I.A.N.C. Working Group 99. (2008). Inland Navigation Commission. Considerations to reduce environmental impacts of vessels. PIANC secretariat General, Bruxelles.

S.I.R.A.S., (1992). Liaison Saône-Rhin. Bief de Niffer-Mulhouse. Etat de référence et impact hydrobiologique et phyto-écologique. propositions d'aménagements. 59p. + annexe.

Voies Navigable de France, (2000). Définition des fonctionnalités écologiques des berges des canaux pour la navigation – application à leur végétalisation. Univ. De Bourgogne et Espace Environnement Développement. 63p.

Articles de périodiques :

Ali M.M., Murphy K.J., Langendorff J. (1999). Interrelations of river ship traffic with aquatic plants in the River Nile, Upper Egypt. *Hydrobiologia* 415, 93-100.

Blumstein D.T., Anthony L.L., Harcourt R., Ross G. (2003). Testing a key assumption of wildlife buffer zones: is flight initiation distance a species-specific trait *Biological Conservation* 110: 97-100.

Bouffard S. 1982. Wildlife values versus human recreation : Ruby Lake Wildlife Refuge. *Trans. North Am. Wildlife Nat. Res. Conference* 47: 553-558.

Carney K.M., Sydeman W.J. (1999). A review of human disturbance effects on nesting colonial waterbirds. *Waterbirds* 22: 68-79.

Doyle R.D. (2001). Effects of waves on the early growth of *Vallisneria americana*. *Freshw. Biol.* 46, 389-397.

Doyle R.D. (2000). Effects of sediment resuspension and deposition on plant growth and reproduction. U.S. Army Corps of Engineers, Vicksburg, Upper Mississippi River – Illinois Waterway System Navigation Study, ENV Report 28.

Gutreuter S., Dettmers J.M., Wahl D.H. (2003). Estimating mortality rates of adult fishes from entrainment through the propellers of river towboats. *Trans. Am. Fish. Soc.* 132, 646-661.

Hickey G.M. (1979). Survival of fish larvae after injury. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 37, 1-7.

Holland L.E. (1987). Effect of brief navigation-related dewaterings on fish eggs and larvae. *North Am. J. Fish. Mgmt.* 7, 145-147.

Holland L.E. (1986). Effects of barge traffic on distribution and survival of ichthyoplankton and small fishes in the Upper Mississippi River. *Trans. Am. Fish. Soc.* 115, 162- 165.

Keevin T.M., Maynard S.T., Adams S.R., Killgore K.J. (2000a). Mortality of fish early life stages resulting from hull shear associated with passage of commercial navigation traffic. U.S. Army Corps of Engineers, Environmental Report ENV 35.

Killgore K.J., Maynard S.T., Chan M.D., Morgan II R.P. (2001). Evaluation of propeller-induced mortality on early life stages of selected fish species. *North Am. J. Fish. Mgmt.* 21, 947-955.

Killgore K.J., Murphy, C., Wolff, D., Keevin, T. (2005). Evaluation of towboat propeller-induced mortality of juvenile and adult fishes. U.S. Army Corps of Engineers, Environmental Report ENV 56.

Knapton R.W., Petrie S.A., Herring G. (2000). Human disturbance of diving ducks on Long Point Bay, Lake Erie. *Wildlife Society Bulletin* 28: 923-930.

Krauß M. (1992). Röhrichrückgang an der Berliner Havel – Ursachen, Gegenmaßnahmen und Sanierungserfolg. *Natur und Landschaft* 67, 287-292.

Miller J.R., Hobbs N.T. (2000). Recreational trails, human activity, and nest predation in lowland riparian areas. *Land. Urb. Plan.* 50: 227-236.

Miller A.C., Paine B.S. (1996). Effects of increased commercial navigation traffic on freshwater mussels in the Upper Mississippi River: Final synthesis report. U.S. Army Corps of Engineers, Vicksburg, Technical report EL-96-6.

- Morgan II R.P., Rasin Jr. V.J., Noe L.A. (1983). Sediment effects on eggs and larvae of striped bass and white perch. *Trans. Am. Fish. Soc.* 112, 220-224.
- Morgan II R.P., Ulanowicz R.E., Rasin Jr. V.J., Noe L.A., Gray G.B. (1976). Effects of shear on eggs and larvae of striped bass, *Morone saxatilis*, and white perch, *M. americana*. *Trans. Am. Fish. Soc.* 105, 149-154.
- Murphy K.J., Eaton J.W. (1983). Effects of pleasure-boat traffic on macrophyte growth in canals. *J. Appl. Ecol.* 20, 713-729.
- Schöll F., Balzer I. (1998). Das Makrozoobenthos der deutschen Elbe 1992-1997. *Lauterbornia* 32, 113-132.
- Tyser R.W., Rogers S.J., Owens T.W., Robinson L.R. (2001). Changes in backwater plant communities from 1975 to 1995 in navigation pool 8, Upper Mississippi River. *Regul. Rivers: Res. Mgmt.* 17, 117-129.
- Waller A.J., Sime C.A., Bissell G.N., Dixon B.G. (1999). Semi-aquatic mammals. In: Joslin G., Youmans H. (eds) *Effects of Recreation on Rocky Mountain wildlife: a review for Montana*. Montana Chapter of the Wildlife Society, Montana, 5.1-5.25.
- Ward D., Andrews J. (1993). Waterfowl and recreational disturbance on inland waters. *British Wildlife* 4: 221-229.
- Wolter C., Arlinghaus R. (2004). Burst and critical swimming speeds of fish and their ecological relevance in waterways. *Berichte IGB* 20, 77-93.

Liste des figures

Figure 1: Localisation des aménagements du Rhône	6
Figure 2: Carte de localisation du site d'étude	13
Figure 3: Débits moyens mensuels du Vieux-Rhône à Ternay entre 1920 et 2001	14
Figure 4 : Débits moyens mensuels du Vieux Rhône à Serrières (2000-2008)	15
Figure 5: Extrait de la carte géologique n°29 – Lyon au 1 / 250 000 (BRGM, 1980)	16
Figure 6: Photographie du reboisement effectué sur l'île de la Boussarde	20
Figure 7: MNT de l'épi N°3 de la lône de la Boussarde	22
Figure 8: Image extrait d'AutoCAD, profil en travers N°5 de la lône de Noyer Sud	23
Figure 9: Photographie de la brèche sur l'épi aval de la lône de la Boussarde	24
Figure 10: Méthode de calcul du Qsm (Source : guide dragage VNF)	26
Figure 11. Schéma simplifié du protocole de caractérisation des sédiments	26
Figure 12. Interprétation des résultats du test éco-toxicologique <i>Brachionus calyciflorus</i>	27
Figure 13: Photographie, prélèvements de sédiments à l'aide d'une tarière à main	28
Figure 14: Photographie de <i>Sparganium emersum</i>	29
Figure 15: Photographie de la lône de Noyer Sud	31
Figure 16: Image extrait d'AutoCAD, profil en travers N°9 de la lône de Noyer Sud	32
Figure 17: Courbes des vitesses et des lignes d'eaux modélisées	33
Figure 18: Photographie d'une coupe réalisée sur le sommet de l'épi N°3 de la lône de la Boussarde.....	34
Figure 19: Photographie d'une mare de la lône de la Sainte	Erreur ! Signet non défini.
Figure 20: Représentation graphique du profil en long modélisées sur la lône de Noyer Sud	36
Figure 21: Représentation graphique des vitesses modélisées sur la lône de Noyer Sud	37
Figure 22: Photographie de la digue longitudinale en aval de la lône de la Boussarde (source CNR)	38

Liste des tableaux

Tableau 1: Débits caractéristiques (m3/s) de l'aménagement de Péage de Roussillon	15
Tableau 2: Proposition de modulation du débit réservé du Rhône court-circuité du Péage de Roussillon	24
Tableau 3: Nombre de lieux de prélèvement à réaliser en fonction du volume de matériaux	25
Tableau 4: Niveaux relatifs aux éléments et composés traces définis dans l'arrêté du 09/08/06	25
Tableau 5: Groupement floristiques de la lône de la Sainte en fonction de l'altitude	35
Tableau 6: Coût d'installations et des travaux préparatoires	41
Tableau 7: Coût des travaux de terrassement	42
Tableau 8: Coût des transports	43
Tableau 9: Coût du génie végétal	43
Tableau 10: Coût des travaux de restauration par lône	43

Liste des annexes

Annexe 1 : Scénarios de restauration des îlons

Annexe 2 : Carte de situation

Annexe 3 : Carte des enjeux et des contraintes

Annexe 4 : Carte de situation des points de prélèvements

Annexe 5 : Ecologie des espèces protégées

Annexe 6 : Carte des hauteurs d'eau et de sédiments de la îlon de la Boussarde

Annexe 7 : Profils bathymétriques au PK 57.4 et 57.8

Annexe 8 : Carte de l'épaisseur de sédiments

Annexe 9 : Tableau des résultats des analyses sédimentaires

Annexe 10 : Cahier des profils en travers de la îlon de Noyer Sud

Annexe 11 : Localisation et résultats des analyses de sédiments

Annexe 12 : Cahier des profils en travers de la îlon de la Boussarde

Annexe 13 : Cahier des profils en travers de la îlon de la Sainte

Annexe 14 : Liste des contacts établis dans le cadre du volet Européen

Annexe 15 : Fiche descriptive d'une technique de protection de berge en génie végétal appliqué aux voies navigables

Annexe 16 : Carte des enjeux du canal de Nimy-Blaton

Table des matières

Sommaire.....	1
Résumé.....	2
Abstract.....	3
Sigles et abréviations.....	4
1 Introduction.....	5
2 Présentation de la CNR.....	6
2.1 Quelques données sur le Rhône.....	6
2.2 Origine et statut de la CNR	6
2.3 Les missions et actions de la CNR	6
2.4 La Direction de l'Ingénierie (DI).....	7
2.5 Le département Cours d'Eau et Navigation (DI-CEN)	7
3 Objectifs du stage	8
4 Contexte	9
4.1 Application locale d'un programme global	9
4.1.1 Au cœur d'une volonté politique globale.....	9
4.1.1.1 Le plan décennal.....	9
4.1.1.2 Le plan Rhône	9
4.1.2 Un projet local	10
4.1.2.1 Le comité de pilotage	10
4.1.2.2 Les différentes phases du projet.....	10
4.2 Site d'étude	13
4.2.1 Localisation	13
4.2.2 Caractéristiques physiques.....	13
4.2.2.1 Le fonctionnement de l'aménagement du Péage de Roussillon.....	13
4.2.2.2 Contexte hydrologique	14
4.2.2.2.1 Station limnimétrique de Ternay-Givors	14
4.2.2.2.2 La station hydrologique de Serrières	15
4.2.2.3 Contexte climatique.....	16
4.2.2.4 Contexte géologique	16
4.2.2.5 Contexte pédologique	16
4.2.2.6 Contexte biologique.....	16
4.2.3 Usages, enjeux, et acteurs	17
4.2.3.1 Occupation du sol.....	17
4.2.3.2 Des richesses écologiques protégées	17
4.2.3.3 Un secteur contraint par les usages anthropiques.....	18
4.2.3.4 Zone Atelier Bassin du Rhône (ZABR)	19
5 Matériels et méthodes.....	20
5.1 Données d'entrées	20
5.1.1 Analyse des sites : problématiques foncières.....	20

5.1.1.1	Noyer Sud	20
5.1.1.2	La Boussarde	20
5.1.1.3	La Sainte	21
5.1.2	Analyse des sites : compléments topographiques	21
5.1.2.1	Organisation de la campagne topographique et bathymétrique	21
5.1.2.2	Exploitation des données	22
5.1.3	Analyse des sites : données hydrauliques.....	23
5.1.4	Analyse des sites : problématique sédiments.....	25
5.1.4.1	Réglementations	25
5.1.4.2	Organisation de la campagne Terrain.....	28
5.1.5	Analyse des sites : Composantes biologiques	29
5.2	Méthodes de restauration	30
5.2.1	Noyer Sud	30
5.2.1.1	Contraintes projet.....	30
5.2.1.2	Les modélisations hydrauliques	32
5.2.2	La Boussarde	34
5.2.2.1	Contraintes projet.....	34
5.2.3	La Sainte	35
6	Résultats	36
6.1	Lône de Noyer Sud	36
6.1.1	Le projet de restauration	36
6.1.2	Caractérisation des sédiments fins.....	38
6.1.3	Accès chantier	38
6.2	Lône de la Boussarde	38
6.2.1	Le projet de restauration	38
6.2.2	Caractérisation des sédiments fins.....	39
6.2.3	Accès chantier	39
6.3	Lône de la Sainte	40
6.3.1	Le projet de restauration	40
6.3.2	Caractérisation des sédiments fins.....	40
6.3.3	Accès chantier	41
6.4	Estimation financière	41
6.5	Volet Européen.....	44
6.5.1	Analyse bibliographique.....	44
6.5.2	Liste des gestionnaires des voies navigables.....	44
6.5.3	Fiches de génie végétal appliquées aux voies navigables.....	45
6.5.4	Cartographie	45
7	Discussion	47
8	Conclusion	50
	Références bibliographiques.....	51
	Liste des figures et des tableaux.....	55
	Liste des annexes.....	56
	Table des matières.....	57