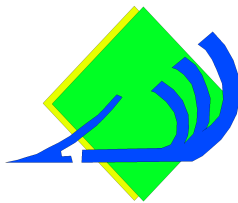


2, chemin des Marronniers
38100 Grenoble
Tél. 04 76 48 81 00
Fax 04 76 48 81 01
email : adisere@wanadoo.fr



ASSOCIATION
DEPARTEMENTALE
Isère Drac Romanche



imacof



Contribution à la mise en place d'un SIG pour la gestion de la végétation sur les digues de l'hydrosystème Drac-Romanche



Anthony LAURENT

**Stage de DESS Ingénierie des Hydrosystèmes
Continents en Europe (2004)**

SOMMAIRE

Résumés	3
Introduction	4
I. CONTEXTE DE L'ETUDE	5
A. La structure d'accueil	5
1. Organisation	5
2. Sa vocation : le diagnostic et la gestion des digues	6
B. Conséquences de l'anthropisation des hydrosystèmes alpins sur la végétation riveraine	8
C. Problèmes posés par la végétation	9
D. Les acteurs intervenant dans la réalisation du plan de gestion	13
E. Ma mission	14
II. PRESENTATION GENERALE DE LA PLAINE ALLUVIALE DE BOURG D'OISANS	15
A. ANALYSE GLOBALE DE L'ENSEMBLE DU BASSIN VERSANT	15
1. Localisation et caractéristiques	15
2. Le réseau hydrographique	16
B. ANALYSE GLOBALE DE LA PLAINE ALLUVIALE DE BOURG D'OISANS	18
1. Formation de la plaine alluviale	18
2. Climat	18
3. Occupation du sol et activité humaine	19
4. Hydrologie	20
5. Dynamique fluvial et transport solide	24
6. Qualité de l'eau	27
7. Le patrimoine naturel	27
a. Les habitats et la flore	29
b. La faune	32

III. CARTOGRAPHIE DE LA VEGETATION DES DIGUES	35
A. Acquisition des données	35
1. Système de repérage et mesures	35
2. Description des groupements végétaux	38
a. Données qualitatives	38
b. Données quantitatives	43
3. Description des éléments ponctuels	44
4. Description des espèces invasives	46
5. Synthèse des données relevées	47
B. Traduction des données de terrain dans un système d'information géographique	49
1. Tracé du chemin de digue et mise en forme des données	50
2. La création des polygones et des points	51
IV. ORIENTATIONS DU PLAN DE GESTION ET PERSPECTIVES DE GESTION GLOBAL A LONG TERME	53
A. Les consignes de gestion	53
B. Gestion globale à long terme: vers une réhabilitation ?	55
C. Volet européen : la restauration des forêts alluviales	56
1. Les caractéristiques des forêts alluviales	56
2. Comment peut-on restaurer les forêts alluviales ?	60
3. Quelles perspectives futures pour la restauration ?	62
Conclusion	63
Liste des figures et tableaux	64
Bibliographie	65
Annexes	66

RESUME

La présence d'importants peuplements arborés sur les digues du Drac et de la Romanche (affluent et sous affluent de l'Isère) est en contradiction avec les règles de sécurité à respecter sur ces ouvrages.

Ce document décrit la méthode utilisée pour caractériser les formations végétales présentes sur les digues (informations qualitatives et quantitatives sur les types de groupement, les individus remarquables et la présence d'espèces invasives) puis pour transcrire ces données dans un système d'information géographique. Cet outil permettra par la suite l'élaboration d'un plan de gestion de la végétation visant à diminuer les risques de rupture de digues.

Mots clés : digues, cartographie, type de formation végétale, base de donnée, système d'information géographique.

SUMMARY

The presence of trees on dykes of Drac and Romanche goes against the safety rules governing these embankments.

This paper exposes the method used to characterize vegetation type (qualitative and quantitative informations about grouping, remarkable individuals and invasive species) then to transcribe these data in a geographic information system. As a result, this tool will allow the development of a management program for wooded areas in order to reduce risk of dykes' rupture.

Keywords: dyke, cartography, vegetation, base of data, geographic information system.

INTRODUCTION

Au cours des deux derniers siècles, l'homme a profondément modifié les fonctionnements hydrologiques et géomorphologiques des cours d'eau alpins en réalisant de nombreux aménagements. En premier lieu, un endiguement étriqué a été mis en place sur une partie conséquente de l'espace alluvial pour assainir les fonds de vallées et permettre l'installation de l'agriculture et de l'urbanisation.

Sur les hydrosystèmes Isère, Drac et Romanche, de luxuriants peuplements arborés se sont installés sur les digues suite à l'absence de gestion de la végétation depuis plus d'une trentaine d'années. Ces peuplements présentent des inconvénients vis-à-vis de l'intégrité des digues. L'Association Départementale Isère Drac Romanche, qui a pour vocation l'entretien des ouvrages de protection contre les inondations, souhaite gérer cette végétation de manière raisonnée. Cette démarche s'inscrit dans un contexte global de rénovation et de protection des digues.

L'état des lieux et le diagnostic de la végétation des digues du Drac et de la Romanche ont été réalisés lors de ce stage. Les données récoltées ont été traduites sous un système d'information géographique. Cet outil permettra par la suite la mise en place d'un plan de gestion.

Après l'analyse du contexte global et la présentation générale du domaine d'étude sur la Romanche, le document suivant expose les méthodes employées lors du travail de terrain puis lors des manipulations informatiques. Une dernière partie aborde les orientations du futur plan de gestion, les perspectives d'une gestion globale à long terme et les résultats du programme de recherche européen « Floodplain biodiversity and restauration ».

I. Contexte de l'étude

A. La structure d'accueil

1. Organisation

L'Association Départementale d'aménagement de l'Isère, du Drac et de la Romanche (ADIDR, communément appelé « l'AD ») est un établissement public à caractère administratif constitué en vue de l'aménagement et de l'entretien du système de protection contre les inondations et d'assainissement des plaines de l'Isère, du Drac et de la Romanche. Elle a été créée par décret du Conseil d'Etat en 1936 pour désigner un seul et unique interlocuteur chargé d'entretenir les digues, mises en place par l'Etat depuis le XIX^e siècle. Son statut est actualisé par l'ordonnance n°2004-632 du 1^{er} juillet 2004 relative aux associations syndicales de propriétaires, à compléter par un décret du Conseil d'Etat en cours de préparation. Les statuts seront modifiés par arrêté préfectoral.

L'Association Départementale réunit le département de l'Isère, 62 communes et 13 associations syndicales (autorisées ou constituées d'office) de propriétaires comprises dans son périmètre. Ces 3 collèges fournissent respectivement à hauteur de 50%, 25% et 25% des voix, la représentation à l'assemblée générale et au comité de l'association et dans des proportions identiques les financements indispensables au déroulement de ses missions.

Le périmètre d'action comprend les zones historiquement inondables des 3 vallées soit près de 25000 ha, environ 300 km de digues et plus de 700 km de ruisseaux, canaux et fossés.

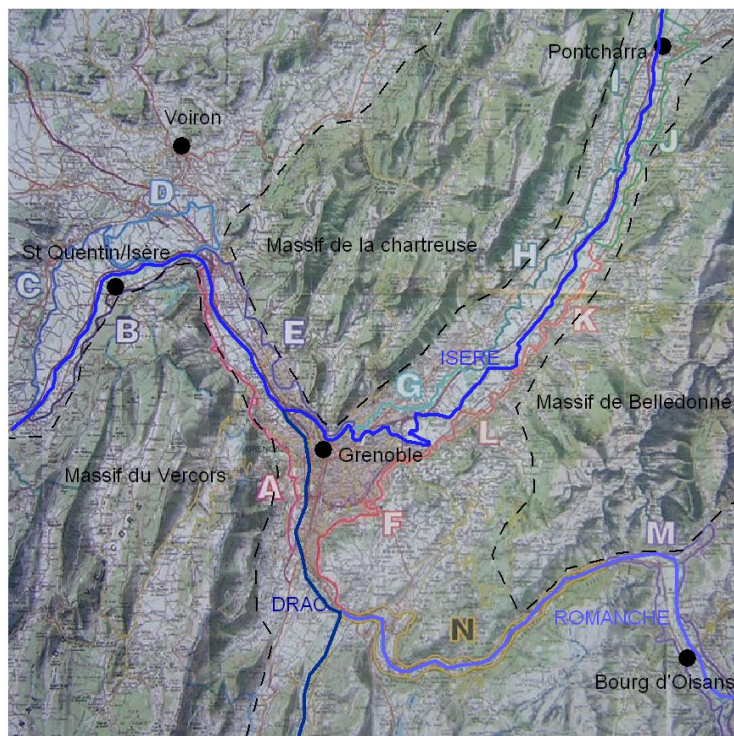


Fig. 1 : Le périmètre d'action de l'ADIDR (ensemble des surfaces de A à M).

En 2003, l'AD a disposé d'un budget d'environ 3800 k€ dont 1500 M€ sont allés aux dépenses de fonctionnement et 2300 k€ aux dépenses d'investissement.

Une dizaine de personne compose les services de l'AD :

Président : Charles BICH
 Directeur : Jean COGNET

3 fonctions	Administratif et Financier	Technique	Système d'information
Responsable Assisté de	J. JUBIER I. FOURNY L. CHIKHAOUI	M. PINHAS L. CHIKHAOUI	V. PLATZ
3 missions	Etudes générales et territoire	Surveillance, entretien et diagnostic	Projets et travaux
Responsable Assisté de	V. PLATZ	J-F. GOMES C. BROCHIER G. CARDINET	P. ARGENTIER B. CARELLA

Tab. 1 : Organisation technique de l'Association Départementale Isère Drac Romanche

2. Sa vocation : le diagnostic et la gestion des digues

➤ Un diagnostic en 8 étapes

La préoccupation essentielle de l'AD est le risque de rupture de digues, avant même débordement, puisque plusieurs facteurs fragilisent les ouvrages :

- les cours d'eau (Isère, Drac et Romanche) se sont approfondis suite aux extractions de matériaux en lit mineur,
- les digues construites en matériaux extraits des cours d'eau sont relativement perméables,
- la végétation ligneuse a fortement recouvert les ouvrages et ses racines colonisées le corps de digue,
- les atterrissements, autrefois mobiles, se végétalisent et s'exhaussent à chaque petite crue ce qui renvoie l'écoulement vers les berges et en accélère l'érosion.

Depuis 2002, avec l'appui du CEMAGREF et du CETE, d'universités et de bureau d'études spécialisés, l'AD a mis au point un diagnostic en 8 étapes pour prévenir les risques de rupture de digues : - étude hydraulique,

- étude historique,
- étude géomorphologique,
- étude de la géométrie de la digue,
- inspection visuelle détaillée,
- étude de la végétation,
- inspection interne en continu du corps de digue par méthodes géophysiques,
- reconnaissances géotechniques.

La synthèse de ces éléments permet donc d'établir un diagnostic des ouvrages et de mettre en oeuvre un programme pluriannuel d'intervention pour leur entretien et leur réparation.

➤ *Les outils de gestion*

L'AD met actuellement en place des outils informatiques performant de gestion des digues assurant ainsi un meilleur suivi des ouvrages.

Le Système d'Informations à Références Spatiales (SIRS)

Le Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable a engagé, en collaboration avec la CEMAGREF, différentes actions visant à mieux connaître le linéaire et l'état des digues de protection contre les inondations. Il a ainsi initié les premiers travaux pour l'élaboration d'un SIRS, outil informatique spécifique aux gestionnaires des digues généralisable à l'ensemble du territoire national.

En 2001, le CEMAGREF a étudié la faisabilité du SIRS-Digues pour le Syndicat Mixte d'Aménagement des Dignes du Rhône Et de la Mer (SYMADREM). En 2002, l'AD a rejoint ce groupe de travail et s'est engagée dans une démarche de développement SIRS-Digues sur l'Isère, le Drac et la Romanche qui sera avec celui de la Camargue, le premier en France.

Ainsi, fin 2004, l'AD disposera d'un outil performant de gestion des digues centralisant les éléments disponibles sur ces ouvrages.

Le plan de gestion de la végétation des digues

L'absence de gestion de la végétation a eu pour conséquence la mise en place de luxuriants groupements arborés sur les digues. Ceci est totalement contradictoire avec les règles de sécurité à respecter sur ces ouvrages de protection contre les inondations.

Pour minimiser les risques de ruptures liés aux arbres, un Système d'Information Géographique (SIG) et un plan de gestion sont en cours d'élaboration sur le domaine de compétence de l'AD.

A terme, le SIG végétation sera compatible au SIRS-Digues.

B. Conséquences de l'anthropisation des hydrosystèmes alpins sur la végétation riveraine

L'histoire des cours d'eau alpins montre que l'homme a profondément modifié leurs fonctionnements hydrologiques et géomorphologiques ce qui n'est évidemment pas sans conséquence sur les communautés végétales riveraines.

Les principaux facteurs naturels influençant la végétation riveraine sont :

- la pente, paramètre fondamental responsable de la composition granulométrique des sols alluviaux,
- les débits et les crues qui contrôlent d'une part le charriage des éléments de fond et d'autre part l'amplitude des variations de la ligne d'eau. Le déplacement du talweg dans l'espace horizontal et vertical suite aux processus d'érosion et de sédimentation conditionne l'évolution de la végétation. Les écarts entre la ligne d'eau entre période de crue et d'étiage imposent des conditions écologiques particulières,
- le régime des cours d'eau qui conditionne l'approvisionnement en eau des terrains riverains,
- la largeur du lit d'inondation qui conditionne la nature des groupements végétaux ainsi que leur importance quantitative.

Les interventions de l'homme ont modifié certains de ces facteurs. De manière globale, les changements induits sur l'Isère, le Drac et la Romanche sont du même type.

Déconnection lit mineur /lit majeur due à l'endiguement

A partir du début du XIX^e siècle, les ouvrages latéraux réalisés pour s'approprier une partie conséquente de l'espace alluvial au dépend de l'espace de liberté des cours d'eau constituent la première atteinte majeure.

Incision généralisée des lits actifs suite aux extractions de granulats

L'abondance des transports de charge de fond et l'endiguement insubmersible ont eu pour conséquence l'exhaussement progressif du chenal. Au milieu du XX^e siècle, le lit exhaussé ne pouvait plus assurer l'écoulement des crues de moyenne importance. Pour répondre à ces problèmes, des dragages d'approfondissement du lit ont été entrepris, les déblais étant utilisés pour surélever et renforcer les digues. A la fin du XX^e siècle, des autorisations d'extraction ont également été délivrées aux entreprises pour diverses constructions.

Dérivation d'une partie des débits liquides, piégeage de la charge de fond et écrêtements des pics de crues dus aux aménagements hydroélectriques

Dans la même période, le développement d'aménagements hydroélectriques est en plein essor. Chutes et usines au fil de l'eau, réservoirs de stockage, adductions et dérivations de torrent, dérivations trans-bassins ont accentué les transformations de l'hydrologie de l'Isère et de ses affluents.

Il résulte de ces aménagements des modifications durables du régime des écoulements superficiels et souterrains qui ont provoqué des ajustements quantitatifs et qualitatifs des communautés végétales riveraines des cours d'eau.

L'abaissement des nappes et la diminution des contraintes liées à l'excès d'eau et d'énergie se traduisent par la descente d'espèces collinéennes et montagnardes, qui n'ont plus à redouter l'inondation et l'anoxie, et la réduction de l'espace favorable aux bois tendres tolérant une longue période de submersion (cf. Annexe 1 et Annexe 2).

On assiste à une augmentation de la richesse en ligneux et une perte de spécificité. L'espace occupé par les espèces hygrophiles et mésohygrophiles comme les *Salix*, *Populus*, *Alnus glutinosa* et *A. incana* diminue. A la place de celles-ci, on assiste au développement d'espèces :

- collinéennes mésophiles comme *Acer platanoïdes*, *A. pseudoplatanus*, *Carpinus betulus*, *Corylus avellana*, *Fagus sylvatica*, *Quercus robur*, et les *Tilia*.
- collinéennes thermophiles comme *Laburnum anagyroides*, *Acer monspessulanum*, *Pinus sylvestris*, *Quercus pubescens*, *Acer opalus* et à un degré moindre *Buxus sempervirens*.
- montagnardes comme *Picea abies*, *Abies alba*, *Ulmus montana*, *Sorbus aucuparia* et *Sorbus aria*.

De plus, les remaniements anciens ont favorisé le développement d'importants groupements à *Robinia pseudoacacia* sur les digues et plus récemment, l'installation des espèces « invasives ». Des espèces comme *Buddleia davidii*, *Falopia japonica* ou *Solidago canadensis* occupent de vastes surfaces. Si elle n'est pas entravée, la progression de ces populations peut conduire à une chute de la diversité aussi bien des espèces ligneuses que des espèces herbacées. De plus, on assiste à un début d'installation d'espèces réputées envahissantes dans d'autres hydrosystèmes comme *Amorpha fruticosa* ou *Senecio inaequidens*.

Il est donc nécessaire de prendre conscience que les changements qualitatifs et quantitatifs qui sont intervenus au sein de la mosaïque végétale sont d'origine anthropique.

C. Problèmes posés par la végétation

De manière générale, le contrôle de la végétation arborée permettra de limiter les risques de rupture des digues. Le maintien de conditions de parfaite visibilité des talus et pieds de digues facilite les inspections visuelles et les possibilités d'intervention rapide (notamment au moment des crues). De plus, la suppression des zones de couvert dissuade les animaux fouisseurs d'élire domicile dans la digue, donc diminue les risques de dégradation engendrés par leurs activités.

Pour mieux comprendre les effets négatifs de la végétation sur les digues, abordons la typologie des désordres et des mécanismes de rupture (Mériaux, Royet, Folton, 2001).

➤ *Erosion du talus et affouillement des pieds de berges :*

Les effets des courants hydrauliques peuvent provoquer des érosions à la base des talus qui accentuent la pente de ceux-ci et entraînent des glissements de terrains. Par ruptures successives du talus on peut aboutir à l'ouverture d'une brèche.

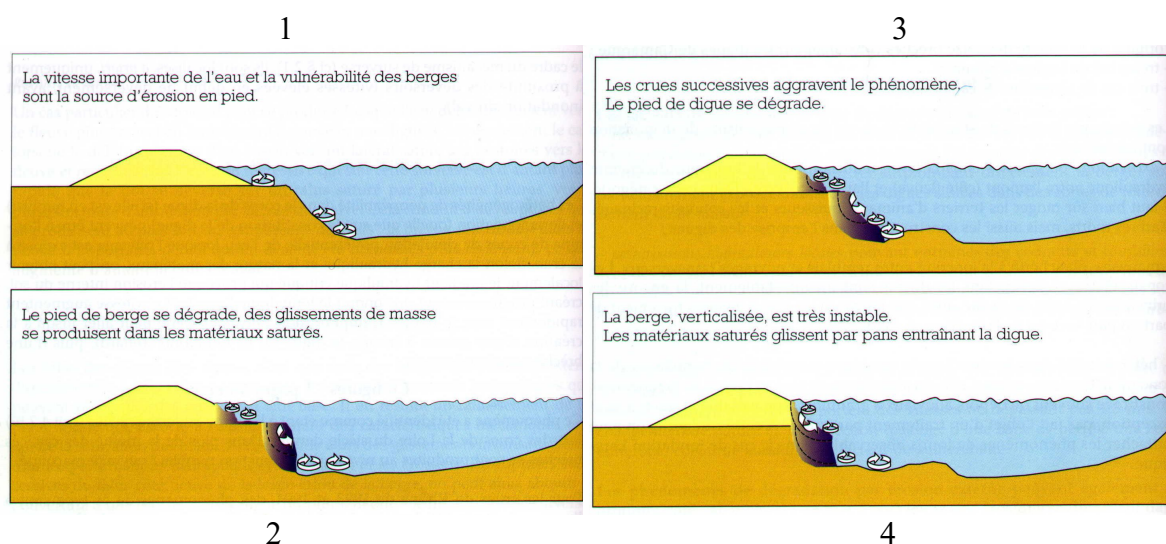


Fig. 2 : Mécanisme à l'origine de l'affouillement des pieds de berges.

Source : Guide pratique de surveillance, d'entretien et de diagnostic des digues de protection contre les inondations.

Les facteurs influençant ce type de dégradation sont :

- la vitesse moyenne de l'eau (influencée par la distance de la digue par rapport au lit mineur),
- la nature et l'état de protection du talus de digue coté rivière,
- les perturbations hydrauliques locales entraînant des courants et tourbillons avec des vitesses locales plus élevées que la vitesse moyenne du tronçon.

Les peuplements arborés colonisant les digues peuvent causer ces perturbations hydrauliques. Le phénomène d'érosion peut être accentué par l'apparition de mouvements tourbillonnaires autour des troncs de gros diamètres puis autour des racines découvertes. Cela se produit quand le sol n'est pas protégé par une couverture herbacée et/ou arbustive.

Le risque d'arrachement de grands arbres, poussant directement sur la digue, est également un facteur aggravant. La loupe de terre arrachée par le système racinaire peut déstabiliser directement la digue ou créer l'apparition de mouvements tourbillonnaires, provoquant ainsi une érosion.

Enfin, **le système racinaire peut déformer ou démanteler les maçonneries de pierre** parfois présentes (revêtements perreyés) par action mécanique.

➤ *La rupture d'ensemble :*

Elle est due à l'instabilité d'ensemble du corps de digue qui cède sous la pression de l'eau. Ce risque existe lorsque :

- les pentes de talus sont fortes (pentes inférieures à un ratio horizontal /vertical de 3/2)
- la piézométrie est élevée dans la digue à cause d'une absence de drainage et une présence de couches hétérogènes
- les matériaux du corps de digue ont une faible compacité
- **les berges sont chargées d'arbres importants**

Une variante de ce risque est envisageable lors d'une décrue rapide engendrant des sous-pressions.

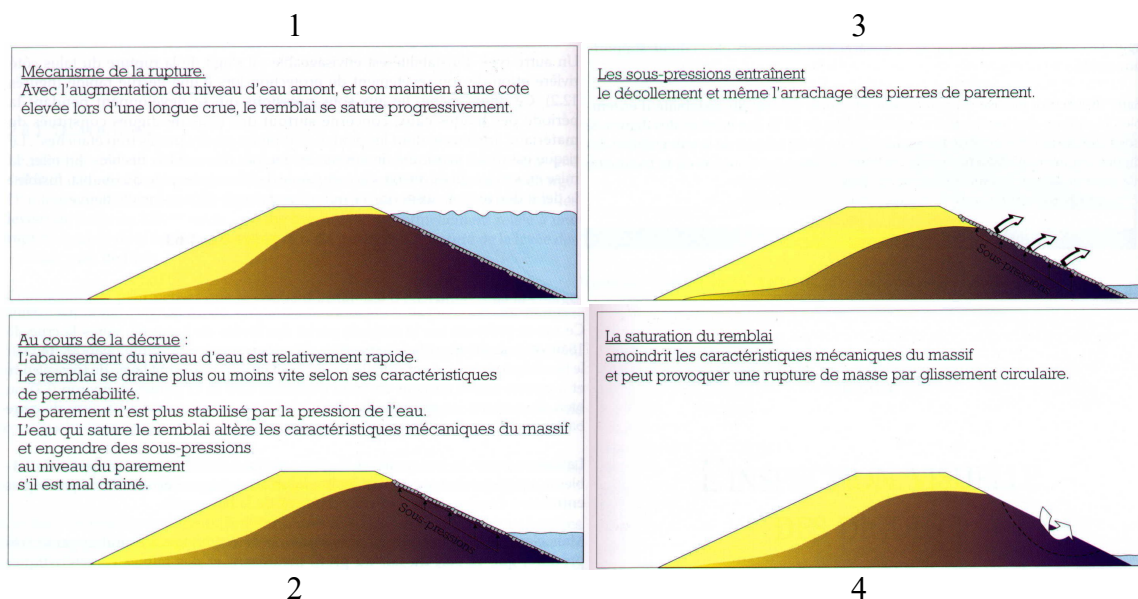


Fig. 3 : Mécanisme à l'origine de la rupture d'ensemble d'une digue.

Source : Guide pratique de surveillance, d'entretien et de diagnostic des digues de protection contre les inondations.

➤ *L'érosion interne régressive ou le « renard hydraulique » :*

Ceci est dû à un travail de sape de l'eau qui s'infiltre à travers le corps de digue non imperméable et ressort côté terre en entraînant les matériaux constitutifs de la digue. Une galerie va alors se constituer et s'agrandir pouvant provoquer la rupture de la digue.

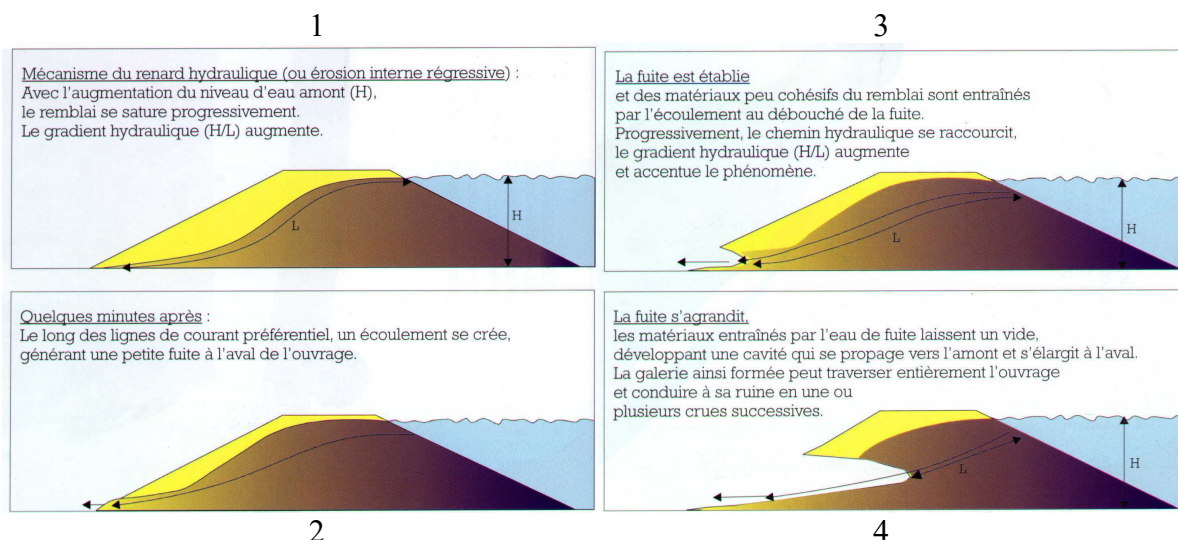


Fig. 4 : Mécanisme à l'origine de l'érosion interne régressive.

Source : Guide pratique de surveillance, d'entretien et de diagnostic des digues de protection contre les inondations.

Les facteurs aggravants sont :

- les galeries ou trous présents dans la digue : terriers, **conduits laissés par des racines mortes**,
- une mauvaise étanchéité entre remblais et ouvrages (traversée de canalisations...),
- l'hétérogénéité des matériaux constitutifs des digues.

Les racines qui pénètrent le corps de digue peuvent donc faciliter l'infiltration d'un filet d'eau. Plusieurs facteurs favorisent cette infiltration :

- la décomposition des racines mortes, tant que la racine est vivante et fonctionnelle le risque est plus faible,
- les racines qui entrent transversalement représentent un plus grand risque,
- les racines des arbres côté terre sont plus à craindre que celles des arbres coté rivière. Côté rivière, la conduite peut se combler partiellement, alors que coté terre l'érosion interne régressive peut se produire,
- la taille et la densité des racines entrent en ligne de compte.

Une étude spécifique sur les anciennes digues de l'Isère a mis en évidence la réalité du problème.

➤ **La surverse ou débordement :**

Les mécanismes décrits précédemment mettent en jeu directement la solidité de la digue et sont donc liés à son implantation, à sa conception, à sa surveillance et son bon entretien.

La surverse tient une place particulière puisqu'elle est due à un phénomène externe : la crue d'un niveau supérieur à l'événement de référence qui a servi au dimensionnement de la hauteur de la digue. C'est le risque majeur en cas de crue historique (comme pour le cas de la Loire lors des crues historiques du siècle dernier). Dans la plupart des cas, lorsque la crue passe par-dessus la digue, l'ouverture d'une brèche se produit rapidement par érosion

régressive du talus côté terre puis de la crête. C'est l'une des principales causes de rupture des digues en remblai.

Un plan de gestion de la végétation arborée est donc nécessaire et urgent. Dans l'idéal, les digues et leurs abords immédiats devraient être exempts d'arbres et recouvertes d'une végétation rase herbacée avec éventuellement quelques arbustes.

Cependant des contraintes mécaniques (risque de renard hydraulique aggravé par la nécrose de toutes les racines), écologiques (rôle de corridor, richesse floristique et faunistique problème des espèces invasives) et socio-économique (potentialités paysagères et récréatives) sont à prendre en compte dans la mise en place du plan de gestion (point détaillé en IV).

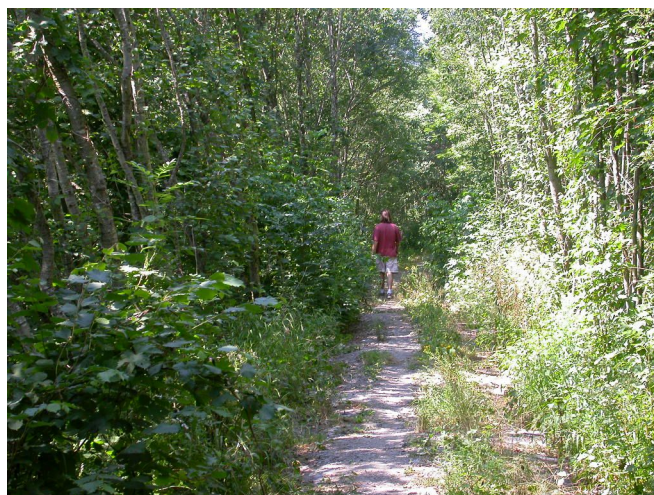


Photo 1 : Aperçu de la végétation présente actuellement sur les digues de la Romanche.

D. Les acteurs intervenant dans la réalisation du plan de gestion

En 2002 et 2003, l'état des lieux et les diagnostics de la végétation ont été réalisés sur l'Isère respectivement sur les tronçons Pontcharra – Grenoble puis Grenoble – St Gervais (*cf. fig.1*). Le plan de gestion va être appliqué sur ces tronçons dès l'automne 2004. Cette année c'est la végétation du Drac et de la Romanche qui a été caractérisée.

Le Laboratoire d'Ecologie Alpine (LECA)

Cette unité mixte de recherche est sous tutelle de l'Université Joseph Fourier (Grenoble 1) et du CNRS. Elle assure l'élaboration de l'état des lieux et le diagnostic de la végétation sous la responsabilité de Jacky Girel, ingénieur de recherche spécialiste des plaines alluviales alpines (communautés végétales alluviales, histoire de l'utilisation des sols, écologie du paysage et changements de biodiversité).

L'objectif est la caractérisation du couvert végétal grâce à la localisation spatiale des différentes communautés végétales, des individus remarquables et des espèces invasives.

Le laboratoire de géographie physique, géodynamique des milieux naturels et anthropisés (GEOLAB)

Unité mixte de recherche de l'université Blaise Pascal (Clermont-Ferrand) et du CNRS, le GEOLAB se charge de traduire les informations récoltées sous SIG. Frank Vautier, ingénieur de recherche au sein de la section hydrosystèmes et changements environnementaux, assure cette étape.

Le CEMAGREF, unité de recherche Agriculture et Forêt méditerranéennes d'Aix en Provence (AFAX)

A partir du SIG, Christian Ripert et Gaylord Doirat réalisent le plan de gestion de la végétation ainsi qu'une étude complémentaire sur l'évolution des systèmes racinaires dans le corps des digues.

E. Ma mission

Lors de ce stage, j'ai d'abord participé à l'élaboration de l'état des lieux et du diagnostic de la végétation sur les tronçons du Drac et de la Romanche (affluents et sous affluents de l'Isère) compris dans le périmètre d'action de l'AD. Au total c'est un linéaire de plus de 50 km qui a été cartographié de début mai à fin juillet.

Ce travail a été réalisé en équipe sous la tutelle de Jacky Girel qui, lors des nombreux relevés qu'il a effectués avec nous, a assuré une formation spécialisée sur la flore et l'écologie forestière des communautés ripariales. J'ai été chargé de coordonner le travail de l'équipe de terrain composée de Thomas Borel et Lilian Marchand (étudiants en maîtrise de biologie des populations et des écosystèmes) présents en mai et juin, puis Fabien Lecuyer (étudiant en BTS Gestion et Protection de la Nature) présent en juillet et août.

A la fin de cette étape les données de végétation étaient sous forme d'une base localisant et caractérisant les formations végétales.

Par la suite, j'ai contribué à la traduction de ces informations dans un Système d'Information Géographique (SIG). Ce travail a été effectué avec Franck Vautier au GEOLAB à Clermont-Ferrand. La validation des données et la mise en place du SIG ont été effectuées au mois d'août.

Une analyse globale et un inventaire des milieux ont été réalisés sur la plaine alluviale de Bourg d'Oisans à partir de synthèses d'études et d'une enquête effectuée auprès des différents acteurs intervenant sur la zone. Ce travail doit permettre de bien cerner les contraintes écologiques et paysagères qui sont à prendre en compte lors de la mise en place du plan de gestion.

II. PRESENTATION GENERALE DE LA PLAINE ALLUVIALE DE BOURG D'OISANS

A. ANALYSE GLOBALE DE L'ENSEMBLE DU BASSIN VERSANT

1. Localisation et caractéristiques

Le territoire est situé au sud-est du département de l'Isère, à l'interface des grandes unités structurales de Belledonne, du Taillefer, des Grandes-Rousses et des Ecrins. La vallée de la Romanche et celles de ses affluents forment la zone biogéographique alpine de l'Oisans.

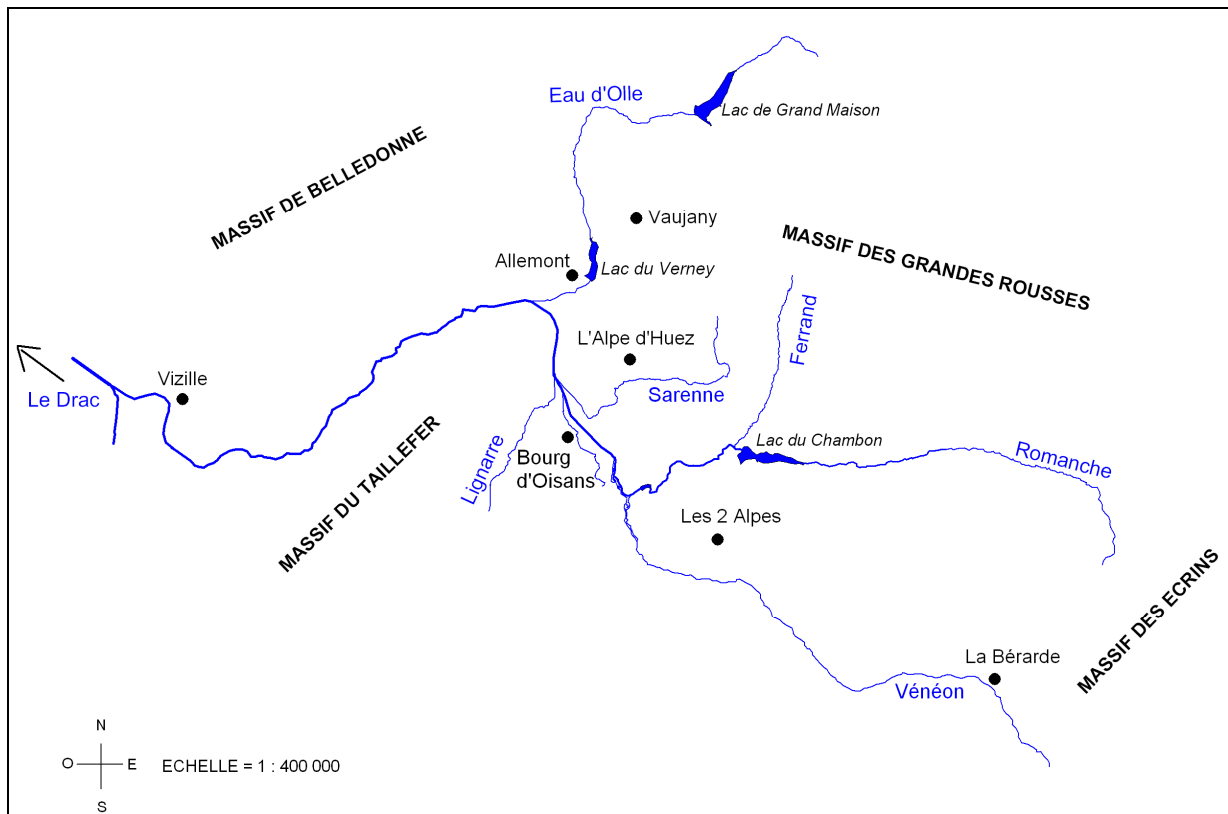


Fig. 5 : Représentation simplifiée du réseau hydrographique formé par la Romanche et ses principaux affluents.

Le bassin versant de la Romanche s'étend sur 1220 km². Il présente un caractère naturel alpin fortement marqué, le point le plus haut étant le Pic Lory (Barre des Ecrins) à 4088 m. Le relief est caractérisé par des massifs puissants dominant de profondes vallées aux versants escarpés.

La strate forestière couvre une faible partie du bassin (en dessous de 1800 m) de même que l'agriculture, limitée principalement à la plaine de Bourg d'Oisans. L'essentiel de la

superficie est donc constituée d'alpages qui cèdent leur place aux pierriers et aux neiges éternelles plus haut en altitude. Les glaciers de la Meije et des Grandes Rousses couvrent une petite partie de l'amont du bassin versant. Les fonds de vallée de la Romanche moyenne (plaine de Bourg d'Oisans) et aval (Vizille) présentent une urbanisation notable, de même pour les stations de ski que sont l'Alpe d'Huez et les Deux-Alpes.

En 2001, la population sur l'ensemble du bassin versant de la Romanche était d'environ 35000 habitants, soit une densité moyenne sur le territoire de 28,5 hab. /km² (*SAGE Drac-Romanche, 2003*). Cependant, 3 secteurs peuvent être distingués:

- **la haute Romanche en amont de l'Eau d'Olle :**

Ce secteur compte une modeste population sédentaire, environ 10 500 habitants, compte tenu de l'importance du bassin. Le grand développement du tourisme induit de fortes variations saisonnières de populations, cette dernière dépassant alors les 60 000 habitants. Les principaux pôles démographiques correspondent aux pôles d'attraction touristique (Huez-en-Oisans, Mont-de-Lans avec les stations de l'Alpe-d'Huez et des Deux-Alpes, Bourg d'Oisans, auxquelles s'ajoutent les stations de la vallée de l'Eau d'Olle). L'évolution démographique sur ce secteur est assez importante.

- **la moyenne Romanche :**

Avec 4925 habitants, la population est peu nombreuse et peu concernée par les activités touristiques. La population de cet ancien pôle industriel en fond de vallée est actuellement en diminution.

- **la Romanche aval :**

Le bassin s'urbanise fortement à l'approche de Grenoble. La population s'élevant à 19 360 habitants, se concentre en bordure du cours d'eau. Concernant l'évolution démographique, les communes présentent une évolution moyenne.

Le bassin de la Romanche, et en particulier l'Oisans est le principal moteur touristique du département de l'Isère, été comme hiver. C'est en hiver que la pratique massive des sports de neige entraîne pour les milieux des conséquences à travers les volumes de rejets domestiques traités ou non dans des cours d'eau à l'été. L'été, les activités liées à l'eau, parfois à but commercial, sont nombreuses et variées, surtout sur le haut bassin.

2. Le réseau hydrographique

La Romanche

La Romanche présente dans sa partie amont un régime nivo-glaciaire (hautes eaux en fin de printemps /début d'été et étiage en hiver) en grande partie alimenté par les glaciers de la zone centrale du parc national des Ecrins qui forment la plus grande masse glaciaire d'Europe. Plus en aval, les glaciers perdent de leur influence et la Romanche passe à un régime de type nivo-pluvial : la période des forts débits est comprise entre mai et fin juillet, mais les plus fortes crues sont des crues d'automne.

Depuis sa source au pied du glacier de la Plate des Agneaux, à 2050 m d'altitude, jusqu'à sa confluence avec le Drac en amont de Grenoble, à 260 m d'altitude, la Romanche parcourt 55 km avec une pente moyenne de 3.3%.

On peut identifier 4 tronçons principaux sur lesquels la Romanche présente des physionomies différentes.

La Haute Romanche de la source jusqu'à la confluence avec le Vénéon (22km, pente de 5.9%) : la Romanche est ici un gros torrent alpin, de 5 à 15 m de large, dévalant au fond d'une vallée encaissée jusqu'à la retenue du Chambon. En aval le Ferrand, son principal affluent à ce niveau se joint à elle, la rivière pénètre alors au coeur des gorges de l'Infernet qui s'étendent sur 6 km, jusqu'à la retenue du Clapier.

La Romanche dans la plaine de Bourg d'Oisans (15 km, pente de 0.3%) : c'est sur ce secteur de forte rupture de pente que la Romanche reçoit ses principaux affluents. Ce tronçon correspondant à la zone d'étude sera détaillé par la suite.

La Romanche dans les gorges de Livet-Gavet (10 km, pente de 3.3%) : la rivière s'engage dans un nouveau secteur de gorges et ne reçoit que de petits affluents.

La Romanche dans la plaine de Vizille (10 km, pente de 1.3%) : la rivière atteint une vallée glaciaire élargie, compte tenu d'un environnement urbain, la rivière se trouve endiguée sur au moins une berge.

L'hydrologie de la Romanche et de la plupart de ses affluents est fortement influencée par les aménagements hydroélectriques, différents types d'ouvrages existent :

- des ouvrages principaux de type retenu et leurs usines de production
- des installations avec prise d'eau /dérivation / usine de production,
- des microcentrales.

Ainsi on dénombre 23 aménagements de production (EDF et privées) sur le territoire (*SAGE Drac-Romanche, 2003*). Enfin, des digues ont été mises en place pour contenir les inondations et empêcher les divagations de façon ponctuelle dans la plaine de Bourg-d'Oisans et celle de Vizille.

Ses affluents

Les 6 principaux affluents sont le Ferrand, le Vénéon, la Rive, la Lignarre, la Sarenne et l'Eau d'Olle (*cf. fig. 5 page 15*).

Affluent	Rive d'affluence	Bassin versant de l'affluent (km²)	Bassin Versant de la Romanche à l'aval de la confluence (km²)
Ferrand	Droite		220
Vénéon	Gauche	316	689
Rive	Gauche	9	734
Lignarre	Gauche	30	734
Sarenne	Droite	58	792
Eau d'Olle	Droite	180	1000

Tab. 2 : Surface des bassins versants des principaux affluents de la Romanche.

Source : Etude hydrologique de la Romanche à Bourg d'Oisans.

Le Vénéon est issu de glaciers du massif des Ecrins. Il est endigué en rive droite en amont de la confluence avec la Romanche.

La Rive est un ruisseau provenant des petites et des grandes Sources, résurgences du pied du Massif de la Roche, à l'Ouest de la plaine de Bourg d'Oisans. La Rive est très peu endiguée dans la plaine.

La Lignarre prenant sa source dans les massifs situés à l'Ouest de Bourg d'Oisans. Torrent à forte pente en amont de la plaine, sa pente s'adoucit par la suite. La Lignarre est endiguée en rive droite et en rive gauche au niveau de la plaine jusqu'à sa confluence avec la Romanche. La Sarenne prenant sa source au col de la Sarenne à l'Est de la vallée. C'est un torrent dont la pente est relativement forte en amont de la plaine. La Sarenne est très peu endiguée dans la plaine.

L'Eau d'Olle, descendant des Montagnes des Sept Laux au Nord de la vallée. Son régime hydrologique a été modifié en amont de la plaine par la mise en eau du barrage du Verney. Elle est endiguée en rive droite et en rive gauche depuis l'aval de cette retenue jusqu'à sa confluence avec la Romanche.

B. ANALYSE GLOBALE DE LA PLAINE ALLUVIALE DE BOURG D'OISANS

La plaine alluviale de Bourg d'Oisans se situe à une cinquantaine de kilomètres de Grenoble. Cette zone plane s'étend sur une longueur d'environ 15 km, sa surface est de 2000 ha. Son altitude moyenne est d'environ 712 m ce qui contraste avec les versants abrupts des massifs tous proches.

1. Formation de la plaine alluviale

Au début du quaternaire (-1.5 millions d'années à -12000ans), les glaciers recouvrent une grande partie des Alpes. Ils vont creuser au sein du vieux massif cristallin Belledonne-Ecrins, composés de roches métamorphiques et magmatiques, les profondes vallées en auge de la Romanche, du Vénéon, de l'Eau d'Olle et de la Lignarre

L'ancienne auge glaciaire, où se situe actuellement la plaine de Bourg d'Oisans, fut occupée par le lac Saint-Laurent depuis la fonte des glaciers würmiens jusqu'au XV^e siècle (*Allix, 1929*). Ce lac a été comblé par les apports sédimentaires de la Romanche, du Vénéon, de la Sarenne, de la Lignarre et de l'Eau d'Olle.

On retrouve donc maintenant des sédiments fluviaux (galets, graviers, sables, limons et argiles) au niveau des vallées creusées par les glaciers.

2. Climat

Du point de vue phytogéographique, le bassin versant de la Romanche se situe dans les Alpes intermédiaires subissant à la fois les influences des alpes externes, internes et de la région méditerranéenne. Il occupe ainsi une position privilégiée, entre des régions à conditions climatiques très diversifiées. A l'ouest, le massif de la chartreuse est le plus arrosé des Préalpes, à l'est, le Briançonnais est le pôle de sécheresse de tout l'arc alpin.

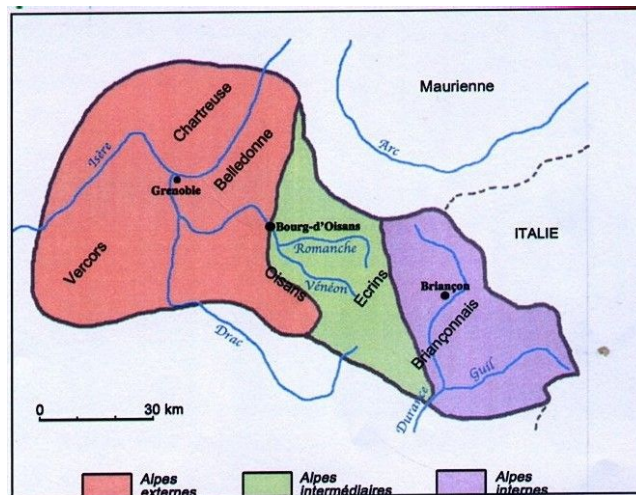


Fig. 6 : Situation phytogéographique de la plaine de Bourg d'Oisans.

Source : CEMAGREF Grenoble.

Au niveau de Bourg d'Oisans, les caractéristiques climatiques rendent compte du climat rigoureux de la vallée :

- précipitations annuelles de 1000 mm (moyenne mensuelle de 80mm)
- pluie décennale de durée 24 heures de 70.5 mm
- 55% des précipitations ont lieu en hiver et en automne
- température moyenne annuelle de 8.4°C, 230 jours de période végétative
- 29 jours de neige et une durée moyenne de manteau neigeux de 68 jours /an
- un vent de nord et nord-ouest largement dominant

3. Occupation du sol et activité humaine

La plaine est, pour la majorité de sa superficie, un bocage associé à un réseau de fossés drainant. Son histoire est fortement marquée par la présence de l'eau et par l'action humaine au cours des siècles pour s'en affranchir.

A partir de 1786 (*Abecassis, 1996*), un projet d'endiguement de la Romanche et d'assainissement de la plaine se met en place. Mais la zone encore très humide et soumise aux inondations reste peu favorable aux activités humaines. De plus la pression démographique augmente énormément. Au cours du XIX^e siècle l'endiguement et l'assèchement de la plaine vont continuer.

Il en résulte un bocage original géométrique et régulier, organisé en damier au nord et plus diffus et irrégulier au sud (« Polder de l'Oisans »). La valorisation du territoire est extensive avec la pratique de la fauche et du pâturage.



Photo 2 : Aperçu du bocage dans la plaine de Bourg d'Oisans.

Les communes présentes sur la zone d'étude sont Bourg d'Oisans et Allevard qui comptent respectivement 3060 et 774 habitants. Chef-lieu de canton, Bourg d'Oisans possède des services collectifs (DDE, ONF, pompiers, collège...) et de nombreux commerces et artisans. En période hivernale, ces communes offrent des hébergements au pied des stations de ski renommées de l'Oisans. Le tourisme estival est l'une des principales ressources économiques de la vallée, la position en zone périphérique du Parc National des Ecrins étant un facteur d'attrait touristique. Les loisirs praticables sont pour la majorité des activités sportives de plein air (cyclotourisme, randonnée, escalade, parapente, activités nautiques...). Outre les communes et les administrations (DDAF, DDE), d'autres collectivités territoriales, syndicats ou associations interviennent sur le site :

- le Parc National des Ecrins qui comprend la plaine de Bourg d'Oisans en zone périphérique
- l'ONF dont le service Restauration des Terrains de Montagne gère la forêt domaniale du Buclet
- la région Rhône-Alpes par les financements qu'elle accorde, en particulier dans le cadre du Plan Local de Gestion de l'Espace de l'Oisans.
- la DIREN Rhône-Alpes
- l'Entente Interdépartementale de démoustication Rhône-Alpes
- le Conseil Général de l'Isère au titre des politiques de protection des milieux fragiles de l'Isère
- la fédération départementale des chasseurs de l'Isère et les ACCA communales
- la fédération départementale des pêcheurs de l'Isère et les AAPPMA
- le Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux Drac-Romanche qui définit des règles en matière de gestion de l'eau qui soient acceptable par tous et profitable au territoire
- le Syndicat Intercommunale des Eaux de la Région Grenobloise (SIERG)
- l'Association pour la Promotion de l'Agriculture en Oisans
- l'Association pour le Développement touristique de l'Oisans
- l'Agence pour la Valorisation des Espaces Naturels Isérois (AVENIR), délégation du conservatoire Rhône-Alpes des espaces naturels
- la Fédération Rhône-Alpes de Protection de la Nature (FRAPNA)
- EDF qui exploite les aménagements hydroélectriques
- le Syndicat Unique de l'Oisans qui en lien avec l'ADIDR gère l'entretien des digues et des canaux.

Un projet de site touristique d'interprétation environnementale porté par la commune de Bourg d'Oisans est actuellement en phase d'étude de faisabilité.

4. Hydrologie

Le secteur alluvial représente un énorme potentiel d'eau douce et constitue un hydrosystème remarquable. Il est composé de résurgences et de sources alimentant un réseau important de ruisseaux, canaux, mares et fossés drainant les prairies humides.

Le fonctionnement hydrologique a été modifié par le drainage, suite aux travaux d'assèchement des anciens marécages, et par l'endiguement et l'installation d'aménagements hydroélectriques sur les cours d'eau.

➤ *Nappe et résurgences*

L'alimentation de la nappe se fait à la fois par l'amont de la vallée, au niveau du Buclet et par les écoulements qui empruntent les cônes d'éboulis latéraux. En amont de la plaine, la nappe est libre, en relation avec le cours d'eau. Entre la confluence de la Romanche avec le Vénéon et celle avec l'Eau d'Olle, la nappe devient semi-captive sous d'épais dépôts argilo-limoneux imperméables qui augmentent de plus en plus vers l'aval (*Vanpeene, 2004*). Au pied de chaque versant, au niveau de zones plus grossières non colmatées, il y a émergence par trop plein de la nappe semi-captive : des sources existent tout au long de la plaine de Bourg d'Oisans.

On en dénombre 3 en rive droite (Sources du Vernis, des Essoullieux, et de Vieille Morte) et 6 en rive gauche (petites et grandes sources de la Rive, sources de la Fare, des Arrivaux, des Argentiers et des Effonds).

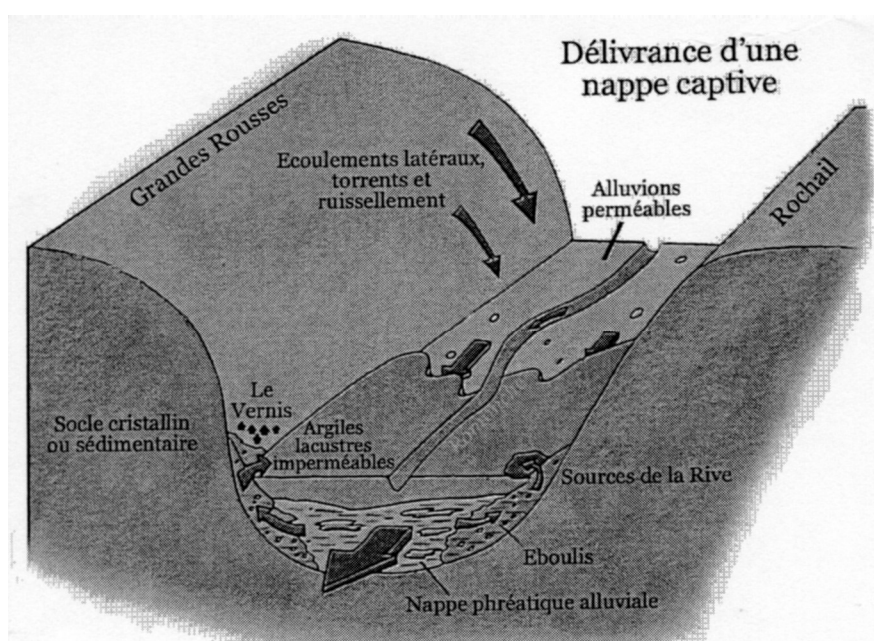


Fig. 7 : Fonctionnement des sources de trop plein émergeant en bordure de la plaine.

Source : CEMAGREF Grenoble.

La nappe de la Romanche et celle de l'Eau d'Olle au niveau de la plaine de Bourg d'Oisans constituent un véritable réservoir à eau potable pour un grand nombre de collectivités. Elles présentent donc un enjeu de préservation important et font l'objet de réflexions quant à une éventuelle exploitation commerciale (*SAGE Drac-Romanche, 2003*).

➤ ***Canaux, fossés et mares***

Un important réseau de drainage a été créé suite à l'assèchement de la plaine. Il se compose d'une part de béalières (ou canaux) et de ruisseaux qui représentent un linéaire de 50 km. A cela s'ajoute un maillage dense de fossés entre les parcelles bocagères.

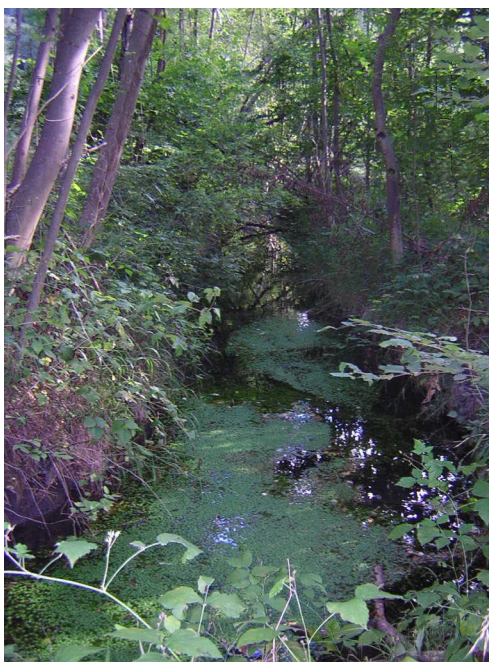


Photo 3 : Une béalière.

Dans la zone amont de la plaine, de nombreuses dépressions liées à des extractions passées forment aujourd'hui des mares.

➤ ***Les cours d'eau***

Tout ce secteur de la Romanche et de la basse Eau d'Olle est soumis à éclusées suite aux fonctionnements des barrages hydroélectriques. La retenue EDF du Chambon (54 hm³) alimente par éclusées la centrale de Saint-Guillaume II où le bassin du Clapier permet une démodulation du débit turbiné. C'est cet ouvrage qui conditionne, hors période de crue, les débits qui transitent dans la plaine de Bourg d'Oisans.

La partie aval de la vallée de l'Eau d'Olle est influencée par la gestion de la retenue du Verney (15.6 hm³), la centrale d'Oz fonctionnant en éclusées (*cf. fig. 5 page 15*).

Localisation	Module (m³/s)	QMNA5 (m³/s)	Débit réservé réglementaire (m³/s)
Vénéon, amont confluence Romanche	13.11	1.68	0.331
Romanche, aval du Clapier	11.4	1.25	1
Romanche, aval confluence Vénéon	24.5	2.77	2.5
Rive à Bourg d'Oisans	2.16		
Romanche, aval confluence Sarenne	26	4.12	4.5
Eau d'Olle, aval du Verney	7.8	2.4	2
Romanche, aval confluence Eau d'Olle	38.4	7.9	7

Tab. 3 : Etat des lieux de l'hydrologie des cours d'eau dans la plaine de Bourg d'Oisans.

Source : SAGE Drac-Romanche.

La crue la plus importante du siècle dernier a eu lieu en 1928. Suite à une rupture de digue en amont de la plaine (rive gauche, lieu dit « La croix du Plan »), celle-ci est recouverte de plus d'un mètre d'eau. Sans atteindre une telle hauteur de submersion, ce type d'inondation était relativement fréquent avant la construction du barrage du Chambon en 1935 (de nombreuses crues ont donné lieu à des ruptures de digues : 1860, 1888, 1914, 1928, 1940, 1955 et 1968). La Romanche à Bourg d'Oisans a fait l'objet de plusieurs études hydrologiques ayant permis de définir les débits de crue pour différentes périodes de retour.

Cours d'eau	Point de calcul	Bassin Versant (Km²)	Q10 (m³/s)	Q30 (m³/s)	Q100 (m³/s)
Vénéon	Amont de confluence Romanche	316	170	270	375
Romanche	Aval confluence Vénéon	689	250	450	661
Romanche	Aval confluence Lignarre	734	270	485	710
Romanche	Aval confluence Sarenne	792	290	523	767
Romanche	Amont confluence Eau d'Olle	804	291	524	770
Eau d'Olle	Amont confluence Romanche	180	100	141	181
Romanche	Aval confluence Eau d'Olle	980	360	590	830

Tab. 4 : Caractéristiques des débits de pointes.

Source : Etude hydrologique de la Romanche à Bourg d'Oisans.

5. Dynamique fluviale et transport solide

Les travaux d'endiguement et les déficits d'apports solides liés aux extractions et aux aménagements hydroélectriques ont bouleversé la dynamique fluviale.

2 secteurs sont à distinguer :

- l'amont de la plaine où la Romanche et le Vénéon présentent un chenal tressé composé de nombreux bras, séparés par des bancs de galets, qui se recoupent entre eux. Ce style fluvial se rencontre jusqu'à la plage de dépôt du Buclet où la diminution de la pente et de la vitesse d'écoulement entraîne un dépôt de la charge solide.



Photo 3 : La zone du Buclet.

- le reste de la plaine où la Romanche présentait un style fluvial méandrique avant rectification.



Photo 4 : La Romanche endiguée dans la plaine.

➤ Historique

Au XVIII^e siècle, la Romanche méandres dans la plaine de Bourg d'Oisans et est encore connectée à sa plaine d'inondation. La situation est alors difficile pour les habitants de Bourg d'Oisans dont les récoltes sont souvent menacées.

En 1852, la rectification des méandres reste apparemment insuffisante. Au niveau de la confluence Romanche – Vénéon, étant donné la quantité de matériaux apportée, le cône de déjection du Buclet progresse en recouvrant les terres cultivées. C'est pour limiter cette avancée que la digue de la Croix du Plan (rive gauche) est construite en 1853. Au début du XIX^e siècle, l'édification des digues dans la plaine permet de cantonner le cours d'eau dans un lit fixe. En 1956, la Romanche est entièrement endiguée dans sa plaine.

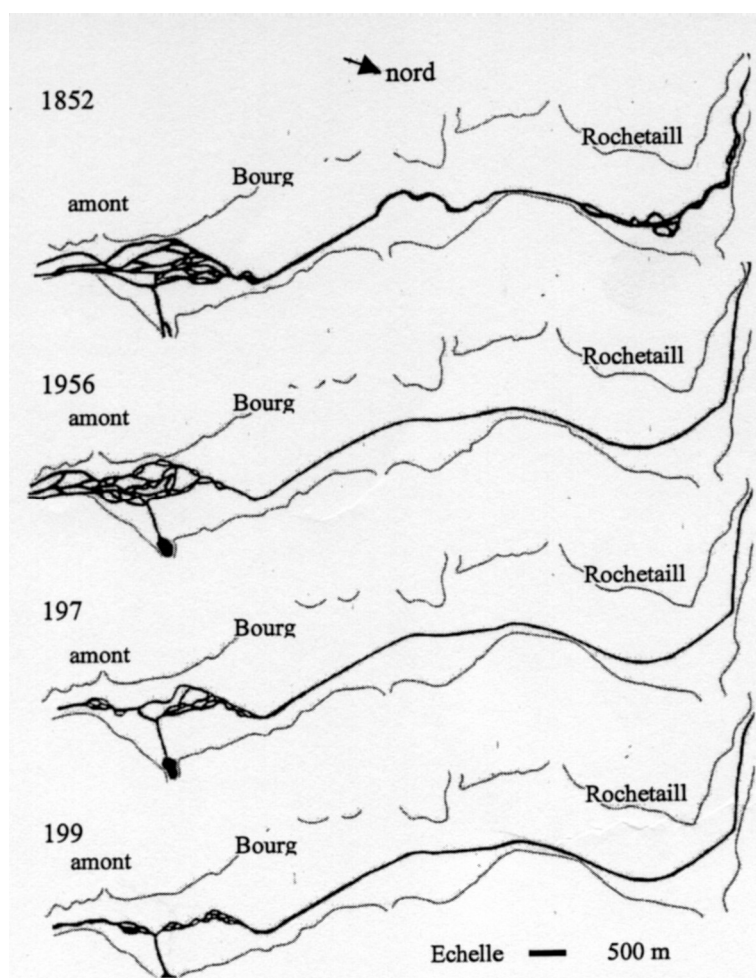


Fig. 8 : Evolution du tracé en plan de la Romanche dans la plaine de Bourg d'Oisans.

Source : CEMAGREF Grenoble.

Mais les apports en provenance de l'amont ainsi que les apports latéraux de la Lignarre et de l'Eau d'Olle étaient plus importants que la capacité de reprise du cours d'eau et le lit s'exhaussait entre les digues. Pour accroître la capacité de transport, des travaux de curage périodiques, le relèvement des digues et l'arasement des seuils rocheux naturels à l'aval du confluent avec l'Eau d'Olle ont été réalisés.

➤ *Evolution et état actuel*

La plage du Buclet

La plage du Buclet constitue la zone de dépôt naturelle des sédiments provenant de la Romanche et du Vénéon : c'est un véritable cône de déjection où la Romanche peut balayer toute la largeur de son lit.

Les extractions de matériaux effectuées de 1970 à 1999 et les barrages du Chambon sur la Romanche et du plan du lac sur le Vénéon ont modifié le régime des apports solides. Au niveau du cône de déjection du Buclet, jusqu'à 200 000 m³/an ont été extrait depuis 1970 (SOGREAH, 2001). Au Chambon, pour 45 ans de service, les estimations d'apports solides sont de 3,8 millions de m³ déposés dans la retenue et 1,6 millions de m³ chassés par le pertuis de fond. Ces matériaux sont en grande majorité silteux et fins. Lors des vidanges, ils sont transportés en suspension et pose des problèmes de colmatage.

Dans le passé (jusqu'à 1950-1960 environ), cette zone était en exhaussement. Le cours d'eau divaguait sur son cône de déjection selon les crues. Depuis les années 1970, le fil de l'eau et la nappe se sont enfoncés (SOGREAH, 2001) :

- à l'aval du confluent Romanche - Vénéon, l'enfoncement moyen est de 1,20 m sur 140 m de largeur et 2400 m de longueur (c'est à dire jusqu'à l'aval de la plage).
- à l'amont du confluent, l'enfoncement moyen est de 2 m sur 190 m de largeur et 1750 m de longueur (zone d'extraction).

Les apports solides du Vénéon se situent entre 40000 et 60000 m³/an en moyenne, les apports de la Romanche en amont du Vénéon sont estimés à 13 000 m³/an soit des apports moyens annuels de 50 000 à 75 000 m³/an maximum en aval de la confluence du Vénéon. Environ 50% des éléments transportés se déposent sur la plage du Buclet, donc en absence d'extractions la tendance est au dépôt et à l'exhaussement (SOGREAH, 2001).

Une carrière d'extraction de granulats est ouverte depuis 1989 en rive gauche de la Romanche (voir photo 3). Le bail a été renouvelé pour 15 ans en 1998. L'exploitation se fait en eau, entre 80000 et 100000 tonnes de matériaux sont extraites annuellement par une drague flottante. Le bassin d'extraction est d'une profondeur de 25m et a une surface de 60000 m². Les matériaux extraits sont emmenés en rive droite, les camions traversant le Vénéon sur un gué sommaire.

La stabilisation du niveau de la plage du Buclet constitue un enjeu certain par rapport au niveau de la nappe phréatique de la plaine de Bourg d'Oisans qui a subi un fort abaissement.

Le secteur endigué de Bourg d'Oisans

Dans ce secteur le lit s'est abaissé de l'ordre de 3 m entre 1911 et 1951 suites aux travaux de curage du lit, d'arasement des seuils naturels rocheux à l'aval de la plaine de Bourg d'Oisans pour accroître la pente, et la création de barrage sur la Lignarre.

Depuis, il n'a quasiment pas évolué en altitude. Cette stabilité résulte d'un équilibre créé artificiellement entre les apports (qui ont été diminués) et la capacité de transport du cours d'eau (qui a augmentée).

Dans les années 80 on constate un léger abaissement des fonds (0,40 m en moyenne) entre l'aval de la plage du Buclet et un point situé 400 m à l'aval du pont de Bourg-d'Oisans. Cet

abaissement résulte d'une érosion progressive à partir de la plage du Buclet, consécutive au déficit d'apports en matériaux solides constaté sur la plage.

Ce secteur est capable d'évacuer 25 à 35 000 m³/an de matériaux de faible granulométrie (< 1 cm). Dans la mesure où les apports amont sont limités par les dépôts sur la plage du Buclet et compte tenu du fait qu'un pavage avec des matériaux de 3 cm de diamètre moyen s'est constitué, le lit est stable en altitude. Cette stabilité est assurée jusqu'à une crue d'ordre vingtennale qui est capable de détruire le pavage (SOGREAH, 2001).

Les enjeux sur le secteur aval sont liés au risque d'inondation qui apparaîtrait en cas de remontée du lit et au risque d'érosion des digues en cas d'abaissement.

6. Qualité de l'eau

La qualité des eaux est globalement très bonne sur les affluents ainsi que la Romanche jusqu'au point de rejet de la station d'épuration d'Aquavallées (en aval de Bourg d'Oisans) qui reprend et traite les effluents du bassin de la Romanche et de l'Eau d'Olle (y compris les stations de ski des Deux Alpes et de l'Alpes d'Huez).

En aval, les eaux traitées et restituées au milieu récepteur déclassent la rivière en qualité 'moyenne' (pollution par les oxydables) en période hivernale et estivale quand se conjuguent à la fois une forte fréquentation des stations de ski du haut bassin versant et des faibles débits de la rivière.

7. Le patrimoine naturel

La richesse de la plaine réside en la diversité de milieux qui s'articulent entre les canaux, les fossés et les haies du bocage, les prairies humides, la ripisylve, les grèves du secteur en tresse et la proximité immédiate des versants de montagne. La plaine alluviale de Bourg d'Oisans a donc un fort potentiel pour accueillir une faune et une flore très riches et très diversifiées d'espèces inféodées à des milieux très différents. Nous nous intéresserons ici à celles associées à l'hydrosystème.

Sont recensés sur le secteur :

- les ZNIEFF de type 1 « Plaine de Bourg d'Oisans partie nord » (*N° régional 38000061*) et « Plaine de Bourg d'Oisans partie sud » (*N° régional 38000062*) qui ont une superficie respective de 1440 et 422 ha,
- le site NATURA 2000 « Milieux alluviaux, pelouses steppiques et pessières de Bourg d'Oisans » (site I17),
- l'espace naturel sensible départemental de « Vieille Morte » mis en place par le conseil général de l'Isère pour la protection de 36 ha de forêt alluviale résiduelle. La phase d'acquisition foncière est en cours. Un plan de gestion sera défini afin de protéger la zone et de l'ouvrir au public. Le secteur du Buclet est à l'étude pour la création d'un autre espace naturel sensible.

Ainsi la totalité de la plaine, hors agglomération de Bourg d'Oisans, est incluse en ZNIEFF et en zone NATURA 2000.

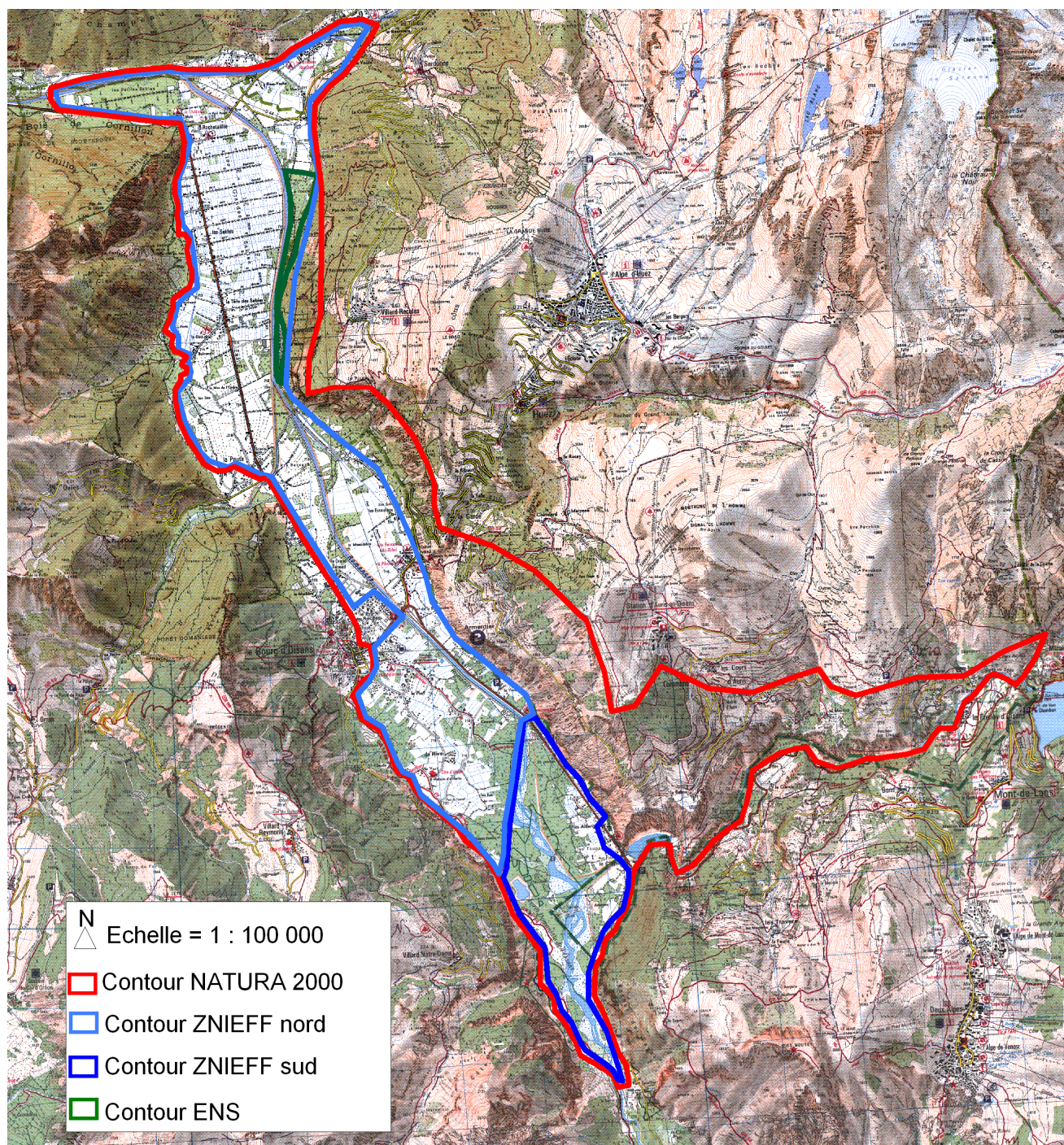


Fig. 9 : Contour des zones remarquables situées sur la plaine de Bourg d'Oisans.
Origine des données: DIREN Rhône-alpes, Conseil Général de l'Isère et Scan 25 IGN.

a. Les habitats et la flore

Mosaïque d'habitats concernant les rivières alpines

Les habitats communautaires représentés sont (code CORINE 44.111 pour l'ensemble) :

- rivières alpines avec végétation ripicole herbacée (code UE 3220)
- rivières alpines avec végétation ripicole ligneuse à *Myricaria germanica* (code UE 3230)
- rivières alpines avec végétation ripicole ligneuse à *Salix eleagnos* (code UE 3240)

Ces habitats sont présents sur des substrats alluviaux récents, constitués d'éléments grossiers (sables et graviers) et pauvres en matières organiques. On les rencontre sur la Romanche après la confluence avec le Vénéon (*cf. fig.10*).

L'habitat pionnier herbacé (caractérisé par *Epilobium dodonaeii*) est installé sur les bancs de galets directement liés à la dynamique des crues. En l'absence de perturbation, ou sur un substrat plus éloigné de l'eau, il peut évoluer en habitat à végétation ligneuse à *Myricaria germanica* puis dans une phase ultérieure en habitat à végétation ligneuse à *Salix eleagnos*.



Photo 5 : Transition entre les habitats à végétation herbacée et ligneuse à *Myricaria germanica* et *Salix eleagnos* (zone du Buclet).

Pour préserver ces habitats, il faut assurer la dynamique la plus libre possible du cours d'eau dans un espace de liberté qui permet le rajeunissement grâce à l'érosion induite par la divagation du cours d'eau.

Rivières des étages planitiaire à montagnard avec végétation du *Ranunculus fluitantis* et du *Callitricho-Batrachion* (code UE 3260)

Cet habitat est présent au niveau de la Rive (source à confluence avec la Romanche) et dans certaines parties des béalières (*cf. fig.10*). Le Parc National des Ecrins mentionne la présence de *Ranunculus aquatilis*, espèce rare en France.

L'objectif est de maintenir ces habitats en préservant la qualité et la quantité de l'eau sur le bassin versant, d'éviter l'eutrophisation et de maintenir une hétérogénéité des conditions d'éclairement.

Forêts alluviales résiduelles (*Alnon-Padio*, *Alnion incanae*, *Salicion albae*)

Cet habitat prioritaire est présent par le sous-type « aulnaie blanche » (*alnion incanae*, code UE 91E0*4, code CORINE 44.22). Ces forêts alluviales s'installent entre 400 et 1400m d'altitude, sur des sols profonds composés de matériaux alluviaux à texture grossière (sables et graviers) où la nappe reste superficielle et à amplitude de variation faible. On les rencontre principalement au niveau du Buclet et des anciens méandres comme à Vieille Morte (cf. fig.10).

Les aulnaies succèdent aux saulaies arbustives et sont encore un stade pionnier du groupement forestier, c'est un lieu de régénération des bois durs (*Fraxinus excelsior*, *Acer pseudoplatanus*). Cet habitat est fortement lié au fonctionnement de l'hydrosystème, les perturbations étant nécessaire pour permettre une évolution réversible.

Les aménagements de cours d'eau peuvent être défavorables, de manière directe ou indirecte, à cet habitat. Ainsi on constate un mauvais état de conservation au Buclet et à Vieille Morte. Le milieu moins humide qu'auparavant, suite aux extractions de granulats et au colmatage des digues par les fines, n'est plus propice à la régénération de l'aulnaie. L'aulnaie se transforme donc en frênaie.

Aulnaie-Frenaie des fleuves medio-Européen » (code CORINE Biotope 44.2 et 44.3).

L'ensemble des formations végétales riveraines de la plaine correspond à cet habitat qui justifie le classement de la plaine en ZNIEFF.

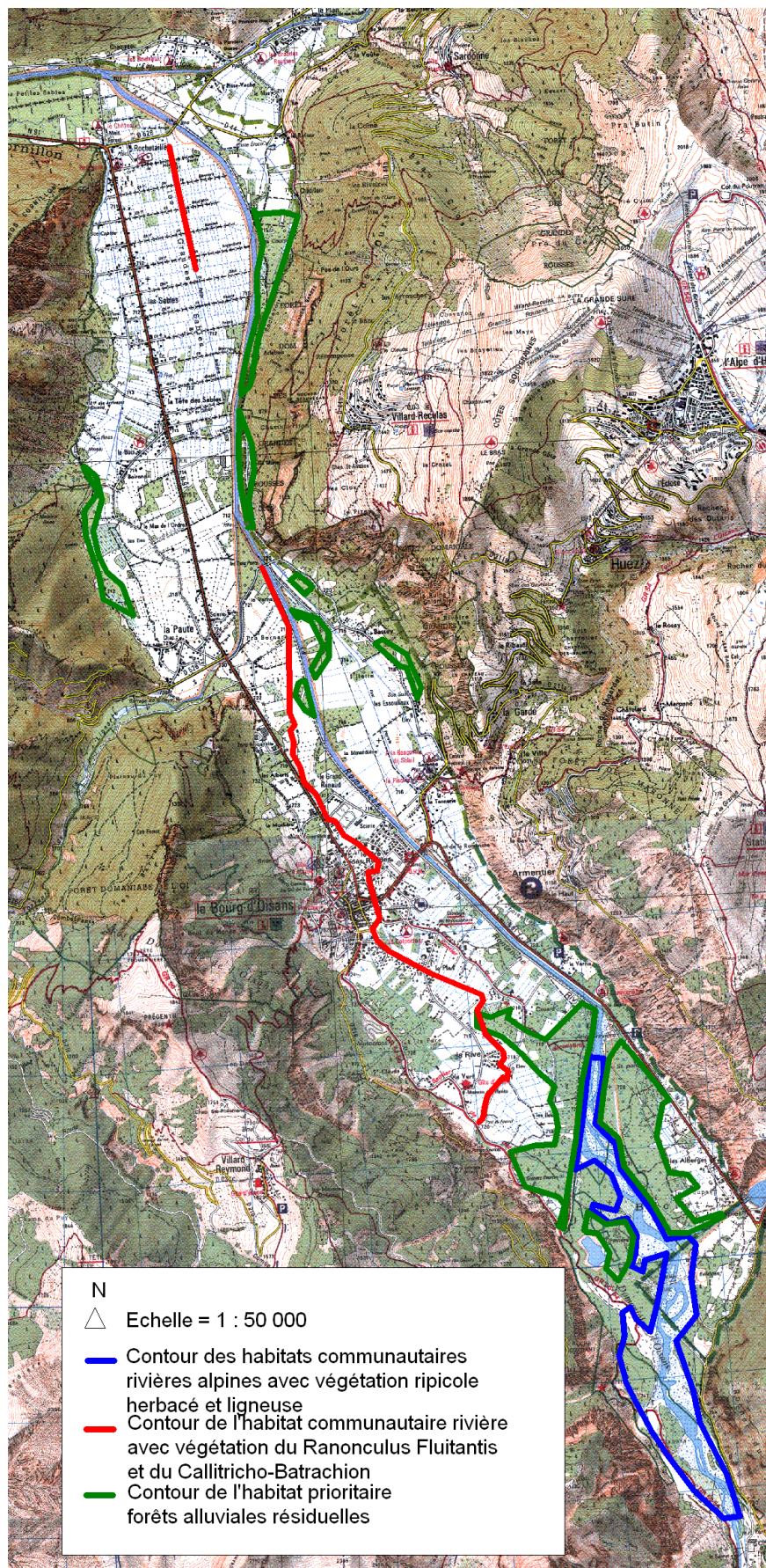


Fig. 10 : Localisation des habitats communautaires et prioritaires.
Origine des données : CEMAGREF Grenoble.

b. La faune

Ce site a été déclaré NATURA 2000 pour les espèces suivantes :

- le crapaud sonneur à ventre jaune (*Bombina variegata*)
- le chabot (*Cottus gobio*)
- l'écrevisse à pieds blancs (*Austropotamobius pallipes*)

Cependant l'écrevisse à pieds blancs ne semble plus présente sur le site, la dernière observation date des années 80 (campagnes de prospections infructueuses en 2000, 2001 et 2003).

Plusieurs espèces protégées ou remarquables sont présentes sur le site (*source : Parc National des Ecrins et Conseil général de l'Isère*).

• Les poissons

Nom français	Nom latin	Directives, listes rouges et convention
Chabot	<i>Cottus gobio</i>	Directive Habitat : annexe II Liste Rouge RMC: Faible Risque
Saumon de fontaine	<i>Salvelinus fontinalis</i>	
Truite fario	<i>Salmo trutta fario</i>	Liste Rouge RMC: Faible Risque

Tab.5 : Les espèces de poissons remarquables au niveau de la zone d'étude.

L'ablette (*Alburnus alburnus*) et le vairon (*Phoxinus phoxinus*) sont également présents.

Ce secteur de rivière est très singulier du fait qu'il correspond à une très forte rupture de pente, ce qui constitue un contexte privilégié pour les populations piscicoles dans un ensemble représenté essentiellement par de fortes pentes et des écoulements torrentiels. Cependant, les impacts anthropiques sont forts et de nature multiple, autant sur le plan de l'habitat physique (chenalisation, anciennes extractions), de l'hydrologie (fonctionnement en éclusées des centrales sur la Romanche et l'Eau d'Olle) et de la qualité des eaux.

Le déficit piscicole (toutes influences confondues) est de ce fait très important. L'impact des débits réservés et éclusées est d'autant plus élevé qu'ils se manifestent dans un lit rectifié et quasiment dépourvu d'abris. Dans ce contexte il est difficile de faire la part du déficit piscicole dû à l'hydrologie influencée de celui dû à la rectification du lit.

Cours d'eau	Capacité d'accueil référentielle	Capacité d'accueil actuelle	Renouvellement référentiel	Renouvellement réel
Romanche	2500	350	3000	0
Vénéon	300	300	300	0
Rive	750	400	900	400
Lignarre	150	100	200	50
Sarenne	250	100	300	150
Eau d'Olle	200	150	200	0
TOTAL	4150	1400	4900	600
DEFICIT	2750 (66%)		4300 (87%)	

Tab.6 : Comparaison des peuplements de Truite fario référentiels et actuels (en nombre d'individus capturables par secteur)

Source : Fédération départementale de pêche et de protection du milieu aquatique de l'Isère.

Les déficits sont à modérer du fait de la non prise en compte des béalières plus naturelles qui subsistent et participent activement à la productivité du système (zones de refuge et de reproduction). Les sources de la Rive sont un écosystème patrimonial très important en ce qui concerne les populations piscicoles.

Le potentiel de fréquentation est 'fort' compte tenu de la proximité des bassins-sources de pêcheurs, de la présence de poissons pêchables de grande taille et du cadre exceptionnel.

- **Les amphibiens**

Nom français	Nom latin	Directives, listes rouges et convention
Alyte accoucheur	<i>Alytes obstetricans</i>	Directive Habitat (DH) : annexe IV Liste Rouge Nat ^{al} (LRN) : insuffisamment documenté Liste Rouge Dép ^{al} (LRD) : espèce menacée Convention de Berne (CBe): annexe II
Crapaud commun	<i>Bufo bufo</i>	LRN : espèce à surveiller LRD : espèce quasi-menacée CBe : annexe III.
Grenouille rousse	<i>Rana temporaria</i>	DH : annexe V CBe : annexe III
Grenouille verte	<i>Rana esculenta</i>	LRD : insuffisamment documenté
Sonneur à ventre jaune	<i>Bombina variegata</i>	DH : annexe II LRN et LRD : espèce vulnérable CBe : annexe II
Triton alpestre	<i>Triturus alpestris</i>	LRN : espèce vulnérable LRD : espèce quasi-menacée CBe : annexe III

Tab.7 : Les espèces d'amphibiens remarquables au niveau de la zone d'étude.

La population de sonneur à ventre jaune de la plaine de Bourg d'Oisans est de taille importante et répartie de manière diffuse. C'est une des plus importante population de l'Isère. De nombreux site où le sonneur est présent sont également utilisés par le triton alpestre. La présence de ces espèces est fortement liée à la dynamique hydraulique de la nappe (présence d'eau dans les dépressions de la forêt alluviale, dans les canaux...).



Photos 6 et 7 : A gauche, un sonneur à ventre jaune Bombina variegata).A droite, un triton alpestre (Triturus alpestris).

- **Les reptiles**

La Couleuvre à collier (*Natrix natrix*) et l'Orvet (*Anguis fragilis*) sont présents au niveau de la plaine alluviale.

- **Les oiseaux**

Le site est très riche en oiseaux. L'inventaire réalisé par le Parc des Ecrins recense 116 espèces sur la plaine, dont 55 sur le seul secteur du Buclet.

Bécasse des bois	<i>Scolopax rusticola</i>	Directive Oiseau (DO) : annexe II et III Liste Rouge Dép ^{al} (LRD) : insuffisamment documenté Convention de Berne (CBe): annexe III
Chevalier guignette	<i>Actitis hypoleucos</i>	Liste Rouge Nat ^{al} (LRN) : espèce rare LRReg ^{al} et LRD : espèce vulnérable CBe : annexe II
Cincle plongeur	<i>Cinclus cinclus</i>	CBe : annexe II
Heron cendré	<i>Ardea cinerea</i>	LRD : préoccupation mineure Cbe : annexe III
Martin pêcheur	<i>Alcedo atthis</i>	DO : annexe I LRD : espèce vulnérable CBe : annexe II

Tab.8 : L'avifaune remarquable au niveau de la zone d'étude.

III. CARTOGRAPHIE DE LA VEGETATION DES DIGUES

L'objectif est de caractériser le couvert végétal en localisant et en décrivant les communautés végétales, les individus remarquables et les espèces « invasives » selon une typologie prédéfinie. Ce travail a été effectué en 2 étapes qui sont l'acquisition des données sur le terrain puis la traduction de ces informations dans un système d'information géographique.

A. Acquisition des données

1. Système de repérage et mesures

La localisation des groupements et des individus doit être précise pour obtenir une cartographie fidèle à la réalité. Cela nécessite donc des repères efficaces.

➤ *La position le long de la digue : localisation longitudinale*

Le système de repérage longitudinal est basé sur les chemins de digue constituant l'axe de progression sur chaque rive et les profils des digues levés par des géomètres. Ces profils permettent de découper les digues en parcelles ayant des dimensions connues. Ces parcelles sont donc les unités de base du système de repérage longitudinal. Elles ont été représentées sur le terrain par un marquage au sol (jalon et /ou peinture au sol) réalisé par l'équipe technique de l'Association Départemental.

Suivant le cours d'eau ces parcelles sont plus ou moins longues (de 100 à 400m de long). Une parcelle x s'étend d'un profil x à un profil $x-1$ amont.

L'origine des mesures longitudinales sur une parcelle donnée correspond au profil aval.

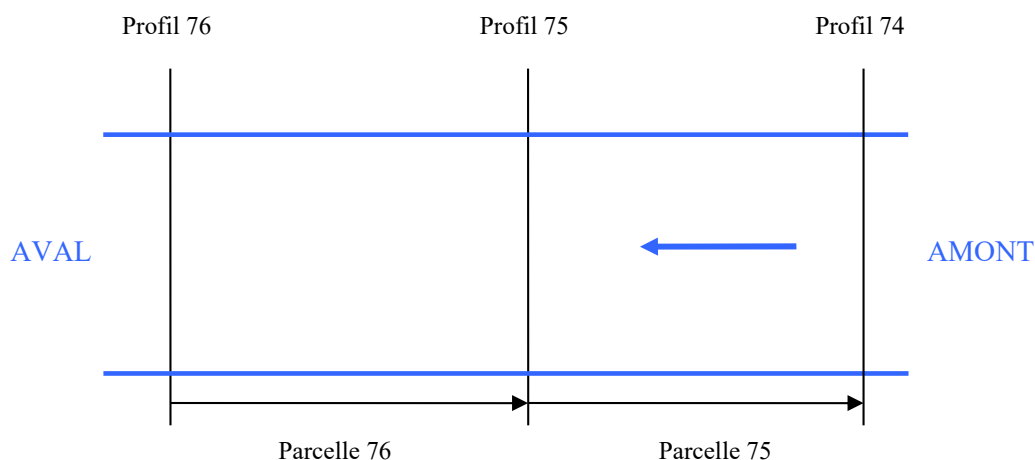


Fig. 11 : Schéma du découpage longitudinal en parcelle (vue en plan).

➤ La position sur le profil de digue : localisation transversale

La localisation transversale des types de peuplement sur une parcelle est organisée par rapport aux différentes zones composant le profil en travers de la digue. Leur dénomination suit la nomenclature suivante :

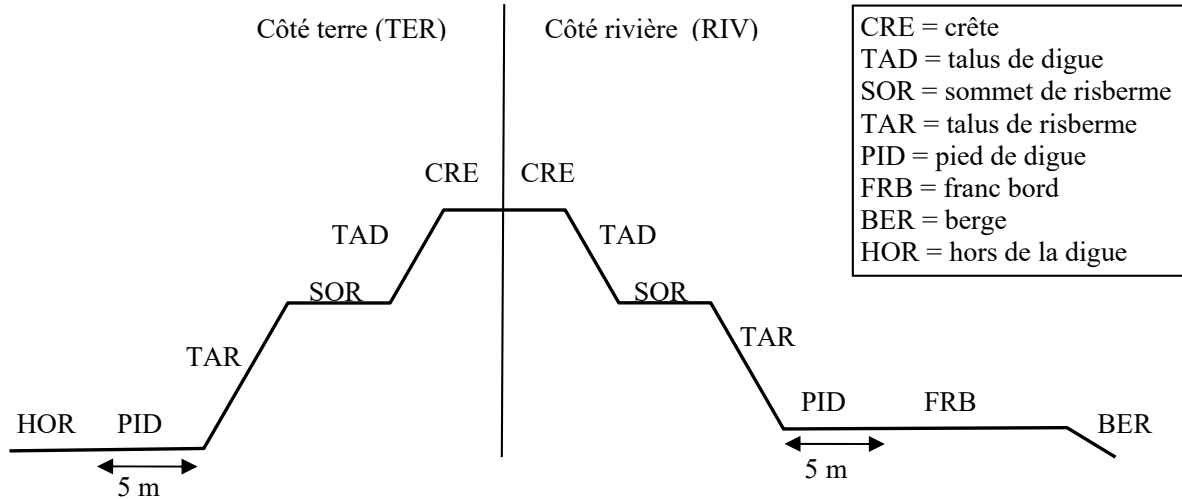


Fig.12 : Les différentes positions d'un profil en travers de digue (coupe transversale)

Source : CEMAGREF Aix-en-Provence.

On repère ainsi si on se trouve côté rivière (RIV) ou côté terre (TER) et sur quelle position. Les mesures doivent être prises depuis le milieu du chemin de digue afin d'être compatibles avec l'application SIRS. Cependant, il est plus facile de décrire le peuplement du bord de la crête de digue. Ainsi, **l'origine des mesures transversales part du bord du chemin de digue soit du côté rivière, soit du côté terre.**

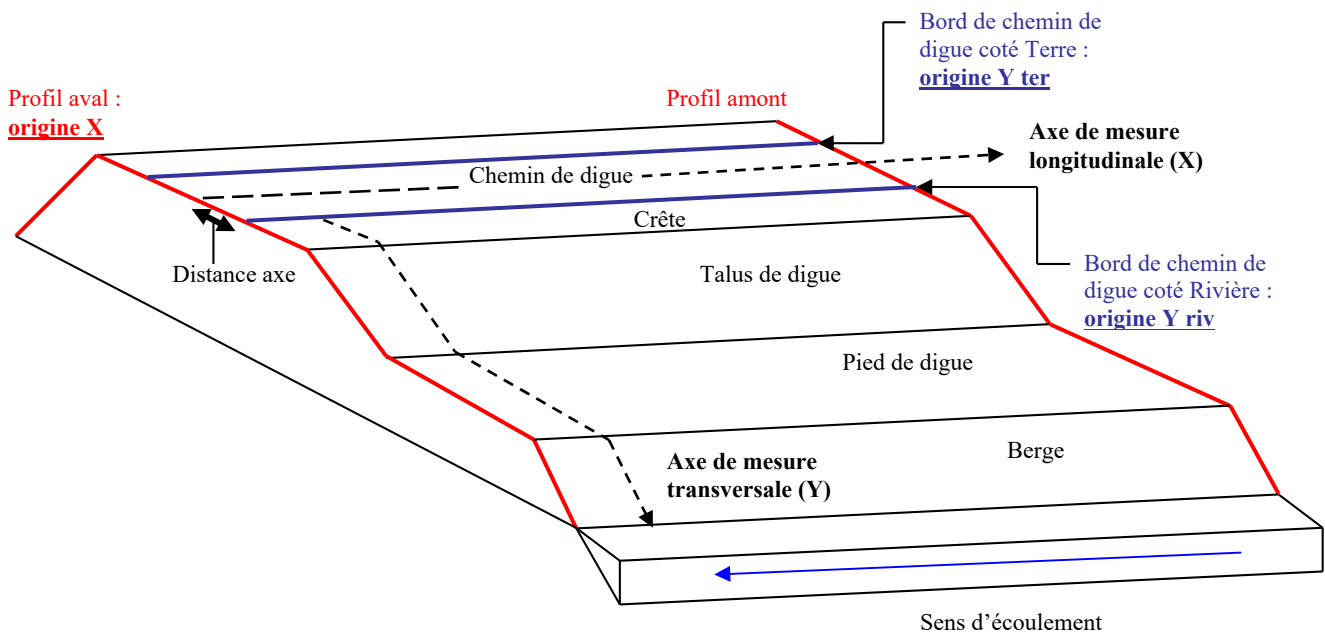


Fig. 13 : Système de repérage et origine des mesures (vue en perspective)

Pour permettre de revenir à un système de coordonnées SIRS digues, la distance « axe de la digue - bord du chemin de digue » est notée pour chaque mesure.

On précise si la position décrite est en contact avec la rivière (si c'est le cas une gestion différente sera appliquée : un talus en contact direct avec l'eau sera considéré dans le plan de gestion comme une berge).

➤ Mesures

L'utilisation d'un GPS étant délicate en zone boisée, les mesures ont été réalisées avec un télémètre laser. Cet appareil fonctionnant par simple visée a permis de prendre des mesures de distance avec précision et rapidité.

Les surfaces occupées par les différents groupements végétaux sont représentées sous forme de polygones dont chaque sommet correspond à un couple de coordonnées X, Y. Une parcelle (tronçon de digue entre 2 profils) comprend donc plusieurs polygones qui décrivent chacun un type de formation végétale différente.

Tout groupement de végétation présent sur une parcelle est donc positionné :

- le long de la digue par ses coordonnées :
 - X1 = distance profil aval - début du groupement.
 - X2 = distance profil aval - fin du groupement.
- sur le profil en travers de la digue par ses coordonnées :
 - Y11 = distance bord de crête – sommet 1 du polygone (abscisse 1 de X1)
 - Y12 = distance bord de crête – sommet 2 du polygone (abscisse 2 de X1)
 - Y21 = distance bord de crête – sommet 3 du polygone (abscisse 1 de X2)
 - Y22 = distance bord de crête – sommet 4 du polygone (abscisse 2 de X2)

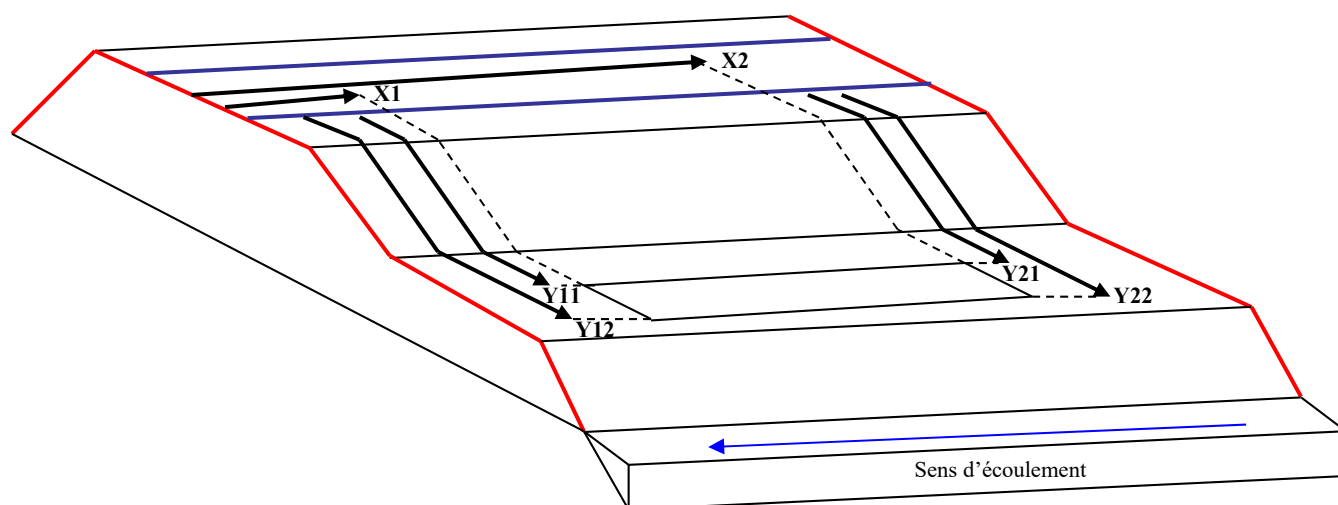


Fig. 14 : Méthode de mesure des coordonnées d'un groupement

2. Description des groupements végétaux

Pour permettre une gestion précise des digues les divers groupements de végétation doivent être décrits de manière qualitative (nature des peuplements) et quantitative (structure des peuplements). Le but est d'avoir une description assez fine des types de groupements végétaux, sans trop rentrer dans les détails : une formation de trop petite superficie est à agglomérer avec un autre groupement.

a. Données qualitatives

58 taxons de ligneux ont été relevés sur le terrain et codifiés pour être saisis plus rapidement.

Nom latin	Code	Nom français	Nom latin	Code	Nom français
<i>Abies alba</i>	Aa	Sapin blanc	<i>Populus tremula</i>	Pt	Tremble
<i>Acer campestre</i>	Ac	Erable champêtre	<i>Prunus avium</i>	Pav	Merisier
<i>Acer monspessulanum</i>	Am	Erable de Montpellier	<i>Prunus mahaleb</i>	Pm	Cerisier de Sainte Lucie
<i>Acer opalus</i>	Ao	Erable à feuille d'obier	<i>Prunus padus</i>	Pp	Cerisier à grappe
<i>Acer platanoides</i>	Ap	Erable plane	<i>Prunus spinosa</i>	Ps	Prunelier
<i>Acer pseudoplatanus</i>	App	Erable sycomore	<i>Quercus pubescens</i>	Qp	Chêne sessile
<i>Alnus glutinosa</i>	Ag	Aulne glutineux	<i>Quercus robur</i>	Qr	Chêne pubescent
<i>Alnus incana</i>	Ai	Aulne blanc	<i>Quercus rubra</i>	Qru	Chêne rouge
<i>Berberis vulgaris</i>	Bvu	Epine vinette	<i>Ribes alpinum</i>	Ra	Groseiller des alpes
<i>Betula verucosa</i>	Bv	Bouleau	<i>Robinier pseudocacia</i>	Rp	Robinier faux-acacia
<i>Buxus sempervirens</i>	Bs	Buis	<i>Rosa canina</i>	Rc	Eglantier des chiens
<i>Clematis vitalba</i>	Cv	Clematite	<i>Salix alba</i>	Sa	Saule blanc
<i>Cornus sanguinea</i>	Cs	Cornouiller sanguin	<i>Salix appendiculata</i>	Sap	Saule à grandes feuilles
<i>Corylus avellana</i>	Ca	Noisetier	<i>Salix babylonica</i>	Sb	Saule pleureur
<i>Crataegus monogyna</i>	Cm	Aubépine monogyne	<i>Salix caprea</i>	Sc	Saule marsault
<i>Evonymus europaeus</i>	Ee	Fusain	<i>Salix cinerea</i>	Sci	Saule cendré
<i>Fagus sylvatica</i>	Fs	Hêtre	<i>Salix daphnoïdes</i>	Sd	Saule daphné
<i>Frangula alnus</i>	Fa	Bourdaïne	<i>Salix eleagnos</i>	Se	Saule drapé
<i>Fraxinus excelsior</i>	Fe	Frêne	<i>Salix nigricans</i>	Sni	Saule noirissant
<i>Hypophae rhamnoides</i>	Hr	Argousier	<i>Salix purpurea</i>	Sp	Saule pourpre
<i>Juglans regia</i>	Jr	Noyer	<i>Salix triandra</i>	St	Saule à 3 étamines
<i>Laburnum anagyroides</i>	La	Cytise	<i>Salix viminalis</i>	Sv	Saule des vanniers
<i>Larix decidua</i>	Ld	Mélèze	<i>Sambucus nigra</i>	Sn	Sureau noir
<i>Ligustrum vulgare</i>	Lv	Troène	<i>Sorbus aria</i>	Sar	Alisier blanc
<i>Lonicera nigra</i>	Ln	Chèvrefeuille noir	<i>Sorbus aucuparia</i>	Sau	Sorbier des oiseleurs
<i>Lonicera xylosteum</i>	Lx	Chèvrefeuille	<i>Tilia cordata</i>	Tc	Tilleul
<i>Picea abies</i>	Pab	Epicea	<i>Ulmus laevis</i>	Ul	Orme lisse
<i>Pinus nigra</i>	Pni	Pin noir	<i>Ulmus minor</i>	Umi	Orme champêtre
<i>Pinus sylvestris</i>	Psy	Pin sylvestre	<i>Ulmus montana</i>	Um	Orme des montagnes
<i>Populus alba</i>	Pa	Peuplier blanc	<i>Viburnum lantana</i>	VI	Viorne lantane
<i>Populus canescens</i>	Pc	Peuplier grisard	<i>Viburnum opulus</i>	Vo	Viorne aubier
<i>Populus nigra</i>	Pn	Peuplier noir	<i>Vitis vinifera</i>	Vv	Vigne

Tab. 9 : Liste et codification des essences répertoriées sur les digues.

Selon la composition des peuplements, 8 types de formation ont été distingués et codifiés :

- des groupements à bois tendres : **saussaie** (codifiée S), **aulnaie** (N) et **saulaie-peupleraie** (P),
- des groupements à bois durs : **frênaie pure** (F), **bois durs** (D), **pinède** (Y) et **sapinière**,
- des groupements issus de remaniements : **robineraie** (R) et **invasives** (I),
- un groupement **composite** (C),
- un groupement **arbustif** (a),
- des groupements ne présentant pas de végétation ligneuse : **herbacé** (h), **sol nu** (0) et **autre** (U)

Leurs caractéristiques sont les suivantes.

➤ **Groupements forestiers hygrophiles : les saussaies et les aulnaies.**

Les saussaies

Les saussaies, groupement arbustif, sont localisées à l'interface digues/eau (pieds de digue, franc-bord et berges), sur des sols alluviaux sableux filtrants inondés périodiquement. Organisées en fourrés denses ou en groupements plus ouverts, divers types de saussaies sont présentes sur le secteur d'études selon les conditions stationnelles:

- saussaies à *S. triandra*,
- saussaies à *S. eleagnos*,
- saussaies à *S. appendiculata* et *S. nigricans*,
- saussaies à divers saules (*S. alba*, *S. purpurea*, *S. viminalis*, *S. caprea*, *S. cinerea*...).

Pour la mise en place du plan de gestion, la distinction d'un seul groupement « saussaie » est suffisante (sinon le traitement des données serait trop compliqué). Mais comme les 4 essences dominantes sont relevées, on peut savoir de quel type de saussaie il s'agit.

Au sein de ce groupement l'évolution vers la strate arborée est tronquée suite aux perturbations fréquentes. La strate arbustive est composée des espèces de saules précédemment citées auxquelles s'ajoutent *Populus nigra*, *Populus alba*, *Populus canescens*, *Populus tremula*, *Alnus glutinosa* et *Alnus incana*. Dans les groupements de transition vers l'aulnaie, la saussaie s'enrichit en espèces mésophyles : *Euonymus europaeus*, *Lonicera xylosteum*, *Crataegus monogyna*, *Cornus sanguinea* et *Ligustrum vulgare*.

La strate herbacée est composée d'espèces hygrophiles liées à des sols sablo-limoneux : *Phalaris arundinacea*, *Filipendula ulmaria*, *Lythrum salicaria*, *Lysimachia vulgaris*, *Solidago gigantea*, *Eupatorium cannabinum*, *Deschampsia cespitosa*...

Les aulnaies

Ici encore un seul groupement est identifié alors qu'on peut distinguer l'aulnaie à *Alnus glutinosa* (présente sur le Drac à faible altitude dans les sections enrichies en éléments fins) et celle à *Alnus incana* (présente sur la Romanche en altitude plus élevée et sur sol plus sableux). Nous avons principalement rencontrés des aulnaies à *Alnus incana* se trouvant sur les talus de digues et en contrebas, sur des sols de sables fins profonds à nappe phréatique superficielle et à faible amplitude de variation.

2 sous types de l'aulnaie blanche sont présents, l'aulnaie typique sur sol saturé d'eau de façon durable, et l'aulnaie à *Fraxinus excelsior* liée à une nappe plus profonde qui est un groupement de transition vers la frênaie (la majorité des aulnaies sont de ce type au niveau de la plaine de Bourg d'Oisans).

La strate arborescente est dominée par *A. incana* ou *A. glutinosa*, accompagné de *Salix alba*, *Populus nigra*, *Fraxinus excelsior*, *Salix caprea*, *Salix cinerea*.

La strate arbustive est composée des espèces précédentes auxquelles s'ajoutent *Salix appendiculata*, *Salix nigricans*, *Salix purpurea*, *Cornus sanguinea*, *Viburnum opulus*, *Lonicera nigra*, *Lonicera xylosteum*, *Crataegus monogyna* et *Ligustrum vulgare*.

Au niveau de la strate herbacée, le cortège se compose d'espèces colonisant les sols alluviaux enrichis en matière organique comme *Urtica dioica*, *Stachys sylvatica*, *Geranium robertianum*, *Galium molugo*, *Galium aparine*, *Carex acutiformis*, *Impatiens noli-tangere*, *Lysimachia vulgaris*, *Cirsium vulgare*, *Filipendula ulmaria*, *Humulus lupulus*, *Solanum dulcamara*, *Phleum pratense*, *Brachypodium sylvaticum*, *Inula conyza* et *Eupatorium cannabinum*.

➤ Groupements forestiers mésohygrophiles : saulaies-peupleraies et frênaies.

Les saulaies-peupleraies

Dans la majorité des cas, ce type de groupement se retrouve en position plus élevée sur les digues sur un sol assez profond où la nappe se trouve plus en profondeur. C'est au sein de ce groupement que l'on rencontre les premiers individus imposants par leur taille et leur diamètre.

Ce groupement comprend les saulaies à *Salix alba* et les peupleraies à *Populus nigra* et *Populus alba*. Les autres essences arborées présentes sont *Robinia pseudoacacia*, *Alnus glutinosa*, *A. incana* et *Fraxinus excelsior*.

Dans les stades successionnels, ce groupement post-pionnier précède la forêt de bois durs. Le cortège floristique de la strate arbustive et herbacée est commun à ceux de l'aulnaie et de la frênaie.

Les frênaies

Elles sont localisées à l'intérieur ou à l'extérieur du lit endigué, sur des sols conséquents au-dessus d'une nappe de profondeur moyenne à faible et sans grande variation.

Son cortège floristique arboré est étendu puisque, selon les conditions stationnelles, *Fraxinus excelsior* est accompagné d'espèces hygrophiles comme *Alnus incana*, *Populus nigra*, *P. alba*, *Salix alba* ou mésophiles comme les *Tilia*, les *Acer*. De la même manière, la strate arbustive est variée avec *Prunus padus*, *Viburnum lantana*, *Viburnum opulus*, *Coryllus avellana*, *Cornus sanguinea*, *Crataegus monogyna*, *Sambucus nigra*, *Acer sp.* et *Quercus robur*.

Les lianes et herbacées présentent sont *Humulus lupulus*, *Hedera helix*, *Tamus communis*, *Arum maculatum*, *Aegopodium podagraria*, *Salvia glutinosa*, *Angelica sylvestris*, *Lycopodium europaeus* et *Equisetum hyemale*.

➤ **Groupements forestiers mésophiles : bois durs et sapinières**

Les Bois durs

En général à l'extérieur des digues, les forêts de bois durs se développent sur une nappe profonde dans des zones à submersion exceptionnelles. On retrouve toujours des espèces à bois tendres représentatives des groupements riverains antérieurs.

L'espèce dominante du groupement est *Quercus robur* accompagné de *Acer sp.*, *Tilia sp.*, *Ulmus minor*, *Carpinus betulus*, *Populus nigra*, *P. alba*.

Les strates arbustives et herbacées sont comparables à celle de la frênaie avec apparition d'espèces herbacées plus mésophiles comme *Paris quadrifolia*, *Lamium galeobdolon* et *Helleborus foetidus*.

Les Sapinières-pessières

Ce groupement est circonscrit au digues des affluents de la Romanche (Eau d'olle et Lignarre). La strate arborée dominée par *Abies alba* et *Picea excelsa* comprend également *Sorbus aria*, *Betula verrucosa*, *Fraxinus excelsior*, *Pinus sylvestris*, *Acer pseudoplatanus*, *Prunus avium*, *Populus nigra* et *Acer campestre*.

Lonicera nigra, *Lonicera xylosteum*, *Cornus sanguinea*, *Berberis vulgaris*, *Prunus mahaleb*, *Crataegus monogyna* et *Corylus avellana* sont présents au sein de la strate arbustive.

La strate herbacée est composée de *Brachypodium sylvaticum*, *Solidago virga-aurea*, *Aruncus dioicus*, *Senecio fushii*, *Adenostyles glabra*, *Mycelys muralis*, *Mercurialis perennis* et *Melampyrum nemorosum*.

➤ **Groupements forestiers mésoxérophiles : pinèdes.**

La pinède à *Pinus sylvestris* colonise les anciens dépôts alluviaux graveleux. Les essences arborées accompagnatrices sont *Sorbus aria*, *Fraxinus excelsior*, *Abies alba* et *Picea abies*.

Ces essences se retrouvent dans la strate arbustive avec *Berberis vulgaris*, *Acer opalus*, *Quercus pubescens*, *Corylus avellana*, *Hippophae rhamnoides*, *Salix eleagnos*, *Alnus incana*, *Crataegus monogyna*, *Salix purpurea*, *Fagus sylvatica*, *Sorbus aucuparia*, *Prunus mahaleb* et *Cotoneaster integerrimus*.

Au niveau de la strate herbacée, on trouve *Melampyrum nemorosum*, *Polygonum officinale*, *Poa nemoralis*, *Hydracium staticifolium* et *Melica nutans*.

➤ **Groupements issus de remaniements : robineraies et invasives.**

Les robineraies

Résultat d'un remaniement ancien, *Robinia pseudoacacia*, est très répandu sur les talus de digues. Cette espèce originaire d'Amérique du Nord colonise rapidement les alluvions sablo-graveleuses grâce à sa capacité à se multiplier par rejets et sa croissance rapide. Le cortège floristique n'est pas spécifique, il contient des espèces mésophiles à mésoxérophiles.

Les invasives

Les espèces exogènes à fortes capacités de colonisation sont regroupées sous ce terme (cf. III. A.3 pour la description des espèces).

La gestion des zones où des invasives sont présentes étant particulière, leur localisation a été relevée par différente méthode selon l'ampleur de la surface colonisée :

- ces espèces sont répertoriées comme groupement lorsqu'elles dominent la couverture végétale,
- lorsqu'elles sont présentes de manière diffuse elles ont été quantifiées au sein du groupement végétal par coefficient d'abondance (*cf. III.A.2.b*)
- lorsqu'elles sont présentes de manière ponctuelle (tache), leur position est localisée précisément (*cf. III. A.3*).

➤ **Groupements composites**

Ce sont des groupements hétérogènes dans leur composition et leur structure. Aucune essence dominante ne se distingue nettement, les bois durs et les bois tendres sont équitablement représentés. Les traits des espèces (hauteur, diamètre) sont très variables.

➤ **Groupements arbustifs**

Ce sont des groupements qui présentent une végétation ligneuse non arborée, toute espèces confondues. Cet état résulte généralement de coupes récentes. Les essences rejetant facilement de souches sont dominantes (*Robinia pseudoacacia*, *Fraxinus excelsior*, *Alnus incana* et les *Salix*).

➤ **Groupements sans végétation ligneuse : herbacé, sol nu ou autre.**

Il s'agit soit d'une couverture herbacée (avec des espèces prairiales comme *Dactylis glomerata*, les *Trifolium*, les *Poa*, les *Bromus*, *Arrhenatherum elatius* et des espèces rudérales comme *Echium vulgare*, *Melilotus alba*, les *Artemisia*), soit d'un sol nus ou d'une occupation du sol d'origine anthropique (riverain, axe de communication, pont...).

Cette typologie permet donc d'avoir une vision synthétique mais réaliste de la couverture végétale.

Pour un groupement, les informations qualitatives retenues dans le tableau de données sont :

- le type de formation,
- les 4 essences dominantes composant les strates dominantes et codominantes,
- les essences en régénération,
- l'état sanitaire qui donne une valeur indicative du « fitness » du peuplement :
 - Sain (S) : la majorité des arbres sont « en bonne santé »,
 - Dépérissant (D) : arbres au feuillage clair et/ou jauni voir incomplet (sec en cime) en période de végétation, ou si les arbres sont atteints par de la pourriture, des blessures (nombreuses branches cassées) ou tout autre élément indiquant une mauvaise santé globale du peuplement,
 - Mort (M) : Si la majorité des arbres sont morts, secs sur pied...

b. Données quantitatives

Ces informations permettent de connaître les caractéristiques structurales des peuplements et donc de prévoir des coûts suivant les types d'intervention à réaliser.

D'abord, la structure du peuplement est évaluée par strate verticale toutes espèces confondues. On caractérise l'occupation de l'espace de chacune en dixième (note de 1 à 10) :

- Strate herbacée de 0 à 50 cm,
- Strate arbustive buissonnante de 0.5 à 3m,
- Strate arbustive haute et arborescente dominée de 3 à 10 m,
- Strate arborescente dominée de 10 à 20 m,
- Strate arborescente dominante et codominante supérieure à 20 m.

Puis des mesures dendrométriques moyennes sont effectuées pour la strate arborée dominante (c'est-à-dire la plus représentative) du peuplement :

- Le diamètre est codifié en 5 classes définies en fonction des tarifs appliqués par les exploitants forestiers. Pour évaluer ce diamètre moyen il faut faire quelques mesures à l'aide d'un compas forestier, en tout cas au début.

Diamètre (cm)	Code
< 10	1
10-20	2
20-30	3
30-40	4
> 40	5

Tab. 10 : Classe de diamètre.

- La hauteur est également codifiée en 5 classes, définies en fonction d'un coefficient de stabilité. Avec le télémètre laser on peut directement mesurer la hauteur moyenne du peuplement.

Hauteur (m)	Code
<7	1
7-15	2
15-20	3
20-30	4
>30	5

Tab. 11 : Classe de hauteur.

- La densité est estimée à partir de l'espacement moyen entre les arbres.

Distance entre arbres (m)	Densité (nb tiges par ha)
1	10000
2	2500
3	1100
4	625
5	400
6	278
7	204
8	156
9	123
10	100
11	83
12	69
13	59
14	51
15	44
25	16
35	8
50	4

Tab. 12 : Evaluation de la densité de tige à l'hectare à partir de la distance entre arbres.

Enfin, la présence d'invasive au sein d'un groupement végétal est également quantifiée. Leur recouvrement est évalué espèce par espèce, puis au total, en utilisant le code d'abondance dominance de Braun-Blanquet.

Code	Abondance	Recouvrement	Critères empiriques
1	Individus très peu abondants	< 5 %	Plante rare qu'il faut chercher
2	Individus peu abondants	< 5 %	Plante présente mais peu visible
3	Individus abondants	5 à 25 %	Présence évidente
4	Individus très abondants	25 à 50 %	Plante abondante ou couvrante
5	Individus très nombreux	50 à 75 %	Recouvrement majoritaire
6	Individus très nombreux	> 75 %	Domine totalement

Tab.13 : Code d'abondance dominance de Braun-Blanquet.

Une table de donnée « groupement » reprend toutes ces informations qualitatives et quantitatives sur une parcelle donnée (fiche de terrain en annexe 3 et illustration de la table de donnée en annexe 4).

3. Description des éléments ponctuels

Contrairement aux groupements qui caractérisent un ensemble d'individus, et donc une surface, les éléments ponctuels apportent des informations sur un individu donc en un point précis. Le système de localisation est bien entendu le même que pour les groupements.

3 types de ponctuels ont été répertoriés selon les causes pour lesquelles ils sont pris en considération. Pour chaque élément l'essence, la classe de diamètre et la classe de hauteur sont précisées.

➤ **Les arbres tombés (TOM)**

➤ **Les arbres dangereux (DAN)**

Ce sont des arbres fragilisés qui menacent de tomber ou de mourir car ils sont malades (MA), parasités (P) ou penchés (PE).

➤ **Les arbres remarquables (REM)**

Un arbre peut être remarquable par sa taille (T) ou car il est rare (R).

Les diamètres à partir desquels les individus d'une essence sont relevés sont les suivants.

Nom latin	Code	Nom français	Diamètre minimum (cm)
<i>Abies alba</i>	Aa	Sapin blanc	30
<i>Acer campestre</i>	Ac	Erable champêtre	20
<i>Alnus glutinosa</i>	Ag	Aulne glutineux	30
<i>Alnus incana</i>	Ai	Aulne blanc	30
<i>Acer platanoides</i>	Ap	Erable plane	20
<i>Acer pseudoplatanus</i>	App	Erable sycomore	20
<i>Betula verucosa</i>	Bv	Bouleau	40
<i>Fraxinus exelsior</i>	Fe	Frêne	40
<i>Juglans regia</i>	Jr	Noyer	20
<i>Populus alba</i>	Pa	Peuplier blanc	80
<i>Picea abies</i>	Pab	Épicéa	30
<i>Prunus avium</i>	Pav	Merisier	20
<i>Prunus mahaleb</i>	Pm	Cerisier de Sainte Lucie	20
<i>Populus nigra et P. alba</i>	Pn	Peuplier noir et blanc	80
<i>Populus tremula</i>	Pt	Tremble	50
<i>Pinus sylvestris</i>	Psy	Pin sylvestre	40
<i>Quercus pubescens</i>	Qp	Chêne pubescent	20
<i>Quercus robur</i>	Qr	Chêne sessile	50
<i>Robinier pseudocacia</i>	Rp	Robinier faux-acacia	40
<i>Sorbus aria</i>	Sar	Alisier blanc	20
<i>Sorbus aucuparia</i>	Sau	Sorbier des oiseleurs	20
<i>Tilia cordata</i>	Tc	Tilleul	40

Tab. 14 : Diamètre minimum par essence justifiant une taille remarquable.

Les essences répertoriées pour leur rareté sont *Ulmus laevis*, *Ulmus minor*, *Ulmus montana*, *Acer monspessulanum* et *Acer opalus* qui sont peu représentées sur l'ensemble du linéaire. Après certaines essences peuvent être rare sur un tronçon particulier, elles sont donc listées en

tant que tel, c'est le cas d'*Hypophae rhamnoides*, *Juglans regia*, *Sorbus aucuparia*, *Berberis vulgaris*, *Viburnum opulus* et *Laburnum anagyroides*.

Toutes ces informations après sont regroupées dans une table de donnée « ponctuel » (fiche de terrain en annexe 5 et illustration de la table de donnée en annexe 6).

4. Description des espèces invasives

Le phénomène d'invasion des berges et des digues par des espèces exotiques a pris depuis quelques années une ampleur très importante, ce qui fait l'objet d'un récent programme de recherche du Ministère de l'écologie et du développement durable. Ces espèces ont la faculté de se multiplier au détriment des espèces indigènes. L'artificialisation du lit et des berges, le remaniement de certaines zones expliquent très souvent l'apparition de ces espèces. Elles conduisent rapidement à une banalisation floristique des berges. De plus, elles n'assurent pas les nombreux rôles positifs des peuplements végétaux naturels.

De telles espèces prennent un caractère envahissant lorsqu'elles sont :

- à caractère colonisateur ou pionnier,
- à croissance rapide et fort taux de germination,
- à mode de reproduction basé sur une puissante émission de graines à grand pouvoir de dispersion et /ou forte capacité à se multiplier de façon végétative,
- souvent émettrices de substances toxiques.

➤ Les espèces recensées

***Buddleia davidii* (Bd)**

Le buddleia, introduit de Chine à la fin du XIX^e siècle en tant qu'arbuste ornementale, est maintenant envahissant dans toute la France. Cette espèce héliophile pionnière est la plus représentée des invasives sur les digues.

***Fallopia japonica* et *F. sacchalinensis* (Fj)**

Ces 2 espèces assez semblables sont regroupées sous la dénomination Renouée du Japon (parfois *Polygonum cuspidatum* est présent). Ces plantes herbacées rhizomateuses et pérennes sont originaires d'Asie. Les tiges peuvent atteindre jusqu'à 3.5 m de haut pour un diamètre au sol supérieur à 5 cm. Leur développement est important sur les digues.

***Parthenocissus quinquefolia* (Pq)**

Originnaire d'Amérique du Nord, la vraie vigne vierge pousse sur des substrats plutôt riches et bien drainés. Cette espèce grimpante tolère l'ombre et se retrouve souvent en lisière et en sous-bois.

***Amorpha fruticosa* (Af)**

Le faux-indigotier est un arbuste pouvant atteindre 3m de haut. Il commence à apparaître sur quelques sites du Drac inférieur.

***Galega officinalis* (Go)**

Le sainfoin d'Espagne est une plante herbacée atteignant jusqu'à 1m de haut colonisant les milieux humides. Il est présent dans la basse vallée du Drac.

***Rhus typhina* (Rt)**

Le sumac de virginie est un arbuste originaire d'Amérique du Nord se multipliant par de nombreux rejets. Il peut mesurer jusqu'à 5m. Evadé de jardin, il se rencontre en périphérie urbaine.

***Sambucus ebulus* (Se)**

Le sureau yèble est une herbacée à l'allure d'arbrisseau mesurant jusqu'à 1.5m. Il est présent par taches.

***Impatiens glandulifera* (Ig)**

L'impatiens glanduleuse est une herbacée originaire de l'Himalaya pouvant atteindre jusqu'à 2m de haut que l'on a trouvé sur l'Eau d'Olle.

Solidago canadensis

Il est présent sporadiquement, souvent en mélange avec *Solidago gigantea*. Il peut constituer des groupements monospécifique sur des espaces relativement réduit (de l'ordre de la dizaine de m²).

➤ Description

Cette description des invasives est complémentaire de celle effectuée au sein des groupements, ici le but est de mettre en évidence la présence de taches qui peuvent être source de colonisation futur.

Par exemple, si au sein d'un groupement végétal on note une présence diffuse de *Buddleia davidii* cette donnée sera renseignée dans la table groupement. En effet, on ne peut localiser tous les individus s'ils sont trop nombreux, on restitue donc l'information en surfacique avec un indice de recouvrement. Par contre si au sein du même groupement il existe une tache de *Fallopia japonica* on relèvera ses coordonnées précises pour permettre un traitement rapide et précis avant extension.

La table de données « invasives », reprend le système de localisation des groupements et précise l'espèce considérée.

5. Synthèse des données relevées

Lors des relevés de terrain, la quantité d'élément suivant a été décrite.

Cours d'eau	Rive	Nombre de polygones	Linéaire (m)	Nombre de ponctuels	Nombre de taches d'invasive
Drac	Droite	158	3573	8	2
	Gauche	712	10347	275	49
Romanche	Droite	401	14256	165	6
	Gauche	416	13293	60	1
Lignarre	Droite	65	1882	14	2
	Gauche	63	2125	9	2
Eau d'Olle	Droite	94	2786	16	7
	Gauche	83	2848	16	6
Total		1992	51110	563	75

Tab. 15 : Synthèse des données relevées

Ces données saisies dans les tables de données doivent être validées, ce travail est nécessaire pour ne pas retrouver d'artefact par la suite. Cependant l'ensemble des données rassemble presque 100000 entrées, il y a donc forcément des erreurs qui persistent.

B. Traduction des données de terrain dans un Système d'Information Géographique (SIG)

En couplant des données spatiales à des données attributaires, le SIG est un outil répondant aux besoins de représentation et d'analyse adapté pour la mise en place d'un plan de gestion. C'est un outil d'aide à la prise de décision, se justifiant par ses capacités à stocker, mémoriser, traiter et restituer des données géographiquement référencées.

La méthode qui a été utilisée permet la génération des éléments cartographiés à partir des coordonnées renseignées dans les tables de données. Les manipulations ont été effectuées à partir d'une cartographie précise des digues sous format Autocad, des tables de données créées lors de la phase de terrain et des logiciels Mapinfo Professional 7.0 et ESRI Arc View GIS 3.2.

Ce traitement qui aboutit à la création d'éléments géographiquement référencés couplés à des tables de données descriptives comporte de nombreux détails. Seul la démarche globale est présentée par la suite. La même méthode a été appliquée pour la création de polygone (élément surfacique correspondant à la représentation d'une formation végétale) et de points (élément ponctuel correspondant à la représentation des individus remarquables et des taches d'invasives). Par souci de clarté, les explications suivantes concernent seulement la création des polygones.

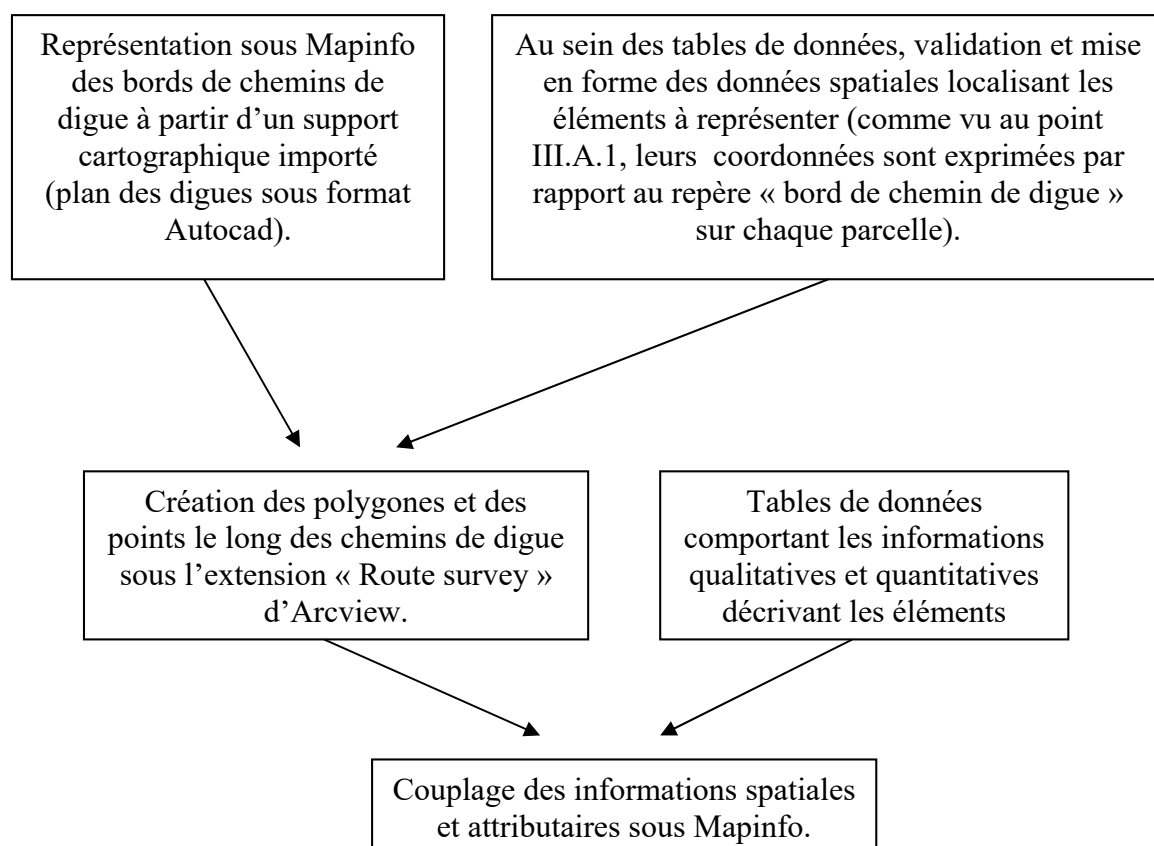


Fig. 15 : Les principales étapes permettant la traduction des informations sous SIG.

1. Tracé des chemins de digue et mise en forme des données

Le support cartographique utilisé correspond aux plans de digues réalisés par des géomètres sous Autocad. A partir de ce fichier importé sous Mapinfo, les bords de chemin de digue utilisés comme repère sont représentés.

A chaque fois, un linéaire est tracé sur le bord du chemin coté rivière et un autre pour le coté terre : c'est à partir de ces lignes que seront générés les polygones. Les polygones situés du coté rivière ou terre seront créés sur la ligne correspondante.

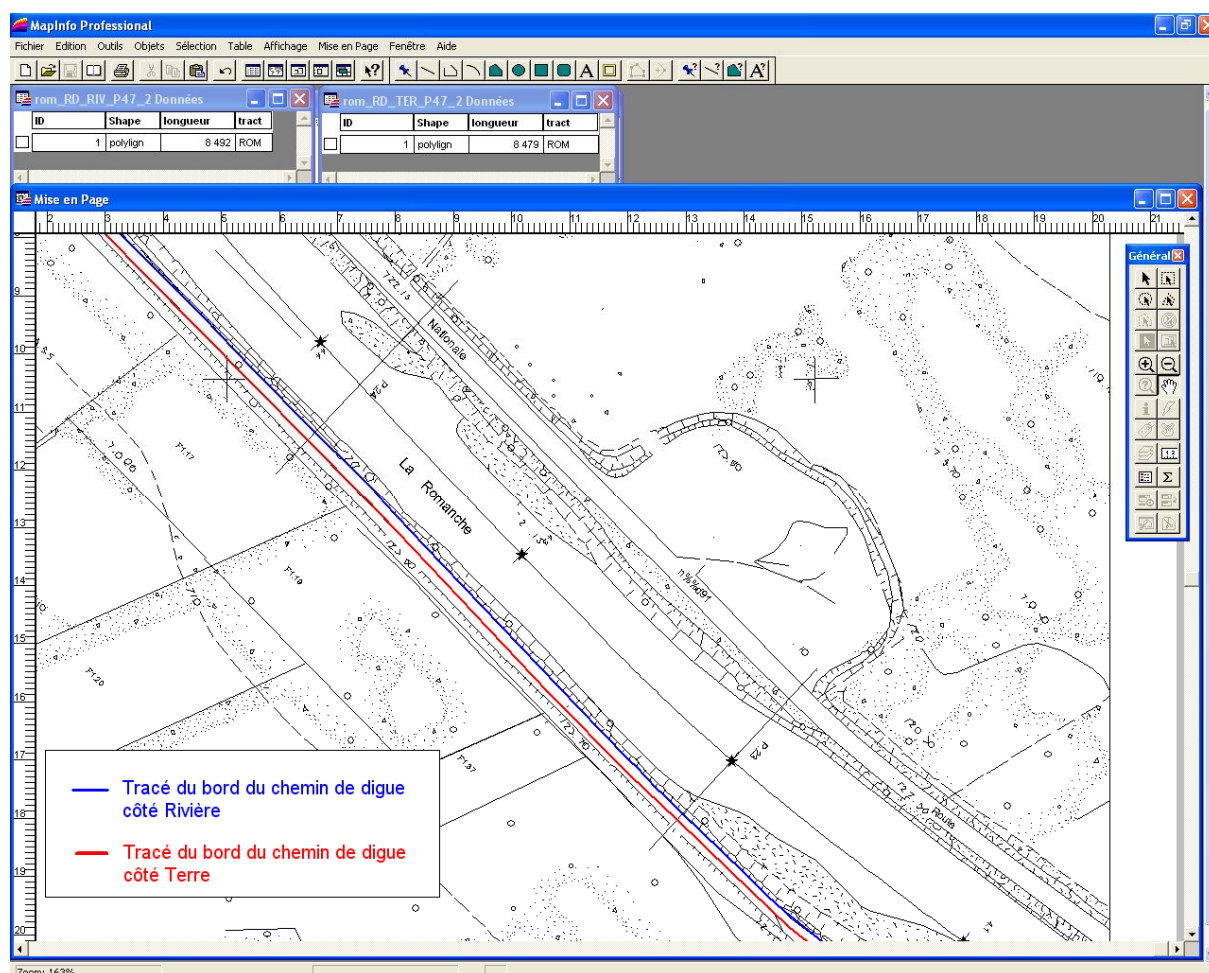


Fig.16 : Tracé des chemins de digue à partir du support cartographique.

N.B : Dans la suite des explications, on ne considérera que les manipulations effectuées à partir d'un tracé.

Ensuite, il faut mettre en forme les données permettant de localiser les polygones. Ces données sont extraites de la table « groupement » et organisées par rapport au tracé (si on est côté terre seul les données concernant les polygones du côté terre sont extraites). Les polygones vont être créés le long de la ligne digitalisée précédemment à partir d'un seul point de référence : l'extrémité aval de la ligne. Il faut donc que les coordonnées longitudinales (X) des polygones soient exprimées en fonction de ce point c'est-à-dire en distances cumulées depuis l'origine. 2 nouvelles colonnes de donnée sont donc ajoutées aux tables : X1 cumulé et X2 cumulé qui correspondent respectivement aux coordonnées de début et de fin de chaque polygone.

Parcelle	X1	X2	X1 cumulés	X2 cumulés
76 (origine)	0	202	0	202
75	0	198	202	400
74	0	200	400	600

Tab. 16 : Exemple de coordonnées de début et de fin des polygones exprimées en distance cumulée depuis l'origine.

2 autres colonnes sont ajoutées :

- identifiant : c'est le numéro du polygone. Cette clé permettra d'intégrer les données attributaire par la suite.
- validité : cette colonne est nécessaire au bon fonctionnement de l'étape suivante.

On vérifie ensuite la concordance entre les données mesurées sur le terrain et celles indiquées sur le fond cartographique. Les longueurs des parcelles mesurées sur le terrain doivent être égales à celles représentées sur le support cartographique. La distance cumulée totale mesurée sur le terrain doit donc correspondre à la longueur du tracé sous Mapinfo.

Même pour des faibles écarts une correction doit être appliquée parcelle par parcelle pour éviter les erreurs cumulées qui décaleraient la position des polygones. Par exemple, si on mesure 203 m sur le terrain pour une parcelle et que sur le support cartographique celle-ci mesure 199 m, l'erreur n'est que de 2%. Ceci paraît faible mais le cumul de ce type d'erreur sur plusieurs kilomètres peut se traduire par un décalage final de plusieurs dizaines de mètres.

2. La création des polygones et des points

Le tracé le long duquel les polygones seront positionnés et les données spatiales permettant de définir les coordonnées de chaque polygone sont importées sous l'extension « Route survey » d'Arcview.

Avant de pouvoir former les polygones il faut définir un sens de progression sur la ligne et créer un point de départ et un point d'arrivée. Les fonctions "label line start points and end points" et "create points from line end and start" permettent de réaliser ces étapes.

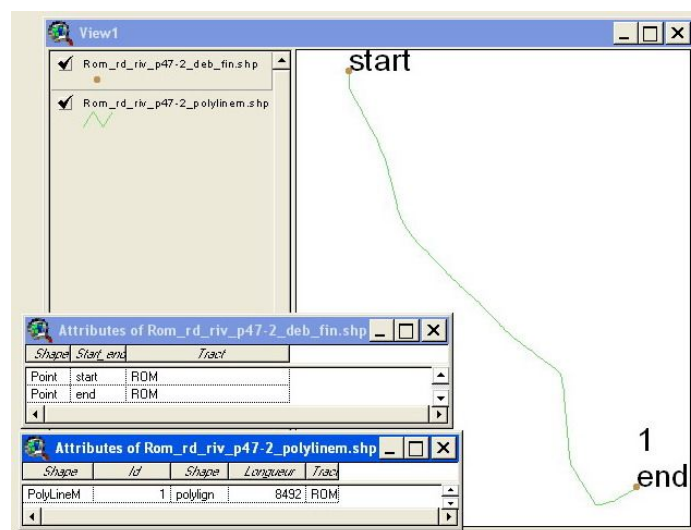


Fig. 17 : Illustration de la définition d'un sens de progression, de point de départ et arrivée.

Toutes les informations nécessaire à la création des polygones sont renseignées on peut donc les générer grâce à la fonction “generate polygons from Route survey”.

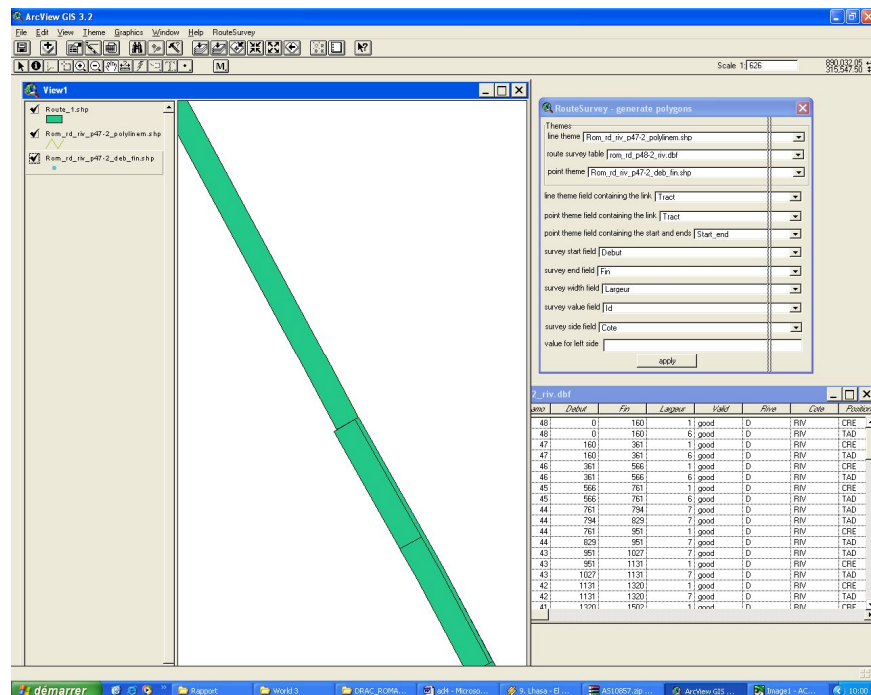


Fig. 18 : Illustration de l'étape de création des polygones

A ce stade tous les polygones sont créés mais ils sont agrégés. Il faut donc les dissocier, ce qui a été réalisé par la fonction fusion/simplification sous Mapinfo. Ensuite, par sélection SQL les données attributaires correspondantes à chaque polygone sont réattribuées.

Fig. 19 : Illustration du rendu final.

La même démarche a permis la création des éléments ponctuels. Au final, on obtient un SIG fonctionnel avec des éléments spatiaux individualisés couplés à une base de données. Le SIG a été livré sous format « brut » au CEMAGREF.

IV. Orientations du plan de gestion de la végétation et perspectives de gestion à long terme

A. Les consignes de gestion

L'élaboration du plan de gestion doit tenir compte à la fois des inconvénients et des avantages de la végétation, sachant que la protection des personnes contre les crues reste la priorité absolue. Ces enjeux sont variables suivant les secteurs, les consignes de gestion auront donc des orientations particulières prenant en compte :

- les caractéristiques de la formation végétale présente sur la digue (type, contact avec l'eau) et la présence d'invasives dont il faut contenir l'expansion,
- l'intérêt écologique (biologique, faunistique et floristique) et socio-économique (considérations paysagères et récréatives).

Ce paragraphe reprend et adapte les orientations du plan de gestion de la végétation de l'Isère réalisé par le CEMAGREF.

1. Les peuplements arborés

Etant donné qu'ils sont installés sur les digues, leur élimination totale n'est plus possible. Les mesures de gestion envisagées visent à maintenir et régénérer cette couverture forestière pour que le système racinaire ne meure pas afin de limiter les problèmes de renard hydraulique. En rabaissant la hauteur des peuplements pour permettre une meilleure stabilité des arbres, le risque de chablis sera limité.

Les arbres seront recépés ce qui permet de préserver la souche et le système racinaire qui restera vivant et assurera le renouvellement du peuplement forestier. 2 types de gestion sont à envisager :

- gestion de type jardinatoire : les arbres sont exploités un à un ou par bouquets, de façon à ne pas trop dégarnir le sol et faire vivre côte à côte des arbres de tous âges et toutes dimensions. Ce type d'intervention peut se faire à rotation plus ou moins rapide de 5 ou 10 ans.
- gestion en taillis : des coupes à blanc sont réalisées tous les 10 ans. Les peuplements sont donc constitués d'arbres de petite dimension obtenus de rejets de souches.

➤ Type de gestion la mieux adaptée aux enjeux

Les enjeux écologiques sont forts sur l'ensemble du linéaire puisque toute la végétation riveraine fait l'objet d'un classement en ZNIEFF et se trouve en zone NATURA 2000. La gestion de type jardinatoire paraît donc la plus adaptée au contexte d'autant plus que certaines portions de digue sont en contact avec des habitats prioritaires (par exemple au niveau du Buclet l'habitat « Forêt alluviales résiduelles » est à proximité immédiate de la digue).

Les valeurs paysagères et récréatives apparaissent également fortes sur certaines portions du secteur. Une gestion en taillis paraît difficilement compatible à l'attrait touristique en particulier dans la zone péri-urbaine comme au niveau d'Allemont où des campings sont situés derrière les digues.

➤ Type de gestion selon la position sur le profil en travers

Au niveau des berges, l'objectif est de maintenir en place une frange de végétation qui a un rôle multiple (diversification écologique des habitats, supports, abris, paysage...) mais dont la fonction essentielle est de favoriser la stabilité. La diversité des tailles et des essences devra donc être favorisée pour profiter au maximum des enracinements plus ou moins profonds. Les essences forestières à grand développement et enracinement superficiel sont à éviter. D'autres, sont à favoriser comme les herbacées à fort pouvoir fixateur (comme *Phalaris arundinacea*) et les arbustes qui drageonnent et marcottent facilement (saules arbustifs).

Cette zone devra donc faire l'objet de coupes sélectives fréquentes afin de favoriser le développement d'une strate herbacée et arbustive de petite taille et souple.

Cependant seul une faible partie du linéaire cartographié comporte une berge individualisée, dans la majorité des cas le talus de digue est en contact direct avec l'eau. Cette portion doit donc être gérée comme une berge.

Le gestionnaire décidera en fonction de critères budgétaires ou autres, mais une variante « écologique » pourrait être la suivante :

- gestion jardinatoire à rotation courte (5 ans) sur le talus de digue coté rivière en distinguant une zone basse (de 1 à 2 m) en contact avec l'eau gérée en taillis sélectif favorisant les espèces herbacées et arbustives,
- gestion jardinatoire à rotation longue (10 ans) sur le talus de digue et le pied de digue coté terre.

Par contre, le développement des peuplements arbustifs pourra être contrôlé par gestion en taillis afin d'éviter la mise en place d'une strate arborescente.

2. Les grands arbres

Leur conservation sur la digue est à proscrire en raison des risques de basculement. Cependant, leur élimination entraînera forcément une nécrose du système racinaire (nécrose totale si la souche est dévitalisée ; partielle s'il y a simple recépage). Le risque de renard hydraulique sera donc aggravé dans les deux cas.

S'il n'est pas possible de dessoucher et de conforter la digue, il vaut mieux recéper l'arbre qui rejettera. Coté rivière, le recépage doit se faire au ras du sol afin d'éviter les tourbillons qui éroderaient la digue en cas de crue.

3. Les zones à invasives

Si des invasives sont présentes il faut mettre en place une gestion adaptée ayant pour but leur élimination. Le peuplement arboré ne doit pas être diminué dans un premier temps pour traiter les invasives sous couvert, qui sont dans ce cas là moins vigoureuses que lorsqu'elles sont en pleine lumière.

Dans les cas où les invasives forment l'essentiel de la couverture végétal, une renaturation du site doit avoir lieu.

4. Les zones herbacés et dénudées

Les digues et leurs abords déjà enherbés doivent être contrôlés périodiquement pour surveiller qu'aucun arbre ne vienne s'y installer. Les arbustes bas peuvent être acceptés ponctuellement. Les zones dénudées suite à un enrochement, qui sont au départ totalement minéral, sont peu à peu colmatés par le limon apporté par les crues et se végétalisent progressivement. Cette végétation doit être contrôlée. Une strate herbacée et arbustive, de petite taille et souple doit être favorisée. Cette installation doit devancer celles des invasives qui ont tendance à coloniser ces milieux remaniés.

B. Gestion globale à long terme: vers une réhabilitation ?

Les éléments de diagnostic présents dans le SDAGE identifient la Romanche aval, depuis la plaine de Bourg d'Oisans, parmi les milieux aquatiques fortement dégradés physiquement (caractérisée comme masse d'eau fortement modifiée dans l'état des lieux lié à la directive cadre européenne). La vallée de Bourg d'Oisans est également mentionnée comme milieu aquatique remarquable aux titres des fortes valeurs patrimoniales de la rivière, de la plaine alluviale et de l'aquifère Eau d'Olle – Romanche. L'objectif du SDAGE est la mise en oeuvre de programmes prioritaires de restauration amorçant un retour progressif à un fonctionnement plus équilibré.

Ce tronçon de la Romanche, au vus des enjeux présents, correspond à un secteur pilote (où sont étudiés les premiers scénarii de gestion globale de la ressource en eau) du SAGE Drac-Romanche. Une réflexion est menée actuellement sur les possibilités de réhabilitation du milieu physique. Les conclusions dépendront des résultats d'une étude d'inondabilité de la Romanche et de ses affluents dans la plaine de Bourg d'Oisans : si les risques de rupture de digue sont importants la réflexion sera affinée par contre si ceux-ci sont jugés faibles la réflexion sera abandonnée.

Une nouvelle structure, le Syndicat mixte des bassins hydrauliques de l'Isère (SYMBHI) qui a été récemment créée, aura à jouer un rôle prépondérant dans l'aménagement des rivières les plus importantes (rivières domaniales ou endiguées sur l'essentiel de leur lit) dont la Romanche fait parti. Cet outil de gestion intégré sur le bassin versant de l'Isère a pour objectif de concilier lutte contre les inondations, agriculture et protection de l'environnement en misant sur la prévention autant que sur la protection.

Les enjeux sont donc importants sur la plaine alluviale de Bourg d'Oisans : les objectifs de gestion durable des risques liés aux inondations et la préservation des habitats remarquables

liés à l'hydrosystème pourraient être atteint grâce à une réhabilitation partielle. Les structures pouvant piloter un projet de réhabilitation existent (SYMBHI et SAGE). En parallèle, la démarche d'acquisition foncière lancée par le conseil général pour la protection des espaces naturels sensibles peut faciliter la mise en place d'un tel projet.

Un réajustement naturel « aidé » par une intervention plus ou moins forte pour permettre un retour partiel à une situation structurale et fonctionnelle pré-perturbation mérite donc d'être envisagé à long terme. Par exemple, le recul des digues sur les zones à faibles enjeux économiques mais par contre à forts enjeux écologiques (au niveau des forêts alluviales résiduelles du Buclet et de Vieille Morte) permettrait d'une part de limiter le risque d'inondation en stockant une partie des écoulements, et d'autre part de préserver les habitats prioritaires et communautaires présents (cf. II.B.7.a) en restaurant les perturbations nécessaires à leur équilibre.

Cependant pour envisager les retombés d'un projet de réhabilitation sur cette zone, des études précises doivent être menées tout particulièrement dans les domaines hydrauliques et géomorphologiques.

C. Volet européen : la restauration des forêts alluviales

Cette partie est rédigée d'après les résultats du programme de recherche appliqué FLOBAR2 « FLOodplain Biodiversity And Restoration : Integrated natural science and socio-economic approaches to catchment flow management » fondé par la commission Européenne (Environment and sustainable development programme, Framework Programme 5).

Les partenaires sont :

- university of Cambridge (UK), coordinateur du projet
- Institute for Regional Development and Structural Planning (Allemagne)
- université Joseph Fourier – Grenoble
- university of Lethbridge (Canada)
- Centre National de la Recherche Scientifique – Toulouse
- Umea University (Suède)
- Université Blaise Pascal – Clermont Ferrand

Publication en ligne sur www-flobar.geog.cam.ac.uk

1. Les caractéristiques des forêts alluviales

Les forêts alluviales sont des écosystèmes fortement dynamiques qui se trouvent dans les plaines d'inondation des cours d'eau. Ces formations sont la plupart du temps linéaire mais elles peuvent s'étendre sur plusieurs kilomètres de large comme en Europe de l'Est (cas du Danube).

Elles forment une mosaïque végétale complexe comportant des communautés aquatiques, semi-aquatiques et terrestres qui s'interpénètrent et s'influencent mutuellement. On parle ainsi d'écocomplexe défini comme un ensemble d'écosystèmes interactifs et non pas seulement juxtaposés. Leur composition et leur morphologie sont liées au régime hydrologique du cours d'eau.

Les forêts alluviales sont importantes à différents niveaux :

- par leur qualité intrinsèque, qui sont difficiles à évaluer économiquement, comme la grande biodiversité de ce milieu. Cette forte biodiversité s'explique par leur situation d'interface entre le milieu aquatique et terrestre, formant un écotone, et par les perturbations, dues aux inondations, qui permettent un rajeunissement et une évolution

réversible des successions végétales. De plus, de par leur position les forêts alluviales intègrent des semences issues de toute la zone amont.

- elles offrent un gain économique ou environnemental. Les forêts alluviales sont les écosystèmes forestiers les plus productifs au monde. Elles remplissent des fonctions naturelles importantes économiquement : zone de stockage de masse d'eau diminuant l'intensité du pic de crue en aval, recharge de l'aquifère par diminution des vitesses d'écoulement et augmentation de la porosité du sol, contrôle de la pollution diffuse, potentialités paysagères et récréatives.

Les forêts alluviales que l'on voit aujourd'hui sont le résultat de centaines d'années au cours desquelles les inondations et les déplacements du talweg ont façonné cet écosystème.

➤ **Les processus hydrologiques et géomorphologiques clés**

Les débits réguliers doivent permettre de maintenir le niveau de la nappe suffisamment élevé pour que les arbres en place puissent continuer leur développement, alors que les fortes inondations périodiques engendrent un déplacement du lit actif et la création de nouveaux dépôts sédimentaire qui sont des sites de régénération. Ces espaces ouverts sont nécessaires puisque la plupart des espèces pionnières ne tolèrent pas la compétition.

Les variations de débits doivent correspondre aux périodes de libérations des semences (hautes eaux) et à la croissance de celles-ci (basses eaux). L'abaissement du toit de la nappe suite aux hautes eaux doit être progressive pour permettre aux jeunes plantules de se développer sans stress hydrique. Il ne doit pas y avoir de fortes inondations pendant le développement des semences.

Au fil des millénaires, les espèces ont évolué pour coordonner leur croissance et leur reproduction avec les hydrogrammes naturels. Ces espèces sont donc adaptées aux perturbations : production massives de graines, capacité à germer rapidement et taux de croissance élevé. Mais les bonnes conditions pour la réussite d'une reproduction sexuée ne sont pas toujours présentes. La reproduction végétative est donc une alternative. Alors que le temps d'inondation et l'abaissement du toit de la nappe sont critiques pour la croissance des semences, ces paramètres n'affectent pas la reproduction végétative.

Le caractère dynamique de ces forêts est capital, ce sont des mosaïques mobiles remodelées par chaque inondation. C'est un problème majeur pour leur conservation puisqu'elles ne tolèrent pas un système contrôlé. Si les perturbations liées aux déplacements du chenal s'arrêtent, il en résulte une succession irréversible qui mène à une forêt mature uniforme.

➤ **Les processus biologiques**

La grande diversité d'habitats présents au sein des forêts offre de nombreuses niches écologiques utilisées par les populations animales qui profitent de la forte productivité du système. Ces corridors jouent un rôle important pour le déplacement de nombreuses espèces.

Il résulte de la forte productivité des forêts alluviales, un apport important en matière organique. La matière organique fine est redistribuée pendant les inondations, étape pendant laquelle elle est utilisée par les bactéries et les invertébrés. Cette redistribution crée des zones hétérogènes utilisées par divers types d'espèces végétales et animales. De plus, les débris de bois grossiers permettent de créer des zones de dépôts de sédiments fins créant des sites favorables à la régénération des espèces pionnières.

Si les effets de la fragmentation des cours d'eau (barrage, endiguement) sont apparents immédiatement sur les espèces animales migratoires comme le saumon, il est moins évident et plus graduel sur les espèces végétales. Néanmoins, la fragmentation réduit le transport de matière organique et donc de graine (hydrochorie) ainsi des différences floristiques apparaissent en amont et en aval des barrages. Il est important de maintenir la connectivité pour permettre la migration des espèces animales et végétales le long du corridor.

Comme les espèces autochtones, les espèces allochtones ou « invasives » présentent les caractéristiques écologiques de plantes pionnières. Cependant, une différence importante est le moment et la durée de délivrance des semences. Les espèces natives ont typiquement un cycle de vie coordonné avec le cycle hydrologique du milieu. Par contre, de nombreuses espèces invasives ont de plus longues périodes de dispersion des semences et celles-ci possèdent une viabilité plus longue. Ainsi, un régime hydraulique naturel sera favorable aux espèces natives alors que des modifications favoriseront les invasives.

➤ L'état actuel des forêts alluviales

Peu de forêts alluviales sont encore présentes en Europe. A grande échelle, des changements sont dus aux variations climatiques qui affectent le fonctionnement des hydrosystèmes. Par exemple, des rivières à style fluvial en tresse ont évolué vers un style méandrique en réponse aux variations de débit et de charge solide.

Mais depuis plusieurs siècles l'augmentation des activités humaines ont modifié beaucoup plus brutalement le fonctionnement des hydrosystèmes et réduit la connectivité entre les rivières et leur plaine d'inondation (construction d'ouvrages comme les digues et les barrages, rectification des cours d'eau, drainage intense et augmentation des surfaces cultivables).

Les forêts alluviales ont survécu à peu d'endroit, 90% de leur surface d'origine a disparu et les fragments restants sont souvent en mauvais état.

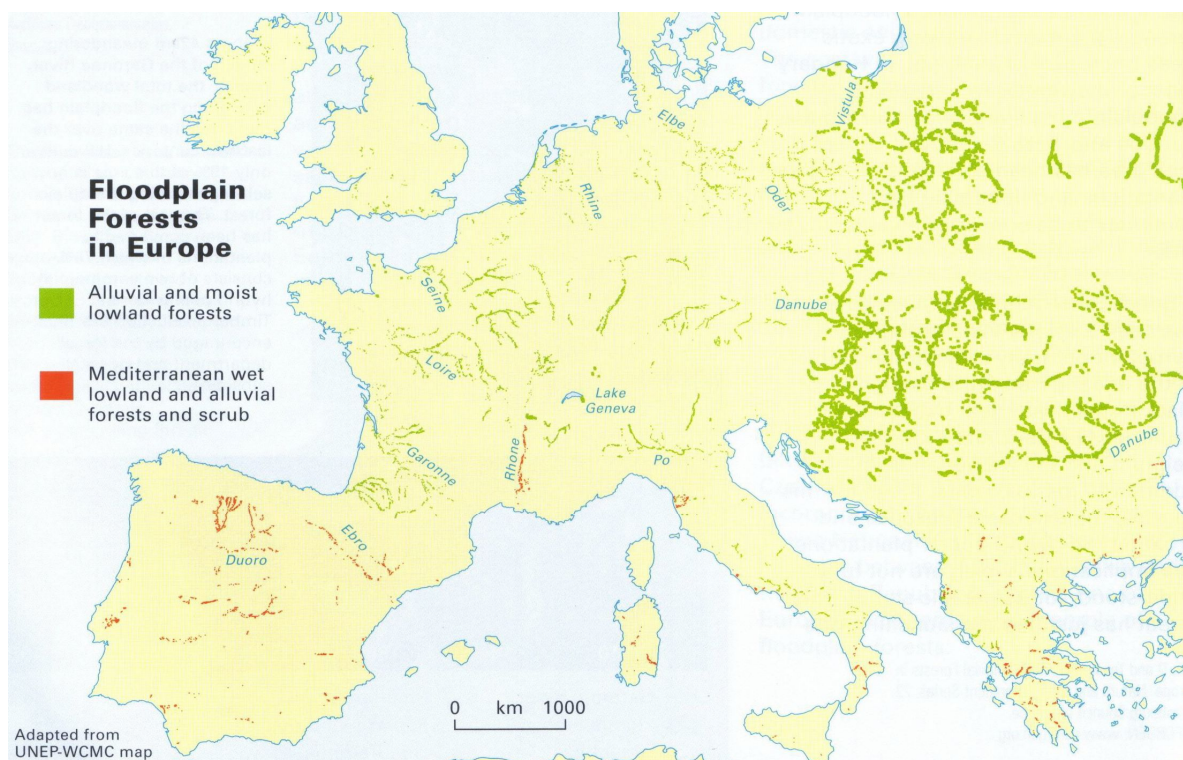


Fig. 20 : Localisation des forêts alluviales en Europe.

Source : FLOBAR2.

De nos jours, les forêts alluviales sont considérées comme un des écosystèmes les plus menacés d'Europe et sont listés comme habitat prioritaire en annexe 1 de la directive habitat.

EU Habitats (1999)	CORINE-Biotope (1991) + Palaearctic. classif. (1993)	EUNIS classification (2002)	other classification	description
91E0 Residual alluvial forests (Boreal, Alpine & temperate Europe)	44.1 riparian willow forests 44.2 grey alder galleries 44.3 medio-europ. woods include sub-types: 44.13 white willow galleries 44.14 white poplar galleries 44.21 montane grey alder 44.22 sub-montane g. alder 44.31 ash-alder (rivulets) 44.32 fast-flowing rivers 44.33 slow rivers 44.34 northern iberian galleries	G1.1 riparian woodlands (<i>Salix, Alnus</i>) and galleries G1.111 Medioeurop. willow forests G1.121 montane alder galleries G1.122 dealpine alder galleries G1.123 boreal alder galleries G1.2 fluvial woodlands (<i>Fraxinus, Alnus, Fraxinus, Ulmus</i>) G1.21 riverine woodlands wet at high flows G1.211 rivulets and springs G1.212 fast flowing rivers G1.213 slow rivers G1.214 northern iberian galleries	NVC- UK: W5, W6, W7 German fed. List 430401 to 430403 Nordic classif. 2.2.3.4 2.2.4	alluvial forests (<i>Alnus glutinosa, Alnus incana, Prunus padus, Fraxinus excelsior, Ulmus glabra...</i>) of temperate and Boreal Europe (lowland, piedmont, montane and sub-montane rivers of Alps, Pyrenees, Carpathians, Balkans and North Apennine); arborescent galleries of tall willows (<i>Salix alba, S. fragilis, Alnus, Fraxinus, Populus nigra, Populus alba...</i>) on heavy soils periodically inundated, well-drained and aerated during low-flows.
91F0 mixed hardwood riparian forests (temperate Europe)	44.4 mixed oak-elm-ash forests 44.41 and 44.42 (medio-european) 44.43 (sub-Mediterran.) 44.44 (alluvial plain of the Po river)	G1.2 fluvial woodlands G1.22 mixed (<i>Alnus, Fraxinus, Quercu, Ulmus</i>) G1.221medieuropean G1.222 (residual) G1.223 south-east-Europe G1.224 Po river	Nordic classif. 2.2.2.3; 2.2.2.6; German fed. list 43040501 & 02	diverse riparian forests of the middle and lower courses of great rivers (Rhône, Loire, Rhine, Danube, Elbe, Weser, Oder, Vistula...), inundated by large floods; mature forests of hardwood trees (<i>Quercus robur, Fraxinus excelsior, F. angustifolia, Ulmus laevis, U. glabra, U. minor, Prunus avium, P. padus...</i>) growing on recent alluvial deposits; soils well drained or remaining wet between high-flow periods; the hydric regime (level of the water table) determines the dominant species (from high to deep levels: <i>Fraxinus, Ulmus</i> or <i>Quercus</i>)
92A0 white willow & white poplar galleries of (Medit. Europe)	44.17 Mediterranean white willow galleries 44.6 Mediterranean poplar-elm-ash forests (44.61 to 44.64)	G1.1 riparian woodlands (<i>Salix, Alnus</i>) G1.31 Mediterranean poplar forests G1.112 Mediterranean tall willows G.3 Med. mixed woodland		Riparian forests of the Mediterranean zone dominated by high willows (<i>Salix alba, S. fragilis</i>) and poplars (<i>Populus alba, P. caspica, P. euphratica</i>) (repartition: France, Greece, Italy, Portugal, Spain)
92B0 riparian formations on intermittent rivers (Medit. Europe)	44.5 southern alder galleries; 44.51 44.52	G1.1 riparian woodlands G1.132 <i>Rhododendron, Alnus</i> relict galleries G.134 <i>Betula</i> relict galleries		highly remarkable relict alder galleries (thermo- and meso-Mediterranean zones) with <i>Alnus glutinosa, A. cordate, Betula sp., Fraxinus angustifolia, Osmunda regalis</i> (repartition: France, Italy, Spain, Portugal)
92C0 plane & sweet-gum woods (Medit. Europe)	44.7 (44.71, 44.72) <i>Platanus</i> and <i>Liquidambar</i> gallery forests	G1.3 Mediterranean riparian woodlands G1.39 <i>Liquidambar</i> woods G1.38 <i>Platanus</i> woods		riparian forests and woods dominated by <i>Platanus orientalis</i> and <i>Liquidambar orientalis</i> ; presence of <i>Salix alba, Alnus glutinosa, Celtis australis, Populus alba, Fraxinus ornus, Cercis siliquastrum</i> . (Greece, Sicilia)

CORINE = Coordination of information on the environment
EUNIS = European Nature InformationSystem

Fig. 21 : Les différentes classification européenne concernant les forêts alluviales.

Source : FLOBAR2

Aujourd'hui les pressions anthropiques demeurent mais une réflexion et des travaux de restauration de ces milieux se développent. En effet, une meilleure connaissance du fonctionnement des hydrosystèmes a mis en évidence les intérêts d'une gestion intégrée à l'échelle du bassin-versant. Cela inclue les recherches pour une gestion durable des risques liés aux inondations et la préservation des habitats sous l'influence de la directive habitat.

2. Comment peut-on restaurer les forêts alluviales ?

Les forêts alluviales nécessitent donc plusieurs conditions pour fonctionner naturellement. Les gestionnaires doivent donc s'assurer que la plaine est périodiquement « perturbée » par des inondations transportant ainsi les sédiments et les débris organiques. La perturbation peut être gérée à l'échelle du bassin versant ou à une échelle locale.

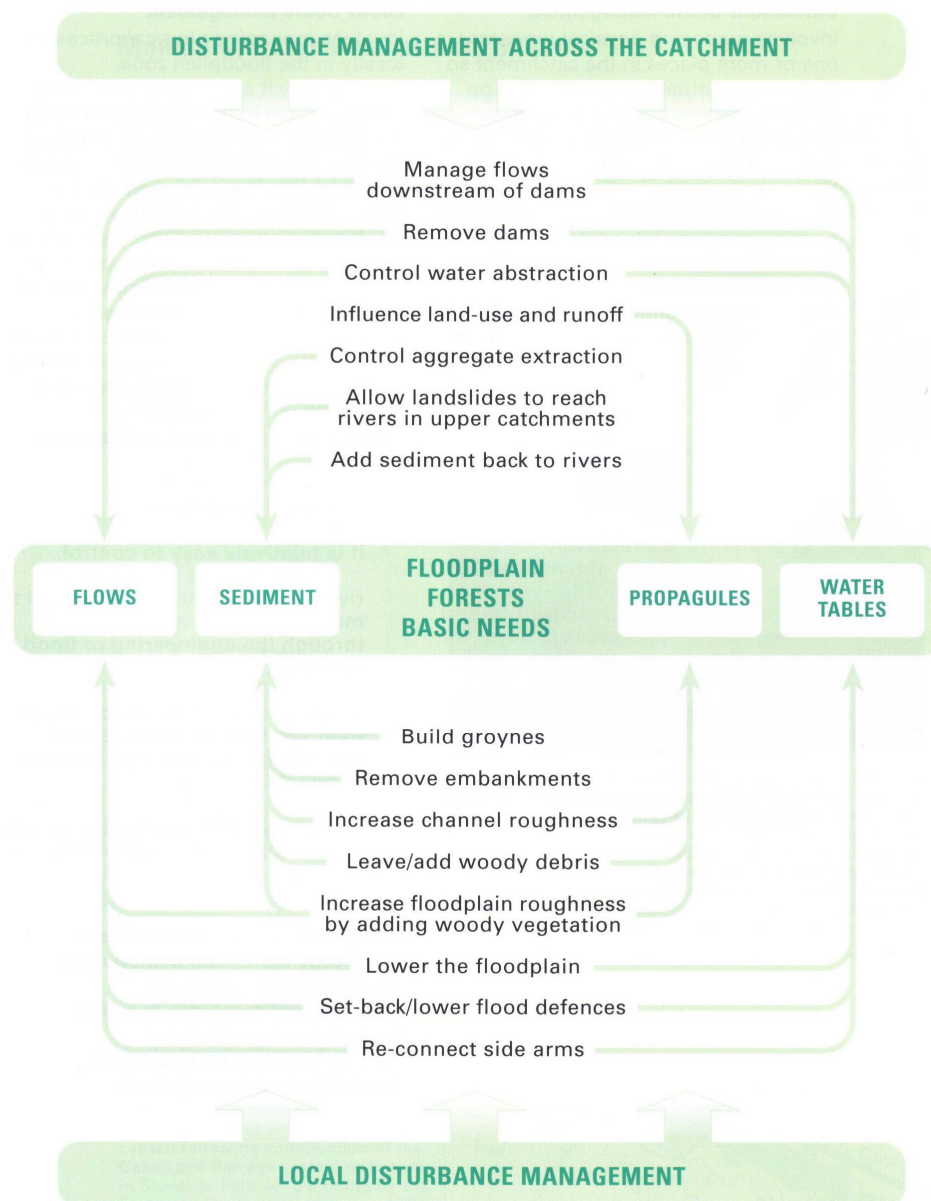


Fig. 22 : Les actions à envisager pour la restauration des forêts alluviales.

Source : FLOBAR2

➤ Gestion à l'échelle du bassin versant

Cela nécessite la gestion des processus physiques à plusieurs endroits du bassin versant pour qu'il y ait éventuellement des effets sur la plaine d'inondation. Cette gestion « indirect » serait la plus désirable pour le succès à long terme. Cependant ceci est difficilement réalisable pour plusieurs raisons. Il n'est pas évident de prédire où les perturbations auront une influence dans la plaine d'inondation, c'est donc une forme de gestion relativement incontrôlée difficile à mettre en place dans des systèmes trop artificialisés et fragmentés. Ce caractère imprévisible est problématique pour les gestionnaires et propriétaires riverains. Enfin, ce type de gestion nécessite la concertation et l'accord d'un grand nombre d'acteurs, la phase de consultation nécessite donc un temps important.

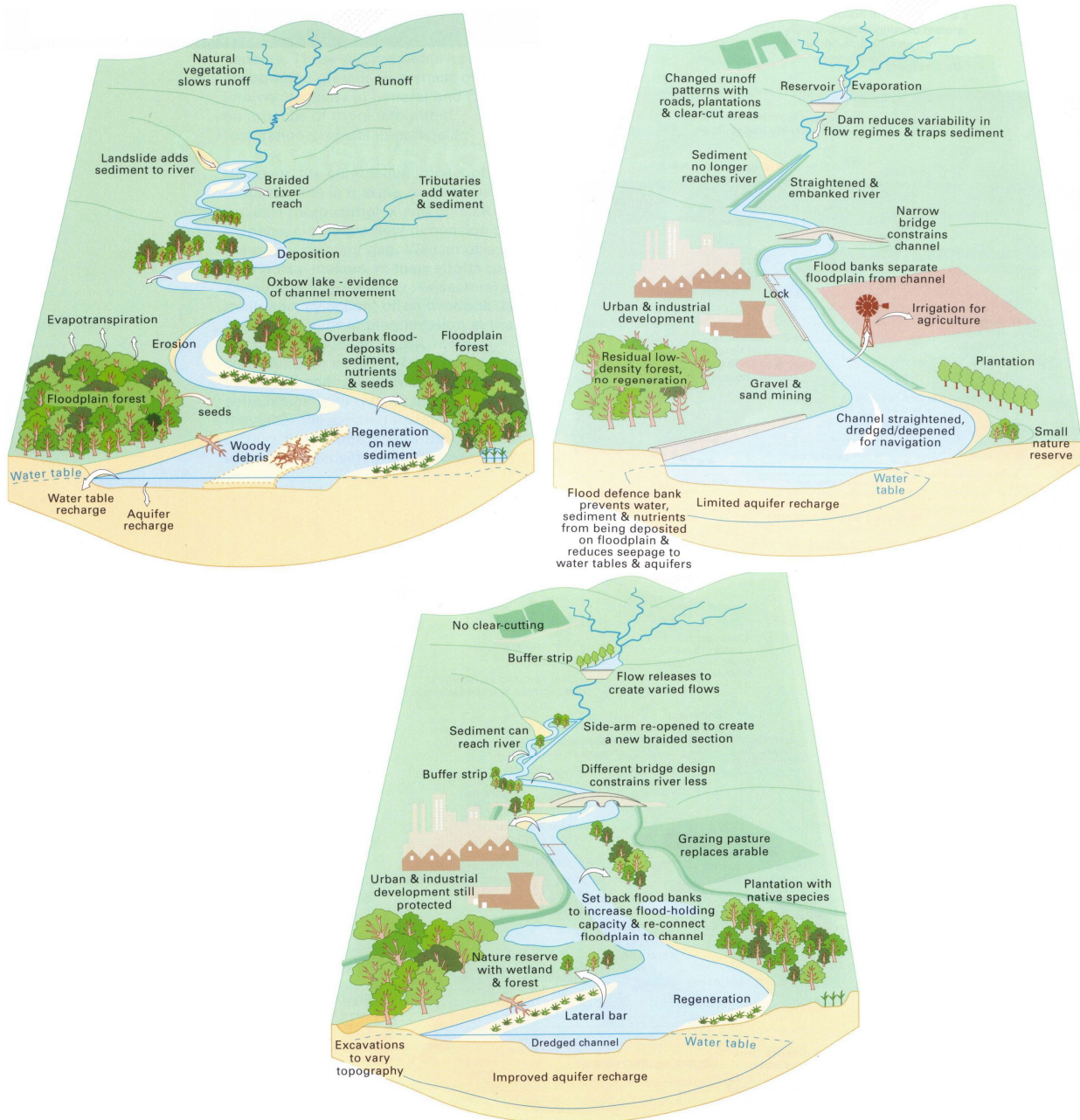


Fig. 23 : Schéma des conséquences de l'anthropisation sur l'hydrosystème et exemples de restauration.

Source : FLOBAR2

➤ **Gestion à l'échelle locale**

Elle implique une gestion des processus physique localement dans la plaine d'inondation. Ce type de gestion plus direct est celle menée dans la plupart des cas, elle est plus facile à mettre en place :

- elle est plus prévisible
- elle est relativement facile à contrôler
- les gestionnaires ont déjà des expériences dans l'approche locale
- il est possible d'intervenir dans des zones où les activités anthropiques ne sont pas importantes
- la concertation regroupe un nombre plus restreint d'acteur

➤ **Evaluation et surveillance des projets de restauration**

La portée et les objectifs des projets de restauration peuvent être très variés. Un projet doit suivre les étapes suivantes :

- description de l'écosystème
- définition d'objectifs
- mise en œuvre de la restauration
- évaluation de l'état après intervention : comparaison non seulement avec l'état souhaité avant intervention mais aussi avec des « forêts référence »,
- surveillance de l'écosystème : cela permet de savoir comment le système évolue.

Ainsi un programme de surveillance doit mesurer l'évolution des processus physiques (données hydrologiques, dynamisme du chenal, caractéristiques sédimentologiques, dépôt de matière organique) et la réponse biologique (cartographie des communautés végétales, inventaire des espèces animales).

3. Quelles perspectives futures pour la restauration ?

De nombreuses contraintes sont à prendre en compte. Les plus évidentes sont la valeur des terres, la complexité d'opérations de maîtrise foncière vu le grand nombre de propriétaires concernés, une motivation financière pas adaptée pour que les agriculteurs modifient leur occupation des sols, et les difficultés de collaboration entre les différents territoires administratifs d'un bassin versant.

Néanmoins, des projets de restauration arrivent à se mettre en place. Les moteurs de ces réalisations sont des approches plus vastes pour la protection contre les inondations, les exigences de protection du milieu et de la ressource en eau imposées par la directive cadre sur l'eau Européenne, l'évolution de la Politique Agricole Commune qui devrait promouvoir une utilisation moins intensive des sols situés dans les plaines d'inondation et la mise en place par les autorités compétentes d'une réglementation plus stricte sur l'occupation des sols.

Plus récemment, des projets de restauration à objectifs multiple à l'échelle du bassin versant ont été initiés. Ils présentent généralement des partenariats forts et de nombreuses consultations entre un grand nombre d'acteurs.

CONCLUSION

Les objectifs de caractérisation de la végétation et de traduction de l'information sous SIG ont été atteints grâce à une méthode efficace de travail. Ce stage a été enrichissant car il m'a permis d'acquérir des compétences de terrain dans le domaine de la flore et des compétences techniques dans le domaine du traitement informatique qui m'ont permis de résoudre des problèmes divers et concrets à tous niveaux (protocole de repérage, techniques de mesure, détermination d'espèces, gestion de table de données et manipulation des logiciels SIG...). L'outil créé permettra la mise en place d'un plan de gestion adapté.

Cependant, ce plan de gestion ne représente certainement pas la solution idéale et définitive concernant les dangers qui menacent les digues. Ce n'est qu'une solution transitoire pour contrôler le développement de la végétation et minimiser ses inconvénients, dans l'attente de réels travaux. Car en réalité la majorité de ces digues présentent le risque qu'elles ne puissent remplir efficacement leur rôle en cas de crue bicentennale. La solution au problème passe inévitablement par la mise en œuvre de travaux de génie civil. Il est souhaitable que ces travaux concilient lutte contre les inondations, agriculture et protection de l'environnement en pensant la gestion des cours d'eau à l'échelle des bassins versants. Le Syndicat mixte des bassins hydrauliques de l'Isère (SYMBHI) récemment créé est un outil de gestion globale qui devrait permettre d'atteindre ces objectifs.

LISTE DES FIGURES ET TABLEAUX

Fig. 1 : Périmètre d'action de l'ADIDR regroupant les 13 syndicats.	5
Fig. 2 : Mécanisme à l'origine de l'affouillement des pieds de berges.	10
Fig. 3 : Mécanisme à l'origine de la rupture d'ensemble d'une digue.	11
Fig. 4 : Mécanisme à l'origine de l'érosion interne régressive.	12
Fig. 5 : Représentation simplifiée du réseau hydrographique formé par la Romanche et ses principaux affluents.	15
Fig. 6 : Situation phytogéographique de la plaine de Bourg d'Oisans.	19
Fig. 7 : Fonctionnement des sources de trop plein émergeant en bordure de la plaine.	21
Fig. 8 : Evolution du tracé en plan de la Romanche dans la plaine de Bourg d'Oisans.	25
Fig. 9 : Contour des zones remarquables situées sur la plaine de Bourg d'Oisans.	28
Fig. 10 : Localisation des habitats communautaires et prioritaires.	31
Fig. 11 : Schéma du découpage longitudinal en parcelle (vue en plan).	35
Fig.12 : Les différentes positions d'un profil en travers de digue.	36
Fig. 13 : Système de repérage et origine des mesures.	36
Fig. 14 : Méthode de mesure des coordonnées d'un groupement.	37
Fig. 15 : Les principales étapes permettant la traduction des informations sous SIG.	49
Fig.16 : Tracé des chemins de digue à partir du support cartographique.	50
Fig. 17 : Illustration de la définition d'un sens de progression, de point de départ et arrivée.	51
Fig. 18 : Illustration de l'étape de création des polygones.	52
Fig. 19 : Illustration du rendu final.	52
Fig. 20 : Localisation des forêts alluviales en Europe.	58
Fig. 21 : Les différentes classification européenne concernant les forêts alluviales.	59
Fig. 22 : Les actions à envisager pour la restauration des forêts alluviales.	60
Fig. 23 : Schéma des conséquences de l'anthropisation sur l'hydrosystème et exemples de restauration.	61

Tab. 1 : Organisation technique de l'Association Départementale Isère Drac Romanche	6
Tab. 2 : Surface des bassins versants des principaux affluents de la Romanche.	17
Tab. 3 : Etat des lieux de l'hydrologie des cours d'eau dans la plaine de Bourg d'Oisans.	23
Tab. 4 : Caractéristiques des débits de pointes.	23
Tab.5 : Les espèces de poissons remarquables au niveau de la zone d'étude.	32
Tab.6 : Comparaison des peuplements de Truite fario référentiels et actuels	32
Tab.7 : Les espèces d'amphibiens remarquables au niveau de la zone d'étude.	33
Tab.8 : L'avifaune remarquable au niveau de la zone d'étude.	34
Tab. 9 : Liste et codification des essences répertoriées sur les digues.	38
Tab. 10 : Classe de diamètre.	43
Tab. 11 : Classe de hauteur.	43
Tab. 12 : Evaluation de la densité de tige à l'hectare à partir de la distance entre arbres.	44
Tab.13 : Code d'abondance dominance de Braun-Blanquet.	44
Tab. 14 : Diamètre minimum par essence justifiant une taille remarquable.	45
Tab. 15 : Synthèse des données relevées.	48
Tab. 16 : Exemple de coordonnées de début et de fin des polygones exprimées en distance cumulée depuis l'origine.	51

BIBLIOGRAPHIE

BACCHI, M., BERTON, J-P, 1996 – Entretien du lit de la Loire, guide méthodologique partie 2. Plan Loire Grandeur Nature. 104 p.

COFFRE, H. ; GROSSI, J-L., 2001 – Projet de déviation de la RN 91 à Bourg d'Oisans, expertise sur le sonneur à ventre jaune *Bombina variegata* et le triton alpestre *Triturus alpestris*. Centre Ornithologique Rhône-Alpes, Section Isère. 18 p.

DOIRAT, G., RIPERT, C., 2004 – Etude du plan de gestion de la végétation arborée de l'Isère. CEMAGREF Aix-en-Provence. 60p.

MARCIAU, R., 2003 – Plaine alluviale de Bourg d'Oisans, dossier de prise en considération Politique Espace Naturel Sensible du Département de l'Isère. Agence pour la valorisation des espaces naturels Isérois remarquables. 13 p.

MERIAUX, P. ; ROYET, P. ; FOLTON, C., 2001 - Guide pratique de surveillance, d'entretien et de diagnostic des digues de protection contre les inondations. CEMAGREF Edition.

PAUTOU, G., CADEL, G., GIREL, J., 1979 – Le bassin de Bourg d'Oisans, carrefour phytogéographique des Alpes. Revue de géographie alpine.

PIEGAY, H. ; PAUTOU, G. ; RUFFINONI, C., 2003 - Les forêts riveraines des cours d'eau, écologie, fonctions et gestion. Institut pour le développement forestier. 463 p.

RICHARDS, K. ; GIREL, J. ; MOSS, T. ; MULLER, E. ; NILSSON, C. ; ROOD, S., 2003 – The flooded forest : Guidance for policy makers and river managers in Europe on the restoration of floodplain forests. The FLOBAR2 Project. 90 p.

SOULETIE, M., 2002 - Cartographie de la végétation des digues de l'Isère. Université Joseph Fourier, Grenoble.

VANPEENE, S. 2004 – Document d'objectifs du site Natura 2000 I17, Tome 3 : Etat des lieux général du site, des espèces et des habitats. CEMAGREF Grenoble. 90 p.

Plan départemental pour la protection du milieu aquatique et la gestion des ressources piscicoles de l'Isère. Fédération départementale de pêche et de protection du milieu aquatique de l'Isère.

La Romanche dans la plaine de Bourg d'Oisans, évaluation des débits de crue. Note technique EDF, 2003.

SAGE Drac-Romanche – Rapport d'études « Lot 4 : géomorphologie » et « Lot 6 : Conciliation hydroélectricité, milieux et usages »

www.sage-drac-romanche.com

www.geomatique.georezo.net

ANNEXES

ANNEXE 1

Modèle d'évolution des groupements végétaux dans les corridors fluviaux
(d'après Ruffinoni et Pautou, modifié, 1996).

ANNEXE 2

Effets prévisibles de l'incision du lit fluvial sur la végétation du lit majeur
(d'après Bravard et al., 1997, modifié).

ANNEXE 3

Fiche de relevé pour la typologie des peuplements.

ANNEXE 4

Exemple des données renseignées dans la table « peuplement ».

ANNEXE 5

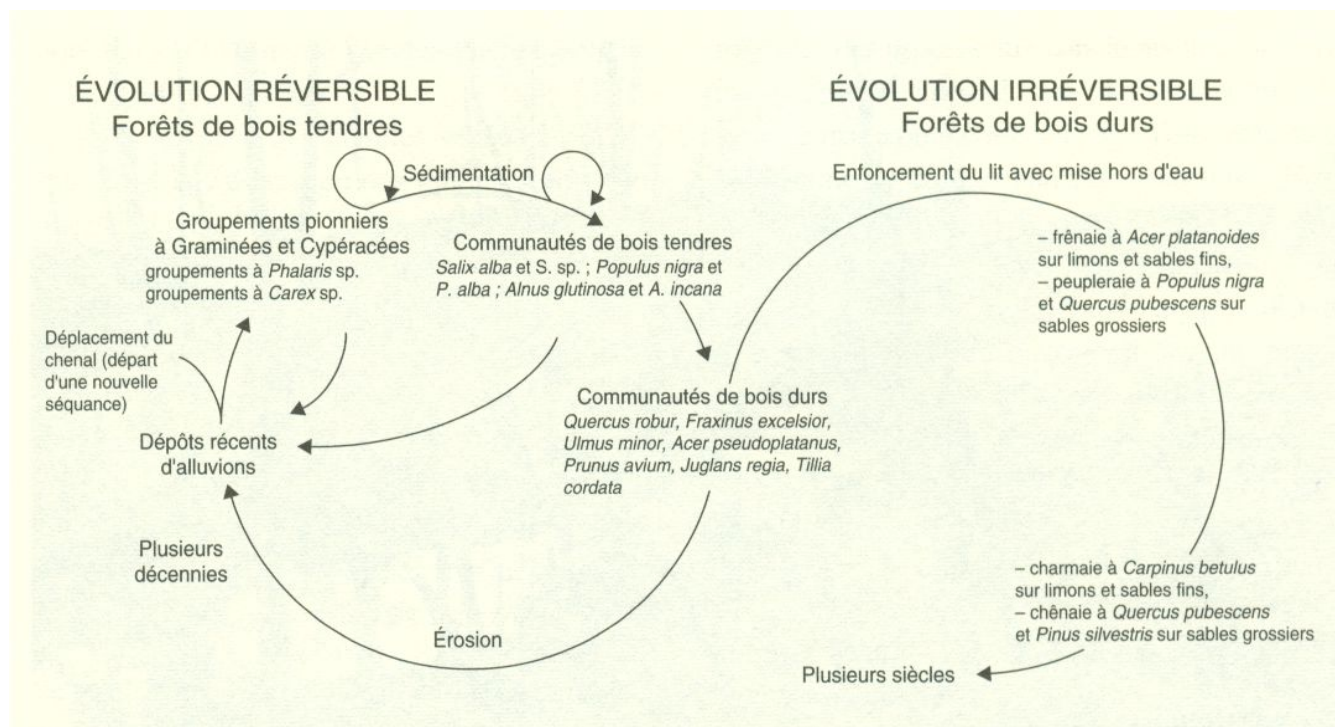
Fiche de relevé éléments ponctuels.

ANNEXE 6

Exemple des données renseignées dans la table « ponctuels ».

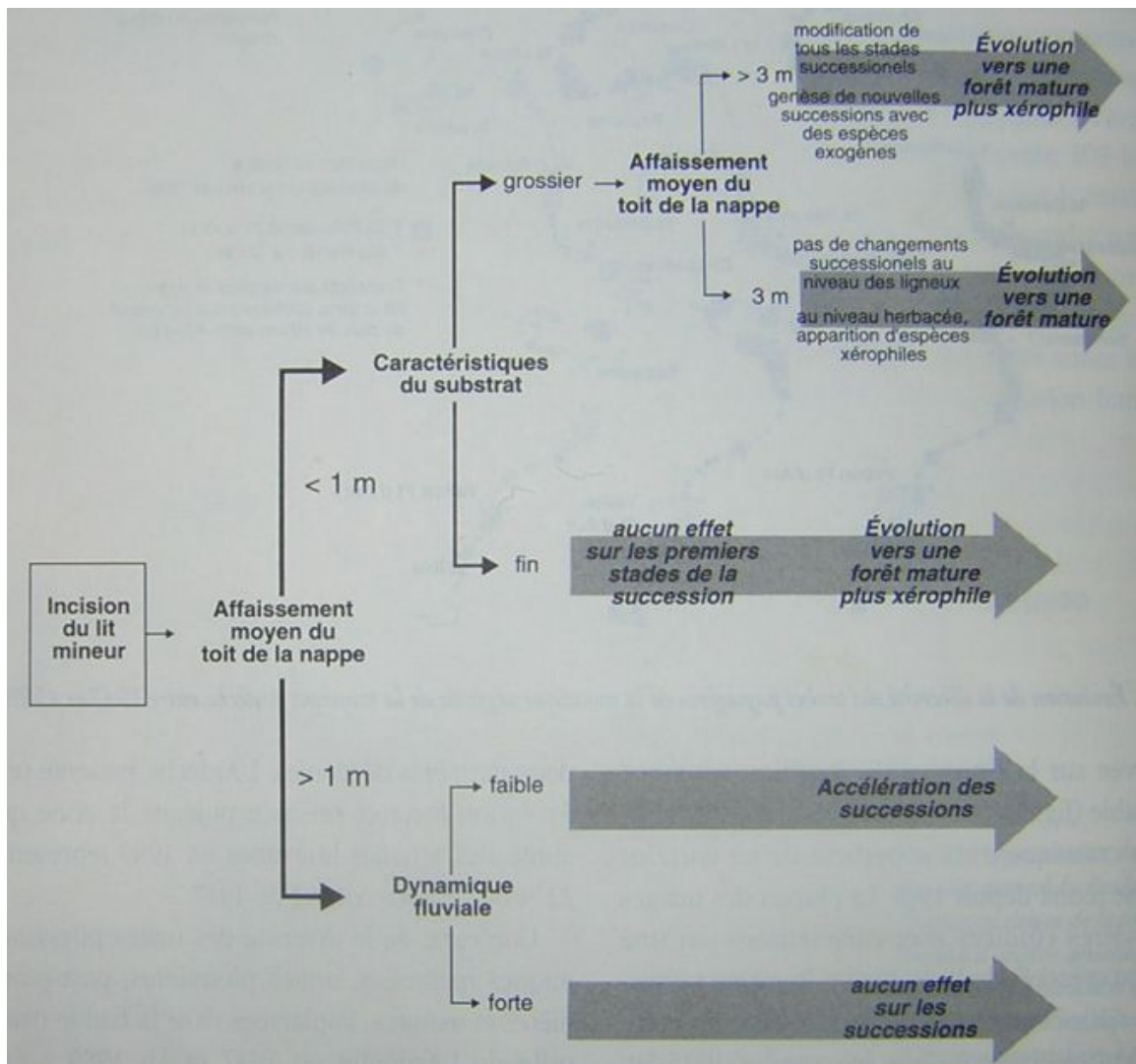
ANNEXE 1

Modèle d'évolution des groupements végétaux dans les corridors fluviaux (d'après Ruffinoni et Pautou, modifié, 1996).



ANNEXE 2

Effets prévisibles de l'incision du lit fluvial sur la végétation du lit majeur (d'après Bravard et al., 1997, modifié)



Fiche de relevé pour la typologie de peuplements

Système de repérage :
(Par rapport au profil amont (borne départ))

Rive : Gauche

N° parcelle

115

70

Fiche de relevé éléments ponctuels

Système de repérage :
(Par rapport au profil amont (borne départ))

Rive : Droite

N° parcelle

71

