

Interventions humaines et changements de la végétation alluviale dans la vallée de l'Isère (de Montmélian au Port de St-Gervais)

Guy Pautou, M. Jacky Girel

Citer ce document / Cite this document :

Pautou Guy, Girel Jacky. Interventions humaines et changements de la végétation alluviale dans la vallée de l'Isère (de Montmélian au Port de St-Gervais). In: Revue de géographie alpine, tome 82, n°2, 1994. pp. 127-146;

doi : <https://doi.org/10.3406/rga.1994.3755>

https://www.persee.fr/doc/rga_0035-1121_1994_num_82_2_3755

Fichier pdf généré le 22/04/2018

Abstract

Abstract : The dynamics of water and matter flows : changes in plant communities in the Isère valley. The paper presents a model of the organisation of alluvial vegetation in the flood plain of the Isère river, between Albertville and Grenoble. Each type of plant community occupies a specific location in a three-dimensional space defined by the following gradients : — longitudinal gradient : from upstream to downstream, with a characteristic change from braiding to meandering ; — transverse gradient : from river islands, inside the dykes, flooded during spring and summer high water, to backswamps, outside the dykes, flooded during winter ; — vertical gradient : from banks of frequently rejuvenated coarse deposits to high terraces which are rarely subject to flooding. The present state of the vegetation is the result of the cumulative effect of man's actions : forest clearance, dyking, warping, drainage works, extraction of gravel, hydropower development schemes. In conclusion, the hydrosystem is undergoing irreversible change and some extreme hydrological situations are analysed.

Résumé

Résumé : L'organisation de la végétation alluviale dans la plaine d'inondation de l'Isère est présentée dans la section comprise entre Montmélian et le Port de St-Gervais. Chaque type de communauté occupe une position privilégiée dans un espace tridimensionnel : — l'axe longitudinal, de l'amont vers l'aval, avec remplacement du tressage par le méandrage, — l'axe transversal, depuis les îles submergées en hautes eaux pendant la saison chaude jusqu'aux marais périphériques inondés pendant la saison froide, — l'axe vertical, depuis les bancs d'alluvions grossières fréquemment rajeunis par les eaux jusqu'aux paliers les plus hauts, à l'abri des inondations favorables à une brunification des sols. Les auteurs montrent que l'état actuel de la végétation est la résultante de l'effet cumulé des interventions humaines : déboisement, endiguement, colmatage, drainage, prélèvement de matériaux, aménagements hydroélectriques.

Interventions humaines et changements de la végétation alluviale dans la vallée de l'Isère (de Montmélian au Port de St-Gervais)

Résumé : L'organisation de la végétation alluviale dans la plaine d'inondation de l'Isère est présentée dans la section comprise entre Montmélian et le Port de St-Gervais. Chaque type de communauté occupe une position privilégiée dans un espace tridimensionnel :

— l'**axe longitudinal**, de l'amont vers l'aval, avec remplacement du tressage par le méandrage,

— l'**axe transversal**, depuis les îles submergées en hautes eaux pendant la saison chaude jusqu'aux marais périphériques inondés pendant la saison froide,

— l'**axe vertical**, depuis les bancs d'alluvions grossières fréquemment rajeunis par les eaux jusqu'aux paliers les plus hauts, à l'abri des inondations favorables à une brunification des sols.

Les auteurs montrent que l'état actuel de la végétation est la résultante de l'effet cumulé des interventions humaines : déboisement, endiguement, colmatage, drainage, prélèvement de matériaux, aménagements hydroélectriques.

Abstract : The dynamics of water and matter flows : changes in plant communities in the Isère valley. The paper presents a model of the organisation of alluvial vegetation in the flood plain of the Isère river, between Albertville and Grenoble. Each type of plant community occupies a specific location in a three-dimensional space defined by the following gradients :

— **longitudinal gradient** : from upstream to downstream, with a characteristic change from braiding to meandering ;

— **transverse gradient** : from river islands, inside the dykes, flooded during spring and summer high water, to backswamps, outside the dykes, flooded during winter ;

— **vertical gradient** : from banks of frequently rejuvenated coarse deposits to high terraces which are rarely subject to flooding.

The present state of the vegetation is the result of the cumulative effect of man's actions : forest clearance, dyking, warping, drainage works, extraction of gravel, hydropower development schemes. In conclusion, the hydrosystem is undergoing irreversible change and some extreme hydrological situations are analysed.

G. Pautou*
et J. Girel**

Mots-clés :
écologie,
hydrosystème,
impacts cumulés,
influences
anthropiques, Isère,
Alpes, France

Keywords : ecology,
hydrosystem,
cumulative impact,
human impact, Isère,
Alps, France

* Centre de Biologie Alpine, Laboratoire « Hydrosystèmes Alpains », Université Joseph Fourier, Grenoble I
** Centre de Biologie Alpine, Laboratoire « Hydrosystèmes Alpains », Université Joseph Fourier, Grenoble I et U.A. C.N.R.S. 01451
« Ecologie des eaux douces et des grands fleuves

Introduction

La végétation alluviale est étudiée entre Montmélian et le Port de St-Gervais, dans l'ensemble du « **corridor fluvial** » (Fig. 1).



Figure 1 :
Localisation de la plaine
alluviale de l'Isère entre
Montmélian et le Port de
St-Gervais

Forman et Godron (1986), et Malanson (1993) définissent ainsi le corridor fluvial : « Les corridors fluviaux sont des bandes qui bordent les cours d'eau et qui varient en largeur selon la taille du cours d'eau ; ils contrôlent les flux d'eau et de matières et contrôlent les apports de nutriments minéraux par ruissellement, minimisent les crues, les dépôts et les pertes de fertilité des sols ». Cette définition fait référence à un corridor fluvial peu influencé par des aménagements et comprenant les principales formes géomorphologiques alluviales et les communautés végétales qui les colonisent. Le corridor fluvial doit être redéfini, compte tenu de l'impact des ouvrages de génie civil réalisés durant le XIX^e siècle. Dans notre étude, nous nous intéressons à l'ensemble constitué par le lit artificiel de la rivière et

l'ancienne plaine d'inondation maintenue « hors d'eau » par des digues continues et les retenues hydroélectriques de l'amont. Ce corridor fluvial perturbé a un fonctionnement particulier depuis les premiers grands travaux ; il n'a pas cessé de se transformer depuis cette époque. Nous appellerons donc « corridor fluvial » l'espace d'origine alluviale correspondant à l'ancien lit d'inondation de l'Isère (Fig. 1).

Note marginale

Le lit de l'Isère a subi plusieurs grandes phases, depuis la formation du lac postglaciaire après le retrait des derniers glaciers wurmiens (Pautou, 1970) ; nous analyserons la plus récente en prenant comme état initial la fin du XVIII^e siècle, avant les premiers travaux de protection contre les crues. Avant que l'homme ne commence à s'implanter dans les Alpes, les montagnes étaient boisées (Mougin, 1931), les lits de déjections éteints et les cours d'eau encaissés. Les défrichements ainsi que les variations climatiques pendant le « Petit Age Glaciaire », par exemple, auraient « réveillé » l'activité torrentielle. Bravard (1989), dans une étude sur les métamorphoses des rivières des Alpes françaises à la fin du Moyen-Age et à l'époque moderne, propose une synthèse chronologique de données historiques et géomorphologiques ; il indique une relative stabilité des cours d'eau du piedmont alpin entre les IX^e et XIV^e siècles, des changements climatiques marqués par l'aggravation des crues à partir de la deuxième moitié du XIV^e siècle, enfin une crise morphodynamique pendant l'épisode du « Petit Age Glaciaire » entre 1550 et 1850.

A. Les changements du paysage végétal au cours des trois derniers siècles

Le paysage végétal est la résultante des perturbations d'origine anthropique qui ont affecté la dynamique des flux d'eau et de matière. Ces perturbations sont la conséquence d'interventions indirectes sur le bassin versant ou directes sur la plaine d'inondation, qu'elles s'exercent sur les flux ou sur la mosaïque végétale.

1. Les relations entre déforestation et crues

Les déboisements des versants et des plaines ont eu des conséquences sur la puissance et la fréquence des crues ainsi que sur l'érosion des rives et des îles. En 1828, Gouvert notait des déforestations massives à proximité des grandes agglomérations ; dans le cas de Chambéry, elles avaient entraîné un rehausse-

ment des lits de la Leysse et de l'Hières. Au début du XIX^e siècle, les déboisements atteignaient de telles proportions qu'on craignait pour la stabilité des pentes ; chaque crue provoquait des catastrophes.

Note marginale

Les besoins en bois étaient si élevés que les délits forestiers se multipliaient (Gouvert, 1828). Les défrichements inconsidérés, au profit de cultures productives, ont entraîné une pénurie de bois telle « qu'on commet jour et nuit de nombreux vols dans les propriétés communales et privées ». Les communes menacées prirent des mesures visant à interdire les coupes de bois et broussailles, le prélèvement de feuilles et le pâturage sur les îles. Cette réglementation date de 1769 (Mougin, 1931). Nous retiendrons les dates les plus importantes et la loi constitutionnelle sarde du 11 juillet 1729, dans ses articles 1 à 7 (titre VII) relatifs aux fleuves et torrents, qui visait à limiter, voire interdire, les déboisements dans les plaines inondables et prévoyait des replantations. Elle fut complétée par un règlement du 8 janvier 1739 qui resta en vigueur jusqu'à l'annexion (1792). Ces règlements qui laissaient aux riverains (communes et particuliers) la charge de l'application étaient rarement observés. Les crues devenaient de plus en plus dévastatrices.

Il fallut attendre les *Royales patentes* du 15 octobre 1822 pour qu'une réglementation stricte limite les effets désastreux de la déforestation. Celle-ci n'avait cessé de s'accroître malgré l'arrêt du Sénat de Savoie du 9 décembre 1559 qui interdisait « de faire des essarts aux montagnes et forêts, d'y mettre le feu, d'y faire aucune taille et dépopulation ».

2. Les opérations de défrichement

Balmain (1910) donne des indications intéressantes sur la végétation et la mise en culture des délaissés de l'Isère et de l'Arc. Cet auteur notait la dominance des « bois et taillis » : les « verneys » (à aulne blanc, vraisemblablement) bordés de « graviers » incultes et coupés de « brassières limoneuses ». Le terrain passait, dans ses transformations périodiques, par trois phases successives :

- les « graviers » et « délaissés » de l'Isère devenaient peu à peu « verneys » (probablement après apport d'éléments fins retenus par les saules lors des crues) ;
- si de fortes crues ne venaient pas dévaster ces verneys, les arbres pouvaient grandir et, selon l'auteur, « fournir de l'humus au sol » ;

— on pratiquait une coupe à blanc et le « verney » était transformé en « prairie » (blache ou prairie humide selon les conditions topographiques et pédologiques) ; ce pré finissait par disparaître sous l'effet du sablage ou par érosion.

Sur les bords de l'Isère, les « *prés recorsins* » fournissaient deux coupes de fourrage et les « *prés charmiers* » une seule récolte ; sur les îles, il y avait les « *prés blachères* » et quelques « *prés charmiers* » où l'on menait paître les bêtes en barque, certaines communes entretenant un bateau communal.

Les cultures étaient faites sur les sols les mieux drainés suivant l'assolement maïs => froment => orge.

De Verneilh (1807) notait les vastes surfaces couvertes par les taillis de vernes et broussailles, par les prés et blaches le long de l'Isère et de ses principaux affluents. Dans un chapitre sur les *Prairies artificielles*, il signale les excellents résultats obtenus sur les graviers de l'Isère par des semis d'« *esparcette* » (= sainfoin).

3. L'Isère à la fin du XVIII^e siècle : un lit sinueux et instable

Comme la plupart des cours d'eau des Alpes, l'Isère a été éprouvée (à partir du XVII^e siècle surtout) par une variation de régime et de charge transportée qu'on a attribuée à la double pression de l'homme (déboisement des versants et des rives) et de la péjoration climatique du Petit Age Glaciaire (Bravard, 1989).

Les documents cartographiques antérieurs au diguement général montrent une plaine inondable sinueuse avec de nombreux bras de tressage, parfois anastomosés. A la fin du XVII^e siècle (1679), le commissaire Graneri signale les méfaits des cours d'eau savoyards : « Si on ne songe pas à y porter remède, il ne se passera longtemps que tout le peu de plaine qui reste ne soit inondé » (Pérouse, 1926). Les documents d'archives décrivent une plaine instable, soumise à des crues imprévisibles et dévastatrices.

a) Genèse, disparition ou maintien des communautés

Les cartes levées par les ingénieurs topographes et les géomètres des XVIII^e et XIX^e siècles permettent des comparaisons diachroniques en accord avec les observations des auteurs précédemment cités : changements de lit, disparition complète ou partielle d'îles, de berges, etc. On peut donner une interprétation « écologique » des informations fournies par les « *tablettes* » du cadastre sarde ou par les « *numéros suivis* » du

Illustration non autorisée à la diffusion

Photo :
 « Cours de la Rivière
 d'Izère dans la vallée du
 Grésivaudan », extrait du
 mémoire du Sr Marmillod
 établi en mars 1785 en
 vue du redressement du
 lit et de la construction de
 digues (de Villard-Bonnot
 à Domène). A cette
 époque, la plaine
 d'inondation était déjà
 utilisée à des fins
 agricoles ; les zones
 humides et forestières
 étaient limitées aux
 abords immédiats de la
 rivière (boucle de Bois
 Français). *Doc. Archives
 DDE-Isère.*

cadastre napoléonien et reconstituer la carte de l'occupation des sols alluviaux à la fin du XVIII^e siècle.

L'analyse de ces cartes montre de vastes surfaces occupées par les « graviers et terres vaines », « prairies », « blachères », « pâtures », « champs » et « labours » par rapport aux « bois et broussailles » ; la plaine alluviale était utilisée dans son intégralité au début du XIX^e siècle. La matière organique (blache) produite par les cariçaias et les prairies hygrophiles jouait un rôle majeur dans l'économie des communautés villageoises. Seuls les grands marais, toujours en eau (à cause des débordements fréquents ou des infiltrations au niveau des confluences), comme ceux de Ste-Hélène-des-Millières, Aiton, Aiguebelle, Bourgneuf, Chamousset ou Ste-Hélène-du-Lac, étaient considérés comme insalubres. Ces terrains fournissaient :

— la **blache**, végétaux hygrophiles utilisés comme nourriture pour les bœufs et les chevaux ou comme litière afin de fournir du fumier ; elle était récoltée chaque année en septembre et le pâturage suivait la récolte (ADS : Archives communales, La Chavanne, série E) ;

— les **épinés**, gros buissons d'épine blanche (aubépine = *Crataegus monogyna*), d'épine noire (prunelier = *Prunus spinosa*),

d'argousier = *Hippophae rhamnoides*), etc., qui servaient à chauffer les fours ;

— les **broussailles**, divers arbustes fréquents sur les îles (saules bas) qui servaient également à chauffer les fours ou parfois fournissaient le « **feuillerin** » pour nourrir les moutons et les chèvres pendant l'hiver ;

— les **bois et taillis** de verne (*Alnus incana*), de peuplier (peuplier noir = *Populus nigra*), de saule (saule blanc = *Salix alba*), utilisés pour le chauffage et la construction, étaient effeuillés en période de sécheresse pour nourrir le bétail.

Ces productions étaient nécessaires à la vie des communautés villageoises riveraines ; pour ces raisons, elles refusèrent toujours le « lotissement » et la vente de leurs « îles ».

b) Les communautés de bois durs

La littérature et les documents d'archives des XVIII^e et XIX^e siècles ne font jamais référence à d'autres espèces que les vernes, saules et peupliers. Les frênes, les ormes et les chênes ne sont jamais évoqués dans les listes ou les procès verbaux de délits forestiers (ADS : série U). Il est vrai que les terrains favorables aux bois durs alluviaux étaient occupés par les cultures ; le déroulement des successions s'interrompait au stade de l'aulnaie blanche âgée de 7 ans.

Note marginale

Dans la Combe de Savoie, à la fin du XVIII^e siècle, il ne reste plus que trois massifs forestiers de bois durs, installés sur des terrasses alluviales de l'Isère et de ses confluent :

- la forêt du Plan d'Aiton, à l'aval de la confluence Arc/Isère ;
- la forêt de Coise, sur la commune de Laissaud, au niveau de la confluence avec les émissaires du Lac de Ste-Hélène ;
- la forêt de la Servette près de Barraux.

Ces massifs étaient connus pour leurs forêts de chênes (*Quercus robur*) et de charme (*Carpinus betulus*) en 1780. Mougin (1931), Gex (1940) ont montré que ces forêts existaient au début de l'endiguement. Le bois du plan d'Aiton était propriété des seigneurs de Miolans ; ceux de Coise et la Servette étaient conservés pour des raisons militaires car ils servaient d'abri aux troupes surveillant la frontière franco-sarde.

Ces forêts reliques se sont réduites peu à peu : récupération au profit des cultures, érosion par les cours d'eau, exploitation anarchique au cours de la Révolution, besoins de bois d'œuvre pour la marine, pour les fonderies, pour la construction de digues et de ponts, besoins d'écorces pour les tanneries, etc. La mise en culture qui suivit le « **diguement général** » eut raison des derniers îlots. Gex (1940) signale

que les cultivateurs trouvent encore des restes de chêne en labourant les bassins qui se situent à l'emplacement de la forêt du Plan d'Aiton.

c) Le cas particulier de La Combe de Savoie

L'Isère et ses affluents ont subi, au cours du Petit Age Glaciaire.. « à la fois un exhaussement de leur profil en long et un changement de style géomorphologique, en l'occurrence le passage d'un lit unique à un lit en tresse... » (Bravard, 1989). L'Ingénieur Rolland (1787) notait, à l'aval de Montmélian, la mise en place de systèmes en tresse dans des secteurs à méandrage : « la rivière détruisant ses bords élargit son lit, divise ses eaux et n'a plus de force pour entraîner les matières que les torrents y déposent, son lit s'exhausse au point que bientôt les moindres crues formeront des débordements... ». Les mêmes constatations sont faites, dans l'Isère savoyarde.

A l'aube de l'endiguement général, la vallée de l'Isère est un corridor fluvial formé de nombreux bras constituant un réseau de type tressé ou un réseau de chenaux anastomosés au contact des cônes de déjection des principaux affluents. Sur la portion étudiée, ce corridor constitue un système métastable ; il est en équilibre et oscille de part et d'autre d'un point central situé entre « construction » et « destruction » au gré des crues périodiques. La largeur des lits principaux et des lits secondaires joue un rôle sur l'érosion, le lessivage des nutriments, les ruissellements, les crues, la sédimentation et la qualité des eaux.

Les lits principaux et les îles sont constamment remodelés par les crues dont la fréquence et la force dévastatrice limitent l'exploitation des terres pour l'agriculture. Les prairies et les champs sont en bordure de la plaine inondable, sur les sols les plus riches en éléments fins, à proximité des bras morts et sur les basses terrasses alluviales. Les îles boisées sont exploitées régulièrement ; les forêts de bois durs sont rares. Les îles riches en éléments grossiers occupent de vastes surfaces ; elles accueillent des groupements d'épineux (argousier, aubépine, prunelier, églantier, épine-vinette...) ainsi que les saulaies et des taillis d'aulne blanc. Dans les anciens lits de bordure, les groupements semi-aquatiques et les prairies hygrophiles fournissent la matière végétale qui est exportée sur les sols agricoles des hautes terrasses et des versants. Les parties les plus élevées et les lits colmatés sont déforestés : elles sont occupées par la blache, le chanvre, la vigne en hautains, le blé, le méteil et le maïs. L'apparition des cultures marque la limite de la zone alluviale inondable.

d) La vallée de l'Isère après les endiguements

Un inventaire forestier de 1811, fourni en annexe d'un rapport de la Direction générale des Eaux et Forêts, nous apporte des informations sur la composition des forêts alluviales au début du XIX^e siècle. Sur la zone inventoriée, on notait 39 hectares de vernes (*Alnus incana*) âgées de 8 à 20 ans, 5 hectares de vernes sous peupleraie de 12 ans et 2 hectares en futaie de peupliers. En 1875, à la suite des endiguements, les terrains favorables à la culture et au pâturage sont défrichés. Seuls les sols grossiers, recouverts de galets (soit quelques hectares répartis sur les « Délaissés de l'Arc ») hébergent des groupements arborescents.

Après l'endiguement, le **fonctionnement du système** est fortement modifié :

— **A l'extérieur des digues**, la plaine d'inondation n'est plus liée au cours d'eau principal que par les flux d'infiltration ; elle est soumise à des flux d'eau et de matière lors des crues, par refoulement à partir de déversoirs, par submersion ou rupture de digues. En revanche, elle bénéficie des apports provenant des petits affluents et des remontées d'eau phréatique.

— **A l'intérieur des digues** (Didier, 1993).

Le cours d'eau est contraint dans un chenal unique ; il dépose et érode suivant les tronçons et les périodes considérées. En période d'étiage, il serpente entre les levées ; en période de hautes eaux, il balaie une partie de ces alluvions et provoque des dépôts de fond (rehaussement du lit). Les organismes chargés de l'entretien des digues et des cours d'eau luttèrent contre les exhaussements des fonds en accordant des autorisations d'extraction ; les prélèvements de matériaux excédentaires provoquèrent des phénomènes d'érosion régressive dont les conséquences furent catastrophiques (reconstruction du pont SNCF de Montmélian en 1979 ; effondrement du pont routier Montmélian-Laissaud en 1980). Bien que les extractions soient suspendues, les phénomènes d'incision se poursuivent dans plusieurs tronçons (Peiry, 1994).

e) Les changements de végétation provoqués par la construction de bassins de colmatage et de réseaux d'assainissement (Girel, 1993)

La plaine alluviale (primitivement organisée en bandes longitudinales parallèles à l'axe du chenal principal) est découpée en une série de bassins. L'édification des bourrelets bordant les

chenaux et la mise en place de canaux d'amenée et de canaux de fuite ont établi des réseaux denses, un maillage de « **corridors lignes** » transformés en haies par boisement naturel.

Les changements qui vont affecter les bassins de colmatage sont étroitement liés à l'évolution socio-économique de la vallée. Au début du XX^e siècle, il existe trois types de bassins :

- des blachères colonisées de place en place par *Alnus incana*, *Salix alba*, *Populus nigra* et *Betula verrucosa*. Elles vont accueillir les premières plantations de peupliers ;
- des blachères à *Carex*, *Molinia* et *Juncus* où les ligneux sont absents ;
- les bassins colmatés et rehaussés qui portent de riches cultures (bassin agricole de St-Jean de-la-Porte).

La décennie 1940 marque la fin des blachères, la décennie 1970 l'avènement du maïs (Pautou et Girel, 1981). La mosaïque végétale comporte, désormais, les éléments suivants : – cultures de maïs et pépinières, – peupleraies, – bois de peuplier noir, frêne, aulne blanc, saule, chêne, etc., – prairies humides et palustres colonisées par les ligneux (aulnes, bourdaine, saules, bouleaux...), – pelouses, steppes et landes xérophiles sur dépôts graveleux filtrants, – plantations de résineux (pin sylvestre, pin noir, weymouth), – plans d'eau correspondant à d'anciennes chambres d'emprunts.

B. L'organisation spatiale de la végétation alluviale de nos jours

1. La plaine d'inondation de l'Isère : un espace tridimensionnel

Les communautés végétales s'ordonnent suivant trois composantes : **longitudinale** (de l'amont vers l'aval), **transversale** (depuis le chenal principal jusqu'aux parties périphériques) et **verticale** (depuis les bancs d'alluvions grossières inondés pendant plusieurs mois au cours de l'année jusqu'aux paliers les plus hauts inondés en période de crue centennale). Si le chenal de l'Isère constitue le circuit principal apportant le maximum d'énergie, les apports périphériques par le biais des circuits secondaires (affluents, torrents, ruisseaux alimentés par les massifs de Chartreuse et de Belledonne) et par ruissellement contribuent à la mise en place de communautés particulières dans les parties marginales. La plaine d'inondation est, également, un réservoir où transitent des masses d'eau ayant des ori-

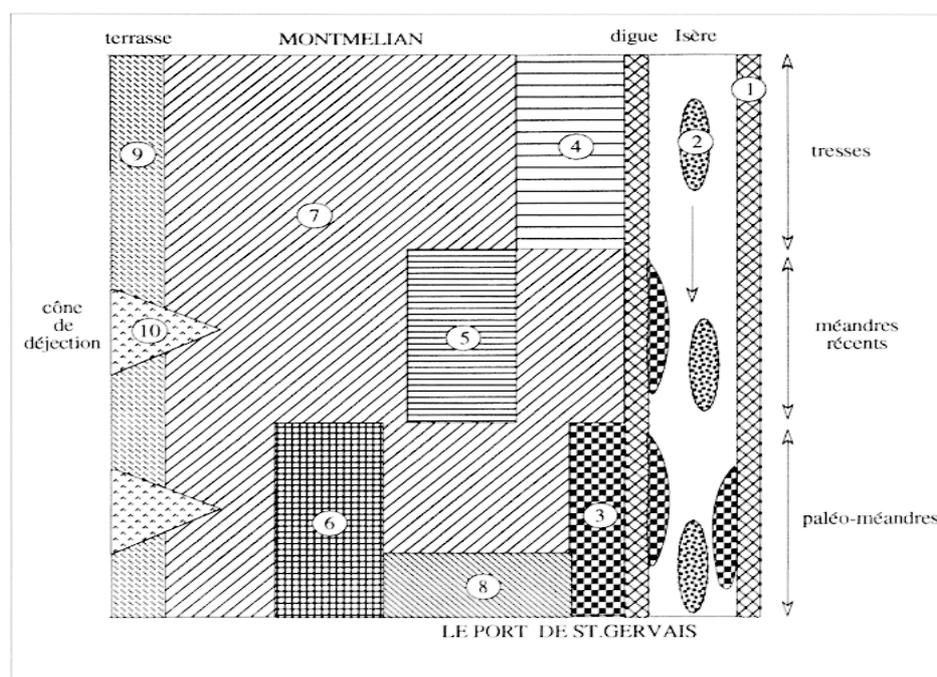
gines différentes (fusion glaciaire, nivale, précipitations locales). La construction des digues a interrompu la connectivité transversale du système en concentrant l'énergie à l'intérieur des digues et en empêchant une large distribution des sédiments, des nutriments, de la matière organique et des diaspores. Ces ouvrages ont bloqué les processus de construction de la plaine et de régénération des communautés végétales pionnières et post-pionnières qui colonisent les sites neufs. La construction des digues est, ainsi, responsable de la partition de la plaine d'inondation en deux **ensembles fonctionnels (deux compartiments bio-hydroénergétiques)**. Une divergence écologique de plus en plus grande se crée entre les communautés végétales du chenal dont la permanence est étroitement dépendante d'une redistribution vigoureuse des sédiments et les communautés qui sont implantées sur les terrains à l'extérieur des digues. Les premières sont composées de bois tendres, les secondes de bois durs.

Dans le Haut Grésivaudan et dans la Combe de Savoie, l'Isère présente un fonctionnement par tresses. Au XVIII^e siècle, l'Isère se déplaçait largement dans la plaine d'inondation ; la pente supérieure à 1m/km permettait d'évacuer une forte charge graveleuse. Actuellement, à l'extérieur des digues, une végétation d'épineux occupe les alluvions grossières de l'ancienne zone de déplacement du chenal. Sur ces sites, l'enfoncement de la nappe (conséquence des prélèvements de matériaux) a favorisé une végétation où les espèces xérophiles et mésoxérophiles sont largement représentées. Une fruticée à base de *Pinus sylvestris*, *Quercus pubescens* accompagnée d'épineux (*Berberis*, *Prunus*, *Crataegus*, *Rhamnus*) occupe ces terrains filtrants. Sur les sols, où une fine couche de limons recouvre les nappes de galets et de sables grossiers, sont présents *Fraxinus excelsior* et *Populus alba*.

A proximité de Grenoble (au niveau de Brignoud), la pente diminue de moitié ; elle a favorisé, au XVIII^e siècle, la formation de méandres. La crue de 1732 a contribué à l'arrivée d'une forte charge graveleuse et provoqué leur recoupement (Peiry, 1993). Des frênaies à *Fraxinus excelsior* et *Quercus robur* constituent des îlots reliques dans quelques rares stations. A l'aval de Grenoble, les saussaies à *Salix cinerea* et les aulnaies à *Alnus glutinosa* occupent de vastes surfaces dans des paléo-méandres où la tourbe s'est constituée (Salvador, 1991). Ces groupements sont bien représentés dans la cuvette de Moirans, à l'aval de Grenoble. A proximité de Tullins, les prairies à *Molinia caerulea*

Figure 2 :
Distribution des espèces
ligneuses dans la plaine
d'inondation de l'Isère

- 1 : *Robinia pseudacacia*,
Polygonum sachalinense
 2 : *Salix alba* et *Salix*
triandra
 3 : *Alnus incana*
 4 : *Populus nigra*, *quercus*
pubescens
 5 : *Quercus robur*, *Acer*
pseudoplatanus
 6 : *Salix cinerea*, *Alnus*
glutinosa
 7 : *Fraxinus excelsior*,
Populus alba, *Robinia*
pseudacacia
 8 : *Acer platanoïdes*,
Carpinus betulus (?)
 9 : *Carpinus betulus*
 10 : *Quercus pubescens*



occupent de vastes surfaces dans un méandre gallo-romain, aux côtés des aulnaies à *Alnus glutinosa* (Fig. 2).

2. La partie endiguée

L'endiguement de l'Isère (Peiry, 1993) entre 1850 et 1950 eut de nombreuses conséquences : augmentation des transports solides, accumulation de dépôts graveleux, exhaussement de la nappe alluviale à l'extérieur des digues. A partir de 1930, l'exhaussement des digues, la création de champs d'inondation, la coupure des méandres et surtout l'exportation d'énormes quantités de matériaux produisirent un effet inverse ; des incisions de 2,5 à 4 m, d'après Peiry (1993, 1994), sont enregistrés dans plusieurs tronçons, ainsi qu'un abaissement de nappe alluviale (Fourneau, 1968 ; Pupier, 1994). La construction de seuils permet de maîtriser ce processus d'érosion régressive. La végétation colonise rapidement les bancs d'alluvions plus stables. Les fluctuations quotidiennes de l'usine du Cheylas (de 50 à 80 cm) en amont de Grenoble favorisent l'installation de la saussaie à *Salix alba*.

Il existe des liaisons étroites entre l'altitude des dépôts, la composition granulométrique des différents horizons, la teneur en C et en N total, le recouvrement du tapis végétal, la hauteur des ligneux, la composition floristique des communautés végétales (Tab. I-II).

Tableau I : Communautés végétales du Grésivaudan (Tronçon amont)

Caractères morphologiques et sédimentologiques	Ceinture des herbacées	Ceinture des bois tendres	Ceinture des bois mixtes	Ceinture des bois durs	Ceinture de transition
Replats constitués de graviers et sables grossiers	C. à <i>Epilobium dodonaei</i> et <i>Myricaria germanica</i>	Sausaie à <i>Salix eleagnos</i> et <i>Hippophae rhamnoides</i>	Sausaie à <i>Salix eleagnos</i> et <i>Populus nigra</i>	Peupleraie à <i>Populus nigra</i>	Gr. à <i>Robinia pseudacacia</i> et <i>Quercus pubescens</i>
Replats constitués de sables fins; levées de berge	C. à <i>Epilobium</i> et <i>Phalaris arundinacea</i>	Sausaie à <i>Salix alba</i> et <i>Impatiens glandulifera</i>	Aulnaie à <i>Alnus incana</i> et <i>Equisetum hiemale</i>	Chênaie-ormaie à <i>Fraxinus excelsior</i> et <i>Aegopodium</i>	Charmaie à <i>Acer platanoides</i>
Bras de tressage colmatés par des sables fins et des limons	C. à <i>Polygonum</i> et <i>Bidens</i>	Sausaie à <i>Salix daphnoïdes</i> et <i>Salix eleagnos</i>	Aulnaie à <i>Alnus incana</i> et <i>Carex</i>	Chênaie-ormaie à <i>Fraxinus excelsior</i> et <i>Carex pendula</i>	Frênaie-charmaie à <i>Quercus robur</i>

Tableau II : Communautés végétales du Grésivaudan (Tronçon aval)

Caractères morphologiques et sédimentologiques	Ceinture des herbacées	Ceinture des bois tendres	Ceinture des bois mixtes	Ceinture des bois durs	Ceinture de transition
Replats à couverture limoneuse	C. à <i>Phalaris arundinacea</i> et <i>Melilotus alba</i>	Sausaie à <i>Salix alba</i> et <i>Impatiens glandulifera</i>	Aulnaie à <i>Alnus incana</i> et <i>Equisetum hiemale</i>	Chênaie-ormaie à <i>Fraxinus excelsior</i> et <i>Aegopodium</i>	Chênaie-frênaie à <i>Carpinus betulus</i> et <i>Tilia cordata</i>
Bras de tressage colmatés par des limons et des argiles	C. à <i>Phalaris arundinacea</i> et <i>Phragmites australis</i>	Sausaie à <i>Salix alba</i> et <i>Salix cinerea</i> (avec <i>Carex</i>)	Aulnaie mixte à <i>Alnus incana</i> et <i>A. glutinosa</i>	Ormaie à <i>Ulmus minor</i> et <i>Fraxinus excelsior</i>	Frênaie-charmaie à <i>Quercus robur</i>
Bras d'anastomose et méandres isolés du chenal principal	Cariçaie à <i>Carex elata</i>	Sausaie à <i>Salix cinerea</i>	Aulnaie à <i>Alnus glutinosa</i>	Frênaies à <i>Fraxinus excelsior</i> et <i>Prunus padus</i>	Frênaie-charmaie à <i>Quercus robur</i>

Note

Depuis l'axe des grandes vitesses jusqu'au pied de la digue on distingue :

— **des dépôts constitués par de gros galets avec une matrice de sables grossiers** ; ils sont inondés pendant la plus grande partie de l'année. La végétation est inexistante. Seules quelques touffes d'*Agrostis stolonifera* résistent aux fortes variations de la ligne d'eau ;

— **une ceinture d'herbacées** occupe un palier plus élevé d'une vingtaine de centimètres. Une couche sableuse constitue l'horizon de surface. Le palier est occupé par une communauté pionnière à *Phalaris arundinacea* et *Calamagrostis littorea*. Cette ceinture d'herbacées fixe les sédiments, accélère la sédimentation en jouant un rôle de barrage. Ces végétaux, par effet de peignage, favorisent le dépôt des limons. La présence de populations de *Phragmites australis* dans les îles jeunes est un révélateur des sites où sont piégées les alluvions fines ;

— **une ceinture de bois tendres** dominée par *Salix alba* sur les tronçons où se déposent les sables fins et les limons. *Populus nigra* et de *Robinia pseudacacia* s'installent sur des matériaux plus grossiers à 1 mètre au-dessus de la ligne d'eau (débit moyen). Dans la plupart des îles, cette ceinture a atteint le stade du fourré (individus atteignant 5 à 7 mètres de hauteur) ;

— **une ceinture de bois mixtes** occupe les parties les plus hautes des bancs de convexité, dans les tronçons soumis à des phénomènes d'incision. Les bois tendres et en particulier *Alnus incana* sont dominants mais on constate l'amorce d'un processus de régénération des bois durs, en particulier *Acer pseudoplatanus*, *Fraxinus excelsior*.

— **une ceinture des bois durs** composée de *Fraxinus excelsior*, *Quercus robur*, *Ulmus minor* est implantée sur des dépôts latéraux très au-dessus de la ligne d'eau. Ainsi se constitue une communauté végétale qui s'enrichit en espèces des forêts mésophiles, telles que *Corylus avellana*, *Acer platanoides* ; des fourrés d'épineux (*Berberis*, *Crataegus*, *Rhamnus*) s'implantent dans les trouées. Des espèces collinéennes comme *Carpinus betulus* sont susceptibles de s'implanter si le processus d'incision se poursuit ;

— **la ceinture de transition** occupe la partie supérieure de la digue. Cette bande comporte des individus âgés qui jouent le rôle de semenciers capables d'alimenter en graines les bancs de convexité et les îles. Parmi les espèces largement représentées, nous citerons *Acer campestre*, *Acer pseudoplatanus*, *Acer platanoides*, *Acer negundo*, *Tilia parvifolia*, *Tilia platyphyllos*, *Robinia pseudacacia*, *Fraxinus excelsior*. Sur les lisières, de part et d'autre de la piste, les espèces nitrato-philés progressent (*Sambucus nigra*, *Buddleia variabilis*, *Polygonum sachalinense*, *Rubus fruticosus*).

Cette analyse montre l'importance des processus autocatalytiques. La végétation résiste au cisaillement et crée les conditions écologiques favorables à l'installation de communautés végétales ayant une production de biomasse de plus en plus éle-

vée. On peut s'interroger sur la capacité de résistance à l'action mécanique de l'eau à l'occasion d'événements paroxystiques (fortes crues).

3. La partie à l'extérieur des digues

Dans l'ensemble fonctionnel externe aux digues, la stabilisation des dépôts, l'augmentation du volume de sol soumis à l'aérobiose (drainage des remontées de la nappe phréatique grâce au réseau de « chantournes ») et récemment l'approfondissement du niveau même de la nappe (Pupier, 1994), ont augmenté les potentialités agricoles et réduit la couverture forestière.

a) La partie médiane à vocation agricole

La rupture entre le chenal endigué et le reste de la plaine d'inondation s'accompagne d'un changement brutal du paysage végétal. L'uniformisation topographique et l'enfoncement de la nappe atténuent le poids de la composante verticale. Les cultures de maïs et de soja occupent massivement les sols alluviaux à épaisse couverture limoneuse, en rapport avec une nappe souvent en-dessous de 2 mètres de profondeur (Ozenda *et al.*, 1964 ; Beldjoudi, 1989). La végétation forestière n'existe qu'à l'état relique. C'est le cas encore des îlots qui existent à proximité de Grenoble. La forêt de bois durs, où *Fraxinus excelsior* et *Acer pseudoplatanus* sont les essences dominantes, subit une lente transformation, conséquence de la stabilisation des dépôts, de l'approfondissement de la nappe phréatique, de l'interruption de la recharge en cations et en nutriments par les eaux de submersion. La diminution des contraintes hydriques devrait conduire à l'installation d'une frênaie où domineraient *Carpinus betulus*, *Acer platanoïdes*, *Tilia platyphyllos*, *Tilia cordata*, *Corylus avellana*, les phréatophytes stricts comme *Salix alba*, *Alnus incana* en seraient exclus. En revanche, les espèces alluviales pionnières photophiles à large amplitude écologique comme *Populus nigra*, *Populus alba* sont capables de régénérer dans les trouées et constituer un stade pionnier éphémère. L'épicéa est présent de façon sporadique dans ce type de forêt ; en revanche, le sapin est exceptionnel. Ainsi, avec le temps, la ceinture de transition occupera des surfaces de plus en plus vastes. La réduction de ces forêts à des îlots disséminés dans un openfield de maïs multiplie les interfaces favorables à une progression rapide de *Clematis vitalba* et d'*Hedera helix* qui sont, par ailleurs, des constituants normaux des stades forestiers terminaux.

La multiplication des ouvrages parallèles au chenal (digues, voie ferrée, routes, autoroute, etc.) favorise la connectivité longitudinale en multipliant les interfaces (talus des digues, délaissés en bordure des ouvrages). Ces sites artificialisés sont très attractifs pour des populations naturalisées (*Robinia pseudacacia*, *Buddleia variabilis*, *Polygonum japonica*, *Polygonum sachalinense*, *Acer negundo*, *Ambrosia artemisaefolia*). Ils constituent également des corridors qui sont des voies de migration, favorables à la remontée vers le nord des espèces de distribution sud-occidentale (*Sambucus ebulus*, *Amorpha fruticosa*, *Ailanthus glandulosa*). En revanche, ces ouvrages interrompent la connectivité transversale ; ils constituent des obstacles à la dissémination des espèces barochores ou synzoochores (*Quercus*, *Corylus*, *Juglans*) qui n'existent qu'à l'état d'îlots reliques disséminés entre les immenses champs de maïs. Cet isolement des semenciers favorise l'occupation des terrains dénudés par les espèces à dissémination anémochore : c'est le cas de *Populus alba* et de *Populus nigra* qui produisent des graines très légères. Il en est de même pour les espèces à dissémination anémochore mais dont les diaspores sont plus lourdes. C'est le cas de *Fraxinus excelsior*, *Ulmus minor*, *Acer platanoïdes*, *Acer pseudoplatanus*, *Carpinus betulus*.

L'élimination des forêts de bois durs, qui ont une capacité d'oligotrophisation élevée des eaux chargées en phosphates et en nitrates, la suppression des galeries forestières bordant les chantournes, l'épandage massif d'engrais sont susceptibles de provoquer une augmentation de la teneur en nutriments de la nappe phréatique (Sanchez-Pérez, 1992).

b) Les interfaces entre la plaine alluviale et les reliefs

Au fur et à mesure que l'on s'éloigne de l'Isère en direction de la Chartreuse ou de Belledonne, le passage se fait, progressivement, vers des sols chargés en limons fins et en argile et bien pourvus en matière organique. La végétation (prairies mésophiles, cariçaies, phragmitaies, aulnaies à *Alnus glutinosa*) témoigne que les marais occupaient, anciennement, de vastes surfaces à l'interface « massifs alpins-plaine d'inondation ». La tourbe s'est constituée à l'emplacement des anciennes cuvettes lacustres, en dehors du champ de sédimentation de l'Isère. C'est le cas du marais du Touvet qui présente un grand intérêt sur le plan floristique (156 espèces ont été identifiées, dont 10 *Carex*)¹. Parmi les communautés herbacées, nous citerons les phragmitaies à *Carex*, les prairies à *Molinia caerulea*, les cladiaies à *Cladium mariscus* ; parmi les communautés de ligneux, nous

1. O. Manneville, communication personnelle

citerons les fourrés de *Frangula alnus*, les saussaies à *Salix cinerea*, les frênaies à *Quercus robur*.

Ces bandes marginales, en période de fortes précipitations, stockent les eaux de ruissellement et les eaux apportées par les torrents descendant des reliefs (fortes pluies d'origine océanique accompagnées d'une fusion nivale). Mais elles ont été fragmentées par l'urbanisation et les dépôts de matériaux. La mise en place de puissants collecteurs dans l'agglomération grenobloise, l'exhaussement du niveau du sol par épandage de déblais font disparaître les communautés hygrophiles et mésohygrophiles des dépressions périphériques. C'est le cas des marais situés à l'interface Poisat - St Martin d'Hères.

Les ruisseaux qui descendent des reliefs sont alimentés par des eaux fraîches bien oxygénées et colonisés par une communauté à *Betula erecta*, *Callitriche* sp., *Nasturtium officinale*. Les ruisseaux bordés par une ripisylve à base de *Fraxinus excelsior*, *Alnus glutinosa*, connectés avec le réseau de chantournes, jouent un rôle majeur pour maintenir la richesse et la diversité des peuplements ichtyologiques. Au niveau de Grenoble, le Drac modifie l'organisation spatiale générée par l'Isère. Durant les périodes de péjoration climatique (Petit Age Glaciaire), une immense nappe de matériaux de fort calibre s'est déployée dans la cuvette grenobloise ; l'affluent induit de nouveaux gradients qui vont interrompre les linéaments établis par l'Isère (Salvador, 1991).

Dans plusieurs parties de la plaine d'inondation, les bandes périphériques sont bordées par des terrasses situées à quelques mètres au-dessus de la plaine d'inondation. Les forêts alluviales sont remplacées par des charmaies à *Carpinus betulus* méso-philés. L'arboriculture fruitière y domine et, en particulier les noyeraies ; c'est le cas sur les terrasses qui surplombent la plaine de Tullins (Isère). Quelques prairies à *Arrhenatherum elatius* et à *Bromus erectus* et des vignes rappellent les cultures traditionnelles anciennes (Pautou, 1970 ; Lajaunie, 1991).

Conclusion

Les lignes de force du paysage résultent de l'affrontement entre l'énergie cinétique véhiculée par l'Isère et l'énergie liée aux apports en eau provenant des versants. La géométrie de la plaine d'inondation repose sur une juxtaposition de rectangles allongés dans le sens longitudinal. Malgré les nombreuses interventions humaines, la plaine d'inondation n'a pas perdu ses

spécificités d'espace alluvial. Dans le chenal endigué, les changements de la végétation dépendent des interactions entre les processus de transfert (charriage), de destruction (érosion) et de construction (sédimentation). Il semble que les phénomènes d'incision et de gestion des écoulements aient diminué la fréquence des événements capables d'interrompre le phénomène de végétalisation. Dans les parties périphériques, la présence de roselières, de cariçaias, d'aulnaias à *Alnus glutinosa* reliques, de vieux saules blancs indiquant l'emplacement des anciens fossés rappelle que la nappe phréatique se trouve à proximité de la surface du sol. Ces bandes où la végétation spontanée persiste encore ceignent un espace à hautes potentialités agricoles.

La fertilisation de la plaine par les entrées de limon organisées de façon rationnelle, les réseaux de chantournes, l'injection d'engrais, le choix de variétés appropriées, l'augmentation de la taille des parcelles, l'élimination des haies agissent en synergie ; la conséquence est l'uniformisation, la disparition de la biodiversité. Par chance, les atavismes ou les initiatives hardies atténuent la monotonie d'un univers graminéen : cultures maraichères (à proximité des villes), pépinières, peupleraies (regain d'intérêt avec la création de variétés performantes, comme la variété Beaupré), prairies de fauche et vignes reliques (caractéristiques de parcelles appartenant à des agriculteurs âgés), creusement de plans d'eau (à des fins ludiques), etc.

Si le paysage végétal a fortement changé dans la vallée de l'Isère, la plaine d'inondation n'est pas à l'abri des fortes crues. On peut s'interroger sur les modalités de dissipation de l'énergie au cours d'événements paroxystiques (crue centennale, par exemple) dans un système écologique qui, par effets cumulés des interventions humaines, a changé de trajectoire. Il est prudent de délimiter des espaces verts à multifonctions, capables de jouer le rôle de soupape de sûreté pendant les périodes de crise. Ces espaces pourraient assurer les fonctions de stockage des excédents d'eau, d'oligotrophisation des eaux chargées en nitrates et en phosphates, de protection des eaux souterraines, de conservatoire de la faune et de la flore, de banque de gènes, de production d'herbe et de bois (peupliers, espèces précieuses comme *Fraxinus excelsior*, *Prunus avium*, *Juglans regia*, *Sorbus aria*, etc.), d'espace éducatif, sportif, d'espace de loisir.

Guy Pautou

Jacky Girel

Manuscrit reçu :

février 94

accepté : avril 94

Bibliographie

- BALMAIN J., 1910. — *Les franchises de la Commnauté d'Aiton (Savoie)*. Collection d'Etudes sur l'Histoire du Droit et des Institutions, Imp. J. Rey, Grenoble, 212 p.
- BELDJOUDI N., 1989. — L'application de la « *landscape ecology* » à l'étude des vallées alpines : l'exemple de la vallée de l'Isère dans le Grésivaudan. D.E.A. « Géographie, Ecologie et Aménagement des montagnes », Univ. Grenoble I, 45 p. et annexes.
- BRAVARD J.-P., 1989. — La métamorphose des rivières françaises à la fin du Moyen-Age et à l'époque moderne. *Bull. Soc. Géogr. Liège*, 25, pp. 145-157.
- DIDIER M., 1993. — Impacts des aménagements anthropiques sur le paysage fluvial de l'Isère à l'intérieur des digues dans le Grésivaudan et la Combe de Savoie. D.E.A., Univ. Joseph Fourier, Grenoble I, 87 p. + 2 p. annexes.
- FORMAN R.T.T., GODRON, M., 1986. — *Landscape Ecology*. John Wiley & Sons, Chichester, 619 p.
- FOURNEAUX J.C., 1968. — Hydrologie du Grésivaudan. Thèse 3^e Cycle, Sci. de la Terre, mention Géologie appliquée, Grenoble I, 148 p.
- GEX F., 1940. — Le diguement de l'Isère dans la Combe de Savoie. *Rev. Géogr. Alp.*, 28, pp. 1-71.
- GIREL J., 1993. — Aménagements anciens et incidences sur la végétation actuelle : l'Isère et la Combe de Savoie entre Albertville et Montmélian. *Actes 116ème Coll. Soc. Sav.*, Chambéry, 1991. C.T.H.S., Paris, pp. 147-160.
- GIREL J., 1994. — Old Distribution Procedure of Both Water and Matter Fluxes in Floodplains of Western Europe. Impact on Present Vegetation. *Environmental Management*, 18 (1), 19 p.
- GOUVERT A., 1828. — Observations sur les causes de la dégradation des terrains inclinés, particulièrement dans le bassin de Chambéry, et sur les dangers qui menacent ce bassin. *Mém. Soc. Acad. Roy. Savoie*, Chambéry, 3, pp. 57-68.
- LAJAUNIE A., 1991. — *Les zones humides de la Moyenne vallée de l'Isère*. Conseil Général de l'Isère, 77 p.
- MALANSON G.P., 1993. — *Riparian Landscapes*. Cambridge University Press (Cambridge studies in Ecology), 296 p.
- MOUGIN P., 1931. — *La restauration des Alpes*. Edit. Minist. Agriculture (Dir. Gén. E. et F. - Eaux et Génie rural), Paris, 584 p., 47 pl. et 2 cartes dépl. h.-t.
- OZENDA P., REPITON J., RICHARD L., TONNEL A.M., 1964. — Feuille de Domène (XXXIII-34). *Doc. Carte Vég. Alpes*, II, pp. 69-118, 1 carte coul. h.-t.
- PAUTOU G., 1970. — Ecologie des formations riveraines de la Basse-Isère. *Doc. Carte Vég. Alpes*, VIII, pp. 73-113, 1 carte coul. h.-t.
- PAUTOU G. et GIREL J., 1981. — Les associations végétales à *Cladium mariscus* dominant dans la vallée du Rhône entre Lyon et Genève.

- Coll. Phytosociol.* « Végétations aquatiques », Lille, 10, pp.333-349.
- PEIRY J.L., 1993. — *L'Isère dans la vallée du Grésivaudan : éléments de dynamique fluviale*. Livret-guide « Journées Hydrologiques 1993, Centenaire Maurice Pardé ». I.G.A., Grenoble I, 7 p.
- PEIRY J.L., SALVADOR, P.G. et NOUGUIER, F., 1994. — L'incision des rivières dans les Alpes du Nord : état de la question. *Rev. Géogr. Lyon*, 69, 1/94, 47-56.
- PÉROUSE G., 1926.— Etat de la Savoie à la fin du 17^e siècle (1679-1713) (documents inédits recueillis aux Archives de Turin). *Mém. et Doc. Soc. savoisienne Hist. et Archéol.*, Chambéry, 63, 60 p.
- PUPIER N., 1994. — Etude des impacts de deux types d'actions anthropiques sur la nappe alluviale de l'Isère en amont de Grenoble. *Rev. Géogr. Alp.*, vol. 82 (2).
- ROLLAND 1787.— Mémoire sur le projet de redresser le lit de l'Isère dans la vallée du Grésivaudan jusqu'en dessous de la ville de Grenoble et de contenir les eaux de cette rivière entre les terres. *Biblioth. Ec. Nat. Ponts et Chaussées*, Paris, 501 (2027).
- SALVADOR P.G., 1991. — Le thème de la métamorphose fluviale dans les plaines alluviales du Rhône et de l'Isère — bassin de Malville et ombilic de Moirans. Thèse Univ. Lyon III, 498 p.
- SANCHEZ-PÉREZ J.M., 1992. — Fonctionnement hydrochimique d'un écosystème forestier inondable de la plaine du Rhin. La forêt alluviale du secteur de Rhinau en Alsace, France. Centre Et. et Rech. Eco-Géographiques, Université Strasbourg, 176 p.
- VERNEILH DE, 1807.— Statistiques générales de la France. Département du Mont-Blanc. Réédition du Champ-Vallon, Seyssel, 558 p., cartes hors texte.
- ZONNENVELD I.S. et FORMAN R.T.T. (eds.), 1989.— *Changing Landscapes : an Ecological Perspective*. Springer Verlag, New-York, Berlin, 286 p.

(N.B. : ADS = Archives Départementales de la Savoie, Chambéry).