

Biodiversité comparée des ripisylves du Rhône et de ses affluents (Cèze, Ouvèze, Durance) dans la région méditerranéenne

par Annik SCHNITZLER et Roland CARBIENER

***Les multiples défrichements
ainsi que les aménagements
hydrauliques (endiguements
et canalisation) réalisés
sur le Rhône durant le XIX^e siècle,
n'ont pas été sans conséquences
sur les forêts alluviales
du Bas-Rhône à la Camargue.
Cette étude tente de quantifier
les pertes en habitats et en espèces
végétales, par une comparaison
entre les forêts alluviales
du Bas-Rhône et celles de certains
affluents mieux préservés
(Ouvèze, Durance, Cèze).
On voit ici tout l'intérêt qu'il y a
à préserver un système
de référence.***

Introduction

Les forêts riveraines des grands fleuves d'Europe méditerranéenne (Bas-Rhône, Pô, Ebre) sont fortement apparentées, en termes de biodiversité et de fonctionnement, aux forêts alluviales des grands fleuves d'Europe occidentale et centrale (CARBIENER 1970 ; SCHNITZLER 1996 ; QUÉZEL & MÉDAIL 2003). On retrouve en effet les mêmes communautés végétales (les forêts pionnières dites à bois tendre constituées de petites saulaies buissonnantes, de saulaies-peupleraies noires ; les chênaies-ormaias dites à bois dur ; les peupleraies blanches dites à bois mixtes). Ces similitudes s'expliquent par l'influence prépondérante des caractéristiques écologiques du milieu alluvial sur le microclimat. Le fleuve et son système pulsé (le système pulsé correspond aux rythmes latéraux périodiques de contraction et expansion des eaux du fleuve, associés aux rythmes verticaux de nappe souterraine) favorisent en effet la productivité primaire et la biodiversité, en levant le stress hydrique estival et en injectant régulièrement des nutriments et des sédiments dans le lit majeur. Les eaux du fleuve ont une influence considérable sur les processus de dynamique forestière (zonation, succession, dynamique des chablis, cycles biogéochimiques, architecture forestière).

L'homme a de tous temps fortement perturbé cet équilibre dynamique, par des constructions de digues, des réseaux d'irrigation, ainsi que par des déforestations. Les impacts humains se sont fortement accentués au cours du XIX^e siècle grâce aux évolutions technologiques

performantes par endiguements insubmersibles et constructions d'épis, destinés à protéger les populations contre les inondations, lutter contre la malaria, améliorer la navigation et gagner des terres cultivables. Ces travaux ont provoqué une réduction des zones inondables et un abaissement des niveaux moyens des eaux, mais des zones inondables subsistaient entre les digues et le fleuve. Lorsque certains grands fleuves ont été canalisés au XX^e siècle pour l'exploitation hydroélectrique ; les inondations ont été stoppées ou sont devenues très rares, supprimant toute connectivité entre le fleuve et les écosystèmes riverains. Toute l'imprévisibilité du milieu liée à la dynamique fluviale a ainsi disparu (DECAMPS 2004). Stabilisé, déforesté, moins humide et moins dangereux, le milieu alluvial est devenu plus attractif pour l'homme qui s'y est installé massivement. Des évolutions dans les usages sont apparues (intensification généralisée des pratiques forestières et agricoles, industrialisation, exploitation de ressources non renouvelables comme l'extraction des granulats, loisirs). Le bilan est dramatique en ce début de XXI^e siècle, 95% des surfaces forestières alluviales ont disparu dans 45 pays d'Europe (zone boréale exclue), même s'il existe quelques petites zones de recolonisation sur les parties stabilisées du lit majeur (PIEGAY *et al.* 2003). Ces fragments restants, isolés dans des anthroposystèmes et des voies de communication de plus en plus nombreuses, subissant des pollutions multiples et parfois rémanentes, ont perdu une grande partie de leur identité et de leur biodiversité. Il n'est guère étonnant dans un tel contexte, que les forêts riveraines des cours d'eau d'Europe soient à présent considérées comme en danger d'extinction (WWF 1991). Ce sont sans doute les deltas, qui sont les milieux les plus productifs d'Europe, qui ont été les plus profondément altérés par des siècles d'occupation humaine (FERRARI § SPERANZA 1984 ; SARTORI § BRACCO 1996 ; CAMARASA *et al.* 1977).

Si aucun fleuve d'Europe n'a échappé aux destructions (BETHEMONT 2000), leur degré d'altération reste cependant fort variable. DYNESIUS § NILSSON (1994) ont tenté un classement sur 139 des plus grands cours d'eau de l'Amérique du nord à l'ex-Union Soviétique, en passant par l'Europe. Les variables considérées ont été : la fragmentation des ripisylves par la foresterie, l'agriculture, les zones urbanisées, et la régulation des flux par travaux divers ou

prélèvements d'eau pour l'irrigation. Les fleuves ont été classés par catégories (très fortement affectés ; moyennement affectés ; peu affectés). Le Rhône, objet de ce travail, se trouve dans la première des catégories, avec l'Elbe, la Weser, la Garonne, le Douro, le Taje, l'Ebre, le Pô, la Neretva, le Danube, la Dniepr, le Don, la Volga.

Les forêts alluviales de la partie méditerranéenne du Rhône et de ses affluents à partir d'Orange jusqu'à son delta en Camargue constituent donc une illustration marquante de l'évolution régressive des habitats alluviaux au cours de ces deux derniers siècles. Si le Rhône a été très altéré par les aménagements, la plupart de ses affluents l'ont été un peu moins (LANDON § PIEGAY 1994 ; GIREL 1996). Certaines portions ont encore conservé des ripisylves soumises à des inondations régulières. Il nous a semblé intéressant de comparer les niveaux de biodiversité de ces forêts avec celles qui subsistent le long du Rhône, car elles sont potentiellement composées des mêmes formations végétales (bois pionniers à bois tendres et à bois durs).

Les ripisylves de la basse vallée du Rhône ont été peu étudiées du point de vue phytosociologique, mis à part les travaux de TCHOU (1947) et, pour la Camargue, de MOLINIER § TALLON (1965), GRILLAS § VAN WIJCK (1990). Les ripisylves de deux affluents méditerranéens : l'Ouvèze et la Durance, ont fait l'objet d'investigations du point de vue phytosociologique et fonctionnel (NÈGRE 1984 ; VARESE 1993 ; GAUDIS-MONTBRUN 1985 ; GIREL 1996).

Le but de cet article est triple :

- compléter ces travaux par d'autres investigations phytosociologiques et écologiques, notamment le long du Bas-Rhône jusqu'en Camargue, et le long d'un affluent encore non étudié, la Cèze ;
- tenter d'évaluer les niveaux respectifs d'intégrité écologique de leur ripisylve, en se basant sur les acquis concernant ces formations en Europe ;
- proposer des mesures de préservation et de restauration.

Sites d'étude

Le site d'étude concerne toute la partie aval du Rhône d'Orange à Arles, le delta de la Camargue, l'affluent cévenol Cèze dans les gorges de Lussan, et deux affluents alpins, l'Ouvèze et la Durance (Cf. Fig. 1).

Le Bas-Rhône

Le Rhône (812 km de longueur) subit les influences méditerranéennes à partir d'Orange. Le secteur hydrogéomorphologique méditerranéen était caractérisé par du méandrage (larges boucles du lit mineur) de grande amplitude complété par du tressage (division du lit mineur en bras instables formant des îles) (FRUGET 1989 dans RODITIS § PONT 1993). Le Bas-Rhône (393 km²) débute à hauteur d'Orange jusqu'à Arles, considéré comme la tête du delta. Avant les aménagements, cette partie du Rhône comprenait deux secteurs : celui de Caderousse à Beaucaire, caractérisé par de larges îles relativement stables (Caderousse, Barthelasse, Oiselet, Villeneuve, Motte) ; celui de Beaucaire à Arles, où le Rhône présentait de multiples tresses (division en bras) générant de petites îles. Le delta couvre 1644 km². La Grande Camargue correspond à l'étendue de terres (750 km²) entre le Grand et le Petit Rhône.

La diversité du régime du Rhône (pluies océaniques d'hiver, fonte des neiges au printemps et averses méditerranéennes d'automne) contribue à maintenir élevés les débits en toute saison (débit moyen du Rhône : 1703 m³/s), sauf l'été, où des étiages sont observés. La contribution des affluents préalpins et cévenols exposés aux averses de type méditerranéen, explique la prédominance des inondations de printemps et d'automne au niveau de Beaucaire (débit moyen 10j/an : 4000 m³/s).

Ces zones étaient régulièrement ennoyées, avec quelques crues illustres (par exemple 1840 et 1846 qui avaient envahi la vallée du Rhône sur 30 km de large et la quasi-totalité de la Camargue, en dépit des digues). La mer envahissait également très régulièrement la partie sud du delta.

Les ripisylves méditerranéennes du Rhône occuperaient, sans les défrichements et les modifications du système alluvial, l'essentiel du lit majeur hormis les berges les plus instables, et s'étendraient dans le delta, sans doute dans l'espace en fer à cheval couvrant toute la partie nord du Vaccarès et les bourrelets alluviaux des bras du Rhône. Les limites forestières du delta devaient cependant être hautement fluctuantes, en fonction des gradients de perturbation et de salinité, fort variables au cours des époques. De nombreuses variations paléohydrologiques ont été répertoriées durant l'Holocène, à partir de 7000 ans BP (ARNAUD-FASSETTA 1998 ;



2004). Les travaux anthracologiques citent par exemple la présence d'arbres dans des sites actuellement dépourvus de végétation arborée et dominés par les formations à *Tamaris* et les sansouires (FASSETTA § CHABAL 1995).

Au XIX^e siècle Les digues longitudinales insubmersibles du Rhône, associées à la technique des épis Girardon (qui permettaient de fixer le chenal) ont été édifiées jusque dans le Bas-Rhône (POINSART § SALVADOR 1993). Elles ont fait perdre au fleuve son modèle tressé (à l'exception du secteur des Basses Terres), entre 1840 et 1931. Le fleuve s'est alors enfoncé dans ses alluvions, la plaine alluviale s'est asséchée. Le système de Girardon réussit, après plusieurs techniques successives, à rendre le lit du Rhône stable et profond à l'aval de Lyon.

Fig. 1 :
Le site d'étude

Les forêts alluviales de l'époque étaient largement déboisées pour l'agriculture, qui ne laissait que les « bois taillis » à saules, peupliers et aulnes, à l'intérieur des digues submersibles (GIREL, communication écrite).

Tout comme le Rhin, les travaux lourds de canalisation se sont développés sur le Rhône au cours du XIX^e siècle, sous l'action de la Compagnie nationale du Rhône (CNR). La construction d'un barrage de 104 m de haut dès 1937 a nécessité celle d'un ouvrage de compensation, mis en service en 1952. Des ouvrages à dérivation furent construits à l'aval de Lyon, soustrayant le lit majeur aux inondations (1952-1975) et créant un profil en long artificiel en gradins (ROUX *et al.* 1989). Les débits sont maintenant contrôlés par des barrages (13 aménagements hydro-électriques entre Lyon et Arles édifiés entre 1952 et 1980 sur 280 km). Depuis ces aménagements, le lit majeur présente une largeur variable, entre 250 et 600 m. Les crues ne correspondent plus qu'aux débits de crue cinquantenal (voisin de 10 000 m³/s), qui s'épandent dans une marge très étroite. Les apports de sédiments, amoindris par les barrages successifs le long du Rhône moyen, sont toutefois suffisants pour provoquer des exhaussements à l'intérieur de ces digues.

Actuellement, les forêts se restreignent le long de certaines anciennes îles du Rhône, (Barthelasse, Oiselet, Caderousse) en bordure de chenaux à faible débit (2,5 à 6 m³/s). Des fragments forestiers subsistent aussi le long des deux rives du Rhône en amont immédiat d'Arles, en rive convexe où de nouvelles îles et bancs se sont formés, en partie à la suite de la construction des digues (île de Saxy). Le niveau moyen des eaux est d'environ - 1 m 50 à l'étiage, excepté durant de courts épisodes inondants de crue. Une telle situation assèche fortement les sols en été.

En Camargue, les déforestations semblent relativement anciennes. Les dynamiques fluviale et marine ont été définitivement figées par des digues édifiées au XIX^e siècle le long des bras du fleuve et en bordure de mer. Les apports d'eau douce se limitent à présent à celles des pluies et les pompages des eaux du Rhône pour les agriculteurs (COURRIER DU PARC 1999). Le contrôle de l'hydrologie naturelle a supprimé depuis 150 ans environ toute imprévisibilité au delta camarguais. Une autre conséquence provoquée par ces travaux d'envergure, a été le tarissement marqué de l'entrée des sédiments dans le lit majeur et dans le delta. Selon un modèle

(DBFM, Drainage basin flux model, SYVITSKI *et al.* 2005), les quantités de sédiments retenus par les aménagements hydrauliques sont de 30% pour la Mer Méditerranée et la Mer Noire (toutes deux recevant avant les barrages une moyenne de 890 millions de tonnes par an). Selon ce modèle, les pertes de sédiments des deux mers intérieures sont donc parmi les plus élevées du monde. Privé de sédiments, privé de flux d'eau douce, le delta de Camargue, ne peut lutter contre l'érosion partielle du littoral que par des enrochements, et contre la salinité croissante des sols.

Selon un récent bilan (ISENMANN 2005), les milieux naturels camarguais ont considérablement régressé avec près de 40 000 ha de pertes en zones humides entre 1940 et 1984 par suite de l'extension de sites à forte valeur économique (agriculture, sel, industrie, tourisme). Ces pressions s'accroissent encore aujourd'hui, quoique à un rythme plus faible que dans les années 70, mais elles continuent à faire perdre à ce delta, sa valeur biologique, et ce en dépit d'une kyrielle de protections officielles ! Il n'est guère étonnant, dans ce contexte, que les forêts soient si rares. Elles ont pu reconquérir quelques surfaces nouvelles, notamment le long du Grand Rhône (forêts de Tourtoulon et de Beaulieu) à 20 km environ au sud d'Arles et plus en aval, jusqu'à hauteur de Port-Saint-Louis. Le bois de Tourtoulon (2,2 km x 200 m sur une surface totale de 43 ha) a été acquis par le Conservatoire du littoral en 1987. Le bois de Beaulieu appartient à un propriétaire privé, et sa surface est équivalente. Très exploitées durant les premières décennies du XX^e siècle, ces deux petites forêts sont laissées pour l'instant à une libre évolution, à la différence des forêts en amont d'Arles, non protégées et soumises à un grignotage constant par l'agriculture.

Les affluents

Les affluents précités du Bas-Rhône sont caractérisés par un régime de type torrentiel typiquement méditerranéen, très irrégulier en période de crue exceptionnelle et d'étiages sévères. Les travaux d'aménagement les plus lourds ont été ceux effectués sur la Durance, avec le barrage de Serre-Ponçon, ce qui a permis une forte avancée de la forêt dans le lit mineur et les îles stabilisées.

Les forêts alluviales de la basse vallée de la Cèze sont particulièrement bien préservées.

vées dans les gorges de Lussan, canyon étroit intégré dans la partie orientale du massif de calcaire urgonien de Lussan. La profondeur des alluvions est d'environ 10 m. L'amplitude des crues est grande (atteignant plus de 7 m pour certaines parties du lit majeur.). Lors des étiages, les eaux sont alimentées par des sources karstiques.

Méthodologie

Les forêts riveraines du Bas-Rhône d'Orange au delta, ainsi que celles de la Cèze dans les gorges de Lussan ont fait l'objet de relevés phytosociologiques (surface moyenne 800 m²). 63 relevés ont été effectués le long de la Cèze (entre 1975 et 1985) et 45 dans les forêts du Bas-Rhône (en 2004). Ces relevés ont été comparés avec ceux publiés par NEGRE (1984) pour l'Ouvèze, et par VARESE (1993) pour la Durance.

Dans le tableau phytosociologique (Cf. Tab. I, pp. 54-57), les communautés végétales ont été définies par référence à la littérature sur les milieux alluviaux. Les espèces ont été réunies en cinq groupes :

- 1.- les espèces héliophiles des trouées et écotones (les écotones sont les linéaires au contact frangeant de deux écosystèmes différents : ici, ce peuvent être des forêts appartenant à des communautés végétales différentes, ou des lisières forestières en contact avec un chenal ou un milieu ouvert) ;
- 2.- les espèces typiquement alluviales des forêts à bois dur à chêne, orme et frêne, et les forêts à bois tendre à Salicacée ;
- 3.- les espèces provenant des bassins versants montagnards (Cévennes ou Alpes) ;
- 4.- les espèces rudérales ou pionnières hygrophiles inféodées aux grèves humides, qui pénètrent dans les forêts ;
- 5.- les espèces exotiques.

Les coefficients en chiffres romains attribués à chaque espèce correspondent à des classes de fréquence (I : < 10 % ; II : 10-25 % ; III : 25 - 50% ; IV : 50 - 75 % ; V : 75 - 100 %). Les chiffres arabes associés correspondent à un niveau d'abondance : la codification de Braun-Blanquet va de + (< 5%) à 5 (75 - 100 %). Les espèces sont classées à l'intérieur de chaque groupe par ordre alphabétique, les ligneux précédant les herbacées.

Les comparaisons entre richesses spécifiques des affluents et du Rhône se heurtent à des limites dont il faut tenir compte dans l'interprétation. Certes, les flux de propa-

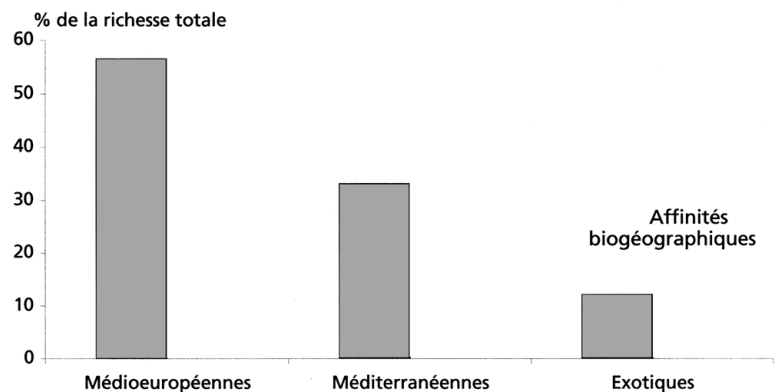
gules entre affluents et fleuve permettent théoriquement aux plantes d'arriver au fleuve, mais toutes ne peuvent s'y installer, en raison de contraintes naturelles écologiques locales. De plus, le Rhône collecte (ou plutôt collectait) également les flux de propagules de l'amont, et certaines espèces peuvent ne s'être jamais installées sur les affluents méditerranéens. Mais globalement, au regard des affinités écologiques des espèces, ces restrictions ne concernent qu'un nombre réduit de plantes.

Résultats

La flore

170 espèces dont 91 ligneux ont été recensées le long du Rhône et des affluents (Cf. Tab. I). Les espèces d'affinité médioeuropéenne, incluant les montagnardes, constituent la plus grande partie de la flore du Bas-Rhône (56.4%). 33% sont des espèces strictement méditerranéennes. Le reste correspond aux espèces exotiques de diverses origines (Amérique, Asie pour l'essentiel) (Cf. Fig. 2). Certaines espèces sempervirentes méditerranéennes (laurifoliées à larges feuilles coriaces, toujours vertes, et sclérophylles) sont présentes. Les laurifoliées sont définies par QUÉZEL et MÉDAIL (2003) comme les dernières représentantes de lignées évolutives anciennes. Elles sont représentées dans les ripisylves du Rhône par trois espèces : le houx (*Ilex aquifolium*), le laurier (*Laurus nobilis*), le lierre (*Hedera helix*). Houx et laurier restent sporadiques sauf localement dans le bois de Tourtoulon en Camargue où le laurier semble invasif, à

Fig. 2 :
Proportions respectives des espèces médioeuropéennes, méditerranéennes et exotiques sur l'ensemble du secteur d'étude



l'inverse du lierre, très présent sur l'ensemble du secteur d'étude. Les espèces sclérophylles méditerranéennes (*Quercus ilex*, *Phillyrea media*, *Buxus sempervirens*, *Rhamnus alaternus*, *Ruscus aculeatus*, *Rosa sempervirens*, *Rubia peregrina*, *Smilax aspera*) provenant des chênaies vertes voisines rentrent également dans les ripisylves, mais restent dispersées. Mis à part le chêne vert, plus strictement inféodé aux stades matures, ces éléments se retrouvent dans toutes les communautés végétales.

Les forêts du secteur d'étude sont très riches en lianes, celles-ci colonisant toutes les strates forestières. Quatre lianes arborescentes autochtones colonisent la canopée : le lierre (*Hedera helix*), la clématite (*Clematis vitalba*), la vigne sauvage (*Vitis vinifera* ssp *sylvestris*), et le chèvrefeuille (*Lonicera periclymenum*). Deux Vitacées exotiques arborescentes s'intègrent également dans ces forêts (*Vitis x riparia* et *Parthenocissus quinquefolia*). Parmi ce panel de six lianes ligneuses, seules les deux premières sont largement représentées. La vigne sauvage (la seule Vitacée autochtone) est en voie de disparition, et n'a conservé de belles populations adultes que le long de la Cèze (55 adultes répertoriés dans les gorges de Lussan). Certaines lianes herbacées ou semi-ligneuses peuvent également atteindre la canopée en lisière, comme la liane sempervirente méditerranéenne *Smilax aspera* ou d'autres lianes décidues médio-européennes (*Humulus lupulus*, *Solanum dulcamara*, *Convolvulus sepium*). *Rubus ulmifolius* et *Cucubalus baccifer* prennent également la forme lianescente, montant à 5-6 m de hauteur.

Durance et Ouvèze comprennent quelques espèces d'origine alpine (*Alnus incana*, *Hippophae rhamnoides*, *Myricaria germa-*

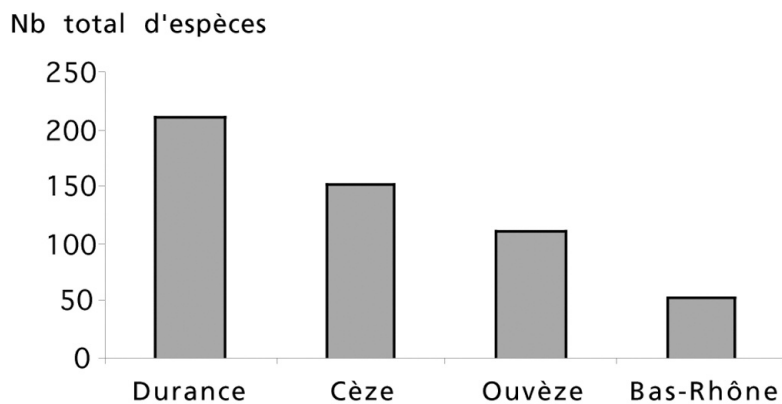
nica) qui sont absentes de la Cèze, affluent cévenol. Ces espèces, typiques des bords de rive des grands fleuves périalpins (Rhin, Danube) ont disparu des forêts du Bas-Rhône.

Les niveaux de richesse spécifique entre le Rhône et les affluents sont significativement plus bas pour le fleuve (Cf. Fig. 3). La richesse spécifique totale du fleuve est de 53 espèces, contre 280 pour les trois affluents (212 pour la Durance, 154 pour la Cèze, 111 pour l'Ouvèze), ce qui signifie une perte de près de 80% des espèces potentielles pour les forêts du Rhône, si on considère que ce dernier, en tant que fleuve collecteur, pouvait inclure la flore des affluents. Il ne reste ainsi aux forêts du Bas-Rhône que 1% des espèces des groupes d'espèces liées aux milieux humides et ouverts (chablis, écotones, grèves) intégrées dans les forêts alluviales en raison de la dynamique fluviale. Quant aux espèces typiques des mosaïques à bois tendres et bois durs, il n'en reste que le tiers par rapport aux affluents.

Certaines espèces existant le long de la Cèze, n'ont toutefois peut-être jamais pu s'établir le long du Rhône comme *Lilium martagon*, *Doronicum pardalianches* (cette dernière s'établissant en faciès étendus et partiellement stériles), *Scilla hyacinthoides*, *Mercurialis perennis*, *Anthriscus sylvestris*, *Cardamine impatiens*.

Parmi les exotiques présentes dans le site d'étude, trois, d'origine américaine, peuvent devenir envahissantes : le buisson *Amorpha fruticosa* ; et deux arbres : *Acer negundo*, qu'on trouve sur sédiments fins des bords des affluents, de même que *Gleditschia triacanthos*, très fréquent le long de la Cèze. Ces trois espèces sont strictement pionnières, envahissant parfois les bords de rive ou les jeunes saulaies. *Robinia pseudacacia*, autre exotique américaine, s'intègre davantage dans les forêts à bois dur sans devenir envahissante, quoiqu'elle le soit dans bien des cas en Europe. *Ailanthus altissima* d'origine chinoise, très envahissant en Europe, reste épars le long du Rhône et des affluents. Le palmier *Trachycarpus fortunei*, cantonné à quelques pieds dans la forêt de Tourtoulon en Camargue, semble régénérer et supporter les inondations. Parmi les archéophytes (espèces ayant colonisé l'Europe avant 1500 ans) : *Ficus carica* d'origine indienne et probablement apportée par les Romains, *Juglans regia*, originaire d'Asie mineure, régénèrent très facilement en milieu alluvial.

Fig. 3 :
Richesse spécifique globale comparée dans les forêts alluviales du Bas-Rhône et des trois affluents.



Les communautés végétales

Sept communautés végétales ont été listées dans le secteur d'étude : la saulaie buissonnante (*Saponario-Salicetum purpureae*) ; la saulaie-peupleraie (*Salici-Populetum nigrae*), la peupleraie noire (*Populetum nigrae*), l'aulnaie blanche (*Alnetum incanae*), la peupleraie blanche (*Populetum albae*), l'aulnaie glutineuse (*Alno-Fraxinetum oxycarpae*) et la chênaie pubescente (*Quercu pubescentis-Ulmetum minoris*) (Cf. Tab. I).

La saulaie buissonnante *Saponario Salicetum purpureae* (défini en zone méditerranéenne par TCHOU 1947) est typique des bords de rive humides et des têtes d'îles sur graviers déposés par des inondations répétées et très dynamiques. Cette association est dominée par plusieurs faciès de saules buissonnants d'affinité montagnarde, poussant en clones denses et intolérants (*Salix purpurea* ssp *stenophylla*, *S. eleagnos*).

Adossée aux saulaies buissonnantes, **la saulaie-peupleraie arborescente** (*Salici-Populetum nigrae*) dépend, tout comme ces dernières, d'une dynamique fluviale active. On la trouve sur les cordons de rive et les îlots.

La peupleraie noire (*Populetum nigrae*) est proche de la saulaie-peupleraie. Elle se restreint aux terrasses régulièrement inondées mais uniquement sur sol grossier. Elle n'a été décrite que sur la Cèze, mais elle existe probablement sur les autres affluents.

L'aulnaie blanche (*Alnetum incanae*) est limitée aux deux affluents périalpins, on ne la retrouve plus le long du Rhône. C'est une association pionnière dépendante des crues pour se maintenir, et limitée aux bords de rive à sols limoneux.

L'aulnaie à frêne (*Alno-Fraxinetum oxycarpae*, TCHOU 1947) s'établit en arrière des cordons alluviaux, dans des dépressions humides, entre 0,80 m et 1,50 m au-dessus du lit mineur. Elle est présente, tant le long du Rhône (en raison de l'assèchement généralisé de la plaine alluviale) que le long des affluents (Cèze et Durance).

Ces aulnaies sont submerguées tout comme les saulaies jusqu'à 8 m au-dessus du substrat lors des crues. Dans la vallée du Rhône, cette communauté végétale n'a pu être retrouvée qu'à un seul endroit, sur l'île d'Oiselet, en amont immédiat d'Avignon, sur une surface de moins de 600 m².

La peupleraie blanche (*Populetum albae*, TCHOU 1948-1949) typique des sites à

placages limoneux épais (1 à 3 m d'épaisseur) est la communauté végétale la plus répandue dans les reliques forestières du secteur. Elle se réduit à des lambeaux de quelques hectares le long du Rhône jusqu'en Camargue. Dans le delta, on peut trouver quelques belles communautés à peupliers blancs dans les bois de Tourtoulon et Beaulieu. L'âge des peupliers de la canopée (60 ans) explique les dimensions impressionnantes des arbres dominants (plus de 60 cm de diamètre pour certains), l'abondance des bois cassés ou déracinés et la présence de champignons lignicoles. Sous la canopée, se trouve une deuxième strate à 10-15 m composée de *Fraxinus oxycarpa*, *Ulmus minor* et *Laurus nobilis*, parfois de *Ficus carica*. Une troisième strate suffrutescente riche en ronce (*Rubus ulmifolius*) et en cornouiller sanguin (*Cornus sanguinea*) rend ces forêts difficilement pénétrables, notamment dans les chablis. La régénération est pauvre, et dominée par l'orme et le frêne. La minuscule île des Brotteaux dans le secteur de Caderousse est également bien préservée dans son architecture végétale.

La chênaie pubescente à peupliers (vicariante du *Quercu-Ulmetum minoris* décrit par ISSLER 1923) se situe en retrait de la plaine alluviale. Cette association est très rare, soit en raison de défrichements (un seul relevé a pu être effectué dans la vallée du Rhône, dans la petite île aux Castors, proche de l'île de la Barthelasse), soit parce que le lit majeur est trop étroit (cas de la Cèze). Tout comme la peupleraie blanche, elle intègre, outre les espèces typiquement alluviales (*Fraxinus*, *Ulmus*, *Populus*) des éléments des chênaies méditerranéennes non alluviales.

Il apparaît donc que les communautés végétales pionnières sont bien mieux représentées le long des affluents que le long du Rhône, avec de petites différences liées à la situation géographique (cas de la Cèze pour l'aulnaie blanche). La Cèze est le seul affluent qui possède toute la gamme des associations végétales alluviales, des petites saulaies aux chênaies.

Les niveaux de richesse spécifique totaux, par association et tous sites confondus, sont élevés (entre 82 pour l'aulnaie blanche et 210 pour la peupleraie blanche). Cela s'explique par le fait que toutes les communautés, sans exception, incluent autant d'espèces typiques des forêts alluviales que d'espèces héliophiles pionnières (rudérales, exotiques, espèces des trouées et des écotones), en rai-

son d'un bon niveau de lumière dans les sous-bois. Les proportions des différents groupes diffèrent cependant pour certains d'entre eux, comme les rudérales, très nombreuses dans les saulaies et les peupleraies blanches (entre 54 et 77 espèces) ou les espèces typiquement forestières, également les plus nombreuses dans ces deux associations ainsi que la chênaie pubescente (au-delà de 60, contre moins de 40 pour les autres).

Si l'on compare, à présent, les niveaux respectifs de richesse spécifique entre Bas-Rhône et affluents, et par communauté végétale, il apparaît que le Bas-Rhône est toujours le plus pauvre en espèces, même pour la peupleraie blanche (Cf. Fig. 4).

Discussion

Les niveaux de richesse spécifique globaux (Bas-Rhône et affluents) trouvés dans le secteur d'étude sont élevés pour l'Europe, et sont proches de ceux trouvés le long des autres grands fleuves périalpins. Le Bas-Rhône bénéficie, comme les autres fleuves périalpins, de débits réguliers et de crues printanières à estivales, qui apportent l'eau en pleine période de végétation. Les substrats grossiers (qui limitent l'anoxie) et la richesse en bases des sols calcaires sont d'autres facteurs favorables aux activités bactériennes et à l'accélération des cycles. La biodiversité végétale élevée s'explique aussi par la coexistence d'éléments méditerranéens eurasiatiques descendant profondément vers le sud, auxquels s'ajoutent des éléments alpins et cévenols apportés par les affluents, et des éléments méditerranéens thermophiles. Cette conjonction d'espèces fait toute l'originalité du bassin versant

méditerranéen du Rhône par rapport aux autres fleuves périalpins.

La richesse en espèces méditerranéennes distingue également nettement les forêts alluviales du Bas-Rhône de celles du Haut-Rhône. Du sud de la vallée du Rhône au nord, en aval de Lyon (île de la Platière), leur nombre décroît en effet de 33% à 5,1%. Les seuls éléments subsistant dans l'île de la Platière sont *Quercus pubescens*, *Quercus ilex*, *Fraxinus angustifolia*, *Arum italicum*, *Iris foetidissima*, *Cucubalus baccifer*. En basse vallée de l'Isère, affluent alpin débouchant dans le sillon rhodanien à hauteur de Grenoble, ces éléments ont tous disparu (PAUTOU 1975), et la composition floristique des forêts riveraines devient typique de la zone méditerranéenne. Les forêts rhodaniennes non méditerranéennes sont donc bien plus proches floristiquement des ripisylves plus septentrionales du Rhin ou de la Loire que de leurs équivalents du secteur aval !

L'avancée du laurier (*Laurus nobilis*) dans les ripisylves méditerranéennes camarguaises (Tourtoulon notamment) est une observation intéressante, car elle se produit en situation de non exploitation forestière. L'arrêt de toute intervention de l'homme a permis l'enclenchement d'un début de maturation sylvigénétique, qui a peut-être permis la « lauriphyllisation » de la forêt. Ce processus d'avancée des laurifoliés dans les forêts méditerranéennes a été décrit dans les chênaies à *Quercus ilex* non exploitées (BARBERO § QUÉZEL 1994).

La vigne sauvage (*Vitis vinifera* ssp *sylvestris*) fait partie avec le chêne pubescent (*Quercus pubescens*) des éléments caducifoliés typiquement méditerranéens qui trouvent en milieu alluvial des conditions très

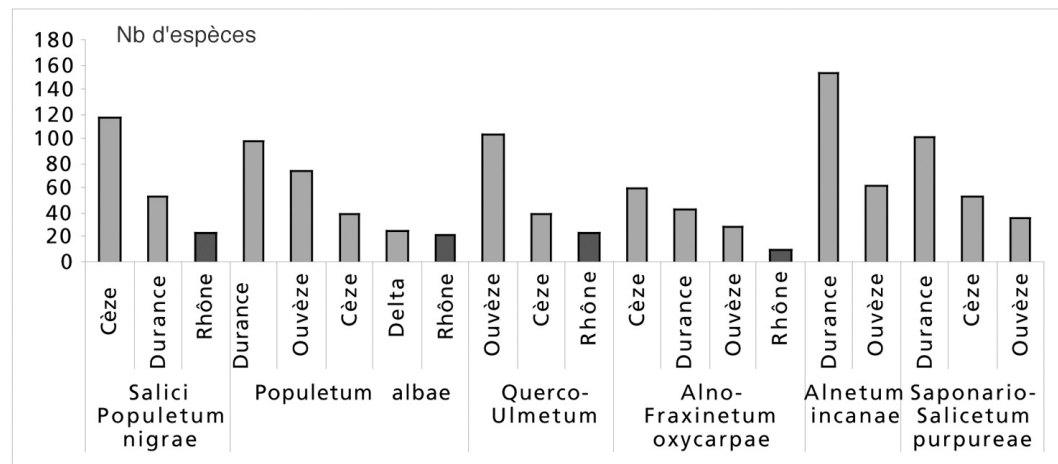


Fig. 4 :
Richesse globale par communauté végétale et par site le long du Rhône et des affluents.

favorables. La vigne sauvage était autrefois largement répandue dans les trouées et les écotones des forêts alluviales méditerranéennes, atteignant facilement la canopée. Sa disparition spectaculaire en Europe est liée à l'introduction de pathogènes américains, les coupes intensives faites par les forestiers et surtout l'assèchement généralisé des plaines fluviales au XIX^e siècle. Très peu d'individus ont été trouvés dans le secteur d'étude (bords de chemins, lisières, forêts lors d'une prospection ultérieure à cette étude [ARNOLD, communication orale, SCHNITZLER *et al.* 2005]), mis à part dans les gorges de la Cèze.

La place du chêne pubescent au sein de l'écosystème alluvial a été longtemps ignorée en raison de la quasi destruction de ses communautés par l'agriculture. Pour preuve, la colonisation des chênaies-ormaises sur les marges stabilisées des affluents méditerranéens.

Les différences de biodiversité, en espèces et en habitats, entre vallée du Rhône et affluents, sont donc, comme il a été déjà souligné, à mettre sur le compte des pertes d'habitats les plus dynamiques typiques des grands fleuves (grèves mobiles, îles régulièrement remaniées par les crues, cuvettes et levées de rive humides) et des défrichements parfois anciens pour l'agriculture (cas des terrasses limoneuses).

Dans ce travail, certaines communautés alluviales spécifiques au delta n'ont pas été intégrées en raison de leur très maigre surface. Il serait cependant dommage de ne pas les citer. La seule qui soit encore inondée est la tamaricaie (*Tamaricetum gallicae* BRAUN-BLANQUET et BOLOS 1958). Cette association pionnière évolue en situation halo-hygrophile de bords de mer. On ne la trouve donc que dans la partie aval laguno-marine à nappe faiblement salée du Grand et du Petit Rhône, sur de très petites surfaces ayant échappé aux défrichements.

Trois autres formations boisées de la Camargue, aux surfaces très réduites, conservées sur des dunes fossilisées, sont encore à citer : la chênaie pubescente asséchée de la Commanderie, qui appartient à la Tour du Valat et qui est totalement protégée, les pinèdes à pin parasol de la Petite Camargue, exploitées, et les buissons à genévrier de Phénicie au sud immédiat du Vaccarès sur dune marine fossilisée, et totalement protégées par la Société nationale de protection de la nature. Ces formations ont été décrites par MOLINIER et TALLON (1963)



Protection et renaturation

Malgré les limites de la méthodologie employée, on peut mesurer l'importance des altérations subies par l'écosystème alluvial du Bas-Rhône. La canalisation pèse lourd sur le devenir des dernières forêts alluviales, de même que les pressions anthropiques sur les anciennes îles, par mises en culture ou multiplication des impacts touristiques. Le long des affluents du Rhône, notamment dans l'Ardèche, le Gardon et la Cèze, l'exploitation excessive du loisir du canotage est incompatible avec la préservation des sites. Les barrages en amont vident également certaines portions de rivière d'eau durant l'été, et les eaux accumulées à l'aval sont fortement eutrophisées. Autant qu'une sévère restriction des activités touristiques, une révision des aménagements, compatible avec la préservation du milieu naturel et la protection des habitats, semblent urgentes.

Les peupleraies blanches du delta, inondables et mieux protégées présentent un

Photo 1 (en haut) :

La digue de La Barthelasse
Photo A.S.

Photo 2 (ci-dessus) :

Zone de Saxy sur le Rhône : au premier plan on peut voir la digue longitudinale d'un caisson Girardon et au second plan, la ripisylve de la rive droite du Rhône.
Photo D.A.

niveau de naturalité un peu plus élevé, mais leurs surfaces sont réduites. En contraste, la Cèze apparaît remarquablement préservée : quelques secteurs des gorges sont particulièrement beaux : en amont de la Sablière, dans la petite localité de Tharoux, en aval de cette station, dans le secteur de Montclus, et près de Goudargues.

Les communautés alluviales sont toutes intégrées dans l'Annexe 1 de la Directive Habitat (1992). Pour ce qui concerne la basse vallée du Rhône, quelques sites forestiers ont été inscrits dans le réseau Natura 2000 comme la vallée de la basse Durance de la Cèze, du Gardon, mais tous souffrent, comme on l'a vu, de barrages divers, creusements de lits et enfoncements de la ligne d'eau. D'autres sites de petites surfaces sont également protégés le long de la Drôme (Ramières), dans les gorges de l'Ardèche. Un bel îlot (celui de Saxy) à l'amont immédiat d'Arles devrait être mieux protégé, et le sera peut-être dans un avenir proche, lorsque l'ensemble de la vallée du Rhône (entre Donzères-Mondragon et la mer) sera intégré dans Natura 2000. L'ensemble de ces mesures peut être considéré comme un premier pas très positif pour la protection des forêts alluviales du Rhône. On pourrait toutefois faire beaucoup mieux, au regard de la surface de son bassin versant (100 531 km²). En Camargue, aucun des titres de protection dont elle bénéficie ne concerne les forêts, sauf les zones à *Tamaris* de la réserve naturelle de la Palissade, et la forêt de Tourtoulon. Mais de belles portions de ripisylves n'ont pas été intégrées à Natura 2000 à hauteur de Port-Saint-Louis et du côté du Petit Rhône, eu égard aux possibles mesures de protection contre les inondations, et c'est bien dommage.

Dans la basse vallée du Rhône, une première mesure serait d'augmenter les débits réservés dans les bras annexes afin de remonter les niveaux de nappe. Dans la vallée supérieure du Rhône, les débits ont ainsi été augmentés de 5 à 100 m³/s (FRUGET & MICHELOT 2001). Des projets similaires sont à l'étude sur le Rhône moyen jusqu'à Montélimar. Plus en aval, de telles initiatives ne sont pas envisagées, en raison de fortes pressions locales provenant du monde agricole, ou d'intérêts privés. La préservation et surtout l'extension des ripisylves dans un contexte de bonne intégrité écologique serait pourtant intéressante tant pour la biodiversité que pour un approvisionnement en eau souterraine de bonne qualité. La créa-

tion de surfaces inondables conséquentes éviterait également les catastrophes récentes subies aux portes de la Camargue.

L'extension des ripisylves à partir de zones laissées en libre évolution (pourquoi pas à partir de zones agricoles, si une déprise s'annonçait ?) serait une initiative intéressante à prôner. Certes, ces forêts du futur n'auront sans doute plus l'aspect de celles du passé, tant que le fonctionnement hydrologique ne sera pas amélioré. Mais le développement spontané à partir de friches n'en reste pas moins la plus intéressante actuellement, car elle permet aux forêts de trouver de nouveaux équilibres dynamiques.

Pour les forêts encore bien préservées des affluents, il est en revanche urgent de les protéger de manière plus efficace contre les avancées du tourisme.

Un autre point mérite qu'on s'y attarde : l'importance à conserver autant que possible le bois mort le long des berges des rivières et du fleuve, dans les écotones forêt-cours d'eau. La préservation du bois mort est un atout à ne pas négliger pour la biodiversité piscicole et pour une évolution naturelle des paysages fluviaux (MENELLA 2004 ; DUFOUR *et al.* 2004). Les bois morts sont remarquablement bien représentés le long du Petit Rhône à l'interface des formations à *Tamaris* et du cours d'eau, et les paysages y sont d'une grande beauté, malgré l'état de pollution organique des eaux. Il subsiste encore, dans le delta, un autre paysage remarquable fait de très beaux arbres morts, sur les plages de Saintes-Maries, dans la zone proche du Grand Rhône. Ces cimetières à arbres morts sont extrêmement rares en Méditerranée, en raison des afflux touristiques. Leur élimination signe le glas de populations d'insectes (une trentaine d'espèces dont le genre menacé *Callictemis*), qui sont des spécialistes de ces bois gorgés de sel (THOMAS & DAUPHIN 2001).

A.S., R.C.

Références

- Arnaud-Fassetta, G. 1998. Dynamiques fluviales holocènes dans le delta du Rhône. Lille, Presses universitaires du Septentrion, Doctora III^e cycle, Aix-Marseille I.
- Arnaud-Fassetta, G. 2004. Le rôle du fleuve : les formations alluviales et la variation du risque fluvial depuis 5000 ans. Dans : Landuré et Pasqualini (eds) *Delta du Rhône, Camargue*

Annik SCHNITZLER
Laboratoire
Biodiversité
et fonctionnement
des écosystèmes
(LBFE)
Université Paul
Verlaine de Metz,
Campus Bridoux
Rue du Général
Delestraint
57070 Metz
Mél :
schnittz@univ-metz.fr

Roland CARBIENER
LBFE
Rue Principale
67150 Daubensand

- antique et médiévale*, Bulletin archéologique de Provence, supplément 2, Editions de l'APA : 65 - 77.
- Barbero, M. & Quézel, P. 1994. Place, role and historic value of laurifolious elements in western Mediterranean preforest and forest vegetation. *Annali di Botanica*, LII : 80-133.
- Béthémont, J. 2000. *Les grands fleuves*. Armand Colin, Paris.
- Brullo, S. & Spampinato, G. 1990. La vegetazione dei corsi d'acqua della Sicilia. *Boll. Acc. Gioenia Sci. Nat.* 23, 336 : 119-252.
- Camarasa, J.M., Folch, R., Masalles, R.M., Velasco, J. & Baille, E. 1977. El paisaje vegetal del delta del Ebre. *Treb. Inst. Cat. Hist. Nature* 8 : 47-67.
- Carbiener, R. 1970. Un exemple de type forestier exceptionnel pour l'Europe occidentale : la forêt du lit majeur du Rhin au niveau du fossé rhénan : intérêt écologique et biogéographique. Comparaison à d'autres forêts thermohygrophiles. *Vegetatio*, 20 : 97-148.
- Courrier du Parc, 1999. *Usages de l'eau et équipements hydrauliques en Camargue*, 48/49. Edition de la fondation du Parc Naturel Régional de Camargue.
- Décamps, H. & Décamps, O. 2002. *Ripisylves méditerranéennes. Conservation des zones humides méditerranéennes*, 12, Tour du Valat.
- Décamps, H. 2004. Ripisylves : la biodiversité par l'instabilité. Dans : Afxantidis D. (ed.) *L'écologie de la ripisylve*, Forêt Méditerranéenne, XXIV, 3 : 221-230.
- Dufour, S., Simon, B. et Piegay, H. 2004. Doit-on promouvoir systématiquement l'entretien des lits fluviaux et de leurs marges ? Dans : Afxantidis D. (ed.) *L'écologie de la ripisylve* Forêt Méditerranéenne, XXIV, 3, pp 335-345.
- Dynesius, M. & Nilsson, C. 1994. Fragmentation and flow regulation of river systems in the northern third of the world. *Science*, 266: 753-762.
- Fassetta, G.A. & Chabal, L. 1997. Evolution des paléoenvironnements fluviaux dans la plaine deltaïque du Rhône de l'Antiquité au Haut Moyen Age d'après la géomorphologie et l'anthracologie. Actes du colloque *Crau, Alpilles, Camargue. Histoire et archéologie*, 18-19 nov 1995, Groupe Archéologique arlésien, pp 13-29.
- Ferrari, C. & Speranza, M. 1984. Ecological inferences from phytosociological data in an alluvial forest on the Po plain (Northern Italy). *Studia Geobotanica*, 4 : 41-47.
- Fruget, J.F. & Michelot, J.L. 2001. Biodiversity of the French river Rhône and its floodplain : current state, historical changes, and restoration potential. Dans : Gopa, Junk W.J. et Davis J.L. (eds) *Biodiversity in wetlands assessment, function and conservation*, 2, B, pp 1-9. Blackhuys Publishers, Leidett..
- Gaudis-Montbrun, B. 1985. La végétation riveraine de la basse vallée de la Durance. *Bull. Soc. Linn. Provence*, 37 : 79-99.
- Girel, J. 1996. Les aménagements du 19^e siècle dans les basses vallées de la Durance et du Var (France). Impact sur l'écologie du paysage. Actes *Colloque Aménagement et gestion des grandes rivières méditerranéennes*. 8-10 sept., Avignon. Numéro spécial Etudes vauclusiennes, 5, pp 37-42.
- Grillas, P. & Van Wijck, C. 1990. *Le bois de Giraud/Tourtoulen. Bilan écologique et propositions pour la gestion de la ripisylve*. Tour de Valat et Conservatoire de l'Espace Littoral et des Rivages Lacustres, rapport interne.
- Isenmann, P. 2005. *Les oiseaux de Camargue et leurs habitats. Une histoire de cinquante ans 1954-2004*. Buchet-Chastel Ecologie.
- Landon, N. & Piegay, H. 1994. L'incision de deux affluents sub méditerranéens du Rhône : la Drôme et l'Ardèche. *Revue de Géographie de Lyon*, 69 : 63-71.
- Menella, J.Y. 2004. Influence de la ripisylve sur l'écosystème aquatique. Dans : Afxantidis D. (ed.) *L'écologie de la ripisylve* Forêt Méditerranéenne, XXIV, 3 : 305-307.
- Molinier, R. & Tallon, G. 1965. Etudes botaniques en Camargue. *Terre et Vie*, 1-2 : 1-192
- Nègre, R. 1984. *Dynamisme végétal de l'Ouvèze*. Dans : Cramer (ed.), Colloque « Forêts alluviales » Strasbourg 1981, pp 171-190.
- Pautou, G. 1975. *Contribution à l'étude écologique de la plaine alluviale du Rhône entre Seyssel et Lyon*, Thèse Université de Grenoble.
- Piegay, H., Pautou, G. & Bravard, J.P. 2003. L'histoire contemporaine des marges fluviales entre renaturation et dénaturation. Dans : *Les forêts riveraines des cours d'eau, écologie, fonction et gestion*. Institut pour le Développement forestier, Paris.
- Poinsart, D. & Salvador, G. 1993. *L'endiguement du Rhône à l'aval de Lyon au 19^e siècle*. Dans : Le fleuve et ses métamorphoses. Piquet (ed), Actes du colloque international Didier
- Quézel, P. & Médail, F. 2003. *Ecologie et biogéographie des forêts du bassin méditerranéen*. Elsevier, Paris.
- Rivas Martinez, S., Costa, M., Castroviejo, S. & Valdes, E. 1980. Vegetacion de Donana (Huelva, Espana), *Lazaroa*, 2 : 5-189.
- Roditis, J.C. & Pont, D. 1993. Dynamiques fluviales et milieux de sédimentation du Rhône à l'amont immédiat de son delta. *Méditerranée*, 3-4 : 5-18.
- Roux, A.L., Bravard, J.P., Amoros, C. & Pautou, G. 1989. Ecological changes of the French Upper Rhône River since 1750. Dans : *Historical change of large alluvial rivers : Western Europe*. Petts (ed), John Wiley and Sons ; Chichester.
- Sartori, F. & Bracco, F. 1996. Present vegetation of the Po plain in Lombardy. *Allionia*, 34 : 113-135.
- Schnitzler, A. 1996. Comparison of landscape diversity in forests of the upper Rhine and the middle Loire floodplain (France). *Biodiversity and Conservation*, 5, 743-758.
- Schnitzler, A. Arnold, C. & Hansen, H. 2005. Ripisylves du bassin méditerranéen du Rhône. Espèces et habitats menacés. Communication orale. International symposium *Mediterranean plant conservation in a changing world* 29 septembre- 2 Octobre 2005, Hyères (Var, France)
- Syvitski, P.M., Vörösmarty, C.J., Kettner, A.J. & Green, P. 2005. Impact of humans on the flux of terrestrial sediment to the global coastal Ocean. *Science* 15 : 376-380.
- Stouff, L. 1993. La lutte contre les eaux dans les pays du bas Rhône XII-XV^e siècles. L'exemple du pays d'Arles. *Méditerranée*, 3-4 : 57-68.
- Tchou, Y. 1947. Etudes écologiques et phytosociologiques sur les forêts riveraines du Bas-Languedoc. *Vegetatio* : 2-28.
- Thomas, H. & Dauphin, P. 2001. Données entomologiques de plages et de dunes littorales au sud des Landes. *Bull. Soc. Linn. Bordeaux*, 29, 2 : 115-18.
- Varèse, P. 1993. Les groupements ligneux riverains de la Basse Durance (Provence). Colloques XXII *Syntaxonomie typologique des habitats*, pp 565-593.
- Willm, L., Grillas, P. & Dorgère, A. 2003. Ripisylve de Tourtoulen. Suivi des milieux naturels. Rapport interne Conservatoire du Littoral et Station Biologique de la Tour du Valat.
- WWF 2001. *La protection des forêts en Europe*.

Tab. I :

Cours d'eau

Association (1)	RHONE INFERIEUR				CEZE					DURANCE					OUVEZE					
	SP	PA	AF	QU	SS	SP	PA	PN	AF	QU	AI	SS	SP	AF	PA	SS	SP	PA	AI	QU
Nb relevés	38	68	3	3	7	30	12	5	4	6	17	33	12	35	*	*	*	*	*	*

ESPECES HELIOPHILES DES TROUEES ET ECOTONES

Salix cinerea												III1			I+				II1	I1
Phyllirea angustifolia								I+		II+										
Cardamine impatiens							III+		I+								II+			III1
Carex acutiformis											I+					I+				
Carex elata									I+											
Carex glauca													I+		II+					I+
Carex hirta					I+	I1	I+			III+			I+		I+					
Carex oederi											I3									
Carex otrubae																				
Carex pendula							I+	I+	I1		III1				III1					
Dipsacus fullonum												I+	I+		I+					
Convolvulus sepium								I1	I1		I+	I+	I+	III+	I+				I+	V1
Equisetum palustre					III+	III+		I+	I+		III1						IV+	I+	I+	I+
Equisetum ramosissimum												I+			I+	I+				I+
Equisetum telmateja												I+	I+		I+	I+				I+
Eupatorium cannabinum							I+	I+	III+			I+	I+		I+		III+	I1		V1
Galium aparine							I1+	III2		IV1					I+					
Iris foetidissima		III+					I+													
Iris pseudacorus											IV+				III+		I+	I+	I+	
Juncus articulatus												I+								
Juncus effusus												III+	I+							
Humulus lupulus							III+	III1	IV+	I+		I+	I+	III+	III+					
Lamium maculatum								I+						I	I+					
Lycopus europaeus											I+	I+			III+	I+		III+	I+	II+
Lythrum salicaria					I+	II+		II1	V2			III+				IV+	IV2	I+	II1	I+
Lysimachia vulgaris					I+	I+		I+	V2		III1	I+			I+					II2
Phalaris arundinacea		I+									III+	II+	I1	III+	I+					
Phragmites communis											III1	III1	I+	III+	I+					
Pimpinella major												I+	I+		I+			II1		
Mentha aquatica									III+											
Molinia coerulea											I+	III2			I+					
Solanum dulcamara							I+	II+	I1	I+	II+		I+	I+	I+					
Solanum nigrum		I+					I+	I+												
Succisa pratensis												I+								
Symphytum officinale								I+			III+	I+	I+	I+	I+					
Symphytum tuberosum							IV2	II3		III1			I+	I+	I+		II+	II+	II+	
Typha latifolia											I+									
Valeriana officinalis															I+					

ESPECES ALLUVIALES TYPQUES DE FORETS ALLUVIALES

Acer campestre	V1			I+	I+		III1	III1	V2			I+	I+	II2	I+	I2	III+	II+		
Acer monspessulanum						I+	I+					I+				I+				I+
Acer opalus																			III+	II2
Acer platanoides									I2	II+									I+	
Acer pseudoplatanus															I+					
Alnus glutinosa			3				I+		V4			I+		V4	I1	III+	I3	I+	IV2	
Buxus sempervirens					I+	I+	IV1	I1	I1	V3							I+			
Celtis australis							I+	I+					I+		I+					
Clematis vitalba	V2	III1	1	IV1			V2	III1	I+	V1		I+	IV1	III1	IV+		I+			IV1
Coriaria myrtifolia																	V2	V3	V1	I+
Cornus mas										III+			I+		I+		II+			
Cornus sanguinea	V1	V2	1	IV1			V2	III2	III2	V2	V2	I+	IV2	III+	V2	I+				
Corylus avellana		II1					V1	I2		V2			I+	I+	III+	I+	I+			
Crataegus monogyna	V+	IV1		V1			V1	V1	III1	II+	III+		IV2	III1	V2	I+		I+	I+	
Evonymus europaeus	II+	I+		IV1			IV1	I1		IV1			I+	I+	I+					
Evonymus latifolia															I+					
Fraxinus excelsior								I+												IV2
Fraxinus oxycarpa	III1	V3	2	V1	I+	V1	V2	V2	IV2	IV2	III1		II1	III1	III1	I+	V2	IV2	IV+	
Hedera helix	V2	V4	2	V5	I1	I1	V2	III2	IV1	V2		I+	I+	V2	V4	II+	I2	II1	IV1	II+
Ilex aquifolium								I+									I+		I+	
Laurus nobilis		V2								II+			I+		I+				I+	
Ligustrum vulgare	II2	III+	1		I+	I+	V2	II2	III1	IV2	I+	I+	IV2	I+	IV2	I+				
Lonicera etrusca														II+	I+					
Lonicera implexa															I+					
Lonicera periclymenum																				I+

(1): SS : Saponario-Salicetum purpureae ; SP : Salici-Populetum ; PA : Populetum albae ; QU : Quercu-Ulmetum ; AF : Alno-Fraxinetum ; AI : Alnetum incanae ; PN : Populetum nigrae * nombre de relevés non spécifiés par NÈGRE (1984)

Lonicera xylosteum												I+	I+	I+	I+	I+	I+	I+	I+	I+
Populus alba	III1	V4					IV4	I+	I1	III1		III1	I+	V4	I2	I+	I+	III+	IV+	I+
Populus nigra	V4	III1	1	V1	V2	V2	V1	V3	III1	II2	III1	V2	III1	IV2	IV1					II+
Prunus avium										II+		I+	III+	III+	I+	II1	I+			
Prunus mahaleb								I1		II+		I+		I+	I+		I+			II+
Prunus spinosa								I+		II+		I+		III+		III+	III1			
Pyrus pyraeaster												I+		I+						
Quercus ilex		II+					IV1	I+		III2		I+		I+						
Quercus pubescens	II1	III1		V4			V1			IV3		I+	III1	III+	IV1					I+
Quercus robur										II+				I+		I+	II+	V+		I+
Ribes rubrum														I+						
Rosa canina					II+	II+	III+	I+		III+		I+	II+	I+						
Rubus caesius		I1			II1	II1	IV3	V4	V2	II2	V1	I+	III2	III+	V2					
Rubus ulmifolius	V2	V2		V2			IV1	III2		II2	V1	I+	III1	IV1	III2	III+				
Ruscus aculeatus		II+					II+	I+						I+						
Salix alba	IV1				II+	II+	IV1	III2	III1	II+	IV3	II1	I+	III1	III1	III2	II2	II+	I+	II1
Sambucus ebulus		II1					I+	I+					I+				II1	I+	I+	
Sambucus nigra	II1	I+					II1	I+	I+					I+	II+	I+				
Tilia platyphyllos		I+			I+	I+	IV1	I+		IV+			I+		I+	I+				
Ulmus glabra							I+	I+												
Ulmus minor	V2	IV2		V1	I+	I+	IV2	III+	V1	V3		I+	I1	IV+						
Viburnum lantana							IV1			III+			II+	I+	I+	I+	I1	II1	II+	
Viburnum tinus							II+			II+			I+	I+						
Vitis vinifera ssp sylvestris		I+				III+		III1	I+											I+
Alliaria petiolata		I+					V+	III1		III1					I+		I+	I+		
Angelica sylvestris											III1		I+				I+			
Anthriscus sylvestris							IV+	III1		III+			I+		I+					
Aristolochia clematidis						III1	IV1	III1	III2	II2			I+		II+					
Aristolochia rotunda	III1	I1	1		III1								I+		I+	I+				
Arum italicum	II+	V2	1				III1			II2				I1	I+					
Brachypodium sylvaticum	I2	I1			III2	III2	V2	III2	IV2	IV2		I+	III1	I1	II+	IV3				
Carex remota									I+											
Circea lutetiana							III+		I+											I+
Campanula trachelium					III+		I+			II+				I+			II1		II+	I+
Euphorbia amygdaloides							IV1	I+		III+					II+		I+		II+	
Ficaria verna		I1					II1	II2						I1						
Galeopsis tetrahit							II+	I+		II+								I+	I+	I1
Galium album					III+	III+	V2	III1	III1	III1										
Geum urbanum							III1	I1	I+				I+	I+	I+					
Glechoma hederaceum							I1+													
Helleborus foetidus							I1+	I+		III1				I+						
Lathraea squamaria					I+									I+						
Listera ovata							I+							I+	I+	III+				
Melica uniflora							III1			IV2			I+	I+					I+	
Mercurialis perennis		II+																		
Neottia nidus avis														I+						
Orobancha heredae							IV1			III2				I+	I+			I+		
Poa nemoralis							III+	I+												
Poa pratensis														I+						
Poa trivialis		111					I+	I1	II1	II+				I+		III+			I+	
Polygonatum lapatifolium											I+						II+	II1	IV+	
Polygonatum odoratum						I+	I+		I+	II+							I+	III1	V2	I+
Primula elatior							II+	I+		I1							I+	II1	III+	I+
Primula officinalis							I+			II+				I+	I+					
Rubia peregrina							II+	I+		IV1				III+	I+	III+	I+			
Scrophularia nodosa												I+								
Stachys sylvatica							I4	I2												I+
Stellaria holostea																				
Tamus communis							II1	I+	I1								I+			
Urtica dioica		I1			I+		III+	III1		II+				I+	I+					
Viola alba														I+						
Viola hirta							I+	I+												
Viola mirabilis																				
Viola odorata							II2	I1	I+					III1						
Viola reichenbachiana							IV+	I+	II2	II+				I+	I+					
Viola riviniana							I+	I+												
ESPECES DES BASSINS VERSANTS MONTAGNARDS																				
Alnus incana						V2	V2		I2				I+	I+	II1		I+			
Salix eleagnos															III1		III+	II2	II1	III+
Salix fragilis															III1		III1	I2		V1
Salix purpurea	III1				V4	V4	I+	III1	V+		III+	IV2	III2		I+	III3				
Salix triandra															I1					
Salix viminalis															III3		II+	I+		I1

Hippophae rhamnoides											II2								
Myricaria germanica											I+			II1	III+	III+		I1	
Doronicum pardalianches											I+								
Lilium martagon											I+								
Scilla hyacinthoides											II+	I+							

RUDERALES ET PIONNIERES DES GREVES

Juniperus communis												I+	II1						
Juniperus oxycedrus													III1						
Castanea sativa																III1	I+		
Coronilla emerus																			
Cytisus villosus																			
Genista cinerea																			
Genista tinctoria																			
Pinus halepensis																			
Rhamnus alaternus																			
Rosa agrestis																			
Rosa canina																			
Rosa sempervirens	I+			II+	II+	III+	I+		III+	I+		II+							
Sorbus aria																			
Sorbus torminalis																			
Spartium junceum																			
Tamarix gallica																			
Osyris alba																			
Agrimonia eupatoria																			
Agropyron repens																			
Agropyrum junceum																			
Agrostis stolonifera																			
Apium graveolens																			
Arctium minor																			
Arrhenaterum elatius																			
Artemisia verlotorum																			
Artemisia vulgaris																			
Asparagus officinalis																			
Asparagus tenuifolius																			
Barbarea vulgaris																			
Bidens tripartita																			
Brachypodium pinnatum																			
Brachypodium phoenicoides																			
Bromus erectus																			
Brunella vulgaris																			
Bryonia dioica																			
Calamagrostis epigeios																			
Calamintha clinopodium																			
Calamintha nepeta																			
Centaurea aspera																			
Centaureum spicatum																			
Chaerophyllum bulbosum																			
Chaerophyllum temulum																			
Chenopodium album																			
Chenopodium rubrum																			
Cephalanthera pallens																			
Cirsium monspessulanum																			
Clematis flammula	II1	I+		II+															
Cucubalus baccifer																			
Dactylis glomerata	II+																		
Daucus carota																			
Diploxys tenuifolia																			
Dorycnium pentaphyllum																			
Echinochloa crus-galli																			
Elymus caninum																			
Epilobium hirsutum																			
Epilobium parviflorum																			
Epipactis helleborine																			
Echinochloa crus-galli																			
Equisetum arvense																			
Euphorbia cyparissias																			
Euphorbia esula																			
Festuca arundinacea																			
Festuca pratensis																			
Galium cruciatum																			
Galium mollugo																			
Halimione portulacoides																			
Heracleum spondylium																			

Résumé

Les forêts alluviales du Rhône méditerranéen, du Bas-Rhône à la Camargue, ont été affectées par deux types d'aménagements hydrauliques durant le XIX^e siècle : les endiguements et la canalisation qui ont provoqué un abaissement des niveaux moyens de nappe et une diminution des surfaces inondables. Ces forêts, intensivement exploitées durant des siècles, souffrent actuellement de grignotages pour l'agriculture ou les loisirs, et d'assèchement en raison des travaux hydrauliques. Elles sont considérées comme des éléments patrimoniaux inscrits dans la Directive Habitat, et bientôt incluses dans Natura 2000. Cette étude tente de quantifier les pertes en habitats et en espèces végétales à la suite des travaux hydrauliques et des défrichements, par une comparaison entre les forêts alluviales du Bas-Rhône et celles de certains affluents mieux préservés (Ouvèze, Durance, Cèze). Des mesures de restauration sont proposées pour ces forêts remarquables.

Summary

A comparison of the biodiversity in the riparian woodlands of the lower Rhône and its tributaries in the Mediterranean area

The riparian woodlands of the lower Rhône and its tributaries are considered as possessing major heritage value for the western Mediterranean area. Forests were intensively managed, or cut for centuries. Since the early 19th century, the Rhône has been heavily altered by works including embankments and channelling. The remaining woodlands have been felled and the present-day remnants suffer from lowering of the water table and a decrease in the frequency of flooding.

Species richness of the residual woodlands of the lower Rhône down to the delta has been assessed through comparisons with better preserved forests along some tributaries (Cèze, Ouvèze, Durance). Results emphasize the loss of species diversity and habitats in the Rhône flatlands. Restoration measures are proposed for improving the situation.

Riassunto

Biodiversità paragonata delle foreste riparie del Rodano e dei suoi affluenti (Cèze, Ouvèze, Durance) nella regione mediterranea

Le foreste alluviali del Rodano mediterraneo, dal Basso-Rodano alla Camargue, sono state intaccate da due tipi di regolazione idraulica durante il XIX^e secolo : le arginature e l'incanalamento che hanno provocato un'abbassamento dei livelli medi della falda e una diminuzione delle superfici inondabili. Le foreste, intensivamente sfruttate durante secoli, soffrono attualmente di rosicchiare dall'agricoltura o dagli svaghi, e di prosciugamento in ragione di lavori idraulici. Queste foreste sono considerate come elementi patrimoniali iscritti nella Direttiva Habitat, e presto incluse in Natura 2000. Questo studio tenta di quantizzare le perdite in habitat e in specie vegetali in seguito dei lavori idraulici e dei dissodamenti, con un paragone tra le foreste alluviali del Basso-Rodano e quelle di certi affluenti preservati meglio (Ouvèze, Durance, Cèze). Misure di restauro sono proposte per queste foreste notevoli.