CHAPITRE 9

SYNTHESE, PREVISIONS ET GESTION ECOLOGIQUE

par C. AMOROS, J.P. BRAVARD, G. PAUTOU, J.-L. REYGROBELLET et A.-L. ROUX

I	Successions écologiques et styles géomorphologiques	147
II	Effets de confluence Ain-Rhône	154
III	Constantes du système et potentialités évolutives	155
IV	Eléments de réflexion en vue d'une gestion écologique du confluent de l'Ain	156

I - SUCCESSIONS ÉCOLOGIQUES ET STYLES GÉOMORPHOLOGIQUES

L'ensemble des analyses exposées dans les chapitres précédents met en évidence une concordance remarquable entre, d'une part la nature des écosystèmes et leur insertion dans des successions, et d'autre part leur appartenance aux différents styles géomorphologiques de l'espace étudié. Nous considèrerons successivement quatre niveaux holocènes de hauteur relative croissante par rapport à l'Ain actuel et d'âge de plus en plus avancé; il s'agit respectivement de la bande de remaniement et de morphogénèse active, de l'ancienne bande de méandrage, de l'ancienne bande de tressage et des terrasses de Loyettes (fig.9.1).

A - LA BANDE DE MORPHOGENESE ACTIVE: REDISTRIBUTIONS SPATIALES ET REGENERATIONS INTENSES

La vigueur des phénomènes de remaniement et de régénération est la caractéristique principale de ce secteur. La concentration de l'énergie mécanique y provoque une redistribution rapide des matériaux grossiers. Les communautés d'eaux vives sont constituées essentiellement par des Poissons rhéophiles (Salmonidés adultes) et des espèces d'Invertébrés à cycle vital court qui seules peuvent se développer dans des habitats perpétuellement remaniés, mises à part les espèces souterraines (phréatobies et phréatophiles) qui jouent ici le rôle d'espèces pionnières (voir chap.7).

De vastes surfaces du lit ordinaire sont occupées par des communautés éphémères d'herbacées et localement, par des fourrés de <u>Salix</u>. Le rajeunissement répété du lit ordinaire et la faible charge en éléments fins et en colloïdes argileux bloquent les successions à des stades juvéniles.

Lorsque les contraintes hydrologiques sont très fortes sur les berges et

les bancs d'alluvions, des groupements végétaux pionniers peuvent avoir le statut de groupements ultimes. Le contraste des débits est encore accentué par le jeu des barrages de retenue à l'amont, ce qui renforce les caractéristiques naturelles exposées ci-dessus.

L'hydrosystème Ain se singularise donc dans la bande active par des successions écologiques tronquées et par son haut niveau de réversibilité. Dans cet espace de topo-instabilité (au sens de TRICART, 1985), les composantes vivantes manifestent une relative stabilité bien que soumises à d'incessantes redistributions spatiales. Cette relative stabilité des communautés s'exerce à l'échelle de l'ensemble de la bande de morphogénèse active: si on répète les observations avec des pas de temps annuels, on retrouvera toujours les mêmes types de communautés mais en des endroits différents de la bande de morphogénèse active.

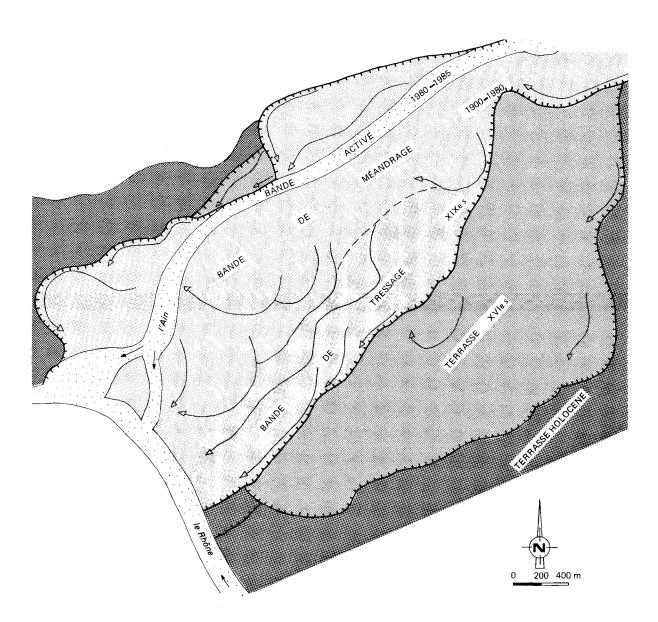


Fig.9.1.- Les quatre niveaux emboîtés de la basse plaine de l'Ain.

The four stepped alluvial terraces within the Lower Ain River plain: active belt (1980 - 1985); meandered belt (1900 - 1900); braided belt (XIXe century); terrace (XVIe century); Holocene terrace.

B - LA BANDE DE MEANDRAGE (1930-1980): INTERFACES ET DIVERSITE

Cet espace se repère facilement par la présence de nombreux méandres recoupés depuis les années 1930 jusqu'à nos jours; ces anciens chenaux constituent des circuits permettant des échanges hydriques, minéraux et biotiques, d'une part avec le recours principal, d'autre part avec l'aquifère alluvial. La nature des communautés et leur organisation en une mosaïque complexe résulte des interactions entre processus allogéniques (les flux d'énergie mécanique qui traversent l'hydrosystème se manifestent par des entrées et des sorties de matière inerte ou vivante) et processus autogéniques (stratégies de colonisation des anciens chenaux et de l'espace alluvial, concurrence entre populations, eutrophisation, atterrissement).

Localement, à proximité de la bande active, des dépôts sableux peuvent constituer une couverture sur les alluvions grossières ou combler les anciens chenaux de rupture. En revanche, de vastes surfaces sont en dehors du champ des transferts et permettent l'expression des processus autogéniques.

Cette partie de l'hydrosystème s'individualise par la présence de communautés qui sont absentes ou faiblement représentées à la fois dans la bande active de remaniement et dans les niveaux supérieurs (ancienne bande de tressage et terrasses). Il s'agit notamment des communautés d'eaux stagnantes dont l'eutrophisation est plus ou moins avancée, des peuplements d'eaux renouvelées par les apports souterrains oligotrophes, des groupements forestiers mésophiles (peupleraies-frênaies à feuillus divers) et des communautés de phréatophytes.

A titre d'exemple, nous analyserons l'évolution d'un méandre remarquable, l'ancien méandre des Brotteaux, dont le maximum de convexité fut atteint en 1956 avant son recoupement par la rivière (fig.9.2).

En vingt ans, les contraintes propres à l'ancienne bande active ont progressivement diminué d'intensité et de fréquence si bien que le secteur acquiert graduellement des caractères d'une bande stabilisée dont la nature des contraintes se rapproche de celles des terrasses. La photo-interprétation permet de reconstituer la dynamique fluviale depuis 1965 et la mosaïque des biocénoses terrestres et semi-aquatiques (voir chap.3 et fig.9.3). Ce secteur a été épargné par l'érosion et par les interventions humaines ce qui a permis de procéder à une analyse rétrospective à partir des restes de Cladocères conservés dans les sédiments d'un méandre plus ancien situé à proximité (voir chap.8) puis d'élaborer un scénario prévisionnel.

En 1965 (fig.9.3), les différentes successions écologiques sont à des stades pionniers ou juvéniles car la dynamique fluviale présente une certaine analogie de fonctionnement avec la bande de régénération actuelle. Les communautés aquatiques des anciens chenaux (C, C' et F sur la figure 9.3) sont adaptées à un astatisme prononcé des eaux (voir chap.6 et 7) malgré le non remaniement des biotopes lors des crues: en eaux moyennes, l'ancien méandre (F) est un milieu d'eaux calmes oligotrophes renouvelées en permanence par les flux souterrains particulièrement intenses.

En 1980 (fig.9.3), l'éloignement de la rivière a diminué l'énergie des flux de débordement et l'intensité des apports minéraux; de plus, l'enfoncement récent du cours principal s'est fait sentir par un abaissement du niveau moyen annuel de la nappe phréatique. Les communautés d'herbacées terrestres cèdent lentement la place à des communautés de ligneux (fruticées d'épineux) qui se développent sur des sols caillouteux très filtrants car faiblement exhaussés par des sables. Sur les bancs relictuels, le vieillissement se traduit par l'installation d'une peupleraie à Crataegus monogyna et de feuillus divers. Dans les écosystèmes aquatiques devenus lénitiques, débutent deux séquences d'atterrissement différentes: dans le chenal de rupture le plus proche de la rivière, les flux sableux provoquent un atterrissement allogénique tandis que dans l'ancien méandre, l'atterrissement est de nature essentiellement autogénique (accumulation de matière organique). La substitution de flux hydriques d'origine souterraine aux flux de surface provenant du cours principal, maintient des caractères d'oligotrophie dans la partie amont de milieux en voie d'eutrophisation.

Dans une vingtaine d'années (fig.9.3), si l'érosion ne remanie pas cette ancienne bande de méandrage et si la vitesse d'enfoncement de l'Ain reste du même ordre de grandeur, l'incision aura fait que l'ensemble des contraintes propres à la bande active aura cessé au profit de la seule contrainte hydrique liée à l'abaissement de la nappe phréatique. La xéricité se manifeste dans les couches superficielles du sol; elle se traduira par l'installation de pelouses

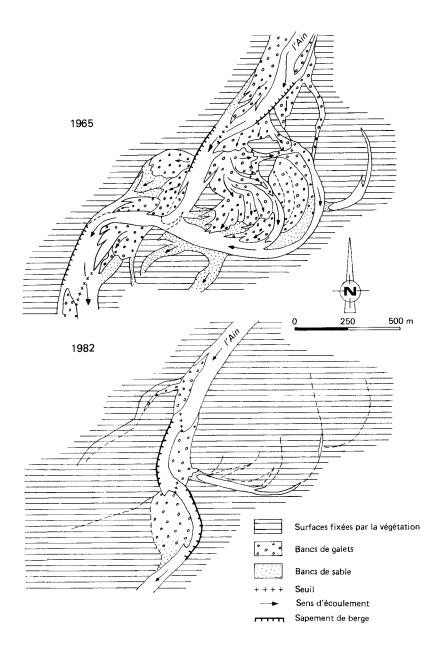


Fig.9.2.- Morphodynamique de l'Ain au droit de l'ancien méandre des Brotteaux en 1965 et 1982 (reconstitution à partir des photos aériennes de l'IGN).

Morphodynamics in 1965 and 1982 of the Ain River adjacent to the former meander "Les Brotteaux" (reconstructed from aerial photos of the "Institut Géographique National"); areas fixed by vegetation; pebble bars; sand bars; chutes; flow direction; active bank erosion.

méso-xérophiles. L'appareil racinaire des végétaux ne sera plus en contact permanent avec la nappe phréatique, des phénomènes de détresse hydrique affecteront les essences alluviales; dans les anciens chenaux asséchés, les phréatophytes disparaîtront. Seule la partie la plus profonde de l'ancien méandre dont les sédiments ont été enrichis en matière organique, pourra être épisodiquement remise en eau par remontée de nappe à l'occasion des crues, ce qui permettra le maintien de la cariçaie à Carex elata. La présence occasionnelle d'eau oligotrophe sur des sédiments riches en matière organique, se traduira par la juxtaposition de communautés animales interstitielles à Niphargopsis, phréatophiles à Gammarus, et Esolus et d'eaux stagnantes à Asellus et Sympetrum.

Cette bande d'interfaces se caractérise aussi par une très grande hétérogénéité d'habitats car les conséquences écologiques du phénomène d'enfoncement diffèrent suivant la topographie des anciens chenaux et des bancs; les horizons superficiels s'assèchent dans les parties les plus hautes alors que les anciens chenaux conservent des caractères de milieux humides ou aquatiques grâce à l'alimentation hydrique assurée par le soutirage phréatique à travers un substrat très poreux. La mise hors inondation des niveaux les plus élevés provoque un relais des transferts horizontaux et longitudinaux de cette ancienne bande active par des transferts verticaux qui ressortissent à l'évolution pédogénétique: on assiste à une différenciation des horizons par lessivage mais cette transformation des caractères physico-chimiques du sol, décarbonatation par exemple, a un pas de temps très long. Ces processus d'évolution de type allogénique se combinent avec des processus autogéniques comme l'eutrophisation, le vieillissement des communautés et la progression d'espèces à large amplitude écologique. L'ensemble de ces phénomènes confère à cette bande d'interface une diversité de communautés maximale par rapport aux autres zones de la plaine.

C - LA BANDE DE TRESSAGE DU XIXE SIECLE: UN ESPACE ALLUVIAL ASSECHE

Entre la bande de méandrage et le talus de la première terrasse, l'Ain a abandonné une bande de tressage aux chenaux faiblement sinueux et pavés de gros galets. L'approfondissement de la nappe (au moins 2 m) est tel que la contrainte hydrique joue pour l'ensemble des biocénoses: tous les écosystèmes, quelle que soit leur position topographique, subissent un déficit en eau en dehors des périodes d'alimentation pluviale. Cet espace s'individualise par l'absence de communautés aquatiques épigées ou de zones humides et de groupements forestiers mésophiles (peupleraie-frênaie). Les bras anciennement empruntés par les eaux en période de crues sont occupés par des fourrés d'épineux ou des landes lorsque les matériaux de fond ont un fort diamètre. La présence de populations de Populus nigra et de Salix eleagnos dans la partie aval donne une impression fallacieuse de paysage alluvial. La peupleraie clairiérée à Populus nigra occupe de vastes surfaces. En somme, l'évolution sur un siècle de cette bande de tressage a conduit à l'installation de communautés mal structurées car peu évoluées; la détresse hydrique liée à l'enfoncement de la nappe provoque une évolution de type régressif au sens des phytogéographes (OZENDA, 1985). Actuellement, les phénomènes de décalcarisation sont faiblement marqués ou inexistants. Globalement, cette partie de la plaine alluviale se caractérise par une diversité de communautés bien plus faible que dans la bande de méandrage.

D - LES TERRASSES HOLOCENES DE LOYETTES: VERS DES MILIEUX ACIDES ET XERIQUES

La contrainte hydrique due à l'enfoncement de la nappe phréatique se renforce sur les deux niveaux de terrasses holocènes qui sont, d'une part la terrasse du XVIè siècle (nappe à environ $-3\,$ m) et, d'autre part la terrasse de Loyettes (nappe à environ $-5\,$ m).

Sur la première, il est impossible de restituer avec précision le style géomorphologique originel; il s'agissait probablement d'un style tressé à sinuosités marquées. Il a produit deux types de biotopes contrastés: des bancs caillouteux sans exhaussement sableux et des chenaux dont la profondeur atteint environ 1,5 à 2 m et dont les fonds sont remblayés par des sédiments sableux; ces chenaux ont un fort pouvoir de rétention de l'humidité atmosphérique. Cette terrasse possède peu de formations arborées et conserve des lambeaux de pelouses xérophiles composées d'espèces transfuges des communautés herbacées alluviales. Bien que l'évolution pédogénique soit plus poussée que dans l'ancien lit majeur du XIXè - XXè siècle, l'acidification et le lessivage n'ont que des conséquences modestes: la venue de quelques acidophiles dans un groupement ouvert où dominent Populus nigra, Robinia pseudaccacia, Ailanthus glandulosa, vuercus pubescens, Prunus spinosa, Prunus mahaleb et Berberis vulgaris. La très forte xéricité de ces couches d'alluvions filtrantes représente un caractère très sélectif et uniformisant.

L'interprétation de cette physiographie ne peut se faire sans référence au mode d'utilisation de cet espace par l'homme: jusqu'à la fin du XIXè siècle, ce terroir communal a fait l'objet d'une occupation collective et extensive (pâturage d'ovins). La plantation des haies était interdite, les successions écologiques étaient bloquées au stade de la pelouse xérophile. A partir des années 1880, ces "brotteaux" (du bas-latin "brustare": brouter) ont été loués et labourés pour la production de céréales, à l'exception de quelques parcelles relictes comme la Réserve Botanique de Loyettes (FAURIE, 1971).

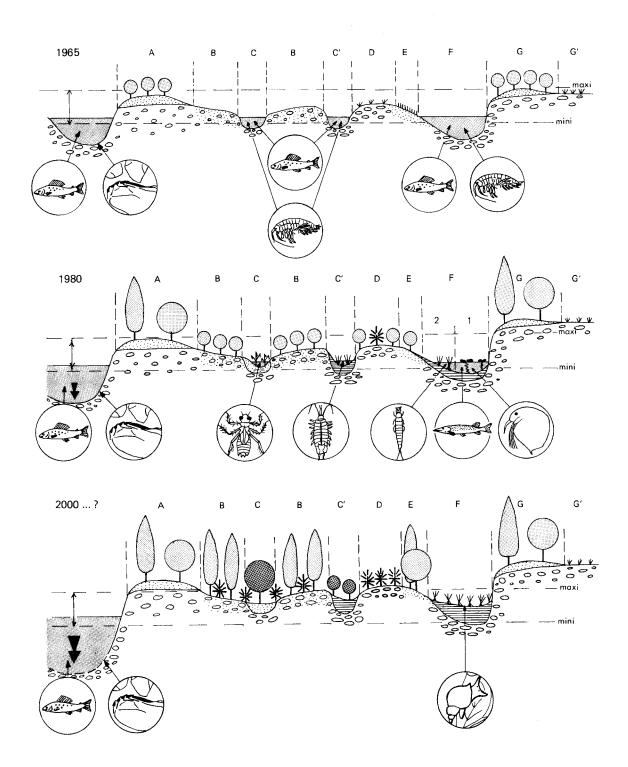


Fig.9.3.- Schématisation de l'évolution des écosystèmes de l'ancien méandre des Brotteaux à travers une coupe transversale théorique NW-SE.

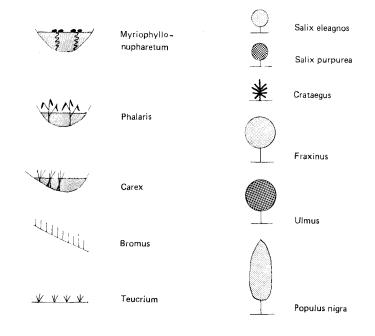
Outline of the ecosystem development of the former meander "Les Brotteaux" through a theoretical cross-profile $\mbox{NW-SE.}$

1965

1980

2000...?

А	Banc ancien; Saussaie à Salix eleagnos sur sable	Peupleraie-Frênaie à feuillus divers		
В	Sol nu	Lande à <u>Salix eleagnos</u>	Groupement à Populus nigra et épineux	
С	Anciens chenaux de rupture eaux libres sur fond de galets: milieux oligotrophes fortement astatiques	Milieu aquatique astatique très influencé par les flux du cours principal; atterris- sement allogénique: groupe- ment à <u>Phalaris arundinacea</u>	Groupement à <u>Crataegus</u> monogyna, Ulmus campestris et <u>Fraxinus excelsior</u>	
c'		Eaux temporaires; groupement à <u>Carex elata</u> sur sol riche en matière organique; apports épisodiques d'eau souterraine oligotrophe	Groupement à Salix purpurea	
D	Groupements à <u>Teucrium</u> et <u>Epilobium</u> sur sols à galets	Lande à <u>Salix eleagnos</u> et épineux	Fourrés d'épineux, pelouse à Fumana procumbens	
E	Pelouse à <u>Bromus erectus</u> sur sol sableux, colonisé par les Saules	Fourrés de <u>Salix eleagnos</u>	Peupleraie-Frênaie à feuillus divers	
F	Eau libre oligotrophe sur fonds de galets recouverts de périlithon; quelques hydrophytes (characées et <u>Potamegeton lucens</u>)	Eau stagnante permanente en voie d'eutrophisation; alimentation constante en eau souterraine oligotrophe à l'amont 1- Myriophyllo-Nupharetum 2- Groupement d'atterrissement à Carex elata sur sols riches en matière organique	Cariçaie à <u>Carex elata</u> mise en eau épisodiquement par eau souterraine oligotrophe	
G	Ancienne berge, saussaie à Salix eleagnos sur sol sableux	Peupleraie-Frênaie à feuillus divers		
G'	Pelouse à <u>Fumana procumbens</u> sur sols à galets			



n

La terrasse de Loyettes a subi une évolution beaucoup plus longue (au moins deux millénaires) qui a conduit à une relative oblitération des formes de surface et à une pédogénèse avancée (sols en voie de rubéfaction). Cette uniformisation et la profondeur de la nappe phréatique expliquent que l'on rencontre ici la diversité écologique la plus réduite du secteur étudié. La décarbonatation a été poussée à son terme, les sols sont acidifiés et portent des formations à base de chênes et de charmes; l'ancienneté de l'occupation humaine et la plantation d'un maillage bocager n'excluent pas que l'homme ait favorisé ces essences. Ces groupements forestiers n'existent qu'à l'état de maigres lambeaux et à la faveur de conditions stationnelles privilégiées (sols à meilleure rétention hydrique).

II - EFFETS DE CONFLUENCE AIN - RHONE

L'observation montre que les communautés caractéristiques du système Ain et leurs successions sont modifiées voire remplacées par des communautés et des successions spécifiquement rhodaniennes au fur et à mesure que l'on se rapproche du fleuve. En effet, aux différentes époques de l'Holocène, la partie la plus aval de l'affluent a subit l'influence des flux hydriques et minéraux en provenance du Rhône. Suivant l'extension spatiale, l'épaisseur de la sédimentation et la texture des alluvions déposées, on peut distinguer trois cas de figure.

A - DANS LA BANDE ACTIVE DE L'AIN

Les phénomènes de confluence sont rendus complexes par le fait que l'Ain et le Rhône ne sont pas en phase sur le plan hydrologique; l'Ain a de hautes eaux de fin d'hiver et de printemps (régime pluvio-nival) et des étiages prononcés en été et en automne; en revanche, le Rhône a de hautes eaux (régime nivo-glaciaire altéré) de printemps et début été et des étiages automnaux et hivernaux. Lors des hautes eaux de l'Ain, l'énergie de l'affluent est telle que les flux hydriques et minéraux se projettent directement dans le Rhône (fig.9.4A). Lorsque la période des hautes eaux du Rhône se conjugue avec les maigres eaux de l'Ain, les flux hydriques et minéraux du fleuve recouvrent les dépôts sableux de l'Ain; une pellicule sablo-limoneuse mal classée bloque les émergences phréatiques et favorise l'installation de communautés exigeantes du point de vue trophique et hydrique (saussaie à Salix triandra, formations herbacées à Bidens tripartitus).

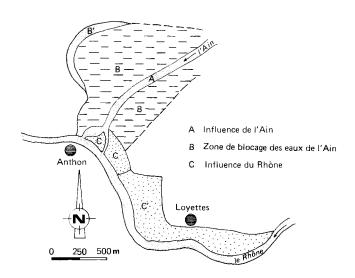


Fig.9.4.- Effets de confluence Ain-Rhône.

Effects of the confluence of the Ain and $\operatorname{Rh\^{o}ne}$ Rivers.

- A: Ain River influence;
- B: area where Ain River water is dammed;
- C: direct influence of the Rhône River.

B - DANS LA BANDE DE MEANDRAGE

Lorsque les hautes eaux de l'Ain se conjuguent avec les hautes eaux du Rhône, il se produit un phénomène de blocage des flux de l'Ain. La partie aval de la bande de méandrage est submergée, le courant est freiné et il se produit une accumulation "forcée" de la matière en suspension. Cette zone subit une accumulation minérale accélérée, de nature sablo-limoneuse, qui favorise l'épanouissement des communautés semi-aquatiques caractéristiques d'atterrissements allogéniques (groupement à Phalaris arundinacea, saussaies à Salix viminalis).

Sur les marges de cette bande, dans un ancien méandre abandonné en 1970 (fig.9.4 B'), l'écoulement d'origine souterraine empêche le dépôt des matières en suspension lors des crues et entretient une zone d'émergence exempte de colmatage. Cet écoulement est lui-même bloqué par le remous des eaux du Rhône lors des crues (cf. fig.2.19). Ces deux phénomènes sont responsables du caractère oligotrophe des eaux. Bien qu'en voie d'atterrissement accéléré, cet ancien méandre conserve des caractères juvéniles qui s'expliquent par la jeunesse de la forme fluviale, par les apports permanents d'eau oligotrophe souterraine et par les balayages lors des crues.

C - AU NIVEAU DE L'ANCIENNE BANDE DE TRESSAGE ET DES TERRASSES

Une bande de 500 m de large en rive droite du Rhône (fig.9.3 C et C'), se caractérise par une épaisse accumulation (supérieure à 1 m) de sédiments à dominante rhodanienne; elle matérialise le phénomène de confluence qui a joué aux différentes périodes de l'Holocène.

La zone C située à l'aval de la bande de tressage du XIXè siècle, a d'autant plus subi les apports minéraux du Rhône que la bande active de l'Ain se déplaçait constamment vers l'ouest et s'enfonçait. L'hétérogénéité topographique non encore oblitérée, l'entrée de matériaux de composition granulométrique plus fine et les mouvements de nappe influencés par le fleuve (haut niveau de la nappe pendant la période d'activité biologique) sont des facteurs de différenciation par rapport au système Ain. On y observe les trois types de successions décrites sur le Rhône amont (PAUTOU, 1983): sur les replats, exhaussement par dépôt de sable puis de limons dont le stade ultime est une chênaie à Guercus robur et Populus alba (Guerco-Ulmetum); sur les levées alluviales, exhaussement par dépôts de sables dont le stade ultime est une ormaie à Ulmus minor; dans les anciens bras, exhaussement par dépôts de limons fins et d'argile, dont le stade ultime est une frênaie à Prunus padus (Pruno-Fraxinetum). Ces groupements forestiers de bois durs ont une productivité primaire très élevée, une grande valeur marchande et font l'objet d'un affouage régulier sur terrains communaux; après une coupe à blanc effectuée en 1983, l'Office National des Forêts envisageait d'effectuer une plantation d'une variété de pin noir.

La zone C' située sur la bordure de la terrasse Holocène de Loyettes a une pédogénèse différente des sols rubéfiés car l'épaisseur et la finesse du subtrat ralentissent le lessivage. Sur ces sols bruns, s'observent des groupements mixtes de feuillus où Carpinus betulus et $\underline{Fraxinus\ excelsior}$ sont bien représentés.

III - CONSTANTES DU SYSTÈME ET POTENTIALITÉS ÉVOLUTIVES

A - LES CONSTANTES DU SYSTEME AIN

La reconstitution des styles géomorphologiques aux différentes périodes de l'Holocène a montré que le système s'est toujours caractérisé par une série de contraintes indépendantes des changements de style géomorphologique.

La concentration de l'énergie mécanique dans la bande active lors des paroxysmes de crue rend compte de l'intensité des phénomènes d'érosion et de dépôt. Un balayage intense est responsable de la grande extension spatiale de communautés pionnières et éphémères. Ce balayage explique également que la plupart des bancs caillouteux ne puisse pas subir un exhaussement sableux; les successions écologiques y demeurent à des stades juvéniles.

Ce balayage et la rareté des lieux de piégeage expliquent que le lit majeur n'ait jamais pu retenir des quantités significatives d'alluvions plus fines que la classe des sables grossiers.

La grossièreté du substrat faiblement pourvu en matrice sableuse et la forte porosité du fond des anciens chenaux ont pour conséquence des vitesses très élevées de percolation et de soutirage; les flux souterrains sont particulièrement intenses dans le lit majeur de l'Ain; ce sont eux qui assurent la continuité des flux hydriques nécessaire aux cycles vitaux des communautés animales au sein de ce système particulièrement astatique (voir chap.7). Ce phénomène caractérise habituellement les rivières karstiques plutôt que les plaines alluviales. La faible capacité du plancher alluvial à retenir les eaux du chenal ou d'origine météorique, favorise la xéricité des sols alluviaux.

Ces contraintes propres au système Ain caractérisent le fonctionnement de la bande active et laissent des effets durables sur les différentes bandes abandonnées par la rivière au cours de l'Holocène. En quelque sorte, malgré le changement de paramètres hydriques et minéraux au cours de la période considérée, le système a mémorisé des contraintes qui l'apparentent à un système montagnard ou sub-montagnard. Ce paradoxe apparent d'une rivière torrentielle en région de plaine est dû au fait que le système a directement hérité de certains paramètres datant du Tardiglaciaire: l'Ain remanie les matériaux grossiers d'un sandur wurmien sur une pente extrêmement forte pour une rivière de pledmont.

B - ENFONCEMENT ET IRREVERSIBILITE

L'enfoncement du lit mineur de l'Ain au cours de l'Holocène est un paramètre géomorphologique externe qui a interféré avec les paramètres internes propres au fonctionnement de la bande active. Ce processus irréversible s'est accompagné d'un glissement géographique de la rivière vers l'ouest ce qui a permis le développement de niveaux étagés.

Au plan écologique, cet enfoncement n'a pas d'effet sur les communautés de la bande active mais affecte de manière de plus en plus forte les communautés des niveaux perchés à mesure que l'on s'éloigne du cours principal. L'enfoncement de la nappe accentue la xéricité et l'étend à tous les biotopes y compris les anciens chenaux. La mise hors; inondation, le non-remaniement des formes fluviales dû à leur éloignement progressif de l'axe des flux, l'effet cumulé du temps permettent l'expression de la pédogénèse sur des substrats très poreux donc sensibles aux migrations verticales des éléments du sol. Cette xéricité propre au système, autorise l'avancée à des latitudes très septentrionales de taxons terrestres méditerranéens et sub-méditerranéens.

A l'interface entre la bande active, siège de processus réversibles (incessantes constructions et destructions de bancs et de chenaux) et les niveaux perchés, la bande de méandrage, affectée par une irréversibilité due à l'enfoncement peut néanmoins être régénérée sur une partie de l'espace par le déplacement de la bande active et donc conserver certains caractères de réversibilité. En effet, la rivière peut encore creuser de nouveaux chenaux dans l'ancienne bande de méandrage et y créer de nouveaux biotopes. Le système Ain se caractérise donc par la juxtaposition d'espaces d'irréversibilité et d'espaces de réversibilité (fig.9.5).

IV - ÉLÉMENTS DE RÉFLEXION EN VUE D'UNE GESTION ÉCOLOGIQUE DU CONFLUENT DE L'AIN

A - L'INTERET DU CONFLUENT

Cette série d'études a porté sur un cours d'eau en voie d'enfoncement accéléré car l'impact différé des aménagements fluviaux du XIXè siècle, réalisés sur le Rhône, a aggravé le phénomène géologique. Cet enfoncement a pour effet de modifier les contraintes naturelles en diminuant celles qui sont spécifiques de l'environnement fluvial: on assiste à une contraction des espaces soumis au

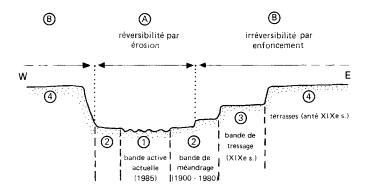


Fig.9.5.- Coupe transversale schématique de la basse plaine de l'Ain: juxtaposition d'espaces de réversibilité et d'irréversibilité.

Schematic cross-profile through the Lower Ain River plain: juxtaposition of areas with reversible and irreversible processes.

- A: reversibility owing to erosion
- B: irreversibility caused by degradation
- 1: presently active belt (1980-1985)
- 2: meandered belt (1900-1980)
- 3: braided belt (XIXe century)
- 4: terraces (before XIXe century)

balayage de crue et à la submersion par inondation, à l'alluvionnement; le fait essentiel étant l'abaissement général de la nappe alluviale qui accompagne la rivière.

Ainsi des unités sortent de l'hydrosystème puisque l'on assiste à la création de terrasses fluviatiles dont le fonctionnement écologique devient indépendant du cours d'eau. En règle générale, les terrasses sont un objet d'étude réservé au quaternariste car le pas de temps de leur genèse est à l'échelle géologique; il est ici remarquable que les communautés vivantes révèlent un changement actuel de l'hydrosystème en réagissant rapidement à l'assouplissement des contraintes propres à un lit majeur pour s'adapter à un nouvel environnement.

Cet intérêt se double de l'extension spatiale exceptionnelle de la confluence. L'interpénétration de deux hydrosystèmes, celui du Rhône et celui de l'Ain, crée des milieux originaux et un écotone dont le fonctionnement holocène se matérialise entre Loyettes et la confluence actuelle des deux lits mineurs.

Surtout, l'Ain est un cours d'eau à dynamique active, préservée des aménagements fluviaux; ce cours d'eau, flotté jusqu'au début de XXè siècle et jugé trop instable et dangereux, trop rapide pour être remonté, n'a fait l'objet d'aucun endiguement. Seuls les ponts, établis aux resserrements naturels, compriment le lit majeur et fixent le lit mineur.

L'Ain, rivière à méandres et à charge grossière, reste capable de construire et détruire ses formes avec une grande rapidité; elle est donc capable de régénérer ses écosystèmes. La dynamique fluviale joue un rôle essentiel dans les phénomènes de régulation des peuplements; ainsi l'isolement de bras morts crée des milieux aquatiques aux eaux calmes indispensables comme lieux de reproduction, de nourrissage et d'abri pour les poissons d'eaux vives. Ces phénomènes de régénération des formes fluviales compensent, d'une certaine manière, la grande vitesse d'évolution des écosystèmes accentuée par l'enfoncement du lit en assurant la présence simultanée dans un secteur de plaine alluviale d'écosystème se trouvant à des stades d'évolution très différents; cela contribue donc à augmenter la diversité d'habitats et la diversité de communautés qui en résulte.

B - QUELQUES PRINCIPES DE GESTION

La question habituellement posée par les gestionnaires aux scientifiques est d'estimer la valeur biologique ou la valeur écologique d'un milieu. Nous proposerons quelques éléments de réflexion qui s'appuient sur l'état actuel des recherches au confluent Ain-Rhône.

1 - Instabilité des biotopes et stabilité des communautés

Cette étude montre qu'il ne suffit pas de délimiter des espaces possédant des espèces végétales ou animales rares, en voie d'extinction, ou présentant une grande valeur socio-culturelle ou économique, car l'essentiel est de préserver les habitats; or les habitats se transforment naturellement ou sous l'effet d'interventions humaines. Dans les plaines de l'Ain, ces transformations sont quelquefois très rapides; dans ce cas, il paraît plus rationnel de chercher à préserver non pas des espaces dont les caractères vont changer à court terme, mais des mécanismes qui permettront de créer de nouveaux habitats propices aux espèces ou aux communautés intéressantes. Il s'agit, face à l'instabilité des biotopes à l'échelle des décennies d'assurer aux communautés la possibilité d'une "migration" à l'intérieur de l'hydrosystème et donc de maintenir une relative stabilité des communautés à l'échelle du lit majeur. Ceci ne peut être réalisé que dans les parties de la plaine qualifiées d'espaces de réversibilié (fig.9.5).

2 - Des écosystèmes relictuels

L'intérêt particulier du confluent Ain-Rhône réside dans la très grande diversité des biotopes et des communautés présentes, hérités d'une genèse holocène et dont la majorité ne sont pas renouvelables dans la mesure où ils ont subi des processus d'évolution irréversibles.

La délimitation d'un périmètre de protection doit prendre en considération cette diversité en cherchant à conserver des éléments de l'écosystème aussi divers que les milieux aquatiques récents et que les pelouses sèches des basses terrasses. Certaines pratiques, telles que les extractions de granulat en lit majeur, sont incompatibles avec la préservation de l'intérêt écologique des Brotteaux.

3 - Des processus évolutifs actifs

Dans la bande de géomorphologie active, il est essentiel de protéger la dynamique fluviale, c'est-à-dire de maintenir les conditions nécessaires à la genèse de nouveaux écosystèmes. Il faut assurer la pérennité des mécanismes, la réversibilité des processus.

Le propre d'une rivière comme l'Ain est de générer des écosystèmes à très courte durée de vie, de l'ordre de quelques décennies. Il serait illusoire de chercher à bloquer leur évolution en les maintenant dans une phase instable.

La recommandation prioritaire est de maintenir la capacité de méandrage en respectant certaines conditions.

- Il convient de ne pas affecter la capacité de déplacement latéral de la rivière. Les ponts jouent un rôle négatif en donnant une orientation fixe sur une partie du cours; l'enfoncement récent accentue et prolonge cette tendance en dotant la rivière de berges élevées qui freinent les possibilités de migration latérale.
- Il convient également de ne pas accélérer la tendance qu'a la rivière à augmenter sa pente sur les derniers kilomètres de son cours (calage du lit sur la moraine au pont de Port-Galland et érosion régressive au confluent). Un seuil de pente semble franchi à partir duquel le cours d'eau ne peut plus dissiper son énergie par méandrage car les recoupements de sinuosité sont très rapides; il dissipe sont énergie par incision verticale ce qui réduit l'extension de la bande active, contracte l'espace inondable et exagère l'enfoncement de la nappe phréatique, provoquant ainsi l'assèchement latéral de l'hydrosystème.

Les finalités des travaux que nous venons d'exposer ne se limitaient nullement à une simple "étude d'impact" préalable à tel ou tel aménagement projeté dans le secteur concerné, avons-nous précisé dans l'introduction. De la même manière, les éléments de réflexion ci-dessus correspondent à des considérations scientifiques indépendantes du parti d'aménagement ou de gestion qui serait choisi par les décideurs et les gestionnaires. Rappelons une fois encore que les scientifiques n'ont, ni plus ni moins que les autres citoyens, le droit de se substituer aux décideurs et gestionnaires, mais qu'ils ont par contre le devoir, lorsqu'ils s'estiment concernés, de fournir une aide à la décision et à la gestion. Là se limitait notre ambition.

SYNTHESIS, PREDICTION AND ECOLOGICAL MANAGEMENT

1 - Ecological successions and geomorphic patterns

The lower Ain River valley is characterized by a strong correspondence between the nature of ecosystems, their insertion into successions and their adherence to the different geomorphic patterns of the area (fig.9.1):

- The active belt, a place of intense spatial redistribution, is marked by truncated ecological successions and by a high level of reversibility. In this context of "topo-instability" (TRICART, 1985), the living communities demonstrate a relative stability on the scale of the whole active tract (changing location but constant occurrence of characteristic communities).

- The meandering belt (1930-1980), a place of multiple interactions between allogenous and autogenous processes, is characterized by the presence of communities, that are seldom present in the other areas of the hydrosystem (communities of standing water, of renewed lenitic waters). Marked by a high heterogeneity of habitats, this interface belt then possesses a maximum ecological diversity compared with the other areas of the plain. For example, the succession of the Brotteaux meander since 1956 is described (fig.9.2, 9.3) and a 20 years estimate is proposed.

20 years estimate is proposed.

- The braided belt (19th c.), severed from the phreatic level up to 2 m, is submitted to a water deficit that inhibits the development of epigean aquatic communities as well as that of the wetlands and mesophile tree populations. These water requirements, linked to the deepening of the phreatic level, have induced a regressive succession in the sense used by phytogeographers (OZENDA, 1985).

- On the terraces (16th c.), still more severed from the top level of the ground waters, it is difficult to reconstitute the pristine geomorphic pattern. Although the pedogenesis is quite developed, the processes of acidification and leaching have moderate consequences because the strongly xeric alluvial deposits have a selective and homogenizing character (low ecological diversity).

2 - The effects of Ain-Rhône River confluence

The communities of the Ain River system and their successions are progressively modified or changed into specifically rhodanian communities and successions as they approach the Rhône River. These phenomena are revealed at the downstream end of the active tract, in the meandering belt (area of water blocking) and also inside the former braided belt and terraces (fig.9.4). On the other hand, when the high discharges of the Ain River are synchronous with the high discharges of the Rhône River, the downstream end of the meandering belt is flooded; the stream is slackened and the suspended matter is compelled to settle. This sandy-silty alluvial deposition speeds up the succession of ecosystems in spite of the oligotrophy of the water and the juvenile character of communities.

3 - The constants of the Ain River system and its developmental potentialities

The active tract is a place of intense erosion and deposition processes; the frequent flood flushing induces an important areal extension of pioneer and ephemerous communities; this impedes the sand aggradation of cobble bars. Thus, the ecological successions remain at juvenile stages. The floodplain seldom holds alluvial deposits finer than coarse sand; this explains the strong porosity, very high percolation and undercurrent speed. The intense ground water flows are responsible for the aquatic continuity, necessary to the vital cycles of the animal communities of this strongly astatic system. These constraints, evident in all areas of the floodplain, are paradoxally relating the river to montaneous or sub-montaneous systems.

The Holocene degradation of the river bed has had few impacts on the communities of the active tract, where the processes are reversible. On the contrary, the degradation induced a character of irreversibility in the perched levels of the former meandering belt, the former braided belt (19th c.) and the pre-19th c. terraces (fig.9.6); in this area of irreversibility, the suppression of flooding and geomorphic renewal allowed the development of new ecological characters (aridity, pedogenesis).

4 - Reflexions for the ecological management of the Ain-Rhône River confluence

The meandering and coarse-loaded Ain River is capable of rapidly altering the fluvial landforms. It may regenerate its ecosystems and thus compensate for their development speed, which are still enhanced by river bed degradation. Thus, the river maintains an important diversity of habitats and communities within its floodplain. For scientists, the essential point is to the preservation of this diversity of habitats; because they are quickly changing naturally or artificially, the most rational decision would be to preserve the mechanisms rather than those areas whose characters change in the short term; the mechanisms allow a frequent creation of habitats favourable to interesting species and communities (maintenance of a bed slope compatible with meander occurrence conditions, maintenance of lateral wandering of the channel, i.e. maintenance of the areas of reversibility, fig. 9.5).