



Association Française
pour l'Etude des Eaux

DOCUMENT NON SELECTIONNE

NUMERO

G 11419

Trop spécialisé

Sans intérêt

Pas de mon domaine

NOM: M. HEDON.

DATE ENVOI: 30.01.1990

DATE RETOUR:

FICHE D'INDEXAGE

.....

AUTEURS .FRUGET JF 66/72577

*TYPE .THESE

*TITRE .L'aménagement du Bas-Rhone, Evolution du fleuve et

* *influence sur les peuplements de macroinvertébrés

* *benthiques

*SOURCE .LYON, UNIV LYON I

*DATE .1989

*PAGES .481 + TABL + FIG

*COTE .G11419

Titre original : _____

Hydrobiologie du Rhône à l'aval de Lyon. Influence des aménagements, notamment hydroélectriques et nucléaires, du Rhône moyen de Lyon à Beaucaire, sur les peuplements de macroinvertébrés benthiques. G 11419.

THESE

présentée
devant l'UNIVERSITE CLAUDE BERNARD - LYON I
pour l'obtention
du DIPLOME DE DOCTORAT
par

Jean-François FRUGET

**L'AMENAGEMENT DU BAS-RHONE.
EVOLUTION DU FLEUVE ET INFLUENCE
SUR LES PEUPELEMENTS DE
MACROINVERTEBRES BENTHIQUES.**

Soutenu le 21 Décembre 1989

Jury : MM. P. BALLAND
J. BETHEMONT
C. COTTEREAU
J. GIUDICELLI
A.L. ROUX
H. TACHET

Travaux de l'Equipe "Ecologie et Dynamique des Populations"

U.R.A. CNRS 367 "Ecologie des Eaux Douces"

Institut d'Analyse des Systèmes Biologiques et Socio-Economiques

Résumé

Une revue de l'influence de l'aménagement du Bas-Rhône, sur les différentes composantes de l'hydrosystème, de Lyon à Beaucaire-Tarascon, a été réalisée. Six aménagements hydroélectriques ont servi de cadre comparatif à l'étude.

L'analyse de cartes dressées à différentes époques et l'examen des paysages fluviaux actuels permettent de retracer leur évolution morphologique et dynamique. A l'origine le Bas-Rhône rentrait dans un cadre général à l'ensemble du Rhône français : tressage avec tendance au méandrage d'ampleur plus limitée à l'aval de Lyon. Malgré l'aménagement, des vestiges morphologiques sont toujours visibles, à défaut d'être actifs pour la plupart.

L'examen de divers paramètres physico-chimiques laisse apparaître une évolution inverse au cours du temps des apports organiques et minéraux, les premiers diminuant tandis que les seconds augmentent (en particuliers les formes de l'azote et les phosphates). La pollution organique oxydable apparaît ainsi modérée, les apports minéraux sont plus importants mais aussi plus localisés. Les teneurs rencontrées ne sont en réalité que représentatives d'un grand cours d'eau de plaine de région tempérée industrielle.

L'aménagement a toutefois induit des variations significatives du régime thermique du fleuve, variables selon l'échelle considérée : intra-aménagement, inter-aménagement, intra-ensemble fonctionnel.

Au niveau faunistique, les peuplements macrobenthiques du chenal des différentes unités fonctionnelles apparaissent composés d'espèces potamo-lénitiques pour les taxons caractéristiques typologiquement de ce type de cours d'eau (métapotamon, niveaux typologiques B8-B9), ainsi que d'espèces plus eurytopes et polluo-tolérantes. Le Bas-Rhône a ainsi globalement dérivé vers un type potamique lent à la suite de l'uniformisation des conditions mésologiques des différents biefs, de façon similaire à de nombreux grands cours d'eau médio-européens en particulier.

Les variations de la composition faunistique des différents secteurs révèlent des modifications locales, mais pas de manière suffisante pour mettre en évidence un changement structurel longitudinal de grande ampleur. Ce sont surtout des modifications de proportions des espèces qui sont enregistrées. Les relevés s'organisent selon un gradient croissant d'anthropisation des unités fonctionnelles, qui n'est pas sans rappeler celui obtenu à partir des variables mésologiques. La position des anciens cours du fleuve laisse paraître des potentialités lotiques toujours sous-jacentes.

L'étude temporelle d'un aménagement précis a révélé l'existence de trois périodes biologiques distinctes. Le prolongement plus tardif de la période estivale sur le Bas-Rhône par rapport à l'amont de Lyon traduit un début d'influence méditerranéenne.

Mots clés : cours d'eau aménagé, Vallée du Rhône, macroinvertébrés benthiques, répartition longitudinale, physico-chimie, cartographie fluviale, évolution historique.

- SOMMAIRE -

INTRODUCTION 1

1ère partie
Milieu et problématique

CHAPITRE 1 - CADRE PHYSIQUE : LE SYSTEME RHODANIEN

1 - Le cadre géographique 11

2 - La formation du relief 14

3 - Aperçu climatologique 16

 3.1 - Un carrefour d'influences 16

 3.2 - Les indicateurs climatologiques d'origine biologique 16

 3.3 - Aperçu climatologique général 17

 3.3.1 - Le vent 19

 3.3.2 - Températures et précipitations 19

 3.3.3 - L'insolation 21

 3.3.4 - Climatologie de l'année 1985 21

4 - Le régime hydrologique 23

 4.1 - Le profil longitudinal 23

 4.1.1 - Le profil "naturel" 25

 4.1.2 - Le profil à l'état aménagé 25

 4.2 - Caractéristiques hydrologiques 27

 4.3 - Influence des aménagements contemporains 29

 4.4 - Hydrologie de l'année 1985 31

CHAPITRE 2 - PROBLÉMATIQUE ÉCOLOGIQUE DES COURS D'EAU AMÉNAGÉS

1 - Introduction, rappels historiques 37

2 - Les différents types d'aménagements 39

3 - Effets généraux des barrages sur l'environnement 41

 3.1 - Impacts sur le milieu physique et les paramètres associés 42

 3.1.1 - Variations de l'hydrologie 42

 3.1.2 - Variations du régime thermique 44

 3.1.3 - Variations de la chimie de l'eau 46

 3.1.4 - Variations de la sédimentation et de la géomorphologie 49

3.2 - Impacts sur les composantes biologiques de l'hydrosystème	51
3.2.1 - Variations de la végétation aquatique	51
3.2.2 - Variations des peuplements d'invertébrés benthiques	52
3.2.3 - Variations des populations piscicoles	58
3.2.3.1 - Modifications des cycles vitaux	58
3.2.3.2 - Modifications de l'alimentation	59
3.3 - Synthèse, conclusion	61
CHAPITRE 3 - AMÉNAGEMENT DU BAS-RHÔNE ET PROTOCOLE D'ÉTUDE	
1 - Historique des aménagements du Bas-Rhône	65
1.1 - Introduction	65
1.2 - Endiguement et correction	66
1.2.1 - Les différentes techniques de défense	66
1.2.2 - Etat en 1856	67
1.2.3 - Les travaux du Service du Rhône	67
1.2.4 - La méthode Girardon	68
1.3 - La canalisation	69
1.3.1 - Introduction	69
1.3.2 - Le Rhin et la Tennessee River	70
1.3.3 - La Compagnie Nationale du Rhône	72
1.3.4 - L'aménagement-type C.N.R	73
1.3.5 - Conclusion	73
2 - Typologie des nouveaux milieux fluviaux	73
3 - Choix des aménagements et déroulement de l'étude	77
3.1 - Les aménagements retenus	77
3.2 - Description physique des diverses unités fonctionnelles lotiques du Bas-Rhône	77
3.2.1 - Les canaux de dérivation	84
3.2.2 - Les parties court-circuitées	84
3.2.3 - Les secteurs endigués : retenues et secteurs vestiges à courant libre	87
3.3 - Objectifs et chronologie	89

2ème partie

Evolution historique du fleuve

CHAPITRE 4 - LA CARTOGRAPHIE EN TANT QUE DESCRIPTEUR DE FONCTIONNEMENT

1 - Introduction	97
2 - Approche méthodologique	98
2.1 - Eléments de géomorphologie fluviale	98
2.2 - Evolution de la cartographie et origine des documents utilisés	99
2.2.1 - Cadre général et émergence d'une cartographie fluviale	99
2.2.2 - La cartographie du Bas-Rhône	101

CHAPITRE 5 - EVOLUTION DE LA DYNAMIQUE FLUVIALE DU BAS-RHONE

1 - Evolution générale longitudinale	105
1.1 - La Vallée du Rhône à l'état sauvage	105
1.2 - La vallée à l'état corrigée	107
1.3 - La vallée à l'état canalisé	108
2 - Exemple de divers secteurs	109
2.1 - Péage-de-Roussillon	109
2.1.1 - Evolution générale du secteur	109
2.1.2 - St-Pierre-de-Boeuf	111
2.1.3 - L'île de la Platière	111
2.2 - Donzère-Mondragon	115
2.2.1 - Evolution générale du secteur	115
2.2.2 - Les îles Margerie	117
2.2.3 - La confluence de l'Ardèche	117
2.3 - Vallabrègues	123
2.3.1 - Evolution générale du secteur	123
2.3.2 - Le cas du méandre de Vallabrègues	124
3 - Conclusions	125

3ème partie

La physicochimie

CHAPITRE 6 - LA PHYSICO-CHIMIE EN TANT QUE DESCRIPTEUR DE FONCTIONNEMENT

1 - Introduction	133
2 - Situation du Bas-Rhône	135
3 - Choix des paramètres descripteurs et stations étudiées	137

CHAPITRE 7 - ANALYSE DE LA CAPACITÉ AUTOÉPURATRICE DU BAS-RHONE

1 - Hydrologie ponctuelle des 20 dates	145
---	-----

2 - Le régime thermique du Bas-Rhône	146
2.1 - Evolution temporelle	146
2.2 - Effets induits par l'aménagement	149
2.2.1 - Effet amont-aval	150
2.2.2 - Effet station	150
2.2.3 - Effet dérivation	152
2.2.4 - Interaction des effets	152
2.2.5 - Effet intra-ensemble fonctionnel	153
2.3 - Relations entre facteurs températures et débits.....	157
2.3.1 - Lien avec la température de l'air	157
2.3.2 - Influence du débit	159
2.4 - Bilan thermique	160
2.5 - Conclusions sur le régime thermique du Bas-Rhône aménagé	163
3 - L'oxygène dissous	164
3.1 - Facteurs pouvant influencer sur l'oxygénation	164
3.2 - Variation en fonction de l'hydrologie	167
3.3 - Variation dans les parties court-circuitées	167
3.4 - Variation dans les canaux de dérivation	168
3.5 - Conclusions sur la saturation en oxygène du Bas-Rhône	171
4 - La Demande Biologique en Oxygène	171
4.1 - Influence des facteurs exogènes	171
4.2 - Aspect saisonnier	173
4.3 - Evolution longitudinale	175
4.4 - Conclusions sur le pouvoir autoépurateur du Bas-Rhône	176
5 - Conclusion sur la capacité autoépuratrice du Bas-Rhône, et les facteurs la régissant	176

CHAPITRE 8 - RYTHMES SAISONNIERS ET COMPOSANTES STATIONNELLES DE LA PHYSICO-CHIMIE DU BAS-RHONE

1 - Introduction	181
2 - Approche méthodologique	181
3 - Etude de la variabilité des mesures	183
4 - Evolution des différents paramètres	184
4.1 - Les paramètres déterminant la capacité autoépuratrice	184
4.1.1 - La température	184
4.1.2 - L'oxygène dissous	188
4.2 - La charge organique	188

4.2.1 - La D.B.O.5 ou pouvoir autoépurateur	188
4.2.2 - L'oxydabilité	189
4.3 - La charge minérale azotée et phosphorée	190
4.3.1 - Les nitrates	190
4.3.2 - L'ammoniaque	191
4.3.3 - Les orthophosphates	192
4.4 - Corrélations et typologie de variables	194
5 - Effets particuliers de l'aménagement	194
5.1 - Différences entre canaux d'amenée et de fuite	195
5.2 - Exemple particulier d'un aménagement, Donzère-Mondragon	195
6 - Discussion et conclusion sur la physico-chimie du Bas-Rhône aménagé	197
6.1 - Evolution temporelle de la qualité physico-chimique	197
6.2 - Comparaison avec le Haut-Rhône	201
6.3 - Aspect fonctionnel	202
6.4 - Conclusions	203

4ème partie

Les macroinvertébrés benthiques

INTRODUCTION	209
CHAPITRE 9 - RECHERCHE D'UNE METHODOLOGIE D'ECHANTILLONNAGE	
1 - Introduction	215
2 - Méthode de prélèvement et traitement des échantillons	215
3 - Techniques classiques d'échantillonnage des invertébrés aquatiques	
4 - Méthodologie de prélèvement au niveau des rives	217
4.1 - Définition et intérêt de la rive	217
4.2 - Fondements de la stratégie d'échantillonnage	218
4.3 - Variables descriptives	219
4.3.1 - La notion d'habitat	219
4.3.2 - Le microhabitat	220
4.3.3 - La variable vitesse du courant	222
4.3.4 - Autres variables	223
5 - Stratégie d'échantillonnage des rives	223
6 - Justification de la stratégie d'échantillonnage	225

CHAPITRE 10- ANALYSE DE LA STRUCTURE DU MILIEU

1 - Problème statistique posé	231
2 - Typologie d'habitat ponctuel	233
2.1 - Les microhabitats ponctuels	233
2.2 - Organisation des microhabitats	235
2.3 - Définition d'habitats ponctuels types pour le Bas-Rhône	241
3 - Typologie d'habitat stationnel	241
4 - Conclusion	247

CHAPITRE 11 - APPROCHE SYNCHRONIQUE DES PEUPELEMENTS

1 - Calendrier et localisation des prélèvements	251
2 - Méthode de prélèvement et traitement des échantillons	253
3 - Aspect qualitatif des résultats	254
3.1 - Composition faunistique globale	254
3.2 - Composition faunistique par aménagement	258
3.3 - Composition faunistique par unité fonctionnelle	258
3.4 - Composition faunistique par station	260
4 - Aspect quantitatif	267
4.1 - Classification des taxons	267
4.1.1 - Les différents types de classifications	267
4.1.2 - Classification selon l'abondance relative	270
4.1.3 - Classification selon l'occurrence.....	273
4.2 - Evolution spatiale de l'abondance relative	273
4.2.1 - Comparaison inter-aménagements	273
4.2.2 - Comparaison inter-unités fonctionnelles	277
4.2.3 - Abondance relative globale.....	279
5 - Répartition spatiale des macroinvertébrés du chenal du Bas-Rhône	
5.1 - Introduction, choix d'une méthode d'analyse	280
5.2 - Etude de la variabilité des résultats	282
5.3 - A.C.P. du tableau des effectifs relatifs	283
5.4 - A.C.P. du tableau en présence-absence	286
5.5 - Structuration spatiale secondaire	290
6 - Conclusions sur la structure et la répartition des macroinvertébrés du Bas-Rhône, comparaison avec d'autres grands cours d'eau	295
6.1 - Introduction	295
6.2 - Comparaison avec la Saône et le Haut-Rhône	295
6.3 - Comparaison avec d'autres grands cours d'eau mondiaux	298

6.4 - Synthèse et facteurs responsables	302
6.4.1 - Structures des relevés et des peuplements	302
6.4.2 - Intérêt des secteurs de radiers	303
6.4.3 - Rôle des affluents	304
6.4.4 - Statut actuel du Bas-Rhône aménagé	305

CHAPITRE 12 - EVOLUTION TEMPORELLE DES PEUPEMENTS : PÉAGE-DE-ROUSSILLON 1985-1986

1 - Introduction	311
2 - Les stations échantillonnées	313
3 - Protocole d'échantillonnage	313
4 - Caractéristiques du peuplement de P.R. en 1985-1986	317
4.1 - Aspects qualitatifs	317
4.1.1 - Composition faunistique globale	317
4.1.2 - Variation stationnelle et interannuelle de la richesse taxonomique	317
4.2 - Aspects quantitatifs	322
4.2.1 - Classification taxonomique	322
4.2.1.1 - Classification selon l'abondance relative	322
4.2.1.2 - Classification selon l'occurrence	325
4.2.2 - Evolution saisonnière de la richesse taxonomique	327
4.2.3 - Abondance relative des grands groupes faunistiques	329
4.2.3.1 - Les taxons "divers"	329
4.2.3.2 - Les Oligochètes	331
4.2.3.3 - Les Mollusques	333
4.2.3.4 - Les crustacés	334
4.2.3.5 - Les larves d'Insectes autres que les Diptères	334
4.2.3.6 - Les Diptères	335
4.2.3.7 - Aspect global	339
4.2.4 - Structure trophique générale	339
4.2.5 - Evolution temporelle de l'abondance absolue	342
4.2.5.1 - Evolution globale	342
4.2.5.2 - Cas des peuplements d'Oligochètes	343
4.3 - Analyse spatio-temporelle	345
4.3.1 - Choix d'une méthode d'analyse : l'A.F.C. inter-classes	345
4.3.2 - Répartition spatiale	347
4.3.2.1 - Les substrats artificiels	347
4.3.2.1.1 - Dépouillement de l'A.F.C. inter-stations	347

4.3.2.1.2 - Taxons représentatifs des substrats	347
4.3.2.2 - Les dragages	350
4.3.2.2.1 - Dépouillement de l'A.F.C. inter-stations	350
4.3.2.2.2 - Taxons représentatifs des dragages	352
4.3.3 - Répartition temporelle	354
4.3.3.1 - Les substrats artificiels	354
4.3.3.1.1 - Dépouillement de l'A.F.C. inter-dates	354
4.3.3.1.2 - Taxons représentatifs des substrats	357
4.3.3.2 - Les dragages	359
4.3.3.2.1 - Dépouillement de l'A.F.C. inter-dates	359
4.3.3.2.2 - Taxons représentatifs des substrats	362
4.4 - Synthèse, conclusion	364
5 - Comparaison amont-aval de la centrale nucléaire de St-Alban	367
5.1 - Introduction	367
5.2 - Régime thermique	367
5.3 - Comparaison des abondances absolues à l'amont et à l'aval, avant et après le démarrage de la centrale	371
5.4 - Conclusion	375

5ème partie

Discussion et conclusion : typologie fluviale et impacts de l'aménagement

CHAPITRE 13 - TYPOLOGIE FLUVIALE ET RÉALITÉ DE L'IMPACT DE L'AMÉNAGEMENT DU BAS-RHÔNE

1 - Situation du Bas-Rhône dans le système de classification des eaux courantes

1.1 - Notions de typologie. La théorie	381
1.2 - Essai de structuration typologique du Bas-Rhône par les macroinvertébrés	
1.3 - Le concept de continuum fluvial	391
2 - Le problème hydrologique des parties court-circuitées	392
2.1 - Introduction	392
2.2 - Aspects biologiques du débit réservé	393
2.3 - Solutions possibles	395
3 - Impacts de l'aménagement : réalité et perspectives	396
3.1 - La notion de perturbation	396
3.2 - Examen des perturbations des différents compartiments de l'hydrosystème	

3.2.1 - Le milieu physique et la chimie de l'eau	397
3.2.2 - Les composantes biologiques	399
3.2.2.1 - Rappels sur les macroinvertébrés	399
3.2.2.2 - Les peuplements piscicoles du Bas-Rhône	399
3.2.2.3 - Les oiseaux	403
3.2.3 - La Vallée du Rhône, espace conflictuel?	404
4 - Conclusions et perspectives	409
RÉFÉRENCES CITÉES	415
ANNEXES	447