CYCLE DE CONFÉRENCES-DÉBATS

proposé par

l'Association pour l'Education à l'Environnement et la Citoyenneté du Pays d'Arles

Dynamiques Ecologiques et Sociales en Milieu Deltaïque - DESMID – CNRS – Université de la Méditerranée

et les Amis du Vieil Arles

ACTES DES CONFÉRENCES

CYCLE DE CONFÉRENCES – DÉBATS

"COMPRENDRE LES INONDATIONS DU RHÔNE MÉRIDIONAL"

les mardis 9, 16, 23 et 30 novembre 2004

Maison de la Vie Associative - Arles

proposé par

l'Association pour l'Education à l'Environnement et à la Citoyenneté du Pays d'Arles
le D.E.S.MI.D (Dynamiques Ecologiques et Sociales en Milieu Deltaïque) - C.N.R.S./ Université de la Méditerranée
et les "Amis du Vieil Arles" pour la soirée Histoire

Avec le concours de :

REMERCIEMENTS

Cet évènement a été possible par la volonté des acteurs cités ci-dessous, qui à des titres divers ont largement contribué à sa réussite. L'Association pour l'Education à l'Environnement et à la Citoyenneté du Pays d'Arles remercie sincèrement et chaleureusement :

- les 24 intervenants ainsi que leur organisme (voir liste complète en annexe) qui se sont investis bien au-delà de leurs attributions habituelles pour préparer ensemble leurs interventions et assurer ainsi une certaine cohérence à ce cycle de conférences, dans le respect de la diversité et de l'originalité de leurs propos. C'est à eux bien entendu que nous devons les éléments qui constituent la richesse de ce document ;
- le laboratoire du DESMID-CNRS / UNIVERSITE DE LA MEDITERRANEE pour sa contribution précieuse et particulièrement Bernard PICON pour l'animation des débats ainsi que pour sa présence et ses conseils attentionnés, autour de cet évènement ;
- les Amis du Vieil Arles et leur président Henri CERESOLA pour la soirée Histoire qu'il a coordonnée pour notre plus grand bonheur ;
- les Associations de riverains et de sinistrés qui ont contribué à l'exposition et ont accepté de jouer le jeu du débat dans un contexte sensible pour bien des personnes encore touchées par les inondations de décembre 2003 ;
- Silvie ARIES (La PROVENCE) pour sa contribution à l'animation des débats ;
- le service de l'Urbanisme de la Ville d'Arles, et notamment Philippe POULIQUEN, Gisèle BALME et Lucien GAY qui ont très aimablement contribué à l'exposition et aux interventions ;
- la Médiathèque d'Arles et particulièrement Maguy, pour la contribution bibliographique ;
- la Maison de la Vie Associative et toute son équipe, qui a fait plus que son possible pour faciliter la tenue de ces quatre soirées dans ses lieux ;
- la société ATIS, et notamment Marc et Daniel FLORES pour leur dévouement et leur gentillesse au service de la retransmission en visioconférence ;
- la coopérative "Longo maï", "les Cafés de la Major", Mr et Mme Marigot, et particulièrement la boulangerie pâtisserie LAURENT pour leur contribution à la qualité des temps de restauration ;
- les commerçants, qui ont accepté de relayer efficacement l'information de ces quatre soirées et particulièrement la Boutique des Passionnés "Musiques" ;
- toute l'équipe de l'AEEC, salariés, adhérents et bénévoles, pour leur dévouement dans des moments pas toujours faciles à gérer, merci pour leur aide aussi dans les retranscriptions des temps de débat ;
- le public, qui a contribué largement par sa patience et sa compréhension dans les moments d'attente, mais aussi dans son implication dans les débats à rendre ces soirées encore plus riches ;
- les partenaires financeurs qui rendent ces moments possibles :
  - La DIREN Provence-Alpes-Côte d'Azur
  - Le Conseil Régional Provence-Alpes-Côte d'Azur
  - Le Conseil Général des Bouches du Rhône
  - L'Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée-Corse
  - La Ville d'Arles et de St Martin de Crau

pour l'AEEC du Pays d'Arles, Roland ROUX

AVERTISSEMENT AU LECTEUR

Suite aux évènements dramatiques survenus sur le territoire arlésien ainsi qu'en plusieurs lieux du bassin du Rhône, l'Association pour l'Education à l'Environnement et à la Citoyenneté du Pays d'Arles, fidèle à ses missions, a souhaité avec ses partenaires, apporter une modeste contribution aux interrogations et débats qui ont surgi depuis.

En pareilles circonstances, nous avons voulu éviter la seule rencontre entre "savants pour tenter de vrais moments d'échanges entre des gens qui cherchent, qui gèrent (scientifiques, techniciens, etc… dont c'est le métier) et d'autres qui s'interrogent, soucieux de trouver un chemin positif dans un monde de plus en plus complexe où le flot des informations prend souvent le pas sur la connaissance. L'entreprise est ambitieuse et le nombre potentiel d'intervenants dans chacun des domaines est important. Nous ne pouvons bien entendu prétendre ni à l'exhaustivité ni à la vérité. Nous regrettons pour des raisons bien compréhensibles, de n'avoir pu donner la parole à tous ceux qui ont des éléments pertinents à communiquer. Néanmoins, nous encourageons tous ceux qui le souhaitent, à nous transmettre leurs critiques et leurs propositions afin de compléter et prolonger la réflexion, au cours de manifestations à venir.

Les rencontres en cours, les concertations attendues, la préparation des "Etats Généraux du Rhône" ont constitué à nos yeux une raison supplémentaire pour faire de ces soirées une étape constructive vers un débat citoyen éclairé. L'AEEC n'a pas de vérité à délivrer, elle propose simplement avec ses partenaires une démarche de recherche collective en toute coresponsabilité. Elle est ouverte à toutes les bonnes volontés.

Nous espérons que ces moments auront facilité d'authentiques rencontres et mis à distance quelques incompréhensions et traumatismes.

Les actes qui vous sont présentés ici, présentent une image que nous avons voulue le plus fidèle des quatre soirées de conférence. Les textes des interventions et des débats y sont rapportés le plus scrupuleusement possible dans la mesure de nos moyens. Cependant, il n'a pas été réalisable de vous proposer l'intégralité des documents présentés au cours des quatre séances (plusieurs volumes auraient été alors nécessaires !).

Enfin, malgré toute notre attention, nous vous prions de nous excuser par avance des quelques fautes ou coquilles qui auraient échappé à notre vigilance, en espérant que cela n'altère pas l'intérêt de ce document.

Le programme de conférences-débats portés par l'A.E.E.C. du Pays d'Arles et le D.E.S.MI.D-CNRS / UNIVERSITE DE LA MEDITERRANEE se poursuit, avec la volonté d'approfondir, de transmettre et de débattre sur tous les sujets qui nous paraissent mériter un intérêt dans ce territoire et au-delà.

Nous sommes à votre écoute pour toutes suggestions et nous vous transmettrons le programme des manifestations à venir, sur votre simple demande.

Bernard PICON
Sociologue

Roland ROUX
Président de l'A.E.E.C. du Pays d'Arles

TABLE DES MATIÈRES

Introduction au cycle de conférence débat 15

HISTOIRE DES INONDATIONS

LES CRUES DU RHÔNE ET LA CITÉ D'ARLES DANS L'ANTIQUITÉ ROMAINE 16
par Cécile ALLINNE – Doctorante – Université Aix-Marseille I.

1 Les enjeux : le fonctionnement hydrologique des plaines d'Arles d'après la crue de décembre 2003. 18
2 Reconstruction des environnements palustres et fluviaux à l'époque romaine 19
2.1 Méthodes de reconstitution : les sites de la plaine d'Arles et du milieu urbain 19
2.2 Topographie du site d'Arles durant l'Antiquité romaine 19
3 Les crues envisagées par les sociétés : vulnérabilité et gestion des inondations 22
3.1 La vulnérabilité de la ville romaine 22
3.2 La gestion des contraintes hydrologiques à Arles dans l'Antiquité romaine 23

LES CRUES DANS UNE PERSPECTIVE HISTORIQUE : LE PETIT ÂGE GLACIAIRE 28
Introduction aux présentations de E. Roucotte et G. Pichard

L'OBSERVATION HISTORIQUE DES CRUES DU RHÔNE ET DE LA DURANCE D'APRÈS LES SOURCES ÉCRITES 1325 - 1500 31
par Emeline ROUCAUTE - Doctorante – Université Aix-Marseille I

1 La grande poussée hydrologique du XV^e^ siècle : une manifestation soudaine et violente du fleuve 35
1.1 Un indicateur tendanciel : la moyenne mobile 35
1.2 La multiplication des épisodes de crues à partir de 1420 36
2 La variabilité mensuelle et saisonnière des crues : l'avancée de la spécificité méditerranéenne depuis le XVIII^e^ siècle 37
Documents annexes 41

LA MONTÉE DES CRUES DU RHÔNE PENDANT LE PETIT AGE GLACIAIRE (XVI^e^-XIX^e^ SIÈCLE) ET L'HISTOIRE DES ÉCHELLES DU FLEUVE Á ARLES (HYPERPHASE 2) 44
par Georges PICHARD –professeur agrégé – Docteur en histoire

1 Première étape : une échelle empirique et cependant efficace 46
2 Deuxième étape : le règne de la mesure rigoureuse, sans intervention des autorités 48
2.1 Mesures quotidiennes 48
2.2 L'œuvre très précieuse de Pierre Véran 49
3 Troisième étape : l'âge des ingénieurs des Ponts et Chaussées au XIXe siècle 50
3.1 Le Rhônomètre et l'ingénieur Poulle 50
3.2 L'importance des travaux et études pour le Canal d'Arles à Bouc 51
3.3 Vers un Service du Rhône structuré 51
4 L'ère des nivellements généraux : Bourdalouë-Kleitz 52
4.1 Nécessité de poursuivre les études du fleuve 53

RÉGLEMENTATION DE L'ENTRETIEN DES CHAUSSÉES DU RHÔNE ET DES MOYENS DE SECOURS POUR LES CITOYENS D'ARLES EN 1856 59
par Henri CERESOLA – Président des "Amis du Vieil Arles"

1 Quelques données sur l'époque en question 61
2 Quelques données encore : 61
3 Réglementation officielle sur le régime des associations territoriales d'Arles 63
4 Code Napoléon pour la "Conservation des Chaussées du Rhône" 65

L'INONDATION DE 1856 : LE RHÔNE, LES DIGUES ET NAPOLÉON III 72
par Rémi VENTURE - Vice-président des "Amis du Vieil Arles"

1 L'inondation de 1856 décrite par Louis Mège 74
2 La venue de l'Empereur 76
3 Les répercussions 78

ARLES ET SES TERRITOIRES AU TEMPS DES INONDATIONS 82
par Paul ALLARD – Professeur d'histoire – Université de la Méditerranée – DESMID

1 La représentation des inondations change dans le temps 84
2 Une vulnérabilité adaptée 86
3 Le temps des catastrophes 86
4 L'héritage 90
5 La question de la mémoire 91

DÉBAT 97

COMPRENDRE LES INONDATIONS

COMPRENDRE L'INONDATION : LE BASSIN VERSANT, LA PLUIE, LES ZONES INONDABLES, L'ÉVOLUTION DE LA PLAINE ALLUVIALE, LES APPORTS DE LIMONS… 101
par Christophe ESPOSITO - Ingénieur T.P.E. – Centre d'Etudes Techniques de l'Equipement

1 L'hydrologie 102
1.1 Introduction 102
2 Les crues : définition, types et genèses 103
2.1 Définition 103
2.2 Les grands types de crue 103
2.3 Processus à l'origine de la formation des crues 104
3 Les sections du cours d'eau 107
3.1 Le système fluvial : principe et dynamique. 107
4 La crue de septembre 2002 109
4.1 La pluviométrie : origine, cumul et surfaces concernées 109
4.2 Les estimations de débits 111

INONDATIONS DANS LE BAS RHÔNE : HISTOIRE RÉCENTE DU FLEUVE ET DES CONDITIONS D'ÉCOULEMENT DES CRUES. 113
par Mireille PROVANSAL - Professeur – Université Aix-Marseille I - CNRS – CEREGE

LE RISQUE D'INONDATION DANS LE SECTEUR DU BAS-RHÔNE. L'EXPÉRIENCE D'ÉVÉNEMENTS EXTRÊMES RÉCENTS ET LES PERSPECTIVES 122
par Philippe CHAUVELON - Chargé de recherche en hydrologie - Tour du Valat

1 Un fonctionnement hydro climatique complexe. 124
2 Exemples de crues affectant le Rhône méridional 124
2.1 Crue d'octobre 1993. 124
2.2 Crue de Janvier 1994 124
2.3 Crue de Novembre 1996 124
2.4 Crue de septembre 2002 125
3 Le risque d'inondation 126
4 La crue de décembre 2003 126
5 Peut on parler de changement de régime hydro climatique ? 128

DÉBAT 131

LE RÔLE DES CRUES DANS LE FONCTIONNEMENT DES ÉCOSYSTÈMES AQUATIQUES 137
par Georges OLIVARI – Hydrobiologiste – Directeur de la Maison Régionale de l'Eau

1 Les réponses des biocénoses aux crues 141
2 Les effets des aménagements de lutte contre les crues sur les biocénoses et la qualité de l'eau. 143

LE DÉVELOPPEMENT D'ARLES : APPLICATION DES CONTRAINTES LIÉES A L'INONDABILITÉ DU TERRITOIRE ARLÉSIEN DANS LE DÉVELOPPEMENT URBAIN. 146
par Philippe POULIQUEN – Directeur du Développement et de l'Aménagement du Territoire et Gisèle BALME - Directrice de l'Urbanisme - Ville d'Arles

1 Documents d'urbanisme : Constructibilité et Inondabilité 147
2 Renouvellement urbain et sécurité : Gestion d'un paradoxe 159

L'ACTION DU SYMADREM 161
par Alain ROMAC - Directeur du SYMADREM

1 Le SYMADREM aujourd'hui 162
2 Historique 163
3 Les travaux réalisés par le SYMADREM 165
3.1 Reconstruction des digues 165
3.2 Travaux d'entretien 167
3.3 En perspective 167
3.4 Questions diverses 167

DÉBAT 168

GÉRER LES INONDATIONS

LA GESTION DES INONDATIONS Á PARTIR DES DOCUMENTS DE L'ÉTAT. LA NOTION D'ESPACE DE LIBERTÉ D'UN COURS D'EAU 173
par Christophe ESPOSITO – Ingénieur T.P.E. – Centre d'Etudes Techniques de l'Equipement

1 L'approche hydraulique 174
1.1 Les régimes d'écoulement : nombres de Reynolds et de Froude. 174
1.2 Les types d'écoulement. 174
2 L'approche hydrogéomorphologique 176
2.1 Bases scientifiques de l'approche hydrogéomorphologique : 177
2.2 Principes de la méthode d'analyse hydrogéomorphologique : 177
2.3 Mise en œuvre de la méthode d'analyse hydrogéomorphologique : 178
2.4 Principal résultat de la méthode : la carte hydrogéomorphologique 179
3 L'approche historique 180

PRÉSENTATION JURIDIQUE DU P.P.R.I 183
par Chantal GIL Avocate spécialiste en droit public - SELARL GIL-CROS

1 L'élaboration du PPRI : l'aboutissement d'une concertation 185
1.1 Un processus d'élaboration maîtrisé par l'Etat 185
1.2 Un contenu élaboré en partenariat avec les acteurs locaux 185
2 Le PPRI : une incidence juridique majeure 188
2.1 Le contenu du PPRI 188
2.2 Le caractère contraignant du PPRI 188
3 Responsabilité 190
3.1 Répartition des rôles 190
3.2 Responsabilité administrative 190

PRÉVENTION DU RISQUE INONDATION : POUR UNE RÉACTUALISATION DES CONNAISSANCES, UNE PLANNIFICATION ET UNE GESTION RIGOUREUSE DE L'ESPACE. 193
par Marcel MASSON Expert en environnement et risques naturels Ex-CETE Méditerranée

1 Une évolution à l'échelle historique 195
1.1 L'étape initiale : une adaptation nécessaire à l'aléa 195
1.2 L'étape intermédiaire : un recours croissant à la technique 197
1.3 L'époque moderne : la technique au service d'un développement sans frein. 197
2 Éléments d'explication 198
2.1 Les limites des systèmes de protection : 198
2.2 Les limites des méthodes d'études : 199
2.3 L'indigence des politiques d'Aménagement du Territoire : 201
2.4 L'organisation de l'irresponsabilité : 202
2.5 Des connaissances générales encore insuffisantes : 202
3 Quelques éléments de réponse 205

DÉBAT 210

"DE LA LOIRE AU RHÔNE : RÉAPPRENDRE A VIVRE AVEC LES INONDATIONS" 218
par Martin ARNOULD - Chargé de programme "Rivières vivantes" W.W.F.

1 Quelques mots de présentation du WWF 220
1.1 L'indice "Planète Vivante" : les écosystèmes d'eau douce les plus touchés 220
1.2 L'"empreinte écologique" 220
2 Présentation sommaire du bassin de la Loire 222
2.1 Un fleuve à la double nature : très anciennement aménagé 222
2.2 Mais aussi un fleuve sauvage ! 222
3 Un grave problème d'inondations 223
3.1 Une série de très graves inondations au XIX^e^ siècle 223
3.2 Une volonté non aboutie d'aménager durant le XX^e^ siècle. 224
3.3 Rappel historique du projet d'aménagement de la fin du XX^e^ siècle. 224
3.4 Rechercher des solutions alternatives autour de trois constats 224
4 Quelles solutions sur la Loire aujourd'hui ? Le pilote du "Plan Loire Grandeur Nature" : une gestion du risque naturel de crues qui concilie protection des hommes et de leur fleuve 227
4.1 L'exemple innovant de la Loire et du "Plan Loire Grandeur Nature". 227
4.2 Cinq "principes généraux" pour l'émergence / la construction d'une "culture du risque naturel de crues" 229

LA GESTION DES CRUES ET DES INONDATIONS AU SEIN D'UNE POLITIQUE LOCALE DE L'EAU : LE CONTRAT DE DELTA CAMARGUE 234
par Stéphane MARCHE - Chargé de mission "eau et milieux aquatiques" - Parc Naturel Régional de Camargue

1 Eléments de compréhension sur le delta du Rhône et son fonctionnement 236
1.1 Le delta du Rhône est constitué de plusieurs unités : 236
1.2 La Camargue s'est construite à partir des divagations du fleuve et des fluctuations du littoral. 236
1.3 L'île de Camargue est soumise à des risques d'inondation de natures différentes : 238
2 Le delta et les crues 238
2.1 Les contraintes du territoire en cas de crues 239
2.2 Les enjeux pour la Camargue 240
2.3 La mise en place d'un processus de concertation 240
3 L'outil contrat de delta : Un projet de territoire 241
3.1 Autres actions du Parc Régional de Camargue dans la lutte contre les inondations 241

AMÉLIORATION DU FONCTIONNEMENT HYDRAULIQUE DE LA PLAINE ALLUVIALE DU GARDON D'ANDUZE (COMMUNE D'ATUECH). 243
par Gérard METGE Docteur - Université Aix-Marseille III

1 Les causes de dégradations et les moyens de réhabilitation 245
1.1 Généralités 245
1.2 L'exemple du réaménagement du lit moyen du Gardon d'Anduze (Gard-France) 246
2 Les résultats 248
2.1 La réhabilitation du site par modelage 248

DÉBAT 250

VIVRE LES INONDATIONS

VIVRE LA CRUE. 260
par Luc JORDA – Directeur Départemental du Service d'Incendie et de Secours des Bouches du Rhône

1 Première phase : 30 novembre au 3 décembre 261
2 Deuxième phase : du 03 au 04 décembre 262
2.1 Bilan humain 262
2.2 Interventions 262
3 Arles le 8 décembre 262
3.1 Le Bilan en quelques chiffres 262
3.2 Une singularité opérationnelle : 264
4 Facteurs défavorables 265
5 Facteurs favorables 265
6 L'ordre d'opération 265
7 Axes de progres 266

PRÉSENTATION DE L'ÉDUCATION Á LA PRÉVENTION DES RISQUES MAJEURS. **267**
par Chantal DAUPHIN Chargée de mission "Education-culture du risque" Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable

1 Aspects réglementaires 269
2 Etat des lieux 269
3 Relations interministérielles, partenariats et programmes internationaux. 270
4 Perspectives 271

RISQUE INONDATION ET RAPPORTS NATURE / SOCIÉTÉ **273**
par Bernard PICON Sociologue Directeur de recherche – CNRS – DESMID

1 Adaptation 275
2 Transformation 276
3 Protection 277
4 Réflexion 279

DÉBAT **281**

L'INFORMATION PRÉVENTIVE **285**
Jacques FAYE - Architecte urbaniste en chef de l'Etat responsable du bureau de l'information – Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable – Sous direction de la prévention des risques majeurs

VIVRE EN ZONE INONDABLE. VULNÉRABILITÉ DES BATIS, PREVENTION **291**
par Christophe ESPOSITO - Ingénieur T.P.E. – Centre d'Etudes Techniques de l'Equipement

1 L'expertise des dossiers de sinistres 292
2 Les solutions techniques 295
2.1 Assurer la sécurité des occupants avec les zones refuge et d'évacuation 295
3 Assurer la résistance mécanique du bâtiment 297
3.1 Assurer la sécurité des riverains 298
3.2 Assurer la sécurité des occupants lors de la réinstallation dans le logement 299

VERS UNE STRATÉGIE GLOBALE DE PRÉVENTION DES INONDATIONS DU FLEUVE RHÔNE ET SES AFFLUENTS **302**
par Serge ALEXIS - Directeur de la DIREN ; Délégué du bassin Rhône-Méditerranée DIREN de BASSIN

1 Bref Historique 303
2 Définition de stratégie Globale 304
3 Organisation et état d'avancement 304

DÉBAT **307**

ANNEXES

Liste des intervenants et auteurs des contributions écrites 318
Références bibliographiques 319
Sites Internet 326
Table des Figures 327

INTRODUCTION AU CYCLE DE CONFERENCE DEBAT

Roland ROUX (AEEC du Pays d'Arles) :

Bonsoir à toutes et à tous. L'AEEC du Pays d'Arles organise avec le DESMID CNRS et les Amis du Vieil Arles, quatre soirées au cours desquelles vous seront proposées quatre conférences débats. Plus particulièrement pour la soirée Histoire nous sommes accompagnés par les Amis du Vieil Arles et leur président Henri Cérésola. Donc en premier lieu le 9 novembre, "*l'Histoire des inondations*", le 16 novembre "*Comprendre les inondations*", le 23 novembre "*Gérer les inondations*" et enfin le 30 novembre "*Vivre les inondations*".

Un mot pour rappeler nos objectifs : il s'agit de faciliter pour le plus grand nombre l'appropriation d'éléments de connaissances dans tous les domaines et particulièrement pour ce cycle, dans la compréhension du "risque inondation". Cela, conformément aux objectifs de notre association qui œuvre pour l'exercice d'une citoyenneté éclairée. J'en profite pour remercier ceux qui nous ont aidé dans cette tâche, car la préparation de cet évènement a permis de travailler avec une grande diversité de structures et de personnes ressources.

En premier lieu les intervenants eux-mêmes, qui vont essayer au cours de ces soirées, de se mettre à la portée de tous, en faisant un effort de vulgarisation, afin d'être compris par le plus grand nombre. Je les remercie vivement parce qu'ils ont tout à fait joué le jeu en participant et en s'impliquant dans la préparation de cet évènement afin de vous proposer un ensemble d'intervention concerté et pertinent.

Je remercie aussi vivement la Maison de la Vie Associative et son personnel dévoué qui fait le maximum pour nous proposer les meilleures conditions d'accueil, de mise à disposition des salles, pour faciliter la réalisation de ces soirées.

Je remercie également la société ATIS, avec Daniel et Marc Flores qui sont ici présents et grâce à qui on peut retransmettre ce qui se passe dans cette salle, en visioconférence dans la salle à côté. Avec beaucoup de gentillesse, ils se sont mis à notre portée pour essayer de nous rendre les choses faciles sur le plan technique.

Merci aussi à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à l'organisation et particulièrement l'équipe de l'A.E.E.C. qui est sur le pont depuis quelques jours déjà.

La Ville d'Arles et ses différents services qui sur un certain nombre de points ont permis d'améliorer cette organisation.

Je terminerai en remerciant ceux qui font confiance à l'A.E.E.C. dans l'organisation de nos actions, et donc les financeurs : la DIREN-PACA ; le Conseil Régional PACA, le Conseil Général des Bouches du Rhône, l'Agence de l'Eau, la Ville d'Arles et de St Martin de Crau… qui nous suivent depuis quelques années maintenant pour certains, dans le développement de l'information du public par nos conférences.

Je termine en vous disant qu'une exposition se met en place et sera présentée du 15 au 30 novembre, elle sera installée dans l'espace d'accueil de cette Maison de la Vie Associative. Il y aura des documents historiques, des tableaux explicatifs, techniques, … de quoi prolonger votre information sur ce sujet. Bonne soirée à tous.

Bernard PICON (DESMID – CNRS- Université de la Méditerranée)

Bonsoir,

Première chose, cette réunion est une réunion d'initiative citoyenne, ni politique, ni administrative et je crois que c'est une bonne chose que les citoyens s'approprient la question des inondations.

Deuxième chose, elle est interdisciplinaire, c'est-à-dire que des chercheurs de différentes disciplines, de l'histoire à l'hydrologie en passant par la sociologie et d'autres disciplines, interviendront ainsi que des gestionnaires confrontés à la réalité du terrain.

A propos de réalité, beaucoup de gens à Arles ont souffert des inondations et il ne faudrait pas que la distanciation scientifique nécessaire à l'analyse d'évènements comme ceux là, puisse les choquer. Mais je crois que cette distanciation scientifique est absolument nécessaire si l'on veut mieux gérer pour l'avenir, ce phénomène. Deuxième chose, ne vous attendez pas, à l'occasion de ces quatre séances, à acquérir un savoir intégral sur les inondations, sur leurs causes, sur le phénomène. Je crois qu'on ne peut pas en quatre jours et à 6 interventions par jour, faire le tour complet du savoir scientifique sur le sujet. Il faut prendre aussi ces réunions comme matière à réflexion sur ce problème des inondations.

Troisièmement, on entend souvent opposer réflexion et action, sur le mode de ces remarques que l'on fait toujours aux chercheurs : "Ah ! vous, vous réfléchissez, vous êtes toujours dans la stratosphère, vous faites des tas d'analyses très compliquées, mais vous ne nous dites pas ce que l'on va faire demain, vous ne nous dites pas quelles décisions vont être prises, vous ne participez pas à l'action". Je tiens à faire remarquer que la connaissance et la recherche de la connaissance et du savoir font partie intégrante des processus de décision. Je crois que l'on ne peut pas prendre des décisions sur des réalités que l'on ne connaît pas et je crois que c'est aux chercheurs d'apporter le meilleur savoir, de façon à améliorer les processus de décision.

Enfin, je terminerai en insistant sur l'importance de l'histoire. L'histoire, c'est ce qui permet de qualifier des évènements par comparaison dans le temps. Comment saurions nous ce qui vient de nous arriver, si nous ne savions pas ce qui s'est passé auparavant. L'histoire permet de relativiser nos représentations et nos certitudes parce que nous sommes trop souvent enfermés dans l'immédiateté, dans le présent, dans le local et il faut toujours des comparaisons dans le temps et dans l'espace pour prendre la mesure d'un phénomène. Nous savons qu'un évènement est grave que parce qu'il y en a de moins graves et qu'il y en a eu d'autres.

Enfin, je dirai que l'histoire est extrêmement importante parce qu'elle détruit les stéréotypes ou les idées reçues. Les idées reçues par exemple c'est de considérer que le nombre d'inondations augmente sur plusieurs siècles alors que c'est notre vulnérabilité qui a augmenté, les météorologues le confirment. Il faut donc toujours distinguer l'aléa de la vulnérabilité. L'histoire démontrera que nos modes de vie contemporains ont accentué cette vulnérabilité.

Hervé SCHIAVETTI (Maire d'Arles – Conseiller Général des Bouches du Rhône)

Bien sûr la Ville d'Arles soutient l'initiative de l'AEEC du Pays d'Arles parce que l'on remarque au moment des crises, une très forte institutionnalisation du problème par l'intervention de la puissance publique. Il est donc indispensable que le citoyen puisse en toutes circonstances se réapproprier et l'évènement et la crise et les difficultés et les douleurs même, qui en résultent. Donc on ne peut à aucun moment laisser les dossiers se traiter uniquement par des spécialistes définis par les pouvoirs publics. Pourquoi ? Tout simplement parce que, et c'est ce qui a été remarqué par tout le monde, il y a ici une culture du fleuve, puisqu'on vit à côté, et que cette culture permet d'appréhender des dossiers aussi complexes. Les différents chercheurs, historiens, intervenants, montreront la complexité de ces dossiers. Cette information fait des citoyens et des associations, des relais indispensables pour les pouvoirs publics. Et c'est tout naturellement, lorsque l'association a proposé ce travail, que nous avons décidé de l'aider, il faut même que son financement soit pérennisé pour pouvoir aider les pouvoirs publics à franchir d'autres étapes avec tous ceux qui habitent à côté des cours d'eau ou qui sont dépendants pour une raison ou pour une autre, des risques de crue.

HISTOIRE DES INONDATIONS

"*Ier siècle av. J.-C. / Ve siècle ap. J.-C. : les crues du Rhône et la cité d'Arles*" par Cécile ALLINNE – Doctorante – Université Aix-Marseille I

"*L'observation historique des crues du Rhône et de la Durance d'après les sources écrites 1325-1500*" par Emeline ROUCAUTE - Doctorante – Université Aix-Marseille I

"*La montée des crues du Rhône pendant le petit âge glaciaire (XVIe – XIXe siècle) et l'histoire des échelles du fleuve à Arles*" par Georges PICHARD –professeur agrégé – Docteur en histoire

"*Réglementation de l'entretien des chaussées du Rhône et des moyens de secours pour les citoyens d'Arles en 1813*" par Henri CERESOLA – Président des "Amis du Vieil Arles"

"*L'inondation de 1856 : le Rhône, les digues et Napoléon III*" par Rémi VENTURE - Vice-président des "Amis du Vieil Arles"

"*Arles et ses terroirs au temps des inondations*" par Paul ALLARD – Professeur d'histoire – Université de la Méditerranée – DESMID, UMR 6012 espace

Débat

INTRODUCTION DE LA SOIRÉE DU 9 NOVEMBRE 2004

Mesdames, messieurs, chers amis, bonsoir.

Il était important pour nous, Amis du Vieil Arles, de prendre corps et date avec l'AEEC du Pays d'Arles, au cours de ces quatre séances. Nous démarrons aujourd'hui avec l'historique qui nous intéresse particulièrement, car comme vient de le dire Bernard Picon, il faut connaître l'Histoire pour ensuite en discuter et le comparer éventuellement au passé. L'Histoire du Rhône a une place importante pour le Pays d'Arles; je vais vous présenter tout à l'heure, les intervenants de cette soirée. Nous sommes heureux de pouvoir être aux côtés, sous l'égide du DESMID – Université de la Méditerranée, du professeur Paul ALLARD qui est le grand spécialiste du Rhône au XIX^{e} et au XX^{e} siècle et qui interviendra en fin de soirée. Pour terminer ce préambule, les A.V.A. auraient beaucoup apprécié qu'il y ait de la place pour des historiens comme M. Allard dans les comités de concertation qui vont avoir lieu dans les mois qui suivent auprès du préfet de bassin.

Henri CÉRÉSOLA (Amis du Vieil Arles)

LES CRUES DU RHÔNE ET LA CITÉ D'ARLES DANS L'ANTIQUITÉ ROMAINE

CECILE ALLINE

Doctorante en archéologie. Centre Camille Jullian, MMSH, Aix-en-Provence

HELENE BRUNETON

Maître de conférence en géographie. CEREGE - UFR de Géographie

Aix-en-Provence

Enregistrement et gestion des inondations dans la plaine d'Arles dans l'Antiquité, d'après les archives sédimentaires et archéologiques

INTRODUCTION

Les plaines du Bas Rhône et le delta du fleuve constituent des secteurs bien étudiés, tant par les géomorphologues, qui s'intéressent aux étapes de formation de ces espaces (Gouvernet 1960, Oomkens 1970, l'Homer *et al.* 1981, Arnaud-Fassetta 1998, Vella 1999, Bruneton 1999) que par les archéologues qui travaillent sur les modes d'occupation du sol dans ces milieux humides et changeants (Landuré, Pasqualini 2004, Leveau 2004). Le recoupement des données environnementales et archéologique permet à présent de s'interroger sur les interactions entre sociétés et milieu naturel, notamment en terme d'adaptation aux contraintes inhérentes aux basses plaines alluviales et aux deltas : instabilité de la topographie fluviale, humidité des terrains, crues du fleuve. Dans cette perspective, le présent article s'intéresse à la question des inondations qui ont affecté le site d'Arles et ses alentours immédiats dans l'Antiquité, pour en comprendre les causes et en apprécier les conséquences sur la société urbaine antique. Ces ambitions impliquent avant toute chose une reconstitution du paysage fluvial (topographie de la plaine, extension des marais et des cours d'eau secondaires), donnée essentielle pour appréhender les modes de circulation des eaux en période de crue et délimiter les zones humides et inondables. Un travail sur la périodicité et l'importance des crues permet ensuite d'évaluer l'aléa fluvial, tandis qu'une étude plus technique des procédés de gestion des inondations autorise une réflexion sur la vulnérabilité réelle de la ville.

1 Les enjeux : le fonctionnement hydrologique des plaines d'Arles d'après la crue de décembre 2003.

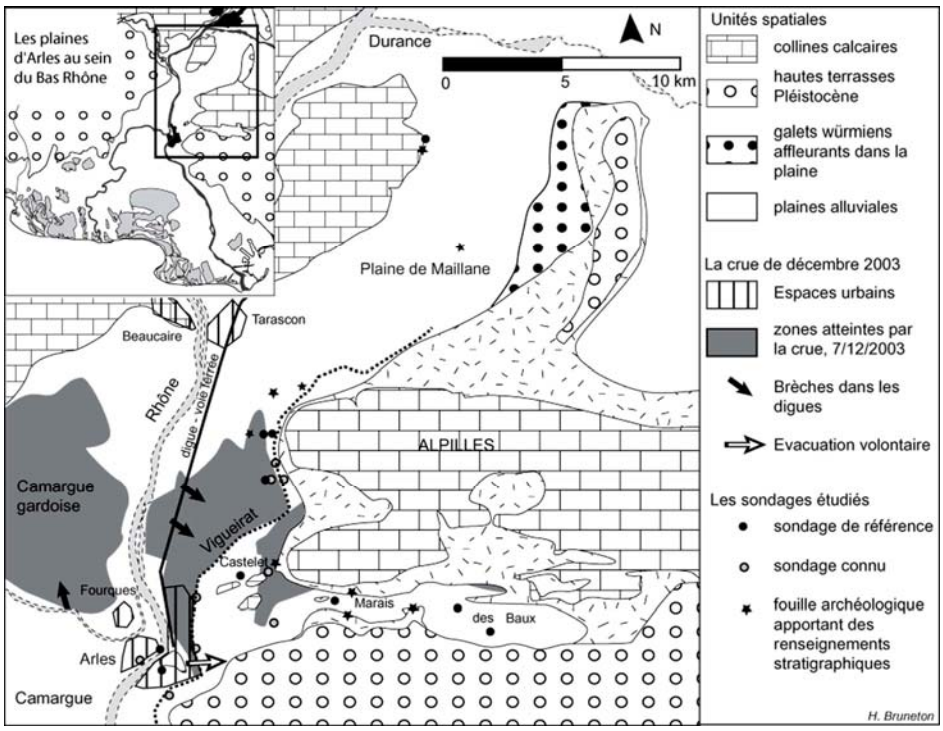


Figure 1 : Géomorphologie des plaines d'Arles.

La crue de l'hiver 2003 est la crue la plus dévastatrice du Rhône depuis la construction de la digue napoléonienne "insubmersible" au milieu du XIX^{e} siècle. En termes de débits, c'est une des crues majeures des XX^{e}-XXI^{e} s., sans apparaître cependant exceptionnelle : il semble que le pic de crue, que l'on avait tout d'abord estimé à 13000 m^3/s, doive être ramené à environ 10000 m^3/s. Les mécanismes de débordement et d'étalement de l'inondation sont révélateurs de la morphologie de la plaine et de l'importance des aménagements dans son fonctionnement hydrologique actuel *(figure 1)*.

De même, lors des crues de 1993-1994 et de 2002, l'inondation ne s'est pas déclenchée par submersion des levées renforcées par la digue, mais avant tout par rupture de ces digues au niveau de crevasses ou brèches. En rive gauche, plusieurs points de rupture de la digue du chemin de fer sont repérés entre Tarascon et Arles. Des infiltrations à travers les vannes des tunnels sous le chemin de fer, ainsi que des mécanismes de reflux par les canaux de drainage viennent compléter ce schéma d'inondation.

Une fois l'obstacle de la levée de berge passé, les eaux s'écoulent dans le sens de la pente, c'est à dire en s'éloignant du chenal et en direction des marais, drainés ou non, de la plaine distale et vers l'aval, c'est à dire vers le sud. Cette topographie typique d'une plaine à levées explique l'inondation des quartiers nord de la ville d'Arles, situés plus bas en altitude dans la plaine d'inondation proximale. En outre, la trajectoire des eaux a fortement été influencée par les aménagements. Dans le cas de la crue de 2003, on retiendra en particulier le rôle de la digue de chemin de fer Tarascon/Arles et du canal du Vigueirat. En cédant, ce dernier a provoqué l'inondation d'un "cul-de-sac" de la plaine d'inondation, les anciens marais des Baux. Les autorités ont choisi de ne pas lutter contre l'inondation de ce secteur, dans la mesure où il ne comprend aucune habitation et pouvait donc jouer un rôle de bassin de stockage des eaux de crue, évitant ainsi l'inondation de secteurs habités. La conjonction de la topographie à levée et des aménagements rend difficile le retour des eaux vers le chenal. Deux mois après la crue, les anciens marais des Baux étaient toujours inondés.

Ce fait souligne la dichotomie entre risque et contrainte hydrologique dans les plaines d'Arles. Les sites localisés sur les levées sont les plus soumis au risque d'inondation brutale mais l'eau s'y évacue facilement. Au contraire, dans les dépressions de la zone distale, l'inondation est plus lente mais les eaux tendent à stagner.

La crue récente souligne d'une part l'importance des aménagements et des décisions humaines dans le déroulement des inondations, et d'autre part le rôle fondamental de la morphologie de la plaine d'inondation. Les études géomorphologiques et archéologiques présentées ci-après montrent d'une part que la morphologie de la plaine à l'époque romaine, plus jeune de 2000 ans, était différente de l'actuelle, et d'autre part que les aménagements visant à protéger la ville des inondations remontent au plus tôt à l'Antiquité romaine. L'aléa d'inondation et la contrainte hydrologique a varié non seulement de l'Antiquité à nos jours, mais aussi tout au long des sept siècles étudiés ici par les archéologues et les géomorphologues (I^{er} s. av. JC. / VI^{e} s. ap. JC.).

2 Reconstruction des environnements palustres et fluviaux à l'époque romaine

2.1 Méthodes de reconstitution : les sites de la plaine d'Arles et du milieu urbain

La reconstitution de la construction des plaines passe par la multiplication des sites d'étude et leur corrélation stratigraphique *(figures 1 et 3).* L'identification des milieux fluviaux et de leur dynamique repose sur la caractérisation granulométrique et stratigraphique de dépôts observés en coupe ou en carottage. On peut ainsi distinguer les faciès de chenaux, de levées de berge, de plaine d'inondation proximale émergée, de plaine d'inondation distale émergée, de marais de plaine d'inondation distale, de marais alimenté par des aquifères locaux. Les sondages en milieu urbain, effectués sur des sites archéologiques en cours de fouille, ont été associés à l'étude de carottages situés dans et à proximité de la ville.

Les régimes hydrologiques des marais sont étudiés quant à eux à travers les données paléoécologiques, principalement l'étude des micro-fossiles (micropaléontologie) et l'étude des pollens (palynologie) (Bruneton 1999, Andrieu-Ponel *et al.* 2000). On reconstitue ainsi le caractère saisonnier ou permanent de la nappe d'eau, et d'éventuelles altérations hydrochimiques telles que salinisation et eutrophisation, témoins d'activités humaines.

2.2 Topographie du site d'Arles durant l'Antiquité romaine

Lorsqu'ils s'installent à Arles, les Romains héritent des conditions mises en place lors des âges des métaux : la plaine est bien drainée et parcourue par un réseau de petits cours d'eau secondaires, les marais sont repoussés vers les zones basses à l'est *(figure 2).* A Arles, la topographie et les dynamiques d'inondation sont légèrement différentes de la situation actuelle. Ainsi, les sites archéologiques fouillés dans l'actuel quartier de Trinquetaille, en rive droite du Rhône, révèlent de très fréquents dépôts de crevasse témoignant de brèches dans les levées. De telles brèches sont par exemple identifiées sur les sites archéologiques de la rue Brossolette et de l'avenue de Camargue (quartiers d'habitation romains) ainsi que dans la carotte Piton *(figure 3).*

A l'aval du site en rive droite, les espaces périurbains de la ville antique, et en particulier une des nécropoles (sur le site de la Papeterie), sont implantés dans un secteur extrêmement mobile géomorphologiquement, caractérisé par des bancs médians, des iscles et globalement des levées de berge absentes ou très fragiles à proximité de l'embranchement de plusieurs bras actifs ou en cours d'abandon : bras d'Albaron, mal connu et relativement ancien, bras de St Ferréol et d'Ulmet, actifs durant l'Antiquité.

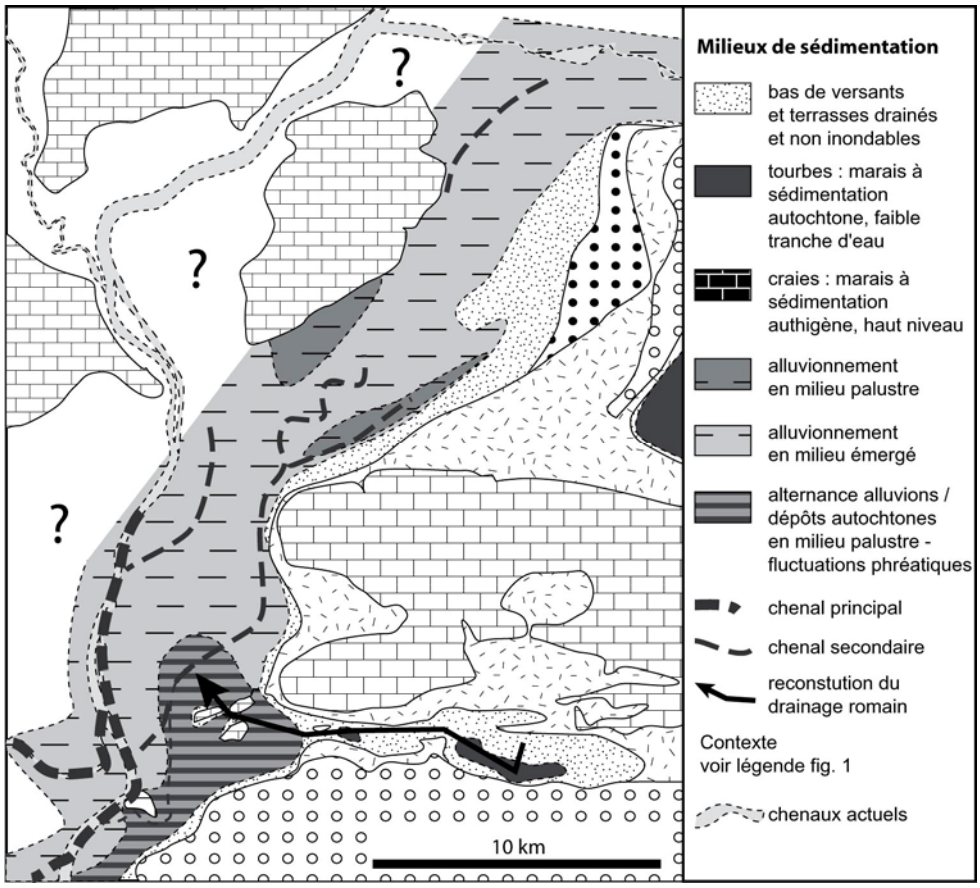


figure 2 a : vision spatiale de la géographie de la plaine.

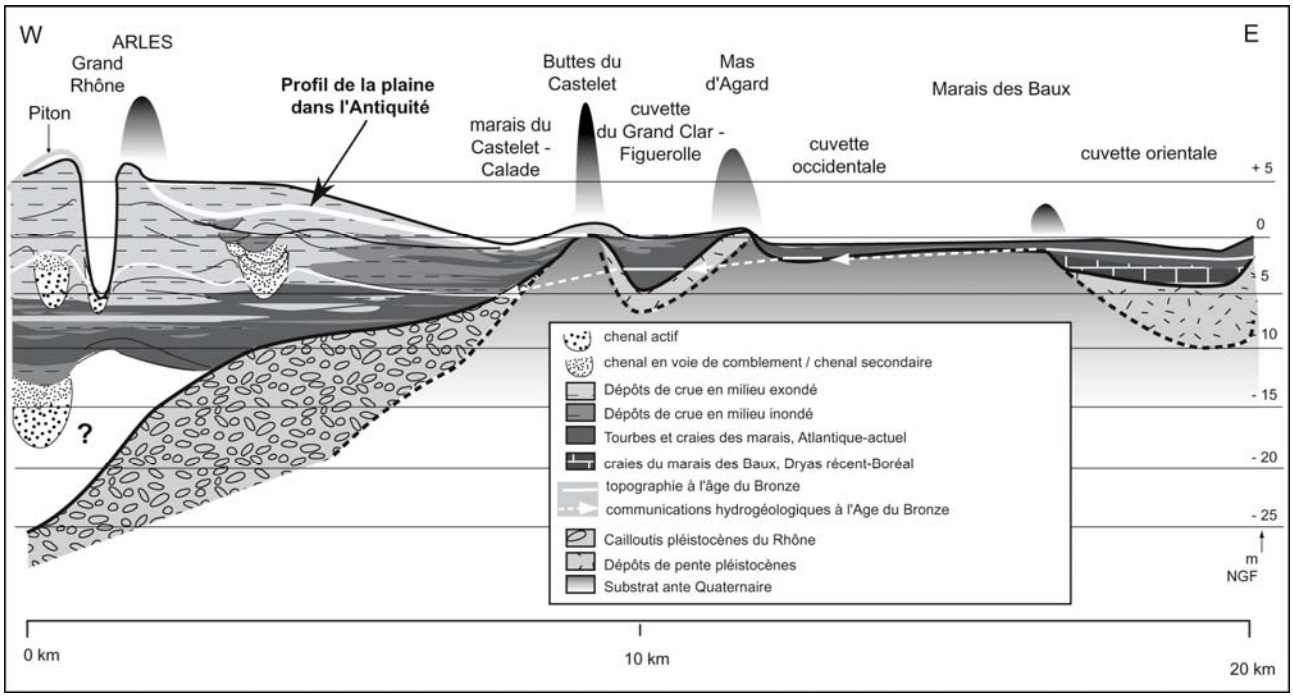


figure 2 b : vision spatiale de la géographie de la plaine.

Figure 2 : Topographie de la plaine dans l'Antiquité.

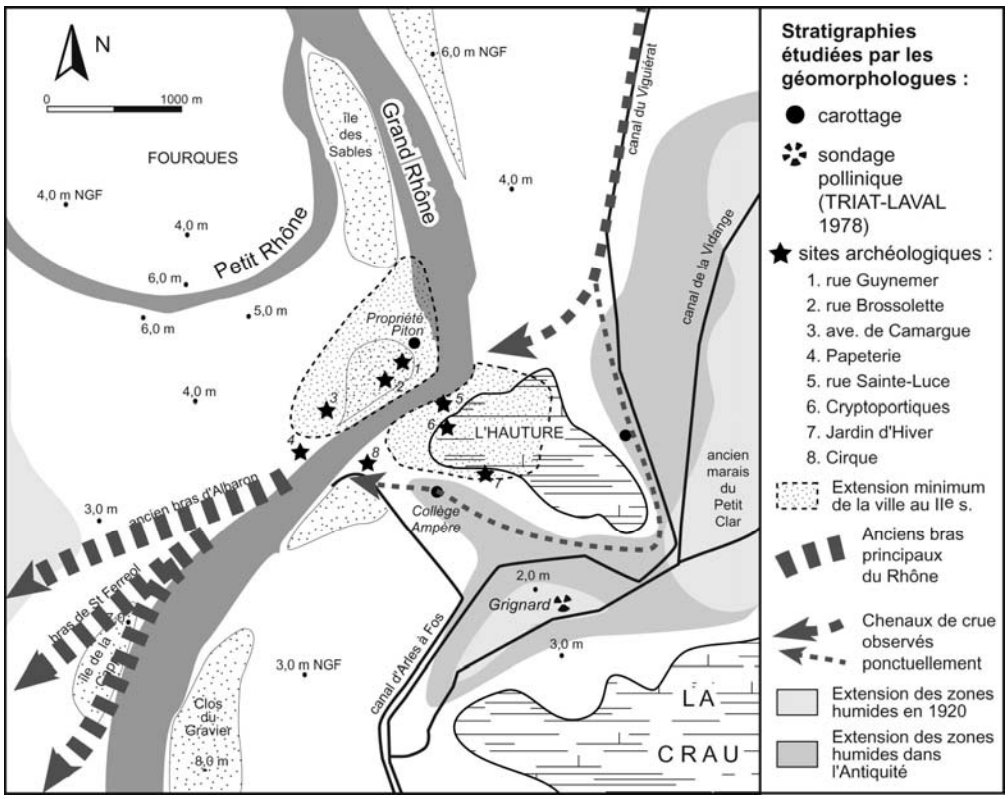


Figure 3 : Topographie du site d'Arles dans l'Antiquité.

Les crevasses sont encore rendues plus fréquentes par le renforcement de la levée par des quais et des remparts. La largeur du chenal du grand Rhône est elle-même sujette à des fluctuations au cours de la période, et des phases de plus grande activité hydrologiques – par exemple aux I^er^ s. av. JC. et I^er^ s. ap. JC. – sont caractérisées par une plus grande largeur du chenal par rapport à l'actuel, qui s'élargit en particulier vers la rive droite. Ainsi, les sites de la rue Guynemer (quartier d'habitation romain) et de la carotte Piton, auparavant situés dans la plaine d'inondation, sont caractérisés par des milieux de levée de berge durant cette période. Cependant, ce rapprochement du chenal ne semble pas empêcher l'occupation urbaine. L'arrivée des eaux du réseau hydrographique secondaire des Duransoles provenant de la plaine de Tarascon au nord-est de la butte de l'Hauture contribue par ailleurs en période de crue à l'inondation des zones basses de la ville. L'étude de la sédimentation observée sur deux coupes effectuées au travers de la piste du cirque romain montre qu'un paléochenal encerclant le rocher par l'est, reliquat de la topographie de l'âge du Bronze pouvait également être réactivé.

Les quartiers d'habitation, même aisés, sont régulièrement inondés. Ces débordements se marquent par des niveaux limo-sableux interstratifiés dans les sols archéologiques, par exemple sur le site de l'avenue de Camargue, dans la carotte Piton ou encore sur le site de la rue Sainte Luce. La fréquence des inondations, perçue à travers ces niveaux de crue, est variable. Un maximum entre le I^er^ s. av. JC. et le I^er^ s. ap. JC. se traduit par un débordement majeur en ville tous les vingt-cinq ans en moyenne. Un autre à la fin de l'Antiquité romaine, avec un maximum aux V^e^-VI^e^ s. ap. JC., est moins précisément daté, mais coïncide avec l'abandon progressif de certains quartiers urbains dès la fin du III^e^ s. ap. JC. Il est cependant impossible de déterminer si les inondations sont plus fréquentes du fait de l'abandon de structures de protection, ou du fait d'une nuance climatique.

Ces phases de plus grande activité hydrologique sont associées à une humidité croissante des sols, identifiée à travers l'exhaussement de la tranche d'eau dans les marais situés à proximité immédiate d'Arles *(figure 3)*, et par l'observation sur les sites archéologiques de systèmes de protection spécifique.

3 Les crues envisagées par les sociétés : vulnérabilité et gestion des inondations

3.1 La vulnérabilité de la ville romaine

Actuellement, environ 80% de la superficie urbanisée d'Arles se trouve en zone inondable. A l'époque romaine la ville était nettement moins étendue, mais sa vulnérabilité était déjà élevée. Au fur et à mesure de son développement, la ville, établie à l'origine au sommet de la butte rocheuse de l'Hauture, s'étend en effet dans la plaine sur les deux rives du fleuve. Cette période de croissance urbaine va de pair avec le développement de la ville. Arles devient grâce au contrôle qu'elle exerce sur le Rhône un pôle économique et politique majeur au niveau régional. L'extension du centre urbanisé débute à la fin du VI^e^ s. av. JC. (Arcelin 2000). La ville atteint sa taille maximale au cours du II^e^ s. ap. JC. (Heijmans, Sintès 1994) *(figure 3)*. La situation se modifie à partir du dernier tiers du III^e^ s. ap. JC. ; la destruction brutale de plusieurs quartiers marque le début d'une phase de réorganisation du tissu urbain, caractérisée par une pause de l'accroissement du tissu urbain (Heijmans 2004). Conséquence de sa prospérité, la ville se développe et s'étend jusqu'à occuper les terrains les plus inondables et les plus humides, comme c'est le cas des quartiers de Trinquetaille, un riche secteur résidentiel aux II^e^ et III^e^ s. ap. JC., ou du Plan du Bourg, où est construit le cirque romain. Ces deux secteurs présentent le désagrément d'être à la fois très exposés aux débordements du fleuve et installés dans des zones basses sensibles aux problèmes de remontée des nappes phréatiques.

Ces deux cas illustrent un phénomène important à mettre en relief : l'indépendance totale entre développement urbain et conditions hydrologiques. Ainsi, la fin du I^er^ s. av. JC., période où se développe la colonie romaine (installée autour de 46 av. JC.) correspond à une phase de forte activité hydrologique, ce qui signifie que les inondations sont nombreuses et violentes. La lecture de la stratigraphie de la fouille de la rue Sainte-Luce fournit une bonne synthèse illustrant à la fois la récurrence de l'aléa, la vulnérabilité du site et la capacité d'adaptation de la société urbaine au risque pour cette époque. La séquence de déposition qui nous intéresse reflète une succession de quatre événements importants, bien datés[1]. La première phase chronologique comprend l'installation du sol d'une habitation, vers 30 av. JC. Ce niveau de circulation est surmonté de dépôts résultant d'une crue importante du Rhône. L'inondation a provoqué le sapement des murs en terre de la pièce, qui se sont effondrés peu après (ou ont été abattus) sur les limons de débordement. Entre cet événement et les années 20-10 av. JC., le sol est par trois fois rehaussé à l'aide de remblais, jusqu'à atteindre 4,70 m NGF. Les remblais sont intercalés avec d'autres couches évoquant à nouveau la conséquence d'inondations. En tout, trois crues majeures, atteignant des altitudes chaque fois plus importantes, ont causé la destruction de cette pièce en l'espace de 10-20 ans. Cette forte contrainte n'a pas eu d'influence sur l'occupation du site : la partie de cette maison atteinte par les crues a été à chaque fois reconstruite.

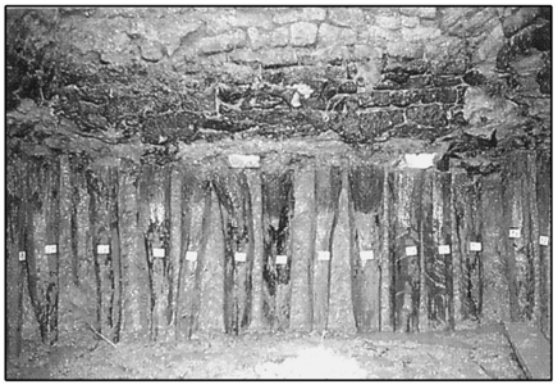
Ces différents exemples montrent que le risque d'inondation, même durant des périodes où il était très élevé, comme à la fin du I^er^ s. av. J.-C., était bien supporté. L'acceptation du danger n'était cependant pas passive, car la société romaine possédait les moyens techniques de gérer les difficultés causées par le surplus d'eau dans les villes. A Arles, les systèmes de gestion des inondations prennent des formes particulières, qui mettent en relief l'importance de la contrainte et le savoir-faire des ingénieurs romains.

1 Le site a été fouillé par P. Arcelin, en 1986. Les informations utilisées ici sont issues de la notice descriptive publiée dans Gallia Informations, 1987-1988, fasc. 2, p. 231.

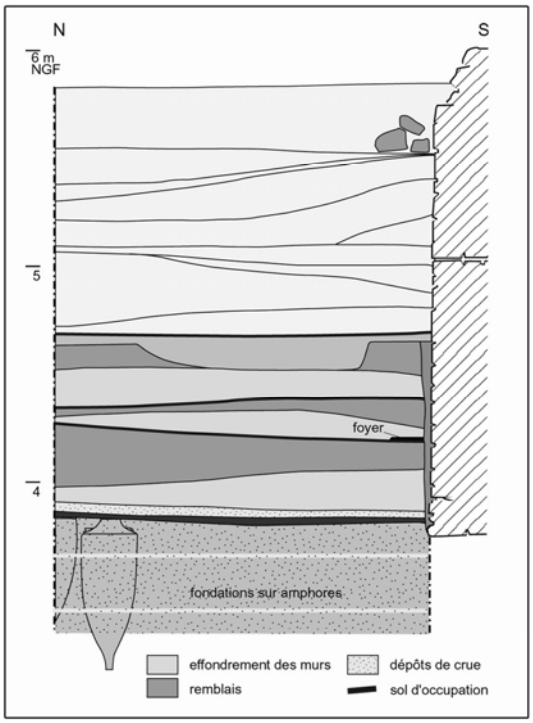
3.2 La gestion des contraintes hydrologiques à Arles dans l'Antiquité romaine

Dans l'état actuel de la recherche archéologique, quatre grandes solutions techniques pour pallier au problème des inondations et de l'humidité des terrains sont répertoriées *(figure 4) :* deux modes de fondation adaptés aux sols subissant des remontées de nappes phréatiques (au cirque romain, à l'lle des Sables et rue Sainte-Luce), un procédé de drainage des terrains (Ile des Sables), un système d'exhaussement des sols à l'intérieur d'une habitation (rue Sainte-Luce).

Ile-des-Sables - système de drainage utilisant des amphores disposées horizontalement (photo : M. Vecchione. Laubenheimer 1998, p. 52)

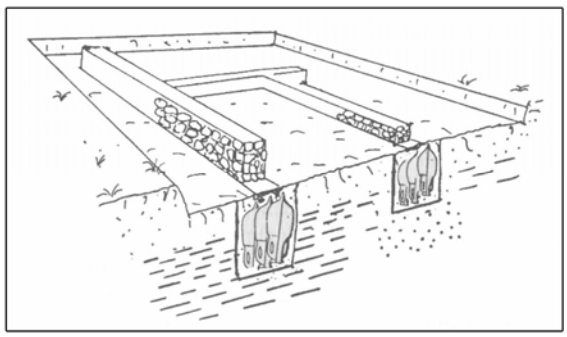


Cirque romain - système de fondations sur pieux. (Sintès 1996, p. 78.)



Rue Sainte-Luce - Fondation sur amphores et exhaussement des sols. Coupe reprise d'après la notice de P Arcelin dans *Gallia Informations*,1987-1988, 2, p.231.

Ile-des-Sables - système de fondations destinés à assainir le terrain utilisant des amphores. (photo : M. Vecchione. Laubenheimer 1998, p. 52)



Modèle d'utilisation de système d'assainissement des sols utilisant des amphores en fondation. (Lunardi 1998, p.45.)

Figure 4 : Système de gestion des zones humides à Arles à l'époque romaine.

Les deux types de fondation sont révélateurs d'importants problèmes d'hydromorphie des terrains. Les pieux sur lesquels repose le cirque romain sont une technique caractéristique des sols gorgés d'eau, impropres en l'état à la construction car présentant pour les bâtiments des risques d'enfoncement. Les fondations sur pieux fonctionnent de deux manières différentes : soit à la façon de pilotis, soit selon le principe de la "dalle flottante". Dans le premier cas, la construction repose sur des pieux qui traversent la couche instable et sont fichés dans une couche inférieure suffisamment dure. Dans le second cas, l'idée est de substituer au sédiment meuble et hydromorphe un élément stable et insensible aux variations de la teneur en eau du terrain, des pieux de bois disposés en rangs serrés dans le cas présent. Il n'est pas nécessaire alors que ces derniers atteignent une couche inférieure dure : ils forment un soubassement cohérent qui "flotte" sur la couche supérieure. La fondation du cirque correspond à ce second schéma.

Sur plusieurs sites archéologiques d'Arles, des alignements d'amphores employés en fondation sous des murs ou des sols, comme ici à l'Ile des Sable et rue Sainte-Luce, ont également été mis au jour. Le principe de fonctionnement de ce second procédé s'apparente à celui du vide sanitaire. Les conteneurs, utilisés en remploi, sont installés dans des fosses creusées dans le terrain que l'on cherche à assainir. Ces fosses ou ces fossés sont ensuite comblés d'éléments grossiers (galets, sables, gravillons, fragments d'amphores …). Ce système concentre et retient l'eau stagnant dans le terrain à la manière d'un puisard, limitant les remontées d'humidité dans les sols et le long des murs[2]. Les découvertes effectuées à l'Ile des Sables comprenaient aussi un système de drainage bien connu dans le monde romain, utilisant des amphores en remploi disposées horizontalement. Le principe de fonctionnement est le même que celui des drains actuels, remplis de galets. Les amphores, situées le plus souvent au fond d'un fossé faisant office de canal de drainage, canalisent les eaux le long des parois et/ou à l'intérieur des panses et facilitent leur écoulement vers un espace de rejet. La différence avec le précédent système utilisant des amphores est que l'objectif n'est pas d'empêcher la remontée de la nappe phréatique mais de canaliser ses eaux pour les évacuer du terrain. La technique est cependant la même : l'amphore et les matériaux grossiers qui remplissent les fosses dans lesquelles elles sont installées constituent un espace perméable qui absorbe par capillarité et piége les eaux, soit pour les stocker soit pour assurer leur évacuation.

Le dernier élément de protection contre les eaux, l'exhaussement des sols par remblai, diffère des précédents. Mis en évidence rue Sainte-Luce, il s'agit d'un procédé développé en réponse au problème de l'inondation récurrente du site par les crues du Rhône, et non par des remontées de nappes phréatiques. Le détail de la stratigraphie de ce site a été décrit plus haut. Il est possible d'interpréter comme une recherche de mise hors d'eau l'exhaussement systématique des sols de la pièce à la suite de chaque débordement.

A Arles, les systèmes de protection contre les remontées d'humidité dans les sols paraissent plus développés que les moyens de défense contre les crues du Rhône. Aucune digue n'a par exemple été formellement identifiée sur le site. Cette prépondérance des systèmes d'assainissement et de drainage reflète certainement un état de la recherche, et les digues du Rhône romaines restent peut-être encore à découvrir. Le rempart a notamment pu offrir aux quartiers intra-muros une certaine protection, à la condition cependant que les portes puissent être hermétiquement bouchées et que les murs puissent supporter la pression du flux sans s'effondrer. Elle souligne néanmoins l'importance des problèmes de remontée des nappes phréatiques dans la question de l'inondation, que l'on imagine souvent à tort être uniquement le fait des débordements du fleuve.

2 A l'Ile-des-Sables, les alignements d'amphores avaient d'abord été interprétés, à titre d'hypothèse comme le soubassement d'une digue protégeant Trinquetaille (Vecchione 1990). Une fouille complémentaire effectuée sur le même site en 2003 tend maintenant à favoriser l'hypothèse d'un système de fondation destiné à l'assainissement du terrain (Allinne et al. 2003).

CONCLUSION :

UNE VILLE FLORISSANTE DANS UN ENVIRONNEMENT CHANGEANT

Le recoupement des données géomorphologiques et archéologiques permet de reconstituer le paysage fluvial autour d'Arles dans l'Antiquité et les conditions hydrologiques, et de comprendre comment les contraintes induites par le fleuve ont été gérées par une société urbaine en plein développement. Il est important de saisir qu'au cours des sept siècles étudiés, aucun des trois acteurs entrant en jeu dans la construction du risque fluvial (topographie de la plaine, rythmicité et importance des crues, densification et extension du tissu urbain) n'est demeuré stable. Les conditions hydrologiques ont évolué en fonction de paramètres climatiques et géomorphologiques, et ont elles-mêmes contribué à transformer la topographie de la plaine d'inondation sous l'effet des accumulations sédimentaires issues des débordements. Facteurs climatiques et géomorphologiques entrent aussi en compte dans la formation ou la disparition du réseau hydrographique secondaire et des marais de la plaine d'Arles. En parallèle de ces mutations environnementales, la ville s'est également développée. Son extension progressive dans les zones inondables des deux rives est la cause première de sa vulnérabilité. Le facteur humain n'est cependant pas le seul régulateur de cette vulnérabilité. Elle a varié au cours des siècles en fonction des fluctuations des conditions hydrologiques. On reconnaît ainsi que la fin du Ier s. av. J.-C. et la première moitié du Ier s. ap. J.-C. constituent par exemple une période de forte activité hydrologique, au cours de laquelle les crues de grande ampleur étaient nombreuses et les niveaux phréatiques particulièrement hauts. A l'inverse, le IIe s. se caractérise par une phase de calme, tandis que dès la fin du IIIes., la péjoration des conditions hydrologiques semble préfigurer la crise climatique des VIe-VIIes. (Bruneton *et al.* 2001). Ces différents facteurs de construction du risque sont donc étroitement liés entre eux. A l'échelle de l'Antiquité, on retiendra que d'une façon ou d'une autre, du fait de conditions environnementales défavorables ou d'une trop grande exposition au danger, la contrainte hydrologique exercée sur la ville est restée très forte. Elle était cependant bien connue et gérée, et n'a jamais gêné le développement d'Arles.

En terme de comparaison, il semble que l'on puisse dire que les crues de l'Antiquité étaient plus violentes et plus nombreuses que les crues des XXe-XXIes. : le chenal du Rhône était plus mobile et les périodes de retour des grandes crues étaient plus importantes, puisque l'on compte jusqu'à quatre inondations dévastatrices par siècle. A ces événements exceptionnels, il faut rajouter toutes les inondations qui n'ont pas laissé de traces de leur passage sur les sites étudiés, soit parce que les crues étaient de faible intensité, soit parce que les sédiments déposés ont été nettoyés et n'ont donc pas pu être comptabilisées dans les estimations données. Ces données, espacées de deux mille ans, doivent cependant être relativisées à la lumière des époques intermédiaires, et notamment de la période Moderne : les crues antiques étaient dans leur ensemble moins nombreuses et beaucoup moins dévastatrices que celles du Petit Age Glaciaire, période durant laquelle les conditions climatiques et la vulnérabilité des sociétés urbaines imposaient des situations de risque bien supérieures à celles de l'Antiquité.

Bibliographie

Allinne *et al.* 2003 : ALLINNE (C.), BORGARD (P.), PITON (J.) — Arles (Bouches-du-Rhône). Ile-des-Sables. Sondage. *Bilan Scientifique du SRA PACA*, 2003, p. 104-105.

Andrieu-Ponel *et al.* 2000 : ANDRIEU-PONEL (V.), PONEL (P.), BRUNETON (H.), LEVEAU (P.), BEAULIEU (de) (J.-L.) — Palaeoenvironments and cultural landscapes of the last 2000 years reconstructed from pollen and Coleopteran records in the Lower Rhône Valley, southern France. *The Holocene*, 10, fasc.3, 2000, p. 341-355.

Arcelin 2000 : ARCELIN (P.) — Arles protohistorique, agglomération et structuration urbaine. *In* : BAUDAT (M.) ed. — *Espace et urbanisme d'Arles des origines à nos jours*. Arles : Groupe Archéologique Arlésien, 2000, p. 8-23.

Arnaud-Fassetta 1998 : ARNAUD-FASSETTA (G.) — *Dynamiques fluviales holocènes dans le delta du Rhône*. Thèse de géographie physique, Université d'Aix-Marseille I, 1998, 329 p.

Arnaud-Fassetta *et al.* à paraître : ARNAUD-FASSETTA (G.), BEAUDOIN (C.), BRUNETON (H.), BERGER (J.-F.), PROVANSAL (M.) — A ~8000-yr Record of Paleohydrology and Environmental Change in Fluvial-influenced Sediments from Urban Arles-Piton Core, North Rhône Delta, France. *The Holocene, à paraître*.

Bruneton 1999 : BRUNETON (H.) — *Evolution holocène d'un hydrosystème nord-méditerranéen et de son environnement géomorphologique*. Thèse de géographie physique, Université d'Aix-Marseille I, 1999, 363 p.

Bruneton *et al.* 2001 : BRUNETON (H.), ARNAUD-FASSETTA (G.), PROVANSAL (M.), SISTACH (D.) — Geomorphological evidence for fluvial change during the Roman period in the lower Rhone valley (southern France). *Catena*, 45, 2001, p. 287-312.

Gouvernet 1960 : GOUVERNET (C.) — Evolution géologique des relations bas Rhône-basse Durance pendant les temps pliocènes et quaternaires. *Annales de la Faculté des Sciences de Marseille*, série II, t. XXIX 1, 1960, p. 273-279.

Heijmans 2004 : HEIJMANS (M.) — *Arles durant l'Antiquité tardive. De la* duplex Arelas *à l'*urbs genesii. Rome : Ecole Française de Rome, 2004, 446 p. (Collection de l'Ecole Française de Rome, 324)

Landuré, Pasqualini 2004 : LANDURE (C.), PASQUALINI (M.) dir. — Delta du Rhône. Camargue antique et médiévale. *Bulletin Archéologique de Provence*, suppl. 2. Arles : Editions de l'A.P.A., 2004.

Laubenheimer 1998 : LAUBENHEIMER (F.) — L'eau et les amphores. Les systèmes d'assainissement en Gaule romaine. *In* : PESAVENTO MATTIOLI (S.) dir. — *Bonifiche e drenaggi con anfore in epoca romana : aspetti tecnici e topografici*. Modène : Franco Cosimo Panini, 1998, p. 47-70.

Leveau 2004 : LEVEAU (P.) — La cité romaine d'Arles et le Rhône. La romanisation d'un espace deltaïque. *American Journal of Archaeology*, 108, 2004, p. 349-375.

L'Homer *et al.* 1981 : L'HOMER (A.), BAZILE (A.), THOMMERET (J.), THOMMERET (Y.) — Principales étapes de l'édification du delta du Rhône de 7000 BP à nos jours ; variations du niveau marin. *Oceanis*, 7, 4, 1981, p. 203-233.

Lunardi 1998 : LUNARDI (P.) — Significato e obiettivi del consolidamento dei suoli oggi e nell'Antichità. *In* : PESAVENTO MATTIOLI (S.) dir. — *Bonifiche e drenaggi con anfore in epoca romana : aspetti tecnici e topografici*. Modène : Franco Cosimo Panini, 1998, p. 37-46.

Oomkens 1970 : OOMKENS (E.) — Depositional sequences and sand distribution in the postglacial Rhône delta complex. *In*: MORGAN (J.P.) (ed.) — *Deltaic Sedimentation: Modern and Ancient*. Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, Special Publication 15, 1970, p. 198-212.

Sintès 1996 : SINTES (C.) — Le cirque romain. *In* : SINTES (C.) dir. — *Musée de l'Arles antique*. Arles : Actes Sud, 1996, p. 76-79.

Thouret, d'Ercole 1996 : THOURET (J.-C.), D'ERCOLE (R.) — Vulnérabilité aux risques naturels en milieu urbain : effets, facteurs et réponses sociales. *Cahiers des Sciences Humaines*, 96-2, 1996, p. 407-422.

Vecchione 1990 : VECCHIONE (M.) — Arles, l'Ile-des-Sables. Habitat antique et aménagement de berge. *Notes d'information et de liaison de la Direction des Antiquités de PACA*, 7, 1990, p. 75-76.

Vella 1999 : VELLA (C.) — *Perception et évaluation de la mobilité du littoral holocène sur la marge orientale du delta du Rhône*. Thèse de 3ème cycle en géographie physique, Université Aix-Marseille 1, 1999, 225 p.

LES CRUES DANS UNE PERSPECTIVE HISTORIQUE : LE PETIT ÂGE GLACIAIRE

INTRODUCTION AUX PRESENTATIONS DE E. ROUCOTTE ET G. PICHARD

L'étude des crues à l'époque historique est complexe, dans la mesure où elle exige une attitude *transdisciplinaire*, encore très timide parmi les historiens (sauf quelques cas illustres), mais beaucoup mieux pratiquée chez les géographes. La période qui va du XIV^e^ au XIX^e^ siècle que nous vous présentons fait la transition entre le domaine de l'archéologie-sédimentologie et l'ère de l'hydrologie scientifique. Autant dire qu'elle est une époque très liée à l'histoire générale de la connaissance. Le passage du simple constat des événements à celle de l'observation construisant peu à peu ses techniques propres. Or cette longue phase de transition correspond aussi à ce que les historiens du climat ont appelé le "Petit Age Glaciaire" (PAG pour les Français, LIA, *Little Ice Age* pour les anglophones) L'histoire du Rhône mérite amplement cette appellation dans la mesure où les épisodes de glaces flottantes ou arrêtées (embâcles) s'y sont multipliés durant toute cette longue époque.

Le contexte général de toute cette phase historique commence à être connu du public. Rappelons seulement ce que révèle l'étude longue des cernes de croissance des arbres *(dendrologie)*, le sondage des glaces polaires et les milliers de textes historiques déjà rassemblés et critiqués, ainsi que les observations instrumentales. La courbe des températures depuis un millier d'années n'a pu être retracée que par la collaboration de la dendrologie, des reconstitutions historiques à partir des données observées (neige, glaces, sécheresses *etc.*) ou des mesures (certaines remontent au XVII^e^ siècle), et des données sur les fluctuations des glaciers.

Ci-dessous *(Figure 1)* la courbe des écarts de température par rapport à la moyenne des années 1960-1990). La période considérée comme celle du Petit Âge glaciaire y est encadrée.

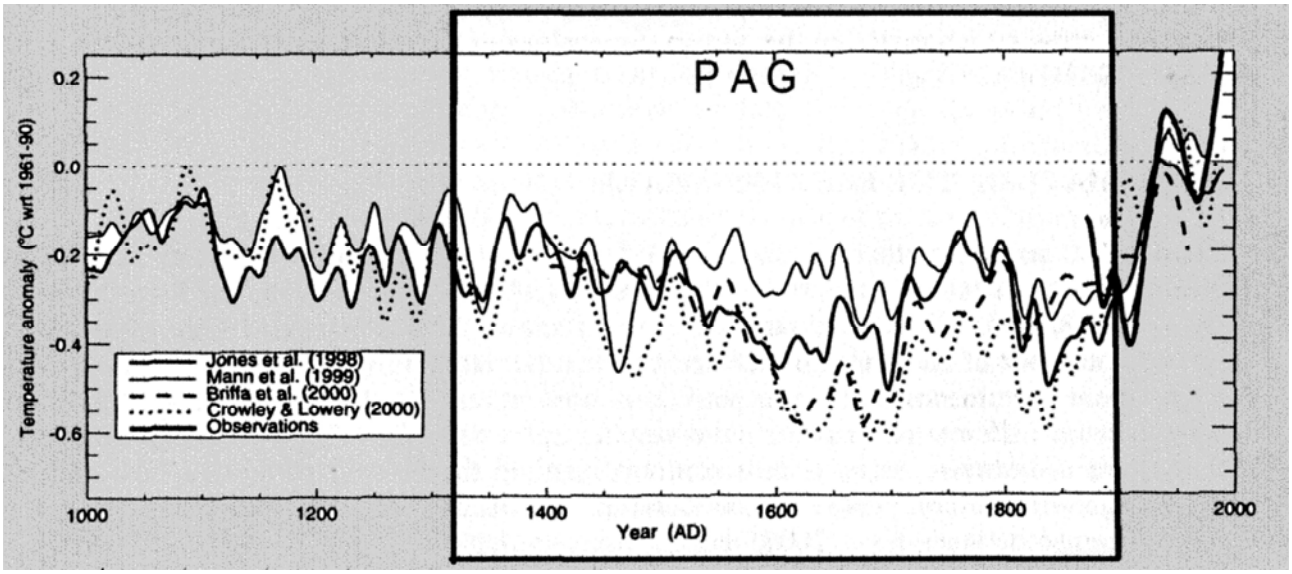


Figure 1 : Courbe des écarts de température par rapport à la moyenne des années

Adaptée de JONES, PH. D. et alii, Climate and History. Mémories for the Future ? Kluwer Berlin, New-York, 2001.

Le problème que l'on peut soulever tout de suite est celui de l'influence éventuelle de cette longue phase de refroidissement, coupées d'ailleurs de périodes de rémission, sur d'éventuelles phases de plus grande fréquence des crues. Que se passe-t-il en hydrologie et en climat méditerranéen lorsqu'il y a "forçage" d'un élément primordial comme les températures, dans un sens (vers le froid) ou dans l'autre (réchauffement) ? Question elle aussi fondamentale pour le passé que pour le temps présent. Dans la mesure où il a été constaté, et nous le montrerons aussi, que les crues d'automne prédominent, c'est le contraste de température mer-continent qui explique la majorité des crues du bas Rhône méditerranéen. Or celui-ci peut jouer dans les deux sens évoqués lorsqu'il y a accentuation du froid ou renforcement de la chaleur. Vaste problème qui exigerait de très longues analyses, mais qui pourrait expliquer, s'il était démontré, que la fréquence des crues s'accentue avec les changements brusques des conditions thermiques.

Afin de situer l'étude des crues du Rhône dans un cadre plus large, mais principalement méditerranéen occidental, il n'est pas inopportun de citer ici une étude italienne celle de Dario Camuffo et Silvia Enzi, en 1996, (voir bibliographie) qui établit pour le Tibre une courbe des fréquences de crues sur un temps très long, mais qui marque néanmoins nettement, comme pour le Rhône, deux grandes phases dans la période dite du Petit Âge glaciaire (encadré). Les crues du Pô pour cette période sont plus complexes car le fleuve reçoit des influences extra méditerranéennes.

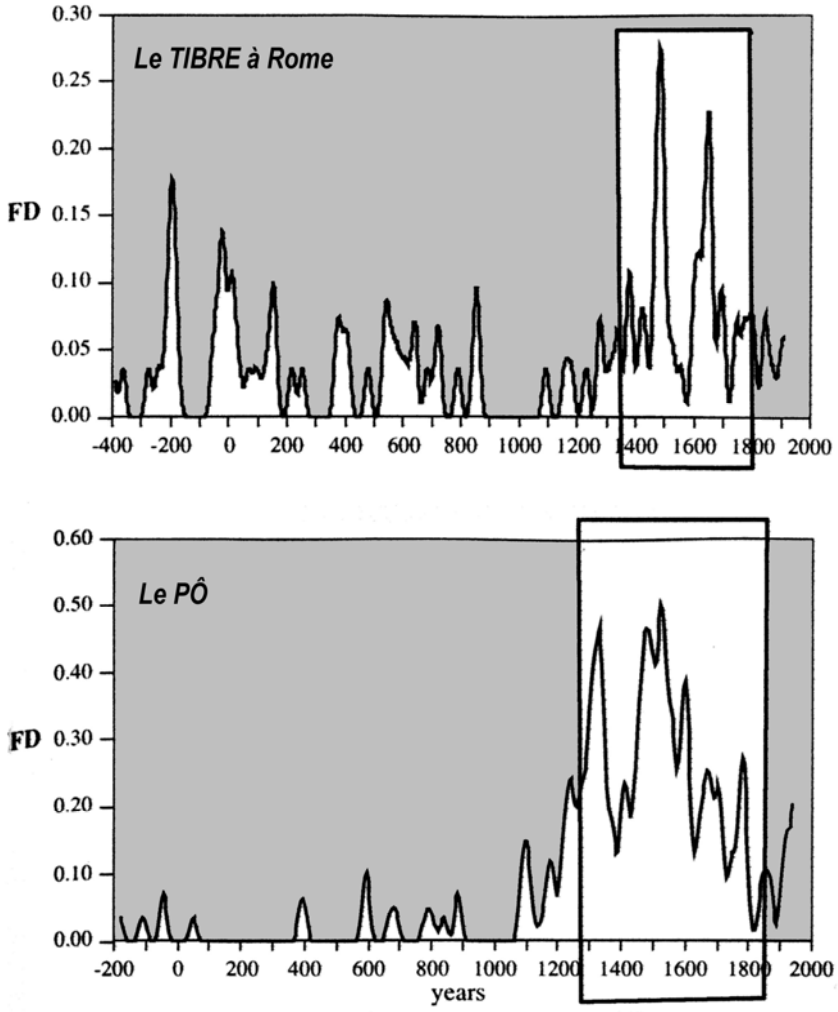


Figure 2 : La fréquence des crues du Tibre à Rome et du Pô dans tout son cours.

Figure adaptée de Dario CAMUFFO et Silvia ENZI "The Analysis of Two Bi-Millenial Series. Tiber and Po River Floods" in JONES, Ph. D; BRADLEY, R.S.; JOUZEL, J. (éd), Climatic Variations and Forcing Mechanisms of the Last 2000 Years, Springer Verlag Berlin, 1996

Nous présentons à notre tour une évolution multiséculaire, en tout six siècles et demi (*Documents annexés 1 et 2*) sur un étendue temporelle qui pose un problème majeur celui de l'homogénéisation des données tirées des sources historiques. C'est principalement ce sujet qui est au centre de ces deux contributions. Il existe bien entendu des procédures statistiques plus ou moins sophistiquées permettant de tester cette homogénéité et pour tenter d'améliorer celle-ci. Mais une première étape consiste à rassembler des centaines ou plutôt des milliers de textes (en anglais *data*) tirés des sources les plus variées dont on donne une petite idée de la complexité (E. Roucaute), ou encore des mesures (G. Pichard). Cette évolution avait déjà été établie lors d'une première publication en 1995. Depuis lors, la recherche a pu aborder la période médiévale, notamment grâce aux travaux de Jacques Rossiaud. Mais Emeline Roucaute étendant et approfondissant ces recherches, nous permet désormais de donner un tableau quasi complet de la période dite du Petit Âge glaciaire, dont la recherche internationale a fait remonter le début au cœur de ce qu'on appelle le bas Moyen-Âge, même si la véritable entrée dans le PAG reste controversée.

L'initiative de ces recherches de longue haleine était individuelle, sans la moindre sollicitation (ni financement) des pouvoirs publics et à l'origine, sans appui universitaire, à l'époque où l'histoire du climat était un secteur très marginal. Depuis les années 1990, l'accélération de certains phénomènes planétaires a au contraire focalisé l'attention sur lui. Mais la longue indifférence dont il vient d'être question permet d'expliquer le désarroi devant des phénomènes récents. La prise de conscience de la possibilité historique de la survenue de périodes de grande accélération de crues et débordements répétitifs aurait au moins pu faire douter que ces mêmes phénomènes étaient, comme l'on pensait parfois "sous contrôle". Il ne s'agit pas d'effrayer, mais de connaître, donc de savoir prévenir autant qu'on le puisse.

EMELINE ROUCAUTE

Doctorante

Université Aix-Marseille I

L'OBSERVATION HISTORIQUE DES CRUES DU RHÔNE ET DE LA DURANCE D'APRÈS LES SOURCES ÉCRITES 1325 - 1500

Le XIV^e^ siècle offre à la Provence ses premiers témoignages écrits d'inondations et apportent des précisions sur les catastrophes naturelles.

INTRODUCTION

La forte recrudescence de l'activité hydrologique de cette dernière décennie appelle les scientifiques à s'interroger davantage sur la fréquence des crues anciennes, ouvrant ainsi la voie à la perspective historique, qui permet de préciser davantage la chronologie établie par les sciences environnementales, à l'origine des fondements de la plupart des scénarios climatiques anciens. Déterminer individuellement chacune des crues d'après les sources écrites pour ensuite dégager, sur plusieurs siècles, l'évolution de l'activité du fleuve pose de prime abord le souci majeur du manque de précision et/ou de fiabilité des sources, arrogé à un discours lié à la catastrophe entièrement soumis au divin, qui rejette toute causalité anthropique ou météorologique. A partir du XVI^{e} siècle seulement, l'attitude se transforme et devient plus critique face à cet ensemble de croyances. A Arles, Pierre de Quiqueran de Beaujeu, qui a vécu les crues des années 1530-1550, interprète pour la première fois l'inondation comme le résultat de l'action de l'homme, qui a opprimé le fleuve par la construction de levées, associée à la fonte des neiges des montagnes alpines, l'impétuosité des vents et des pluies[3]. Les descriptions anciennes, ne laissant pas la place aux raisonnements scientifiques, empêchent de fournir à l'historien d'aujourd'hui d'autres données que celles de fréquence[4] (et non d'intensité). L'homogénéité des séries anciennes, à l'échelle historique, dépend donc entièrement de l'analyse critique des recoupements de documents d'archives laissés par les hommes.

L'ensemble des données dont nous disposons s'élève aujourd'hui à 472 mentions d'inondations (soit en moyenne : une crue tous les 17 mois), recueillies pour un ensemble de sept siècles. De cet ensemble ressortent deux phases principales ou hyperphases, qui fractionnent le Petit Age Glaciaire, séparées entre elles par une première moitié du XVII^{e} siècle marquée par une période de calme hydrologique relatif qui voit la reprise économique de la ville d'Arles.

La juxtaposition de ces données sur un même graphique nous autorise à révéler aujourd'hui la forte poussée hydrologique que connut le XV^{e} siècle, tout à fait comparable, en fréquence, aux pics les plus importants des XVIII^{e} et XIX^{e} siècles. Quant à l'étude de la variabilité saisonnière des crues, l'étendue de la période permet de mettre en évidence la nette avancée de la spécificité méditerranéenne subie par le Bas Rhône depuis plusieurs siècles.

3QUIQUERAN DE BEAUJEU Pierre (de), "La Provence louée (traduitz du latin par F. de Claret)", Lyon, librairie R. Reynaud, 1614. Livre I,chapitre xiii: "(…) faisant voir par l'horrible son de ses flots tumultueux combien il a à contrecoeur de voir sa grandeur opprimée par telles levées de terre (…) car avec les neiges des Alpes poussées en bas par l'impétuosité des vents, ou bien venans se fondre par la douceur de la prime-vère, ou avec les grandes pluyes découlantes des prochaisnes montaignes, et s'accumulans en son canal, il prend la descente d'un courant très rapide vers le midy, et nous arrouse de ses eaux très fécondes (…)".

4 La comptabilité de ces données s'effectue ensuite par mois de crue car les données ne permettent pas de préciser une continuation de crue ou plusieurs pics de crue dans un même mois.

L'Arlésien Bertran Boysset (v. 1345-1415), dans sa chronique, qui s'étend de 1365 à 1414, nous a laissé le témoignage de nombreux évènements climatiques. Bourgeois de la paroisse Saint-Laurent, tirant ses revenus de la pêche et de l'agriculture, mais aussi célèbre arpenteur, il a vécu cinq grandes inondations, entre 1396 et 1407.

- L'an MCCCLXXXXVI lo jorn XIIII de novembre (22/11/1396), que fon dimarts, fon gran diluvi d'aygua de Rose e de palun ; et fon tant gran que l'aygua venc entro las grazas de l'esquelier de l'ostal del Eres de Reymon Selesti ; e neguet Monlonc, la Capa, Camarguas-Major, las sals totas de Pequais e de la Verneda. Item, l'aygua crec del deluns al sera entro al dimars, a l'ora de tersia, XI palms d'aut. Item, motos dams fes en moto luocs, que non si poirie stimar ; per que tot home estia avizat, si mays lo cas semblant vesie, que non a gardes de salvar ho pasat si soy, yeu Bertrand Boysset, per que mi en creses ; qar grand dam receupi sus aquela ora ; quar salvar non o pogui per la gran creysensa que avie l'aygua. Item, en mon ostal ac d'aygua tant que cubrie lo sieis esqualons dels escaliers. Item, l'aygua passava de l'olme de Reganhola avan, per la quariera de mestre Pons Palhade, jusque lo portal de Chaynieva, dos palms d'aut per lo plus aut.

- L'an MCCCLXXXXVIII lo jorn XII d'octobre (20/10/1398) que fon digous fon gran deluvi, e fes gran dam sensa comparasion, mas menre fon que aquela que fon dos ans davant, quatre detz o lo ters d'un palm. L'autre deluvi que dig ay, atrobarez scrig en la XXIII carta d'aquest libre. E die vos que lo dam que fes lo permier deluvi, loqual es asay scrig, fon assi gran com aquest, et aquest com l'autre ; car non est l'home al mond, sals Dieus, que estimar pogue lo dam que quascun fes.

- L'an que desus [1401] del dig mes de desembre lo jorn X (19/12/1401), fon Rose gros, per tal maniera que neguet Monlonc, lo Baret, del Plan del Borc la ters parti, de Tresbons una granda partida.

- L'an que desus [1403], lo jorn XXV de febvrier (06/03/1404) fon Rose gros que umpli tot Tresbons, lo Plan del Borc, la Ropta e le claus de Nadal Ponta.

- Item, l'an que desus [1407], lo jorn V de febvrier (14/02/1408), fon Rose, que neguet Tresbons, lo Plan del Borc, la Ropta et Argensa, en son tenament plan los auturas non.

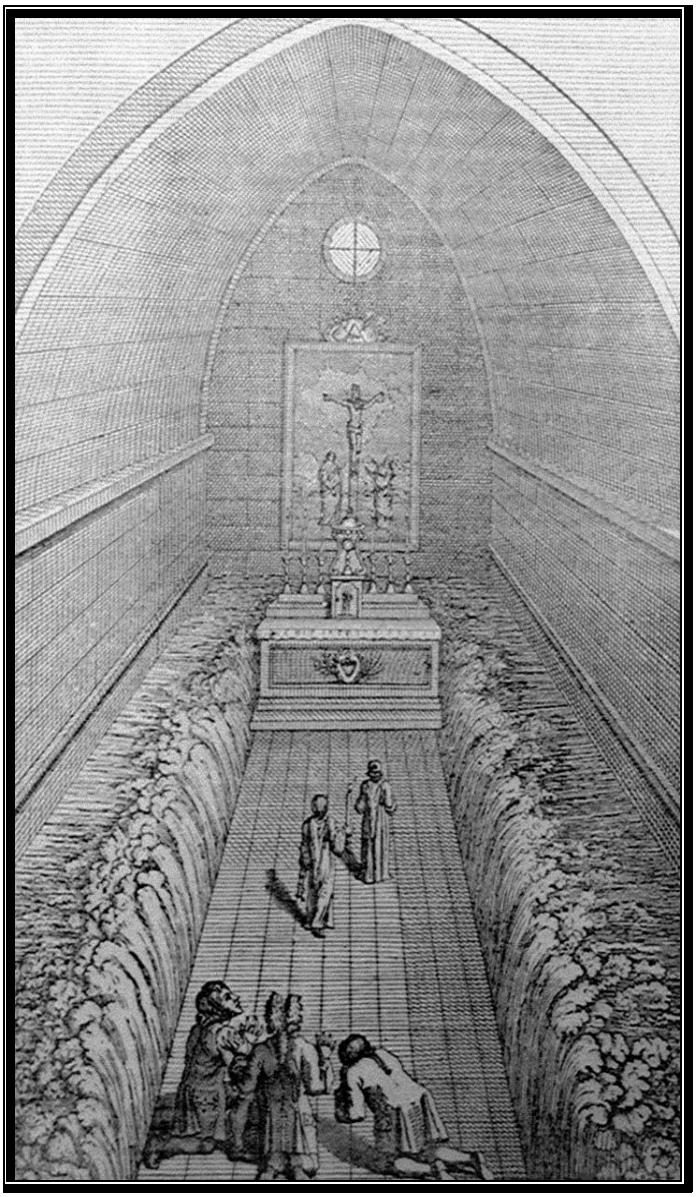
Deux problèmes types de problèmes de datation apparaissent ici. La chronique de Bertran Boysset est en effet datée selon le style de l'Annonciation, ce qui oblige à effectuer la correction grégorienne (8 jours pour le XIV^{e} siècle et 9 jours pour le XV^{e} siècle). De plus, l'année commençant au mois de mars, il faut parfois effectuer une deuxième correction. Ces corrections apparaissent entre parenthèses. Il existe plusieurs copies du manuscrit (Gênes, Paris, Avignon) et une version éditée, par Franz Ehrle. La Bibliothèque d'Arles en possède trois copies fragmentées : par Laurent Bonnemant (Ms 226), Pierre Véran (Ms 706) et Louis Jacquemin (Ms 228).

INONDATION DU 30 NOVEMBRE 1433

Miracle de la séparation des eaux arrivé dans la chapelle des Pénitents Gris d'Avignon.

*"**M**iracle fut grand en cette sainte chapelle, lors de l'inondation ; l'an 1433 commencèrent les eaux très-fort par un lundi matin 29 novembre, et crûrent ce vespre-là tant, qu'elles entrèrent en cette chapelle, et en la porte supérieure de l'autel, dessous laquelle étaient tous les livres de papier et parchemin, les vêtements, les touailles, et tous les reliquaires qui ne furent point mouillés aucunement par la volonté de Dieu, nonobstant que ce jour-là, qu'était un mardi, les eaux ne cessassent de croître, et le lendemain commencèrent à décroître, tant que tout fut écoulé le jeudi matin, à l'heure du prime, à laquelle heure vinrent beaucoup de gens, à la tête desquels étaient maître Armand, et maître Jean de Poussillac Faure, maître de cette dévote confrérie, et trouvèrent ce beau et grand miracle ; de la part des deux parois dextre et senestre étaient les eaux, de quatre pans de haut, tant que les coffres où étaient les habits de la discipline, en ce tems-là, furent mouillés, nonobstant que l'eau était plus haute de deux pans vers la paroye que les bancs, et là venait ladite eau en pendant comme fait une taulisse ; la moitié des bancs devers la paroye furent pleins d'eau ; et l'autre moitié n'étant point mouillée, tant qu'au milieu de la nef de ladite chapelle il n'y avait point d'eau, mais était tout sec, et aussi devant l'autel, par miracle de Jésus-Christ.*

Nous autres qui étions bien douze pénitents, suivis de beaucoup de gens, vîmes tous ce miracle : et pour en être plus certains, nous allâmes quérir quatre frères mineurs de l'ordre de Saint-François, desquels trois étaient docteurs en théologie, et l'autre bachelier, et firent la preuve et trouvèrent le banc devers la paroye tout mouillé, et l'autre moitié du banc était resté sec ; avec des couteaux nous cavâmes icelle moitié dudit banc, et le trouvèrent naturellement sèche ainsi dedans comme dehors ; en foi de ce avons signé."



extrait de : "Mémoire publié par le Licée de Vaucluse et rédigé par ses commissaires sur les inondations de la ville d'Avignon antérieures à 1755", Avignon, Alphonse Bérenguier, an X, pp. 14-16.

Ce miracle est encore fêté chaque année par la confrérie des Pénitents Gris d'Avignon. Cette gravure du XVIIIe siècle a été publiée en 1936 par Sylvain Gagnière, qui la décrit comme *"intéressante par sa naïveté et ses anachronismes, nous montrant les eaux nettement partagées comme on les voit sur les représentations du passage de la Mer Rouge. Trois personnages en costume Louis XV sont agenouillés au premier plan, tandis que deux Pénitents, utilisant ce chemin providentiel, avancent tranquillement vers l'autel pour en retirer l'ostensoir*

1 La grande poussée hydrologique du XVe siècle : une manifestation soudaine et violente du fleuve

(cf. documents annexes 1 : les crues du Rhône)

1.1 Un indicateur tendanciel : la moyenne mobile

La traduction graphique de l'ensemble des données historiques recueillies pour le "Petit Age Glaciaire", regroupées par décennies, établit le comportement pseudo-cyclique du fleuve, par une tendance d'évolution qui alterne des phases de crises, de relative accalmie, ou de progression hydrologique. Dans la mesure où il est parfois difficile de préciser une récurrence de crues ou plusieurs pics de crue dans un même mois, ce sont les mois avec crue(s) qui sont ici comptabilisés.

La périodicité à l'échelle séculaire indique une montée d'activité hydrologique, au XIVe siècle, avec une fréquence de crues (32 crues) symétrique à la période régressive du xxe siècle (37 crues). Le XIVe siècle marque en effet l'entrée dans une période d'aggravation des inondations, qui se traduit par une forte activité du fleuve concentrée sur la décennie 1351-1360, durant laquelle on recense 9 crues du Rhône et 6 crues de la Durance.

A une échelle un peu plus réduite, le calcul de la moyenne mobile en prenant la moyenne des valeurs sur sept décennies permet de matérialiser deux grands ensembles d'activité hydrologique (hyperphases) qui traversent le Petit Age Glaciaire, compris entre le XIVe siècle et la fin du XVIe siècle, et entre le milieu du XVIIIe siècle et la fin du XIXe siècle.

En choisissant une fenêtre plus réduite de la moyenne mobile (trois décennies), l'on distingue nettement l'intérieur de ces deux hyperphases, où s'insèrent des poussées de haute fréquence hydrologique : quatre pour chaque hyperphase, qui constituent en quelque sorte des sommets de fréquence de crues. La plus importante poussée se situe, pour le XVe siècle, entre 1481 et 1500, mais c'est l'ensemble du XVe siècle qui est bouleversé, en corrélation, d'ailleurs, avec la reprise de l'activité torrentielle en Haute Provence. Maurice Jorda, qui a étudié la torrentialité postglaciaire, a d'ailleurs mis en évidence les crises d'activité torrentielle de la fin du Moyen Age jusqu'au début du XIXe siècle grâce à la géomorphologie[5] tandis que d'autres auteurs ont formulé des hypothèses sur l'origine de ce réveil torrentiel par l'érosion et le déboisement[6]. La reprise d'activité du Riou-Bourdoux, symbolisée par le désastre de 1451-1452[7], qui engloutit le terroir de pierres et de laves torrentielles, ou encore la catastrophe de Bayons[8], le 24 juillet 1492, sont les faits les plus marquants connus en Haute-Provence.

---

[5] *JORDA Maurice, "La torrentialité holocène des Alpes françaises du sud : facteurs anthropiques et paramètres naturels de son évolution", dans "Cahiers ligures de préhistoire et de protohistoire", nouvelle série, n°2, 1985, pp. 49-70.*

[6] *SCLAFERT Thérèse, "Cultures en Haute-Provence. Déboisements et pâturages au Moyen Age", Paris, S.E.V.P.E.N., 1959.*

[7] *ARNAUD François, "Notice historique sur les torrents de la vallée de l'Ubaye", Paris, Imprimerie Nationale, 1895.*

[8] *ISNARD Z., "Le cataclysme de Bayons en 1492", dans "Bulletin de la Société Scientifique et Littéraire des Basses-Alpes", t. III, 1887-1888, p. 44.*

Durant la même période, la Durance, principal affluent du Rhône, présente une forte activité hydrologique : les données rassemblées pour le bassin de la Haute-Durance par Pierre Mougin[9] laissent en effet entrevoir une grande densité des crues, particulièrement concentrées dans la première moitié du siècle, aujourd'hui confirmées par la forte hydrosédimentation d'origine durancienne enregistrée autour de l'abbaye de Silvacane[10].

1.2 La multiplication des épisodes de crues à partir de 1420

A partir de 1420, en effet, nous assistons à l'intensification marquée des épisodes de crues. Entre 1421 et 1450, 29 crues se succèdent. La plupart du temps, ces crues endommagent les terroirs, sans extrême gravité, causant le plus souvent des dégâts matériels. Au mois de novembre 1433 a lieu l'inondation qui a vu s'accomplir le Miracle des Pénitents : les eaux du Rhône, couplées à celles de la Durance et de la Sorgue, séjournent sur l'immense étendue de terres d'Avignon jusqu'à la mer. A la même époque, le Rhône subit une modification artificielle, suite à la décision prise par le conseil communal de fermer le bras du Rhône dit de Saint-Ferréol, qui courait de Montlong aux Saintes-Maries-de-la-Mer[11] : si le Rhône a changé plusieurs fois de cours durant le Bas Moyen Age, c'est aussi durant cette période que son aspect se modifie, son lit formant peu à peu de nombreuses tresses qui traduisent son intense activité hydrologique[12].

En trente ans, de 1471 à 1500, l'on assiste à la nette aggravation de la situation, avec 40 mentions de crues. Le 23 septembre 1471, l'une des inondations les plus catastrophiques, surnommée par les contemporains "le grand déluge", survient. Les textes conservés de cette inondation[13] concernent la ville d'Avignon, où la plupart des récoltes sont détruites, les vivres entreposés dans les caves des quartiers bas sont perdus, plusieurs personnes sont noyées, et un grand nombre de bétail périt sous les eaux. Malgré le vide de la documentation arlésienne, nous savons que Tarascon fut touchée aussi car le Roi René, devant l'ampleur des dégâts, prend la décision d'exempter les tarasconnais d'impositions durant sept années. La qualification de *"magnum diluvium[14]"* peut rappeler une crue d'origine cévenole, dont on connaît la vitesse de montée des eaux. Entre 1481 et 1490, la fréquence des crues atteint son maximum, avec un ensemble de 18 crues en une seule décennie, d'une manière très comparable aux pics de fréquence les plus importants des XVIII^{e} (1701-1710) et XIX^{e} siècles (1811-1820).

---

[9] MOUGIN Pierre, "La restauration des Alpes", Paris, Imprimerie Nationale, 1931.

[10] JORDA Christophe, MOLINA Nathalie, "Manifestations du Petit Age Glaciaire en Basse-Durance : la fouille de l'abbaye de Silvacane (La Roque-d'Anthéron, Bouches-du-Rhône), dans Méditerranée, n°1-2, 2004, pp. 55-60.

[11] STOUFF Louis, "Arles à la fin du Moyen-Age", Aix-en-Provence, Publications de l'Université de Provence, 1986, p. 46-47.

[12] ARNAUD-FASSETTA Gilles, "Quatre mille ans d'histoire hydrologique dans le delta du Rhône, de l'âge du bronze au siècle du nucléaire", Paris, P.R.O.D.I.G., 2000.

[13] Le 23 septembre 1471, le fleuve sortit de son lit, sa colère fut encore rendue plus terrible par "la merveilleuse et excessive influence des eaux de la Durance, lesquelles, de mémoire d'homme vivant, ne furent venues si haultes ni si grosses". "Les marchands de sel sont endommaigez ; les autres ont perdu tous leurs vins, huyles et autres biens estans en caves et celiers de la basse ville, mesmement les vins nouveaulx qui naguères y avoyent esté mis…Tout le bois de chauffage et aussi pour ediffier, qui en grant nombre avoit été pieça amené et déchargé sur le port (…) s'en est tout allé a l'eaue, sans qu'il eu soit démouré une pièce. Ceulx qui avoyent, en l'isle d'Argenton et autres isles près leurs terres et possessions et partie des fruitz de ceste cuilett comme blez, foings et pailles et grant quantité de bestails gros et menu, ont tout perdu. Et en somme, il y a tant de dommaiges et tant de pertes a la chose publique et à tous particuliers, grans et petis, de ceste ville et d'icy entour, que on ne les saurait ne pourroit estimer. Dieu par sa grace vueille saulver les ames de plusieurs personnes…qui se sont noyées et perdues en ce déluge !". Cité par de nombreux auteurs (Champion, Gagnière, Bailly, etc…).

[14] Archives Départementales du Vaucluse, série H, Cordeliers d'Avignon, n° 33, f°103.

Après une première moitié du XVI^e^ siècle particulièrement agité dans sa première décennie, la première hyperphase se termine par une grande poussée hydrologique, allant de 1541 à 1590. Les années 1540 sont fortement marquées par la succession importante de hautes eaux (des "Gros Rhône" souvent nommés en hydrologie des "Rhône pleins bords"), qui alternent avec les crues du Rhône et les débordements successifs de la rivière de Durance.

Le 11 novembre 1544, l'inondation est si catastrophique que l'on croit à un renouvellement du déluge : toutes les rivières sortent de leur lit et l'on peut *"aller en bateau depuis Châteaurenard, Eyragues et Saint-Rémy jusqu'à Arles"*. En 1587, le Rhône change de lit au couchant pour former celui du Bras de Fer, marquant l'aboutissement le plus exceptionnel de cette importante poussée hydrologique, et le début d'une assez longue étape d'accalmie, durant toute la première moitié du XVII^e^ siècle.

2 La variabilité mensuelle et saisonnière des crues : l'avancée de la spécificité méditerranéenne depuis le XVIII^e^ siècle

Si les deux saisons hydrologiques (hautes eaux hivernales / faiblesse estivale) ont toujours marqué communément la plupart des cours d'eau du bassin rhodanien inférieur, une certaine diversité apparaît cependant dans la répartition saisonnière des crues anciennes. La détermination de cette variabilité est ici fournie sur six siècles[15], par un graphique *(document annexe 2)* qui présente les fréquences mensuelles et saisonnières des crues.

Dominé jusqu'à Avignon par les pluies atlantiques, le régime des crues du Bas Rhône tombe ensuite sous l'influence méditerranéenne[16], qui est aujourd'hui la plus marquée, avec des crues d'automne prédominantes, entre le mois d'octobre et le mois de décembre, et une sécheresse estivale importante. Les rapports entres les saisons et leur place dans l'année étaient autrefois assez différents, comme le prouve, par exemple, l'existence de crues estivales qui ont disparu sur le Bas Rhône depuis les années 1920 en même temps que les épisodes de glace[17]. L'on s'interroge d'ailleurs fortement sur l'origine de ces crues : y aurait-il, par exemple, une forte proportion de crues cévenoles, dont on connaît la rapidité des montées d'eau, venant brusquement grossir le Bas Rhône ? Le manque de recherches dirigées sur le bassin cévenol nous empêche encore de répondre à cette interrogation. D'autre part, l'écart entre les crues d'automne et les crues d'hiver n'est véritablement accentué que pour certains siècles : ainsi les XV^e^ et XVII^e^ siècles enregistrent-ils une proportion importante (autour de 40 %) de crues d'hiver, entre les mois de janvier et de mars, le régime du Bas Rhône ayant alors un comportement analogue à celui du Haut Rhône.

Mais dès le XVIII^e^ siècle, le régime méditerranéen s'installe dans la continuité, avec un taux imposant de crues automnales, pour lesquelles se remarque un déplacement des maxima de fréquence, de décembre au XV^e^ siècle, à novembre du XVI^e^ au XVIII^e^ siècle, jusqu'à octobre au XIX^e^ siècle, avec une inversion des maxima entre le XV^e^ siècle et le XIX^e^ siècle.

C'est d'ailleurs durant la saison automnale que la plupart des grandes crues se produisent, les crues cévenoles succédant souvent à un été assez sec étant bien souvent les plus catastrophiques, comme le rappellent souvent les sources écrites qui insistent sur le caractère soudain et brutal de l'inondation.

15 Le XIVème siècle n'a pas été traité à cause du manque de précision des sources, qui ne fournissent l'indication du mois de la crue que pour la moitié du recensement.

16 PARDE Maurice, "Le régime du Rhône : étude hydrologique", 2 vol., Lyon, éd. Masson, 1925.

17 PICHARD Georges, "Les crues du le bas Rhône de 1500 à nos jours. Pour une histoire hydro-climatique", dans Méditerranée, n°3-4, 1995, p. 112.

L'apport océanique subi par le bas Rhône à certaines époques doit être précisé ainsi que la place de la fonte des neiges dans l'origine des grandes crues du Bas Rhône, les crues printanières ayant une place assez stable tout au long du Petit Age Glaciaire : une étude systématique des textes, qui sous-entendent parfois l'origine des crues, par interprétation ou description des phénomènes, ainsi qu'une comparaison avec les crues du Haut Rhône telle que l'a entamée Jacques Rossiaud[18], reste encore à faire.

Ponts et levées emportés, blés et prairies inondés, bétail noyé : la survie des populations est bien souvent soumise aux perturbations climatiques, dont la crue constitue sans aucun doute une des principales contraintes. Le fleuve, qui connaît à partir des années 1420 une forte recrudescence de son activité, envahit de plus en plus fréquemment d'immenses surfaces de terres cultivées, dont l'ensemble des textes historiques se font l'écho, parfois au détriment des descriptions de l'intérieur des villes. Certains contemporains ont d'ailleurs perçu cette extraordinaire fréquence, tel encore Pierre de Quiqueran de Beaujeu, qui décrit un terroir *"presque inondé de deux ans en deux ans, souvent les deux de suite, quelquefois les trois consécutifs[19]"*. Outre une fréquence accrûe des épisodes de crues durant la première partie du Petit Age Glaciaire, il faut remarquer également l'accentuation progressive de la spécificité méditerranéenne, que devraient sans doute exprimer plus encore les changements climatiques à venir, au travers de l'accentuation des contrastes saisonniers, qui incluent un changement du régime du Bas Rhône. Mais cet ensemble de données établissant le comportement du fleuve pour les périodes anciennes doit absolument être mis en corrélation avec l'occupation humaine de la plaine aux mêmes époques : la place de l'homme dans la modification du climat, mais bien plus encore dans les perturbations exercées sur le milieu, doit être précisée. Au nord d'Arles, par exemple, la plaine du Trébon subit, au Bas Moyen Age, des aménagements qui, en augmentant les apports d'eau tout en ralentissant leur vidange, viennent gêner le drainage des eaux d'inondation. La fin du XVI^{e} siècle laisse cependant les Arlésiens dans de nouvelles perspectives économiques : le changement environnemental de la première moitié du XVII^{e} siècle et l'accalmie du fleuve permettent la reprise de l'agriculture et même la réussite provisoire de l'entreprise de dessèchements menée par Jan Van Ens depuis 1642, qui payera le lourd tribut des inondations de 1674, 1679 et 1705, qui détruiront entièrement les ouvrages de dessèchement.

18 ROSSIAUD Jacques, "Réalités et imaginaire d'un fleuve : recherches sur le Rhône médiéval", 7 vol., thèse d'Etat en Lettres, Paris I, 1994.

19 QUIQUERAN DE BEAUJEU Pierre, "La Provence louée (traduitz du latin par F. de Claret)", Lyon, librairie R. Reynaud, 1614. Livre I, chapitre XIV.

Bibliographie

ALEXANDRE Pierre, “Le climat en Europe au Moyen Age. Contribution à l’histoire des variations climatiques de 1000 à 1425 d’après les sources narratives de l’Europe occidentales”, Paris, éd. de l’EHESS, 1987.

ARNAUD François, “Notice historique sur les torrents de la vallée de l’Ubaye”, Paris, Imprimerie Nationale, 1895.

ARNAUD-FASSETTA Gilles, “Quatre mille ans d’histoire hydrologique dans le delta du Rhône, de l’âge du bronze au siècle du nucléaire”, Paris, P.R.O.D.I.G., 2000.

ARNAUD-FASSETTA Gilles, “Dynamiques fluviales holocènes dans le delta du Rhône”, Thèse de doctorat de Géographie, Aix-Marseille I, 1998.

BAILLY Robert, “Avignon hors les murs”, Avignon, impr. F. Orta, 1967.

BENASSAR Bartolomé (dir.), “Les catastrophes naturelles dans l’Europe médiévale et moderne. Actes des XVème Journées Internationales de l’Abbaye de Flaran [Flaran, 10-12 septembre 1993], Toulouse, Presses universitaires du Mirail, 1996.

BENELLI Gino, “Le climat d’Arles sur Rhône”, D.E.S. : mémoire complémentaire de Géographie, Aix-Marseille I, 1964.

BRAVARD Jean-Paul, “Approches du changement fluvial dans le bassin du Rhône (XIVème-XIXème siècles), dans BECK Corinne, DELORT Robert (dir.), “Pour une histoire de l’environnement. Actes du Programme scientifique et du colloque du CNRS sur l’histoire de l’environnement et des phénomènes naturels [mars 1991]”, Paris, CNRS, 1993.

CARRU Dominique, “Les inondations du Rhône à Avignon. Quelques indices archéologiques pour l’Antiquité et le Moyen Age”, dans MAZET Jean, “Avignon, les inondations”, Avignon, Les Amis du Palais du Roure, 1996, pp.3-13.

CHAMPION Maurice, “Les inondations en France depuis le VIème siècle jusqu’à nos jours : recherches et documents contenant les relations contemporaines, les actes administratifs, les pièces officielles, etc… de toutes les époques”, 6 vol., Paris, V. Dalmont, 1858-1864.

CORSAND Leslie Maurice, “De la gestion du risque-inondation en Camargue à l’identité camarguaise”, Mémoire de D.E.A. de géographie, Aix-Marseille I, 2001.

FUSTER, “Des changements dans le climat de la France. Histoire de ses révolutions météorologiques”, Paris, Capelle, 1845.

GANIERE Sylvain, “Notes historiques sur les inondations d’Avignon”, Avignon, impr. Rullière frères, 1936.

GUILBERT Xavier, “Les crues de la Durance depuis le XIVème siècle. Fréquence, périodicité, essai d’interprétation paléoclimatique”, Mémoire de maîtrise de Géographie, Aix-Marseille I, 1994.

ISNARD Z., “Le cataclysme de Bayons en 1492”, dans “Bulletin de la Société Scientifique et Littéraire des Basses-Alpes”, t. III, 1887-1888, p. 44.

JORDA Maurice, “La torrentialité holocène des Alpes françaises du sud : facteurs anthropiques et paramètres naturels de son évolution”, dans “Cahiers ligures de préhistoire et de protohistoire”, nouvelle série, n°2, 1985, pp. 49-70.

JORDA Christophe, MOLINA Nathalie, “Manifestations du Petit Age Glaciaire en Basse-Durance : la fouille de l’abbaye de Silvacane (La Roque-d’Anthéron, Bouches-du-Rhône), dans Méditerranée, n°1-2, 2004, pp. 55-60.

LAMB Hubert H., “Climate : present, past and future”, 2 vol., London, Mathuen, 1972-1977.

LE ROY LADURIE Emmanuel, “Histoire du climat depuis l’an mil”, Paris, Flammarion, 1967.

LE ROY LADURIE Emmanuel, “Histoire humaine et comparée du climat. Canicules et glaciers. XIIIème-XVIIIème siècles”, Paris, éd. Fayard, 2004.

MIRAMONT Cécile, “Morphogénèse, activité érosive et détritisme alluvial holocènes dans le bassin de la Moyenne Durance (Alpes françaises du Sud)”, Thèse de doctorat de Géographie Physique, Université Aix-Marseille 1, 1998.

MOUGIN Pierre, “La restauration des Alpes”, Paris, Imprimerie Nationale, 1931.

PARDE Maurice, “Le régime du Rhône : étude hydrologique”, 2 vol., Lyon, éd. Masson, 1925.

PELOSATO Alain, “Le Rhône et ses crues”, coll. Technique, Pantin, éd. Naturellement, 1997.

PICHARD Georges, “Les crues sur le Bas Rhône de 1500 à nos jours. Pour une histoire hydro-climatique”, dans Méditerranée, n°3-4, 1995, pp. 105-116.

QUIQUERAN DE BEAUJEU Pierre (de), “La Provence louée (traduitz du latin par F. de Claret)”, Lyon, librairie R. Reynaud, 1614.

ROSSIAUD Jacques, “Avignon et le Rhône à la fin du Moyen Age”, dans Annuaire de la Société des Amis du Palais des Papes, 1976, pp.65-68.

ROSSIAUD Jacques, “Réalités et imaginaire d’un fleuve : recherches sur le Rhône médiéval”, 7 vol., thèse d’Etat en Lettres, Paris I, 1994.

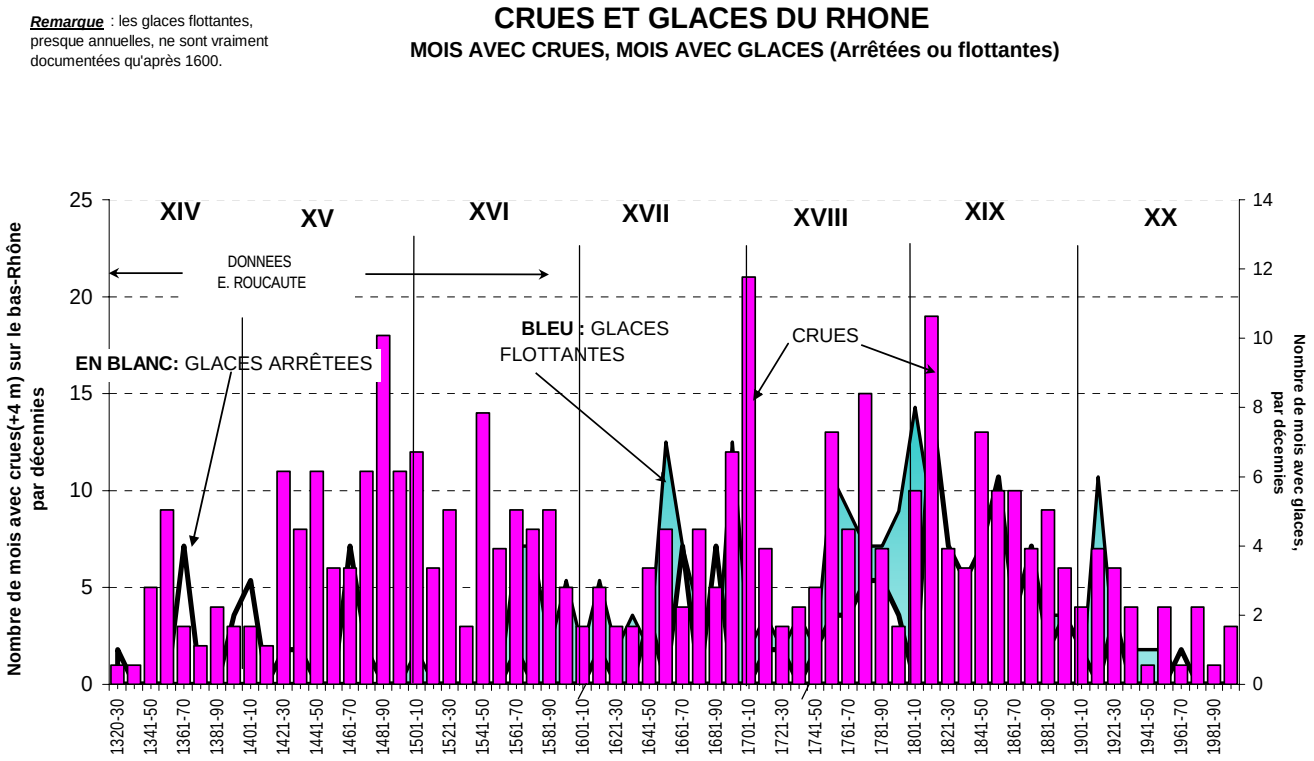
SCLAFERT Thérèse, “Cultures en Haute-Provence. Déboisements et pâturages au Moyen Age”, Paris, S.E.V.P.E.N., 1959.

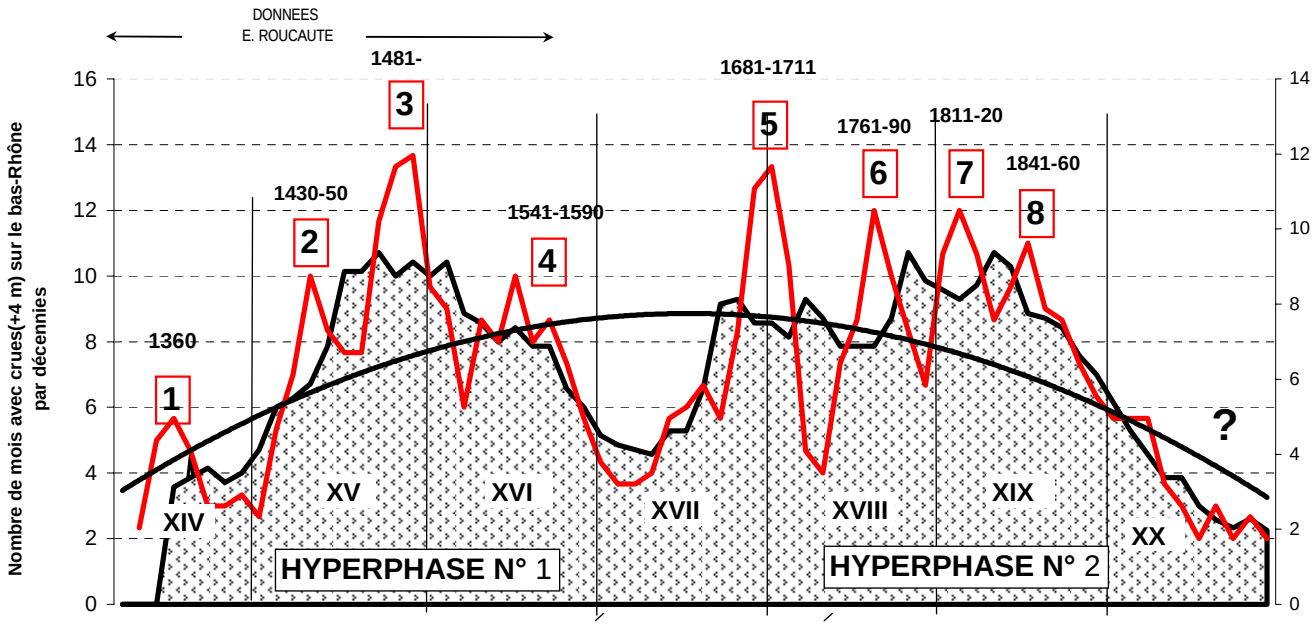
STOUFF Louis, “Arles et le Rhône à la fin du Moyen Age, les levées et le port”, dans Provence Historique, tome XXXII, fascicule 127, janvier-mars 1982, pp. 15-36.

STOUFF Louis, “Arles et le Rhône à la fin du Moyen-Age”, Aix-en-Provence, Publications de l’Université de Provence, 1986.

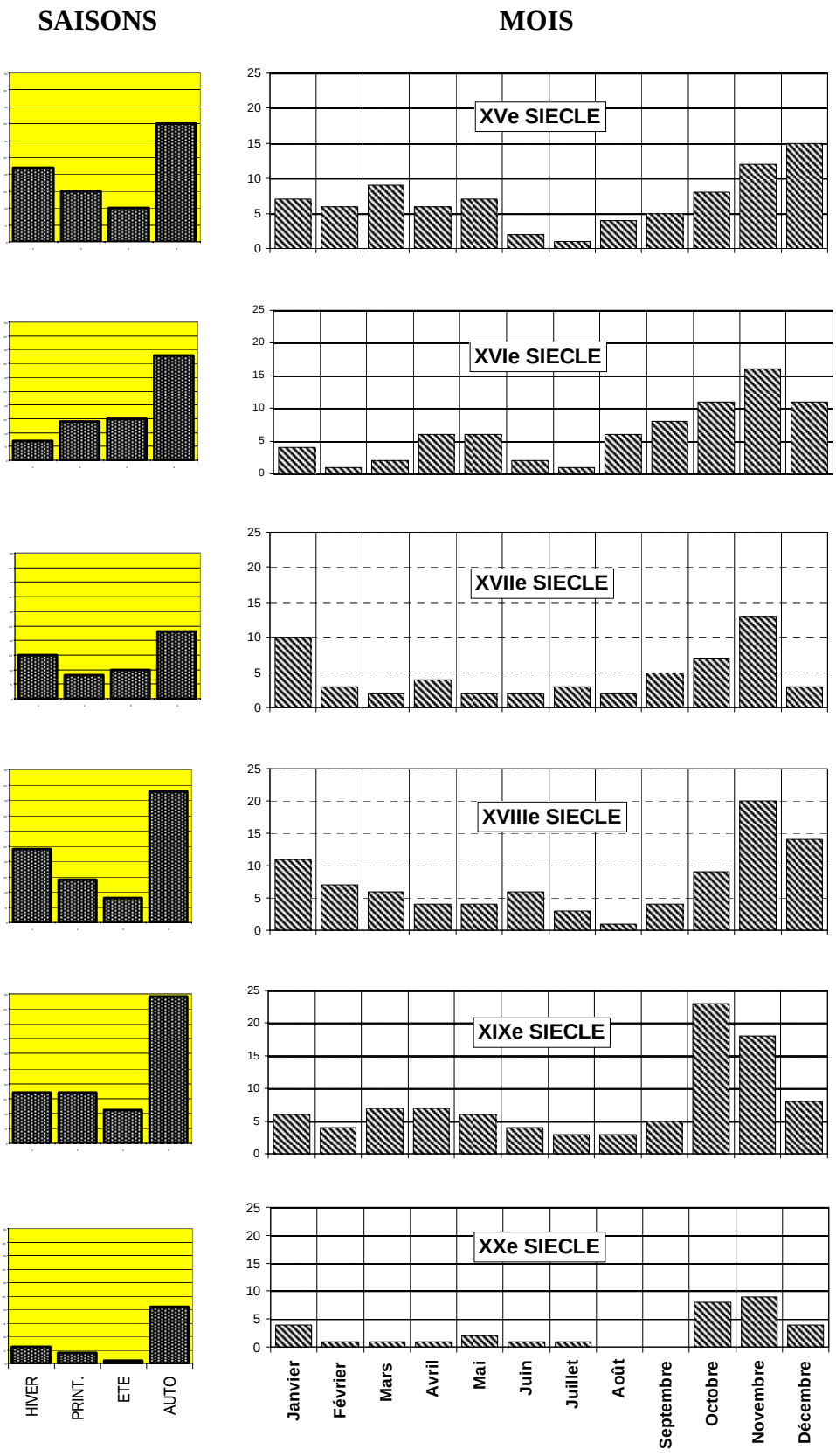
Documents annexes

Remarque : les glaces flottantes, presque annuelles, ne sont vraiment documentées qu'après 1600.

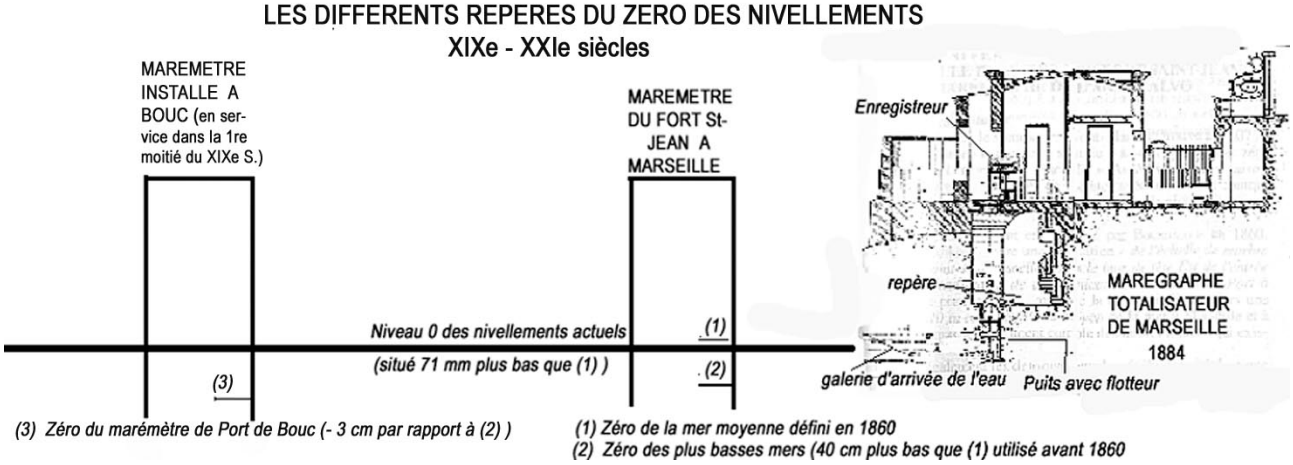




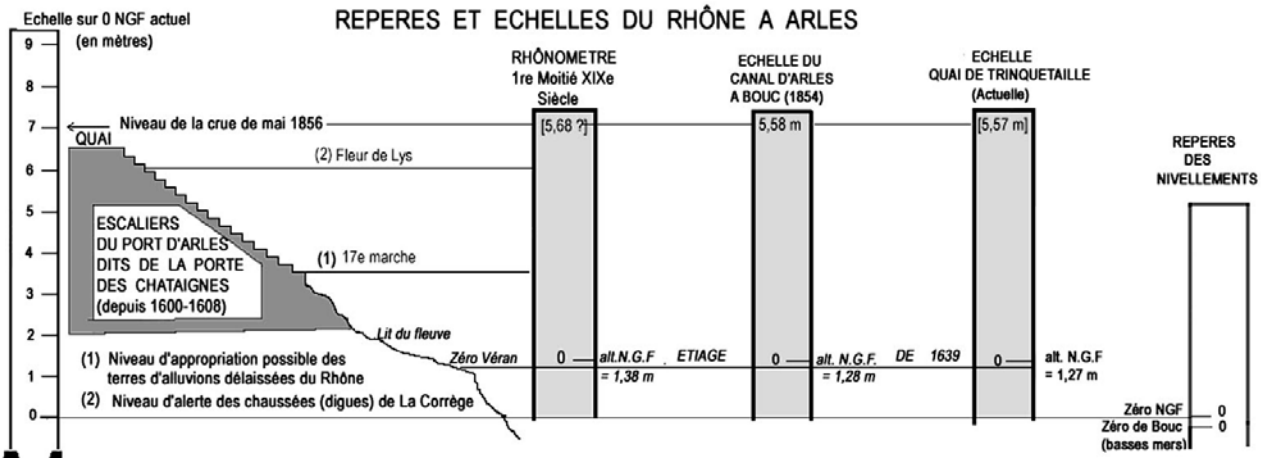
Document 1 : Crues du Rhône



Document 2 : Répartition des crues par mois et par saisons



Document 3 : Les différents repères du zéro des nivellements (XVXe XXIe)



Document 4 : Repères et échelles du Rhône à Arles

GEORGES PICHARD

Professeur agrégé

Docteur en histoire

LA MONTÉE DES CRUES DU RHÔNE PENDANT LE PETIT AGE GLACIAIRE (XVIE-XIXE SIÈCLE) ET L'HISTOIRE DES ÉCHELLES DU FLEUVE Á ARLES

(HYPERPHASE 2)

Etude du problème des influences climatiques, de la morphologie du lit du Rhône et de l'influence de la mer.

INTRODUCTION

À la fin des guerres de religion à Arles, on ne constate pas seulement les plaies et les ruines, mais aussi de profonds changements dans la réalité fluviale: un changement des embouchures de l'ancien Rhône dit de Passeron à celles qui deviendront l'embouchure dit du Bras de Fer. Mais aussi un changement dans ce qui constituait une vision du monde qui fut celle du Moyen Âge. Rien ne se produit brusquement, loin de là, mais il est certain qu'on envisage autrement le rapport avec les "objets" et les forces naturelles. La reprise en agriculture et dans le commerce fut rapide et vive et des là première décennie du dix-septième siècle sont reconstruits à grands frais les murailles ainsi que les quais bordant le Rhône. La période de calme fluvial relatif qui s'ouvre est comme le montrent notre document une exceptionnelle et assez longue parenthèse (une quarantaine d'années) entre deux hyperphases de crues très fréquentes qui rythment le Petit Âge glaciaire dans le Bas Rhône[20].

20 On se permettra ici de renvoyer le lecteur à la prochaine Histoire d'Arles à paraître chez Acte-Sud en 2005 pour tout ce qui concerne le contexte historique de cette histoire des crues et du changement des attitudes envers un "objet" naturel comme le Rhône et en général sur un regard plus "profane" sur la nature et ses phénomènes.

1 Première étape : une échelle empirique et cependant efficace

(Pour une meilleure compréhension des paragraphes qui suivent il est recommandé de se reporter aux présentations graphiques des **Documents annexes** *3 et 4 sur les échelles du Rhône et de la mer, page 51).*

Il est difficile de savoir comment dans les périodes les plus anciennes on appréciait les variations du niveau du fleuve. Il paraît en tous les cas normal de penser qu'on s'en préoccupait. Dès la fin du seizième siècle, les marins d'Arles s'alarmaient des obstacles fréquents à la passe vers la mer. De là à disposer d'un système d'observation, il semble bien que ce souci se manifeste surtout dans les premières années du dix-septième siècle. Remarquons seulement que, grâce à Pierre Véran sur lequel on reviendra, on dispose d'évaluations de hauteurs des crues depuis celles de 1529 et 1530.

Début dix-septième siècle, entre 1600 et 1608 il fallut trouver des fonds pour refaire murailles et quais en front de Rhône. Pour cela le roi permit la levée d'une taxe de 2 pour cent sur les marchandises passant à Arles. Le détail des travaux de recul ou démolition de maison, édification de murailles et de quais, réparation d'église etc. figure dans la comptabilité de la Cour des Comptes[21]. Face à l'église Saint-Martin et près de la porte dite "des Châtaignes", on pratiqua un port d'accès avec plan incliné et volée d'escaliers comprenant dix-sept marches. Pris dans les murailles, il y avait des anneaux, "boutons" et fleur de lys en métal, lesquels joueront un rôle important pour fixer les idées sur les hauteurs du Rhône jusqu'à la Révolution et même le début du dix-neuvième siècle. La gravure de Jacques Peytret en 1660 *(Figure 1)* fournit une image approchée de ces quais et escaliers.

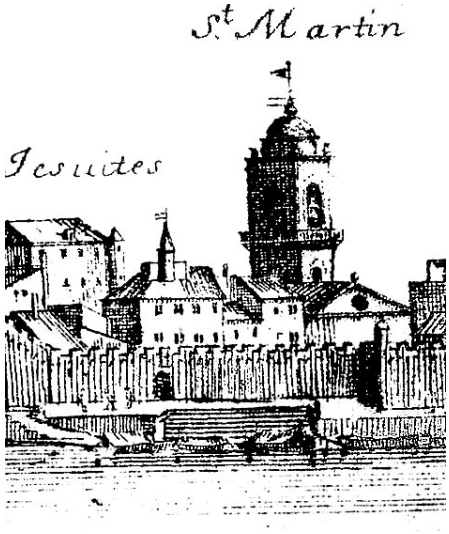


Figure 1 : Vue de la ville d'Arles

(détail les escaliers du port de la Porte des Châtaignes) par Jacques Peytret, 1660.

Même s'il y eut ensuite des réparations diverses, on en retrouve le plan et le profil précis en 1840 *(Figure 2)* au moment où la nécessité de nouvelles digues urbaines commençait à s'imposer face à la fréquence des crue.

21 Entre autres cotes, voir Arch. dép. Bouches-du-Rhône, B 2580.

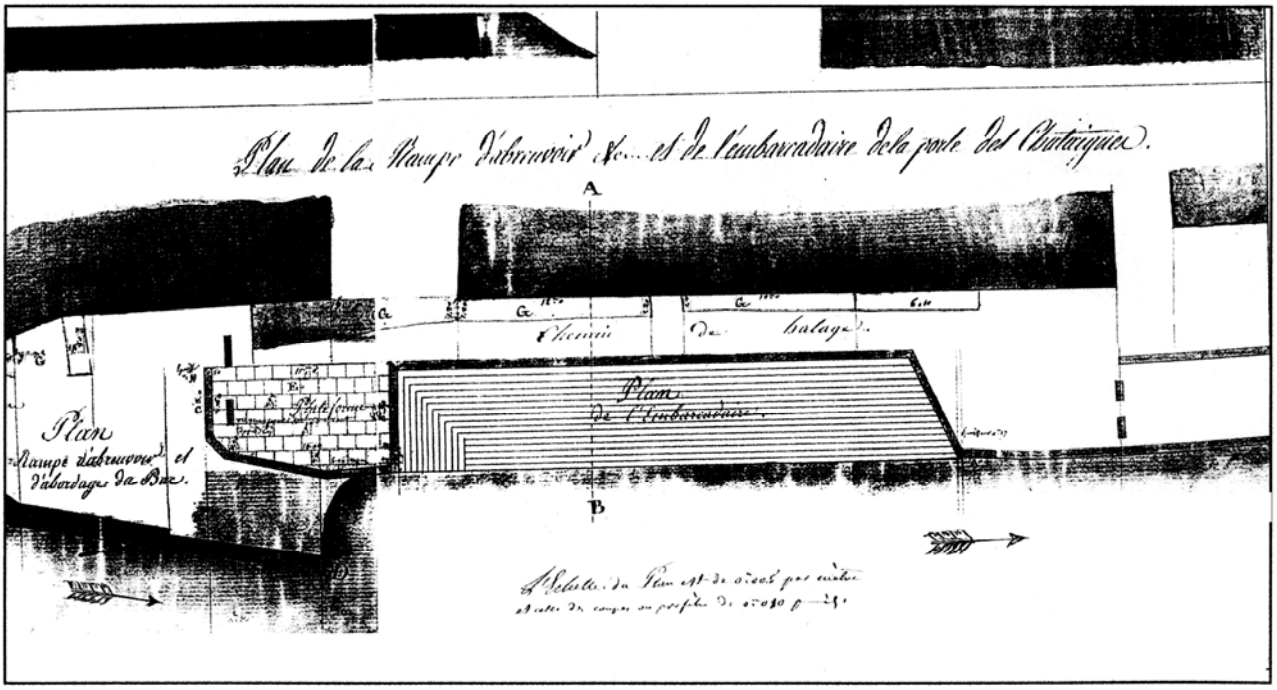


Figure 2 : Plan du port d'Arles, de l'embarcadère et des escaliers de la porte des Châtaignes

1840. Arch. dép. du Rhône à Lyon; Service de la Navigation.

Durant le siècle et demi qui suivit cette reconstruction, les archives portent les traces de ces repères. L'érudition locale, si active, en porte aussi témoignage. Ces repères avaient même un caractère "légal", si ce terme convient. En effet, la mise en alerte de l'association des chaussées créée fin 1542 et début 1543 dépendait aussi du franchissement par l'eau d'un niveau déterminé par ces marques (fleur de lys). Les crues apportant de grandes quantités de limons ou "*accréments*", ou abandonnant d'anciennes "*brassières*", le droit pour les riverains de Camargue et Plan du Bourg de s'en emparer dépendait aussi d'un certain niveau déclaré "ordinaire" des eaux.

Si le fleuve laissait à découvert 16 marches du quai sans pénétrer dans ces nouvelles terres, le riverain pouvait s'en déclarer légalement propriétaire[22]. Enfin, n'oublions pas que l'habitude existait à Arles comme ailleurs de pérenniser les marques de hauteurs de crues sur les maisons et monuments; marques souvent disparues depuis deux siècles.

Durant cette première étape s'institue donc de façon latente et souvent manifeste une approche distanciée du sacré envers un personnage, le Rhône, toujours aussi redoutable mais désormais entré dans un domaine plus profane, accessible à la mesure et à l'observation objective. La remarquable période d'eaux tranquilles (relativement au passé) qui caractérisa les décennies 1610 à 1647 fut mise à profit pour ce qui constitue une des phases les plus prospères de l'agriculture camarguaise. Une phase d'expansion aussi marquée, notamment, par la vaste entreprise de dessèchement de l'ingénieur Van Ens. Entre ce que l'on appelle ici les deux hyperphases de la période du Petit âge glaciaire, cette "fenêtre", apparaît très marquée dans les courbes de fréquence des crues. Il s'agit bien d'une pause entre deux séries de "pics" de haute fréquence.

22 Selon un Conseil de ville du 21 juillet 1647 et après enquête et arbitrage de juristes sur "consistance plus commune et ordinaire du Rhosne", celle-ci, selon la déposition de plusieurs témoins était "lors que au long du quai au devant du Portail dict de St Martin il y a saise degrés descouverts" et selon Mr Brunet notaire c'était là un point communément adopté pour la visite des "isles" de la communauté et "un point accordé et lequel on ne conteste plus". Cité par le livre de raison de Trophime de Mandon, Arch. Nationales, AB XIX 3298, f° 202.

Précisément, celui qui se préparait dès une première semonce en 1647 devait progressivement culminer à des sommets aussi, et peut-être encore plus graves que ceux du quinzième siècle, aujourd'hui révélés dans toute leur ampleur[23]. C'est dans la décennie qui court de 1701 à 1710, et même 1711, que l'on constate les plus graves fréquences de crues. Comme après celles de la fin du seizième siècle, période de retour du PAG (Petit âge glaciaire) à l'échelle de l'Europe[24], cette terrible poussée d'eaux fluviales se solda finalement par un changement de cours aux embouchures, avec déversement mi-naturel, mi-orienté par l'homme, du "Bras de Fer", si incommode pour la navigation, vers l'embouchure actuelle, orientée vers le Sud-est.- Contemporains de cette forte poussée de crues, de véritables explosions torrentielles frappaient l'intérieur de la Provence en 1701, 1702, 1705 et 1706, emportant les ponts, les arbres des rives, engravant des terres et biens précieux, faisant crouler les maisons et causant des noyades. Près du Rhône, on s'activait à faire des "*reculats*" de chaussées, afin de consentir plus d'espace au fleuve, dont les eaux roulaient des volumes apparemment de plus en plus considérables[25].

Cette période la plus sombre de l'hydrologie rhodanienne, culmina en 1708 avec 16 montées de crues successives jusqu'au niveau du quai (*Doc. annexé 1*).

Elle fut suivie à nouveau d'un calme relatif après 1711. Malgré l'alerte de 1725, on fut à peu près tranquille durant une courte période d'une vingtaine à une trentaine d'années. Mais la remontée en fréquence des crues devint ensuite plus menaçante, culminant avec celle de 1755. Ce fut la plus grave inondation à Arles pour le XVII^{e} siècle. Il est possible d'en juger car depuis au moins un siècle avant cette date, on dispose des hauteurs de ces crues, toujours selon le système de repères décrit plus haut.

2 Deuxième étape : le règne de la mesure rigoureuse, sans intervention des autorités

Cependant le Rhône ne pouvait guère échapper au profond mouvement de curiosité envers les sciences de la nature qui caractérise le siècle des Lumières. L'historien du fleuve ne peut qu'apprécier cet apport d'informations contrôlées. Toujours est-il qu'il intervint lors d'une seconde poussée de la grande phase ici décrite (en fait, la sixième depuis le XVe siècle et les quatre pics de haute fréquence de la phase 1). La seconde moitié du dix-huitième siècle fut ainsi très agitée et le Rhône fréquemment inondant. Un nouveau pic de fréquences très élevées marqua les années 1800 à 1820, sommet de cette nouvelle poussée rhodanienne. D'où le renouveau des tentatives pour améliorer l'observation du fleuve.

2.1 Mesures quotidiennes

Le médecin arlésien Louis Bret fut semble-t-il le premier à effectuer des mesures quotidiennes du niveau du Rhône pour le compte de la Société Royale de médecine créée en 1776, Ses observations subsistent pour les années 1782 à 1788 et déterminent les hauteurs, négativement à partir du couronnement du quai bordant le Rhône, là où se situaient les escaliers du port. Bien entendu ces mesures étaient faites en pieds, pouces et lignes. On n'entrera pas ici dans la discussion très complexe pour savoir s'il s'agissait du "Pied de Roi" (déposé au Châtelet de Paris) ou bien du

23 Voir ici même, la communication d'Emeline Roucaute.

24 Voir par exemple l'œuvre récente d'E. Le Roy Ladurie, Histoire humaine et comparée du climat. Canicules et Glaciers, XIIIe-XVIIIe siècle, Fayard, 2004, le chapitre V ("Après 1560 : le temps se gâte, il faut tenter de vivre") et le suivant, chapitre VI ("froids et fraîcheurs fin de siècle: les 1590's"). Mais aussi les ouvrages et article du suisse Christian Pfister, éminent spécialiste de l'histoire du climat.

25 Ce que les hydrologues appellent le module (quantité d'eau écoulée dans l'année) s'accroissait-il ou bien le fond du lit s'était-il exhaussé par apport massif d'alluvions ? La réponse ne peut être tranchée aujourd'hui.

pied d'Arles, plus grand. Ces mesures sont une source des plus précieuses en cette période de crues fréquentes. Mais un autre observateur, contemporain, mérite une attention particulière.

2.2 L'œuvre très précieuse de Pierre Véran

Pierre Véran est si connu des chercheurs arlésiens qu'on hésite à le présenter. Le premier il fit des recherches historiques assez systématiques dans les archives et les notaires pour connaître toutes les crues du passé. Ses recueils sont une source presque inépuisable. Il a traqué aussi les anciennes traces et inscriptions sur les murs des maisons et édifices arlésiens. Il s'est entouré d'informateurs, notamment pour donner les hauteurs selon un système de nivellement aussi rigoureux que possible pour l'époque. Un système qui ne pouvait être que local, encore que l'on mesura depuis le début du siècle, le dénivelé du Rhône depuis Arles jusqu'à la mer. On rappellera aussi que la ville disposait d'arpenteurs et géomètres compétents depuis très longtemps, depuis même l'époque de Bertrand Boysset et durant toute la période qui va de la fin du seizième siècle à la Révolution.

En relation avec ces recherches historiques et topographiques, Pierre Véran poussa encore plus loin le souci de précision. Sous le premier Empire, devenu personnage d'une compétence reconnue, il fit les plans d'une "échelle des grands abaissements et des grands débordements des eaux du Rhône". On a, à notre tour, soigneusement retranscrit cette échelle[26]. Il fallait pour Véran déterminer un zéro origine des mesures. L'occasion lui en fut procurée par l'étiage exceptionnel arrivé en 1802. Or un autre abaissement historique du Rhône était connu : celui qui était intervenu en l'année 1639, millésime d'une sécheresse mémorable rapportée entre autre par le philosophe Pierre Gassendi. Des traces en subsistaient alors puisque Véran le situe avec précision ("Nec plus ultra") par rapport à celui, moins accusé, de 1802 (13,5 cm plus bas). Le haut de l'échelle Véran était occupé par les indications de hauteur des plus grandes crues connues de lui, au nombre de 27. La plus élevée était survenue en 1755 à 16 pieds 9 pouces du zéro de son échelle[27].

Il situait à la même hauteur celle de 1651, première alerte gravissime de la 5^{e} "poussée" de crue du Petit âge glaciaire.

L'examen des autres informations de cette échelle montre à quel point de minutie et de scrupule Pierre Véran avait poussé ses investigations. Voir notamment la précision des fameuses marques en fer situées aux escaliers du quai. Néanmoins on était encore loin de disposer des informations scientifiques rigoureuses nécessaires à toute lecture correcte des hauteurs du plan d'eau, notamment d'une vraie armature géodésique dans sa dimension altitudinale. Notons tout de même que le dix-huitième siècle connut à cet égard de vrais progrès. La courbure du géoïde terrestre commençait à être scientifiquement établie (aplatissement aux pôles).

Les Cassini, après Picard et ses émules au XVIIe siècle, avaient lancé, en 1744, un premier réseau de triangulation sur tout le territoire, canevas qui servit à l'établissement de leur fameuse Carte de France. De plus Véran nous a rapporté un premier essai qu'il fit, en compagnie de deux savants, pour déterminer le débit du Rhône à la seconde en toises cubes. Malheureusement toujours avec une incertitude sur la réalité de la mesure de base utilisée[28].

26 Document de grande dimension, joint lors de la tenue de la réunion partie historique.
27 On peut restituer cette hauteur à 5,31 m sur notre échelle actuelle, soit une crue très sévère.
28 Voir à cet égard les indications qu'il mit au bas de son échelle.

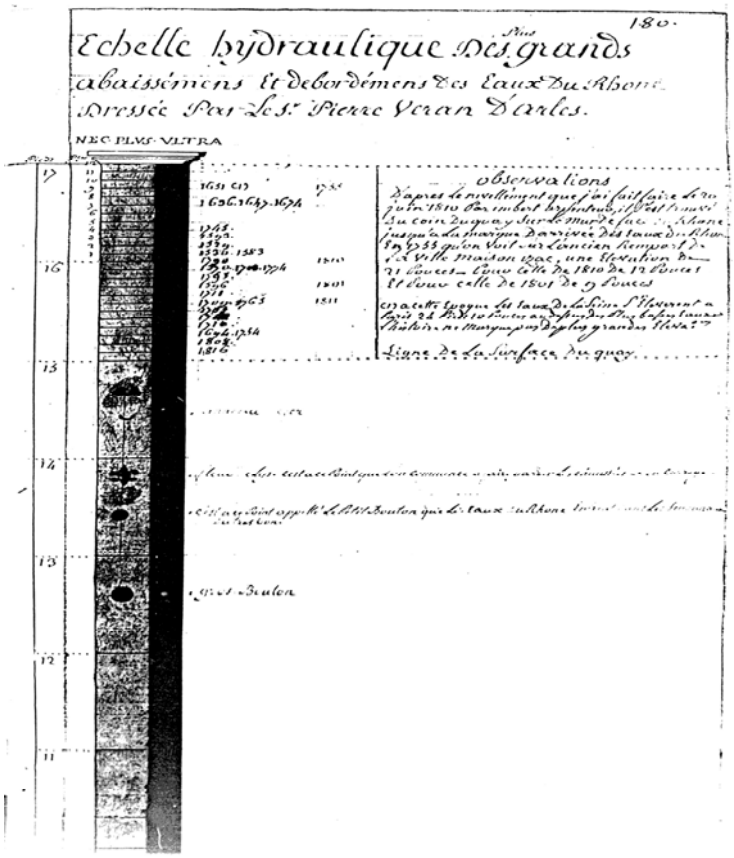


Figure 3 : Détail de l'échelle hydraulique des grands abaissements et débordements des eaux du Rhône (partie supérieure)

Pierre Véran.

3 Troisième étape : l'âge des ingénieurs des Ponts et Chaussées au XIXe siècle

3.1 Le Rhônomètre et l'ingénieur Poulle

Les premières décennies du dix-neuvième siècle doivent beaucoup à l'ingénieur Poulle, lui aussi bien connu des chercheurs et historiens de la Camargue. Ce que l'on connaissait un peu moins était précisément son activité d'observateur quotidien des eaux du Rhône, activité routinière et astreignante s'il en fut, à l'âge où les enregistreurs automatiques étaient encore inconnus. Ses mesures ont été rassemblées en cahier et elles débutèrent en 1829 et continuèrent jusqu'en 1855. Il manque les années 1834 et 1835 et ces toutes premières années ont parfois quelques lacunes, mais ensuite la continuité fut semble-t-il bien assurée.

En matière d'échelle, Poulle nous a souvent informé de celle que l'on appela longtemps le "Rhônomètre". Grâce au journal *Des aires de vent, pluye, neige, glaces, inondations, etc.* de l'Arlésien Eyminy, on sait qu'il a du être installé en 1808. Il a même du subsister longtemps, le long du quai à l'endroit où était installé le pont de bateaux, seule liaison obligée avec la rive droite pendant des siècles. Une échelle en bois, tronquée à sa base (le zéro et les premiers mètres manquaient) était encore visible, il y a quelques années[29] plaquée contre le mur de la digue construite après 1860 et surmontant l'ancien quai. Il est très probable qu'on s'était contenté de déplacer l'objet pour le mettre sur la nouvelle construction.

29 Elle a été mise à l'abri au Museum arlaten. Mais a-t-on pris la précaution, au préalable, de situer les hauteurs, selon nos références altitudinales ou géodésiques actuelles ?

Le style des chiffres de cette échelle de bois (notamment les 6 et 9) est caractéristique du début dix-neuvième siècle. Toujours est-il que cette première véritable échelle, ce rhônomètre, devait beaucoup aux travaux, restés théoriques, et aux recherches du devancier qu'avait été Pierre Véran.

3.2 L'importance des travaux et études pour le Canal d'Arles à Bouc

On sait que ce projet de canal, succédait à un grand nombre de projets similaires pour améliorer la navigation et éviter les embarras continuels des embouchures et cela depuis au moins le dix-septième siècle et l'époque de Vauban. On ne rappellera pas cette histoire ici. Il s'agit seulement de signaler que vers 1807 et 1808, tandis qu'on installait le Rhônomètre, on se préoccupait aussi d'établir les références de nivellement, indispensables dans ce genre de travaux. Ce fut M. Gorse, ingénieur ordinaire (1re Classe) au Corps Impérial des ponts et Chaussées qui s'en chargea dès 1807, comme il le rapporte dans un mémoire daté du 31 décembre. Son plan de référence n'était pas la mer, mais un plan imaginaire passant à 10 mètres au-dessus d'une écluse celle de *mege-bieau* [30]

Il a été récemment montré l'importance de ces travaux de planimétrie et de nivellement, étendu sur toute la Camargue par ces ingénieurs et qui aboutit à la grande carte de Poulle (vers 1840). Nul doute que les travaux du Canal d'Arles n'aient contribué beaucoup à la connaissance des crues et du régime du Rhône. Les mémoires de ces ingénieurs, particulièrement ceux qui viennent d'être cités, contiennent ainsi de précieux renseignements.

Outre des plans précis des anciens quais et des escaliers du port, qu'il fallait constamment réparer ou protéger, les ingénieurs fournissent des éléments de mesure d'un intérêt capital pour la connaissance du Rhône et de ses crues. On citera ici les premières mises en relation quotidiennes des hauteurs du Rhône à Arles avec celles aux embouchures et avec la profondeur de la passe (1846-1847)[31]. Depuis 1829 également, il existe d'autres mesures quotidiennes des hauteurs de la mer à Bouc. Ce point est en effet essentiel car les hautes mers influent beaucoup sur les hauteurs du Rhône à Arles.

3.3 Vers un Service du Rhône structuré

Le début du dix-neuvième siècle avait été à la fois très agité et contrasté. Le Rhône s'abaissa à un étiage record, bien que 20 à 22 cm moins bas que celui de 1639. Cet étiage survint en 1802 et servit de référence pour le Rhônomètre.

---

30 Arch. Dép. des Bouches-du-Rhône, V S 10/11 Rapport descriptif des opérations de nivellement, sondes, &c. faites en 1807 par M. GORSE ingénieur ordinaire (1re Classe) au Corps Impérial des ponts et Chaussées employé au Canal d'Arles (31 Xbre 1807).Ce rapport renferme… "Les détails de mon nivellement, et les Cottes particulières de chaque point rapportées à un plan horizontal, passant à dix mètres au-dessus du socle de l'écluse de mege-bieau". Et aussi : " Mes réflexions sur l'étiage à adopter pour le niveau de la Mer et de l'étang de Galéjon" [d'après lui, c'est le même:16,054 m "Cotte de l'étiage de mer"] Il avait inspecté les laisses de mer "d'après un très vieux pêcheur de Martigues", le patron Richard. Un autre pêcheur lui avait parlé de mers exceptionnelles 10 cm plus bas. Il donna pourtant la préférence à 16,054 m. par rapport à son plan de référence.

31 Cette question devenait cruciale pour le commerce fluvial, notamment pour le développement de la navigation à vapeur. Ce même mémoire fournit les éléments suivants :

années	*Bâtiments à voile*		*Vapeurs*	
nombre	*tonnage*	*nombre*	*tonnage*	
1840	*411*	*15745*	*331*	*13107*
1841	*748*	*31843*	*341*	*31792*
1842	*854*	*28423*	*388*	*35349*
1843	*341*	*16818*	*330*	*36617*
1844	*535*	*23481*	*365*	*31601*
1845	*491*	*21377*	*332*	*26980*
1846	*562*	*33138*	*432*	*38229*

Mais des crues inondantes survinrent aussi, catastrophiques, en 1801, 1810 et 1811. On notera pourtant que cette période du Premier Empire était plutôt favorable à l'agriculture, avec de bons rendements du blé et des projets d'amélioration de la Camargue, l'introduction des mérinos. Le calme relatif revint ensuite mais encore une fois assez bref.

La grande crue de 1840 remit la question du Rhône au premier plan, les pertes ayant été considérables. C'était l'amorce d'une ultime période de haute fréquence des crues, avant la décroissance de ces fréquences caractérisant la fin du Petit Âge glaciaire, même s'il conviendra de corriger la pente de celle-ci, en rapport avec l'incision du lit depuis la fin du dix-neuvième siècle. Ce huitième "pic" du PAG culminera, on le sait, avec la crue record de mai 1856. Ce fut bien cette dernière crue qui suscita, notamment sous l'impulsion des pouvoirs centraux, une grande quantité d'études et la création d'un véritable service permanent du Rhône. Ces deux dates, 1840 et 1856, introduisent donc à l'histoire scientifique moderne de l'hydrologie rhodanienne.

On ne rappellera ici que pour mémoire l'œuvre et l'action de l'ingénieur Surell, lequel utilisa en partie les données de ses prédécesseurs, notamment dans son *Mémoire sur les améliorations des embouchures du Rhône*. Depuis 1840 il subsiste outre les données de Poulle (*cf. plus haut*) jusqu'en 1855, les graphiques annuels des hauteurs quotidiennes[32]. En plus de l'échelle du quai du port, près du pont de bateaux, toujours en usage en ce milieu du dix-neuvième siècle, une autre échelle fut mise en service en septembre 1854 près de la prise du Canal d'Arles à Bouc.

Son zéro était considéré alors comme étant à 12 cm au-dessous de la précédente[33]. L'inondation de 1856 fut suivie d'un nombre considérable d'études, de projets et réalisations, qui modifièrent les anciennes références qui présidaient à l'établissement de ces échelles.

4 L'ère des nivellements généraux : Bourdalouë-Kleitz

Après la formidable décharge de la crue de 1856, s'ouvrit donc l'ère des vues générales et d'un plan d'études à l'échelle de la nation. Ce fut, pour le Rhône, l'œuvre du Conducteur des Ponts et Chaussées et Ingénieur Résident des Chemins de fer du Gard, Bourdalouë (1798-1868). Employé de l'entreprise de Paulin-Talabot, il travaillait depuis de longues années dans le Midi de la France. En 1847, il avait suivi son mentor jusque sur l'isthme de Suez, dont il effectua avec succès le nivellement. Son Nivellement général du Rhône[34] préfigure dès 1856-1857 le Nivellement Général de la France service créé en 1878 et qui poursuivit ses travaux après 1900. Grâce à Bourdalouë, nous connaissons les altitudes précises du zéro des échelles, notamment celles d'Arles. Il prit pour base les plus basses mers à Marseille en les comparant avec celles de Bouc d'où l'intérêt de retrouver ces premières mesures, comme il a été indiqué plus haut. Il tenait compte aussi des plaques apposées aux murs des maisons et sur les murailles, indiquant les crues, notamment celle de 1856. Mais les plus basses mers (zéro des maréomètres) avaient pour inconvénient d'être une mesure susceptible d'obsolescence. Une décision ministérielle de 1860 décida de prendre pour base de tous les nivellements les mers moyennes à Marseille, 40 cm plus haut comme l'indiquait Bourdalouë lui-même. Le Service du Rhône aligna ses mesures et ses échelles sur ce nivellement, resté le seul jusqu'à la mise en service du N.G.F.

32 Conservées au bureau d'annonce des crues du Service de la Navigation à Lyon où l'on a pu consulter.
33 Mais Bourdalouë vers 1861, la situait lui seulement à 10 cm au-dessous.
34 BOURDALOUE (1858), Nivellement général du Rhône, entre la Méditerranée et Genève, exécutée en 1856 en 1857 par Bourdaloue sous la direction de M. Kleitz, Bourges, 1858.

À toutes fins utiles, indiquons ici même les quatre mesures essentielles à l'étude des crues anciennes à Arles, telles qu'elles figurent dans l'ouvrage de Bourdaloue :

Zéro, déduit de la division 3 m. de l'échelle, placée sur le quai, à Arles en face du pont de bateaux. (1)	1,832 m.	(1) Il s'agit bien du *Rhônomètre* installé dès 1808, ou bien celui qui le remplaça sur le même site.
Zéro, déduit de la division 2 m 50 de l'échelle de la porte de Chiavary, à 50 m en aval de la pompe d'Arles. (2)	1,878 m	(2) Cette échelle paraît avoir eu un rôle très secondaire pour l'étude des crues.
Crue du Rhône, le 31 mai 1856, indiquée à l'angle de la rue Saint-Martin, sur une plaque de marbre blanc, à Arles. (3)	7,683 m	(3) Mesure évidemment essentielle, à condition de retrancher les 40 cm représentant la différence entre les mers les plus basses aux mers moyennes (décision de 1860).
Zéro, déduit de la division 6 m de l'échelle placée dans le chambre de la porte de gauche, tête amont de l'écluse d'Arles, en face du bureau de l'ingénieur de la navigation du Rhône. (4)	1,732 m	(4) Echelle du Canal d'Arles à Bouc, seule prise en compte par le Service du Rhône à compter du 15 septembre 1854.

La crue de 1856, fut la plus importante connue dans l'histoire des mesures du Rhône, au moins jusqu'aux plus récentes crues de la fin vingtième, début vingt et unième siècle. Elle fit référence dans les services en charge de ces mesures. A Arles, la hauteur sur l'échelle du Canal fut fixée à 5 m 58. Quant à l'*altitude* de cette crue, sa valeur changea suivant le niveau zéro des nivellements pris pour base.

Le NGF retrancha 40 cm. de l'altitude du zéro de l'échelle du canal donnée par Bourdalouë. Une faible correction ultérieure fut faite à partir des mesures plus rigoureuses au marégraphe de l'anse Calvo sur la corniche de Marseille. On ajouta alors 0,071 mètre. De ces variations du niveau pris pour base des nivellements, il résulte que cette fameuse crue de 1856 passa, pour Arles, de l'altitude 7,17 m calculée selon les références de la période antérieure à Bourdalouë ("anciennement en usage dans le service"), à 7,31 m, selon le nivellement Bourdalouë et à 6,97 m selon le critère des mers moyennes à Marseille (décision de 1860). Mais aussi 7,041 m selon les dernières corrections…

4.1 Nécessité de poursuivre les études du fleuve

La fin du dix-neuvième siècle vit bien entendu se multiplier les études et naître dans les milieux techniques qui en étaient chargés les applications d'une science hydrologique qui se constituait. On retrouve dans les archives les éléments d'une courbe des débits du Rhône à Arles, calculée selon les hauteurs (ou courbe de tarage) dès 1868. A la fin du siècle plusieurs autres jaugeages furent effectués pour mesurer les vitesses sur trois sections à l'aval immédiat de l'échelle du Canal. De nombreux profils en long et en travers furent menés d'Arles jusqu'aux embouchures afin de préparer les travaux de régularisation des principaux seuils entravant la navigation. Quant aux échelles, elles demeurèrent à leur place depuis qu'on avait installé in service permanent d'observation. Ce service était également assuré sur le Petit Rhône à Fourques et vers les embouchures, mais avec moins de continuité qu'à Arles même, et surtout à Beaucaire (données quotidiennes de hauteurs depuis 1816 à cette dernière station). Depuis 1854, l'échelle du Canal d'Arles à Bouc était devenue la référence. Au vingtième siècle, ce fut celle du quai de Trinquetaille, près du bureau des affrètements, dont le zéro est à 1,27 m NGF.

Puis, la Compagnie Nationale du Rhône installa son propre réseau de mesures, notamment le limnographe enregistreur voisin de l'échelle précitée.

Dès 1907 cependant, les ingénieurs du Service Spécial du Rhône pouvaient faire paraître une précise *Monographie du Rhône de la frontière à la mer*. Outre le bilan de plus d'un demi-siècle de mesures y était soulignée la place très particulière de la station d'Arles à propos de la relation hauteurs-débits et de la fixation, seule possible en ce lieu, d'un niveau d'étiage fixe et permanent :

"Eu égard à la mobilité du lit et aux changements incessants dont il est le siège, cet étiage ne saurait être défini par une altitude absolue ; c'est à dire par les cotes marquées aux diverses échelles par les eaux qui lui correspondent. Il ne serait possible de recourir à ce procédé simple que sur les points où l'on peut considérer comme invariable le niveau des eaux d'un même débit ; et sur le Rhône, il n'y en a qu'un qui réunisse les conditions nécessaires à cette fixité, c'est Arles, où la profondeur du fleuve est très considérable, et où l'altitude de l'étiage par rapport à la mer est trop faible pour qu'un abaissement du plan d'eau y soit possible".

"Mais Arles est trop près de l'une des extrémités du fleuve pour que la cote en ce point suffise à définir le plan d'eau d'étiage. Partout ailleurs, sa position ne peut être déterminée que par la considération des débits"[35]. Le géographe "potamologue[36]", Maurice Pardé, dans sa monumentale étude du Régime du Rhône, parue en 1924-1925, reprenait à son compte l'essentiel de ces affirmations. Les géographes et géomorphologues actuels reviennent sur ces idées. L'étude des lits fluviaux a été complètement renouvelée dans les pays anglo-saxons et en France même. Leur étroite et constante adaptation aux conditions de l'écoulement et à l'évolution du climat comme aux aménagements ou équipements rend très aléatoire ces affirmations de fixité du lit en un endroit donné. Il a été récemment prouvé que le Rhône n'échappe pas en amont du coude d'Arles, mais aussi à l'endroit des échelles historiques, au phénomène d'incision des lits depuis la fin du petit âge glaciaire. À Arles, la fixité des rives urbanisées rendait d'autant plus probable cette incision verticale.

Les crues du vingtième siècle à hauteur égale avec celles du passé rouleraient un débit plus important, qui reste à pondérer. Sur ce point, des révisions seront nécessaires. Mais le phénomène inverse, le relèvement du plancher alluvial (le fond du lit) pourra-t-il réellement se vérifier lors du PAG (Petit Âge glaciaire), avec ses apports et transports massifs d'alluvions (plus de 21 millions de tonnes annuelles vers 1840 selon Surell). Les matériaux grossiers s'arrêtaient immédiatement avant le coude d'Arles. Les éléments fins pouvaient-ils rester piégés de façon un peu permanente ? Pourquoi lors des étiages extrêmes (1639, 1802…), retrouvait-on tant de vestiges de toute sorte, y compris très anciens, comme des tuyaux en plomb d'époque romaine (voir ce que révèle l'échelle de Véran) ? L'étude des crues anciennes appelle donc, on le constate, des recherches interdisciplinaires plus étroites entre spécialistes.

35 Monographie du Rhône de la frontière à la mer, Lyon, Service spécial du Rhône, 1907, page 18.
36 Du grec potamos le fleuve

Un exemple des mesures observées aux escaliers du port d'Arles lors de l'inondation de décembre 1755

Extrait du manuscrit 811 Bibl. Méjanes, f° 71-74

Les Pluyes continuelles et abondantes tombées sur la fin du mois de Novembre ensuite d'un vent d'est qui avoit soufflé extraordinairement pendant huict à dix jours et la fonte des neiges firent augmenter si fort les eaux du Rhosne, que le jour et fête de St André dernier dud[i]t Mois de novembre, elles furent jusques à la dernière marche du Quay".

"Le lendemain premier jour du mois de décembre les eaux du Rhosne augmentèrent de plus en plus elles furent au dessus du Quay, et dans la nuit du dernier novembre au Premier décembre elles furent tellement élevées qu'elles rompirent un peu au dessous du village de Barbentane en renverseant plusieurs maisons et Granges, ainsi qu'au Village de Graveson, et les memes eaux, jointes avec celles qui couloient des ouvertures faites dans le meme temps aux Chaussées au dessus et au dessous de Tarascon elles coulèrent avec une grande abondance et impétuosité sur trois ou quatre pans de hauteur[a] dans les quartiers du Tresbon et du Plan du Bourg que dans cette meme nuit ces deux quartiers du terroir furent complètement submergés et quantité de Mas du Tresbon, Plan du Boug et Coustières de Crau furent abbatus ainsi Que 86 arches, ou Arcades de l'Acqueduc de Crau, et environ 15 de celles du Pont et furent renversées de façon que les fondements se trouvèrent au-dessus et le dessus) la place des fondements les cintres tant de l'Acqueduc que du Pont étant la plus grande partie ébranlés et hors d'état de pouvoir subsister. Le chemin fut entièrement détruit du moins ce qui restoit depuis la Chapelle de la Genouillade jusqu'aux moulins de Crau. Il en tomba encore quelques unes quelques jours après tant du Pont que de l'Acqueduc".

"La Tour qui étoit placée au milieu du Pont de Crau et qui avoit été Batie en 1417 fut toute entrouverte et on fut dans la nécessité de la démolier".

"Ces memes eaux firent encore a proportion plus de ravages au quartier de Barbegau, où elles emportèrent le Pont de Pierre et en dégradèrent totalement tout le terroir bas. Led[i]t Pont fut délivté aux enchères par la Communauté pour etre rebati moyennant la somme de 3600 livres".

"Tout le Bétail tant gros que menû qui étoit dans ces Quartiers du Terroir fut titalement noyé par l'élévation des eaux qui coulèrent d'une Rapidité étonnante et dans la nuict kles Granges et habitants des Maisons de la Campagne eurent beaucoup de peine à se sauver en gagnant le plus élevé endroit desd[it]s Mas (c'est à dire les Toicts). Il en périt pourtant quelques uns qui furent surpris par les eaux et qui crurent etre en sureté sur les Arbres".

"Les eaux firent tant de Ravages qu'elles arrachèrent quantité d'Arbres et emportèrent encore les Pont de Bois Paillères Meules de foin, les couverts des petits Mas, Cabanes, Bois, et Généralement tous les Attraits, effets de Ménagerie et autres effets qui se trouvèrent a leur Rencontre".

"Le même jour 1[er] décembre le Rhosne creva au Billot dit d'Eimin[b] près de Trinquetaille entre les Vignes Sablières, et la Chaussée et fit encore une autre ouverture un peu plus bas et presque vis à vis de Fourques sans qu'on put y apporter de remèdes non obstant la proximité de la Ville et dudit Trinquetaille ne manquant pas de Travailleurs tout ce qui étoit nécessaire pour le Boucher, mais le Temps à la Pluye en fut la Cause du moins les plus Grandes Parties".

(…)

Elevation des Eaux dans la Ville et dans le Terroir

Le 1er décembre 1755, le Rhosne fut depuis 6 heures du soir jusques à Neuf heures à Un pan et demy
ou 2 pans au dessus du Quay[c] où l'on marche vis à vis la Porte de St Martin[d] [***5,32** à **5,36** m au dessus du zéro actuel*]
Le 2e décembre les eaux furent a Demy Pan au dessous du Quay [*soit 4,73 m au-dessus du zéro actuel*]
Le 3e décembre on commença à voir le 3e Degré c'est à dire 3 à 3 Doigt au dessous du petit Bouton
Le 4e le Rhosne a diminué d'un Pan et a été au Gros Bouton [*soit 4,07 m*]
Le 5e le Rhosne a été a Demy Pan au dessous du Gros Bouton [*3,95 m*]
Le 6e a Deux Pans au dessous dudit Gros Bouton [*3,57 m*]
Le 7e non obstant le vent de Bize très violent le Rhosne a augmenté de trois travers de Doigt et si le vent n'eut pas
Regné les eaux du Rhosne seroient venues indubitablement sur le Quay.
Le 8e le Rhosne a été a Deux Pans et demy au dessous du Gros Bouton [*3,45 m*]
Le 9e le vent de Bize continuant toujours les eaux ont été a trois pans au dessous du Gros Bouton [*3,32 m.*]
Le 10e les eaux ont été à trois Pans et demy au dessous du Gros Bouton [*3,20 m*]
Le 11e a Quatre Pans au dessous du Gros Bouton [*3,07 m*]
Le 16e et 18e a Deux pans au dessous du Gros Bouton [*3,45 m*]
Le 21e elles ont augmenté jusques à demy pan au dessous du G.B.[*3,95 m*]
Le 22e a Deux Pans au dessous du G.B. [*3,57 m*]
Le 23e a trois Pans ai dessous [*3,32 m*]
Le 25e a Quatre Pans au dessous [*3,07 m*]
Le 7e Janvier 1756 a trois pans et demy au dessous du G.B. [*3,19 m*]
Le 17e à un pan au dessous [*3,82 m*]
Le 18e et 19e a un quart de Pan au dessous dudit G.B.[*4,07 m*]
Le 20e a Deux pans et demy au dessous [*3,44 m*]
Le 24e a Deux Pans et demy au dessous [*3,44 m*]
Le 26e a trois Pans et Demi au dessous [*3,20 m*]
Le 27 a Quatre Pans et demy au dessous du G.B. [*2,94 m*]

"Non obstant que tout le terroir de cette Ville et ceux des Lieux voisins fussent couverts d'"eau il a fait un très Beau temps et un Hyver tres doux depuis le 3e Janvier 1756 jusqu'au 9e Mars ayant fait dans cette semaine un vent impétueux".

(…)

_____

a Trois ou quatre pans = 75 ou 100 cm

b Billot : petite défense faite de bois tresses et terre, chargée de repousser les eaux. Il s'agit ici du Petit Rhône du quartier dit de La Corrège.

c 1 pan ½ ou 2 pans = 37,5 cm à 50 cm. Au-dessus du quai du port, soit à 5,23 m ou 5,36 m au-dessus du zéro actuel de l'échelle située aujourd'hui quai de Trinquetaille

d Porte de Saint-Martin dite encore Porte des Châtaignes.

Bibliographie

ANTONELLI, C. PROVANSAL, M.; FLEURY, J.; PICHARD, G. (2004), "Analyse de l'évolution séculaire du lit du Rhône à Arles à partir de l'analyse d'image. Implications géomorphologiques et paléohydrologiques" in *Méditerranée*, 2004, 1-2, *Géosystèmes montagnards et méditerranéens. Un mélange offert à Maurice Jorda*, p. 135-142.

Article qui revient sur la stabilité du lit à Arles, surtout depuis le milieu du XIXe siècle, la fin du PAG, et au XXe siècle. L'incision effective pourrait entraîner une réinterprétation des faibles hauteurs de crues (à part les fortes inondations bien connues, comme celles de 1951 par exemple) au XXe siècle.

ARNAUD-FASSETTA, Gilles (2000), *Quatre Mille Ans d'Histoire Hydrologique dans le Delta du Rhône. De l'âge de bronze au siècle du nucléaire*, Graphigéo, Coll. Mémoires et documents de l'UMR PRODIG, 2000-11, Paris, 229 p.

Eude fondamentale de géographie physique géomorphologie et hydraulique du Rhône, notamment pendant la phase II du PAG rhodanien (Petit Âge glaciaire; Rhône du Bras de Fer)

CAMUFFO D., ENZI, S. (1996), "The Analysis of Two Bi-Millenial Series. Tiber and Po River Floods" in JONES, Ph. D; BRADLEY, R.S.; JOUZEL, J. (éd), *Climatic Variations and Forcing Mechanisms of the Last 2000 Years*, Springer Verlag Berlin, 1996

Etude des inondations du Tibre à Rome et du Pô dans son cours entier, sur plmus de 20 siècles. Permet de caractériser très nettement, en la comparant avec le Rhône, la phase de très haute fréquence de crues du Petit Âge glaciaire(du XIVe-Xve siècle au XIXe siècle).

CHAMPION, Maurice (1858-1864), *Les inondations en France du Vie siècle à nos jours*, Paris, Dunod 1858-1864. 6 vol.

Œuvre monumentale édifiée après les grandes inondations du milieu du XIXe siècle notamment celle de 1856. "Une entreprise de mémoire" (D. Cœur) de 2707 pages Elle a été récemment rééditée par le CEMAGREF, accompagnée d'un CD Rom qui en facilite l'exploitation. Préface et introduction de Denis Cœur, qui en trace les mérites et les limites.

Etiages et Crues extrêmes régionaux en Europe. Perspectives historiques, Colloque d'Hydrotechnique, 175e session du Comité Scientifique et Technique Lyon 28-29 janvier 2004, Société hydrotechnique de France, Paris, 2004, p. 63-72.

Colloque récent dont cet ouvrage constitue les actes. Marque une étape dans le renouveau d'intérêt pour l'histoire hydrologique des fleuves et ce, dans une perspective européenne.

JONES, Ph.D. OGILVIE, A.E.J.; DAVIES, T.D. et BRIFFA, K.R. (éd.) (2001) *History and Climate, Memories of the Future ?* Kluwer Academic, New-York, 2001, 295 p.

Ouvrage très technique sur les diverses approches disciplinaires de l'histoire du climat (d'après les sources historiques les données d'observation, la dendroclimatologie – étude des cernes de croissance des arbres en liaison avec le climat -, l'étude de l'histoire des glaciers, celle des coraux et des dépôts marins etc). Fait le point des études multipliées depuis plus de vingt ans sur l'histoire du climat. Mais l'histoire des inondations y est très peu présente.

LE ROY LADURIE, **Emmanuel** (2004), Histoire humaine et comparée du Climat, Canicules et Glaciers XIIIe-XVIIIe siècles Fayard, Paris, 2004, 760 p.

*Prévue en deux volumes, cette immense fresque de l'évolution climatique en liaison avec les prix et les subsistances, tente une liaison entre l'histoire de la nature (et même l'histoire astronomique) et l'histoire humaine, économico-sociale qui fut celle de la revue "Annales"***.**

PICHARD, Georges (1995) "Les crues sur le bas Rhône de 1500 à nos jours. Pour une histoire hydro-climatique" dans *Méditerranée*, 1995, tome 82, 3-4, p. 105-116.

Article qui présentait un thème alors peu fréquenté en histoire. L'histoire des fleuves se souciait plus volontiers des sociétés fluviales (gens du Rhône, commerce fluvial, etc.). Ce travail est appelé à être approfondi, modifié sur certains points. On en présente aujourd'hui une nouvelle version.

PICHARD Georges (1999), *Espaces et Nature en Provence. L'Environnement rural (1540-1789*), Thèse Histoire, Université de Provence, Aix-Marseille I., 4 vol., 1800 p. (multigraphiée)

Pour une étude du fleuve Rhône en liaison avec les événements climatiques hydrologiques et sociaux, dans un cadre très large celui de la Provence d'Ancien Régime.

ROSSIAUD Jacques (1994) *Réalités et Imaginaire d'un Fleuve. Recherches sur le Rhône Médiéval*, Mémoire de synthèse, 2, Reconstitution d'objet II. Chronologies: climats, épidémies; guerres, subsistances (circa 1350-circa 1550), vol. 1

Recherche approfondie sur les crues médiévales, poussée jusqu'en 1570.

HENRI CERÈSOLA

Président des "Amis du Vieil Arles"

RÉGLEMENTATION DE L'ENTRETIEN DES CHAUSSÉES DU RHÔNE ET DES MOYENS DE SECOURS POUR LES CITOYENS D'ARLES EN 1856

"Après la révolution Française, l'administration napoléonienne, instigatrice du code du même nom, montre son souci de mise en œuvre réglementaire…"

INTRODUCTION

Les trois premières interventions vous ont donné un bon aperçu de l'histoire des irruptions et des conséquences engendrées par ce Rhône ancestral qui coule sur notre territoire.

Celle que je vais présenter est véritablement ponctuelle mais aussi révélatrice d'un moment clé de notre civilisation où une cassure nette avec l'ancien régime se répercute à de nombreux niveaux. Nous allons voir aujourd'hui celui de la protection du terroir envers le Rhône. Nous allons tâcher de décrire les quelques particularités occasionnées par les débordements préférentiellement du grand Rhône , compte tenu des mentalités nouvelles que l'on pourrait attendre d'une hiérarchie sociale issue de la Révolution française dans une ville de tradition paternaliste et plutôt conservatrice.

En vue de la compréhension de ce qui va suivre, nous allons rappeler quelques données succinctes sur l'état de la commune d'Arles et de ce Rhône au début du XIX^{e} siècle ; elles sont empruntées à Fernand Benoît et surtout à l'historien spécialiste du Rhône et de ses terroirs, le professeur Paul Allard, qui conclura tout à l'heure cette séance.

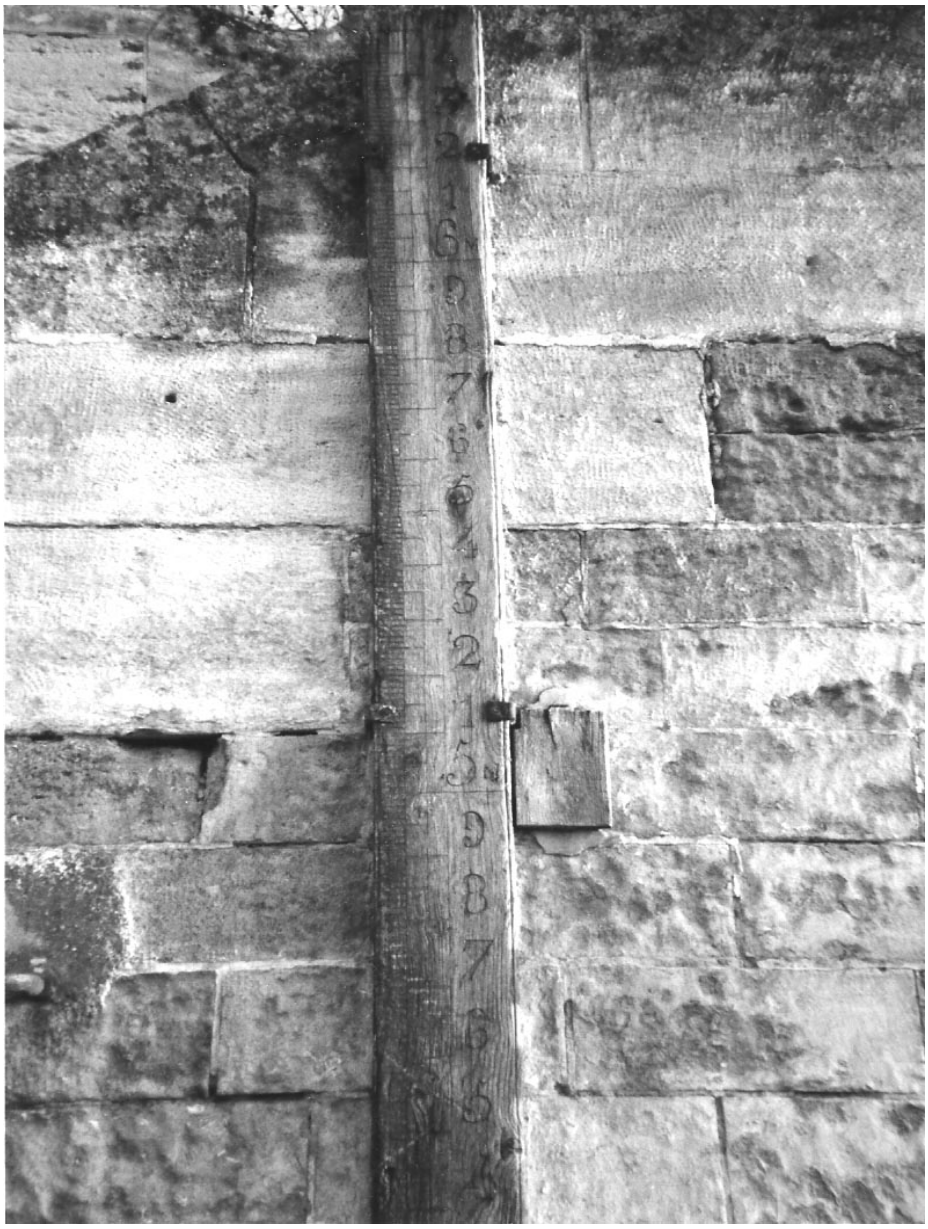


Figure 1 : Rhônomètre

1 Quelques données sur l'époque en question

La commune comprend le territoire de Port Saint Louis du Rhône et de Saint Martin de Crau qui ne sont pas considérés encore comme des petites villes mais presque comme des lieux-dits! Elle est peuplée d'environ 21 000 habitants dont 15 000 dans la ville d'Arles et 6 000 ruraux.. Le Plan du Bourg comprend 40 mas et 600 habitants ; la Crau environ 2 200 habitants ; 570 habitants dans le Trebon.

Précisons le chiffre remarquable de 11 500 paysans toutes catégories confondues (y compris les métiers de la marine) sur le nombre total de 21 000 en 1820, ce qui a fait donner à notre ville d'Arles cette qualification d'*agroville* par l'historien Georges DUBY.

À cette époque il n'y a pas d'eau courante, ni de tout à l'égout, pas d'éclairage non plus.

Les anciens de ce temps ont certainement transmis à leurs enfants, le soir à la veillée, les malheurs de la fameuse inondation Rhône Durance de 1755 avec les complications qui s'ensuivirent sur la vie sociale, l'hygiène, la nutrition et la santé ; cette crue dite de Saint-André, survenue un 1er décembre, comme en 2004, amena un mètre cinquante d'eau devant les Récollets (actuel collège Frédéric Mistral). La mémoire de ces malheurs était encore plus présente pour ceux, plus jeunes, qui avaient vécu les inondations de 1757, 1761, 1763, 1771,1774 : Georges Pichard vient de nous en parler.

De même l'hiver de 1789 avec le Rhône gelé et gros et aussi la grande inondation survenue en 1801 qui renversa plus de 350 pierres du Pont de Crau.

Michel Truchet, notre historien des marais d'Arles, précise qu'il y eut 29 inondations d'Arles sévères de 1642 à 1801.

On place les moyens de mesurer les hauteurs d'eau du Rhône, comme l'a signalé Georges Pichard, en particulier au moyen du rhônomètre placé sous le pont de Trinquetaille *(figure 1)*. Les Amis du vieil Arles ont fait don au Museon Arlaten de ce qui restait de ce rhônomètre du XIXe siècle étalonné de quatre à six mètres et rédigé en chiffres gothiques, il y a dix ans.

En moyenne et mesuré à l'échelle, le Rhône était impraticable à la navigation 125 jours par an.

2 Quelques données encore :

Le grand Rhône n'a plus changé de lit depuis le début du XVIIIe siècle, la branche dite des Launes a été régulièrement confortée à la mesure de ce que pouvaient faire les associations Camarguaises, comme on le verra plus loin.

La création d'un canal de dessèchement dit d'Arles à Bouc prend corps en 1802 et verra le début de sa réalisation à partir de 1810. La plus proche inondation par rapport à la promulgation du décret date du 25 mai 1810. Elle n'a pas dû être étrangère à la parution de ces 54 articles de 1813.

En 1817 on récure le Vigueirat sur toute sa longueur : on peut admirer au passage la précision du travail de Van Ens et de ses successeurs dans le calcul du dénivelé de ce canal qui comporte une différence de niveau de 4 m 60 depuis les martellières arlésiennes d'Ens jusqu'à la mer. De même on construit la route d'Arles à Tarascon en 1819.

L'inondation suivante et conséquente eut lieu le 10 novembre 1820, l'eau monta jusqu'à la place Voltaire actuelle.

En 1825 la compagnie du chemin de fer latéral au Rhône met en place la voie ferrée entre Marseille et Lyon; la ligne Marseille Avignon fut inaugurée en 1848 à Arles. En 1829, le premier bateau à vapeur circula sur le Rhône. La Camargue est productrice à ce moment-là de blé, et de prairies ; l'élevage est d'un bon rapport à cause et surtout de ses inondations fertilisantes pour le delta.

Tout le terroir arlésien, en fait, est le fruit d'une constante conquête par des travaux et de l'entretien ; la structure foncière en ce début du XIX^e^ siècle est à peu de chose près celle de l'Ancien Régime suite aux expropriations.

Les domaines ont été acquis à la Révolution en principe sans être morcelés par les nouveaux propriétaires de la bourgeoisie et du commerce du département, ce qui fait que le même quart de la terre d'Arles seulement appartient à ceux qui la travaillent.

Les maires de cette époque sont tous de grands propriétaires terriens, ceci explique cela et peut-être aussi le foisonnement de projets qui ont eu lieu et qui vont paraître à propos de la protection du territoire à garder aussi dans le giron arlésien, surtout pour la Camargue par l'intermédiaire de ces fameuses chaussées. Ainsi seize projets au XIX^e^ siècle furent étudiés pour assainir et améliorer la Camargue...et en tirer un bénéfice bien sûr ! Tant de projets alors que le manque de bras locaux est un mal endémique. Il existe une faiblesse structurelle en hommes et en qualification, une certaine imperméabilité des journaliers de la terre à scolariser leurs enfants, environ 16% ne le sont pas du tout et l'absentéisme est important à cause des travaux des champs surtout l'été. Certains élus de l'époque répètent sans cesse que l'agriculture manque de bras et prônent même en Conseil municipal qu'il n'y a pas besoin d"instruction et de scolarité pour faire un bon paysan ! Heureusement qu'ils n'ont pas été écoutés ! Les guerres révolutionnaires puis napoléoniennes prélèvent régulièrement hommes et chevaux en pays d'Arles, ce n'est pas le mieux pour la main d'œuvre locale. Les difficultés de communication par les chemins entretenus à grand peine donnent peu de mobilité sociale d'autant plus que le fait de surpayer les ouvriers travaillant en Camargue (voir tarif spécial des valets de ferme en Camargue rédigé par le Conseil général des Bouches-du-Rhône) favorise cette immobilité.

Même s'il y a un renouvellement accéléré de la main-d'œuvre de passage pendant la belle saison qui ne résiste guère à la rudesse du climat, aux fièvres, au vent, à l'isolement et à la contrainte des travaux demandés, cela n'interfère pas sur le nombre des travailleurs vivant au pays !

L'étang du Vaccarès appartient à la commune des Saintes Maries de la Mer par décret impérial et par définition n'est plus entretenu par Arles.

La crainte mortelle qu'inspire le fleuve aux habitants, conscients de leur impuissance ancestrale envers celui-ci, favorisait certainement une adhésion personnelle et citoyenne plus forte plus que de nos jours pour l'entretien de ces chaussées, objet de notre intervention. Rappelons à ce sujet l'adage : "*Parlement, Mistral et Durance sont les trois fléaux de la Provence*" qui met bien en évidence qu'il y a aussi la Durance qui compte fortement dans les inondations du terroir arlésien à partir de Rognonas et qui vient se vider naturellement dans le Trebon, le même risque existe encore de nos jours !

Au XVIII^e^ siècle, les rives du Rhône y compris celle du côté Provence jusqu'en 1782 étaient sous le contrôle de l'Intendant du Languedoc. Cela fut l'objet de disputes séculaires que l'on retrouve dans un recueil intitulé "*Propriété du Rhône" ;* il y avait beaucoup d'administration, de réglementation, d'enquête et donc beaucoup de retard pour envisager des travaux de confortement : Le Rhône n'a jamais attendu les décisions des responsables !…

De même virent le jour quelques ouvrages dont le fameux recueil du 1er consul d'Arles, Noble de La Lauzière, publié en 1779 définissant les moyens propres à endiguer le Rhône au moyen d'épis rudimentaires ou de défenses sous forme de perrés ou de palières ; l'idée était de renforcer les digues et de mettre en même temps des épis qui forcent le fleuve à travailler surtout au milieu de son lit et avoir donc un effet de chasse par augmentation de la vitesse du courant. La largeur, le rectiligne du tracé du fleuve favorisant le courant plus rapide feraient le reste.

Mais le problème de la migration des bancs de limon et de l'affouillement plus fort surtout en cas de vent du sud et de grosse mer était loin d'être réglé ! Ceci donnait raison à Vauban en 1700 qui disait "*que le Rhône était incorrigible"*.

La technique de confection des chaussées s'opérait de deux façons :

- ***Le reculat*** d'abord où les digues étaient composées de terre et de tamaris implantés au niveau des ségonnaux avec un entretien strict et permanent, cependant à cause de la vulnérabilité de ces matériaux, il fallait renforcer les parties concaves fragilisées par l'impact direct des flots et de l'érosion fluviale par affouillement. On avait déjà remarqué que le flux du fleuve pesait plus sur les chaussées du grand que du petit Rhône et que celle-ci doivent être plus fortes en amont qu'en aval; ainsi de 1800 à 1830, les chaussées dites de Montlong ont été rompues trois fois, car soumises à un fort courant, alors que les chaussées de la Corrège et de Saliers trois fois plus longues, ont été rompues une seule fois. La main-d'œuvre était locale, recrutée dans le milieu paysan, renforçant une certaine autonomie de ce peuple camarguais, mais ce procédé était responsable aussi d'une amputation du domaine labourable !
- ***Le caladat*** ou deuxième façon, caractérisé par l'empierrement des digues au moyen de pierres de Beaucaire bien étalonnées, surtout sur le petit Rhône. Elles avaient pour effet de briser le flot mais cela revenait fort cher pour les Associations concernées qui les faisaient amener par bateaux. Tout est resté à l'état embryonnaire surtout à cause des vagabondages fantasques du Rhône qui débordait régulièrement et plus ou moins abondamment.

L'état des embouchures du Rhône s'est aggravé pendant la Révolution, de même sous la Convention où l'on émis l'idée dès 1802, de créer un port à Bouc baptisé du nom révolutionnaire de Port du Salut public pour joindre directement Arles à ce port par un canal à l'image de ce qu'avait réalisé à petite échelle Van Ens au XVII^{e} (voir plus haut), à la fois pour la navigation mais aussi pour y amener le plus possible toutes les eaux du territoire sus-jacent déjà drainées à ce niveau ainsi que les eaux de crues.

En ce début du XIX^{e}, on n'est pas venu à bout des assèchements des marécages de la Camargue, la protection par les chaussées allait de pair avec l'irrigation incontournable pour le bon rendement des récoltes ; tout ceci ne marchait plus comme avant de façon rationnelle; par exemple des propriétaires ne fermaient pas leurs vannes après usage ! Les Associations de Dessèchement et de protection des Chaussées du Rhône sont nombreuses; le rapport Poulle de 1818 met en évidence plus de 25 associations ancestrales, plus ou moins actives sur leur domaine à protéger, mais le plus souvent rivales, personnalisées et évidemment de force inégale dans leurs actions aussi bien au niveau des chaussées que du réseau des roubines qui sont insuffisantes.

Tout ce qui précède a été exposé pour démontrer ce remue-ménage autour de la protection de la terre du pays arlésien, peu de changements se sont opérés sur place de la part des responsables. Rien ne pouvait être décidé, par contre, au niveau du petit peuple des travaux de la terre, restés attachés à des valeurs traditionnelles, prêts à accepter sans discuter et avec résignation les décisions de leurs élus et de l'ordre rétabli de l'autorité centrale, comme on va le voir maintenant.

3 Réglementation officielle sur le régime des associations territoriales d'Arles

Il m'a paru utile et citoyen mais aussi patrimonial de vous présenter en ce sens la réglementation officielle de l'époque sur le régime des associations territoriales d'Arles, Tarascon et Notre Dame de la Mer. Elle fut signée à Dresde en Pologne, au cours de ces guerres interminables de l'Empire, par Napoléon I^{er} en 1813, père de ce Code Napoléon qui fait encore force de loi de nos jours dans certains de ses articles. Cela à un moment où il fallait réformer, préciser et mettre en place les fondements de la Société nouvelle issue de la Révolution qui a eu le mérite d'édicter les Droits de l'Homme et du Citoyen et qu'il était nécessaire en fait de faire appliquer sur le terrain.

L'instauration de ce Code sut donc rappeler et imposer, sans les nommer expressément, les contraintes de citoyenneté à l'habitant qui croyait un peu naïvement avoir été libéré de l'oppresseur royal et n'avoir dorénavant que peu de comptes à rendre.

On s'est vite aperçu que les réalités sont là et que toute société qui se respecte est comme une pyramide, elle ne peut tenir sur la pointe seule mais toujours sur sa base, c'est-à-dire que l'on ne peut échapper à une hiérarchie qui ne s'appelle plus royale mais impériale à ce moment là, et plus tard républicaine ! On va le voir particulièrement avec ce qui va suivre, compte tenu de la situation de la Société arlésienne et du delta décrits ci-dessus en ce début du XIX^{e} siècle.

Un décret du 4 prairial An XIII, ce qui correspond au 24 mai 1805 avait déterminé précédemment l'organisation des Associations pour ces mêmes communes. Cette réglementation décrétait la formation d'un syndicat de défense contre ces inondations, capable d'imposer les travaux aux habitants et même, dans certains cas de les exproprier ! On y revient aujourd'hui, 200 ans après avec l'impression qu'il n'a pas été fait de grandes avancées… Comme quoi, il ne faut jamais désespérer !

Ainsi qu'il a été dit plus haut, les principaux intéressés ont traîné les pieds sans vraiment appliquer positivement les termes du décret au niveau du territoire arlésien puisqu'il est dit dans l'article 51 de 1813 que (je cite) "*Considérant que les progrès de la détérioration de tous les ouvrages existants, n'ont été occasionnés que par le peu d'harmonie qui régnait dans les principes d'après lesquels ces associations étaient régies, et qu'il est important de les amener à un régime uniforme qui (….) leur permette de se livrer plus efficacement à la restauration du territoire de la plus vaste étendue, aussi précieux pour l'Etat que pour les particuliers. Toutes les dispositions du décret du 4 prairial An 13 auquel il n'a pas été dérogé par le présent décret, seront maintenus*".

Ces mêmes décrets sont déclarés communs aux Associations des Chaussées et Vidanges de Tarascon (on voit bien le tout que représente Tarascon et Arles comme on vient d'en faire la cruelle expérience !). Il est rajouté "*qu'il ne sera point statué par le présent règlement à propos des marais d'Arles, lesquels demeurent exceptés des dispositions prévues et feront l'objet d'un règlement ultérieur*". De même on fixe les conditions d'épaisseur et de hauteur des digues dans chaque portion de chaussées où celles-ci devaient être maintenues ; en fait on veut amener les 27 associations anciennes à une égalité proportionnelle et faire en sorte que ce qui n'est pas soumis à une telle réglementation le soit dorénavant.

Ce fut Michel de Truchet qui mit en place la Commission Centrale des Associations, seulement en 1810, par ordre du préfet qui "*ordonna le placement des repères et des hauteurs applicables aux chaussées à tous les intéressés avec obligation rigoureuse d'exécution afin qu'il n'y ait point d'arbitraire ; en cas contraire le corps de chaussées déficitaires sera pénalisé et portera seul les dettes et les dommages engendrés*; *tout ce qui a à souffrir de quelque dommage que ce soit d'une rupture des digues, doit concourir aux dépenses générales de leur entretien dans la proportion de ce qu'il peut perdre."*

La loi du 6 octobre 1807 dans son article 9 avait donné une classification des zones à assécher d'après les divers degrés d'inondations ; ces zones ont été ensuite divisées par quartier et par propriété qui sont soumises au même risques et donc aux mêmes impositions ! (voir la belle et rare carte de Michel de Truchet à ce propos). Elle n'eut guère plus d'effet et rencontra peu d'enthousiasme probablement encore du fait des puissants de la ville d'Arles, dont un certain nombre étaient possédants dans le delta comme relaté plus haut ! De plus les nombreuses plaintes, récriminations et protestations des riverains et de certains membres des corps des Chaussées, avaient favorisé le fait de ne pas payer plus et être imposés pour les autres !

Pour la mise à plat et le démarrage de ces dispositions remises à l'ordre du jour, il était nécessaire qu'il y ait une liquidation préalable entre les 27 associations présentes au sujet de l'état de leurs chaussées respectives, vu ce que nous avons expliqué plus haut.

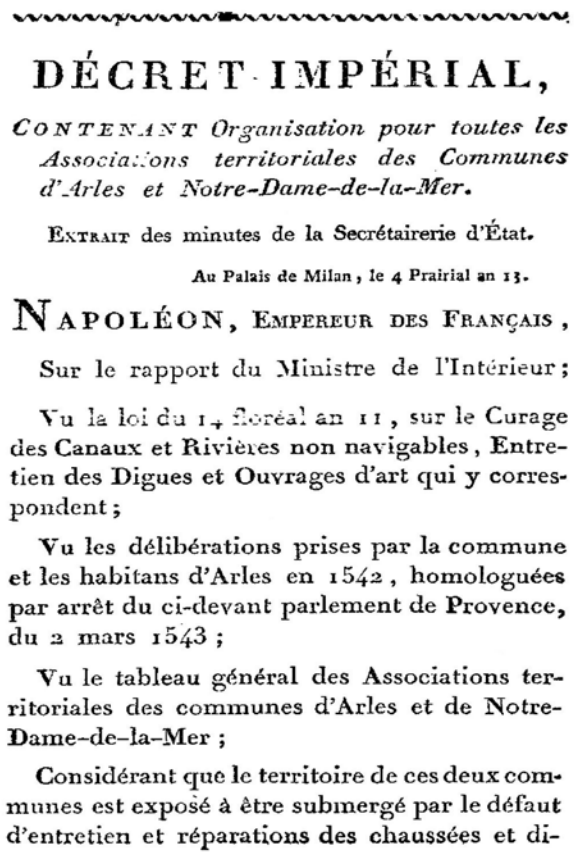
Le côté pécuniaire de réfection et surtout le degré d'imposition ont été deux des motifs principaux du retard de mise à exécution du décret pour la protection du terroir. Cela est-il changé aujourd'hui, poser la question c'est y répondre tout de suite !

Les propriétaires de chaussées particulières représentaient à cette époque environ 16 km de digues, dites "*chaussées du Roi*" protégeant les domaines de Giraud, Tourtoulen, Cazeau, Verdier, La Commanderie, Paulet, Petit Peloux ; elles furent donc incluses dans cette nouvelle réglementation. Un rapport de 1855 plus tardif, reconnaît de notoriété publique que : "*L'ensemble des digues forment une voûte dont on ne peut détacher une pierre sans ébranler l'édifice entier*".

Revenons aux termes de ce texte pratique portant à la connaissance de tous les citoyens la réglementation officielle appuyée sur le Code Napoléon pour la "*Conservation des Chaussées du Rhône*" assurant la défense de notre territoire aussi bien contre les inondations que pour son irrigation. Ce décret parait dans le Bulletin des Lois numéro 502 et portera le numéro 9238, daté du 13 mai 1813.

4 Code Napoléon pour la "Conservation des Chaussées du Rhône"

Il comporte cinquante-quatre articles, signé Napoléon et du Comte Daru. Nous allons le voir et le détailler dans ses particularités bien dans les mœurs du temps mais aussi témoin et révélateur de la rigueur dans sa teneur à cause des dégâts que peut occasionner le fleuve Rhône.



DÉCRET IMPÉRIAL,

CONTENANT Organisation pour toutes les Associations territoriales des Communes d'Arles et Notre-Dame-de-la-Mer.

EXTRAIT des minutes de la Secrétairerie d'État.

Au Palais de Milan, le 4 Prairial an 13.

NAPOLÉON, EMPEREUR DES FRANÇAIS,

Sur le rapport du Ministre de l'Intérieur;

Vu la loi du 14 floréal an 11, sur le Curage des Canaux et Rivières non navigables, Entretien des Digues et Ouvrages d'art qui y correspondent;

Vu les délibérations prises par la commune et les habitans d'Arles en 1542, homologuées par arrêt du ci-devant parlement de Provence, du 2 mars 1543;

Vu le tableau général des Associations territoriales des communes d'Arles et de Notre-Dame-de-la-Mer;

Considérant que le territoire de ces deux communes est exposé à être submergé par le défaut d'entretien et réparations des chaussées et di-

Figure 2 : Décret 9238, daté du 13 mai 1813 (Extrait)

L'article premier décide que les propriétaires riverains du Rhône qui ne font partie d'aucune association seront incorporés à la plus voisine et contribueront en proportion aux charges, mais pas aux dettes contractées auparavant.

L'article deux décide de même pour les propriétaires non riverains qui profitent de la richesse du Rhône à travers les limons fertilisants apportés et qui bénéficient l'été des bienfaits de l'irrigation.

Les articles 3, 4, 5, 6, 7, 8 et 9 *"précisent les projets, les devis de renouvellement, d'établissement et d'entretien de ces chaussées du Rhône qui seront faites par un ingénieur des Ponts et Chaussées ; visite annuelle en présence de commissaires et des syndics des associations. Un procès-verbal sera fait et adressé à chaque association qui participera suivant son importance à l'entretien de ces digues. Le préfet en aura connaissance ainsi que la Commission centrale et ces mêmes syndics surveilleront l'exécution des travaux qui ne seront soldés qu'après réception faite d'une visite générale"* ; en fait une législation proche de celle d'aujourd'hui, plus simplifiée mais bien définie.

Les articles 10, 11 ,12 et 13 définissent *"la fonction de syndic, leurs rôles en particulier de veiller à l'intégrité des chaussées, devant très bien connaître le pays, obligatoirement domiciliés dans l'une des trois communes."*

On reconnaît ici, que la connaissance du terroir, est primordiale pour une telle fonction à tous les points de vue. L'article 13, suivant le plan cadastral en cours de rédaction, voudrait en plus intervenir sur le nombre des Associations qui devront être réduites à trois seulement ! On voit poindre ici, comme dans les deux premiers articles, la centralisation voulue par tous les gouvernements qui se sont succédé depuis le XVII^{e} siècle et qui se met inexorablement en marche au premier Empire. On le voit bien ici par le fait d'une réglementation si possible unique s'adressant à un nombre réduit mais représentatif d'associations (3 proposées au lieu de 27 !). On sait bien que cela n'a pas été suivi d'effets à l'époque en particulier en Camargue, faut-il le regretter ? Notons que si la décentralisation en France est de nos jours en bonne voie, le retour de la centralisation semble prévaloir par exemple au niveau du parc régional de Camargue ! Question éternelle du pouvoir et de l'argent, nous ajouterons *"nihil novi sub sole" !*

À partir de l'article 14, une réglementation envers les particuliers et les citoyens est exposée, je cite :*''ceux qui se permettent de faire des fouilles ou des trous dans une digue, surtout si cela est fait la nuit, seront punis au moins d'une détention de trois jours minimums, mais pas plus d'un mois selon les dégradations"*. Le règlement est exposé de façon directe et sans détour ; il montre la gravité et l'importance considérable d'une telle dégradation à cette époque où les moyens, dans l'urgence, pour les secours étaient très limités comme on le verra plus loin. Le fait aussi que l'on signale que ces atteintes puissent être réalisées la nuit, démontre que certains riverains essayaient de tourner la loi, bénéficiant jusqu'à maintenant d'un certain laisser aller de la part de l'administration locale pour assurer leur irrigation en plus sans régler de charges !

N'allons pas plus loin que dix ans en arrière pour avoir mis en évidence les mêmes comportements pour l'irrigation des cultures à travers les chaussées du petit Rhône !

C'est en fait le premier article véritablement de responsabilité citoyenne qui est exposée ici sous forme d'une prévention dissuasive mais coercitive d'emblée.

L'article 15 stipule que *"Tout ce qui est végétal (buissons, broussailles, et les haies) sur et sous les chaussées devra être arraché ainsi que les arbres visités annuellement et jugés nuisibles à la solidité des chaussées. Un délai sera donné aux propriétaires ; en cas de retard, l'arrachement sera fait à leurs frais, assorti d'une amende du double des frais engagés et cela de façon exécutoire par le préfet."*

L'article 16, complémentaire, "*interdit toute plantation de cette même végétation sous peine d'une amende de un franc par arbre ou par mètre linéaire sans compter les frais d'arrachement et de réparation"*. On voit là le souci du législateur à propos de ces plantations sur de tels ouvrages en permanence au contact de l'eau où de multiples graminées et débris végétaux y trouvent un terreau fertile et permanent.

L'article 17 définit *"Le périmètre de principe non cultivé autour des chaussées : deux mètres à partir de leur base"* ; les fossés de même, "*dont les talus qui doivent avoir une hauteur conforme à celle de la chaussée (…) Les abreuvoirs établis au Rhône seront entretenus par les associations. Leurs installations doivent faire l'objet d'une autorisation de la Commission centrale*."

Il est bien évident que, au début du XIX^{e} siècle, l'eau du Rhône, préalablement décantée, est encore buvable surtout pour les animaux ; le remplissage de ces abreuvoirs, alimentés par le Rhône, nécessitait des précautions de prélèvements qui ne devaient pas porter atteinte aux chaussées.

L'article 18 détermine "*quelles seront les chaussées sur lesquels il y aura un passage de voitures et de chevaux pour la communication"*. Il s'agit ici des chaussées réservées aux chemins de halage et aussi de charrettes exigeant l'entretien de ces chaussées et des communications.

L'article 19 complémentaire "*définit les amendes infligées à ceux qui font circuler leur équipage sur une digue non conçue pour cela et qui risque d'être détériorée ; on note que le montant des amendes est important pour une voiture (6 francs), beaucoup moins pour un cheval (2 francs), et un seul franc pour une bête à cornes"*.

Ceci paraît logique, mais il est bien évident qu'un troupeau de plus de cent têtes pris en flagrant délit sera plus pénalisé ; le préjudice causé à une chaussée est bien sûr plus important dans ce cas que celui occasionné par une charrette ! Il y a certainement là un effet dissuasif sinon persuasif !

L'article 20 interpelle les propriétaires des *"ségonnaux"* qui sont, je vous le rappelle, les terrains situés entre le Rhône et les chaussées ; *"Ils ne peuvent y établir de quelconques ouvrages (plantations, chaussées, levadons) sans la permission de la commission"*. La réglementation de l'occupation de ces ségonnaux est ici précisée, formant un champ d'expansion même minime, la Commission tient à ce qu'ils soient libérés pour une meilleure protection et une meilleure évacuation des eaux ; encore de la logique, cela a été manifestement bien oublié au cours des deux derniers siècles et reste toujours d'actualité en 2004 !

Les articles 21, 22 et 23 "*interdisent de faire des prises d'eau au Rhône, ni de changer les existantes et tous les ouvrages autorisés ne pourront interférer sur la berge du fleuve ni sur le chemin de halage"*, et déterminent *"la réglementation des ouvrages qui seront jugés offensifs pour les chaussées ou bien destructifs de la berge du fleuve et de ce même chemin de halage"*. Ces deux articles sont un rappel des articles 14 à 17, pour bien spécifier à nouveau cette question nécessaire d'intégrité des digues et des précautions permanentes pour l'irrigation ou l'eau prélevée pour l'usage animal ; le chemin de halage nommément désigné dans cet article 22 démontre que ce moyen de transport sur le Rhône était en vigueur et en honneur à cette époque où les chemins étaient en mauvais état et la voie ferrée pas encore construite.

L'article 24 décide que *"Les bayles commis par les associations pour la surveillance des chaussées seront appelés gardes--chaussées, validés par le préfet. Ils seront chargés de dresser des procès-verbaux pour toutes dégradations commises sur ces chaussées"*. On voit donc le système de surveillance à plusieurs niveaux voulu par le législateur qui est à la fois assuré par le syndic, par le bayle et par les inspecteurs dont les rôles sont complémentaires pour l'entretien régulier de ces digues.

Les articles 25, 26 et 27 précisent la qualité de chacun des intervenants cités ci-dessus, le fait qu'ils sont assermentés, avec en plus la possibilité qui leur est offerte *"de bénéficier d'une remise sur les amendes ordonnées par leurs soins avec le tarif défini"*, les petites amendes rapportant à ceux-ci la moitié de ce qui est exigé ! Ce système de rémunération est vieux comme le monde, dans l'absolu s'il est appliqué correctement, il devient très efficace ! Mais il est sujet bien sûr sujet à caution car il y a toujours des accommodements avec le ciel !

L'article 28 "*met à contribution les associations pour régler le garde chaussées en cas de défaillance et d'insolvabilité des délinquants"*. Ceci permet au surveillant de rester efficace, sans baisser les bras, sachant qu'il sera rémunéré pour ce travail effectué.

Les articles 29 et 30 *"fixent les traitements de l'inspecteur et de l'ingénieur des ponts et chaussées qui sont chargées des projets et des travaux sur ces chaussées"*. On voit bien là, que la rémunération est conséquente et parallèle à la responsabilité, ce qui devrait rester un principe de base pour toute société digne de ce nom. Passons !

Les articles 31, 32, 33, 34, 35 exposent le rôle et les fonctions des surveillants des chaussées qui sont divisées en arrondissement de surveillance. Cette organisation n'entre en fonction que lors des crues du Rhône pour la conservation des chaussées : 1 surveillant pour 4 100 mètres linéaires ! *"Ils sont nommés par chaque association et sont obligatoirement des propriétaires ; à défaut leurs fermiers peuvent les remplacer. Ils sont en fonction pendant quatre ans et renouvelables par moitié et rééligibles. Cette fonction ne peut être refusée sans motifs, deux mandats sont la règle. En cas de carence, un surveillant autre sera nommé et ne pourra refuser ce poste et il sera aidé en cela par les deux surveillants les plus proches. Ils sont sous les ordres des syndics qu'ils peuvent remplacer"*.

31. Pendant la nuit, la moitié des hommes de chaque poste sera toujours sur pied, à en parcourir toute la longueur, ils se releveront de deux en deux heures, et viendront rendre compte chaque fois au sous-bayle de ce qui aura lieu pendant la durée de leur ronde.

32. Si cette surveillance dure plus de trois jours et deux nuits, les syndics pourront remplacer en tout ou en partie les hommes de chaque poste ou les garder plus long-tems, en détachant un homme de chaque poste pour venir prendre des vivres pendant deux jours pour ceux qui resteront.

33. Nul travailleur ne pourra abandonner son poste, sans l'autorisation du sous-bayle, ni avant l'arrivée de son remplaçant ou la communication des ordres du syndic, sous peine de punition.

34. Si le Rhône s'élève à la hauteur de 4 mètres 6 décimètres du rhonomètre placé à la tête du pont d'Arles, les syndics donneront ordre aux surveillans de se rendre dans leurs arrondissemens respectifs. Le plus âgé des syndics se rendra auprès de la commission centrale, pour rester en permanence et correspondre avec les autres syndics, qui se trans-

42. Chaque heure de retard, pour fournir un bateau ou une voiture, donnera lieu à une amende de six francs par voiture et de douze francs par bateau.

43. La peine de l'amende de trois journées de travaux et de trois jours de prison, sera encourue par le surveillant, le bayle ou sous-bayle qui refusera de servir ou qui abandonnera son poste.

44. Chaque association acquittera les dépenses faites pour elle pendant le danger : à cet effet, les associations s'imposeront annuellement le dixième de leur cote ordinaire. Ce fonds sera spécialement et uniquement affecté au paiement de ces dépenses ; et en cas d'insuffisance, l'excédant sera imposé par l'association.

Les dépenses générales faites pendant le danger seront supportées par toutes les associations, et acquittées sur les mandats de la commission centrale : le montant en sera recouvré par le percepteur général, sur un état de répartition dressé par la commission centrale, et rendu exécutoire par le Préfet.

45. Le vol des matériaux et des outils dans ces momens sera puni comme le vol d'instrumens d'agriculture, ainsi qu'il est dit à l'ar-

Figure 3 : Décret 9238, daté du 13 mai 1813 (Extrait)

En cas de crues seulement, le décret prévoit la nomination spécifique de ces surveillants, connaissant bien le terrain puisqu'ils doivent être propriétaires, chargés chacun d'une partie de la chaussée ; ces fonctions de surveillants cessent avec le danger. Cette contrainte n'est pas de trop, compte tenu de la fragilité des ouvrages et de la rapide montée des eaux du fleuve, malgré le personnel habituellement en place défini plus haut; c'était l'info Rhône *in vivo* du moment, qui avait l'obligation de répondre à tout instant, sans manquement, aux autorités qui décidaient de la conduite à tenir.

L'article 36 *"Équipe chaque arrondissement de chaussées d'un magasin pour l'approvisionnement en outils et en objets pour l'entretien des chaussées"*. Cela aux frais des associations, ce qui garantissait certainement la fonctionnalité et un matériel en état de marche.

L'article 37 stipule que *"en cas de crues qui menacent les chaussées d'une rupture ou en cas de débordements, tous les habitants des trois communes depuis seize ans jusqu'à 60 ans seront tenus de se rendre à la réquisition du maire sur les points des chaussées qui leur seront indiquées pour y travailler pendant tout le temps qui sera jugé nécessaire sous la direction des syndics"*. On réquisitionne sur les trois communes, avec un éventail maximum de personnes à partir de l'age de 16 ans. C'est ici que l'on prend conscience et connaissance de la citoyenneté demandée à tous les habitants du lieu, obligatoire même, pour combattre ce fléau que représente une inondation. On cite en exemple le quartier de Trinquetaille où la population est réquisitionnée chaque fois (ce qu'elle a toujours fait) pour voler à la défense des chaussées qui couvrent la tête de Camargue. Ce fut le cas jusqu'en 1859. Il faut noter que ces chaussées formaient le principal boulevard de défense de l'île de Camargue la plus habitée.

L'article 38 précise *"que le refus d'obéir à la réquisition faite par voie d'avertissement ou de publication ou au son du tocsin sera punie d'une amende égale au prix de trois journées de son travail habituel et en plus trois jours de prison incompressibles"*. Une telle condamnation en argent, en manque sur le lieu du travail, avec des jours de prison, ne passait certainement pas inaperçu surtout dans une petite ville où tout se raconte ! Je n'ai pas retrouvé à ce jour d'article à propos de personnes condamnées à ce sujet.

L'article 39 *"donne aux maires la faculté de classer en compagnie ou en section les marins, les travailleurs de la terre, les maçons, les charpentiers et autres ouvriers dont le secours est nécessaire dans le cas des crues du Rhône"*. Cet article rappelle les pouvoirs locaux des maires qui peuvent s'adresser à des professionnels pour faire face à une inondation et à ses conséquences. Selon la localisation de la menace ou de rupture, un corps de métier plutôt qu'un autre sera plus opérationnel. On mesure là, la spécificité des interventions de ces professionnels par rapport aux habitants réquisitionnés.

L'article 40 complète le précédent en spécifiant : *"que ce professionnel qui refuse d'obéir à cette réquisition aura une amende de 6 francs par jour et en plus quatre jours de prison majorés d'une punition conforme aux articles du Code des délits et des peines inclus dans le code"*. Le cas s'est posé certainement pour que cet article ait été rédigé ; il est compréhensible qu'un ouvrier spécialisé, avec beaucoup de chantiers sur les bras, puissent préférer l'abstention à la réquisition.

Cependant les jours de prison et les articles 415 et 416 du Code des délits et des peines qui définissent les conditions de mise au service de la collectivité, sont dissuasifs et comportent dans la plupart des cas un emprisonnement complémentaire au moins de un mois en plus ! Là aussi je n'ai pas retrouvé à ce jour d'article à propos de personnes condamnées à ce sujet dans le pays d'Arles.

Les articles 41 et 42 *"exposent les réquisitions de carrioles, de bateaux pour les transports de matériaux, secours, hommes et bestiaux ; chaque heure de retard de fourniture vaudra 6 francs d'amende par voiture et 12 FF par bateau."*

L'article 43 *"Met à l'amende de trois jours de travaux et trois jours de prison le surveillant, ou le bayle qui refusera de servir"*. Ceci semble une juste peine lorsqu'on a pris connaissance, ainsi que relaté plus haut, du rôle et de la responsabilité de ces hommes nés et vivants sur le territoire.

L'article 44 rappelle *"Que les dépenses faites pendant le danger des crues seront à la charge de toutes les associations sans exception qui se seront régulièrement imposées un fond commun provisionné annuellement."* Dans cet article, la contribution de l'Etat n'est pas signalée, car les dépenses engagées sont au bénéfice des chaussées de chaque association ; Le cas est différent lorsqu'il y a une crue caractéristique avec des préjudices de toutes sortes.

L'article 45 *''Envisage le vol de matériaux et d'outils à ces moments de danger et définit une série* de *punitions"* conséquentes suivant le même Code des délits et peines du code Napoléon.

L'article 46 revient, à l'instar des articles 14, 21 et 23, et insiste sur le fait *''Que si un individu, en période de crues, perce une chaussée, il sera traduit directement devant la Cour d'assises et condamné''* suivant les mêmes articles du code Napoléon.

Le terme de Cour d'assises avec une procédure directe employé ici, montre que cet acte est considéré très justement comme un crime, lorsqu'on prend connaissance des trop rares textes décrivant les noyades, la destruction d'habitations et la disparition de troupeaux. Ceci s'adresse à tout individu et à tout citoyen, pas seulement aux responsables.

L'article 47 détermine *"Le comment rémunérer les ouvriers employés aux travaux de réfection des digues endommagées d'après les rapports des surveillants. Les documents doivent être contresignés par les autorités et approuvées par le ministre de l'Intérieur"* ! 200 années après, le même type de procédure est employé à peu de chose près !

L'article 48 *"Implique les parents qui sont civilement responsables de leurs enfants ainsi que les maîtres qui le sont pour leurs domestiques"*. Chapitre pas toujours évoqué dans les réglementations en ce temps.

Les articles 49 et 50 *"Expliquent les principes de la constatation des délits et de l'arrêt des délinquants même par le corps des gardes champêtres et prévoient la rémunération de ceux qui auront constaté l'infraction ; cette dernière sera portée devant le conseil de préfecture et les autres délits devant les tribunaux."*

Les articles 51,52, 53, 54 ont été donnés au début de cette communication, rappelant l'antériorité et le côté législatif du décret du 20 mai 1805 qui est donc toiletté et étoffé. L'article 53 précise bien *"Qu'il n'est point statué par le présent règlement relativement aux marais d'Arles qui bénéficieront d'un régime particulier et ultérieur"*. Il ne m'a pas été possible de vérifier si lors de l'inondation de 1820, ces mesures avaient été effectivement prises et le résultat de celles-ci au niveau de la ville et des populations des quartiers concernés.

POUR CONCLURE :

Ce décret, par son objet, peut être considéré comme la première mouture d'une réglementation générale à propos des crues du Rhône. Il est formulé en termes clairs et précis, et tient compte de la gravité inhérente aux irruptions du fleuve dans le pays d'Arles. Rien ne semble avoir été oublié par le législateur depuis la confection, les entretiens des chaussées jusqu'aux principes de précautions à prendre en cas de danger. Les rôles que tient dans ce dispositif de défense le surveillant, le syndic, le bayle, et l'Association sont bien exposés par une organisation optimale.

Les moyens de défense de l'époque sont rudimentaires ; il était donc nécessaire et obligatoire que ce soit les habitants eux-mêmes qui deviennent les principaux acteurs de la défense du territoire avec leur petit outillage, un plus grand nombre de participants donnant plus de poids à l'intervention.

Le législateur détermine ainsi la place que tient le citoyen qui est mis sur le même plan de responsabilité, mais avec des mesures de contraintes et pénales pour contrebalancer ce côté d'inertie et d'indifférence qui se retrouve en permanence dans toutes les sociétés au fil du temps dans le passé, et dans ce XIX^{e} siècle que nous venons d'évoquer. Les mesures de sanctions sont rappelées, expliquées à tous les citoyens qui sont mobilisés, définies simplement mais fermement, pour que joue à ce moment-là la solidarité citoyenne, l'Etat étant le garant de la sécurité du territoire.

Maintenant c'est toujours le rôle de l'Etat mais il prend totalement en charge les décisions et les applications des secours ; le citoyen, déjà peu motivé, est désengagé, tenu dans l'ignorance ou bien prié de partir ou de rester chez lui au dernier moment !

Est-ce bien un progrès ? C'est et ce sera une question clé à débattre.

D'autres que moi et beaucoup mieux, dans les séances ultérieures vont vous entretenir des problèmes hydrauliques posés par le Rhône qui sont loin d'être résolus. Ils nous concernent malheureusement tous, même si certains refusent de l'envisager !

À l'époque, comme maintenant, nous ne pouvons toujours pas agir sur le temps et sur les intempéries. Les hommes, par contre, ont la possibilité de se protéger au mieux sur le terrain comme on commence à le voir dans ce décret de 1813 et il est vrai que **sur la forme**, on va s'approcher peu à peu d'une gestion plus moderne des inondations. Cette dernière a véritablement démarré après le cataclysme de 1856 où des mesures spectaculaires sur le terrain, à Arles, vont être prises sous Napoléon III. (cf intervention de Rémi Venture) Elles paraîtront relativement efficaces, grâce aussi à un Rhône que l'on a eu tendance à croire dompté jusqu'aux années 1990, malgré quelques alertes aux premières décennies du XX^{e} siècle !

En fait **sur le fond**, nous n'avons pas fait beaucoup de progrès depuis 1813 car il est nécessaire et vital en 2004, vu l'urbanisme menacé, de revenir à des normes actualisées sur l'ensemble de la protection et de légiférer à nouveau…!

L'Histoire est un perpétuel recommencement pour le citoyen ; elle sert rarement de leçon d'autant plus que celui-ci a la mémoire courte et qu'il y a de grands intérêts divergents en jeu dont il n'a pas toujours la connaissance !

C'est ce que je voulais rappeler aujourd'hui après l'étude de ce texte.

REMI VENTURE

Vice-président
des "Amis du Vieil Arles"

L'INONDATION DE 1856 : LE RHÔNE, LES DIGUES ET NAPOLÉON III

Entre le 20 mai et le début du mois de juin 1856, le Rhône connaît une grande crue qui inonde tout le terroir arlésien. Venu lui-même constater les dégâts subits, Napoléon III prendra alors la décision de faire construire les digues et les quais qui protègeront la Ville et son territoire pendant près d'un siècle et demi. À partir de documents inédits ou peu connus, l'histoire de cette visite jette un regard nouveau sur un chef d'état très souvent critiqué, mais dont l'action a pourtant été déterminante…

INTRODUCTION

Le Rhône ne constitue pas mon sujet de recherche. Travaillant à un ouvrage collectif consacré à l'histoire d'Arles en cours de préparation et dans lequel je traite de la culture populaire arlésienne, j'ai néanmoins eu l'occasion d'avoir recours à un document capital qui se rapporte à cette question. Il s'agit de la *Chronique Arlésienne* de Louis Mège, déposée dans le fonds des manuscrits de la bibliothèque d'Arles. Ne pouvant qu'être sensibilisé par la crue de décembre 2003, j'ai fait vite un parallèle entre cet événement tel qu'il est relaté dans la *Chronique* et les grandes inondations que connut notre ville en 1856. C'est en effet la dernière fois que le Rhône envahit autant notre territoire avant 2003, catastrophe qui entraîna la réalisation des quais et des digues grâce à la venue sur place de Napoléon III.

La présente communication ne sera qu'une sorte de "flash" sur cet épisode, réalisé grâce aux passages qui y font allusion dans la chronique de Louis Mège. Si une telle source n'existait pas, il nous serait en effet difficile de savoir ce qui s'est passé dans la ville car nous ne possédons aucun périodique pour cette période. La nature de ce texte est par ailleurs importante. Il s'agit en effet d'un document à usage privé. Il n'a donc pas été influencé par la propagande officielle, et d'autant moins que légitimiste convaincu, Louis Mège n'était pas à proprement parler un ami politique de Napoléon III. Fils de notaire né en 1816 et décédé en 1895, ce personnage travailla toute sa vie à la Mairie d'Arles, terminant sa carrière comme chef du bureau à l'État Civil. Même si une rue d'Arles porte son nom, Mège est aujourd'hui peu connu alors que notre ville lui doit beaucoup. Trois choses nous paraissent importantes pour définir ce personnage.

- Érudit et collectionneur, Mège sauva un très grand nombre de documents anciens, aujourd'hui déposés à la bibliothèque d'Arles. Sa *Chronique Arlésienne*, journal rédigé entre 1833 et 1887, constitue une mine précieuse pour connaître l'Arles de ce temps. C'est dans ce contexte qu'il faut remettre les extraits que nous allons citer…
- En ce qui concerne le sujet qui nous préoccupe, sa qualité d'employé municipal fait de Mège un témoin privilégié. Il était bien placé pour savoir ce qui se passait dans la ville et plus particulièrement à la Mairie afin d'en faire état dans sa chronique. - Mège était enfin très attaché à la cause royaliste, ce qui lui valut d'ailleurs quelques déboires[37]. Son journal est très souvent partisan, en particulier lorsqu'il évoque des faits politiques ou religieux. Comme nous avons déjà souligné, il n'était donc pas un grand admirateur de Napoléon III et de son régime. Un tel témoignage n'en est que plus intéressant pour ce qui nous préoccupe.

[37] *Gérant du journal légitimiste* L'Album Arlésien *(1840-1843), Mège fut condamné en 1841 à un mois de prison et 200 F. d'amende sous le régime de Louis-Philippe. À une époque où il n'existait pas de retraite, et alors qu'il était déjà âgé, l'érudit fut par la suite mis à la porte de la Mairie en 1876 par la municipalité républicaine d'Augustin Tardieu pour des raisons politiques…*

1 L'inondation de 1856 décrite par Louis Mège

En 1856, Arles n'avait plus subi de grandes inondations depuis novembre 1840. Entre le 31 octobre et le 6 novembre de cette année-là, le Rhône avait connu une violente crue. Ayant alors déjà commencé de rédiger sa chronique depuis onze ans, Louis Mège, évoque l'événement. Le 4 novembre 1840, il écrit : *"Le batardeau qu'on avait dressé hier à la porte de la Cavalerie a été emporté par la violence des eaux qui se sont répandues dans les rues environnantes. À midi, la Place du St.- Esprit et les rues adjacentes étaient sillonnées de petits bateaux. On aurait dit les lagunes de Venise. À 8 h. du soir, heure de la plus haute élévation de l'inondation du territoire, les eaux arrivent au pied de la croix de la Genouillade, et à 25 cm au-dessous du couronnement de l'aqueduc de Pont de Crau* [38]*"*. Cette inondation s'était toutefois déroulée à un moment de l'année traditionnel pour ce genre de fait. La crue de 1856 sera d'autant plus tragique qu'elle eut lieu à une date a priori moins commune, puisqu'il s'agit de la fin du mois de mai. On connaît la vocation agricole du pays d'Arles qui était alors le grenier à blé de la Provence. Les récoltes étant encore sur pied, elles ont été ravagées par l'inondation, ce qui entraîna de graves dangers pour la population (disette, chômage…). Quoi qu'il en soit, on peut en connaître le déroulement précis grâce à Mège.

Dès le 20 mai 1856, notre chroniqueur inscrit sur son journal : *"Le Rhône, qui depuis huit jours avait atteint une assez grande hauteur, marque ce soir 4 m 50. Il couvre tous les ségonnaux et vient battre les quais de la ville* [39]*"*.

Le 29, le débit du fleuve baisse d'un mètre. L'accalmie sera passagère car son niveau remonte dès le lendemain : *"La pluie continuelle et les hautes eaux qui règnent depuis plus d'un mois ont pénétré et imbibé toutes les chaussées qui suintent au pied et à fleur de terre"*.

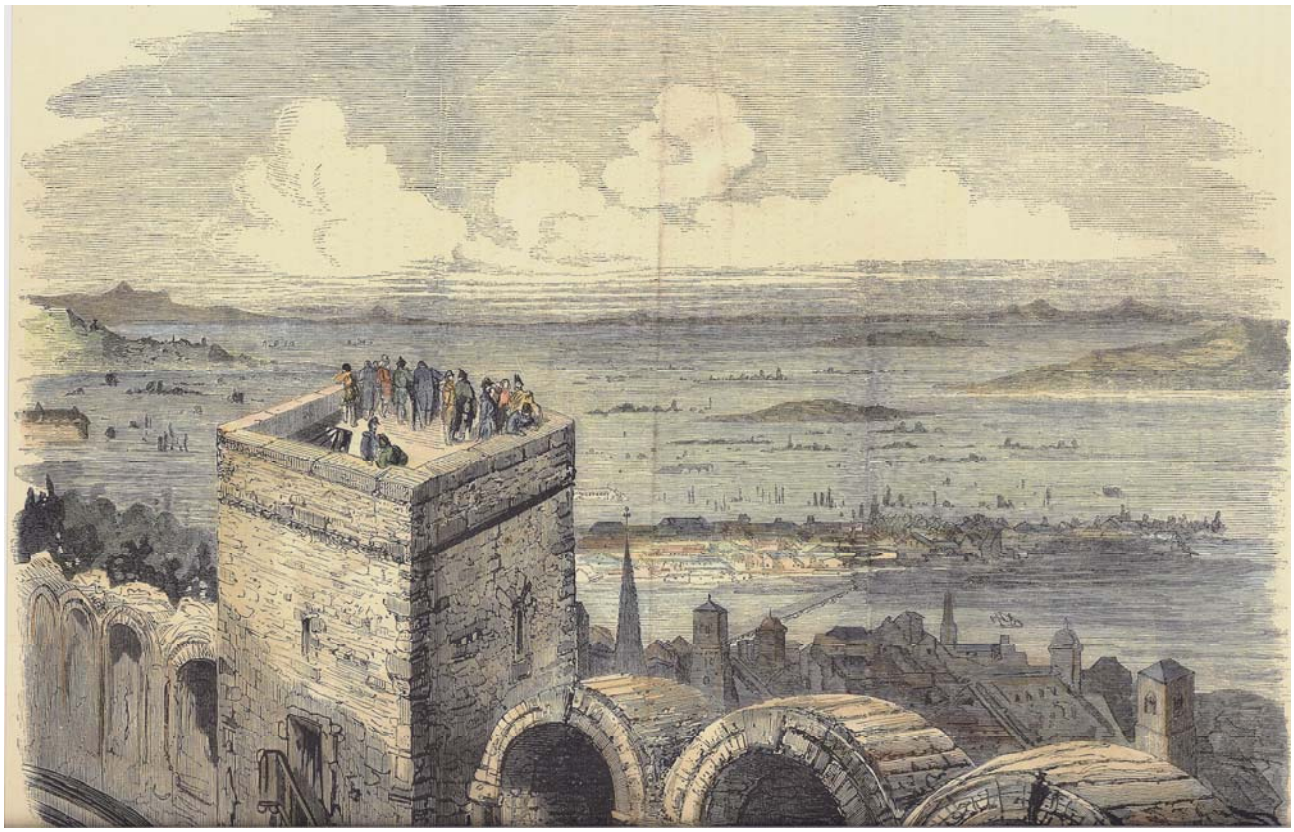


Figure 1 : La Camargue pendant l'inondation du Rhône de 1856
Vue des arènes d'Arles

[38] *Louis Mège.-* Chronique Arlésienne*, 1840, Ms 235, p 16.*
[39] Idem*, Ms. 236, p. 115.*

Le 31 mai suivant, la situation empire encore : *"à la suite de pluies incessantes, les eaux du Rhône ont subi une nouvelle augmentation et ont atteint la hauteur effrayante de 5 m 65 au-dessus de l'étiage. Les quartiers bas de la ville sont entièrement submergés; les eaux pénètrent sans toutes les rues qui avoisinent nos quais et les habitans sont obligés de se réfugier au premier étage de leur maison. Vers dix heures du matin, plusieurs barques du pont de bateau qui met en communication Arles et son faubourg de Trinquetaille, ont été entraînés par la rapidité du courant. Cependant, le Rhône grossissait toujours; dans l'après-midi, vers deux heures une autre partie du pont n'ayant pu résister à la fureur des vagues, a été entraînée et lancée contre les bateaux de charbon qui longeaient la rive droite du fleuve: en a brisé plusieurs qui ont sombré immédiatement. La dernière partie du pont a été emportée vers cinq heures du soir et de nouveau s'en est suivie la disparition d'un grand nombre de bateaux chargés de charbon, enfoncés par le choc. À la même heure (5 h. du s.) , une brèche s'est tout à coup pratiquée entre le pont de Trinquetaille et le pont de Fourques; à ce moment, le débordement est complet, immense, inouï. La Camargue et le reste de notre territoire ne présentent plus qu'une vaste nappe d'eau. Des embarcations ont été disposées de suite par l'autorité pour aller porter des secours dans tout le territoire. Dès cet instant, il y avait grand danger à tenter la traversée du Rhône pour aller porter secours à Trinquetaille, qui s'est vu obligé, malgré sa cloche d'alarme, de se suffire à lui-même. Les nombreux troupeaux de bêtes à laine qui se trouvent à cette époque encore en Camargue, ont été traversés du côté d'Arles par un bateau à vapeur, dont la ville a payé les frais. Cette inondation qui dépasse même les bornes de celle de 1840, est telle qu'on n'en avait jamais vu de pareille*[40]*".*

Le lendemain, Mège cite un article paru le 8 juin dans un périodique régional, *Le Courrier des Bouches-du-Rhône* : *"...Pendant que l'autorité administrative et municipale venait en aide aux gens de la Camargue, des besoins de même nature se faisaient également sentir sur les autres ponts de notre territoire et notamment dans le Trébon et la Basse Crau, où les eaux, provenant de la brèche faite aux chaussées de Boulbon, causaient des ravages considérables. Le quartier de la Cavalerie se trouvant menacé d'un second envahissement, l'on se mit immédiatement à l'œuvre pour construire un batardeau contre la porte de la ville. Grâce à cette prudente précaution, les habitants du Bourg-Neuf et du Saint-Esprit ont été préservés..."*

Notre chroniqueur publie enfin une lettre datée du 1er juin et adressée à *La Gazette du Midi* par Casimir de Jonquières, ancien maire d'Arles et propriétaire terrien[41]. Elle fut par la suite reproduite dans *Le Courrier des Bouches-du-Rhône* du 8 juin 1856 : *"Un immense désastre a frappé le territoire d'Arles. Hier à, 5 heures du soir, une brèche s'est ouverte au sommet de la Camargue: à la même heure, le bas Plan du Bourg était envahi par une rupture à la Chaussée de Parade. Ce matin, les eaux du Rhône, après avoit renversé les chaussées de Boulbon, de St Pierre de Mézoargue et dite de la Montagnette, ont envahi le Trébon et le Haut Plan du Bourg. La surface inondée représente au moins 90 000 ha. Cette surface, il y a quelques heures, était couverte des plus riches moissons ! C'est un déficit de 150 000 hl de blé pour l'alimentation du pays. Pour la Commune d'Arles, c'est une catastrophe effroyable, sans comparaison avec le même sinistre frappant d'autres territoires. Partout ailleurs, en effet, la crue du fleuve terminée, les eaux débordées s'écoulent en quelques jours, le fleuve lui-même devient leur récipient et le moyen de leur fuite. Dans le territoire d'Arles, en Camargue surtout, les eaux débordées restent sur les terres plusieurs mois. Leur écoulement est nul, il faut attendre leur évaporation. Partout ailleurs, une inondation fait perdre une récolte; en Camargue, non-seulement la récolte est perdue, mais pour reconstituer immédiatement les moyens d'une défense artificielle contre le Rhône, il faut que la propriété dévastée, sans produits, soit frappées de cotisations considérables.*

---

[40] *L. Mège,* op. cit. *p. 115-116*

[41] *Casimir de Perrin de Jonquières (1802-1871) avait été maire d'Arles entre 1843 et 1846. Comme tout aristocrate arlésien, il était un gros propriétaire foncier, ce qui l'amena à s'occuper des problèmes liés à l'irrigation et à l'assèchement de la Camargue et de la Crau. Dès l'âge de 25 ans, il avait été l'initiateur du Canal de Langlade. Il sera l'un des principaux dirigeants des associations territoriales pour la protections des terres contre les inondations. C'est à ce titre qu'il rencontrera l'empereur, entrevue que signale Louis Mège dans sa chronique (*cf. infra*).*

Ces cotisations aujourd'hui sont d'un recouvrement impossible. Espérons que le gouvernement, appréciant toute la qualité de cette situation, se chargera de l'exécution des travaux, qu'il en payera la dépense, dût-il ne considérer ce payement qu'à titre de prêt, dont il se rembourserait pas anuité à l'aide de rôles de cotisations syndicales... PS La crue s'est élevée à Arles à 5 mètres 60, celle de 1840 n'avait été que de 5 mètres 16. C'était 44 cm de moins".

Le 5 juin, le correspondant d'un autre journal, le *Nouvelliste* de Marseille rapporte : *"le Rhône (...) finit par emporter plusieurs kilomètres de la voie ferrée au-dessus de Tarascon. C'est alors que les eaux envahirent toute la rive gauche du Rhône. Aujourd'hui, elles couvrent le Trébon, les anciens marais d'Arles, le territoire de Fontvieille, la Vallée des Baux et tout le Plan-du-Bourg. Le Grand Plan-du-Bouyrg avait été protégé d'abord par les digues du canal d'Arles à Bouc, mais ces digues ont cédé sous la pression des eaux et maintenant le Grand Plan du Bourg est le petit sont entièrement submergés. Une partie de la Crau même, est inondée par le marais des Chanoines. (...) C'est du haut des trois tours sarrasines de l'amphithéâtre d'Arles que l'on peut contempler ce spectacle affligeant, on aperçoit de l'eau... toujours de l'eau... Dans cet immense lac, on voit s'élever Montmajour et la Montagne de Corde qui apparaissent comme des îles au milieu de la mer; ici, on voit poindre le haut des arbres; là, diverses fermes apparaissent; il est une vers le Pont de Crau dont on ne voit plus que le toit; plus loin, d'autres ont de l'eau jusqu'au 1er étage. Les fermes sont encore habitées et l'on porte des secours à ceux qui s'y trouvent au moyen d'un service de bateaux organisés à cet effet (...)".*

2 La venue de l'Empereur

Le lundi 2 juin, Louis Mège rapporte en détail la visite impériale qui fut précédée de rumeurs concernant un tel voyage. Ce dernier semblait tout d'abord très improbable car jamais un chef d'état ne s'était ainsi déplacé...

"Dans le courant de l'après-midi, le bruit se répand que l'Empereur Napoléon III, qui s'était rendu à Lyon pour juger lui-même des désastres causés par le Rhône, descendrait probablement jusqu'à Arles. Ces prévisions, qui paraissaient tout d'abord incertaines, se réalisèrent. Le lendemain, mardi 3 juin, dans la matinée, une proclamation, faite à son de trompe et placardée aussitôt sur les murs de notre ville, annonçant à la population l'arrivée de l'Empereur". À 7 heures 1/4 du soir, le convoi impérial arrive aux Ateliers de chemin de fer. M. Rame[42]*, 1er adjoint, remplissant en l'absence de M. le baron de Chartrouse*[43]*, en session du Corps Législatif, les fonctions de maire, reçoit sa majesté. L'Empereur ainsi que sa suite se dirige vers les arènes, en passant par la Porte de Laure, et va contempler du haut de la grande tour, le navrant spectacle que présente notre territoire. La foule est assez nombreuse sur son passage. Après s'être rendu compte, du haut de cette tour, de tant de sinistres, S.M. se dirige ensuite à l'hôtel du Nord, où elle doit passer la nuit. Là, elle s'entretient longuement avec M. Rame, M. de Jonquières, président du Syndicat Général des Chaussées de Camargue, et M. Bernard, ingénieur. Après soupé, toutes les façades des maisons de la Place des Hommes ont été illuminées.*

[42] *Isidore Rame (1800-1884) était professeur retraité. Premier adjoint sous les mandats municipaux de Bernard-Benoît Remacle et du Baron de Chartrouse, il dirigera de fait la ville en grande part tout au long de cette période, les maires étant aussi députés et siégeant à Paris plusieurs mois de l'année. Alors que nous étions en poste à la bibliothèque d'Arles, nous avons retrouvé dans les sous-sols de l'archevêché une partie des lettres que Rame reçut de Chartrouse. Elles sont désormais classées parmi les manuscrits de la BM sous les cotes M 2276 et M 2277. Ces missives sont malheureusement postérieures à 1856.*

[43] *Député maire d'Arles depuis l'année précédente, Jules Meiffren-Laugier, baron de Chartrouse (1804-1877), le restera jusqu'en 1865 – maire –, et 1870 - député.*

Le matin même de son départ, Napoléon a daigné de nouveau s'entretenir avec plusieurs personnes sur les besoins et les intérêts de notre population et notamment avec le président du tribunal de Commerce, M. Bizalion[44]*, qui a appelé toute la sollicitude de S.M. sur la marine d'Arles, nos quais, notre port et tout ce qui est relatif au commerce et à la navigation en général. S.M. a promis de faire étudier et examiner ces importantes questions le plus promptement possible. Le sieur Lyonnais, gendarme de notre ville, déjà décoré de 4 médailles de sauvetage et de la Médaille Militaire a reçu des mains de l'Empereur la croix de la Légion d'Honneur. Vers 7 heures du matin, le corps de musique des Frères des Écoles Chrétiennes est venu faire entendre ses harmonieux accords sous les fenêtres de l'hôtel. S.M. a souri plusieurs fois à l'aspect de ces petits artistes, et à fait remettre à leur chef la somme de 100 francs pour acheter, a-t-elle dit, du papier de musique. Après avoir laissé 20 000 F aux pauvres de notre ville et 200 000 f. pour les inondés de l'arrondissement, l'Empereur a quitté la ville d'Arles le 4 juin à 8 heures du matin".*

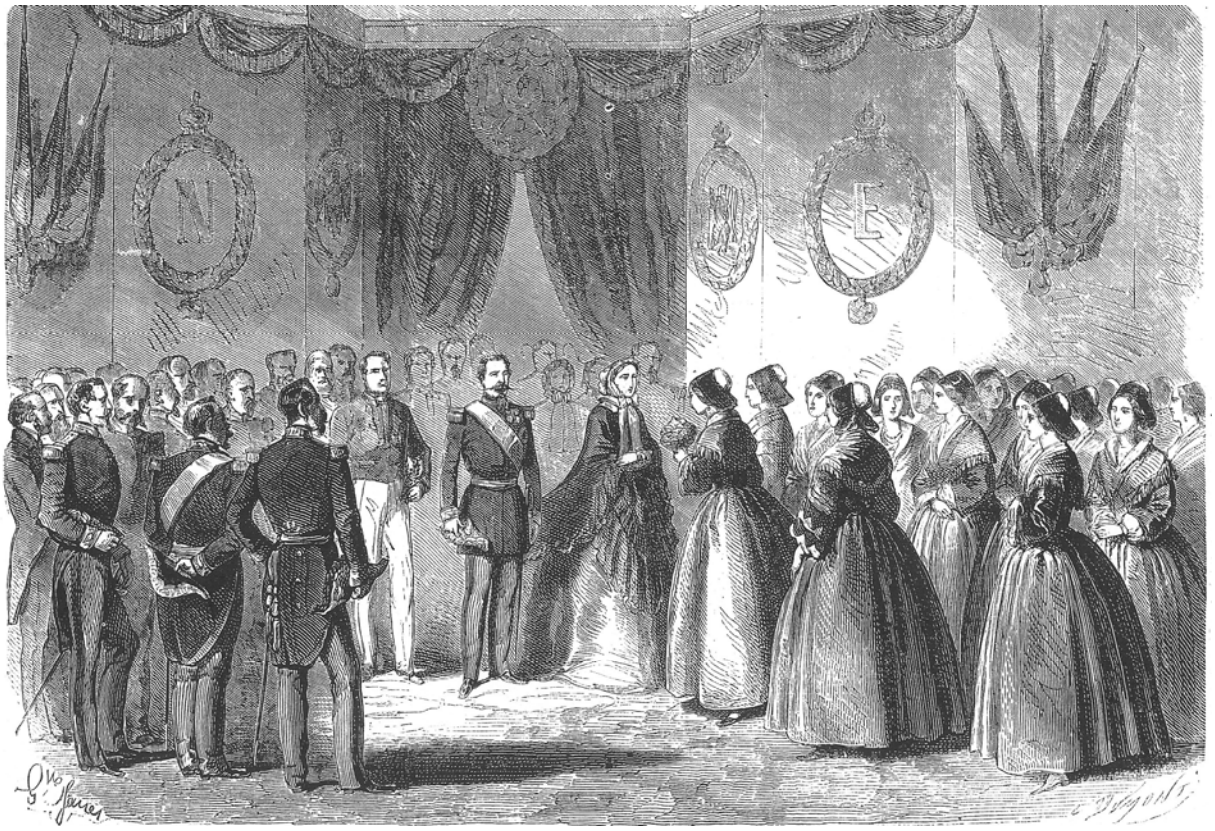


Figure 2 : Jeunes filles d'Arles venant complimenter, en langue provençale, S.M l'Impératrice

(Croquis de M. Mollin)

Dans l'article du Nouvelliste cité tout à l'heure, il est précisé que *"l'empereur a compris que la propriété succombait sous le poids des charges et il a donné l'assurance que les brèches occasionnées par l'inondation seraient entièrement fermées aux frais du Trésor (...). Si nous sommes bien informés, l'empereur se serait occupé aussi des moyens à prendre pour prévenir le retour de pareils malheurs, il s'agirait de renforcer considérablement les digues et de leur donner plus de hauteur encore. Ces dépenses ne seraient pas mises entièrement aux frais des propriétaires, l'État en supporterait une partie et l'on aviserait aux voies et moyens pour prêter aux associations territoriales en amortissant le capital…"*

---

[44] *Honoré Bizalion (1825-1884), négociant et littérateur arlésien. Sa nécrologie parue dans* L'Homme de Bronze *signale que "…le canal St-Louis, l'élargissement du canal d'Arles à Bouc, la construction du pont (…) l'approfondissement du Rhône l'ont compté au nombre de leurs promoteurs et de leurs plus chauds défenseurs, et dans plus d'une de ces importantes questions, son initiative et sa persévérance ont puissamment contribué à obtenir une solution favorable… ".*

3 Les répercussions

Le jour même où Napoléon quittait la ville, le conseil municipal est réuni sous la présidente d'Isidore Rame. Après avoir tenu des propos très révérencieux envers l'empereur bien dans l'esprit du temps, ce dernier y souligne *"S.M. (…) lui a fait espérer que toutes les brèches ouvertes dans nos digues seront fermées immédiatement aux frais de l'État et qu'on facilitera à la propriété les moyens d'emprunts à long terme pour effectuer simultanément les travaux de doublement et d'exhaussement pour prévenir le retour de pareils malheurs* [45]*"*.

Dans la session du Conseil Général des Bouches-du-Rhône qui s'est ouverte à la fin d'août 1856, le Préfet annonce que le gouvernement va entreprendre de grands travaux de défenses pour protéger de manière définitive les riverains du Rhône. Même si l'on y trouve assurément un part de propagande importante, les propos du préfet sont révélateurs des répercussions qu'eurent très vite la visite impériale : *"Il importe maintenant de prévenir, autant que le peuvent les forces humaines, le retour de semblables désastres. L'empereur s'est le premier préoccupé de cette haute nécessité... En attendant que, sous la puissante direction ainsi donnée aux études des hommes de l'art, un meilleur système de défense ait été arrêté contre les inondations, nos ingénieurs ont dû se mettre à l'œuvre pour rétablir les chaussées emportées et garantir la contrée, au moins provisoirement, de toute nouvelle invasion du Rhône. (...) Tout aura été remis en état avant les crues d'automne, tant le secours a été prompt, tant a été grand l'activité déployée par les deux ingénieurs en chef qui se partagent les rives du Rhône dans notre département"*.

Depuis longtemps envisagée, l'érection de digues sur le littoral maritime camarguais est également prévue. Le préfet précise que cela coûtera *"400 000 F. et sera exécuté entièrement aux frais de l'état...."*.Lors du conseil municipal tenu le 14 novembre 1859, le baron de Chartrouse, maire d'Arles, donne lecture d'une lettre du sous-préfet rédigée l'avant-veille et relative à la construction d'un pont et des quais sur le Rhône :

"J'ai l'honneur de vous transmettre copie de deux dépêches émanant l'une de M. le ministre des travaux publics et l'autre de M. le Préfet et ayant pour but de provoquer une décision du Conseil Municipal (…) sur la préférence entre les deux projets de pont sur le Rhône (…). Aussi, j'en profiterai pour appeler votre attention sur la question des quais, car on ne saurait en ajourner indéfiniment l'exécution tant au point de vue de la sécurité du territoire et de la ville qu'au pont de vue des facilités de circulation qu'il donnerait, ainsi que des embellissements qu'il apporterait aux quartiers adjacents aux deux rives du Rhône. Car en ce qui touche la défense des territoires, l'absence d'un quai à Trinquetaille laisse la tête de la Camargue ouverte aux eaux du Rhône et peut d'un instant à l'autre compromettre gravement les nouveaux travaux d'endiguement puisqu'il laisse passa libre à une inondation que l'établissement de la digne à la mer rendrait encore pus désastreux pour l'obstacle qu'elle y mettrait à l'écoulement des eaux; du reste, j'ai pu voir avec vous, sur place, dimanche dernier, en examinant les effets de la dernière crue, combien la situation vous paraît grave puisque pour l'atténuer, vous demandez s'il ne serait pas possible de faire faire un batardeau provisoire (…). Je considère que le projet du pont et le projet des quais comme connexes, et puisque vous aurez à créer des ressources pour le pont, il me paraît d'autant plus adroit et habile de s'occuper aussi des quais, qu'en présentant simultanément vos deux projets, vous ferez ressortir bien mieux l'importance de vos sacrifices et vous vous mettrez par là en meilleure position pour obtenir les secours du gouvernement en de larges proportions[46]*."*

Napoléon III reviendra une nouvelle fois en Arles, le 8 septembre 1860. Il est alors reçu officiellement par les édiles, et les inondations sont évoquées dans les discours prononcés à cette occasion.

---

[45] *Archives Municipales, Délibérations, D 22 f° 343 v°*

[46] Idem*, 2D 22, f° 439-440 r°*

Dans sa séance du 7 mars 1864, le Conseil Municipal arlésien souligne : "*Considérant qu'il importe que le quartier de la Roquette, si malheureux, toutes les fois qu'il est envahi par une inondation soit au plus tôt mis à l'abris d'un fléau qui frappe une population de dévastation et d'insalubrité, le conseil Municipal doit éviter que le moindre retard dans l'exécution de travaux si utiles proviennent d'un ajournement d'adjudication*[47]*.*"

La construction du pont est entamée en 1865 puisqu'une nouvelle crue détruit alors en partie le chantier[48]. Un décret impérial du 23 août 1866 déclare ce projet d'utilité publique. Les 2/3 des dépenses, qui s'élèvent à 1 240 000 F, seront supportées par l'état et le dernier par le département[49].

Dans sa thèse de doctorat consacrée à l'Arles du XIXe siècle, Paul Allard affirme que les travaux de protection contre le Rhône seront achevés en 1869. Au total, près de 97 km de chaussées enserrent désormais le fleuve. La digue à la mer avait été terminée dès 1859. Le pont métallique sera inauguré en grandes pompes en 1875[50]. Mais si cela se déroule sous la IIIe République, c'est bien au Second Empire que l'on en doit la construction…

[47] Idem*, D 23, f° 228 v° à 231.*
[48] *Cela est évoqué par le conseil municipal…*
[49] *L Mège,* idem*, p. 322.*
[50] *C'est celui qui sera détruit lors des bombardements d'août 1944...*

CONCLUSION

Napoléon III a été longtemps décrié et critiqué de manière très violente. Le Second Empire fut ainsi caricaturé comme un régime fantoche et corrompu, sur lequel aurait trôné un "Napoléon le Petit" ridicule et dérisoire cher à Victor Hugo. Cette période a été présentée comme une sorte de parenthèse néfaste, appelée à une disparition inéluctable. Le 2 décembre ou Sedan ont laissé des marques indélébiles, et cela d'autant plus que l'opinion est restée très marquée par une historiographie officielle, élaborée sous la IIIe République et diffusée par ses "Hussards Noirs"... Ainsi que le fera plus tard le régime gaulliste par rapport à la IVe République, il faut bien dire que cette dernière a tout fait pour dénigrer le Second Empire afin de mieux se valoriser… On oublie de préciser que la IIe République était déjà moribonde bien avant le coup d'état du Prince-président... Le 2 décembre et la répression qui suivit sont assurément condamnables - Napoléon III lui-même disait que c'était sa "*tunique de Nessus*"… Mais cela doit être comparé aux événements plus sanglants encore de juin 1848 ou de 1871[51]. Au passif du régime, il y a aussi la catastrophique expédition mexicaine. Mais la IIIe République aurait été bien inspirée de poursuivre la politique algérienne de Napoléon, inspirée par le saint-simonisme, et qui voulait établir une totale égalité entre européens et maghrébins au sein d'une entité franco-arabe… Enfin, la défaite de 1870 fut cuisante. L'empereur peut en être considéré comme responsable, et il le reconnut lui-même. Mais condamne-t-on pareillement la IIIe République dans son ensemble à cause de la débâcle de juin 1940 ?… L'historiographie contemporaine réhabilite donc Napoléon III et le Second Empire. On citera par exemple la dernière publication en ce domaine, la belle biographie signée par Pierre Milza[52], auteur qui ne peut être considéré ni comme bonapartiste ni comme un thuriféraire de l'empereur. L'exemple arlésien illustre bien pourquoi le Second Empire et son chef méritent bien un tel regain d'intérêt.

Pour la première fois dans l'histoire, un chef de l'état se déplaçait personnellement pour se rendre compte par lui-même d'une situation critique à l'autre bout du pays. Ainsi put-il prendre rapidement les mesures adéquates qui ont marqué le paysage arlésien et rhodanien jusqu'à nos jours. Certes, cela a été facilité par l'existence du chemin de fer qui permettait désormais des communications plus rapides…. On parlera peut-être avec dédain d'un "*voyage compassionnel*" dû à l'opportunisme politique ou à un esprit paternalisme. On le fera d'autant plus volontiers qu'attaquer "Badinguet" est encore très conformiste dans certains milieux bien pensants… Mais gouverner n'est-il pas prendre de bonnes décisions après s'être mis au courant en venant apprécier de visu la situation ?… Napoléon III a ainsi eu une conduite très moderne pour son temps, exemple que suivront par la suite beaucoup de ses successeurs. "*Compassionnelle*" ou non, la venue de Napoléon III sur place (et même à deux reprises…) a bien été déterminante dans l'établissement définitif des quais et des digues qui ont protégé Arles et son territoire pendant près de 150 ans... Tout cela doit enfin être remis dans le contexte national. Le Second Empire constitue une période intense de modernisation, à laquelle l'empereur n'est pas étranger... Nous ajouterons une dernière chose. Une visite d'un tel niveau n'a pas eu lieu lors des crues de 2003… Même si elle n'aurait peut-être été que "*compassionnelle*", cette présence aurait sans doute été appréciée par les sinistrés à sa juste valeur, d'autant qu'Arles n'est aujourd'hui qu'à une heure d'avion des palais nationaux...

Paradoxalement, les tentatives visant à réhabiliter l'empereur ont commencé assez tôt, et même de la part de personnages inattendus. Voici par exemple ce qu'écrivait déjà en 1895 un grand écrivain dont le nom, sans aucun doute, surprendra après que l'on ait lu de tels propos…: *"À 20 ans, en plein Empire, je tenais le neveu du grand Napoléon pour le bandit, le "voleur de nuit" qui, selon l'expression célèbre, avait allumé sa lanterne au soleil d'Austerlitz.*

---

[51] *Le Général Cavaignac, qui mata dans le sang les manifestations ouvrières de juin 1848, fut une icône républicaine durant tout le Second Empire car il avait été battu aux élections présidentielles par le futur Napoléon III… Quant à Monsieur Thiers, il est toujours considéré comme un grand homme…*

[52] *Pierre Milza.*- Napoléon III.- *Paris, Perrin, 2004.*

Dame, j'avais grandi au roulement des foudres de Victor Hugo : Napoléon le Petit était pour moi un livre d'histoire d'une vérité absolue. Je le voyais "l'œil terne, furtif, les traits pâlis" à travers cette rhétorique hennissante, écumante, géniale. Mais j'en suis revenu depuis. Car au fait, le Napoléon III des Châtiments, c'est un croquemitaine sorti tout botté de l'imagination de Victor Hugo. Rien n'est moins ressemblant que ce portrait… sorte de statue de bronze et de boue élevée par le poète pour servir de cible à ses traits acérés, disons le mot, à ses crachats…. Non l'empereur : un brave homme, hanté de rêves généreux, incapable d'une action méchante, très sincère dans l'inébranlable conviction qui le porte à travers les événements de la vie et qui est celle d'un homme prédestiné, à la mission absolument déterminée, inéluctable, l'héritier du nom de Napoléon et de ses destinées. Toute sa force vient de là, de ce sentiment des devoirs qui lui incombent[53]…" L'auteur de ces lignes n'est autre qu'Émile Zola….

Il n'est pas question de canoniser l'empereur ni de faire se son régime un modèle parfait. Comme c'est toujours le cas pour les activités humaines, le Second Empire a eu aussi sa part d'ombre. S'il est anecdotique, l'exemple arlésien ravivé par les événements de décembre 2003 est une bonne preuve montrant que la réhabilitation de Napoléon III et du Second Empire est justifiée. Dans l'exposition permanente récemment inaugurée en l'église des Trinitaires, les Services Culturels de la ville ont donc bien eu raison citer le nom de l'Empereur parmi la liste des personnages qui ont marqué l'histoire d'Arles...

[53] *Article d'Émile Zola paru dans* Le Gaulois *en août 1895.*

PAUL ALLARD

Professeur d'histoire
DESMID, UMR 6012 Espace
Université de la Méditerranée

ARLES ET SES TERRITOIRES AU TEMPS DES INONDATIONS

Il s'agit de rappeler comment les arlésiens se sont protégés contre les inondations du XVIII^e^ au XX^e^ siècle.

INTRODUCTION

Ces dernières années le Rhône a de nouveau envahi les plaines du bas Rhône. La surprise fut d'autant plus grande que la Camargue et le Trébon avaient été épargnés depuis plusieurs dizaines d'années ; le fleuve qui disparaissait sagement derrière les hautes digues rehaussées sous le Second Empire était redevenu un danger.

Pourtant il convient de rappeler que le fleuve n'est pas seulement une menace pour Arles et sa région. Le Rhône et la Durance sont à l'origine de la richesse de la région. La combinaison de la présence d'eau, de sols alluvionnaires et du soleil a donné naissance à une agriculture riche et diversifiée qui a attiré les populations. La navigation fut également source de richesse, de l'Antiquité jusqu'à l'arrivée des chemins de fer. Le port d'Arles et les foires de Beaucaire eurent longtemps une grande renommée. En contrepartie, les villes, les villages et les terroirs vivaient sous la menace permanente des crues. Aujourd'hui le Rhône n'apparaît plus comme la principale source de la richesse et la tentation est grande de ne voir en lui qu'un danger potentiel.

Il est nécessaire de remonter dans le temps pour comprendre comment le lien qui unit les habitants et le fleuve a varié dans le temps et que les populations d'autrefois avaient appris à vivre avec un fleuve nourricier et dangereux. Ce retour sur le passé n'est pas destiné à engendrer la nostalgie du "bon vieux temps" où les hommes vivaient en harmonie avec la nature. Les conditions de vie de nos ancêtres paraîtraient à bien des égards intolérables aux populations actuelles. Mais le passé nous a laissé un héritage composé d'un patrimoine architectural, de terroirs agricoles, de digues et de toute une culture de l'eau qui perdure au travers des associations de gestion de protection, de drainage et d'arrosage. Pour changer ce qui doit l'être il est nécessaire de connaître ce passé.

Dans ce court exposé, il n'est pas question de retracer toute l'histoire des rapports d'Arles et de son fleuve, j'insisterai principalement sur 5 points qui me paraissent importants :

- La représentation que les sociétés ont de l'inondation change dans le temps.
- Durant longtemps une des protections les plus efficaces contre l'inondation a été la gestion de la vulnérabilité.
- A toutes les époques, les inondations catastrophiques exceptionnelles entraînent la remise en cause du système de protection existant.
- Le système de protection actuel est largement hérité du passé.
- La question de la mémoire.

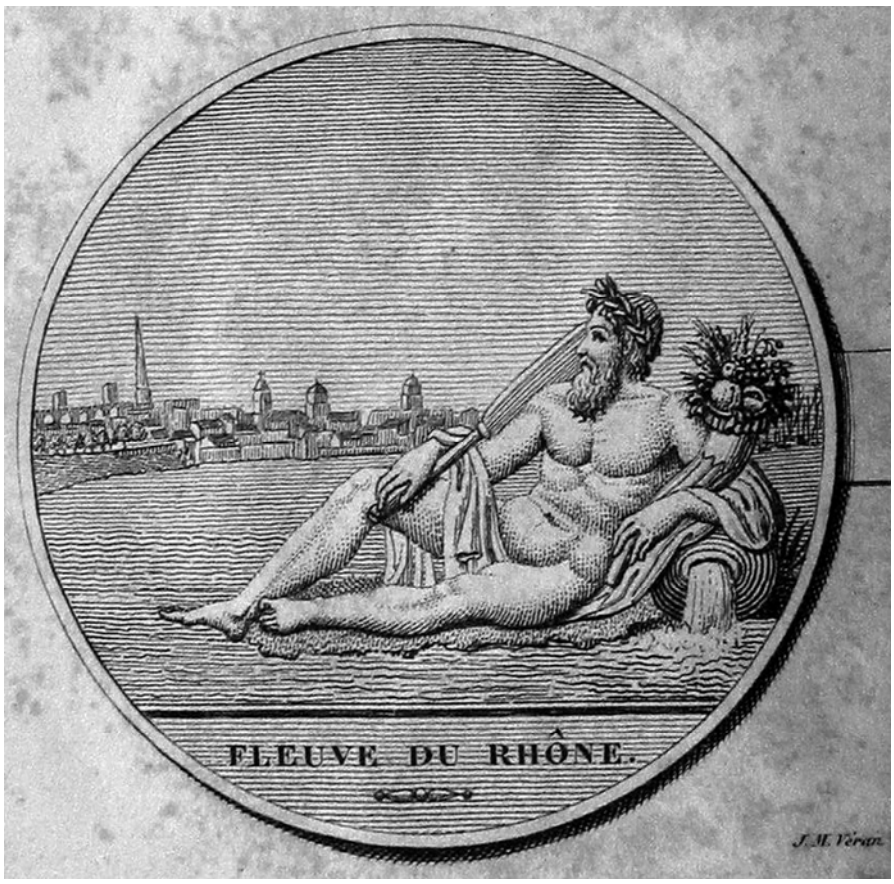


Figure 1 : Médaillon offert au Maire d'Arles pour être vendu au profit des inondés
Recto symbolisant le Rhône qui apporte ses richesses aux riverains.

Gravure de J.M. Véran (1840).

1 La représentation des inondations change dans le temps

Nos ancêtres imaginaient que Dieu punissait les humains sous la forme de fléaux, épidémies, catastrophes naturelles par exemple les inondations exceptionnelles. Ces épreuves étaient destinées à les faire revenir dans la stricte observance des commandements de Dieu. Mais la notion de fléau n'intervenait que lors des très grandes crues. Les crues saisonnières faisaient partie du cycle de la nature et dès le Moyen Age les riverains cherchaient à s'en protéger pour pouvoir cultiver les terres. Les systèmes de protection existaient mais étaient limités.

La naissance de la science moderne, en particulier au XVII^{e} et au XVIII^{e} siècle s'accompagne d'un changement radical dans l'interprétation des catastrophes, celles-ci, quelles que soient leur ampleur, sont dues à des phénomènes naturels que l'homme peut comprendre et contre lesquels il peut se protéger. Les deux types d'interprétation coexistèrent longtemps et les polémiques étaient fréquentes.

Une polémique au temps de la Révolution à propos de l'inondation du bas Rhône en novembre 1790 : *"Le doigt de Dieu, qui frappe les avignonnais, a si fort enflé le Rhône, qu'une inondation, occasionnée à la suite d'une provocation du vent excessivement chaud a fait de tous les démagogues les seules victimes des vengeances célestes."* (Phrases extraites des nouvelles Annales du Comté Venaissin (qui s'impriment chez veuve Penne à Carpentras), 16 Novembre 1790, page 184.)

Le commentaire du maire révolutionnaire et anticlérical d'Arles, Antonelle : *"Il ne faut pas douter que les cafards, vraie peste publique, n'aient tenu ce langage à tous les riverains des fleuves débordé."*. La polémique eut un écho national...

Cette manière de voir a changé entre le XVIII[e] siècle et le XIX[e] siècle. A la croyance dans la toute puissance divine s'est substituée la croyance dans la toute puissance de la science et des techniques : on croit que l'homme peut contrôler la nature. On peut donc concevoir des systèmes de protection réputés insubmersibles.

Et Carrion Nizas, orateur du Tribunat le 16 septembre 1807 à propos de la loi sur le dessèchement des marais, peut s'exprimer avec enthousiasme : *"Les eaux ont usurpé la terre, sans profit pour la navigation, de vastes espaces que la culture réclame... Ce ne sont pas seulement les grands bouleversement de la nature, les soudaines et violentes convulsions des éléments qui ont ainsi converti des champs fertiles en lagunes infectes. De moindres causes ont suffi ; les négligences des gouvernements, l'ignorance des administrateurs... Les sciences physiques, tous les jours plus audacieuses et plus puissantes, prodigueront leurs efficaces secours..."*

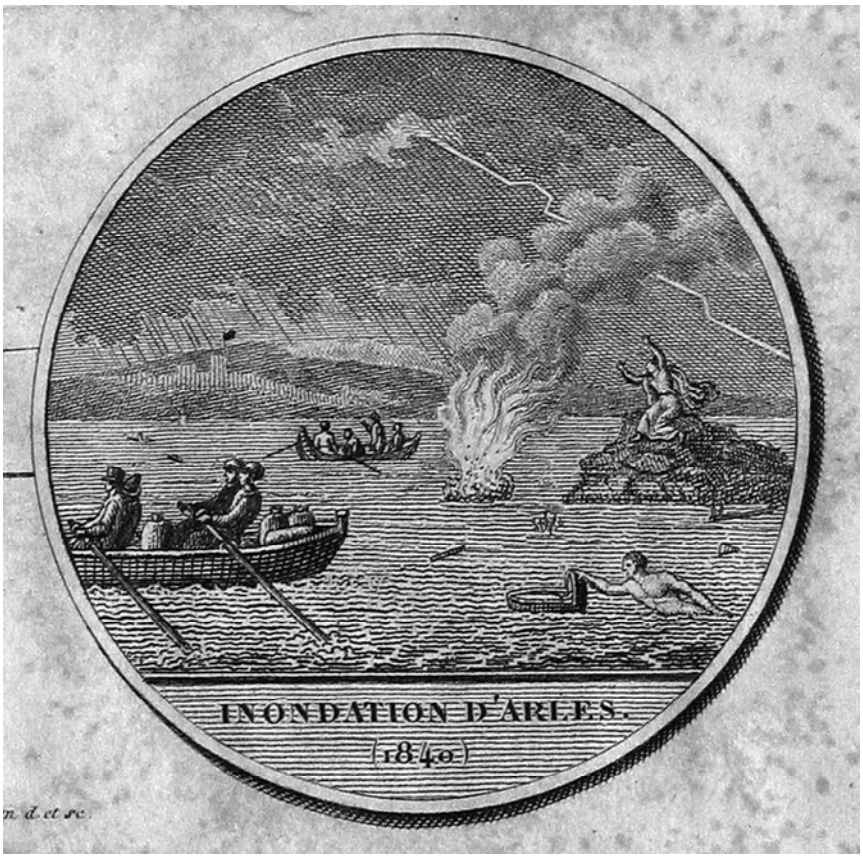


Figure 2 : Médaillon offert au Maire d'Arles, verso, épisodes dramatiques de l'inondation de 1840.

Gravure de J.M. Véran (1840).

Cette représentation a dominé tout au long du XIX[e] siècle, c'est elle qui préside à la loi sur l'aménagement des fleuves de 1857. L'Etat a pour vocation de protéger les citoyens et pour cela utilise les ressources de la science et de la technique. Dans le cas des inondations ce sont les ingénieurs des ponts et chaussées qui ont pour mission d'élever des digues insubmersibles pour protéger les villes.

Actuellement n'est-on pas dans un processus de changement de nos représentations ?

Depuis quelques années on peut observer un changement, les sciences affichent leurs limites, le monde tel que nous nous le représentons est plus incertain.

La prévision des phénomènes naturels ne s'affirme plus comme une science exacte capable de prédire toutes les catastrophes. Il faut donc inventer de nouveaux dispositifs de protection qui intègrent prévision, protection avec la participation des populations, et dispositifs de limitation de la vulnérabilité.

2 Une vulnérabilité adaptée

Ne pouvant se protéger contre toutes les crues du Rhône les habitants du bas Rhône avaient adapté l'économie et leur habitat à la fréquence importante des inondations (36 en Camargue entre 1603 et 1790). En limitant leur vulnérabilité ils pouvaient ainsi habiter et vivre dans des zones inondables en bénéficiant de la fertilité des sols.

L'habitat était construit sur des buttes, lorsque cela était possible. En Camargue les mas étaient sur les rives des anciens bras du Rhône. Le logement était situé à l'étage, les fourrages étaient conservés en des lieux que les eaux ne pouvaient atteindre.

La grande propriété, surtout en Camargue, permettait de répartir les risques entre la production céréalière, l'élevage des moutons, la pêche dans les étangs, la coupe des roseaux, la récolte du sel, la cueillette des plantes destinées à fabriquer la soude. Les inondations d'automne ou d'hiver pouvaient détruire les semences, en ce cas il était possible de semer du blé de printemps. Parmi le bétail, les moutons étaient les plus vulnérables, ils étaient rassemblés sur les launes, parfois montés dans les étages des mas et souvent évacués par des bateaux d'Arles. La perte était compensée par l'importance de la récolte l'année suivante qui bénéficiait du dépôt d'alluvions qui enrichissait les sols.

Les inondations les plus dévastatrices étaient cependant celles de printemps, lorsque l'eau s'évacuait lentement les récoltes céréalières étaient perdues comme ce fut le cas en 1856.

Le XIX^{e} siècle est marqué par la modernisation des techniques, le développement des forces productives industrielles et agricoles. En Camargue les grands propriétaires adoptent des techniques modernes d'irrigation en utilisant les machines à vapeur. Le développement d'une agriculture spéculative attire des capitaux extérieurs, les aménagements sont plus fragiles (Pompes à vapeur, canaux d'irrigation) et orientés vers la monoculture. L'industrie salinière s'installe dans le sud-est de l'île. Cette vulnérabilité accrue nécessite une protection plus efficace contre les incursions du fleuve car les pertes en cas d'inondation sont plus importantes. Par ailleurs le développement urbain dans des zones inondables rend plus sensible la protection des villes le long des grands fleuves.

Désormais pour l'Etat il s'agit de mettre en place une protection accrue contre les risques afin d'assurer la sûreté des citoyens. L'accroissement de la vulnérabilité nécessite l'accroissement de la protection, inversement l'amélioration de la protection entraînera la population à négliger la vulnérabilité. Pour lancer ces vastes programmes de protection, les grandes catastrophes ont joué un grand rôle en mobilisant les opinions publiques et en rendant possible des réformes de la part de l'Etat. Les grandes inondations de 1856 qui affectèrent particulièrement la vallée du Rhône et celle de la Loire ont servi de déclencheur de cette nouvelle politique sous l'impulsion de Napoléon III.

3 Le temps des catastrophes

Les grandes catastrophes, celles qui dépassent les capacités de résilience des sociétés, c'est-à-dire leurs capacités de récupération, remettent en cause les systèmes de protection existants. Dans la vallée du Rhône, et plus particulièrement dans la région du bas Rhône, les inondations de 1840, 1841, 1843 et l'inondation catastrophique du printemps 1856 mirent en évidence les insuffisances de la gestion du système de digues. A la suite des inondations à répétition des années 1840 qui désespèrent les populations rurales en détruisant les récoltes et en faisant s'effondre le prix des propriétés, un syndicat unique des chaussées de Camargue est créé en 1849.

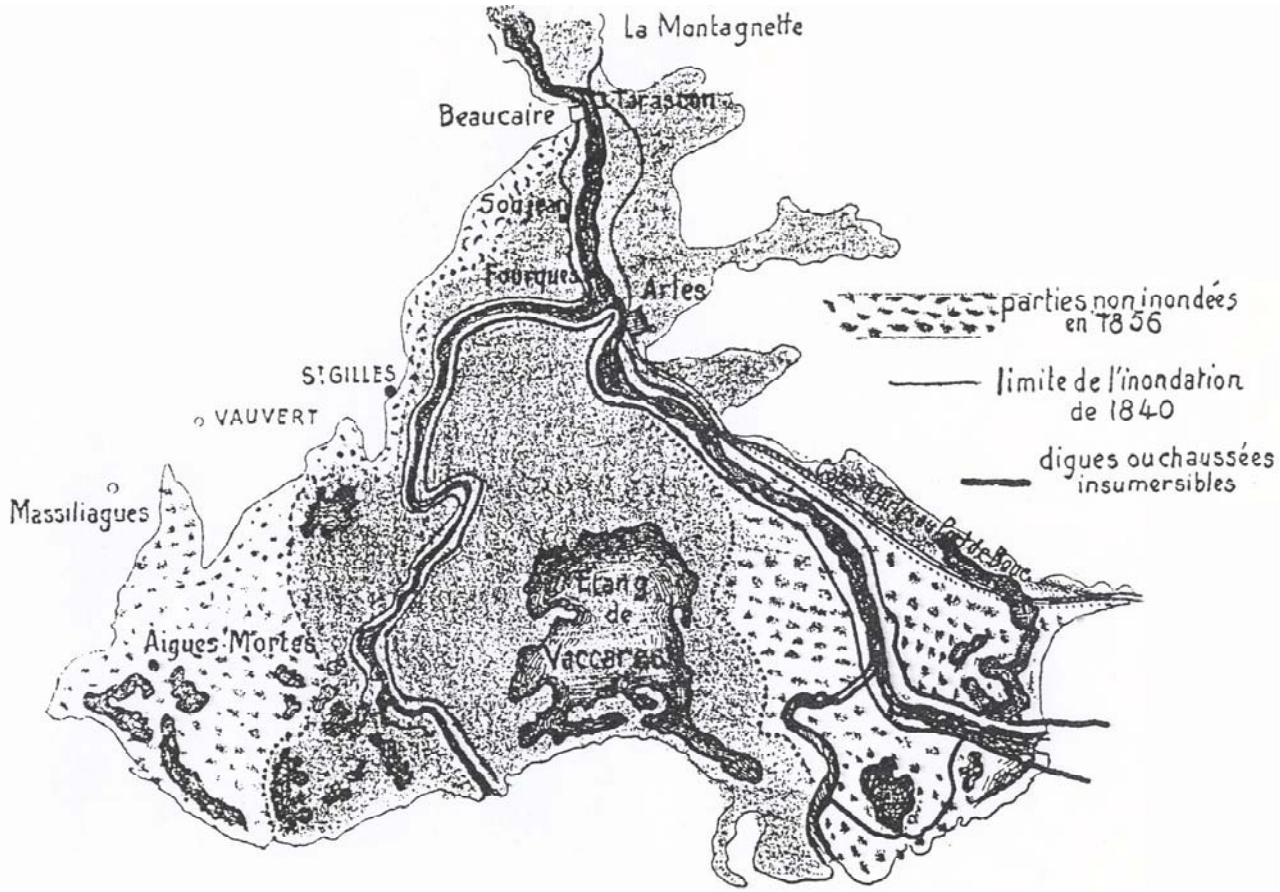


Figure 3 : Champ d'inondation du Rhône de Tarascon Beaucaire à la mer

1840 et 1856 (extrait de M.Pardé : Les régimes du Rhône, étude hydrologique. 2 Vol. Université Lyon. 1925

Malgré un recours devant le Conseil d'Etat d'un certain nombre de propriétaires mécontents d'être dépossédés de leurs digues, un cadastre est dressé répartissant les propriétés en zones à risques selon la carte des altitudes dressée par l'ingénieur François Poulle en 1837. Malheureusement des divergences sur la participation financière de l'Etat empêchèrent le début des travaux d'exhaussement des digues et l'inondation du printemps 1856 causa de très importants dégâts.

L'intervention de l'Empereur créa un précédent dans la gestion des catastrophes qui a une portée jusqu'à nos jours.

3.1 La gestion de l'inondation de 1856

La catastrophe de 1856 révèle les divisions locales entre les grands propriétaires. Elle est l'occasion d'une intervention novatrice de l'Etat en la personne de l'Empereur Napoléon III.

- En premier lieu, Napoléon III inaugure le voyage "compassionnel", prévenu par télégraphe, il peut arriver rapidement sur les lieux grâce au chemin de fer (le PLM a été achevé en 1856). Il peut donc témoigner de la solidarité de l'Etat et des Français au travers de sa personne. Il donne les premiers secours financiers, il écoute les plaintes.

Il va parler directement aux gens du peuple. Napoléon III soigne ainsi sa popularité mais, à travers ces actes, apparaissent de nouveaux comportements devenus désormais incontournables.

- En second lieu, quelques jours plus tard, il réagit en proposant un programme national de protection contre les inondations. Il s'agit de la lettre de Plombières du 19 juillet 1856 dans laquelle il définit les grandes lignes d'une politique d'endiguement des fleuves et de protection modulée selon les coûts des travaux et la gravité des risques encourus. Seules les villes doivent être protégées complètement, le reste est modulable. Il propose des zones d'expansion des crues, il craint qu'à l'abri des digues les populations ne se croient définitivement à l'abri et ne s'exposent au risque.
- En troisième lieu, une loi est votée en 1857. Dans son discours au corps législatif Napoléon III déclare : "*Je tiens à honneur qu'en France les fleuves, comme la révolution, rentrent dans leur lit, et qu'ils n'en puissent plus sortir*". Il redéfinit ainsi en termes politiques grandiloquents le rôle de l'Etat.
- En quatrième lieu, l'Etat intervient directement. Cela se traduit, dans le cas de la Camargue, par l'achèvement rapide des travaux de la digue à la mer pour protéger le sud de la Camargue et par ailleurs par les travaux d'exhaussement des digues qui commencent en 1859 et sont achevés en 1869. L'Etat participe pour un tiers au financement.

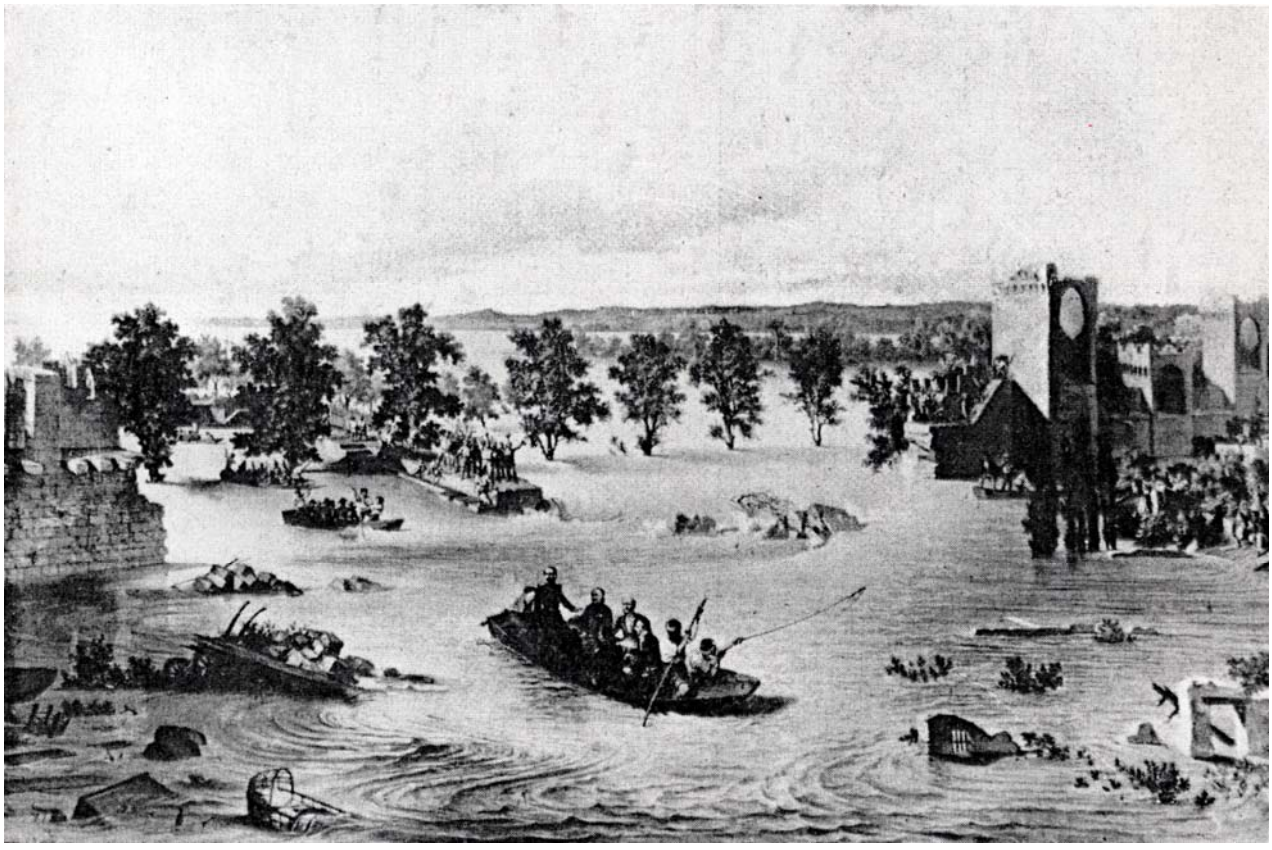


Figure 4 : Arrivée de Napoléon III, en 1856, pendant les inondations.

Figure 5 : Tarascon transformé en un triste lac et visité par Napoléon III lui-même

Tableau de W. Adolphe Bouguereau

Tous ces travaux sont menés par les ingénieurs des Ponts et Chaussées qui depuis plusieurs années avaient développé de nouvelles conceptions sur les causes des inondations et la manière d'y remédier. L'ingénieur Surell avait mis en cause dès 1841 dans un ouvrage devenu célèbre, le déboisement des montagnes (cet argument était déjà utilisé depuis longtemps, mais il le démontre selon les connaissances de son temps).

Des ingénieurs comme Kleitz et Belin s'interrogent sur la manière de calculer les crues, en expliquant et en utilisant sans la nommer l'idée de bassin versant et celle de crue théorique maximale. Ils sont aidés en cela par l'existence du "Service du Rhône", créé en 1840, qui gère l'ensemble du fleuve pour assurer sa navigabilité et la protection des riverains.

Les principes définis à cette époque sont parvenus jusqu'à nous et constituent le cadre dans lequel les riverains et les pouvoirs publics réagissent. Le scénario de la catastrophe et de la réaction des pouvoirs publics est celui auquel doivent se conformer les hommes et les femmes politiques. Ainsi se dessine une nouvelle gestion politique de la catastrophe, toujours actuelle, lorsque celle-ci a un caractère exceptionnel ou que la presse et l'opinion publique lui attribuent un caractère exceptionnel, en cinq temps :

- le temps des secours immédiats ;
- l'expression de la compassion nationale exprimée par les représentants de l'Etat ;
- le temps des réparations matérielles ;
- la remise en cause des systèmes anciens de prévention ;
- la mise en place d'un nouveau système de gestion.

4 L'héritage

Le système de protection contre les inondations dont nous disposons est en définitive très largement hérité du passé. Cela est vrai pour une partie des ouvrages, construits ou exhaussés au XIX^{e} siècle, c'est vrai également pour les associations dont l'organisation remontait au XIX^{e} siècle, il y a encore peu de temps et qu'il a fallu modifier depuis quelques années.

Les gouvernants continuent de respecter, parfois contraints et forcés, les temps de gestion de crise indiqués précédemment. Il suffit de voir le tollé que soulève l'attitude d'un ministre qui néglige de venir sur les lieux des grandes catastrophes. Des exemples récents, qu'il est inutile de détailler, nous rappellent à quel point ce comportement est attendu et doit être respecté. Le déplacement d'un ministre important du gouvernement symbolise aux yeux de la collectivité la solidarité nationale, il signale également le caractère exceptionnel de la catastrophe.

L'héritage est en grande partie d'ordre technique. Les digues ont été construites il y a de nombreuses années, selon des techniques et en fonction de calculs qui étaient les plus modernes en leur temps. Mais les circonstances ont changé, le Rhône, endigué, est entravé par de nombreux barrages et a un régime différent, les ouvrages construits autrefois ne répondent plus forcément au nouveau régime du fleuve. Par ailleurs les digues de terre, peu onéreuse à élever, nécessitent par contre un entretien considérable dont le coût peut s'avérer prohibitif. A cela il faut ajouter le fait que l'entretien des digues était autrefois assuré par les agriculteurs, aujourd'hui les populations exposées au risque ont changé et les agriculteurs ne peuvent plus assurer l'entretien d'un système de protection devenu obsolète avec le temps. La création du SYMADREM a été une réponse à ce constat en redéfinissant les acteurs impliqués dans le système de protection et en accroissant les ressources financières.

Figure 6 : Groupe d'inondés attendant une barque à Arles
Route de Tarascon inondée (1886)- revue l'Illustration

Un héritage indirect des aménagements du passé est lié à l'illusion d'une protection définitivement acquise au siècle dernier. A l'abri des digues réputées insubmersibles en leur temps, les populations ont souvent oublié le danger et se sont installées comme si la sécurité était définitivement assurée.

Ce faisant le nombre de personnes et de biens exposés au risque n'a cessé de croître au fil du temps. La gestion de la vulnérabilité a cessé d'être une préoccupation pour des populations qui de plus ont souvent changé de modes de vie. Il y a là un champ de recherche important, de quel héritage sommes-nous tributaires. Cette démarche n'a rien de passéiste, même s'il ne faut pas négliger quelquefois tout l'intérêt qu'il y a à connaître les solutions passées, il existe des savoir faire qui méritent d'être conservés, pour agir sur le présent encore faut-il bien connaître sa genèse : Pour échapper au passé encore faut-il le connaître.

Il y a tout un champ de recherche à mener afin d'agir avec discernement. La prise de conscience de ces héritages du passé, est un préalable à leur transformation et à l'adaptation des systèmes de défense aux conditions nouvelles crées par les changements de l'hydraulique rhodanienne et des réponses des scientifiques.

5 La question de la mémoire

Apparemment la mémoire des catastrophes passées s'efface rapidement, les générations se succèdent et ne transmettent pas leur expérience : qui se souvient de l'inondation de 1935, durant laquelle le Trébon et le Plan du Bourg furent inondés ? L'inondation du Trébon en 1951, pourtant plus proche, n'a guère laissé de traces dans les esprits..

Pour quelle raison cette mémoire des catastrophes dont on parle tant à l'heure actuelle ne s'est pas transmise ? Si, comme beaucoup le souhaitent, il est nécessaire de créer une culture du risque, la connaissance du passé paraît indispensable. Plusieurs hypothèses peuvent être avancées, elles demandent à être vérifiées par des enquêtes scientifiques.

Dans le cas de la Camargue, le fait que les digues n'aient pas réellement cédé depuis 1856 peut être à l'origine de cet oubli. Le sentiment de sécurité qui existait avant 1993 serait lié à l'absence de catastrophes récentes.

D'autres facteurs interviennent vraisemblablement. Les habitants changent plus fréquemment de résidence aujourd'hui qu'autrefois et la transmission devient dès lors très aléatoire. Les zones inondables changent également d'usage, à leur vocation agricole d'autrefois succèdent une urbanisation et une industrialisation nécessaires au développement de la ville. Les terres agricoles d'autrefois avaient une vulnérabilité plus réduite que les zones urbanisées qui les ont remplacées. Il en est de même des zones industrielles plus vulnérables que les mas.

D'autre part, depuis le XIX^{e} siècle, la confiance dans le progrès et dans ses artisans, les scientifiques et les ingénieurs, est devenue le credo des sociétés modernes et a fini par constituer l'opinion majoritaire. Autrefois, beaucoup croyaient qu'il n'était nul risque que la science et la technique ne pouvaient à terme maîtriser. L'Etat, grâce à une législation très complète et à un corps d'ingénieurs d'élite, protégeait les biens et les personnes sur tout le territoire.

Aujourd'hui cette conviction a évolué, les scientifiques mettent en avant les incertitudes propres à leurs disciplines. Il n'est pas possible de tout prévoir, les systèmes de défense ne peuvent donc plus garantir une efficacité absolue, il faut inventer de nouvelles manières de gérer les risques, notamment en associant plus étroitement les populations de manière à choisir collectivement le niveau de protection et à prévoir les mesures à prendre en cas d'inondation. L'exemple des aménagements du Rhin est à prendre en compte, même si chaque fleuve a des problèmes spécifiques.

Cette absence de transmission de la mémoire cache également ce que les témoins en d'autres lieux racontent volontiers. Les inondations sont des moments d'entraide, de fraternité, d'expériences collectives, parfois douloureuses mais souvent enrichissantes. Les populations touchées par les catastrophes cèdent rarement à la panique, elles trouvent dans la plupart des cas des ressources morales et matérielles remarquables sur lesquelles il est possible de s'appuyer pour gérer les situations de crise.

EN GUISE DE CONCLUSION

L'histoire du déroulement des inondations reste à faire. La culture du risque pour être efficace doit garder en mémoire les inondations du passé et préparer la gestion de celles qui pourraient éventuellement survenir. Il faut insister sur le fait que cette connaissance du passé n'est pas là pour développer une vision fataliste des évènements, elle est un moyen de maintenir les acteurs, pouvoirs publics et population, en éveil pour assurer la protection, gérer la vulnérabilité et se préparer en cas d'éventuelle catastrophe. Il s'agit de maintenir l'idée d'entraide, de destin collectif et de rappeler que si les systèmes de protection se doivent d'être les plus efficaces possible, ils ne peuvent éviter tous les sinistres. Il faut donc anticiper et préparer les temps des crises après avoir tout fait pour que celles-ci n'arrivent pas.

Éléments de bibliographie

OUVRAGES GÉNÉRAUX

BETHEMONT J. (1972). Le thème de l'eau dans la vallée du Rhône. Essai sur la genèse d'un espace hydraulique. 641p.

PARDE M. (1925). Le régime du Rhône, étude hydrologique. 2 Vol. Université de Lyon.

PELOSATO A. (1997). Le Rhône et ses crues. Coll Technique. l15p

PICON B. (1988). L'espace et le temps en Camargue. Actes Sud Arcane.342p.

PROVANSAL M. (ss la dir.).(1993). La Camargue et le Rhône, hommes et milieux. Revue géographique des pays méditerranéens.110p.

OUVRAGES SUR LES INONDATIONS EN CAMARGUE

BCEOM. (2001). *Modélisation hydraulique du delta*. Territoire Rhône. 184p.

BETHÉMONT J, RIVIÈRE-HONEGGER A. (1998*). Les inondations en Camargue d'oct. 93 et de janv. 94*. Territoires et mutations. Revue de l'UPRESA.

CONSEIL GENERAL DES PONTS ET CHAUSSEES. (1999). *Rapport sur la gestion de l'eau en Camargue ; la gestion courante de l'eau dans l'Ile*. Ministère de l'Aménagement du Territoire. 34p.

DDE des Bouches-du-Rhône. (1996). *Prescriptions applicables en zones inondables.*

HORIZONS (1996) *Etude hydraulique de la plaine de Camargue*. Direction des services techniques de la ville d'Arles.

RAPPORT AU MINISTRE DE L'ENVIRONNEMENT. (1994). Mission interministérielle sur les inondations de la vallée du Rhône en aval de Lyon d'octobre 1993 et de janvier 1994. Première partie : *Inondations en Camargue.* 41 p.

RJVIERE-HONEGGER A, VIANET R. (1995*). Inondations en Camargue 1993-1994.* Bulletin de la société Languedocienne de géographie. 23p.

SAFEGE-CETIIS. (2000). Rapport d'étude : *Modélisations hydrauliques de la rupture de la digue du Rhône au droit de mas Thibert et Salin-de-Giraud*. DDE des Bouches du Rhône.13p.

SAFEGE. (2000). *Synthèse hydrologique*. Territoire-Rhône.40p.

VIANET R. (1994). *Inondations de la Camargue en janvier 1994. Comparaison avec les évènements du mois d'octobre 1993. Synthèse*. Parc Naturel Régional de Camargue.

OUVRAGES D'HYDROLOGIE ET D'HYDRAULIQUE

BRAVARD JP. (SS la dir.).(2000). Les régions françaises face aux extrêmes hydrologiques. SEDES.286p.

DDE, SERVICE DE LA NAVIGATION RHONE-SAONE. (Juin 1996). Digues du delta du Rhône.70p.

SYMADREM. (2001). Rapport de la visite des digues. 40p.

MERIAUX P, ROYET P, FOLTON C. (2001). Guide pratique à l'usage des propriétaires et des gestionnaires. Surveillance, entretien et diagnostic. Des digues de protection contre les inondations. CEMAGREF, Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement. 191p.

MINISTERE DE L'AGRICULTURE. (1995). Les groupements d'hydraulique agricole des Bouches-du-Rhône. Irrigation du Rhône 57p. Assainissement en Camargue 45p.

OUVRAGES TRAITANT DU RISQUE

ALLARD P. (2000). Eléments pour une problématique de l'histoire du risque. Du risque accepté au risque maîtrisé. Représentations et gestion du risque d'inondation en Camargue, XVIII^e^ XIX^e^ siècles. HDR, Université d'Aix-Marseille II. 200p.

ALLARD P. (1997). Contribution à l'histoire de la notion de risque. Les inondations du Rhône en terre arlésienne au temps de la révolution et du premier empire. Mélanges Vovelle.

ALLARD P, PAILHES S. (1995). Perception et gestion du risque d'inondation. L'exemple de la Camargue dans la première moitié du XIX^e^ siècle. In les conflits pour l'eau dans l'Europe Méditerranéenne. Les Treilles, 3 au 9 octobre 1995.

ALLARD, P., PAILHES, S., MEJEAN, A., (1998), Perception et gestion du risque inondation : l'exemple de la Camargue. In : régulation de l'eau en milieu méditerranéen, risques et tensions. Territoires en mutation. Montpellier : Université Paul Valéry.

CAHIERS SAVOISIENS DE GEOGRAPHIE. (2000). La géographie des risques dits naturels, entre géographie fondamentale et géographie appliquée. CISM. l15p.

CLAEYS-MEKDADE C. (2001). Une crise "socio-hydraulique" : prise de parole "citoyenne" in environnement et société. p.23 à 32.

CLAEYS-MEKDADE C. (2000). Les conflits d'aménagement : rapport à la "nature" et rapports sociaux. La Camargue, un cas révélateur. Thèse de sociologie, Université de Provence, Aix-en-Provence.

CORSAND L. (2001). Mémoire de DEA : De la gestion du risque inondation en Camargue à l'identité camarguaise. DESMID, Université de Provence. Aix Marseille. 70p.

DAUPHINE A. (2001). Risques et catastrophes. Ed Armand Colin. 264p.

MEJEAN A, (1996), Utilisation politique d'une catastrophe : le voyage de Napoléon III en Provence durant la grande crue de 1856, Revue Historique 597, Janvier-mars 1996

PAILHES S. (1999). La perception des inondations dans une civilisation de delta : l'exemple de la Camargue. In Les inondations 1997-1998. Ecole Nationale du génie rural des eaux et des forêts. ENGREFF. p9 à 11.

PICHARD G. (1995). Les crues sur le Bas Rhône de 1500 à nos jours. Pour une histoire hydroclimatique. In: Revue géographique des pays méditerranéens N°3A. p105-115. Aix en Provence, Université de Provence.

PHILIPPOT J. (1995). La Camargue. Protection et développement d'un delta. Ed Mourre, CRDP.74p.

OUVRAGES DE SOCIOLOGIE

BECK U., (2001), *La société du risque*, Aubier, 520p.

CLAEYS-MEKDADE C. (2003), *Le lien politique à l'épreuve de l'environnement. Expériences camarguaises*, Peter Lang, P.I.E., Bruxelles, 240p.

DOCUMENT D'URBANISME

Plan d'occupation des sols de la commune d'Arles (révision du 20/11/2001).

2.1- Rapport de présentation

2.2- Règlement

OUVRAGES DE DROIT

BONFILS-BEDOS V. (1997). Mémoire de DESS : *Responsabilités et inondations ; l'exemple des digues du Rhône de Camargue.* Université d'Aix-Marseille III. Aix en Provence.

SITES INTERNET

AGENCE DE L'EAU RHONE MEDITERRANEE CORSE

http://www.eau-rhone-mediterranée-corse.environnement.gouv.fr

DIRENPACA

http://www.paca.environnement.gouv.fr

CEMAGREF

http://www.cemagref,fr

CNR

http://www.cnr.tm.fr

LEGIFRANCE

http://www.legifrance.gouv.fr

MINISTERE DE L'ENVIRONNEMENT ET DU DEVELOPPEMENT DURABLE

http://www.environnement.gouv.fr

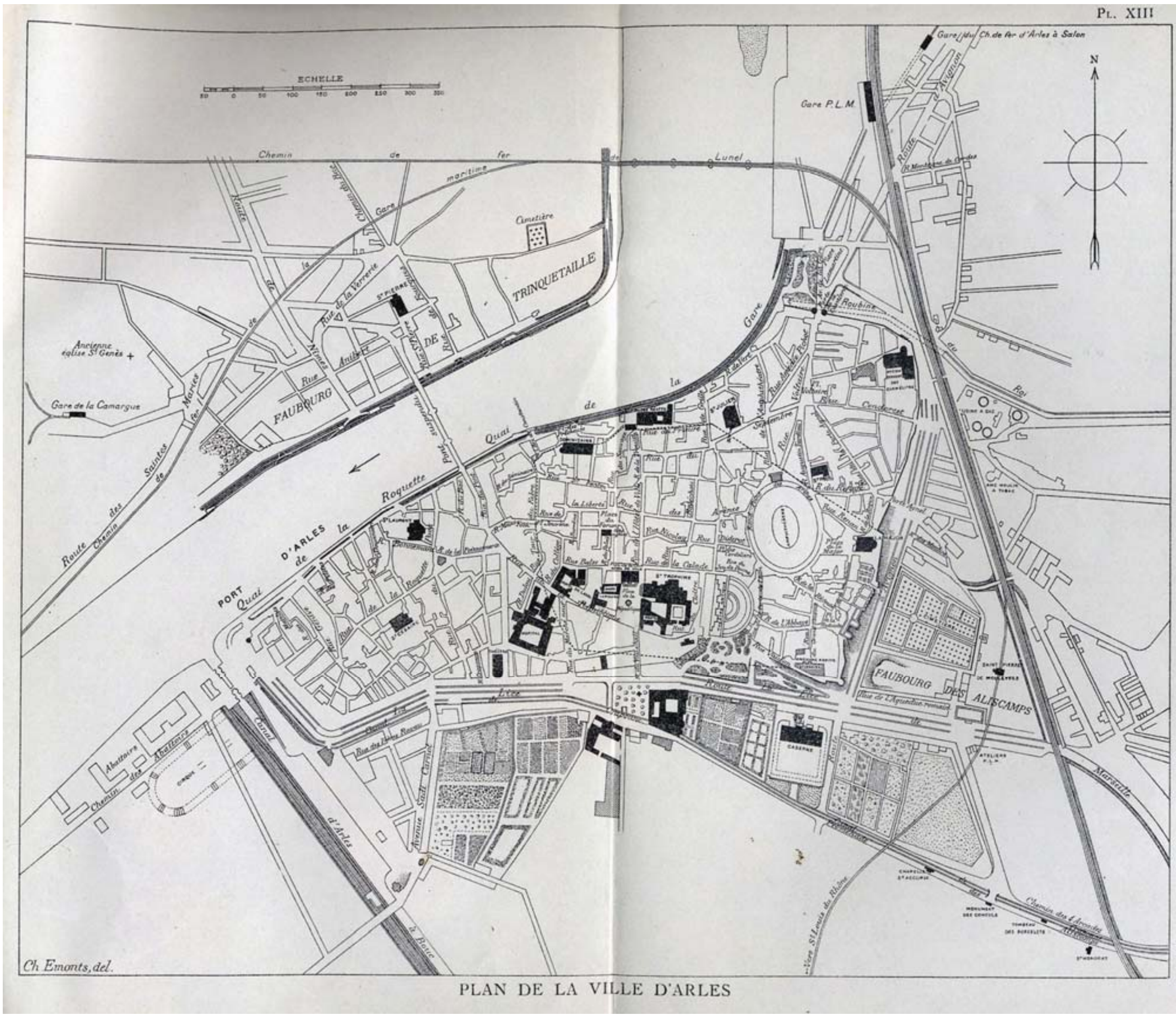
TERRJTOIRE-RHONE

http://www.eptb-rhone.fr

SENAT

http://wwwcubitus.senat.fr/index.html

Document annexe



Document 1 : Plan de la ville d'Arles, 1928

DÉBAT

Question dans la salle : "La carte de 1840…celle de Pardé sur les inondations. Parce qu'il est intéressant lorsque j'avais fait ma thèse sur la riziculture en 1970 et la carte que j'avais établie, le professeur Livé avait constaté que sur la carte que vous aviez exposée tout à l'heure, sur les zones inondables…enfin sur les zones inondées par le Rhône avec une certaine hauteur, on voit bien qu'à un moment donné on a les mêmes limites entre les possibilités d'assolement aujourd'hui et les zones où seul le riz peut pousser. Ça correspond pratiquement exactement à la carte qu'on a vue tout à l'heure."

Paul ALLARD : "On a travaillé au DESMID sur le problème de l'agriculture. Quelles sont les zones qui sont cultivées ? On s'aperçoit en gros que ce sont à peu près les mêmes depuis très longtemps. C'est vrai le riz a permis de descendre un peu plus bas mais en gros on ne peut pratiquement pas cultiver du blé en dessous de 2 mètres. On peut descendre avec le riz un petit peu plus bas évidemment puisque que l'eau que l'on met pour le riz "enfonce" le sel…Alors là c'est l'historien qui parle, ce n'est évidemment pas le géomorphologue (je ne suis pas géomorphologue) mais donc voilà…L'eau permet effectivement de descendre plus bas, et en fait ça a permis de dépasser, en gros il y a 30 000 hectares qui sont cultivables, on peut aller un petit peu au-delà avec le riz."

Précision dans la salle : "En fait il y a 20 000 hectares qui peuvent être exploités correctement chaque année. De toute façon 33 000 hectares, ça a été le summum dans les années 1960 et à partir de là on s'est aperçu que ça demandait beaucoup trop de contraintes et de travaux pour que ce soit fait annuellement et le chiffre de 20 000 hectares a été d'ailleurs reconnu par les services de l'Etat comme étant le chiffre que l'on doit conserver au niveau de la riziculture."

Paul ALLARD : "Ça se voit très bien sur le nivellement de Poulle."

Question dans la salle : "Moi ce n'est pas vraiment une question que je voudrais poser, c'est plutôt une remarque sur la crue de 1856 et ce que disent les témoignages à Fourques, Fourques c'est pas Arles, si vous traversez sur la droite et sur la route de Nîmes, sur les murs des maisons il y a deux tracés, le niveau de l'inondation de 1940 et un peu plus haut le niveau de l'inondation de 1856 , il devait y avoir au moins 3 mètres d'eau. Toute à l'heure on demandait si on se souvient de l'inondation de 1935, moi je m'en souviens, j'étais petit mais j'habitais Beaucaire mais je sais que les digues de Beaucaire s'étaient rompues et toute la plaine de Beaucaire était dans l'eau."
Question dans la salle : "Deux questions rapides : est-ce qu'on peut dire que de mémoire d'homme la crue la plus importantes, c'est celle de 2003 et pour autant on dit qu'il y aurait à Avignon un repère pour une crue plus importante que 1856 qu'on ne voit pas sur votre diagramme qui est là-bas."

M. PICHARD : "Tout dépend aussi de la hauteur où est placé le rhônomètre…enfin les échelles du Rhône. En ce qui concerne la crue du XVI^e^ siècle elle repose en grande partie sur des suppositions : c'est des plaques qui conservent des lettres où on a plus ou moins trouvé comme on interprète les inscriptions antiques. On a complété ce qui était inscrit sur les murs de Villeneuve-lès-Avignon en disant que la crue était montée jusque là …alors c'est très controversé. Le problème c'est qu'à cette époque, il n'y avait pas de nivellement…pas du tout."

Catherine LEVRAUD (Adjointe Maire d'Arles, déléguée à l'écologie urbaine, Conseillère régionale) : "C'est un complément...Napoléon III a fait des préconisations au niveau des travaux, a fait des tas de règlements mais a-t-il fait un règlement sur l'implantation des habitations ? Vous n'en avez pas parlé des habitations pourtant on en parle beaucoup maintenant des habitations..."

Paul ALLARD : "Les Plans d'aménagement du Trébon, c'est 2 ou 3 ans après 1951. Cependant Napoléon III pensait que plus on protégeait plus les gens allaient habiter près des digues donc dans des zones qui jusque là n'étaient pas habitées...puisque les villes sont en pleine expansion au XIXe siècle."

Question dans la salle : "Moi, ce n'est pas une question, c'est une réflexion...Je vous remercie pour la tenue de cette soirée mais ce que je voudrais remarquer c'est qu'on a besoin de comprendre le Rhône, malheureusement je ne vois pas beaucoup d'élus pour venir comprendre ce qui se passe...Et nous nous avons beaucoup de problèmes avec les élus, notamment au niveau associatif et moi j'aurais aimé qu'ils assistent aux réunions parce que comprendre c'est aussi s'informer et pour anticiper les crues il faut peut être les connaître...voilà ma réflexion."

Henri CERESOLA : "Il y avait tout de même quelques élus dans la salle qui ont assisté, locaux d'ailleurs. Ils ont beaucoup été confrontés au problème, en particulier les élus arlésiens. A l'heure actuelle, ils sont conscients des problèmes et nous aident bien sûr à leur manière, mais c'est vrai que si nous pouvons aider un peu plus à pousser la roue, ce n'est pas plus mal..."

Question dans la salle : "Il y a deux ans et demi environ dans les salons d'honneur de la Mairie s'était tenue une réunion sur les problèmes des inondations et des canaux pour la commune d'Arles et à ce moment là il y avait quelqu'un qui avait rappelé avec moi une réunion du printemps précédent à laquelle avaient assisté des ingénieurs (c'était l'ancienne salle du Trésor à côté de l'Atrium avec des universitaires lyonnais qui faisaient des études sur le Rhône). Quelqu'un avait évoqué la possibilité d'une crue de 13 000 m3/s voire même 15 000 m 3/s...bon cela avait fait beaucoup ricaner l'assistance quand on avait rappelé cela mais malheureusement on a vu que quelques temps après c'était arrivé...Je ne sais plus qui avait fait cette étude, j'aimerais bien le savoir, et j'aimerais savoir si vous avez connaissance que si plusieurs conditions étaient réunies : des fortes pluies dans les Cévennes, des fortes pluies dans le Val de Durance, plus en amont du Rhône, qu'on pouvait passer très largement les 13 000 m 3 alors est-ce que vous avez connaissance de ces possibilités-là ?"

Paul ALLARD : "Je crois que cela va être évoqué dans les semaines qui viennent ...simplement ce qu'on appelle la crue générale du Rhône, quand par une crue océanique (lorsque la Saône est gonflée par l'océan), une crue cévenole c'est la pluie qui se fait sur le Rhône moyen, une crue dite provençale avec les pluies extraordinaires qu'on peut connaître en Provence. Lorsqu'il y a une combinaison de tout cela, c'est ce qu'on appelle la crue générale, c'est ce qui s'est produit en 1856, en 1994, là (2003) c'était pas du tout une crue générale mais là je crois qu'il faut laisser aux hydrauliciens le soin d'en parler."

Question dans la salle : "Mais nous en sommes plus particulièrement à des pluies séculaires, bimillénaires ou millénaires ? Est-ce qu'on peut les craindre celles là ?"

Réponse d'une géographe dans la salle : "En fait la définition de pluie centennale, millénaire, cela postule qu'il n'y a pas de changement climatique en fait la crue centennale, c'est-à-dire que la crue la plus grande possible arrive en moyenne tous les 1000 ans. En fait On sait que sur 1000 ans le climat a connu une phase très calme au Moyen Age.

La phase dont on nous a parlé, le petit âge glaciaire dans lequel on a des crues qu'on considère comme centennales qui revenaient une fois par décennie ou même plus fréquemment. Depuis un siècle et demi on est revenu à des fréquences exceptionnelles de crue qui sont de l'ordre en moyenne de 50 ans mais on peut voir qu'on a des crues... 1994 et 2003 se sont des crues très importantes qui se sont succédées très rapidement. Donc les ingénieurs sont en train de revenir aujourd'hui sur la notion de crue avec des fréquences définies puisqu'on doit intégrer et des changements sur le long terme et des impacts possibles des changements climatiques actuels et en cours."

Question dans la salle : "Mais je pensais que c'était plutôt en terme de capacité qu'ils voulaient parler...Jusqu'à quel niveau peut atteindre une crue ? On a bien vu qu'à un moment donné on pensait que jamais 13 000 m3 n'allait arriver et qu'on a déjà très certainement évoqué la possibilité de 15 000 m3 par rapport aux crues qu'on a connu jusqu'à présent qui sont quand même de 11 000 m3...ça fait quand même considérable !"

Réponse : "Des crues de 11 000 m3, on les considérait déjà comme des crues équivalentes comme celle de 1856. On a deux moyens d'évaluer les crues, c'est effectivement de faire des séries statistiques et puis de voir quelle est la crue qui revient tous les 100 ans, tous les mille ans, une fois en moyenne, tous les 100 ans, 1000 ans, c'était la définition comme ça. Actuellement on passe par des modèles qui l'arrivée des zones de crue dans les rivières principales. C'est en fonction de cela qu'on peut imaginer la crue la plus importante possible. Il faut savoir que la crue la plus importante possible, celle qui fait arriver l'eau en même temps au niveau d'Arles, c'est aussi la crue la plus rare possible. Il faudrait des coïncidences particulièrement malheureuses pour que cela puisse arriver. Cela dit on se rend compte aussi qu'il y a des phénomènes qui sortent des prévisions des modèles. Cela a été le cas des crues du Gardon par exemple qui n'étaient pas du tout dans les visions des modèles."

Précision dans la salle : "Donc...2003, c'est le maximum que nous ayons connu dans les études actuelles ?"

Réponse : "C'est le maximum mesuré depuis 1 siècle et demi. Un autre moyen de trouver les énormes crues, c'est de les trouver dans les dépôts, ce que l'on fait par exemple pour la période romaine mais comme la topographie a changé, les mêmes débits n'ont pas les mêmes effets. Les crues ont tendance à s'étaler un peu plus sur les côtés, les fonds de vallée s'étant comblés, à cause des conditions naturelles aussi car plus on fait des canaux de drainage, plus on aide la crue à se diffuser vers les côtés des zones inondables."

Une élue : "Je voulais dire un petit rectificatif concernant les élus. Je suis élue de Comps et donc nous avons eu pas mal d'eau. Notamment concomitance en 2002. Les élus étaient tout récemment sur Arles puisqu'ils ont rencontré tous les préfets et donc il y a une étude importante pour la gestion du Rhône. Nous sommes très près et encore nous manifestons...et encore nous continuons à travailler pour vous tous, sachez le et nous sommes là,monsieur."

Fin du débat

COMPRENDRE LES INONDATIONS

"Comprendre l'inondation : le bassin versant, la pluie, les zones inondables, l'évolution de la plaine alluviale, les apports de limons..." par Christophe ESPOSITO - Ingénieur T.P.E. – Centre d'Etudes Techniques de l'Equipement

"Les crues du Rhône, condition d'écoulement et champ d'inondation" par Mireille PROVANSAL - Professeur – Université Aix-Marseille I - CNRS – CEREGE

"Le risque d'inondation dans le secteur du Bas-Rhône. L'expérience d'évènements extrêmes récents et les perspectives" par Philippe CHAUVELON - Chargé de recherche en hydrologie - Tour du Valat

Débat

"Le rôle des crues dans le fonctionnement des écosystèmes aquatiques" par Georges OLIVARI – Hydrobiologiste – Directeur de la Maison Régionale de l'Eau

"Le développement d'Arles / Application des contraintes liées à l'inondabilité du territoire arlésien dans le développement urbain" par Philippe POULIQUEN – Directeur du Développement et de l'Aménagement du Territoire et Gisèle BALME - Directrice de l'Urbanisme - Ville d'Arles

"L'action du SYMADREM" (Syndicat mixte d'aménagement des digues du Rhône et de la mer) par Alain ROMAC - Directeur du SYMADREM

Débat

CHRISTOPHE ESPOSITO

Ingénieur T.P.E.

Centre d'Etudes Techniques de l'Equipement

COMPRENDRE L'INONDATION : LE BASSIN VERSANT, LA PLUIE, LES ZONES INONDABLES, L'ÉVOLUTION DE LA PLAINE ALLUVIALE, LES APPORTS DE LIMONS…

Le bassin versant, la pluie et la plaine alluviale pour approcher la dynamique d'un cours d'eau traversant plusieurs communes. La définition des zones inondables et des zones non-inondables. L'évolution de la plaine alluviale par apport de limons à chaque crue. Trois actes dans la compréhension des inondations.

1 L'hydrologie

1.1 Introduction

L'Hydrologie est définie comme la science qui étudie le cycle de l'eau. Elle s'intéresse par conséquent à tous les états de l'eau (liquide, gazeux, solide) intervenant au cours des différentes phases de ce cycle ; autrement dit, elle traite des propriétés mécaniques, physiques et chimiques des eaux marines et continentales. Vu son vaste domaine d'étude, l'Hydrologie peut être subdivisée en de multiples branches représentées selon le schéma de la *Figure 1*.

Nous pouvons découper l'Hydrologie en fonction de plusieurs entrées, de plusieurs critères. Ainsi, si l'on prend comme premier critère l'espace dans lequel l'eau évolue, nous distinguons l'étude des eaux de surface, la potamologie, l'étude des océans, l'océanographie, l'étude des eaux souterraines, l'hydrogéologie. Se basant ensuite sur un critère relatif aux procédés de recherche, nous distinguons la partie de l'Hydrologie dédiée à l'observation et à la mesure de l'eau et de ses caractéristiques, l'hydrométrie, la description géographique des phénomènes hydriques, l'Hydrographie et la recherche des causes et des conséquences de phénomènes hydriques et de leurs relations fonctionnelles (hydrologie scientifique). Enfin, du point de vue des sujets de recherche l'Hydrologie correspond à l'étude des problèmes de circulation et de mouvement de l'eau dans la nature, l'hydrologie intégrale, l'étude de la formation et du mouvement des glaciers, la glaciologie, des sources, la crénologie.

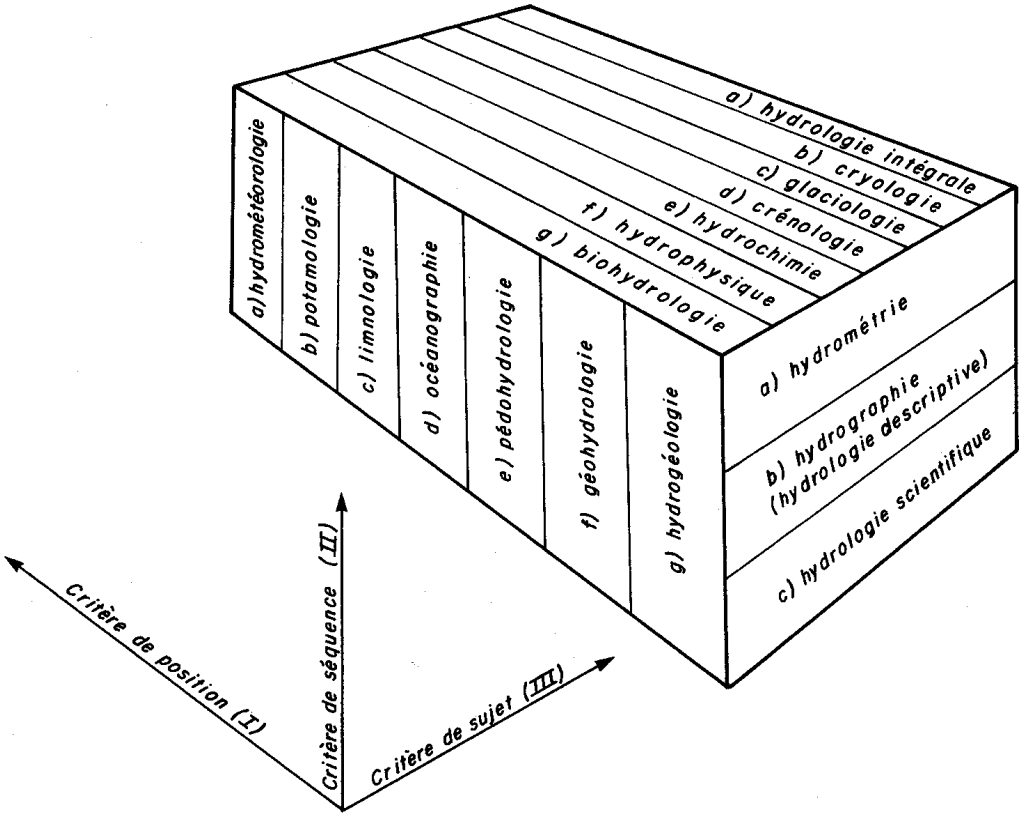


Figure 1: Les divisions de l'Hydrologie.

Source : Chave, 2003.

2 Les crues : définition, types et genèses

2.1 Définition

Une crue correspond à une augmentation du débit du cours d'eau. Cette définition globale est généralement complétée et orientée en fonction des objectifs de l'étude à réaliser. Dans d'autres cas, la définition de la crue est statistique : la crue annuelle, quinquennale, centennale est le débit le plus fort survenu au cours d'une année, au cours de cinq années, au cours de cent années.

2.2 Les grands types de crue

L'ampleur et l'intensité de l'augmentation du débit sont les caractéristiques principales de la crue. Elles dépendent du phénomène météorologique qui se trouve à son origine, la crue n'aura pas les mêmes impacts sur le milieu naturel comme sur les enjeux concernés. C'est pourquoi sont distingués, en Europe, plusieurs grands types de crues, sous-tendant différentes dynamiques. On parle ainsi de crue de plaines, générées par des climats de type océanique, conséquence de précipitations s'abattant plusieurs jours durant et affectant des bassins versants de taille importante. L'exemple le plus récent en date reste celui de l'Europe centrale au cours de l'été 2002. Généré par un épisode de pluie considéré comme *très abondant* (71 mm à Prague, 105 mm à Chemnitz et 167 mm à Dresde en 48 heures, mais de l'ordre de 400 mm supposés sur les versants les plus exposés de Saxe), la crue des grands fleuves européens tels que le Danube ou l'Elbe a causé la mort de 109 personnes et provoqué des dégâts de l'ordre de 25 milliards d'euros, en Allemagne, Hongrie, Autriche. Les inondations ont duré plus de deux semaines.

S'opposant, d'un point de vue dynamique, à ce premier grand type d'inondation, les crues rapides, torrentielles, survenant en milieu méditerranéen ou semi-aride, supposent des dynamiques ponctuelles très intenses, généralement périlleuses pour l'homme. D'importants abats d'eau (plusieurs centaines de mm) en un temps relativement réduit (24, 48 heures) se produisent sur des superficies relativement réduites (quelques centaines de km²) engendrant des inondations brutales de l'ensemble du réseau hydrographique de la région concernée qui sont à l'origine d'importants dégâts et de nombreuses pertes en vies humaines. Ce type de crue s'est produit, en France, au cours du mois de septembre 2002. Ayant concerné les départements du Gard, de l'Hérault et du Vaucluse, un système perturbé est à l'origine de la précipitation de 680 mm de pluie en 24 heures (Anduze dans le Gard). Les précipitations intenses ont affecté une zone d'environ 3000 km², et, les crues qu'elles ont générées, se soldent par le décès de 22 personnes et un montant de dégâts de l'ordre de 1.2 milliard d'euros.

Un troisième type de crue doit être discerné dans les hautes latitudes, ou des processus d'embâcles et de débâcles de neige et de glaces se trouvent à l'origine de crues et d'inondations forts dommageables. Dans ces régions, le froid permet la formation de couches de glace pouvant atteindre des épaisseurs importantes et, au printemps, la fonte de ces volumes entraîne la crue des cours d'eau. L'un des exemples les plus récents, et d'une ampleur remarquable, est survenu dans le courant du mois de mai 2001 en Sibérie, plus précisément le long du fleuve Léna qui draine au cours de ses 4400 km, du sud au nord, entre autres les montagnes du lac Baïkal puis les vastes plaines de la république de Lakoutie (bassin versant de 2 490 000 km²). Le fait que l'année 2001 ait été particulièrement froide en Sibérie, d'importantes embâcles de glace se sont formées, provoquant une inondation des plaines alluviales plus importante qu'à l'accoutumée. Les pluies survenues dans le sud du bassin ont accru ce phénomène qui se solde au final par une dizaine de morts et plusieurs dizaines de milliers d'évacuation ou de sans abris, pour un montant total des dégâts compris entre 80 et 120 millions de dollars. Ces différents types de crue ont pour point commun des dégâts et des pertes en vies humaines pouvant être importants, malgré des dynamiques très différentes pour ce qui concerne les modalités de genèse et de propagation des crues.

2.3 Processus à l'origine de la formation des crues

Lorsqu'une pluie s'abat, le volume précipité peut être décomposé en au moins trois états distincts, dès lors que l'on néglige les phénomènes d'évaporation et d'évapotranspiration. L'eau peut en effet être interceptée, ruisseler ou s'infiltrer. Dans le cas de l'interception, l'eau peut être stockée dans des dépressions ou être interceptée par les végétaux. L'infiltration peut soit concerner les parties supérieures d'un sol, soit s'organiser en un écoulement sub-aérien, l'écoulement hypodermique.

L'hypothèse dominante durant plusieurs décennies à la base de l'explication de la genèse des écoulements de crue, a été le fruit, au début des années 1930, des travaux de R.E. Selon Horton, le partage d'un volume d'eau qui parvient au sol s'effectue entre une fraction qui ruisselle et une fraction qui s'infiltre. Cela dépend du potentiel d'infiltration, la conductivité hydraulique, que présente le sol. Au-delà d'une intensité supérieure à ce potentiel d'infiltration, le volume d'eau parvenant au sol ruisselle. Autrement dit, les crues sont directement liées à l'intensité de la pluie et sont provoquées par le ruissellement à la surface du bassin. Par conséquent, cela signifie que c'est l'ensemble d'un bassin versant, à cause des volumes ruisselés, qui se trouve à l'origine des volumes formant la crue.

La conception hortonienne a fait l'objet d'une remise en question dès le début des années 1960 par différents travaux sur le fait que l'écoulement de crue soit généré essentiellement par la contribution de l'ensemble du bassin. Or, de nombreuses mesures de conductivité hydraulique des sols mettent en évidence des potentiels d'infiltration bien supérieurs aux intensités de pluie généralement observées. Certains observateurs ont également mis en avant le fait que même lors des crues importantes, il n'y avait pas de traces de ruissellement sur les versants, d'autres insistant sur le fait que l'intensité ne joue pas toujours un rôle essentiel dans la détermination du volume d'eau destiné à l'écoulement de crue.

Ces observations ont conduit à proposer une hypothèse fondamentalement différente dans la mesure où le ruissellement est produit par la totalité de la pluie tombant sur une zone saturée ou imperméable dont l'étendue varie avec le niveau moyen de la nappe phréatique (*Figure 2 et Figure* 3).

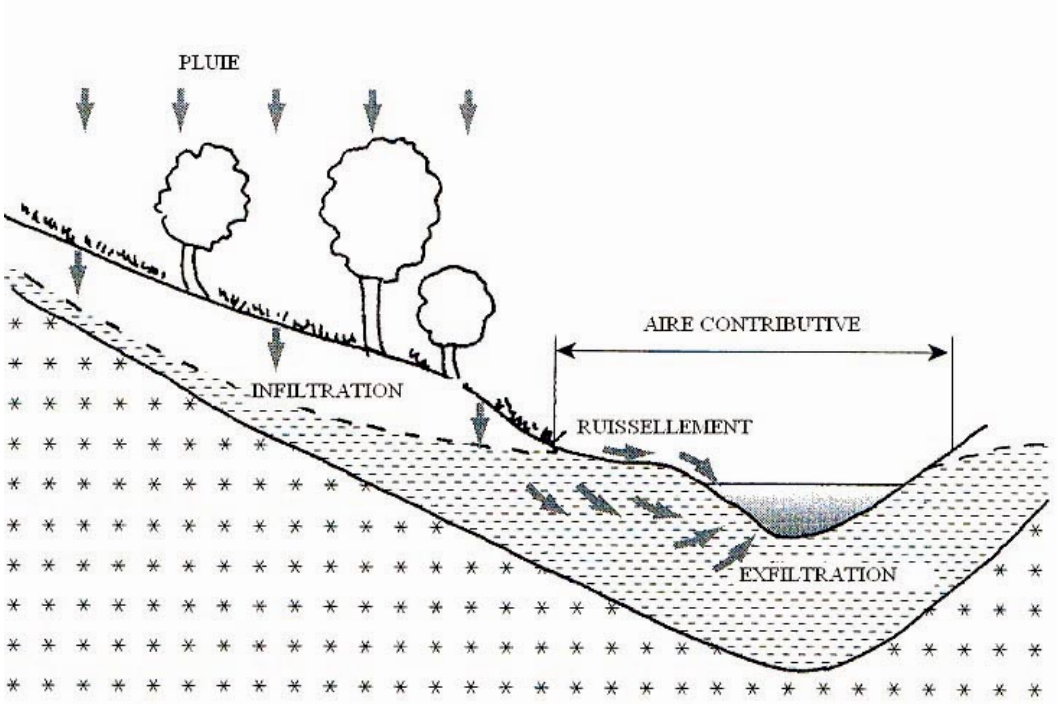


Figure 2 : Genèse des écoulements de crue à partir d'Aires Contributives Saturées.

Source : Chave, 2003.

Ce n'est donc plus une partie de la pluie sur toute la surface du bassin versant (Horton) mais toute une pluie sur une partie de la surface de ce bassin qui se trouve à l'origine de la production des débits de crue. Ceci met en évidence la complexité des processus intervenant entre le volume de pluie qui s'abat sur une surface, le ruissellement et la contribution des écoulements au débit de crue.

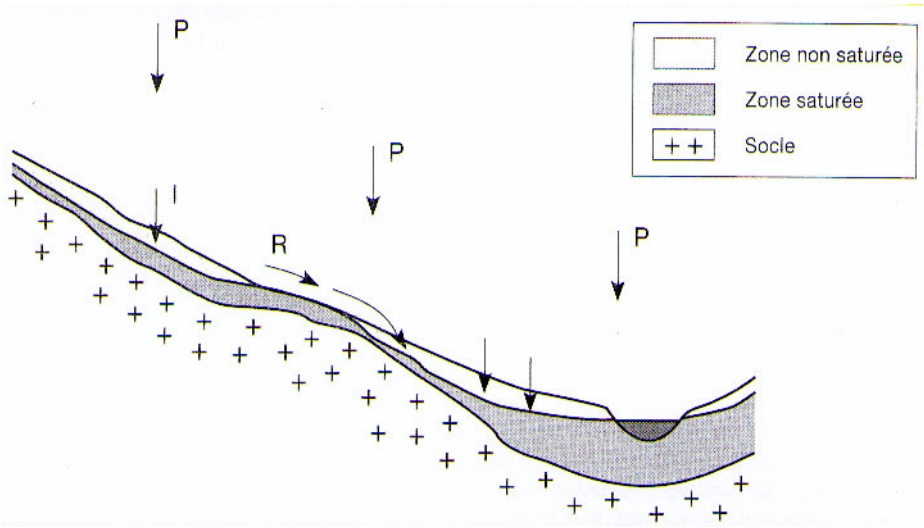


Figure 3 : Exemple d'un ruissellement de versant réinfiltré plus tard

Source : Chave, 2003.

Concernant le ruissellement, il faut distinguer celui qui intervient sur des surfaces non saturées, effectif lorsque le dépassement du seuil d'infiltration se produit, de celui qui intervient sur des surfaces saturées, c'est-à-dire lorsque l'eau ne peut plus s'infiltrer.

Le premier type de ruissellement traduit les phénomènes se déroulant à la surface des versants (*Figure 3*) alors que le second type retranscrit les processus intervenant à proximité des talwegs (*Figure 2*). Dans le cas de surfaces non saturées, le ruissellement est donc produit par le dépassement du seuil d'infiltration du sol. Ce phénomène se produit lorsque par exemple la capacité d'infiltration du sol est réduite, sur des roches peu perméables telles que les marnes ou les argiles. Ce processus intervient également lorsque le sol est compacté en surface, à cause notamment du passage d'engins agricoles ou de la présence de chemins. Etant donné que l'état de surface des sols varie dans l'espace, le ruissellement ainsi généré peut ne pas contribuer directement à la formation de la crue (*Figure 3*) car, dès lors que ce volume ruisselé parvient sur des zones plus favorables, il pourra s'infiltrer de nouveau. Ceci explique qu'il n'existe pas de relations directes entre le ruissellement et l'écoulement de crue.

Le second type de ruissellement intervient sur des surfaces saturées (*Figure 2*) ; c'est le concept des Aires Contributives Saturées (ACS), qui trouve son origine d'une part dans la relation entre le débit de base et la valeur du coefficient de l'écoulement rapide, et d'autre part du fait que ce débit de base ne témoigne pas globalement de l'état hydrique moyen du bassin, mais bien de l'état des réserves hydrologiques. Dans ce cas, le ruissellement dépend essentiellement du niveau des nappes phréatiques, qui est variable dans l'espace et dans le temps, au cours de la saison hydrologique. L'écoulement dépend de l'extension des surfaces ainsi saturées. L'eau qui s'infiltre sur les versants tend à rejoindre rapidement la nappe qui, sous l'effet d'une pluie prolongée, s'étend, et cause un ruissellement sur des surfaces de plus en plus étendues. L'extension de ces surfaces saturées se fait préférentiellement à partir des zones situées non loin des talwegs, c'est à dire les secteurs où la nappe est la plus proche du sol, comme le montre la *Figure 2*.

Cependant, ce n'est pas un cas exhaustif car de telles surfaces saturées peuvent se trouver sur des versants dès lors que les conditions lithologiques sont favorables à la création d'une nappe temporaire perchée (*Figure* 3) par exemple. C'est pourquoi nous distinguons deux types d'ACS.

En premier lieu, nous avons les zones actives, c'est-à-dire celles où se produit un ruissellement, que celui-ci participe ou non à l'écoulement. En second lieu il y a les zones contributives, c'est-à-dire celles où un ruissellement est effectif de telle sorte qu'il alimente directement ou non l'apport au cours d'eau, c'est-à-dire contribuant à la formation du volume de crue.

Ces hypothèses montrent la complexité des processus à l'origine de la genèse des crues au sein des bassins versants car, dans la réalité, ils se combinent dans l'espace et dans le temps.

Cosandey et Robinson (2000) citent deux cas extrêmes illustrant cette complexité. Sont en effet distingués les cas ou ont été observées des crues sans qu'un ruissellement se soit produit et les cas où se sont produits des ruissellements sans qu'une crue se soit propagée dans le cours d'eau. Dans le cas où intervient une crue sans ruissellement sur les versants, cela démontre qu'une pluie s'abat uniquement sur des aires saturées situées en fond de vallon. Dans le second cas, les ruissellements interviennent sur les hauts des versants et s'infiltrent ensuite plus bas sur ces versants sans modifier notablement les débits du cours d'eau. Ce phénomène, prédominant dans les zones désertiques a pu également être déterminé dans le sud du massif central français (*Figure* 4).

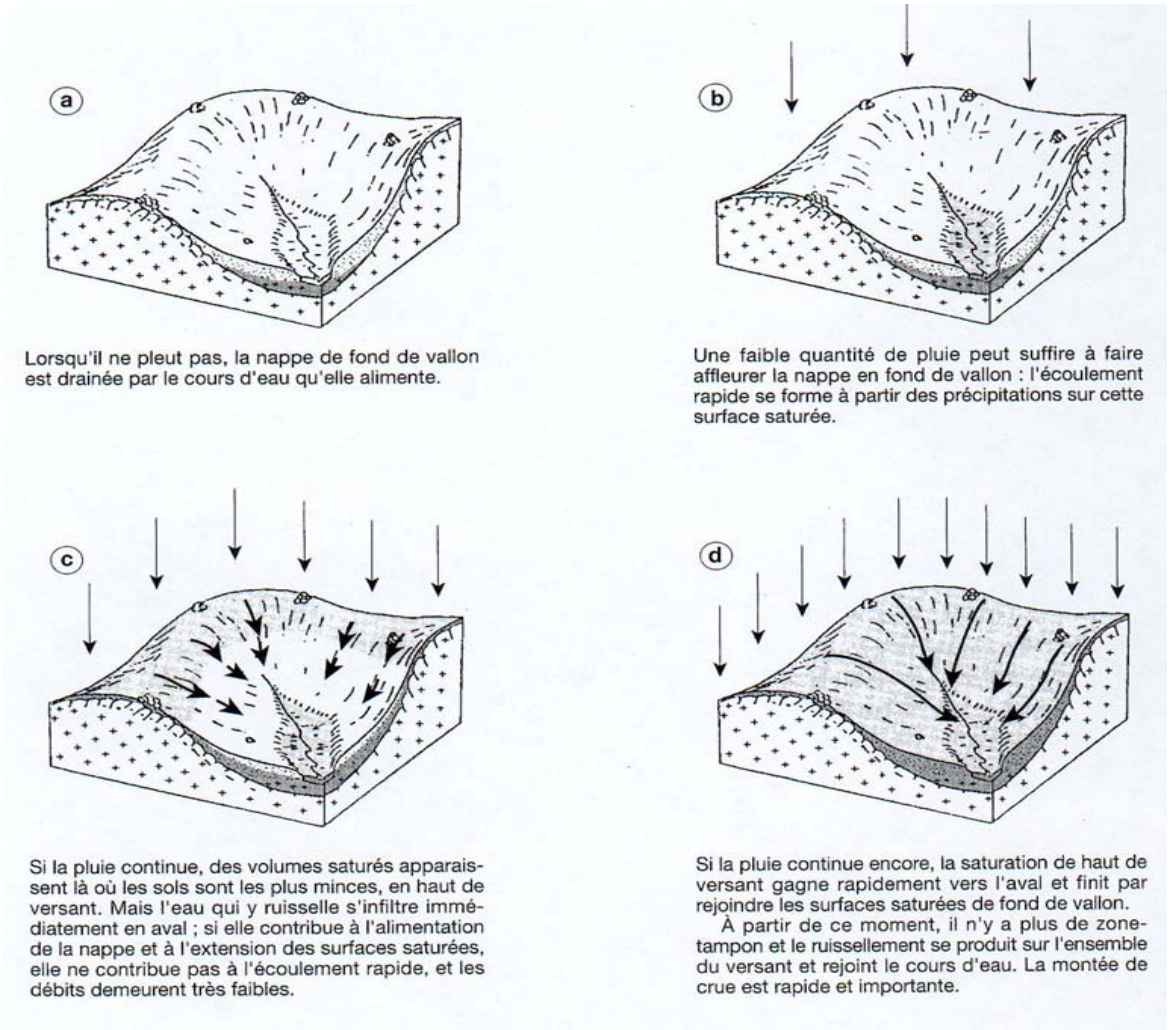


Figure 4 : Formation des écoulements de crue dans les petits bassins versant du mont Lozère.

Source : Cosandey et Robinson, 2000.

Les écoulements de crue résultent donc de processus complexes. L'ensemble de travaux récents aboutit à la mise en forme des processus de genèse des écoulements, selon le schéma dressé par Cosandey et Robinson (2000) et expliquant la formation des crues par l'intermédiaire d'une saturation progressive de l'ensemble du bassin (cf. *Figure 4*).

S'il est évident que l'écoulement est produit par la pluie qui concerne une surface drainée, les difficultés apparaissent pour la transformer en débit, rendant d'autant plus difficile la mise en œuvre de modèles destinés à la prévention des crues.

L'art de l'hydrologue consiste donc à prendre en compte un maximum de ces paramètres pour transformer la pluie en débit.

3 Les sections du cours d'eau

3.1 Le système fluvial : principe et dynamique.

3.1.1 La théorie du cycle d'érosion

L'idée que le façonnement des vallées est étroitement lié à l'action des cours d'eau est bien antérieure à la naissance de la Géomorphologie. En effet, nombreuses sont les mises en relation effectuées dès l'Antiquité (Aristote, Ératosthène, Ptolémée) puis, bien plus tard, par des ingénieurs tels que Léonard de Vinci. Mais, il a fallu attendre la fin du 19^{e} siècle pour que soient organisés en un système cohérent les concepts applicables à l'étude du relief. S'appuyant sur les éléments définis au cours de l'évolution de la connaissance scientifique, l'américain W.M. Davis formule en 1899 la théorie du cycle d'érosion. Au sein de cette théorie, l'étude des cours d'eau prend une place importante car ils constituent, avec l'étude des pénéplaines et des reliefs structuraux, l'un des axes majeurs de ce paradigme, car le façonnement des reliefs est très lié à l'action fluviatile. En effet, pour Davis, l'évolution du relief passe par trois stades se succédant lorsque aucune perturbation ne vient interrompre le cycle. Ce sont les stades de jeunesse, de maturité et de vieillesse. Ce cycle est enclenché dès lors qu'une phase de tecto-orogenèse aboutit à la création d'un volume de relief, sur lequel vont pouvoir s'exercer des processus de l'érosion linéaire (dans les talwegs) et aréolaire (sur les interfluves) qui vont faire passer les reliefs, vigoureux à leur genèse, à des reliefs aplanis au stade de la sénilité (pénéplanisation). Ce dernier stade prend fin lorsqu'une séquence orogénique permet de raviver les reliefs et de déclencher ainsi un nouveau cycle d'érosion. Cette évolution est subordonnée à ce que Davis appelait l'érosion normale, c'est-à-dire au fait que les écoulements contrôlent et coordonnent les actions de tous les autres processus d'érosion.

Cette théorie fut prédominante durant toute la première partie du 20^{e} siècle, notamment en France ou en Grande-Bretagne où elle connut ses plus grands retentissements (Bravard et Petit, 1997). Mais, elle fut très tôt critiquée notamment par les géomorphologues allemands, à cause principalement de l'immobilisme tectonique suggéré durant le cycle d'érosion et de l'universalité de l'érosion normale (Derruau, 1988).

La rupture avec les théories davisiennes intervient à la fin des années 1940, à cause notamment des insatisfactions qu'elle génère. La Géomorphologie Fluviale s'inscrira dès lors dans un courant quantitativiste et dynamique (Bravard et Petit, 1997). Ce courant trouve son origine dans trois articles pionniers, au travers desquels s'observent déjà les tendances qui seront développées dans les années suivantes.

Rappelons qu'un système est défini comme un ensemble de phénomènes en interdépendance, et qu'une modification apportée à l'un d'eux, se répercute sur les autres, en grande partie par des cheminements indirects. En outre, le système se caractérise par une dynamique, laquelle doit être alimentée en énergie ; par conséquent, les flux d'énergie qui font fonctionner le système mais aussi les transformations de cette énergie en constituent l'ossature. C'est la théorie du système fluvial (*The fluvial system ;* Schumm, 1977).

3.1.2 Le système fluvial

- Définition

Schumm définit le système fluvial comme un arrangement significatif d'entités. Il distingue un système dit morphologique, qui s'organise entre des limites, celles du bassin versant, et dont les composantes, les pentes longitudinales (le profil en long) et les caractéristiques des profils en travers (les chenaux, les zones inondables), sont reliées statistiquement, et un système dit à processus-réponse lorsque sont considérées les variables hydrologiques et de transport solide, qui caractérisent les contrôles externes exercés sur le système.

- Composition

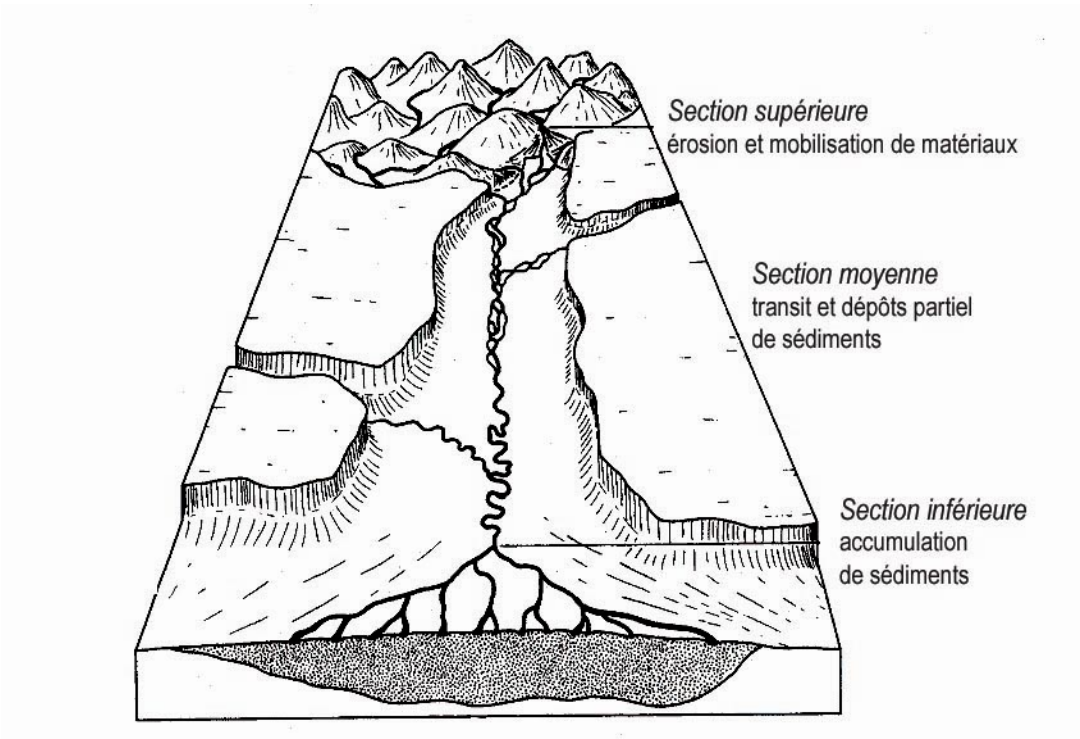


Figure 5 : Découpage du cours d'eau en ses différentes zones.

Source : Campy et Macaire, 1989.

Schumm (1977) décompose le système fluvial en 3 zones ou sous-systèmes, qui se succèdent d'amont en aval du cours d'eau (*Figure 5*). Le système est régi par des variables dites de contrôle ; ce sont les débits liquide et solide, et par des variables qui s'ajustent en fonction des modifications de ces variables de contrôles. Ces dernières sont soumises à des systèmes plus vastes, au premier rang desquels on trouve le climat.

Dans la zone de production (ou section supérieure) les processus d'érosion et de mobilisation de matériaux prédominent. Le réseau hydrographique est composé des talwegs d'ordre inférieur caractérisés par des pentes fortes, une largeur réduite, des courants forts mais des débits faibles, des fonds de lits à blocs, favorisant une érosion très intense. Ils introduisent les débits liquides et solides dans le système. Ces cours d'eau se réunissent progressivement et parviennent ensuite dans les zones de piémont ou de plaines. On accède alors à la seconde zone identifiée (section moyenne) comme étant la zone de transfert. Les cours d'eau sont caractérisés par une diminution des pentes et des vitesses d'écoulement, une augmentation des débits et des largeurs d'écoulement, la charge s'affine pour passer à des sables et des graviers. Le nombre des chenaux diminue également et tend généralement vers un lit à chenal unique.

Cette zone permet le transfert des flux liquides et sédimentaires introduits dans la section supérieure des cours d'eau, permettant généralement la mise en place de formations superficielles d'épaisseur pouvant atteindre 15 à 20 m. Nous pouvons considérer que dans cette zone et pour un chenal stable, les entrées sont équivalentes aux sorties.

En progressant vers l'aval, le cours d'eau parvient dans la zone d'accumulation (section inférieure), la dernière zone identifiée. La pente devient très faible, les processus de dépôts deviennent supérieurs aux processus d'érosion. La granulométrie s'affine, prédominent alors les limons et argiles, ainsi que des sédimentations de type deltaïques. C'est une zone caractérisée par la formation de larges plaines alluviales, au sein desquelles le chenal se divise en de multiples bras.

4 La crue de septembre 2002

Les 8, 9 et 10 septembre 2002, les départements du Gard, de l'Hérault, du Vaucluse des Bouches du Rhône, de l'Ardèche et de la Drôme ont été concernés, partiellement ou en totalité, par un événement pluviométrique intense, qui se trouve à l'origine d'inondations meurtrières et coûteuses dans les bassins versants du Gard, du Vidourle et de la Cèze.

Avant d'aborder les aspects géomorphologiques développés dans les parties suivantes, il faut fixer les principales données de l'événement qui permettent de préciser le contexte pluviométrique qui se trouve à l'origine de la catastrophe. Ces données sont relatives à trois principaux points concernant les valeurs hydrologiques des pluies et des débits ainsi que les dégâts et les pertes humaines consécutives à ces précipitations. De nombreuses études portent déjà sur ces thèmes (Huet *et al*, 2003) ; en ce qui nous concerne, la synthèse proposée est basée sur les sources suivantes : Huet *et al*, 2003 ; Gaume *et al*, 2003.

4.1 La pluviométrie : origine, cumul et surfaces concernées

Les précipitations qui sont à l'origine de la catastrophe se sont en fait produites en deux épisodes orageux. Le premier se produit au cours de la journée du dimanche 8 septembre. D'une durée de 13 heures (de 10h à 23h30) il s'est abattu sur une bande dans l'axe Sommières – Uzès – Orange, soit une surface d'environ 2500 km². Une heure après la fin de ce premier épisode, le second, plus intense et plus étendu (3500 km²) survient sur un axe Beauzille – Quissac – Anduze – Saint-Ambroix et réactive la crue des cours d'eau aux bassins versants déjà saturés par le premier épisode. D'une durée de 13 heures également, cet épisode orageux prend fin vers 13h30 le lundi 9 septembre 2002. Au sens strict, cet évènement météorologique ne peut être qualifié d'épisode cévenol compte tenu du fait que les cumuls les plus importants ne se situent pas dans les montagnes cévenoles mais à leur marge orientale. On parle en fait de système convectif de 3 qui caractérise bien les systèmes en "V" provoquant les cumuls importants de précipitations au cours de l'automne méditerranéen. C'est, en ce sens, un épisode équivalent à celui de novembre 1999 survenu dans l'Aude et les départements voisins.

Du fait que les pluies se sont cumulées essentiellement en 14 heures, exemple de Conqueyrac, la durée de l'événement doit être considérée comme inférieure à 24 heures.

Le cumul de pluie supérieur à 400 mm a été observé sur 20 postes du Gard (Tableau 1), 1 en Ardèche et 1 dans le Vaucluse.

En ce qui concerne les valeurs de pluies cumulées en 24 heures, le maximum a été atteint à Anduze avec un total de 687 mm. Le site de Cardet, situé non loin de là, enregistre également des cumuls équivalents.

Code INSEE	Ville	Cumul en 24 h
30068001	Cardet	690.5
30001001	Anduze	687.0
30243001	Saint-Christol-les-Alès	635.0
30065001	Canaules et Argentières	600.0
30129001	Générargues	587.5
30093003	Conqueyrac	572.0
30106001	Dufort et Saint Martin de Sossenac	550.5
30224001	La Rouvière	541.0
30305001	Salindres	528.8
30007004	Alès	514.0

Tableau 1 : Données pluviométriques de sites particuliers -Source : Météo France

Les intensités de l'ordre de 100 mm/h sont également similaires aux intensités connues pour ce genre d'événement. Il est également courant de constater des écarts dans les cumuls sur de faibles distances. Ceci est dû à l'hétérogénéité de la pluie au cours de ces épisodes.

Sept postes pluviométriques ont enregistré des intensités horaires supérieures à 100 mm/h : Saumane, St Roman de Codière, Anduze, Alès, Ceyrac, la Rouvière et Quissac. L'intensité maximale observée est de 136 mm/h à Anduze.

L'événement hydrométéorologique des 8 et 9 septembre 2002 affecte les départements du Gard, du Vaucluse et de l'Hérault. C'est un épisode tout à fait comparable à celui de novembre 1999, en de nombreux points : importance des cumuls pluviométriques (687 mm en 24 heures ont été relevés à Anduze, Gard), extension spatiale (*Figure 6*) de la zone pluvieuse d'une rare ampleur (plus de 650 mm se sont abattus sur une superficie supérieure à 150 km² ; plus de 300 mm ont concerné une superficie de plus de 3200 km²), ainsi qu'un bilan très lourd puisque 22 personnes sont décédées et 1,2 milliards d'euros de dégâts matériels ont été estimés (Huet *et al*, 2003).

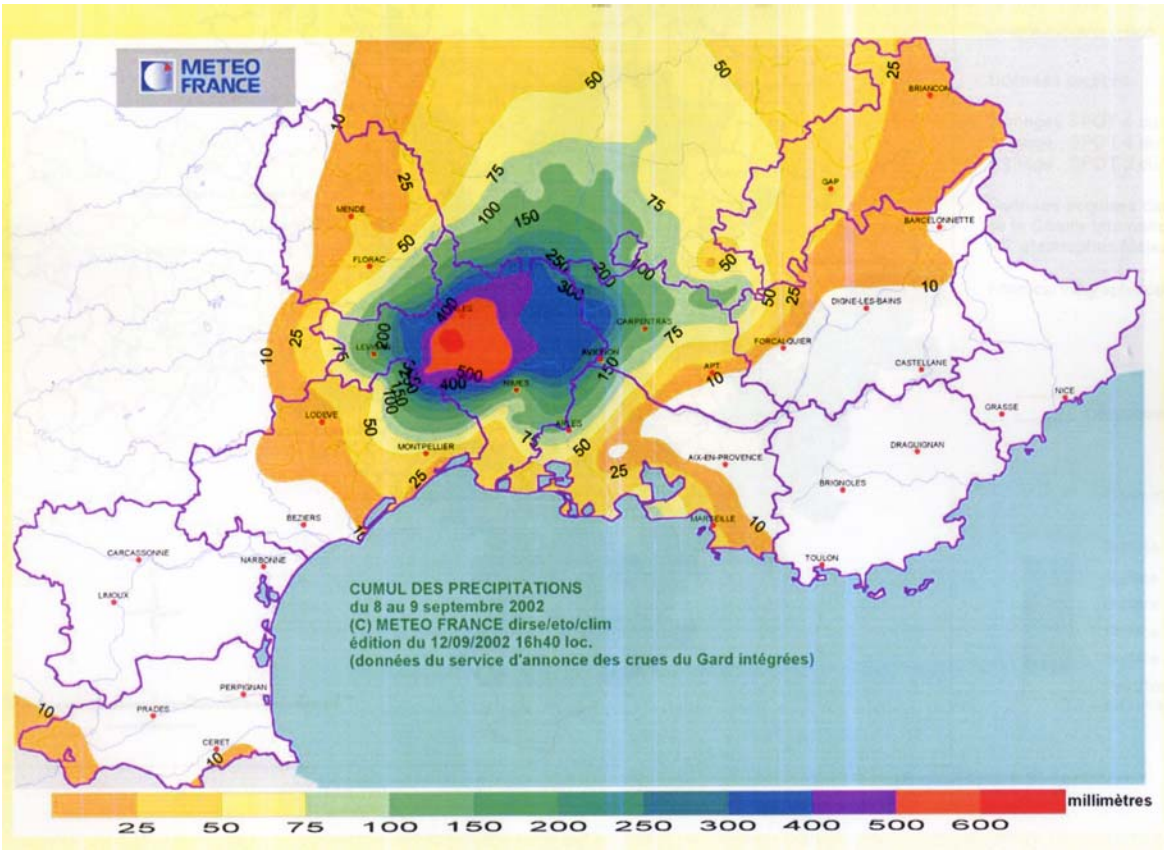


Figure 6 : Cumul des précipitations des 8 et 9 septembre 2002

Source : Météo France

4.2 Les estimations de débits

Dans tous les cas, les cotes observées lors de la crue de 2002 dépassent très largement les cotes pour lesquelles les jaugeages, s'il en existe, ont été effectués. Les valeurs de débit annoncées ne peuvent alors être considérées que comme des extrapolations voire des dires d'experts. A titre d'information, le Tableau 2 présente les résultats de quelques cours d'eau.

Cours d'eau	**Superficie du Bassin versant ($km^{-2)}$**	**Débit 2002 estimé ($m^3.s^{-1}$)**	**Débit spécifique ($m^3.s^{-1}.km^{-2}$)**
Gardon	2014	7000	3.5
Gardon d'Alès	443	3000	6.8
Braune	140	2000	14.3
Candouillère	57	1000	17.5
Amous	20	400	19.7
Grabieux	35	800	22.7

Tableau 2 : Quelques valeurs de débits de septembre 2002

Bibliographie

Bravard J.P. et Petit F. (1997) – *Les cours d'eau, dynamique du système fluvial,* Armand Collin, collection U, 239 pages.

Chave S. (2003) - *Elaboration d'une méthode intégrée du diagnostic du risque hydrologique*, thèse de doctorat, université de Provence, Aix-en-Provence, 284 pages.

Cosandey C. et Robinson M. (2000) – *Hydrologie continentale*, Armand Collin, collection U Géographie, Paris, 360 pages.

Gaume E., Payraste O., Rosa da Silva B. (2003) - *Analyse hydrologique des crues des 8 et 9 septembre 2002*, rapport, Cereve, Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable, 95 pages.

Huet P., Martin X., Prime J.L., Foin P, Laurain C, Cannard P. (2003) - *Retour d'expérience des crues de septembre 2002 dans les départements du Gard, de l'Hérault, du Vaucluse, des Bouches-du-Rhône, de l'Ardèche et de la Drôme*, Conseil Général des Ponts et Chaussées, Inspection Générale de l'Environnement, Inspection Générale de l'Administration, Conseil Général du Génie Rural des Eaux et des Forêts, 130 pages.

Schumm S.A. (1997) – The fluvial system, John Wiley and Sons, New York, 338 pages.

MIREILLE PROVANSAL

CEREGE-CNRS

Université Aix-Marseille 1

LES INONDATIONS DANS LE BAS-RHÔNE : HISTOIRE RÉCENTE DU FLEUVE ET DES CONDITIONS D'ÉCOULEMENT DES CRUES.

"La présentation fait un point sur l'histoire récente des débits de crue et des modifications de leurs conditions d'écoulement."

INTRODUCTION

On ne peut comprendre le fonctionnement actuel du Rhône, en particulier sa capacité à évacuer les eaux de crues, sans le replacer dans l'histoire naturelle et humaine de son bassin versant et de sa vallée.

La plaine alluviale et le delta constituent le lit majeur du Rhône, naturellement inondable, comme en ont témoigné les grandes crues historiques de 1840 et 1856. La période du Petit Age Glaciaire, qui débute au XV^{e} siècle et s'achève à la fin du XIX^{e} siècle, est en effet caractérisée par la fréquence des crues élevées, liées à un climat plus humide et à une importante torrentialité sur les versants déboisés des Alpes du Sud (Pichard, 1995). L'érosion des sols est intense, en relation avec les fortes densités rurales. Les affluents du Rhône et le Rhône lui-même charrient donc une importante charge sédimentaire, qui imprime au chenal d'écoulement un style "en tresse" : de multiples îlots et des bancs mobiles séparent des bras peu profonds (Bravard et Peiry, 1993 ; Provansal et al, 2002). Ces conditions induisent l'élévation du système phréatique dans la plaine alluviale, où les marais occupent une place croissante, préoccupante pour la communauté arlésienne. A l'aval, l'embouchure est encombrée par les atterrissements (les *theys* de Camargue). Les cartes du XVIII^{e} siècle rendent compte de cette situation, peu favorable à une bonne évacuation des eaux de crues. On comprend alors l'extension considérable des inondations, qui recouvrent l'ensemble de la plaine en 1856, malgré les endiguements anciens mis en place depuis le Moyen Âge.

Depuis 150 ans, trois facteurs ont complètement modifié les conditions d'écoulement des eaux de crues, en relation avec (1) l'hydrologie du fleuve, (2) les mutations de l'occupation du sol dans le bassin versant et (3) les aménagements des lits.

Les différentes archives, puis les mesures régulières du débit du fleuve indiquent une réduction de l'abondance moyenne au XIX^{e} siècle *(figure 1)*, puis une stabilisation des débits moyens annuels depuis le début du XX^{e} siècle. Les très fortes crues, supérieures à 10.000 m3/s, épargnent tout le XX^{e} siècle jusqu'en 1993-94 et surtout 2002-03. Les crues supérieures à 5000 m$^{3/s}$ affectent toutes les décennies, sauf les années 1960 à 1990 (Antonelli, 2002), particulièrement peu actives…et où l'urbanisation va s'étendre dans des espaces que l'on croit alors définitivement à l'abri.

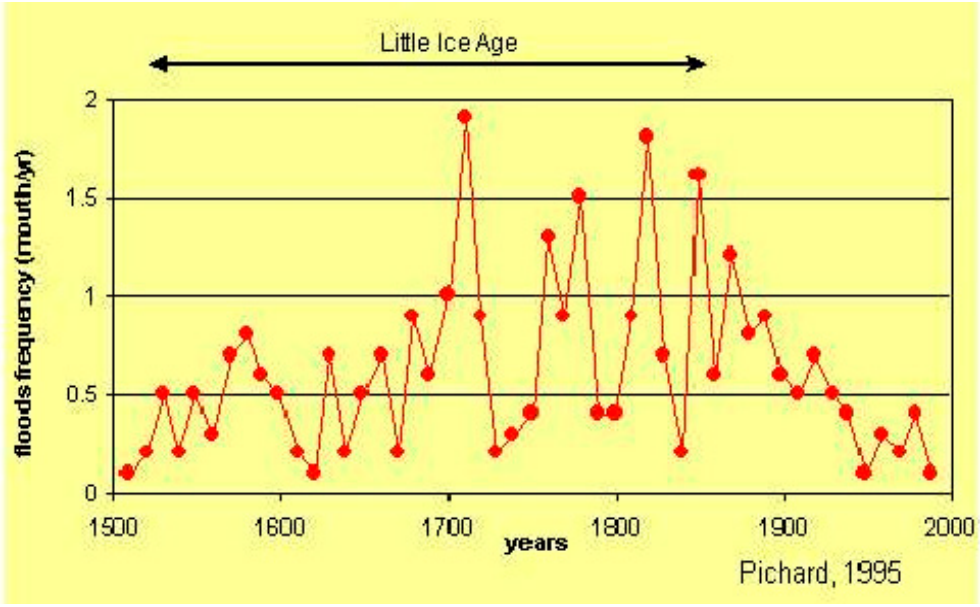


Figure 1 : Débits du Rhône depuis 1500

L'exode rural, associé à la reforestation, volontaire ou spontanée, des versants alpins et aux travaux de correction des torrents par les services RTM, va réduire les effets de l'érosion, donc la charge sédimentaire des rivières. Le phénomène est précoce (antérieur à la deuxième guerre mondiale) sur la Durance (Miramont et Guilbert, 1997), la Drôme et la plupart des affluents des deux rives du Rhône (Liébault et Piégay, 2001). Cette évolution est enregistrée par les changements du "style" des lits, qui se simplifient, se stabilisent et s'approfondissent (Bravard, 1989). Il semblerait que la charge solide du fleuve ait été environ réduite de moitié entre le milieu du XIX^{e} siècle et le milieu du XX^{e} siècle.

L'aménagement des lits du Rhône ne date pas du dernier siècle : des digues submersibles existent depuis longtemps, discontinues entre Lyon et Beaucaire, continues entre Beaucaire et la mer ; mais les inondations catastrophiques de 1856 vont conduire à l'édification d'un système insubmersible sur tout le bas Rhône. En outre, les besoins de la navigation justifient des interventions sur le chenal lui-même dans les années 1880 : déconnexion et colmatage des bras secondaires, construction d'épis transversaux et longitudinaux formant des "casiers" (dits "casiers Girardon" du nom de leur inventeur), implantés sur les extrados et les seuils afin de favoriser la concentration et l'auto-curage du fleuve *(figure 2)*. Ces travaux ont pour effet de réduire la débitance du chenal, c'est à dire le volume disponible pour l'évacuation des crues. Les ségonnaux se colmatent, stockent les sédiments et s'élèvent progressivement. L'embroussaillement des ripisylves accentue le phénomène. Actuellement, dans le delta, les ségonnaux sont surélevés par rapport à la plaine d'inondation et accentuent la contrainte hydraulique sur les digues, en particulier sur le Petit Rhône.

Enfin, l'aménagement intégré, mis en place par la Compagnie Nationale du Rhône après la deuxième guerre mondiale, complété par les barrages alpins, achève de modifier le fonctionnement hydro-sédimentaire, en particulier le transit de la charge solide : l'Etude Globale réalisée par *Territoire Rhône* a montré qu'une partie du flux solide est retenu derrière les ouvrages et que les fractions les plus grossières ne circulent plus du fait de la réduction de la puissance fluviale sur les "Rhônes court-circuités". Actuellement le transit de la charge de fond est interrompu entre le Rhône et la plupart de ses affluents.

L'ensemble de ces facteurs explique les modifications géométriques des lits et du chenal d'écoulement, sensibles depuis le début du XX^{e} siècle. La comparaison des cartes et photographies aériennes montre en effet que la réduction de sa largeur atteint de plus de 400 m à l'aval de Beaucaire *(Antonelli, 2002, figure 3)*. Dans le même temps, la comparaison des relevés bathymétriques indique que le fond du chenal s'incise, avec des valeurs inégales, entre 0 et –4 m selon la résistance du plancher alluvial *(Antonelli et al., 2003, figure.4)*. Les recherches en cours doivent permettre de proposer un bilan volumétrique qui prendra en compte l'évolution du chenal et celle des ségonnaux depuis le début du XX^{e} siècle. Mais les relevés effectués en aval d'Arles, avant et après la crue de décembre 2003, ont montré également que le chenal subit d'importantes transformations au cours même de l'événement (600.000 m3 ont été érodés sur le fond en quelques jours...), qui modifient instantanément les conditions hydrauliques, donc la position de la ligne d'eau (Maillet, thèse en cours). Il s'agit, là encore, d'un objet de recherches à poursuivre.…

Les modifications du chenal et l'édification des digues insubmersibles expliquent que les inondations n'aient plus l'importance spatiale qu'elles avaient au XIX^{e} siècle. Elles sont désormais associées aux brèches dans les digues, essentiellement sur le Petit Rhône, ou, plus rarement, aux surverses. Il devient donc important d'analyser les facteurs de fragilisation des ouvrages ou d'envisager leur rôle dans la localisation d'éventuels champs d'expansion des eaux de crues.

Par ailleurs, l'incision du chenal, et le sapement de la base des berges, menace localement la stabilité des digues, qu'il conviendra peut-être d'écarter plus nettement du fleuve, afin de laisser ce dernier se "ré-ajuster" librement aux nouvelles conditions hydrologiques et sédimentaires. C'est particulièrement le cas sur les méandres du petit Rhône.

Enfin, la proximité de la Méditerranée pose des conditions particulières au bas Rhône : le niveau de la mer conditionne en effet un bon écoulement des eaux. Or celle-ci s'est élevée de 25 cm environ depuis le début du XX^{e} siècle (Suanez et al., 1997) et elle est amenée à accélérer vraisemblablement cette tendance dans les décennies à venir. En outre, la barre d'embouchure, de plus en plus haute à l'aval du Grand Rhône, gêne l'évacuation des eaux. Il est donc nécessaire de développer une réflexion spécifique à l'aire deltaïque et au débouché des deux bras du Rhône en mer.

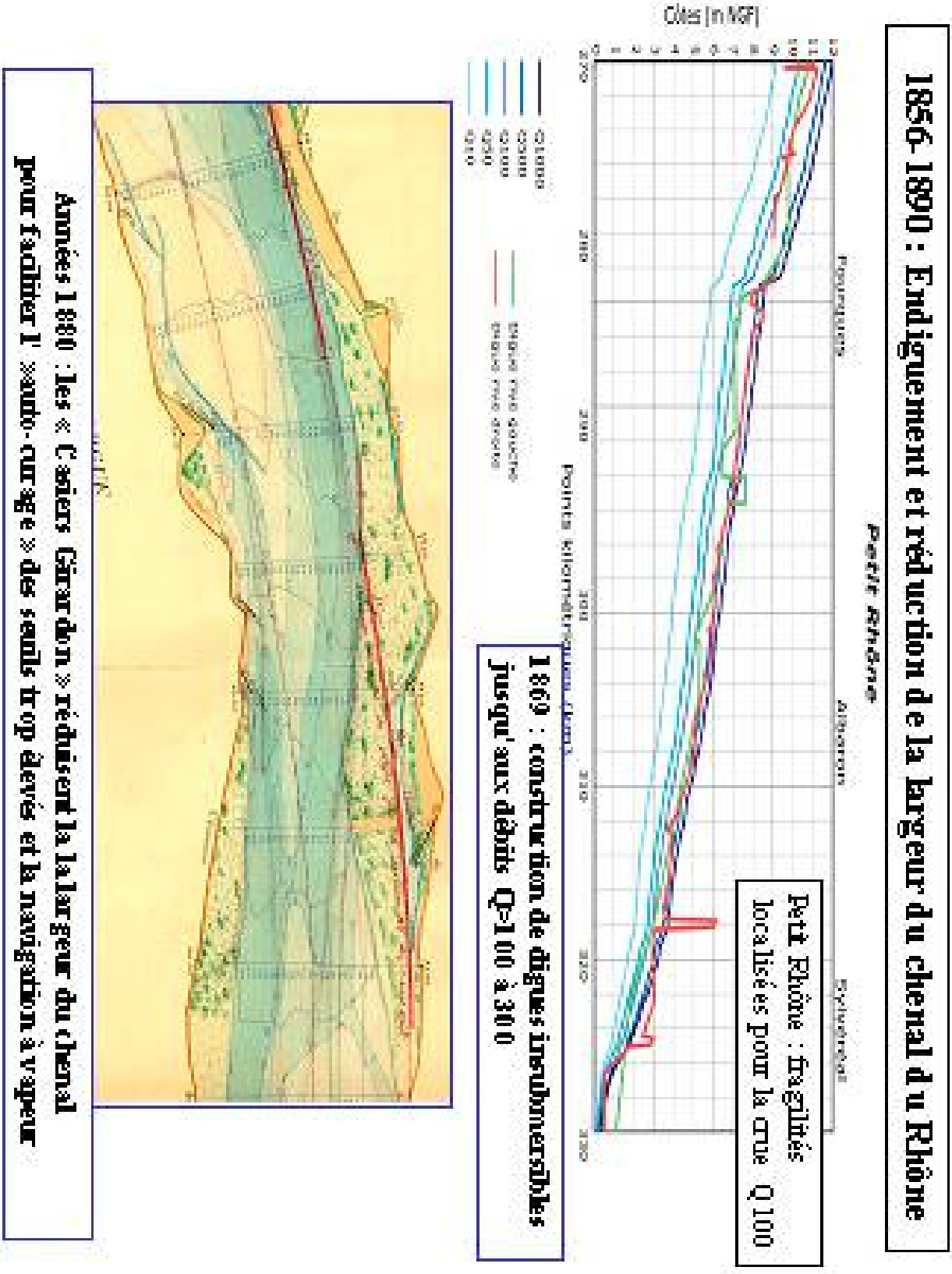


Figure 2 : 1856 - 1890. Endiguement et réduction de la largeur du chenal du Rhône

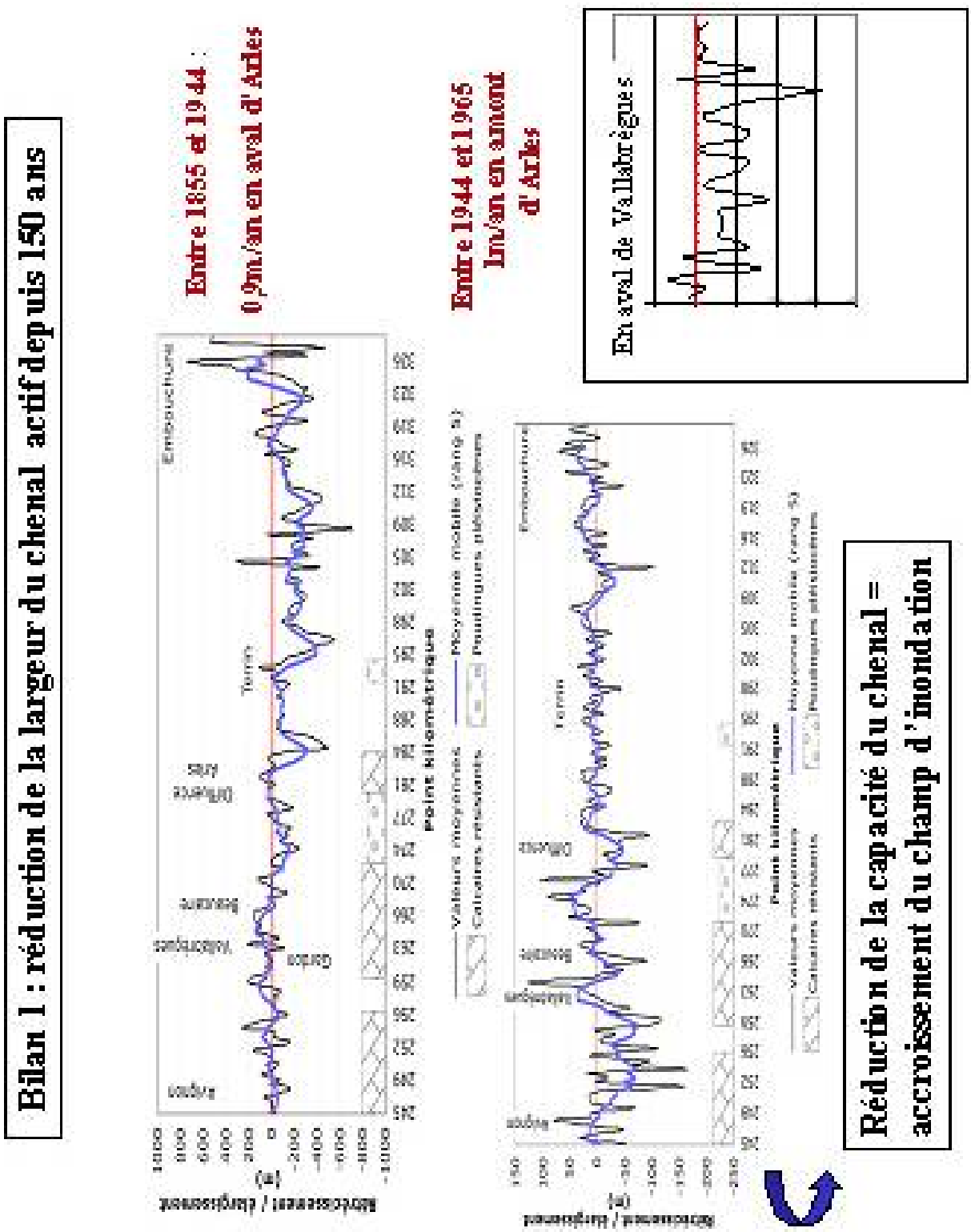


Figure 3 : Réduction de la largeur du chenal actif depuis 150 ans

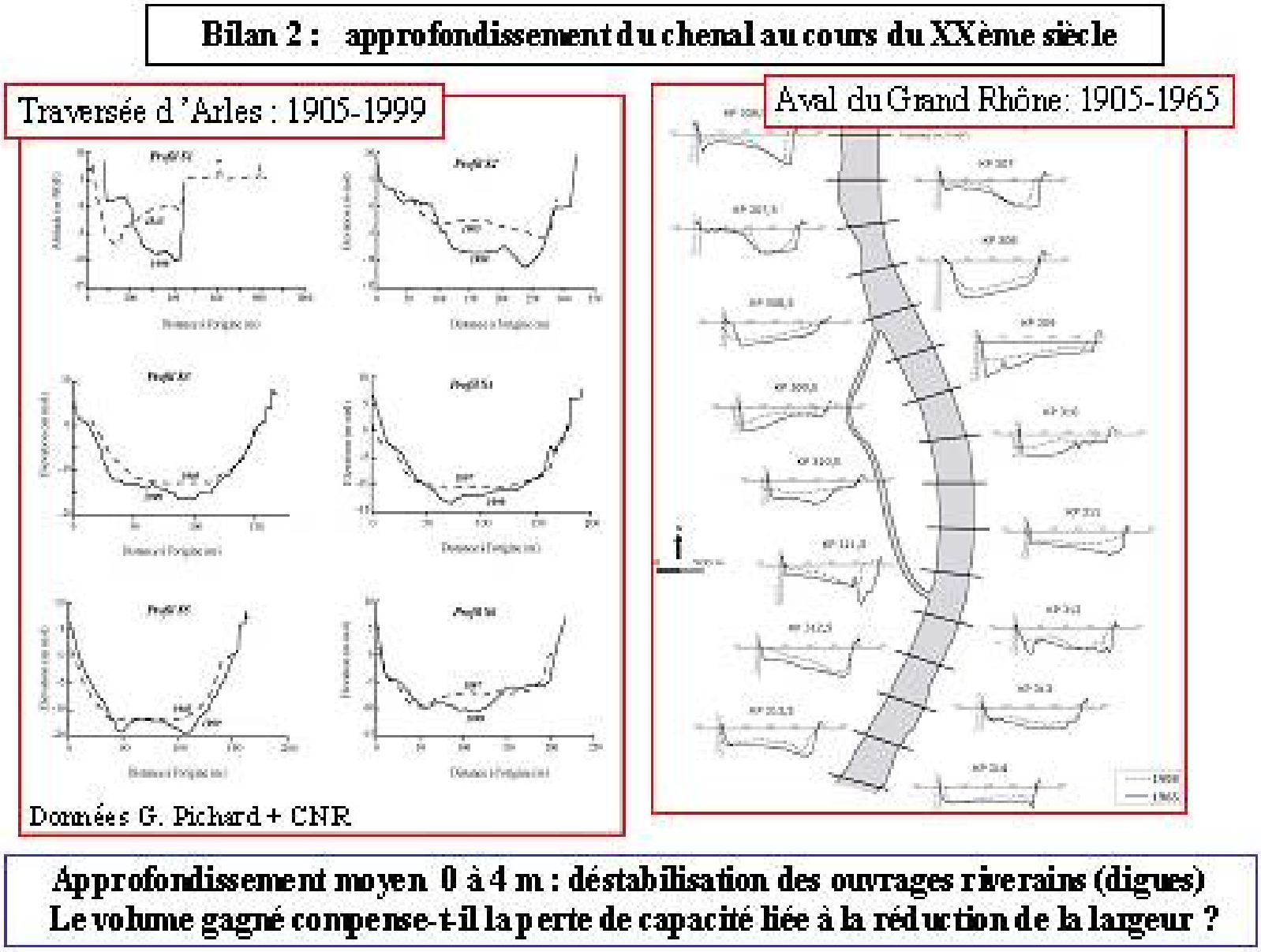


Figure 4 : Approfondissement du chenal au cours du XX^{e} siècle

CONCLUSION

L'histoire récente du fleuve permet ainsi de propose quelques pistes pour l'amélioration de la débitance et l'écrêtement de fortes crues : redonner au fleuve un espace plus "naturel" en décolmatant les casiers et les ségonnaux ? ré-activer partiellement le lit majeur ? Ces pistes de réflexion supposent néanmoins au préalable une recherche approfondie sur le fonctionnement des lits du fleuve.

Bibliographie

Antonelli C., 2002, *Flux sédimentaires et morphogenèse récente dans le chenal du Rhône aval*. Thèse de l'Université de Provence, Aix-en-Provence, 279 p.

Antonelli C., Provansal M., Vella C., 2003- Recent morphological channel changes in a deltaïc environment. The case of the Rhône river, France. *Geomorphology*

Bravard J.-P. (1989) – La métamorphose des rivières des Alpes françaises à la fin du Moyen Age et à l'Epoque Moderne. *Revue de Géographie de l'Est*, 25, 145-157.

Bravard J-P., Peiry J-L. (1993) – La disparition du tressage fluvial dans les Alpes françaises sous l'effet de l'aménagement des cours d'eau (19-20^{e} siècle). *Z. Geomorph. N.F.*, 88, 67-79.(2001) – Assessement of channel changes due to long-term bedload supply decrease, Roubion River, France. *Geomorphology*, 36, 167-186.

Miramont C. et Guilbert X., 1997, Variations historiques de la fréquence des crues et évolution de la morphogenèse fluviale en Moyenne Durance, *Géomorphologie*, 4.

Pichard G. (1995) – Les crues sur le bas Rhône de 1500 à nos jours. Pour une histoire hydro-climatique. *Méditerranée*, 3-4, 105-116

Provansal M., Bruneton H., Vella C., Arnaud-Fassetta G., Ballais J.L., Leveau Ph., 2002, Paléo-hydrologie holocène dans la basse vallée du Rhône, d'Orange à la mer in *Les fleuves ont une histoire, paléoenvironnement des rivières et des lacs français depuis 15000 ans*", ed. Errance, sous la dir. JP Bravard et M. Magny, pp. 251-259.

Suanez s., Prosper-Laget v., Provansal M. (1997) - Variations relatives du niveau marin dans le delta du Rhône et à Marseille – Implications climatiques et/ou tectoniques. *C.R. Acad. Sci. Paris*, 324, série II a, 639-646.

PHILLIPE CHAUVELON

Chargé de recherche hydrologie

Tour du Valat

LE RISQUE D'INONDATION DANS LE SECTEUR DU BAS-RHÔNE. L'EXPÉRIENCE D'ÉVÉNEMENTS EXTRÊMES RÉCENTS ET LES PERSPECTIVES

S'appuyant sur les résultats de travaux scientifiques et d'ingénierie récents, ont été présentées les principales contraintes relatives à l'impact du régime hydrologique et hydraulique du Rhône et de ses interactions avec le milieu marin, sur le risque d'inondation dans le secteur du bas Rhône et plus particulièrement du delta du Rhône. Un rappel quantitatif est fait sur les évènements critiques intervenus depuis 1993.

INTRODUCTION

A l'automne -hiver 1993-1994 surviennent à deux reprises en 4 mois, des crues avec des débits moyens journaliers supérieurs à 9000 m^3/s, cette valeur n'avait pas été dépassée à Beaucaire depuis 1951. Ruptures de digues et inondations se produisent.

Les années suivantes, une étude est commandée par Territoire Rhône (Etablissement Public Territorial de Bassin), afin de définir une stratégie pour réduire le risque d'inondation dans le bassin du Rhône. La CNR (Compagnie Nationale du Rhône) et des bureaux d'études (BCEOM, SAFEGE) réalisent des études hydrologiques et hydrauliques sur le fleuve et ses affluents, depuis le Léman jusqu'à la mer. Dans le même temps les travaux de recherche continuent (CEMAGREF, CNRS, Universités, Station Biologique de la Tour du Valat) pour la caractérisation du risque de crue, d'inondation et de leurs impacts sur les zones humides.

1 Un fonctionnement hydro climatique complexe.

Les crues moyennes (décennales à Beaucaire) du Rhône résultent de la conjonction de crues parfois modérées de ses affluents. Il est très improbable que des crues fortes de tous ses affluents soient simultanées à cause de la géographie et des caractéristiques climatiques du bassin versant. Les crues fortes (période de retour (PDR) de 100 ans, c'est-à-dire ayant une probabilité de se produire de 1/100 une année donnée) et très fortes (PDR de 1000 ans) du Rhône résultent de la puissance de certain affluents, combinées avec des crues méditerranéennes violentes dans le sud du bassin. En effet, dans le sud du bassin, et particulièrement pour les affluents de rive droite, c'est à dire les affluents Cévenols, (Eyrieux, Ardèche, Cèze, Gard) la topographie (fortes pentes) et la géologie (terrain peu perméables, roches cristallines ou calcaires) font que les conditions sont favorables à l'apparition de crues rapides. Le régime pluviométrique méditerranéen, avec ses fortes intensités, s'exprimera donc souvent par des crues violentes sur les affluents du Rhône méridional.

Des pluies océaniques et méditerranéennes sur le bassin du Rhône**:** cette double influence induit quatre grands types de crues (Territoire Rhône, 2003) : Océaniques, Cévenoles, Méditerranéennes, Généralisées. Seules les trois derniers types sont dangereux pour l'aval du bassin. L'origine et l'importance des pluies et du ruissellement déterminent l'étendue des crues.

2 Exemples de crues affectant le Rhône méridional

(D'après Territoire Rhône, 2003)

2.1 Crue d'octobre 1993.

Les précipitations d'abord centrées sur la partie méridionale du bassin se sont ensuite étendues en amont de Lyon, touchant la Saône et le Jura. De ce fait la crue d'octobre 1993 constitue l'exemple type d'un événement méditerranéen extensif provoquant une crue généralisée sur le Rhône. La période de retour de la crue pratiquement décennale en amont de la confluence de l'Isère, est amplifiée très sensiblement en aval par les apports de crues moyennes des principaux affluents méditerranéens (Isère, Drôme, Roubion, Ouvèze, Eyrieux, Ardèche, Durance). Les débits de pointe de la crue sur le Rhône sont respectivement de 6700 m^3/s (période de retour 35 ans) à Valence, 7700 m^3/s à Vivier (période de retour de 80 ans) et 9800 m^3/s à Beaucaire (période de retour 25 ans).

2.2 Crue de Janvier 1994

La crue de janvier 1994 a succédé à des pluies tombant fin décembre début janvier, intéressant la partie amont du bassin versant, puis des pluies méditerranéennes (du 5 au 7 janvier) sur la partie aval. La crue du Rhône un peu supérieure à une crue biennale en aval de la confluence de la Saône, s'est amplifiée progressivement en aval de chaque affluent méditerranéen (Drôme, Durance mais aussi Ardèche et Eyrieux) pour se transformer en une crue redoutable à Beaucaire de période de retour supérieur à 70 ans (débit proche de 11 000 m^3/s).

2.3 Crue de Novembre 1996

L'épisode pluvieux du 10 au 13 novembre 1996 a été centré sur les rebords orientaux du massif central. Le cumul des précipitations tombées en 4 jours s'élève entre 300 et 400 mm en partie basse des reliefs et dépasse 600 mm sur les sommets.

Les pluies ont eu une extension vers le Nord (bassins de la Saône et de l'Ain), mais les débits de crue sur ces affluents n'ont pas été très importants. La crue a par contre été décennale voire légèrement supérieure sur l'Eyrieux et l'Ardèche.

Cette dernière fut en concomitance parfaite avec celle du Rhône, aggravant la crue en aval (6100 m^3/s à Pont Saint Esprit, période de retour estimée à 20 ans). La crue moyennement soutenue en aval par les apports de la Durance et du Gard, roulait à presque 9000 m^3/s à Beaucaire.

2.4 Crue de septembre 2002

Pour l'événement du 8 et 9 septembre 2002, les 4 bassins (Vidourle (hors Bassin Rhône), les Gardon d'Anduze, Gard, la Cèze) sont totalement touchés par les précipitations. 50 % de leur superficie est touchée par au moins 200 mm de pluie, quel que soit le bassin (Neppel et al., 2003). Sur 50% de la superficie du Gard à Sanilhac les précipitations ont dépassé 500 mm en moins de 24 h et sur environ 12% de sa surface on observe plus de 600 mm. Si l'on classe les bassins versants en fonction de la proportion de leur surface touchée par plus de 400 mm, le Gard tient la première place, suivi du Vidourle, de la Cèze, et enfin du Gardon d'Anduze (Neppel et al., 2003).

Le débit de pointe du Gard à Remoulins a été estimé à 6000 m^3/s, il est probable que celui de la Cèze ait été supérieur à 2500 m^3/s. Le débit de pointe du Rhône à Beaucaire dépasse 10000 m^3/s.

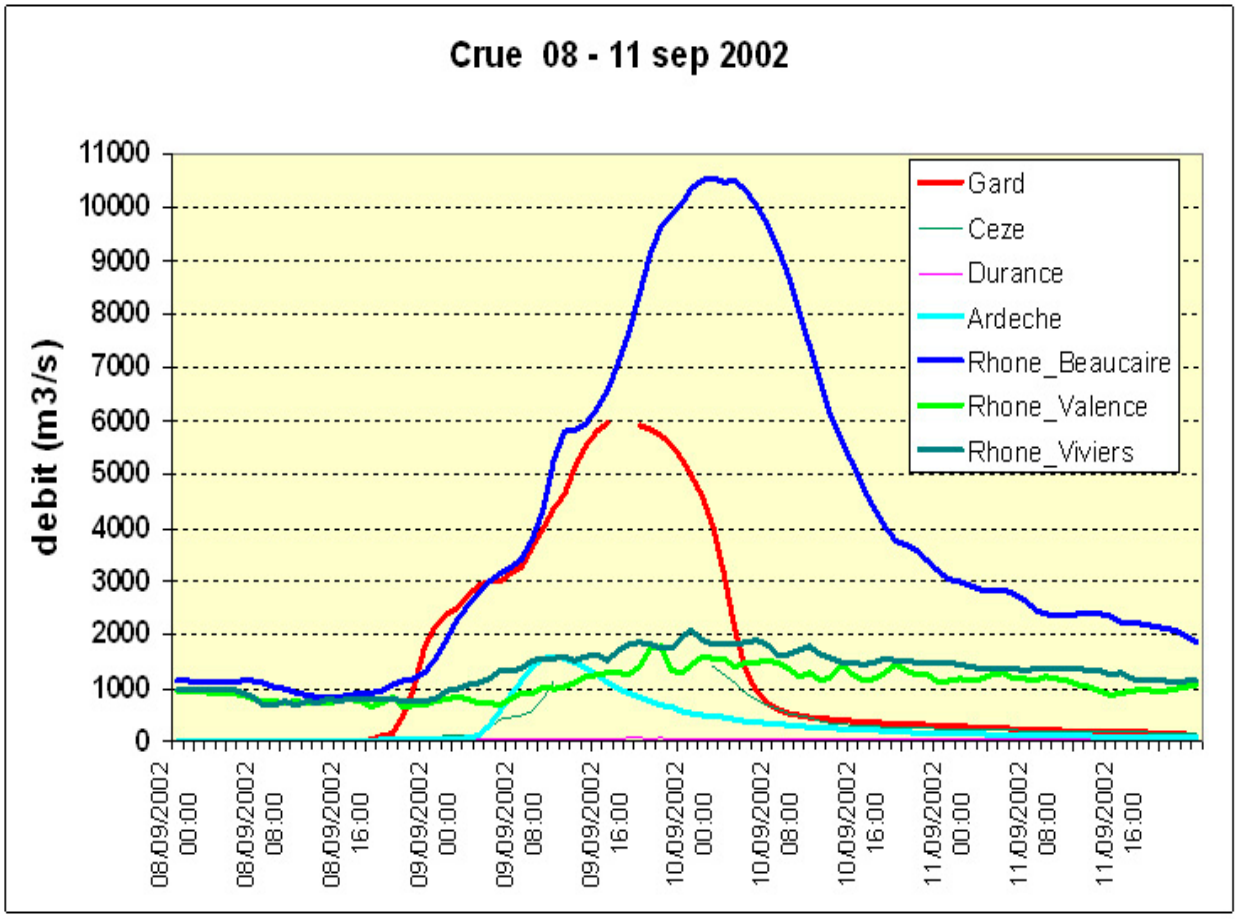


Figure 1 : Débits du Rhône et des principaux affluents méditerranéens lors de la crue de septembre 2002

(d'après les données mises en ligne par la CNR sur minitel 3617 Inforhone).

3 Le risque d'inondation

L'étude hydraulique et de risque d'inondation pour le delta a été conduite pour les débits correspondant à trois périodes de retour, en simulant des brèches (déjà observées, ou risquant de se produire au vu du diagnostic réalisé) (Territoire Rhône, 2003) :

- Période de retour 10 ans Débit 8400 m^3/s.
- Période de retour 100 ans Débit 11300 m^3/s.
- Période de retour 1000 ans Débit 14200 m^3/s.

Il y a une augmentation du risque de submersion à l'aval d'Arles, lorsque la crue est concomitante à un niveau marin élevé. Il faut noter que les plaines inondables en amont du delta, jouent un rôle primordial pour réduire l'effet des crues en aval. Elles réduisent le débit de pointe de la crue, ralentissent sa vitesse de propagation et peuvent diminuer le risque de concomitance de la crue du Rhône avec celle des affluents.

Compte tenu de la multiplicité des combinaisons météorologiques possibles et de la puissance de certains affluents A l'issue de l'étude, il est clair que des crues plues fortes que Mai-Juin 1856 (estimée à 12000 m^3/s, ou Janvier 1994 (10800 m^3/s) peuvent toujours se produire.

Début décembre 2003, débit de pointe à Beaucaire estimé à 12700 m^3/s (PDR=350 ans)

4 La crue de décembre 2003

Les débits atteints lors de la crue de décembre 2003

- Le 16^e à Valence (1855-2003) : 5600 m^3/s
- Le plus fort à Viviers (1910-2003) : 7950 m^3/s
- Le plus fort à Beaucaire (1856-2003) 12700 m^3/s

Le pic de la crue arrive au niveau du delta en conjonction avec des facteurs aggravants :

- Pluie dans le delta de 150 à 200 mm en 2 jours (les sols et tous les réseaux sont déjà saturés) ;
- Niveau marin élevé du à une tempête au moment du pic (1m NGF aux Saintes Maries de la Mer).

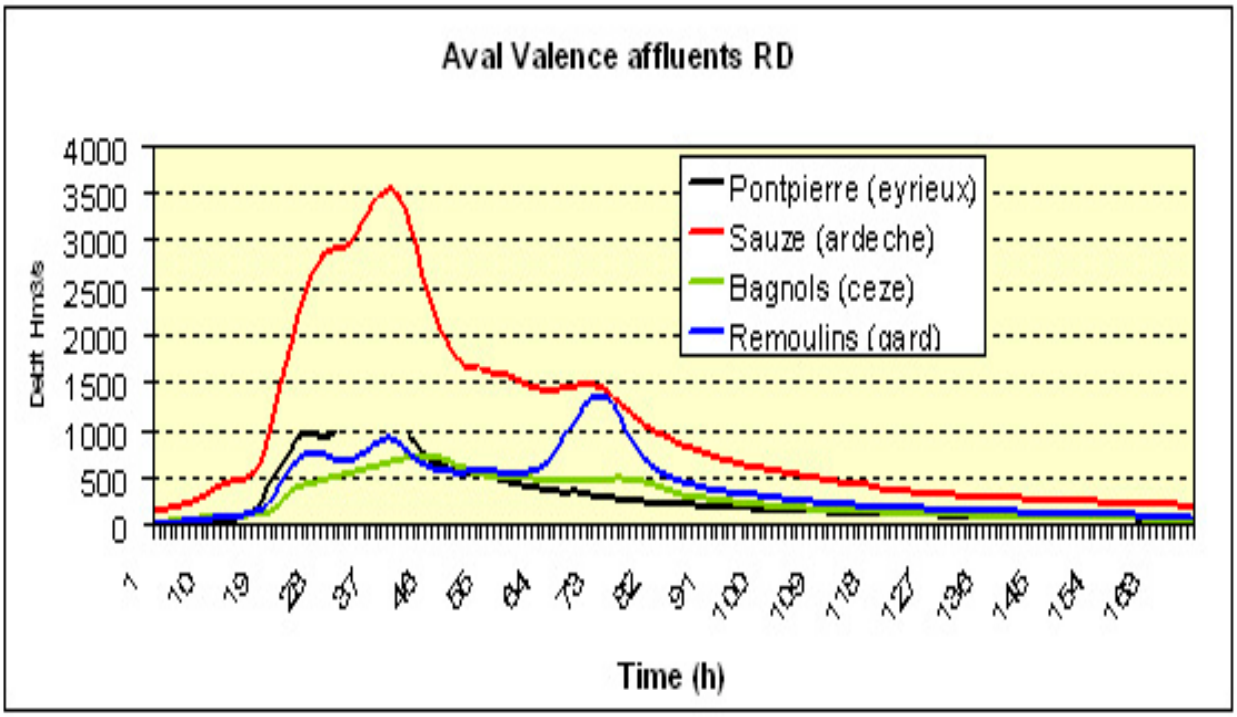


Figure 2 : Débits horaires des principaux affluents cévenols lors de la crue de décembre 2003

(d'après les données mises en ligne par la CNR sur minitel 3617 Inforhône).

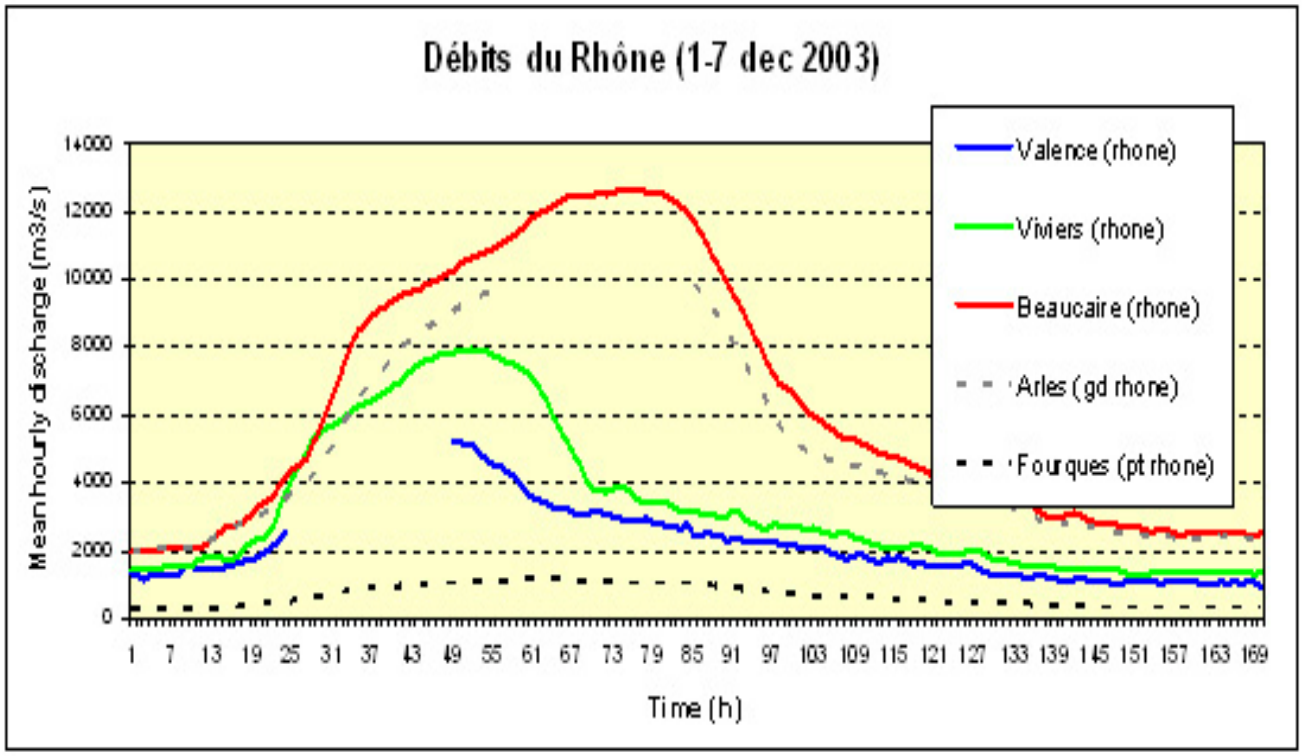


Figure 3 : Débits horaires du Rhône lors de la crue de décembre 2003

(d'après les données mises en ligne par la CNR sur minitel 3617 Inforhône).

Figure 4 : Niveau marin moyen horaire (m NGF) aux Saintes Maries de la Mer, chenal de la Fourcade

(données Station Biologique de la Tour du Valat).

5 Peut on parler de changement de régime hydro climatique ?

La complexité de fonctionnement du bassin du Rhône, la variabilité naturelle du climat, les possibles modifications des conditions de ruissellement et d'écoulement… Les interactions entre ces facteurs, ne permettent pas, vu le peu de recul dont on dispose, de démontrer actuellement un tel changement. Cependant on peut énoncer certains faits :

- à Beaucaire depuis 1856, le débit du Rhône a été 16 fois supérieur à 8500 m^3/s ;
- parmi ces évènements 8 se sont produits depuis 1993 ;
- seulement 2 des 6 crues avec un débit de pointe supérieur à 10000 m^3/s ont été observées en dehors de la dernière décennie (31 mai 1856, et 12 novembre 1886).

CONCLUSION

- La protection **totale** ne parait pas réaliste d'un point de vue technico-économique pour la totalité du grand delta, la priorité d'intervention doit concerner les zones urbanisées.
- Importance de la prévention dès la montée de crue et intervention rapide (détection des fuites et colmatage avant apparition de brèches dans les digues) en période de crise.
- On évoluera probablement vers une indemnisation des dégâts plutôt que vers des investissements en infrastructures coûteuses dans les zones rurales agricoles non peuplées.
- Gestion du risque
  - Maintenir les plaines d'inondation, en restaurer en amont du delta ;
  - Ecarter les digues du Petit Rhône afin de restaurer un lit majeur plus grand;
  - Recalibrer avec précautions le lit mineur du petit Rhône, en certains endroits ;
  - Augmenter la capacité de drainage des étangs vers la mer ;
  - Prévoir à terme la possibilité d'inondations contrôlées dans le delta, avec des endiguements locaux pour les zones urbanisées.
- Se préparer à un fonctionnement hydro climatique encore plus contrasté qu'il ne l'est aujourd'hui dans notre région méditerranéenne. Le "risque zéro" n'existe pas, une infrastructure dimensionnée pour un débit de référence donné sera un jour ou l'autre soumis à un débit supérieur et subira des défaillances.

Il s'agit d'entreprendre une éducation et une formation aux phénomènes naturels pour sensibiliser les habitants, qui ne sont pas nécessairement familiers avec les caractéristiques climatiques de la région. Il s'agit aussi d'entretenir la mémoire de ces événements par une hiérarchisation des événements que la couverture médiatique systématique a tendance à niveler. C'est une des conditions du développement d'une culture du risque ou plutôt d'une conscience du risque, que la société moderne occulte trop souvent (Neppel et al., 2003).

RÉFÉRENCES ET LIENS :

CEMAGREF, 2004. Le ralentissement dynamique pour la prévention des inondations. Guide des aménagements associant l'épandage des crues dans le lit majeur et leur écrêtement dans de petits ouvrages. 129p.

Compagnie Nationale du Rhône, 2003. Crue de décembre 2003, Synthèse météo-hydrologique. 4 pages.

Huet, P., Martin, X., Prime, J.L., Foin, P., Laurain, C., Cannard, P., 2004. Retour d'expérience des crues de septembre 2002 dans les départements du Gard, de l'Hérault, du Vaucluse, des Bouches du Rhône, de l'Ardèche et de la Drôme. Rapport consolidé après phase contradictoire. Inspection générale de l'Administration, Conseil Général des Ponts et Chaussées, Conseil Général du Génie Rural des Eaux et des Forêts, Inspection Générale de l'Environnement. 130 pages.

Neppel, L., Bouvier, C., Desbordes, M. & F. Vinet, 2003. Sur l'origine de l'augmentation apparente des inondations en région méditerranéenne. Rev. Sci. Eau / J. Water Sci. 16(4): 475-494

TERRITOIRE RHONE, 2003. Propositions préalables à la définition d'une stratégie globale de réduction des risques dus aux crues du Rhône. Etude globale pour une stratégie de réduction des risques dus aux crues du Rhône, Etude confiée par l'établissement public TERRITOIRE RHONE au cabinet HYDRATEC, 96 pages.

http://www.eptb-rhone.fr/

http://www.cnr.tm.fr/fr/index.htm

DÉBAT

Sylvaine LACAN *: "Je représente la Confédération des riverains du Rhône qui couvre cinq départements dans cette vallée et j'ai pris quelques notes au vue des exposés que nous venons d'avoir, donc je vous les livre tels que je les ai notés. Le premier exposé fait état d'un chiffre qui nous a fait un peu sursauter en parlant de la perturbation hydraulique des cours d'eau, de l'horloge hydraulique des cours d'eau perturbée par les extractions multiples.*
Vous avez dit qu'il y avait eu 900 000 m³ en 30 ans, je dirais que ce chiffre il faut peut être le mettre en comparaison avec ce que la SNCF a extrait pour faire son viaduc pour le TGV Méditerranée : elle a extrait exactement la même quantité, 900 000 m³ en 2 ans donc ça c'est peut être quelque chose qui mériterait un axe de recherche particulier.
Le deuxième exposé, c'est que nous avons bien compris que nous allions payer les héritages aujourd'hui au XXIe siècle du XIXe où on a rectifié et fixé le lit et du XXe où on a agi sur les flux et on a oublié d'entretenir le lit. A partir de là, vous avez, Madame Provansal, notamment noté que le transit sédimentaire s'était interrompu , je crois que les aménagements même si vous n'avez pas suffisamment peut être pour nous, insisté sur le fait que c'est l'un des premiers responsables de ces perturbations. Il y a quand même des ruptures de pente suffisamment importantes pour qu'aujourd'hui, même s'il y a moins de sédiments qu'avant, ça ne transite plus du tout. Vous n'avez pas évoqué le problème des retenues qui sont complètement saturées. Le rapport sur la Durance, le rapport Ballan, sur le Rhône fait le même constat, les missions d'expérience de retour des crues 2002 le notent également. Donc on arrive finalement à une constatation, c'est qu'aujourd'hui si cela ne fonctionne plus tout à fait normalement, et bien le transit sédimentaire et les retenues sont deux causes essentielles que nous, nous aimerions voir développées davantage.
En ce qui concerne les normes hydrauliques qu'a citées le 3e intervenant, la mission de retour d'expérience sur les crues fait état également de normes hydrauliques qui seraient peut être à revoir aussi, étant donné que les périodes de retour ne sont plus celles d'il y a 50 ans donc cela implique que les ouvrages ne sont pas suffisamment dimensionnés par rapport à ces crues de projet.
Une question aussi, vous n'avez pas évoqué ce qui se fait chez les voisins, c'est-à-dire sur le Rhin où globalement on sait qu'il y a des choses différentes dans la gestion qui sont faites. Vous pourriez nous parler de ce qu'on pourrait faire en termes de bassin de rétention. On a fait un polder de rétention sur le Rhin de 600 hectares qui retient à peu près 7, 8 millions de m3 pendant 20 jours ce qui suffit quand même à écrêter une crue et pour nous, ça nous paraît être une source d'inspiration peut être importante. Je dirai qu'au XIXe siècle Jaquet et Girardon étaient allés en Hongrie et en Autriche pour voir ce qu'il se faisait et se sont inspirés de cela sur leurs travaux. Peut être qu'au XXIe siècle, il faudrait voir ce que font les voisins et s'inspirer de leurs travaux également. En ce qui concerne l'étude globale, nous avons noté qu'elle était plutôt imprécise par exemple sur certains affluents comme la Drôme qui ne figurent pas dans l'étude comme affluent pouvant amener un surplus ou une aggravation à la crue puisque la Drôme si ma mémoire est bonne peut faire 850 m³ en période de crue, or dans les simulations de l'étude globale, elle n'est pas considérée, elle n'est pas modélisée et cette étude là est forcément très bien mais elle est imprécise. Voilà, merci."

Mireille PROVANSAL : "Vous avez attribué à mon prédécesseur le chiffre de 900 000 m³, ce n'est pas que j'y tienne moi personnellement, j'ai entendu avec beaucoup d'intérêt ce que vous disiez. Moi ce chiffre, je ne l'ai pas inventé, je l'ai pêché dans la même étude que celle que nous connaissons tous, celle de Territoire Rhône. Ils ont peut être intérêt à revoir leur chiffre mais de toute façon cela va bien dans le sens que je dis, à savoir que les prélèvements dans les lits des rivières pèsent effectivement très lourds sur le déficit sédimentaire.

Alors ensuite sur la question des barrages, ce n'est pas du tout que je veuille dédouaner les barrages. Je pense qu'ils jouent un rôle important dans la réduction du transit mais quand même, tous les travaux que nous avons effectués dans notre équipe montrent que la réduction des charges sédimentaires s'amorcent très en amont dans le temps par rapport à la construction des barrages et que le principal facteur qui fait le tournant dans la réduction des charges, c'est la transformation des paysages, c'est-à-dire : c'est l'abandon de l'agriculture de montagne et c'est le reboisement qui amorcent l'amaigrissement redoutable que subissent nos rivières aujourd'hui. Alors c'est vrai les barrages ensuite n'arrangent pas la situation, je suis complètement d'accord avec vous. Mais en fait c'est peut être un peu plus compliqué puisque les barrages apparemment et "les Rhônes court-circuités", les "vieux Rhônes" qui font le tour des barrages laissent encore pas mal passer la charge fine, c'est plutôt la charge grossière qui est retenue et c'est ça qui pose des problèmes à la fois à la côte et la transformation de la géométrie du chenal. Voilà, je pense que c'est une question plus compliquée que les simples barrages."

Question dans la salle : "J'habite à Trinquetaille sur les digues depuis l'âge de 10 ans. J'en ai 75 et je ne veux pas dire les bêtises qu'on a faites sur le petit Rhône mais on en a fait par paquet de dix... On a commencé quand on a fermé l'écluse de Beaucaire, on a fait l'écluse de Saint Gilles. On a dragué le Rhône et tout ce qu'on a sorti de sédiments, on l'a mis dans le ségonnal. On a diminué le débit du Petit Rhône. En plus on a fait une autoroute : une digue au lieu de faire des passages pour l'eau, on a barré le ségonnal de 260 m au lieu de faire arriver un pont d'une digue à l'autre, on l'a barré. La 1e fois en 1993, je passais la nuit sur les digues et ça a cassé juste à cet étranglement qu'il y a. on a renfoncé cet étranglement et ça a cédé du côté de Fourques justement parce que l'eau ne pouvait pas passer, il fallait bien qu'elle passe quelque part et elle est passée de l'autre côté. La CNR ou VNF ont planté des pieux dans le Rhône et ils ont glissé dedans des palplanches préfabriquées ce qui fait que tout le courant qui arrive est repoussé sur les bords ; de là en plus que cela provoque des barrages, cela a fait des îles. Si vous allez à La Trésorière il y a une île qui fait plus de 150 m de long et la même hauteur que la digue : c'est phénoménal...et moi j'ai des photos que je peux montrer. Je ne comprends pas qu'on dise qu'on ne drague pas le Rhône alors qu'avant il y avait 4 personnes qui draguaient le Rhône tous les jours et avec ça on faisait le sable, le gravier, c'était trié, on s'en servait pour faire les maisons. Dernièrement on m'a dit qu'on ne draguait plus le Rhône J'ai vu du côté de Fourques une suceuse. J'ai suivi la suceuse et je me suis retrouvé du côté de Trinquetaille. J'ai demandé aux ouvriers ce qu'ils faisaient là. Ils m'ont répondu qu'ils curaient le Rhône à 2 m 50 parce que les bateaux de Pechiney ne pouvaient pas passer. Quand on le cure à 2 m 50 parce qu'ils n'ont pas le droit de le faire plus profond. On diminue la largeur et en plus la hauteur alors le jour où on draguera le Rhône jusqu'aux Saintes Maries de la Mer, peut être ça dégagera ! Quand on regarde la hauteur du côté du ségonnal et la hauteur du côté des terres, on s'aperçoit qu'il y a 4 m de différence."
Sylvie ARIÈS (La Provence) : "Merci monsieur. Le Préfet Lacroix a parlé de dragage. Monsieur Esposito, peut être une petite réponse ?"

Christophe. ESPOSITO : "C'est dur de réagir sur des propos parce que c'est vrai vous les avez vus, vous les avez vécus, ils sont vrais un point c'est tout mais concernant les extractions qui ont été faites dans le lit mineur du cours d'eau pour augmenter sa profondeur elles sont aujourd'hui interdites. C'est le seul élément que je peux vous apporter parce qu'après... (brouhaha...)"

Roland Roux (président de l'AEEC) répète "la question est : pourquoi c'est interdit ?"

Christophe. ESPOSITO : "Parce que c'est comme ça, ce sont les textes qui interdisent les extractions dans le lit mineur aujourd'hui. (brouhaha...)"

Sylvaine LACAN : “La nomenclature de l’eau est toujours inscrite dans le Code de l’environnement ; elle prévoit de quelle façon on peut draguer les cours d’eau selon quelle procédure en fonction du tonnage. Je ne vois pas pourquoi vous dites que c’est interdit. Je dirai que les procédures sont trop lourdes peut être et qu’il y a 3 Polices qui se contredisent, la superposition des compétences entre la Police de l’eau, la Police de la pêche et celle de l’hydroélectricité : cela fait à mon avis beaucoup trop de compétences pour des responsabilités trop diluées.”

Christophe. ESPOSITO : “C’est exact ce que vous êtes en train de dire, la seule chose que moi, je voulais signaler c’est que ces extractions sont interdites mais il y a des procédures que vous venez de nous donner : au départ n’importe qui ne peut aller extraire dans le lit mineur…”(brouhaha)

Bernard PICON : “Je pense que sur ces questions polémiques, vous allez pouvoir en discuter lors de la pause. Il y a des questions qui sont des demandes d’information. Ce n’est pas le lieu pour entrer dans des engueulades qui ne mènent à rien.”

Sylvie ARIÈS : “je rappelle que les personnes intervenant ici sont des chercheurs qui ne sont pas responsables ni des législations ni des agissements sur le fleuve.”

Question dans la salle : “Le rôle du barrage de Vallabrègues ?”

Philippe CHAUVELON : “Si la question c’est : le barrage de Vallabrègues a-t-il un impact suffisant pour retenir les crues ? La réponse est non. Le volume d’une crue centennale, c’est plus de 10 fois la capacité de la retenue et en cas de crue, l’ouvrage de Vallabrègues devient transparent. Enfin Il est réglé de telle façon qu’il minimise l’augmentation de la ligne d’eau en amont et permette de transiter le maximum de débit. Il a une capacité maximale et lorsque la crue arrive sur le Rhône, une grosse partie de l’écoulement se reproduit par le lit naturel sans passer par l’ouvrage.”

Mireille PROVANSAL : “Je peux rajouter sur le barrage de Vallabrègues que nous avons étudié l’impact qu’il a eu sur le chenal entre Vallabrègues et Arles. Effectivement, il a privé le chenal de sédiments et le chenal s’est assez profondément enfoncé en aval de Vallabrègues mais c’est compliqué parce qu’en s’enfonçant, le chenal creuse donc recrée du sédiment et en fait, l’effet c’est que lorsqu’on arrive sur le pallier d’Arles, et bien il y a beaucoup de sédiments qui sont le fruit de ce creusement induit par l’ouvrage de Vallabrègues. Les choses se font en chaîne. Sur un fleuve il ne faut pas avoir un point de vue brutal. Juste un chiffre sur les barrages : on estime qu’il y a 100 ans, le Rhône apportait environ 20 millions de tonnes de sédiments à la mer. Aujourd’hui on sait qu’il en apporte entre 8 et 9 millions…C’est-à-dire que c’est divisé par 2, mais ce n’est pas réduit à néant.”

Question dans la salle : “le débit exact du Gardon en septembre 2002 ?”

Christophe. ESPOSITO : “Le débit exact du Gardon, je ne vous le donnerai pas car je ne le connais pas et personne ne le connaît. En fait on a une estimation du débit parce qu’on ne peut pas mesurer le débit dans le cours d’eau quand il y a une crue comme cela. L’estimation est de l’ordre de 6 000 $m^{3/s}$.”

Question dans la salle : “Compte tenu de l’étranglement du Rhône à la traversée d’Arles, les piles des deux ponts ne sont-elles pas un obstacle conséquent à l’écoulement de l’eau vers la mer ?”

Mireille PROVANSAL : “Peut être, c’est vraisemblable, mais cela nécessite une vraie étude et à ma connaissance elle n’existe pas…”

Philippe CHAUVELON : "je dirai que cela peut avoir un effet sur un rehaussement éventuel de la ligne d'eau du Rhône en amont de ce pont mais en aucun cas cela ne change les capacités d'écoulement vers la mer. Cela peut modifier de quelques centimètres voire des dizaines de centimètres pour de très fortes crues, le niveau d'eau à la traversée d'Arles en amont mais en aval ça n'a pas d'effet."

Question dans la salle : "Lors de la 3e intervention, vous semblez regretter que l'île de la Camargue soit inondée. Ne vaut-il pas mieux inonder cette zone très peu habitée plutôt que les zones comme les nôtres ? Ce sont des gens de Boulbon, Mézoargues et Tarascon."

Philippe CHAUVELON : "Non, Je ne regrette pas que l'île de Camargue soit inondée. C'est une rumeur qui a beaucoup circulé à l'occasion des crues, disant que si on avait fait péter un peu les digues en Camargue on aurait pu soulager la Ville d'Arles. Non malheureusement j'ai le regret de vous dire qu'hydrauliquement c'est faux puisqu'on pourrait même creuser, je sais pas…, avoir une énorme vidange, on creuserait le Vaccarès et puis on ferait partir toute l'eau du Rhône dedans, l'influence ne remonterait pas jusqu'à la Ville d'Arles et encore moins à Boulbon, c'est clair…"

Précision dans la salle : "Je voudrais parler des piliers de pont qui sont dans le Rhône. En mécanique des fluides, quand un fluide s'écoule dans une canalisation, la vitesse est nulle sur les parois elle est maximale au milieu, on appelle ça un gradian de vitesse. Le coefficient pour les canalisations d'air est de 0,65. Pour l'eau il en existe également un. Lorsqu'un fleuve s'écoule, la vitesse est nulle contre les parois, elle est maximale au milieu et en surface. Or les piliers de pont font un barrage au milieu du lit du fleuve, c'est-à-dire là où la vitesse est maximale. Et la perte de charge qui en résulte et qui fait monter le niveau de l'eau est proportionnelle au carré de cette vitesse. Les piliers de pont ont une grande influence sur le niveau de l'eau et les inondations. Une précision que je voulais donner."

Question dans la salle : "les grands fleuves que nous connaissons ici comme le Pô, le Nil, le Rhône, avaient tous un delta formé de plusieurs bras. Le Pô les a conservés, le Nil les a conservés. Les écoulements s'y font sans trop de dégâts d'après ce qu'on connaît. Ceux du Rhône ont été supprimés pour des raisons autres, puisque la plupart des bras du Rhône on les retrouve dans des canaux d'arrosage comme la Triquette, (...) le canal du Japon qui étaient des bras du Rhône et qui sont devenus des roubines d'arrosage. Là déjà il y a un problème qu'on pourrait rétablir parce que les possibilités avec les marais qui ont été cultivés et qui sont maintenant à des côtes très basses, on pourrait rétablir un ou deux bras du Rhône.

Une autre question qui court aussi et on n'en parle jamais : on dit qu'on ne peut pas draguer le Rhône parce que le colloïdum est radioactif et qu'on risquerait de faire des dégâts alors ça on n'en parle pas trop mais ça se dit dans certains endroits bien placés..."

Sylvie ARIÈS : "Les résultats d'une enquête qui ont été publiée par l'IRSN et qu'on a reçue cette semaine (La Provence) affirme que le taux de radioactivité dans les sables donc à l'embouchure du Rhône n'a absolument pas été modifié par les dernières inondations.

Je vous rappelai aussi que les inondations du Pô sont assez catastrophiques et tragiques mais c'était juste un aparté..."

Bernard PICON : "sur cette référence au delta du Nil, je vous signale que le Nil est le second fleuve du monde après l'Amazone et que le débit du Nil à la Mer est la moitié de celui de l'Hérault actuellement...Lui non plus n'a plus de bras..."

Question dans la salle : "Une dame à côté de moi s'étonnait qu'on interdise le dragage dans les fleuves N'est-ce pas le fait de politiques qu'on a vues par ailleurs sur la Loire ou sur d'autres grands fleuves qui fait que quand on enlève des sédiments en draguant un fleuve on redynamise l'érosion, on refavorise le creusement comme vous l'avez dit et que du coup que se passerait-il dans les bras du Rhône si on les recreusait profondément. N'y a t il pas des risques d'érosion régressive qui pourrait menacer des ouvrages comme les ponts d'Arles ? C'est ce qui s'est passé sur les ouvrages le long de la Loire, on a beaucoup extrait de graviers et de sables dans le lit de la Loire et les ponts de Saumur ou de Tours sont tombés pour ces raisons là."

Mireille PROVANSAL : "On parle de deux choses différentes : il y a les bras du Rhône dans le Delta qui sont des bras abandonnés depuis très longtemps et qui se sont abandonnés tous seuls après on a continué à les utiliser sous forme de roubines ..."

Précision dans la salle : "Il s'agissait uniquement du Petit Rhône et du Grand Rhône puisqu'il s'agissait de favoriser les écoulements...Si on creuse les bras du Rhône, on favorise la reprise de l'érosion donc le rétablissement du profil d'équilibre qui peuvent remonter jusqu'aux piles d'Arles. Est-ce qu'il y a une menace sur les ouvrages ou pas ?"

Mireille PROVANSAL : "Oui bien sûr mais ce phénomène à ma connaissance n'a pas été étudié sur le Rhône. C'est vrai qu'on ne drague pas le Rhône, on le drague un peu mais pas énormément. En Durance par exemple ou dans la Drôme où les dragages ont été beaucoup plus importants, cela a profondément déstabilisé les ouvrages d'art comme les voies SNCF qui ont dû être consolidées, à cause principalement des extractions dans le lit."

Suite de la question : "On constate que sur le Petit Rhône il y a des problèmes. Les ruptures de digues sont les plus fréquentes. Est-ce que sur le Petit Rhône, on n'hérite pas d'une situation qui n'est pas lointaine ... qu'il y a deux portions du Petit Rhône qui sont contraintes depuis plusieurs siècles, notamment la portion entre Saint Gilles et le Pont de Sylvéréal qui est complètement artificielle depuis le IXe plus tout le Canal des Launes qui est la portion du Rhône qui va vers les Saintes qui sont en fait des parcours complètement artificiels. Dans quelle mesure, le fait que ces itinéraires-là aient été imposés au cours du Petit Rhône ne créent pas en permanence une situation de lutte contre une dynamique qui n'est pas la dynamique du Petit Rhône ?"

Mireille PROVANSAL : "Vous tombez pile dans la question qui m'intéresse le plus en ce moment...Il y a dans la salle quelques jeunes chercheurs qui m'ont accompagnée et qui ont passé une partie de la journée à travailler sur cette question.

Effectivement je pense que les blocages qu'on note dans la partie amont du Petit Rhône sont liés à des raisons de ralentissement en partie liées à l'artificialisation du lit dans la partie aval du Petit Rhône. Des ralentissements importants, des blocages en terme hydraulique qui font que cela saute, si vous me passez l'expression, plus facilement en amont. C'est le sujet de recherche que j'ai entamé en ce moment, je n'ai pas encore de réponse pour le moment mais ce serait intéressant à creuser..."

Sylvaine LACAN : "Pour revenir au dragage du Petit Rhône, justement l'étude globale a estimé à 5,8 millions, les volumes qui seraient à extraire dans le Petit Rhône mais elle dit en substance qu'on ne le fera pas parce que cela coûterait trop cher, ça prendrait 10 ans à traiter les sédiments parce qu'ils sont pollués. La solution existe mais on ne la prendra pas parce qu'elle coûte trop cher."

Question dans la salle : "Quand le Gd Rhône est à 13 000 $m^{3/s}$ à combien est le petit Rhône ?"

Mireille PROVANSAL : "Ces 13 000 m^3 sont à Beaucaire et là environ 85 % passent dans le grand Rhône et 15 % dans le petit Rhône."

Question : "Peut-on envisager de créer une vidange supplémentaire depuis Avignon jusqu'à la mer ? Une vidange voudrait dire un bassin d'expansion…."

Mireille PROVANSAL : "On a pensé au Marais des Baux et en ce moment on discute du Marais des Baux..."

Question dans la salle : "Une autre question concernant les champs d'expansion à Barbentane"

Philippe CHAUVELON : "Je faisais référence à l'un des chapitres de l'étude globale sur le Rhône qui a étudié l'impact que pourrait avoir la remise en connexion avec le fleuve dans certaines conditions de débit, des plaines ou champs d'expansion actuellement isolés par des endiguements mais je ne me souviens pas de ces impacts. Il est probable que cela aurait peu d'impact puisqu'elle est relativement petite celle de Barbentane, sur l'écrêtement de la crue du Rhône en tout cas."

Sylvie ARIÈS : "Une question sur l'impact de la liaison Est/ Ouest qui se construit actuellement sur la Durance à hauteur de Rognonas ? Peut être pas la LEO en elle-même, mais ce type d'ouvrage peut-il être appelé à modifier le lit mineur ou le lit majeur ?"

Mireille PROVANSAL : "Je ne connais pas suffisamment la question pour pouvoir vous répondre…."

Réponse dans la salle : "Ce pont respecte l'espace de liberté des cours d'eau qui a été défini (par) dans les SDAGE et qui ne contraint pas le lit. Il n'y a pas de pont contraignant dans le lit et c'est un enjambement cohérent avec la loi sur l'eau."

Question dans la salle : "C'est plutôt une remarque qu'une question. Je viens des Saintes Maries de la Mer et je suis ravi madame que vous vous penchiez sur le Petit Rhône en ce moment mais je dirai à certains intervenants que nous avons assez d'eau qui nous arrive par la mer et ça ne serait pas utile de remplir le Vaccarès et je voudrai avoir la certitude aussi qu'on me dise si en creusant le Petit Rhône on ne ferait pas tomber les berges et on augmenterait encore l'eau en Camargue... Remplir le Vaccarès pour débarrasser Arles, ça ferait un peu beaucoup pour les Saintes Maries de La Mer et tous les habitants d'à côté..."

Mireille PROVANSAL : "Je connais un peu la question des Saintes Maries de la Mer. Je suis de tout cœur avec vous. Mon équipe travaille depuis très longtemps sur les risques de submersion de votre commune en accord avec votre municipalité et effectivement vous êtes vraiment sous la double menace de la mer et du fleuve. Il ne s'agit pas de vous expédiez de l'eau d'à côté pour vous noyer de l'autre, c'est clair."

Fin de la première partie

GEORGES OLIVARI

Hydrobiologiste

Directeur de la Maison Régionale de l'Eau de Barjols

LE RÔLE DES CRUES DANS LE FONCTIONNEMENT DES ÉCOSYSTÈMES AQUATIQUES

Les crues sont des facteurs naturels du fonctionnement des écosystèmes. Les effets dévastateurs des crues exceptionnelles se traduisent par un retour plus ou moins rapide à l'état naturel. Les aménagements de lutte contre les inondations perturbent cette reconstruction de l'édifice biologique et ont de graves conséquences sur la qualité de l'eau.

INTRODUCTION

Je vais traiter dans un premier temps des conséquences des crues sur les écosystèmes aquatiques, et dans un deuxième temps, des effets des aménagements de lutte contre les crues sur les biocénoses et sur la qualité de l'eau. Sans faire un cours magistral d'écologie, il est nécessaire, pour comprendre mon propos, d'énumérer quelques notions.

Tout écosystème est composé d'un milieu et de peuplement que l'on appelle les biocénoses.

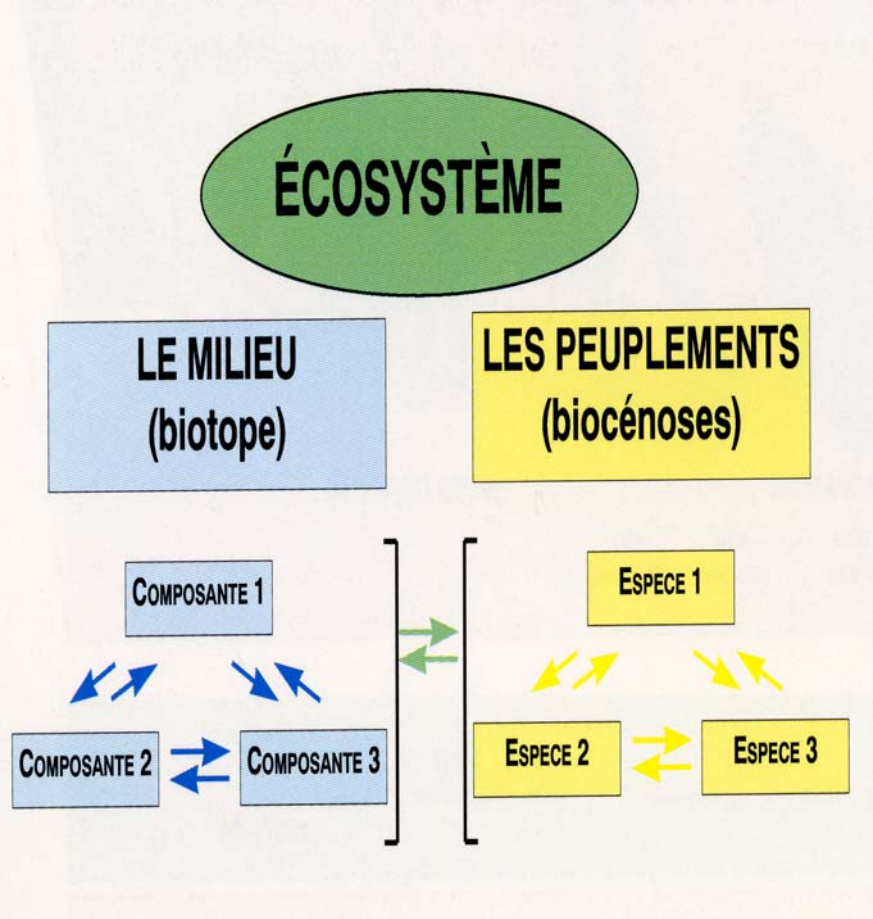


Figure 1 : Les Biocénoses

Sur le schéma, une flèche va du milieu vers les biocénoses, montrant que l'évolution du milieu va se traduire par des réajustements biologiques. Une autre flèche va des biocénoses vers le milieu, exprimant l'action des peuplements sur ce milieu. Entre autres, la flore et de la faune participent à un processus complexe que l'on appelle l'auto épuration et qui permet un régénérescence du milieu après une dégradation par une pollution biodégradable bien évidemment. La biodiversité et donc un élément clef du maintien de la bonne qualité de l'eau.

La particularité des milieux aquatiques est d'intégrer à la fois un domaine terrestre, le bassin versant, et un ensemble hydrographique, là où la molécule d'eau est présente. Wasson a représenté par ce schéma le modèle conceptuel de l'écosystème d'eau courante.

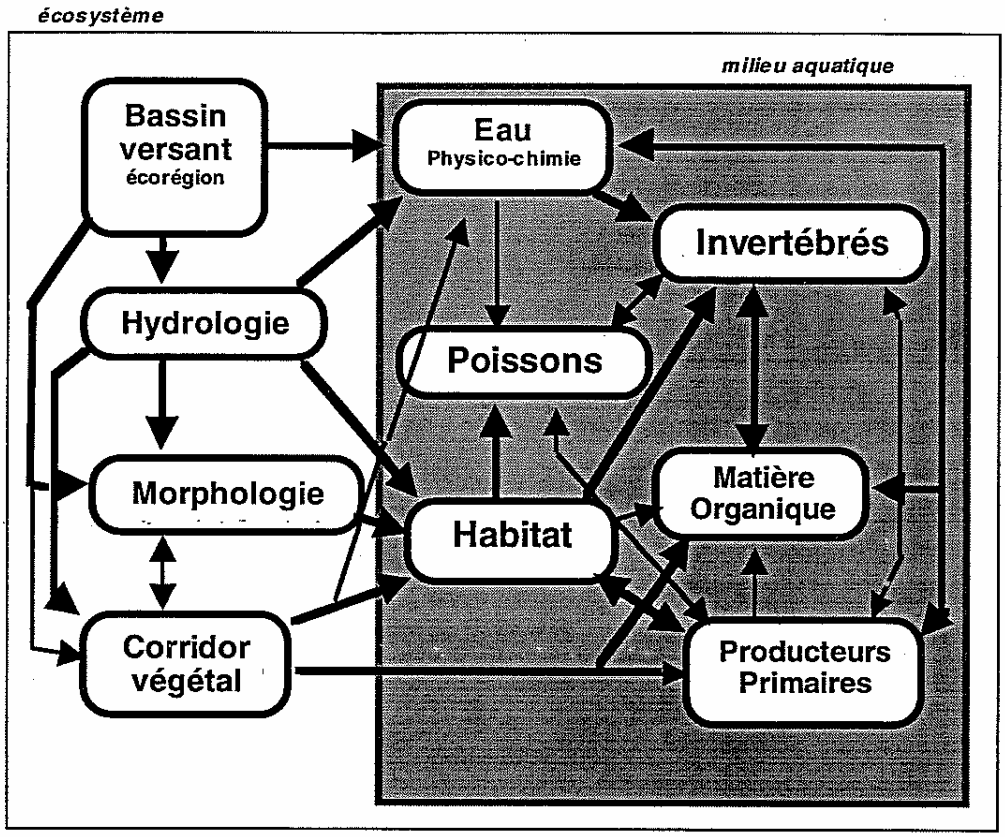


Figure 3 : Les milieux aquatiques

Il décrit l'habitat, compartiment central, comme le résultat des interactions complexes entre des facteurs de contrôle primaire, comme la nature géologique, la forme des reliefs, le climat, définissant des écorégions et des facteurs de réponse comme, l'hydrologie, la morphodynamique, le corridor végétal, la qualité de l'eau, etc. …

Ce qu'il est important de comprendre, c'est l'interdépendance de ces facteurs, si l'un vient à être modifié, c'est l'ensemble du système qui va réagir. Ces réajustements pourront être de faibles amplitudes ou beaucoup plus violents, l'hydrologie apparaissant comme le facteur essentiel.

L'habitat sera d'autant plus accueillant qu'il présente une forte hétérogénéité dans l'espace et une grande variabilité dans le temps. Hétérogénéité, variabilité plus connectivité sont les trois piliers de la biodiversité. Je rappellerai que plus la biodiversité est grande, plus le pouvoir auto épurateur du cours d'eau est fort, gage entre autres d'une eau de bonne qualité.

Les biocénoses sont soumises à de multiples fluctuations naturelles et malheureusement de plus en plus anthropiques. Des réajustements permanents se réalisent, assurant ainsi un équilibre dynamique du système. La plupart du temps, les changements se reproduisent pratiquement à l'identique d'un cycle hydrologique à l'autre. Les réajustements sont rapides et de faibles amplitudes. Lorsqu'un évènement provoque un déséquilibre de grande amplitude, on parle de perturbation. J. Giudicelli, dans son rapport sur les crues de l'Ouvèze de 1992, rappelle les théories écologiques définissant la réponse d'un système face à une perturbation. Lorsque le phénomène se déroule, le système tend à donner une réponse minimale, c'est la résistance qui exprime l'inertie du système. Pour une crue, cela se traduit par le maintien d'un peuplement résiduel. Dans un second temps, l'édifice biologique va se reconstituer, c'est la résilience.

Si bien évidement l'intensité et/ou la répétition de la perturbation sont des facteurs déterminants de la résilience, c'est l'intégrité fonctionnelle du système qui est le moteur de cette restauration. Plus la gestion des rivières respecte l'hétérogénéité, la connectivité, les réservoirs biologiques, plus le retour à l'état initial, après une crue, sera rapide.

Je voudrais insister un peu sur les deux types de vallée. Dans les secteurs de gorge, le passage du débit de crues se fait par une montée du niveau de l'eau et une accélération des vitesses. Au débouché de ces tronçons, l'énergie de la masse d'eau est importante. Dans la plaine alluviale, la montée des eaux va se faire par débordement dans le lit majeur, lorsque la capacité du lit mineur est dépassée. Tant que la rivière reste dans son lit mineur, toute l'énergie est concentrée sur les berges et sur le fond. Dès que la rivière déborde et qu'elle passe dans le lit majeur, elle va trouver des obstacles, principalement le corridor végétal, malheureusement quelquefois des habitations et des infrastructures, et va y perdre de l'énergie. Ce système de lit est un système extrêmement important de déperdition des énergies, mais aussi de stockage d'une part importante du débit des crues. Diminuer la hauteur d'eau et la vitesse d'écoulement diminue l'effet dévastateur des crues sur les biocénoses. La crue, c'est un stress pour le milieu aquatique où l'accélération et le remaniement de l'habitat physique vont provoquer une dérive catastrophique, entraînant vers l'aval une grande partie des peuplements.

1 Les réponses des biocénoses aux crues

Premier exemple, l'étude d'Arlette Cazaubon, qui a analysé la reconstruction du peuplement algal sur une rivière au Maroc, après une violente crue. Il s'agit de la reconstruction du premier niveau trophique, commandant en grande partie la mise en place du réseau trophique. La plupart du temps, les algues ont un temps de réponse court. A la suite de la crue, très rapidement on assiste à la prolifération de quelques espèces pionnières issues du peuplement résiduel. Le recouvrement des substrats se poursuit avec l'apport de nouvelles espèces par la dérive normale. Qu'est ce qui ressort principalement de cette étude ? Le rôle très important des diatomées, mais surtout que la reconstitution du peuplement algal est d'autant plus rapide que le milieu montre une grande hétérogénéité d'habitat (permanent ou temporaire).

Deuxième exemple, l'étude de Badri et Giudicelli sur les peuplements d'invertébrés d'une rivière de piémont au Maroc.

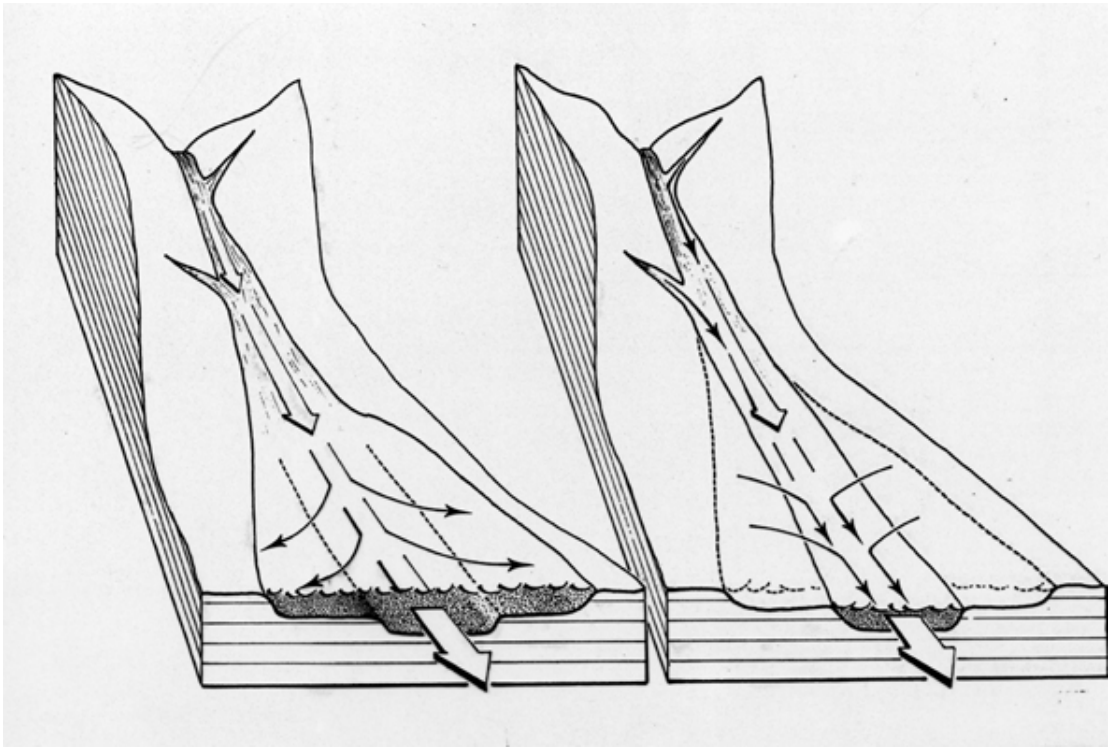


Figure 3 : Rivière de piémont au Maroc.

La figure ci-dessus illustre :

- Les pertes vers l'aval d'une partie très important des peuplements d'invertébrés aquatiques (on parle de dérive catastrophique).
- Une partie des populations se réfugie dans le lit majeur. Dans sa thèse Badri, a montré que la population du lit majeur vient en très grande partie de la population initiale du lit mineur auquel s'ajoute quelques espèces amenées par la dérive des zones amont
- La décrue ramène dans le lit majeur une grande part des individus réfugiés dans le lit majeur, assurant un bien meilleur peuplement résiduel, assurant avec les apports de l'amont et/ou des affluents, une reconstruction rapide des biocénoses.

Dans les secteurs, les gros blocs, les vasques, offrent des zones refuges qui permettent le maintien d'une partie des peuplements. Après la crue, la dérive ordinaire, venant des affluents, favorise le retour de la faune initiale.

La bonne qualité fonctionnelle de ces affluents, le respect des connectivités (amont - aval, latérales : lit mineur / lit majeur, axe principal - affluents.), l'hétérogénéité du milieu, sont les facteurs qui favorisent une rapide reconstitution des peuplements d'invertébrés aquatiques.

Troisième exemples, le travail de R. et G. Prévost sur la Durance.

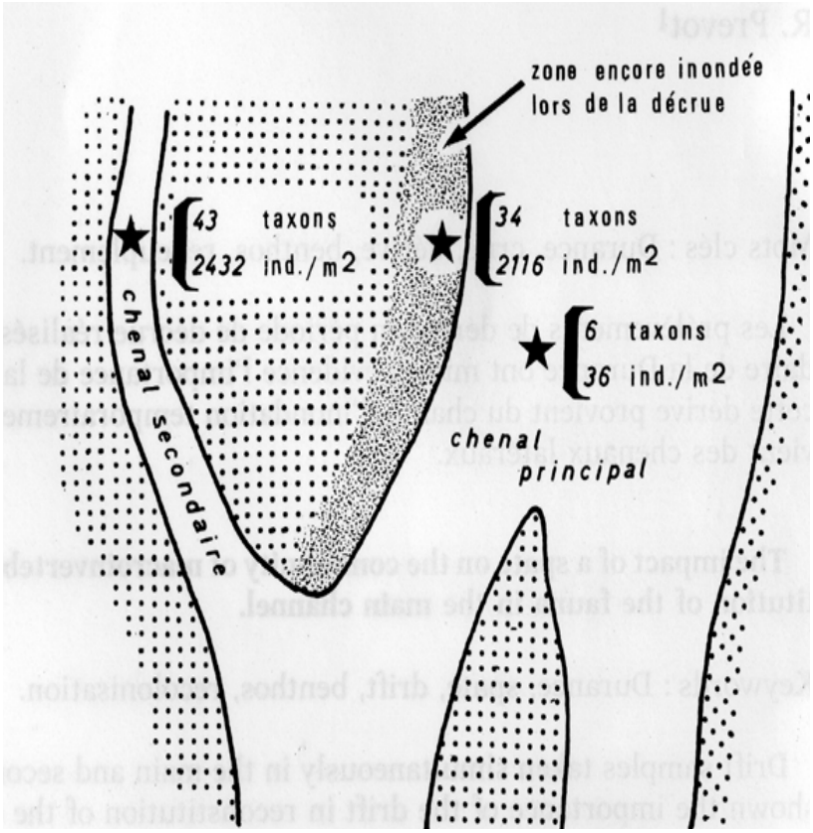


Figure 4 : Richesse et densité des peuplements d'invertébrés aquatiques sur l'axe principal et sur un bras secondaire dans la Durance en crues.

C'est dans le chenal secondaire que l'on trouve le maximum de taxons tant en effectif qu'en diversité. C'est aussi dans les zones latérales de débord que la faune trouve un refuge à ce phénomène d'entraînement vers l'aval, et par la suite va pouvoir recoloniser le chenal central, lui-même fortement impacté par la crue.

Ce travail confirme que la richesse des rivières dans la plaine alluviale, réside dans l'hétérogénéité des écoulements et sa capacité à étaler la lame d'eau.

Pour finir, l'étude déjà évoqué de J. Giudicelli sur les conséquences de la crue de l'Ouvèze, en 1992, sur les invertébrés. De cette étude nous extrairons les modalités de recolonisation après les crues.

- Les zones refuges, en particulier les rives aquatiques, les substrats stables dans le lit mineur, hébergent l'essentiel de la faune résiduelle. Les invertébrés de petite taille enfouis dans le sous écoulement, peu exposés au courant, constituent un véritable réservoir de faune pouvant en permanence réensemencer le benthos.
- Le rôle essentiel de la dérive ordinaire, qui assure la plus grande part dans la reconstitution des peuplements. C'est l'élément dynamique de la résilience.
- La ponte des insectes aquatiques apporte après la crue de nouvelles générations de larves aquatiques. Les espèces présentant plusieurs sous populations à différents stades à la même époque (espèces asynchrones), et/ou à cycle biologiques très courts (polyvoltins) permettent de recoloniser rapidement le milieu.

Enfin dans cette étude, une station de l'Ouvèze a subi une pollution d'origine organique. Les conséquences ont été immédiates avec une baisse de la richesse spécifique. Le temps de résilience a été considérablement rallongé.

Pour conclure ce chapitre, j'évoquerai les rôles favorables des crues sur les milieux aquatiques. L'effet de chasse en périodes de crues transporte les matières accumulées dans le milieu, comme la matière organique stockée dans les zones lentes. En cela, elle réduit les possibilités d'évolution négative de ces zones essentielles pour la faune. Malheureusement, quelquefois, si les éléments accumulés sont trop importants et/ou si leur dégradation ne s'est pas faite dans de bonnes conditions de teneur en oxygènes, s'ils contiennent des produits toxiques, leur remise en suspension peut amener à des mortalités dans les peuplements aquatiques.

Autre effet bénéfique, les crues sont un grand moment de brassage génétique. Les très violentes crues qui ont affecté le Rizzanèse illustre bien ce phénomène. La population de truites corses de l'axe principal a été totalement détruite sur une grande partie du cours d'eau. Cinq ans après, les études du C.S.P. ont montré un retour à une situation quasi identique au peuplement initial. C'est la dérive depuis les affluents, moins impactés, qui est à l'origine de l'inoculum du peuplement. Les truites y ont trouvé un milieu présentant de très belles zones de reproduction. Les alevins issus des pontes se sont trouvés avec un milieu où la compétition été très faible, vu la densité du peuplement. Alors que, dans les situations habituelles, cette compétition est très forte et réduit l'expression de la diversité génétique, le relâchement des contraintes favorise l'explosion de cette diversité. L'intégrité fonctionnelle du milieu a été le facteur déterminant de cette reconstruction.

2 Le traitements des conséquences : les effets des aménagements de lutte contre les crues sur les biocénoses et la qualité de l'eau.

Les endiguements augmentent la capacité d'évacuation du nouveau lit mineur. Cela se traduit par la suppression des relations lit mineur - lit majeur, la destruction de l'hétérogénéité du milieu, la dégradation des rôles de la ripisylve, la simplification de la diversité des écoulements, l'accentuation des effets de chasse et de la fréquence des crues restant dans le lit mineur, mais aussi par l'accentuations des effets des étiages. Les relations avec les affluents sont aussi souvent dégradées. Si on ajoute la dégradation, voir la suppression du sous écoulement, la réduction des possibilités de migration amont aval, les conséquences sur la biodiversité sont catastrophiques. La capacité d'auto - épuration s'en trouve très affaiblie, avec les effets sur la qualité de l'eau que l'on connaît.

L'augmentation d'évacuation du lit mineur accroît les volumes d'eau évacués vers la mer, limitant par delà, la possibilité d'utilisation de l'eau. Cela est d'autant plus important que l'on se trouve en domaine méditerranéen où l'essentiel du cycle de l'eau se fait par ruissellement. De plus, limiter le débord dans le lit majeur, c'est aussi limiter la principale cause de recharge des nappes alluviales. Lorsque l'on sait le rôle fondamental de ces nappes pour les populations du Languedoc et du Gard dont les besoins sont de plus en plus importants, on frémit aux conséquences à long terme des kilomètres d'endiguement qui emprisonnent les cours d'eau dans la plaine. D'autant plus que l'enfoncement des lits dû à l'augmentation de la fréquences des crues de plein bord, entraîne une descente du toit des nappes alluviales. Le creusement des lits peut amener à l'apparition du substratum ou d'une couche imperméable.

Mais les conséquences les plus graves sont dues à l'instabilité du système que ces aménagements entraînent. Les modifications morpho - dynamiques ont pour conséquences des réajustements qui peuvent être lents ou très violents sans que l'on puisse les prédire. C'est en effet le caractère très imprévisible des événements hydrauliques, sous la dépendance du climat, qui vont les déterminer. Nous avons vu l'interdépendance des différents compartiments du milieu.

L'étude de Wasson et all. sur l'impact de la chenalisation résume ainsi les principales atteintes au fonctionnement écologique :

- Perte d'hétérogénéité
- Perte de connectivité
- Réduction de la capacité de recyclage
- Interdépendance = réponse complexe
- Dégradation des processus fonctionnels :
  - Capacité auto - épuratoire réduite = risque d'eutrophisation
  - Réseau trophique perturbé = compétition plus sévère

CONCLUSION :

Mon objectif est de porter à connaissance les conséquences des crues sur le fonctionnement écologique des cours d'eau et sur la ressource en eau, chose dont on ne parle jamais. Mais c'est aussi souligner un certain nombre d'éléments de réflexion. Toute dégradation des écosystèmes est profondément choquante pour moi qui suis biologiste, je pense que la préservation de la nature c'est une valeur de la société, et en tant que telle, elle ne se discute pas. Mais au-delà de ça, la dégradation des écosystèmes c'est aussi une atteinte à la ressource en eau. La directive cadre européenne (DCE) fait obligation aux Etats, et donc à l'Etat français, d'atteindre le bon état écologique des milieux aquatiques d'ici 2015. Ce bon état écologique, lorsqu'on travaille sur les projections, on s'aperçoit que l'essentiel des situations où l'on sait que l'on n'arrivera pas à atteindre les objectifs, sont liés à des aménagements profonds du lit de la rivière et à l'instabilité qui en découle. Les retours d'expériences sur les dernières crues ont montré que, quel que soit le niveau d'aménagement de lutte contre les crues, il y aura toujours un évènement plus important qui se produira.

Comme l'a dit Bravard dans son livre sur les régions françaises face aux extrêmes, la perception globale des cours d'eau doit intégrer des extrêmes hydrologiques comme des composantes patrimoniales.

Références des travaux cités dans le texte :

GIUDICELLI Jean : Rapport sur les conséquences de 1992 sur l'Ouvèze sur le fonctionnement des milieux aquatiques.

PREVOT G. & R.- Annls Limnol. 22 (1) 1986 : Impact d'une crue sur la communauté d'invertébrés de la moyenne Durance. Rôle de la dérive dans la reconstitution du peuplement du chenal principal.

CAZAUBON A. & BADRI A. – Ecologia Mediterranea XX : Influence des variations hydrodynamiques de l'oued Tensift (Maroc) sur les peuplements de Diatomées.

BADRI A., GIUDICELLI J. & PREVOST G. 1987 – Acta Oecologica. Generalis.4 (8) : Effets d'une crue sur la communauté d'invertébrés benthiques d'une rivière méditerranéenne, le Rdat (Maroc).

WASSON J.G., MALAVOI J.R., MARIDET L., SOUCHON Y., PAULIN L. 1995 – Cemagref : Impacts écologiques de la chenalisation des rivières.

BADRI A., Thèse 1993 : Influence des crues sur les écosystèmes lothiques du Haut Atlas.

GISELE BALME

Directrice de l'urbanisme

Ville d'Arles

PHILIPPE POULIQUEN

Directeur du développement et de l'Aménagement du territoire

LE DÉVELOPPEMENT D'ARLES : APPLICATION DES CONTRAINTES LIÉES A L'INONDABILITÉ DU TERRITOIRE ARLÉSIEN DANS LE DÉVELOPPEMENT URBAIN.

"*Inondabilité et renouvellement urbain.*"

1 Documents d'urbanisme : Constructibilité et Inondabilité

Gisèle Balme. Directrice de l'urbanisme - Ville d'Arles

86% classés en zones submersibles selon le PSS de 1911 établi d'après la crue de 1856

67% des habitants de la commune vivent en zone inondable

75% des habitants de l'agglomération vivent en zone inondable

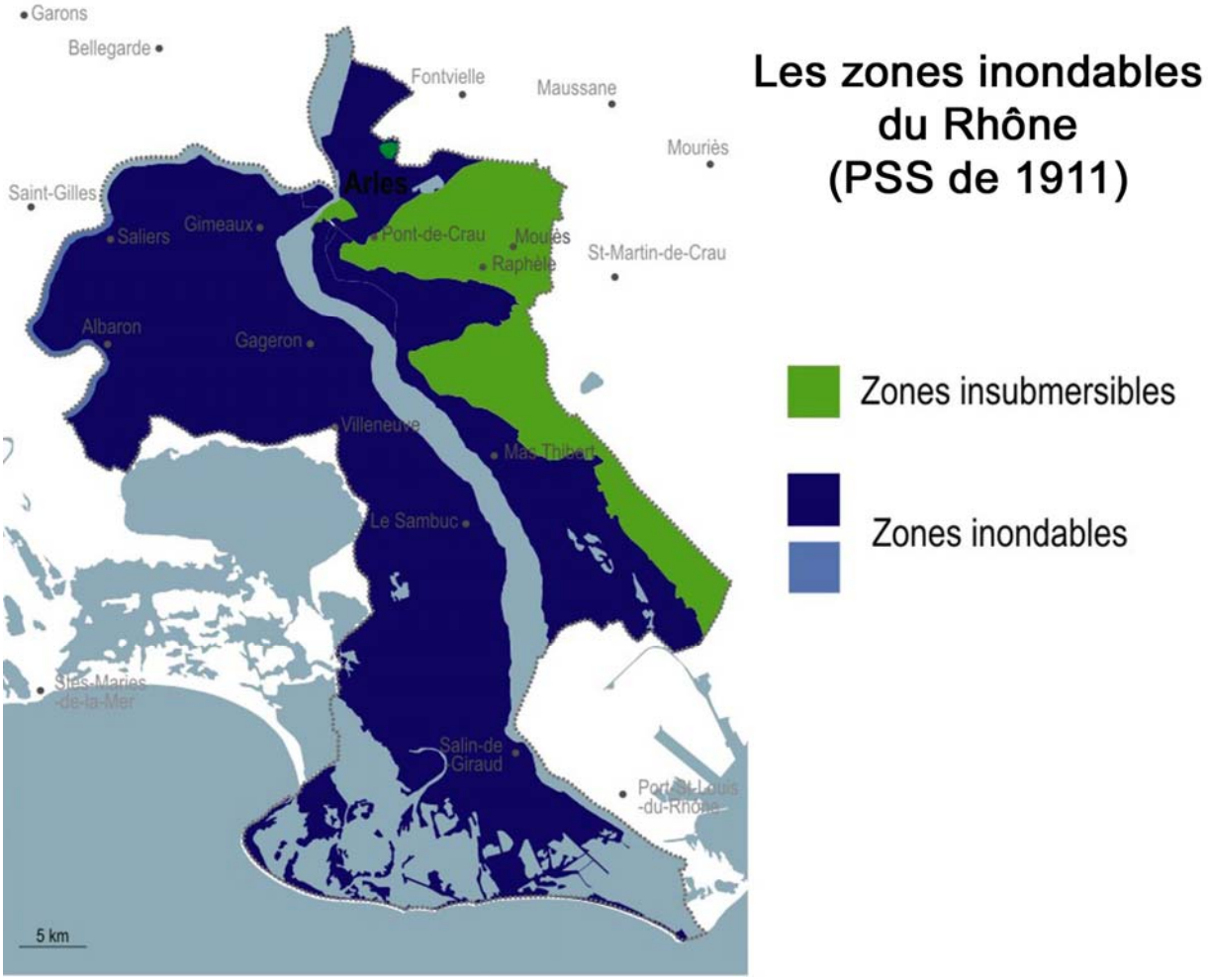


Figure 1 : Les zones inondables du Rhône (Villes d'Arles)

1.1 Quelle incidence peut avoir la submersibilité d'un territoire tel qu'ARLES sur les documents réglementant la constructibilité ?

1.1.1 Les premiers documents d'Urbanisme "modernes"

1.1.1.1 Avant les documents d'urbanisme issus de la LOF

Si les textes créant les "permis de construire" n'existent que depuis la Loi du 15.06.1943 (ordonnances de 1945) Les premiers "Plans d'urbanisme"datent de 1919 pour les villes de plus de 10 000 habitants (nécessité après guerre)

Le premier document d'urbanisme contemporain applicable sur ARLES est certainement le Plan VAGO induit par la reconstruction après guerre (2850 maisons détruites).

23.02.1951 : approbation du Plan VAGO arrêté par le ministre de la reconstruction et de l'urbanisme conjointement avec le ministre de l'intérieur. Il concerne l'agglomération d'ARLES et les zones rurales limitrophes de l'agglomération. Mis en révision (projet DELFANTE) cette procédure n'aboutit pas.

Le 31.08 1970 est approuvé le PUD Camargue. (établi selon le Décret du 31.12.58 concernant les Plans d'Urbanisme).

Rien dans ces documents ne mentionne des contraintes spécifiques induites par les zones inondables du territoire arlésien

Seule une phrase laconique dans la zone d'équilibre (présentant un caractère agricole pastoral piscicole et cynégétique affirmé) du PUD Camargue précise : "le régime des parties submersibles sera celui qui résulte de l'application des textes législatifs et réglementaires applicables en la matière".

1.1.1.2 La Loi d'Orientation Foncière du 30.12.1967

Elle crée les POS (décret d'application du 28.05.69) et Schémas directeurs (décret d'application 28.10.70) :

- 10.08.71 arrête préfectoral délimitant le SDAU d'ARLES (Arles ; Fontvieille ; St Martin ; Les Stes Maries ;
- à la demande du Conseil Municipal d'Arles sont prescrits par arrêté préfectoral du 31.10.74 le POS d'Arles côté Camargue et le 12.02.1975 le POS d'Arles côté Crau Les études sont menées par La DDE.

Rien, dans les premières études, ne paraît compromettre du fait de la submersibilité du territoire le développement d'ARLES. Pourquoi ?

- Intégration du risque (les vieux mas sont sur les bourrelets alluvionnaires du Rhône
- Approche du Rhône différente (expo de M. ALLARD)
- Oubli du risque
- …

1.1.2 L'élaboration du POS : comment gérer les contraintes issues du PSS ?

Elaboré par les services de la DDE à partir de 1974 1975, les deux projets de POS sont soumis en 1978 à une enquête inter services (30 administrations et organismes)

1.1.2.1 La "Mini Révolution"de 1978

Le PSS de 1911 est pris en compte faisant référence à la crue de 1856 avec *l'obligation de créer les planchers des constructions au-dessus de cette crue, majorée de 50 centimètres.* 66 000 ha sur 76 000 sont concernés par cette disposition.

Or rien dans le PUD ne mentionnait ce décret PSS qui détermine la partie submersible de la vallée du Rhône depuis Lyon jusqu'à l'embouchure du fleuve. La crue de 1856 (intervenue 55 ans plus tôt que le PSS…) se réfère à une crue catastrophique (7 brèches rive droite du grand Rhône, rive gauche également inondée) avec une nappe d'inondation de 2m de hauteur.

Mais en 1951 une crue identique à quelques centimètres près a été contenue par des ouvrages de défense reconstruits.

- Les quartiers nouveaux

La ZAC du Gd Gallègue avec 600 logements a été approuvée en 1977. Ne doit-on faire que des maisons sur pilotis ?

La ZUP du Plan du Bourg instituée en 1968 avec 2000 logements est touchée

Quid des deux zones industrielles l'une au sud entièrement équipée ; l'autre au nord en cours d'installation ?

La ZAC de la Moncaldette au Plan du Bourg en projet, paraît compromise

- Les permis de construire

Ce sont des refus de permis de construire qui sont émis par le Préfet avec l'avis défavorable du service de la navigation de Lyon

Le caractère inondable d'Arles doit figurer dans les certificats d'urbanisme (frein aux transactions)

Réaction très vive des professionnels, des habitants et des élus.

Frein énorme au développement d'Arles. Le Maire demande au Ministre de l'environnement de lever cette servitude.

Dans le cadre des discussions pour établir le POS, c'est la "Foire d'empoigne"entre la Ville et les services de l'Etat. Des propositions plus ou moins farfelues sont avancées (un bateau par maison, ou un canot de sauvetage, ou une échelle extérieure obligatoire…)

La ville propose alors le renforcement des digues.

Cet engagement devient essentiel dans le déblocage du problème

De plus, en cas d'alerte les populations seraient mises à l'abri dans les collectifs de plusieurs étages à proximité des zones à urbaniser.

En novembre 1979 les permis de construire sont à nouveau délivrés.

Instruits par la DDE il est demandé dans le meilleur des cas aux pétitionnaires un document dans lequel il reconnaît que sa propriété est en zone submersible et qu'il s'engage à ne réclamer aucune indemnisation en cas d'inondation. Le service navigation est systématiquement consulté et indique la hauteur d'eau dans le Rhône au droit du terrain à bâtir.

1.1.2.2 Les solutions aux contraintes du PSS dans le POS publié en 1982 apparaissent :

- Trois types de zones submersibles (originalité arlésienne) :

A directement soumises au courant des crues : toute construction y est interdite.

B1 protégées par des digues ou remblais fiables et de hauteur suffisante les constructions sont autorisées normalement (Trinquetaille et Trébon).

B2 protégée des crues par des digues ou remblais non fiables ou de hauteur insuffisante. Les installations autorisées au titre du POS devront comporter un niveau refuge accessible situé au-dessus de la crue de 1856 (toit de l'habitation).

Pour les opérations situées dans des opérations d'ensemble ZAC à défaut d'abris individuels, des abris collectifs pourront être prévus.

- Des secteurs d'extension urbaine sont confirmés

Développement de la ZAC du Grand Gallègue

De la ZAC de la Montcaldette

La ZI nord

La zone d'activités tertiaire de Fourchon.

1.1.2.3 L'urbanisation jusqu'aux inondations de 93/94.

Les prescriptions retranscrites dans le POS prescrit en 1981 et approuvé en 1982 continuent à s'appliquer. Le développement des zones à urbaniser se confirme.

En 1985 la nouvelle équipe municipale lance la révision de son POS. Elle sera approuvée en 1987 : le classement en secteurs d'urbanisation future s'accroît : importante zone NA en tête de Camargue dans la perspective d'un développement économique à l'entrée du péage de l'autoroute, zones d'activités touristiques éparses en Camargue et surtout à Beauchamps.

Extension de la zone de Fourchon.

Ainsi pendant près de 15 ans la gestion des espaces submersibles de la commune se poursuit selon les règles élaborées en 1979 avec les services de l'état.

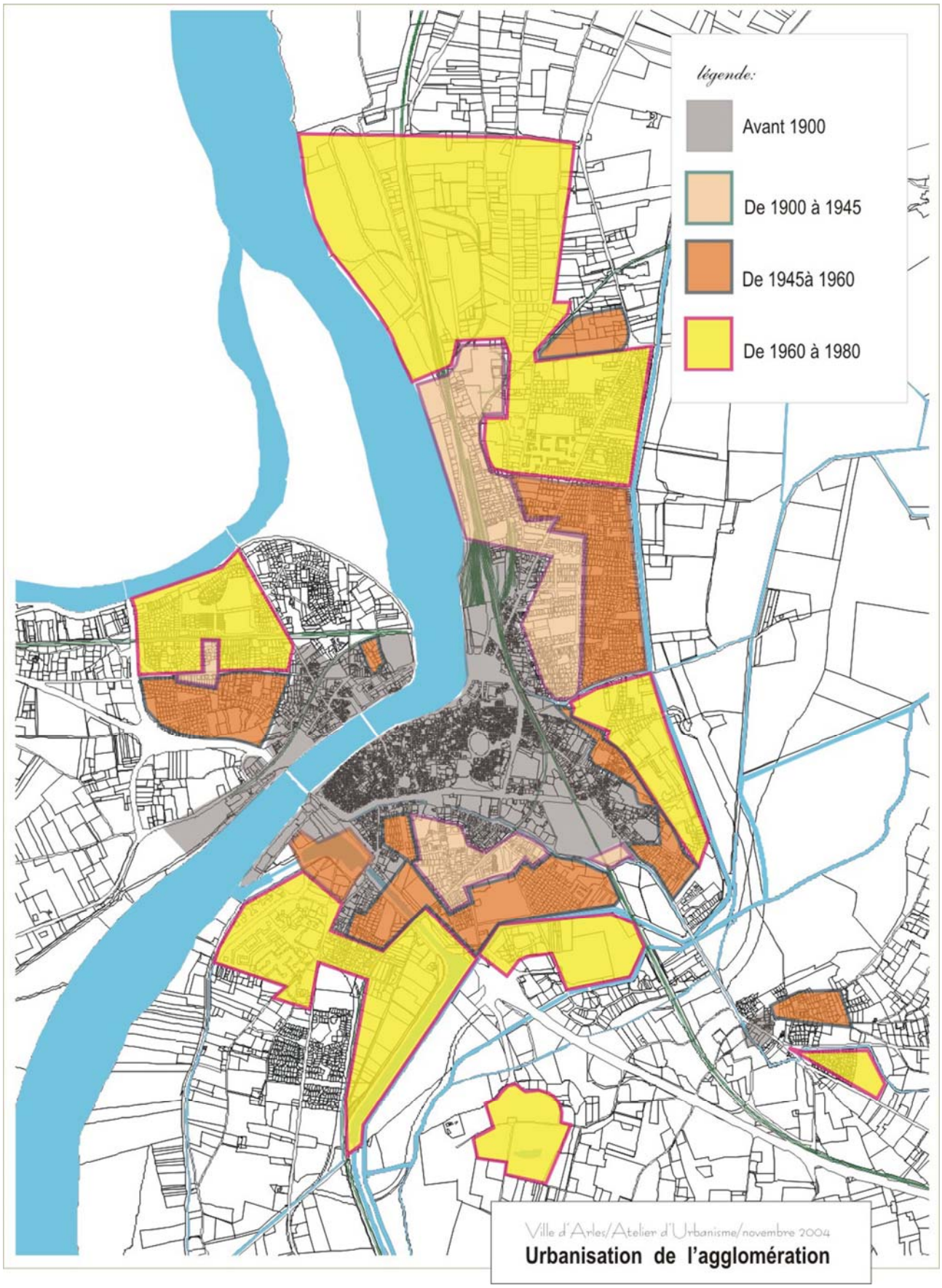


Figure 2 : Urbanisation de l'agglomération (Ville d'Arles)

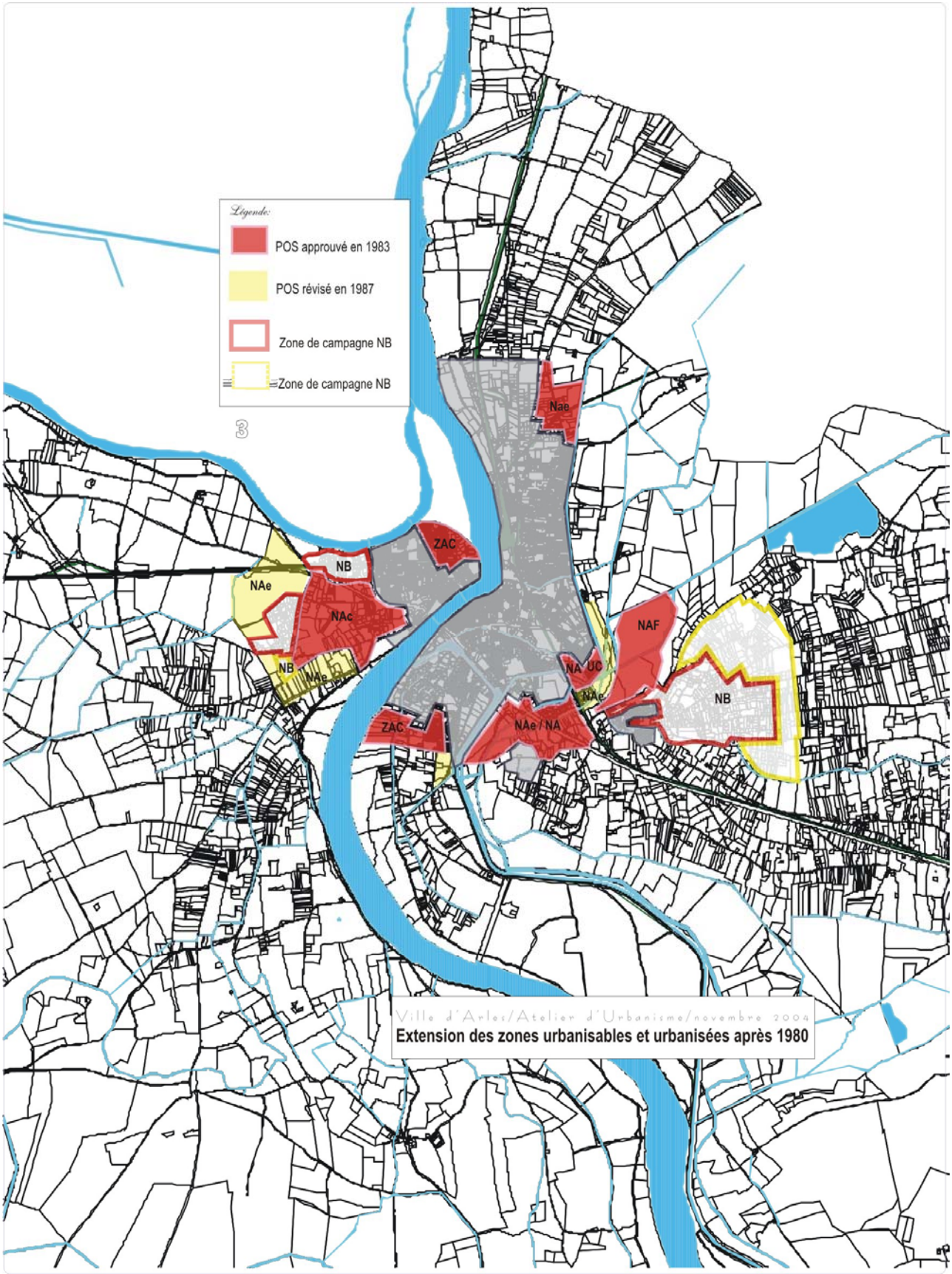


Figure 3 : Extension des zones urbanisables et urbanisées après 1980

1.1.3 La conséquence des inondations de 1993 et 1994 sur l'urbanisation d'Arles

De graves évènements ont lieu sur le territoire national. A Arles, par les brèches de Figarès d'octobre 1993 et Lauricet de janvier 1994 (à l'ouest de SALIERS) le Rhône inonde une grande partie nord de la Camargue

1.1.3.1 La réponse de la ville.

Dès avril 1994 des réunions sont programmées afin d'amorcer des solutions de prévention et de constructibilité dans les zones inondables. Travail sur un plan d'alerte et de secours, confortement des digues avec le SIDREMER qui deviendra SYMADREM

Il est décidé :

- Des permis de construire sont suspendus ou refusés (R 111-2), les arrêtés sont complétés afin d'informer de la même manière les habitants derrière les ouvrages qu'ils soient "fiables"ou non. L'altitude du terrain à construire doit être attestée par un géomètre expert.
- Une zone inconstructible de 100 mètres en pied de digue est instaurée.
- La hauteur de planchers habitables est fixée :
  - en milieu rural premier plancher à 3 m NGF
  - en milieu urbain est exigé un niveau refuge habitable de 10% de la surface construite avec une ouverture vers l'extérieur, à l'altitude :
    - 7 m NGF à Trinquetaille
    - 5.50 à Barriol Plan du Bourg
    - 3 à Salin de Giraud

Ces critères sont confirmés en séance du Conseil Municipal du 21.04.1995. Le POS est mis en révision le 19.02.1996.

1.1.3.2 La réponse de l'Etat.

La circulaire interministérielle du 24 janvier 1994 précise les moyens à mettre en œuvre pour prévenir les inondations et gérer les zones submersibles.

Il est demandé aux Préfets d'appliquer trois principes :

- Dans les zones à fort aléa, interdire les constructions nouvelles ;
- Contrôler l'extension de l'urbanisation dans les zones d'expansion des crues ;
- Eviter tout endiguement ou remblai nouveau.

Il est demandé également de fournir une cartographie des zones inondables et la préservation des champs d'inondation qui ne sont pas urbanisés

Le 28 janvier 1995 l'Atlas des zones inondables des Bouches du Rhône est présenté par le Préfet. Cet Atlas devient PIG par arrêté du 23.08.1996 il est reconduit le 18.08.1999 pour 3 ans.

(présentation de l'Atlas des zones inondables)

1.1.4 De nouvelles règles sont mises en œuvre

Les prescriptions de l'Atlas des zones inondables devenu PIG ne peuvent être appliquées directement sans connaissance exacte de la hauteur d'eau dans l'hypothèse d'une crue centennale et d'une brèche.

- Les services de l'état et de la ville confient donc une étude au bureau SAFEGE/HORIZONS qui modélise plusieurs hypothèses de rupture de digue et en fonction de la hauteur du terrain détermine le risque sa constructibilité.
- Dans le cadre de la procédure de révision du POS des groupes de travail spécifiques traitent du problème de par…

1.1.4.1 Des propositions sont faites par la ville avec l'aval des services de la DDE :

- Contraintes techniques et constructibilité
  - Inconstructibilité en pied de digue ;
  - Création d'emplacements réservés en pied de digue pour l'accessibilité nécessaire à leur entretien ;
  - Emprise au sol réduite pour les constructions autorisées ;
  - Dans les zones d'expansion des crues :
  - 1° plancher habitable à 3 m NGF minimum (vide sanitaire de 1 m dans tous les cas.) ;
  - Inconstructibilité des terrains situés au-dessous de l'altitude de 2 NGF (possibilité de remblai dans les secteurs ouverts à l'urbanisation sous l'emprise des constructions).
  - Dans les secteurs "à casiers"des niveaux refuge sont imposés, des vide sanitaires exigés. Impossibilité de délivrer des permis de construire pour les établissements recevant des personnes grabataires ou à mobilité réduite (refus d'une maison de retraite).

Le Préfet ne souhaitant pas élaborer un PPRI (courrier du 27.10.1997) les dispositions doivent être retranscrites dans chaque zone POS

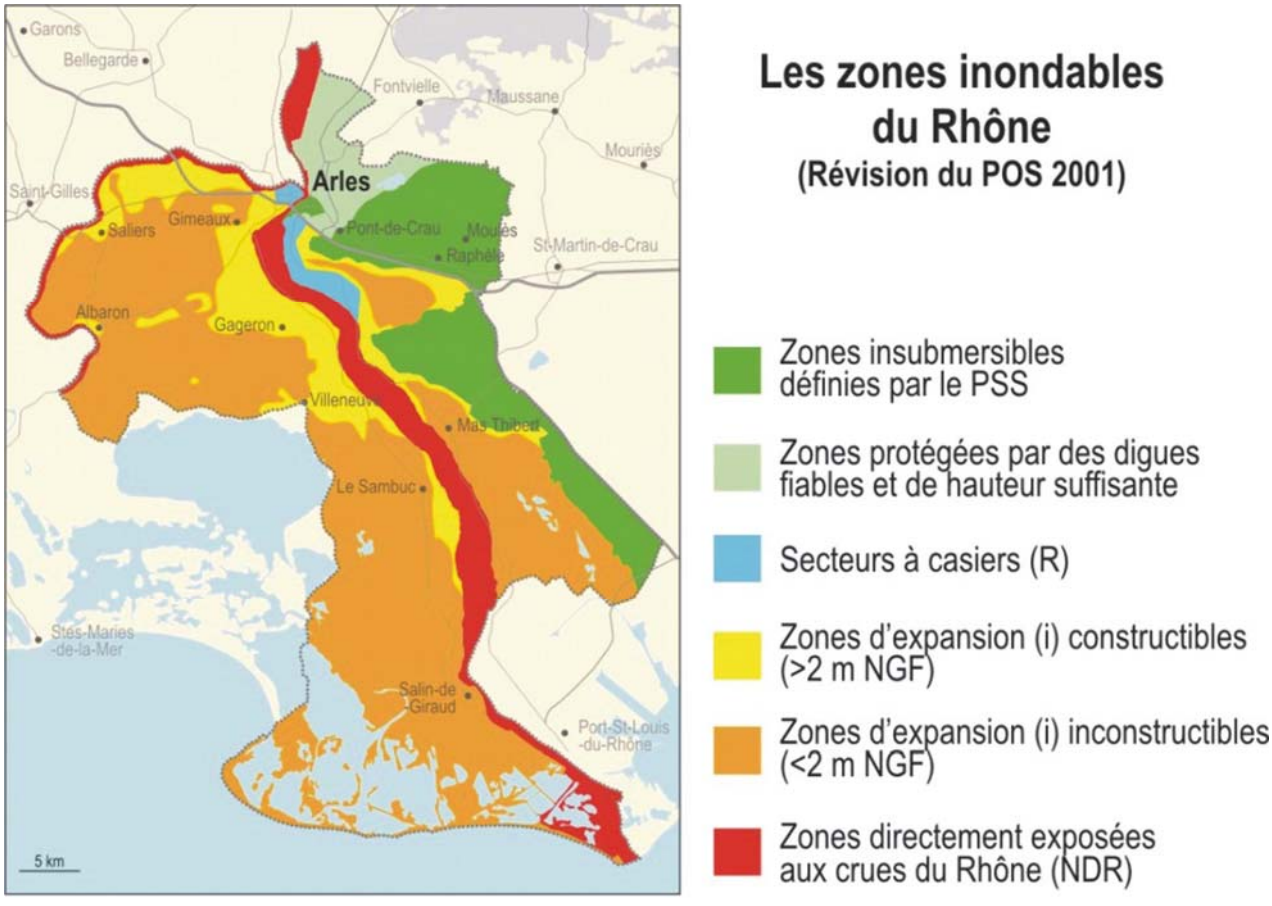


Figure 4 : Les zones inondables du Rhône (Révision du POS 2001) (Villes d'Arles)

- Dédensification de l'urbanisation

Hormis les zones en pieds de digue inconstructibles

- Coté Camargue
  - A Trinquetaille –210 lots (dont réduction du potentiel à bâtir de la ZAC de la Corrèze)
  - Tête de Camargue – 337 lots pour habitations et – 578 parcelles pour activités (simulation lots à 3000) (suppression des zones NA)
  - Zone agricole Suppression de 1/4 de la surface est inconstructible (- de 2 NGF)
- Coté Crau
  - Suppression de 600 lots à bâtir ZAC des Bosquets. (échange de terrain entre la SDF PARA et la Ville)
  - Mas Thibert 20 à 30 possibilités en moins
  - Plan du Bourg : suppression de la possibilité d'extension route de port St Louis

Globalement 1800 lots à bâtir sont supprimés dans les zones où cela était possible et diminution notable de la superficie agricole pouvant accueillir des bâtiments

Globalement si 14% du territoire sont situés hors zone inondable selon le PSS, en secteur submersible, sous conditions on peut évaluer à **20% de la superficie communale les secteurs susceptibles d'être bâtis.**

- Une information

précise sur le risque encouru en cas d'inondation est donnée dans chaque permis de construire ainsi que les premières consignes en cas de catastrophe (plan d'alerte et de secours : autre exposé).

1.1.4.2 Le GT POS du 7.05.1999 avec la position de la DIREN très réticente

Doit-on protéger les personnes et les biens ? seules les personnes sont protégées dans les secteurs à "casiers"les biens peuvent être endommagés.

C'est **le CLASH** avec la difficulté de gérer ces secteurs à casier.

Le Maire décide de retirer les permis de construire en cours d'instruction ainsi que ceux délivrés depuis moins de 2 mois (plus de 50 dossiers concernés, des pleurs, des cris, des gens ruinés)

Par courrier du 19.09 1999 le Préfet assouplit sa position sur le quartier sensible de Barriol, mais sur Trinquetaille il conditionne la délivrance des autorisations aux travaux sur les digues. (problème de l'AFU île des Sables en grosse difficulté financière).

Chaque dossier est examiné par des représentants de la DDE locale, et du service hydraulique (3EU).

Un accord se met en place sur l'instruction des dossiers

Le POS est rédigé conformément à cette gestion avec **les zones "i"**d'expansion des crues constructibles pour les terrains de plus de 2 m NGF d'altitude et un vide sanitaire de 1 m.

Protection des biens et des personnes assurées.

Les Deux **zones "R"**à casier :

- Celui du Plan du Bourg avec un vide sanitaire de 0.5 des planchers refuges à l'altitude 5.5 NGF ;
- Celui de Trinquetaille avec un vide sanitaire de 1 m et des planchers refuge à 8.5 NGF.

La protection des personnes est assurée mais les biens risquent d'être endommagés (mais interprétation de la circulaire de 1996 ne bloquant pas l'extension de bâtiments existants dans les secteurs non torrentiels).

Ces prescriptions sont approuvées dans le POS le 20.11.2001.

La constructibilité ne subit pas de ralentissement, au contraire, de 200 permis de construire par an de 1992 à 2000, on passe entre 2001 et 2004 de 300 à 380 permis par an.

1.1.5 Circulaire Bachelot du 30 Avril 2002 confirmée par celle du 1.10.2002 et la Loi du 30.07 2003 relative aux risques technologiques et naturels

De nouveaux événements tragiques dans le sud de la France et en particulier la rupture d'ouvrages de protection refaits à neuf dans l'Aude sont à l'origine de la circulaire ministérielle du Ministre de l'environnement qui interpelle les Préfets sur le risque Inondations, le premier risque naturel en France.

Aucune digue ou protection n'est fiable.

Les installations sensibles (ex : SDIS) ne peuvent être installées dans ces zones submersibles.

1.1.5.1 L'incidence sur les permis de construire

La position de la DDE se traduit dès décembre 2003 **par 15 dossiers de permis de construire déférés au Tribunal Administratif pour annulation** sans information préalable des Maires (26 à Tarascon ; 1 aux Stes Maries de la Mer ; 2 à Port St Louis…). Il est demandé aux Maires d'appliquer l'article R 111.2 du CU (refus pour atteinte à la sécurité publique 60 dossiers sont en suspens

Le territoire d 'Arles est considéré comme pouvant recevoir dans tous les secteurs submersibles de 1911 une hauteur d'eau similaire à celle mesurée dans le lit du Rhône lors de la crue de référence.

En réunion avec Mme le Sous Préfet le 12.03.2003 avec le secrétaire général de préfecture il est décidé d'un examen individuel de chaque dossier déféré.

Dans l'attente du PPRI dont l'élaboration a été lancée le 21.06.2000 (et qui devrait aboutir rapidement si les prescriptions de la circulaire Bachelot De Robien du 21.01.2004 étaient suivies d'effet) des **permis de construire sont délivrés avec des planchers refuges habitables accessibles de l'intérieur au-dessus de la hauteur d'eau de 1856 en fonction du PK du Rhône correspondant, l'interpolation linéaire étant la règle.**

1.1.5.2 L'incidence sur les documents d'Urbanisme

La modification du POS du 30.01.2003 a été déférée au TA par M le Préfet. La procédure est en cours. Elle avait pour but de se conformer aux directives de la LOI SRU de décembre 2000 en particulier en instaurant un règlement POS dans les ZAC (les PAZ ayant été supprimés) Des secteurs sensibles étaient ouverts à l'urbanisation à Salin, Raphèle ,Mas versant, aux Minimes, au chemin des Moines. Ces secteurs sont en suspens de la décision du Tribunal Administratif (blocage des zones d'urbanisation future).

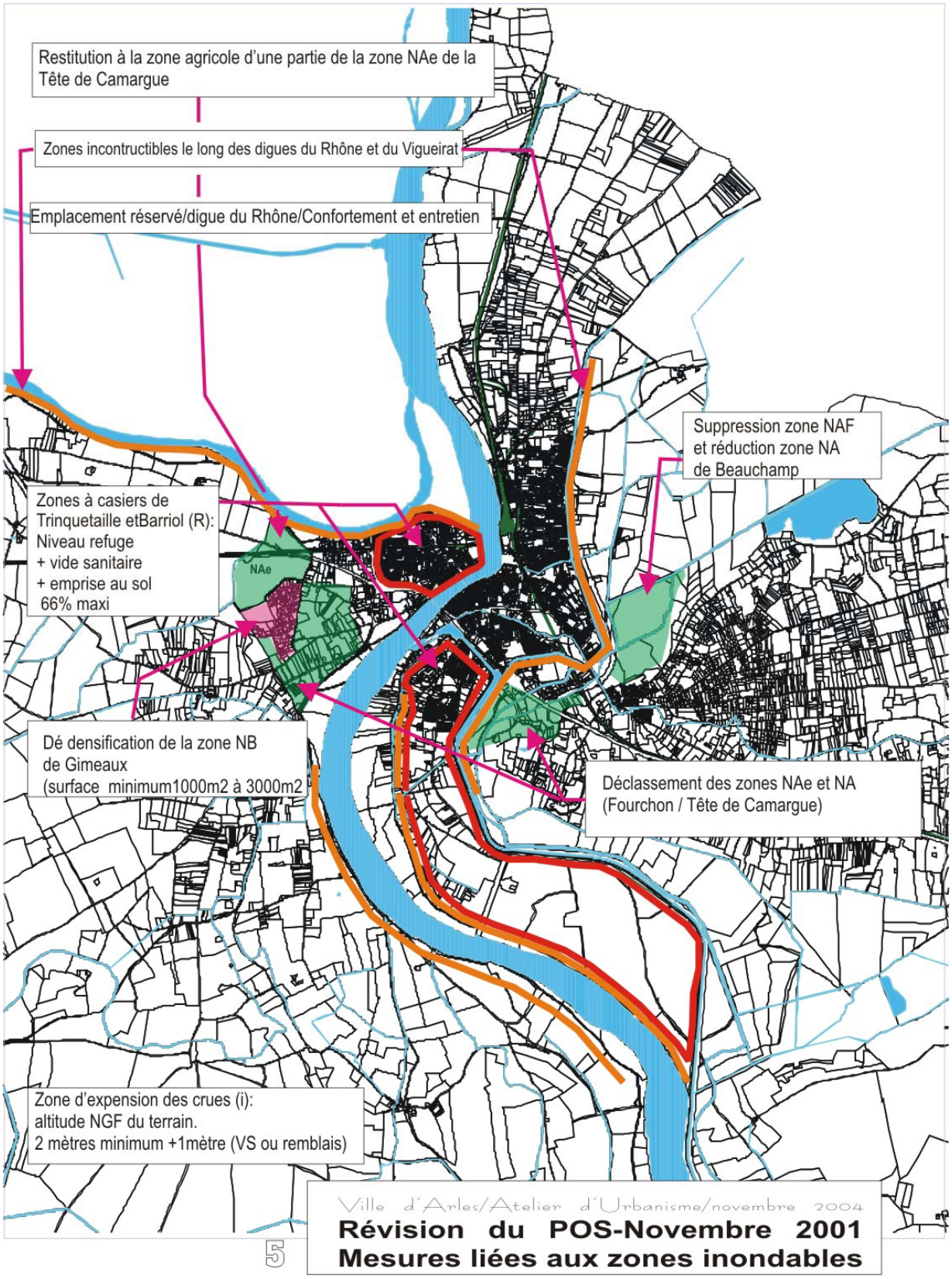


Figure 5 : Révision du POS. Mesures liées aux zones inondables

(Nov. 2001 - Ville d'Arles)

CONCLUSION

Au fil des années et des évènements la position de l'Etat s'est durcie imposant aux communes des règles qui peuvent apparaître comme une contrainte exagérée. Pourtant des permis de construire au Trébon (mas de l'Aze) n'ont été délivrés qu'avec les caractéristiques de niveau de plancher tel qu'énoncés ci-dessus (heureusement vu les inondations de décembre 2003 !).

Quelle sera l'incidence de ces inondations 2003 sur les documents d'urbanisme à venir.

Quel PPRI ?

Quelle part de responsabilité auront les différents acteurs : l'Etat; La Commune; le pétitionnaire lui-même ? (aujourd'hui responsabilité partagée)

Dans la pratique cela signifie :

Quel avenir pour Arles, quelles zones peuvent répondre à la demande de logements; d'implantations d'activités nouvelles ?

Comment peut-on réaliser une intégration architecturale difficile (Maisons "champignon") ? Faut-il imaginer un type nouveau de constructions ?

Surcoût des bâtiments créant le mécontentement des constructeurs et terrains à bâtir onéreux et rares ?

Surcoût de l'ouverture à l'urbanisation de secteurs non équipés et d'agriculture riche

Demandes d'expropriation des constructions dans les secteurs à risque. Qui paie ?

2 Renouvellement urbain et sécurité : Gestion d'un paradoxe

Par Philippe Pouliquen. Directeur du développement

et de l'Aménagement du territoire. Ville d'Arles

2.1.1Contraintes zones inondables

2.1.2 Réduction des potentialités d'urbanisation sur le territoire de la Commune

2.1.3 La mixité urbaine et le renouvellement urbain souhaité par la loi SRU deviennent difficiles

2.1.4 Nécessaire réflexion sur de nouveaux modes de construction :

2.1.4.1 Dans les limites actuelles de la Ville

- Nécessité d'assurer une vie et une cohésion sociale de l'existant (3/4 de la population de la Ville d'Arles vit en zone inondable).
- Protection des personnes et des biens.
- Rationaliser les équipements existants.
- Recherche de solutions techniques, administratives et architecturales (pilotis, vides sanitaires, plans de secours, etc.).

2.1.4.2 Sur de nouveaux espaces non inondables

- Dans le secteur le plus proche de l'agglomération (Pond de Crau / Fourchon).
- Cohérence avec les espaces à forte valeur agricole (AOC foin de Crau).
- Cohérence avec l'environnement (Natura 2000).
- Articulation avec le réseau voirie à requalifier ou à créer et cohérence avec le projet de contournement autoroutier.
- Réseaux et équipements publics à créer.
- Surcoûts d'équipement à la charge de qui ?

2.1.4.3 Des contraintes, mais aussi des atouts

- Aménagement des berges du fleuve pour s'en protéger mais aussi pour les valoriser. Complémentarité avec le Canal d'Arles à Fos (projet VNF, études CETE sur la requalification de la RN 113).
- Traversée d'Arles par le canal de la Vallée des Baux : Vallée verte (étude zone NA de Fourchon / Odile Reboul).
- Projet de marinas à Fourchon (Argos).
- Projet de construction habitat et activité sur pilotis au Trébon (Société CISEL).

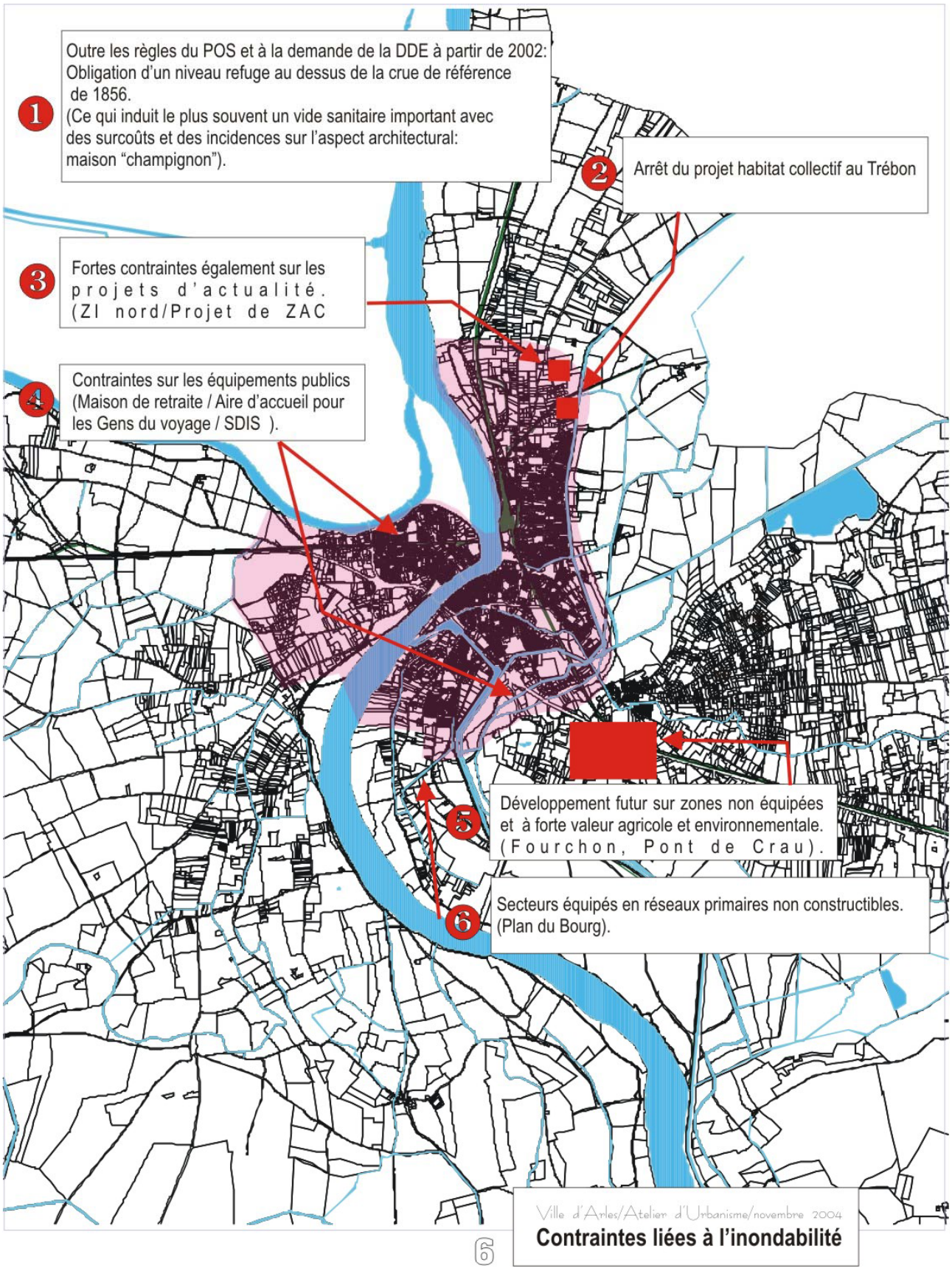


Figure 6 : Contraintes liées à par (Ville d'Arles, atelier urbanisme)

ALAIN ROMAC

Directeur du SYMADREM

L'ACTION DU SYMADREM (SYNDICAT MIXTE D'AMÉNAGEMENT DES DIGUES DU RHÔNE ET DE LA MER)

L'exposé porte sur les raisons de la création du SYMADREM, ses missions ainsi que sur les chantiers actuellement entrepris.

1 Le SYMADREM aujourd'hui

Le SYMADREM est un syndicat mixte. Il s'agit d'un établissement public qui réunit des collectivités territoriales de tailles différentes (le code général des collectivités locales donne les règles qui régissent les collectivités : mairie, syndicat mixte établissements publics…). Le SYMADREM regroupe 5 collectivités :

- Région PACA
- Conseil Général 13
- Ville d'Arles
- Ville des Saintes Maries de la Mer
- Ville de Port Saint Louis du Rhône

Sa mission est la protection contre les inondations du Rhône et de la mer en Camargue. Il a été créé en 1994, suite aux inondations. Son périmètre de compétence est :

- Petit Rhône, hors rive côté Gard ;
- digue à la mer, sauf sur les terrains de la compagnie des Salins du Midi ;
- Grand Rhône de l'embouchure jusqu'au Nord d'Arles sur les deux rives.

Soit, 140 km de digues fluviales et 30 km de digues à la mer

1.1 Financement

2 clefs de financement : Investissement (valeur ajoutée à l'ouvrage) et fonctionnement (frais de structure et travaux d'entretien).

~ Dépenses de fonctionnement : moins bien financées et non éligibles au F.C.T.V.A.

~ Dépenses d'investissement : Les 5 collectivités et l'Etat financent le SYMADREM selon la clef de répartition suivante :

- Etat : 40 % (20 % pour les autres syndicats Mixtes)
- Région : 30 %
- Conseil Général : 25 %
- Communes : 5 % (par la commune sur laquelle les travaux sont réalisés)

~ Clef de financement des dépenses de fonctionnement

- Région : 33 %
- Conseil Général : 33 %
- Communes : 34 %

La part des Communes est répartie entre elles, suivant une clef faisant intervenir :

- le potentiel fiscal ;
- le nombre d'habitants ;
- le linéaire de digues.

Tout calcul fait, la part communale des dépenses de fonctionnement s'établit approximativement ainsi :

- la commune d'Arles paye 65 % du fonctionnement
- la commune des Sainte Maries : 25 %
- la commune de Port St Louis : 10 %

Le syndicat Mixte fonctionne suivant les mêmes procédures : un président (qui correspond au statut du Maire) ; un comité syndical qui élit le président , tout comme le Conseil Municipal procède à l'élection du Maire.

Le comité syndical est constitué de 18 élus (6 Conseil Régional, 6 Conseil Général, 6 Communes / 2 2 2), le président est H. Schiavetti depuis le 21 juin son prédécesseur était M. Vauzelle (qui ne s'est pas présenté à la réélection à la présidence : souhaite s'impliquer sur l'organisme en cours de formation pour une gestion globale des problématiques du Rhône).

Budget :

- Investissement : environ 30 millions de FF par an
- Fonctionnement : 7 millions de FF

L'équipe est constituée de 10 personnes dont 5 gardes-digues qui se répartissent sur 5 secteurs géographiques couvrant la totalité du périmètre. Leur mission :

- débroussaillage ;
- rebouchage des trous ;
- contact et bonne relation avec les propriétaires privés ;
- surveillance des ouvrages de protection (rôle très important pendant les crues) ;
- recenser et contrôler les traversées (ouvrages hydrauliques réalisés par les riverains pour l'accès au Rhône).

De nombreux ouvrages non recensés et réalisés sans le savoir-faire nécessaire à cette réalisation. Aujourd'hui ces travaux sont soumis à autorisation et comportent des contraintes techniques.

2 Historique

Les premières digues en Camargue datent sans doute de l'implantation romaine. Elles devaient être discontinues. On les connaît mieux à partir du XIX^{e} siècle. A cette époque : Grandes crues (1856 – 1840 – 1843), dont celle de 1856 qui envahit toute la Camargue et détruit bon nombre d'ouvrages. L'Etat accepte alors de financer la reconstruction des digues à condition qu'une association en gère l'entretien : c'est la création des "Associations Syndicales Forcées" vers 1880 qui doivent, sous la tutelle de l'Etat et avec le fruit des cotisations, entretenir les ouvrages.

3 principales :

- Association Syndicale des chaussées de grande Camargue ;
- Association Syndicale des chaussées du Plan du Bourg ;
- Association Syndicale de la digue à la mer.

Au XX^{e} siècle : crue de 1951 de 9000 m3 puis en octobre 1993 – 1994 crue qui cause de nombreux dégâts et des coûts importants. C'est à ce moment que la ville s'interroge sur les digues, leur gestion et l'organisme qui en a la responsabilité.

A cette occasion il apparaît que les associations syndicales forcées sont devenues totalement obsolètes (pas de budgets, ne se rassemblaient plus, ne prenaient plus de décisions, ne réalisaient plus de travaux… mais avaient des dettes).

Les collectivités se retournent vers l'Etat représenté par le préfet qui a accepté de prendre en charge la totalité des coûts. Le préfet accepte mais souhaite une expertise : la mission Dambre est conduite par des Ingénieurs Généraux du Ministère de l'Intérieur de l'Equipement, du Génie rural Eaux et Forêts et de la Sécurité Civile. La mission d'experts remet en 3 mois le rapport au préfet.

La mission est faite en deux parties : causes / propositions.

Les causes :

- ouvrages mal dimensionnés (au 20ème siècle ne possédaient pas les même connaissances et les mêmes techniques) ;
- matériaux non adaptés (sur place : les caisses d'emprunt sont des baisses où les matériaux ont été prélevés : digues en sable vers le sud) ;
- ouvrages mal entretenus : végétation abondante qui entrave l'accès, milieu de vie des animaux fouisseurs ragondins et blaireaux fragilisant les digues, traversées illicites non conformes.

Les propositions :

- dissolution des Associations Syndicales Forcées ;
- création d'un établissement public qui ait la compétence de faire un diagnostic de l'ensemble des ouvrages ;
- d'assurer la maîtrise d'ouvrage des travaux (prendre les décisions) et de rechercher les fonds.

La structure correspondante proposée est le SYNDICAT MIXTE. Le préfet prend à son compte cette proposition et rassemble les représentants des différentes collectivités (Région, Département, Communes…) en leur demandant de s'organiser pour la création du Syndicat Mixte… Les discussions durent de 1994 à 1997. D'un Syndicat Intercommunal qui ne rassemble que 3 communes (Arles, Saintes Maries, Port St Louis) débouche la création d'un Syndicat Intercommunal des Digues du Rhône et de la Mer (SIDREMER).

Dans un premier temps les autres Collectivités refusent d'adhérer.

En 1997 Mr Romac, directeur des services techniques de la ville d'Arles, est détaché pour gérer la mise en œuvre administrative et notamment l'élaboration d'un budget pour l'année 1997. Dès que le budget a été voté, les collectivités ont souhaité que les travaux se réalisent très rapidement. Désignation d'un maître d'œuvre : M. Romac propose de confier cette mission à 3 services de l'Etat : DDE, Service de la Navigation (émanation du Ministère de l'Equipement et des Transports), Service Maritime, la DDE étant mandataire du groupement.

Or la Loi sur l'Eau de janvier 1992 avec décret d'application de 1993 apporte de fortes contraintes et nécessite une étude de définition : étude paysagère, étude environnementale, enquête publique et l'opération peut alors être reconnue d'Intérêt général et autorisée par le Préfet.

Les communes étaient malgré cette contrainte très pressées de réaliser les travaux, elles sollicitent le recours à l'urgence permettant de s'abstenir de demande d'autorisation. Le préfet accepte, les consultations sont lancées, les travaux démarrent un an après avoir été votés.

Il s'agit des secteurs :

- Emmaus / Passerons - Beaumont / Mazel sur la Commune d'Arles ;

Senebier / Sylvéréal sur les Saintes Maries de la Mer ;

Bois François / Vauban à Port Saint Louis du Rhône.

Puis dans un second temps :

- Gabelle, Défluent et Cimetière à Trinquetaille.

A l'occasion du vote du budget 1998, une nouvelle demande de dérogation est sollicitée. Le préfet refuse mais laisse une porte ouverte : déterminer avec les services de l'Etat (DDE, DIREN…) un certain nombre de secteurs "invariants" objets du dossier de demande d'autorisations.

Plusieurs critères de choix des secteurs sont définis :

- le secteur à traiter doit protéger une zone habitée ;
- En cas de brèche, la vitesse d'écoulement de l'eau doit y être supérieure à 3 m / seconde ;
- En cas de brèche, la hauteur d'eau stabilisée doit s'y établir à 1 mètre minimum.

Ces critères nécessitent l'intervention de techniciens afin de réaliser une étude faisant prendre du retard aux travaux.

Des secteurs sont donc définis :

- Barriol / Tour d'Aling;
- Albaron ;
- Passerons / Montlong ;
- Port St Louis du Rhône : VAUBAN Centre Ville et Canal Du Rhône Fos / Bois François ;
- Saintes Maries de la Mer : "Protection du Village" ;

2005/2006 les travaux sur les secteurs invariants arrivent à terme. Demande d'identifier des secteurs sur proposition SYMADREM.

3 Les travaux réalisés par le SYMADREM

3.1 Reconstruction des digues

- Stables à la poussée à sa hauteur maximale;
- Etanches ;
- Infranchissables par les animaux fouisseurs ;
- Digues circulables en crête par les engins.

Figure 1 : Atelier de battage devant un puits

(SYMADREM)

La Loi sur l'Eau impose :

- même hauteur d'eau qu'avant les travaux ;
- profil de la digue non modifié du côté du fleuve (pas de possibilité de rétrécir ou d'augmenter la ligne d'écoulement du fleuve).

Méthode :

- transfert d'une partie des matériaux, côté fleuve vers côté terre ;
- masque d'argile étanche de 3 mètres d'épaisseur côté fleuve (matériaux, teneur en eau, compactage déterminé) ;
- grillage gros fil et petite maille sur les deux talus afin d'empêcher les animaux fouisseurs ;
- en crête anti-contaminant (évitant aux matériaux de se mélanger) et création d'une piste d'une largeur d'au moins 4,5 m (largeur nécessaire pour circuler de nuit sur la digue) ;
- plus si nécessaire rideau étanche de palplanches métalliques qui empêchent l'eau de circuler sous la digue (résurgence) du fleuve vers la terre.

Obligation : acquisition de 8 à 10 mètres de foncier côté terre à l'amiable ou par expropriation. Difficultés à Albaron où un lotissement est construit contre la digue. Le Préfet autorise à gagner sur l'écoulement du fleuve (dossier, calcul de l'impact du rétrécissement du fleuve).

Figure 2 : Grillage et géotextile

(SYMADREM)

3.2 Travaux d'entretien

Enlever la végétation : permet une lecture de la digue et le repérage des *éventuelles anomalies, d*ès le début de la période de crue. Débroussaillage: un en juin et un autre en septembre.

Une surveillance avec le personnel des communes est organisée sur 15 secteurs (15 équipes de 2 personnes surveillent les digues) dès 6000 m3/s de débit. Lorsque le surveillant repère 1'anomalie :

- il contacte le PC (Mr Romac ou 1 de ses collaborateurs) ;
- le PC appelle le garde digue qui en a la responsabilité toute l'année ;
- celui-ci vérifie la gravité du désordre et valide ou non l'information ;
- si validation, le PC contacte l'entreprise et intervention immédiate sur la digue.

1 à 2 heures de battement entre l'appel et l'intervention, ce qui est parfois limite compte-tenu de la vitesse de l'élévation du niveau d'eau et de la rapidité de la formation d'une brèche.

3.3 En perspective

En projet, l'extension du périmètre : négociation avec le Gard (souhaitable suite à décembre 2003 d'avoir 1 seul gestionnaire pour les deux rives) plus rive droite du Rhône jusqu'à Beaucaire. Il s'agit d'une même structure qui gère ces deux secteurs : Syndicat Intercommunal des digues de Beaucaire à la Mer qui comprend 11 communes (celles inondées en 1856 dont des communes qui n'ont pas de digues). Les négociations sont donc complexes. L'objectif est d'aboutir fin 2004.

Egalement négociation avec les Salins de Giraud afin de reprendre la gestion des digues. Plus difficile encore de faire accepter à des collectivités de financer des travaux sur un terrain privé.

La part de financement de l'Etat provient du Ministère de l'Environnement. L'interlocuteur est donc la DIREN !

3.4 Questions diverses

La question du curage du Rhône : Dans le domaine de compétence du service de la Navigation. Le sentiment de l'hydraulicien : le niveau de l'exutoire du plan de réception est plus important que le niveau du fond du lit. Il faut connaître l'influence sur la ligne d'eau. Il faut aussi connaître les débits seuils d'auto curage : transport des matériaux déposés aux basses eaux. L'impact sur le niveau de la ligne d'eau restera faible**.** Le CEREGE / Université d'Aix Marseille qui forme des géomorphologues procède à des levés bathymétriques du Rhône (avant et après la crue de 2003 sous l'autorité de Mme Provansal).

Le service d'annonce des crues est une émanation du Ministère de l'Equipement.

Analyse du schéma des affluents :

- il existe des crues dites épaisses (qui durent plus longtemps) et des crues pointues ;
- les secondes sont de plus en plus fréquentes ;
- ce qui peut s'expliquer par la canalisation du Rhône qui augmente la vitesse moyenne de l'eau ;
- la diminution des temps de concentration (les surfaces imperméables favorisent les débits momentanés élevés.

DÉBAT

Question de Bernard Picon : "Quand on voit toutes les ruptures de digues qu'on a eu au petit âge glaciaire, plus en 1993, 1994 on s'aperçoit qu'elles sont pratiquement toutes sur la rive gauche du petit Rhône entre Arles et Albaron, et comment ça se fait que ce soit la dernière zone où l'on conforte les digues ?"

Alain ROMAC : "Question difficile. D'abord, il faudrait peut être expliquer comment ont été choisis les secteurs sur lesquels on réalise des travaux aujourd'hui. Cela va peut-être vous surprendre ! Quand il s'est agit de choisir les secteurs pour lesquels on devait monter nos dossiers de demande d'autorisation, avec les services de l'Etat, l'un d'eux nous a imposé trois critères : premier critère : il faut que le secteur que vous confortiez protège une zone habitée et urbanisée ; deuxième critère : il faut que le secteur que vous allez conforter, si jamais il n'était pas conforté et qu'il casse, il faut qu'à cet endroit là, l'eau qui pénètrerait dans les terres pénètre dans la plaine à une vitesse supérieure à un mètre par seconde !... C'est assez recherché comme critère ; troisième critère : là où vous allez faire vos travaux, si jamais il y avait une brèche, la hauteur d'eau stable, une fois les eaux rentrées, soit supérieure à un mètre. Quels étaient les bons secteurs ? Les secteurs densément habités et urbanisés, j'étais capable de les définir. Là où il y aurait eu un mètre d'eau et une vitesse de déplacement de l'eau supérieure à un mètre seconde, j'étais complètement incapable de le savoir. Et pour ça, il a fallu que je m'adresse à un bureau d'étude spécialisé, celui d'ailleurs cité par Mme Balme tout à l'heure, on lui a demandé un complément, pour savoir quels seraient les secteurs où, s'il y avait une brèche, la hauteur d'eau serait de au moins un mètre et la vitesse supérieure à un mètre par seconde. On a ainsi réussi à sélectionner un certains nombre de secteurs, pour lesquels nous avons ensuite été autorisés à mener les travaux. Donc ça répondait pas du tout à la logique que Mr Picon évoquait à l'instant, qui était de dire il y a eu 14 brèches eu 1994, 9 sur le Petit Rhône entre Arles et Albaron, qu'est ce qu'on va se casser la tête à aller chercher d'autres secteurs à conforter ! Mais non ! C'est une autre logique qui a prévalu. C'est pour cela que dans la proposition des secteurs qui restent à traiter, nous avons osé proposer l'ensemble du secteur Arles Albaron. Au jour d'aujourd'hui on a pas eu de réponse bien précise et on ne peut pas dire que cette proposition soit reconnue."

Jean Luc MASSON (adjoint au Maire d'Arles, vice président du Symadrem) : "en fait, en complément de la réponse de Alain Romac, je crois que là c'est toute la notion du risque qu'il faut définir. C'est en fonction des risques encourus que le choix de la programmation se fait. Et le risque qu'est ce que c'est ? Le risque c'est le produit de deux paramètres. L'aléa et l'enjeu. L'aléa, par exemple, c'est lorsque le Rhône atteint un certain débit, il risque de rompre les digues ou de passer par-dessus et donc d'envahir un territoire. L'enjeu c'est qu'il y a 5000 habitants à protéger à cet endroit-là. Le produit de l'aléa et de l'enjeu donne le risque. Il est bien évident que, et cela rejoint la demande qui avait été faite par l'Etat, dans des zones où il n'y a pas de population à protéger, le paramètre enjeu devient très faible, et donc le risque, de fait, devient lui également plus faible. Cela explique que les premiers travaux ont été réalisés sur une zone où la digue était dans un état relativement bon, du moins pas mauvais, si on part du principe qu'il n'y avait pas de bonne digue à l'époque. Mais enfin, ce n'est pas celle, en toute logique, par laquelle on aurait commencé si on avait utilisé uniquement un critère "état des digues". C'était la partie de digue située entre la route de Fourques et la route de Nîmes à Trinquetaille (qui avait été faite un peu avant la création du Sidremer d'ailleurs, puisque la V ille d'Arles était maître d'ouvrage à l'époque des travaux). Et pourquoi a cet endroit là, bien que la digue était relativement satisfaisante ? Parce que derrière il y a un casier délimité par la route de Fourques, la route de Nîmes, la voie ferrée et une population très dense, une zone urbaine très dense. Donc le risque, en cas de rupture, était très grand.

Voila un peu l'explication qui doit être donnée, et qui permet de comprendre pourquoi ce ne sont pas toujours sur les portions de digues en plus mauvais état que les travaux sont réalisés en priorité."

Alain ROMAC : "Je remercie Mr Masson d'avoir fait ce complément important car j'ai été un peu dur. Un peu dur parce que c'était mal passé à l'époque mais c'est vrai que la manière dont je l'ai présenté n'est pas très impartiale, je vous remercie."

Question dans la salle : "Je voudrais poser une question à Mr Romac. Je suis de Mas Thibert. Les digues vont être confortées sur la rive gauche à Port St Louis, et aussi entre Arles et le seuil de Terrin, si j'ai bien compris, pour protéger, je pense, le quartier de Barriol. Evidemment, à Mas Thibert, on est moins nombreux mais le risque est important étant donné que nous sommes dans un casier très étroit. Et nous sommes fermés, même au sud à Port St Louis par une digue qui est très haute qui permet de protéger les bateaux ... du vent... hein, c'est ça... Voilà, je voulais savoir les perspectives qu'on avait sur Mas Thibert ?"

Alain ROMAC : "Tout ce que je peux vous répondre c'est que c'est une perspective non immédiate, sachant que le but de l'opération, c'est quand même, à terme, de traiter l'ensemble du linéaire. Mais d'une part ça coûte mille euros du mètre, à peu près, et d'autre part, il faut bien commencer par un bout... On a fait au jour d'aujourd'hui, environ 10% du linéaire. 17 Km sur 170, à peu près. Il est vrai que les secteurs que l'on a privilégié jusque là c'est selon les critères cités tout à l'heure et adoucis par Mr Masson. Mais comment définir des priorités par rapport à des priorités... Je pense que le secteur de Mas Thibert sera traité à la suite du secteur qui aujourd'hui est proposé. Cela ne veut pas dire qu'il est accepté. On ne sait jamais, des fois qu'il soit refusé, on pourrait proposer Mas-Thibert..."

Sylvie ARIÈS (La Provence) : "je voudrais rajouter une chose qui me paraît assez fondamentale dans la protection contre les crues. Le dispositif qui est mis en place par le Symadrem et qui est relayé après par la ville, c'est quand même une surveillance 24 h/24 h des digues et d'avoir constitué des voies d'accès sur les digues qui permettent, comme ça s'est passé pour Figarès, d'accéder rapidement à la brèche au lieu d'attendre trois semaines pour faire faire le chemin d'accès. C'est vrai que visiblement les travaux traînent et qu'il y a des priorités qui mélangent l'âge du capitaine avec la quadrature du cercle mais on a le sentiment aussi, nous qui sommes (en temps que journaliste) sur le terrain, qu'il y a une surveillance et un système d'accessibilité des digues qui a été une petite révolution en Camargue parce que, il y a encore 10 ans, les digues étaient envahies de broussailles..."

Alain ROMAC : "je me souviens la première fois où j'ai pénétré sur une digue en Camargue. C'était le samedi 9 octobre 1993. Les pompiers m'ont appelé, (car en temps que directeur des services techniques j'assurai une permanence), en me disant qu'il y a l'eau qui rentre au Mas de la Ville. La première chose que j'ai faite a été d'acheter une carte IGN pour savoir où était le Mas de la Ville. Une fois localisé je m'y suis rendu. J'ai laissé ma voiture dans le Mas. Les pompiers m'ont amené en 4x4 jusqu'à l'endroit où ça avait cassé. On a parcouru 100 m sur la digue. Ils étaient deux devant moi et faisaient le passage au coupe-coupe. C'est vrai qu'aujourd'hui, sur l'ensemble du périmètre, y compris à Mas Thibert, vous avez des digues qui sont "lisibles", c'est-à-dire qu'on peut déceler les anomalies qui s'y produisent et on peut effectivement, en cas de crues, avec le système de surveillance qui a été mis en place en collaboration avec la ville d'Arles, on peut déceler les prémices d'un accident. Pour tous les ouvrages qu'on refait, Sylvie Ariès avait raison de le rappeler, on s'est imposé comme critère, de rendre la digue confortée circulable en crête par les engins de travaux publics. En 1993, quand on a découvert le problème de la brèche de Figarès, on a mis en œuvre trois grandes opérations, souvenez vous.

Une opération aérienne avec les hélicoptères puma et les “big bag”, qui étaient fabriqués à l’usine d’incinération puis acheminés sur la route de St Gilles et repris ensuite par les hélicoptère ; une opération fluviale, où on a été acheter des barges à Lyon. On les a descendues. On les a chargées au port fluvial et on a voulu les couler dans la brèche de Figarès de façon à bloquer les entrées d’eau. Et une opération terrestre, toute simple, comme savent le faire les entreprises de terrassement. C’est-à-dire de créer une route pour accéder jusqu’à la brèche. Puisque des deux côtés on avait de l’eau. Le plus simple était d’utiliser la crête de la digue, puisque s’il y avait un endroit qui ne risquait pas d’être inondé c’était bien celui là. On a créé à l’époque une piste depuis la route de St Gilles jusqu’à Figarès de façon à ce que les engins de travaux publics puissent accéder jusqu’à la brèche. Et bien je suis au regret de vous dire que parmi les trois opérations qui ont été mises en œuvre, c’est la seule qui a fonctionné. Les “big bag”... c’est bien pour les médias mais ce n’est pas très efficace. On les a retrouvés à 200 ou 300 m de la brèche. La solution fluviale, n’en parlons pas. On n’a jamais pu couler la barge dans la brèche, à cause du courant... Par voie terrestre, on a mis cinq jours pour réaliser la voie d’accès, et puis derrière, l’entreprise de terrassement a mis trois jours pour fermer la brèche !”

Question dans la salle : “On est en train de mettre beaucoup d’argent pour protéger les digues, mais dans le rapport “territoire Rhône”, ce qu’on relève, notamment sur le Petit Rhône, c’est que ces digues, on doit certainement les éloigner pour rendre le Rhône linéaire, pour que l’eau passe mieux. Est-ce que c’est pas de l’argent gaspillé ?”

Alain ROMAC : “Là où elles ont été confortées, elles ne seront pas déplacées...”

“ Question dans la salle ... mais alors pourquoi le rapport “territoire Rhône” dit qu’il faut les déplacer pour faire en sorte que le Petit Rhône absorbe plus d’eau, et plus facilement, pour qu’elle s’écoule plus facilement ?”

Alain ROMAC : “Alors je sais bien que l’étude “territoire Rhône” est d’une diffusion discrète. Moi je n’ai pas tout à fait lu ça. Ce que j’ai lu par contre, c’est que de façon à faciliter l’écoulement du Petit Rhône, il pouvait être envisagé de couper certains méandres, de façon à ce que le parcours de l’eau soit moins long et arrive plus vite à la mer. En sachant que c’est souvent dans ces courbes que les dangers sont les plus importants. C’est une éventualité qu’il va falloir effectivement confirmer par une étude plus poussée. J’y ai lu aussi qu’il fallait envisager de créer des déversoirs parce que, comme cela a été dit tout à l’heure, il y aura toujours un événement plus important que celui pour lequel on peut se protéger. Il sera peut être après-demain, il sera peut être dans cent cinquante ans mais il viendra... On n’aura bien travaillé que si on a fait des ouvrages qui résistent à un certain degré de crues, à un certain débit, mais aussi si on est capable de faire en sorte que ce débit ne soit pas dépassé. Et ça, la solution c’est le déversoir, déversant l’eau du Rhône dans un champs d’expansion ou dans un canal de dérivation. Alors ça effectivement, je l’ai lu dans l’étude de “territoire Rhône”, mais pas la modification du tracé des digues, me semble t il...”

Bernard Picon : “Je reviens sur cette histoire d’éloignement des digues. L’étude “territoire Rhône” n’a pas force de loi, c’est clair mais je reviens à l’exposé de Mr Olivari et également à celui de Mme Provansal où il est clairement dit qu’il faut redonner un peu de marge de liberté au fleuve et, deuxièmement, sur le problème écologique, les communications entre des berges larges et le centre du fleuve, ça reconstitue une meilleure qualité des eaux et il ne faut pas oublier que l’on va avoir la directive cadre européenne sur l’eau (DCE). Il va falloir arriver au bon état écologique, et, à mon avis, peut être bien que cet éloignement des digues par rapport au lit mineur serait une bonne idée pour atteindre ce bon état écologique. Je n’en sais rien mais la question se pose, je crois, même si “territoire Rhône” ne le dit pas...”

Georges OLIVARI : "Je suis d'accord. Cet espace de liberté, il ne résulte pas simplement de farfelus écolos. Il résulte d'une dynamique fluviale la mieux adaptée. La contrainte du lit c'est sûrement, à un moment, très complexe à gérer aussi bien pour les hydrauliciens que pour les hydrobiologistes. Chaque fois qu'on offrira une possibilité plus large à une rivière de s'étaler et bien on mettra moins d'énergie et donc on fera une meilleur préservation du système. Et je pense qu'on est tous gagnants parce que quand on diminue l'énergie on facilite la stabilité des ouvrages."

Question dans la salle : "J'ai une impression un peu bizarre d'avoir des chercheurs qui travaillent sur des solutions, des hydrauliciens qui essaient d'imaginer comment gérer demain un fleuve en prenant en compte des aspects hydrauliques, naturels, humains, etc.... et de l'autre côté des services de l'Etat qui gèrent l'urgence, efficacement, mais qu'il n'y a pas de liaison entre ces deux systèmes. On est en train d'utiliser des vieilles méthodes, les digues, la surveillance et je vois pas où est la rencontre entre la réflexion qui a été portée par des scientifiques et l'application par des outils de mise en œuvre comme le Symadrem."

Sylvie ARIÈS : "C'est ce que l'AEEC et le DESMID essayent de faire aujourd'hui..."

Bernard PICON : "Il faut désegmenter les relations entre la recherche et la gestion. Je crois qu'on en est encore loin et qu'il faut travailler à ça..."

Georges OLIVARI : "Les scientifiques comme les géographes, les hydrauliciens, les hydrobiologistes sont souvent imposés dans les réunions. On a eu pendant longtemps l'impression de servir de caution, on disait ce qu'on avait à dire et chacun faisait ce qu'il voulait. La réglementation a changé. La loi met la gestion du milieu comme un des éléments de gestion du territoire et de l'espace. Plus la loi avance et plus la place du milieu devient un élément déterminant. Encore une fois pas simplement pour satisfaire les doux rêveurs dont je suis, mais parce que le développement durable ne pourra pas se faire sans une prise en compte équilibrée de ce territoire. J'ai quelquefois l'impression que dans les réunions, on est dans des réunions de consensus mou où on parle tous des choses sur lesquelles on est d'accord et pas sur ce qui fâche. C'est ça qui est un peu dommage. Les choses qu'on a à dire, celles que j'ai exposées, ne sont pas forcément très agréables pour des personnes qui ont été inondées. Mais, dans les situations d'urgence, il est urgent de réfléchir. Ce que disait Bernard Picon à l'introduction du colloque : il faut laisser le temps aux scientifiques d'amener des réponses Il faut pas empêcher les gens d'agir dans l'urgence mais il faut encadrer ça."

Fin du débat

GÉRER LES INONDATIONS

"*La gestion des inondations à partir des documents de l'Etat. La notion d'espace de liberté d'un cours d'eau…*" par Christophe ESPOSITO – Ingénieur T.P.E. – Centre d'Etudes Techniques de l'Equipement

"*Présentation juridique du P.P.R.I*" par Chantal GIL Avocate spécialiste en droit public - SELARL GIL-CROS

"*Evaluer le risque à sa juste mesure : pour une réactualisation des connaissances, une planification et une gestion rigoureuses de l'espace*" par Marcel MASSON Expert en environnement et risques naturels Ex-CETE Méditerranée

Débat

"*De la Loire au Rhône : réapprendre à vivre avec les inondations*" par Martin ARNOULD - Chargé de programme "Rivières vivantes" W.W.F.

"*La gestion des crues et des inondations au sein d'une politique locale de l'eau : le Contrat de Delta Camargue*" par Stéphane MARCHE - Chargé de mission "eau et milieux aquatiques" - Parc Naturel Régional de Camargue

"*Amélioration du fonctionnement hydraulique de la plaine alluviale du Gardon d'Anduze (commune d'Atuech)*" par Gérard METGE Docteur - Université Aix-Marseille III

Débat

CHRISTOPHE ESPOSITO

Ingénieur T.P.E.

Centre d'Etudes Techniques de l'Equipement

LA GESTION DES INONDATIONS Á PARTIR DES DOCUMENTS DE L'ÉTAT. LA NOTION D'ESPACE DE LIBERTÉ D'UN COURS D'EAU

La gestion des inondations peut être faite à partir des documents de l'Etat. La notion d'espace de liberté du cours d'eau est un facteur déterminant. Les zones inondables sont définies à partir de plusieurs méthodes (hydraulique, géomorphologique, historique).

1 L'approche hydraulique

Sous l'action de trois principales forces, les forces d'inertie (celles liées la vitesse du fluide), de frottement (les forces qui s'opposent à celles d'inertie) et de gravité (celles liées à la pesanteur), et en fonction des paramètres de temps et d'espace, la propagation du fluide dans une section ou, plus généralement, une série de sections s'effectue selon diverses modalités, et se traduisent par deux grands types et deux grands régimes d'écoulement.

1.1 Les régimes d'écoulement : nombres de Reynolds et de Froude.

Le régime d'écoulement est classiquement défini à partir de deux nombres dimensionnels, le nombre de Reynolds et le nombre de Froude.

Le nombre de Reynolds exprime l'action des forces de viscosité (Lencastre, 1995). Lorsqu'un volume liquide s'écoule, si les molécules, ou plus généralement les filets d'eau, se déplacent parallèlement les uns aux autres, l'écoulement est dit laminaire ou tranquille. Autrement dit, cet écoulement correspond à un mouvement ou chaque particule décrit une trajectoire bien définie et est animée d'une vitesse uniquement dans le sens de l'écoulement. Lorsque ces mêmes filets d'eau se déplacent de façon plus hétérogène, c'est à dire que chaque particule est animée d'un mouvement d'agitation qui se concrétise par des vitesses transversales à l'écoulement, l'écoulement est dit turbulent. Le nombre de Froude traduit l'influence de la pesanteur sur l'écoulement. Également appelé coefficient cinétique, le nombre de Froude représente le rapport entre les forces de gravité et les forces d'inertie, c'est-à-dire qu'il exprime le rapport entre la vitesse moyenne de déplacement d'une onde de surface et la célérité du flux se propageant vers l'aval.

1.2 Les types d'écoulement.

Les variations des caractéristiques de l'écoulement dans le temps et dans l'espace sont à l'origine de la distinction de plusieurs types d'écoulement.

- *L'écoulement uniforme*, varié s'explique lorsqu'on s'attache à la dimension spatiale de la variation des variables caractéristiques de l'écoulement (la hauteur d'eau, les débits, la vitesse moyenne). On distingue un régime uniforme et un régime non uniforme. Lorsque les variables ne varient pas dans l'espace, l'écoulement est dit uniforme. Cela signifie concrètement que le long de plusieurs profils en travers successifs, la hauteur d'eau, les débits, la vitesse moyenne restent constants. Cela signifie par exemple que la pente de la ligne d'eau reste parallèle à la pente du fond du canal. Lorsque ce n'est plus le cas, le régime est dit varié. On parle alors d'écoulement graduellement varié dans le cas où ces variations sont progressives et d'écoulement rapidement varié lorsque ces variations sont brusques.
- Dans le cas d'un *écoulement graduellement varié*, on admet que l'écoulement est quasiment uniforme le long d'un petit tronçon et que la vitesse moyenne reste quasiment constante. Le schéma de la *Figure* permet d'illustrer ces différentes situations.

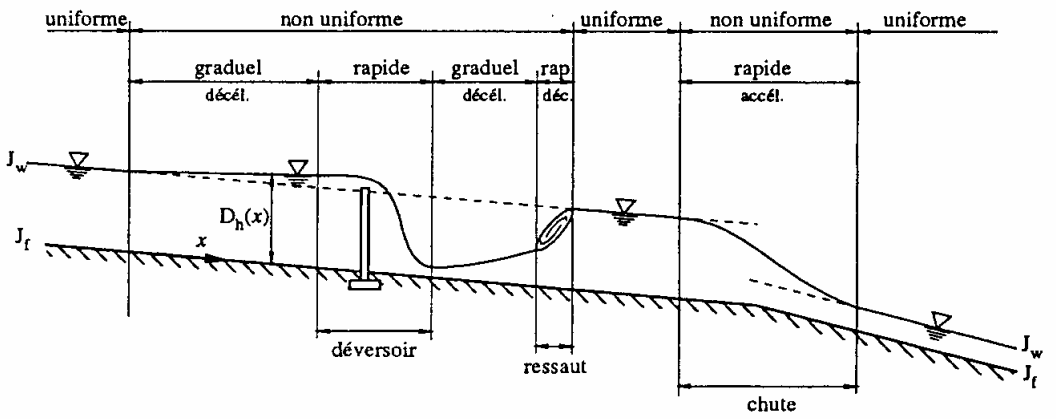


Figure 1 : Représentation des écoulements uniformes, variés.

Source : Chave, 2003

- *L'écoulement permanent ou non permanent* s'explique lorsque l'on s'attache à la dimension temporelle de l'écoulement dans une rivière. On peut distinguer un régime permanent et un régime non permanent. En effet, lorsque les caractéristiques de l'écoulement ne changent pas au cours du temps, c'est-à-dire que les vitesses moyenne ou ponctuelle ou la profondeur d'eau, ne varient pas en grandeur et en direction, l'écoulement est dit permanent. Dans le cas ou ces paramètres fluctuent avec le temps, l'écoulement est dit non permanent, ou, selon d'autres termes, transitoire. Cela signifie que le débit n'est pas constant au cours du temps, comme cela est le cas lorsque se propage une onde de crue.

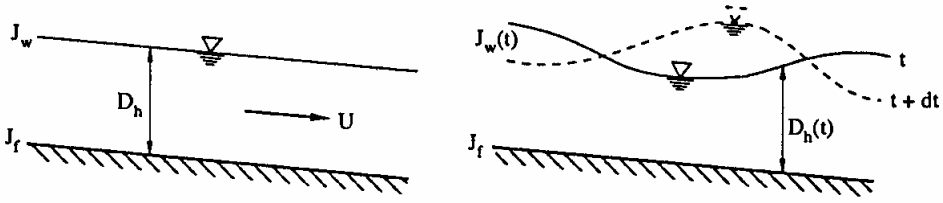


Figure 2 : Schéma de l'écoulement permanent (à gauche) et de l'écoulement non permanent (à droite).

Source : Chave, 2003

Donc, la modélisation hydraulique est un outil de calcul de l'ingénieur hydraulique qui a pour fonction de simuler les écoulements des rivières et produire les résultats en général attendus suivants :

- niveaux d'eau,
- débits,
- vitesses d'écoulement.

Une modélisation suppose toujours une représentation simplifiée du phénomène étudié. Celle-ci est l'application d'un modèle hydraulique à des données topographiques et des conditions hydrologiques et hydrauliques adaptées à la rivière et aux phénomènes étudiés.

Les outils disponibles les modèles physiques (maquettes) qui sont en général réduit et s'appuient sur le respect de lois de similitude. Ils sont utilisés pour une modélisation fine et locale d'écoulements complexes notamment 3D. Il y a aussi les modèles mathématiques qui s'appuient sur la résolution d'équations mathématiques simplifiées en décrivant les écoulements liquides à surface libres. Ils sont en général utilisés pour modéliser les écoulements des rivières sur de grandes longueurs (plusieurs kilomètres).

Les modèles mathématiques disponibles sont les suivants :

- *les modèles unidimensionnels* (1D) s'appuient sur une schématisation d'un axe d'écoulement qui nécessite de positionner des points de calculs et de préciser les liaisons entre ces points. Les caractéristiques de l'écoulement sont représentées au point de calcul par des valeurs moyennées dans la section correspondante. Ces modèles sont adaptés aux ordinateurs actuels ;
- *les modèles bidimensionnels* (2D) s'appuient une un maillage de points géoréférencés entre lesquels l'écoulement se répartit par calcul. La schématisation des écoulements semble donc moins subjective. Cependant ces modèles nécessitent des capacités importantes de calculs informatiques.

Il est à noter que les modèles mathématiques communément utilisés en hydraulique fluviale résolvent les équations de Barré de Saint-Venant (1871) qui régissent les écoulements non permanents en rivières ou des équations simplifiées qui en dérivent. Ils résolvent également des équations particulières qui représentent les écoulements dans les sections singulières (rétrécissements, élargissements, seuils...).

2 L'approche hydrogéomorphologique

La méthode hydrogéomorphologique est une première phase d'analyse des milieux naturels et anthropisés des vallées. Elle se base sur une approche naturaliste qui permet de mettre en évidence les différents lits des cours d'eau ainsi que les diverses implantations susceptibles de perturber les écoulements, en les accélérant ou en les ralentissant. De là, elle permet de déduire les zones inondables par les crues rares à exceptionnelles ainsi que les valeurs approchées des paramètres physiques des inondations. Cette méthode s'appuie sur la photo-interprétation et sur une étude de terrain qui permettent de mettre en évidence les différentes unités géomorphologiques. On distingue alors celles qui appartiennent à la partie active du cours d'eau (zone inondable) et celles qui sont hors de la zone active et donc hors zone inondable (les terrasses, le substratum… qui forment l'encaissant). Ces unités sont séparées par des discontinuités matérialisées par des talus plus ou moins marqués qui permettent de les délimiter dans l'espace.

La pertinence de cette approche naturaliste qui permet une bonne connaissance des éléments naturels ou anthropiques structurant le paysage des vallées, des différentes unités constituant la plaine alluviale fonctionnelle et du fonctionnement hydrodynamique des cours d'eau, a été vérifiée en particulier dans la région méditerranéenne à l'occasion des crues exceptionnelles récentes de novembre 1999 dans l'Aude et de septembre 2002 dans le Gard.

2.1 Bases scientifiques de l'approche hydrogéomorphologique :

L'approche hydrogéomorphologique est une méthode d'analyse géomorphologique appliquée aux plaines alluviales actuelles. La géomorphologie est une science ayant pour objet la description et l'explication du relief terrestre, continental et sous-marin (Coque, 1993). En étudiant à la fois la mise en place des reliefs à l'échelle des temps géologiques, les effets des variations climatiques et les processus morphogéniques actuels (qui façonnent les modelés du relief), la géomorphologie fournit une base sur la connaissance globale de l'évolution des reliefs à différentes échelles de temps et d'espace, qui permet de retracer pour chaque secteur étudié un modèle d'évolution, prenant en compte son histoire géologique et climatique.

Au cours du Quaternaire, dernière ère géologique commencée il y a environ 1.8 millions d'années, les nombreuses alternances climatiques ont multiplié les phases d'encaissement et d'alluvionnement entraînant l'étagement et/ou l'emboîtement des dépôts alluviaux. On attribue couramment la terrasse la plus basse située au-dessus du lit majeur fonctionnel au Würm (- 80 000 à –10 000 ans), qui constitue la dernière grande période froide avant la mise en place des conditions climatiques actuelles. Il y a 10 000 ans commence l'Holocène, période actuelle, pendant laquelle se sont façonnées les plaines alluviales actuelles étudiées par l'approche hydrogéomorphologique.

2.2 Principes de la méthode d'analyse hydrogéomorphologique :

Les bases de cette méthode, énoncées dans le guide "Cartographie des zones inondables – Approche hydrogéomorphologique – METT / MEDD – Editions Villes et Territoires" paru en 1996, reposent sur l'analyse suivante :

- de l'organisation physique de la vallée permettant l'élaboration d'un modèle théorique de base et la prise en compte de son évolution spatiale et temporelle,
- des informations relatives aux crues historiques,
- de l'occupation des sols,
- des aménagements anthropiques susceptibles de modifier le fonctionnement hydraulique du cours d'eau notamment en crue.

La détermination de ce modèle nécessite de décomposer le milieu alluvial, de nature complexe, en ses éléments constitutifs les plus significatifs :

- des unités spatiales homogènes traduisant le fonctionnement hydraulique du cours d'eau pour ses différents régimes :
  - versant et terrasses alluviales : Encaissant
  - plaine alluviale fonctionnelle : Zone inondable / lits mineurs / lits moyens
- lits majeurs.
- des limites précises séparant ces différentes unités, et permettant d'en assurer la cartographie : ce sont les talus, entailles générées par les différentes phases d'érosion subies par la vallée,
- à l'intérieur du lit majeur, des structures morphologiques secondaires, qui peuvent avoir une grande incidence sur les conditions de l'écoulement hydraulique des crues (chenaux ou axes d'écoulement préférentiel, annexes fluviatiles, bourrelets de berges, dépressions, gouttières, ….).

La zone inondable correspond à la superficie de la plaine alluviale fonctionnelle susceptible d'être affectée par des inondations fréquentes à exceptionnelles.

Le fonctionnement des cours d'eau génère des stigmates morphologiques identifiables qui façonnent le fond des vallées. Ces zones actives se présentent suivant une hiérarchie graduelle, susceptibles d'accueillir des crues d'intensité et de récurrence variables. Les différentes unités délimitant les plaines alluviales modernes sont aussi témoins de l'hydrodynamisme du cours d'eau.

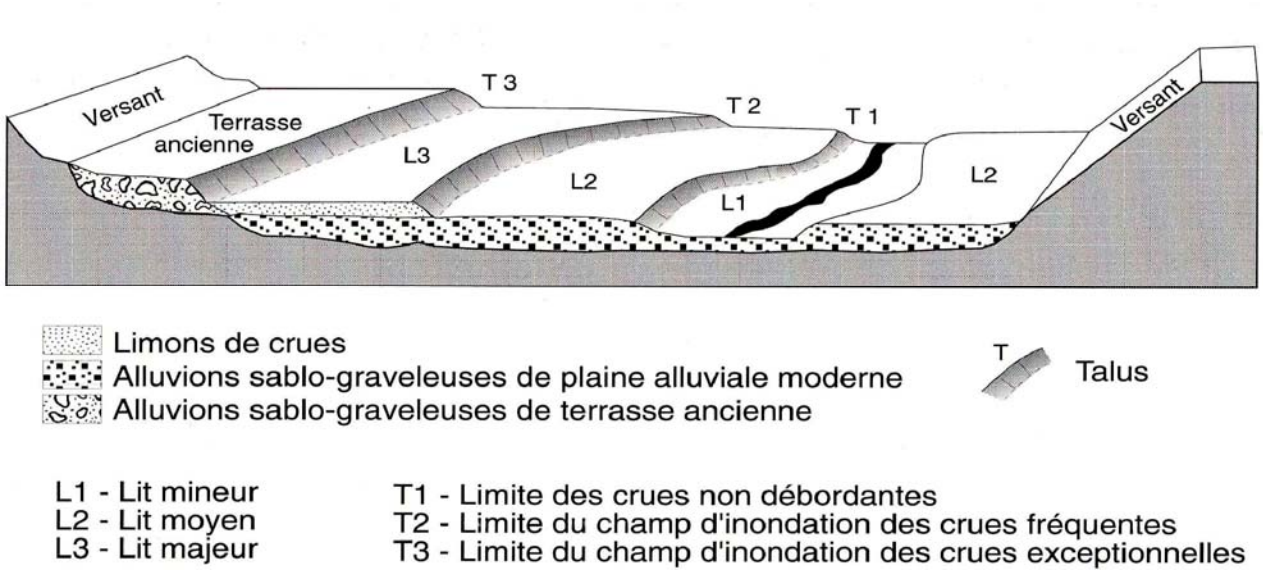


Figure 3 : Relation topographique entre les différents lits.

Source : Cartographie des zones inondable, approche hydrogéomorphologiques, p. 29

2.3 Mise en œuvre de la méthode d'analyse hydrogéomorphologique :

Basée sur l'observation, la méthode dispose des moyens d'étude suivants :

- l'exploitation de la documentation existante :
  - les cartes scientifiques, géologiques, et (plus rarement) géomorphologiques et pédologiques,
  - les cartes topographiques : couverture IGN de la France au 1/25.000, qu'il est possible d'agrandir au 1/10.000.
- *la télédétection*, et plus précisément compte tenu de l'échelle des études à mener, la photo-interprétation stéréoscopique des photographies aériennes. Toutes les couvertures photographiques aériennes stéréoscopiques anciennes sont exploitables, avec une préférence pour les grandes échelles (1/10.000 au 1/25.000). L'étude de deux (ou plus) couvertures anciennes permet des interprétations diachroniques, très utiles dans certains cas. La commande par le maître d'ouvrage d'une mission nouvelle à un opérateur spécialisé est souhaitable lorsque les missions disponibles sont peu adaptées (échelle – ancienneté – enjeux forts – mauvaise qualité).
- *les observations de terrain* : indispensables dans tous les cas, elles permettent de vérifier et de compléter (dans le cas d'un couvert forestier par exemple) l'information obtenue par photo-interprétation. Elles comprennent également les enquêtes de terrain relatives aux crues antérieures : localisation de laisses et de repères de crues, recueil d'informations orales.

2.4 Principal résultat de la méthode : la carte hydrogéomorphologique

A la suite de cette phase d'analyse et d'interprétation, la carte hydrogéomorphologique peut être réalisée. Le rendu cartographique correspond au report, à une échelle choisie (en général 1/25.000 et 1/10.000) sur un support choisi (en général SCAN 25 en niveau de gris) des éléments suivants :

- Mise en place des structures de base : relief encadrant la plaine alluviale et réseau hydrographique.
- Interprétation et report des unités hydrogéomorphologiques :
  - Limites externes du lit majeur
  - Limites lit majeur / lit moyen / lit mineur.

La précision demandée demande une légende appropriée pour chaque cartographie suivant son échelle. Les facteurs influençant l'hydrodynamisme du cours d'eau seront reportés sur cette cartographie. Les éléments structurant la plaine alluviale fonctionnelle peuvent être nivelés ou masqués pour de multiples raisons : agriculture, urbanisation, infrastructures routières… Les différentes composantes du système alluvial seront reportées de façon très précise sur la carte (*Figure*) avec une mission de validation consistant en une expertise de terrain.

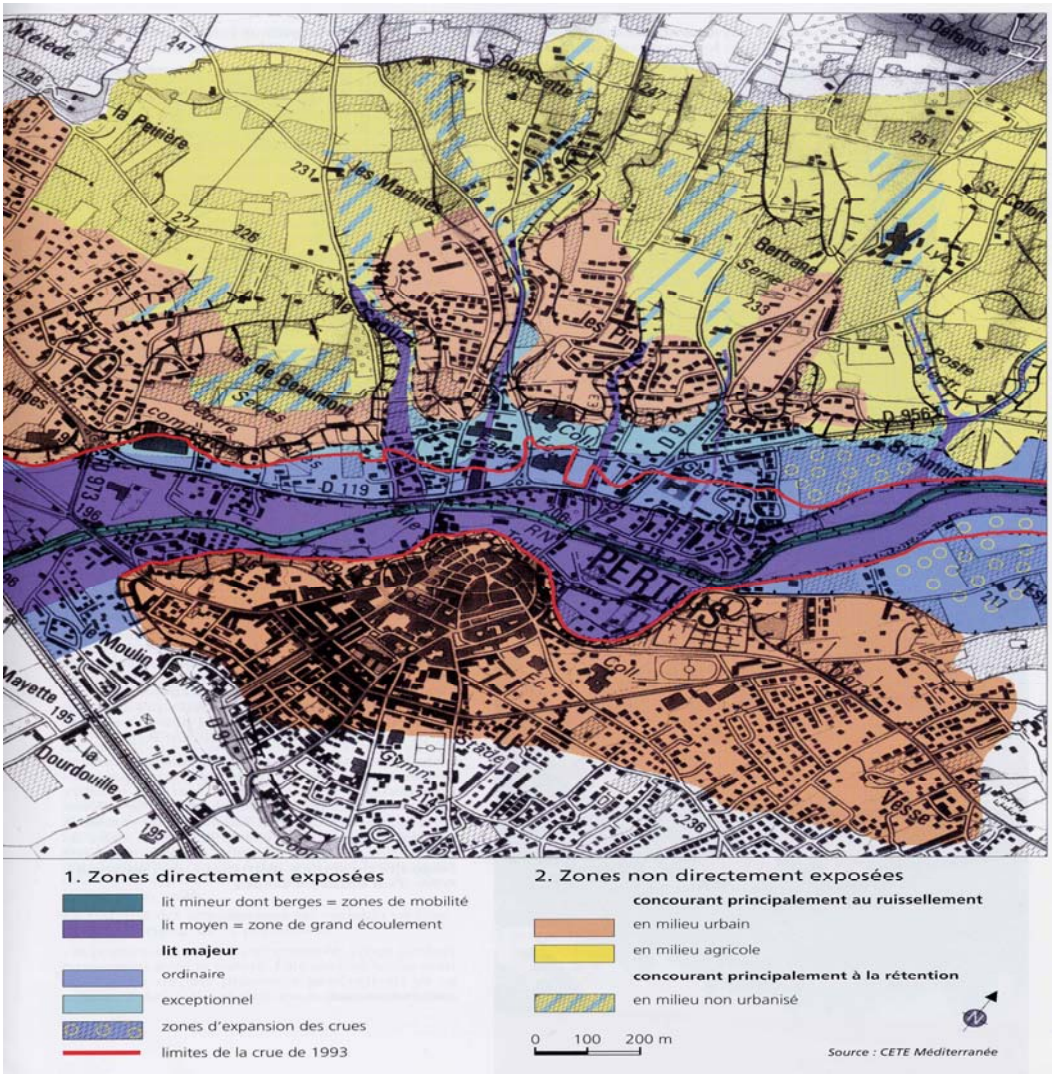


Figure 4 : Carte hydrogéomorphologique de Pertuis (Vaucluse).

Source : Guide méthodologique PPR - Risques d'inondation, p. 43

3 L'approche historique

La connaissance des crues historiques constitue l'un des deux volets fondamentaux du diagnostic de l'aléa inondation. Elle est directement complémentaire de la cartographie hydrogéomorphologique. La fiabilité des données historiques étant très variable, l'exhaustivité de l'information a été recherchée. De nombreuses sources documentaires peuvent être consultées pour cela, telles que :

- Les hauteurs d'eau relevées aux Echelles d'Annonce des Crues lors de crues fournies par le service d'annonce des crues de la Direction Départementale de l'Equipement.
- Le relevé des crues historiques permet d'obtenir des limites de zones qui ont été inondées et peuvent être numérisées. La comparaison avec le positionnement de la limite hydrogéomorphologique doit systématiquement être réalisée.
- Les bases de données historiques sur les inondations des cours d'eau étudiés doivent être consultées.
- Des enquêtes doivent être menées auprès des communes concernées par le risque inondation sur tout le bassin versant étudié.
- Enfin pour compléter ces différentes sources, nous pouvons mener des recherches aux Archives Départementales.

En prenant l'exemple du bassin versant des Gardons, l'objectif des recherches d'archives a consisté à compléter, dans la mesure du possible, les informations historiques recensées dans la base de données dont dispose déjà la DDE 30. Les recherches aux Archives Départementales du Gard ont porté sur deux séries principales :

- La série S qui rassemble toute la documentation du service hydraulique de la Préfecture
- La série M qui rassemble toutes les données relatives à la population, et apportant le maximum d'information sur les dégâts occasionnés par les crues

Par ailleurs, il a été consulté certaines archives communales déposées aux archives départementales, et en particulier le dépôt de la commune d'Anduze. Au terme de cette étude, il apparaît que la base de données déjà constituée est assez exhaustive sur les crues et inondations des Gardons. C'est probablement principalement vers les archives communales qu'il faudra orienter les recherches. L'objectif du volet historique de l'Atlas des zones inondables étant avant tout d'obtenir des informations spatiales sur les inondations passées, les mentions recherchées sont avant tout, celles repérables géographiquement. Toutes sources confondues, nous avons trouvé plusieurs cas de figures :

- des mentions totalement imprécises, sans indication de lieu, et donc non localisables
- des mentions fournissant seulement des noms de quartier, de lieu-dit
- des mentions précises indiquant des noms de rue, des églises ou des ponts particuliers

Plusieurs types d'information se sont de même présentés à nous :

- aucune information, si ce n'est qu'il y a eu inondation ou peu d'informations ("dommages" par exemple)
- des informations plus précises sur la nature des dommages
- des informations relatives à des hauteurs d'eau

Toutes les informations rassemblées nous ont permis d'établir une liste chronologique des dates pour lesquelles est recensée une inondation. Un extrait de cette liste est représenté sur la **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**.

Il a fallu, parmi toutes les informations obtenues, effectuer un tri afin de sélectionner pour les intégrer dans la base de données numériques, les informations qui sont d'une part localisables précisément, et d'autre part les moins sujettes à caution. En effet, face aux informations livrées par les archives, il est d'usage d'émettre certaines réserves concernant la fiabilité, la véracité et la précision des renseignements. C'est pourquoi seules les informations localisables avec une marge d'erreur faible ont été intégrées dans la base de donnée du système d'information géographique.

Chronologie des crues et inondations		
date	**cours d'eau**	**communes sinistrées**
1295	Gardon d'Alès	Alès
1310	Gardon d'Alès	Alès
1375	Gardon d'Alès	Alès
1403	Gardon et Gardon d'Anduze	Lézan et Boucoiran et Nozières, Massillian
1436	Gardon d'Alès	Alès
21 septembre 1470	Gardon d'Alès	Alès
11 novembre 1544	Gardon d'Anduze	Cardet
10 et 11 septembre 1604	Gardon d'Alès	Alès
1730	Gardon	Méjannes lès Alès, Rousson
14 septembre 1731	Gardon d'Alès	Blavannes (Branoux les Taillades)
1740	Gardon d'Anduze	Anduze
13 au 15 septembre 1741	Gardon d'Alès et d'Anduze	Alès
28 et 31 octobre 1951	Gardon	Alès
30 et 31 octobre 1951	Gardon et Gardon d'Alès	
10 et 11 novembre 1951	Gardon, Gardon d'Alès, d'Anduze, de Mialet et de saint Jean	Alès, Saint Jean du Gard
6 et 7 janvier 1955	Gardon, Gardon d'Alès et d'Anduze	
1 et 2 février 1955	Gardon, Gardon d'Alès et d'Anduze	
11 juin 1957	Gardon d'Alès	Alès
20 septembre 1957	Gardon de Saint Jean	
30 septembre 1958	Gardon, Gardon d'Alès et d'Anduze	Alès , Cendras , Ners, Remoulins, Saint Jean du Gard, Grand combe, Ners , Dions
4 octobre 1958	Gardon	

Figure 5 : Extrait de la liste chronologique des crues.

Source : Atlas des Zones Inondables des Gardons

Bibliographie

COQUE R., 1993, “Géomorphologie”, Edition A. Colin, Paris, 503 p.

Plan de prévention des risques naturels (PPR) – Risques d’inondation – Guide méthodologique, MEDD, METL, La Documentation française, Paris, 1999.

Cartographie des zones inondables – Approche hydrogéomorphologique – METT / MEDD – Editions Villes et Territoires – 1996.

CHANTAL GIL

Avocate spécialiste en droit public

SELARL GIL-CROS

PRÉSENTATION JURIDIQUE DU P.P.R.I

Le retard constaté dans la mise en œuvre des P.E.R., la catastrophe de Vaison la Romaine ont mis en évidence la nécessaire relance de la politique de prévention de l'Etat. Présentation de ce qu'est un P.P.R.I., son élaboration, ses incidences.

INTRODUCTION

Jusqu'en 1994, l'Etat français disposait de plusieurs outils de prise en compte des risques dans l'aménagement dont le plus connu était le plan d'exposition aux risques (PER) crée par la loi du 13 juillet 1982 relative à l'indemnisation des victimes de catastrophes naturelles. Il s'agissait, par l'établissement de ces plans, de réduire la vulnérabilité des territoires exposés et de limiter la charge financière imposée à l'ensemble de la collectivité nationale par l'indemnisation des dommages dus aux catastrophes naturelles.

Le retard constaté dans la mise en œuvre des PER d'une part, la catastrophe de Vaison la Romaine en septembre 1992, puis les graves inondations et mouvements de terrains de la fin de l'année 1993 et du début de 1994 d'autre part, ont mis en évidence la nécessité d'une relance de la politique de prévention de l'Etat. En ce qui concerne la prise en compte du risque dans l'aménagement, cet objectif s'est traduit dès 1995, par deux mesures :

La refonte des procédures existantes spécifiques aux risques

Les R 111-3, PER ainsi que les plans de surfaces submersibles et les plans de zones sensibles aux incendies de forêt sont supprimés et remplacés par une procédure unique : le plan de prévention des risques naturels prévisibles, ou PPR. Celui-ci a été institué par la loi n°95-101 du 2 février 1995 relative au renforcement de la protection de l'environnement, dite "Loi Barnier". Ses conditions de mise en œuvre ont été précisées par le décret n° 95-101 du 5 octobre 1995. La procédure PPR est désormais définie par les articles L 562-1 à L 562-9 du code de l'environnement.

La loi n° 2003-699 du 30 juillet 2003 relative à la prévention des risques technologiques et naturels et à la réparation des dommages (dite Loi "Bachelot") vise à compléter les dispositifs existants et à renforcer l'information, les possibilités d'intervention des collectivités locales et le financement de certaines mesures --> Des commissions départementales sont créées avec pour mission de mettre en place des schémas de prévention des risques naturels majeurs ouvrant également sur l'interdépartementalité.

L'augmentation des moyens financiers

Les moyens financiers consacrés globalement à la cartographie des risques ont été fortement augmentés depuis 1994, afin de doter d'un PPR les 5000 communes les plus exposées à un risque d'ici 2005.

Le plan de prévention des risques naturels (PPR) crée par la loi du 2 février 1995 constitue aujourd'hui l'un des instruments essentiels de l'action de l'Etat en matière de prévention des risques naturels. L'avènement régulier de catastrophes naturelles (Chamonix et Aude en 1999, tempête fin décembre 1999, Seine Maritime, Guyane et Menton en 2000, Bretagne et Somme en 2001, Gard, Hérault et Vaucluse en 2002) ont montré l'importance de renforcer la politique de prévention des risques et d'accélérer l'élaboration des PPR pour prendre des mesures pour réduire la vulnérabilité des personnes et des biens.

L'élaboration des PPRI s'est nettement accélérée. Au 31 décembre 2002, plus de 3700 communes étaient dotées d'un plan de prévention des risques approuvés. Sur plus de 5400 autres, un PPR avait été prescrit. Les études préparatoires sont financées par le ministère de l'écologie et du développement durable. L'objectif du ministère chargé de l'écologie est de doter d'un PPR en 2005 les 5000 communes les plus exposées à un risque naturel. Afin d'atteindre cet objectif, les moyens financiers consacrés par le ministère aux PPR ont augmenté d'une façon considérable au cours des dernières années. Ils s'élèvent à 15 M€, dont la moitié est financée par le Fonds de prévention des risques naturels majeurs.

L'objectif du PPRI est de prendre en compte le risque inondation dans les décisions d'aménagement et de développement.

Le PPR permet de prendre en compte l'ensemble des risques. L'action de prévention doit porter sur l'ensemble des risques que sont notamment les séismes, les mouvements de terrain, les incendies de forêt, les avalanches… Mais les inondations représentent le risque naturel le plus courant en France.

Le PPRI relève de la responsabilité de l'Etat pour maîtriser les constructions dans les zones exposées aux risques. Il a été conçu avec le souci d'un fort contenu réglementaire et d'une élaboration simplifiée.

1 L'élaboration du PPRI : l'aboutissement d'une concertation

Le PPRI est réalisé sous l'autorité du Préfet de département qui l'approuve après consultation des communes et enquête publique. Cette étroite concertation avec les communes concernées a lieu dès le début de l'élaboration.

1.1 Un processus d'élaboration maîtrisé par l'Etat

1.1.1 Le rôle moteur du Préfet

Le Préfet arrête prescription et approbation du PPRI

- Décret n° 95-1089 du 5 octobre 1995 article 1 : le Préfet prescrit l'établissement du PPRI par arrêté
- L'arrêté détermine le périmètre mis à l'étude. Il détermine donc les communes concernées par le projet.

(Décret n° 95-1089 du 5 octobre 1995 article 7 alinéa 6) le Préfet approuve le PPRI par arrêté

1.1.2 Un document mis en forme par les services de l'Etat

Le service déconcentré désigné élabore le document.

- L'élaboration du PPRI est conduite par les services de l'Etat (DDE)
- L'élaboration du PPRI débute en général par l'analyse historique des principaux phénomènes naturels ayant touché le territoire étudié.
- Après cette analyse, on dispose d'une cartographie, dite carte des aléas, qui permet d'évaluer l'importance des phénomènes prévisibles.
- Cette carte, après une concertation avec les différents partenaires locaux, et après une analyse des enjeux locaux en termes de sécurité et d'aménagement, forme la base de la réflexion qui va conduire au PPRI.
- Le PPRI a pour objet de rassembler les connaissances des risques sur un territoire donné, d'en déduire une délimitation des zones exposées et de définir des prescriptions en matière d'urbanisme, de construction et de gestion dans les zones à risques, ainsi que des mesures de prévention, de protection et de sauvegarde des constructions existantes dans cette zone.
- Il permet d'orienter le développement vers des zones exemptes de risque.

1.2 Un contenu élaboré en partenariat avec les acteurs locaux

L'élaboration du PPRI doit rechercher la simplicité. La simplification apportée par le PPRI se manifeste d'abord dans les dispositions de procédure adoptées. En particulier, si la procédure de réalisation est habituelle (approbation par arrêté préfectoral après enquête publique, consultation des communes et consultation d'autres organismes dans certains cas particuliers),

tous les avis sont réputés favorables dans le délai de deux mois après la consultation et l'approbation est totalement déconcentrée au niveau du Préfet. En outre, ce dernier peut, en cas d'urgence, après information des maires, rendre immédiatement opposables certaines mesures du projet de PPRI.

La simplicité juridique serait de peu d'effet si elle ne s'accompagnait d'une adaptation des méthodes mises en œuvre. L'objectif est donc de réaliser sans tarder des documents prenant en compte les risques connus plutôt que de privilégier la recherche d'une précision illusoire de la connaissance des phénomènes naturels avant toute mesure de prévention.

1.2.1 Le PPRI est un document de prévention pour les risques d'inondation qui doit être réalisé avec pragmatisme à partir de la connaissance actuelle des aléas et enjeux.

L'objet du PPRI est donc surtout de délimiter les zones exposées au risque d'inondations et certaines zones non directement exposées, y interdire les projets nouveaux ou les autoriser sous réserve de prescriptions et y définir les mesures de prévention, de protection et de sauvegarde à prendre par les collectivités ou les particuliers ainsi que des mesures d'aménagement, d'utilisation ou d'exploitation relatives à l'existant.

L'Etat affiche le phénomène à prendre en compte, qui dépendra du type de risque (aléa et enjeux) étudié et de la connaissance qu'on en a. Il se référera soit à des évènements historiques connus, soit à un évènement potentiel susceptible de se produire notamment dans une période donnée.

Les études pour les PPRI sont réalisées à un niveau général, adapté à l'échelle d'un bassin et à la précision réelle qu'on peut espérer d'études de risque. *Ce niveau correspond aussi au partage de responsabilités entre l'Etat (affichage du risque et mesures de prévention) et les communes (PLU).*

Pour cela, l'étude des phénomènes naturels porte sur un bassin de risques (ensemble homogène d'une plaine alluviale….). Elle recourt à l'exploitation des données existantes, des archives et des photographies aériennes selon une approche essentiellement qualitative. Elle s'appuie sur une étude qualitative du terrain, des enquêtes auprès de la population et des élus, et l'expertise de l'homme de l'art.

Elle donne lieu à la production de cartes (au moins une carte informative des phénomènes naturels, une carte des aléas et une carte des enjeux) dressées à moyenne échelle, au 1.25 000 éventuellement agrandies au 1.10.000 pour une meilleure lecture, ou plus précises si les documents disponibles le permettent. Ces cartes peuvent être utilisées pour produire tout document d'information sur les risques naturels comme le m ou bien un atlas, par exemple des zones inondables.

S'agissant de la détermination de phénomènes naturels potentiels, il existe une part importante d'incertitudes. La réalisation d'études détaillées, destinées à réduire la marge d'incertitude, ne devra être envisagée qu'au cas par cas, pour préciser localement le risque, et si leur utilité est avérée au regard des objectifs de l'Etat.

Au terme de l'évaluation de l'aléa et des enjeux, le PPRI délimite les zones soumises au risque inondation pour y définir les prescriptions d'urbanisme, de construction et de gestion qui s'appliqueront au bâti existant et futur. Des zones inconstructibles ou constructibles sous conditions particulières sont ainsi déterminées selon l'intensité et l'occurrence des aléas qui menacent soit des espaces libres, soit des enjeux présents dans les espaces urbanisés. Lorsque les lieux sont habités et qu'il existe des activités en zones à risque, des mesures sont définies pour sauvegarder et protéger les populations et les biens. Ces mesures de prévention, de protection et de sauvegarde doivent souvent être prises par les particuliers et les collectivités territoriales.

1.2.2 Le consensus sur les mesures à prendre est régulièrement recherché

Faire largement partager la connaissance des aléas vise à faire évoluer la position des acteurs de l'aménagement en mettant en lumière leurs responsabilités respectives, et à faciliter la suite du processus qui consiste à définir le zonage réglementaire et les prescriptions applicables. Dans le débat qui s'engage, l'Etat, responsable de l'élaboration des PPRI, doit afficher fermement les objectifs poursuivis et les moyens qu'il va mettre en œuvre. Sa fermeté ne fait pas obstacle à des échanges de points de vues approfondis avec les élus, pour adapter à chaque contexte particulier, sans les dénaturer, les contraintes qui s'imposent pour atteindre les objectifs poursuivis. Ce débat, permis par la déconcentration de la procédure conduit à un risque "discuté" localement.

1.2.3 Le PPRI est l'occasion de permettre l'appropriation de la connaissance des risques

Le PPRI réglemente le cadre de vie des habitants et intervient dans des domaines où la compétence est d'abord communale, comme l'urbanisme ou la sécurité publique. La mise en œuvre d'un PPRI demandera donc toujours des discussions approfondies avec les élus communaux, mais aussi selon le cas, avec d'autres acteurs locaux, ainsi que des associations d'habitants représentatives ou des chambres consulaires.

Ces discussions sont engagées le plus tôt possible, en tout cas dès l'élaboration des documents (cartes, atlas). Ceux-ci sont réalisés avec le maximum de transparence pour assurer leur crédibilité, en fonction d'hypothèses clairement affichées et en liaison avec les élus, leurs services et tous ceux qui possèdent des informations relatives aux aléas étudiés.

Ils seront aussi le support d'une large information des habitants des périmètres concernés, qui doit être réalisée dès que possible pour éviter les incompréhensions au moment de l'enquête publique. De ce fait, chacun doit pouvoir prendre conscience de la réalité des risques et s'approprier la cartographie de l'aléa, bien mieux que s'il recevait l'information toute faite au dernier moment. Toutefois, le service instructeur doit s'attacher à faire comprendre à ses partenaires le caractère technique de ces documents qui décrivent et expliquent l'aléa à l'exclusion de tout aspect réglementaire. Ainsi les discussions sur ces documents ne peuvent conduire à négocier l'aléa.

1.2.4 Les acteurs locaux sont de plus en plus intéressés par la prévention des risques et sont même demandeurs de PPR.

Dans le cadre d'une étude sur l'accélération des PPRI, un questionnaire a été adressé aux collectivités locales pour connaître leur degré de connaissance et leur perception des PPRI. Les résultats de cette enquête ont montré que les élus ne voient pas d'objections sur le principe de l'élaboration des PPRI. Ils acceptent les prescriptions d'urbanisme et de construction visant à assurer la sécurité des personnes et des biens et insistent sur la nécessité de la concertation au cours du processus d'élaboration. C'est pour répondre à leur souci de définir "le risque acceptable" c'est-à-dire celui que nous assumons collectivement que le Ministère de l'écologie a engagé la réalisation du guide de concertation. Les élus insistent enfin sur l'importance des travaux de prévention des risques naturels. Le plus souvent, la maîtrise d'ouvrage en incombe non à l'Etat mais aux propriétaires ou aux collectivités. Il est clair que l'Etat joue ici plus facilement le rôle de prescripteur s'il est en mesure d'apporter un cofinancement. Le Ministère de l'écologie vient de lancer un programme expérimental de cofinancement destiné aux collectivités qui engageront les études en ce sens. L'évaluation des deux premières années de ce programme devrait permettre d'en garantir la poursuite. Ces aides devraient inciter à mieux définir les mesures d'aménagement sur l'existant et à apprécier la nécessité de les rendre obligatoires.

2 Le PPRI : une incidence juridique majeure

2.1 Le contenu du PPRI

Le PPRI est un document simple et souple. Il peut s'étendre sur une ou plusieurs communes.

Le PPRI réglemente les nouvelles constructions dans les zones très exposées. Dans les autres secteurs, il veille à ce que les nouvelles constructions n'aggravent pas les phénomènes (facteurs de risques) et ne soient pas vulnérables en cas de catastrophe naturelle. Ainsi, les règles du PPRI s'imposent soit aux constructions futures, soit aux constructions existantes, mais aussi selon les cas aux différents usages possibles du sol : activités touristiques, de loisirs, exploitations agricoles ou autres. Ces règles peuvent traiter de l'urbanisme, de la construction ou de la gestion des espaces.

Les PPRI sont des documents d'urbanisme, annexés au PLU (et POS) et qui ont valeur réglementaire pour autoriser ou interdire l'urbanisation en secteur inondable.

Le document final du PPR est composé :

- d'un rapport de présentation qui contient l'analyse des phénomènes pris en compte, ainsi que l'étude de leur impact sur les personnes et sur les biens, existants et futurs. Ce rapport indique aussi les principes d'élaboration du PPR et l'exposé des motifs du règlement.
- d'une carte réglementaire à une échelle comprise entre le 1/10 000 et le 1/5 000 en général, qui délimité les zones réglementées par le PPR
- d'un règlement qui précise les règles s'appliquant à chaque zone

2.1.1 Les règles du PPRI

Ils sont composés d'une carte de zonage, accompagnée d'un règlement qui détaille, par zone, les conditions d'autorisation de construction et les limitations ou critères à respecter.

C'est un document qui est élaboré par l'Etat, sous sa responsabilité, en concertation avec les élus, et qui s'applique, après enquête publique, par arrêté préfectoral.

Les principes de base de ces plans sont, après détermination des zones inondables en crus centennale :

- de préserver les champs d'expansion de crues, en interdisant tout remblai ou construction nouvelle dans les zones inondables naturelles
- d'autoriser, sous condition de mise hors d'eau, les constructions dans les secteurs urbanisés soumis à faible inondation (moins de 50 cm d'eau)
- d'interdire la construction dans les secteurs urbanisés si la hauteur d'eau dépasse les 50 cm

Ces principes sont bien évidemment déclinés et adaptés aux situations particulières de chaque commune, et de chaque catégorie d'activité concernée, de chaque type de cours d'eau, etc…

2.2 Le caractère contraignant du PPRI

Servitude d'utilité publique, le PPR s'impose à tous : particuliers, entreprises, collectivités, ainsi qu'à l'Etat – notamment lors de la délivrance du permis de construire, et ne donne pas lieu à indemnisation en qualité de servitude.

Le PPRI est une servitude d'utilité publique associée à des sanctions pénales et à des conséquences en terme d'indemnisations pour catastrophes naturelles. Il doit être annexé au plan local d'urbanisme des communes (PLU). Les pouvoirs du préfet en matière d'annexion sont renforcés.

Lorsqu'il n'y a pas cohérence entre les deux documents, il faut à l'évidence aller jusqu'à rendre le PLU compatible avec le PPRI même si cela n'est pas obligatoire, car la mesure la plus sévère sera retenue en cas de divergence.

En outre, le PPRI est doté de nombreux moyens d'application, à commencer par des sanctions pénales en cas de non respect des règles applicables aux projets nouveaux. Il peut également rendre obligatoire la réalisation, dans un délai maximal de 5 ans, de certaines mesures de prévention, de protection et de sauvegarde ou certaines mesures applicables à l'existant. Si cette obligation n'est pas suivie d'effet dans le délai prévu, le préfet peut la faire appliquer d'office aux frais du maître d'ouvrage en titre. Enfin, la loi ouvre aux assureurs la possibilité de déroger à certaines obligations de garantie des catastrophes naturelles en cas de violation des règles du PPRI.

2.2.1 Le PPRI aboutit à définir les prescriptions réglementaires

La base de la réglementation des projets dans le périmètre d'un PPRI est l'arrêt du développement dans les zones d'aléa le plus fort, et donc l'interdiction d'y aménager des terrains et d'y construire.

Ce principe sera appliqué strictement lorsque la sécurité des personnes est en jeu. Dans les autres cas, ce principe reste justifié notamment par le coût des mesures de prévention à prendre pour limiter la vulnérabilité des constructions futures et le coût des indemnisations en cas de sinistre, largement supporté par la solidarité et la collectivité nationale.

Toutefois, les objectifs de la prévention reposant alors sur des considérations économiques, il est possible, sans s'éloigner de ce principe, de discuter des limites d'interdictions et de prescriptions avec les acteurs locaux, élus, responsables économiques ou associatifs.

Ainsi, on peut accepter des aménagements lorsque la situation préexistante ne permet pas d'autre solution, par exemple dans les centres urbains, dans lesquels on s'attachera plutôt à définir des prescriptions permettant de réduire la vulnérabilité des projets, et des mesures d'ensemble de prévention, de protection et de sauvegarde permettant notamment l'organisation des secours. Il en est de même dans les secteurs ou l'aléa est le moins fort, sauf si cela devait, comme dans les zones d'expansion des crues, conduire à une aggravation du risque.

Les dispositions réglementaires doivent être claires, réalistes, proportionnées aux enjeux. La réglementation des projets nouveaux doit être stricte en cas d'aléa fort et à fortiori en cas de danger. L'interdiction de nouveaux projets dans les zones d'aléa fort est un principe essentiel.

Le dossier de PPRI contient une note de présentation indiquant le secteur géographique concerné, les phénomènes naturels pris en compte et leurs conséquences possibles, des documents graphiques délimitant les zones à risques selon le degré de réglementation et un règlement précisant les règles applicables au futur, définissant les mesures aux collectivités et aux particuliers, définissant celles applicables à l'existant et identifiant celles obligatoires et leur délai de réalisation. Plusieurs questions relatives aux effets en terme d'aménagement viennent ponctuer l'élaboration de ces documents : la prévisibilité et la qualification de l'aléa, la détermination des enjeux, la constructibilité derrière les ouvrages, la valorisation des espaces à risques et la nature des prescriptions. Ces questions doivent être traité avec un esprit pragmatique et constructif pour éviter l'enlisement des études, réflexions et procédures. Des solutions simples doivent être apportées.

3 Responsabilité

3.1 Répartition des rôles

La délivrance des permis de construire, soit par l'Etat soit par la Commune, doit impérativement se faire conformément au PPRI, et doit plus globalement prendre en compte les questions de sécurité.

- *L'Etat* est responsable des services de sécurité et d'annonce des crues, et de préparation de l'annonce et de sa diffusion auprès des maires. Il est chargé de la politique de maîtrise de la vulnérabilité tant par l'information du citoyen en élaborant une cartographie des risques et des documents d'information que par la réglementation (mise en œuvre des PPR). Il est chargé de la police de l'eau de l'instruction des dossiers relevant de la Loi sur l'eau. Il est également responsable de la protection des équipements publics relevant de sa compétence (en particulier le réseau routier national). Une forte coordination des services de sécurité et d'annonce, sur l'ensemble du bassin quel que soit le département ou la région, doit être effective. Cette coordination doit être clairement affichée.
- *Les maires*, de part leur pouvoir de police, sont chargés de répercuter l'annonce vers leurs concitoyens et d'organiser la sécurité dans leur commune. Ils sont chargés en particulier de publier les m (dossier d'information des citoyens sur les mesures de prévention à mettre en œuvre), et de mettre leurs documents d'urbanisme en conformité avec les PPRI.
- *Les autres collectivités locales et les EPCI* ont vocation à engager les études et les travaux permettant de réduire la vulnérabilité.

3.2 Responsabilité administrative

Ce sont les services de l'Etat ou la Commune qui délivrent les permis de construire.

Il peut arriver que cette délivrance intervienne, sans que soient imposées de conditions spéciales ou que les conditions spécifiques exigées soient insuffisantes, alors que le représentant de la collectivité publique connaissait la présence d'un danger, d'autant que le maire et son service instructeur sont tenus de s'enquérir de l'état du sol.

Celui qui délivre un tel document alors qu'il savait qu'il y avait un risque, entache sans aucun doute sa décision d'une illégalité qui, comme le droit administratif le reconnaît depuis des années, est constitutive d'une faute de nature à permettre un engagement de responsabilité (C.E 26 Janvier 1973, Driancourt)

Ainsi, lorsqu'une collectivité publique délivre des autorisations en passant outre l'existence de risques qu'elle connaissait, elle engage sa responsabilité vis-à-vis des victimes. Cela signifie dès lors que la personne publique doit, pour éviter au maximum de se retrouver dans cette situation, réaliser une instruction minutieuse et attentive des demandes qui lui sont adressées. Le stade de l'instruction constitue une phase fondamentale dans l'octroi ou non d'une autorisation car les conséquences de la solution retenue seront négatives si un risque naturel était connu au moment de la délivrance.

Enfin, le PPRI peut intervenir sur l'existant avec un champ d'application équivalent à celui ouvert pour les projets nouveaux. Toutefois, pour les biens régulièrement autorisés, on ne peut imposer que des "aménagements limités" dont le coût est inférieur à 10% de la valeur vénale ou estimée de ces biens.

3.3 La mise en œuvre de la responsabilité pénale pour non respect des règles d'urbanisme

Aux termes de l'article L 480-4 du Code de l'Urbanisme, la responsabilité pénale peut être mise en œuvre pour non respect des règles d'urbanisme : l'exécution de travaux ou l'utilisation du sol en méconnaissance des obligations imposées par les titres 1er, II, IV et VI du présent livre (Livre IV), par les règlements, pris pour son application ou par les autorisations délivrées en conformité avec leurs dispositions.

L'infraction est un délit, elle peut être constituée soit dans le défaut de permis de construire, soit dans la non-conformité de la construction ou des travaux au permis de construire accordé.

Les peines peuvent être prononcées contre les utilisateurs du sol, les bénéficiaires des travaux, les architectes, les entrepreneurs ou d'autres personnes responsables de l'exécution desdits travaux.

L'article L 480-4 vise les particuliers et les entreprises. Il n'est toutefois pas exclu qu'un maire puisse être poursuivi pénalement pour avoir délivré une autorisation dans une zone à risques. On peut voir, dans le fait de délivrer une autorisation dans une zone à risques, soit un fait principal, soit un fait de complicité.

On constate actuellement un engouement pour le pénal en cas de catastrophe. Les victimes sont animées à la fois par le besoin de comprendre et par celui de punir : l'instruction répond au premier de ces besoins, la condamnation pénale au second.

Les élus locaux s'exposent à être poursuivis pour les infractions générales d'imprudence et principalement pour les délits d'homicide ou de blessures involontaires visés par les articles 221-6 et 222-19 du Code Pénal dès lors que peuvent leur être reproché un manquement à une obligation de sécurité. Ce sont les pouvoirs de police des maires qui constituent la source de leur responsabilité dès lors qu'ils sont mal exercés.

En ce qui concerne les préfets, il ressort de l'ensemble de la jurisprudence relative aux infractions pour homicides et blessures involontaires que les préfets sont moins exposés aux poursuites que les maires. L'enchevêtrement des compétences du préfet et du maire quant à la sécurité est une source de difficultés, car il peut laisser planer le doute quant aux devoirs respectifs de chacun.

Il n'existe actuellement, à notre connaissance aucune condamnation pénale de décideur public suite à une inondation. Rappelons cependant, suite aux inondations catastrophiques survenues le 22 septembre 1992 à Vaison le Romaine, la mise en examen du chef d'homicides involontaires du Préfet du Vaucluse en raison de la délivrance 27 ans plus tôt, d'autorisations de création d'un camping et d'un lotissement dans une zone qui s'est révélée par la suite inondable. Bien qu'en l'espèce, le préfet ait bénéficié d'un non lieu, rien n'exclut que d'autres poursuites soient engagées et des condamnations prononcées sur le fondement des infractions d'imprudences si des personnes sont blessées ou meurent lors d'inondations.

CONCLUSION

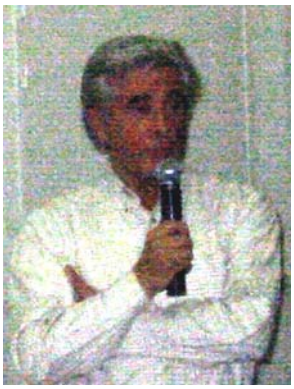
La loi du 30 juillet 2003 a institué des commissions départementales et permet d'élaborer des schémas de prévention.

Il semble que dans l'attente du Décret, l'intérêt de cette Loi est d'ouvrir une échelle plus globale quant à l'appréhension des risques, puisque doivent être pris en considération des documents interdépartementaux.

Limiter des schémas de prévention aux frontières de nos circonscriptions administratives est peu réaliste : la prise en considération d'espaces légitimés sur un plan géographique semble émerger.

MARCEL MASSON

Expert en environnement et risques naturels



PRÉVENTION DU RISQUE INONDATION : POUR UNE RÉACTUALISATION DES CONNAISSANCES, UNE PLANNIFICATION ET UNE GESTION RIGOUREUSE DE L'ESPACE.

INTRODUCTION

Les inondations qui ont affecté le bas Rhône en 2003 participent d'une longue série de catastrophes qui ont affecté diverses régions françaises (Nîmes 1988, Vaison la Romaine 1992, Nice et Durance 1994, Bretagne et Somme 2001, Gard 2002), et plus largement divers pays en Europe (Allemagne de l'Est, Tchéquie et Pologne), et dans le Monde (Algérie, Chine, Mozambique...) au cours des dernières années. La succession rapide de ces catastrophes a tendance à faire oublier qu'ils ont été précédés au long de l'histoire de l'humanité par de multiples évènements plus ou moins dramatiques tout à fait comparables.

Quoi qu'il en soit, les coûts sociaux et économiques subis par la collectivité sont considérables54. En France, ces coûts croissent d'année en année, et ce malgré la mise en oeuvre d'un arsenal de plus en plus sophistiqué de moyens de protection, d'études et de textes législatifs et réglementaires, représentant des investissements financiers eux-mêmes en expansion continue. On assiste ainsi à une sorte de course-poursuite entre l'action des pouvoirs publics et l'inflation des catastrophes55. Les stratégies de prévention et de protection doivent périodiquement être révisées, comme l'atteste le passage en une dizaine d'années des Plans d'Exposition aux Risques (PER de la Loi Tazieff de 1992) aux Plans de Prévention des Risques (PPR de la Loi Barnier de 1995). Ce changement d'orientation s'est accompagné d'une modification radicale de l'appréciation que portent les pouvoirs publics (Ministère de l'Ecologie en particulier) sur la fiabilité des moyens techniques (endiguements, aménagements de cours d'eau) utilisés jusqu'ici sans état d'âme dans l'objectif d'assurer la protection des biens et des personnes contre les inondations. Aux certitudes affichées auparavant, par les autorités chargées de la mise en oeuvre des politiques publiques, quant à l'efficacité de ces moyens a succédé l'expression de doutes de plus en plus appuyés sur des constats de défaillances aux conséquences désastreuses d'ouvrages auparavant réputés comme fiables. Nous sommes ainsi entrés collectivement dans une phase d'incertitude, qui d'ailleurs n'est pas propre au domaine des inondations, mais affecte l'ensemble des problématiques d'environnement.

La tendance globale de l'évolution sociétale va aujourd'hui à une plus grande prudence, voire à l'application du principe de précaution; Elle s'accompagne d'une mise en question des capacités collectives à comprendre rationnellement les phénomènes d'origine naturelle ou technologique auxquels est confronté le développement économique. Cette perte de confiance, justifiée par les échecs successifs de la démarche aménagiste présentée a priori comme fondée sur la rationalité scientifique conduit trop souvent au retour à des interprétations fantaisistes, voire ascientifiques. C'est ainsi qu'est évoquée la "fatalité" ou, comme dans le cas de la Somme en 2001, le complot consistant à détourner les eaux du bassin de la Seine vers celui de ce fleuve.

Dans ce contexte, il apparaît urgent de revenir à une démarche rationnelle, ce qui nécessite de "remettre à plat" la problématique, en l'examinant sans a priori dans sa complexité, de manière à la clarifier du mieux possible, en démêlant dans l'ensemble des connaissances invoquées pour justifier les différentes politiques mises en oeuvre la part véritablement scientifique de la part d'approximation qui lui est associée.

La tentative de clarification présentée ci-après s'appuiera sur une présentation synthétique de l'évolution suivie, sur la période historique, par les rapports de l'homme à l'aléa inondation, ainsi que sur l'analyse critique des fondements scientifiques et techniques qui peuvent permettre d'expliciter la situation actuelle.

54 5 Milliards d'euros sur 10 ans – 1,2 milliard pour le Gard en 2002

55 2 millions d'habitants vivent en France en zones reconnues officiellement comme inondables; en Languedoc-Roussillon, 1 habitant sur 10 est dans ce cas 10000 communes doivent faire l'objet d'un PPR

1 Une évolution à l'échelle historique

Les rapports de l'homme aux inondations ont considérablement évolué au cours du temps, et peuvent être résumés en trois étapes principales, qui se sont succédé avec plus ou moins de rapidité selon les secteurs géographiques considérés, c'est-à-dire essentiellement en fonction du rythme de l'évolution économique.

1.1 L'étape initiale : une adaptation nécessaire à l'aléa

Limitées par les moyens techniques et économiques dont elles disposaient, les sociétés du passé ont assuré leur développement sans prendre de risques excessifs vis-à-vis des phénomènes naturels; ou, lorsqu'elles les ont pris, elles ont été rappelées à l'ordre par des échecs qui les ont conduites à mieux s'adapter par la suite. Toujours est-il que les urbanisations qui nous ont été léguées intactes par l'histoire apparaissent en règle générale comme remarquablement intégrées dans leur environnement naturel, et sont aujourd'hui encore à l'abri des catastrophes. Ce résultat, qui contraste avec la situation des développements urbains récents, résulte de l'application – volontaire ou instinctive - de deux principes complémentaires : l'adaptation spatiale et l'adaptation technique.

1.1.1 l'adaptation spatiale

Consistant tout simplement à ne construire qu'en dehors des zones inondables, solution rendue naturellement plus évidente qu'aujourd'hui du fait d'une moindre concentration humaine. Il est ainsi remarquable de constater, sur l'ensemble du réseau hydrographique français, l'alignement des villages ou des fermes en bordure de ces zones, elles-mêmes étant utilisées par l'agriculture. Tel est le cas par exemple pour la vallée de la Durance. Lorsque la proximité de l'eau, en tant que voie navigable en particulier, imposait de déroger à cette règle, comme à Avignon ou à Arles, le noyau urbain était implanté sur une île, rocheuse en l'occurrence. Il est ainsi remarquable de constater que la quasi totalité des installations urbaines anciennes de l'ensemble du site du Grand Avignon bénéficiait de l'abri constitué par un îlot rocheux, une terrasse alluviale ou un pied de versant les mettant hors d'atteinte des plus grandes crues *(Figure 1).*

1.1.2 l'adaptation technique :

Dans certains cas où il s'est avéré nécessaire d'empiéter directement sur des zones inondables, divers moyens techniques ont pu être utilisés, tels que l'édification de remparts imposés par ailleurs par des préoccupations défensives. Très tôt également, des travaux et des ouvrages ont permis d'assurer des protections collectives contre les inondations. Ces protections, de type digue ou enrochements, étaient cependant localisées à la périphérie de la ville; mais des aménagements de plus grande ampleur, tels que des dérivations de cours d'eau, pouvaient être entrepris. Ces aménagements n'affectaient pourtant que très peu le fonctionnement général du système alluvial.

Les adaptations individuelles étaient également utilisées, en particulier dans le cas de bâtiments d'exploitations agricoles implantés au cœur de terrains cultivés situés sur de vastes plaines inondables. Il était alors possible, soit d'édifier la construction sur un tertre, soit de cantonner les locaux habités au premier étage, soit d'établir un batardeau barrant l'ouverture de la porte d'entrée. C'est ainsi que l'on retrouve aujourd'hui de nombreux témoignages de l'ingéniosité avec laquelle les anciens habitants des plaines alluviales ont su tirer parti de la richesse des sols sans prendre de risque excessif.

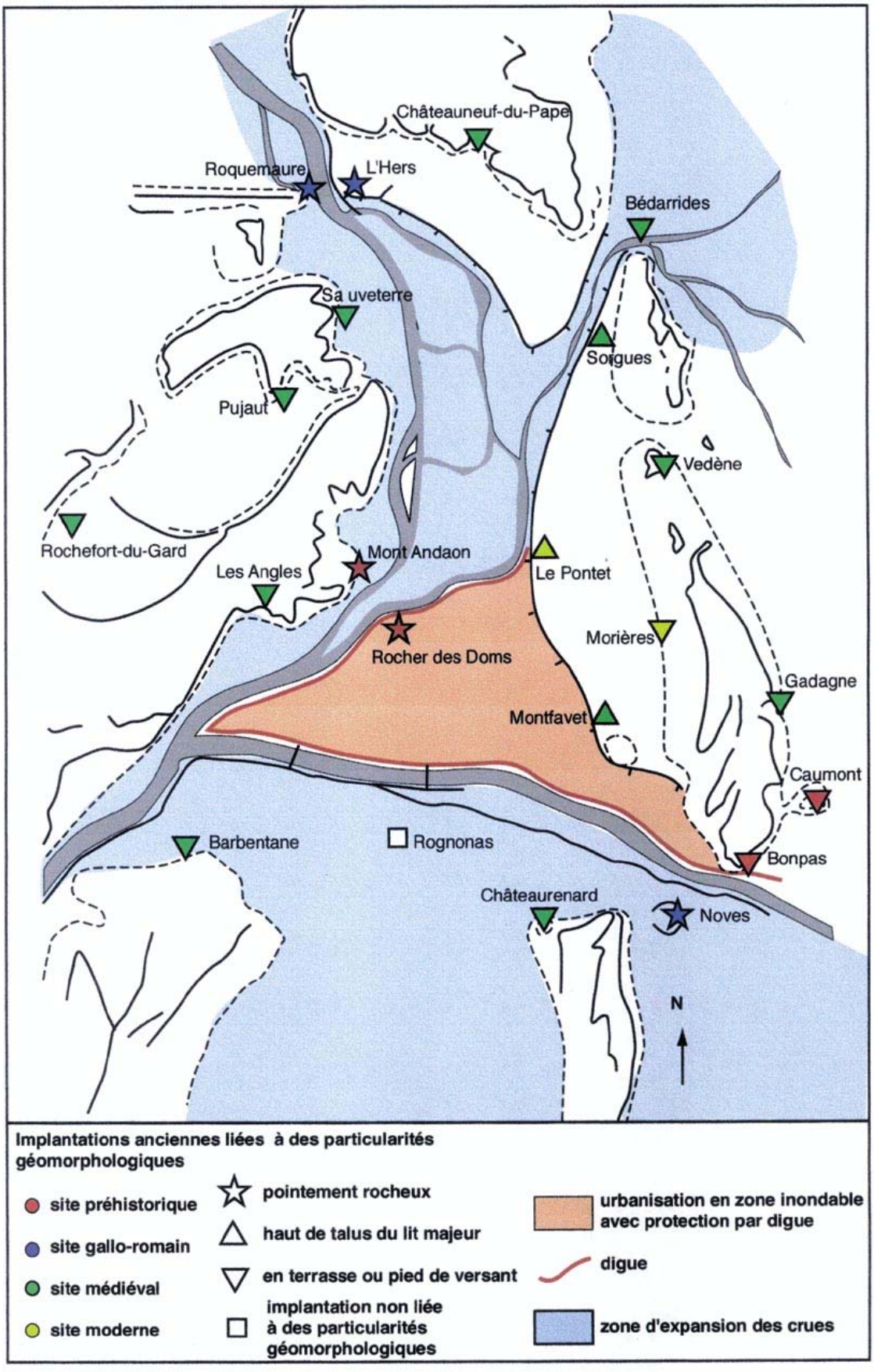


Figure 1 : Implantations anciennes liées à des particularités géomorphologiques

1.2 L'étape intermédiaire : un recours croissant à la technique

L'amélioration des moyens techniques utilisables, et surtout la mobilisation de capitaux plus importants ont permis, à des époques variables en fonction de la rapidité de l'évolution économique, l'amplification des aménagements de protection hydraulique, et corrélativement une plus grande expansion de l'urbanisation sur les zones inondables. L'évolution s'est faite en fonction de différents objectifs :

- *un développement urbain* encore localisé sous la forme d'extensions spatiales d'urbanisations déjà existantes, nécessitant le renforcement et l'extension des digues et recalibrages mis en oeuvre de manière plus modérée auparavant, ainsi que l'organisation des écoulements d'eaux pluviales sous la forme de réseaux constituant peu à peu un système d'assainissement pluvial indépendant du réseau hydrographique naturel ;
- *une mise en valeur plus systématique des plaines alluviales* nécessitant en particulier le drainage des zones humides (la plaine d'Arles par exemple) et corrélativement le développement des canaux d'irrigation, ainsi qu'une extension croissante du linéaire des recalibrages et endiguements – le plus souvent artisanaux et donc d'efficacité limitée – des cours d'eaux ;
- *l'amélioration des conditions du transport fluvial* ce qui a nécessité le développement des techniques de l'hydraulique fluviale pour chenaliser les lits mineurs et accroître leur tirant d'eau au moyen de dragages.

Dès ce stade d'évolution, des défaillances graves ont entravé le développement de ce processus, comme par exemple dans la vallée de la Loire où depuis le quinzième siècle l'édification de digues s'est accompagnée de ruptures, suivies de programmes de réparation et de confortement, selon des cycles caractérisés par une amplification progressive de l'importance des dégâts enregistrés.

1.3 L'époque moderne : la technique au service d'un développement sans frein.

La phase suivante, dont l'origine remonte dans certaines vallées à un à deux siècles, mais pendant laquelle l'évolution s'est particulièrement accélérée au cours des dernières décennies, se caractérise par un changement radical portant sur divers aspects :

- *un développement urbain sans précédent* lié d'une part à la déprise agricole et au transfert massif de population vers les villes, et d'autre part à l'attractivité croissante des plaines alluviales, à la fois plus facilement constructibles et lieux d'échanges privilégiés. De plus, cette évolution s'est accompagnée, surtout depuis une vingtaine d'années, d'une sur-consommation d'espace résultant de la généralisation de l'habitat pavillonnaire et de la séparation des fonctions urbaines promue par la Charte d'Athènes et restée le credo de trop nombreux aménageurs. La recherche d'économies pouvant compenser le coût de terrassements sur pentes et l'inflation des prix du foncier contribue par ailleurs à rechercher des terrains plats et rendus moins onéreux par le constat d'une inondabilité -toujours minimisée néanmoins -. L'indigence de la planification spatiale n'a fait qu'encourager cette propension à privilégier les zones inondables dans le processus de développement urbain. Celui-ci, digérant en premier lieu des espaces de lit majeur, n'a pas craint peu à peu de s'aventurer au plus près du lit mineur, voire de s'approprier celui-ci par une couverture en béton, comme par exemple pour le Paillon à Nice ;

- *le triomphe du technicisme, au service de ce développement* les prouesses techniques réalisées au cours des "30 Glorieuses" ont fait croire aux aménageurs qu'il était désormais possible de venir à bout de tous les phénomènes naturels. Rien ne s'opposait plus à la colonisation maximale des plaines alluviales, les ingénieurs étant priés de concevoir et de mettre en oeuvre les solutions techniques permettant d'adapter le fonctionnement des cours d'eau aux exigences d'un développement urbain considéré comme une fin en soi. La seule limite acceptable étant liée aux moyens financiers disponibles, il fut alors possible de généraliser les systèmes de protection lourde, comprenant les endiguements, les recalibrages et rectifications de tracés, les protections de berges et les réseaux souterrains d'assainissement pluvial urbain. La croyance au pouvoir irrépressible de la technique était telle que dans les années 80 elle a inspiré à un grand personnage de l'Etat l'idée de protéger l'immense delta du Gange et ses 80 millions d'habitants, au moyen de digues colossales qui devaient constituer selon lui les "cathédrales du XXI^{e} siècle" !
- *la validation de ces orientations par le recours aux études hydrologiques et hydrauliques* auréolées de vertu scientifique; utilisées tout d'abord dans le cadre de l'aménagement urbain afin de dimensionner les réseaux d'assainissement pluvial pour les crues fréquentes, de période de retour 10 ans, ces études ont dû être étendues aux grands cours d'eau traversant des agglomérations. La période de retour prise en compte a alors été portée à 100 ans, limite considérée comme raisonnable à l'échelle de la vie d'une ville ;

C'est finalement dans ce contexte d'optimisme généralisé que sont intervenues les grandes inondations à caractère catastrophique enregistrées au cours des 15 dernières années. La déconvenue s'est manifestée sur tous les fronts, depuis les erreurs par sous-estimation au niveau des études jusqu'aux défaillances spectaculaires d'ouvrages et aux contre-performances sévères au plan économique. Pour couronner le tout, les réajustements opérés en matière de protection par renforcement des ouvrages se sont avérés parfois encore plus générateurs de problèmes que leurs prédécesseurs.

C'est bien de ce constat alarmant qu'il s'agit de partir afin d'essayer de comprendre l'origine de ces maux qui constituent une sorte de spirale inflationniste dont nul ne sait où elle s'arrêtera.

2 Éléments d'explication

Indépendamment des facteurs sociologiques qu'il sera possible d'intégrer plus loin dans le raisonnement, il est possible en première analyse de considérer comme facteur décisif de cette évolution la confiance excessive accordée aux moyens techniques de protection et aux moyens scientifiques d'études préalables aux inondations. Si les premiers ont bien été remis en question par les gestionnaires publics, il n'en va pas de même pour les seconds. Il est donc indispensable d'objectiver ces deux problématiques, d'autant qu'elles sont étroitement reliées dans le cadre de stratégies globales de prévention.

2.1 Les limites des systèmes de protection :

Les constats de défaillance de ces systèmes, mis en valeur par différents retours d'expérience consécutifs à de grandes crues récentes, sont excessivement nombreux. Ils relèvent de différentes catégories :

- *l'instabilité morpho-dynamique des milieux alluviaux*. Loin de constituer des systèmes stables, ces milieux sont le siège de processus évolutifs opérant le plus souvent par à-coups, à la faveur des crues porteuses d'une énergie très forte. Cette instabilité se manifeste sous la forme d'**érosions** attaquant les berges (érosion latérale) et verticalement le fond du lit (érosion régressive et érosion progressive). Chaque perturbation apportée au milieu alluvial par des aménagements (recalibrages, rescindements, extractions de matériaux) tend à

accélérer et amplifier ce processus; il en résulte la nécessité d'artificialiser toujours plus le milieu, alluvial au moyen de défenses de berges (enrochements, perrés maçonnés, palplanches) ou de seuils, et ce au détriment de sa stabilité générale et de ses qualités environnementales ;

- *la perturbation des écoulements*. La généralisation des aménagements hydrauliques sur des linéaires importants de cours d'eau modifie profondément le fonctionnement des crues. La principale transformation est liée au fait que les débits transitant sur un tronçon donné de rivière s'écoulent avec une pente hydraulique supérieure à ce qu'elle était initialement, et que la largeur de plaine alluviale à laquelle ils sont confinés est par contre diminuée, parfois dans des proportions très importantes. Leur transit impose par conséquent à la fois une remontée de la ligne d'eau et une accélération du courant. Il en résulte, avec la perte des champs d'inondation qui assuraient leur régulation, une modification du régime de ces crues, qui deviennent plus fréquentes et dont le débit de pointe s'accroît. Parvenant sur une zone inondable non protégée ou dont les protections n'ont pu résister à la puissance érosive des flots, ces débits donnent lieu à une modification de leur comportement hydraulique, avec accroissement des vitesses d'écoulement et des hauteurs d'eau ;
- *le sous dimensionnement des protections*. En règle générale, les protections mises en place dans un passé plus ou moins éloigné ne sont pas aptes à supporter les plus grandes crues, que celles-ci aient été ou non amplifiées par des aménagements hydrauliques généralisés à l'amont. Ces insuffisances sont liées à différentes causes : difficulté de réaliser des ouvrages très résistants, du fait de leur coût excessif; difficulté d'entretenir correctement ces ouvrages sur le long terme; désadaptations subies au cours du temps par négligence ou oubli des règles de dimensionnement appliquées initialement (cas de Nîmes par exemple); incohérences entre aménagements successifs mis en place sur des tronçons différents de cours d'eau sans projet d'ensemble, etc. L'extension spatiale urbaine est elle-même porteuse de dysfonctionnements, dans la mesure où les réseaux d'assainissement pluvial mis en place à une époque donnée, déjà a priori sous dimensionnés par rapport aux grandes crues, sont dans l'incapacité d'absorber l'accroissement des débits résultant de l'imperméabilisation de vastes superficies de terrains couvertes par de nouvelles urbanisations.

Même les ouvrages construits dans l'intention de réguler les crues, donc jouant véritablement dans le sens de la prévention, n'échappent pas à ce problème de sous dimensionnement, comme on peut le constater au sujet des barrages écrêteurs de crues ou des bassins de rétention en milieu urbain, limités en capacité de stockage par leurs coûts élevés et par le faible nombre de sites équipables. Le constat de déboires accumulés a conduit le Ministère de l'Ecologie à manifester une très grande prudence en ce qui concerne les ouvrages de protection, allant récemment – à juste titre - jusqu'à admettre la transparence des digues, quelles qu'elles soient, vis-à-vis des grandes crues.

2.2 Les limites des méthodes d'études :

Les méthodes d'études communément utilisées pour déterminer l'inondabilité des plaines alluviales relèvent des sciences de l'Hydrologie et de l'Hydraulique. *L'hydrologie* permet d'évaluer les débits résultants, en un point donné du réseau hydrographique, des lames d'eau précipitées sur le bassin versant situé à l'amont. Ses résultats peuvent provenir, soit de mesures effectuées directement sur des crues observées dans le passé, soit d'évaluation faites à partir de données pluviographiques consignées dans des archives et transformées, par des traitements statistiques appropriés et la prise en compte des processus de ruissellement et de concentration des eaux (détermination des coefficients de ruissellement, de l'influence de la pente et de la géométrie des basins versants).

L'hydrologie est relayée par *l'Hydraulique fluviale*, qui précise la répartition de ces débits sur une section ou un tronçon de la plaine alluviale sur laquelle ils s'écoulent.

L'hydraulique a été appliquée depuis longtemps afin de caractériser les écoulements dans des milieux artificiels tels que les tuyaux et les canaux, et dans des milieux semi artificiels tels que les cours d'eau aménagés pour la navigation et les ouvrages de franchissement des plaines alluviales. L'hydrologie et l'hydraulique ont été également développées dans ***l'Hydrologie urbaine***, pour le dimensionnement des réseaux d'assainissement des eaux pluviales et des eaux usées. Les résultats obtenus dans ces contextes ont été d'autant plus précis que l'on s'adressait à des milieux plus artificialisés, et que, pour l'hydrologie urbaine, on se limitait à la prise en compte des crues fréquentes.

La problématique devient cependant plus complexe dans des milieux alluviaux peu ou pas artificialisés, pour lesquels le nombre et la variabilité des facteurs à prendre en compte prennent une toute autre dimension, et où les mesures ne peuvent se faire qu'avec une précision limitée. Il s'ensuit pour la discipline de l'Hydraulique fluviale l'introduction de "marges d'erreur" parfois très importantes (*Tableaux 1 et 2*). Ce problème, relativement limité en ce qui concerne les crues fréquentes, pour lesquelles on dispose souvent de données nombreuses et fiables, devient plus aigu dans le cas des crues rares (crues dites centennales, correspondant à des périodes de retour de cent ans) et à forts débits, les plus dangereuses pour les biens et les personnes exposées**.** En effet, les séries de données historiques relatives aux pluies ou aux débits dont on dispose pour la plupart des cours d'eau (hormis les plus importants, comme le Rhône, suivis parfois depuis des siècles) ne couvrent pas le plus souvent une période de plus de quelques dizaines d'années. Il est donc illusoire, dans ces conditions, d'espérer obtenir des résultats précis des calculs de probabilité effectués à partir de ces données. Ces considérations rendent pour le moins suspects des résultats d'études fournis très souvent sans référence à ces marges d'erreur, et par conséquent perçus par les non-spécialistes comme précis et fiables.

Or, les mises en échec répétées de ce type d'études vont en fait bien au-delà le plus souvent du degré d'incertitude que l'on peut légitimement craindre pour une crue considérée comme d'occurrence centennale, et conduisent depuis quelques années à s'interroger sur la signification même de ces calculs.

Il apparaît en effet fréquent que les grandes crues récentes débordent largement des limites établies auparavant par des études hydrauliques pour la crue centennale. Parmi les multiples exemples fournis par les différents retours d'expérience réalisés au cours des dernières années, le cas de Luc-sur-Orbieu, illustratif d'une situation mise en évidence sur la plupart des communes affectées par les crues de 1999 dans le Département de l'Aude, montre *(figure 2)* comment les calculs statistiques et hydrauliques reposant sur les données connues des crues anciennes peuvent être infirmés par une crue "exceptionnelle". Il faut par conséquent admettre que ces études ne peuvent prendre en compte qu'une partie seulement de la variabilité de l'aléa.

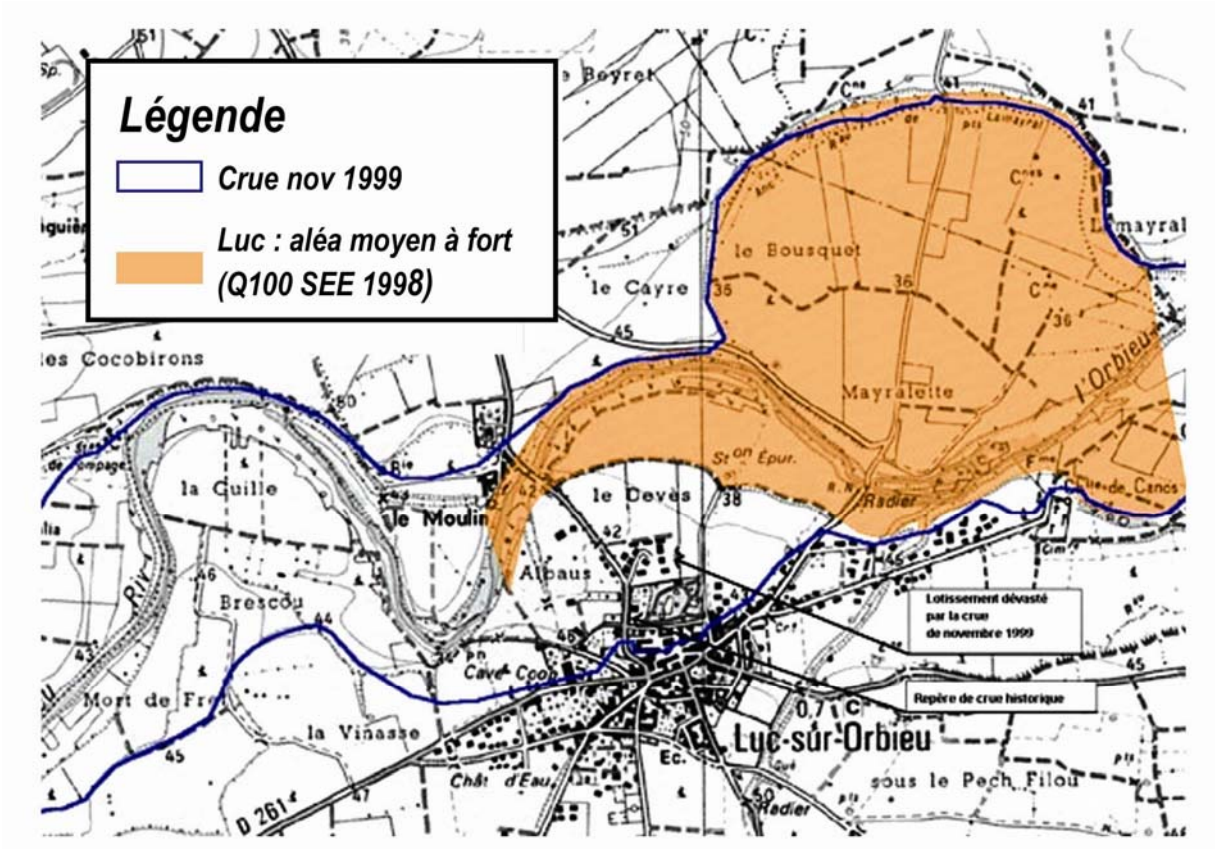


Figure 2 : Crues de Novembre 1999 dans l'Aude

Ecarts constatés entre aléa hydraulique (figure Luc-s-O-1), aléa hydrogéomorphologique (Luc-s-O-2) et les limites de la crue de 1999. Luc-s-O-3 : bloc-diagramme explicatif

2.3 L'indigence des politiques d'Aménagement du Territoire :

Curieusement, la décision de construire ou non en zone inondable semble échapper dans la pratique à la responsabilité des documents de planification (SCOT[56], ex-SDAU, et PLU[57], ex-POS[58]) censés organiser l'aménagement du territoire. De fait, ces documents ont généralement été réalisés sans qu'une attention sérieuse ait été portée aux caractéristiques des milieux naturels, qu'elles relèvent de l'Environnement, des contraintes (risques) ou des potentialités de ces milieux. Pour ce qui est de l'aléa inondation, ils sont tributaires des résultats des PPR, qu'ils sont chargés de traduire en termes de servitudes, et par conséquent des études hydrauliques ayant servi à la réalisation de ces documents. Comme ces derniers ne se préoccupent en rien de ce qui se passe en dehors de la zone déterminée comme inondable (au mieux par la crue centennale), les aménageurs ne disposent pas des éléments d'appréciation qui leur permettraient d'envisager des solutions alternatives à la construction en zone inondable.

Le débat qui doit s'établir lors de l'élaboration du PPR entre l'Administration et les collectivités locales se réduit donc le plus souvent dans ces conditions à un conflit entre les partisans et les opposants à l'urbanisation des zones inondables non affectées par le niveau d'aléa le plus élevé. Il est dans ces conditions impossible de savoir si aux compromis qui en résultent auraient pu être substituées des solutions impliquant des zones proches mais dispensées par la nature de tout aléa d'inondation.

56 SCOT : Schéma de Cohérence Territoriale; SDAU : Schéma Directeur d'Aménagement et d'Urbanisme
57 PLU : Plan Local d'Urbanisme
58 POS : Plan d'Occupation des Sols

Les retours d'expériences réalisés à la suite des catastrophes de Novembre 1999 dans les départements de l'Aude, des Pyrénées Orientales, du Tarn et de l'Hérault, et de Septembre 2002 dans le Gard et l'Ardèche, démontrent ainsi sans équivoque que l'examen des possibilités offertes par les terrains limitrophes, sans autre contrainte majeure, aurait permis d'éviter la quasi totalité des dégâts considérables qui ont résulté de l'urbanisation en zones inondables. Dans le même ordre d'idée, on est en droit de se demander si la commune d'Arles n'aurait pas pu développer son urbanisation hors de sa ville ancienne, non pas en direction du Nord ou de l'Ouest, sous la protection douteuse de digues, mais au contraire vers l'Est, afin de l'accrocher sur la terrasse de la Crau, qui domine de quelques mètres la zone inondable...

2.4 L'organisation de l'irresponsabilité :

Partant d'une intention louable, la Loi Tazieff de 1982, en instituant un système d'assurances performant appliqué aux risques naturels majeurs, a créé une situation incitant à minimiser l'incidence économique des inondations pour les sinistrés, la plus grande partie des coûts étant assumée par les assurés non concernés eux-mêmes par la prise de risque. L'absence de sanction appliquée aux élus locaux et aménageurs ayant manifestement sous-estimé cette prise de risque contribue également à susciter un sentiment diffus d'impunité qui n'est pas de nature à encourager les comportements basés sur la prudence et l'application du principe de précaution.

En définitive, il apparaît que les grandes catastrophes enregistrées depuis quelques années s'expliquent par des déficiences caractérisées des stratégies mises en oeuvre pour assurer la prévention de ces phénomènes. La première de ces déficiences, tenant à la confiance excessive placée dans les techniques de protection, est en passe d'être maîtrisée par les pouvoirs publics, malgré les retards pris par un certain nombre d'acteurs de terrain dans l'application des nouvelles conceptions. La seconde, liée aux limites d'efficacité des méthodes d'étude en vigueur, devrait faire l'objet d'amendements dans les années à venir. Si les connaissances déjà acquises à l'occasion des observations effectuées lors de récentes catastrophes permettent d'ores et déjà, comme nous le verrons plus loin, de résoudre une bonne partie du problème, des efforts de recherche restent encore à programmer pour aller au bout de l'évolution nécessaire.

2.5 Des connaissances générales encore insuffisantes :

2.5.1 Sur les conséquences hydrologiques des aménagements réalisés

D'une part en matière d'accroissement du ruissellement (incidence des défrichements agricoles étendus dans certaines régions viticoles, changement des pratiques agricoles avec remembrements, mise à nu des sols, empierrement des chemins..., imperméabilisation des sols à grande échelle sur certains bassins versants), et d'autre part en ce qui concerne l'amplification des crues générée par l'amputation de vastes champs d'inondation et par l'accroissement des vitesses d'écoulement. Dans tous ces domaines, si des connaissances ont été acquises sur certains sites, nous ne disposons pas encore de résultats de recherche permettant d'établir une évaluation globale, bassin par bassin, des évolutions générées par les aménagements extensifs réalisés jusqu'ici. Il faut d'ailleurs prendre en compte le fait que les évolutions subies par le milieu naturel n'ont pas toutes des conséquences négatives.

Ainsi, les reboisements à grande échelle - produits soit par les opérations de reboisement du siècle dernier (massif de l'Aigoual par exemple), soit dans le cadre des programmes de RTM (Restauration des Terrains en Montagne), soit par l'extension spontanée de la forêt consécutive à la déprise agricole - ont-ils certainement un effet positif de régulation du régime hydrologique de certains bassins versants. Mais il est vraisemblable que ce facteur a été en tout ou en partie occulté par les conséquences négatives des aménagements généralisés des cours d'eau.

2.5.2 Sur l'évolution topographique des plaines alluviales

Les hydrauliciens et les géomorphologues s'accordent pour constater l'enfoncement parfois spectaculaire (1 à 3 mètres sur un important linéaire des cours d'eau méditerranéens, plusieurs mètres dans les Alpes), des lits mineurs. Cette évolution est attribuée selon les cas au déficit sédimentaire résultant de l'extension de la couverture végétale, ou aux prélèvements d'alluvions grossières opérés par les carrières alluvionnaires et par les opérations de recalibrage. Elle a une incidence négative vis-à-vis de l'aléa inondation, comme nous l'avons vu ci-avant; elle est par contre, dans la partie aval des bassins versants, et ce en dépit d'une opinion communément répandue, de peu d'effet sur le laminage des grandes crues du fait de la modicité de l'augmentation de la section d'écoulement au regard de celle de l'ensemble de la plaine alluviale. Elle a ainsi pu être évaluée dans les Gardons à une diminution de 10% seulement (0,3 mètre sur 3 mètres) de la hauteur d'eau qui recouvrirait le lit majeur lors d'une crue comparable à celle de 1958.

Beaucoup plus importante par contre est l'incidence de la surélévation progressive des lits majeurs sous l'effet de la sédimentation d'alluvions apportées par les crues. Ce phénomène, qui n'a été mis en évidence que depuis quelques années, présente une ampleur variable selon les bassins versants (en fonction en particulier de l'érodabilité de leurs constituants géologiques) et le tronçon du profil en long considéré. Peu discernable en général dans les parties amont des bassins, elle peut s'avérer spectaculaire dans les plaines aval, ainsi qu'à l'amont d'ouvrages transversaux (remblais d'infrastructures) faisant barrage. Elle atteint ainsi dans ce cas un rythme de 0,5 à 1 mètre par siècle (résultats obtenus par topographie et par datations à partir de mesures de radioactivité des sols alluviaux), dans les basses plaines de l'Aude par exemple *(Figure 3).* Les conséquences hydrauliques de cette évolution peuvent s'avérer très négatives, comme le montrent les exemples étudiés à la suite des crues de 1999 et de 2002, qui ont provoqué l'inondation de villages anciens construits sur des terrasses alluviales perchées au dessus des plus hautes eaux dans le passé mais devenues submersibles à la suite de ce changement topographique *(figure 4).* Tel est le cas de Remoulins par exemple dans le Gard, ou de Sallèles dans l'Aude. Il a été aussi possible de corréler à ce phénomène l'accroissement de l'amplitude et de la fréquence des crues mise en évidence sur la Meuse (BCEOM, 1998 – *Figure 4*).

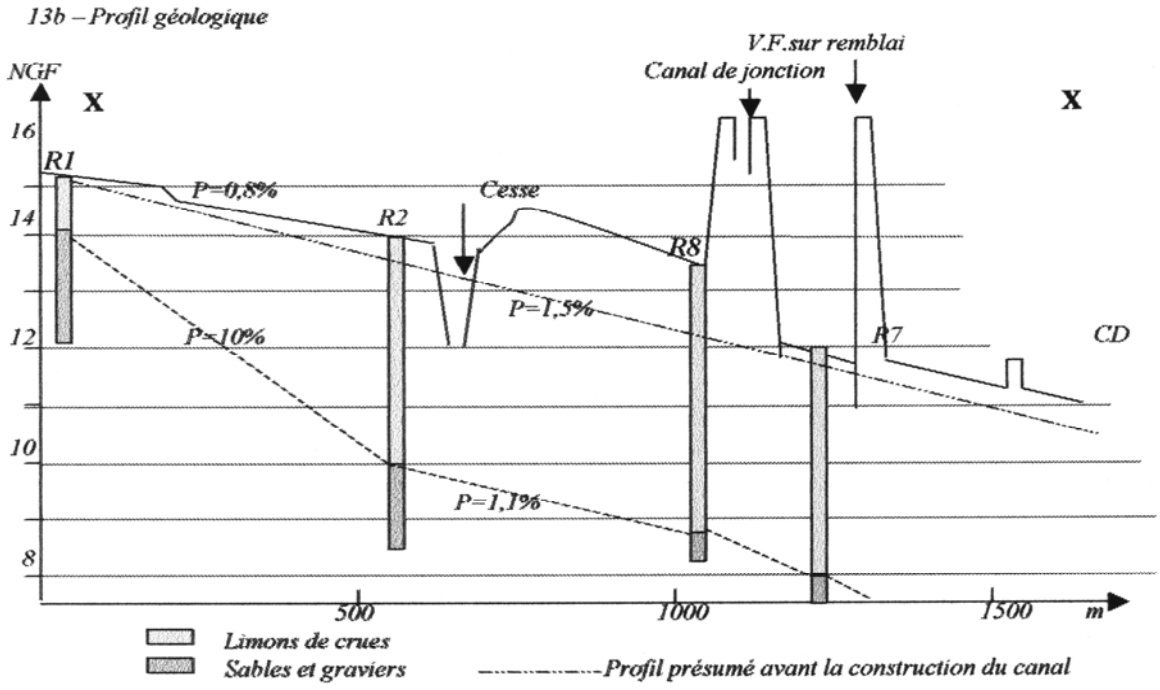


Figure 3 : Evolution topographique des plaines alluviales. Exemple de la basse Vallée de l'Aude.

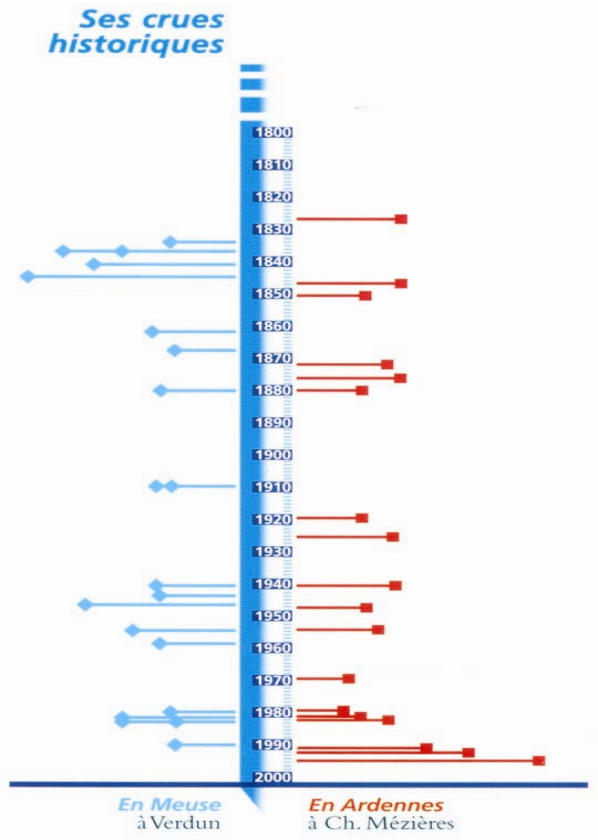


Figure 4 : Accroissement de l'amplitude et de la fréquence des crues sur la Meuse (BCEOM, 1998).

Ce phénomène, qui ne peut que s'amplifier avec le temps, imposera dans l'avenir de prendre une marge de sécurité supplémentaire par rapport aux hauteurs d'eau et aux limites de zones inondables déterminées pour les crues rares à exceptionnelles. Il reste à développer la recherche dans ce domaine afin d'apprécier plus précisément l'étendue spatiale des secteurs qu'il affecte.

Le delta de la Camargue fournit une appréciation en négatif de l'importance de ce phénomène. Il s'avère en effet que la suppression – même si elle n'est pas totale – des crues qui dans le passé recouvraient périodiquement le delta du Rhône fait que la sédimentation des matières en suspension y est interrompue. Elle ne peut donc plus compenser le processus naturel de tassement des sols compressibles (vases et tourbes) sous leur propre poids. La surface topographique du delta a donc tendance à s'abaisser (phénomène dit de subsidence), et se trouve d'ores et déjà en moyenne à 0,30 mètre en dessous du niveau de la mer. Cette évolution ne peut à terme que favoriser la pénétration des eaux marines, comme cela s'est déjà produit dans le secteur de la pointe de l'Espiguette lors d'une très forte tempête en 1997.

2.5.3 Sur l'évolution du littoral

La côte de la Camargue, comme d'ailleurs l'ensemble de la côte sableuse du Golfe du Lion, se trouve depuis une cinquantaine d'années en phase d'érosion généralisée, succédant à une phase très longue (depuis 2000 ans environ, c'est-à-dire depuis la fin de la remontée du niveau marin jusqu'à une cote proche de l'actuelle), pendant laquelle le cordon littoral s'est édifié progressivement par un processus d'"engraissement" (ou "accrétion"). Cette inversion brutale de tendance est due sans doute possible à l'action de l'homme. Celle-ci s'est exercée sur les fleuves fournisseurs des sables nécessaires à la l'édification du cordon littoral. Equipés de barrages comme le Rhône ou curés par les extracteurs de matériaux de construction (fleuves des Pyrénées Orientales en particulier), ces grands cours d'eau n'ont plus amené à leurs embouchures les volumes de sables nécessaires à la compensation des pertes subies par le système littoral du fait du soufflage éolien et des transferts opérés par les courants marins vers les bas fonds.

Le processus d'engraissement ainsi interrompu a été de plus perturbé par l'édification de jetées portuaires et de digues à la mer qui, bloquant la dérive littorale, a accéléré et amplifié les processus d'érosion du trait de côte initiés par le déficit sédimentaire. La généralisation de ce processus nouveau d'érosion, en partie masqué par des engraissements localisés (pointes de établi et de l'Espiguette pour la Camargue) est extrêmement préoccupante pour l'avenir. L'amincissement du cordon littoral, défense naturelle particulièrement efficace auparavant contre l'érosion marine, devrait conduire à terme à des ruptures que ne parviendront pas à empêcher les défenses artificielles (digues à la mer et épis), de plus en plus déchaussées et contournées par les affouillements. La Camargue, affectée de surcroît par le phénomène de subsidence indiqué ci-dessus, est particulièrement menacée. Il n'est pas exclu que dans un avenir relativement proche, bien qu'indéterminé, la mer s'engouffrant dans une brèche du cordon littoral pénètre profondément à l'intérieur des terres, en vidant les vases qui la constituent pour l'essentiel

2.5.4 Sur les changements climatiques à venir

S'il est à peu près acquis aujourd'hui que les récentes catastrophes peuvent être expliquées sans faire intervenir l'hypothèse de la modification du climat, il est par contre hautement probable que le réchauffement accéléré de l'atmosphère génèrera des paroxysmes climatiques encore inconnus de nos jours, avec en particulier l'accroissement des pluviométries maximales et celui de la fréquence et de l'intensité des tempêtes marines. Le manque de données précises empêche pour le moment d'évaluer l'ampleur des modifications hydrologiques et hydrauliques auxquelles il faudra faire face dans l'avenir.

L'ensemble des facteurs ainsi mis en évidence joue – hormis la reforestation et l'enfoncement des lits mineurs – dans le sens de l'aggravation de l'aléa inondation. C'est donc à une situation pire que celle qu'ont connue les générations précédentes qu'il faut se préparer aujourd'hui, à l'échelle du pays entier, et particulièrement à celle de la basse vallée du Rhône.

La question de la stratégie à mettre en oeuvre face à cette situation se pose donc en termes particulièrement aigus. Nous tenterons dans ce qui suit de lui apporter quelques éléments de réponse.

3 Quelques éléments de réponse

Il ressort de ce panorama sans doute trop rapidement brossé quelques données incontournables concernant :

- *le danger croissant que génèrerait la poursuite d'une politique de protection généralisée*, qui constituerait une"fuite en avant" aux conséquences incalculables. De ce point de vue, on est en droit de s'interroger quant à la pertinence d'un programme de consolidation "sur place" des digues du Rhône ;
- *la nécessité d'améliorer le dispositif des études mis en oeuvre jusqu'ici*, et dont l'insuffisance porte en particulier sur la non prise en compte de la crue "exceptionnelle" (ce qui n'est pas le cas pour les vallées telles que celle du bas Rhône qui l'ont déjà éprouvé dans le passé ce type de crue) ;
- *la nécessité d'élargir le champ des connaissances préalables à la préparation des stratégies de prévention*, en incluant les questions relatives à l'évolution des bassins versants, des plaines alluviales et des plaines littorales: il s'agit d'intégrer dans les démarches une compréhension de la dynamique des milieux ;
- l'impératif besoin d'une *révision complète* de la conception et du rôle des documents de planification spatiale et de l'aménagement des cours d'eau.

Malgré les apparences, les moyens dont nous disposons pour avancer dans ces directions sont relativement diversifiés et fiables. Ils concernent en particulier :

3.1.1 Le recours à la méthode hydrogéomorphologique de cartographie des zones inondables

Cette méthode, basée non plus sur des mesures et des calculs relevant des statistiques et des lois de l'hydrologie et de l'hydraulique, mais sur l'analyse naturaliste des milieux alluviaux (cf la communication de Ch. Esposito à ce sujet), fournit en effet la courbe enveloppe de l'ensemble des crues rares à exceptionnelles susceptibles d'inonder en totalité la plaine alluviale fonctionnelle d'un cours d'eau. Servant de base depuis 2001 à l'élaboration des *Atlas des Zones Inondables* programmés par le Ministère de l'Ecologie pour l'ensemble du territoire national, elle devrait dans l'avenir être intégrée de fait – et pas seulement comme aujourd'hui dans la théorie exprimée dans le Guide d'élaboration des PPR – dans la définition des aléas inondation dont sont chargés les dits PPR.

Elle peut être complétée en tant que de besoin par des démarches plus spécialisées portant en particulier sur :

- une connaissance la plus exhaustive possible de *l'historique des crues*, ce qui nécessite des recherches approfondies en archives départementales et communales ;
- le *comportement hydrodynamique* des grandes crues, par détermination des axes d'écoulement préférentiels et prise en compte des obstacles naturels ou artificiels s'opposant à l'écoulement des eaux ou permettant de limiter leur impact érosif (forêt riveraine ou ripisylve) ;
- l'analyse de ***l'évolution géomorphologique des lits majeurs*** et de ses conséquences hydrauliques ;
- la détermination d'un ***"aléa géomorphologique"*** et la réalisation de modélisations hydrauliques simplifiées par application de la "méthode intégrée", synthèse entre les approches hydraulique et géomorphologique.

3.1.2 L'élaboration de documents de planification spatiale

Intégrant à la fois la connaissance des zones inondables et celle de la constructibilité des terrains situés à l'extérieur des zones inondables. La carte hydrogéomorphologique telle qu'elle est définie dans la génération actuelle des Atlas des Zones inondables fournit d'ores et déjà de premières informations à ce sujet, du fait de l'élargissement de sa cartographie aux terrains encaissants limitrophes des plaines alluviales fonctionnelles. Cette seule information aurait permis, si elle avait été disponible, d'envisager des solutions d'urbanisation alternatives à l'implantation en zones inondables. La démonstration de l'efficacité de cette démarche a d'ailleurs été faite, a posteriori et à la demande de la Direction Régionale de l'Equipement du Languedoc-Roussillon, pour des communes sinistrées de l'Aude (Durban et Villeneuve des Corbières) où l'extension de l'analyse à la périphérie des agglomérations a permis de trouver – et de retenir pour la commune – des terrains situés hors zones d'aléas et très propice à la réinstallation des bâtiments publics et privés rendus inutilisables par la crue de 1999. Les recherches menées au cours des dernières années sur la possibilité d'étendre la démarche expérimentée pour le diagnostic des zones inondables à l'ensemble du territoire concerné par des collectivités territoriales ont d'ailleurs montré l'efficacité de ce type d'approche, qui peut sans difficulté être généralisé.

Dans le cas particulier d'Arles, où la quasi-totalité de l'urbanisation postérieure au noyau urbain ancien est implantée dans le lit majeur du Rhône, il est surprenant de constater qu'apparemment aucune réflexion n'a été menée quant à la possibilité de sortir de ce piège en constituant un pôle secondaire de développement urbain qui serait situé à l'Est, sur l'extrémité occidentale de la terrasse de la Crau. Peut-être n'est-il pas trop tard pour envisager sérieusement cette réorientation du développement de l'agglomération ?

3.1.3 Le renouvellement de la politique d'aménagement des cours d'eau

Si pour l'avenir la tendance encore persistante à amplifier toujours plus la "prise de risque" que constitue l'urbanisation en zones inondables peut et doit être maîtrisée, il restera de toutes façons à traiter du mieux possible le problème posé par les implantations déjà réalisées dans les plaines alluviales fonctionnelles. Il s'agit là d'un enjeu de société majeur, qui engagera des dépenses extrêmement élevées, et qui impose de redéfinir de manière plus rationnelle que par le passé les moyens susceptibles d'être mis en oeuvre. Ces moyens concernent au premier chef la gestion globale des eaux pluviales, sous ses aspects principaux suivants :

- *la maîtrise des ruissellements*, qui nécessite pour certaines pratiques culturales un changement profond allant dans le sens des démarches agri-environnementales ;
- *la connaissance et la caractérisation des champs d'expansion des crues*, qu'ils soient actifs ou désactivés, présents sur la majeure partie du linéaire des cours d'eau, et sur lesquels peut être organisée *l'"inondation préventive"* permettant de régulariser les débits afin de limiter les débits de pointe à l'aval. Le *ralentissement dynamique* préconisé par le Ministère de l'Ecologie va dans le bon sens, mais devrait être développé plus selon un mode extensif que sous forme d'ouvrages localisés ;
- ***la redéfinition des principes de restauration et d'entretien des cours d'eau,*** ce qui implique de proscrire, sauf cas particulier, les techniques "dures" du recalibrage, du rescindement et de l'endiguement, d'appliquer les notions relatives à l'"entretien raisonné" et de passer à celles de l'"entretien modulé", incluant la possibilité de l'"entretien zéro" dans les secteurs sans enjeu où la prolifération végétale ne peut que favoriser la rétention des eaux de crues. L'état calamiteux d'une grande partie du réseau hydrographique livré dans le passé à la logique du "fossé anti-char" nécessite d'ailleurs, au-delà de l'entretien, le recours à des programmes de restauration des lits mineurs et des lits moyens incluant la reconstitution de méandres et, dans certains cas, l'ouverture ou la destruction de digues devenues inutiles et néfastes. La reconstitution des forêts riveraines, en grande partie détruites, permettrait également de limiter l'effet destructeur des courants traversiers et de piéger les bois flottés communément accusés de provoquer des embâcles accompagnés de ruptures d'ouvrages générant des "vagues" destructrices ;
- l'application de ces principes à grande échelle permettrait corrélativement de redonner aux plaines alluviales, et particulièrement à leurs "espaces de liberté" (ou "espaces de grand écoulement et de mobilité") leurs potentialités écologiques et paysagères sacrifiées par une politique illusoire de protection d'urbanisation inconsidérément implantées dans ces "zones à risques" ;
- *la révision des systèmes de protection :* il ne devrait plus exister aujourd'hui, compte tenu des connaissances acquises en la matière, de digues non équipées de déversoirs. De la même manière, la conception des endiguements généralisés existants – comme dans le Rhône aval – devrait être revue, de manière à remédier à leurs plus graves inconvénients. Ceci concerne en particulier, outre le problème des déversoirs permettant d'abaisser le fil de l'eau des grandes crues au bénéfice des zones les plus sensibles :
  - *le positionnement de ces digues*, qui devraient être écartées de la berge de telle sorte qu'elles soient hors de portée des érosions risquant d'affecter celles-ci ;
  - *l'écartement entre digues*, qui devrait être calculé de manière à ce que la section d'écoulement suffise à évacuer les plus fortes crues, les déversoirs constituant alors un facteur de sécurité supplémentaire. De ce point de vue, il est illusoire de tabler sur l'approfondissement du chenal, "solution miracle" pour certains, mais qui ne peut permettre un accroissement suffisant de la section d'écoulement. Cette solution se heurte par ailleurs au problème du coût prohibitif des dragages à grande échelle, coût

incomparablement plus élevé que celui de l'achat de terres agricoles qui seraient comprise dans l'opération d'élargissement, ou des dédommagements des productions perdues lors des crues sur ces espaces. Il ne faut pas oublier de plus que les dépôts sédimentaires dragués dans le chenal se reconstituent rapidement, et ce d'autant plus que le profil en long du fond du lit est porté à une cote plus basse par rapport à celle de l'exutoire. Le problème de la sur-sédimentation se pose d'ailleurs également, bien que de manière moins cruciale, pour les espaces de terre ferme compris entre les digues (les "ségonnaux" du bas Rhône), dont le dimensionnement devrait être accru en conséquence.

CONCLUSION

Il apparaît que le problème du risque inondation, relativement simple dans le cas où les décisions relatives à l'aménagement du territoire sont prises en tenant compte d'un "fait inondation" correctement évalué et en fonction de choix objectifs entre des variantes d'implantations urbaines basées sur une connaissance correcte des caractéristiques de ce territoire, devient particulièrement complexe lorsque cette démarche n'a pas été effectuée. La certitude de disposer de moyens techniques fiables a longtemps généré des erreurs d'aménagement difficilement rattrapables aujourd'hui. Le recours exclusif aux études basées sur les sciences dites "dures", en l'occurrence l'hydrologie et l'hydraulique, a longtemps occulté la question des crues les plus fortes, que ne peuvent appréhender correctement que les approches basées sur les sciences d'observation (l'hydrogéomorphologie). Or, divers facteurs liés à l'évolution naturelle ou d'origine anthropique des bassins versants et des milieux fluviatiles concourent globalement à l'accroissement de l'aléa hydrologique. La prise en compte à sa juste mesure de la gravité de la situation impose pour l'avenir une révision profonde des stratégies de prévention (méthodes d'études, gestion des eux pluviales au niveau du ruissellement sur les versants et à celui des écoulements dans le réseau hydrographique) et de protection. Si globalement les connaissances accumulées jusqu'ici permettent de définir correctement les termes principaux de ces stratégies, des efforts de recherche sont encore nécessaires afin de perfectionner les méthodes et de compléter l'information relative à des problèmes particuliers. Dans tous les cas, il sera de plus en plus nécessaire de composer avec l'aléa de manière à faire "la part de l'eau" plutôt que d'attendre que les grandes crues "fassent - brutalement - le ménage".

DÉBAT

Sylvie ARIÈS (La Provence) : "j'ai noté que dans l'atlas des zones inondables de 1996, sur Arles, une des seules digues fiables est la voie SNCF au nord d'Arles et donc toute la zone protégée, dessinée en violet est toute la plaine du Trébon, de Monplaisir et la plaine de Beauchamp, voilà... comment se fait-il qu'on déclare une digue complètement fiable et que l'on se retrouve avec ça..."

Marcel MASSON : "Sur un plan général, 1996 est une période un peu intermédiaire, auparavant la croyance était que c'était fiable, les digues SNCF étaient en général bien faites, à bonne hauteur, bref c'était une référence. Mais depuis quelques années, au vue des ruptures enregistrées et le Ministère de l'Environnement défend cette hypothèse, il est admis que aucune digue ne peut être considérée comme fiable. Tous les espaces derrière les digues doivent être considérés comme inondables. Je dirai que c'est une précaution d'autant plus indispensable, que si on ne la prend pas on continue à faciliter, à encourager l'urbanisation sans précaution derrière ces digues."

Hervé SCHIAVETTI (Maire d'Arles, Conseiller Général des Bouches du Rhône) : "C'est vrai qu'en 1996, la digue SNCF était considérée comme une digue fiable. Et en 1996, le DDE a considéré qu'elle n'était plus fiable. D'ailleurs au moment de l'inondation elle n'a pas bougé c'est l'eau qui est entrée par les trémies. Aujourd'hui encore nous avons des digues considérées comme fiables, les quais de la ville sont considérés comme tels alors que comme le dit M. Masson la faillibilité existe pour tous ces ouvrages y compris sur ceux considérés comme fiables. Ce qui pose la question du droit car si ces ouvrages n'étaient pas déclarés comme sûrs, et bien on ne pourrait plus construire. Et on est obligé de délivrer des permis de construire ne serait ce qu'en centre ville pour changer une porte ou une fenêtre. Donc on déclare les digues fiables et là il y a une contradiction entre le droit et la réalité qui est tout à fait manifeste."

Question dans la salle : "Mr Bazot du collectif des naufragés du Rhône. Pour appliquer les principes de M. Masson, je voudrai savoir si aujourd'hui avec le retour d'expérience, nous avons une cartographie, une simulation de la crue maximale de 14000 m³ à Beaucaire, sans rupture de digue en aval et les conséquences en amont au niveau de la plaine, Orange,.Tarascon."

Christophe. ESPOSITO : "À ma connaissance on n'a pas ce type de simulation. Il y a des essais en cours..."

suite de la question : "On est en train de conforter ces digues en aval, demain nous aurons la crue que nous avons connue en décembre 2003, quelle est la conséquence, la simulation que l'on peut faire aujourd'hui d'un scénario comme celui là, qui est le plus vraisemblable puisque 14000 m³ d'eau à Beaucaire on sait que c'est possible, et avec non rupture de digues, c'est ce qui va arriver."

Marcel MASSON : "Bon, écoutez je n'ai pas la réponse, il faudrait poser la question aux services qui sont en train d'étudier ce problème localement, vraisemblablement c'est en cours d'étude ..."

Précisions dans la salle : "Je collabore avec Mme Provansal, sur le Rhône. Mme. Provansal a montré la semaine dernière une figure où on a le niveau des digues et le niveau de la ligne d'eau pour une crue cinquantenale et une crue centennale et on se rend compte que dans le delta pour une crue de 14000 $m^{3/s}$, les digues sont submergées en plusieurs endroits, donc sans faire de simulation ça apporte déjà des éléments de réponse."

Question dans la salle : "J'ai une question de droit pour Mme Gil, lorsque nous avons eu notre permis de construire en 1995, nous avons signé une feuille où nous reconnaissions que nous construisions en terrain inondable. Je suppose comme beaucoup d'Arlésiens car on ne doit pas être les seuls, je voudrais savoir qui est responsable en cas de crue. Car le permis a été donné tout en sachant que c'est inondable."

Chantal GIL : "Alors je suppose que la loi Barnier n'était pas encore intervenue, en quelle année votre permis ?"

"Permis en 1994"

Chantal GIL : "Alors à priori, à partir du moment où la mairie vous fait signer le fait que vous avez une connaissance acquise du risque que vous êtes en zone inondable, vous prenez en considération vous-même le risque. A partir du moment où vous accepter le risque et bien il y a des conséquences en terme d'indemnisation par les compagnies d'assurance."

suite de la question : "Oui mais alors est ce qu'il est normal que la Mairie délivre un permis tout en sachant que c'était inondable et ensuite fasse reconnaître... on ne devrait pas avoir de permis dans ce cas là."

Hervé SCHIAVETTI : "Il y a une chose vers laquelle on glisse facilement : de l'inondabilité à l'inconstructibilité. Ce qu'a précisé Mme Gil tout à l'heure dans son exposé, mais c'est passé rapidement, c'est qu'il y a des zones inondables avec la possibilité de construire et des prescriptions particulières. Lorsqu'on vous a délivré un permis en 1994 ou 1995, le PIG n'était pas encore adopté sur la commune d'Arles mais on vous a prescrit certaines contraintes parce que la zone était inondable, et notamment ce que l'on a mis en avant, c'est la notion de plancher refuge au dessus de la crue de référence. Cette contrainte particulière est parfaitement admise par les services de l'Etat à partir du PIG et comme avant d'ailleurs, le permis de construire est opposable au tiers, le système assuranciel joue normalement. C'est les pouvoirs publics qui vous ont accordé le permis de construire en toute connaissance de cause, en vous avertissant malgré tout, et c'est une précaution supplémentaire qui existait depuis quelques années déjà, que vous étiez en zone inondable. Mais vous êtes dans votre droit, avec toutes les précautions possibles au regard de l'acte administratif."

Sylvie ARIÈS : "Il y a deux questions qui concernent Monsieur le Maire et je vais profiter de sa présence pour les lui poser. Est-ce qu'il existe un PPRI prévu pour Arles et quelles en sont les conséquences pour la commune ? Et je rebondis sur à peu près la même question, quelles sont les contraintes des PPRI vis-à-vis des activités agricoles ou d'une décharge ?"

Hervé SCHIAVETTI : "Alors nous avons demandé en 1996 à l'Etat de bénéficier d'un PPRI, avec notamment les études qui sont subventionnées par les crédits prévus à la loi Barnier. En contre partie comme l'Etat n'a accepté de mettre en PPRI que ces années passées, nous avions fait un PIG qui est l'équivalent d'un PPRI, qui est un document aussi opposable aux tiers et qui est en préalable à notre plan d'occupation des sols et lorsque nous allons mettre en révision notre plan d'occupation des sols, nous allons passer en PLU et notre PIG va se transformer en PPRI. Et donc nous délibérons en Conseil Municipal pour passer notre POS en PLU et donc notre PIG en PPRI, la semaine prochaine."

Sylvie ARIÈS : "Et quelles sont les conséquences pour Arles, en terme de constructibilité ?"

Hervé SCHIAVETTI : "Les conséquences pour Arles en terme de constructibilité à l'Ile des Sables, Monplaisir, au Trébon, à Fourchon, c'est-à-dire sur les 85% de territoire constructible en zone inondable, ce sont des prescriptions particulières. Il n'y a pratiquement que les 100 mètres en pied de digue, là où il risque d'y avoir un effet de brèche, d'emportement, là il y a une inconstructibilité totale comme dans les lits du fleuve et sinon les prescriptions de plancher refuge de 10% de la SHON (surface hors d'œuvre nette) sont prises dans la délivrance des permis de construire. Bien sûr ces prescriptions ont été acceptées par l'Etat et validées par l'Etat et par les services hydrauliques de l'Etat et donc ils sont bien opposables aux tiers. Donc il y a bien des zones qui sont inondables, il y a des prescriptions particulières, je parle sous le contrôle de Gisèle Balme que je vois et que par ailleurs cela implique que l'on peut construire selon certaines conditions dans des zones dites inondables, ce qui n'enlève rien au raisonnement global de M. Masson sur le fait qu'il y ait une urbanisation généralisée le long du cours d'eau et que cela peut entraîner des risques beaucoup plus graves dans les années à venir et dans les décennies à venir. Mais il faut aussi construire des maisons pour les enfants et c'est sans doute là que les problèmes commencent à se poser."

Sylvie ARIÈS : "Une question de la salle à côté, mais qui est récurrente au fil des débats c'est est ce que la solution du curage, du dragage et de la création de canaux annexes peuvent être des solutions durables, acceptables."

Marcel MASSON : "La réponse à cette question est assez simple. L'augmentation de section que l'on peut obtenir de cette manière là, n'est pas du tout en proportion des débits qu'il faut évacuer en cas de grande crue. Je crois que ces solutions peuvent être efficaces dans le cas de petits cours d'eau ou de moyens cours d'eau pour faire des protections localisées mais pas dans le cas d'un fleuve de cette importance."

Sylvaine LACAN (Confédération des riverains du Rhône) : "J'ai trois questions concernant les PPRI. Dans l'instruction des PPRI on se rend compte que les digues et l'influence d'une brèche sur les digues n'est jamais prise en compte. Par ailleurs les dommages aux infrastructures et aux activités agricoles ne sont jamais prises en compte non plus et si les PPRI sont destinés à diminuer le coût des inondations pourquoi les assureurs n'y sont jamais associés.
En ce qui concerne la concertation des populations vous avez fait allusion à la loi Bachelot qui prévoie cette mesure mais vous n'avez pas parlé de la loi de 87 qui prévoyait déjà d'associer les citoyens à l'élaboration des projets environnementaux, or cette mesure n'a jamais été appliquée."

Chantal GIL : "Oui la loi de 87 effectivement prévoyait l'enquête publique et la loi Bachelot renforce l'information, mais comme je l'indiquais concernant la loi Bachelot pour l'instant le décret d'application n'est pas sorti. Donc il est extrêmement difficile de voir les modalités d'application. Ensuite concernant les dégâts agricoles, je voudrais répondre sur le fait que les assureurs ne sont pas associés effectivement à la concertation, à priori en effet sur les décrets d'application de la loi de 95 rien n'est prévu mais je ne sais pas si la loi Bachelot le prévoira dans le décret d'application."

Suite de la question (S.L.) : "J'ai oublié une question, concernant les servitudes environnementales, si une personne possède un terrain constructible et qu'il devient inconstructible, il s'avère que ces servitudes là ne sont pas indemnisées."

Chantal GIL : "Effectivement c'est le propre des servitudes d'utilité publique, c'est de ne pas être indemnisées effectivement. C'est comme ça, c'est l'intérêt général qui prime."

Question dans la salle : G. Sudre (Collectif des Riverains du Rhône). " Moi j'aimerais poser une question à la CNR, mais comme je pense qu'ils ne doivent pas être là, je poserai éventuellement cette question à M. Esposito, puisqu'il doit avoir des relations je pense avec la CNR. La question est la suivante : l'aménagement du Rhône à Vallabrègues, et qui nous concerne tous ici bien sûr ainsi que dans toute la Camargue, était prévu pour 14000 $m^{3/s}$, le problème c'est qu'on est arrivé pratiquement à 14000 m^3, et que l'on sait très bien, les géographes en ont parlé, Pardé notamment, que la crue générale c'est 18000 $m^{3/s}$. Alors j'aimerais savoir ce qui est prévu ou ce qui n'est pas prévu quand on peut dépasser les 14000 $m^{3/s}$. On y est pratiquement, voilà, qu'est ce qui arrive pour toute la Région, jusqu'à Arles, jusqu'à la mer et puis peut-être plus loin… ?"

Marcel MASSON : "Je vais donner un embryon de réponse : à partir du moment où on raisonne collectivement sur la crue centennale voyez l'écart qui se présente avec la possibilité de raisonner sur la crue…c'est plus qu'exceptionnel, vous voyez, c'est une crue qui a une certaine probabilité de se produire mais on ne sait pas laquelle. Et là on rentre dans un flou artistique. Personne n'est capable de le dire aujourd'hui, et si la CNR était là, je ne crois pas qu'ils auraient de réponse. Alors là, le principe de précaution doit effectivement s'appliquer mais pas seulement au niveau d'Arles mais au niveau du bassin versant. En fait, le problème qu'on ne sait pas gérer, qu'on ne sait même pas prévoir, c'est qu'est ce qui va se passer si une très grande partie du bassin versant du Rhône est générateur de crue. Cela, on n'a pas pour le moment les éléments de réponses et il faudrait faire des études dans ce sens là."

Sylvie ARIÈS : "Je vais en profiter pour poser directement la question à un représentant de la CNR puisque nous avons la chance de l'accueillir."

Directeur Régional de la CNR : "En ce qui concerne la problématique du dimensionnement de l'ouvrage de Vallabrègues, d'abord c'est 15000 m^3, donc pour passer la crue de projet tel qu'il était dimensionné. Et après donc effectivement l'eau montera dans la retenue et les 15000 m^3 ont été définis tout en respectant les contraintes au niveau d'Avignon. Et passer au débordement des digues, je peux pas vous le dire mais c'est certainement en dessus de 15000 m^3. Donc c'est des crues de projet, c'est des crues millénales, même plus, donc qui permettent de garantir le bon fonctionnement de ces aménagements là. Alors c'est vrai qu'en fonction des épisodes que l'on peut rencontrer, les crues millénales, les crues centennales, ça évolue dans le temps, statistiquement, mais pour l'instant dans ces aménagements, il n'y a pas eu de difficultés en ce qui concerne le passage de ces crues et jusqu'à 15000 $m^{3/s}$, ils sont prévus pour ça. Pour la crue générale, il y aura des problèmes sur les digues, ça fera des inondations un peu plus importantes à côté des digues mais ça ne fera pas de conséquences sur l'aval. Donc sur les zones qui sont protégées actuellement comme sur Boulbon, et bien s'il y a une rupture à ce moment là, ça fera un peu plus d'eau à Boulbon. On se retrouvera dans la situation avant aménagement. De toute façon ça fera un léger sur accident, c'est clair."

Bernard PICON : "Il me semble que ce qu'ont expliqué la dernière fois les hydrauliciens, c'est que de toute façon, Vallabrègues ou pas Vallabrègues, barrage ou pas barrage et bien l'eau passera, il faut qu'elle passe, 18000 m^3 ça ne changera rien au passage, ça ne changera pas grand-chose, même rien du tout."

Directeur Régional de la CNR : "En ce qui concerne le comportement de l'ouvrage de Vallabrègues et à 18000 m^3, on ne peut pas dire pour l'instant comment il se comporte. Il faudrait refaire des études particulières là-dessus et en détail, regarder toutes les conséquences qu'il y a sur l'ensemble de la vallée. Il n'y a pas que l'aménagement de Vallabrègues qui concerne les digues et il faudrait regarder ce qui se passe au-delà de nos obligations qui sont aux alentours de 15000 m^3. Mais les digues, pour qu'elles posent problème il faudrait que ça déverse par-dessus. Elles sont assez solides pour qu'il n'y ait pas de conséquences tant que ça ne déverse pas dessus les digues."

Georges OLIVARI : “ Je voudrai apporter un complément sur la loi Barnier et sur les problèmes des PPRI. Dans les PPRI, bien évidemment il y a la cartographie des zones à risques mais il y a aussi l'obligation d'intégrer dans les documents d'urbanisme, les zones naturelles inondables comme étant des éléments de gestion. Accompagnant cette loi sur la prévention des risques, il y avait aussi prévu le plan décennal de gestion des cours d'eau et du libre écoulement des cours d'eau dans lequel malheureusement on a trop souvent entendu l'écoulement amont aval donc l'évacuation alors que c'était la totalité des dimensions et entre autres les dimensions latérales et donc c'était aussi la reconquête des zones naturelles inondables qui avaient été protégées par les digues, malheureusement ça, on n'en parle plus trop.”

Question de Georges OLIVARI *: “Je voudrai juste poser une question à maître Chantal Gil au sujet d'un petit problème que l'on a sur une rivière dont le non commence par V. et qui est célèbre pour ses grandes gorges, sur laquelle il y a un aménagement et qui avait été prévu dans le cadre de la gestion des crues. Donc il y a eu dans cette vallée la délimitation des zones naturelles inondables, la zone à risques et puis il était prévu un certain nombre d'aménagements et entre autres, la reconquête des zones humides. Or certaines communes ont fait partiellement le travail, d'autres en totalité et d'autres pas du tout. Qui a la responsabilité d'obligation de ces travaux et en cas de catastrophe quelle responsabilité est engagée au niveau des communes par exemple ?”*

Chantal GIL : “Je ne connais pas du tout le dossier, quel type de travaux ?”

Georges OLIVARI : “Et bien il y avait des digues de protection, la reconquête de zones naturelles inondables et entre autres défaire des digues pour permettre la reconquête de champs d'expansion de crues et donc il y avait une multitude d'aménagements qui permettait de caler un PPR avec des possibilité de construire, qui ne peuvent être réalisées à l'heure actuelle si l'aménagement global sur la vallée n'est pas fait. Un des problèmes du PPR, c'est qu'il traite de la vallée et qu'il redescend ensuite au niveau des communes sans oublier qu'il y a cette relation évidente entre les différentes communes pour gérer l'inondabilité.”

Chantal GIL : “Oui tout a fait. Effectivement la maîtrise d'ouvrage repose sur les communes. Le prescripteur c'est l'Etat, mais le maître d'ouvrage c'est la commune.”

Question de Marcel MASSON : “ Je m'excuse, une question à G. Olivari, est ce que c'était à l'échelle du bassin versant ? Est que c'était un PPR ou bien un schéma d'aménagement ?”

Georges OLIVARI : “Par tronçonnage, le Verdon a des tronçons qui sont homogènes et donc qui sont considérés comme des zones où peuvent être établis des PPR, c'était la haute partie du Verdon qui est la zone dite naturelle entre la source et la retenue du Castillon.”

Chantal GIL : “Je reviens sur les responsabilités. Il est évident donc que le maître d'ouvrage c'est la commune. Effectivement si éventuellement les prescriptions qui ont été données par l'Etat dans le cadre du PPRI s'avèrent fautives, on peut tout à fait imaginer, je ne pense pas que ce soit arrivé, mais s'il est arrivé que techniquement il y a eu des erreurs dans l'instruction, on peut tout à fait imaginer les communes engager la responsabilité de l'Etat. C'est tout à fait envisageable. Je n'ai pas connaissance que ce soit déjà arrivé mais je pense que juridiquement il n'y a pas de difficultés. A partir du moment où on le démontre. Mais on n'a pas assez de recul parce que la loi Barnier est une loi récente et tenant le fait qu'elle a été appliquée tardivement on n'a pas encore de recul et d'analyse jurisprudentielle sur cette problématique là.”

Sylvie ARIÈS : “Une question de la salle pour M. Esposito, où sont les lits majeurs, moyens et mineurs du Rhône. C'est une question immense, j'imagine que la question était axée sur Arles.”

Christophe. ESPOSITO : “Pour définir les lits majeurs, moyens et mineurs du Rhône, il faut prendre en compte sa plaine alluviale et c’est vrai qu’avec les aménagements qu’il y a, les digues, ... mais ces lits existent, ce lit majeur lui correspond à une zone qui un jour a été inondée et donc ça peut l’être de nouveau, mais pour les définir précisément il faut aller sur le terrain.”

Marcel MASSON : “Ce tronçon du Rhône est particulier, car effectivement il a été très aménagé. En gros on pourrait dire qu’il y avait un lit moyen par le passé, par exemple la Camargue,on peut considérer que c’était un lit moyen avec des divagations quand il n’y avait pas de digues, maintenant c’est devenu un lit majeur. La limite du lit majeur est bien connue car il y a eu souvent d’inondations et de cartographies et la dernière crue en 2003, donne bien la limite extrême inondable, qui est une limite géomorphologique et qui ne sera sans doute pas dépassée sauf s’il y a dans l’avenir une remontée substantielle du niveau du plancher alluvial. Le lit moyen a disparu. Le lit mineur c’est le lit où s’écoule l’eau en permanence, et il est totalement artificialisé et il est entre digues.”

Sylvie ARIÈS : “Une autre question de la salle à côté. Lorsqu’on a des terrains inondables non construits, est ce qu’il existe des mesures incitatives pour qu’on laisse ces terrains en zone d’extension des crues ? Est-ce qu’il y a un dédommagement de prévu ?”

Chantal GIL : “Comme on l’a dit précédemment il s’agit d’une servitude d’utilité publique et donc il n’y a pas d’indemnisation prévue.”

Question dans la salle : “Je voudrais poser ma question au Monsieur de la CNR. Quand on fait un pont, d’habitude, on le fait d’une digue à l’autre. L’autoroute pour aller à Nîmes s’est faite sur un terrain plein de 260 mètres de long et qui empêche l’eau de passer. Donc quand la digue a cassé, la première fois, du côté de Trinquetaille et cette fois du côté de Fourques...
Deuxièmement, je voudrais savoir qui a donné l’autorisation de draguer le Petit Rhône et de mettre tout ce qui a été sorti, carrément dans le Ségonnal. Cela est important. Après, on a planté des pieux dans le Petit Rhône et ça a fait des îles et ces îles empêchent le cours d’eau. Parce que moi je suis depuis 65 ans dessus les digues, alors j’en connais un bout. Et je ne sais pas si vous êtes allés sur le Petit Rhône mais moi je vous ferai voir partout où il y a des bêtises.”

Sylvie ARIÈS : “J’ai peur que ce ne soit pas une zone CNR malheureusement et que l’on soit sur une zone Voies Navigables de France (VNF) et que la CNR en l’occurrence n’y soit absolument pour rien. Je vais peut-être demander à Monsieur le Maire.”

Hervé SCHIAVETTI : “Alors, l’information que l’on a sur la réalisation de l’autoroute qui ne respectait pas le passage de l’eau et qui n’était pas gabaritée, c’est que tout simplement à l’époque il n’y avait pas les moyens budgétaires suffisants pour réaliser la voie autoroutière et qu’il y avait un ouvrage de prévu à cet endroit là et cet ouvrage n’a pas été réalisé et la collectivité publique nationale a pris la responsabilité de réaliser l’ouvrage tel qu’il est. C’est tellement vrai d’ailleurs, que dans le Gard, si l’on a connu les difficultés que l’on a connues avec autant de force et si immédiatement l’autoroute a été coupée, c’est que l’ouvrage n’a pas été réalisé tel qu’il aurait du l’être.”

Suite de la question de Sylvaine LACAN : “J’aimerais bien avoir les réponses aux questions que j’ai posées à M. Esposito, puis j’en ai une dernière concernant la digue, enfin le remblai de la SNCF. S’il est admis que ce remblai SNCF a maintenant une vocation à servir de digue, qu’en est-il de la responsabilité des propriétaires de cette voie ferrée en l’occurrence la SNCF et RFF ? Est-ce qu’ils sont fondés à accepter cette responsabilité supplémentaire ?”

Hervé SCHIAVETTI : “Jusqu’en 1996, la voie SNCF était considérée comme une digue fiable. A partir de 1996, le Directeur Départemental de l’Equipement a déclassé cet ouvrage, il n’a plus été considéré comme une digue fiable mais comme un ouvrage de protection présentant un certain nombre de risques. Qu’il se soit agit d’une digue fiable, ou d’une digue non fiable, et il n’y en a aucune de fiable parce qu’on peut toujours imaginer un niveau de crue supérieur à celui qui a existé précédemment, de toute façon le responsable est toujours le propriétaire. Donc aujourd’hui, les responsable de la voie SNCF, de la digue SNCF, parlons plutôt ainsi, c’est le propriétaire RFF (Réseau Ferré de France) et l’exploitant de la voie ferrée : la SNCF. Et donc les travaux qui sont à réaliser en terme de surveillance de cet ouvrage, de renforcement de cet ouvrage sont bien ceux qui font rouler des trains et sont propriétaires de voies ferrées. RFF et la SNCF indiquent d’ailleurs qu’ils ne souhaitent pas que leur voie ferrée soit considérée comme une digue parce que leur mission c’est de faire rouler des trains et pas d’entretenir des ouvrages de protection contre les crues. Et donc ils demandent instamment à l’Etat, je dis instamment pour dire que le débat existe vraiment parce que RFF et la SNCF sont suffisamment embêtés notamment par les recours d’un certain nombre de communes qui portent sur un certain nombre de montants. Donc RFF et la SNCF demandent instamment à l’Etat de construire un ouvrage de protection contre les crues de façon à les libérer de cette responsabilité qui n’a jamais été la leur dans l’histoire. C’est un héritage, ils l’assument, mais leur mission c’est de faire rouler des trains et pas de gérer des digues.”

suite de la question de Sylvaine LACAN : “Rappel des questions à M. Esposito, concernant l’instruction des PPR : c’est plutôt le principe de parcimonie qui veut que certains éléments ne soient jamais pris en compte, notamment l’étude de danger sur les digues. On ne parle jamais de digues dans les PPR. En ce qui concerne les dommages aux activités agricoles et aux infrastructures ce n’est jamais considéré non plus. Et les assureurs n’y sont pas associés alors qu’on peut penser que les PPR sont fait pour diminuer le coût des inondations.”

Christophe. ESPOSITO : “Je vais commencer par la non prise en compte des digues dans les éléments PPR. Donc les digues sont construites pour limiter l’inondation mais s’il n’y a pas cette digue, derrière il y a la zone inondable du cours d’eau. Donc il est vrai qu’il y a eu un passage où avec la digue SNCF on a considéré que derrière il n’y avait pas de souci, donc c’était les fameuses zones violettes sur le PPR de Arles. Aujourd’hui en fait l’Etat a peur de ces ruptures de digues parce que malheureusement il y en a eu et il risque d’y en avoir encore. Si l’Etat dit que derrière les digues c’est bon et que la crue d’après ça casse, l’Etat est en porte à faux donc sa responsabilité est engagée. Donc actuellement on considère que derrière les digues c’est une zone avec un aléa fort. Par contre il existe une réflexion avec les fameuses simulations de rupture de digue. Si la digue cède, cela va se faire sur un certain linéaire et cela va engendrer une vague et c’est ce problème de vitesse et de divagation de l’eau au niveau de cette brèche qui actuellement fait l’objet de différentes études pour savoir ce qui peut se passer derrière. Parce que c’est vrai que si on dit que derrière les digues on ne peut plus construire, on va enlever à beaucoup de communes pas mal de zones où elles aimeraient développer leur urbanisation ou alors leurs projets ou les zones agricoles comme vous en avez parlé, donc il y a actuellement une réflexion dans ce sens là. Donc une digue protège une zone mais une digue peut céder. Concernant les assureurs, la semaine prochaine, je pense que si vous êtes encore là, vous aurez des éléments de réponses plus précis.

Car on va attaquer un volet qui est “*Comment vivre avec les inondations ?*” donc c’est vrai que il y a une inondation, il y a des sinistrés, il y a des assurances qui payent. Donc les assurances payent, elles le veulent bien, c’est le contrat qu’elles ont signé, mais par contre il y a actuellement avec l’Etat et le Ministère de l’Ecologie, la DPPR, une action qui est menée en concertation avec les assurances pour justement avoir leur retour d’expérience sur ce qu’ils ont vécu, ce qu’ils ont payé et aussi sur le fait de trouver des solutions pour réduire la vulnérabilité

donc des personnes et surtout des biens, mais là vous me faites entamer mon exposé de la semaine prochaine donc je vous parlerai de combien coûtent les indemnisations vis-à-vis du mobilier mais pour le moment je m'arrêterai là."

Question dans la salle : M. Eggidio (Adjoint Mas-Thibert). "M. Masson, une question a été posée sur le dragage du Rhône et vous avez répondu que ça ne permettrait pas non plus de recevoir les m³ d'eau en cas de fortes inondations. Mais par contre moi ma question c'est l'embouchure du Rhône. Parce que on parle de tout sauf de l'exutoire principal. A savoir que actuellement l'embouchure du Rhône est complètement bouchée. Avec un petit voilier d'une quille d'un mètre, on ne passe pas, sauf dans le lit du Rhône et ça s'étend sur presque un kilomètre dans la mer et donc là je pense que c'est une retenue très importante et forcément ça fait des ruptures de digues. On connaît ça aussi avec le canal du Vigueirat, avec le remblaiement pour construire la zone de Fos, bien sûr que les zones d'expansion se font en amont plutôt qu'en aval, alors je pense que c'est quand même une question importante. Au moins de déboucher l'exutoire principal."

Sylvie ARIÈS : "Je crois que Mireille Provansal avait répondu à cette question la semaine dernière..."

Marcel MASSON : "Oui on aborde encore des questions complexes car enlever des matériaux qui se déposent à l'embouchure c'est d'une part extrêmement onéreux et d'autre part ça revient, ça reviendra, c'est un entretien qu'il faut faire pendant très longtemps. Alors je crois que ce qu'il faudrait prendre en compte c'est que ce milieu a été entièrement artificialisé et qu'il ne fonctionne plus du tout comme par le passé. Avant, avec des atterrissements comme celui là, le fleuve pouvait suivre un autre cours et déboucher à un autre endroit. Maintenant ce n'est plus possible. Il y a des gens qui travaillent là dessus, c'est un problème complexe et très difficile à traiter. Mais ça me donne l'occasion de parler d'un autre phénomène, c'est qu'il y a un problème d'érosion de côte, d'érosion du littoral, qui est considérable et qui concerne d'ailleurs pas seulement la Camargue, mais toute la côte du Languedoc Roussillon. On a fait une étude au CETE, il y a quelques années sur les 300 km, le déséquilibre qui est entraîné par toute une série de problèmes : les barrages qui arrêtent effectivement le transit des sédiments, les extractions de matériaux qui ont été menées dans toute une série de cours d'eau, de fleuves, en particulier dans les Pyrénées orientales et qui empêchent les sables de venir jusqu'à la mer, les épis qui ont été mis tout le long de la côte, tout ça va dans un sens extrêmement négatif. Maintenant le cordon littoral s'est considérablement amenuisé, d'ailleurs il y a des endroits où il lâche et il a lâché en 1997, du côté du Grau du Roi et on est parti effectivement pour un processus de déstabilisation généralisée dont on ne sait pas où il peut s'arrêter. Enfin, on sait qu'il s'arrêtera de toute façon au niveau des traits de côte d'il y a 2000 ans, c'est-à-dire très loin à l'intérieur des terres. Mais on ne sait pas à quel rythme ça va fonctionner, on ne sait pas comment faire pour résoudre ce problème."

Fin de la première partie

MARTIN ARNOULD

Chargé de programme

“Rivières vivantes” - WWF

“DE LA LOIRE AU RHÔNE : RÉAPPRENDRE A VIVRE AVEC LES INONDATIONS”

Grâce à la mobilisation sur le bassin de la Loire, les riverains sont passés d’une culture de “contrôle” du risque à une culture de gestion des inondations.

INTRODUCTION

Merci à l'AEEC de nous avoir invité à prendre la parole dans cette enceinte, pour ce cycle de conférences si utile, si difficile aussi à certains égards, autour de la question de la gestion du risque naturel d'inondations.

Responsable du programme "Rivières Vivantes" au WWF, je viens d'un réseau, "Loire Vivante", d'une lutte pour la "gestion durable" de la Loire, qui a, entre autres choses, permis la construction d'un débat approfondi, entre 1986 et 1994, sur la gestion du risque naturel de crues. Ce débat, immensément difficile par moments, comme il peut l'être ici et sur le bassin du Rhône, a, logiquement, difficilement, débouché sur la série de mesures que je vais vous présenter.

Je ne vais pas vous faire une présentation "hydraulicienne", je ne suis pas hydraulicien. Plutôt dresser un tableau global, social, environnemental et technique.

Je ne ferai pas non plus de référence précise aux inondations du Rhône méridional, que je connais mal. Je dresse juste un tableau global, le "broad picture" des anglo-saxons, pour éclairer votre réflexion, alimenter le débat, pas seulement sur le plan technique.

Exposé en cinq parties, présentation du WWF, de la Loire, de la question des inondations sur la Loire, des mesures innovantes mises en place depuis 1994, et la conclusion.

Pour commencer, permettez-moi de faire une brève introduction, une présentation du WWF, de l'indice "Planète Vivante" et de "l'empreinte écologique".

1 Quelques mots de présentation du WWF

Le WWF est une des principales ONG de conservation de la Nature dans le monde. Il a été fondé en 1960, (en France en 1973). Il compte 5 millions de membres, 3000 salariés dans le monde. Il est implanté dans une trentaine de pays.

En France, il est encore peu développé et identifié, encore trop associé à "l'image animalière". 50 salariés et autant de bénévoles, environ 100 000 membres. Il fonctionne sous le régime d'une association loi 1901 : Conseil d'Administration, président (Daniel Richard, ancien PDG des Trois Suisses). Ses ressources (budget de 6 millions d'euros) viennent principalement des adhérents, puis des partenariats avec des entreprises, (Lafarge, Carrefour, Caisse d'Epargne, Gaz de France), et de quelques subventions publiques.

Le WWF fait un travail, sous l'autorité d'un Conseil Scientifique orienté vers la "recherche de solutions", de compromis, dans 6 domaines prioritaires : Forêts, Océans et Côtes, Changements climatiques, Espèces, Toxiques, Eau douce.

Le WWF, et c'est le fond de sa raison d'être, travaille, dans une perspective de développement durable, à la sensibilisation de chacun et tous sur la gravité de la crise écologique dans laquelle nous sommes entrés. Il développe notamment deux outils, deux instruments de mesure, qu'il me semble important de présenter très brièvement.

1.1 L'indice "Planète Vivante" : les écosystèmes d'eau douce les plus touchés

Ce transparent vous montre la régression des espèces, (et en particulier des espèces d'eau douce dans le monde depuis 1970), date à laquelle le WWF a commencé un suivi scientifique régulier de plusieurs dizaines d'espèces cibles sur trois types de milieux étudiés : forêts, océans, eaux douces.

Les milieux aquatiques d'eau douce sont ceux qui ont le plus souffert, avec une perte globale moyenne de plus de 50% sur les 194 espèces étudiées (mammifères, poissons, reptiles, amphibiens).

L'"indice forêts" a chuté de 15% ; "l'indice marin" de 35%. Une situation inquiétante, n'est-ce pas ?

1.2 L'"empreinte écologique"

C'est cet indice de l'empreinte écologique qui a permis au président de la République de déclarer, lors du "Sommet du Développement Durable" à Johannesburg en 2002 que, **"si tout le monde vivait comme un français, il nous faudrait deux planètes supplémentaires"**…

L'empreinte écologique mesure la consommation humaine des ressources naturelles, mise en perspective avec la capacité de la nature, de la planète (biocapacité) à renouveler ces ressources.

L'empreinte d'un pays est la surface totale nécessaire à la production de la nourriture et des fibres qu'il consomme, à l'absorption des déchets provenant de sa consommation d'énergie et à son infrastructure. L'empreinte écologique globale en 2001 était de 13,5 milliards d'hectares globaux, soit 2,2 hectares globaux par personne (un hectare global est un hectare dont la productivité biologique égale la productivité mondiale moyenne). Or, la surface biologiquement productive de la terre est d'environ 11,3 milliards d'hectares globaux, (soit 1/4 de la surface de la terre). Surface qui équivaut à une moyenne de 1,8 hectares globaux par personne en 2001.

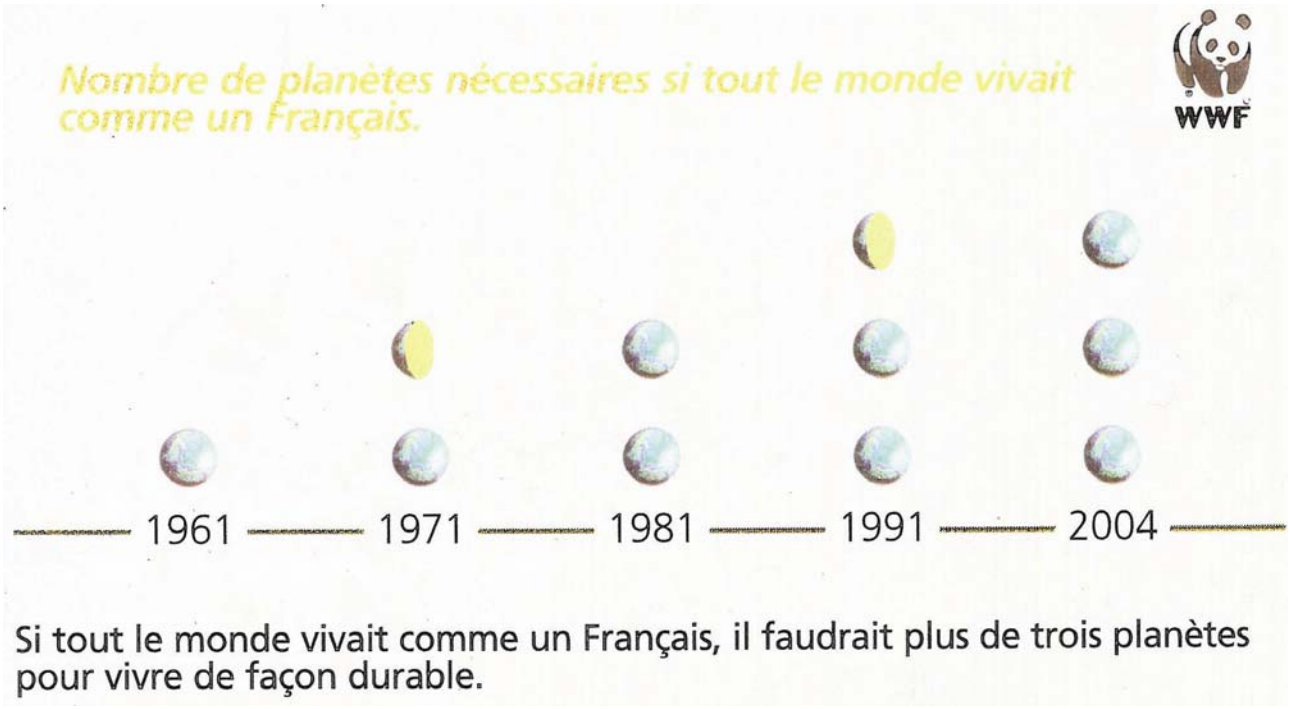


Figure 1 : L'empreinte écologique

> *"En 2001, l'empreinte écologique de l'humanité excédait donc la biocapacité globale de 0,4 hectares globaux par personne, soit de 21%. Ce dépassement global a commencé dans les années 80 et n'a pas cessé d'augmenter depuis. En fait, un dépassement signifie que le capital naturel est dépensé plus vite qu'il n'est régénéré. Ce dépassement peut réduire la capacité écologique de façon permanente".*
>
> WWF
>
> Rapport Planète Vivante
>
> 2004

Si le monde entier vivait comme un Français, il faudrait donc 3 planètes pour espérer vivre de façon durable… Le "déficit écologique", c'est à dire la différence entre consommation et biocapacité, de la France a doublé en 40 ans. En 1999, il totalisait 140 millions d'hectares, soit 1,2% de la biocapacité globale de la planète (11,4 milliards d'hectares).

Ces données sont réactualisées et publiées dans un rapport, le "Rapport Planète Vivante" que vous pouvez commander au WWF. C'est à partir de données de ce type, qui permettent de mesurer l'impact des activités humaines sur des écosystèmes tels que les fleuves, que le WWF s'intéresse à des questions transversales, comme celles de l'aménagement des fleuves, donc celles de la gestion du risque naturel d'inondations.

On ne peut traiter la question des inondations sans prendre en compte l'état global des écosystèmes aquatiques d'eau courante, sans avoir de perspective de retour, comme l'invite la future Directive Cadre Eau de l'Union Européenne, le "bon état écologique" des milieux aquatiques.

Je vais maintenant vous présenter la Loire, vous faire un bref rappel du conflit qui s'est passé sur la Loire, entre 1980 et 1994, date du lancement du "Plan Loire grandeur Nature". Puis je vous présenterai les dix ans de mise en œuvre du Plan Loire grandeur Nature, en particulier sur la question de la gestion du risque naturel de crues. Enfin, je présenterai ce qui, à mon sens, est transposable, en terme de méthode, sur un bassin tel que celui du Rhône.

2 Présentation sommaire du bassin de la Loire

1030 kilomètres de longueur. Bassin hydrographique de 120 000 km^2, soit 1/5^e du territoire national. 6 millions d'habitants.

Sud rural, (hormis villes de Clermont-Ferrand et ville de St Etienne : industriels). Grandes agglomérations : St Etienne, Orléans, Tours, Nantes.

Complexité administrative : 6 régions, 16 départements, 18 villes et agglomérations de plus de 30 000 habitants.

2.1 Un fleuve à la double nature : très anciennement aménagé

La Loire est un fleuve anciennement aménagé. Plus de 50 grands barrages sur le bassin, (supérieur à 15 mètres de hauteur, 12 MW de puissance hydro-électrique installée) et environ 2000 petites retenues. Digues construites depuis le X^e siècle, mais très loin du lit mineur, laissant un large champ d'inondations.

La Loire a les mêmes problèmes de ressource en eau, en quantité et en qualité, que tous les fleuves d'Europe. Durant ces quarante dernières années, on a assisté à une forte croissance de la demande en eau (agriculture industrielle) et à une forte augmentation du risque lié à l'urbanisation dans les vals inondables, où plusieurs villes de plus de 100 000 habitants se sont développées.

300 000 personnes (10 fois plus qu'au XIX^e siècle) vivent dans des zones à risque sur le bassin de la Loire, dans la seule Loire moyenne (Orléans, Tours) où sont installées également plus de 13 000 entreprises. 87 000 hectares de terres agricoles. 216 monuments historiques. 36 000 hectares de sites d'intérêt écologique.

Dégâts, si crue plus que centennale, potentiellement estimés à 5 milliards d'euros.

Une crue centennale créerait des dégâts à hauteur de 800 millions d'euros.

2.2 Mais aussi un fleuve sauvage !

La Loire est aussi, et c'est ce qui la distingue profondément du Rhône, le "dernier fleuve sauvage" d'Europe. Seulement trois grands barrages sur son cours même. Son lit n'a pas été systématiquement endigué, même s'il y a environ 550 km de digues dans la Loire moyenne. Débit qui peut passer de 50 / 100 m^3 en étiage à 7000 / 8500 m^3 par seconde pour une crue du type de celle de 1846 ! Du fleuve de sable à petite Amazone !

Ce caractère non systématiquement endigué, avec des digues très loin du lit mineur, pour des raisons historiques, est, nous allons le voir, en matière d'inondations, et aussi d'écologie du fleuve, une opportunité. Il subsiste encore un grand "espace de liberté".

Sur le plan naturel, la richesse biologique immense de la Loire, "dernier fleuve sauvage d'Europe", vient de sa grande "dynamique fluviale". Celle-ci, sous l'influence des crues, remodèle en permanence les milieux. Mosaïque d'habitats. Nombreux milieux naturels remarquables de la "Directive Habitats" (Natura 2000). Certains habitats, comme forêts alluviales, relictuels en Europe.

Espèces rares : Oiseaux (Sternes) et poissons migrateurs, dernier Saumon atlantique de longue migration.

3 Un grave problème d'inondations

3.1 Une série de très graves inondations au XIX^{e} siècle

La Loire, si elle a gardé un caractère naturel, n'en est pas moins un fleuve qui a vécu des séries d'inondations catastrophiques, notamment au XIX^{e} siècle (1846, 1856, 1866) qui ont marqué les esprits. **Ruptures des digues, (150 brèches), 110 000 hectares inondés, les vals recouverts sous 1 à 4 mètres d'eau.** Mais aussi des crues plus petites : 1825, 1872, 1907.

Figure 2 : Inondation de la Loire au XIX^{e} siècle. Scène à la campagne.

Dessiné par G. Doré, gravé par Coste.

Un programme de lutte globale avait alors été lancé, piloté par l'ingénieur Comoy, qui prévoyait la construction de 85 barrages sur la haut bassin , le renforcement et l'élargissement des centaines de kilomètres de digues sur le cours moyen.

Réalisé que pour partie : élargissement des digues du lit majeur, sur 500 à 600 mètres, avec construction de déversoirs, c'est à dire creux dans digues, pour diminuer la pression et éviter les ruptures) et permettre une sur-inondation des "vals inondables" qui, en principe ne devaient pas être urbanisés.

Cependant, l'opposition des riverains (déjà) fait que 7 déversoirs sur les vingt prévus seront construits. Et, depuis leur construction, ces déversoirs (qui ne sont jamais entrés en service, du fait de l'absence de très grandes crues et de l'enfoncement du lit causé par l'extraction abusive de granulats) ont, pour certains, été urbanisés (Blois, Gien).

Il est à noter que, suite aux très graves inondations Rhin en Hollande en 1995, cette option de l'élargissement du lit entre les digues a été reprise le long du Rhin néerlandais.

3.2 Une volonté non aboutie d'aménager durant le XX^e siècle.

Puis reprise de l'idée d'aménagement tout au long XX^e siècle. Projet d'aménagement lourd comme sur le Rhin, le Danube, le Rhône, la Seine.

Il n'a jamais été conduit à terme. Pour diverses raisons, historiques, liées à la politique industrielle du pays, au poids des groupes d'influence, la France a préféré aménager les autres bassins.

Le Rhin a par contre, lui, effectivement été sévèrement "corrigé".

3.3 Rappel historique du projet d'aménagement de la fin du XX^e siècle.

En 1980, une crue dramatique, sur le haut bassin de la Loire, en Haute-Loire, à Brives-Charensac, a fait 8 morts et 60 millions d'euros de dégâts. Elle a entraîné la décision effective, en 1986, avec la signature d'une convention entre l'Etat, l'Epala – Etablissement Public d'Aménagement de la Loire et de ses Affluents - et l'Agence de l'Eau Loire Bretagne, de construire une série de grands barrages, pour :

- Lutter contre les inondations ;
- Stocker de l'eau pour l'agriculture intensive,
- Développer le tourisme sur les retenues créées.

Quatre grands barrages étaient prévus, dont celui de Serre de la Fare, sur le cours supérieur de la Loire. Très forte mobilisation entre 1988 et 1994, cinq années d'occupation du site de Serre de la Fare. Et, ce qui est capital, recherche, par le "Comité Loire Vivante", des alternatives pour la gestion du risque naturel de crues. En effet, seule la question des inondations est devenue cruciale. Sous la pression des environnementalistes, et c'est le cœur de l'exposé, il a été montré que l'artificialisation supplémentaire de la Loire, comme cela avait été fait sur les autres bassins, n'allait pas diminuer le risque, au contraire, même s'il y avait des espoirs ponctuels, localisés, (sous certaines conditions, impossibles à remplir vu la culture générale inexistante du risque), de réduire les pointes de crues.

3.4 Rechercher des solutions alternatives autour de trois constats

3.4.1 Premier constat : Il est impossible de contrôler totalement les crues. Dépasser l'idéologie du "contrôle total des crues"

Pendant des millénaires, les hommes ont vécu avec les crues, qu'ils redoutaient, mais dont ils avaient aussi remarqué (sur le Nil par exemple) qu'elles avaient un rôle capital dans la fertilité des sols. Pendant les deux derniers siècles, ce pacte a été rompu. Avec l'accroissement de leurs moyens techniques, les hommes n'ont plus accepté les inondations. Ils ont complètement artificialisé les écosystèmes, rétrécissant les lits, endiguant, chenalisant, construisant les grands barrages de régulation.

A partir du XIX^e siècle en effet, avec une accélération au XX^e siècle, les sociétés industrielles ont pensé que leurs moyens techniques leur permettraient de maîtriser, de contrôler complètement les crues. La conquête de nouveaux espaces qui s'ensuivrait permettrait le développement de villes, de l'industrie, de l'agriculture pour une population en augmentation.

Ils se sont alors lancés, sur leurs grands fleuves, dans de coûteux programmes d'aménagements lourds : digues toujours plus hautes, barrages toujours plus grands. Ces ouvrages étaient censés garantir, de par leur dimensionnement, une "protection parfaite" contre le risque d'inondations.

En fait, les grands ouvrages n'arrivent jamais à offrir une garantie à 100% contre le risque naturel de crues. Au contraire. Paradoxalement, ils l'aggravent. Trois arguments, parmi d'autres.

- S'ils arrivent, quelquefois, à protéger une zone localisée, à l'aval, en "écrêtant la pointe de la crue", c'est dans un contexte statistique forcément limité : il arrive toujours un moment, surtout dans un contexte de changement climatique, ou les épisodes pluvieux dépassent les modèles.
- C'est, toujours, au détriment d'une zone de l'amont ou de l'aval, d'un site, d'un patrimoine, du bon fonctionnement du fleuve en général. Il faut alors poser sérieusement les avantages et les inconvénients.
- Enfin, les sociétés, dans "l'illusion de sécurité" créée par les digues et les grands barrages, installent leurs activités toujours plus loin dans les zones à risques, toujours plus densément dans les zones inondables que le fleuve, un jour ou l'autre, reprend.

3.4.1.1 L'exemple du Rhin.

Le WWF travaillait alors, via son "Institut des Plaines Alluviales", à Rastatt, en Allemagne, à la restauration des espaces d'inondation du Rhin supérieur, les inondations dans le Rhin moyen étant devenues plus fréquentes, et graves, du fait du rétrécissement du lit à l'amont.

> *"C'est ainsi que, à la fin du siècle dernier, l'onde de crue du Rhin mettait 110 heures pour se propager de Bâle à Mannheim ; or ce délai n'est plus que de 80 heures aujourd'hui, ce qui rend de plus en plus probable une dangereuse concomitance d'une crue du Rhin et d'une crue sur le Neckar, important affluent qui se jette dans le Rhin au niveau de Mannheim, aggravant ainsi le risque d'inondation à l'aval."*
>
> 150 ans d'aménagement du Rhin
>
> Marc Freydefont
>
> Service de Navigation de Strasbourg
>
> In "Le Rhin, la gestion écologique ciment de la coopération entre les peuples"
>
> Eaux libres CSP 1996

C'est parce que les allemands étaient arrivés à la conclusion qu'il était impossible de contrôler les crues, (et qu'il fallait restaurer leur fleuve) qu'ils avaient prévu, dès les années 80 d'investir 450 millions d'euros (trois milliards de francs), pour ouvrir les digues du Rhin, recréer des espaces d'inondations à l'amont. Précisément la somme qui devait être dépensée pour barrer et corseter la Loire et l'Allier…

3.4.1.2 L'exemple du Mississipi

Autre exemple, celui du Mississipi, le fleuve le plus aménagé du monde (275 ouvrages fédéraux de contrôle des eaux construits).

Gigantesque crue, imprévue, en juillet 1993. 5000 personnes ont été évacuées de la ville de Des Moines (Iowa, 250 000 habitants), qui partiellement désertée et sous les eaux, a été mise en état de siège par le maire !

> *"On était comme les Français avec leur ligne Maginot, comme la Navy avec le prétendue invincible armada ancrée à Pearl Harbour. On s'était fait des illusions"*
>
> James Flansburg
>
> Des Moines Register
>
> Juillet 1993.

22 000 maisons ont été endommagées ou détruites. 200 digues et 20 barrages se sont rompus, 6 ponts ont été coupés. 4 millions d'hectares submergés. 16 milliards d'euros (60 milliards de francs de dégâts, dont 16 dans l'agriculture). La crue, atteignant 14 mètres de hauteur aux abords de la ville de St Louis, (2 millions et demi d'habitants), a été contenue à grand peine.

3.4.2 Deuxième constat : les crues sont nécessaires à l'équilibre écologique et au bon fonctionnement des fleuves

"Les crues sont essentielles à la vie du fleuve"
Monique Coulet
Ancienne chargée de recherche au CNRS
Université Claude Bernard Lyon 1

Afin d'assurer un certain nombre de fonctions, (qui ont l'avantage d'être gratuites pour la collectivité, comme celles d'épurer l'eau, de produire de la biomasse en abondance, d'induire des activités économiques autour de la pêche de ressources renouvelables), les fleuves ont besoin de conserver des plaines alluviales en bon état, un "espace de liberté". Les larges portions de ses plaines alluviales préservées stockent l'eau des crues, dont elles dissipent l'énergie grâce à l'étalement latéral de l'eau.

Il faut donc trouver un équilibre entre aménagement et préservation des écosystèmes fluviaux, laisser la "part de l'eau".

Le retour d'expérience sur l'aménagement lourd des fleuves montre que les grands ouvrages créent des dommages écologiques considérables, en perturbant le libre écoulement, en rétrécissant les lits, en conduisant à un appauvrissement massif de la biodiversité (poissons migrateurs comme le saumon par exemple) qui inquiète les scientifiques, en aggravant la pollution de l'eau.

La crue est un phénomène naturel, indispensable à la vie des fleuves. L'alternance de basses eaux (étiages) et de hautes eaux (crues) est une condition essentielle de l'équilibre des écosystèmes d'eau courante. Cette alternance est une forme de "respiration" qui crée les conditions de la biodiversité et de la qualité de l'eau. Elle favorise un renouvellement, un rajeunissement régulier du lit, des milieux, des habitats.

3.4.3 Troisième constat : bien gérer le risque, c'est donc créer une "culture du risque naturel d'inondations", c'est informer, c'est éduquer

La "culture du risque" est naturellement, comme nous le verrons, basée sur l'amélioration de la prévision, la mise en place de mesures de prévention, de protection, de "réduction de la vulnérabilité", de gestion de la crise. Mais le tout nécessite un important travail d'information et de communication, conduisant à une responsabilisation collective.

Il faut "mettre en débat la gestion du risque", libérer les paroles, les pensées, les échanges. C'est ce que fait l'AEEC, c'est ce que nous faisons sur la Loire, c'est ce qui fait que je suis ici.

Il y a une dimension humaine, sociologique dans la gestion du risque. La question hydraulique n'en est qu'une partie. Au contraire, l'optique purement hydraulicienne, des grands ouvrages, crée une fausse impression de sécurité, elle aggrave le risque, puisque celui-ci est "évacué" des esprits, comme l'est la puissance de la nature.

4 Quelles solutions sur la Loire aujourd'hui ? Le pilote du "Plan Loire Grandeur Nature" : une gestion du risque naturel de crues qui concilie protection des hommes et de leur fleuve

4.1 L'exemple innovant de la Loire et du "Plan Loire Grandeur Nature".

Le 4 janvier 1994, le gouvernement français a lancé le "Plan Loire Grandeur Nature", le premier plan de "gestion durable" d'un fleuve, des sources à l'estuaire, en France et en Europe. 300 millions d'euros de crédits. (Près de deux milliards de francs).

Pilote en Europe. Pour la première fois, recherche globale de cohérence entre les trois différents aspects de gestion durable de l'eau, d'un fleuve.

Reprise, avec "affinage technique", des propositions alternatives de Loire Vivante.

- Gestion du risque naturel d'inondation ;
- Gestion quantitative de la ressource ;
- Préservation des milieux naturels : retour des poissons migrateurs, (Saumon atlantique), restauration des annexes hydrauliques, remontée de la ligne d'eau à l'étiage, (suite à enfoncement de 2 mètres en moyenne après l'extraction abusive de granulats).

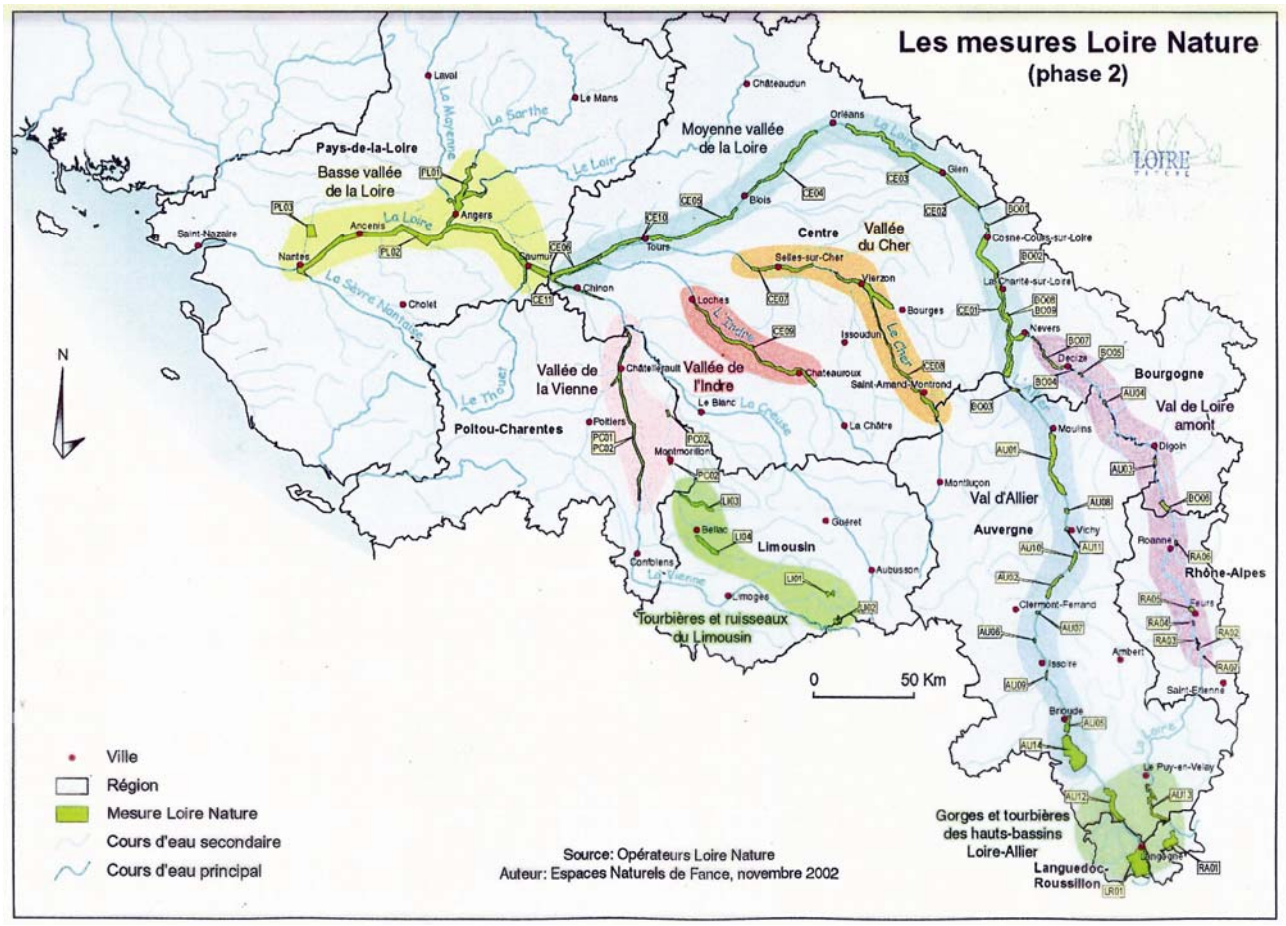


Figure 3 : Les mesures Loire Nature. Phase 2.

4.1.1 Trois caractéristiques emblématiques

- Le Plan Loire Grandeur Nature est le premier instrument de "gestion durable" d'un fleuve en Europe. Français. Pour nous qui sommes si en retard sur les questions d'environnement, remarquable.
- Après des années d'affrontements, coopération exemplaire entre les différents acteurs. Ainsi, l'ancien Epala, devenu EPLoire en 2002, travaille-t-il aujourd'hui sur les programmes de restauration environnementale du fleuve, en lien étroit avec les associations (LPO, Espaces Naturels de France et le WWF).
- Enfin, un élément de méthode, avec la constitution, dès 1996, d'une "Equipe Pluridisciplinaire du Plan Loire Grandeur Nature", composée de 7 personnes : d'hydraulicien, écologue, sociologue, économiste, cartographe, afin de construire les indispensables savoirs transversaux, globaux. On s'est aperçu, grâce au travail remarquable de cette équipe, que l'on ne savait pas grand chose sur le fleuve, sur ses crues…

Budget de 700 000 euros environ. (Avait engagé pour 1,2 millions d'euros d'études en 2002). Financé par Agence de l'Eau Loire-Bretagne, Diren de Bassin, EPLoire.

Equipe pluridisciplinaire : concept innovant "Etudes 3P" : Prévision, Prévention, Protection. Elaboration d'une stratégie sur 20 ans, avec différents scénarios, pour un investissement compris entre 400 et 500 millions d'euros.

4.1.2 Des choix concrets pour gérer le risque naturel d'inondations

4.1.2.1 Quelques exemples.

- En matière de décisions concrètes, ce plan a **refusé la construction de deux nouveaux grands barrages et de dizaines de kilomètres de digues destinés à contrôler les crues** du "dernier fleuve sauvage" d'Europe. Il a mis en application à sa place les principes neufs de gestion du risque naturel de crues, repris dans la "**Loi Barnier"** sur les risques de naturels du 2 février 1995.
- Sur l'ensemble du bassin, et des sous bassins, les **réseaux d'alerte et d'annonces des crues ont été installés, révisés, améliorés,** grâce notamment à la construction de radars météos.
- Les **PPRI (Plan de Prévention du Risque d'Inondations) ont été prescrits** sur quasiment toutes les communes, certains avec une très grande difficulté (Val d'Authion, 7 années de travail !).
- Des travaux ponctuels de renforcement des levées (digues) existantes ont été entrepris.
- Un très grand programme de "**réduction de la vulnérabilité**" a été lancé, permettant de réduire le coût des inondations, pour les entreprises et les hommes, dans les zones le plus exposées.
- A **Brives-Charensac**, une ville du cours supérieur du fleuve, dans le département de la Haute-Loire, **trois usines construites dans le lit du fleuve** ont été déplacées. **Un lotissement de 5 maisons** trop exposé a également été supprimé.
- Projet de construire trois déversoirs nouveaux.
- Un travail de sensibilisation des élus, de la population, (colloques, réunions publiques, dépliants, marques de crues dans les agglomérations par exemple) a été entrepris.
- Coopération exemplaire avec l'EPL.
- Un modèle.

4.2 Cinq “principes généraux” pour l’émergence / la construction d’une “culture du risque naturel de crues”

A l’heure actuelle, la politique en matière de gestion des inondations sur la Loire passe donc d’abord par la création d’une “culture du risque naturel de crues”, qui doit imprégner tout le corps social, irriguer toutes les activités des hommes qui vivent en bordure des cours d’eau.

Oui, les crues existent. Oui, elles sont dangereuses. Oui elles sont nécessaires.

Non, il n’est pas possible de les “éliminer” (d’éliminer le risque). Non, accepter l’inondation n’est pas une “défaite” de la Civilisation ou du Progrès. C’est au contraire, une réorientation, un nouveau départ culturel, un pas vers la réconciliation d l’Homme et de la Nature.

La nouvelle “culture du risque naturel d’inondations” sur le bassin de la Loire et ailleurs, passe par cinq principes de base qui, tous, contribuent à responsabiliser le corps social dans son ensemble.

4.2.1 L’amélioration de la prévision

Il est capital de pouvoir mieux prévoir les inondations, afin de permettre d’alerter les services gestionnaires du risque.

Améliorer l’annonce, et l’alerte aux crues. Sur ce plan, le bassin de la Loire a pris de l’avance, depuis une dizaine d’années, avec l’installation sur tout le bassin, de radars météos qui, couplés aujourd’hui avec la centralisation du dispositif de prévision et d’alerte à Toulouse, avec la création du Schapi (Service Central Hydrométéorologique et de Prévision des Inondations), permet de mieux prévoir les inondations. Sur la Loire, le réseau CRISTAL (Centre Régional Informatisé par le Système de Télémesures pour l’Aménagement de la Loire), qui comprend 2000 stations, permettait de disposer en temps réel des informations sur les pluies, hauteurs, débits de la Loire. Il est géré par l’EPL, depuis Orléans.

4.2.2 Dresser une cartographie précise du risque, (SIEL), disposer d’instruments juridiques adaptés (PPRI)

Atlas des Zones Inondables réalisés, PPRI faits. Ceux- ci permettent d’aboutir au quasi arrêt de l’urbanisation des zones inondables. Mais ces PPRI sont lents à mettre en place, du fait de la résistance des élus et des intérêts économiques locaux, qui voient d’un mauvais œil condamner des espaces faciles à urbaniser. Exemple positif de refus de construction d’un supermarché en ZI à Nevers, en 2002. Mais exemple négatif de construction d’une station d’eau potable en plein lit majeur à Angers…

Le SIEL (Système d’Information sur les Evolutions du Lit de la Loire), piloté par la Diren Centre, permet de suivre l’évolution du lit de la Loire, de définir et suivre les travaux de restauration et leurs effets.

4.2.3 La mise en place des mesures de prévention / protection : la “réduction de la vulnérabilité”.

Celle-ci permet de limiter les dégâts, et d’éviter les victimes. Plusieurs centaines de milliers de personnes, plusieurs dizaines de milliers d’entreprises sont installées dans des zones à risque sur le bassin : il est naturellement peu envisageable de vouloir les déplacer. Il est par contre possible de réduire, très fortement, le niveau de leur exposition au risque. La “réduction de la vulnérabilité”, permet, grâce à des mesures de bon sens, mais longues et lourdes encore à mettre en place, à minimiser les dégâts en cas de crues.

Les “diagnostics de réduction de la vulnérabilité”, pour les entreprises, pour les services d’eau, pour les éléments patrimoniaux les plus remarquables, ont été effectués ou sont en cours de réalisation par l’Equipe Pluridisciplinaire.

Un exemple : dans les 240 communes de la Loire moyenne exposées à un niveau de risque fort, il y a 4000 transformateurs EDF : comment faire pour qu'ils ne soient pas inondés ?

La réduction de la vulnérabilité consiste dans une série de mesures de "bon sens", économiques, destinées tant à faciliter les écoulements locaux, dans les zones à risque, (éviter les embâcles sur un parking, par exemple) que dans la prévention des dégâts ou des victimes pas la surélévation des équipements fragiles (appareillage électrique, matériel électronique, de chauffage), la mise en place de dispositifs efficaces d'évacuation des stocks, du matériel, etc. Elle suppose la participation de tous. Elle a fait ses preuves à différentes reprises sur le bassin, notamment lors de la crue trentenale de décembre 2003.

Question de la gestion post-crise, qui, elle aussi, peut être grandement améliorée.

Ce volet de la prévention entraîne aussi des travaux lourds de renforcement des levées, pour éviter les brèches. Des travaux d'entretien du lit (enlever certaines îles, déboiser certaines berges, pour éviter les phénomènes d'embâcles). Possibilité de construire le barrage du Veurdre, décision en 2010. Grande prudence.

4.2.4 La restauration des champs d'expansion des crues, des bassins versants, des écoulements.

C'est l'objectif le plus lourd, le plus innovant. Il s'agit de restaurer, de reconquérir, comme dit le Plan Loire, les champs d'expansion naturels des crues, afin d'obtenir un ralentissement dynamique de la crue, qui dissipe son énergie, et son volume, dans ces espaces d'expansion naturels que sont les plaines alluviales. "Renforcer le lit domanial".

Il n'y a pas de choix. Dans certains cas, il faut même envisager le déplacement d'activités, comme cela a été fait à Brives-Charensac, sur la Loire amont. Trois usines ont été enlevées et réinstallées, dans des zones sans risques, sans pertes d'emplois, le tout pour un coût de 45 millions d'euros environ, avec en plus un approfondissement du lit du fleuve.

Question du déversoir de la Bouillie, vers Blois : 138 maisons, 18 entreprises. 500 personnes. Jamais autorisations de construction n'auraient du être données…

4 mètres de hauteur d'eau, passant à plus de 2 mètres par seconde (limite tolérée à un mètre par seconde). L'Etat a provisionné 10 millions d'euros pour rachat, enlèvement et création d'espaces verts et de loisirs.

De même, et ce n'est fait que très partiellement, il faut rechercher de meilleures pratiques agricoles, la replantation de haies, reconstruction de talus, la restauration de milliers d'hectares de zones humides imprudemment drainées.

Il faut aussi ralentir les écoulements urbains, à travers des politiques de désimperméabilisation des sols, de création éventuelle de petits bassins tampons de crues dans les villes, qui peuvent devenir autant de zones humides sous certaines conditions.

Rôle très important du programme "Loire Nature", financé par le Plan Loire, porté par les associations, (ENF, LPO, WWF) qui prévoit de protéger, restaurer, 4500 hectares, dont une grande majorité de zones alluviales, sur le bassin de la Loire. Rôle très important donné à l'information, conduite par le WWF.

Entre 1993 et 1998, premier "LIFE / Loire Nature", 2500 hectares acquis. Synergie entre conservation de la nature et protection des personnes et des biens.

4.2.5 La diffusion d'une information détaillée.

"Un examen des archives sur les politiques de gestion des inondations et sur la culture du risque au cours des siècles doit nous amener à ne pas sous-estimer l'inertie du corps social à l'encontre de la prise en considération du risque. Riverains et responsables ligériens ont montré qu'ils savaient s'habituer au risque et se croient d'autant plus en sécurité que la météorologie est clémente. Ils oublient alors les contraintes que le bon sens nourri d'une culture du risque pourrait imposer de lui-même et montrent une tendance chronique à augmenter les enjeux exposés dans la zone inondable".

Etude la propagation des crues et des risques d'inondation en Loire moyenne"

Equipe Pluridisciplinaire

30 juin 1999

Cet élément, le plus souvent négligé, destiné au citoyen, à l'élu, au chef d'entreprise est capital. Il permet à chacun de participer à la gestion du risque. La nouvelle "culture du risque naturel de crues" est en effet une culture de la responsabilité, de la participation, qui implique chacun.

Pour l'instant, sur la Loire, les volets un à quatre ont fait l'objet d'améliorations notables de la part de l'Etat. Les volets deux, trois, quatre et cinq sont les plus difficiles à mettre en place, dans une société française très marquée par une culture purement technique, et souvent opaque, déresponsabilisante, de la gestion de toutes les sortes de risques (naturel et industriels).

L'Etat a de plus, de grandes carences en matière de communication, un volet capital du processus de responsabilisation.

CONCLUSION : RÉAPPRENDRE A VIVRE AVEC LES CRUES !

Nous devons réapprendre à vivre avec les crues, qui ne sont pas une expression de la “folie ou de la furie” de la nature, mais de sa vitalité et de sa liberté. L’oubli de leur utilité à conduit à appauvrir considérablement nos fleuves, et à accumuler des risques, pour les personnes et les biens, qu’il faut d’urgence diminuer.

La crue, c’est la vie !

Aujourd’hui, face à l’aggravation des inondations, à leur coût de plus en plus astronomique (1 milliard d’euros pour la récente crue du Rhône), tous les pays industriels mettent en place une nouvelle stratégie. Il n’est plus question de grands ouvrages (digues, barrages) pour faire face aux inondations, mais de restauration des espaces alluviaux, de culture du risque, de réduction de la vulnérabilité.

Le travail des scientifiques, l’expérience acquise sur la Loire ont montré qu’aucun ouvrage n’est assez grand pour empêcher que ne soient envahis les plaines alluviales, submergées les habitations, les cultures, les entreprises, les voies de communication.

Il est enfin question de préservation des zones inondables, des espaces d’inondation des fleuves, qui ont précisément pour fonction de stocker, à peu de frais, les énormes volumes d’eau charriés par les crues. L’homme est en train de réapprendre à faire des compromis avec les forces de la nature. Il reconnaît enfin, après deux siècles d’échec, que le contrôle est impossible. Il fait la “part de l’eau”, et renonce à des travaux hydrauliques lourds coûteux au profit de méthodes douces de “gestion du risque naturel de crues”.

J’espère que, sur le Rhône, vous allez, collectivement, mettre en place une stratégie de gestion du risque naturel de crues qui reprend les éléments plus haut évoqués, appliqués avec un certain succès sur la Loire.

Le WWF France et sa mission Eaux Douces sont prêts à vous y aider.

Pour en savoir plus :

WWF Mission “Eaux douces” 188 rue de la Roquette 75 011 Paris / 01 55 25 84 84

WWF Programme “Rivières vivantes” 26 rue Brossard 42 000 St Etienne / 04 77 21 58 24

Agence de l’Eau Loire Bretagne BP 6339 Avenue Buffon 45063 Orléans Cédex / 02 38 51 73 73

Etablissement Public Loire Dir Régis Thépot 4 avenue Claude Guillemin BP 6125 45061 Orléans Cedex 2 Tél. 02 38 64 32 44 Benoît Rossignol / Renaud Colin / Sylvie Asselin

Equipe Pluridisciplinaire du PLGN. Nicolas Camphus Agence de l’Eau Loire-Bretagne BP 6339 Avenue Buffon 45063 Orléans Cédex Tél. 02 38 69 18 28

M. Olivier Cléricy Coordinateur des actions du Plan Loire Grandeur Nature, lots Centre M. Philippe Lagauterie 5 avenue Buffon BP 6407 45063 Orléans Cédex 2 Tél. 02 38 49 91 91

Offrons à nos enfants une planète vivante !

STEPHANE MARCHE

LA GESTION DES CRUES ET DES INONDATIONS AU SEIN D'UNE POLITIQUE LOCALE DE L'EAU :

LE CONTRAT DE DELTA CAMARGUE

L'élaboration du Contrat de Delta Camargue permet d'élaborer avec les acteurs du territoire un programme d'actions sur cinq ans qui vise les différents domaines de la gestion de l'eau

INTRODUCTION

L'intervention s'articule autour de trois points :

- •Quelques éléments de compréhension sur le delta du Rhône et son fonctionnement afin de mieux appréhender les contraintes et les enjeux du territoire.
- •Quelques illustrations de ces contraintes : les inondations de 1993, 1994 et décembre 2003.
- •L'outil contrat de delta : comment prendre en compte la gestion des crues et des inondations sur le territoire du Parc naturel régional de Camargue.

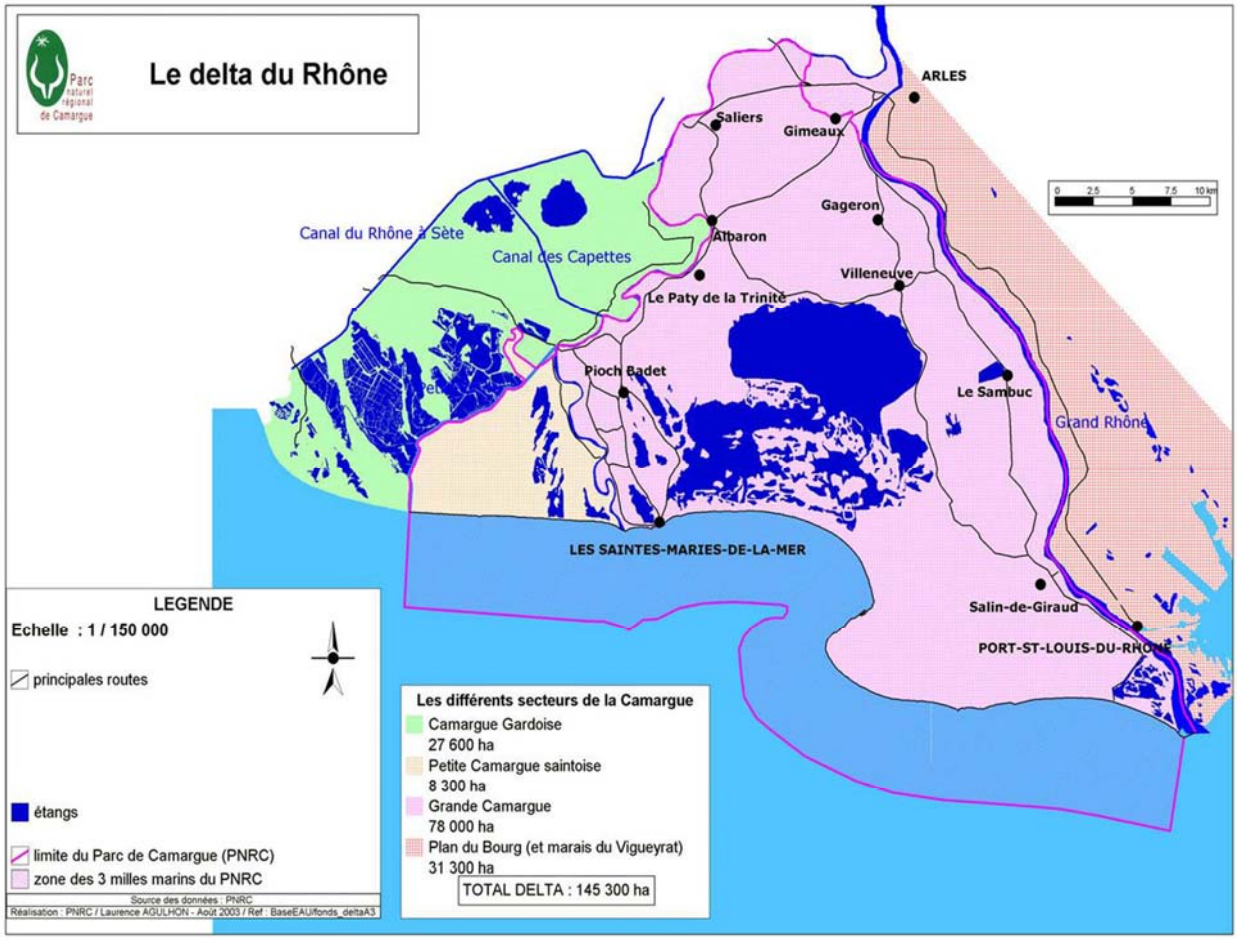


Figure 1 : Le Delta du Rhône

1 Eléments de compréhension sur le delta du Rhône et son fonctionnement

1.1 Le delta du Rhône est constitué de plusieurs unités :

- à l'extrême Est du delta, entre le Grand Rhône et la plaine de la Crau, on trouve le Plan du Bourg et les Marais du Vigueirat ;
- au centre, entre Grand Rhône et Petit Rhône se situe la Grande Camargue avec le système Vaccarès ;
- à l'Ouest du Petit Rhône et du Rhône Vif, s'étend la Camargue Gardoise avec notamment les étangs de Scamandre et du Charnier et les Salins d'Aigues Mortes ;
- enfin entre la Camargue gardoise et la Grande Camargue on distingue la Camargue saintoise.

La zone d'influence du contrat de delta est constituée par la Grande Camargue et la Camargue saintoise.

1.2 La Camargue s'est construite à partir des divagations du fleuve et des fluctuations du littoral.

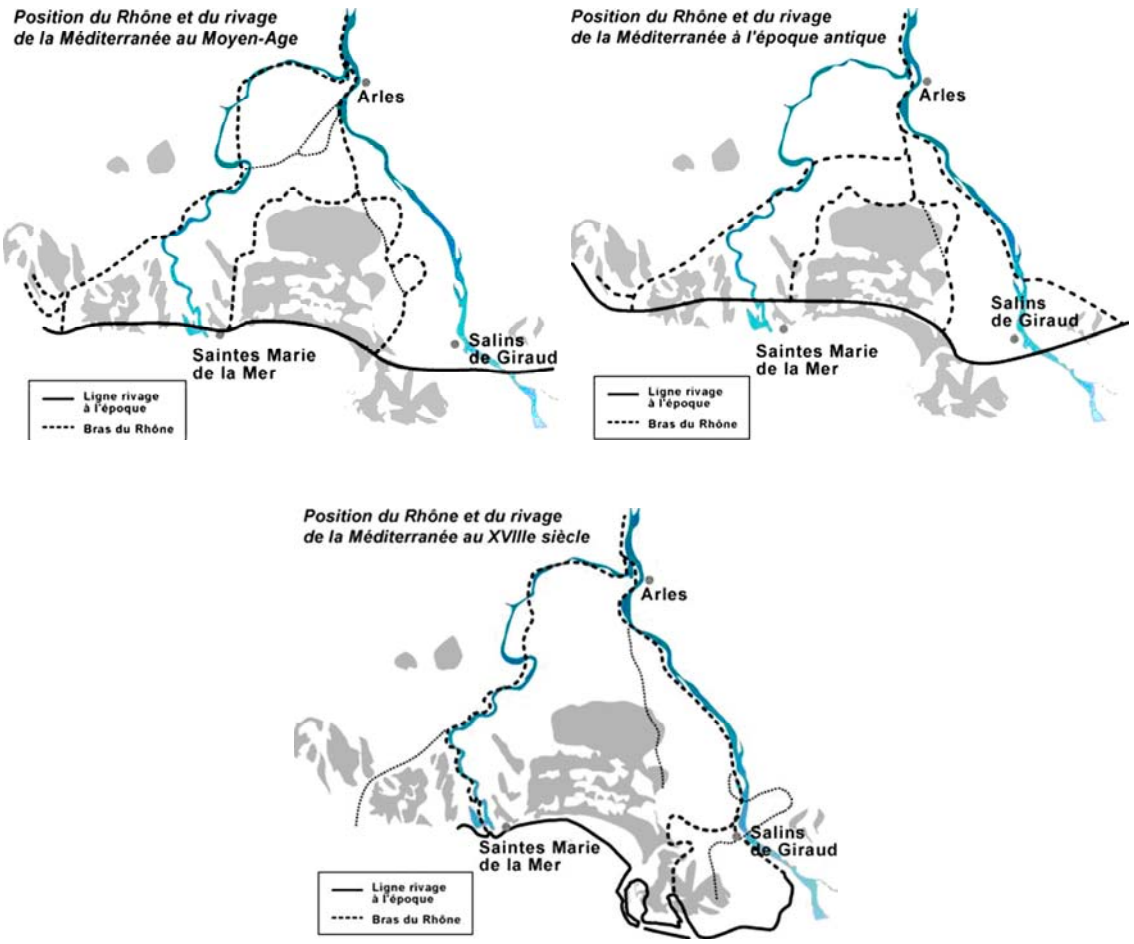


Figure 2 : Position du Rhône et du rivage du Moyen Age jusqu'au XVIII^e siècle

Le territoire est une plaine quasi horizontale avec une pente très faible orientée nord sud. Cette plaine est structurée en casiers hydrauliques souvent délimités par des microreliefs naturels ou anthropiques.

Les points hauts sont constitués notamment par les anciens tracés du Rhône, les anciens cordons dunaires, les routes, réseaux d'irrigation et autres talus…

Les points bas sont représentés par des fossés de drainage, des dépressions naturels comme le Vaccarès ou encore des marais.

Avant la création de la digue à la mer en 1859 et l'endiguement du Petit Rhône et du Grand Rhône en 1869, le fleuve et la mer pouvaient répandre leurs eaux librement sur tout le territoire.

Depuis ces travaux, qui ont protégés l'intérieur du delta des inondations et permis son développement économique, l'île de Camargue est un système hydraulique quasi clos.

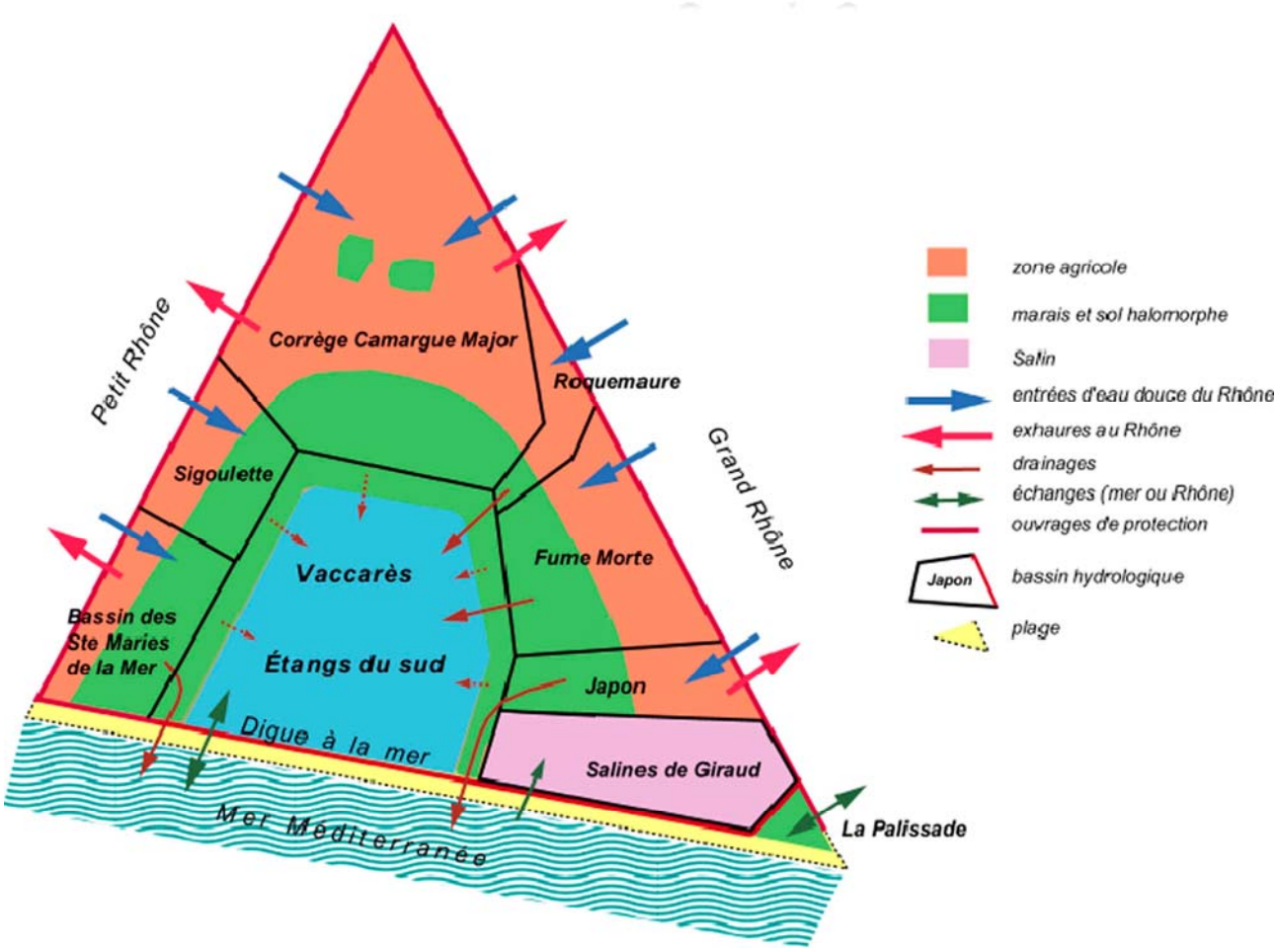


Figure 3 : Grande Camargue, schéma de fonctionnement hydrologique des eaux de surface

Vu le déficit hydrique très important engendré par une très forte évaporation, de l'eau douce indispensable aux cultures est introduite par pompage à partir du Petit et du Grand Rhône. Cette eau douce alimente via un réseau complexe d'irrigation les rizières marais et étangs. Une fois utilisée et afin de ne pas noyer le système, les eaux excédentaires sont rejetées vers le fleuve ou la mer (via le système Vaccarès et le pertuis de la Fourcade) soit par pompage soit gravitairement.

Le système de drainage sert donc à évacuer les eaux en surplus qu'elles soient d'origine agricole, naturelle (pluies) ou provenant d'inondations.

1.3 L'île de Camargue est soumise à des risques d'inondation de natures différentes :

- *L'impluvium :* de part son endiguement, son absence globale de relief, et les caractéristiques techniques des stations de pompage, la conjoncture entre de fortes précipitations et des hauteurs d'eau dans le Rhône ou en mer ne permettent pas de sortir de l'eau du delta.
- *Les crues du Rhône* : l'inondation du delta peut se faire soit par rupture de digues (notamment sur le Petit Rhône) soit par submersion des ouvrages.
- *La submersion marine* : à l'occasion de tempêtes le niveau de la mer peut s'élever jusqu'à plus 1.30 m. Ce phénomène d'intrusion d'eau de mer a motivé la construction de la digue à la mer. Comme tout ouvrage de protection, celle-ci n'est pas infaillible.

2 Le delta et les crues

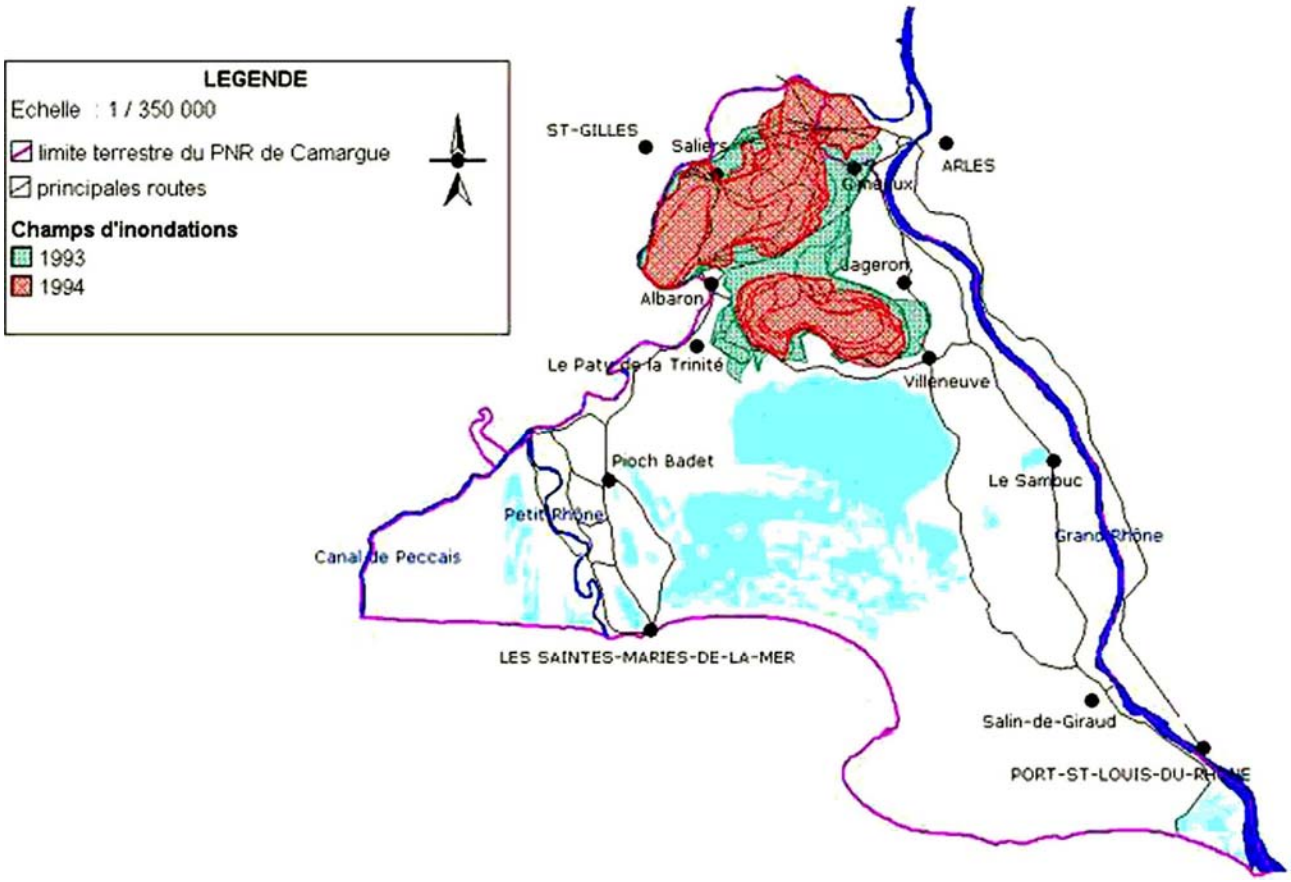


Figure 4 : Inondations de 1993 et 1994

En octobre 1993 et janvier 1994, la Camargue subit les conséquences de crues très fortes. Les pics de crue atteignent respectivement 9800 et 11 000 m^3/s. D'importantes brèches se créent dans les digues du Petit Rhône par lesquelles pénètrent environ 200 millions de m^3 d'eau dans le delta.

Pour la crue d'octobre, les estimations suivantes ont été faites :

- ***Entrées d'eau*** : 19 millions de m^3 par les précipitations et 140 millions de m^3 par la brèche de Figares.
- ***Sorties d'eau*** : 28 millions de m^3 par le pertuis de la Fourcade; 51,2 par repompage au Rhône et enfin 43,6 par pompage de secours à la mer.

En décembre 2003, le territoire du Parc Naturel Régional de Camargue n'a pas subi d'inondation due à la crue du Rhône. En fait, la zone a été inondée par les seules précipitations directement reçues.

La surveillance 24h/24h des digues par les équipes du SYMADREM, des communes et du Parc a une nouvelles fois prouvé son efficacité. Sans ce dispositif et l'intervention d'entreprises réquisitionnées dans l'heure, une brèche dont on estime le débit induit à 1000 m3 aurait pu se former sur le Grand Rhône au niveau de l'Armellière. Au total une trentaine d'interventions ont été déclenchées sur les digues en charge du SYMADREM.

2.1 Les contraintes du territoire en cas de crues

2.1.1 Les capacités de pompage

Elles vont dépendre des capacités des installations, de la hauteur du Rhône, des volumes à prendre en charge. Il faut préciser que ces ouvrages ont pour vocation d'origine d'évacuer les surplus d'eau générés par les cultures et non des eaux pluviales.

2.1.2 Le niveau marin :

C'est un élément majeur pour comprendre les contraintes d'évacuation des eaux du delta. En cas de niveau élevés, le niveau des eaux a intérieur du delta se trouve en dessous du niveau de la mer, il est donc impossible d'évacuer les eaux gravitairement. De plus, le Rhône s'écoule moins bien, se trouve freiné et sa hauteur peut augmenter sensiblement au niveau du delta.

2.1.3 Le niveau des étangs centraux :

Par sa situation et sa côte, le Vaccarès constitue un niveau de référence pour le fonctionnement hydrologique du delta. Sous l'effet, du mistral, le basculement de l'étang peut atteindre 70 cm de surcôte. Dans ces conditions, les sorties d'eau par le pertuis de la Fourcade peuvent se faire de façon optimale vers la mer. Cependant, si le niveau des étangs est déjà haut (autour de 0,40 m NGF) le basculement génère des risques d'inondations notamment pour la commune des Saintes Maries de la Mer.

2.1.4 Les conditions climatiques

Deux facteurs sont prédominants : le vent qui peut soit favoriser les conditions d'évacuation gravitaires (mistral) ou les rendre impossibles (vent du Sud et d'Est) et naturellement les précipitations.

A titre d'information et pour illustrer de façon simpliste la situation du delta, la carte ci-après montre les zones de Camargue en dessous 1,5 mètres. Il faut y ajouter la Camargue saintoise et les Salins de Giraud. Lors des évènements de décembre 2003, le niveau du Vaccarès était proche des 50 cm NGF. On peut alors apprécier l'impact du stockage d'1 mètre d'eau supplémentaire dans le Vaccarès comme il avait été évoqué dans la presse.

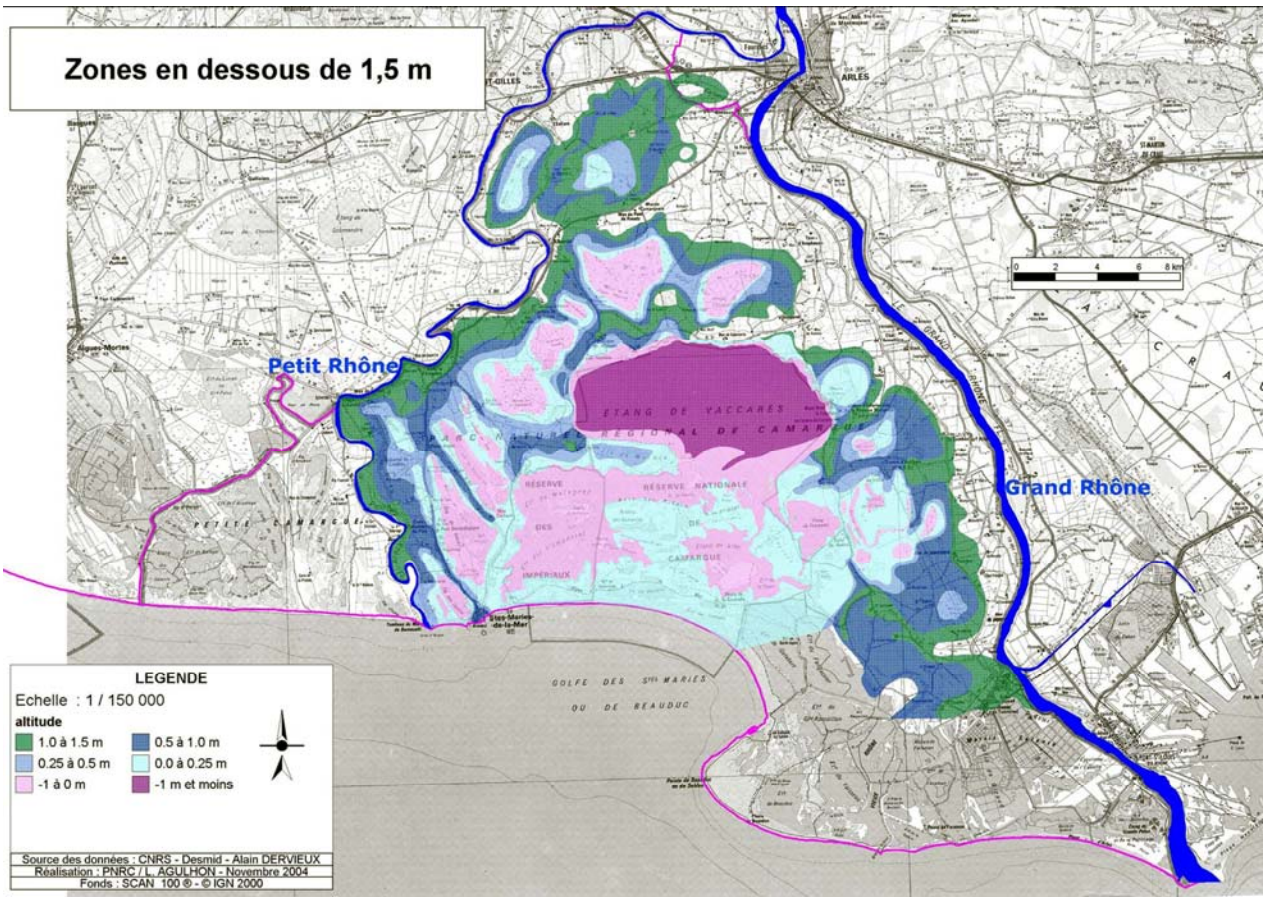


Figure 5 : Zones en drepèreressous de 1,5 mètres

2.2 Les enjeux pour la Camargue

2.2.1 La protection des biens et des personnes :

La première des priorités du comité de delta dans ses réflexions est la protection des biens et des personnes ont peut mentionner notamment comme enjeux importants : le site des Saintes Maries de la Mer, les divers hameaux de la commune d'Arles et les activités économiques du delta (riziculture, élevage et saliculture).

2.2.2 La protection du patrimoine naturel :

La richesse du patrimoine naturel Camarguais est dû en grande partie à la diversité des milieux et à leur originalité. Les inondations ont pour effet de lisser les différences entre les habitats et de banaliser les milieux. Elles changent les conditions de salinité et apportent des masses considérables de matériaux. Des inondations répétées peuvent conduire à une perte d'identité patrimoniale. Cependant, les impératifs de sécurité restent la priorité.

2.3 La mise en place d'un processus de concertation

2.3.1 La commission exécutive de l'eau

Commission formée à la suite des inondations de l'hiver 93-94

Chargée du suivi de l'hydraulique globale de la Camargue avec une attention particulière sur le niveau du système Vaccarès et sa salinité. Propose des interventions en situation de crise.

Animée par le Parc mais sous l'égide de la Police de l'eau.

Les objectifs sont fixés par la commission dans la limite des conditions climatiques et du respect des différentes activités du territoire.

Un des objectifs principaux de la commission est de mettre en place une gestion des niveaux du système Vaccarès qui prenne en compte les risques climatiques. A titre d'illustration, 1 cm représente le stockage d'un million de mètre cube.

3 L'outil contrat de delta : Un projet de territoire

Un projet de territoire pour :

- la gestion globale et concertée de l'eau ;
- la protection de la ressource et la préservation des milieux aquatiques.

Des objectifs définis avec l'ensemble des acteurs du territoire. Un programme d'actions sur 5 ans. Un cadre précis : dossiers, comité de delta, CNA… Le parc : animateur de la démarche.

Le contrat de delta est un programme d'actions qui concerne tous les domaines de l'eau : l'alimentation en eau potable, l'assainissement, et la gestion des zones humides… Les inondations sont dans le champ d'intervention du contrat. Par contre la particularité d'un contrat de delta par rapport à un classique contrat de rivière est justement qu'il ne peut pas intégrer son bassin versant puisque il s'agit de l'ensemble du bassin Rhodanien.

Les objectifs du contrat ont été définis et validés. On retiendra ici, la volonté forte de maintenir voir renforcer les équipements hydrauliques permettant des gérer les volumes d'eau et de participer à la culture du risque sur son territoire.

Une commission spécifique du comité de delta est en charge de la problématique inondation. Une première réunion a permis de :

- faire un bilan de la gestion de la crue de 2003 sur l'île de Camargue ;
- recenser les enjeux à l'échelle du territoire et ceux qui dépassent le cadre du contrat : champs d'expansion de crue, dragage…

Le comité de delta se positionne aussi comme un interlocuteur privilégié dans les discussions sur l'ensemble du bassin du fleuve qui impliquent la Camargue.

3.1 Autres actions du Parc Régional de Camargue dans la lutte contre les inondations

La mise en place d'une politique contractuelle de l'eau n'est pas le seul type d'intervention du Parc naturel régional de Camargue dans le domaine de la lutte contre les inondations.

- *La surveillance des digues* : l'ensemble du personnel est mobilisé dès que le Rhône atteint un débit nécessitant une surveillance des digues 24h/24h. De plus il participe aux cellules de crises.
- *L'aide aux agriculteurs* : un système d'aide à l'affourragement a été mis en place pendant plus de trois mois après les inondations afin de fournir aux éleveurs des zones touchées de quoi nourrir le bétail. Cette aide du Département et de la Région d'un million d'euros a été gérée techniquement par le Parc.
- *La protection du cordon dunaire* : mise en place de ganivelles.
- *Le suivi cartographique* est un élément indispensable de connaissance du phénomène, de gestion des dossiers d'aide et d'appropriation du risque. Le Parc naturel régional de Camargue a pu sortir la première carte des zones inondées grâce à l'outil SIG.
- *Animation de la commission exécutive de l'eau.*

CONCLUSION

Le delta du Rhône est par nature à l'extrémité du système rhodanien. Il lui doit son existence, ses particularismes mais aussi un certain nombre de contraintes. Du point de vue de la gestion qualitative et quantitative, la Camargue est sous l'influence de l'ensemble de la vallée du Rhône.

Les outils contrats de milieux sont souvent associés à la gestion d'un bassin versant. Ici, le contexte deltaïque oblige à avoir deux échelles de travail une locale (le territoire du contrat) et de bassin.

La prise en compte du risque inondation doit se faire de façon cohérente sur ces deux niveaux d'intervention. Le contrat de delta dans sa partie opérationnel se propose de soutenir les actions locales local et le comité de delta se positionne comme un des interlocuteurs incontournables des réflexions autour d'un plan Rhône.

DR. GERARD METGE

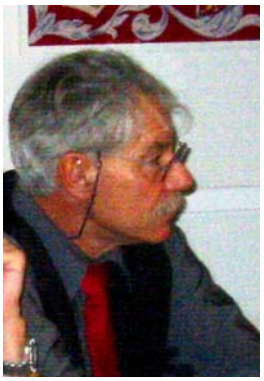
Directeur d'Etudes Universitaires Scientifiques et Techniques.

Gestion de l'espace et des eaux continentales.

Laboratoire d'Ecologie des Eaux Continentales.

UNIVERSITÉ PAUL CÉZANNE (U3)

ARLES.



AMÉLIORATION DU FONCTIONNEMENT HYDRAULIQUE DE LA PLAINE ALLUVIALE DU GARDON D'ANDUZE (COMMUNE D'ATUECH).

INTRODUCTION

La commune d'Atuech-Massillargues, située à l'entrée des Cévennes et au Nord de Nîmes, a été menée sur 2 ans une opération expérimentale de réhabilitation de milieux naturels dégradés, avec l'appui du Conseil Général du Gard de la Communauté Européenne, de l'Agence de l'eau et du Ministère de l'Environnement.

Le chantier expérimental de réhabilitation du site s'inscrit dans une perspective globale de restauration de cours d'eau méditerranéens et de gestion rationnelle, écologique et économique, de ces mêmes cours d'eau.

Au constat de l'ampleur des bouleversements subis par les cours d'eau méditerranéens et de leurs abords, s'est ajouté celui du caractère global de ces évolutions, rendant contradictoires les politiques sectorielles mises en œuvre. D'où la réalisation d'une expérience en vraie grandeur permettant de globaliser les approches sectorielles sur un site représentatif des problèmes à solutionner. Le projet a été orienté vers la recherche de nouvelles solutions intégrant les caractéristiques du milieu et les contraintes climatiques et économiques.

Cette opération a pu être menée sur plusieurs plans complémentaires :

- *l'expérimentation de techniques d'aménagement* susceptibles de reconstituer des milieux fonctionnels, grâce au remodelage de la surface topographique ;
- *la réhabilitation de la nappe phréatique*, par la mise en place d'un écran enterré au travers de la plaine alluviale ;
- *la gestion des eaux*, celle de la concentration et de l'évacuation, celle de l'étalement et du freinage ;
- *le développement local*, par l'implantation de nouvelles activités économiques.

Cette démarche originale permet aujourd'hui d'assurer largement la diffusion des résultats obtenus, dans l'optique de mises en applications adaptées dans de nombreuses vallées méditerranéennes.

1 Les causes de dégradations et les moyens de réhabilitation

1.1 Généralités

D'une manière générale, le lit, les berges des plaines alluviales des cours d'eau méditerranéens ont été fortement perturbés et perdus une grande partie de leurs attraits. Un processus de déséquilibre écologique est engagé, dont les effets se font sentir sur des dizaines d'années. La forêt riveraine disparaît progressivement, l'abaissement de la nappe provoque le dépérissement des arbres et l'assèchement des puits, les berges trop hautes, sont érodées en période de crue au détriment des surfaces cultivées.

1.1.1 La dégradation résulte de causes multiples :

- les extractions de matériaux : plusieurs millions de m3 de sables et de graviers sont extraits et affectent des centaines de kilomètres de cours d'eau ;
- les équipements autoroutiers industriels dans le lit moyen ;
- les aménagements hydrauliques (lac de barrage, réduction du lit moyen ou mineur).

1.1.2 Des moyens techniques ont été mis en oeuvre pour limiter ces dégradations :

- le chenal de crue, destiné à cantonner les crues dans le lit mineur, est souvent réalisé par couplage avec les extractions de matériaux ;
- les épis, destinés à stabiliser les berges trop hautes par rapport au lit mineur ;
- les seuils, destinés à compenser l'abaissement de la nappe.

Ces travaux, très pénalisants pour le milieu naturel et le paysage, ne résolvent que partiellement les déséquilibres enclenchés par les extractions de matériaux. ils ne suffisent pas non plus à régler les problèmes de risques d'inondation.

1.1.3 Quelles sont les solutions ?

Le milieu naturel constitue un patrimoine collectif dont la valeur est de plus en plus reconnue. Comment arrêter le processus de dégradation ? Comment réhabiliter les zones dégradées ? Comment améliorer le fonctionnement hydraulique de la plaine alluviale ?

1.1.3.1 Arrêter les dégradations

Extraction des matériaux

- le choix des sites d'extraction, l'ouverture de carrières de matériaux de roches massives ; l'impact sur l'environnement de ce type d'exploitation est mieux maîtrisable que dans le cas d'extraction en rivières. La superficie utilisée, pour le même volume d'extraction, est 10 fois moins importante en moyenne ;
- le choix de la méthode d'exploitation et de réaménagement du site.

En dehors du lit mineur où les extractions sont interdites, des expériences montrent qu'il est possible de réaménager correctement un site d'extraction moyennant certaines précautions.

Aménagements hydrauliques :

- les solutions amont :
  - barrages écrêteurs de crues ;
  - reboisement des bassins versants.

- éviter de construire en zones inondables.

Ces solutions permettent de limiter les travaux hydrauliques ponctuels, qui ne constituent souvent que des remèdes partiels aux risques d'inondations.

1.1.3.2 Réaménager les zones dégradées

Les principes.

- Redonner au milieu naturel ses capacités de fonctionnement optimal qui dépendent :
  - de la présence d'un sol fertile ;
  - de la proximité de l'eau utilisable par les plantes.

Il s'agit donc de concevoir et de reconstituer un modèle de fonctionnement optimal du milieu naturel.

- Remodeler les zones dégradées, en modifiant soit la surface de la nappe (seuil), soit la surface topographique, soit ces deux éléments. Outre le cas des seuils, différentes possibilités sont envisageables :
  - la surface topographique est rabaissée, pour permettre à la végétation de profiter de l'eau de la nappe et des crues ;
  - le terrassement est descendu sous la nappe, avec création d'un plan d'eau.

Les moyens et les résultats escomptés.

- Les seuils sont efficaces dans le cas de formations alluvionnaires de perméabilité moyenne. Ils sont assez fréquemment utilisés.
- Le remodelage nécessite la réalisation de terrassements. Le coût de ces travaux est très élevé, mais peut être abaissé si les matériaux extraits sont commercialisables.
- La proposition repose sur la mise en oeuvre des moyens techniques d'une entreprise de carrières, en application d'un plan d'exploitation et de réaménagement à finalité écologique et paysagère.
- Le remodelage permettra ainsi à la végétation de recoloniser le site et de s'y développer de manière optimale, sans qu'il soit nécessaire de recourir à des plantations onéreuses.
- La faune reprendra progressivement possession du site.
- Les crues seront écrêtées par reconstitution d'un champ d'inondation.
- La nécessité d'expérimenter, avant toute généralisation, ce type de solution.

Pour réaliser ce projet il est indispensable de procéder à une expérimentation en vraie grandeur, de préciser les avantages et les inconvénients... Ainsi a t-on été amenés à rechercher un site favorable.

1.2 L'exemple du réaménagement du lit moyen du Gardon d'Anduze (Gard-France)

1.2.1 Les modalités de réalisation

Maître d'ouvrage : Commune de Massillargues-Atuech

Maître d'oeuvre : Centre d'Etudes Techniques de l'Equipement (CETE Méditerranée)

Comité de pilotage :

- Commune, Conseil Général, Conseil Régional
- Communauté Européenne (DG XI)
- DIREN Languedoc-Roussillon
- DDAF du Gard
- DDASS - DDE - DRIRE
- Syndicat Intercommunal d'Aménagement du Gardon d'Anduze
- Association

Entreprise : Redland Granulats (Crozel Frères)

Expertise et suivi scientifique : Université d'Aix-Marseille III Faculté des Sciences de St Jérôme

Le choix du site d'Atuech (Gard ; France) résulte :

- d'une situation fortement dégradée par l'exploitation des gravières sur le cours d'eau (Les Gardons) ;
- d'un contexte favorable induit par une volonté collective locale, la proximité d'une entreprise de carrières, de l'intérêt manifesté pour le projet par divers organismes (C.E.E.; Conseil Général du Gard; l'Agence de l'Eau; la DIREN du Languedoc-Roussillon; la D.D.A du Gard).

1.2.2 Les options de réaménagement du site

1.2.2.1 Un réaménagement classique :

Il implique :

- l'élimination de la couche de galets déposés en surface ;
- la mise en place de terre végétale ;
- la revégétalisation.

Inconvénients :

- coûts élevés ;
- la nappe trop basse exclue la réinstallation de la forêt humide.

1.2.2.2 Un réaménagement intégré et diversifié :

Il permet :

- à partir d'un remodelage de reconstituer une surface topographique proche de la nappe et submersible par les petites crues, sur laquelle la végétation pourra se réimplanter spontanément ;
- l'adaptation aux contraintes particulières du site ;
- l'implantation d'une zone écologique ;
- la création d'une zone de loisirs, avec un plan d'eau ;
- la remise en état des berges du cours d'eau ;
- le réaménagement hydraulique de 25 hectares ;
- la constitution d'un champ d'expansion aux crues.

2 Les résultats

2.1 La réhabilitation du site par modelage

2.1.1 Résultats écologiques

La remontée biologique (groupements végétaux et animaux)

La recolonisation spontanée est :

- très rapide, par des espèces pionnières sur tout le site ;
- plus lente, mais complète par des espèces herbacées, sur les zones les moins favorables à la recolonisation (digues en enrochement... Aucun apport de terre végétale venant de l'extérieur du site n'a été nécessaire. Le coût de réaménagement est donc réduit) ;
- extrêmement vigoureuse, avec développement de la forêt riveraine sur les zones basses (nappe inférieure à 1 mètre).

2.1.2 Résultats paysagers

On observe :

- une cicatrisation rapide du milieu fortement perturbé par les travaux de terrassement ;
- des plans d'eau parfaitement intégrés dans le site ;
- des ouvrages hydrauliques discrets, intégrés au paysage.

2.1.3 La réhabilitation du site par reconstitution de la nappe.

- L'écran hydrogéologique (en profondeur) élaborer pour maintenir en amont une nappe phréatique en charge, bien que de conception rustique (limons fins pris sur le site), a montré son efficacité après 4 mois de sècheresse ; la remontée du plan d'eau phréatique est de plus de 1,50 mètre ;
- Son application sur de nouveaux sites peut être envisagée ; ce procédé devrait s'avérer particulièrement adapté à la reconstitution des nappes phréatiques utilisables en irrigation agricole ;
- Ce procédé constitue une alternative au remodelage pour la réhabilitation écologique et paysagère des sites alluviaux. Il devrait permettre dans l'avenir de limiter les terrassements de zones dégradées au strict minimum.

2.1.4 Les améliorations hydrauliques

- La stabilité des berges remodelées, d'importantes crues ont partiellement submergé le site en cours d'aménagement, sans provoquer d'érosion des berges contrairement aux berges abruptes présentes en amont ;
- La diminution des débits de pointe en aval du site ; les fortes crues sont nettement atténuées sur le site et en aval grâce à l'élargissement du lit et aux nouveaux profils topographiques.

2.1.5 Les résultats annexes

- La disparition des dépôts sauvages.

CONCLUSION

Les travaux de réhabilitation du site par l'utilisation du génie écologique ont permis :

- le remodelage de la surface topographique à fin de reconstituer des zones (biotopes) à nappe peu profonde et à sol fertile ;
- la reconstitution de la nappe phréatique en lits moyen et majeur ;
- la diminution des débits de pointe en aval du site ;
- le faible coût de l'opération, (grâce à la commercialisation des matériaux extraits) malgré son caractère expérimental, impliquant des études et un suivi scientifique poussés ;
- la rapidité et l'efficacité de la recolonisation végétale et animale sur les biotopes reconstitués ;
- la stabilité des berges en période de crues ;
- l'écrêtage des crues par l'amélioration du fonctionnement hydraulique ;
- le développement économique local (tourisme) par les espaces réservés au public, étang (pêche), aires de promenades et de loisirs (partie revégétalisée) ;
- une recomposition paysagère parfaitement intégrée ;
- une aire de protection favorable à l'évolution naturelle du milieu véritable laboratoire de terrain ;
- la possibilité d'application sur de nouveaux sites de la région méditerranéenne ; la technique de recharge des nappes phréatiques par écran imperméable doit constituer un axe majeur pour les pays de la région méditerranéenne à climat semi-- aride et aride.

DÉBAT

Question dans la salle : "Ma question s'adresse à M. Marche. Bien entendu l'exutoire du Rhône, c'est la Camargue, surtout en cas de crue. Or il y a eu après les inondations de 2003, une polémique, qui a été lancée, vous le savez bien, comme quoi la Camargue ne voulait pas d'eau. Cette polémique n'est toujours pas levée, il y a toujours cette rumeur qui court en cas de nouvelle crue. Alors ma question est très directe, qu'en est-il exactement et je vous demande bien entendu une réponse franche, et demain en cas de crue, est-ce que la Camargue est d'accord pour prendre de l'eau ? Parce qu' aujourd'hui, ce que l'on voit et que l'on entend dans les projets d'aménagement, c'est qu'il faut préserver la Camargue pour des intérêts qui sont quelquefois privés, individuels, et que pour préserver la Camargue,il faut inonder en amont dans la région de Boulbon, Vallabrègues, Mézoargues, qu'on connaît bien."

Stéphane. MARCHE : "Bon, je ne peux pas dire que la Camargue n'a pas voulu d'eau, mais ce que je peux dire c'est que la Camargue n'a pas eu d'eau. Donc, c'est qu'il n'y a pas eu de rupture de digues et on ne choisit pas en Camargue d'avoir de l'eau ou pas. En 1993, on n'a pas choisi d'avoir de l'eau. Cette année on n'a pas choisi non plus, d'avoir ou de ne pas avoir d'eau et on n'en a pas eu. C'est un premier élément de réponse, il n'y a pas eu de choix à faire. On s'est pas dit on va faire sauter les digues du SYMADREM pour essayer de voir ce que ça donne un peu en amont, sachant que d'après ce que dit M. Chauvelon, si on fait sauter les digues en Camargue et si on noie le delta, cela aura des conséquences très minimes au-delà d'Arles. Donc cette année ça a sauté sur le Petit Rhône du côté gardois ce qui a mis un peu moins en pression le Petit Rhône, mais cela n'a eu aucune conséquence sur le Grand Rhône. Au niveau d'Arles, je ne pense pas qu'on ait vu les conséquences, une baisse de niveau significative due aux ruptures de digue sur le Petit Rhône. Donc le problème ce n'est pas que la Camargue veuille ou pas d'eau, c'est que la Camargue n'a pas accueilli d'eau lors de ces dernières crues de façon accidentelle. Le second point, c'est de se dire dans l'avenir est ce que la Camargue va accueillir de l'eau ou pas ? Donc là je vous dirai, je ne vais pas botter en touche, mais en Camargue on n'est pas forcément compétent pour agir sur l'ensemble du bassin versant. Et donc dans un plan global qui prend en compte les différents intérêts de tous les acteurs sur l'ensemble du cours du Rhône, si la Camargue doit prendre sa quantité d'eau et que c'est négocié comme partout ailleurs, et bien pourquoi pas. Il faut que ce soit un élément d'un débat global, général et à ce moment là, la Camargue se positionnera. Mais je pense qu'il n'y a pas de position de principe, pour ou contre sachant qu'effectivement en Camargue on se situe au bout de la chaîne et c'est vrai que l'esprit camarguais c'est de se dire après nous il n'y a plus personne donc il y a la mer, et on ne va pas protéger forcément la mer. Donc voilà la réflexion globale. Dans un plan global pourquoi pas mais pour l'instant, à vrai dire, même au niveau technique on a du mal à imaginer les solutions, parce qu'aujourd'hui on noie la Camargue dans une journée, c'est possible pour gagner peut être un centimètre d'eau à Arles, ce qui ne va pas forcément faire beaucoup de choses et après on vide la Camargue en plusieurs mois, donc voyez après ... l'enjeu,... c'est des questions qui se posent. Moi je n'ai pas forcément de réponse et en plus ce n'est pas à moi de les apporter, c'est aux acteurs politiques et socio économiques."

Henri CÉRÉSOLA : "Oui, je voudrais rebondir sur ce que vous venez de dire. Le Rhône c'est comme un entonnoir, l'écoulement de l'entonnoir c'est la Camargue, le haut du tube droit c'est Arles, il y a un verrou et ensuite il y a tout le reste. Alors lorsque vous parlez de champs d'expansion en amont, nous sommes une vallée du Rhône, nous ne sommes pas une plaine du Rhône, je regrette. Lorsqu'on sait qu'il est passé l'équivalent de deux barrages de Serre-Ponçon pleins en deux jours et bien je suis désolé, il va bien falloir ou draguer ou faire des exutoires : Petit Rhône, la Camargue, je peux vous dire que même les Camarguais commencent à être

prêts, surtout ceux de la petite Camargue que j'ai rencontrés, pour qu'ils puissent, si on les avertit, au moins prendre un peu d'eau. Je vous rappelle que ça coûte moins cher de donner de l'argent à un "petit Camarguais" ou à un "grand Camarguais" pour la perte d'une récolte qu'une maison qui, pour un simple particulier, entre le mobilier et l'immobilier a coûté en moyenne 50 bâtons! Donc j'aimerais que l'on réfléchisse à cela, on va le faire avec le Préfet de Région, le Préfet de Bassin car la petite Camargue il faudra bien qu'elle donne sa participation pour dégager le flux du Rhône."

Stéphane. MARCHE : "Pour répondre vite fait, je n'ai pas dit que c'était non etc. J'ai dit qu'il fallait réfléchir dans l'ensemble. A mon avis la Camargue n'est pas la solution unique globale et ultime de tous les problèmes d'inondation de la vallée du Rhône, ça c'est clair et net. La petite Camargue saintoise, puisqu'on en parle, c'est un point noir de la Camargue au niveau des submersions des digues et chaque fois qu'il y a une crue significative, de toute façon les digues sont dépassées et la petite Camargue saintoise est déjà inondée. Donc après est ce qu'on peut faire mieux je ne sais pas, alors au-delà de l'inondation déjà maximale je ne sais pas ce qu'il faut faire..."

Bernard PICON : "Je m'excuse mais je voudrais rajouter quelque chose qui a été dit à la dernière séance, c'est que faire des zones d'expansion des crues en aval, ne sert à peu près à rien. C'est comme si le Rhône se jetait à la mer... qu'il se jette à la mer 10 km plus haut ou 10 km plus bas, ça n'empêchera pas les inondations à Arles. Il faut faire des zones d'expansion des crues en amont des zones inondées et ça été dit plein de fois et je vois que ça ne passe pas cette idée là. Et deuxièmement, la Camargue c'est quand même comme une poêle à frire dont le milieu, c'est-à-dire le Vaccarès, est plus bas que les bords, et la poêle à frire les bords ne sont pas très hauts, donc vous prendrez très peu d'eau. La preuve quand même c'est qu'il y a eu une zone d'expansion des crues formidable en Camargue gardoise malheureusement cette année et ça n'a pas empêché l'eau d'aller au Trébon. Et c'est comme ça que ça marche. C'est-à-dire que vous envoyez l'eau dans le Vaccarès et à la limite... , d'abord il va se remplir très vite et deuxièmement c'est comme si ... bon que la mer soit à 40 km d'Arles ou à 20 km d'Arles, ça ne change rien au fait que Arles soit inondée. Tous les hydrauliciens le disent et je crois qu'il ne faut pas laisser planer des idées comme ça."

Martin ARNOULD : "Je peux vous apporter un complément avec les crues du Rhin. Vous savez que le Rhin est un fleuve très aménagé. Il a été raccourci de 80 km. Il y a eu en 1993 une crue très grave qui a failli mettre sous l'eau la province du Linbourg en Hollande. La commission internationale de la protection du Rhin a lancé un programme de restauration d'un montant équivalent de 20 milliards de francs et le premier polder, le polder d'Ernstein vers Strasbourg qui consiste en la création d'un déversoir et la surinondabilité d'une zone agricole, a été inaugurée il y a 4 mois. Et la CIPR qui regroupe les Suisses, les Français, les Allemands et les Hollandais, a bien trouvé comme unique exutoire au trop plein qui arrive, le fait de restaurer la plaine alluviale largement en amont de la Hollande puisque là on est quasiment en France."

Sylvaine LACAN "Confédération des Riverains du Rhône, j'ai 3 questions : pourquoi sur le Rhône, on n'a pas la même réflexion que sur le Rhin en terme d'aménagement, pourquoi on ne parle pas de bassin de rétention. On avait déjà posé cette question à la dernière séance mais on n'avait pas eu de réponse. La deuxième, c'est que les Suisses depuis quelques temps ont entamé la troisième correction du Rhône en terme de recalibrage, écartement des digues et je n'ai pas l'impression qu'il y ait une adéquation entre ce que font les Suisses et ce que l'on peut faire ici, parce que ça a forcément une conséquence chez nous. Et la troisième question concerne les Associations Syndicales Autorisées (ASA), il y en a énormément en Camargue, ces associations qui viennent de voir leurs statuts fortement modifiés, cet été par ordonnance ; c'est-à-dire, elles ont maintenant une mission de gestion et de prévention des inondations, et je voulais savoir si dans le cadre du contrat de delta, par rapport à la modification de leurs statuts, si elles étaient associées à ce contrat."

Stéphane. MARCHE : "Je vais répondre tout de suite à la dernière question et monsieur Jourtaux qui est peut être encore dans la salle pourra peut-être apporter des compléments. C'est vrai que les ASA qui gèrent tout le système hydraulique de Camargue sont complètement et étroitement associées au contrat de delta. Ce seront notamment les principales bénéficiaires de ce contrat. A l'heure actuelle, on est en train de faire, et même on va finaliser dans les jours prochains, une étude sur l'état du réseau hydraulique qu'on appelle hydraulique et hydro biologique de l'état des canaux en Camargue qui permet de faire un état des lieux de ces canaux et de faire un programme d'action sur ces 5 ans, voir l'état de ces canaux, quelles sont les solutions optimisées pour l'usage agricole mais aussi pour les autres usages, qu'ils soient écologiques ou qu'ils soient dans la lutte contre les inondations. Donc là les ASA sont complètement impliquées et c'est une démarche de concertation qu'on a avec elles depuis le début de l'année et l'étude va être rendue très prochainement. Mais c'est vrai que les ASA sont des structures en Camargue qui ne sont pas riches puisque de toute façon, je crois que M. Jourtaux pourra le dire et qui en fait subissent tous les coûts de rénovation de ces canaux et de ces structures de pompage. Il faut savoir par exemple que quand il faut vider la Camargue, c'est des coûts de pompage, c'est des coûts EDF etc... et c'est le monde agricole qui paye. Donc pour évacuer les eaux, on va dire des hameaux, etc... c'est le monde agricole qui va payer sa facture EDF. Donc voilà pour l'instant on en est là au niveau du fonctionnement des ASA ce qui n'est pas forcément évident pour elles."

Martin ARNOULD : "Pour ce qui est de la Suisse, je peux juste donner quelques éléments de réponse, effectivement depuis 1999, il y a une loi fédérale qui prévoit de restaurer, d'élargir tous les corridors fluviaux sur l'ensemble des fleuves. Les Suisses qui ont évidemment une densité de population bien plus forte que la nôtre et ont aménagé encore plus si c'est possible, leurs rivières. Ils ont commencé sur le Rhône avant nous et maintenant ils lancent, vous avez raison, une nouvelle correction du Rhône qui consiste à restaurer l'espace d'inondation. L'explication sur le fait que nous soyons et alors là, je préfère que d'autres s'expriment là-dessus... que vous soyez ou que nous soyons en retard sur un système global tel que le Rhône, tient au fait qu'on est pas du tout dans le même contexte, on va dire d'organisation de la société que l'organisation Suisse. Et on a attendu, je crois que Mme Gil l'a dit tout à l'heure, d'être dans une situation de catastrophe pour réagir."

Question dans la salle : "Je vais me faire porte parole d'une question fort récurrente et qui ne passe pas non plus, c'est la question du curage du Rhône. Effectivement, quand on me dit si on baisse le niveau du fond du lit du fleuve de 1,5 m, je ne comprends pas pourquoi la ligne d'eau de baisserait pas de 1,5 m aussi. J'attends des arguments techniques, j'attends des arguments de compréhension clairs pour que chacun puisse se faire une idée de la question du curage du Rhône. J'entends souvent beaucoup de gens qui parlent de l'importance de ce curage ; j'entends d'autres personnes qui disent régulièrement que cela ne sert à rien de curer le Rhône ; j'ai entendu aussi M. Olivari, parler des effets négatifs du curage sur la biologie, sur l'écologie. Donc je ne voudrais pas qu'on me dise après une réponse trop courte, il n'y a pas de réponse technique, parce que la réponse elle est financière... Un champ d'expansion de crues, dans la mesure où l'on n'indemnise pas, ça ne coûte rien, alors que curer le Rhône, ça coûte beaucoup de sous. Donc je voudrais qu'on puisse apporter d'autres arguments que financiers, parce que je suppose qu'il n'y a pas que des arguments financiers... Je vous apporte un tableau et des marqueurs, s'il faut faire un schéma... Je ne voudrais pas qu'il y ait qu'une seule personne qui porte la responsabilité de la réponse et que le plus de personnes s'expriment et qu'on puisse vraiment avoir une idée claire, si oui ou non le curage du Rhône a une importance ou pas."

Bernard PICON : "À la suite de l'inondation de 2003, il y a eu une incision, le Rhône s'est surcreusé de 4 m sur Arles et de 7 m au-delà de Port St Louis du Rhône et ça n'empêche pas les inondations d'arriver. Alors un bouchon se met à la sortie du Rhône, la fameuse barre dont

Mr Egidio parlait tout à l'heure, mais là, il semblerait que techniquement,...bon, peut-être on pourrait arriver à l'enlever mais c'est pas sûr. Au XIXe siècle, M. Hippolyte Peut, le créateur de Port St Louis du Rhône a constaté qu'on ne pouvait absolument pas venir à bout de ce bouchon à la sortie du Grand Rhône, ... les bateaux de mer ne pouvaient pas entrer dans le Rhône à cause de la barre qui est due à ces apports de sédiments du Rhône. Vous savez qu'à Port St Louis, il y avait trois bouches : le Grau de Piémanson, le Grau du Levant et le Grau actuel du Rhône : le Grau de Roustan. On en a bouché deux sur trois en se disant le troisième sera tout seul, le courant sera beaucoup plus fort, il va se surcreuser et ça n'a pas marché non plus. Finalement, en 1850, on a décidé de creuser le canal de Port St Louis de façon à ce que les bateaux puissent rentrer dans la mer par un canal qui donnait dans le golfe de Fos. Alors, vous me direz, les moyens techniques d'aujourd'hui sont peut être supérieurs à ceux qu'on avait au XIXe siècle mais je n'en suis pas si sûr que ça non plus. Par exemple dans le Petit Rhône, les spécialistes des sols vous disent que le Petit Rhône, il est dans l'eau, c'est-à-dire draguer le Petit Rhône c'est draguer dans l'eau, ça ne veut rien dire, il est au fond, il est au niveau de la nappe, on va brasser de la boue, c'est tout ce qu'on va faire. On ne peut pas creuser le Petit Rhône, il y a la nappe de mer qui est là au fond. Bon ça apparaît assez complexe, je crois que les gens ne sont pas méchants et ne refusent pas systématiquement de faire des choses intéressantes... mais peut-être qu'on n'a pas toujours la connaissance de toute la complexité du problème. Je passe la parole à Gérard Metge."

Gérard Metge : "Bon je pense qu'on va tous y contribuer de manière très simple. Le problème des inondations, c'est lorsque vous avez des volumes d'eau extrêmement importants. 13000, 15000, c'est à ce moment là que ça devient crucial. Imaginez, lorsque vous avez un fleuve Rhône à 13000 $m^{3/s}$, croyez-moi, si vous avez des bouchons ils sont chassés. C'est le premier point. Donc ça nettoie, c'est récurant, c'est pire qu'un karcher, il n'y a rien qui résiste. Deuxièmement, enfoncer le Rhône, ce n'est pas une solution parce comme le soulignait tout à l'heure Bernard Picon, vous êtes au niveau des nappes d'eau : c'est-à-dire que la Camargue, elle est à peu près au niveau du Rhône. Donc vous allez creuser dans des endroits extrêmement mous où vous allez avoir des remontées de sable qui vont arriver et puis par endroits vous risquez d'avoir des barres, des seuils,...autrement dit vous n'aurez pas un plan de sol, un substrat édaphique parfaitement plan, c'est une image qu'il faut vous enlever de la tête. Troisièmement le bouchon, encore une fois, celui-ci ne peut agir que quand le débit du Rhône est faible, quand il est fort, il n'agit pas. Par contre ce qui agit d'une manière très forte et que l'on n'a pas, aujourd'hui du moins, évoqué, et bien c'est la mer. La mer qui a un rôle beaucoup plus déterminant qu'un bouchon de sable à l'embouchure. Parce que lorsque vous avez de fortes pluies, ça veut dire que vous avez des temps de sud-est, or les temps de sud-est vous font remonter le niveau de la mer de 1, 5 mètres. Cela est de mon point de vue beaucoup plus gênant que le bouchon. Le bouchon peut à la rigueur entraver la circulation lorsque vous avez un débit de 4 000 à 6 000 $m^{3/s}$ voyez, et ce que disait Marcel Masson tout à l'heure, c'est vrai. Avant qu'on endigue le Rhône, et bien lorsqu'il y avait un bouchon comme ça, le Rhône avait tendance à se répandre mais en méandres, ce qui veut dire qu'il n'avait pas une vitesse extrêmement forte parce que s'il a une vitesse forte, c'est pas des méandres qu'il fait, c'est une ligne droite et puis croyez moi, elle est très droite. Bon pour toutes ces raisons, je crois que curer le Rhône, ça part d'un bon sentiment, mais encore une fois, vous ramener l'hydrologie à un tuyau. Ce n'est pas ça, c'est beaucoup plus compliqué que ça, hélas !"

Martin ARNOULD : "Je vais juste apporter un argument qui montre également le côté trop simplificateur d'une vision comme ça. Sur la Loire, on a enlevé des dizaines de millions de m3 de matériaux pendant une quarantaine d'années d'extractions, ce qui fait que le lit s'est enfoncé de 1,5 à 2 m par endroits. Donc en cas de crues très importantes, on a ce fameux gain dont vous parlez. Mais la conséquence très négative de cet enfoncement, c'est que toutes les digues se déchaussent et que toutes les digues se fragilisent.

C'est-à-dire que d'un côté, vous avez un gain en hauteur, et vous avez un risque de rupture qui est augmenté, et le pire en cas d'inondation c'est la rupture de la digue, ce n'est pas un remplissage progressif d'un val. Donc voilà si vous voulez un effet inattendu d'un gain à priori positif de l'enfoncement du lit."

Christophe ESPOSITO : *(au tableau)* "Donc pour répondre à une question d'ensemble, ce que je veux vous expliquer...On a la plaine alluviale dont on a dit qu'elle était inondable. Elle va être recouverte par une certaine quantité d'eau. Donc l'eau va arriver ici *(schéma)*. J'exagère tout ce que je fais pour que vous voyiez l'impact. Donc ici on va avoir 1000 m de largeur de la plaine alluviale sur 3,50 m d'eau de hauteur. Donc nous les hommes, on est très intelligent, que fait-on ? On fait des digues. Donc quand on fait des digues, il y a l'eau qui passe à l'intérieur et ça tient toujours. Par contre de temps en temps il y a des sédiments et ça se bouche un peu. Il y a des sédiments qui vont se mettre ici *(au fond du lit)* et on va perdre 1,50 m. Donc qu'est ce qu'on fait ? On va curer... bon curer, draguer, ...il y a un problème de terminologie, parce que le dragage c'est pas le curage...bon on enlève ce qu'il y a en trop. Donc on gagne 1,50 m, ce qu'on avait au départ. Il y a cette même crue, sur 1000 m et 3,50 m de hauteur, ce qui fait 3 500 m^3 qui passent ici. Donc si on met 100 m de largeur entre nos digues et que l'on gagne 1,50 m de profondeur du lit, cela fait 150 m^3. Quand on compare 150 m^3 à 3500 m^3, est ce que vous comprenez que : qu'on fasse des digues, qu'on cure de 1 mètre ou de 10 mètres, le volume qui va passer ici ne sera jamais supérieur à celui qui remplissait la plaine alluviale. Donc voilà pourquoi, nous on dit que ça sert à rien..."

Question dans la salle : "Bon, le lit de votre Rhône là, c'est pas le lit de mon Rhône à moi ! (déplacement vers le tableau). Je vais vous montrer mon Rhône, comment il est. Voilà, vous avez la berge, ici vous avez l'eau...Alors la CNR nous a mis l'eau à 12,55 NGF chez nous. Nous avons 3,55 m d'épaisseur d'eau...tout au long du Rhône. Et là dans cette épaisseur d'eau, nous avons de la boue jusqu'ici et jusqu'ici (schéma). Voilà, et là on a un chenal de 12 m de profondeur et on a de la boue... et l'autre jour, il y a un navire qui est parti avec des produits chimiques, il s'est planté dans la boue, on a fait venir des grues, des camions, on l'a vidé, on a fait tout un cinéma. Il restait, ici de là, 50 m de limon. Il y a 40 centimètres d'eau ici 40 centimètres d'eau là. Il n'y a de l'eau que dans le chenal. Bon vous faites comme vous voulez, (...)."

Christophe ESPOSITO : "Bon j'ai compris que chacun avait son Rhône. Là, j'ai l'exemple typique entre le curage et le dragage. *(interpellé)* Je laisse la parole à quelqu'un qui veut la prendre..."

Précision dans la salle (Etudiant CEREGE) : "Bon, vous parlez des ségonnaux (à quelqu'un dans la salle), est ce qu'on parle du curage du lit vif, c'est-à-dire du lit qui est en eau à l'étiage, ou... est ce qu'on parle du lit dans la zone intra digue ? Parce qu'on est peut-être en face d'une mésentente totale entre les techniciens, les scientifiques et vous. Il faudrait qu'on ait les mêmes termes. Donc vous, vous parlez de quelle zone ? Vous parlez de la zone qui est entre les digues. *(...réponse dans la salle)*. Bon parce que nous, quand vous nous parlez du lit du Rhône, on parle du lit vif, on vous parle du lit mineur. Maintenant c'est vrai que entre les digues, on a les ségonnaux qui depuis la création des digues après 1850, n'ont pas été entretenus, donc on a eu une sédimentation dans ces milieux. Au CEREGE, avec Mireille Provansal, on est en train de mener une étude pour essayer de quantifier les volumes qui ont été sédimentés à l'intérieur de ces ségonnaux depuis la mise en place des digues et après d'essayer de trouver des solutions pour les décolmater. Vous voyez bien la taille des ségonnaux, on ne peut pas envoyer des pelles mécaniques dans les ségonnaux pour les décolmater. Il faut trouver des solutions en redonnant un peu plus d'hydraulicité."

Question dans la salle : "C'était très intéressant parce que c'est vrai que l'on n'a pas toujours les mots techniques, on n'est pas des scientifiques, alors: dragage, curage, c'est vrai que ça peut être très intéressant que vous puissiez chiffrer alors, comme vous avez dit ? Enlever la boue au bord, c'est du ? .... (réponse dans la salle "Décolmater") ... oui alors c'est ça qu'il va falloir qu'on dise : on voudrait décolmater notre Rhône et il faudrait arriver à chiffrer ce que ça peut coûter en argent, est ce que ça va être intéressant en mètres cubes ? Et est ce que ça va pas être plus intéressant de faire ça, plutôt que de rembourser les gens ? Parce qu'en plus, on est en train de confondre plein de choses : une crue catastrophique à 14000 m³ qui arrive une fois de temps en temps et puis une crue à 10000 m³ qui va pas forcément tout casser. Et cette crue à 10000, ce serait dommage qu'elle casse parce qu'on n'a pas décolmaté le bord de notre Rhône."

Précision dans la salle (Etudiant CEREGE) : "Donc les solutions, on est en train de les rechercher. Moi, je travaille avec Mireille Provansal. Je fais une thèse de doctorat sur ce sujet justement de la sédimentation dans la zone intra digue et je suis financé à 100% par le Conseil Régional. La CNR participe à mes recherches, le SYMADREM également. Donc la Région déjà en elle-même est partie prenante et recherche des résultats vu qu'elle finance mes recherches. Donc on recherche actuellement des solutions, vu que c'est des problèmes qui ne se posaient pas avant. Il faut bien se mettre dans la tête, il y a 10 ans, ce genre de problèmes *(réactions dans la salle)* Oui mais pas tant que ça ...Tant qu'on n'a pas eu de grande crise hydrologique après 1950... Non ce n'est pas vrai, je pense que les sociologues vous diront qu'après 1950, on a eu une perte de la culture de la crue *(réactions dans la salle)*. Voilà, les spécialistes nous répondent que les administrations aussi ont oublié la culture de la crue..."

Question dans la salle : "Bon moi je ne suis pas technicien, je voudrais parler à M. Marche. Vous êtes jeune et je voudrais vous prévenir quand même que si vous descendez aux Saintes et que vous dites aux Saintois de petite Camargue, "il va vous arriver des malheurs" (rires) ... Bon ça c'est du Pagnol. Alors, vous avez parlé des agriculteurs et qu'ils vont payer une facture pour rejeter l'eau de Camargue. Ils l'ont faite rentrer pour leurs propres besoins, alors s'ils la font ressortir ma foi, hein ? C'est à eux de payer la facture. Ensuite, j'ai entendu mon cher ami de Vallabrègues là, qui dit qu'il y avait que des intérêts particuliers ou presque, en Camargue. Moi je vous dis une chose, c'est que si vous rincez la Camargue avec de l'eau douce, vous allez provoquer une catastrophe écologique extraordinaire. Il y aura plus un touriste dans le delta de Camargue, petite Camargue, Arles, Tarascon, etc... il y aura plus dégun qui va venir en Camargue. Alors méfiez-vous, à force d'envoyer de l'eau douce en Camargue, de pas tout rincer. Parce qu'il nous restera rien."
Réaction dans la salle : "C'est vrai, ce que vous dites, parce que ça, c'est le développement économique des 10 dernières années...mais pour protéger les flamants de la Camargue, on va inonder les habitations en amont ? Mais ....on marche sur la tête ...."

Stéphane. MARCHE : "Je ne peux pas laisser dire ça. Alors, pour répondre vite fait, les agriculteurs ils mettent de l'eau en Camargue, ils payent l'eau qu'ils mettent, ils payent l'eau qu'ils sortent, vous dites c'est normal, mais tout le monde est bien content qu'ils la sortent l'eau. Et par contre si les agriculteurs ne mettaient pas d'eau en Camargue, on aurait un vaste désert salé. Après c'est une question de choix, moi je n'arbitre pas les choix *(réactions)*. Mais c'est ce que j'ai dit tout à l'heure, la Camargue c'est une mosaïque, c'est un équilibre à l'heure actuelle entre milieux doux – milieux salés. Si on va dans un sens comme dans l'autre, on rompt l'équilibre. Après, quand on parle d'intérêts privés, la Camargue comme partout ailleurs en France, il y a des propriétés privées et je ne pense pas qu'ici, d'après les discours, personne ne défend les propriétés publiques. J'ai entendu parler de protection de maison, et en Camargue il y a des maisons, il y a des hameaux, il y a des propriétaires, comme partout.

Dans les mêmes proportions. Même à moindres proportions puisque en Camargue il y a beaucoup de propriétés publiques dont la Réserve Nationale où il n'y a personne, qui reçoit de l'eau et qui ne dit rien, etc... Bon en Camargue, on est tout à fait conscients que la valeur de gestion du patrimoine naturel passe après la gestion, on va dire, de la sécurité des biens et des personnes...ça on en a tout à fait conscience et je pense que vous trouverez personne qui vous dira on va inonder qui que ce soit pour sauver un flamant rose,... sérieusement, je ne pense pas, ... et j'en ai jamais rencontré."

Catherine LEVRAUD (Adjointe Maire d'Arles, déléguée à l'écologie urbaine, Conseillère régionale) : "Le jeune homme a fait allusion aux aides du Conseil Régional, je voulais revenir là-dessus pour dire des choses qui ont été dites au début de la soirée et effectivement on est en train un petit peu de se disputer là, parce que tout le monde est fatigué à l'heure qu'il est là, entre les sinistrés et les non sinistrés, il ne faut surtout pas qu'il y ait mésentente. Je crois qu'il a été clairement dit et il faut se rappeler de ça. Que la façon de s'en sortir c'est d'avoir une vision globale du Rhône, c'est-à-dire ne pas dire il faut envoyer l'eau d'Arles à la Camargue, on a tous bien compris que ça n'avait pas de sens. La Camargue peut stoker de l'eau, oui, mais pas autant qu'il en faudrait pour ne pas inonder Arles. C'est évident. Donc en fait la question est la gestion du Rhône en remontant jusqu'à Valence et même jusqu'à Lyon si on le peut...et donc c'était pour vous dire qu'il y a eu un accord entre les trois présidents de Région : Provence Alpes Côte d'Azur, Rhône Alpes, Languedoc Roussillon, pour faire un travail d'ensemble, pour avoir une gestion du Rhône autant que possible globale. Et qu'il y a un outil qui est en train de se monter pour avoir une coordination sur la longueur du Rhône. Et je crois que ce qui est important c'est de revenir à ce qui a été dit tout à l'heure, c'est-à-dire revenir à une connaissance de la gestion du risque et à diminuer la vulnérabilité des gens. Je pense que là-dessus les collectivités locales ont beaucoup à faire. Moi, il me semble que le cheval de bataille de tout le monde, qui n'est pas le plus simple, c'est le niveau des indemnisations, comment on fait pour faire des délocalisations, comment est ce qu'on achète les maisons des gens pour qu'ils puissent se reloger ailleurs et non pas qu'on leur achète le quart du prix de la valeur de la maison qui les empêcherait de se reloger ailleurs, et comme on indemnise un agriculteur qui va accepter que pendant 2 ou 3 mois, son bien soit inondé. Cela est faisable, encore faut-il le faire mais il y a du pain sur la planche."

Question dans la salle : "Alors moi je voudrais juste revenir à mon Rhône à moi, pour parler au jeune homme là, qui fait des études sur le dragage, ou le curage, je sais pas exactement... en tout cas, il y a une chose sûre, c'est que les ségonnaux, où nous avons une maison, vous pourrez en faire profit dans vos études, il y a une soixantaine d'années à peu près, soixante dix ans puisqu'on a des amis qui y sont depuis cette époque là,... il y avait certainement moins d'inondations que maintenant. Alors, je ne parle pas des grosses crues dont on parle sans arrêt, je parle des petites augmentations du Rhône de toutes les années puisque là actuellement, toutes les années nous avons ou le jardin ou l'intérieur de la maison qui est inondé. C'est-à-dire que ça laisse 20 à 30 cm de limons aussi bien dans la maison que dans le jardin. Il y a une soixantaine d'années, et j'en ai parlé au propriétaire qui était déjà là, ça n'existait pas. Donc, curage, dragage, j'en sais rien, mais en tout cas, il y a certainement quelque chose à faire à ce niveau là."

Précision dans la salle (Etudiant CEREGE) : "Alors, peut-être que je me suis mal exprimé tout à l'heure, parce qu'il y a eu une question dans l'autre salle...Ma thèse est financée à 100% par le Conseil Régional, il y a obligatoirement un partenaire économique et c'est la société SIEE qui n'a aucun rapport avec la CNR. La CNR et le SYMADREM sont des sociétés ou des syndicats qui sont partenaires de ma thèse, donc ils m'apportent de la donnée et moi en échange je leur rends une donnée traitée. Je ne suis pas partie prenante pour la CNR ni pour le SYMADREM. D'abord je suis un scientifique, donc je n'ai à prendre parti pour personne, j'ai à avoir un avis scientifique sur la question et c'est tout. Que tout doute soit levé à ce sujet car dans l'autre salle

ça n'a pas été bien compris. Après bon, et bien on a de la sédimentation dans les ségonnaux depuis la création des digues, donc ça c'est mis en évidence. Alors c'est sûr que la sédimentation ça donne moins d'espace pour laisser circuler l'eau, même en période de petite crue, donc la ligne d'eau en période de crue augmente. Donc comme vous l'avez dit c'est bon pour les petites crues annuelles comme pour une crue centennale. Donc le problème de ce colmatage dans les ségonnaux est permanent. C'est d'ailleurs pour ça que la Région se penche là-dessus."

Question dans la salle : "Je viens de l'Ardoise, c'est dans le Gard, c'est un peu au nord d'ici. Je veux faire un témoignage. Depuis qu'il y a les barrages, le Rhône est en train de s'envaser. J'ai remarqué qu'en dix ans il a pris 3 mètres de vase et tous les ans c'est un peu plus important. L'année dernière il y a des mesures qui ont été faites avec un pêcheur, avec un sondeur, il y avait des fosses de 20 mètres, on y pêchait le silure, on y est allé cette année, il reste 12 mètres. Il faut m'expliquer si cet envasement ne participe pas à l'inondation parce que là je ne comprends pas. J'étais en zone non inondable, j'ai un mas qui a 200 ans et qui n'a jamais pris l'eau et là il a pris 3 mètres d'eau. Il faut m'expliquer pourquoi."

Gérard Metge : "Je crois qu'il ne faudrait pas avoir une mesure instantanée. Pour avoir quelque chose de sérieux, il faudrait avoir des mesures répétées. Parce qu'il est évident que si vous prenez ces mesures là, de suite après une crue, lorsqu'il y a eu un charriage important, il y a vous savez...les fleuves c'est comme les hommes, à un moment donné lorsqu'ils en ont trop sur le dos, ils déposent... et ça leur redonne de la force. Donc si vous vous trouvez dans des zones de dépôt, il est évident qu'à ce moment là vous aurez des colmatages. Mais est ce que ces colmatages sont permanents ou est ce qu'ils sont temporaires ? Je crois qu'il faudrait avoir une vision... *(dans la salle : c'est permanent parce que des arbres y poussent !)*...Oui mais attendez, là c'est pas du permanent, vous avez des saules qui poussent dans l'affaire de quelques mois..."

Public : "Mais il y avait un ancien qui avait un vire vire pour pêcher l'alose, les anciens on les écoute pas, ils ont beaucoup de culture mais on ne les écoute pas. Il péchait l'alose, il y avait 8 mètres de trou, maintenant on ne peut plus mettre une barque à l'eau. C'était un port qui en 5 ans s'est bouché. Je suis à 500 mètres en aval du barrage de Caderousse. Alors le barrage pour moi a une incidence."

Gérard Metge : "Ecoutez, la perception des hommes souvent est faussée. Moi je suis rationnel, je suis scientifique. Si vous faites des mesures régulières et qu'effectivement il y ait un envasement ou en engraissement permanent, là il se passe quelque chose. Mais j'ai bien l'impression, et c'est souvent le cas, que ce sont des phénomènes temporaires. Mais temporaire ça ne veut pas dire qu'ils durent une semaine, ça peut durer un an ou deux. Mais lorsque vous allez avoir une crue assez forte derrière, ces sédiments seront chassés. Quand vous avez des millions de mètres cubes qui circulent à pleine puissance... il n'y a rien qui résiste, je peux vous le dire."

Question dans la salle : "Pour revenir à la question, à ce que disait Madame du Conseil Régional, à propos des digues. Parce qu'on a tout à fait dit qu'il y avait une coordination qui devait se faire, au niveau des 3 Régions et on a un super préfet qui s'appelle Lacroix. Bon, je pense qu'il va venir parler bientôt et ça serait intéressant que ça se fasse assez rapidement, qu'il y ait une coordination assez rapide entre les Régions parce qu'on a dit que le Rhône justement, il se fichait des frontières et donc il faut essayer d'aménager dès la Suisse comme l'a dit monsieur.

Et il faudrait que ça se fasse avant que tout le monde remonte ses digues parce que en ce moment, ce qui se passe quand on va se promener un petit peu partout, vers la Camargue, du côté du Gard, etc...chacun consolide ses digues, chacun plus ou moins remonte ses digues, sans trop le crier trop fort quand même et le problème c'est qu'il n'y a pour l'instant, aucun aménagement global, ça ne rentre pas dans cet aménagement global, on parle de consolidation. Alors le problème c'est on a bien dit que le Rhône c'était global et madame l'a bien dit, ... j'aimerais que quelque chose soit décidé comme aménagement global... mais pas une fois que tout le monde aura remonté ses digues..."

Martin ARNOULD : "Je peux donner un complément de réponse là parce que le préfet Lacroix vient du bassin de la Loire, il a suivi toute la mise en place du plan "Loire grandeur nature", il sait que pour prendre un certain nombre de bonnes décisions sur le bassin de la Loire, il a fallu 7 ans de diagnostics de l'équipe pluridisciplinaire. Il connaît parfaitement bien, et ça rejoint la question que posait madame la conseillère régionale, l'importance de l'indemnisation pour servitudes. Donc là vous avez à mon avis beaucoup de chance, d'avoir quelqu'un qui va vous amener cette culture du risque qui s'est développée sur le bassin de la Loire."

Marcel MASSON : "Excusez moi mais dans ce que j'ai entendu là depuis tout à l'heure, on remarque que d'abord il y a des positions contradictoires, ce qui se comprend tout à fait dans des situations comme celles là. Il y a des affirmations aussi qui sont un peu péremptoires, je trouve compte tenu de peut-être un manque de connaissances vraiment scientifiques sur ces questions. Il y a au moins une chose qui me paraît ressortir très fortement, c'est que effectivement la sédimentation dans les ségonnaux, elle doit bien être réelle et elle correspond tout à fait à ce que j'ai dit tout à l'heure, c'est-à-dire que effectivement il y a des apports de matière en suspension dans tous les bassins versants. Ils sont d'autant plus importants d'ailleurs qu'il y a une canalisation sur une plus longue distance en amont. C'est-à-dire que les matières en suspension ne se sont pas déposées lors des crues, dans les plaines alluviales, dans les champs d'inondation. Et au niveau de la Camargue, il faut bien imaginer que ces matières en suspension qui forment maintenant des limons et qui obstruent petit à petit les ségonnaux, dans le passé, ils se déposaient sur l'ensemble de la Camargue. En retrouvant le schéma de Mr Esposito, le raisonnement qu'il a appliqué pour l'eau, on peut l'appliquer pour les limons.

J'en profite pour dire qu'il y a une chose qui m'étonne un petit peu, c'est que je n'ai pas vraiment entendu parler au cours de ces séances, du problème de l'enfoncement progressif de la Camargue. J'avais déjà entendu de la part de Monsieur Pont, je crois, une argumentation là-dessus, disant que déjà à l'époque la Camargue était à moins 30 cm par rapport au niveau de la mer. Tout ça pour une raison tout à fait simple, c'est que il y a une très forte épaisseur de sédiments compressibles qui tassent, c'est tout à fait logique, mécaniquement normal et que ce tassement n'est plus compensé par les apports de limons qui autrefois le compensaient du fait des crues, parce que les digues empêchent ces débordement. Cela montre bien l'ampleur du problème, ça veut dire que les solutions classiques là, elles sont inopérantes, elles vont être de plus en plus inopérantes et qu'un jour il y aura vraiment des transformations colossales. C'est-à-dire que un cours d'eau qui est endigué comme celui là, un jour ou l'autre forcément il change de cours. A ce moment là, la Camargue elle en prendra un coup et d'une manière beaucoup plus forte me semble t-il que si elle était soumise à des inondations périodiques et qui en plus peuvent se gérer vraisemblablement parce que des systèmes d'indemnités, il y en a déjà eu mis en place ailleurs ; on peut quand même trouver des solutions. Alors j'attire votre attention là-dessus, le système est en déséquilibre, ce déséquilibre s'accentue et si on continue dans la même voie, avec les mêmes solutions techniques, on va obligatoirement à des catastrophes peut-être de bien plus grande ampleur que ce qu'on a vu jusqu' à présent."

Fin du débat

VIVRE LES INONDATIONS

"*Vivre la crue*" par Luc JORDA – Directeur Départemental du Service d'Incendie et de Secours des Bouches du Rhône

"*Présentation de l'éducation à la prévention des risques majeurs*" par Chantal DAUPHIN Chargée de mission "Education-culture du risque" Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable

"Inondations et sociétés" par Bernard PICON Sociologue Directeur de recherche – CNRS – DESMID

Débat

"*L'information préventive*" Jacques FAYE - Architecte urbaniste en chef de l'Etat responsable du bureau de l'information – Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable – Sous direction de la prévention des risques majeurs

"*Vivre en zone inondable. Vulnérabilité des bâtis. La prévention ...*" par Christophe ESPOSITO - Ingénieur T.P.E. – Centre d'Etudes Techniques de l'Equipement.

"*Vers une stratégie globale de prévention des inondations du fleuve Rhône et affluents*" par Serge ALEXIS - Directeur de la DIREN ; Délégué du bassin Rhône-Méditerranée DIREN de BASSIN

Débat

LUC JORDA

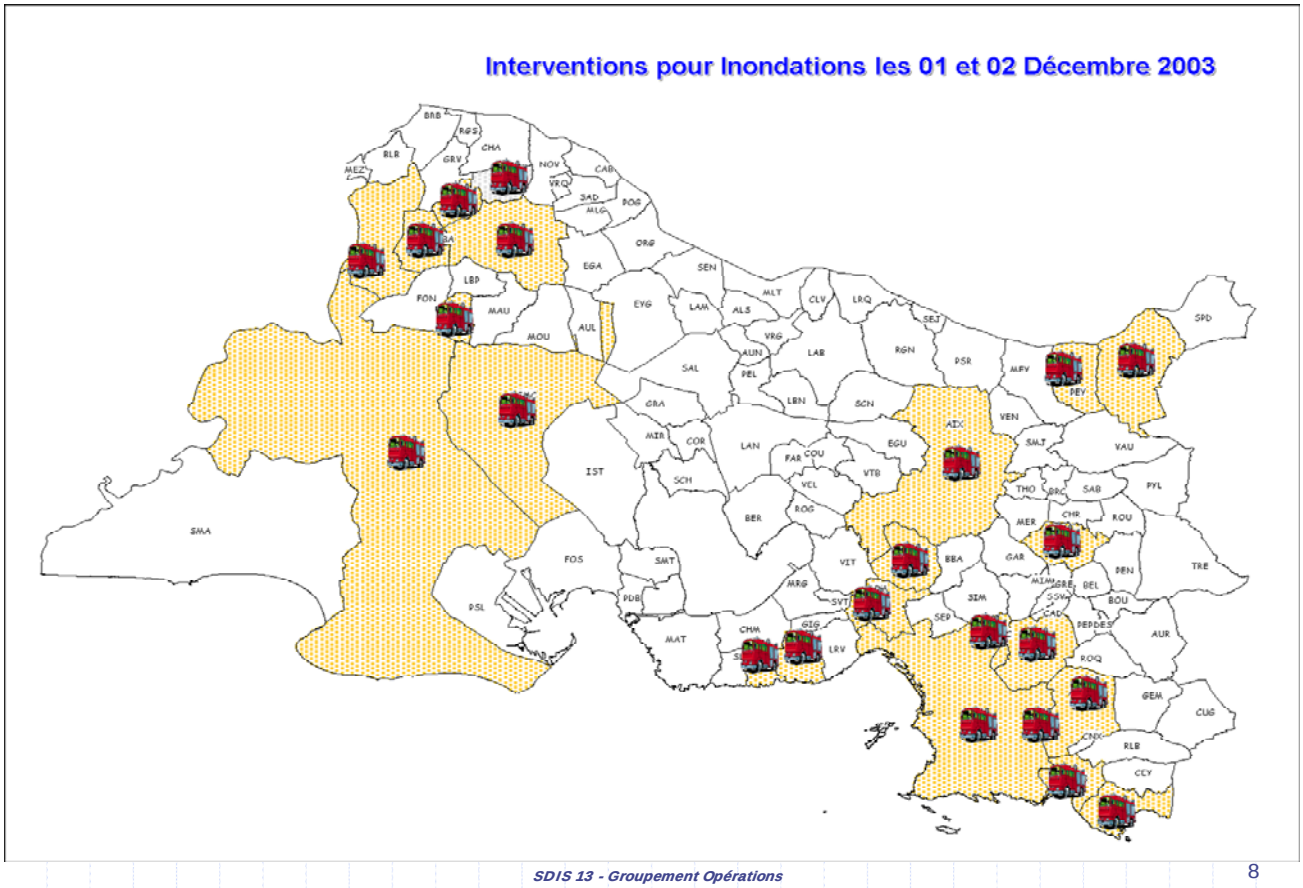
Directeur départemental du service d'incendie et de secours des Bouches du Rhône.

VIVRE LA CRUE.

Retour sur la gestion d'une opération exceptionnelle dans sa durée et son ampleur, axes de progrès.

1 Première phase : 30 novembre au 3 décembre

- Le département des Bouches-du-Rhône est placé en vigilance météo Niveau 3 Hydro depuis le 30 novembre à 15h45
- Mesures préventives prises :
  - Mise en place d'un Groupe d'Intervention Inondation par Groupement (5 au total) dès le 1er décembre 2003 à 7h00.
  - Mise en place de permanences casernes supplémentaires (270 hommes en plus des 400 personnels de garde journalière)
  - Renfort de 2 colonnes extra départementales (83 & 06)=> 120 hommes en plus
- Le 1° décembre : Les premières intempéries touchent le Nord et le littoral. Violent orage sur MARSEILLE (8 CCF, 4 VSAV, 1VRM en renfort du BMPM).
- Inondations sur MAILLANE, ST ETIENNE DU GRÈS, PARADOU (environ 150 maisons touchées)
- Surveillance des digues PORT St LOUIS et Stes MARIES
- Inondations sur ALLAUCH, PLAN DE CUQUES, La CIOTAT
- Autoroutes (A 50, A 51) et nombreuses routes coupées
- 100 véhicules, 350 hommes engagés
-



2 Deuxième phase : du 03 au 04 décembre

2.1 Bilan humain

- De très nombreuses personnes évacuées ou déplacées notamment sur Arles, Tarascon, Boulbon (remplissage du déversoir)
- Des centres d'accueil sont activés (gymnases, salles polyvalentes)

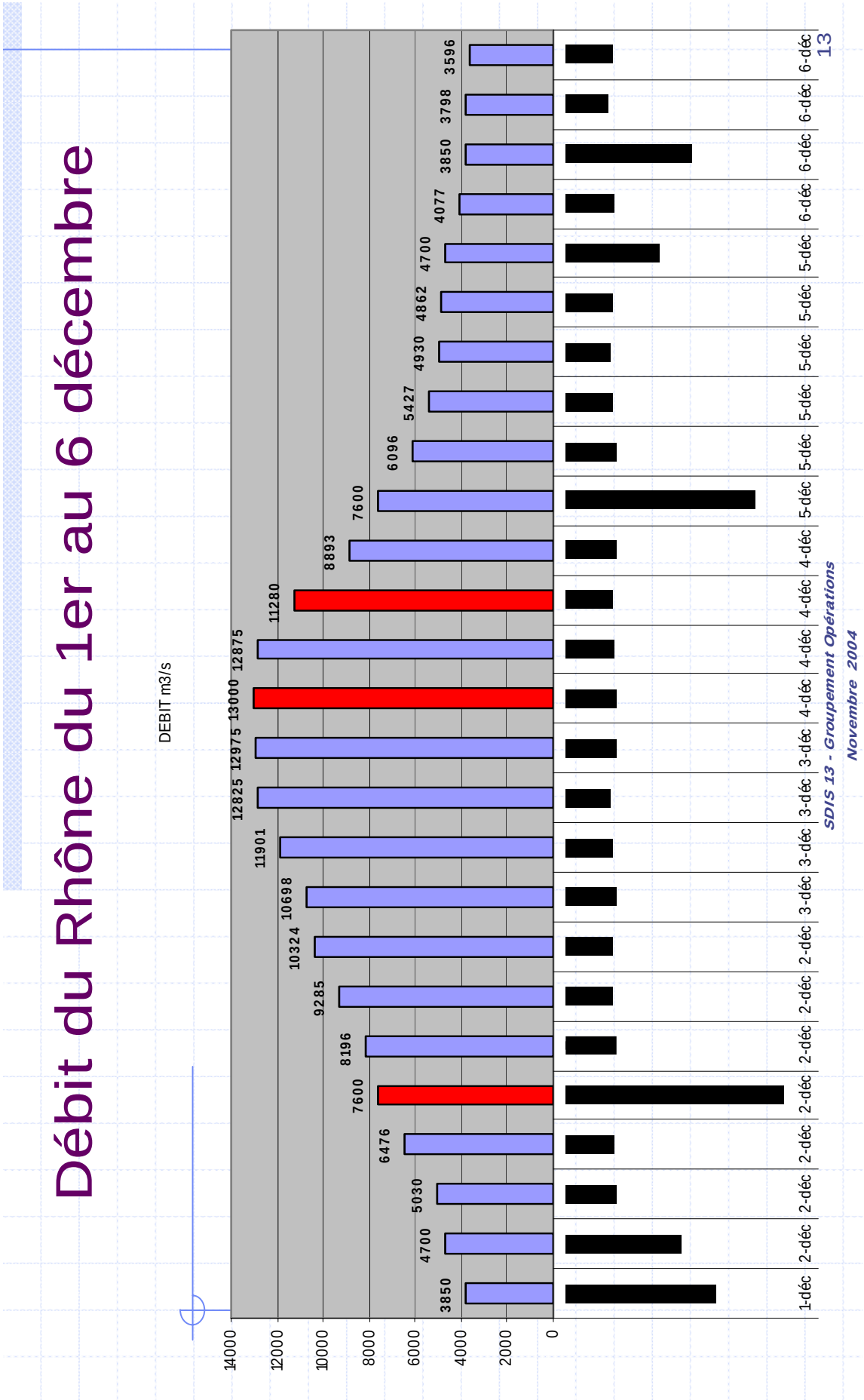
2.2 Interventions

- Poursuite des opérations de reconnaissances de mise en sécurité de sauvetage et pompage, en particulier dans les quartiers Trinquetaille et La Roquette, en Arles, soumis au risque.
- **Au total 600 hommes, 150 véhicules, 20 embarcations.**

3 Arles le 8 décembre

3.1 Le Bilan en quelques chiffres

- Débit maximum du Rhône : **13 000 $m^{3/s}$,** le 4 décembre à 4 heures
- **2 350 000 m^3/jour** pompés à partir du 11 décembre
- **Près de 7000 personnes** secourues, évacuées ou déplacées
- **1687** hommes, **459** véhicules, **69** embarcations engagés sur un "**gros chantier**" sectorisé géographiquement et fonctionnellement
- **2 350 000 m^3/jour** pompés à partir du 11 décembre
- Les opérations de pompage des anciens marais d'Arles ont pris fin le 15 février


Débit du Rhône du 1er au 6 décembre
DEBIT m3/s
14000
12000
10000
8000
6000
4000
2000
0
3850
4700
5030
6476
7600
8196
9285
10324
10698
11901
12825
12975
13000
12875
11280
8893
7600
6096
5427
4930
4862
4700
4077
3850
3798
3596
1-déc
2-déc
2-déc
2-déc
2-déc
2-déc
2-déc
2-déc
2-déc
3-déc
3-déc
3-déc
3-déc
4-déc
4-déc
4-déc
4-déc
5-déc
5-déc
5-déc
5-déc
5-déc
5-déc
6-déc
6-déc
6-déc
6-déc
6-déc
6-déc
SDIS 13 - Groupement Opérations
Novembre 2004
13

3.2 Une singularité opérationnelle :

L’imposant détachement allemand du T.H.W qui représente près de la moitié de l’effectif engagé.

4 Facteurs défavorables

- Etendue de la zone d'intervention ;
- population urbaine peu "préparée" ;
- durée exceptionnelle de l'intervention ;
- dimension logistique hors du commun ;
- faible relief ;
- complexité du réseau hydraulique du Pays d'Arles ;
- départements voisins en situation de crise au même moment (30 et 84) ;
- forte présence des media.

5 Facteurs favorables

- Météo clémente et stable, facilitant le déroulement des opérations ;
- continuité de la chaîne de Commandement ;
- sectorisation géographique et fonctionnelle adaptée ;
- forte implication des différents acteurs.

LE BILAN DES DOMMAGES SUBIS PAR LA POPULATION
ET LES ENTREPRISES EST LOURD.
FORT HEUREUSEMENT, CELUI DES VICTIMES NE L'EST PAS

6 L'ordre d'opération

L'élaboration de l'Ordre d'Opération Inondations Départemental est quasi-terminée.

Il s'appliquera aux moyens opérationnels susceptibles d'intervenir dans l'organisation de la lutte contre les inondations dans les Bouches-du-Rhône

Conforme au Plan d'Urgence Inondation et, à l'instar de ce qui se fait déjà en feux de forêts, on y trouve :

- l'atlas des zones soumises à l'aléa ;
- les moyens prévisionnels ;
- le(s) réseau(x) de surveillance ;
- la mobilisation préventive des moyens ;
- l'engagement des moyens ;
- l'organisation du commandement ;
- composition des groupes et colonnes ;
- la logistique ;
- l'assistance aux populations ;
- la sécurité individuelle et collective.

7 Axes de progres

Impossible D'EMPÊCHER UNE CRUE mais en limiter les effets :

- Exploiter le retour d'expérience.
- Améliorer l'évaluation du risque.
- Moderniser le dispositif d'alerte.
- Améliorer la gestion des zones exposées.
- Garantir l'information préventive de la population.

CHANTAL DAUPHIN

Chargée de mission
"Education-culture du risque"

Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable

PRÉSENTATION DE L'ÉDUCATION Á LA PRÉVENTION DES RISQUES MAJEURS.

L'éducation à la prévention des risques majeurs naturels et technologiques fait partie intégrante d'une éducation à l'environnement pour un développement durable. Elle promeut une éducation au territoire local à la croisée de différentes disciplines.

INTRODUCTION

La prévention des risques naturels et technologiques majeurs constitue un pré-requis d'une politique de développement durable.

La stratégie nationale pour le développement durable, adoptée par le Gouvernement en juin 2003, intègre l'éducation aux risques majeurs dans l'éducation à l'environnement pour un développement durable.

L'éducation "préventive" doit être généralisée afin de faire prendre conscience au jeune citoyen, et par extension à l'ensemble de la population, qu'il doit participer à sa propre sauvegarde et à celle des autres en développant des comportements adaptés, responsables et solidaires. Il est important de faire comprendre aux plus jeunes les interactions existantes entre l'homme et son milieu environnant, et d'établir un lien entre la protection de l'environnement et les risques générés par les activités humaines.

1 Aspects réglementaires

L'article 21 de la loi du 22 juillet 1987 a été repris dans le code de l'Environnement - Livre 1er - Titre II relatif à l'information et à la participation des citoyens- sous l'article L125-2 stipulant que "*les citoyens ont droit à l'information sur les risques majeurs auxquels ils sont soumis dans certaines zones du territoire et sur les mesures de sauvegarde qui les concernent. Ce droit s'applique aux risques technologiques et aux risques naturels prévisibles*". Cette exigence de transparence et d'accès facile à l'information environnementale est reprise par les dispositions adoptées en juin 1998 à Aarhus (Danemark).

La loi de modernisation de sécurité civile du 13 août 2004 indique, à travers les articles 4 et 5, que toute personne concourt par son comportement à la sécurité civile et que tout élève bénéficie, dans le cadre de sa scolarité, d'une sensibilisation à la prévention des risques et aux missions des services de secours**,** ainsi que d'un apprentissage des gestes élémentaires de premier secours.

C'est pourquoi le ministère chargé de l'Environnement soutient dans le cadre de ses missions de nombreux programmes et actions innovants en matière d'éducation aux risques majeurs.

2 Etat des lieux

Depuis 1993, dans le cadre de la convention éducation nationale / environnement, une formation d'agents publics à la prévention des risques majeurs a été réalisée par le ministère de l'écologie et du développement durable afin de constituer un réseau de personnes compétentes pour développer des actions pédagogiques auprès des élèves des établissements du premier et second degrés en réponse aux programmes du ministère de l'éducation nationale. A ce jour, prés de 500 agents issus de l'Education nationale, enseignants ou non : médecins scolaires, infirmiers, ingénieurs sécurité, mais aussi agents des autres ministères (équipement, intérieur, industrie,...), ont été formés afin qu'ils conduisent dans le cadre des plans académiques, des formations à l'attention d'enseignants volontaires.

Aujourd'hui, plus de deux cents d'entre eux sont actifs. Ils constituent le réseau Risques Majeurs éducation : RMÉ.

Un coordonnateur académique est nommé par le recteur de chaque académie afin de répondre aux attentes des enseignants et des chefs d'établissement et de coordonner l'action des différents membres du réseau RMÉ au plan académique.

Depuis 1999, dans le cadre d'une convention pluriannuelle d'objectifs, les formations sont assurées par l'Institut français des formateurs risques majeurs et protection de l'environnement [IFFO-RME].

Si de multiples actions d'éducation à la prévention des risques majeurs ont vu le jour un peu partout en France notamment à la faveur de la journée internationale de prévention des catastrophes ISDR/ ONU[59], elles ont résulté le plus souvent d'initiatives de chefs d'établissement ou d'enseignants. En conséquence, la situation est très diversifiée d'une académie à l'autre, d'un établissement scolaire à un autre.

[59] *Depuis 1998, le ministère de l'écologie et du développement durable, en association avec les services préfectoraux de protection civile, les rectorats et avec le concours de l'ensemble des membres de son réseau "Risques Majeurs/éducation", animé par le ministère, participe à la journée internationale pour la réduction des catastrophes naturelles, proclamée chaque deuxième mercredi d'octobre par l'ONU dans le cadre de son programme de prévention des catastrophes naturelles (ISDR, International Strategy for Disaster Reduction). Lors de cette journée, les préfectures organisent des journées de sensibilisation et de visites de sites auprès du public scolaire. Le bureau de l'information et de la coordination interministérielle finance cette opération*

La prévention des risques majeurs est déjà inscrite dans les programmes scolaires, et a donné lieu à des éditions de documents par le Centre national de documentation pédagogique, sur financement de la DPPR, comme le numéro de novembre 2001 de la revue "*Textes et documents pour la classe*" et une série de dix suppléments à cette revue, "*Aléas et Enjeux*" parus en 2002 et 2003.

De manière plus ludique, des jeux ont été diffusés, avec l'appui du ministère de l'écologie et du développement durable, comme "*paraît*" ou "*Cata.Stop*".

Le site portail de la direction de la prévention des pollutions et des risques, www.prim.net, donne accès à l'information préventive et met à disposition du jeune public, des enseignants et des éducateurs associatifs, un panorama complet des sources d'information.

3 Relations interministérielles, partenariats et programmes internationaux.

Le lien avec l'Education nationale est assuré au travers de la Direction de l'enseignement scolaire- DESCO. Au niveau académique, le coordonnateur RMÉ est placé auprès du correspondant *Sécurité* qui a en charge la programmation et le suivi des actions éducatives dans trois domaines : accidents domestiques, sécurité routière et risques majeurs. Nous travaillons avec la Direction de l'Encadrement et l'Ecole Supérieure de l'Education Nationale, et l'Observatoire national de la sécurité des établissements scolaires et d'enseignement supérieur, depuis trois ans sur la mise en œuvre du plan particulier de mise en sûreté (PPMS).

Depuis le 30 mai 2002 (B.O.E.N hors série n°3 du 30 mai 2002), le "*plan particulier de mise en sûreté face aux risques majeurs*", destiné aux écoles, collèges, lycées et universités, a pour objectif de préparer les personnels, les élèves (et étudiants) et leurs parents à faire face à une crise. Il donne des informations nécessaires au montage de dispositifs préventifs permettant d'assurer au mieux la sécurité face à un accident majeur en attendant l'arrivée des secours et recommande d'effectuer des exercices de simulation pour tester ces dispositifs.

Un premier colloque a été organisé sur cette thématique, rassemblant 150 acteurs académiques en janvier 2003 au MEDD. Un deuxième colloque, en janvier 2004, a réuni les Inspecteurs d'académie des services départementaux et les Secrétaires généraux des rectorats afin que cette mise en œuvre soit démultipliée.

Le ministère a collaboré aux travaux des inspections générales de Géographie et des Sciences de la Vie et de la Terre, M. Michel Hagnerelle et M. Gérard Bonhoure qui ont organisé un colloque avec la Desco A10, les 17, 18 et 19 décembre 2003 au Palais des Congrès, porte Maillot à Paris, sur "l'éducation à l'environnement vers un développement durable" dont l'objectif est de généraliser cette éducation.

De plus, le ministère participe activement, aux réflexions menées par le ministère de l'Intérieur, Direction de la défense et de la sécurité civiles [DDSC], sur la sensibilisation aux exigences de sécurité civile ainsi qu'à celles menées dans le cadre de l'Accord partiel ouvert sur les risques majeurs du Conseil de l'Europe et celles de la Direction Générale Environnement [DG XI] de l'Union européenne sur la sécurité des enfants.

Composante du développement durable, la prévention des risques naturels et technologiques fait partie de l'Education à l'environnement, comme l'a rappelé l'Unesco en 2000 lors de sa conférence de St Jacques de Compostelle et comme l'a montré le Forum francophone de l'éducation à l'environnement Planet'ere II en novembre 2001 à l'Unesco à Paris.

Enfin, l'éducation préventive aux risques majeurs conduit à construire une véritable culture du risque en y associant les familles et les autres acteurs de la société.

4 Perspectives

La volonté du Gouvernement, exprimée par une mission confiée au professeur Ricard, de généraliser l'éducation à l'environnement en assurant une continuité tout au long de la formation scolaire et extrascolaire des enfants et adolescents, constitue un cadre nouveau pour l'éducation préventive.

En ce sens, le ministère de l'écologie et du développement durable a mis en place un groupe de travail "*progressivité des savoirs et validation des comportements attendus*" qui s'est fixé comme objectifs de :

- pointer, dans les programmes existants de l'Education nationale, les lieux de cette éducation et lister les connaissances que l'élève acquiert à chaque niveau de classe dans toutes les disciplines, et dans tous les dispositifs pluridisciplinaires ;
- réfléchir aux validations possibles à travers le cursus de l'élève du CP à la terminale, entre six et dix-huit ans, en valorisant les compétences en terme de comportements attendus : comportements d'anticipation avant que l'aléa ne survienne, comportements en cas de danger imminent ;
- établir des propositions destinées à l'Education nationale et à l'enseignement agricole.

Les enseignements que l'on peut tirer des dix années de sensibilisation en milieu scolaire à la gestion des risques majeurs, rejoignent les objectifs exprimés pour l'éducation à l'environnement et reprise dans la stratégie nationale du développement durable.

La réussite d'un tel projet éducatif nécessite son appropriation par les enseignants, les associations, les entreprises culturelles (musées, CCSTI….) et les collectivités territoriales qui œuvrent déjà, pour la plupart, en ce domaine. Il conviendrait, au plan national, de donner plus de considération à l'existant, et préciser à chacun son rôle et ses limites dans le cadre d'une éducation de terrain. Les associations et les collectivités doivent trouver aussi un sens à leur action et une grande lisibilité vis à vis de leurs adhérents ou de la population.

L'éducation préventive doit se structurer, s'organiser, se donner des éléments de référence de manière à appréhender le territoire où l'on vit, le découvrir, apprendre à le respecter et en connaître les limites face aux risques majeurs. De ce point de vue, l'implication des collectivités territoriales et des associations est un facteur essentiel de la réussite de cette éducation. Au même titre que l'Information préventive, une répartition concertée entre l'Etat et les régions pourrait alors permettre la prise en charge des actions contribuant à cette éducation à la prévention des risques majeurs. C'est la raison pour laquelle, en partenariat avec l'Agence régionale pour l'environnement de la région Provence-Alpes-Côte-d'Azur, un colloque avait été organisé en octobre 2002 à Antibes sur l' **"**Education préventive aux risques majeurs naturels : de l'expérimentation à la systématisation".

L'éducation préventive implique aussi une formation des éducateurs, une sensibilisation voire une formation continue des adultes, ainsi que des formations professionnelles initiales ou spécialisées en correspondance avec la mise en œuvre d'un développement durable.

CONCLUSION

L'éducation à la prévention des risques majeurs est à la croisée d'une éducation à l'environnement et d'une éducation à la sûreté, où elle côtoie l'éducation civique, l'éducation aux transports, à la sécurité domestique et au travail. Par son caractère progressif et transversal aux disciplines existantes et aux thèmes de l'environnement, de la sécurité, de la santé et du civisme, elle devrait engendrer des comportements plus sûrs, plus solidaires, et conformes à l'évolution souhaitée : un nécessaire éveil à la responsabilité individuelle dans la perspective d'un développement "soutenable" des territoires.

BERNARD PICON

Sociologue. Directeur de recherche
CNRS DESMID
Université de la Méditerranée

RISQUE INONDATION ET RAPPORTS NATURE / SOCIÉTÉ

L'aggravation du risque inondations est-il lié aux usages, aux représentations et aux politiques d'aménagement du territoire ?

INTRODUCTION

Au lieu d'expliquer, comme l'ont fait la plupart des intervenants, comment agir par rapport au risque inondation, je vais plutôt analyser ici ce qui a été fait jusqu'à présent et dans quels cadres de pensée cela s'est fait.

On a vu en effet qu'il y a des quantités de raisons pour être inondé. Il y a des raisons naturelles bien sur mais aussi des raisons techniques, économiques, sociales comme l'instrumentalisation du Rhône pour la navigation, l'hydroélectricité, l'agriculture ou l'urbanisation des zones inondables.

On est donc bien au cœur de ce que l'on désigne comme question "socio-naturelle", question à l'interface de la nature et de la société.

La gestion du Rhône ne peut alors s'envisager indépendamment de la façon dont la société a conçu et conçoit aujourd'hui ses rapports à la nature.

Un petit retour en arrière permettra de mieux comprendre cela.

1 Adaptation

La Camargue, par exemple, s'est caractérisée pendant des siècles par une instabilité naturelle très importante *(figure 1)* : un fleuve qui divaguait dan la plaine, un littoral mouvant, des inondations fréquentes. L'homme s'adaptait à cette instabilité par la pratique d'activités de cueillette, de pastoralisme extensif et d'habitat (les cabanes) très précaires.

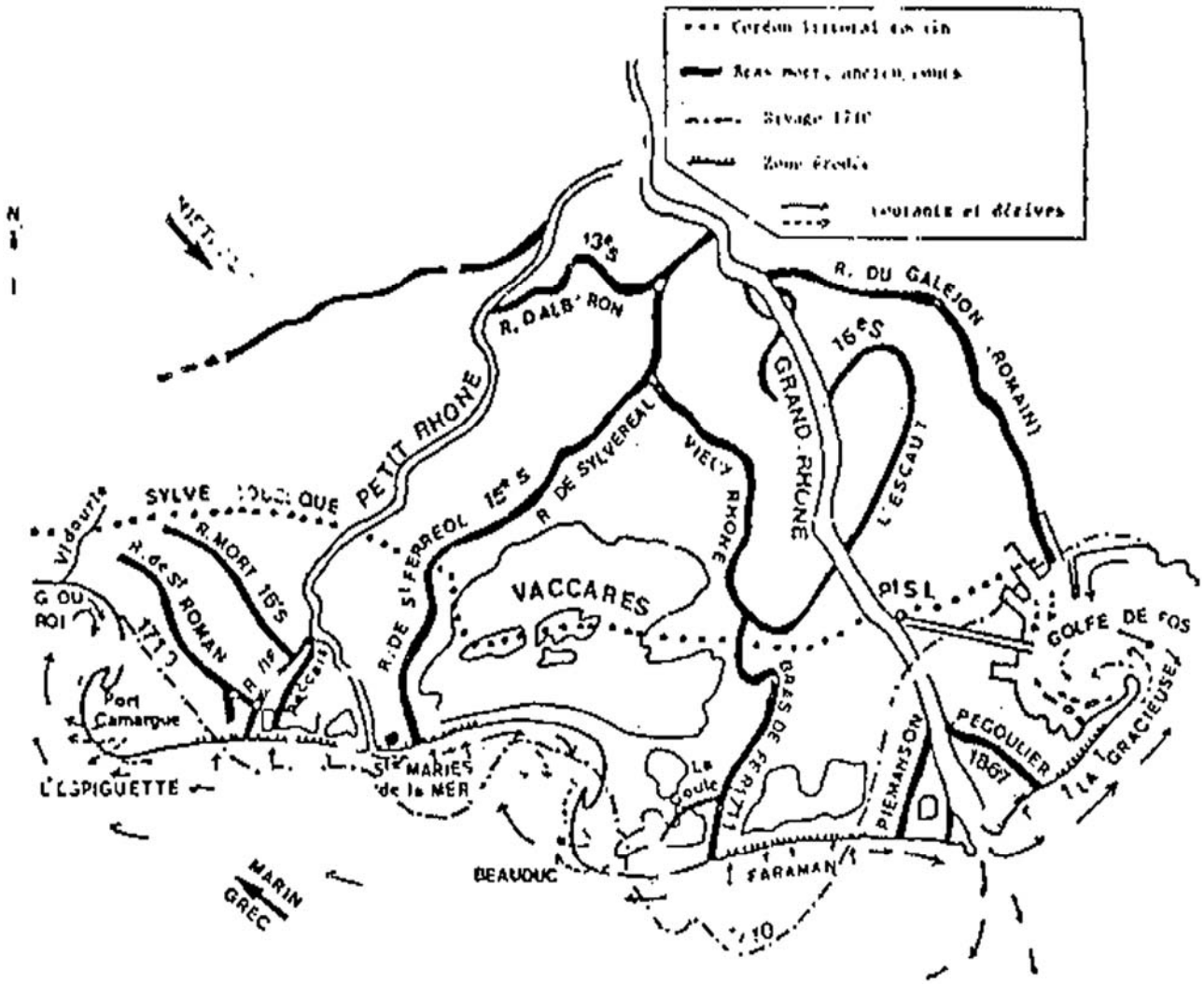


Figure 1 : Localisation des principaux bras du Rhône et de l'évolution du trait de côte (Blanc, 1997)

A l'image des Denkas du Haut Nil qui s'adaptaient aux marais en adoptant la posture du héron, ou à l'image des bergers landais perchés sur leurs échasses *(Figures 2 et 3)*, l'humanité s'adaptait tant bien que mal aux contraintes naturelles.

Figure 2 : Denkas du Haut Nil

Figure 3 : Bergers landais sur échasses

2 Transformation

A partir du XVII^{e} siècle, avec "la modernité" émerge une nouvelle façon de penser nos rapports à la nature qui peut se résumer dans cette célèbre formule de Descartes qui envisageait un "homme maître et possesseur de la nature" et qui aurait cessé de dépendre des variabilités naturelles.

Cette idéologie n'a pu se concrétiser qu'avec la naissance et le développement de la rationalité scientifique sous tendue par la philosophie des lumières.

Un bon usage de la rationalité permit par exemple à Pasteur de passer de la découverte des microbes à celle du vaccin et de sauver ainsi la vie à une part non négligeable d'êtres humains qui purent échapper à la fatalité, alors naturelle, des grandes épidémies. L'agronomie moderne permet en même temps d'oublier les grandes famines. Une partie du monde s'est sentie libérée de certaines pesanteurs naturelles qu'elle subissait depuis des milliers d'années. Il en est allé de même avec les débordements du fleuve.

La carte de Camargue de la *figure 3* met en évidence cette emprise de la modernité et du rationalisme sur le delta : aux inondations et aux divagations du fleuve la modernité a opposé des digues, à la présence des marais, elle a opposé des canaux de drainage, à la salinité des sols elle a répliquée par le pompage et l'irrigation avec les eaux du fleuve. Cette domestication complète, cette stabilisation du delta que l'on croit définitive à l'intérieur de ses digues peut s'apparenter à une modernité triomphante qui a aussi tendance à se radicaliser.

Seuls quelques esprits éclairés mais marginaux comme le géographe Elisée Reclus s'inquiètent et condamnent l'inconséquence des promoteurs de tels aménagements. "Les hautes digues qui défendent actuellement la Camargue contre les invasions du fleuve retiennent ça et là les eaux en funestes marécages et nuisent en outre beaucoup à l'agriculture en empêchant le fleuve d'apporter de nouvelles alluvions…La construction des levées du bas Rhône, dont on a surchargé les rives naturelles que le fleuve avait déposées lui-même, est une de ces "amélioration" déplorables comme l'esprit de système préconçu en a tant inspirées ; mais pour changer de méthode, il est peut être bien tard, car les rares habitants de Camargue, qui comptent maintenant sur le rempart des digues, auraient à changer la forme de leurs habitations et à modifier leurs habitudes de culture" (Elisée Reclus – Géographie universelle 1877).

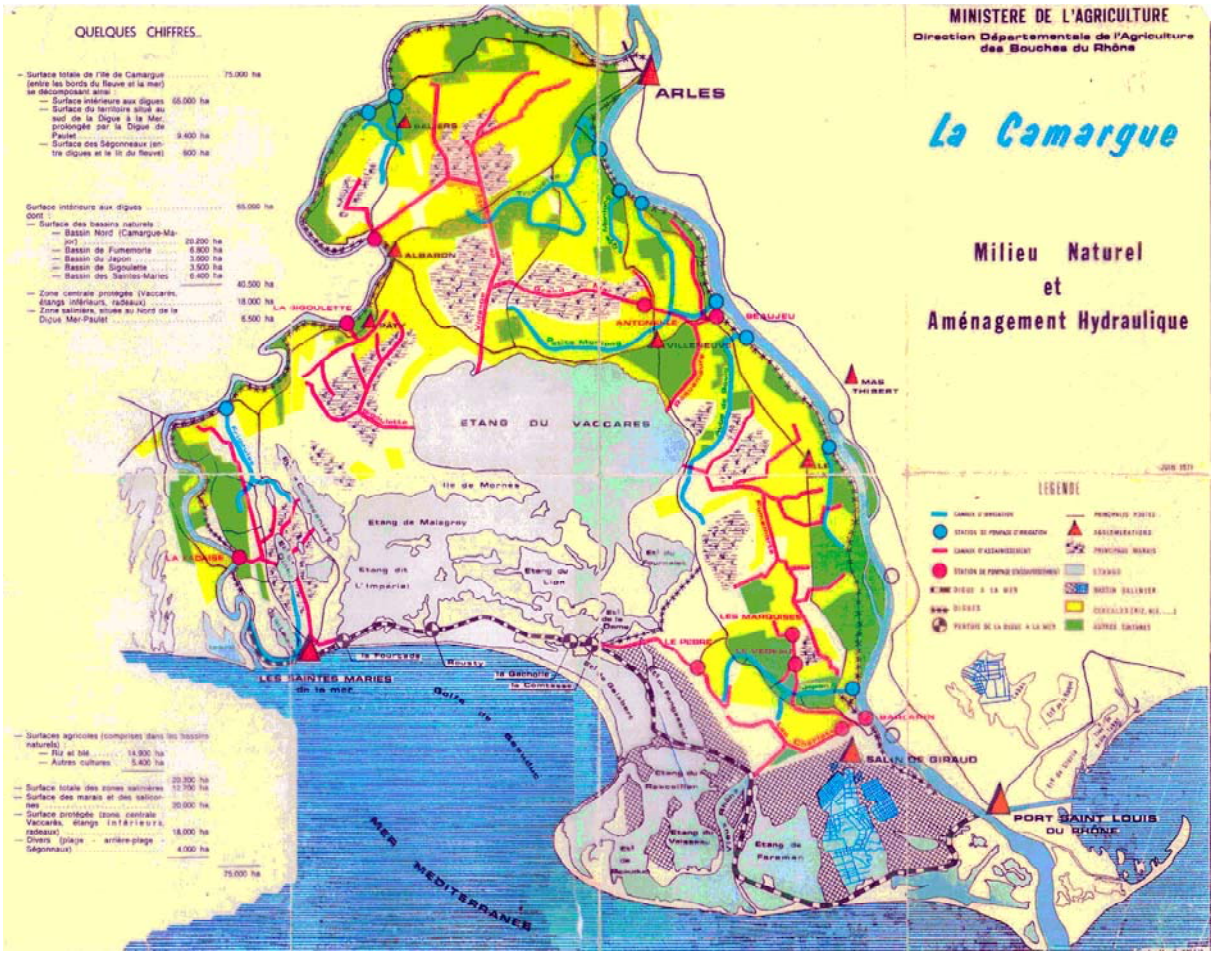


Figure 3 : La Camargue. Milieu Naturel et aménagements hydrauliques

(Ministère de l'agriculture)

3 Protection

Un certain nombre de catastrophes écologiques ou humaines imputables à de telles opérations d'asservissement de la nature a débouché sur une deuxième radicalisation de la modernité : la protection de la nature reposant sur l'idée qu'il fallait protéger les derniers témoins d'une nature naturelle des désastres provoqués par la société technicienne.

La Camargue a fait partie de ces espaces désignés comme devant être protégés (Réserve Nationale 1927 puis Parc Naturel Régional 1970 puis Conservatoire du littoral 1978). Elle est alors devenue, à tort bien sûr parce qu'elle est endiguée, drainée, irriguée, un tel symbole d'espace "naturel" que ceux qui avaient sa gestion en charge ont fini par le croire. C'est ainsi que les dangers qui guettaient la Camargue "naturelle" ne pouvaient être qu'économiques, techniques, sociaux, humains en quelque sorte (industrialisation, urbanisation, tourisme de masse).

La *figure 4* illustre bien cette perception du risque engendrée par la construction de ce territoire en espace naturel menacé. Et soudain, avec les ruptures de digues et les inondations de 1993, 94, 2002 et 2003, la Camargue n'est plus un espace naturel menacé par des risques humains, elle redevient un espace humain menacé par des risques naturels, les inondations ! *(Figure 5)*

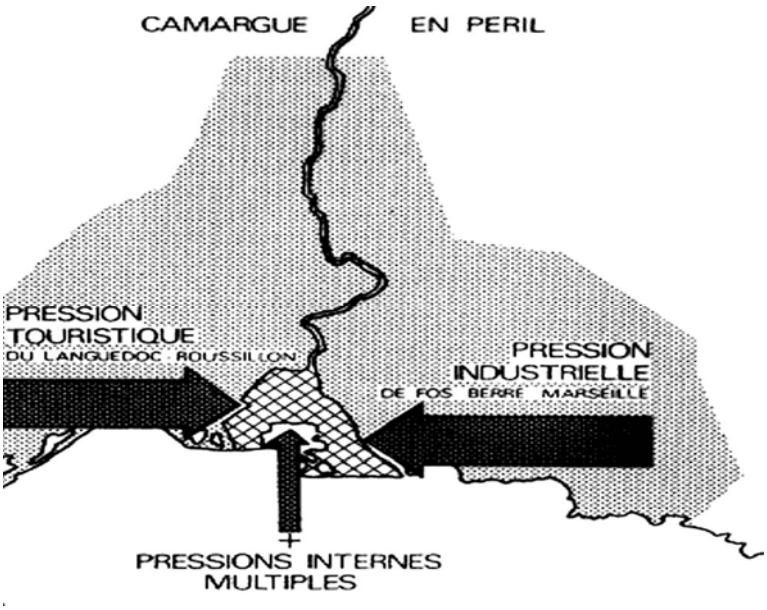


Figure 4

(d'après un document du Parc Naturel Régional de Camargue).

Figure 5

A force de véhiculer l'idée d'un espace "naturel", à propos du delta du Rhône qui, géologiquement commence au sud d'Avignon et non au sud d'Arles (territoire du Parc Naturel) les gestionnaires de ce territoire avaient oublié qu'il était aussi un polder agricole et salinier à risques. Le risque n'était plus celui de l'invasion des eaux mais celui de l'invasion des hommes. Avec l'idéologie naturaliste, l'idée de risque naturel a été évacuée puisque la nature était forcément bonne et belle.

Cette évacuation des risques a très certainement contribué à l'oubli et au non-entretien des digues et a donc sa part de responsabilité dans les catastrophes récentes. Par exemple, les statuts qui régissaient les digues jusqu'à la création du Symadrem en 1997 étaient ceux de "l'association des chaussées de grande Camargue" datant de 1846 et révisés en 1880 ! Inutile de dire qu'ils étaient inapplicables parce que complètement obsolètes. Donc un décalage symbolique (celui d'une nature naturelle à propos du delta du Rhône) a engendré le décalage normatif et réglementaire qui a favorisé la catastrophe.

Ainsi le poids de nos représentations sociales de la nature peut aller jusqu'à provoquer des erreurs d'appréciation dans la gestion administrative d'un territoire.

4 Réflexion

Aujourd'hui, nombreux sont ceux qui considèrent que toute démarche visant à modifier nos rapports à la nature devrait relever d'une modernité beaucoup plus réflexive. Il s'agit en effet de ne pas forcément chercher de solutions à nos problèmes dans de nouvelles fuites en avant technologiques mais de prendre acte de la complexité des rapports Homme/Nature.

Il s'agirait par exemple de ne plus concevoir d'aménagements sans prendre en considération les effets en retour de ces aménagements sur les dynamiques naturelles.

Sans revenir aux formes de dépendance du passé, il s'agirait cependant de mieux nous adapter à la variabilité des milieux plutôt que de les modifier sans réflexion pour la satisfaction de nos besoins.

Le plan proposé par le préfet de bassin va dans ce sens, il s'agit bien de tenter de concilier à la fois développement économique, protection par rapport au risque et fonctionnement naturel du fleuve : il s'agit là d'une problématique de développement durable et d'une première prise en compte de la complexité des rapports Homme/Nature dans la gestion politique des territoires. Réintégrer les "rapports à la nature" dans la sphère du politique, jusqu'alors cantonnée aux rapports sociaux est une révolution. L'existence d'un préfet de bassin en est la preuve.

Dans ce contexte, un des problèmes les plus difficiles à résoudre résidera dans l'organisation et le fonctionnement de la concertation prévue entre tous les acteurs politiques, administratifs, associatifs, privés concernés par la gestion de l'eau sur l'ensemble du bassin versant du Rhône !

Les plus grosses difficultés pour gérer globalement le Rhône ne seront pas techniques. Si l'on décide par exemple de couper les méandres du petit Rhône, de reculer les digues, de faire des zones d'expansion au nord d'Arles, des déversoirs au sud, on dispose d'un outillage technologique parfaitement adapté. Par contre, il ne sera pas si facile que ça de faire travailler ensemble des services et des individus qui s'ignorent, compartimentés qu'ils sont depuis toujours.

Ainsi, les aménageurs aménagent, les urbanistes font des villes, les chercheurs cherchent, les élus gèrent leurs populations, le plus souvent indépendamment les uns des autres et indépendamment de l'idée de savoir si leur action a une incidence sur la nature qui pourrait provoquer certains effets négatifs en retour.

Mais le jeu en vaut la chandelle parce que ce projet de gestion globale du Rhône va dans le bon sens, dans le sens d'une modernité réflexive autour de l'idée du développement durable.

Pour terminer, je dirai que la gestion globale ne consiste pas non plus à considérer le fleuve seulement comme un chenal d'évacuation des eaux qui risque de déborder et de perturber notre vie ; un fleuve, c'est aussi un organisme vivant et gérer globalement les inondations c'est aussi prendre en considération d'autres risques : par exemple, c'est se poser la question de savoir si tel ou tel aménagement pour lutter contre les inondations ne risque pas d'avoir des répercussions sur la qualité écologique des milieux aquatiques. Il y a en effet un autre risque lié au fleuve, c'est le risque de pollution des eaux.

Ainsi, M. OLIVARI a démontré que si des digues bordent de trop près le lit d'une rivière, en cas d'inondation, la microfaune et la microflore qui favorisent l'auto-épuration risquent de disparaître faute de bordures. La gestion globale du Rhône, c'est aussi prendre garde de ne pas remplacer un risque par un autre, le risque inondation par le risque pollution.

Par ailleurs, la nouvelle directive Cadre Européenne sur l'eau a pour objectif d'atteindre un bon état écologique des milieux aquatiques pour 2015. Il va falloir concilier notre protection par rapport au risque inondation avec notre protection par rapport aux pollutions.

Quand on sait, par-dessus le marché, que la navigation fluviale est en train de redémarrer sur le Rhône, et c'est une bonne chose parce qu'il y aura moins de semi-remorques sur les routes, il va falloir aussi concilier cette navigation fluviale avec la gestion des risques.

La gestion globale est donc une énorme tâche, qui n'est pas seulement une tâche de globalisation administrative mais qui consiste aussi à considérer qu'il est impossible de repenser nos rapports avec un objet naturel comme le Rhône sans repenser globalement nos rapports avec l'ensemble de notre environnement.

DÉBAT

Annick Blanc (Ligue de Défense des Alpilles) "Je vais me situer dans le cadre de l'exposé de Mr Picon et dans le cadre da la modernité réflexive dont il a parlé. C'est en quelque sorte le bilan de ce qui a été dit précédemment qui me pousse à m'interroger sur la problème de certaines installations dans un périmètre qui intéresse la Rhône puisque c'est la Durance, c'est le canal du Vigueirat, c'est le Rhône. Et dans le cadre de cette modernité réflexive, je me demande si une installation comme la LEO (autoroute) peut effectivement être encouragée comme je l'ai lu dans la charte du Pays d'Arles. On constate que la LEO est une infrastructure remarquable pour le Pays d'Arles. A-t-on mesuré effectivement, profondément les conséquences d'une telle installation ? Est-ce que cela ne se situe pas dans le cadre d'une modernité débridée ?
Et toujours pour parler de la charte du Pays d'Arles, vous parliez de globalité : le Pays d'Arles regroupe la ville d'Arles, remonte jusqu'à Rognonas, va à l'Est jusqu'à Aureille. Est-ce que ce ne serait pas justement le lieu idéal pour réfléchir sur une approche globale du problème posé par le Rhône, la Durance et le Vigueirat ? Or, je le répète, quand on lit la charte du Pays d'Arles, on n'a pas l'impression que les problèmes aient été envisagés globalement. Je suis heureuse de ces quatre journées consacrées au Rhône puisque j'ai beaucoup appris et je crois que cela m'a poussée à m'interroger effectivement sur l'avenir proche lié à ce territoire..."

Bernard PICON : "Dans votre intervention, il y a deux questions. Je vous dirai qu'un chercheur n'a pas trop de certitudes et a pour habitude de parler de problèmes qu'il connaît. Donc je ne donnerai pas de réponse à votre première question. Par contre, sur votre deuxième question, concernant le Pays d'Arles, il y a une chose très intéressante : c'est un jeune doctorant en géographie qui travaille sur la question du développement durable dans le Pays d'Arles et il est allé interviewer tous les maires du Pays d'Arles, les élus... La question était "Qu'est ce que pour vous le développement durable ?" Et effectivement, quand je vous parlais de critique réflexive, on est dans un mouvement intellectuel qui démarre, et l'enquête a prouvé que la plupart des élus ne sont pas encore dans cette réflexion-là parce qu'au fond, à la question "Est-ce que vous vous occupez du développement durable dans le Pays d'Arles ?" ils répondaient tous "oui, parce qu'on fait la Parc Naturel Régional des Alpilles !" Là, on, rentre à nouveau dans cette radicalisation de la modernité : puisque je protège ici, je peux faire n'importe quoi à côté... Les parcs naturels ont cette fonction perverse. C'est très bien de protéger la nature dans les parcs et réserves naturelles mais la fonction perverse des espaces protégés c'est de laisser planer l'idée que là où ce n'est pas protégé, on peut faire n'importe quoi. Et là je crois que l'on n'est pas dans une problématique de durabilité. Il faut faire attention avec ça car le parc naturel ou l'espace protégé peut être la caution à des politiques qui ne sont pas forcément très respectueuses de l'environnement. Merci."

Question dans la salle : "Je voulais juste faire passer une petite information. Comme on le sait, les Hollandais sont passés maîtres dans l'art de se protéger contres les risques naturels et notamment les inondations. Un bureau a développé un concept de maisons individuelles qui a le mérite d'apporter quelques pistes sur lesquelles on peut travailler. Le concept consiste à réaliser une maison individuelle qui, vue de l'extérieur présente toutes les caractéristiques d'une maison traditionnelle sauf une différence au point de vue technologique. Au lieu d'être construite sur des fondations, et avec un vide sanitaire, cette maison repose sur un bac ou un ponton en béton. L'astuce consiste à ancrer la maison au sol à travers des poteaux enfoncés dans le sol et la maison coulisse en fonction de la hauteur de l'eau et cela peut aller jusqu'à 4 mètres de hauteur. Quand la maison est fabriquée et posée sur le sol, rien ne la distingue des autres. Voilà, c'est une idée, un concept qui pourrait être développé dans une région comme la nôtre."

Bernard PICON : "J'aurais pu passer une troisième illustration tout à l'heure avec mes illustrations d'adaptations, issues de la "Géographie universelle" d'Élisée Reclus. C'est l'illustration des villages indiens Aracaos, en Amazonie, où des villages entiers, les routes y compris, étaient flottants au fur et à mesure que le niveau variait. Donc vous voyez que déjà les indiens d'Amazonie avaient pensé, imaginé cette réponse à la variabilité des milieux."

Question dans la salle : " Ma question s'adresse à Mr Luc Jorda et peut être aux politiques qui sont dans la salle. Vous avez eu la collaboration très forte et indispensable de trois pays européens : la Hollande, l'Allemagne et l'Italie. Ils ont apporté une puissance non pas de feu mais de pompes, très performantes. Je vous demande aux uns et aux autres si dans l'avenir les européens et les gens de Bruxelles et l'Europe vont organiser, ou ont organisé, une coopération qui soit plus institutionnelle sur le plan de la lutte contre les risques majeurs ?
On a vu l'aide apportée au Portugal lors des terribles incendies. Je voudrais savoir si au-delà d'un bon geste comme cela s'est produit avec la Hollande, l'Allemagne et l'Italie, il y a une coopération envisagée dans l'avenir. Parce que vous n'aurez jamais les moyens de lutte contre les inondations, vous êtes plutôt spécialistes des incendies..."

Luc JORDA : "Alors c'est pour les inondations de ce type. C'est vrai qu'elles demandent d'énormes capacités de pompage et il faut dire que rien n'empêche la France d'améliorer sa capacité de pompage parce que je vous rappelle que quand vous avez des inondations dans la Marne, c'est un peu différent mais c'est aussi dramatique pour les villes et villages. L'Allemagne a aussi une tradition d'inondation de grands bassins. Il s'agissait en fait des Belges qui ont des polders et ont, par nécessité, développer ces grosses capacités de pompage, un peu plus que nous... Ceci dit, on a une certaine habitude, nous, des inondation, mais pas de type polder. Et c'était un casier de type habité. Si cela n'avait pas été le cas, il n'y aurait pas eu de problème. Les inondations en Camargue de 1994 ont surtout posé des problèmes pour les viticulteurs et quelques Mas, mais les zones concernées étaient peu habitées. Je pense qu'indépendamment de l'entraide européenne sur laquelle je vais revenir, on peut s'améliorer en capacité de pompage. Mais c'est vrai qu'aujourd'hui, l'aide parvient rapidement : quand on appelé les Allemands le mercredi soir, ils étaient en route dès le jeudi matin. De la même façon, nous, nous allons souvent en Allemagne.

On peut améliorer notre capacité de pompage, c'est indéniable, mais on peut aussi faire appel au savoir faire et à l'expérience des pays européens. De plus en plus, se développent ces coopérations qui peuvent aller très vite. Les moyens peuvent, facilement et rapidement, se déployer d'un pays frontaliers à l'autre. Pour des catastrophes de plus grande envergure, c'est vrai que l'on peut demander l'aide d'un pays européen plus éloigné. Cette coopération européenne, l'uniformisation du matériel, pourraient être mises en place. Le plus difficile ce sont les procédures. Ce n'était pas très difficile ici pour les questions de pompage. Ils avaient des interprètes, on avait nos pompiers volontaires allemands, ils avaient des français, on a pu parfaitement communiquer !

Les choses avancent au niveau de l'Europe. On a déjà l'habitude de l'entraide, de faire des études sur nos procédures respectives, sur l'uniformisation du matériel, de développer nos réseaux radios... et ce sur tous les secteurs : inondations, feux de forêt, risques chimiques..."

Question dans la salle : "Quelle est la différence entre un déversoir, un basin de rétention et un champ d'expansion ? Comment l'un ou l'autre de ces systèmes sont-ils utilisés ou mis en fonctionnement ? Quand ? Pour qui ?"

Bernard PICON : “Il y a une autre question à celle-ci. Quelles sont leurs incidences sur les inondations du Rhône méridional ? Quels sont leurs emplacements sur l’ensemble du cours d’eau ? Des cartes ont déjà été présentées sur les zones d’expansion le long du cours du Rhône. Il y a celle, notamment, qui se trouve au sud de Montélimar qui est très importante.”

Christophe ESPOSITO : “Un bassin de rétention est un lieu où l’on récupère des eaux, elles sont là, stagnantes. Le plus important concerne le déversoir, car le déversoir se situe au niveau d’une digue. La digue a une certaine hauteur. On fait une encoche dans cette digue (on abaisse son niveau sur une certaine longueur). Quand le niveau de l’eau va monter, et pour ne pas surverser la totalité de la digue, l’eau va passer au niveau de ce déversoir et va s’écouler vers une zone d’expansion des crues qui est prévue à cet effet. Derrière le déversoir, vous comprendrez que l’on ne construit pas d’habitations. Ce sont des champs ou des zones prévues à cet effet.”

Question dans la salle : “Quelles sont les conséquences de la construction de l’autoroute au sud d’Arles sur les inondations éventuelles ?”

Hervé SCHIAVETTI (*Maire d’Arles, Conseiller Général des Bouches du Rhône)* : “Théoriquement, il y a une nouvelle idée générale qui prévaut à la réalisation d’ouvrage. Je ne sais pas si c’est une réflexibilité exacerbée ou récursive qui conduit aujourd’hui les services de l’Etat à prendre en considération une obligation extrêmement forte, quelle que soit la nature de l’ouvrage, elle ne peut pas faire obstacle à l’écoulement de l’eau et elle ne doit pas avoir d’effets défavorables sur le régime hydraulique des territoires qui l’environnent. Prenons l’exemple du pont reliant Tarascon à Beaucaire. Les piles du pont, enfoncées dans le lit du Rhône, ont fait augmenter le niveau de 2 mm. Le Conseil Général, maître d’ouvrage de l’opération, a été obligé de retrouver un niveau supplémentaire dans le lit du fleuve pour réduire ces 2 mm. De la même manière, dans la construction, aujourd’hui, des ouvrages qui s’imposent à l’Etat comme l’autoroute, la LEO ou la déviation autoroutière, l’obligation sera faite à l’Etat que cela n’ait aucune incidence sur le régime hydraulique.

Après cela, revient la remarque qui était faite par Mme Blanc. Il y a une réalité théorique. Ne devenons pas cartésiens comme nous l’avons été auparavant. On met en œuvre des moyens et des politiques vingt ans après qu’on l’ait décidé. C’est-à-dire que si aujourd’hui on réalise la LEO ou le contournement autoroutier, c’est que cela a été rendu nécessaire et décidé il y a vingt ans. Et cela sera réalisé dans 10 ou 20 ans. Le champ d’action d’un politique n’a rien à voir avec le champ de réflexion d’un scientifique et n’a rien à voir avec la gestion des risques majeurs des services compétents, qu’ils soient départementaux, étatiques ou européens. C’est à mon avis le décalage complet de la gestion des sociétés qui est en soit une quadrature du cercle. On découvre aujourd’hui des choses. On met en œuvre aujourd’hui des décisions qui ont été prises vingt ou trente ans auparavant pour résoudre des problèmes immédiats...

La dernière remarque vous montre bien cette difficulté : Lorsque le Directeur Général de l’Equipement de l’époque a eu la charge de réaliser l’autoroute du littoral, il avait dit, au moment de la pose de la première pierre de ce qui devait rendre plus fluide la circulation, que six années après, on se retrouverait à nouveau confrontés au problème de thrombose à l’entrée de Marseille et effectivement, (cela fait dix ans maintenant) on se retrouve dans la même situation. Cela nous amène à réfléchir (alors je ne sais si c’est récursif excessif ou récursif tempéré et modéré) au mode de développement de notre société avec les scientifiques, les techniques, les politiques et les citoyens, car bien souvent on oublie la dimension des habitants qui est en soit une intelligence collective aussi forte que celle du politique, du scientifique ou du technique. On se repose la question des croissances zéro, des décroissances. Aujourd’hui dans la ville d’Arles, on nous dit “Il faut construire mille logements pour répondre aux besoins”.

Mais on sait très bien que, même si on avait les moyens financiers, on se retrouverait face à des problèmes incommensurables de circulation, d'adduction d'eau potable, d'assainissement, d'équipements publics de toutes natures... Donc on est bien à un moment de notre société, quel que soit le niveau de responsabilité (que l'on soit citoyen, technicien, scientifique ou politique), où il faut que l'on se pose la question du sens dans lequel on va et ce que voulait dire Bernard Picon (à quoi j'adhère assez), et qui est un propos contradictoire et mesuré, c'est qu'en fait, ce sens lui-même est contradictoire et pas du tout révélé, qu'il faut aussi que la société, de par ses débats contradictoires et ses contre pouvoirs, puissent trouver les moyens de gérer les problèmes qu'elle rencontre au jour le jour, de manière imparfaite et en respectant l'autre de façon modérée et tempérée car il n'y a pas de solution sociétale toute faite. C'est sans doute pour cela qu'il y a des élections, des alternances, des alternatives, des idées nouvelles, des idées anciennes aussi qui repassent au gré de la modernité récursive ou excessive."

Sylvaine Lacan : (Confédération des Riverains du Rhône). "Je voudrais apporter une précision sur la question posée par monsieur sur une réflexion européenne sur la gestion des inondations. Il y a une directive européenne récente, datant du 12 juillet 2004, pas encore publiée au journal officiel de l'Europe, et qui prévoit justement une approche et une réflexion commune des états européens sur la gestion des inondations et des rivières, selon deux axes principaux qui sont des mesures structurelles, c'est-à-dire des mesures d'intervention sur le terrain, et des mesures non structurelles, qui sont des mesures cadres et règlementaires.
Précisions maintenant sur la liaison Est-Ouest d'Avignon - Services de la DDE susceptibles de répondre à une des questions posées - Rapport du conseil général et des ponts et chaussées sur ce projet et la qualité du projet. Ce rapport du conseil général demande justement que les crédits soient gelés et le projet révisé car il demande à être amélioré et il faudrait le faire justement rapidement !"

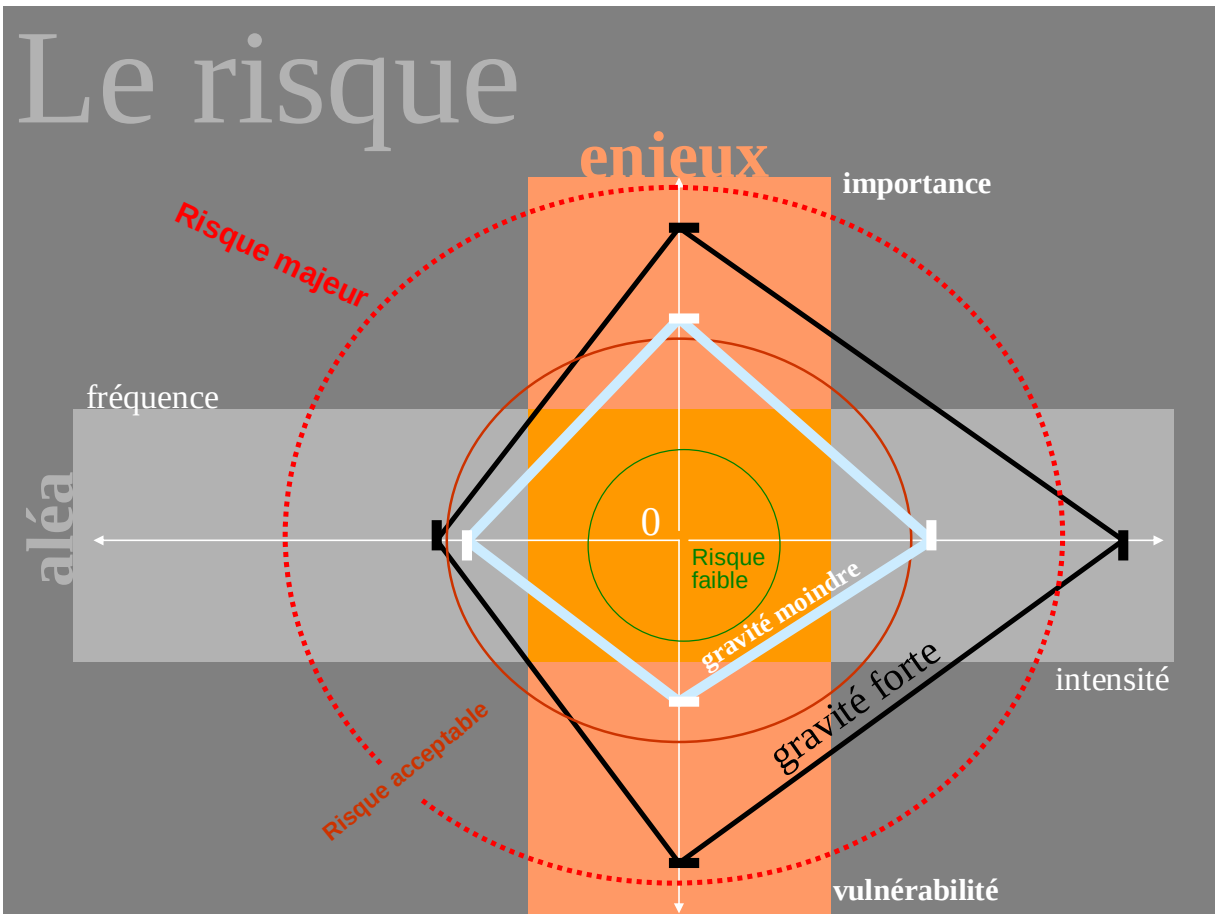
Fin de la première partie

JACQUES FAYE

Architecte urbaniste en chef de l'Etat responsable du bureau de l'information. Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable ; sous direction de la prévention des risques majeurs

L'INFORMATION PRÉVENTIVE

Afin de réduire notre propre vulnérabilité, il faut une forte volonté des différents responsables de porter cette information au sein de la population et de chacun d'entre nous, de s'informer, de prendre les précautions qui s'imposent et de préparer son comportement avant l'événement.



Les textes

Code de l'environnement article L 125-2

Loi du 27 février 2002 de démocratie de proximité

Loi du 30 juillet 2003 sur les risques industriels et naturels et réparations des dommages

Loi du 13 août 2004 de modernisation de la sécurité civile

Arrêté du 27 mai 2003 sur l'affichage

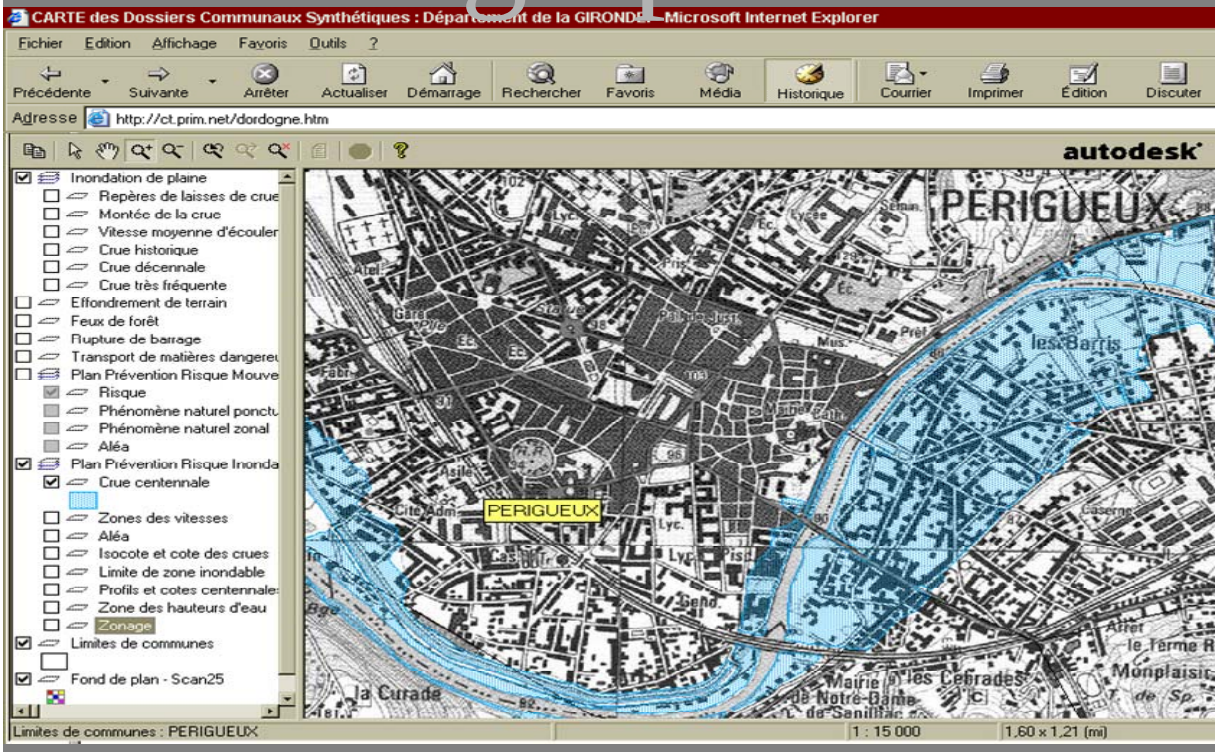
Ministère de l'écologie et du développement durable Sous direction de la prévention des risques majeurs **www.prim.net**

Le Préfet

connaissance	aménagement	information	mitigation	préparation
Atlas des zones inondables	**Plan de prévention des risques naturels prévisibles**	**Dossier départemental des risques majeurs**	**Régime assurance catastrophes naturelles**	**Plan d'organisation des secours**
Bases de données CORINTE	**inondation**	**Site portail : Prim.net**	**Fonds de prévention des risques naturels majeurs**	**Schéma départemental d'analyse et de couverture des risques**
		Vigilance		**Réseau national d'alerte**
		Transmission des informations		

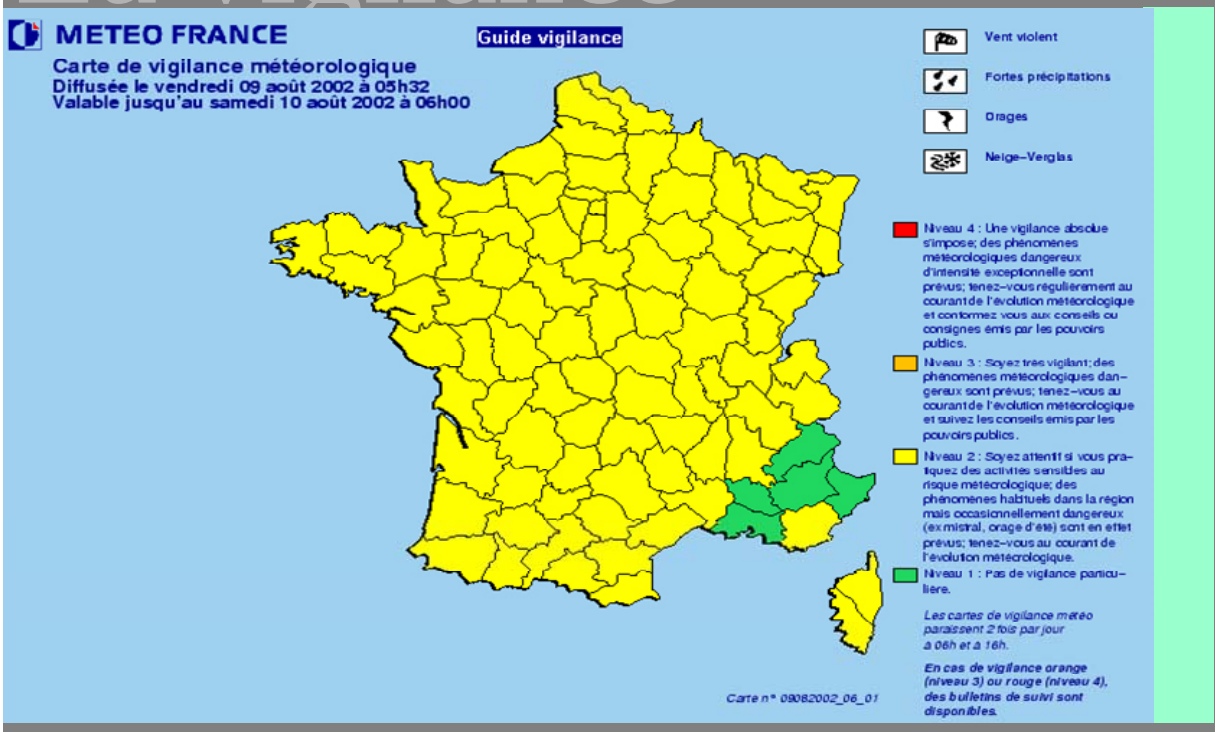
Ministère de l'écologie et du développement durable Sous direction de la prévention des risques majeurs **www.prim.net**

La cartographie



Ministère de l'écologie et du développement durable Sous direction de la prévention des risques majeurs **www.prim.net**

La vigilance



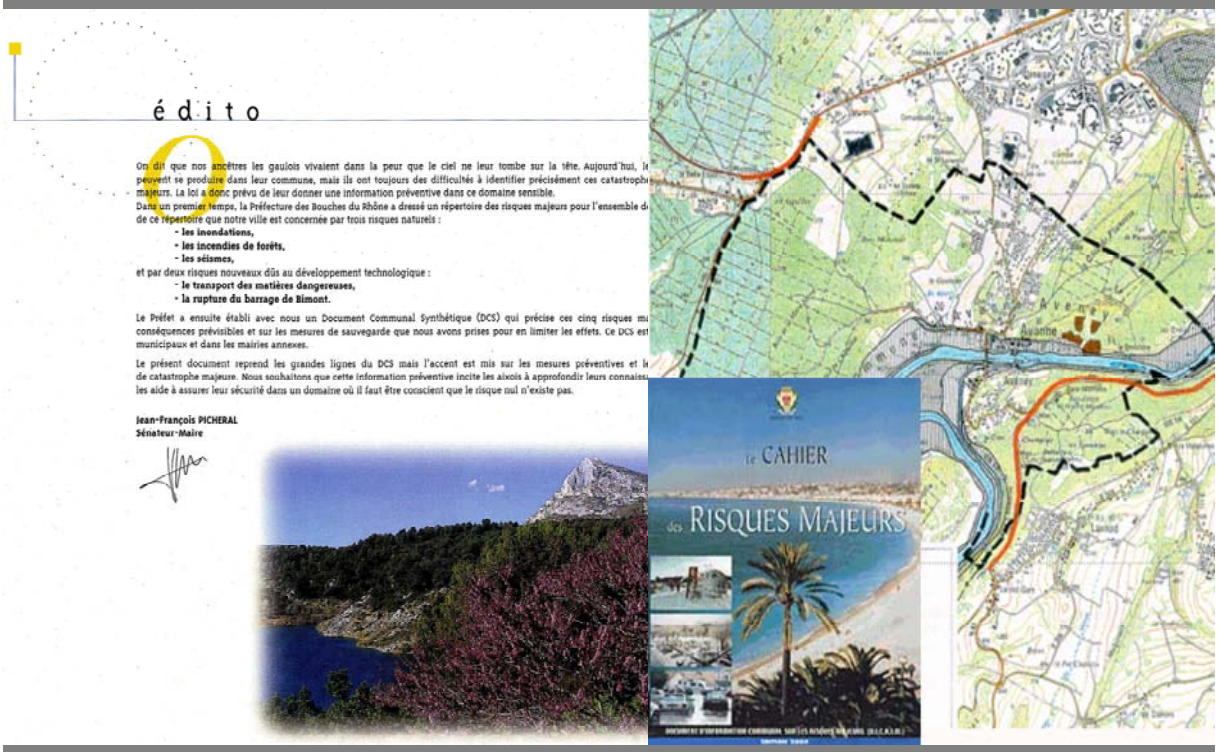
Ministère de l'écologie et du développement durable Sous direction de la prévention des risques majeurs **www.prim.net**

Le Maire

connaissance	aménagement	information	mitigation	préparation
Atlas des zones inondables	**Plan de prévention des risques naturels prévisibles inondation**	**Dossier départemental des risques majeurs**	**Régime assurance catastrophes naturelles**	**Plan d'organisation des secours**
Bases de données CORINTE		**Site portail : Prim.net**	**Fonds de prévention des risques naturels majeurs**	**Schéma départemental d'analyse et de couverture des risques**
		Vigilance		**Réseau national d'alerte**
	Plan local d'urbanisme	**Transmission des informations**	**Opération programmée d'amélioration de l'habitat**	**Affichage communal**
		Document d'information communal sur les risques majeurs		**Plan communal de sauvegarde**
		Repères de crue		
		Réunions publiques bisannuelles		

Ministère de l'écologie et du développement durable Sous direction de la prévention des risques majeurs **www.prim.net**

Le Dicrim

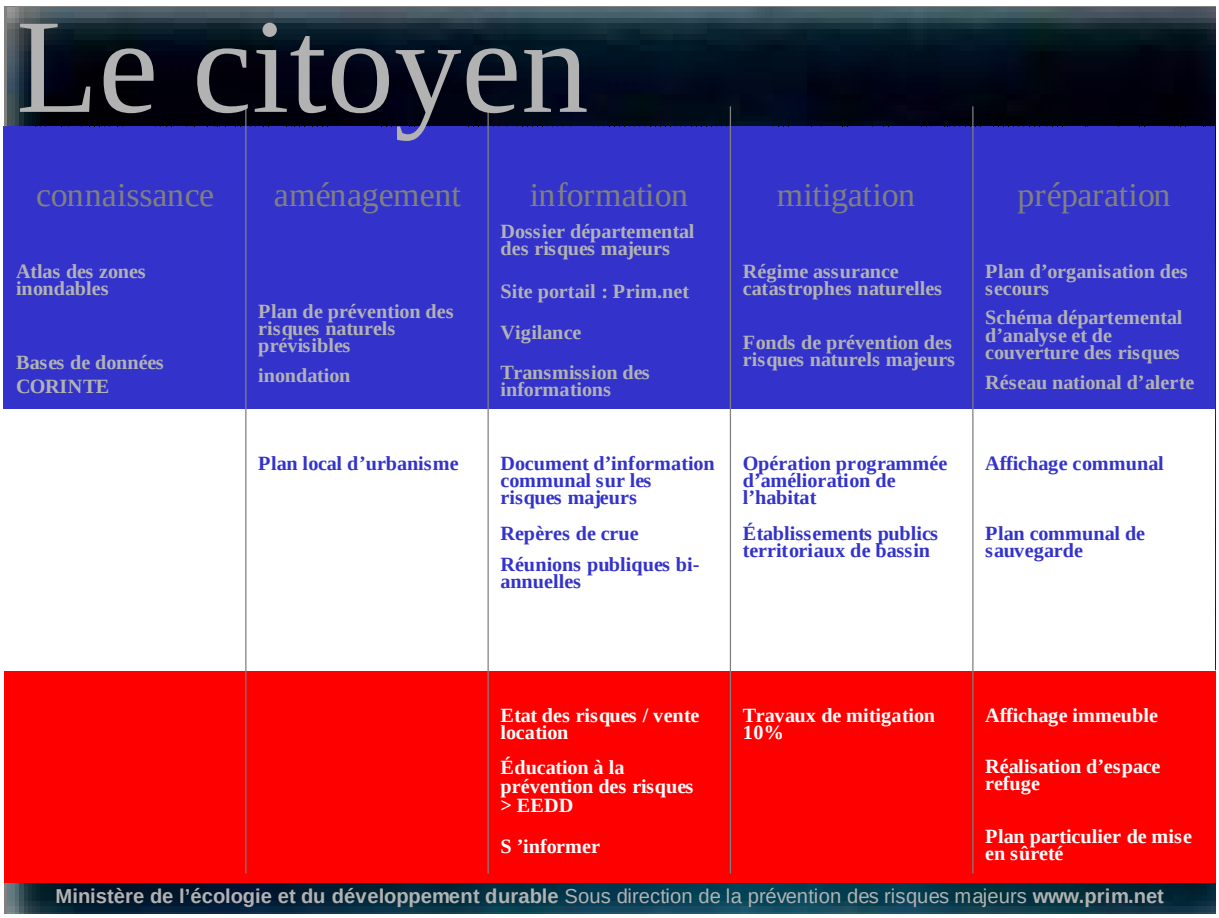


Ministère de l'écologie et du développement durable Sous direction de la prévention des risques majeurs **www.prim.net**

Les repères de crue

Repère des plus hautes eaux connues

Ministère de l'écologie et du développement durable Sous direction de la prévention des risques majeurs **www.prim.net**


Le citoyen
connaissance
Atlas des zones inondables
Bases de données CORINTE
aménagement
Plan de prévention des risques naturels prévisibles inondation
Plan local d'urbanisme
information
Dossier départemental des risques majeurs
Site portail : Prim.net
Vigilance
Transmission des informations
Document d'information communal sur les risques majeurs
Repères de crue
Réunions publiques bi-annuelles
Etat des risques / vente location
Éducation à la prévention des risques > EEDD
S 'informer
mitigation
Régime assurance catastrophes naturelles
Fonds de prévention des risques naturels majeurs
Opération programmée d'amélioration de l'habitat
Établissements publics territoriaux de bassin
Travaux de mitigation 10%
préparation
Plan d'organisation des secours
Schéma départemental d'analyse et de couverture des risques
Réseau national d'alerte
Affichage communal
Plan communal de sauvegarde
Affichage immeuble
Réalisation d'espace refuge
Plan particulier de mise en sûreté
Ministère de l'écologie et du développement durable Sous direction de la prévention des risques majeurs www.prim.net

CHRISTOPHE ESPOSITO

Ingénieur T.P.E.

Centre d'Etudes Techniques de l'Equipement

VIVRE EN ZONE INONDABLE. VULNÉRABILITÉ DES BATIS. LA PRÉVENTION…

Vivre en zone inondable est incontournable pour des habitations anciennes. La vulnérabilité des bâtis en zones inondables l'est tout autant. Mais il faut commencer par la prévention des inondations en zone inondable.

1 L'expertise des dossiers de sinistres

Un cabinet d'experts a permis d'analyser des dossiers de sinistres survenus dans le Gard et les départements limitrophes suite aux inondations de Septembre 2002. Il a été mis à disposition les deux bases de données permettant d'obtenir les informations du tableau suivant :

N° Dossier	Ville sinistrée	Montant Réglé
75703	ARAMON	230000
74997	ARAMON	155000
74896	ARAMON	144650
75787	COLLIAS	142916
75186	ARAMON	119263

Tableau 1 : Extrait de la base de données
Source : CETE Méditerranée

Au final, ce sont 168 dossiers sur 28 communes qui ont été retenus et répartis, en fonction du montant indemnisé, de la manière suivante :

Montant indemnisé				
< 5 k€	De 5 à 10 k€	De 10 à 30 k€	De 30 à 100 k€	> 100 k€
34	21	57	43	13

Tableau 2 : Nombre de dossiers retenus en fonction du montant indemnisé
Source : CETE Méditerranée

Les communes choisies pour la représentativité de l'événement ont été choisies à l'aide de la connaissance de terrain de la Direction Départementale l'Equipement Gard. Ces communes sont réparties sur les bassins versants touchés par les crues de septembre 2002. Ces communes sont réparties suivants trois bassins versants :

- *Le Gardon* : Saint martin de Valgualgues, Alès, Saint-christol-les-alès, Anduze, Vézénobres, Ners, Moussac, Saint Chaptes, Saint geniès de malgoires, Russan, Collias, Uzès, Remoulins, Montfrin, Comps et Aramon ;
- *Le Vidourle et le Vistre* : Quissac, Sommières, Gallargues-le-monteux, Aimargues et Saint Laurent d'Aigouze ;
- *La Cèze* : Goudargues, Bagnols-sur-Cèze, Codolet, Laudun-l'Ardoise et Saint geniès de comolas.

La *figure 1* représente la répartition spatiale des montants indemnisés en fonction de la hauteur d'eau. Cette donnée "hauteur d'eau" n'est pas toujours disponible sur les dossiers d'expertise.

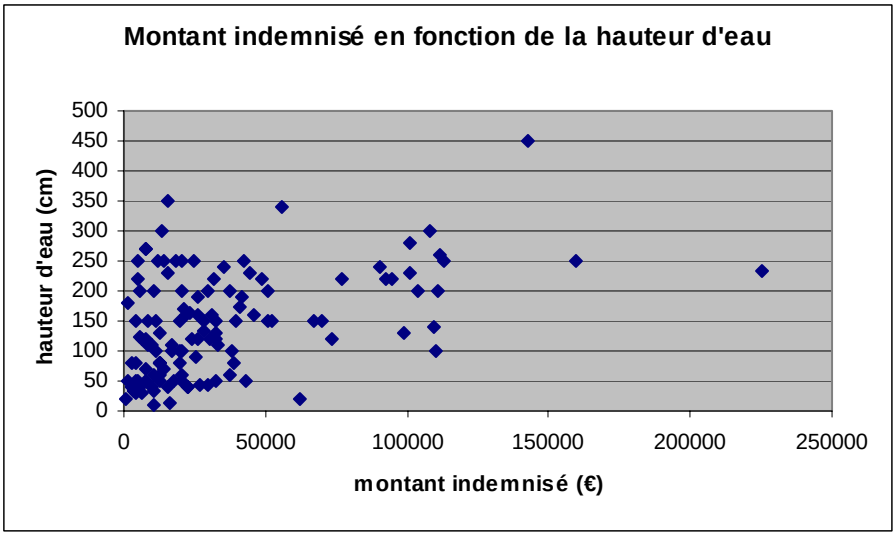


Figure 1 : Montant indemnisé en fonction de la hauteur d'eau

Source : CETE Méditerranée

Les hauteurs d'eau inférieures à 200 cm correspondent à une inondation du rez-de-chaussée de l'habitation. En moyenne, le montant indemnisé est inférieur à 30 000 €.

Dès lors que l'eau dépasse cette hauteur critique, il y a une inondation du deuxième étage (s'il existe) ou bien de la partie charpente pour les maisons individuelles. Mais dès qu'il y a des hauteurs supérieures à 300 cm (1er et 2ème étages touchés), le temps de submersion est plus long et entraîne donc des dommages plus importants.

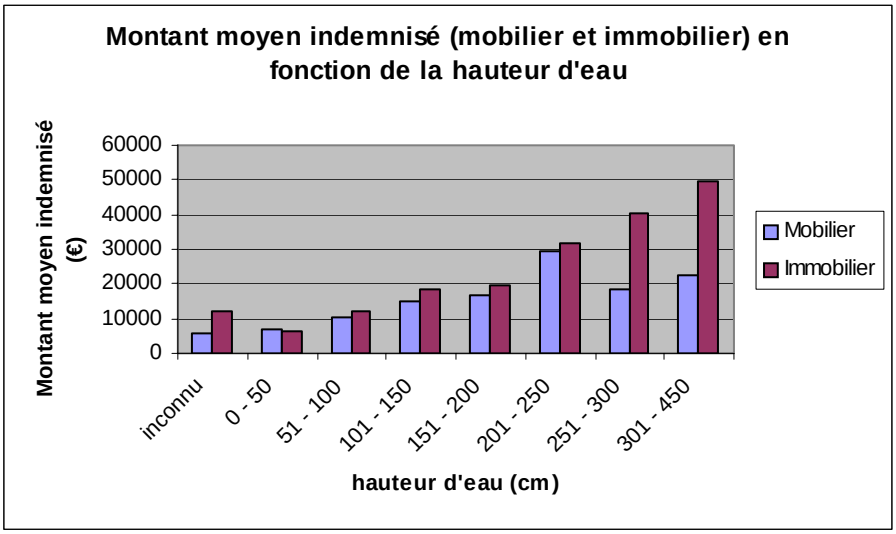


Figure 2 : Montant moyen indemnisé en fonction de la hauteur d'eau

Source : CETE Méditerranée

Sur chaque dossier, un effort est fait pour tenter de décrire le phénomène à l'origine des dégâts. Nous retrouvons souvent les circonstances avec la hauteur de l'eau qui a envahi l'habitation, le sens de l'écoulement, etc. Dans chaque expertise, il y a la mise en avant des dommages subis par le "Bâtiment" et le "Mobilier". C'est sur la partie "Bâtiment" que l'analyse est fondée en décomposant les dommages en corps suivants :

- Electricité
- Plomberie
- Chauffage – Climatisation
- Divers
- Menuiseries
- Maçonnerie – Plâtrerie
- Déblai – Démolition
- Nettoyage
- Clôture – Garage – Annexe
- Embellissements
- Ravalement
- Carrelage – Parquet
- Cuisine

L'analyse globale des dossiers retenus montre un montant total réglé de 5,1 M€, la somme se répartit de la manière suivante :

- 2,2 M€ de mobilier soit 43,3 %,
- 2,9 M€ de bâtiment soit 56,7 %.

L'analyse plus fine des dégâts sur le "Bâtiment", en reprenant les 13 catégories définies, nous permet d'obtenir la répartition de la *figure 3*.

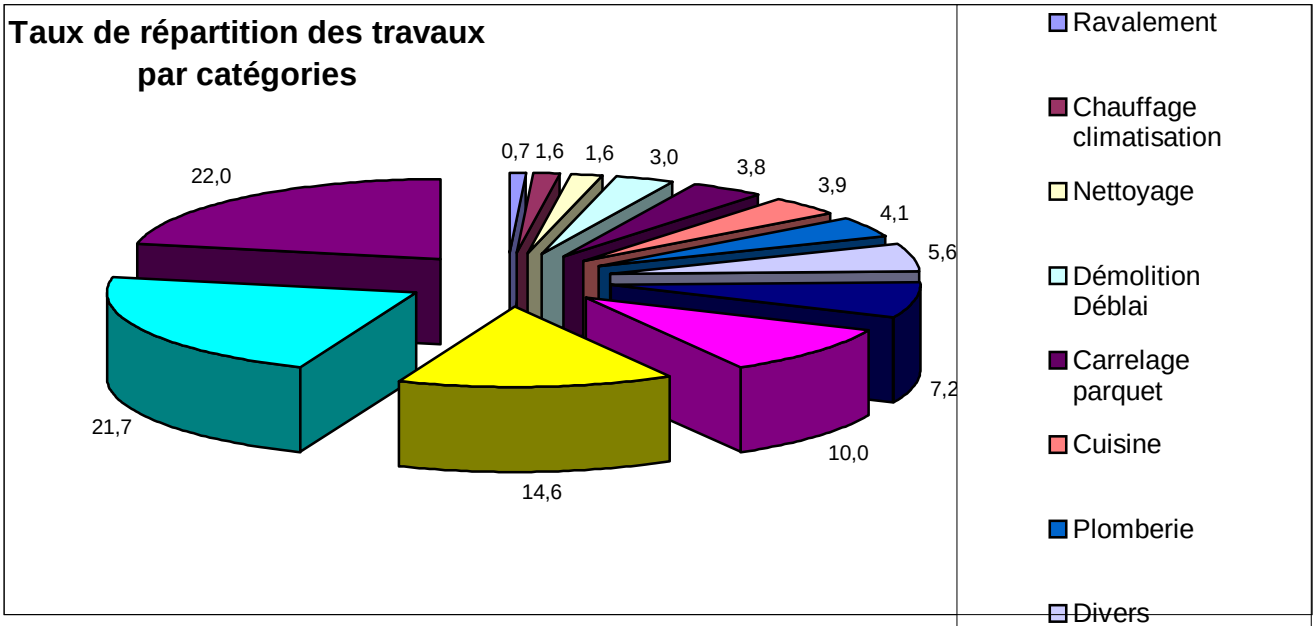


Figure 3 : Taux de répartition des catégories dans le Bâtiment

Source : CETE Méditerranée

Ces résultats permettent de mettre en évidence les corps d'état qui devront faire l'objet d'une réduction la vulnérabilité en priorité.

- Maçonnerie – Plâtrerie 22,0 %
- Embellissements 21,7 %
- Menuiseries 14,6 %
- Clôture – Garage – Annexe 10,0 %
- Electricité 7,2 %

2 Les solutions techniques

Le chapitre qui suit va lister un certain nombre de mesures de réduction de la vulnérabilité des bâtiments, ainsi que vous donner quelques arguments pour pouvoir choisir les solutions pertinentes. L'ensemble des exemples est construit sur de nombreuses observations qui nous ont permis d'identifier les points faibles d'une construction face aux inondations, et d'identifier quelques solutions techniques pour y remédier. Cependant, il reste des domaines où la connaissance scientifique ne permet pas aujourd'hui de faire des prescriptions pertinentes.

Avant de commencer à lister les mesures, il est important de rappeler et de garder à l'esprit qu'il est quasiment impossible d'empêcher l'eau d'entrer dans un bâtiment lors d'une inondation. Dans certains cas, une telle démarche peut même se révéler extrêmement dangereuse (maisons rasées dans le Sud Est de la France).

Les mesures listées poursuivent trois objectifs qui permettront de les hiérarchiser :

- 1 - Assurer la sécurité des personnes
- 2 - Limiter les dommages aux biens
- 3 - Faciliter le retour à la normale.

Nous avons décidé de ne traiter que le cas 1 concernant la sécurité des personnes.

2.1 Assurer la sécurité des occupants avec les zones refuge et d'évacuation

L'objectif de la zone refuge (*figure 4*) est de permettre aux occupants du bâtiment de se mettre à l'abri en attendant l'évacuation par le châssis sur le toit (*figure 5*) ou la décrue. Il convient pour cela d'identifier ou de créer un espace situé au-dessus de la cote de la crue de référence PPR. Depuis la zone refuge, les personnes doivent pouvoir se manifester auprès des équipes de secours avec la notion de zone d'évacuation (*figure 6*).

Elle doit :

- être aisément accessible pour les personnes résidentes par un escalier intérieur, voire une échelle toujours disponible,
- offrir des conditions de sécurité satisfaisantes (possibilité d'appel ou de signes vers l'extérieur) et un confort minimum (espace),
- être facilement accessible depuis l'extérieur pour l'intervention des secours et l'évacuation des personnes.

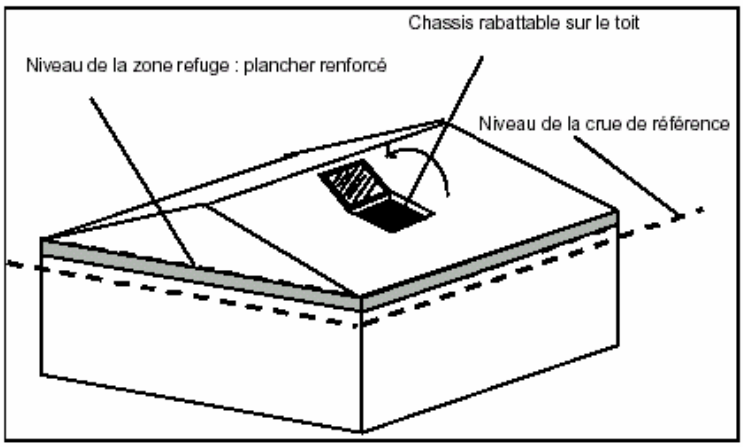


Figure 4 : Châssis de toit

Source : CETE Méditerranée

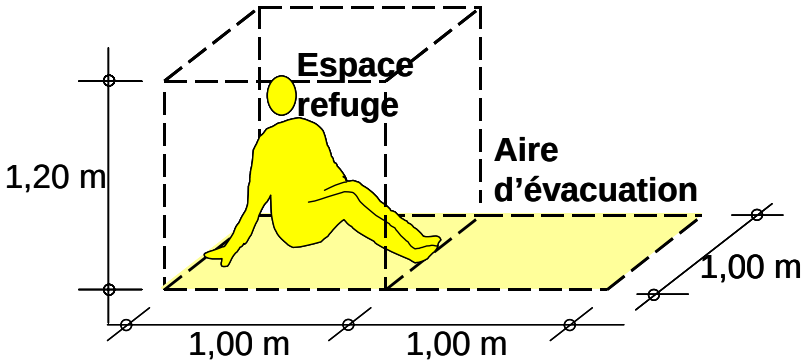


Figure 5 : Conception d'une zone refuge

Source : CETE Méditerranée

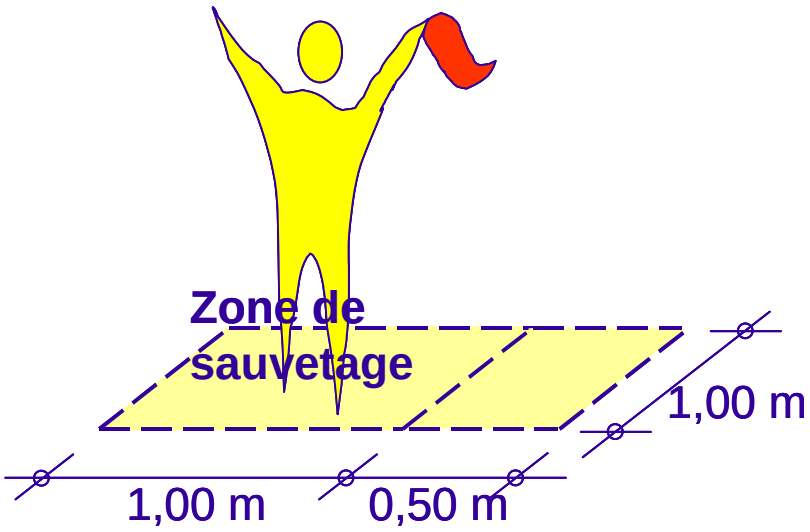


Figure 6 : Zone de sauvetage

Source : CETE Méditerranée

3 Assurer la résistance mécanique du bâtiment

Pendant la crue, l'eau exerce une très forte pression sur les structures. Cette pression peut entraîner des désordres irréversibles voire un déplacement ou une destruction complète des constructions. Ce phénomène peut être aggravé lorsque la liaison entre les fondations et les élévations n'a pas été correctement réalisée.

Afin de limiter les désordres, il convient d'équilibrer les pressions entre l'extérieur et l'intérieur du bâtiment. Cela revient à dire que lorsqu'elle atteint une certaine hauteur, il convient de laisser pénétrer l'eau à l'intérieur de la construction.

L'intérêt de la mesure est d'éviter les désordres provoqués à la structure du bâtiment par la pression de l'eau. En particulier, cette mesure vise à protéger les fondations superficielles du risque d'affouillement, puis de leur déchaussement éventuel par la mise en place d'une bêche en béton. Sur la *figure 7* , une bêche en béton permet de protéger les fondations en amont du flux prévisible. Un dallage de couverture (trottoir de protection) en béton armé joignant la bêche à la façade et présentant une légère contre-pente évite le risque de creusement du sol par l'eau en aval de la bêche.

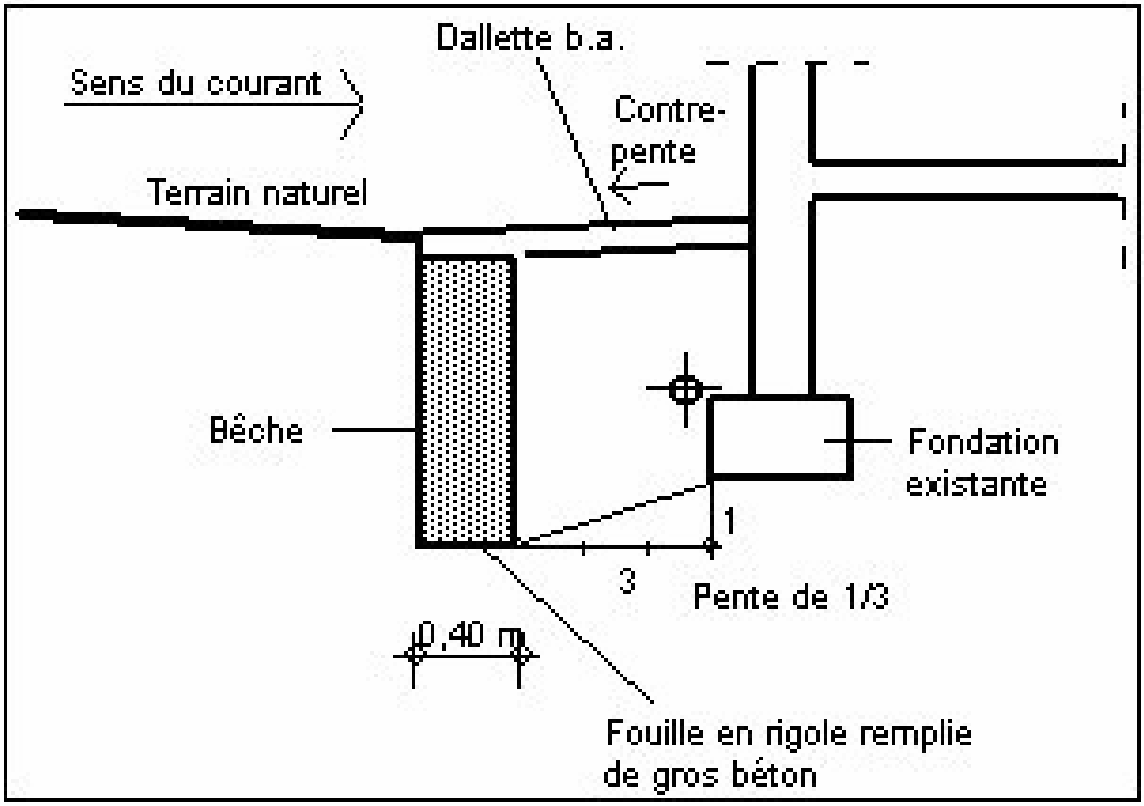


Figure 7 : Protection des fondations

Source : CETE Méditerranée

3.1 Assurer la sécurité des riverains

3.1.1 Empêcher la flottaison d'objets

Les réserves de bois de chauffage comme les constructions légères (vérandas par exemple) peuvent être emportées par le courant. Elles deviennent alors des objets flottants dangereux qui peuvent percuter et endommager murs, batardeaux, portes-fenêtres, etc. Les conditions de mise en œuvre sont simples (*figure 8*) et peuvent être mentionnées de la manière suivante :

- les mettre à l'abri du courant en choisissant en connaissance de cause le coté du logement, où elles sont installées ;
- recouvrir les réserves de bois de chauffage à l'aide d'une bâche solidement ancrée au sol ;
- maintenir le tas de bois avec des sangles solidement tendues et ancrées au sol ;
- les installer à l'intérieur d'un abri de jardin fermé, suffisamment résistant et ancré au sol.

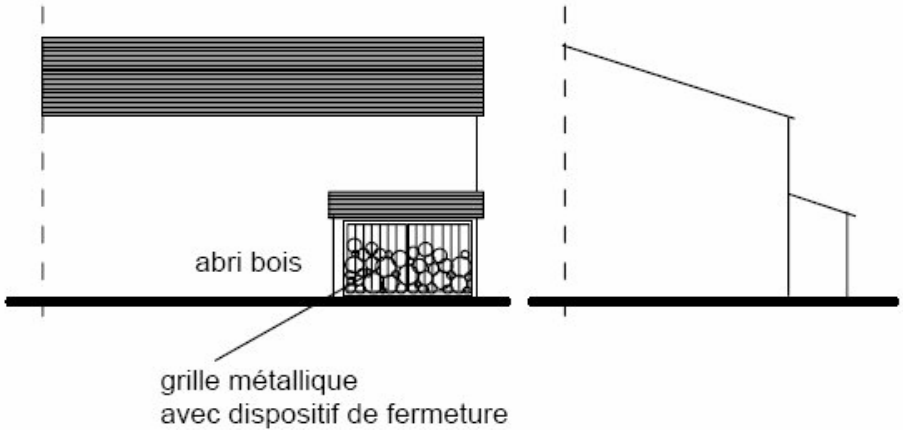


Figure 8 : Bois et bouteilles de gaz
Source : CETE Méditerranée

3.1.2 Renforcer l'arrimage des cuves et bouteilles d'hydrocarbure

Les cuves de gaz ou de fuel, en cas de mauvais ancrage, sont soulevées sous l'effet de la poussée d'Archimède exercée par l'eau et se mettent à flotter. Elles peuvent alors être emportées par le courant, devenant des objets flottants dangereux. De plus leur contenu peut se répandre, soit parce qu'elle s'est retournée, soit parce que les canalisations de raccordement se désolidarisent de la cuve. Or une telle pollution aux hydrocarbures peut endommager de façon durable tout un lotissement (les murs imprégnés de l'odeur de fuel doivent être remplacés !). Il faut faire poser des cerclages de renfort autour de la cuve, solidement fixés et ancrés dans une dalle en béton (*figure 9*). Maintenir la citerne suffisamment remplie pour améliorer sa résistance à la poussée d'Archimède est un élément important

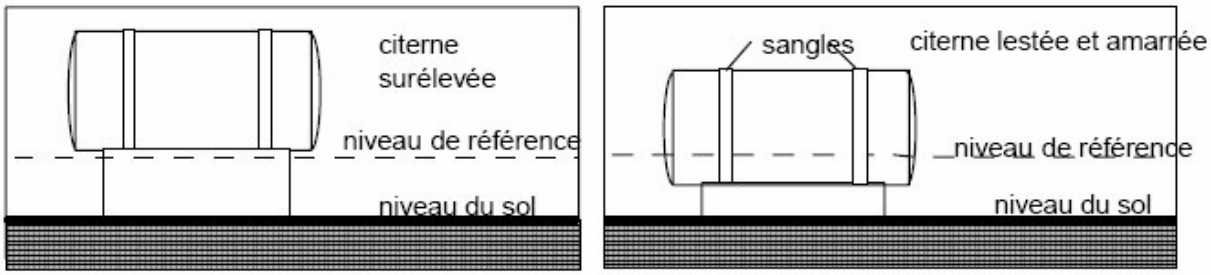


Figure 9 : Arrimage des citernes

Source : CETE Méditerranée

3.1.3 Matérialisation de l'emprise des piscines et bassins

En cas d'inondation, les bassins et les piscines ne sont plus visibles en raison de la turbidité de l'eau. Il y a donc un risque important de noyade du fait de la profondeur importante. Il s'agit d'installer un dispositif de balisage permettant de repérer l'emprise des piscines et des bassins en vue d'éviter les noyades pendant les crues. Des balises de couleur et de forme facilitant leur repérage délimitent le périmètre des piscines et des bassins. Les balises doivent être fixées à demeure.

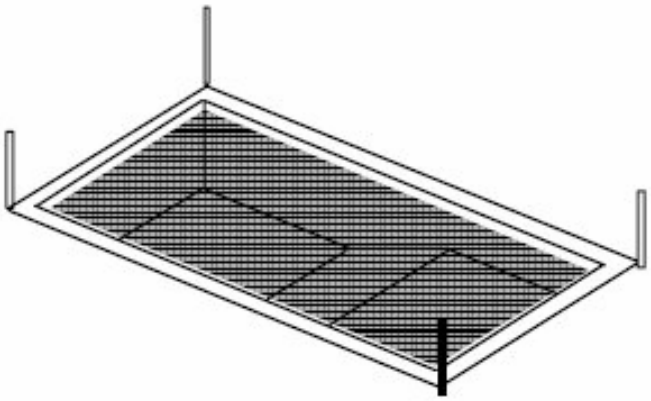


Figure 10 : Protection des piscines

Source : CETE Méditerranée

3.2 Assurer la sécurité des occupants lors de la réinstallation dans le logement

3.2.1 Mise hors d'eau du tableau électrique

Cette mise hors d'eau permet d'éviter un éventuel remplacement ou bien des disfonctionnements comme les courts-circuits. Il suffit de placer le compteur 50 cm au-dessus du niveau de la ligne des Plus Hautes Eaux Connues, voir à l'étage (*figure 11*). Il faut cependant rappeler que les gestionnaires de réseaux couperont l'alimentation en électricité sur toute une zone, dès que la présence d'eau y sera signalée. Une habitation même non inondée peut donc se retrouver privée d'électricité.

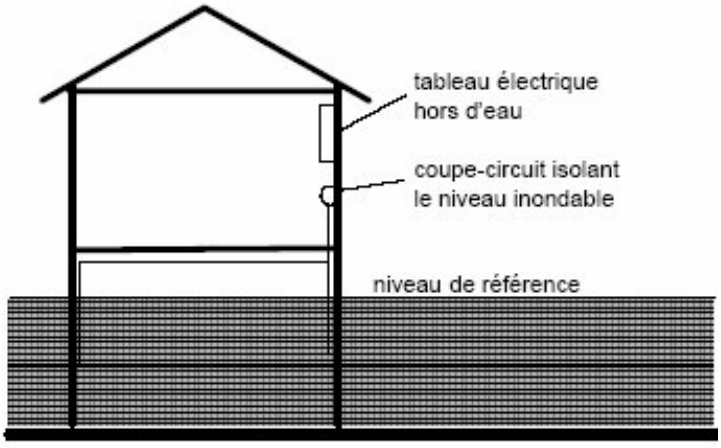


Figure 11 : Tableau électrique

Source : CETE Méditerranée

3.2.2 Installer des clapets anti-retour

L'eau peut rentrer par les drains, les toilettes, et par les remontées d'égouts. L'eau est alors contaminée et sale. L'habitation peut alors connaître des problèmes d'odeur nauséabonde et de salubrité qui entraînent d'importantes difficultés de nettoyage. Il est donc prioritaire d'empêcher cette eau sale d'entrer. Il suffit de vérifier la présence ou l'absence du clapet anti-refoulement au niveau de la plaque du regard d'égout (*figure 12*).

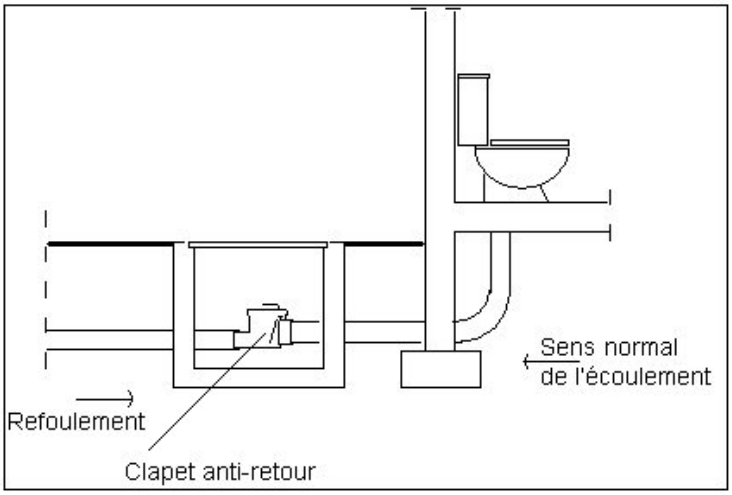


Figure 12 : Clapet anti-retour

Source : CETE Méditerranée

Bibliographie

La définition de la réduction de la vulnérabilité des bâtis en zone inondable est appelée la “mitigation” venant du latin “mitigare” qui signifie diminuer, mitiger. Pour mieux connaître ce terme, des pages sont accessibles à l’adresse Internet suivante :

http://www.prim.net/citoyen/moi_face_au_risque/221_qui_fait_quoi.html

Pour connaître les consignes afin de réhabiliter son logement après une inondation, un document est disponible au format pdf téléchargeable à l’adresse Internet suivante :

http://www.gard.equipement.gouv.fr/habitat_logement_ville_deplacement_transports/Logement/Sinistr%C3%A9s/FicheInondation_A3_PM7.pdf

SERGE ALEXIS

Directeur Régional de l'Environnement (DIREN) Rhône Alpes, Délégué du bassin Rhône Méditerranée

VERS UNE STRATÉGIE GLOBALE DE PRÉVENTION DES INONDATIONS DU FLEUVE RHÔNE ET SES AFFLUENTS

Communication sur les principes d'une stratégie de prévention des inondations du fleuve Rhône et ses affluents ; rôle et actions de l'Etat pour son élaboration.

INTRODUCTION

Je suis le Directeur Régional de l'Environnement (DIREN) Rhône Alpes, Délégué du bassin Rhône Méditerranée, et à ce titre j'assiste, entre autre, le préfet coordinateur de bassin pour l'élaboration de la stratégie de réduction des risques inondations sur le Rhône et ses affluents. Pour vous parler de cette stratégie je vais commencer par un bref historique, en revenant sur cette dernière décennie qui a réveillé dans cette région mais également dans d'autres, une inquiétude par rapport au risque inondation.

1 Bref Historique

Depuis la crue de 1856, on a en effet vécu une longue période de calme qui fait que certains ont pu imaginer que les aménagements du Rhône par la C.N.R. avaient domestiqué le fleuve, et que l'on n'avait donc plus à se soucier des inondations. Malheureusement, en 1993, 1994, 2002 (2 fois) et en 2003, cinq crues majeures se sont produites, cinq crues parmi les neuf plus importantes de ces deux derniers siècles, qui ont remis en cause cette vision simpliste et bien sûr infondée des choses.

Suite à la crue de 1993, il y a eu un rapport d'inspection, le rapport DAMBRE qui a mis en évidence le fait que nous ne connaissions plus le fonctionnement du Rhône depuis que ce dernier avait été aménagé et qu'il était nécessaire de bien le comprendre pour pouvoir agir en connaissance de cause. Il fallait donc entreprendre une étude pour comprendre ce fonctionnement. Cette étude a mis quelque temps à être engagée, elle a été portée par Territoire Rhône qui s'appelait alors l'institut Rhône- Saône. Elle a été entièrement sous traitée à des bureaux d'études privés et à la CNR, l'institut n'ayant pas ni les moyens, ni les compétences de la réaliser lui-même ;. Elle a coûté 23 millions de francs, 13 millions payés à 80% par l'Etat et l'Agence de l'Eau et 20% par les 11 Conseils Généraux ; quant aux 10 millions restant, ils ont été apportés par les prestations en nature de la C.N.R. Cette étude a commencé en 1998 et s'est poursuivie jusqu'à fin 2002. Elle a été remise officiellement à l'Etat le 17 mars 2003. Elle représente une masse volumineuse d'informations qui apporte beaucoup sur la connaissances le fonctionnement du Rhône, par contre elle n'est pas allée assez loin par rapport ce qui en était attendu à savoir une stratégie de réduction du risque inondation. Elle a pour autant exploré des pistes, sans néanmoins les hiérarchiser ni les validées, les principes évoqués ne peuvent donc être mis en œuvre. En avril 2003 la Ministre de l'Ecologie de l'époque commandait au préfet coordonnateur de bassin le soin de poursuivre la réflexion avec l'aide des services de l'Etat. Mais une stratégie nécessite des choix politiques et ça veut dire que ce n'est pas à l'Etat seul de décider et qu'il faut mettre autour de la table un certain nombre d'autres partenaires. Il a donc été constitué un comité de pilotage présidé par le préfet coordonnateur de bassin et le président du comité de bassin, les présidents des Conseils Généraux, les présidents des Conseils Régionaux, les socio professionnels (les C.C.I, Chambres d'Agricultures)… Ce comité de pilotage s'est réuni pour la première fois en juin 2003, un 1er programme de travail a été proposé pour avancer rapidement dans l'élaboration de la stratégie, mais même rapidement, ça veut dire qu'il faut un peu de temps, celui nécessaire pour constituer des équipes, se doter des moyens et des compétences.

2 Définition de stratégie Globale

J'arrête là l'historique, que je reprendrai tout à l'heure, pour faire un petit détour pour expliquer ce qu'est une stratégie globale. Dans "stratégie globale" il y a 2 termes : "stratégie" et "globale". Une stratégie ne peut être un simple inventaire d'actions. Ce doit être un programme cohérent, concerté, qui aborde les différents moyens pour réduire le risque inondation : la protection, la réduction de l'aléa, l'entretien et la surveillance des ouvrages, (qui ont posés des problèmes comme on l'a vu lors de la dernière crue), la prévention (c'est-à-dire la réduction de la vulnérabilité), et puis la prévision aussi, parce que de toute façon les évènements que nous avons vécus vont un jour ou l'autre se reproduirent et il faut que nous soyons en mesure de prévenir le plus tôt possible pour évacuer, prendre des dispositions et faire que les dégâts et les conséquences humaines et matérielles soient le moins importantes possibles. C'est tout cela la stratégie. Alors qu'est ce qu'elle implique ? Elle implique des choix politiques en terme d'aménagements du territoire, quels secteurs protéger ? Tout le monde veut être protégé ! Quelle priorité ? Par quoi commence t'on ? On ne va pas tout faire d'un seul coup. Quels risques acceptables ? Est-ce que l'on se protège pour une crue centennale ou pour une crue d'occurrence inférieure ? ou supérieure ? Qui doit payer ? Cela aussi est une vraie question. Ce sont donc des choix politiques.

Il faut par ailleurs qu'il y ait un affichage clair des responsabilités. Quel est le rôle des différents partenaires ? Entre l'Etat, les collectivités, et les maîtres d'ouvrage (syndicats responsables des digues,…) Ensuite il faut qu'il y ait une cohérence globale par l'établissement de critères homogènes qui garantissent une vraie solidarité sur l'ensemble du bassin. On ne peut parler d'un problème de crue sans parler d'une solidarité amont/aval, mais comme on le disait récemment Mr le préfet à Arles lors d'une réunion : on ne peut pas concevoir une digue pour préserver une extension de l'urbanisation à l'aval en demandant pour ce faire à l'amont de sacrifier un territoire pour aménager un champ d'expansion des crues. Vous voyez les difficultés d'une telle discussion. Enfin, toujours dans cette stratégie, il faut une définition technique approfondie des actions, et être capable d'en évaluer les intérêts au regard des objectifs généraux et locaux, il faut une évaluation économique des actions proposées et enfin il faut un calendrier. C'est jusqu'au calendrier que la stratégie doit être définie.

Maintenant après avoir défini le terme "stratégie" il faut définir le terme"global" : on ne peut en effet envisager une stratégie sans considérer le fleuve dans son ensemble et à travers ses différentes composantes et ses différents usages de l'amont jusqu'à l'aval on était l'autre jour avec Mr le préfet en Suisse ou il y a aussi des problèmes qui se répercutent jusque sur notre territoire. Le fleuve c'est aussi ses affluents, ils ne jouent pas tous le même rôle en fonction de leur importance mais certains particulièrement importants jouent un rôle déterminant dans les crues que nous connaissons.

Voilà donc la définition rapide que l'on peut donner de cette stratégie globale.

3 Organisation et état d'avancement

Maintenant que j'ai fait cette petite parenthèse, où en est-on et comment s'est on organisé pour avancer ? J'en étais resté à un comité de pilotage en juin 2003, et à un programme de travail. On a commencé à mettre en place les équipes techniques et la crue de décembre 2003 est arrivée qui a justifié un coup d'accélérateur donné par une décision du 1er ministre confiant au préfet coordonnateur de bassin, le soin de superviser la réparation des dégâts des ouvrages et d'élaborer la stratégie de réduction des risques inondation sur le Rhône et ses affluents. Le comité de pilotage a été réuni pour la deuxième fois en juin 2004 et a été amené a arrêter l'organisation à mettre en place.

Concernant le pilotage, le comité de pilotage ne pouvant se réunir suffisamment fréquemment (taille et disponibilité des personnalités le composant), il a été décidé de créer un bureau du comité de pilotage d'une quinzaine de membres devant se réunir tous les mois, il est coprésidé par le préfet

coordonnateur de bassin et le président du comité de bassin, y participent les trois présidents de conseils régionaux, le président de Territoire Rhône, l'Agence de l'eau et la CNR.

Sur le plan technique, j'ai constitué à la DIREN Rhône Alpes, une équipe pluridisciplinaire, pour laquelle j'ai recruté des spécialistes dans différents domaines *(hydraulique, hydrologie, économie pour traiter des problèmes de réduction de vulnérabilité)* afin qu'ils puissent travailler et collaborer pour élaborer ce projet. J'ai à ce jour 7 à 8 ingénieurs qui à temps plein (4) ou à temps partiel (3 à 4) sont sur ce chantier. Au-delà de cette équipe pluridisciplinaire, il y a l'équipe "technique Rhône", composée de tous les services qui ont des compétences sur le Rhône et qui ont désigné des personnes que l'on réunit tous les mois pour avancer sur ce projet. On trouve parmi ces services les DIREN (3 DIREN concernées), le Service Navigation, la C.N.R., l'Agence de l'Eau, les techniciens des 3 Conseils Régionaux. Cette équipe technique a mis quelques temps à trouver son rythme de fonctionnement, au début elle travaillait quand elle se réunissait puis chacun repartait de son côté et on reprenait le travail où l'on s'était arrêté un mois après. Ce n'était, bien sûr pas suffisant. Le dispositif que l'on a mis en place depuis c'est que chaque membre des différents services a une mission en propre, il travaille sur cette mission et il rend compte à chaque réunion. On a constitué également un conseil scientifique car les solutions que l'on élabore ont besoin d'être valider par des experts (scientifiques, universitaires …). Ce conseil scientifique, reprend le conseil scientifique du comité de bassin auquel on a rajouté des spécialistes réputés et notamment les scientifiques qui ont participé à la mission de retour d'expérience des crues de 2003 (une personne présente dans la salle en fait d'ailleurs partie). Voilà le dispositif sur les rails, il nous manquait une chose, c'est le volet concertation. Parce que le comité de pilotage, ceux sont des décideurs, ceux qui payent, ceux qui décident, des politiques, mais la concertation quand on parle d'inondations c'est aussi toutes les populations qui sont concernées et qui ont des choses à dire. Il y a des associations qui existent, de diverses natures : défense des riverains, défense de l'environnement…Ces associations doivent pouvoir s'exprimer, ce sont aussi de simples particuliers. Mais réunir toute cette population de la Suisse jusqu'au delta, cela n'était pas possible. On a donc découpé le Rhône en 3 en essayant de ne pas perdre cette notion d'approche amont/aval même si elle est par ailleurs garantie par l'existence des instances de pilotage. Le découpage s'est donc fait selon des critères qui permettent de respecter une certaine cohérence hydraulique (chaque tronçon au prix d'un minimum de règles peut s'envisager de façon quasiment autonome) :

- il y a d'abord le Rhône amont jusqu'au sud de Lyon dont on est assuré que la réflexion pour traiter de la réduction du risque pour cette agglomération ne peux être que bénéficiaire à l'aval ;
- ensuite on est parti du delta que l'on a fait remonter jusqu 'au sud de Montélimar où l'étude globale met en évidence qu'il existe des zones d'expansion de crues dont la bonne utilisation devrait être de nature à réduire de façon non négligeable le niveau de crues sur le delta ;
- le troisième tronçon étant le tronçon intermédiaire entre le sud de Lyon et le sud de Montélimar.

Maintenant, comment allons nous procéder pour mener cette concertation ? Elle devrait être lancée début février sur ce secteur du Rhône aval. On va se trouver très nombreux et cela ne peut pas être le débat du café du commerce où chacun vient avec ses idées. Il faut que dès la première réunion, on ait déjà des scénarios chiffrés montrant les différentes solutions. Quand je dis chiffrées, ce n'est pas forcément en termes monétaires mais aussi en termes quantitatif de toute sorte. On débat de ces solutions, on les amande, on les combine et on aboutit ainsi avec un nombre de réunions que j'espère réduit, aux choix politiques qui seront a prendre par le C.P. Ensuite on va pouvoir engager ce que tout le monde attend à savoir, les réalisations, et les travaux.

D'ici là, il y aura "*le colloque de restitution de la crue de décembre 2003*" qui doit se tenir ici même à Arles, et où seront présentés les conclusions de la mission d'expertise pilotée par l'ingénieur général BALLAN.

3 tables rondes sont prévues :

- *Une sur la caractérisation de l'évènement*. Et à ce propos, il peut y avoir des surprises par rapport à ce qui a été dit tout à l'heure. La crue de 2003 n'a sans doute pas été de 13 000 $m^{3/s}$. Elle est sans doute nettement plus faible, ce qui n'est pas sans conséquence car si la crue est de 13 000 $m^{3/s}$, l'occurrence est de 500 ans, c'est-à-dire 1 chance sur 500 de se produire chaque année. Si c'est une crue inférieure, (11 000 $m^{3/s}$ comme probablement elle a été) ce serait une crue de retour 70 ans, c'est-à-dire 1 chance sur 70 de se reproduire chaque année. Comme vous pouvez en juger c'est quand même une information très importante.
- *Une sur les enseignements à tirer des conséquences de cette crue*, notamment sur la destruction des ouvrages et sur la façon de réagir par rapport à cela (conception, entretien).
- *Une enfin pour essayer d'énoncer des pistes de réflexion*. Ces pistes sont relativement simples sur le delta : en cas de crue il faut faciliter l'écoulement de l'eau vers la mer, il faut essayer de la retenir le plus possible à l'amont pour étaler la crue. Et il faut protéger ce qui doit l'être. C'est facile à dire et bien sûr moins facile à réaliser.

Il faut notamment se méfier des idées toutes faites : faciliter l'évacuation de l'eau à la mer ce n'est pas forcément en creusant le lit du Rhône et du petit Rhône…parce qu'on est contraint par le niveau de la mer sur lequel on ne peut jouer. C'est plutôt en augmentant le linéaire de débouché vers la mer, avec plusieurs techniques bien sûr. Retenir les eaux en amont,, c'est trouver des champs d'expansion des crues. On en a pressenti, mais encore faut-il les faire accepter par ceux concernés par ces territoires. Quant à la protection, il faudra bien voir que les digues que l'on voit partout ne sont pas forcément toutes de même nature. Il y a des digues que j'appelle de protection rapprochée des lieux habités et puis il y a des digues de gestion des crues, et c'est différent. Je crois qu'il va falloir être très sélectif au niveau des digues de protection rapprochée. Ce qu'il convient de protéger, ce sont les zones actuellement bâties (voire densément bâties). C'est ce qui paraît le plus important. définir ces priorités.

DÉBAT

Bernard PICON : “Je remercie Mr Alexis de cet excellent exposé qui nous conduit, dans un avenir proche, aux politiques qui vont essayer de solutionner le problème. Après cet exposé vous savez aujourd’hui ce qui va être dit très officiellement le 03 décembre prochain. Vous êtes dans une position de pistonnés...

Je voudrais qu’on passe au débat ; et puisque c’est ce soir la dernière séance de nos quatre réunions. J’aimerais qu’il y ait, bien sûr, des questions posées aux intervenants, mais aussi si certaines personnes veulent nous dire comment elles ont perçu ces quatre séances, si certains ont des critiques à faire, des améliorations possibles. Si des gens nous disent au fond on n’a pas traité d’un certain nombre de points qu’on aurait aimé voir traiter, sachez qu’avec le DESMID et l’AEEC du Pays d’Arles, on organise régulièrement des conférences, toute l’année. On peut éventuellement réorganiser des réunions sur des points qui vous ont paru non traités ou obscurs....”

Sylvaine Lacan : (Confédération des Riverains du Rhône) “C’est une question à Mr Esposito. Vous parliez tout à l’heure des PPR, et notamment de la réduction de la vulnérabilité. Je crois qu’on en a parlé la semaine dernière. Et j’avais oublié de dire la faiblesse de ces PPR, entre autre, c’est quand même le règlement qui est relativement imprécis voire inexistant et que par conséquent si on veut appliquer les consignes sur les bâtis ou des choses comme ça, il faudrait peut être qu’il y ait des règlements qui méritent...ce titre. Il y a aussi les zones refuges. Certaines personnes ont demandé à construire des zones refuges. Et elles ont eu des refus. On leur a opposé les règlements d’urbanisme qui n’étaient pas forcément compatibles, selon les zones, avec la construction de ces zones refuges. Alors soit on fait abstraction des documents d’urbanisme, on tient compte de la vulnérabilité de ces gens et on décide de la réduire. Soit on n’en tient pas compte et effectivement il faut modifier les règlements et ça devient très compliqué. Cette remarque est destiné à Mr Faye, qui parlait des documents communaux d’information sur les risques majeurs (DICRIM) (issus des documents communaux synthétiques, eux-mêmes issus des documents départementaux sur les risques majeurs), il y a quelque chose quand même qui m’interpelle. Vous auriez dû préciser quel est le taux actuel des DICRIM existants, qui est relativement faible. Il y a une étude même, qui dit que beaucoup d’élus de cette vallée ne savent même pas ce qu’est un DICRIM. Actuellement on considère que le meilleur DICRIM qui soit sur le grand delta, c’est celui de la ville de Nîmes. Les autres ressemblent à des documents touristiques qui vous indiquent les meilleurs lieux de baignade que vous pouvez avoir sur votre secteur, mais pas forcément en terme de vulnérabilité. Donc, il y a sûrement un effort à faire, pour que les Préfets, peut être, imposent aux Maires une méthode, ou du moins une obligation de faire, en ce qui concerne les DICRIM. Et je reviens sur le devoir de s’informer, qui a été évoqué successivement par Mr Alexis et par Mr Faye. Alors devoir de s’informer, c’est gentil. On est tous prêts à s’informer. Encore faudrait-il avoir accès à l’information d’une manière... je dirai normale ; or il y a une rétention d’informations formidable dans tous les services, Mr Alexis, vous le savez, on vous en a déjà sûrement fait part... Nous avons eu beaucoup de mal à avoir accès à l’étude globale. Le peu que nous avons pu voir, ça été sous surveillance étroite ; et encore nous n’avons pas pu accéder à tous les documents. Il est inutile de demander des copies. Et quand on demande une étude hydraulique dans les services de la DDAF, notamment, on devient éminemment suspect. Donc, si vous voulez qu’on s’informe et qu’on agisse de façon responsable, peut être faudrait-il nous donner accès à cette information facilement. En ce qui concerne votre intervention Mr Alexis, vous avez parlé d’effet de surprise de vendredi. Pour nous, l’effet de surprise serait peut être qu’on uniformise enfin l’entretien du Rhône par rapport à ce que font nos voisins suisses.

Alors c'est très rassurant de voir que le Préfet est allé en Suisse récemment parce que nous nous avons eu Mr Tony Arborino, qui est le chef de projet de la troisième rectification du Rhône, et qui nous a dit, à une époque, qu'il avait eu du mal à trouver un interlocuteur attitré pour savoir ce que la France pouvait penser de ce projet de rectification. Alors si on arrive à harmoniser ce qui se fait sur le Rhône suisse avec ce qui est prévu sur le Rhône français, alors ça ce serait un effet de surprise. Parce qu'en Suisse, ils vont recalibrer, ils vont draguer, rectifier, élargir les digues. C'est tout le contraire de ce qui est prévu ici.

En ce qui concerne la consultation des populations, nous avons demandé à assister au comité de pilotage et on nous l'a refusé jusqu'à présent (ce n'est pas fondé règlementairement et je dois le dire). On nous oppose simplement que nous ne sommes pas suffisamment représentatifs de la population. Donc ce que nous demandons c'est que, si refus il y a, et bien qu'il soit basé sur des raisons règlementaires et pas sur des raisons de protocole."

Serge ALEXIS : "Je peux répondre sur plusieurs points. Sur l'information. J'en ai un peu assez qu'on nous accuse de rétention d'information, et notamment sur l'étude globale Rhône. L'étude globale Rhône... on l'a dit, effectivement, que l'Etat s'opposait à la diffusion de cette information. C'est faux, totalement faux, depuis le début. On a simplement demandé que soit assorti à la diffusion de cette étude globale un avertissement. Cet avertissement c'est simplement le suivant, il tient dans un demi page, c'est le fait que les niveaux d'eau annoncés dans le cadre de cette étude globale ne puissent pas être assimilés à des côtes de référence telles qu'elles sont utilisées dans les PPR, pour l'explication suivante : les simulations hydrauliques qui ont été faites, le modèle mathématique qui a été fait, un modèle mathématique pertinent pour simuler des écoulements d'eau, ne permettait pas de donner en tous points des côtes qui pouvaient être interprétées comme des côtes de référence. Deuxième chose. J'ai commandé, en juin 2003, la mise sur support informatique (parce que l'étude globale Rhône, c'est 1,20 m de hauteur de documents), je l'ai commandée à Territoire Rhône ; c'est payé par l'Etat. Territoire Rhône nous annonce qu'il devrait nous la remettre avant la fin de ce mois. L'Etat ne refuse pas de payer. Il y a effectivement un différent sur le financement, mais pas sur cette affaire là. C'est sur l'étude globale, les 20 millions de francs dont j'ai parlé tout à l'heure, où j'ai refusé de payer les factures qui n'étaient pas justifiées ! C'est-à-dire que j'ai un contrôle à effectuer au niveau de l'Etat. Je paye les subventions quand on me présente des factures dûment acceptables. Je n'ai pas accepté un certain nombre de factures... Il y a eu ce différent, c'est vrai mais j'ai différencié justement la commande du support informatique de l'étude globale, du règlement des anciennes factures pour qu'il n'y ait pas ce travers. Je comprends que vous puissiez dire cela, car il y en a qui font courir ce bruit là. Mais je peux vous affirmer aujourd'hui que c'est faux.

Deuxième chose, l'entretien du Rhône. Je crois qu'il faut arrêter de penser que le dragage va solutionner tous les problèmes. On n'est pas contre le dragage. On est pour un entretien normal du Rhône. On a engagé avec la CNR une réflexion, un travail est en cours qui décline l'entretien du Rhône à partir des obligations de la CNR, dans le cadre de sa convention. Mais il y a une chose également que je démens formellement, on n'est pas opposés, par principe au dragage ; pas du tout. Le dragage ce n'est pas la panacée, loin de là. Il peut avoir même des conséquences négatives importantes.

Sur le comité de pilotage, la décision ne dépend pas que de moi, bien sûr, mais je traduis ce qui a été décidé, en comité de pilotage, et ça me paraît raisonnable. J'ai expliqué qu'il y avait un comité de pilotage qui faisait déjà une cinquantaine de personnes. Le comité de pilotage, je l'ai expliqué tout à l'heure, c'était des décideurs. C'est-à-dire des hommes politiques qui ont un mandat, l'Etat qui a un mandat et des gens qui apportent des financements. Cela ne veut pas dire que l'on ne considère pas les autres, mais alors pas du tout. C'est pour cela qu'on a installé, et je vous le dis ça démarre le 1er février, des comités de concertation, où même les associations auront pleinement leur place. Toutes les associations..."

Christophe ESPOSITO : “Premièrement, pour la construction des bâtis, pour la prise en compte dans les PPR inondation, il y a un PPR qui a été lancé dernièrement sur le bassin versant du Loquet, dans l’Aude. C’est le premier PPR qui met en avant des mesures de réduction de la vulnérabilité. Donc c’est quelque chose qui vient de commencer. C’est le premier PPR qui est lancé. On ne sait pas ce que ça va donner. Il n’y a toujours pas eu la phase de concertation et autre... Mais c’est vrai qu’en ce moment on essaye de définir des procédures pour mettre en place des axes sur cette réduction de la vulnérabilité. Mais comme je viens de le dire, il n’y en a qu’un qui a été fait, ça commence, et pour le moment c’est vrai que, dans ceux qui ont été lancés jusqu’à aujourd’hui, il n’y a pas cette prise en compte. Mais par exemple, je travaille en ce moment sur le site de Sommières, pour le bassin versant du moyen Vidourle. Il va y avoir un PPR inondation qui va débuter en début d’année prochaine. J’ai essayé de faire prendre en compte certaines mesures de réduction de la vulnérabilité. Pour réduire la vulnérabilité d’une maison dans le centre de Sommières, j’ai émis l’hypothèse qu’on remplace les portes et fenêtres en bois par des portes et fenêtres en PVC ou en Aluminium. Bon, ça va être refusé, il y a les Architectes des Bâtiments de France qui sont au milieu. Donc là, il va falloir trouver des parades ou des ententes pour pouvoir aller justement dans ce sens là. A chaque cas, vous pourrez toujours me trouver quelque chose qui ne va pas. Donc on essaie de travailler dans ce sens là. C’est vrai qu’on va prendre en compte cette réduction de la vulnérabilité, mais petit à petit...”

Jacques FAYE : “Je voudrais répondre au sujet des documents d’information. Je vous ai dit que le préfet réalise un dossier départemental des risques majeurs et le Maire devait établir un document communal d’information sur les risques. Le décret précise les communes où il doit y avoir un document d’information, et ce ne sont pas toutes les communes de France, là où il y a un plan de prévention des risques, enfin un certain nombre de critères ; ces critères là définissent à peu près 15 000 communes où il doit y avoir un document d’information. Alors ce qu’il faut reconnaître jusque là, c’est vrai, c’est que ce ne sont pas les Maires qui ont établi les documents communaux ce sont les services de l’Etat qui l’ont fait pour le compte du Maire. Mais à ce titre là, on compte, sur les 15 000 communes concernées, plus de 8 000 communes qui ont ce que madame a parlé de document synthétique, mais qui est en fin de compte le dossier qui est établi par le Préfet, à l’intention du Maire et à l’échelle de la commune. Il faut savoir aussi que jusque-là, le Maire n’avait pas beaucoup d’informations supplémentaires à rajouter par rapport aux informations du Préfet. Ce qui change aujourd’hui avec le plan local d’urbanisme. Et toutes les communes n’ont pas un plan local d’urbanisme loin de là. Ce qui change aussi avec le plan communal de sauvegarde. Á partir de maintenant le Maire aura des informations qui lui seront propres et qu’il aura à mettre en oeuvre. Mais on peut dire qu’aujourd’hui, plus d’une commune sur deux a un document communal d’information qu’il ait été établi par les services de l’Etat ou par le Maire au titre de ses pouvoirs de police ou sa compétence Etat, ça ne change pas grand-chose, en fin de compte, vis-à-vis du citoyen. Je voudrais faire une remarque supplémentaire sur PPR et vulnérabilité. Il faut reconnaître que les PPR qui ont été faits jusque là visaient je dirai, non pas à réduire la vulnérabilité, mais à ne pas accroître la vulnérabilité en fin de compte, en ne mettant pas d’enjeux supplémentaires dans les zones à risques. Ce que l’on veut faire aujourd’hui, parce que lorsqu’il y a une catastrophe, évidemment, les biens que l’on n’a pas mis en zone à risque ne sont pas sinistrés, et on ne compte que ceux qui sont sinistrés. D’où la stratégie qu’ont évoquée Mr Alexis et Mr Esposito qui consiste à réduire la vulnérabilité sur les biens existants. Alors, quelquefois il y a des aspects règlementaires, on parlait du problème des portes PVC avec les Architectes des Bâtiments de France par exemple. Il faut voir aussi qu’il y a des aspects règlementaires de procédure : comment assurer la maîtrise d’ouvrage lorsqu’il y a plusieurs propriétaires privés qui sont concernés ? Et bien aujourd’hui, dans le code de l’urbanisme, je vois pas comment je peux créer ça... Quels sont aussi les avantages fiscaux et financiers qui peuvent être donnés à des propriétaires qui s’engagent dans des travaux de réduction de la vulnérabilité ?

Aujourd'hui, je n'en connais pas. Quels sont les avantages qu'on a ? Je dirai la police d'assurance… Il y a toujours la même surprime d'assurance, qu'on ait fait ou pas des travaux de réduction de la vulnérabilité. Et puis il y a aussi des savoir faire qu'on n'a pas. Réduire la vulnérabilité d'une maison en zone sismique, aujourd'hui on ne sait pas faire. Le jour où on saura il faudra aussi l'enseigner dans les écoles d'architecture et d'ingénieurs et que l'artisan du coin sache également le faire. On voit bien que, on parlait de stratégie globale, il y a une stratégie de réduction de la vulnérabilité qui se met en place. Cela pose un certain nombre de problèmes. Le chantier je dirai, est immense. Il n'est pas d'ailleurs spécifique à la France. D'autres pays européens sont sur le même type de démarche. On travaille avec des écoles d'architecture au niveau européen pour voir comment on peut justement initier des travaux de réduction de la vulnérabilité."

Catherine LEVRAUD (Adjointe Maire d'Arles, déléguée à l'écologie urbaine, Conseillère régionale) : "Je voulais pour commencer remercier l'AEEC et tous les intervenants, puisqu'on est autorisé à dire ce que l'on pense de ces réunions, considérant que je pense que, énormément de gens à Arles (et il n'y a pas que des arlésiens ici, des gens qui ont été sinistrés ou qui ont suivi de près la situation) cherchent vraiment à s'informer. Et que vraiment je veux remercier ces quatre réunions qui ont permis quand même de donner une information que je trouve très exhaustive, très complète, très intéressante et très impartiale et on a aussi besoin de ça. Merci beaucoup. Je pense qu'il y a encore des choses à continuer, qu'il y a encore de la demande, hein…, vu l'heure tardive,… il y a encore tout ce monde là, ça veut dire quelque chose aussi. L'éducation à l'environnement et au développement durable ne doit pas concerner que les enfants. Je suis resté un peu sur ma faim. Parce qu'on peut toujours éduquer les enfants, bien d'accord. Mais si un enfant est confronté à des adultes qui font tout le contraire de ce qu'on lui a appris, finalement ce travail est perdu. Cela a été dit aussi, pendant cent ans, il n'y a eu guère de crues. Donc les adultes eux, n'ont pas appris à justement diminuer la vulnérabilité, ils n'ont pas appris les bons gestes et donc ne peuvent pas les apprendre à leurs enfants, et on a beau dire, ce ne sont quand même pas les enfants qui éduquent leurs parents ! Il y a un gros travail à faire dans les foyers au sens large. Evidemment, chacun, à son niveau, doit faire sa part de ce côté là.

Sinon, en tant qu'élue d'Arles, je voulais dire qu'on a quand même besoin que les villes continuent à vivre. Le risque, la prévention du risque, les primes et compagnie c'est indispensable. Et derrière il y a quand même des gens qui veulent habiter, il y a quand même des gens qui veulent faire construire en zone inondable, il y a quand même encore et toujours des personnes qui ne sont pas conscientes du risque et qui pensent qu'on va les tirer d'affaire quoi qu'il arrive et quels que soient les moyens et les besoins. La dernière fois on a eu une dame décédée. J'en suis vraiment désolée. Mais on aurait pu en avoir finalement bien plus. On en est tous conscients. Donc le souci il est que si jamais quelque chose devait se reproduire, tout le monde soit plus attentif, plus armé on va dire… En tant que Conseillère Régionale, je voulais dire que la loi Bachelot ne prévoit pas que les Régions puissent intervenir dans ces questions là, ce qui est peut être une lacune. Les Conseils Régionaux et les Présidents des Conseils Régionaux PACA, Languedoc Roussillon et Rhône Alpes ont décidé de travailler ensemble sur la question des crues. C'est évidemment normal mais, d'une certaine façon, c'est un peu volontariste et c'est un peu dommage…"

Jacques FAYE : "Sur le rôle des Régions, la loi Bachelot ne prévoit rien concernant les inondations. Je rappelle simplement que la formation professionnelle continue des adultes c'est du domaine de compétence des Régions et quand vous parlez que l'éducation n'était pas limitée aux enfants et que cela pouvait aussi se faire au niveau des adultes, voilà un champ sur lequel on pourrait aussi parler de prévention des risques. Ne serait ce déjà au niveau des entreprises elles-mêmes pour savoir à quels risques elles sont exposées et de mettre en place ce qu'on appelle des plans particuliers de mise en sûreté, c'est-à-dire à quels aléas externes je suis exposé et comment j'essaie de réduire la vulnérabilité de ma propre entreprise.

Chose que peuvent faire également les Conseils Régionaux sur les lycées qui sont des établissements scolaires ou, en plus, on va conjuguer l'éducation vis-à-vis de jeunes adultes, faire ce que l'on dit, voir à quelle menace extérieure on est exposé et faire le nécessaire pour réduire au maximum la vulnérabilité des établissements scolaires. Par exemple, le lycée technique d'Alès a été complètement emporté par une inondation y compris les archives. Cela pose quand même un problème sur la logique d'une entreprise et de voir comment on peut réagir. Là où il y a quelque chose qui change aujourd'hui c'est qu'on veut donner une culture du risque qui amène les gens à ne pas dire que ma sécurité c'est le problème des autorités quelles qu'elles soient (Etat, Région,...). On voit qu'on réfléchit aujourd'hui à l'action publique dans ce domaine là mais qu'il reste aussi une action individuelle à mener. Et je pense que la loi Bachelot porte ce changement de prise en compte du risque. C'est l'affaire de tous ! D'ailleurs la loi sécurité civile le dit aussi. La gestion des risques c'est l'action de chacun."

Question dans la salle : "De quelle manière est calculé le débit du Rhône ? Existe-t-il des appareils de mesure performants ?"

Serge ALEXIS : "C'est complexe. C'est pour ça que si il y a aujourd'hui cette révision qui est faite c'est que quand on est amené à se prononcer à chaud sur le débit d'une crue de l'importance de celle que l'on a connue c'est évident que ce n'est pas facile. Surtout lorsque cette crue se manifeste avec des brèches ici ou là qui font qu'il y a des fuites qui se produisent. Il y a quand même des mesures qui sont faites. Il y a l'hydrométrie qui existe, où l'on mesure en permanence les débits des cours d'eau en crue et non en crue ; parce que ce qui importe de connaître ce sont aussi les phénomènes d'étiage et de les apprécier. Donc il y a tout un réseau, sur l'ensemble du territoire national, d'hydrométrie. Effectivement, les mesures pendant la crue sont plus difficiles parce qu'il faut, comme on dit, jauger la crue. On a bien des échelles, des repères mais il faut savoir que la morphologie d'un lit de cours d'eau évolue et que en définitive la même lecture sur la même échelle à des espaces de temps différents ne donne pas le même débit parce que il y a eu des modifications du lit. Il faut donc en permanence jauger. Et pour avoir des courbes bien établies, il faut faire effectuer des jauges aux moments extrêmes et notamment lorsque le cours d'eau est en crue. Voilà. Comment les choses ont été établies ? Il y a des mesures qui ont été faites partout où elles ont pu être faites. D'ailleurs, la CNR a fait un travail remarquable dans ce domaine-là. Et puis ensuite, on compare avec des débits qui ont pu être mesurés en amont, à des endroits fiables, on a les débits également sur l'ensemble des affluents etc.... Donc tous ces éléments, avec des comparaisons historiques, permettent d'avoir une approche de ce débit. Et c'est important d'avoir cette approche de ce débit, je l'ai expliqué tout à l'heure. Il ne faut pas faire un débat de spécialistes en se demandant si c'était 13 000 m^3 ou 11 000 m^3. C'est sans doute moins important que les 13 000 annoncés. Ce qui est surtout important c'est de dire que cette crue n'est pas la crue qui a une chance de se produire tous les 500 ans. Et c'est ça qui est important. Parce que ça veut dire que les protections, la stratégie que l'on doit élaborer, si par exemple on décidait que le niveau de protection que l'on envisage dans notre stratégie c'est la crue centennale ça veut dire que si la crue de décembre 2003 était une crue de retour 70 ans (donc un peu plus faible que la centennale) qu'il faut qu'on se protège à un niveau supérieur à cette crue. Donc c'est important d'avoir cet élément là. Mais de très nombreux spécialistes se sont penchés sur ce débat-là."

Question dans la salle : "Aujourd'hui, quel est le volume du barrage de la retenue d'eau de Vallabrègues ?"

Serge ALEXIS : "Il y a quelques personnes de la CNR dans la salle qui doivent le savoir..."

CNR : "Le volume d'eau de la retenue de Vallabrègues varie facilement en fonction du débit du fleuve. Il est maximum effectivement lorsque le Rhône est en forte crue, parce qu'il y a toute la partie de la Bartelasse qui constitue un volume important et ce volume-là sert à stocker l'eau en crue, quel que soit le niveau en aval du barrage. Ce volume ainsi stocké reste dans la retenue et ne part pas. C'est la pente de la ligne d'eau qui fait le stockage dans la retenue. C'est un stockage naturel, comme il existait avant aménagement, puisque la partie au nord, sur Avignon, n'a pas été modifiée par l'aménagement de Vallabrègues. Et c'est essentiellement dans cette zone là que se situe le volume en crue."

Question dans la salle : "C'est une question au sujet de la construction dans le lit de la Durance de la liaison Est Ouest. En sachant effectivement qu'en 2003, quand le Rhône était en crue, il a gagné un peu sur le lit de la Durance. Il est remonté jusqu'au pont de Rognonas. En sachant d'autre part que le canal du Vigueirat a lui aussi monté. Il est alimenté en partie par des sources venant de la Durance. Donc les sorts de la Durance, du canal du Vigueirat et du Rhône sont étroitement liés. Or, la LEO intervient dans le lit mineur de la Durance. Le premier tronçon est prévu pour traverser deux fois la Durance par un pont. Est-ce qu'il est raisonnable, en sachant ce que l'on sait après les inondations de 2003, d'envisager un tel projet qui, de l'avis d'un bureau d'expert qui s'est penché sur la question à la demande des associations, a considéré que cette construction pourrait avoir, en cas de crue de la Durance, et de façon plus importante en cas de crue simultanée du Rhône, une influence considérable sur les villages des Alpilles, et sur la Ville d'Arles par le biais du canal du Vigueirat. N'est-ce pas raisonnable de revoir un tel projet à la lumière de ce que l'on sait ?"

Serge ALEXIS : "Je crois que malheureusement vous allez avoir la même réponse que celle qu'on vous a faite tout à l'heure. Je n'ai pas une connaissance suffisante du dossier pour pouvoir vous répondre. Comprenez bien qu'on ne peut pas répondre sans connaître le sujet, le dossier dont il est question. J'ai eu connaissance de la LEO sur un aspect particulier qui est la traversée du Rhône, sur lequel j'ai donné un avis."

Question dans la salle : "Jean Pierre Beaux, citoyen arlésien ; je voudrais reprendre la somme d'éloges qu'a formulée Mme Levraud tout à l'heure sur la somme d'informations et de compétences que vous avez réunies pendant ces réunions. Cela me paraît important. Mais aussi, je vais partir rassuré. Car si je vous ai bien compris, une crue à 10 000 m³ environ c'est 70 ans de sécurité à peu près, une crue à 13 000 m³... (réaction des intervenants)... non ce n'est pas tout à fait ça, je plaisante ! Ce que je veux dire, c'est que le rythme des crues depuis 1995 m'inquiète énormément. Je l'avais déjà signalé au cours de réunions et surtout en salle d'honneur de la Mairie, où on ne m'avait pas trop cru. J'avais même lancé l'hypothèse, que je croyais possible mais pas aussi tôt, des 13 000 m³ et qui s'est révélée. Je pense que ça va se répéter dans un cycle beaucoup plus court que ce que l'on ne croit. Voilà pour le premier aspect. Concernant le deuxième, je voudrais avoir des informations sur ce que certains techniciens nous ont dit concernant les travaux de pose de palplanches du côté de Trinquetaille. Ces palplanches se sont arrêtées parce que soit disant, elles s'enfoncent jusqu'à 13 m 50 dans du mou. Or, pour atteindre un substrat dur, il faudrait aller au minimum à 23, 24 mètres. Si j'ai bien compris leurs explications, ces travaux, qui coûtent relativement cher, auront une durée de vie approximative de dix ans ; et si jamais une crue supérieure ou égale à 13 000 m³ se produit, cela risque de ne pas avoir l'effet souhaité. A savoir quand même que c'est à cet endroit là que le Rhône est le plus profond..."

Serge ALEXIS : "Je ne pourrai pas répondre à la dernière question car je ne connais pas le problème, comme je l'ai expliqué tout à l'heure. Par contre je peux quand même préciser deux choses. Sur la fréquence des crues. Certains spécialistes vous diront que le réchauffement de la planète est de nature à accélérer des phénomènes exceptionnels climatiques etc...

C'est des discours que l'on entend. Aujourd'hui il y a encore des débats de spécialistes. Moi je suis un pragmatique, un technicien. Je constate. Et je l'ai dit tout à l'heure, le constat est le suivant : ces dix dernières années, on a constaté les cinq plus grosses crues parmi les neuf plus grandes de ces deux derniers siècles. Ceci dit, et j'ai travaillé sur d'autres cours d'eau que le Rhône, on observe également des phénomènes cycliques, avec des crues rapprochées et puis pendant une longue période, il n' y a plus de grosses crues. Il peut s'agir d'un phénomène comme celui-ci, aussi. La deuxième chose que je voulais préciser, c'est pour ça que je dis toujours un risque sur cent que ça se produise chaque année, je n'aime pas le terme de centennale parce que il y en a qui confondent avec centenaire et ils considèrent que parce qu'il y a eu cette année une crue de type centennale, la prochaine risque de se produire dans un laps de temps proche de cent ans. Or, ce n'est pas du tout ça. Elle a, en fait, une chance sur cent de se produire. Vous savez, vous pouvez gagner au loto deux jours de suite et puis ne pas gagner pendant de très nombreuses années. Et bien c'est un peu pareil avec ces phénomènes là..."

Question dans la salle : "Henri Cérésola, vice président du comité des riverains du Rhône d'Arles et aussi vice président de la confédération des riverains du Rhône qui vous embête un peu Mr Alexis, mais je pense que nous le faisons gentiment. J'ai été très content, en m'adressant à vous tout d'abord, de voir que vous avez bien résumé ce qu'avait dit le Préfet de bassin ; en particulier il avait dit, "je privilégierai plutôt l'humain que l'écologique", en parlant du dragage. Donc ça c'est une chose que j'ai bien entendu et que vous avez redite et je suis très heureux que nous puissions travailler avec vous, non seulement ce mardi mais ensuite. Vous trouverez en face de vous des gens qui sont conscients et qui bien souvent ont été inondés, donc ils savent ce que c'est dans leur chair une inondation et donc prendre les moyens pour le faire. La deuxième question est pour Mr Esposito. Vous nous avez parlé tout à l'heure de stratégie, d'espace... Nous l'avons proposé à notre Maire, pour une étude de retour de crue, mais spécifiquement arlésienne. Que voit-on dans les quartiers sinistrés ? Les gens ont reconstruit, les cuves à mazout sont aux mêmes endroits. Elles n'ont pas été solidifiées ni montées. Des murs ont été montés pour clôturer entièrement les quartiers. Et il n'y a pas eu, de la part des experts, de conseils pour monter un peu les chaudières, de faire en sorte qu'il y ait des trappes de secours, de solidifier les bouteilles de gaz et le bois... J'ai été très content que ce soir vous l'ayez dit mais dans la pratique à l'heure actuelle, où tout le monde, à part malheureusement les cinquante qui sont dans un mobil home dans Arles, personne n'a fait cela et on est revenu à l'état antérieur, avec bien sûr les beaux PVC blancs, bon... je m'occupe de patrimoine aussi, je comprends aussi que c'est important. Mais rien, au point de vue pratique, qui va dans le sens de la prévention. Alors comment voulez vous maintenant, demander à nos citoyens, qui ont tout remis en état, de repartir à zéro et de tout changer ? Je pense que ça peut être simplement adaptable aux prochaines maisons mais pour l'état actuel, si ça recommence, que vont faire les assurances ?"

Christophe ESPOSITO : "C'est vrai que c'est un gros problème. Suite aux analyses de dossiers de sinistres que j'ai réalisées, j'ai été confronté à ce domaine des assurances. J'ai vu des contrats, des tas de contrats qui sont spécifiques les uns aux autres, à telle ou telle maison, à telle ou telle personne où telles ou telles conditions qui sont demandées... Il faut savoir une chose c'est que, lorsqu'il y a un sinistre, les réparations doivent être faites à l'identique. C'est dans le contrat des assurances. C'est vrai que là, je reconnais que, bon... on peut rien y faire. Par contre, je me suis aperçu de certaines choses, au jour d'aujourd'hui... bon je dis qu'on peut rien y faire parce que c'est ce que j'ai constaté. En gros, sur Sommières, je suis allé voir cinq personnes. Sur ces cinq personnes, il y en a quatre qui ont reconstruit à l'identique, parce qu'elles ne savaient pas faire autrement, elles n'ont pas été conseillées ni rien. Il y en a une qui a fait comme elle voulait. Alors je lui ai dit mais la confrontation par rapport aux assurances, qu'est ce qui s'est passé ? Il m'a répondu qu'en gros, il avait dit à son assurance qu'il n'allait pas reconstruire à l'identique parce que le crépis ou les lattes qu'il avait au rez de chaussée,

la prochaine fois qu'elles seront inondées il faudrait encore les changer, tout ça pour récupérer des sous d'un côté, des sous de l'autre... En gros, il y a eu une entente, mais c'est officieux, entre l'assuré et son assurance, du moment qu'il n'y avait pas dépassement, du moment que les factures ont été justifiées, même si c'était pas des travaux conformément à l'article du code des assurances qui dit qu'il faut reconstruire à l'identique. L'assurance a trouvé son compte, l'assuré a trouvé son compte, et à partir de là ça s'est bien passé. Mais j'ai vu cinq personnes, il n'y en a qu'une qui l'a fait. Donc c'est vrai qu'il faut travailler dans ce sens là. Sur les quatre autres qui ont fait leurs réparations, je vais aller leur dire demain, bon ben voilà... il fallait pas faire ça, il faut que vous fassiez ça ! Il y a ces conditions vis-à-vis des assurances et des contrats qui ficellent un peu les personnes. Il y a matière à réflexion."

Jacques FAYE : "Je voudrais juste compléter parce que vous soulevez un vrai question. Je vous disais que l'objectif aujourd'hui c'est de développer des travaux de réduction de la vulnérabilité. L'assurance ne veut pas être le vecteur qui finance les travaux de réduction de la vulnérabilité. Cela voudrait presque dire qu'on attend une catastrophe pour qu'il y ait des travaux sur la réduction de la vulnérabilité... Donc il faut trouver d'autres dispositifs pour engager ces travaux de réduction de la vulnérabilité. Il y a des opérations programmées d'amélioration d'habitat ; on a mis un certains nombre d'EPAH en place. On les a mis en place après les catastrophes, alors que le principe qu'on devrait appliquer et de faire avant la catastrophe, ce qui a permis d'apporter quelques moyens supplémentaires par rapport à l'argent des assurances. Mais l'objectif aujourd'hui c'est de dire, avant qu'il y ait une catastrophe, on sait un certain nombre de travaux qui peuvent être réalisés, mettons les en œuvre. L'exemple de Sommières qui a mis en place des batardeaux, bon il aurait fallu les mettre avant l'inondation mais on voit l'efficacité de ce système là, qui ne coûte pas très cher et qui a sa limite d'efficacité aussi d'ailleurs, mais c'est aussi tout l'aspect économique dans la prévention des risques. Quel est l'investissement que l'on fait pour gagner par rapport à quoi ? Et puis il y a un moment où ça dépasse et là, le système d'assurance vient compléter ce dispositif. Aujourd'hui, il y a une vraie réflexion autour de ça, qui mobilise les problèmes de maîtrise d'ouvrage que j'évoquais tout à l'heure. Quels sont les avantages fiscaux et financiers qui peuvent exister, comme il en existe dans le domaine du patrimoine. Si aujourd'hui vous engagez des travaux dans un secteur sauvegardé, vous avez des avantages fiscaux et des subventions. Est-ce qu'on peut l'imaginer dans le domaine des travaux liés à la réduction de la vulnérabilité ? Est-ce que les entreprises du bâtiment sont formées ? On parlait de la Région, que les lycées professionnels du bâtiment développent aussi des actions de formation initiale ou de formation continue pour les entreprises, pour réaliser ce type de travaux. Il faut bien voir que c'est un ensemble d'actions et que malheureusement c'est le maillon le plus faible qui détermine l'efficacité de cette politique."

Serge Alexis : "Je voudrais rebondir sur la première partie de votre question. Je ne voudrais pas que vous partiez avec l'idée que les choses puissent s'opposer, en fait. Je crois la sécurité et la restauration d'une bonne qualité écologique du Rhône sont deux éléments compatibles. On a engagé, avec la CNR et l'Agence de l'Eau, un programme de restauration hydraulique et écologique du Rhône. On a entamé les travaux sur le Nord et ils doivent se poursuivre sur l'ensemble du Rhône. Rouvrir des launes, rouvrir des espaces qui se ferment c'est faire une restauration hydraulique et écologique mais c'est aussi faciliter le passage des eaux. Donc c'est tout à fait compatible. Et j'assistais à une réunion récemment où on me disait d'arrêter de mettre de l'argent pour l'écologie, il faut le mettre sur le risque. Mais non, les deux sont jouables et les deux sont compatibles. C'est pour ça que le Préfet souhaite aller plus loin. Il réclame d'aller plus loin que l'élaboration d'une stratégie globale de réduction du risque inondation. Il réclame, avec les présidents des Conseils Régionaux, un plan Rhône. C'est-à-dire quelque chose qui aborde complètement les différents aspects, parce que sur le Rhône on parle beaucoup des inondations, et je le comprends c'est très préoccupant, mais il y a d'autres aspects. Le Rhône est navigable. Il y a un enjeu fondamental aujourd'hui c'est d'augmenter la navigation sur le Rhône. Les camions qui seront sur le Rhône, ne seront pas sur la route...

Le Rhône produit quand même 20% de l'énergie électrique française etc... Il y a même un aspect de valorisation économique et touristique. C'est donc l'ensemble de ces aspects qui doivent être abordés et vous verrez que, ils peuvent pour certains d'entre eux, avoir quelques incompatibilités qu'il faut traiter mais la plupart sont compatibles entre eux. C'est une vision globale qu'il faut avoir."

Bernard PICON : "Je suis ravi parce que tout ça va un peu dans le sens de l'intervention que j'ai faite tout à l'heure. Je crois qu'opposer l'humain à l'écologique est une absurdité complète puisque l'écologie c'est pas pour la nature, c'est pour nous ! On a besoin d'une bonne qualité des eaux, nous humains ! Et de dire qu'il faut séparer l'écologie de l'humain... je ne vois pas très bien ce que l'on veut dire par là."

Question dans la salle : "Les intervenants n'ont toujours pas précisé quel est le volume d'eau de la retenue de Vallabrègues..."

Bernard PICON : "Je crois que ce n'est pas la peine de répondre une deuxième fois, on l'a déjà dit, cela dépend de la quantité d'eau qui arrive dans la retenue !..."

Question dans la salle : "À chaque crise du Rhône, on a un débit croissant régulier (5 000, 8 000, 11 000, 13 000 m³ etc...). Les lâchés des barrages EDF ne seraient-ils pas responsables de cette augmentation des débits du Rhône au moment des inondations ?"

Serge Alexis : "C'est un point, je crois, qui sera abordé vendredi. La démonstration va être apportée par la CNR que la gestion de ses ouvrages n'influe en rien sur le débit. Cela me parait évident. Et la CNR pourra vous l'expliquez. L'eau passe, qu'il y ait barrage ou pas..."

Question dans la salle : "J'ai travaillé pendant longtemps dans les stations de pompage qui sont sur le bord du Rhône. Dans le temps, on pompait carrément au bord du Rhône. Maintenant la CNR a fait faire des caissons qui font vingt mètres sur vingt mètres avec des tuyauteries qui vont jusqu'au milieu du Rhône pour pomper l'eau pour les propriétaires. Les arbres s'arrêtent dessus et le Rhône n'est plus nettoyé. Quand la CNR ou VNF je sais plus, l'on fait nettoyer, ils ont dragué et ils l'ont mis dans les ségonnaux. En plus, ils ont planté des palplanches dans le Rhône avec des machins en béton dedans, avec un angle de 15°, à peu près, par rapport à l'axe du Rhône. Désormais, tout ce qui descend du Rhône, c'est partit sur les côté, ça fait des îles et le sable qu'ils ont dragués, ils l'ont mis dans les ségonnaux. Les arbres y ont poussé jusqu'à former un rideau. L'eau ne peut pas filer. En plus, quand on a fait la voie rapide, on n'a pas prévu des passages pour l'eau et on a un barrage de 260 mètres. Est-ce qu'on ne peut pas faire quelque chose ? Quand on voit qu'on a fait un pont à côté pour les paysans qui fait sept mètres de large sur six mètres de hauteur, je me demande pourquoi on ne le fait pas en pilotis. En principe on fait un pont d'une digue à l'autre..."

Serge ALEXIS : "Je ne peux pas répondre mais tel que c'est expliqué je pressens bien qu'il y a un problème mais il faudrait que je connaisse vraiment le site..."

Question dans la salle : "En ce qui concerne le programme de réhabilitation décennal du Rhône court-circuité, il faut quand même peut être préciser que ce programme a déjà cinq ans, qu'il n'a pas beaucoup avancé, et justement je suis contente qu'il y ait des gens de la CNR dans la salle, et que ce qui a été fait sur un secteur que je connais bien qui est Donzère Mondragon s'est traduit essentiellement par des pratiques hygiénistes, pour la bonne raison qu'on est venu couper des ronces dans quelques launes, en se gardant bien de les recalibrer ou de les nettoyer convenablement, et le génie écologique était totalement absent de ces pratiques. Et on a entendu dire après que, étant donné que vous aviez fait un premier passage, le second passage serait à la

charge des communes. C'est une façon comme une autre de gérer le Rhône court-circuité, ou de le réhabiliter, je ne sais pas. En ce qui concerne le problème de la Camargue gardoise, dont personne n'a parlé ce soir, la petite Camargue gardoise va être l'exutoire, sans ouverture sur la mer, des crues du Petit Rhône, du Vidourle et du Vistre réunis. Cette zone, qui semble être sacrifiée pose problème en terme humain et il faudrait peut être qu'on reconsidère la question et qu'on regarde un peu comment on peut faire pour évacuer les eaux et pas transformer cette plaine en polder de rétention..."

Serge Alexis : "Je crois que vous confondez deux choses. Le programme de restauration hydraulique et écologique qui est effectivement un programme conjoint Etat, CNR, Agence de l'Eau et collectivités locales. Il y a cinq sites sur le Rhône qui ont été retenus. Pour l'instant, il n'y a qu'un seul site qui a été traité au titre du programme de restauration hydraulique et écologique, c'est le site du haut Rhône. Sur le site dont vous parlez, il s'agit d'un entretien normal de la CNR. Pour le site du haut Rhône, il y a une convention qui a été signée et les travaux ont été engagés en 2003. La dernière tranche est en cours de réalisation. Voilà, il n'y a qu'un seul site. Ce que vous évoquez, c'est autre chose. Par contre les réflexions sont en cours sur les autres sites. Pour mettre en place ce programme, il y a une concertation avec les collectivités concernées et il y a une structure, sur la base d'une collectivité locale (syndicat mixte par exemple), qui se constitue. Il y a ensuite le programme qui est établi. Dans le cadre de ce programme, des objectifs sont fixés, il y a un débit réservé qui est établi et il y a les travaux qui sont faits. On n'en est pas encore à ce stade là sur le site que vous évoquez. Ce sont des travaux normaux de la CNR, je pense..."

Roland Roux (Président de l'AEEC du Pays d'Arles) : "On n'épuisera malheureusement pas toutes les questions ce soir. Le temps nous manque. Je crois qu'on va arrêter là, il faut que nous rendions la salle... Il me reste à vous remercier, à vous donner rendez vous dans d'autres séances. Merci à tous, merci beaucoup."

Fin du cycle

ANNEXES

Liste des intervenants et auteurs des contributions écrites

Références bibliographiques

Sites internet

LISTE DES INTERVENANTS ET AUTEURS DES CONTRIBUTIONS ÉCRITES

Serge ALEXIS	*Directeur de la DIREN Délégué du bassin Rhône -Méditerranée DIREN de BASSIN*
Paul ALLARD	*Professeur d'histoire Université de la Méditerranée DESMID UMR 6012 espace*
Cécile ALLINNE	*Doctorante Université Aix-Marseille I*
Martin ARNOULD	*Chargé de programme "Rivières vivantes" W.W.F.*
Gisèle BALME	*Directrice de l'Urbanisme Ville d'Arles*
Henri CERESOLA	*Président des Amis du Vieil Arles*
Philippe CHAUVELON	*Chargé de recherche en hydrologie Tour du Valat*
Chantal DAUPHIN	*Chargée de mission "Education-culture du risque" Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable*
Christophe ESPOSITO	*Ingénieur T.P.E Centre d'Etudes Techniques de l'Equipement.*
Jacques FAYE	*Architecte urbaniste en chef de l'Etat responsable du bureau de l'information Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable, sous direction de la prévention des risques majeurs*
Chantal GIL	*Avocate spécialiste en droit public SELARL GIL-CROS*
Luc JORDA	*Directeur Départemental du Service d'Incendie et de Secours des Bouches du Rhône*
Stéphane MARCHE	*Chargé de mission "eau et milieux aquatiques" Parc Naturel Régional de Camargue*
Marcel MASSON	*Expert en environnement et risques naturels Ex-CETE Méditerranée*
Gérard METGE	*Docteur Université Aix-Marseille III*
Georges OLIVARI	*Hydrobiologiste Directeur de la Maison Régionale de l'Eau*
Georges PICHARD	*Professeur agrégé Docteur en histoire*
Bernard PICON	*Sociologue Directeur de recherche CNRS DESMID*
Philippe POULIQUEN	*Directeur du Développement et de l'Aménagement du Territoire - Ville d'Arles*
Mireille PROVANSAL	*Professeur Université Aix-Marseille I CNRS CEREGE*
Alain ROMAC	*Directeur du SYMADREM*
Emeline ROUCAUTE	*Doctorante Université Aix-Marseille I*
Rémi VENTURE	*Vice-président des Amis du Vieil Arles*

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ALEXANDRE Pierre, “Le climat en Europe au Moyen Age. Contribution à l’histoire des variations climatiques de 1000 à 1425 d’après les sources narratives de l’Europe occidentales”, Paris, éd. de l’EHESS, 1987.

ALLARD P, PAILHES S. (1995). Perception et gestion du risque d’inondation. L’exemple de la Camargue dans la première moitié du XIX^e^ siècle. In les conflits pour l’eau dans l’Europe Méditerranéenne. Les Treilles, 3 au 9 octobre 1995.

ALLARD P. (1997). Contribution à l’histoire de la notion de risque. Les inondations du Rhône en terre arlésienne au temps de la révolution et du premier empire. Mélanges Vovelle.

ALLARD P. (2000). Eléments pour une problématique de l’histoire du risque. Du risque accepté au risque maîtrisé. Représentations et gestion du risque d’inondation en Camargue, XVIII^e^ XIX^e^ siècles. HDR, Université d’Aix-Marseille II. 200p.

ALLARD, P., PAILHES, S., MEJEAN, A., (1998), Perception et gestion du risque inondation : l’exemple de la Camargue. In : régulation de l’eau en milieu méditerranéen, risques et tensions. Territoires en mutation. Montpellier : Université Paul Valéry.

ALLINNE *ET AL.* 2003 : ALLINNE (C.), BORGARD (P.), PITON (J.) — Arles (Bouches-du-Rhône). Ile-des-Sables. Sondage. *Bilan Scientifique du SRA PACA*, 2003, p. 104-105.

ANDRIEU-PONEL *ET AL.* 2000 : ANDRIEU-PONEL (V.), PONEL (P.), BRUNETON (H.), LEVEAU (P.), BEAULIEU (de) (J.-L.) — Palaeoenvironments and cultural landscapes of the last 2000 years reconstructed from pollen and Coleopteran records in the Lower Rhône Valley, southern France. *The Holocene*, 10, fasc.3, 2000, p. 341-355.

ANTONELLI C., 2002, *Flux sédimentaires et morphogenèse récente dans le chenal du Rhône aval*. Thèse de l’Université de Provence, Aix-en-Provence, 279 p.

ANTONELLI C., PROVANSAL M., VELLA C., 2003- Recent morphological channel changes in a deltaïc environment. The case of the Rhône river, France. *Geomorphology*

ANTONELLI, C. PROVANSAL, M.; FLEURY, J.; PICHARD, G. (2004), "Analyse de l’évolution séculaire du lit du Rhône à Arles à partir de l’analyse d’image. Implications géomorphologiques et paléohydrologiques" in *Méditerranée*, 2004, 1-2, *Géosystèmes montagnards et méditerranéens. Un mélange offert à Maurice Jorda*, p. 135-142.

ARCELIN 2000 : ARCELIN (P.) — Arles protohistorique, agglomération et structuration urbaine. *In* : BAUDAT (M.) ed. — *Espace et urbanisme d’Arles des origines à nos jours*. Arles : Groupe Archéologique Arlésien, 2000, p. 8-23.

ARNAUD François, “Notice historique sur les torrents de la vallée de l’Ubaye”, Paris, Imprimerie Nationale, 1895.

ARNAUD-FASSETTA 1998 : ARNAUD-FASSETTA (G.) — *Dynamiques fluviales holocènes dans le delta du Rhône*. Thèse de géographie physique, Université d’Aix-Marseille I, 1998, 329 p.

ARNAUD-FASSETTA *ET AL.* A PARAITRE : ARNAUD-FASSETTA (G.), BEAUDOIN (C.), BRUNETON (H.), BERGER (J.-F.), PROVANSAL (M.) — A ~8000-yr Record of Paleohydrology and Environmental Change in Fluvial-influenced Sediments from Urban Arles-Piton Core, North Rhône Delta, France. *The Holocene, à paraître*.

ARNAUD-FASSETTA Gilles, “Dynamiques fluviales holocènes dans le delta du Rhône”, Thèse de doctorat de Géographie, Aix-Marseille I, 1998.

ARNAUD-FASSETTA Gilles, “Quatre mille ans d’histoire hydrologique dans le delta du Rhône, de l’âge du bronze au siècle du nucléaire”, Paris, P.R.O.D.I.G., 2000.

ARNAUD-FASSETTA, Gilles (2000), *Quatre Mille Ans d'Histoire Hydrologique dans le Delta du Rhône. De l'âge de bronze au siècle du nucléaire*, Graphigéo, Coll. Mémoires et documents de l'UMR PRODIG, 2000-11, Paris, 229 p.

BADRI A., GIUDICELLI J. & PREVOST G. 1987 – Acta Oecologica. Generalis.4 (8) : Effets d'une crue sur la communauté d'invertébrés benthiques d'une rivière méditerranéenne, le Rdat (Maroc).

BADRI A., Thèse 1993 : Influence des crues sur les écosystèmes lothiques du Haut Atlas.

BAILLY Robert, "Avignon hors les murs", Avignon, impr. F. Orta, 1967.

BCEOM. (2001). *Modélisation hydraulique du delta*. Territoire Rhône. 184p.

BECK U., (2001), *La société du risque,* Aubier, 520p.

BENASSAR Bartolomé (dir.), "Les catastrophes naturelles dans l'Europe médiévale et moderne. Actes des XVème Journées Internationales de l'Abbaye de Flaran [Flaran, 10-12 septembre 1993], Toulouse, Presses universitaires du Mirail, 1996.

BENELLI Gino, "Le climat d'Arles sur Rhône", D.E.S. : mémoire complémentaire de Géographie, Aix-Marseille I, 1964.

BETHÉMONT J, RIVIÈRE-HONEGGER A. (1998*). Les inondations en Camargue d'oct. 93 et de janv. 94*. Territoires et mutations. Revue de l'UPRESA.

BETHEMONT J. (1972). Le thème de l'eau dans la vallée du Rhône. Essai sur la genèse d'un espace hydraulique. 641p.

BONFILS-BEDOS V. (1997). Mémoire de DESS : *Responsabilités et inondations ; l'exemple des digues du Rhône de Camargue.* Université d'Aix-Marseille III. Aix en Provence.

BRAVARD J.-P. (1989) – La métamorphose des rivières des Alpes françaises à la fin du Moyen Age et à l'Epoque Moderne. *Revue de Géographie de l'Est*, 25, 145-157.

BRAVARD J.P. ET PETIT F. (1997) – *Les cours d'eau, dynamique du système fluvial,* Armand Collin, collection U, 239 pages.

BRAVARD Jean-Paul, "Approches du changement fluvial dans le bassin du Rhône (XIVème-XIXème siècles), dans BECK Corinne, DELORT Robert (dir.), "Pour une histoire de l'environnement. Actes du Programme scientifique et du colloque du CNRS sur l'histoire de l'environnement et des phénomènes naturels [mars 1991]", Paris, CNRS, 1993.

BRAVARD JP. (SS la dir.).(2000). Les régions françaises face aux extrêmes hydrologiques. SEDES.286p.

Bravard J-P., PEIRY J-L. (1993) – La disparition du tressage fluvial dans les Alpes françaises sous l'effet de l'aménagement des cours d'eau (19-20^{e} siècle). *Z. Geomorph. N.F.*, 88, 67-79 (2001) – Assessement of channel changes due to long-term bedload supply decrease, Roubion River, France. *Geomorphology*, 36, 167-186.

BRUNETON 1999 : BRUNETON (H.) — *Evolution holocène d'un hydrosystème nord-méditerranéen et de son environnement géomorphologique*. Thèse de géographie physique, Université d'Aix-Marseille I, 1999, 363 p.

BRUNETON *ET AL.* 2001 : BRUNETON (H.), ARNAUD-FASSETTA (G.), PROVANSAL (M.), SISTACH (D.) — Geomorphological evidence for fluvial change during the Roman period in the lower Rhone valley (southern France). *Catena*, 45, 2001, p. 287-312.

CAHIERS SAVOISIENS DE GEOGRAPHIE. (2000). La géographie des risques dits naturels, entre géographie fondamentale et géographie appliquée. CISM. l15p.

CAMUFFO D., ENZI, S. (1996), "The Analysis of Two Bi-Millenial Series. Tiber and Po River Floods" in JONES, Ph. D; BRADLEY, R.S.; JOUZEL, J. (éd), *Climatic Variations and Forcing Mechanisms of the Last 2000 Years,* Springer Verlag Berlin, 1996

CARRU Dominique, "Les inondations du Rhône à Avignon. Quelques indices archéologiques pour l'Antiquité et le Moyen Age", dans MAZET Jean, "Avignon, les inondations", Avignon, Les Amis du Palais du Roure, 1996, pp.3-13.

Cartographie des zones inondables – Approche hydrogéomorphologique – METT / MEDD – Editions Villes et Territoires – 1996.

CAZAUBON A. & BADRI A. – Ecologia Mediterranea XX : Influence des variations hydrodynamiques de l'oued Tensift (Maroc) sur les peuplements de Diatomées.

CEMAGREF, 2004. Le ralentissement dynamique pour la prévention des inondations. Guide des aménagements associant l'épandage des crues dans le lit majeur et leur écrêtement dans de petits ouvrages. 129p.

CHAMPION Maurice, "Les inondations en France depuis le VIème siècle jusqu'à nos jours : recherches et documents contenant les relations contemporaines, les actes administratifs, les pièces officielles, etc… de toutes les époques", 6 vol., Paris, V. Dalmont, 1858-1864.

CHAMPION, Maurice (1858-1864), *Les inondations en France du Vie siècle à nos jours*, Paris, Dunod 1858-1864. 6 vol.

CHAVE S. (2003) - *Elaboration d'une méthode intégrée du diagnostic du risque hydrologique,* thèse de doctorat, université de Provence, Aix-en-Provence, 284 pages.

CLAEYS-MEKDADE C. (2000). Les conflits d'aménagement : rapport à la "nature" et rapports sociaux. La Camargue, un cas révélateur. Thèse de sociologie, Université de Provence, Aix-en-Provence.

CLAEYS-MEKDADE C. (2001). Une crise "socio-hydraulique" : prise de parole "citoyenne" in environnement et société. p.23 à 32.

CLAEYS-MEKDADE C. (2003), *Le lien politique à l'épreuve de l'environnement. Expériences camarguaises*, Peter Lang, P.I.E., Bruxelles, 240p.

Compagnie Nationale du Rhône, 2003. Crue de décembre 2003, Synthèse météo-hydrologique. 4 pages.

CONSEIL GENERAL DES PONTS ET CHAUSSEES. (1999). *Rapport sur la gestion de l'eau en Camargue ; la gestion courante de l'eau dans l'Ile*. Ministère de l'Aménagement du Territoire. 34p.

COQUE R., 1993, "Géomorphologie", Edition A. Colin, Paris, 503 p.

CORSAND L. (2001). Mémoire de DEA : De la gestion du risque inondation en Camargue à l'identité camarguaise. DESMID, Université de Provence. Aix Marseille. 70p.

CORSAND Leslie Maurice, "De la gestion du risque-inondation en Camargue à l'identité camarguaise", Mémoire de D.E.A. de géographie, Aix-Marseille I, 2001.

COSANDEY C. ET ROBINSON M. (2000) – *Hydrologie continentale,* Armand Collin, collection U Géographie, Paris, 360 pages.

DAUPHINE A. (2001). Risques et catastrophes. Ed Armand Colin. 264p.

DDE des Bouches-du-Rhône. (1996). *Prescriptions applicables en zones inondables.*

DDE, SERVICE DE LA NAVIGATION RHONE-SAONE. (Juin 1996). Digues du delta du Rhône.70p.

Etiages et Crues extrêmes régionaux en Europe. Perspectives historiques, Colloque d'Hydrotechnique, 175e session du Comité Scientifique et Technique Lyon 28-29 janvier 2004, Société hydrotechnique de France, Paris, 2004, p. 63-72.

FUSTER, "Des changements dans le climat de la France. Histoire de ses révolutions météorologiques", Paris, Capelle, 1845.

GANIERE Sylvain, "Notes historiques sur les inondations d'Avignon", Avignon, impr. Rullière frères, 1936.

GAUME E., PAYRASTE O., ROSA DA SILVA B. (2003) - *Analyse hydrologique des crues des 8 et 9 septembre 2002*, rapport, Cereve, Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable, 95 pages.

GIUDICELLI Jean : Rapport sur les conséquences de 1992 sur l'Ouvèze sur le fonctionnement des milieux aquatiques.

GOUVERNET 1960 : GOUVERNET (C.) — Evolution géologique des relations bas Rhône-basse Durance pendant les temps pliocènes et quaternaires. *Annales de la Faculté des Sciences de Marseille*, série II, t. XXIX 1, 1960, p. 273-279.

GUILBERT Xavier, "Les crues de la Durance depuis le XIVème siècle. Fréquence, périodicité, essai d'interprétation paléoclimatique", Mémoire de maîtrise de Géographie, Aix-Marseille I, 1994.

HEIJMANS 2004 : HEIJMANS (M.) — *Arles durant l'Antiquité tardive. De la* duplex Arelas *à l'*urbs genesii. Rome : Ecole Française de Rome, 2004, 446 p. (Collection de l'Ecole Française de Rome, 324)

HORIZONS (1996) *Etude hydraulique de la plaine de Camargue*. Direction des services techniques de la ville d'Arles.

HUET P., MARTIN X., PRIME J.L., FOIN P, LAURAIN C, CANNARD P. (2003) - *Retour d'expérience des crues de septembre 2002 dans les départements du Gard, de l'Hérault, du Vaucluse, des Bouches-du-Rhône, de l'Ardèche et de la Drôme*, Conseil Général des Ponts et Chaussées, Inspection Générale de l'Environnement, Inspection Générale de l'Administration, Conseil Général du Génie Rural des Eaux et des Forêts, 130 pages.

HUET, P., MARTIN, X., PRIME, J.L., FOIN, P., LAURAIN, C., CANNARD, P., 2004. Retour d'expérience des crues de septembre 2002 dans les départements du Gard, de l'Hérault, du Vaucluse, des Bouches du Rhône, de l'Ardèche et de la Drôme. Rapport consolidé après phase contradictoire. Inspection générale de l'Administration, Conseil Général des Ponts et Chaussées, Conseil Général du Génie Rural des Eaux et des Forêts, Inspection Générale de l'Environnement. 130 pages.

ISNARD Z., "Le cataclysme de Bayons en 1492", dans "Bulletin de la Société Scientifique et Littéraire des Basses-Alpes", t. III, 1887-1888, p. 44.

JONES, Ph.D. OGILVIE, A.E.J.; DAVIES, T.D. et BRIFFA, K.R. (éd.) (2001) *History and Climate, Memories of the Future ?* Kluwer Academic, New-York, 2001, 295 p.

JORDA Christophe, **MOLINA Nathalie**, "Manifestations du Petit Age Glaciaire en Basse-Durance : la fouille de l'abbaye de Silvacane (La Roque-d'Anthéron, Bouches-du-Rhône), dans Méditerranée, n°1-2, 2004, pp. 55-60.

JORDA Maurice, "La torrentialité holocène des Alpes françaises du sud : facteurs anthropiques et paramètres naturels de son évolution", dans "Cahiers ligures de préhistoire et de protohistoire", nouvelle série, n°2, 1985, pp. 49-70.

L'HOMER *ET AL.* 1981 : L'HOMER (A.), BAZILE (A.), THOMMERET (J.), THOMMERET (Y.) — Principales étapes de l'édification du delta du Rhône de 7000 BP à nos jours ; variations du niveau marin. *Oceanis*, 7, 4, 1981, p. 203-233.

LAMB Hubert H., "Climate : present, past and future", 2 vol., London, Mathuen, 1972-1977.

LANDURÉ, PASQUALINI 2004 : LANDURE (C.), PASQUALINI (M.) dir. — Delta du Rhône. Camargue antique et médiévale. *Bulletin Archéologique de Provence*, suppl. 2. Arles : Editions de l'A.P.A., 2004.

LAUBENHEIMER 1998 : LAUBENHEIMER (F.) — L'eau et les amphores. Les systèmes d'assainissement en Gaule romaine. *In* : PESAVENTO MATTIOLI (S.) dir. — *Bonifiche e drenaggi con anfore in epoca romana : aspetti tecnici e topografici*. Modène : Franco Cosimo Panini, 1998, p. 47-70.

LE ROY LADURIE Emmanuel, "Histoire du climat depuis l'an mil", Paris, Flammarion, 1967.

LE ROY LADURIE Emmanuel, "Histoire humaine et comparée du climat. Canicules et glaciers. XIIIème-XVIIIème siècles", Paris, éd. Fayard, 2004.

LE ROY LADURIE, **Emmanuel** (2004), Histoire humaine et comparée du Climat, Canicules et Glaciers XIIIe-XVIIIe siècles Fayard, Paris, 2004, 760 p.

LEVEAU 2004 : LEVEAU (P.) — La cité romaine d'Arles et le Rhône. La romanisation d'un espace deltaïque. *American Journal of Archaeology*, 108, 2004, p. 349-375.

LUNARDI 1998 : LUNARDI (P.) — Significato e obiettivi del consolidamento dei suoli oggi e nell'Antichità. *In* : PESAVENTO MATTIOLI (S.) dir. — *Bonifiche e drenaggi con anfore in epoca romana : aspetti tecnici e topografici*. Modène : Franco Cosimo Panini, 1998, p. 37-46.

MEJEAN A, (1996), Utilisation politique d'une catastrophe : le voyage de Napoléon III en Provence durant la grande crue de 1856, Revue Historique 597, Janvier-mars 1996

MERIAUX P, ROYET P, FOLTON C. (2001). Guide pratique à l'usage des propriétaires et des gestionnaires. Surveillance, entretien et diagnostic. Des digues de protection contre les inondations. CEMAGREF, Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement. 191p.

MINISTERE DE L'AGRICULTURE. (1995). Les groupements d'hydraulique agricole des Bouches-du-Rhône. Irrigation du Rhône 57p. Assainissement en Camargue 45p.

MIRAMONT C. ET GUILBERT X., 1997, Variations historiques de la fréquence des crues et évolution de la morphogenèse fluviale en Moyenne Durance, *Géomorphologie*, 4.

MIRAMONT Cécile, "Morphogénèse, activité érosive et détritisme alluvial holocènes dans le bassin de la Moyenne Durance (Alpes françaises du Sud)", Thèse de doctorat de Géographie Physique, Université Aix-Marseille 1, 1998.

MOUGIN Pierre, "La restauration des Alpes", Paris, Imprimerie Nationale, 1931.

NEPPEL, L., BOUVIER, C., DESBORDES, M. & F. VINET, 2003. Sur l'origine de l'augmentation apparente des inondations en région méditerranéenne. Rev. Sci. Eau / J. Water Sci. 16(4): 475-494

OOMKENS 1970 : OOMKENS (E.) — Depositional sequences and sand distribution in the postglacial Rhône delta complex. *In*: MORGAN (J.P.) (ed.) — *Deltaic Sedimentation: Modern and Ancient*. Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, Special Publication 15, 1970, p. 198-212.

PAILHES S. (1999). La perception des inondations dans une civilisation de delta : l'exemple de la Camargue. In Les inondations 1997-1998. Ecole Nationale du génie rural des eaux et des forêts. ENGREFF. p9 à 11.

PARDE M. (1925). Le régime du Rhône, étude hydrologique. 2 Vol. Université de Lyon.

PARDE Maurice, "Le régime du Rhône : étude hydrologique", 2 vol., Lyon, éd. Masson, 1925.

PELOSATO A. (1997). Le Rhône et ses crues. Coll Technique. l15p

PELOSATO Alain, “Le Rhône et ses crues”, coll. Technique, Pantin, éd. Naturellement, 1997.

PHILIPPOT J. (1995). La Camargue. Protection et développement d’un delta. Ed Mourre, CRDP.74p.

PICHARD G. (1995) – Les crues sur le bas Rhône de 1500 à nos jours. Pour une histoire hydro-climatique. *Méditerranée*, 3-4, 105-116

PICHARD G. (1995). Les crues sur le Bas Rhône de 1500 à nos jours. Pour une histoire hydroclimatique. In: Revue géographique des pays méditerranéens N°3A. p105-115. Aix en Provence, Université de Provence.

PICHARD Georges (1999), *Espaces et Nature en Provence. L’Environnement rural (1540-1789*), Thèse Histoire, Université de Provence, Aix-Marseille I., 4 vol., 1800 p. (multigraphiée)

PICHARD Georges, “Les crues sur le Bas Rhône de 1500 à nos jours. Pour une histoire hydro-climatique”, dans Méditerranée, n°3-4, 1995, pp. 105-116.

PICHARD, Georges (1995) “Les crues sur le bas Rhône de 1500 à nos jours. Pour une histoire hydro-climatique” dans *Méditerranée*, 1995, tome 82, 3-4, p. 105-116.

PICON B. (1988). L’espace et le temps en Camargue. Actes Sud Arcane.342p.

Plan d’occupation des sols de la commune d’Arles (révision du 20/11/2001). 2.1- Rapport de présentation. 2.2- Règlement

PLAN DE PREVENTION DES RISQUES NATURELS (PPR) – Risques d’inondation – Guide méthodologique, MEDD, METL, La Documentation française, Paris, 1999.

PREVOT G. & R.- Annls Limnol. 22 (1) 1986 : Impact d’une crue sur la communauté d’invertébrés de la moyenne Durance. Rôle de la dérive dans la reconstitution du peuplement du chenal principal.

PROVANSAL M. (ss la dir.).(1993). La Camargue et le Rhône, hommes et milieux. Revue géographique des pays méditerranéens.110p.

PROVANSAL M., BRUNETON H., VELLA C., ARNAUD-FASSETTA G., BALLAIS J.L., LEVEAU PH., 2002, Paléo-hydrologie holocène dans la basse vallée du Rhône, d’Orange à la mer in *Les fleuves ont une histoire, paléoenvironnement des rivières et des lacs français depuis 15000 ans*", ed. Errance, sous la dir. JP Bravard et M. Magny, pp. 251-259.

QUIQUERAN DE BEAUJEU Pierre (de), “La Provence louée (traduitz du latin par F. de Claret)”, Lyon, librairie R. Reynaud, 1614.

RAPPORT AU MINISTRE DE L’ENVIRONNEMENT. (1994). Mission interministérielle sur les inondations de la vallée du Rhône en aval de Lyon d’octobre 1993 et de janvier 1994. Première partie : *Inondations en Camargue*. 41 p.

RJVIERE-HONEGGER A, VIANET R. (1995*). Inondations en Camargue 1993-1994.* Bulletin de la société Languedocienne de géographie. 23p.

ROSSIAUD Jacques (1994) *Réalités et Imaginaire d’un Fleuve. Recherches sur le Rhône Médiéval*, Mémoire de synthèse, 2, Reconstitution d’objet II. Chronologies: climats, épidémies; guerres, subsistances (circa 1350-circa 1550), vol. 1

ROSSIAUD Jacques, “Avignon et le Rhône à la fin du Moyen Age”, dans Annuaire de la Société des Amis du Palais des Papes, 1976, pp.65-68.

ROSSIAUD Jacques, “Réalités et imaginaire d’un fleuve : recherches sur le Rhône médiéval”, 7 vol., thèse d’Etat en Lettres, Paris I, 1994.

SAFEGE. (2000). *Synthèse hydrologique*. Territoire-Rhône.40p.

SAFEGE-CETIIS. (2000). Rapport d'étude : *Modélisations hydrauliques de la rupture de la digue du Rhône au droit de mas Thibert et Salin-de-Giraud*. DDE des Bouches du Rhône.13p.

SCHUMM S.A. (1997) – The fluvial system, John Wiley and Sons, New York, 338 pages.

SCLAFERT Thérèse, "Cultures en Haute-Provence. Déboisements et pâturages au Moyen Age", Paris, S.E.V.P.E.N., 1959.

SINTES 1996 : SINTES (C.) — Le cirque romain. *In* : SINTES (C.) dir. — *Musée de l'Arles antique*. Arles : Actes Sud, 1996, p. 76-79.

STOUFF Louis, "Arles et le Rhône à la fin du Moyen Age, les levées et le port", dans Provence Historique, tome XXXII, fascicule 127, janvier-mars 1982, pp. 15-36.

STOUFF Louis, "Arles et le Rhône à la fin du Moyen-Age", Aix-en-Provence, Publications de l'Université de Provence, 1986.

SUANEZ S., PROSPER-LAGET V., PROVANSAL M. (1997) - Variations relatives du niveau marin dans le delta du Rhône et à Marseille – Implications climatiques et/ou tectoniques. *C.R. Acad. Sci. Paris*, 324, série II a, 639-646.

SYMADREM. (2001). Rapport de la visite des digues. 40p.

TERRITOIRE RHONE, 2003. Propositions préalables à la définition d'une stratégie globale de réduction des risques dus aux crues du Rhône. Etude globale pour une stratégie de réduction des risques dus aux crues du Rhône, Etude confiée par l'établissement public TERRITOIRE RHONE au cabinet HYDRATEC, 96 pages.

THOURET, D'ERCOLE 1996 : THOURET (J.-C.), D'ERCOLE (R.) — Vulnérabilité aux risques naturels en milieu urbain : effets, facteurs et réponses sociales. *Cahiers des Sciences Humaines*, 96-2, 1996, p. 407-422.

VECCHIONE 1990 : VECCHIONE (M.) — Arles, l'Ile-des-Sables. Habitat antique et aménagement de berge. *Notes d'information et de liaison de la Direction des Antiquités de PACA*, 7, 1990, p. 75-76.

VELLA 1999 : VELLA (C.) — *Perception et évaluation de la mobilité du littoral holocène sur la marge orientale du delta du Rhône*. Thèse de 3ème cycle en géographie physique, Université Aix-Marseille 1, 1999, 225 p

VIANET R. (1994). *Inondations de la Camargue en janvier 1994. Comparaison avec les évènements du mois d'octobre 1993. Synthèse*. Parc Naturel Régional de Camargue.

WASSON J.G., MALAVOI J.R., MARIDET L., SOUCHON Y., PAULIN L. 1995 – Cemagref : Impacts écologiques de la chenalisation des rivières.

SITES INTERNET

http://www.eau-rhone-mediterranée-corse.environnement.gouv.fr

http://www.paca.environnement.gouv.fr

http://www.cemagref,fr

http://www.cnr.tm.fr

http://www.legifrance.gouv.fr

http://www.environnement.gouv.fr

http://www.eptb-rhone.fr

http://wwwcubitus.senat.fr/index.html

http://www.cnr.tm.fr/fr/index.htm

http://www.gard.equipement.gouv.fr/habitat_logement_ville_deplacement_transports/Logement/Sinistr%C3%A9s/FicheInondation_A3_PM7.pdf

TABLE DES FIGURES

Géomorphologie des plaines d'Arles. 18
Topographie de la plaine dans l'Antiquité. 20
Topographie du site d'Arles dans l'Antiquité. 21
Système de gestion des zones humides à Arles à l'époque romaine. 23
Courbe des écarts de température par rapport à la moyenne des années 28
La fréquence des crues du Tibre à Rome et du Pô dans tout son cours. 29
Crues du Rhône 41
Répartition des crues par mois et par saisons 42
Les différents repères du zéro des nivellements (XVX^e XXI^e) 43
Repères et échelles du Rhône à Arles 43
Vue de la ville d'Arles. 46
Plan du port d'Arles, de l'embarcadère et des escaliers de la porte des Châtaignes 47
Détail de l'échelle hydraulique des grands abaissements et débordements des eaux du Rhône 50
Rhônomètre. 60
Décret 9238, daté du 13 mai 1813 (Extrait) 65
Décret 9238, daté du 13 mai 1813 (Extrait) 68
La Camargue pendant l'inondation du Rhône de 1856 74
Jeunes filles d'Arles venant complimenter, en langue provençale, S.M l'Impératrice 77
Médaillon offert au Maire d'Arles pour être vendu au profit des inondés Recto symbolisant le Rhône qui apporte ses richesses aux riverains. 84
Médaillon offert au Maire d'Arles, verso, épisodes dramatiques de l'inondation de 1840. 85
Champ d'inondation du Rhône de Tarascon Beaucaire à la mer 87
Arrivée de Napoléon III, en 1856, pendant les inondations. 88
Tarascon transformé en un triste lac et visité par Napoléon III lui-même 89
Groupe d'inondés attendant une barque à Arles 90
Plan de la ville d'Arles, 1928 96
Les divisions de l'Hydrologie. 102
Genèse des écoulements de crue à partir d'Aires Contributives Saturées 104
Exemple d'un ruissellement de versant réinfiltré plus tard 105
Formation des écoulements de crue dans les petits bassins versant du mont Lozère. 106
Découpage du cours d'eau en ses différentes zones. 108
Données pluviométriques de sites particuliers -Source : Météo France 110
Cumul des précipitations des 8 et 9 septembre 2002 111
Quelques valeurs de débits de septembre 2002 111
Débits du Rhône depuis 1500 115
Réduction de la largeur du chenal actif depuis 150 ans 118
Approfondissement du chenal au cours du XX^e siècle 119
Débits du Rhône et des principaux affluents méditerranéens lors de la crue de septembre 2002 125
Débits horaires des principaux affluents cévenols lors de la crue de décembre 2003 127
Débits horaires du Rhône lors de la crue de décembre 2003 127
Niveau marin moyen horaire (m NGF) aux Saintes Maries de la Mer, chenal de la Fourcade 128
Les Biocénoses. 138
Les milieux aquatiques 139
Rivière de piémont au Maroc. 141
Richesse et densité des peuplements d'invertébrés aquatiques sur l'axe principal et sur un bras secondaire dans la Durance en crues. 142
Les zones inondables du Rhône (Villes d'Arles) 147
Urbanisation de l'agglomération (Ville d'Arles). 151
Extension des zones urbanisables et urbanisées après 1980 152
Les zones inondables du Rhône (Révision du POS 2001) (Villes d'Arles) 154
Révision du POS. Mesures liées aux zones inondables 157
Contraintes liées à par (Ville d'Arles, atelier urbanisme). 160
Atelier de battage devant un puits 165
Grillage et géotextile 166
Représentation des écoulements uniformes, variés. 175
Schéma de l'écoulement permanent (à gauche) et de l'écoulement non permanent (à droite). 175
Relation topographique entre les différents lits. 178
Carte hydrogéomorphologique de Pertuis (Vaucluse). 179
Extrait de la liste chronologique des crues. 181

Implantations anciennes liées à des particularités géomorphologiques *196*
Crues de Novembre 1999 dans l'Aude *201*
Evolution topographique des plaines alluviales. Exemple de la basse Vallée de l'Aude. *203*
Accroissement de l'amplitude et de la fréquence des crues sur la Meuse *204*
L'empreinte écologique *221*
Inondation de la Loire au XIX^e siècle. Scène à la campagne *223*
Les mesures Loire Nature. Phase 2. ..... *227*
Le Delta du Rhône *235*
Position du Rhône et du rivage du Moyen Age jusqu'au XVIII^e siècle *236*
Grande Camargue, schéma de fonctionnement hydrologique des eaux de surface *237*
Inondations de 1993 et 1994 ..... *238*
Zones en drepèreressous de 1,5 mètres *240*
Localisation des principaux bras du Rhône et de l'évolution du trait de côte *275*
Denkas du Haut Nil ; Bergers landais sur échasses *276*
La Camargue. Milieu Naturel et aménagements hydrauliques *277*
Tableau 3 : Extrait de la base de données *292*
Source : CETE Méditerranée *292*
Tableau 4 : Nombre de dossiers retenus en fonction du montant indemnisé *292*
Source : CETE Méditerranée *292*
Montant indemnisé en fonction de la hauteur d'eau *293*
Montant moyen indemnisé en fonction de la hauteur d'eau *293*
Taux de répartition des catégories dans le Bâtiment *294*
Châssis de toit *296*
Conception d'une zone refuge *296*
Zone de sauvetage *296*
Protection des fondations *297*
Bois et bouteilles de gaz *298*
Arrimage des citernes *298*
Protection des piscines *299*
Tableau électrique *299*
Clapet anti-retour *300*

AEEC du Pays d'Arles
BP n° 13
13280 Raphèle les Arles

04 90 98 49 09 / aeec@tiscali.fr