

**MINISTÈRE DE L'ÉCOLOGIE ET DU
DÉVELOPPEMENT DURABLE**

**CONSEIL GÉNÉRAL
DES PONTS ET
CHAUSSÉES**

**CONSEIL GÉNÉRAL
DU GÉNIE RURAL,
DES EAUX ET DES
FORÊTS**

**INSPECTION GÉNÉRALE
DE
L'ENVIRONNEMENT**

Affaire n° 2003-0310-01

Affaire n° 2.122

Affaire IGE/03/069

Paris, le 20 octobre 2004

**LA SÉCURITÉ DES DIGUES DU DELTA DU RHÔNE
POLITIQUE DE CONSTRUCTIBILITÉ DERRIÈRE LES
DIGUES**

établi par

Pierre BALLAND

ingénieur général du génie rural, des eaux et des forêts

Xavier MARTIN

ingénieur en chef du génie rural, des eaux et des forêts

membres du service de l'inspection générale de l'environnement

Pierre MONADIER

Michel THIBAUT

ingénieurs généraux des ponts et chaussées

Benoît PORTIER

chargé d'inspection à la mission d'inspection spécialisée "ouvrages d'art"

membres du conseil général des ponts et chaussées

Claude LAURAIN

Yvon NASSIET

Emmanuel ROBERT DE-SAINT-VINCENT

ingénieurs généraux du génie rural, des eaux et des forêts

membres du conseil général du génie rural, des eaux et des forêts

Diffusion du rapport

Plan du rapport

<u>I – INTRODUCTION</u>	1
<u>II – L’ÉVÈNEMENT DE DÉCEMBRE 2003</u>	5
<u>II-1 LES OBSERVATIONS</u>	5
<u>II-1-1 Sur les méthodes de jaugeage</u>	5
<u>II-1-2 D’ordre général</u>	6
<u>II-1-3 Sur le rapport sur les crues du Gard</u>	7
<u>II-2 L’ÉVÈNEMENT MÉTÉOROLOGIQUE</u>	8
<u>II-3 L’ÉVÈNEMENT HYDROLOGIQUE</u>	11
<u>II-4 LA CARACTÉRISATION DE L’ÉVÈNEMENT</u>	12
<u>II-4-1 L’évènement météorologique</u>	12
<u>II-4-2 L’évènement hydrologique</u>	13
<u>II-5 COMMENTAIRES</u>	15
<u>II-6 PROPOSITIONS DE LA MISSION</u>	16
<u>III – LES EFFETS DE L’INONDATION SUR LES OUVRAGES DU LIT MAJEUR</u> ..	19
<u>III-1 DES TERMES NOUVEAUX DE LA STRATÉGIE DE RÉDUCTION</u>	20
<u>III-2 L’INONDATION EN RIVE DROITE, DANS LE GARD</u>	21
<u>III-3 L’INONDATION EN RIVE GAUCHE</u>	23
<u>III-3-1 Ses caractéristiques</u>	23
<u>III-3-2 Ses dommages</u>	26
<u>III-3-3 Ses enseignements</u>	27
<u>IV – CARACTÉRISTIQUES ET CONDITIONS DE GESTION DES OUVRAGES</u>	31
<u>IV-1 INTRODUCTION</u>	31
<u>IV-2 LES DIGUES SYNDICALES ET COMMUNALES</u>	32
<u>IV-2-1 Caractéristiques générales</u>	32
<u>IV-2-2 Digue protégeant des secteurs densément habités</u>	32
<u>IV-2-3 Digue protégeant des zones rurales</u>	33
<u>IV-2-4 Delta du Rhône</u>	33
<u>IV-2-5 Gestion des digues</u>	34
<u>IV-2-6 Conception des digues</u>	35
<u>IV-2-7 Surveillance des digues</u>	36
<u>IV-2-8 Entretien des digues</u>	38
<u>IV-2-9 Restauration des digues</u>	39

<u>IV-3 LES OUVRAGES DIVERS FORMANT DIGUES</u>	41
<u>IV-3-1 Soubassement de la voie ferrée Tarascon-Arles</u>	41
<u>IV-3-2 Remparts de la ville d'Avignon</u>	42
<u>IV-4 LES DIGUES DE LA CNR</u>	42
<u>IV-4-1 Caractéristiques générales</u>	42
<u>IV-4-2 Conception des digues</u>	43
<u>IV-4-3 Surveillance des digues</u>	47
<u>IV-4-4 Entretien des digues</u>	50
<u>IV-5 CONCLUSIONS DU CHAPITRE</u>	50
<u>V – AMÉLIORATION DE LA GESTION ET DU CONTRÔLE DES OUVRAGES</u>	53
<u>V-1 INTRODUCTION</u>	53
<u>V-2 LA RÉGLEMENTATION</u>	53
<u>V-3 PROBLÈMES POSÉS PAR L'APPLICATION DE LA RÉGLEMENTATION</u>	54
<u>V-3-1 Le recensement des digues contre les inondations fluviales et maritimes</u>	54
<u>V-3-2 Le classement des digues intéressant la sécurité publique</u>	55
<u>V-3-3 Identification et motivation des maîtres d'ouvrages</u>	56
<u>V-3-4 La constitution de dossiers d'ouvrages</u>	59
<u>V-3-5 Le renforcement des digues déficientes</u>	59
<u>V-3-6 Le contrôle des digues</u>	60
<u>V-3-7 Conclusion</u>	60
<u>V-4 LES MISSIONS ET L'ORGANISATION DU SNRS</u>	60
<u>V-4-1 Les missions du SNRS en matière de crues et d'inondations et leur exercice</u>	60
<u>V-4-2 L'organisation et les effectifs actuels du SNRS</u>	61
<u>V-4-3 L'évolution des attributions du SNRS en matière de crues et d'inondations</u>	63
<u>V-4-4 L'évolution de l'organisation et des effectifs du SNRS</u>	64
<u>V-4-5 Conclusion</u>	66
<u>VI – RESTAURATION DES ZONES D'EXPANSION DES CRUES</u>	69
<u>VI-1 LA RÉDUCTION DU CHAMP D'EXPANSION DES CRUES</u>	70
<u>VI-1-1 Réductions en amont du delta</u>	70
<u>VI-1-2 Réductions dans le delta</u>	70
<u>VI-1-3 Principales conséquences des réductions et orientations pour les améliorations</u>	71
<u>VI-2 LES POSSIBILITÉS À EXAMINER</u>	72
<u>VI-2-1 Au niveau du delta</u>	72
<u>VI-2-2 Au niveau du palier d'Arles et en amont de celui-ci</u>	72
<u>VI-2-3 De manière plus générale</u>	73
<u>VI-3 LES APPROCHES DÉJÀ EFFECTUÉES</u>	73
<u>VI-4 PROPOSITIONS DE PRINCIPES</u>	75
<u>VII – LA CNR, L'ENTRETIEN ET LA GESTION DU FLEUVE EN CRUE</u>	77

<u>VII-1 LE TRANSPORT SÉDIMENTAIRE DANS LE RHÔNE – RAPPEL</u>	77
<u>VII-2 LES RESPONSABILITÉS DE LA CNR EN MATIÈRE D’ENTRETIEN</u>	78
<u>VII-3 LES MÉTHODES ET MOYENS MIS EN ŒUVRE</u>	79
<u>VII-4 LE CONTRÔLE ADMINISTRATIF ET TECHNIQUE DE L’ÉTAT</u>	81
<u>VII-5 CONCLUSIONS SUR L’ENTRETIEN DU FLEUVE</u>	83
<u>VIII – ÉLÉMENTS D’ORGANISATION ET DE FINANCEMENT</u>	87
<u>VIII-1 LA RÉAFFIRMATION D’UNE AUTORITÉ</u>	87
<u>VIII-2 LA MOBILISATION DE LA SOLIDARITÉ FINANCIÈRE</u>	88
<u>IX – L’URBANISATION DERRIÈRE LES DIGUES</u>	91
<u>IX-1 LA SITUATION ACTUELLE</u>	91
IX-1-1 La réglementation existante et quelques réflexions qu’elle suggère	91
IX-1-2 La situation des départements au regard des différents documents	94
IX-1-3 L’application des règles d’urbanisme	94
IX-1-4 Les contentieux	96
<u>IX-2 D’AUTRES PROBLÈMES RENCONTRÉS ET DES PROPOSITIONS</u>	96
IX-2-1 Les règles d’urbanisme et les PSS/PZS	96
IX-2-2 L’insuffisance de PPRi	97
IX-2-3 La définition de l’aléa de référence	97
IX-2-4 La mise en conformité des documents d’urbanisme	98
IX-2-5 L’inadaptation des habitats	99
IX-2-6 L’articulation DDE/SNRS	99
IX-2-7 La protection des zones à concentrations de population ou d’activités	100
<u>X – CONCLUSIONS DE LA MISSION</u>	103
<u>ANNEXES</u>	105
<u>Annexe 1 : Lettre de mission</u>	107
<u>Annexe 2 : Type de contacts et liste des personnalités rencontrées</u>	109
<u>Annexe 3 : Bibliographie du chapitre IV</u>	113
<u>Annexe 4 : Caractéristiques des digues syndicales et communales du Bas-Rhône</u>	115
<u>Annexe 5 : Gestion des digues syndicales et communales du Bas-Rhône</u>	119
<u>Annexe 6 : Coupe-type des digues SYMADREM restaurées</u>	121
<u>Annexe 7 : Organigramme du Service de la navigation Rhône-Saône</u>	123
<u>Annexe 8 : Organigramme de la subdivision Avignon-Arles du SNRS</u>	125

<u>Annexe 9 : Bibliographie du chapitre VII</u>	127
<u>Annexe 10 : « les sinistrés du Rhône rassemblent leurs forces »</u>	129
<u>Annexe 11 : « la Région débloque 7,5 M ! pour les digues du Gard »</u>	131
<u>Annexe 12 : Historique de la réglementation de protection</u>	133
<u>Annexe 13 : Projet de doctrine applicable aux secteurs susceptibles d’être inondés</u>	137
<u>Annexe 14 : exemple de lignes d’eau définies sur le bief de Caderousse</u>	145

I – INTRODUCTION

Par lettre du 18 décembre 2003 au chef de l'Inspection générale de l'environnement et aux vice-présidents des Conseils généraux des ponts et chaussées et du génie rural, des eaux et des forêts donnée en annexe 1, la ministre de l'Écologie et du développement durable sollicitait de ces 3 corps d'inspection une mission sur « **la sécurité des digues du delta du Rhône et la politique de constructibilité derrière les digues** ».

Par ordre de mission du 18 décembre 2003, le chef du service de l'Inspection générale de l'environnement désignait MM Pierre BALLAND et Xavier MARTIN, membres du service. De son côté, le vice-président du Conseil général des ponts et chaussées désignait, par note du 29 décembre 2003, MM Pierre MONADIER et Michel THIBAUT, ingénieurs généraux des ponts et chaussées, et Benoît PORTIER, chargé d'inspection à la MISOA, pour effectuer cette mission.

Enfin, le vice-président du Conseil général du génie rural, des eaux et des forêts désignait, par note du 27 janvier 2004, MM Emmanuel ROBERT DE-SAINT-VINCENT et Yvon NASSIET et complétait cette désignation le 16 mars 2004 par celle de M Claude LAURAIN, ingénieurs généraux du GREF.

CONTENU DE LA MISSION

Il est apparu important à la ministre de se faire une vision d'ensemble, via la démarche de l'inspection, des ouvrages de protection contre les inondations du fleuve, suite notamment à sa récente crue de décembre 2003. Celle-ci a mis en évidence en effet un certain nombre de défaillances dans le dispositif général de réduction du risque d'inondation constitué par ces ouvrages.

Ces défaillances concernent tout autant les questions d'ordre technique (tenue et qualité des ouvrages) que celles qui se rapportent à leur maîtrise d'ouvrage, dont la meilleure coordination est un élément essentiel de la stratégie de réduction du risque.

Par ailleurs, il a été demandé à la mission par la ministre d'examiner les conditions dans lesquelles ses services déconcentrés – SNRS, DDE – étaient placés, et les difficultés rencontrées, pour appliquer les textes issus des propres directions de son ministère dans les domaines du contrôle des ouvrages et de la mise en pratique des PPR et de leurs dispositions en matière d'urbanisation.

La mission s'est efforcée ci-après de répondre aux différents points de la lettre de mission. Elle a considéré par ailleurs, au vu des analyses qu'elle a conduites, que d'autres éléments constitutifs de la problématique générale de la stratégie de maîtrise du risque inondation devaient les compléter, et notamment :

- la reconstitution de l'événement de crue de décembre, relativement atypique à 1^{ère} vue dans la chronique des crues « historiques » du fleuve, et nécessitant par conséquent une analyse précise le resituant avec le plus de précision possible dans cette chronique, en vue d'en apprécier en particulier les vertus éventuelles en tant qu'événement référent,

- les responsabilités en matière d'entretien et de gestion du fleuve en crue, car cet organisme reste un acteur essentiel de cette problématique, tant en termes de connaissance que d'intervention, en dépit des orientations qui lui ont été récemment données,
- enfin, la problématique posée par les ouvrages dits « connexes », non dédiés à l'origine à la réduction du risque inondation mais dont on a vu l'importance qu'ils ont prise à ce titre lors de l'événement de décembre 2003¹, et les modalités de leur organisation dans la gestion à venir de ces événements.

Pour répondre au 1^{er} point ci-dessus évoqué, la mission a cru nécessaire de mettre en place une structure d'appui, à l'instar de ce qui a été fait dans d'autres contextes antérieurs similaires (crue des Gardons de l'automne 2002 notamment). C'est ainsi qu'elle s'est dotée d'un **Groupement d'appui et d'expertise scientifique (GAES)** placé sous le pilotage et la responsabilité scientifique de Gérard Brugnot, IGGREF, Xavier Martin assurant la liaison pratique avec la mission. La composition de ce GAES et le compte-rendu de ses travaux en réponse aux questions préalablement posées par la mission² sont annexés au présent rapport.

On verra dans les développements qui suivent combien cette initiative s'est montrée enrichissante, tant au plan de l'optimisation de la connaissance du fleuve et des ses crues qu'à celui des conséquences pratiques à en tirer pour une meilleure gestion de ces événements à l'avenir.

DÉROULEMENT DE LA MISSION

Outre le suivi des travaux du GAES, qui s'est réuni à deux reprises, les 18 mars et 9 juin 2004, dans les locaux de la DIREN de bassin, la mission s'est déroulée selon les quatre scénarios principaux suivants :

- la participation aux réunions formelles mises en place sur la problématique inondations et présidées par le préfet de bassin³ et le président du Comité de bassin, le 30 janvier entre tous les services de l'État, le 16 février en formation élargie à tous les élus et représentants des collectivités publiques de ce territoire⁴, et le 20 juillet en Comité de pilotage « inondations » en préfecture à Lyon,
- des réunions avec différents interlocuteurs, élus, administrations, organismes..., autour des termes globaux de la lettre de mission et auxquelles participaient un ou plusieurs de ses membres selon leur disponibilité,
- des contacts bilatéraux (un ou deux membre(s) de la mission et un interlocuteur identifié) pour approfondir avec lui tel ou tel point technique particulier, en fonction de la « distribution des rôles » préalablement définie par elle⁵,
- enfin, plusieurs visites de terrain pilotées par le SNRS et en présence des experts du CEMAGREF.

L'ensemble des personnalités rencontrées figure en annexe 2.

¹ Il s'agit en pratique, en rive gauche, des canaux d'irrigation et « d'assèchement » agricole du Vigueirat, des Baux, des Alpines... et de la voie RFF Tarascon-Arles, et en rive droite, du lacis des canaux agricoles gérés par une quinzaine d'ASA.

² Qui vont au-delà des seuls aspects liés à la connaissance du fleuve et de ses crues.

³ Représenté le 30 janvier, présent le 16 février et le 20 juillet, et avec la présence du directeur de l'Eau les 30 janvier et 16 février 2004.

⁴ En présence notamment du M Michel Vauzelle, président de la Région PACA, le 16 février en Avignon.

⁵ Ce qui a pu conduire à rencontrer plusieurs fois les mêmes interlocuteurs. Ainsi, la mission remercie-t-elle plus particulièrement, parce que moultes fois sollicités, Mmes Levraut et Valentin, de la DIREN de bassin, M de Saint-Seine, de la DIREN PACA, MM Picoche, Pulicani, Mion et Chambon, du SNRS, M Serre, de la DDE 13, MM Lévassier et Doutriaux, de la CNR, entre autres...

ENVELOPPE

Un dernier point concerne la définition précise de l'enveloppe du travail, la lettre de mission se contentant d'évoquer « le delta du Rhône » sans préciser plus que cela.

Si la mission est parfaitement consciente de la nécessité de conduire un raisonnement à l'échelle globale de l'unité hydrologique que constitue l'axe fluvial rhodanien et ses affluents, échelle de travail du GAES dans sa démarche de recalage historique de l'événement de décembre 2003, elle considère néanmoins qu'en termes pratiques de définition de l'action publique (État, collectivités) sur la maîtrise des crues du fleuve, la partition en trois tronçons proposée par la DIREN Rhône-Alpes lui paraît recouvrir une réalité physique et sociologique.

En particulier, le tronçon aval, dont la tête peut être située au niveau de Viviers dans l'Ardèche, lui semble constituer un territoire homogène dans la mesure où s'y exprime avec force la double problématique de la protection des lieux habités d'une part, et du débordement contrôlé de l'eau de crue là où des espaces relativement importants s'offrent pour cela (plaine de Donzère-Mondragon, de Caderousse, de Vallabrègues,...) d'autre part.

La mission a donc choisi de fixer à ce niveau **le sommet du delta** sur lequel la ministre lui a demandé de concentrer son analyse et ses propositions. Un tel territoire ci-après figuré, plus étendu que le seul delta physique, raison pour laquelle il sera qualifié ci-après de **Grand delta**, recouvre 5 départements (Ardèche, Drôme, Gard, Vaucluse et Bouches-du-Rhône) et trois Régions de programme (Rhône-Alpes, Languedoc-Roussillon et Provence-Alpes-Côte d'Azur)⁶.

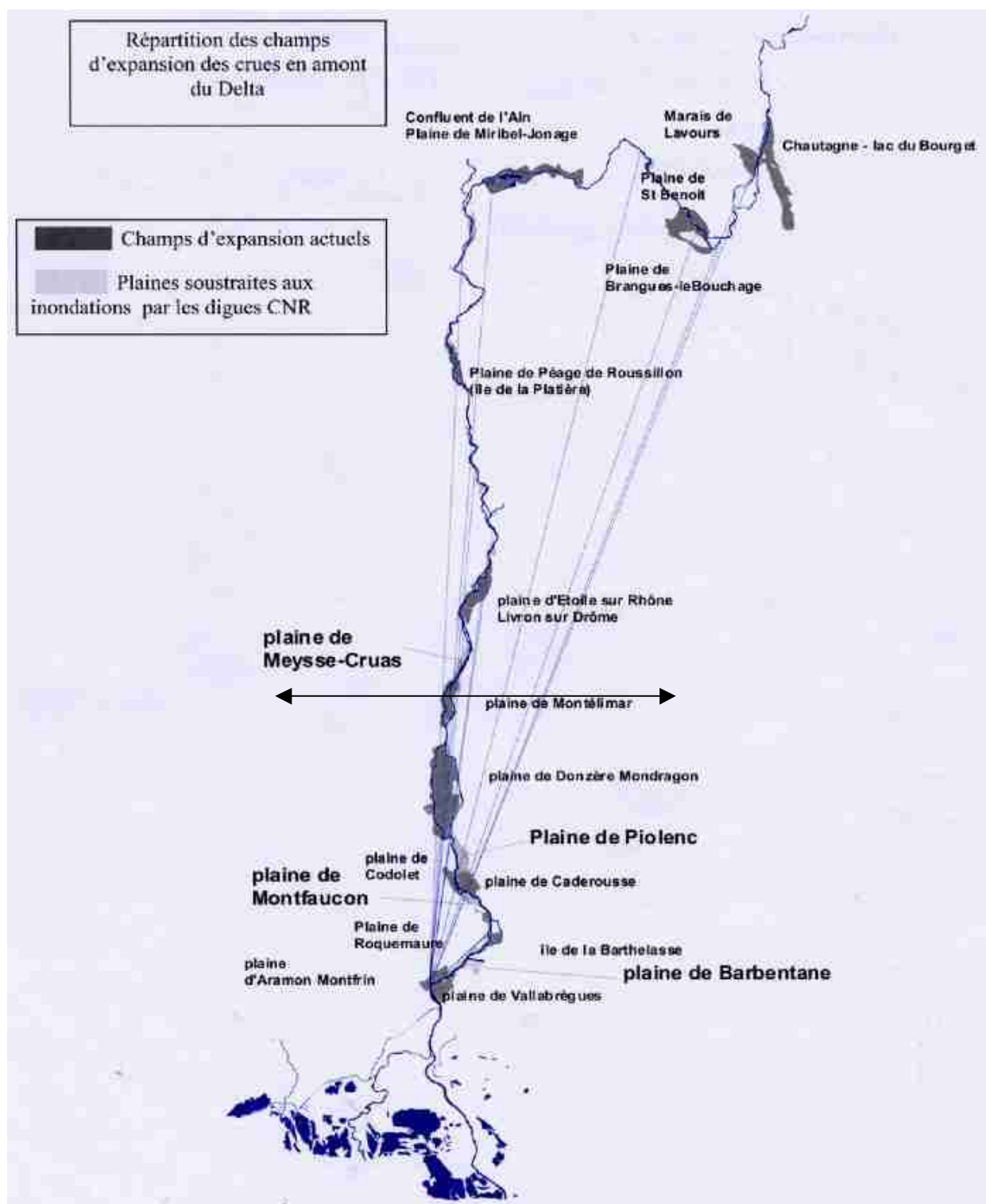
*

**

! Ce signe, et ce qui le suit écrit en caractères gras⁷, identifient dans le corps du rapport les points sur lesquels la mission attire spécialement l'attention : constats nouveaux et intéressants ou propositions.

⁶ Une autre définition possible du delta est celle qui en situe le sommet à l'endroit où l'eau peut s'écouler jusqu'à la mer sans repasser par le lit mineur : le sommet correspondant se situerait dès lors à Beaucaire.

⁷ Parfois encadrés quand cela lui paraît important.



II – L'ÉVÉNEMENT DE DÉCEMBRE 2003

« Il est de notre devoir d'informer les habitants sur les dangers qu'ils ont couru ceci afin de prévenir les prochaines catastrophes qui ne manqueront pas de survenir »⁸.

Ce devoir d'information commence par l'analyse de l'événement et sa caractérisation. L'interprétation des observations des réseaux météorologiques et hydrologiques, avant, pendant et après les crises, a été riche d'enseignements dont on a, bien souvent, tiré parti.

Force a été de constater que l'observation de l'événement hydrologique de décembre 2003 et sa caractérisation ont suscité des controverses scientifiques et techniques. Elles ont beaucoup perdu d'intensité à la date du présent rapport.

Dans une première partie de ce chapitre, la mission reportera les faits. Dans la seconde partie, elle résumera les interprétations des observations discutées et tirera parti de la controverse pour formuler un certain nombre de propositions d'amélioration.

Elle se reportera au rapport DAUGE et aux rapports de l'inspection générale de l'environnement associée au CGPC, au CGGREF et à l'IGA sur les dernières inondations catastrophiques du sud-est de la France⁹.

Elle se reportera aussi aux travaux du GAES, dont l'apport est essentiel pour la compréhension des faits : les contributions de Daniel DUBAND, Philippe BOIS et Denis CŒUR notamment figurent intégralement, vu leur importance, dans le tome II du rapport. Des passages de ces documents seront cités in extenso en caractère italique dans le présent tome I.

II-1 LES OBSERVATIONS

Les réseaux d'observations météorologique, hydrologique et marégraphique ont déjà été décrits dans le rapport sur les crues de septembre 2002. La carte du réseau limnimétrique figure dans le rapport annexé du GAES.

II-1-1 Sur les méthodes de jaugeage

La mission complète le rapport sur les crues de septembre 2002 avec les constats qu'elle a faits pendant la présente mission.

On rappelle que les jaugeages sont réalisés en explorant le champ des vitesses de l'eau qui, intégré sur la surface du profil intéressé, donne un débit. Cette exploration peut se faire au moins par les méthodes suivantes :

⁸ Émile Gueymard. Rapport sur les inondations du Drac et de la Romanche le 30 mai 1856 (1856. Ed. Baratier à Grenoble).

⁹ Rapport parlementaire sur un "cadre de débat et de concertation dans le domaine des inondations". Yves DAUGE; Octobre 1999.

Les 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 IGE, CGPC, CGGREF, IGA. Documentation française, 2004.

Rapport sur les crues des 12, 13 et 14 novembre 1999 dans les départements de l'Aude, de l'Hérault, des Pyrénées Orientales et du Tarn. IGE, CGPC, CGGREF, 16 octobre 2000.

- Mesure de la vitesse à la surface de l'eau¹⁰ avec des moyens variables (bouchon, moulinet,...). La vitesse moyenne sur le profil vertical est déduite de la mesure par un coefficient dont la valeur est essentielle.

- Mesure de la vitesse dans des profils verticaux et horizontaux par des appareils dits « saumons »¹¹ qui portent des hélices. La position du saumon dans l'eau se calcule sans difficulté ; la vitesse de l'eau se déduit de la vitesse de rotation de l'hélice.

- Mesure par « profileur de courant à effet doppler », dite « au doppler » : l'ADCP (acoustical doppler current profiler) est un dispositif apparu dans les années 1995. Il est incontesté dans le domaine maritime et lacustre. Il présente des avantages majeurs en hydrométrie « fluviale » : le capteur est léger et peut être installé sur un modèle réduit de bateau, l'exploration de la vitesse se fait sur toute la profondeur du profil, la mesure est rapide et le résultat instantané, elle peut être refaite¹², les mesures sont sans aucun danger pour le personnel,....

L'ADCP (capteur adapté à chaque configuration, matériel électronique, informatique, etc.) est entièrement protégé par des brevets. Cependant l'ADCP n'a pas fait l'objet semble-t-il **de calcul d'incertitude sur les mesures de débit de fleuves**, et donc sur les débits de crue, autant par la société commercialisant les capteurs, logiciels,... que par les organismes acquéreurs et utilisateurs. La CNR a fait des comparaisons entre les mesures par moulinet et doppler.

Une douzaine d'appareils dont le coût varie de 30 à 50 k ! ont été achetés et sont utilisés par des services de l'État¹³. Ces mêmes services ont quasiment abandonné toutes les mesures au moulinet et ne font pas régulièrement des comparaisons de mesure. Ceci apparaît grave.

II-1-2 D'ordre général.

! La CNR est le seul organisme à faire des « jaugeages » en routine sur le Rhône pour son usage propre¹⁴, non seulement sur ses stations mais sur celles des autres observateurs et en particulier de l'État.

Elle établit les courbes de tarages des stations qu'elle tient à la disposition de l'État comme d'ailleurs toutes ses observations dans le cadre du cahier des charges de la concession.

En corollaire, les services déconcentrés de l'État s'en sont remis à la CNR sur « tout ce qui touche à l'hydrologie et l'hydraulique du Rhône », et ont pu affecter leur personnel spécialisé sur d'autres sites ou même à d'autres tâches.

! Les jaugeages ne sont pas sur la banque de données HYDRO et ne sont donc pas accessibles¹⁵. Cependant, la DIREN de bassin, la CNR et EDF ont mis à la disposition de la mission tous les documents disponibles qu'elle a souhaité consulter.

! La mission a constaté que les archives des jaugeages d'EDF intéressants des stations de mesure pertinentes ont été perdues.

¹⁰ En fait 0,2 m sous la surface. La CNR la mesure à environ 9 cm de la surface.

¹¹ Selon les mesures, leur poids peut dépasser le quintal. Ils sont fixés par des câbles sur des potences elles-mêmes fixées sur des camions-laboratoire qui stationnent pendant les mesures sur un pont. Les jaugeages en période de crue sont difficiles, pénibles et quelquefois dangereux.

¹² En fait la valeur choisie est la moyenne de plusieurs mesures.

¹³ En particulier par la DIREN de bassin RMC et la DIREN Languedoc-Roussillon.

¹⁴ La DIREN Languedoc-Roussillon a réalisé des jaugeages en décembre 2003 sur le petit Rhône, une dérivation du Rhône à Avignon et sur un certain nombre d'affluents.

¹⁵ C'est une constante relevée dans de nombreux rapports de l'IGE.

! Le MEDD doit mettre en place les dispositions nécessaires à la conservation de ces archives.

! La cohérence des observations hydrologiques, c'est à dire des débits, n'est pas systématiquement appréciée dans la série d'observations d'une même station comme dans la suite d'observations des stations d'un bassin affecté par un événement hydrologique. La CNR toutefois procède à ces critiques, station par station.

La critique des valeurs de débit d'un épisode manque, et pourtant les calculs de corrélation des valeurs instantanées avec les volumes, les lames d'eau,... est un exercice classique en hydrologie, et nécessaire avant même de mettre en œuvre des simulations d'écoulement par le moyen de modèles hydrauliques.

! Il n'existe pas de stations d'hydrologie générale sur les affluents du Rhône à leur confluence avec le Rhône. La valeur des débits des affluents, en particulier en crue, ne résulte pas d'observations ; elle est déduite de la valeur des débits observés sur le Rhône à l'amont et à l'aval de la confluence. **Ceci est tout à fait insuffisant, voire dommageable**, et met en évidence les enjeux considérables des stations hydrométriques du Rhône.

II-1-3 Sur le rapport sur les crues du Gard

La mission fait deux citations extraites de ce rapport, une première...

« Les cotes disponibles... en temps réel sont issues des observations instantanées « moyennées » sur des pas de temps qui dépendent des gestionnaires des stations. Les débits disponibles sont calculés automatiquement avec les courbes de tarage programmées. Les mesures et calculs ne sont donc pas validés et sont susceptibles de variations quelquefois importantes, une fois toutes les mesures de l'épisode dépouillées ». Ceci a été perdu de vue et a eu, pour les événements du Rhône, des conséquences médiatiques,

...puis un autre pour y apporter une correction :

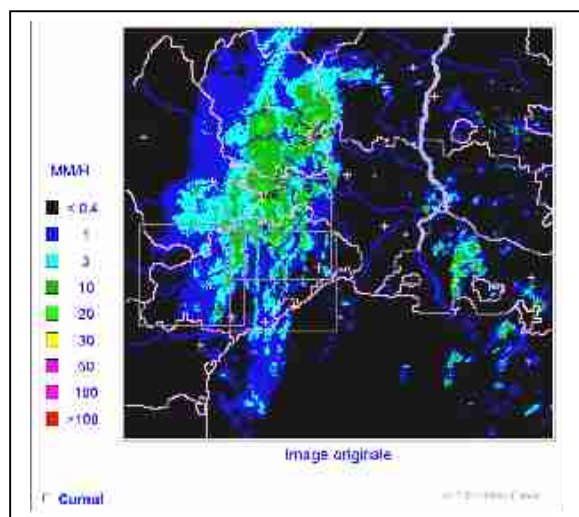
« Tout public a accès aux observations, rafraîchies toutes les quinze minutes, des stations de la CNR sur le Rhône en cote et en débit par minitel avec le code d'accès 3615 INFORHONE.

*Seuls les services et les collectivités intervenant en période de crues ont accès par minitel aux observations des stations gérées par le SNRS. Les observations sont rafraîchies, toutes les heures en période de crues ou sinon toutes les 4 heures. Le code d'accès au serveur est 3615 INFOCRUES avec des mots de passe donnant accès à des informations spécifiques. **Parce qu'il existe au même endroit des stations exploitées par ces deux derniers gestionnaires**, les observations à ce même endroit se retrouvent sur les deux sites Minitel, les _ du temps avec des valeurs différentes puisque les données sont rafraîchies tous les quarts d'heure par un gestionnaire et toutes les heures par l'autre ! ».*

Or le SNRS, service en charge de la police des eaux sur le Rhône et de l'annonce des crues sur la partie du Rhône en amont de la confluence de l'Ardèche, ne possède ni n'exploite ni ne gère de station hydrométrique. Il reporte sur son serveur les cotes et les débits mis à sa disposition par d'autres, données par ailleurs accessibles en temps réel.

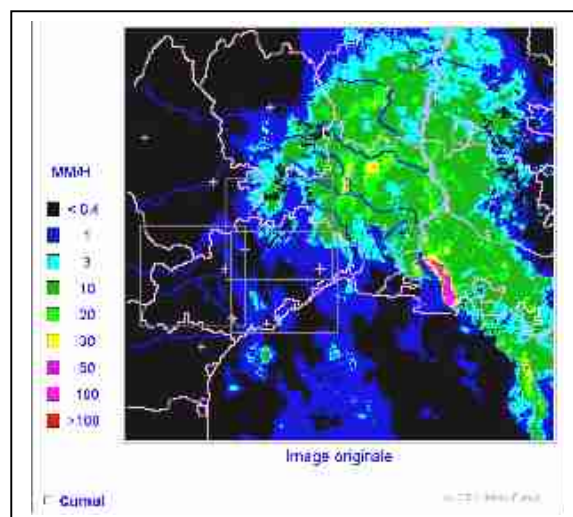
II-2 L'ÉVÉNEMENT MÉTÉOROLOGIQUE¹⁶

L'analyse ci-dessous, selon 8 moments-clés, montre que le système pluvio-orageux des 1^{er} au 4 décembre 2003 a pris des formes variées sur un territoire intéressant les régions Languedoc-Roussillon, Rhône Alpes et Provence-Cote d'Azur.



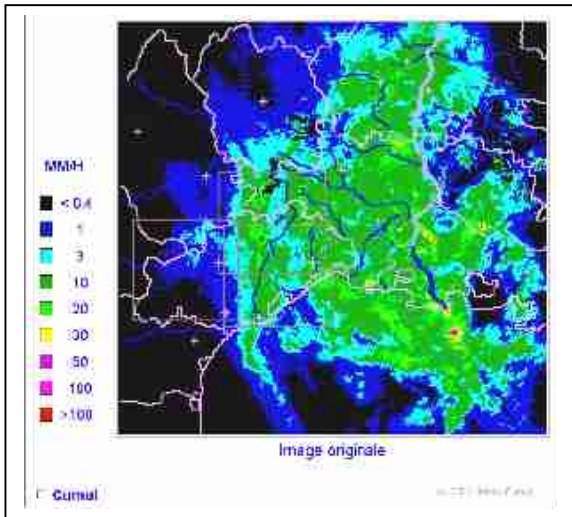
Après une première traversée de la région Languedoc-Roussillon, les 29 et 30 novembre, une perturbation d'ouest gagne les départements de l'Hérault, de la Lozère et du Gard.

Une perturbation sud/sud-est prend forme. Météo France lance le 1^{er} décembre le niveau de **vigilance orange pour les départements du grand sud-est.**

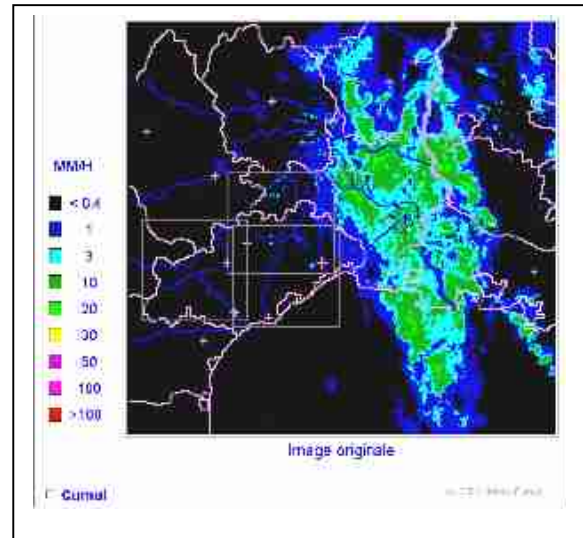


Les départements du Gard, des Bouches-du-Rhône et le sud de la vallée du Rhône sont très sollicités par ces deux perturbations pluvieuses.

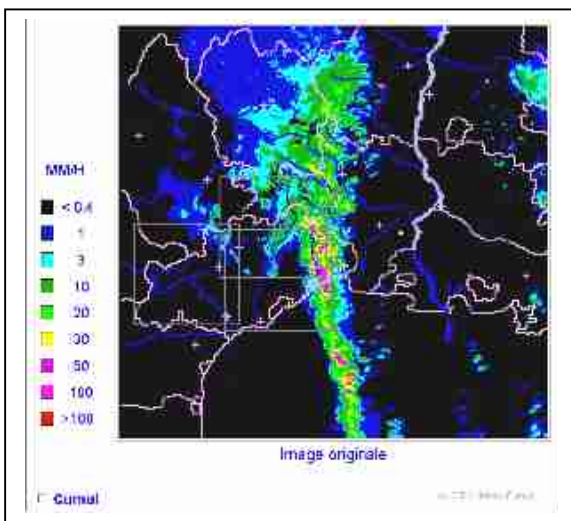
¹⁶ Voir "analyse hydrologique pour le Languedoc-Roussillon". DIREN Languedoc-Roussillon. Avril 2004 dont on a pris ici de larges extraits. L'imagerie est de METEO France.



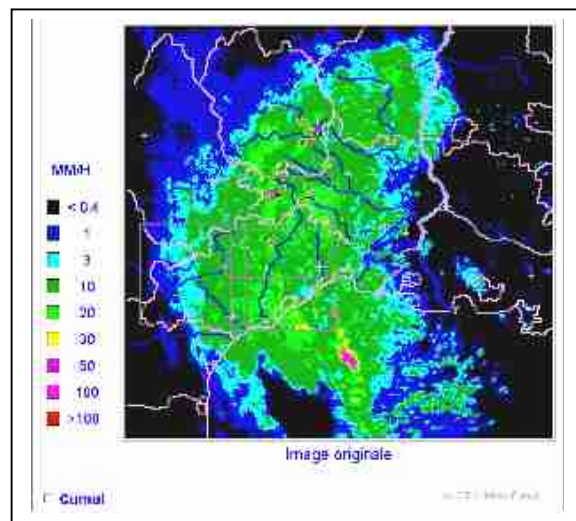
La perturbation sud/sud-est déborde vers l'ouest, engendrant de nouvelles pluies à l'est des départements de l'Hérault et du Gard. La vallée du Rhône est sollicitée.



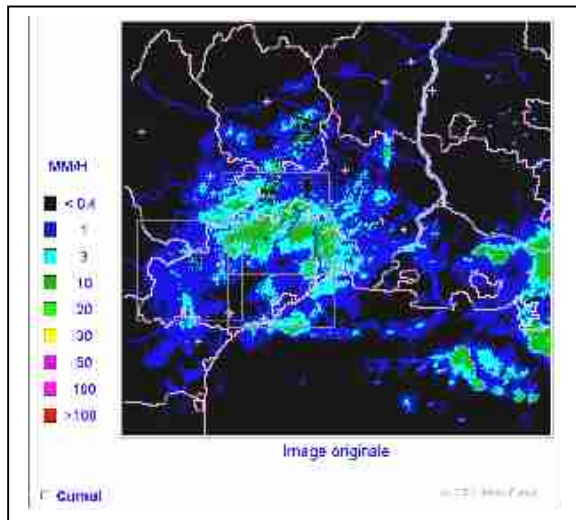
Accalmie à l'ouest du Rhône mais la vallée du Rhône est toujours sollicitée. **La vigilance orange est étendue au nord de la vallée du Rhône.**



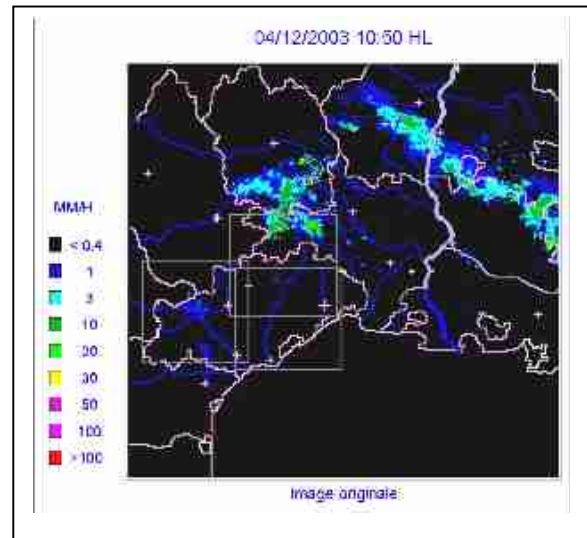
Accalmie pluvieuse sur le Rhône. De très fortes pluies à l'extrême est du département de l'Hérault. **Météo France lance la vigilance rouge sur le département de l'Hérault à 10 h49. Elle sera levée vers 18 h30.**



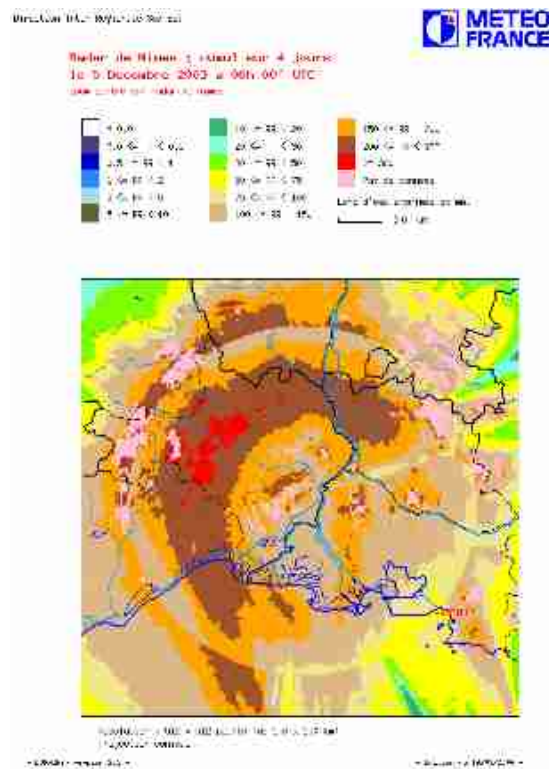
La perturbation regagne pour une dernière fois l'ensemble de la région Languedoc-Roussillon.



Les masses pluvieuses s'éclaircissent.

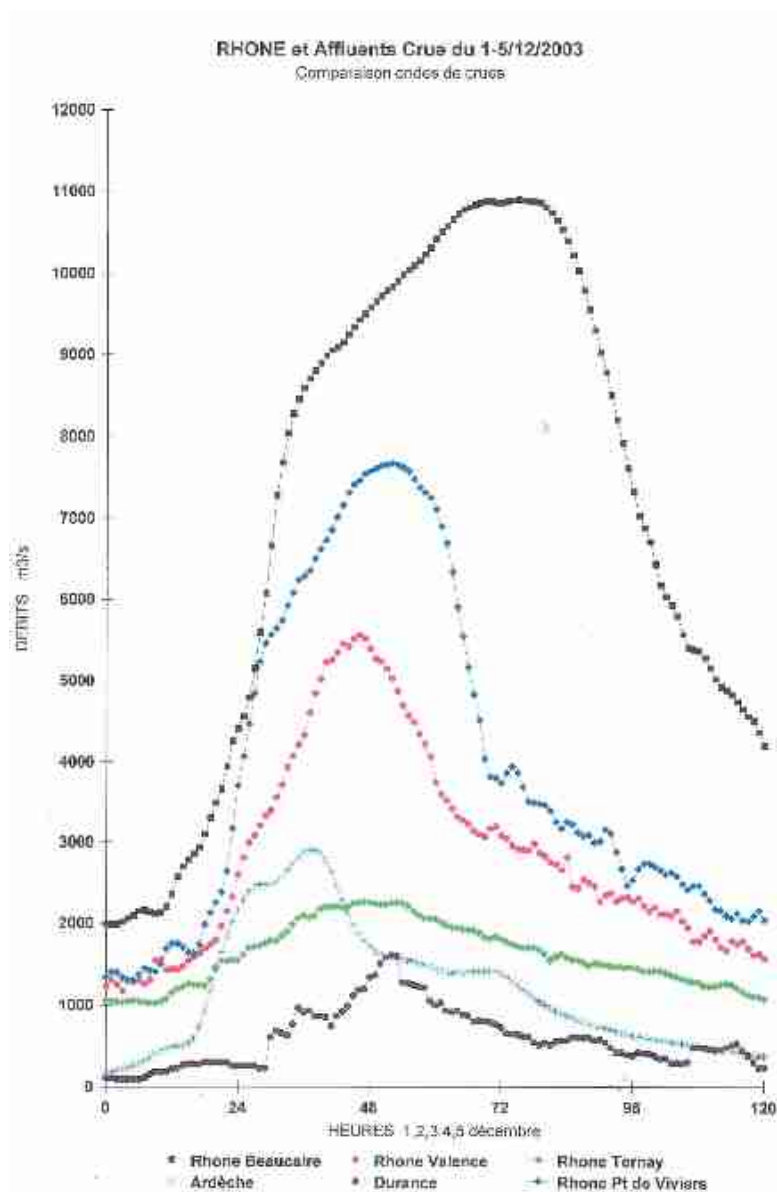


Fin du passage événementiel pluvieux.



Les précipitations sur la rive droite du Rhône ont mis à mal les ouvrages d'évacuation des eaux en particulier dans le pays d'Arles. Les précipitations les plus importantes se situent sur la rive droite et ont affecté, outre les affluents "cévenols" du Rhône, les fleuves côtiers du département du Gard.

II-3 L'ÉVÉNEMENT HYDROLOGIQUE¹⁷



Extrait de la contribution « Duband-Bois » du GAES – cf. tome II

Le Rhône de Ternay à Valence

Le débit du Rhône à la station de Ternay (à l'aval de Lyon) est soutenu par la Saône. Les affluents rive droite, entre Lyon et Valence, ont enregistré un premier palier de débit le 2 décembre entre 0 h et 3 h du matin. Ils atteindront le pic de crue le 2 décembre à 12 h.

En rive gauche, seule l'Isère apporte une contribution significative. Le pic de l'Isère a été observé plus tardivement le 2 décembre à 22 h.

Le Rhône à Valence suit les évolutions de débits de l'Isère jusqu'au 1^{er} décembre à 20 h. Son gradient de montée se renforce ensuite et le pic de crue est observé le 3 décembre à 22 h avec un débit de 5 550 m³/s. C'est une crue décennale.

¹⁷ Ce qui suit est extrait de la description de la crue faite par la CNR (La CNR son rôle et ses obligations. "Décembre 2003, une crue historique"). On se reportera aussi aux travaux de Daniel DUBAND déjà cités dont l'hydrogramme des crues est extrait.

Le Rhône de Valence à Viviers

L'ensemble des affluents ardéchois a contribué fortement à cette crue, mais la plus importante dans ce secteur est celle de l'Eyrieux. Son débit augmente rapidement à partir du 1^{er} décembre à 12 h. Il atteint un premier palier le 2 à 2 h et atteindra son maximum à 12 h. L'Ouvèze rive droite réagit assez peu. En rive gauche, le Roubion et la Drôme commencent à augmenter le 1^{er} décembre vers 18 h et atteignent leur maximum : le 2 à 16 h pour le Roubion et le 2 à 22 h pour la Drôme (proche de la crue centennale).

Le Rhône de Viviers à Beaucaire

Pour les 3 affluents rive droite, Ardèche, Cèze et Gard, la crue s'amorce dès le 1^{er} décembre vers 17 h. La montée de crue est très rapide jusqu'aux 2 premières heures de la matinée pour atteindre la pointe de crue à 15 h. La pointe de la crue de la Cèze sera atteinte le 2 décembre à 20 h. Une seconde pointe de crue sera observée sur le Gard le 4 décembre à 0 h. En rive gauche, l'Aigues et l'Ouvèze ont un comportement assez analogue.

Pour la Durance à Bonpas, deux pointes sont observées, la première le 2 décembre à 23 h et la seconde le 3 à 13 h.

L'hydrogramme à Beaucaire augmente légèrement à partir du 1^{er} décembre à 12 h. Le gradient de montée est soutenu entre 0 h et 12 h le 2 décembre. Le débit à Beaucaire est dans un premier temps soutenu par celui d'affluents comme le Gard (deux premières pointes de crue). Puis les débits de l'Aigues à Orange, de la Durance, de la Cèze et de l'Ouvèze se renforcent et gonflent considérablement l'hydrogramme de crue. La Durance alimente le Rhône dans la seconde partie de l'événement, à partir du 3 décembre 0 h.

Enfin, le pic de crue observé sur le Gard soutient le débit du Rhône à Beaucaire pendant la nuit du 4 décembre. Le Rhône à Beaucaire atteint son débit maximum.

! Le gradient de montée de crue à Beaucaire observé en décembre 2003 est exceptionnel.

La décrue du Rhône s'amorce le 4 décembre vers 9 h.

II-4 LA CARACTÉRISATION DE L'ÉVÉNEMENT

II-4-1 L'événement météorologique

La CNR a commandé à MÉTÉO-France une étude portant sur l'analyse de l'événement météorologique. Elle a par ailleurs autorisé MÉTÉO-France à communiquer ce document à la mission. Celle-ci en reprend ci-après l'une de ses conclusions :

« Analysées en termes de durées de retour ponctuelles, les valeurs (des précipitations) relevées sur 9 stations automatisées représentatives des bassins versants les plus touchés n'ont rien de franchement exceptionnel sur les affluents cévenols. Elles sont par contre nettement plus rares¹⁸ au niveau du tiers central du Rhône et de ses affluents de rive gauche, ainsi que sur les bassins les plus au Nord comme celui du Gier ».

¹⁸ "Les durées de retour estimées pour les affluents de la rive gauche et le tiers central du Rhône sont également assez élevées. Mais **les valeurs comprises entre 25 et 100 ans, calculées sur 48 heures** à Orange et Livron-sur-Drôme, sont plus étonnantes encore pour des bassins qui ne sont traditionnellement pas touchés lors d'épisodes purement cévenols.

Enfin, les valeurs de Saint-Chamond révèlent le caractère particulièrement exceptionnel de cet événement pluviométrique sur les zones plus septentrionales. **Fort d'un panel de données de plus de 50 ans permettant un calcul assez fiable de valeurs de durées de retour de 200 ans**, les valeurs obtenues début décembre 2003

MÉTÉO-France ne remet en cause aucune observation et n'explique pas les crues exceptionnelles observées sur le Rhône à Beaucaire par la climatologie. Elle suggère un certain nombre de pistes hydrologiques¹⁹.

II-4-2 L'événement hydrologique

La station hydrométrique de Beaucaire sert de référence pour cette crue du Rhône. Elle est gérée par la CNR dans les conditions décrites précédemment.

La valeur du débit « instantané » maximum mesurée à cette station et reportée en temps quasi réel sur le serveur de la CNR est de 13 000 m³/s le 4 décembre entre 2 et 4 heures.

Sans les précautions d'usage rappelées ci-dessus, cette valeur brute a été utilisée dès le 5 décembre et simultanément par les services de l'État (DIREN de bassin) et par le « conseiller technique » (ATMO) de l'ETPB « territoire Rhône »²⁰. Elle a alimenté une très importante campagne médiatique, et polémique, au niveau national sur le rôle des acteurs de la prévention des inondations du Rhône et sur la mise en œuvre des conclusions de l'étude Rhône (par l'EPTB).

Parce que cette crue a causé des dégâts considérables, la qualification "**d'exceptionnelle, cinq centennale**"²¹ de la crue a satisfait l'opinion publique comme les acteurs. Les communications de la CNR dans les médias nationaux (presse, radio, télévision), et au comité international des grands barrages qui ont suivi l'événement, l'édition par la CNR²² « décembre 2003, une crue historique » ont conforté cette appréciation.

Une alerte sur la valeur de ce débit a cependant été lancée dès février 2004. Après un long moment de prise de conscience, la suspicion est apparue et a progressé dans les milieux scientifiques. Une controverse est née ; les sujets l'alimentant ayant été en particulier les suivants :

- le peu d'importance des « dégâts » comparés à ceux des crues historiques du milieu du 19^{ème} siècle,
- la valeur du débit du Rhône comparée aux apports des précipitations, à ceux des affluents jaugés et de l'amont,
 - des discordances des débits du Rhône de l'amont vers l'aval,
 - l'absence de stabilité du profil transversal de la station de Beaucaire,
 - la « qualité » des jaugeages, en particulier à l'ADCP,
 - des débits observés par des SEMA sur des affluents du Rhône systématiquement inférieurs de 20 à 30 % à ceux observés par la CNR.

dépassent de loin tous les records connus sur ces zones (Ay, Cance, Gier, Monts du Lyonnais, etc.) dont les derniers ont été enregistrés les 10 et 11 novembre 1996".

¹⁹ "Finalement, pour tenter d'expliquer les crues exceptionnelles observées sur le Rhône à Beaucaire, les meilleures pistes sont les suivantes : la très grande étendue géographique des plus fortes précipitations (environ 50% de plus qu'en novembre 1996), ainsi que la quasi-simultanéité des pluies tombées de part et d'autre de la vallée du Rhône sur des sols déjà fortement saturés par des pluies abondantes en novembre (épisode cévenol du 21 au 24 novembre et pluies du 27-28 novembre plus au nord".

²⁰ Salarié de la Sté HYDRATEC.

²¹ Par référence à l'étude EPTB.

²² "La CNR son rôle, ses obligations".

À la demande de la mission, cet ensemble de faits discordants a été étudié par le GAES, et notamment par Daniel DUBAND et Philippe BOIS déjà cités, et aux travaux desquels on renvoie dans l'annexe spécialisée. Leurs conclusions résumées sont les suivantes :

• *Le débit de la crue de 1994 sert « de référence » pour le tracé de la courbe de tarage. Or, ce débit a été très surestimé. Les mesures de la vitesse à la surface de l'eau ont été affectées d'un coefficient d'intégration majoré par rapport à ceux utilisés antérieurement sans qu'il ait été possible d'en trouver les raisons.*

• *Le début de la crue de décembre 2003 a été très probablement marqué par des mises en mouvement du fond du lit du Rhône comme ceux observés sur le petit Rhône²³. Les jaugeages à l'ADCP du début de la crue ne doivent pas être pris en compte dans la courbe de tarage.*

• *La méthode d'ajustement des jaugeages à la courbe de tarage actuelle mérite d'être optimisée. La courbe actuelle majore considérablement la valeur des débits dans la gamme « haute » des cotes et la courbe de tarage actuelle de la station de Beaucaire doit être retracée en prenant en compte ces résultats.*

! *Dès lors et avec les observations et mesures de la CNR, tout converge vers une estimation du débit de pointe de la crue de décembre 2003 à 11 000 m³/s²⁴. Après ajustement statistique aux 153 débits maximum annuels relevés, sa durée de retour est de l'ordre de 75 ans avec un intervalle d'incertitude à 70% compris entre 50 et 150 ans.*

S'agissant de replacer cet événement dans la chronique des épisodes historiques connus, on se reportera aux travaux de Denis CŒUR qui figurent dans le tome II.

! *L'événement de 2003 se positionne parmi les 3 événements les plus importants des deux derniers siècles. À l'échelle des cinq derniers siècles, il se situerait parmi les 10 événements hydro-météorologiques les plus remarquables.*

La marque de la crue de novembre 1674 repérée à Avignon très largement au-dessus des remparts montre à l'évidence qu'il y a eu des événements bien plus catastrophiques que ceux qui sont en mémoire. Les événements de novembre 1548, octobre 1636, novembre 1651, novembre 1674, novembre et décembre 1755, mériteraient d'être précisés par de recherches approfondies en archives ; il en existe.

! *Décembre 2003 serait cependant le plus fort événement en 200 ans dû à un phénomène météorologique dit « méditerranéen extensif ».*

²³ Un saumon de plus d'un quintal a été entraîné sur soixante-dix mètres en touchant le fond. Heureusement il n'y a pas eu de conséquence humaine ou matérielle. Le 5 décembre 2003, sur le bras droit du Rhône au droit de Villeneuve-lès-Avignon, la DIREN Languedoc-Roussillon constate encore un charriage important sur le fond.

²⁴ Il faut citer que MÉTÉO-France, en faisant fonctionner un modèle pluie-débit sur lequel le GAES est très réservé, retrouve aussi un débit de 11 000 m³/s à Beaucaire.

Origine	DATE	Station historique d' d'Avignon 79 000 km ²	Stations de BEAUCAIRE. B.V: 96 000 km ² Banque Hydro CNR (mars 2004)	
Duband	2003-XII-04		11 000	
CNR				12 à 13000
Pardé	1840-XI-04	10500	13000	
Pardé	1856-V-31	10500	12500	11640
**	1994-I-08	8200	10800	10500 11000
CNR	2002-IX-10		10500	10500
CNR	2002-XI-26		10200	10200
**	1993-X-10		9800	9800
Pardé	1935-XI-14	8200	9600	9240 9600
Pardé	1886-XI-11/12	6600	9470	10200
Pardé	1886-X-27	6300	9400	
**	1951-XI-22		9170	9180 9170
CNR	1872-III-21		9080	9080
Pardé	1843-XI-03	7500	9000	
**	1955-I-20		9000 ?	7230
CNR	1996-XI-13		8980	8980
Pardé	1900-IX-28/30	8160	8880	8940
EDF	1994-XI-06		8870	8860
Pardé	1910-XII-07/08	7000	8800	8660
CNR	1889-I-01		8780	8780
Pardé	1896-XI-02		8760	9060
CNR	1976-XI-11		8690	8090 8690
Pardé	1841-X-27		8500	
Pardé	1907-XI-10/11	6000	8440	8500
Pardé	1872-X-21	6500	8430	

Débit maximal supérieur ou égal à 8 500 m³/s à BEAUCAIRE (1800-2002).

II-5 COMMENTAIRES

Les conséquences de l'expertise du GAES doivent être tirées objectivement.

! **Les débits du Rhône aux fortes valeurs²⁵ sont sur-estimés :**

- les débits de la station de Beaucaire calculés avec la courbe de tarage actuelle doivent être repris²⁶,
- la critique de toutes les stations du Rhône doit être faite selon la même méthodologie que ce qui a été fait à Beaucaire,
- les débits des affluents du Rhône à leur confluence doivent être estimés à nouveau, particulièrement celui du Gard en novembre 2002²⁷,
- les événements du Rhône doivent être requalifiés.

! **Pour la mission, il est donc clairement établi que l'événement de décembre 2003 ne constitue pas un événement « référent », au sens de son utilisation possible comme aléa de référence des PPR par exemple.**

! **Les études du Rhône prenant en compte l'hydrologie en particulier à Beaucaire doivent être révisées.** Par exemple :

- l'étude de base sur l'hydrologie confiée à la SAFÈGE par l'EPTB : la méthode utilisée mériterait à cette occasion d'être revue pour être croisée avec les résultats d'autres

²⁵ Au-delà de 7 000 m³/s.

²⁶ Sans doute depuis fin 1992.

²⁷ L'étude de SOGREAH commandée par le DDE du Gard et non encore validée estime les débits de la crue de 2002 à partir de la différence des débits à l'aval et à l'amont de la confluence. Ceci n'était d'ailleurs pas sans discordances avec les observations sur les Gardons.

méthodes²⁸, peut-être plus adaptées aux enjeux ; cette révision pourrait prendre également en compte la valeur du débit maximum de la crue de 1840, non controversée,

- l'étude sur la sédimentation du Rhône, fonction de la vitesse de l'eau, celle-ci ayant été surévaluée d'environ 30 % en pointe ; dès lors, le calage des modèles peut avoir à être revu,

- les études de vulnérabilité, puisque l'aléa a été très sous-estimé.

! La mise à plat des réseaux d'observation, demandée par les services centraux²⁹, n'a pas été faite.

S'y ajoute un manque évident de stations d'hydrologie générale dont la nécessité apparaît clairement. Globalement, les suggestions en matière d'hydrométrie et d'hydrologie des rapports Gard, Bretagne, Aude,... n'ont pas été prises en compte, en particulier sur les données brutes, les tarages des stations, les exploitations statistiques rapides, l'insuffisance des données historiques, l'annonce rapide de périodes de retour injustifiées, ...

! Enfin, et ceci apparaît majeur, L'INFORMATION FOURNIE N'A PAS ÉTÉ DANS LE SENS DE LA SÉCURITÉ.

Des événements du type de celui de décembre 2003 dans le « delta » ont statistiquement une chance d'être vus une fois dans une vie humaine. Ainsi, seuls quelques rares endiguements pourraient résister à une crue telle celle de 1840 ou 1856. Les protections actuelles sont sans doute au mieux juste centennales.

La mission rappelle, en conclusion partielle, ce qui a été écrit en octobre 1999 dans le rapport DAUGE :

« ... *La mesure et ceux qui la pratiquent ne sont pas reconnus.. ; LA MESURE A UN COÛT. IL EST SOUVENT DÉRISOIRE EN VALEUR RELATIVE, PAR LES ÉCONOMIES QUE LA MESURE ENGENDRE DANS TOUS LES DOMAINES... ET EN PARTICULIER CELUI DE LA LUTTE CONTRE LES INONDATIONS* ».

II-6 PROPOSITIONS DE LA MISSION

Inspirées des développements qui précèdent, la mission émet ci-après un certain nombre de propositions, pour l'essentiel à l'attention de l'État, dont le point commun est *l'amélioration de la connaissance du fleuve, nécessaire à l'amélioration de sa gestion, notamment en crue.*

! Mettre à plat un vrai réseau de mesure hydrologique et ne pas se contenter de simples relevés de cotes.

Qui peut le plus (hydrologie), peut le moins. La prévention des crues et la réduction du risque d'inondation ne sauraient exister sans une estimation judicieuse des débits. Il en va de la sécurité des personnes et des biens mais aussi d'une juste appréciation des projets.

! Faire en sorte que la DIREN de bassin assure pleinement ses responsabilités en hydrologie et en hydrométrie.

²⁸ Études historiques à compléter, études géomorphologiques à faire et ou exploiter, etc.

²⁹ Voir la circulaire du 26 mars 2002 déjà citée.

« Enfin je voudrais que, comme cela existe déjà pour quelques-uns, le régime des grands fleuves fût confié à une seule personne, afin que la direction fût unique et prompte dans le moment du danger »³⁰.

Pour la mission, cette « revivification » est justifiée tant par l'engagement de la responsabilité de l'État dans tout ce qui a trait à la sécurité publique que par la mission dévolue au préfet de bassin sur le Rhône et ses affluents, qui impose qu'il puisse disposer de services de bassin – DIREN et SNRS – forts et compétents, ou enfin par les attributions nouvelles de la DIREN de bassin en matière d'annonce des crues. L'Agence de l'eau doit aider matériellement et durablement à cette revivification.

! Instaurer une structure d'appui technique permanent aux DIREN.

La complexité de l'hydrologie et de l'hydrométrie nécessite un recours technique permanent et sûr.

Une contrainte majeure à lever reste cependant le non-renouvellement et le vieillissement du vivier des experts nationaux³¹ dans le domaine de l'hydrométrie, qui pose le problème du contenu des programmes des établissements d'enseignement technique. À l'heure actuelle, ces compétences n'existent plus guère dans les services.

! Revoir les conventions État, CNR, EDF,... de manière à y intégrer des dispositifs de contrôle et d'analyse croisés entre les opérateurs. La CNR est une référence technique incontournable en hydrologie, hydrométrie et hydraulique sur le Rhône.

! Revoir les conventions MEDD et MÉTÉO-France, notamment sur la mise à la disposition de l'État d'études commandées par d'autres organismes sur des événements intéressant la sécurité publique.

L'étude des événements météorologiques commandée par la CNR à MÉTÉO-France rentre dans ce cadre. Elle n'aurait pas pu être mise à la disposition de la mission par MÉTÉO-FRANCE sans l'accord de la CNR³².

! Entamer enfin un programme de recherche sur les incertitudes des mesures de débit par ADCP, à requérir du fabricant par le regroupement des utilisateurs.

³⁰ Lettre de l'empereur au ministre de l'agriculture, du commerce et des travaux publics, datée de Plombières le 19 juillet 1856.

³¹ Pour l'essentiel constitué de retraités.

³² Même si la CNR, selon les termes de son cahier des charges, a une responsabilité d'information « des services chargés du contrôle », la mission exprime ses vifs remerciements au président de son Directoire, M Michel Margnes, qui a grandement facilité la tâche de la mission en lui ouvrant l'accès à toutes les données nécessaires.

III – LES EFFETS DE L'INONDATION SUR LES OUVRAGES DU LIT MAJEUR

Dans les chapitres qui suivent, la mission analyse succinctement, en rapport avec son propos, les caractéristiques et les conséquences de l'inondation au niveau de l'axe fluvial principal et des ouvrages de protection qui le bordent. L'extension de cet événement dans le Grand delta est visualisée dans la photo SPOT ci-dessous.



Dans ce chapitre, la mission traite d'une spécificité de l'événement de décembre 2003 ci-avant signalée qui a été de « solliciter » des ouvrages du lit majeur non dédiés à la protection contre l'inondation et dont par conséquent le retour d'expérience est à tirer dans la perspective d'une sollicitation future.

La mission rappelle par ailleurs dans le tableau ci-dessous³³ la nature et l'importance des dégâts causés par cet événement (en M !) :

Département	Total	Agric.	Autres activités	Voirie	Réseaux AEP, assaini.	EDF, Télécom. RFF	Autre patrimoine public	Rivières, Littoral, Voies navigables	Déchets	Particuliers
Ardèche	6,0	0,1	0,5	3,5	0	0,5	0	0,2	0	1,2
B. du Rhône	435,4	9,1	298,3	19,4	33,0	7,2	1,8	16,3	2,1	48,2
Drôme	10,1	0,4	0	5,8	0,1	0,3	0	3,5	0	0
Gard	299,5	30,3	170,6	20,0	11,0	1,4	6,6	13,4	0,8	45,4
Vaucluse	93,4	17,0	5,6	17,5	0,8	1,7	0,9	8,6	0	41,3
Total	844,4	56,9	475,0	66,2	44,9	11,1	9,3	42,0	2,9	136,1

III-1 DES TERMES NOUVEAUX DE LA STRATEGIE DE REDUCTION

À la crue du Rhône s'est ajoutée une pluviométrie continentale forte qui a créé un régime particulier pour les polders situés au sud de Beaucaire. Les ouvrages d'évacuation des eaux pluviales de chaque côté du fleuve ont été mis en tension, dans le Gard et le pays d'Arles.

À l'ouest, les brèches dans les digues ont créé une submersion particulièrement vaste (cf. photo SPOT ci-avant), dont l'île de Camargue n'a pas eu à souffrir, contrairement à l'événement de 1993-1994, mais qui a révélé aussi **une forte disparité** des situations respectives rencontrées de part et d'autre du fleuve quant à la solidité des ouvrages et à leur adéquation à une stratégie couplant la protection localisée et le déversement contrôlé que préconise l'étude globale.

Dans les Bouches-du-Rhône, les ouvrages dits « continentaux », privés de leur exutoire au fleuve et fortement sollicités, ont cassé ou débordé, noyant les parties basses (polder des marais des Baux) ou les zones enfermées par des digues (le Trébon dont les 2 siphons de vidange sous le Vigueirat se sont trouvés condamnés).

On notera que, à l'est du Rhône, cette situation peut se reproduire dès que le fleuve a un niveau élevé, supérieur aux terres avoisinantes situées en contrebas. Cette situation interdit en effet tout rejet local qui doit alors être reporté en transitant par des ouvrages nord-sud se rejetant *in fine* dans le golfe de Fos à plus de 40 km. Ces ouvrages sont anciens, saturés, et conçus au départ pour un rôle plutôt agricole et rural. Le développement de l'urbanisation a entre temps (la conception de ces ouvrages remonte à plus de quatre cent ans !) remis en cause les usages de ces ouvrages qu'il est nécessaire maintenant de gérer en tenant compte de l'aléa inondation.

Par force, les endiguements du Rhône et ces ouvrages non initialement dédiés à une fonction de protection contre les crues doivent contribuer solidairement à la protection contre les crues.

³³ Extrait du rapport d'inspection IGA-CGPC-CGGREF-IGIC-IGE de décembre 2003 intitulé « Les crues des 1^{er} au 5 décembre 2003 dans les régions Auvergne, Bourgogne, Languedoc-Roussillon, Midi-Pyrénées, Provence-Alpes-Côte d'Azur » – n° IGE/03/061.

! Les termes de la stratégie de réduction du risque inondation impliquent dorénavant solidairement des ouvrages et des territoires qui peuvent être éloignés de l'axe principal d'écoulement. C'est une donnée que l'événement de décembre 2003 a rappelée.

III-2 L'INONDATION EN RIVE DROITE, DANS LE GARD

Différents ouvrages ont été impliqués, et ont « joué » plus ou moins efficacement, dont les principaux sont :

- ! les digues de protection rapprochée ou les polders le long du Rhône : digue de Codolet, de Comps, d'Aramon, digue des Marguilliers à Beaucaire, zone de l'Ardoise...
- ! les ouvrages CNR ou en lien avec la concession : zone du fer à cheval sur Beaucaire, fusible au droit de Comps, fusibles de Boulbon, impact vis-à-vis du ruissellement pluvial...
- ! les digues linéaires du Rhône ou du Vidourle
- ! le canal du Rhône à Sète
- ! les ouvrages de vidange de la petite Camargue.

L'événement de décembre, heureusement non marqué par la concomitance des crues du Rhône et de ses affluents (Ardèche, Cèze, Gardon), à l'inverse de ce qui s'est passé en 2002, a néanmoins mis en évidence les points faibles bien connus – endiguements de Codolet et de Comps – mais il a aussi permis de constater la bonne tenue de l'ouvrage de protection très récemment construit d'Aramon, en même temps que la vulnérabilité inattendue de la digue des Marguilliers à Beaucaire, tout aussi récente.

Outre la vulnérabilité de certains endiguements, un point faible récurrent est la « fonction baignoire » jouée par un certain nombre de zones, et la difficulté de leur vidange qui en résulte, dont la DDAF du Gard a fait une priorité de sa stratégie de lutte.

Au total, les dommages se sont soldés par :

- des canaux abîmés,
- des stations de pompage submergées,
- 8 M ! de dégâts à réparer dans les deux mois, et 0,5 M ! de pompes financés par les réquisitions...

La mission fait de la problématique **des ouvrages ayant joué un rôle de vidange de la plaine** et des 1^{ers} enseignements à en tirer l'analyse qui suit.

Le canal BRL

Le canal BRL et sa prise d'eau ont été submergés dans la plaine de Fourques. Au moment où le Rhône a été suffisamment bas, il a été décidé par la cellule de crise d'ouvrir la prise d'eau pour un fonctionnement inversé, et ainsi assurer la vidange.

Cette opération rendue techniquement possible par BRL a permis d'assurer un autre exutoire à la plaine de Fourques que le couloir « étranglé » de Saint-Gilles.

Les ASA et leurs ouvrages

L'ensemble des plaines de Fourques et de la Petite Camargue est parcouru par des canaux d'irrigation ou de drainage appartenant aux ASA agricoles du secteur.

Dans les 1^{ères} heures et les jours après la crise, les moyens de pompage des ASA encore actifs (70 000 m³/h sur 100 000 m³/h) ont été remis en fonction (électricité, redémarrage) afin d'assurer une vidange en rejetant l'eau soit dans le Rhône, soit dans le canal du Rhône à Sète. Les pompages ont duré plusieurs semaines et ont été renforcés par les moyens externes mis en place (pompes hollandaises et allemandes) afin dans un 1^{er} temps d'enlever l'eau pour dégager les secteurs habités.

! L'effort collectif des ASA a été très important et a permis de vider le territoire dans un temps beaucoup plus court que si aucun ouvrage n'avait existé. L'événement a ainsi inauguré une forme nouvelle de solidarité entre ASA qu'il s'agit maintenant de prolonger dans son contenu technique et financier, en vue de faire face à la survenue d'un épisode de crue nouveau.

De fait, une union des ASA est actuellement en cours afin de faire émerger **un opérateur unique** susceptible d'agir de manière coordonnée entre mandants dans le futur. Le réseau actuel de canaux peut en effet permettre la vidange du territoire dans de bonnes conditions, pourvu qu'il soit géré de manière cohérente, même si les actuels moyens de pompage dont disposent les ASA, s'ils se sont montrés très précieux et efficaces, sont sans doute à renforcer.

Ceci illustre l'importance de s'assurer du devenir de l'eau dès lors qu'elle a submergé les digues ou les a fait rompre, de même que dans les scénarios de déversement organisé vis-à-vis desquels le territoire en cause dispose d'une potentialité certaine, vu sa dimension et la nature des enjeux qui s'y développent.

Dans les deux cas toutefois, la question de la responsabilité de la gestion des écoulements doit être traitée en urgence, dans une perspective de précaution face à la survenue toujours possible et imprévisible d'un événement de crue sollicitant ces ouvrages.

! La mission approuve le mouvement d'organisation que les ASA de rive droite du Grand delta ont entrepris. Elle considère toutefois que la responsabilité de la gestion des écoulements de crue, accidentels et organisés, ne peut reposer que sur de simples structures de type ASA. Elle invite par conséquent les acteurs à réfléchir au mode d'organisation approprié qui permettra cette gestion. En tout état de cause, ce mode ne pourra reposer que sur des représentations locales des différents enjeux.

La vocation de la zone

Les territoires ouest-gardois constituent des zones d'expansion des crues historiques. On y trouve deux casiers différents :

- le triangle Beaucaire-Fourques-St Gilles, dans lequel se trouvent deux ouvrages majeurs : le canal d'irrigation du Bas Rhône Languedoc et l'autoroute A 54, Arles-Nîmes³⁴. Ce dernier ouvrage, qui a du être fermé à la circulation pendant une dizaine de jours, intercepte les eaux qui ont vocation à s'épancher naturellement dans la ZEC située à cet endroit. Faisant ainsi obstacle au libre écoulement de l'eau et au fonctionnement normal de la ZEC – ce dont il souffre lui-même, avec les incidences sur l'économie qu'on a pu vivre en décembre 2003 – **il est nécessaire d'en revoir la configuration en vue de le rendre plus transparent aux crues.**
- le triangle St Gilles – Aigues-Mortes jusqu'à la mer.

³⁴ À noter, la demande d'inspection du directeur des Routes au président de la mission de contrôle des sociétés concessionnaires d'autoroutes en date du 22 janvier 2004. Rapport remis le 27 avril 2004.

Entre les deux triangles, se trouve un territoire resserré, **le couloir de St Gilles**, recouvert de 3 m d'eau lors de la crue de décembre. Sa vocation naturelle est de laisser passer l'eau avec le moins de dégâts possible. Cette zone est occupée par 14 exploitations qui y cultivent des arbres fruitiers.

! Compte tenu de sa situation géographique et de sa fonction « goulot d'étranglement » au cœur d'une zone naturelle d'expansion de crues, la mission suggère la réduction de la vulnérabilité de la zone du « couloir de St Gilles ».

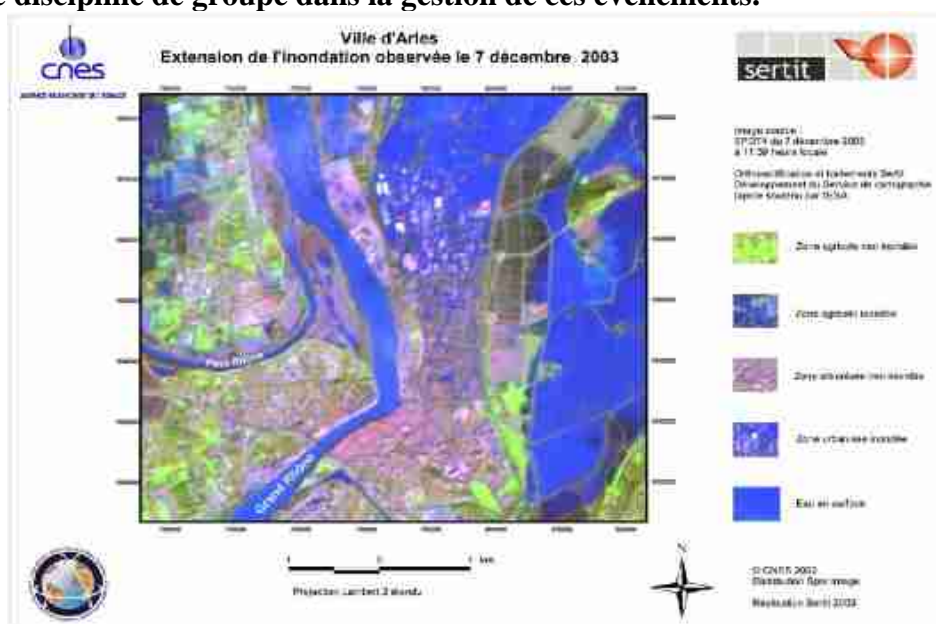
III-3 L'INONDATION EN RIVE GAUCHE

III-3-1 Ses caractéristiques

Dans le Grand delta, elles ont été les suivantes.

- A. D'une part, le nord d'Arles a été inondé, tout d'abord par un excédent d'eaux météoriques, puis par l'eau en provenance du Rhône.
- B. D'autre part, au sud de Tarascon, le Rhône est rentré dans la plaine par suite de la rupture de deux trémies sous la voie SNCF qui fait office de digue en rive gauche. Le sud de Tarascon étant inondé, la ville de Tarascon a cru bon de se protéger en renvoyant les eaux encore plus au sud, c'est à dire vers Arles et le quartier du Trébon, par brèchage volontaire du canal d'irrigation des Alpines, qui se rejette au Rhône en temps normal. Pendant la période d'été, ce canal sert à l'irrigation, alors qu'en hiver, il a plutôt une fonction de ressuyage et de recueil des eaux de ruissellement des terrains qu'il draine.

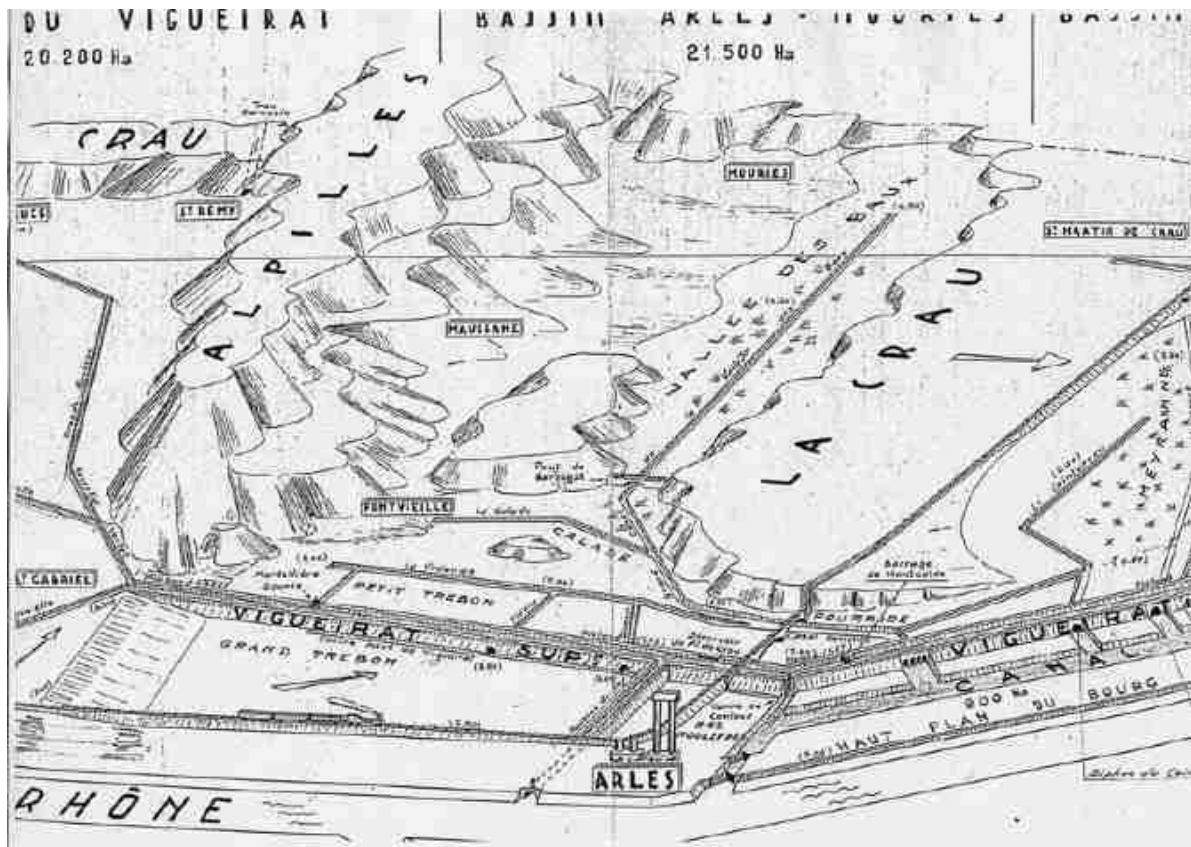
! S'il est vrai que le canal des Alpines coulait « à pleins bords » lors de l'épisode de crue de décembre, cela ne justifiait certainement pas l'intervention irréfléchie décidée par la commune de Tarascon qui a sensiblement augmenté les volumes déversés dans la plaine jusqu'à Arles. L'enseignement à en tirer est la nécessité d'une discipline de groupe dans la gestion de ces évènements.





Quartier du Trébon, nord d'Arles, décembre 2003
Au centre de la vue, la prison

- C. Ce secteur fait l'objet d'un équipement hydraulique complexe, mis en place par Van Ens au 17^{ème} siècle : en particulier, le pays d'Arles est traversé du nord au sud par le canal du Vigueirat, qui évacue à travers les terres basses les eaux de pluie venues du nord. Ce canal est en surélévation, et constitue ainsi une barrière pour les terres situées à l'ouest. Au droit de la ville d'Arles, une « fuite » a été prévue pour se jeter au Rhône si son niveau le permet : la Roubine du Roy (il s'agit de Louis XIII). Ce canal est lui aussi en surélévation. Du coup, la « plaine du Trébon » constitue un emplacement fermé à l'est et au sud, qui ne peut être assaini en cas de Rhône haut que par deux siphons passant sous le canal du Vigueirat pour rejoindre les « marais d'Arles ».
- Le schéma ci-après illustre la complexité du lacs des ouvrages de cette zone³⁵, qui en rend la gestion en crue délicate, bien qu'elle soit indispensable



- D. Le nord d'Arles s'évacue d'habitude par ces deux siphons qui débouchent dans les marais d'Arles. Après avoir fonctionné un temps, l'un s'est effondré (le « noc » de Flèche), l'autre ne débitait plus qu'à moitié (le « noc » de Quenin). Il n'a pas été possible de les remettre en état pendant l'épisode pluvieux, au risque de rompre le Vigueirat lui-même.
- ! Ainsi, la plaine du Trébon a-t-elle constitué une cuvette fermée de tous côtés, impossible à vider sauf à avoir recours à des moyens de pompage artificiels : le niveau de l'eau dans l'habitat pavillonnaire a atteint 1,50 m.**
- E. Quant au Vigueirat, il a été conçu par Van Ens pour un bassin versant agricole et rural, avec un débit maximum de 30 m³/s. Du coup, il peut s'il reçoit un débit supérieur casser à tout moment, rompre ses berges en terre, et déverser sur les bas quartiers d'Arles 20 à 30

³⁵ On y voit en particulier la voie ferrée venant de Tarascon et la « Roubine du Roy », qui assure hors crue la vidange dans le Rhône.

m³/s, ce qui correspond à plus de 2 Mm³/jour. Pour parer à ce risque, deux manœuvres sont possibles :

- quand le Rhône est bas, un dégagement est opéré par la Roubine du Roy,
- quand le Rhône est haut, un déversement peut se faire dans le bassin de rétention de Beauchamp. Enfin, mais cela ne peut se faire qu'à l'aval, un déversement peut être opéré dans le Canal d'Arles à Fos.

F. En décembre 2003, le Vigueirat a cassé à Fort d'Ervail, saturé dès l'amont à son débit maximum de 30 m³/s dû aux apports du bassin versant nord. Il a correctement joué son rôle en évacuant ensuite ce débit à l'aval.

! La brèche n'a pas été réparée, l'intention des maîtres d'ouvrage locaux étant de placer une vanne à l'emplacement, servant elle-même de soupape de sûreté. Toutefois, l'exutoire devient ainsi les marais des Baux.

G. Les marais des Baux constituent un polder tourbeux connu dès l'époque romaine. Aménagés au 19^{ème} siècle, ils sont constitués par un système de bassins, asséchés par des stations de pompage, rejetant leurs eaux dans le canal de la vallée des Baux. Lui aussi a des berges très friables. **En crue, il refuse l'évacuation des eaux pluviales des zones d'activité de Fourchon (dont le parking du Géant Casino).**

III-3-2 Ses dommages

Le tableau qui suit en détaille la nature.

INVENTAIRE DES DOMMAGES AUX CANAUX D'ASSAINISSEMENT				
N°	Intitulé	Ouvrage concerné	Cause	Conséquences.
1.	Eaux bleues.	Canal de vidange du bassin de Boulbon	La digue a surversé. Le bassin s'est rempli. A l'ouverture de la vanne (10 m de charge), le canal a été détruit	Canal de vidange détruit
2 3	Deux trémies RFF.	Trémies dans le remblai de la voie ferrée qui sert de digue	Crue du Rhône	transfert crue dans le Trébon, Tarascon casier Est, Sud Arles
4	Canal des Alpes.	Berges du canal.	Ville de Tarascon. Dans la nuit du 3 décembre. émue par saturation Vigueirat et la montée des eaux dans casier Est de Tarascon et les déversement par les trémies	La ville de Tarascon se protège en éventrant le canal des Alpes
5	Fort d'Herval	Vigueirat RG. Une brèche.	Pluie 150 mm Saturation à l'aval du verrou de St Gabriel.	Inondation des marais d'Arles : Sécurité pour Arles et risque d'inonder le Trébon
5a		Digues du Vigueirat	Fonctionnement inversé de la digue : eau à l'extérieur, canal vidé du fait des brèches, glissements à l'intérieur du canal	Berges déstabilisées. glissements.
6		Siphon de Flèche	Siphons bouchés.	Trébon inondé.
7		Siphon de Quenin – Roubine du Roy		
8 9 10	Meunerie Barbeval Pont de l'Étroit. Brèche Malaga (22/09/03).	Marais des Baux : tassements, brèche, érosion, perte de sol, glissement, « dilution » de la tourbe.	Pluie. eau stagnant dans les marais inondés	Affaiblissement généralisé de l'infrastructure. En lien avec DOCUP.
11	Mas du petit Mollégès	Canal du Vigueirat : Brèche inondant les marais de Meyranne.	Saturation du Vigueirat Brèche	Inondation propriété MOSCHINI Retard des semis de printemps.
12 13	Marais du Vigueirat			Brèche déversante. pas de dégâts (espace naturel protégé).

III-3-3 Ses enseignements

La mission a relevé **une organisation du Pays d'Arles en strates altimétriques.**

En période de basses eaux :

- Le Vigueirat assainit le pays de Tarascon : il n'assure qu'une fonction de transport et ne recueille pas une goutte d'eau supplémentaire à l'aval de Saint Gabriel. **Comme il est en relief, du bon état de ses berges dépend le fait qu'il ne rompe pas, réduisant ainsi le risque pour les terres qu'il surplombe.**

- Le nord d'Arles se déverse par des siphons passant sous le Vigueirat (Flèche et Quenin) dans les marais d'Arles. **Du bon état de ces siphons dépend l'assainissement de la zone industrielle du Trébon !**

- Les marais d'Arles, drainés par la partie aval du canal de dessèchement des marais des Baux, débouchent par un siphon sous le Vigueirat (siphon de Montcalde) dans l'ancien canal de navigation d'Arles à Bouc.

- Les marais des Baux sont pompés dans le canal de dessèchement des marais des Baux

Dans cette période, le Vigueirat peut être déchargé au Rhône par la Roubine du Roy, assainissant ainsi le pays de Tarascon et le nord d'Arles. Les marais d'Arles débouchent dans le canal d'Arles à Bouc, et les marais des Baux sont pompés pour être rejetés dans le canal des marais d'Arles, tout cela fonctionnant en étages successifs.

En crue :

- le Rhône domine les terres qu'il assainissait, condamnant les écoulements à trouver leur issue vers la mer au sud. Les écoulements sont rendus plus importants et surviennent plus rapidement, alors que les ouvrages d'évacuation restent ceux conçus par l'agriculture en fin du siècle dernier.

Comme cela a été le cas pour la commune de St Martin de Crau par exemple, il s'agit de concevoir des ouvrages structurants permettant ou de stocker, ou d'évacuer, les débits excédentaires, provenant de l'urbanisation.

- Les ouvrages commandant les eaux (barrages divers) doivent être connus, repérés, entretenus et gérés de manière optimale, c'est à dire de manière adaptée aux circonstances climatiques distinguant les deux scénarios de Rhône haut et bas, et différentes classes de pluviométrie :

- les pluies de faible durée et de fort débit, et volumes faibles,
- les pluies de plus longue durée qui créent des volumes importants à évacuer impérativement à l'aval.

! Il est évident que les canaux et siphons doivent être en parfait état de marche, ce que leur ancienneté rend aléatoire. À titre d'exemple, la moindre des précautions à prendre pour la réduction des dommages dans le quartier du Trébon est de s'assurer du bon fonctionnement des 2 vidanges que constituent les nocs de Flèche et de Quenin !

Par ailleurs, pour ce quartier, une mesure d'urgence s'impose pour le prémunir de toute crue à venir du Rhône en amont : en barrer le nord par un ouvrage de protection, à l'instar de la 2^{ème} ligne de défense dont dispose la ville de Tarascon.

Des « règlements d'eau » s'imposent par conséquent, par exemple « *stocker le plus possible, ou évacuer rapidement vers l'aval*³⁶, les volumes qui ne peuvent plus être déversés dans le Rhône en cas de montée des eaux de celui-ci, ce qui revient à créer un lien non existant à l'heure actuelle entre la crue du fleuve et la gestion préventive du réseau des canaux connexes ».

! La mission suggère la réalisation d'un bilan de cet ensemble d'ouvrages – inventaire, état, mode de liaison hydraulique... – et l'élaboration de scénarios de fonctionnement conjoint – ou règlements d'eau – dans différentes hypothèses d'aléa, englobant le Rhône et la pluviométrie directe sur la zone, ensemble et séparément³⁷.

! La mission estime par ailleurs qu'un mode de gestion nouveau, plus collectif et responsable de ces ouvrages, doit se substituer au mode ancien, traditionnel et individualiste, exercé par des associations qui ne communiquent que peu entre elles.

³⁶ Via par exemple le canal d'Arles à Bouc, en vérifiant préalablement que le barrage anti-sel a bien été abaissé.

³⁷ La constitution d'un SIG de ce réseau d'ouvrages et de leurs gestionnaires est une nécessité.

Cela concerne notamment les réseaux maîtres d'assainissement³⁸ agricole pour lesquels la mission préconise la constitution d'un Syndicat « Vigueirat-Baux »³⁹ approprié à traiter des enjeux globaux de gestion des eaux excédentaires. La participation du SYMADREM à ce regroupement apparaît très souhaitable.

Par ailleurs, pour la mission, le remblai de la voie RFF Tarascon-Arles doit être considéré comme une digue de protection, ce qui implique qu'il soit géré et contrôlé comme tel.

Reste à régler par ailleurs le problème de la responsabilité juridique et technique des ouvrages intra-urbains – et notamment la Roubine du Roy dans Arles – dont la gestion n'est pas disjointe cependant de celle de ces réseaux. La mission suggère une reprise par la collectivité, plutôt que par les services de l'État.

La problématique « irrigation » est plus complexe dans la zone. En effet, les réseaux dédiés voient leurs fonctionnalités se diversifier de plus en plus par rapport à leur vocation de départ : évacuation des eaux de crue, mais aussi soutien des nappes et des cours d'eau lors des étiages.

En ce domaine, et à l'inverse des réseaux d'assainissement, les maîtres d'ouvrage sont motivés et compétents et en voie de s'organiser pour l'exécution de ces diverses fonctions.

! Compte tenu de la solidarité hydraulique existant entre les deux types de réseaux, de dessèchement et d'irrigation, il est souhaitable que les gestionnaires des eaux de ces ouvrages soient associés à la gestion des eaux en période de crue⁴⁰. La mission pousse fortement en ce sens, rejoignant en cela le schéma gardois ci-avant exposé.

³⁸ « Dessèchement » est la dénomination historique.

³⁹ Compte tenu des enjeux, la mission suggère l'adhésion du département des Bouches-du-Rhône à ce syndicat.

⁴⁰ Après regroupement préalable très souhaitable.

