

n° 005602-01

décembre 2008

# Expertise du schéma de protection contre les crues du secteur de Tarascon-Arles

*Rapport général*

Ressources, territoires et habitats  
Énergie et climat Développement durable  
Prévention des risques Infrastructures, transports et mer

Présent  
pour  
l'avenir



Ministère de l'Énergie, de l'Énergie,  
du Développement durable et de l'Aménagement du territoire



**CONSEIL GÉNÉRAL DE L'ENVIRONNEMENT  
ET DU DÉVELOPPEMENT DURABLE**

**Rapport n° : 005602-01**

**EXPERTISE DU SCHEMA DE  
PROTECTION CONTRE LES CRUES DU  
SECTEUR DE TARASCON-ARLES**

*Rapport général*

établi par

**François GERARD**

Ingénieur général des Ponts et Chaussées

**Philippe QUEVREMONT**

Ingénieur général du Génie rural, des eaux et des forêts

**Décembre 2008**



# Sommaire

<b>Résumé.....</b>	<b>3</b>
<b>Introduction.....</b>	<b>5</b>
<b>1. Le contexte historique.....</b>	<b>8</b>
1.1. Après la crue de 1840.....	8
1.2. La crue de 1856 et ses conséquences.....	9
1.3. La crue de 2003 et ses conséquences.....	11
1.4. Le pré-schéma Rhône aval.....	13
<b>2. Les enjeux et la perception locale du pré-schéma Rhône aval.....</b>	<b>15</b>
<b>3. Les méthodes employées pour l'élaboration du pré-schéma Rhône aval et leurs conséquences.....</b>	<b>18</b>
3.1. La maîtrise d'ouvrage.....	18
3.2. Le recours à la modélisation.....	19
3.3. Des documents conventionnels.....	19
3.4. La précision des propositions du pré-schéma sud.....	20
3.5. Une organisation complexe pour le lit majeur.....	21
3.6. Le maillage territorial.....	22
3.7. Synthèse.....	22
3.8. Les méthodes actuellement employées peuvent-elles être améliorées ?.....	23
3.8.1. <i>Le pilotage des projets et leur maîtrise d'ouvrage : garantir une bonne articulation entre lit majeur et lit mineur.....</i>	<i>23</i>
3.8.2. <i>L'explication des choix retenus : opter pour une approche territoriale.....</i>	<i>25</i>
3.8.3. <i>Le choix des instruments juridiques.</i> .....	<i>26</i>
<b>4. L'avancement du projet de calage des digues et ses conséquences.....</b>	<b>27</b>
<b>5. Le remblai ferroviaire.....</b>	<b>29</b>
5.1. L'état actuel du remblai.....	30
5.2. Le renforcement du remblai par une digue latérale.....	31
<b>6. Le canal de contournement d'Arles.....</b>	<b>35</b>
6.1. Faisabilité.....	36
6.2. Premier scénario.....	37
6.3. Second scénario.....	38
6.4. Synthèse.....	39
<b>7. Les plans de prévention des risques d'inondation et l'urbanisme.....</b>	<b>41</b>
7.1. La prévention des inondations de 1858 à 1996.....	41

7.2. La prévention des inondations depuis 1996 .....	<a href="#">43</a>
7.3. Recommandations.....	<a href="#">44</a>
<b>8. Le changement climatique.....</b>	<a href="#">47</a>
8.1. Impact sur l'hydrologie.....	<a href="#">47</a>
8.2. Impact sur le niveau marin.....	<a href="#">48</a>
8.3. Synthèse.....	<a href="#">49</a>
<b>9. Conclusion.....</b>	<a href="#">50</a>
<b>Annexes.....</b>	<a href="#">53</a>
<b>Annexe 1. Lettre de mission .....</b>	<a href="#">54</a>
<b>Annexe 2. Liste des personnes rencontrées.....</b>	<a href="#">56</a>
<b>Annexe 3. Historique des études sur le Grand Delta.....</b>	<a href="#">58</a>
<b>Annexe 4. La législation de 1858 et de 1935.....</b>	<a href="#">59</a>
<b>Annexe 5. Glossaire des acronymes .....</b>	<a href="#">73</a>

## Résumé

Le présent rapport, publié sous le timbre du Conseil général de l'Environnement et du Développement Durable (CGEDD) est l'aboutissement d'une mission commandée le 23 novembre 2007 par le Ministre d'Etat, ministre de l'écologie, du développement et de l'aménagement durables (MEDAD) au Conseil général des Ponts et chaussées (CGPC) et à l'Inspection générale de l'Environnement (IGE).

La commande portait sur une expertise du dispositif de protection contre les crues du secteur de Tarascon-Arles. Elle faisait suite à la présentation par la commune de Tarascon d'un projet de canal de contournement d'Arles comme alternative au renforcement du remblai du chemin de fer entre Tarascon et Arles prévu dans le pré-schéma Rhône aval, partie du Plan Rhône portant sur le delta du fleuve en aval de Beaucaire.

La mission a été confiée à M. François Gérard, Ingénieur général des ponts-et chaussées, pour le CGPC, et M. Philippe Quévremont, ingénieur général du génie rural, des eaux et des forêts, pour l'IGE. Elle s'est appuyée sur l'expertise technique de M. Gérard Degoutte, ingénieur général des eaux et des forêts, membre du CEMAGREF et du CGAAER, et de M. Réginald Sarralde, ingénieur des travaux publics de l'Etat, du SCHAPI, qui ont rédigé la partie technique du rapport. Elle a commencé ses investigations en avril 2008 et les a achevées en décembre 2008, après le rendu par le SYMADREM de la seconde simulation des performances hydrauliques d'un tel canal. Durant cette période, la mission a rencontré la plupart des acteurs de terrain et fait le bilan des études hydrauliques réalisées depuis plus de dix ans.

Sur la partie des territoires des communes de Tarascon et d'Arles située à l'est du Rhône, l'objectif du pré-schéma est d'assurer une protection élevée des zones densément urbanisées et une protection plus que centennale des autres zones, les déversements au delà de cette crue étant gérés de façon égale entre les deux rives. Le dispositif de protection prévu à cet effet comprend en particulier le renforcement du remblai ferroviaire et la construction d'une digue de protection rapprochée des quartiers nord d'Arles.

Malgré la concertation mise en place autour du Plan Rhône, ce pré-schéma a été contesté localement dès la préparation de la première opération, à savoir la construction de la digue de protection rapprochée des quartiers nord d'Arles inondés en 2003. La commune de Tarascon a alors proposé une variante du dispositif de protection incluant la construction d'un canal de contournement du goulet d'Arles, afin d'améliorer la protection des zones non urbanisées, en particulier la plaine du Trébon.

La mission constate que, quelles que soient les hypothèses retenues, un tel canal n'atteindrait pas ses objectifs hydrauliques. Très coûteux, il ne pourrait être qu'un complément aux aménagements du pré-schéma, imposant de mobiliser des moyens financiers supplémentaires importants. La mission ne peut donc que déconseiller de poursuivre l'étude d'un tel canal, tant les écarts entre les objectifs de protection et les investissements à prévoir sont importants.

Le remblai du chemin de fer entre Tarascon et Arles, considéré depuis sa construction comme une digue de fait, mais non conçu pour cet objectif, n'a pas la fiabilité suffisante pour jouer un rôle de protection contre les crues. Il doit donc être rapidement complété par une digue, comme le prévoit l'étude menée actuellement par RFF. L'option à retenir est une digue séparée du remblai, permettant une répartition claire des responsabilités pour sa réalisation puis son entretien. La mission propose que le SYMADREM prenne position dès le premier

---

trimestre 2009 pour assurer la maîtrise d'ouvrage de cette digue, l'aménagement des passages sous voie associés devant relever de RFF.

La mission recommande donc de poursuivre la mise en œuvre du pré-schéma Rhône aval, en formulant toutefois des recommandations complémentaires :

- mettre en place rapidement une protection rapprochée du nord d'Arles, mais aussi de la zone commerciale de Fourchon en Arles et le cas échéant du sud de Tarascon, complément indispensable à la digue doublant le remblai ferroviaire.
- conforter le rôle central du SYMADREM dans le pilotage des projets du pré-schéma :
- donner une égale priorité aux études des déversements en lit majeur (en particulier en rive gauche) et aux études de calage des digues sur le lit mineur, élément indispensable pour que le pré-schéma soit accepté par les acteurs locaux ;
- expliquer les choix retenus sur une base territoriale, en veillant, pour les services techniques départementaux de l'Etat, à accompagner les collectivités maîtres d'ouvrage dans leur effort d'explication des choix proposés ;
- monter les dossiers réglementaires avec un souci marqué de qualité technique et juridique, cette préoccupation de qualité devant également être celle des services de l'Etat qui les instruiront.

La mission s'est également attachée à rechercher pourquoi de tels désaccords ont pu apparaître après une large concertation, la préparation et la signature par de nombreux partenaires d'un contrat de projet interrégional ambitieux. Parmi les éléments à l'origine des contestations, la mission a identifié l'absence d'un dispositif juridiquement opposable pour la mise en œuvre du Plan Rhône, source de fragilité pour l'Etat et des collectivités.

Une fragilité similaire (et même une certaine confusion) ont été constatées en matière d'application du droit des sols (ADS) pour l'attribution des permis de construire dans cette zone soumise à une pression foncière élevée. Ce territoire semble en effet être le dernier dans lequel on tente encore, sans guère de succès désormais, de s'appuyer sur le plan des surfaces submersibles (PSS) de 1911 pour l'application du droit des sols en zone inondable, à l'aide de l'article R111-2 du code de l'urbanisme, et en contradiction avec un programme d'intérêt général (PIG) de 1996 qualifiant de fiable le remblai ferroviaire.

La mission préconise de rapporter sans délai l'arrêté préfectoral créant ce PIG et recommande d'arrêter en urgence pour Arles et Tarascon, sur la base des éléments techniques immédiatement disponibles, un plan de prévention des risques naturels. Ce plan sera ensuite adapté en fonction des investissements réalisés.

Paris, le 15 décembre 2008.

## Introduction

Depuis 1845, la voie ferrée<sup>1</sup> entre TARASCON, au nord, et ARLES, au sud, est établie sur un remblai élevé au dessus de la plaine, à quelques centaines de mètres à l'est du lit mineur du Rhône (voir la carte en annexe 1). Ce remblai, qui partage en deux la zone rurale inondable du Grand Trébon, n'a plus alors été franchi par les crues du Rhône, tout au moins jusqu'en fin 2003<sup>2</sup>.



Figure 1: Le cours du Rhône entre Tarascon et Arles.  
Le remblai ferroviaire est indiqué, avec une loupe sur  
une des trémies ayant rompu le 3 décembre 2003 (à  
gauche)

De ce fait, on a fini par considérer la zone située derrière la voie ferrée comme protégée des crues. Des passages inférieurs ont d'ailleurs été aménagés vers 1980 avec des cavaliers de terre raccordés en trémie<sup>3</sup> au remblai ferroviaire, afin de ne pas interrompre cette protection de fait. Pourtant, le 3 décembre 2003 (Figure 1), le Rhône en crue rompt les cavaliers qui devaient empêcher l'eau d'utiliser ces passages. Les quartiers nord de la ville d'ARLES sont durement inondés, nécessitant l'évacuation de 12 000 personnes de leur domicile parfois pendant plusieurs semaines, sans compter les dégâts infligés à 750 entreprises. La digue

<sup>1</sup> Il s'agit de la grande ligne traditionnelle Paris - Marseille, aujourd'hui exploitée à 200 km/h mais distincte de la ligne à grande vitesse récemment construite.

<sup>2</sup> La crue historique de 1856 a rompu la digue située au nord de Tarascon, mais entre Tarascon et Arles les eaux ont atteint le niveau du ballast sans rupture du remblai ferroviaire.

<sup>3</sup> Trémie : « Sorte de grand entonnoir en forme de pyramide renversée » (Dictionnaire Petit Robert). La voie routière, après être passée sous la voie ferrée, remonte en remblai au niveau des cavaliers de terre qui assurent la continuité de la protection hydraulique, le tout prenant la forme d'une trémie (ou d'un entonnoir) allongé (voir dans le rapport des experts la photo prise en 2003 pendant la rupture du cavalier de l'une des trémies).

---

protégeant le coté gardois est également rompu en deux endroits plus au sud sur le Petit Rhône.

Un élan important de solidarité nationale et régionale a aidé à faire face à cette grave crise.

En répondant ensuite à l'appel du grand delta lancé le 3 mars 2004 par les Régions Provence Alpes Côte d'Azur et Languedoc-Roussillon, l'Etat et les collectivités territoriales concernées élaborent avec diligence le « Plan Rhône<sup>4</sup> », afin de réduire le risque et l'impact de tels accidents. Ce plan est décliné en aval de BEAUCAIRE et de TARASCON, et jusqu'à la mer, sous forme d'un « pré-schéma Rhône aval » (souvent appelé « pré-schéma sud ») approuvé en juillet 2006<sup>5</sup>, et rapidement financé sous la forme d'un « contrat de projets inter-régional plan Rhône 2007-2013 », signé le 21 mars 2007. La gouvernance est structurée, prévoyant par exemple pour le plan Rhône un comité de pilotage et un comité scientifique, et pour le pré-schéma sud un comité de suivi permettant une concertation active entre l'Etat et les différentes collectivités, ainsi qu'un comité territorial de concertation ouvert aux associations.

Les syndicats de collectivités initialement chargés des digues dans les Bouches du Rhône et dans le Gard fusionnent en avril 2005 dans le SYMADREM, afin de mieux garantir une approche homogène de ces problèmes, en rive droite comme en rive gauche. Ce syndicat, dont les méthodes d'intervention sont en amélioration continue depuis les crues de 1993, accepte de porter la maîtrise d'ouvrage des principaux travaux à venir dans cette zone sud et engage les études techniques détaillées correspondantes.

Ces phases délicates franchies, on aurait pu penser que la même mobilisation collective permettrait d'aborder sans grande hésitation les phases opérationnelles de mise en œuvre du pré-schéma sud. Trois évènements presque simultanés suscitent cependant des interrogations.

Le 15 juin 2007 d'abord, la commission d'enquête publique relative au projet de création d'une digue de protection des quartiers nord d'Arles (projet prévu dans le cadre du pré-schéma sud) rend un avis défavorable ; la décision préfectorale d'utilité publique correspondante, datée du 8 novembre 2007, fait l'objet d'un recours auprès du Tribunal administratif.

Par ailleurs le 23 octobre 2007, le Maire de Tarascon demande au Préfet coordonnateur de bassin d'étudier une solution alternative à celles qui étaient retenues dans le cadre du pré-schéma sud, à savoir la réalisation d'un canal contournant le goulet que représente pour le Grand Rhône la traversée du centre de la ville d'Arles.

Enfin, troisième évènement, en novembre 2007, le dispositif de concertation mis en place pour associer aux décisions à prendre collectivités et associations rencontre des difficultés, un comité de suivi<sup>6</sup> (Etat et collectivités) étant perturbé par des associations contestant les orientations retenues ou proposées.

Par lettre en date du 23 novembre 2007 sous timbre de la direction de l'Eau (voir annexe 2), le Ministre d'Etat, ministre de l'écologie, du développement et de l'aménagement durables a demandé à l'Inspection générale de l'environnement (IGE) et au Conseil général des ponts et chaussées (CGPC) d'expertiser la proposition présentée par la ville de Tarascon, tout en accordant une attention particulière au renforcement du remblai de la voie ferrée et aux effets à attendre du changement climatique.

Cette mission a été confiée à Philippe QUEVREMONT, ingénieur général du GREF (en ce qui concerne l'IGE) et à François GERARD, ingénieur général des ponts et chaussées (en ce qui concerne le CGPC), qui ont commencé à rencontrer les acteurs locaux et régionaux après

---

<sup>4</sup> Le plan Rhône a été approuvé en CIACT (comité interministériel à l'aménagement et à la compétitivité des territoires) le 6 mars 2006.

<sup>5</sup> Comité de pilotage sur les inondations du Rhône et de ses affluents, séance du 7 juillet 2006

<sup>6</sup> Comité du 26 novembre 2007

---

la fin de la période de réserve liée aux élections municipales de mars 2008, ainsi que les administrations et les principaux cabinets d'ingénierie concernés. La partie la plus technique de cette expertise a été menée par Gérard DEGOUTTE, ingénieur général du GREF membre du CGAAER, et par Reginald SARRALDE, ingénieur des travaux publics de l'Etat au service central d'hydrométéorologie et d'appui à la prévision des inondations (SCHAPI)<sup>7</sup>. Leur analyse, sur laquelle la mission s'est appuyée, constitue le volet technique du présent rapport.

Le présent rapport, émis sous le timbre du Conseil général de l'environnement et du développement durable (CGEDD) résultant de la fusion du CGPC et de l'IGE, vise à répondre à ces interrogations.

Après un rappel historique et des enjeux locaux, la mission s'est attachée à bien identifier les conditions dans lesquelles le pré-schéma Rhône aval a été élaboré et à examiner les raisonnements techniques qui l'ont fondé, dans un territoire objet d'un développement urbain significatif.

La mission a ensuite cherché à comprendre comment ce projet, *a priori* exemplaire, avait pu susciter une opposition certes localisée, mais aussi déterminée. Afin d'essayer de tirer de cette expérience tous les enseignements possibles pour l'avenir, la mission formule ainsi des recommandations à caractère méthodologique : certaines d'entre elles sont encore directement applicables à ce projet ; d'autres ne pourront être utiles qu'à d'autres projets, compte tenu de l'état d'avancement du plan Rhône.

Les documents techniques communiqués à la mission, nombreux, ont été examinés par les experts de la mission. Ils définissent le niveau des risques naturels dans cette zone, et ils précisent l'impact des travaux prévus au pré-schéma Rhône aval.

La mission a cherché à répondre aux questions directement posées par la lettre de commande ministérielle, le plus précisément possible et compte tenu de l'état d'avancement des études techniques en cours, en particulier en ce qui concerne la voie ferrée entre Tarascon et Arles et le canal de contournement d'Arles proposé à titre de variante. La mission a pu prendre connaissance à cet effet des simulations réalisées par le SYMADREM<sup>8</sup>.

La mission a enfin pris connaissance pour le secteur concerné de la préparation des plans de prévention des risques naturels prévisibles prévus par la loi de 1995.

Les recommandations de la mission sont formulées dans le corps de chaque chapitre. Les plus importantes d'entre elles sont résumées dans un encadré en fin de chapitre et reprises dans l'annexe 6.

---

<sup>7</sup> Jean-Michel TANGUY, initialement sollicité par la direction de l'Eau, a demandé à être déchargé de cette tâche à l'occasion d'un changement de poste.

<sup>8</sup> La dernière simulation réalisée par CNR pour le SYMADREM à cet effet a été disponible en version provisoire le 26 novembre 2008 et en version définitive le 5 décembre 2008.

---

## 1. Le contexte historique

Le Grand Delta, entre Beaucaire et la mer, a de tous temps été considéré comme un espace à gagner sur le Rhône et la Méditerranée pour développer des activités économiques, principalement agricoles et salines. Situé à l'aval du fleuve, il bénéficie de la quasi-totalité des écoulements du bassin versant et est soumis à tous les types de crues générées sur ce bassin. C'est pourquoi c'est la partie du cours du Rhône la plus difficile à défendre contre les inondations.

Toute son histoire est celle de la lente conquête d'un espace économique sur un milieu difficile, conduisant les communautés locales, notamment les propriétaires terriens et les communes, à s'organiser pour protéger cet espace contre les errements du fleuve et de la mer, avec ou sans la participation des autorités nationales ou provinciales. Les questions posées à la mission se situent dans cette perspective historique.

Sans remonter jusqu'au moyen-âge, il convient de rappeler les évolutions intervenues depuis le XIXème siècle, lorsque le rôle actuel des acteurs, Etat, collectivités, agents économiques et communautés a été défini. Les informations historiques données ici sont extraites d'études à caractère historique et économiques que nous avons consultées<sup>9,10,11</sup>, et d'un entretien avec M.Bernard PICON, président du comité scientifique de la partie relative aux inondations du *Plan Rhône*.

C'est à partir de 1800 que l'Etat précise son rôle en matière de protection contre les inondations. D'abord législateur, puis prescripteur, l'Etat devient ensuite planificateur et maître d'ouvrage, en réaction aux grandes crues du milieu du siècle, notamment en 1840 et 1856. Ce processus éclaire la situation actuelle et les mesures engagées à la suite de la crue de 2003.

Au début du XIXème siècle, chaque association ou commune se protégeait par des digues sans grande considération de solidarité ni de plan d'ensemble. C'est le Code Napoléon qui, dans son article 640 introduit la solidarité amont-aval en précisant que *le propriétaire supérieur ne peut rien faire qui agrave le fonds inférieur*. Des mesures vont alors être prises par l'Etat pour coordonner les associations et constituer un ensemble cohérent de protection contre les inondations, en instituant une commission centrale de coordination (1805). L'Etat se donne aussi la capacité de créer des *associations forcées* (loi du 17 septembre 1807) pour la construction ou l'entretien des digues de protection, associations où chacun devait cotiser en proportion des enjeux protégés.

### 1.1. Après la crue de 1840

Malgré les évolutions introduites depuis le début du XIXème siècle, le défaut d'unité subsiste, et le dispositif mis en place dans le Grand delta montra ses limites, lors de la grande crue de 1840 et celles, plus faibles, de 1841 et 1843.

Cette série de catastrophes a changé localement la perception de la protection contre les inondations. Il s'en est suivi la constitution de syndicats<sup>12</sup> unifiant les associations, la création du

<sup>9</sup> Adrien Méjean – Etude historique des aménagements réalisés pour lutter contre le risque d'inondation dans le « Grand delta » du Rhône – Université Montpellier III, SYMADREM – Juin 2007.

<sup>10</sup> Bernard Picon, Paul Allard – Gestion du risque inondation et changement social dans le delta du Rhône : les catastrophes de 1856 et 1993-1994 – DESMID/CNRS - 2006

<sup>11</sup> Bernard Picon – Histoire du Rhône, le plan Rhône – Colloque CEMAGREF-AFPCN Risques naturels et technologiques, l'apport de la recherche aux décideurs publics – Lyon, 10 octobre 2007.

<sup>12</sup> Démarche qui a très bien marché sur la rive gardoise (syndicat unique de Beaucaire à la mer, 1845) mais à dû être forcée par un décret de 1849. Par la suite, aucune des initiatives de l'Etat pour unifier la rive gauche ne fut couronnée de succès jusqu'à la création du SYDRHEMER après les crues de 1993-1994.

---

service spécial du Rhône (1840), qui va établir le premier plan cohérent incluant la construction de *digues insubmersibles*, portant en particulier l'attention sur le cas du tronçon du Rhône compris entre Beaucaire-Tarascon et Arles, considéré comme le plus sensible du Grand delta. La doctrine affichée par l'administration est la construction de digues en maçonnerie pour la protection des villes, et de digues en terre pour la protection des plaines, l'ensemble étant assorti de prescriptions de réalisation. Enfin, est introduit le concept de solidarité entre les deux rives du fleuve, au travers de l'égalité des protections.

C'est à la suite de ces crues que la ville de Tarascon et la plaine du Grand Trébon ont bénéficié d'un système de protection reposant au nord-est de la ville sur la digue de la Montagnette et sur le remblai du chemin de fer entre la Montagnette et Arles (Figure 4).

La digue de la Montagnette barre la vallée depuis le XIV<sup>e</sup> siècle. C'est un ouvrage très exposé qui a été très souvent endommagé, dans la mesure où, en cas de crue, il encaisse directement le courant. C'est ainsi que cette digue a été endommagée sans rompre pendant la crue de 1840 et que des travaux de consolidation ont été décidés en 1844. Ils seront financés à part égale entre l'Etat, l'association des chaussées de Tarascon et la compagnie du chemin de fer de la Méditerranée<sup>13</sup>, celle-ci considérant la digue comme une protection de la voie en remblai entre la Montagnette et Tarascon.

En 1843, l'Etat avait en effet concédé la réalisation du chemin de fer d'Avignon à Marseille à la Compagnie des chemins de fer de la Méditerranée. Celle-ci avait gagné l'adjudication en proposant au sud de Tarascon un tracé passant le long du Rhône et, lors de l'enquête publique pour la réalisation (1844), avait présenté le remblai à mettre en place entre Tarascon et Arles comme une protection contre les crues<sup>14</sup>. La compagnie proposa même de construire un embranchement vers le port, au nord de Tarascon, pour protéger totalement la ville d'une éventuelle rupture de la digue de la Montagnette. Cet embranchement ne sera jamais réalisé par la compagnie, pour des raisons économiques.

Avant la construction du remblai entre Tarascon et Arles, la plaine du Trébon était protégée par les digues du Trébon, gérées par une association. Ces digues, imposantes, s'élevaient de 6,5 à 7,0 m au dessus de l'étage. Le remblai ferroviaire entre Tarascon et Arles a été construit avec une chaussée située à 1,50 m au dessus des plus hautes eaux connues, soit environ 2,10 m en y ajoutant le ballast. Il est d'emblée considéré comme se substituant à l'ancienne digue gérée jusque là par l'association du Trébon en tant qu'ouvrage de protection de ce territoire contre les crues. C'est ce qui ressort du décret du 28 mars 1849 réformant les associations de la rive gauche du Grand delta, à l'exception de celles de la plaine du Trébon.

## 1.2. La crue de 1856 et ses conséquences

Lors de la crue de 1856, le système de protection de Tarascon et de la plaine du Grand Trébon a été déficient. La digue de la Montagnette au nord de Tarascon, quoique rehaussée, n'a pas résisté, conduisant à l'inondation de la ville, jusqu'à ce que le remblai du chemin de fer vers la Montagnette soit à son tour rompu, inondant la plaine du Trébon. Si au sud le remblai du chemin de fer entre Tarascon et Arles a résisté, c'est, au dire des ingénieurs de l'époque, grâce à cette rupture de la digue de la Montagnette.

Immédiatement après cette crue, le service spécial du Rhône présente des projets de confortement de ce système de protection, digue de la Montagnette et remblai ferroviaire inclus. A l'exception de la réparation et du confortement des brèches, la digue de la Montagnette ne sera finalement l'objet d'aucun rehaussement, car le projet fut refusé par les Tarasconnais comme par la compagnie de chemin de fer, qui ne voyait aucun intérêt à positionner sa voie

<sup>13</sup> Qui fera ensuite partie du PLM.

<sup>14</sup> Cette protection n'a pas été transcrise dans la concession ferroviaire.

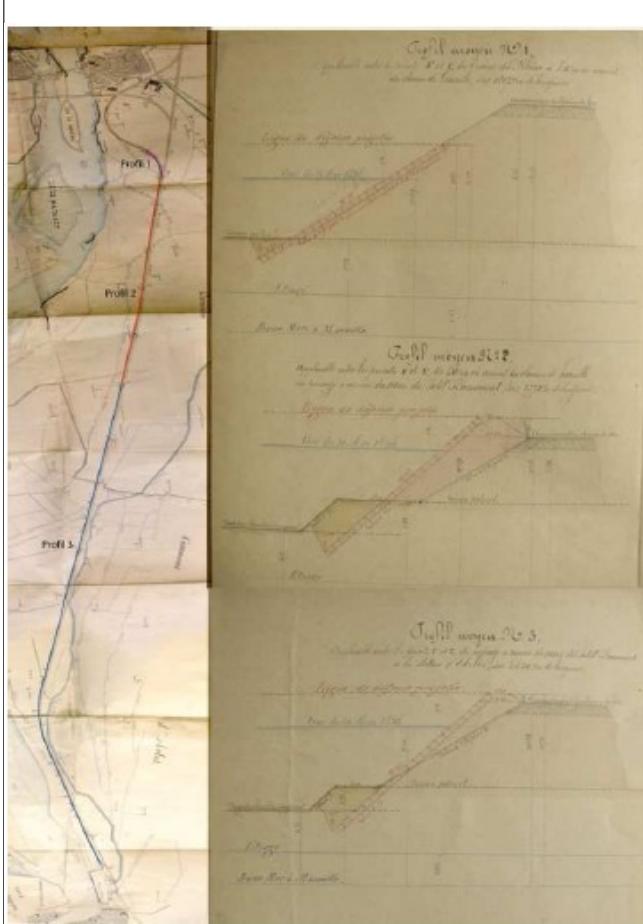


Figure 2: Projet de renforcement du remblai de chemin-de-fer, 1856 (D'après Méjean)

en viaduc pour assurer la transparence hydraulique nécessaire en cas de rupture de la digue. L'administration des ponts et chaussées propose en échange un barreau de protection au nord de Tarascon<sup>15</sup>, qui sera achevé en 1889. Ce n'est qu'en 1872 qu'un nouveau projet de confortement de la digue de la Montagnette est proposé, dont la réalisation sera achevée en 1883.

Le projet de confortement du remblai entre Tarascon et Arles conçu à cette époque consistait à assurer son imperméabilité côté Rhône par un perré maçonnable, se transformant en aval en une banquette accolée au remblai assurant une revanche suffisante (Figure 2). Ce projet qui, toutes proportions gardées, ressemblait à celui actuellement en cours d'étude, fut soumis à enquête publique en 1858, enquête qui aboutit à un avis favorable des commissaires enquêteurs. Mais il ne fut jamais réalisé, vraisemblablement parce que les partenaires autres que l'Etat n'ont jamais accepté la quote-part qu'on leur assignait pour les dépenses.

A la même époque, les ingénieurs constatent que le Petit Rhône est en voie de colmatage, mettant en danger l'ensemble du dispositif de protection contre les crues en cours de réalisation ainsi que la navigation. Ils aménagent donc l'Île des Sables, à la diffluence des deux bras du Rhône, pour garantir un flux minimal dans le Petit Rhône.

Sur un plan plus général, les crues de 1856 ont entraîné une vraie innovation lorsqu'au travers de sa *lettre de Plombières*, en date du 19 juillet 1856, Napoléon III définit la première doctrine de l'Etat moderne en matière de protection contre les inondations. Cette doctrine stipule que seules les villes doivent être entièrement protégées, la protection des autres enjeux devant être étudiée au cas par cas. Elle précise en outre que la protection doit être basée sur l'écrêtement des crues en amont, considérant que l'endiguement absolu risque d'être illusoire, la sédimentation imposant à terme de rehausser en permanence les digues<sup>16</sup>. Cette doctrine de protection est formalisée dans la loi du 28 mai 1858. L'Etat devient ainsi protecteur au travers de la prescription, de la planification et du financement, proposant de participer à hauteur du tiers des dépenses, ce qui a eu un impact immédiat sur la politique de protection du Grand delta.

Mais le plus intéressant pour nous est la réalisation, en 1860, par le service spécial du Rhône, d'une étude globale, demandée par Napoléon III, concernant la protection des plaines à

<sup>15</sup> Nous dirions aujourd'hui une digue de protection rapprochée

<sup>16</sup> A. Mejean – Op. Cit – pp. 36-37

l'échelle du bassin versant<sup>17</sup>. Il s'agissait d'un véritable « plan Rhône » avant la lettre dans lequel le cours du fleuve est divisé en cinq segments de la frontière suisse à la mer. Le cinquième et dernier tronçon est le *Grand delta*. Ce projet reprenait les objectifs de protection de la lettre de Plombières, sans retenir la construction de barrages de retenue en amont dont l'impact serait négligeable sur les hauteurs d'eau, et proposait l'endiguement des plaines, mais pas à n'importe quel prix. C'est ainsi qu'il s'opposait à l'endiguement insubmersible du Rhône entre Lyon et la mer, car cet endiguement total serait catastrophique pour le *Grand delta*. En conséquence, selon ce rapport, les plaines devront rester objet de servitudes d'inondation pour les crues exceptionnelles, sauf dans le *Grand delta*.

Selon le rapport de 1860, le *Grand delta*, qui reçoit les eaux de l'ensemble du bassin-versant, doit en revanche être protégé contre les crues exceptionnelles par des digues insubmersibles. Pour sécuriser ces ouvrages et limiter leur risque de submersion, le plan étudie la possibilité, inapplicable ailleurs, d'abaisser le niveau des crues, soit par des barrages sur la Durance, soit par une dérivation du Rhône au travers de la Camargue. Cette seule solution fut finalement

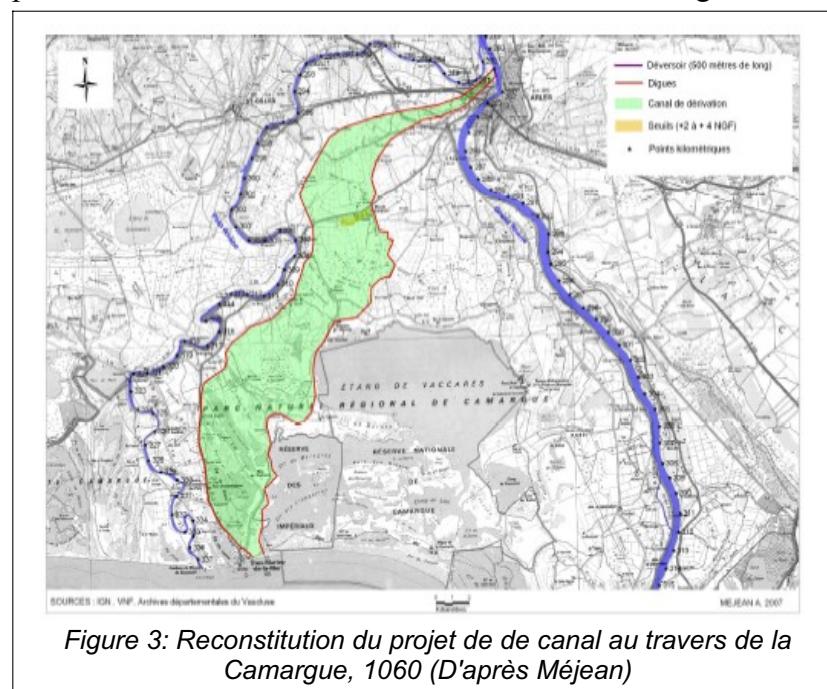


Figure 3: Reconstitution du projet de de canal au travers de la Camargue, 1060 (D'après Méjean)

étudiée. La proposition qui a pu être reconstituée partait d'un déversoir de 500m de long situé à Trinquetaille et prenait ensuite la forme d'une plaine d'expansion délimitée par des digues s'élevant entre 2 et 5m au dessus du sol, mesurant 33 km de long et de 3 à 6 km de large, traversant la dépression centrale de Camargue et aboutissant aux Saintes Maries de la Mer en épargnant le Vaccarès (Figure 3). D'après les calculs de l'époque, cette dérivation

aurait abaissé le niveau de la crue de 1856 de 48 cm à Beaucaire et à Arles et de 1,50 m au pont de Fourques.

Elle n'a jamais été réalisée, sans doute à cause de son impact sur la Camargue, de l'absence de système de ressuyage, mais probablement aussi de son coût, estimé à 6,6 MF de l'époque, que les riverains hostiles n'auraient jamais accepté de financer.

A la fin du XIXème siècle, le *Grand delta* est ainsi la seule partie du cours du Rhône devant en principe bénéficier de la protection de digues insubmersibles. Mais cet ensemble d'ouvrages de protection n'a pas été réalisé de façon homogène par les syndicats et associations.

### 1.3. La crue de 2003 et ses conséquences

Après une longue période de relatif calme hydrologique, les crues de 1993, 1994 et 2003 ont été les plus graves depuis celle de 1856. Elles ont aussi mis à mal le système de protection contre les crues datant de la seconde moitié du XIXème siècle, tant dans sa dimension

<sup>17</sup> A. Méjean – Op. Cit – p. 66 et suivantes.

---

physique que dans son organisation. Si les crues de 1993 et 1994, inondant la grande Camargue, ont montré l'obsolétescence de la gestion de la protection par des associations, celle de 2003, inondant la plaine du Trébon et la Camargue gardoise, a montré les limites de dispositifs considérés jusque là comme sûrs. Auparavant le cours du Rhône au nord du Grand delta avait été aménagé par la compagnie nationale du Rhône (CNR), au titre du mandat que l'État lui a confié en 1934, changeant les conditions d'écoulement en amont par des endiguements.

Nonobstant les travaux d'entretien et de confortement nécessaires à la circulation de trains de plus en plus rapides, le remblai ferroviaire entre Tarascon et Arles était resté dans l'état de 1856. Les seules modifications importantes recensées sur ce remblai ont été l'aménagement de trois passages sous voie et des trémies de protection contre les crues, aménagements réalisés entre 1979 et 1983 pour supprimer les passages à niveau. C'est la destruction des cavaliers de deux de ces trémies lors de la crue de 2003 qui a entraîné l'inondation des quartiers nord d'Arles, 18 millions de m<sup>3</sup> d'eau environ s'étant répandus dans la plaine du Trébon. Les trémies ont été reconstruites et consolidées à l'identique immédiatement après la crue. Comme en 1856, certains experts estiment que si les trémies n'avaient pas cédé, le remblai aurait pu être emporté jusqu'à sa base, conduisant à une catastrophe de plus grande ampleur (voir à ce sujet le § 6.2.1 du rapport des experts de la mission).

La conséquence locale de ces crues a été la constitution, le 27 décembre 2004, du Syndicat mixte d'aménagement des digues du Rhône et de la Mer<sup>18</sup> (SYMADREM), regroupant deux régions (Provence-Alpes-Côte-d'Azur et Languedoc-Roussillon), deux départements (Bouches-du-Rhône et Gard), quatre communes des Bouches-du-Rhône et onze communes du Gard. C'est l'aboutissement d'une évolution entreprise le 6 décembre 1996, avec la constitution du *syndicat Intercommunal de gestion des Diges du Rhône et de la Mer* (SYDRHEMER), pour la rive gauche du Rhône, faisant suite aux crues de 1993 et 1994. Le 27 juillet 1999, le Conseil Régional Provence-Alpes-Côte-d'Azur, suivi du Conseil Général des Bouches du Rhône avaient rejoint le SYDHREMER, qui devint un Syndicat Mixte et prit la dénomination (actuelle) de SYMADREM (Syndicat mixte d'aménagement des digues du delta du Rhône et de la Mer). La rive droite du Petit Rhône et celle du Rhône ne relèvaient alors ni du SYDRHEMER ni ensuite du SYMADREM, mais toujours du Syndicat intercommunal d'aménagement des digues de Beaucaire à la mer (SIDR) dont l'origine remontait, nous l'avons vu, aux crues de 1840. Après la crue de décembre 2003, le SIDR est dissous, son périmètre de compétence est repris par le SYMADREM, et la commune de Tarascon y adhère. Le SYMADREM devient donc interrégional, et couvre un territoire géographiquement cohérent, si l'on excepte le problème du remblai ferroviaire sur lequel nous reviendrons.

Cette événement fin 2004 signe la reprise par les pouvoirs publics locaux de la gestion du système de protection contre les crues du Grand delta, en se dotant d'un maître d'ouvrage unique pour les études, pour la réalisation des principaux travaux de protection et pour la gestion et l'exploitation des digues et de leurs dépendances.

Ces crues de 1993, 1994 et 2003 ont enfin conduit l'Etat à élaborer une stratégie de prévention du risque d'inondation dans la vallée du Rhône. Cette action fut confiée au Préfet de la région Rhône-Alpes, Préfet coordonnateur de bassin par un arrêté du premier ministre en date du 21 janvier 2004<sup>19</sup>. Cette décision, soutenue par la volonté des élus locaux, exprimée lors des états généraux du Rhône le 27 juin 2005 a abouti à l'élaboration du *Plan Rhône* dont les

<sup>18</sup> Consulter : <http://www.symadrem.fr/>

<sup>19</sup> Arrêté du 21 janvier 2004 portant désignation d'un Préfet de région chargé d'une mission inter régionale de coordination de la réparation des digues du Rhône et de ses affluents et de l'élaboration et de la mise en œuvre d'une stratégie globale de prévention contre les inondations du Rhône et de ses affluents – JO du 22 janvier 2004, p.1616

---

principes directeurs ont été approuvés par le comité interministériel d'aménagement et de développement du territoire (CIADT) le 12 juillet 2005.

Son volet relatif aux inondations<sup>20</sup> s'intitule opportunément *concilier la prévention des inondations et les pressions d'un développement urbain et des activités humaines en zone inondable*. Ce plan relatif aux inondations est par ailleurs divisé en trois secteurs, celui qui nous intéresse étant le *Rhône aval* couvrant le cours du fleuve en aval de Viviers et incluant le *Grand delta*.

## 1.4. Le pré-schéma Rhône aval

Le pré-schéma Rhône-Aval concerne le cours du Rhône entre Montélimar et la Méditerranée. Il a été adopté par le Comité de Pilotage Inondations du Plan Rhône le 7 juillet 2006<sup>21</sup> et approuvé par le SYMADREM lors de son comité du 17 novembre 2007, pour sa partie en aval de Beaucaire, le SYMADREM acceptant la maîtrise d'ouvrage de l'ensemble des actions du Plan Rhône dans son domaine de compétences. Ce pré-schéma repose sur cinq axes stratégiques :

1. Protéger les zones densément urbanisées, notamment l'agglomération d'Arles.
2. Eviter les ruptures de digues, considérées comme génératrices de situations particulièrement catastrophiques.
3. Ajuster le niveau de protection entre Tarascon et Arles, en fonction du débit capable de transiter en Arles.
4. Ajuster le niveau de protection des deux bras du Rhône en Camargue à une protection contre la crue centennale pour les agglomérations et, si possible, pour tous les habitats diffus.
5. Optimiser la gestion des zones d'expansion des crues (ZEC) entre Montélimar et Beaucaire pour chercher à réduire les débits de pointe pour les secteurs les plus sensibles.
6. Gérer les débordements en organisant le devenir des débits excédentaires sans risque de rupture de digues, et en assurant le ressuyage rapide des terres inondées.

Dans sa philosophie générale, ce schéma reprend des éléments présents dans les plans présentés au milieu du XIXe siècle, comme la protection des zones urbanisées et la nécessité d'éviter les ruptures de digues. De même, il reprend l'idée émise à l'époque d'utiliser l'expansion des crues pour tenter d'adapter le débit du fleuve aux systèmes de protection mis en place dans les zones sensibles. Ce qui le distingue des plans antérieurs, c'est l'idée de la gestion des débordements au moyen de digues sécurisées au déversement.

Le niveau de protection entre Tarascon et Arles devrait donc être ajusté par rapport au débit maximal capable de transiter en Arles, provisoirement estimé à 12 000 m<sup>3</sup>/s<sup>22</sup>. L'idée générale est de mettre en place un dispositif évitant tout débordement jusqu'à une crue de projet proche de la crue centennale (type décembre 2003), puis de gérer ces débordements en cas de crue plus forte pour protéger Arles, si possible jusqu'à la crue millénale (14 000 m<sup>3</sup>/s). Ces systèmes devraient par ailleurs être sans incidence sur le niveau de crue à Tarascon.

Lorsqu'ils sont devenus inévitables, ces déversements seraient répartis de la façon la plus équitable possible entre les deux rives, compte tenu des enjeux existants. Le principe d'amé-

---

<sup>20</sup> Plan Rhône, un projet de développement durable, cahier n°2 - 1 décembre 2005  
<http://www.rhone-alpes.ecologie.gouv.fr/>

<sup>21</sup> Pré-schéma Rhône-Aval, éléments pour une stratégie de gestion des crues du Rhône en aval de Montélimar – Version 7, juillet 2006 – Accessible sur <http://www.rhone-alpes.ecologie.gouv.fr/>

<sup>22</sup> Tous les débits donnés ici sont des débits à Beaucaire, station de référence.

---

nagement consiste donc pour la rive droite à ajuster le niveau des digues existantes, et pour la rive gauche à doubler le remblai de la voie ferrée côté Rhône par une digue proche ou accolée. Un barreau protégeant les quartiers nord d'Arles complète ce dispositif, ainsi que l'amélioration du ressuyage des casiers délimités par des digues de protection.

## 2. Les enjeux et la perception locale du pré-schéma Rhône aval

Le territoire sur lequel portent les investigations de la mission est celui des communes des Bouches du Rhône et du Gard limitrophes du Rhône, du Petit Rhône et du Grand Rhône, en aval de BEAUCAIRE et de TARASCON, souvent désigné en tant que « Grand delta ».

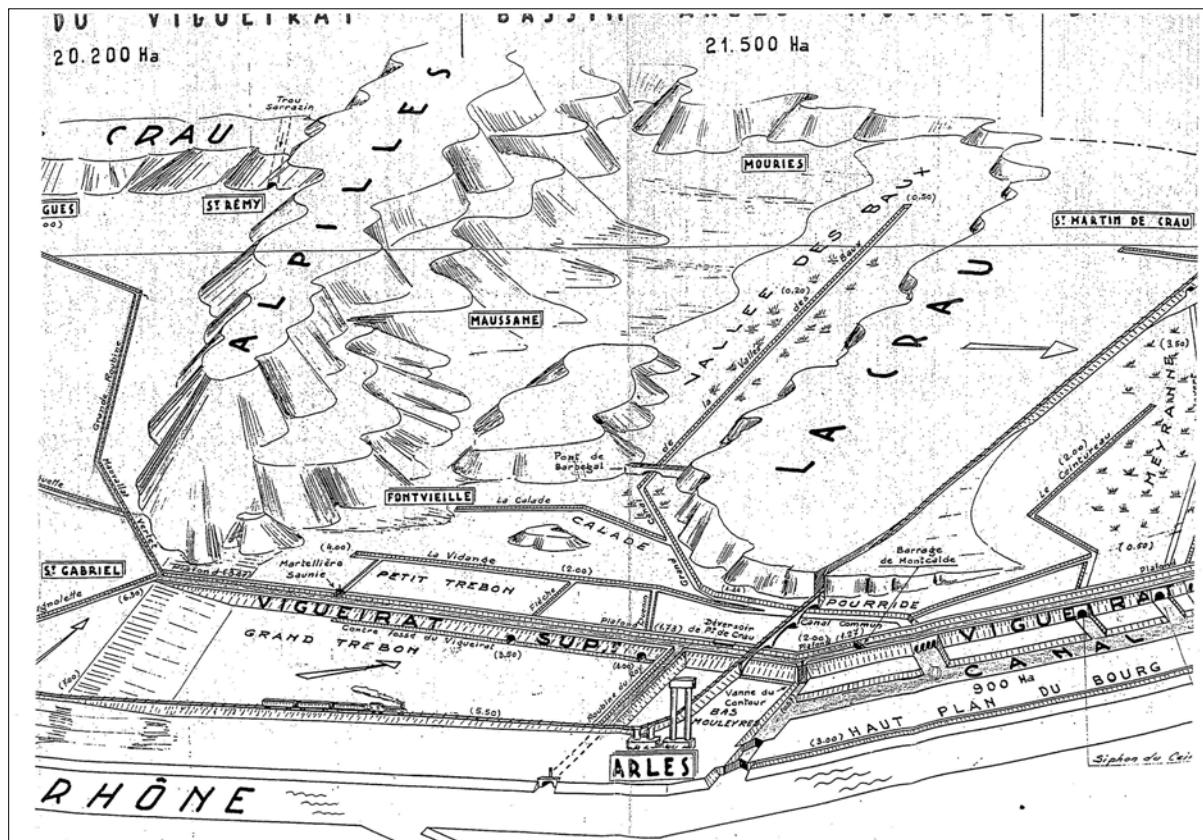


Figure 4: Le Trébon, la Crau et Arles - Croquis à main levée, début 20ème siècle - Source : DDE-13

La lettre de commande, citant le remblai de la voie ferrée entre Tarascon et Arles, focalise de fait l'attention sur la partie située entre ces deux villes à l'est du grand Rhône (Figure 4). Cette partie, entièrement inondée en 1856, est définie comme zone submersible dans le plan de surface submersible de 1911. L'atlas des zones inondables publié comme projet d'intérêt général en 1996 partage en revanche ces surfaces submersibles en deux parties. Entre le Rhône et le remblai de la voie de chemin de fer Tarascon-Arles, les Ségonnaux du Rhône sont considérés comme non protégés de la crue de référence. L'essentiel des surfaces situées à l'est de la voie de chemin de fer (sud Tarascon, plaine du Grand Trébon, nord d'Arles, marais d'Arles et Arles Fourchon), y est en revanche répertorié comme « protégé par des digues ou remblais fiables », à savoir la digue de la Montagnette au Nord et le remblai de chemin de fer à l'ouest<sup>23</sup>.

Cette dernière zone rassemble une bonne partie des activités économiques des deux communes membres de la même communauté d'agglomération d'Arles-Crau-Camargue. Elle

<sup>23</sup> Ce sujet sera détaillé dans la section 7 du rapport.

---

est considérée comme une zone d'expansion économique, ce qui explique l'intérêt porté aux dispositions du plan Rhône par l'ensemble des acteurs locaux.

Arles est la commune la plus étendue de France avec un territoire de 759 km<sup>2</sup>. Elle rassemble 52 400 habitants dont l'essentiel sont regroupés autour du centre historique de la ville et dans la zone qui nous concerne. Tarascon, pour sa part rassemble 13 100 habitants sur un domaine de 74 km<sup>2</sup>. L'habitat de Tarascon est aujourd'hui regroupé principalement hors de cette zone. Arles compte 2 430 entreprises rassemblant 16 128 emplois et 465 exploitations agricoles, ces dernières étant situées principalement au sud de la ville, en Camargue et dans le Marais d'Arles. Tarascon abrite 651 entreprises rassemblant 4 098 emplois, et 184 exploitations agricoles, situées principalement dans la plaine du Grand Trébon<sup>24</sup>.

L'importance des enjeux de ce territoire apparaît lorsqu'on observe les dégâts de la crue de 2003, estimés immédiatement après la catastrophe<sup>25</sup>, précisés par une étude spécifique réalisée par la DIREN de bassin<sup>26</sup> et repris dans une analyse économique du pré-schéma Rhône aval à laquelle nous nous référons ici<sup>27</sup>.

Le total des dommages constatés en 2003 dans cette zone spécifique concernant deux communes est estimé à **396 M€**, soit 61% des dégâts de l'ensemble du Grand delta et 92% de ceux des Bouches-du-Rhône. Dans cette somme, le dommage à l'industrie, l'artisanat et aux services représente 255 M€, le dommage à l'agriculture<sup>28</sup> représente 36,9 M€ et celui à l'habitat 119,6 M€.

Les dommages agricoles ne représentent donc que 7,4% du total, ce qui peut s'expliquer parce que la crue de 2003 a eu lieu en période hivernale. En une autre saison, ce pourcentage aurait été plus important, mais sans probablement dépasser 10 à 11% du total selon les simulations présentées dans l'étude en référence. Enfin, on constate que la commune d'Arles concentre la quasi totalité des enjeux non agricoles, avec 327 M€ de dégâts estimés pour la crue de 2003.

Cette zone spécifique rassemble donc les enjeux urbains et industriels les plus importants du Grand delta et des enjeux agricoles significatifs. C'est pourquoi elle occupe une place de choix dans le pré-schéma Rhône aval.

L'étude des résultats d'un sondage réalisé par l'institut BVA<sup>29</sup> pour le compte de la DIREN de bassin peut éclairer les réactions face à la mise en œuvre du pré schéma apparues lors de l'enquête publique concernant la digue nord d'Arles.

Sans surprise, les riverains du Grand Delta sont particulièrement sensibilisés au risque d'inondations et en ont une mémoire historique importante (80%). Ils estiment par ailleurs que la gravité des inondations est en augmentation, principalement à cause de l'urbanisation en zone inondable (42%) et du changement climatique (28%). Si il existe une forte minorité (35%) pour laquelle vivre le long du Rhône est un inconvénient, la plupart (82%) se disent prêt à faire face aux inondations, même si cette perspective inquiète. Une proportion importante

<sup>24</sup> Les données citées ici proviennent de l'INSEE, datant de fin 2007 pour la démographie, de 2006 pour les entreprises et de 2000 pour les activités agricoles.

<sup>25</sup> Les crues du 1 au 5 décembre 2003, premières estimation des dommages – Rapport CGPC-CGAAER-SIGE-IGA-IGIC – CGPC 2003-0294-01 – Décembre 2003.

<sup>26</sup> SIEE – La crue du Rhône de décembre 2003, inventaire des zones inondées, des enjeux et des dégâts – DIREN de bassin, Diren Languedoc-Roussillon, CETE Méditerranée – Juin 2005.

<sup>27</sup> SOGREAH - Analyse économique du pré-schéma sud à l'aval de Beaucaire – Rapport pour la DIREN de bassin – Octobre 2007

<sup>28</sup> Pertes directes d'exploitation et dommages aux ouvrages hydrauliques agricoles.

<sup>29</sup> BVA : Sondage réalisé entre le 30 janvier et le 18 février 2006 auprès de 3807 riverains du Rhône, entre la frontière suisse et la mer, pour le compte de la DIREN de bassin, afin d'évaluer la perception de l'action des pouvoirs publics, en appui à la mise en œuvre du plan Rhône.

---

(55% et jusqu'à 62% des anciens inondés) estiment pouvoir vivre en zone inondable moyen-nant des mesures de prévention, ce qui explique la forte minorité (35%) hostile aux interdictions de construire dans ces zones.

Sauf parmi les anciens inondés, il n'existe pas de sentiment généralisé d'injustice et de victimisation face à l'action des pouvoirs publics. Cependant **la grande majorité (72%) pense toujours que cette action sacrifie les zones agricoles au profit des villes**. Les avis sont partagés pour ce qui concerne l'aménagement préventif du fleuve. Une grande part des sondés (64%) privilégie les dragages, une petite moitié (48%) propose de restaurer les bras morts et une partie non négligeable (40%) demande la réactivation des zones naturelles d'expansion des crues. Enfin, les systèmes d'alerte sont vus par la majorité (54%) comme un élément important de la protection contre les crues.

On peut en déduire que les communautés du Grand Delta ont conscience du risque d'inondation et sont ouvertes à la prévention, mais sans qu'un consensus sur les méthodes se dégage. Cependant l'idée commune que les zones agricoles sont sacrifiées aux zones urbaines reste très prégnante. Ce ressenti est également celui de la plupart des acteurs de terrain, élus locaux et associations représentant le territoire au nord d'Arles que la mission a rencontré. Si ces acteurs engagés n'ont pas d'objection à la protection maximale des zones urbaines, la plupart estiment qu'elle ne doit pas être faite au détriment des autres, notamment les zones d'expansion des crues ou de déversement décrits dans le schéma. S'y ajoute le soupçon très ancien d'être également sacrifié aux intérêts de la Camargue, considérée ici comme un espace naturel d'expansion des crues devant être utilisé comme tel dans un esprit de solidarité entre le nord et le sud. D'où des demandes de compensation en échange de l'effort demandé pour protéger l'aval et des propositions techniques alternatives destinées à évacuer l'eau vers le territoire camarguais. C'est pourquoi ce sont des associations issues du monde agricole qui sont parmi les plus actives dans la mobilisation contre le pré-schéma, mettant en avant les pertes définitives d'usage qu'induirait le dispositif de protection proposé.

Par ailleurs, l'absence de vision réellement partagée sur les solutions fournit des arguments. Comme le remarque le Conseil scientifique<sup>30</sup>, le problème révélé par les oppositions entre les municipalités n'est plus forcément celui des techniques de protection du territoire contre l'événement hydrologique, mais celui du type développement et d'aménagement de ce territoire malgré cet événement. L'existence de structures de concertation, n'a donc pu empêcher un nouveau différend entre Arles, qui a assuré son développement urbain et Tarascon qui veut préserver un développement agricole sans pâtir de la protection d'Arles. C'est un nouvel avatar de la rivalité entre les deux communes remontant au Moyen-Age, et concernant la protection de ce territoire contre les crues, sans oublier la différentiation entre la rive gauche et la rive droite du Rhône, territoires longtemps séparés par l'Histoire.

---

<sup>30</sup> Séance du 26 mars 2008

---

### 3. Les méthodes employées pour l’élaboration du pré-schéma Rhône aval et leurs conséquences

La mission a examiné les méthodes employées pour l’élaboration du plan Rhône et du pré-schéma Rhône aval (dit pré-schéma sud), fortement dépendantes du calendrier retenu. L’objectif de cet examen était de déterminer si des choix de méthode, souvent contraints par les circonstances, peuvent expliquer une partie des difficultés rencontrées dans la mise en œuvre du pré-schéma sud en fin d’année 2007 et en début d’année 2008. Les commentaires qui suivent concernent donc d’abord la période antérieure au début de la mission, le dispositif ayant évolué au cours de celle-ci. La période la plus récente, correspondant au dernier trimestre 2008, sera commentée plus loin.

#### 3.1. La maîtrise d’ouvrage

L’arrêté du Premier Ministre du 21 janvier 2004, pris peu après les inondations de décembre 2003, charge le Préfet de la région Rhône-Alpes, Préfet coordonnateur de bassin, « de l’élaboration et de la mise en œuvre d’une stratégie globale de prévention des inondations du Rhône et de ses affluents, dans les régions Rhône-Alpes, Provence-Alpes-Côte d’azur et Languedoc-Roussillon ». L’impulsion donnée par cette décision s’est révélée féconde puisqu’une stratégie à l’échelle du bassin a été approuvée en mars 2006<sup>31</sup>, puis déclinée en juillet 2006 pour le Grand delta<sup>32</sup>.

Le recours à une maîtrise d’ouvrage de l’Etat, accompagné par la mobilisation des collectivités, a donc effectivement contribué à ce que cette stratégie soit rapidement déterminée.

Ce choix d’une stratégie à définir directement par l’Etat marquait cependant une rupture au regard des orientations qui avaient été retenues avant les inondations de 2003. L’Institution interdépartementale Rhône-Saône, créée en 1987, avait acquis en 1997 le statut d’établissement territorial de bassin (EPTB) sous le nom de Territoire Rhône. A cette occasion, ses compétences avaient été élargies à l’hydraulique et Territoire Rhône avait été retenu en 1998 comme maître d’ouvrage d’une étude globale<sup>33</sup> pour une stratégie de réduction des risques dus aux crues du Rhône, en partenariat avec l’Etat. Le rapport de synthèse de cette étude globale a été rendu début 2003 et complété en juillet 2004.

Au total, l’articulation des études s’est révélée particulièrement complexe pour le Grand delta, enchaînant sur dix ans les travaux de trois maîtres d’ouvrage successifs (Territoire Rhône, Etat, SYMADREM). L’annexe 3 présente l’articulation de ces diverses démarches<sup>34</sup>.

Au plan strictement juridique, l’arrêté de janvier 2004 ne précise pas l’articulation des responsabilités confiées au Préfet de bassin avec celles qui relèvent, en matière de gestion des eaux ou de prévention des inondations, des autorités territoriales de l’Etat, Préfets de département pour l’essentiel. La construction juridique se révèle ici particulièrement complexe puisque ces responsabilités départementales, logiquement subordonnées à la stratégie d’ensemble, relèvent pourtant de textes juridiques de rang supérieur (loi sur l’eau, loi du 2 février 1995 et leurs décrets d’application, etc.).

---

<sup>31</sup> Approbation du plan Rhône en Comité interministériel à l’aménagement et à la compétitivité des territoires (CIACT), 6 mars 2006.

<sup>32</sup> Approbation du pré-schéma Rhône aval en comité de pilotage sur les inondations du Rhône et de ses affluents, 7 juillet 2006.

<sup>33</sup> dite étude globale Rhône ou EGR.

<sup>34</sup> Cette annexe a été établie par Réginald SARRALDE, ingénieur des travaux publics de l’Etat, au SCHAPI.

---

### 3.2. Le recours à la modélisation

A partir de début 2004, la DIREN de bassin s'est logiquement appuyée sur les études qui venaient d'être rendues à Territoire Rhône pour élaborer le projet du Plan Rhône. Elle a donc mobilisé sous sa responsabilité et pour le compte du Préfet de bassin un dispositif technique plus léger, composé d'une assistance à maîtrise d'ouvrage assurée par SOGREAH. Elle a eu également recours en 2005 à une étude complémentaire<sup>35</sup>, confiée au BCEOM, pour élaborer le projet du pré-schéma sud. Ce choix était doublement logique : il ménageait les fonds publics, il était le seul qui fut compatible avec les délais souhaités pour l'élaboration de cette stratégie.

Pour étudier la demande tardive d'une variante (un canal de contournement d'Arles), le maître d'ouvrage s'est basé en 2007 sur l'expertise de son assistant technique et sur la mobilisation des données initiales de l'étude globale Rhône. La qualité de cette assistance n'est pas ici en cause : la mission a pu en effet observer que les raisonnements employés et les conclusions auxquelles elle avait abouti se sont révélés globalement confirmés par la suite. La partie 6 de ce rapport précise d'ailleurs ce point en ce qui concerne cette variante.

Mais la capacité à entraîner la conviction s'est révélée probablement plus faible que celle qui aurait résulté d'un autre calendrier, facilitant la mobilisation en temps réel des équipes qui avaient réalisé les modélisations. On doit également observer que le comité scientifique du Plan Rhône n'avait pas été initialement invité à se prononcer sur le volet hydraulique du plan Rhône et sur le pré-schéma sud, mais qu'il a examiné les arguments en faveur ou en défaveur d'un canal de contournement d'Arles, à l'initiative de son président.

### 3.3. Des documents conventionnels

Le plan Rhône et le pré-schéma sud ont été élaborés avec un souci marqué de concertation avec les collectivités locales impliquées, au travers par exemple pour le Grand delta du comité de suivi. Des échanges ont été également prévus avec les associations au travers d'un comité territorial de concertation. La signature du contrat de projet interrégional Plan Rhône 2007-2013 par onze autorités différentes, ainsi que l'avis favorable du conseil d'administration du SYMADREM portant sur le pré-schéma Rhône aval attestent d'une adhésion partagée à ces programmes.

Pour autant, ces documents, qui attestent de l'engagement de l'Etat et des collectivités à financer des investissements dont les principes y sont définis, ne sont pas opposables, en termes juridiques, à des tiers non signataires (ou qui ne les ont pas formellement approuvés). Cette particularité peut devenir un inconvénient, dès lors que la planification ainsi établie est susceptible de rencontrer une opposition : c'est souvent le cas en matière de prévention des inondations, où les intérêts des riverains ne sont jamais entièrement convergents. Une opportunité peut ainsi être involontairement offerte de remise en cause non encadrée de l'action publique.

A l'inverse, en matière de planification urbaine par exemple, le législateur a créé des instruments juridiques opposables indirectement (SCOT) ou directement (PLU) aux tiers, pour des raisons similaires.

A titre de retour d'expérience, il est donc intéressant de s'interroger sur le fait de savoir si de tels outils juridiques existent en matière de prévention des inondations, et si les autorités auraient pu les utiliser, au cas particulier de la protection du Grand delta.

Un SAGE (schéma d'aménagement et de gestion des eaux) approuvé est effectivement opposable aux décisions administratives en matière d'eau, qu'elles émanent de l'Etat (Préfet) ou

---

<sup>35</sup> Schéma de prévention des inondations à l'aval de Beaucaire, modélisations complémentaires, juin 2005.

---

des collectivités. Bien qu'il réponde à cet objectif, sa gouvernance partagée (collectivités, Etat, associations et socioprofessionnels) et son large champ d'intervention (gestion quantitative de l'eau, mais aussi qualitative, etc.) en ralentissent souvent l'élaboration, qui peut atteindre plusieurs années. Cet outil n'aurait donc pas été compatible avec les délais souhaités pour la vallée du Rhône, après les inondations de 2003.

Il est en revanche moins connu qu'un plan de prévention des risques naturels prévisibles<sup>36</sup> (PPR) puisse correspondre à ces objectifs, dans la mesure où cet instrument juridique, opposable et piloté par l'Etat en concertation avec les collectivités, est surtout considéré pour son impact en matière d'urbanisme. Cette vision est incomplète car le préfet qui approuve un PPR est aussi tenu<sup>37</sup>, si la situation l'exige, « de définir les mesures de protection ... qui doivent être prises par les collectivités publiques<sup>38</sup> [et] de définir les mesures relatives à l'aménagement...des ouvrages...qui doivent être prises...par les propriétaires», ce qui correspond bien à une démarche de planification, telle celle engagée par l'Etat dans le cadre du pré-schéma sud.

Même si cet instrument juridique, le PPR incluant des mesures d'accompagnement, n'a pas été jusqu'ici retenu, il convient, de l'avis de la mission, d'engager sans délai une (ou des) démarches de ce type : outre son intérêt pour éviter des retours en arrière excessifs en matière de planification des travaux de prévention des inondations, le recours au PPR est également indispensable en matière de planification urbaine, comme nous le verrons plus loin (voir partie 7 de ce rapport).

### **3.4. La précision des propositions du pré-schéma sud**

Le pré-schéma Rhône aval<sup>39</sup>, en tant que document de planification, n'a pas pu, à ce stade, contenir tous les éléments techniques nécessaires à une réalisation. Bon nombre de ces éléments relèvent du ou des projets qui doivent être élaborés plus tard, au cours de la mise en œuvre de ce plan. Aux yeux des riverains, il est cependant un certain nombre de questions essentielles, dont ils ne peuvent aisément supporter voir la réponse différée. Cette difficulté est plus marquée si les populations concernées ont été récemment victimes d'inondations, ce qui a été le cas en 2003 pour les entreprises et les particuliers installés dans la zone urbaine nord de la ville d'Arles ou dans la plaine du Trébon. D'autres zones du delta ont été également inondés en 2003 (rive droite au droit des ruptures de digues du Petit Rhône) ou antérieurement.

Pour ces riverains la question essentielle est : serais-je encore inondé la prochaine fois ? Ou bien, exprimée en termes plus techniques : en quoi les aménagements proposés modifieront-ils pour mes biens (voire pour ma famille) l'occurrence des inondation et leur gravité (hauteur d'eau, durée de submersion, etc.) ?

Compte tenu de la précision relative des données disponibles à ce stade de planification, de la complexité des problèmes hydrauliques dans le Grand delta et des conditions d'élaboration du pré-schéma sud (voir plus haut), ce document n'a pas pu répondre à toutes ces interrogations. La tonalité de ce document, en ce qui concerne les zones critiques citées plus haut, bien qu'imprécise serait même parfois plutôt négative<sup>40</sup>.

---

<sup>36</sup> Article L.562-1 et suivants du code de l'environnement.

<sup>37</sup> Voir en particulier : Tribunal administratif de Montpellier, 4 octobre 2005, affaire Dura et affaire Diaz.

<sup>38</sup> Article L.562-1 3° du code de l'environnement.

<sup>39</sup> Pré-schéma Rhône aval, éléments pour une stratégie de gestion des crues du Rhône à l'aval de Montélimar, DIREN de bassin Rhône-Méditerranée, SOGREAH, juillet 2006, version 7.

<sup>40</sup> Pré-schéma Rhône aval – Op. Cit – p 33.

---

Dans ces conditions, la contestation s'est développée contre la méthode proposée pour le « calage » du projet à définir (partir d'un débit admissible dans la traversée de la ville d'Arles puis en tirer les conséquences en amont), contre les débordements qui resteront malheureusement toujours possibles pour les crues fortes voire extrêmes, contre la sécurisation des digues pour éviter leur rupture (assimilée à la mise en place de déversoirs visant à inonder volontairement certaines zones pour en protéger d'autres), et contre l'établissement de « zones d'expansion de crues » sans paraître en tirer les conséquences logiques en matière d'indemnisation.

A défaut de pouvoir préciser dans le détail à chaque catégorie de riverains en quoi leur propre situation pourrait évoluer, les autorités n'ont pas été en mesure de prendre des engagements globaux, en termes d'objectifs ou d'indemnisation<sup>41</sup>. C'est dans ces conditions que sont apparues des propositions dont on imaginait qu'elles étaient susceptibles de répondre plus précisément aux attentes d'une partie des riverains, tel le projet d'un canal de contournement d'Arles.

Une communication parfois maladroite, par exemple par l'usage du terme technique « déversoir », alors qu'il s'agit de sécuriser les digues existantes contre les débordements (ce qui n'est pas le cas actuellement), a pu également contribuer à une certaine confusion.

### 3.5. Une organisation complexe pour le lit majeur

Le pré-schéma sud n'a pas limité ses propositions à la seule amélioration des digues, ni à la gestion du seul lit mineur du Rhône entre les digues : il s'est aussi préoccupé du devenir des volumes débordants, en prévoyant<sup>42</sup> par exemple leur répartition entre Beaucaire et Arles de manière sensiblement égale entre rives gauche et droite, sous réserve d'études détaillées complémentaires. Néanmoins, les projets du pré-schéma sud sont ressentis par certains des acteurs de terrain comme traitant bien plus du lit mineur que du lit majeur.

La mission s'est interrogée sur les raisons qui pourraient expliquer cet état de fait. L'une des raisons pourrait tenir à la qualité technique et à l'avancement satisfaisant des travaux engagés par le SYMADREM avec le concours de CNR, visant à préciser le calage des ouvrages en lit mineur, en particulier des digues. L'autre raison pourrait venir de la répartition prévue (ou simplement envisagée) par le pré-schéma sud entre plusieurs maîtres d'ouvrage (dont le SYMADREM) des projets devant gérer les débordements (projets dits « de ré-essuyage ») ou établir des protections locales, projets partiellement dé-synchronisés du travail engagé sur les digues. Si des études concomitantes existent (c'est par exemple le cas pour le Trébon et Arles, où le SYMADREM dispose d'une étude EGIS précisant le devenir des débordements en lien avec le projet de protection des quartiers nord de la ville d'Arles), les hypothèses sur lesquelles elles sont établies n'en permettent pas jusqu'ici une lecture croisée aisée entre lit mineur et lit majeur<sup>43</sup>.

Cette multiplicité des acteurs n'est pas remise en cause par la mission, le choix d'un ancrage territorial répondait à l'époque à des arguments convaincants. Mais ce partage des responsabilités rend aussi moins lisible, même en 2008, la réponse aux demandes des riverains d'une plus grande précision sur ce qui pourrait se passer en cas de débordement, demande déjà imparfaitement prise en compte au stade du pré-schéma sud (voir ci-dessus). A l'extrême

<sup>41</sup> sauf erreur ou omission de la part de la mission.

<sup>42</sup> Pré-schéma Rhône aval, éléments pour une stratégie de gestion des crues du Rhône à l'aval de Montélimar, DIREN de bassin Rhône-Méditerranée, SOGREAH, juillet 2006, version 7, pages 31 et 32. Voir aussi les pages 40 à 49 du même document.

<sup>43</sup> Par exemple EGIS étudie les conséquences en matière de débordement, au delà de la crue centennale, d'une crue de 13300m<sup>3</sup>/sm<sup>3</sup>/s, alors que CNR étudie les crues de 12500m<sup>3</sup>/s et 14160m<sup>3</sup>/s.

---

cette organisation peut être interprétée comme le signe d'une moindre attention portée au lit majeur.

### 3.6. Le maillage territorial

Les échanges avec les élus, les riverains et leurs associations ont été en général organisés par la DIREN de bassin, en ce qui concerne le Grand delta, au travers de deux comités périodiques. Cette initiative heureuse n'a cependant pas suffit à répondre aux besoins d'assurance que les riverains de zones récemment inondées peuvent ressentir, dans un environnement techniquement complexe voire controversé : l'éloignement géographique (Arles est à trois heures de Lyon, en train comme en voiture) distend nécessairement les contacts.

La seule solution possible pour faire face à ces difficultés serait que l'action de la DIREN de bassin soit plus efficacement relayée<sup>44</sup>, dans chaque commune s'il le faut, par les administrations départementales de l'Etat (DDE et DDAF), conformément à l'article 2<sup>45</sup> de l'arrêté du Premier ministre en date du 21 janvier 2004. Dans les Bouches du Rhône cette action sera facilitée par l'implantation en Arles de chacune de ces deux administrations (prochainement fusionnées). Il est également essentiel que ces échanges avec les riverains et leurs associations ne soient pas conçus comme devant s'établir surtout dans un sens « descendant » (des autorités vers les populations), mais comme un véritable échange réciproque, dans la limite de ce que permet de faire tout projet collectif<sup>46</sup>.

### 3.7. Synthèse

En résumé, la mission constate que la situation qui prévalait lorsqu'elle a commencé ses investigations explique pour une part, au plan méthodologique, les difficultés rencontrées. Cette situation ne peut évoluer favorablement que sous plusieurs conditions :

1. **Des conditions tenant au pilotage des projets et aux modèles utilisés.** L'étude des projets doit être complétée, afin que chaque riverain soit à même (s'il le souhaite) de comprendre précisément quelles seront les conséquences des travaux à venir, en ce qui le concerne ; ceci suppose une très bonne articulation entre les études concernant le lit mineur et le lit majeur (débordements), à défaut d'une démarche totalement unifiée. Au cas particulier du canal de contournement d'Arles, l'étude de cette proposition alternative doit en outre être poussée suffisamment loin pour qu'elle aboutisse à des conclusions certaines.
2. **Des conditions d'explication des choix retenus**, faisant une large place aux relations de proximité avec les administrés. Soit la situation de chaque riverain est améliorée par les travaux futurs ; soit pour un nombre de cas le plus faible possible, il est visiblement impossible de faire mieux. Dans ce dernier cas un langage clair doit pouvoir être tenu en ce qui concerne d'éventuelles compensations, pour expliquer si elles sont justifiées ou non.
3. **Des conditions juridiques.** La définition des projets une fois précisée, représentant bien l'intérêt collectif, doit aboutir à un document juridiquement opposable ; une fois approuvé, celui-ci ne pourra plus dépendre d'éléments à caractère individuel.

---

<sup>44</sup> La mission a constaté qu'une telle évolution était déjà en cours pendant son intervention.

<sup>45</sup> [Le Préfet de la région Rhône-Alpes...Préfet de bassin] « anime et coordonne l'action des Préfets et des départements intéressés ».

<sup>46</sup> Chaque étude de variante, lorsqu'elle est modélisée, engage des dépenses de la collectivité. Chaque suggestion ne peut donc pas faire l'objet d'une étude détaillée.

---

### 3.8. Les méthodes actuellement employées peuvent-elles être améliorées ?

La mise en œuvre du pré-schéma sud ayant progressé au cours de cette mission, notamment par l' « étude de calage précis entre Beaucaire et Arles » engagée sous la responsabilité du SYMADREM, la mission doit maintenant examiner si toutes les conditions citées ci-dessus sont désormais réunies ; à défaut elle doit formuler des recommandations pour compléter le dispositif aujourd'hui mis en œuvre ou prévu.

#### 3.8.1. *Le pilotage des projets et leur maîtrise d'ouvrage : garantir une bonne articulation entre lit majeur et lit mineur*

Le dispositif décrit ci-dessus a favorablement évolué au cours de l'année 2008 : l'étude de calage engagée par le SYMADREM, confiée à la CNR, désigne un acteur central pour l'élaboration d'une solution d'ensemble. Cette étude s'appuie sur un modèle conséquent du lit mineur élaboré à cette occasion. Elle permet d'adosser à un travail technique approfondi<sup>47</sup> les réponses à apporter aux demandes de variantes issues des membres constituant ce syndicat : en particulier les suggestions de la ville de Tarascon en faveur d'un canal de contournement d'Arles, à l'origine de la présente mission.

En ce qui concerne cette variante, les travaux menés par le SYMADREM aboutissent à une conclusion désormais établie (voir partie 7) : les avantages hydrauliques de la deuxième simulation entre Tarascon et Arles conduiraient à une aggravation en amont et en aval ; les conditions de fonctionnement et le coût prévisible de cette opération non inscrite au contrat de projet inter-régional plan Rhône, et qui ne peut pas se substituer aux opérations déjà prévues, dissuaderaient en tout état de cause d'en envisager la mise en œuvre.

La progression a été moins rapide s'agissant de la modélisation des écoulements dans le lit majeur du fleuve : au moment où ce rapport est élaboré, ni l'Etat (au titre des plans de prévention des risques naturels d'inondation), ni les collectivités ne disposent encore d'une vue d'ensemble du devenir des débordements identifiés par le modèle du lit mineur, intervenant pour des crues supérieures à la crue de 2003. Les démarches techniques sont actuellement différenciées selon les zones géographiques. Les études sont terminées et les travaux programmés pour la partie la plus en aval de la rive droite, sous la maîtrise d'ouvrage du syndicat d'assainissement de la région du canal de navigation. Les études sont en cours plus en amont rive droite, sous la maîtrise d'ouvrage du SYMADREM qui les a confiées à ISL. Le SYMADREM a également prévu d'engager début 2009 une étude concernant le lit majeur rive gauche, le cahier des charges étant en cours d'élaboration.

Cette solution qui consiste à découpler les écoulements du lit mineur (ici endigué) et du lit majeur est classique. Elle est techniquement justifiée si les écoulements dans le lit majeur n'influent pas sur ceux du lit mineur, ce qui est le cas compte tenu de la forme en toit de la plaine (voir le rapport des experts de la mission). Les données du modèle du lit mineur servent d'entrée à celui du lit majeur qui dépend donc du premier. Ce découpage et ce phasage doivent être poursuivis, en accélérant autant que possible les études du lit majeur.

Il doit d'ailleurs être rappelé que le pré-schéma sud considérait "qu'une étude détaillée des enjeux [en lit majeur] devra être menée<sup>48</sup>" et que « les études détaillées devront vérifier les

<sup>47</sup> Voir en annexe l'avis des experts de la mission sur la modélisation retenue.

<sup>48</sup> Page 40

---

hypothèses [d'une répartition équilibrée des débits et volumes débordés entre les deux rives] sur Arles<sup>49</sup> ». A ce propos, le rapport des experts de la mission s'est penché de manière détaillée sur l'incidence de tels débordements en lit majeur rive gauche, en particulier pour les quartiers de Monplaisir et la zone tertiaire de Fourchon en Arles, ainsi que pour les quartiers sud de Tarascon. Ces débordements pourraient d'avérer plus particulièrement délicats pour Fourchon compte tenu de sa position géographique. La conclusion des experts de la mission est qu'il est possible de prévoir des protections rapprochées appropriées. La mission n'a donc pas identifié, à sa connaissance, de raison particulière de remettre en cause la répartition équilibrée des débordements entre les deux rives du Rhône.

En ce qui concerne la digue à associer (selon un schéma technique non encore formellement arrêté) au remblai RFF entre Tarascon et Arles, la maîtrise d'ouvrage des études a été confiée à RFF. Le maître d'ouvrage n'est pas encore déterminé en ce qui concerne les travaux eux-mêmes, la mission ayant été invitée à faire des propositions sur ce point (voir plus loin).

Même si la détermination de qui doit être maître d'ouvrage pour chaque élément du projet global que représente la mise en œuvre du pré-schéma Rhône aval n'est pas encore achevée, la mission constate un bon avancement sur ce point. La mission formule toutefois deux recommandations à ce titre :

- la position technique centrale que le SYMADREM a peu à peu acquise gagnerait à être confortée, voire garantie. Il est donc recommandé aux collectivités et au Préfet de bassin (DIREN) d'étudier la possibilité de lui attribuer le statut d'Etablissement public territorial de bassin<sup>50</sup> (EPTB), ce qui officialisera cette responsabilité. Dans la mesure où cette officialisation pourrait nécessiter quelques délais<sup>51</sup>, il est recommandé dans cette attente aux administrations (DDAF, DDE, DIREN<sup>52</sup>) rive gauche comme rive droite de vérifier que le SYMADREM a bien été consulté chaque fois qu'un projet d'un autre maître d'ouvrage sur ce territoire est susceptible d'interférer avec les propres projets du SYMADREM.
- Le SYMADREM doit être invité à accélérer, autant que faire se peut et sans mettre en péril la qualité des études techniques, l'étude du lit majeur rive gauche (dite « de ré-essuyage »). La disponibilité de ces études, rive droite comme rive gauche, est en effet indispensable pour vérifier la cohérence des choix à proposer à l'issue de l'étude de calage (qui, rappelons-le, ne concerne que le lit mineur endigué). Il serait également souhaitable d'avancer suffisamment l'étude rive gauche afin de préciser certains choix techniques concernant la digue à associer à la voie ferrée (par exemple, les possibilités d'évacuation en retour des eaux vers le Rhône, après une crue exceptionnelle).

---

### **1. Recommandation : le SYMADREM, dont le rôle central doit être conforté, est**

<sup>49</sup> Page 41

<sup>50</sup> Article L213-12 du code de l'environnement.

<sup>51</sup> La direction de l'eau du MEDD recommandait de ne pas multiplier cette reconnaissance sur un même territoire, et Territoire Rhône a déjà été reconnu à ce titre.

<sup>52</sup> L'ensemble de ce rapport a été établi sur la base des dénominations des services juridiquement fondées au moment où il est rédigé. Bien entendu, toutes ses recommandations s'adresseront aussi aux nouvelles structures régionales (DREAL) et départementales (DDEA) lorsque celles-ci seront juridiquement constituées dans le territoire objet de ce rapport.

*invité à engager l'étude des déversements en lit majeur rive gauche à égalité de priorité avec l'étude de calage et avec sa participation à l'étude RFF.*

### **3.8.2. L'explication des choix retenus : opter pour une approche territoriale**

En ayant engagé la mise en œuvre du pré-schéma sud, les collectivités assument à nouveau la maîtrise d'ouvrage des études et des travaux de prévention des inondations, après que l'Etat ait assumé ce rôle entre 2004 et 2006 (voir partie 3.1). Les conséquences d'un tel transfert de responsabilité, toujours délicat (dans un sens comme dans l'autre), doivent progressivement s'étendre à tous les compartiments correspondants de l'action publique. Aux yeux de la mission et après que ce rapport ait été remis (et le cas échéant présenté), il sera d'abord du rôle des collectivités, et en premier lieu du SYMADREM, d'assumer en priorité la responsabilité de piloter les concertations et explications nécessaires à la mise en place des projets issus de ce schéma.

Selon la mission, il serait en effet peu approprié que l'Etat développe à nouveau une large campagne d'explication des choix de principe retenus en 2006, alors que les riverains demandent aujourd'hui d'abord des précisions concernant leur propre situation géographique. Ces précisions ne pourront résulter que du travail du SYMADREM en cours (calage des ouvrages en lit mineur) ou à venir (impact en lit majeur en cas de crue débordante).

L'Etat ne devrait pas pour autant se décharger de ses responsabilités propres en matière d'explication des choix retenus, pour quatre raisons convergentes:

- c'est bien l'Etat qui a pris l'initiative de proposer les orientations qui ont été retenues par l'ensemble des signataires du plan Rhône;
- en approuvant après enquête publique et avis du CODERST les projets détaillés finalisés par les collectivités, l'Etat en deviendra co-responsable, y compris au plan juridique;
- la sensibilité locale, alimentée par la mémoire des récentes crues, ainsi que par différents clivages sociologiques et historiques (ville et campagne, rives gauche et droite, amont et aval, etc.) continuera d'être marquée en matière de prévention des inondations ; elle impose à l'Etat et aux collectivités de bien associer leurs efforts d'explication en vue de répondre à une forte attente en la matière.
- il revient au préfet, au titre de l'article L562-3 du code de l'environnement de piloter la concertation relative à l'élaboration du projet de plan de prévention des risques naturels prévisibles (voir la partie 7 de ce rapport).

Plusieurs sujets sont (et pourraient rester) en effet très sensibles. Il est par exemple étonnant de constater que le ressenti des associations puisse aller jusqu'à considérer que les pouvoirs publics veuillent inonder volontairement certaines zones, en aggravant les aléas actuels, tout en refusant de les considérer comme zones de sur-inondation bénéficiant de l'indemnisation prévue par la loi à cet effet. Il doit être répété que l'action publique, qui vise sauf exception à protéger des crues, doit également prévoir les conséquences des crues les plus exceptionnelles dépassant les références de projet retenues pour le dimensionnement des ouvrages de protection; s'agissant de digues, la responsabilité des pouvoirs publics est de vérifier que le risque de rupture, phénomène dangereux, soit minimisé. A cet effet les digues doivent être sécurisées à la surverse jusqu'à une crue aussi forte que possible lorsque les enjeux sont très élevés.

---

La mission recommande donc aux services de l'Etat, et en particulier aux services techniques départementaux capables d'assurer une présence territoriale dense, de veiller à bien accompagner le moment venu les collectivités maîtres d'ouvrage dans leur effort d'explication des choix proposés, y compris si nécessaire par des réunions au niveau de chacune des communes les plus concernées.

### ***3.8.3. Le choix des instruments juridiques.***

Il n'est plus d'actualité, selon la mission, de rechercher un instrument juridique qui rendrait opposable aux tiers (ou aux décisions administratives) le pré-schéma sud en tant que tel: l'avancement satisfaisant du projet principal conditionnant la majorité des réalisations prévues (étude de calage) rend obsolète cette hypothèse.

Le principal outil juridique mettant en oeuvre le pré-schéma sud sera donc constitué des projets successifs élaborés par les collectivités, autorisés au titre de la loi sur l'eau par les Préfets après enquête publique. Des enseignements méritent toutefois d'être tirés des péripéties juridiques, en cours au moment où ce rapport est élaboré, en ce qui concerne la protection nord d'Arles. Quel que soit le travail d'explication engagé (voir plus haut), il est malheureusement possible, sinon prévisible, qu'une partie des riverains souhaitera contester les futurs projets devant le tribunal administratif, les intérêts de tous les particuliers ne pouvant être ici totalement convergents. Ce contexte impose aux maîtres d'ouvrage et aux services de l'Etat qui instruisent leurs dossiers de réaliser un "sans faute" au plan juridique, ce qui peut nécessiter quelques efforts.

Au delà des recommandations traditionnelles, mais rarement inutiles, concernant le respect des formes (pour les prises de décision, le respect des délais, la présentation des dossiers, etc.), ces deux acteurs doivent être bien convaincus qu'une solidité juridique se prépare aussi très en amont, sur les questions de fond : dans l'étude d'éventuelles solutions alternatives (même non retenues in fine) comme dans les justifications des choix effectués, par exemple. Dans ces argumentaires, la mention du pré-schéma sud, qui n'aura toujours pas acquis d'opposabilité juridique, ne pourra être retenue qu'à titre d'élément de contexte.

La réalisation de la digue latérale devant sécuriser la protection de la voie ferrée entre Tarascon et Arles supposera par ailleurs une bonne articulation entre RFF et le maître d'ouvrage de cette digue. Cette articulation sera vérifiée par les services de l'Etat en charge de la police de l'eau à l'occasion de l'instruction des dossiers d'autorisation à déposer à ce titre (voir partie ...).

Enfin la partie 7 de ce rapport expose comment l'Etat pourrait, pour sa part et selon l'avis de la mission, exercer les responsabilités juridiques que la loi lui a attribué en propre en matière de prévention des inondations.

---

**2. Recommandation : les instruments juridiques à mobiliser désormais sont ceux des projets des maîtres d'ouvrage ; ceux-ci sont invités à établir avec un souci marqué de qualité juridique les dossiers réglementaires qui devront être élaborés. La même recommandation est formulée aux services de l'Etat qui instruiront ces dossiers.**

---

---

## 4. L'avancement du projet de calage des digues et ses conséquences

Comme il est précisé plus haut (voir 4.2.1.), le SYMADREM a confié à la CNR une étude visant à caler dans le delta l'ensemble des systèmes de protection contre les crues. Le SYMADREM a informé la mission de l'avancement de cette étude, dont les premiers résultats ont été présentés localement en comité de pilotage le 4 novembre 2008.

Le principe retenu, après l'établissement d'un modèle des écoulements en lit mineur, est de vérifier jusqu'à quel niveau de crue il est possible de protéger les zones situées en rive droite comme en rive gauche, entre Beaucaire-Tarascon et Arles, sans mettre en péril la protection d'Arles. L'objectif est que cette dernière protection soit assurée, si possible, jusqu'à la crue exceptionnelle (millénale). Le choix proposé par le pré-schéma sud, confirmé par le SYMADREM, est de ne pas recourir à des ouvrages hydrauliques mobiles ou fusibles, dont la fiabilité en période de crise peut être aléatoire. Les moyens hydrauliques utilisés se limiteront donc à des ouvrages fixes. Les experts de la mission ont par ailleurs exprimé leur confiance quant à la qualité de la simulation employée (voir la partie technique du rapport)

Au moment où le présent rapport est rédigé et comme l'expose plus en détail le rapport des experts de la mission, les résultats de cette simulation sont les suivants :

- il est possible de protéger les zones en amont d'Arles jusqu'au niveau de la crue de 2003 (légèrement supérieure à la crue centennale), sans mettre en péril la protection d'Arles en crue exceptionnelle. La sécurité résiduelle en Arles (revanche), s'établirait en ce cas à presque 50 cm, compte tenu de parapets de 80 cm à prévoir aux points les plus bas dans la traversée de la ville, ainsi que de divers autres aménagements complémentaires. Les digues sécurisées à la surverse à mettre en place sur chaque rive seraient alors longues de 5 000 m. Il n'y a pas de répercussion sur la ligne d'eau dans ce cas en amont (Tarascon, Boulbon, Aramon, Comps, Beaucaire) pour la crue de référence.
- Une étude de sensibilité, visant à rehausser de 10 cm le niveau de protection précédent entre Beaucaire-Tarascon et Arles, en vue notamment d'améliorer la protection du Grand Trébon, des quartiers nord d'Arles et de Fourchon, aboutit en aval à des conclusions presque similaires, la revanche résiduelle en Arles en crue exceptionnelle pouvant encore être considérée comme admissible (42 cm). Une diminution des volumes déversés en lit majeur est prévue pour la crue de référence, au prix toutefois d'un début d'incidence défavorable, de l'ordre de 3 ou 4 cm à la hausse, en amont pour la même crue.

Il n'appartient pas à la mission de proposer un arbitrage entre ces solutions, celui-ci relève de la concertation engagée par le SYMADREM en comité de pilotage, et finalement d'un projet à arrêter par son conseil syndical. Il sera en revanche de la responsabilité de l'Etat (Préfets des Bouches du Rhône et du Gard) d'autoriser ensemble la solution retenue, après enquête publique et avis des CODERST.

A contrario, les études de la deuxième variante d'un éventuel canal de contournement d'Arles montrent que l'espoir (non explicitement formulé) de remonter le niveau des digues entre Beaucaire-Tarascon et Arles jusqu'à y contenir la crue de référence ne saurait être fondé, la hausse de la ligne d'eau en Arles et en aval étant en ce cas significative (voir ci-dessous la partie 6 du présent rapport).

---

Les conséquences de cette impossibilité sont importantes pour les zones situées en lit majeur entre Beaucaire-Tarascon et Arles. Dans l'une ou l'autre des deux hypothèses citées ci-dessus (calage au niveau de 2003 ou calage à ce niveau + 10cm), leur situation est améliorée puisque leur protection serait assurée par un dispositif fiable, ce qui n'est pas le cas aujourd'hui (voir partie 6), à un niveau de crue au moins égal au niveau théorique actuel, voire un peu plus. Cette amélioration signifie d'ailleurs qu'aucun dispositif permanent d'indemnisation au titre de la « sur-inondation » n'est nécessaire.

Mais cette situation ne s'améliore pas au point de pouvoir envisager de construire librement dans cette zone. Au risque de décevoir, il convient en effet de rappeler que cette zone restera sous la menace d'inondations (voir la partie 6). Les zones rurales bénéficieraient cependant déjà d'une protection légèrement plus que centennale, rénovée, ce qui est très appréciable en comparaison d'autres zones inondables en France.

En ce qui concerne les zones urbaines, il convient de souligner que cette situation valide la stratégie de mise en place de protections rapprochées pour les zones les plus denses, Arles nord, mais aussi Fourchon et la zone du Pont de Crau, comme Tarascon sud. Ces ouvrages, qui sont déjà recommandés avant même que la digue latérale au remblai RFF soit mise en place, sont aussi recommandés après cette mise en place, en vue d'aboutir à une protection contre la crue de référence (au moins). L'accession aux possibilités de construire ouvertes par la « doctrine commune<sup>53</sup> » prévue pour l'élaboration des plans de prévention des risques d'inondation du fleuve Rhône deviendra alors possible, sous réserve de respecter les autres critères prévus (continuité urbaine, etc.).

Dans l'hypothèse où le projet de protection nord de la ville d'Arles, actuellement en contentieux au Tribunal administratif, serait invalidé en l'état, la recommandation de la mission serait de reprendre ce projet plutôt que d'engager un appel de la part de l'Etat ou du maître d'ouvrage, afin de le compléter par une (éventuelle<sup>54</sup>) protection sud de Tarascon (voir rapport des experts de la mission, chapitre 9), et une étude plus détaillée des incidences de ce projet selon les conclusions du rapport des experts de la mission (aménagement des digues du Vigueirat, etc.). Un projet complémentaire concernant la protection rapprochée de la zone commerciale de Fourchon et de la zone du Pont de Crau devrait également être élaboré, sans être nécessairement lié au précédent (voir rapport des experts de la mission, chapitre 8). L'ensemble de ces projets devrait être étudié selon deux cas de figure : avant construction de la digue associée au remblai RFF (si ces protections rapprochées sont mises en œuvre rapidement, ce qui est à recommander au moins pour les quartiers nord d'Arles), comme après cette construction.

---

**3. Recommandation** : il appartient au SYMADREM de préciser les choix qu'il propose pour les digues du Rhône au nord d'Arles. Une protection rapprochée du nord d'Arles comme de Fourchon est à mettre en place.

---

<sup>53</sup> Les plans de prévention des risques d'inondation du fleuve Rhône et de ses affluents à crue lente, Doctrine commune, juillet 2006.

<sup>54</sup> Le rapport des experts de la mission montre que ce choix est lié au mode de transparence à mettre en place pour le canal des Alpines.

## 5. Le remblai ferroviaire

Entre Tarascon et Arles, le chemin de fer circule sur un remblai dominant la plaine en moyenne de plusieurs mètres (Figure 5). Depuis 1997, il est propriété de Réseau ferré de France (RFF), son exploitation étant déléguée à la Société nationale des chemins de fer français (SNCF). C'est un ouvrage ferroviaire capable de supporter la circulation de convois à 200 km/h et maintenu en condition opérationnelle à cet effet. C'est d'ailleurs pour assurer cette capacité qu'ont été construites, entre 1983 et 1984, les trois passages sous voie destinés à supprimer les passages à niveaux antérieurs. Ces passages sous voie ont été munis de trémies chargées de maintenir à l'ensemble le rôle de dispositif de protection contre les crues qu'il a de fait joué entre sa construction et le début du XXIème siècle. Ce sont deux de ces trémies de protection qui ont cédé en décembre 2003, entraînant l'inondation de la plaine du Grand Trébon et des quartiers nord d'Arles.



Figure 5: Le remblai ferroviaire à la hauteur de la trémie des ségonnaux

Très rapidement après la catastrophe de 2003, les trémies de protection ont été reconstruites et confortées au niveau de la plate-forme (Figure 6). Un bilan de l'état du remblai après la crue est ensuite réalisé par la SOGREAH pour le compte de RFF<sup>55</sup>, dont le rapport montre que, lors de l'événement, la capacité de protection offerte par ce remblai aurait vraisemblable-

<sup>55</sup>

SOGREAH - Voie ferrée Tarascon-Arles : étude de la crue du Rhône de décembre 2003 ; étude hydraulique et diagnostic du remblai - octobre 2004

ment été dépassée si les trémies n'avaient pas lâché, et aurait été certainement dépassée avec une crue légèrement plus forte.



Figure 6: La trémie des ségonaux reconstruite après la crue de 2003

## 5.1. L'état actuel du remblai

Le Préfet des Bouches-du-Rhône a classé le remblai ferroviaire existant comme ouvrage intéressant la sécurité publique<sup>56</sup> (ISP). L'arrêté préfectoral du 11 juillet 2006, considérant, d'une part, la protection des territoires d'Arles et Tarascon et, d'autre part le risque de coupure d'une ligne transportant plus de deux mille personnes par jour, classe le remblai comme ISP jusqu'à la réalisation de la future digue prévue en renforcement. Suite à cet arrêté, RFF confie à SOGREAH la constitution du dossier de l'ouvrage. C'est dans ce cadre que le PATOUH (pôle d'appui technique pour les ouvrages hydrauliques) intervenant pour le compte du MEEDDAT en appui aux services de contrôle de l'État, est amené à formuler un avis sur le dossier du remblai, et signale tout comme SOGREAH de nombreuses défectuosités, portant un risque d'érosion interne en cas de crue importante.

En suivant les conclusions des experts (voir §6.2.1 du rapport des experts de la mission), la mission ne peut que constater que l'état du remblai ferroviaire entre Tarascon et Arles ne permet pas d'atteindre le niveau de protection attendu d'une digue fiable. Les constats effectués à l'issue de la crue de 2003 et l'avis des experts convergent en effet: le risque de rupture du remblai existe même pour une crue inférieure à celle de 2003 ; ce risque est très élevé

<sup>56</sup>

Au sens des articles L214-1 à L214-6 du code de l'environnement.

pour une crue supérieure à celle de 2003 (11 500 m<sup>3</sup>/s), même en deçà de la crue de référence (12 500 m<sup>3</sup>/s). Si ce remblai a été maintenu par ses gestionnaires en condition d'assurer la circulation de convois de plus en plus rapides, il est resté, en matière de protection contre les crues, sensiblement dans l'état où l'a laissé la crue de 1856 : les divers rapports et une visite sur place permettent de constater que les travaux alors prévus n'ont pas été réalisés. La mission confirme donc que l'opération prévue dans le pré-schéma Rhône aval, à savoir la construction à l'ouest du remblai ferroviaire d'une véritable digue doit être considérée comme tout à fait prioritaire.

## 5.2. Le renforcement du remblai par une digue latérale

Le renforcement de la protection du remblai est donc une des actions prioritaires du pré-schéma Rhône aval. Parmi les solutions proposées, c'est celle d'une digue accolée côté Rhône qui semble la plus appropriée au le comité de pilotage du pré-schéma réuni le 7 juillet 2006. Son dimensionnement dépend aussi des études de calage en cours de réalisation par le SYMA-DREM.

Le 12 mai 2006, le Préfet des Bouches-du-Rhône a proposé au directeur général des transports et de la mer (DGTM) de confier la maîtrise d'ouvrage du renforcement de la protection

du remblai à RFF et de participer au financement de ces études. Par un courrier du 7 novembre 2006, le DGTM rappelle que la construction d'un ouvrage de protection contre les crues n'est pas dans les missions de RFF, tout en admettant que ce dernier ne peut être absent de la conception d'un ouvrage imbriqué dans une infrastructure ferroviaire.

RFF a accepté d'être le maître d'ouvrage des études, mais non de la future réalisation de la digue. A noter enfin que selon le DGTM, cette même étape devrait traiter les aspects juridiques de la propriété finale de la digue et du cadre juridique le plus adapté pour la réalisation.

Le comité mis en place pour piloter cette opération, présidé par le Sous-préfet d'Arles, a entériné le 9 novembre 2006 l'échéancier du renforcement du remblai, les études devant avoir lieu en 2007 et 2008, pour un achèvement des travaux en 2013.

Le 7 mai 2007, l'assistance à maîtrise d'ouvrage des études est confiée à la DDE des Bouches-du-Rhône, permettant de lancer la procédure d'appel d'offres. Ces études ont été attribuées aux sociétés Inexia<sup>57</sup>, pour l'aspect ferroviaire, et Coyne et Bellier<sup>58</sup>, pour l'aspect hydraulique. Ces études sont menées en lien étroit avec les études de calage du SYMA-DREM (voir partie 5 de ce rapport), qui doivent contribuer à définir les objectifs de protection.

<sup>57</sup> Filiale de la SNCF devant reprendre à terme l'ensemble des activités d'ingénierie de la société nationale.

<sup>58</sup> Bureau d'études techniques spécialisé dans les infrastructures liées à l'eau.

Au moment où ce rapport est rédigé, la mission a pu constater que ces études sont effectivement engagées, et que la collaboration technique avec le SYMADREM est bien établie. Le calendrier désormais prévu conduit à l'aboutissement d'une phase préparatoire au printemps 2009. C'est à ce moment que le principe de la solution technique finalisée sera retenu. Les hypothèses actuellement étudiées en priorité conduiraient à construire une digue proche mais distincte du remblai ferroviaire sur la majorité du parcours entre Tarascon et Arles (Figure 8), la digue venant toutefois s'accorder au sud, partie où le remblai est plus élevé, ainsi qu'au nord au niveau de l'usine TEMBEC.

Compte tenu des contraintes hydrauliques et d'exploitation ferroviaire, les écoulements à contrôler en cas de crue dépassant la crue de projet (c'est à dire en moyenne moins d'une fois par siècle<sup>59</sup>) pourraient emprunter une dizaine à une vingtaine de passages sous la voie ferrée, répartissant les écoulements de manière régulière entre Tarascon et Arles. L'enjeu d'un éventuel débat d'ensemble sur la localisation de ces ouvrages serait illusoire, tous ces écoulements à faible vitesse à leur sortie dans la plaine contribuant à remplir progressivement le Grand Trébon. Une vérification de l'incidence locale (à courte distance) devrait cependant intervenir avant de confirmer la localisation précise de chaque ouvrage.

Par ailleurs, si la définition technique du renforcement du remblai ferroviaire semble désormais en bonne voie, les responsabilités quant à sa réalisation restent à préciser.

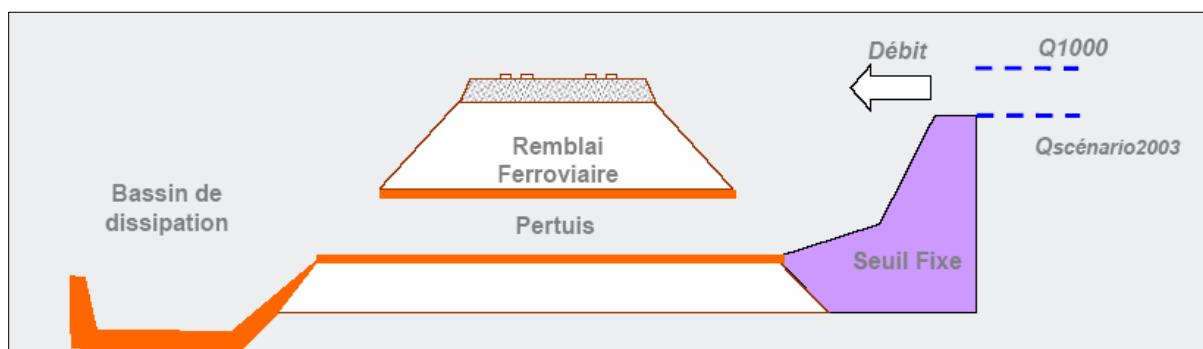


Figure 8: Principe de la digue accolée avec passage sous voie (Source : RFF)

Il est indéniable que RFF ne peut être absent de ces opérations, étant donné l'imbrication physique des deux infrastructures et de leur entretien ultérieur. La mission estime cependant que la maîtrise d'ouvrage de la construction puis de l'entretien de la digue de renforcement ne peut relever de RFF, dont ce n'est pas la vocation. Il doit en outre être rappelé que si ce remblai a assuré une protection de fait contre les crues du Rhône pendant près d'un siècle et demi, à la connaissance de la mission il n'a pu être établi que cette protection relevait d'une obligation juridique déterminée à l'origine. A l'inverse et pour les ouvrages contemporains, il est généralement demandé aux maîtres d'ouvrages d'infrastructures linéaires (voies ferrées ou routières), en application du code de l'environnement<sup>60</sup>, de veiller à la transparence hydraulique de leurs ouvrages. Cette responsabilité, qui s'exprimera ici par la création de passages inférieurs dans les emprises ferroviaires, doit continuer à relever de RFF.

En ce qui concerne la digue elle-même, plusieurs arguments militent en revanche pour qu'il appartienne aux collectivités d'assurer la maîtrise d'ouvrage, comme elles le font pour les autres ouvrages de protection. Les communes (ou les syndicats auxquelles elles adhèrent),

<sup>59</sup> La crue de projet serait celle de 2003 (voire un peu plus), qui a été estimée légèrement supérieure à la crue centennale.

<sup>60</sup> Article L211-1 II 3° du code de l'environnement : veiller à la « libre circulation des eaux ».

---

parmi leurs nombreuses autres attributions, doivent notamment « prévenir, par des précautions convenables...les inondations<sup>61</sup> ». Le plus logique aux yeux de la mission serait donc que le SYMADREM, maître d'ouvrage des autres digues du delta, en particulier sur le tronçon de digue faisant face sur l'autre rive, assume aussi cette responsabilité pour la nouvelle digue à construire. Ce choix permettrait de maintenir dans la durée la volonté de contrôler des déversements équivalents rive gauche et rive droite pour les crues excédant la crue de projet, les digues sécurisées au déversement pouvant être affectées de quelques tassements différenciels qui appelleront des interventions. Ce choix permettra enfin d'assurer un entretien approprié de l'ouvrage.

Selon la mission, il serait souhaitable que le conseil syndical du SYMADREM se prononce à cet effet au plus tard à la conclusion de la phase préparatoire des études en cours sous la responsabilité de RFF, ce qui donnerait au SYMADREM un plus grand poids dans la détermination finale des choix retenus et dans les études d'avant-projet qui doivent suivre.

Les deux maîtres d'ouvrages (RFF et SYMADREM), qui devront étroitement coordonner leurs interventions, seront amenés à préciser leur rôle respectif par convention : par exemple, il leur reviendra de définir ensemble comment s'exprimeront leurs responsabilités réciproques en matière d'aménagement et d'entretien de l'espace intermédiaire à prévoir, ne serait-ce que pour l'écoulement des eaux entre la digue et le remblai. Dans l'hypothèse où RFF serait déjà propriétaire de cet espace intermédiaire en pied de son propre remblai, il pourrait lui appartenir de l'aménager afin d'orienter les volumes déversants (en cas de crue dépassant la crue de projet) vers les passages à prévoir sous la voie ferrée (voir plus haut). Dans l'hypothèse où cet espace ne serait pas déjà propriété de RFF, il conviendrait de l'acquérir ; cet espace devrait alors probablement être inclus dans le projet du SYMADREM, qui en deviendrait propriétaire après déclaration d'utilité publique.

Ces deux maîtres d'ouvrage doivent être invités<sup>62</sup> à déposer des dossiers coordonnés au titre de la loi sur l'eau<sup>63</sup>, comprenant une partie technique conjointe. Cette disposition permettra au service chargé de la police de l'eau et au CODERST de vérifier la bonne articulation de leurs interventions, y compris pendant les travaux et pour les phases ultérieures d'entretien. Ce dossier exposera aussi l'incidence des débordements dans le lit majeur en cas de crue excédant la crue de projet. Les riverains seront alors à même, au plus tard au cours de l'enquête publique, d'être complètement éclairés sur leur propre situation.

Dans l'attente de la réalisation de cette nouvelle digue, les obligations concernant le remblai ferroviaire prévues tant par l'arrêté préfectoral du 11 juillet 2006 (et sa circulaire de référence) que par le décret 2007-1735 du 11 décembre 2007 doivent être appliquées avec diligence par le maître d'ouvrage ; elles doivent faire l'objet d'un contrôle attentif, y compris en matière d'inspections sur place, par les services d'Etat chargés de la police de l'eau dans les Bouches du Rhône (Service de la navigation et DDAF dans l'organisation actuelle).

---

**4. Recommandation : le remblai RFF entre Tarascon et Arles, qui n'a pas la fiabilité suffisante, doit être effectivement complété par une digue à construire. Le SYMADREM est invité à prendre position dès le premier trimestre 2009, en ce qui concerne la maîtrise d'ouvrage de la digue, l'aménagement des passages**

<sup>61</sup> Article L2212-2 5° du code des collectivités locales.

<sup>62</sup> Si nécessaire, le préfet peut aussi prescrire l'établissement de ce dossier par RFF.

<sup>63</sup> Article L211-1 et suivants CE. A noter que le Préfet, dans l'hypothèse que l'on espère exclue où l'un des maîtres d'ouvrage serait en retard, dispose du pouvoir de prescription, par arrêté préfectoral pris après avis du CODERST.

---

sous voie relevant de RFF.

---

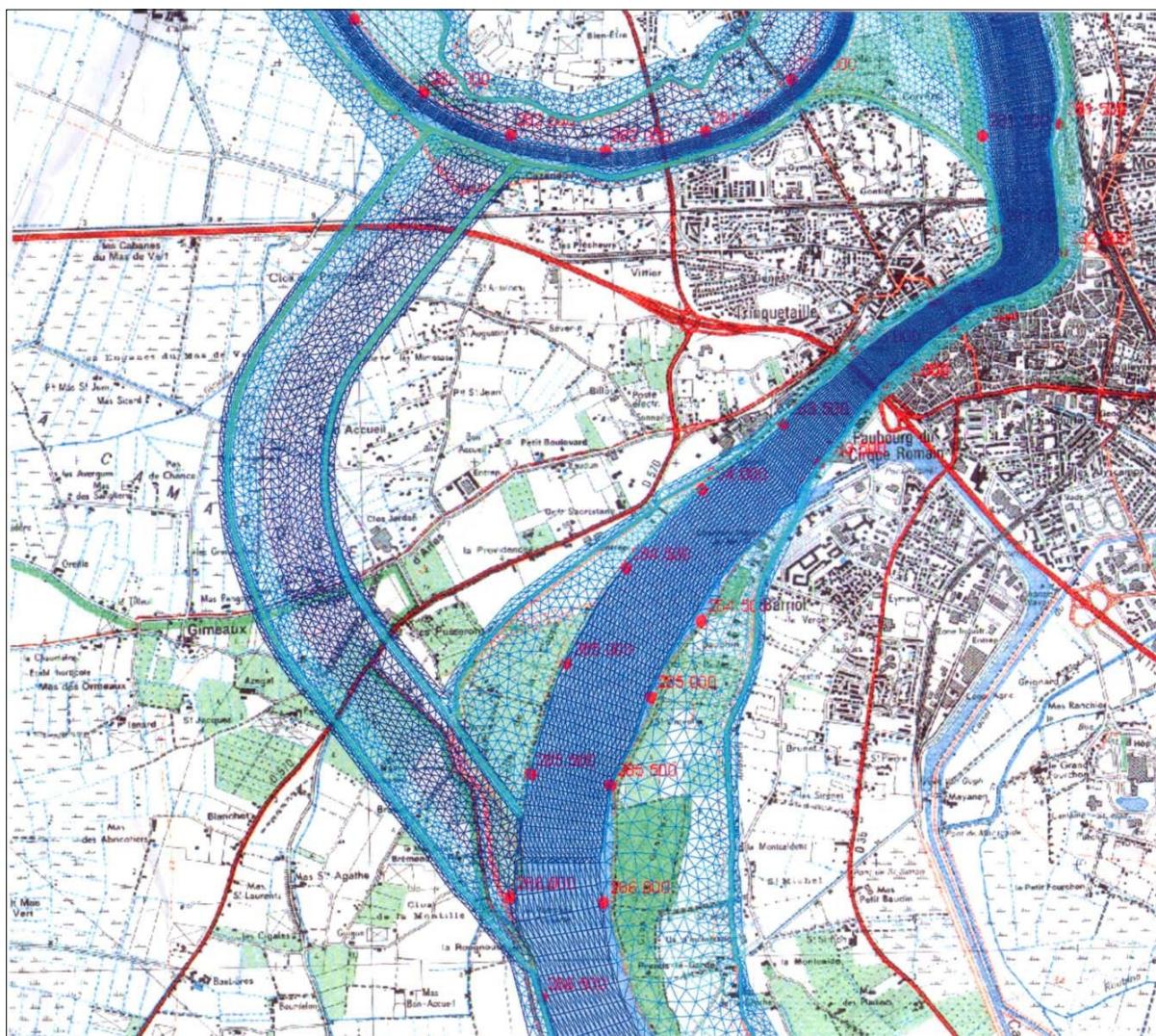
**5. Recommandation :** La sécurité de ce remblai doit être surveillée avec vigilance tant qu'il n'est pas protégé par cette nouvelle digue.

---

## 6. Le canal de contournement d'Arles

Conformément à la lettre de commande, la mission a examiné le projet d'un éventuel canal de contournement d'Arles présenté par la commune de Tarascon.

Ce projet de canal part du constat, unanimement admis, que le rétrécissement du grand Rhône en Arles (ou goulet) augmente significativement la ligne d'eau à son amont et tient compte du fait qu'on ne peut agir directement dans le site urbain dense du centre historique d'Arles (on ne peut pas élargir le bras, on ne peut pas diminuer sa rugosité sauf marginalement, on ne peut pas remonter les parapets à l'infini). Il propose donc de court-circuiter ce goulet par un canal de contournement délestant le Petit Rhône vers la Grand Rhône. Son objectif explicite est d'abaisser la ligne d'eau dans Arles, mais aussi dans le Rhône afin de réduire, voire de supprimer, la nécessité de prévoir des débordements en amont d'Arles, réduisant ainsi l'occurrence des inondations dans la plaine du Trébon (Figure 9).



## 6.1. Faisabilité

Deux scénarios pour ce projet ont été proposés par la commune de Tarascon et son conseil, le cabinet Delft Hydraulics, des Pays-Bas. Ils reposent tous les deux sur le même canal, qui fonctionne soit de manière passive, soit avec le contrôle amont d'un organe mobile.

Pour aboutir à des débits significatifs, un canal de 400m de large est prévu, complété par un abaissement des ségonaux du Petit Rhône entre la diffuence et sa prise (Figure 9). C'est donc un projet de grande ampleur en termes d'aménagement et de génie civil. Indépendamment de son impact hydraulique, sa faisabilité impose dans tous les cas un certain nombre d'actions complémentaires.

- Tout d'abord, il faudrait assurer la transparence hydraulique des liaisons routières existantes et croisant le canal. Il s'agit principalement d'une route à quatre voies et de deux routes départementales (D570 et D36). Les liaisons qu'elles assurent devraient être maintenues, même si la D36 semble pouvoir être déviée. Il existe aussi plusieurs<sup>64</sup> autres voies communales ou chemins d'exploitation dont il conviendrait de décider s'ils doivent être maintenus ou abandonnés, ainsi que les cas où une circulation dans le canal lui-même (bien entendu fermée en crue) pourrait être envisagée. Le coût des ouvrages de franchissement à prévoir pour maintenir ces liaisons serait à imputer au budget nécessaire à la création du canal. Il pourrait en être de même pour un franchissement supplémentaire concernant le contournement autoroutier d'Arles actuellement en projet, dans la mesure où celui-ci serait antérieur au canal. La largeur du canal (400m) dimensionne l'enjeu financier de cette question (voir plus loin).
- Le pont suspendu de Fourques, qui enjambe le Petit Rhône au niveau où les ségonaux seraient élargis devrait être aménagé. Or, ce pont du XIXème siècle est inscrit à l'inventaire des monuments historiques. S'il n'est pas inconcevable de mettre en eau sa deuxième arche<sup>65</sup> qui surplombe actuellement les ségonaux, il faudra vérifier que les aménagements projetés ne soient pas considérés comme inadaptés au caractère historique de l'ouvrage, y compris sur un plan paysager.
- Les bâtiments d'habitation ou d'activité situés à proximité d'un tracé qui reste assez proche de l'ensemble urbain d'Arles, ou sur celui-ci, devraient être expropriés. D'après ce qui a été dit à la mission, ceci intéresserait quelques dizaines d'habitations, mais aucun inventaire précis n'est actuellement disponible à sa connaissance.
- Le recouvrement éventuel des emprises du canal sur des espaces naturels remarquables, retenus en Camargue insulaire au titre de la directive Habitats (dite Natura 2000), imposerait de démontrer qu'il n'existe pas d'autre solution pour protéger la sécurité publique, et de compenser les atteintes aux milieux remarquables. Une vérification rapide effectuée par la mission montre que l'emprise du canal serait proche du zonage des milieux naturels remarquables, sans empiéter sur ceux-ci. Des incidences indirectes seraient cependant à étudier : par exemple comment opérer la mise en dépôt des matériaux à extraire du canal envisagé si des superficies<sup>66</sup> proches du canal ne peuvent pas être prévues à cet effet.
- Le maître d'ouvrage devrait acquérir l'emprise foncière du canal, en incluant deux pistes d'entretien. Cette acquisition est d'abord dictée par l'importance des travaux (de

<sup>64</sup> Faute d'un décompte plus précis à ce stade, quatre voies (au moins) peuvent être repérées sur une carte.

<sup>65</sup> Un tel exemple d'aménagement est par exemple intervenu à Béziers, pour un projet d'ampleur paysagère cependant moindre

<sup>66</sup> Ces remblais, dont le volume extrait serait significatif (8 millions de m<sup>3</sup>), nécessiteraient un espace de dépôt de l'ordre de 400 hectares dans l'hypothèse où le remblai serait d'une hauteur de 2 à 3 mètres.

---

l'ordre de huit millions de mètres-cubes de terrassements). Elle l'est également pour s'assurer qu'aucune emprise (construction, etc.) ne soit réalisée sur le canal et ses abords. Cette obligation serait difficile à maintenir dans tout autre cas, en particulier pour prévenir (dans la deuxième scénario étudié pour le canal) un événement n'arrivant qu'à une occurrence <sup>67</sup>plus que centennale. Il ne serait pas exclu également que le maître d'ouvrage doive acquérir les surfaces nécessaires au dépôt des déblais volumineux.

Les deux scénarios ont fait l'objet de simulations dans le cadre de l'étude de calage réalisée pour le SYMADREM par la CNR. Leur principe et leur conséquence sont analysés dans le rapport des experts de la mission (chapitre 9), nous en résumons ici les résultats essentiels pour l'objet de notre rapport. Ils concernent les modifications apportées par l'ajout du canal au comportement hydraulique du système de protection pris en compte dans l'étude de calage du pré-schéma sud<sup>67</sup>. Pour ce faire, et pour chaque scénario, trois cas ont été simulés : la crue de 2003 sans brèches (proche de la centennale), la crue de 1856 (référence des plans de surfaces submersibles) et une crue exceptionnelle (millénale).

## 6.2. Premier scénario

Le premier scénario est exclusivement basée sur l'emploi d'ouvrages fixes, comme prévu dans le pré-schéma Rhône aval. Pour gérer les débits additionnels introduits dans le Grand Rhône en aval d'Arles, le canal est complété par deux aménagements. Le premier est un déversoir (n°1) en rive droite du Grand Rhône, alimentant un canal de jonction chargé d'évacuer les débits supplémentaires vers l'étang de Vaccarès. Le second est également un déversoir (n°2) en rive droite du Grand Rhône, en amont des Salins-de-Giraud, pour évacuer les débits supplémentaires vers le canal du Japon et, au delà, vers la mer. Le canal de contournement et ses équipements fonctionneraient à partir d'un débit de 4 000 m<sup>3</sup>/s à Beaucaire, ce qui correspond environ à la crue annuelle. Les résultats des simulations réalisées sur cette base donnent les indications suivantes.

- **Entre Tarascon et Arles**, pour une crue de type 2003, la ligne d'eau serait effectivement abaissée, de 15 cm à Beaucaire à 40 cm à la prise d'eau BRL, en amont d'Arles. Cette réduction serait plus faible pour la crue de référence (1856), soit respectivement 10 cm et 30 cm. Dans ce cas, le remblai ferroviaire actuel déverserait, ce qui, indépendamment de l'état du remblai, obligerait à construire une digue le long de ce remblai si l'on voulait protéger le Trébon de tout déversement jusqu'à la crue de référence. La réalisation du canal ne se substituerait donc pas à la construction de cette digue (par ailleurs indispensable, voir partie 5 du présent rapport) et les deux investissements devraient être financés.
- La ligne d'eau est par contre peu modifiée dans la **traversée d'Arles** pour chacune des crues étudiées (2003, 1856 ou millénale) : les débits y sont plus faibles mais l'arrivée du canal à l'aval d'Arles rehausse la ligne d'eau par effet de remous aval.
- **Dans le Petit Rhône**, les débits en crue en aval de la prise du canal, seraient sensiblement réduits, ne dépassant plus 1 100m<sup>3</sup>/s même en crue exceptionnelle, alors qu'on en a connu 1 400 en 2003. Ce résultat, a priori intéressant pour les communes rivieraines, soulèverait cependant des questions en matière de sédimentation.
- **En Camargue insulaire**, les volumes déversés seraient significatifs : 320 millions de m<sup>3</sup> (67cm de hauteur d'eau moyenne) via le premier déversoir pour la crue de 2003,

---

<sup>67</sup> Rapport hydraulique, chapitre 6.

---

1550 millions de m<sup>3</sup> (soit plus de 3m de hauteur d'eau) pour la crue de 1856. Les quartiers est des Saintes-Maries-de-la-Mer seraient inondés dès la crue de 2003.

La dérivation d'un débit non négligeable du Petit Rhône au-delà de la crue annuelle aurait un impact géomorphologique (§ 10.4 du rapport des experts) en particulier en provoquant une surélévation des fonds du Petit Rhône et en modifiant l'équilibre délicat de la diffluence.

**En résumé**, le premier scénario simulé ne répond pas suffisamment à l'objectif d'abaissement de la ligne d'eau en amont d'Arles pour y exclure tout déversement avant la crue de référence. Il maintiendrait la nécessité de doubler le remblai RFF par une digue fiable, et de réaliser des ouvrages complémentaires. Il aurait des conséquences sur la sédimentation dans le Petit Rhône. Il aurait des incidences défavorables non négligeables en matière de débordement en aval sur le Grand Rhône.

### 6.3. Second scénario

Avec un canal ayant les mêmes caractéristiques que précédemment, le second scénario se donne pour objectif (implicite) de protéger l'amont d'Arles jusqu'à la crue de référence (1856). Il repose donc sur un rehaussement des digues des deux rives entre Tarascon et Arles, mais aussi jusqu'à la mer, et sur l'installation de deux organes mobiles dont l'ouverture serait commandée manuellement ou automatiquement à partir de débits constatés à Beaucaire, complétés par un déversoir passif sur le Grand Rhône, près de la mer.

Le premier organe mobile se situe à la prise du canal. D'une longueur de 400 m, il s'apparenterait plutôt à un barrage mobile, qui serait activé à partir d'une crue de type 2003 (11 500 m<sup>3</sup>/s). Le second organe mobile, en rive gauche, au sud de Tarascon, d'une longueur de 48 m, serait ouvert légèrement au delà de la crue de référence (12 500 m<sup>3</sup>/s). Le troisième ouvrage est un déversoir fixe, celui déjà prévu (n°2) dans le premier scénario pour évacuer le surplus de débit vers la mer via le canal du Japon. Les résultats simulés du deuxième scénario peuvent être ainsi présentés.

- **Entre Tarascon et Arles**, pour la crue de référence (1856), le modèle signale un abaissement modéré de la ligne d'eau, sensible (15 cm) au niveau de la diffluence, mais qui se répercute mal en amont. Le besoin de confortement en sera réduit d'autant et l'objectif d'éviter tout débordement jusqu'à la crue de référence dans cette zone semble techniquement accessible, à condition toutefois de conforter et rehausser toutes les digues, en particulier celle qui devra longer le remblai RFF.
- **Sur le grand Rhône**, la même crue de référence entraîne une hausse de la ligne d'eau (35 cm) d'Arles au déversoir vers le canal du Japon, induisant aussi un besoin de confortement des digues.
- **En Arles**, la crue exceptionnelle induit une hausse significative de la ligne d'eau (60 cm) due à l'arrivée des eaux du canal dans le Grand Rhône. Si l'objectif d'assurer la protection du centre d'Arles jusqu'à cette crue est maintenu, une hausse significative des protections locales serait à opérer. Au point bas du terre-plein IRPA<sup>68</sup> par exemple, une hausse de 1,50 m serait alors nécessaire pour garder une sécurité (revanche) de 50 cm.
- **En amont de Beaucaire**, la crue exceptionnelle induit une hausse de la ligne d'eau perceptible jusqu'au barrage de Vallabregues (+ 25 cm).

**En résumé**, le deuxième scénario simulé ne répond pas non plus suffisamment à l'objectif d'abaissement de la ligne d'eau en amont d'Arles. Si on souhaite y exclure tout déversement avant la crue de référence, les incidences à l'amont sont importantes. Le confortement du

<sup>68</sup> Actuellement à 7,03m NGF pour une ligne d'eau annoncée à 8m NGF.

---

remblai RFF par une digue fiable continue d'être nécessaire. Si les déversements en Camargue sont réduits par rapport au premier scénario, ce deuxième scénario conduirait à des travaux considérables dans tout le Grand delta : le canal de contournement d'Arles et celui du Grand Rhône vers le canal du Japon, les deux ouvrages mobiles, le confortement des digues à l'amont (y compris le long du remblai RFF), en Arles et à l'aval d'Arles. Les incidences amont sont significatives.

Par ailleurs, l'existence des organes mobiles pose en soi deux problèmes. Il s'agit d'abord de la question du maintien en condition opérationnelle d'ouvrages qui ne seraient en fonctionnement réel que moins d'une fois par siècle en moyenne : le maître d'ouvrage devrait en supporter les coûts d'entretien pendant des périodes très longues, sans en percevoir expérimentalement le bénéfice<sup>69</sup>. Il s'agit ensuite de l'acceptabilité de l'ouverture des déversoirs mobiles, qu'elle soit automatique ou commandée. Cette question serait particulièrement sensible au nord d'Arles puisqu'en l'absence de canal l'ouvrage débiterait assez brutalement directement en plaine du Trébon, situation future encore plus rare, mais dans laquelle on ne pourrait exclure que certains riverains réagissent. Une telle perspective pourrait nécessiter de la part des autorités de devoir faire garder l'ouvrage y compris en période de crise, si celles-ci veulent en garantir alors le fonctionnement. A noter qu'une fois l'ouverture effectuée en crue, les personnels assurant la garde de l'ouvrage mobile seraient en revanche isolés, son accessibilité n'étant plus assurée que par la digue elle-même.

Enfin le coût du deuxième scénario serait considérable, puisqu'il faudrait cumuler l'aménagement de deux canaux (le contournement d'Arles et la liaison entre le Grand Rhône et le canal du Japon), la construction des ouvrages mobiles, les acquisitions foncières et le rétablissement des liaisons routières et autoroutières avec les réalisations prévues au pré-schéma sud. Faute d'élément de comparaison contemporains, ce coût ne peut être à ce stade approché que pour certains postes.

Le coût d'un pont routier sans aménagement particulier est estimé à 4000 €/m<sup>2</sup>. Un pont à deux fois deux voies au dessus du canal aurait une superficie d'environ un hectare, son coût serait donc de l'ordre de 40 millions d'euros (à multiplier probablement par deux compte tenu de l'autoroute en projet) et d'environ 20 millions d'euros pour chacune des deux autres routes. Par ailleurs, le seul chantier français récent d'un ouvrage de dérivation ayant nécessité des déblais importants ainsi que des rétablissements routiers simples (hors autoroutes), c'est à dire les travaux sur le LEZ à l'aval de Montpellier, constate un coût de génie civil d'environ 5000 euros par 1000m<sup>3</sup> terrassés, hors acquisitions foncières, dépôt des déblais, rétablissement des réseaux (routes, eau, électricité et téléphone), sondages géophysiques et archéologiques, études et maîtrise d'oeuvre. L'application de ce ratio à un canal de 8 millions de m<sup>3</sup> donnerait un coût dépassant les 40 millions d'euros, hors rétablissement autoroutiers. A titre de comparaison, ces deux postes (canal et trois ponts), sans compter les aménagements hydrauliques complémentaires (canaux de liaison dans la Camargue, barrages mobiles) représenteraient déjà à eux seuls au moins la moitié des 182 millions d'euros inscrits pour le financement de la totalité du pré-schéma Rhône-aval pour la période 2007-2013 dans le contrat de projet interrégional Plan Rhône.

## 6.4. Synthèse

Les résultats des deux simulations montrent que, même s'il améliore les écoulements en certains secteurs, le canal de contournement du goulet d'Arles soit n'aurait pas d'impact suffi-

---

<sup>69</sup> La probabilité qu'aucune crue centennale, déclenchant l'usage du canal, n'intervienne pendant 128 ans, est par exemple de l'ordre de 28%. Rétrospectivement et dans l'hypothèse où ce canal aurait été construit juste après la crue de 1856, il aurait été utilisé à des fins opérationnelles pour la première fois en 2003.

---

sant en amont pour y réduire significativement les risques d'inondation, soit aurait des conséquences négatives importantes en traversée d'Arles et en aval, ainsi qu'en amont de Beaucaire.

L'influence du premier scénario serait limitée sur les plus fortes crues en amont de la difffluence alors que son influence en aval serait clairement défavorable. Le deuxième scénario réduirait le niveau des risques actuels entre Tarascon et Arles au prix d'une hausse significative de la ligne d'eau en Arles. Son coût serait considérable, puisqu'il faudrait cumuler le creusement de deux canaux, les ouvrages mobiles, les rétablissements routiers et les acquisitions foncières. Son usage réel en crue pourrait être aléatoire compte tenu de l'emploi d'ouvrages mobiles.

Toute tentative éventuelle de poursuivre l'étude d'un tel canal ne pourrait être que déconseillée par la mission, tant les écarts entre les objectifs de protection et les investissements à prévoir sont importants. En tout état de cause, un tel canal n'apparaît que comme un complément aux aménagements prévus, ce qui devrait être examiné à l'aune des moyens financiers et matériels que sa réalisation devrait mobiliser, au delà de ceux d'ores et déjà prévus dans le Plan Rhône.

---

## 7. Les plans de prévention des risques d'inondation et l'urbanisme

### 7.1. La prévention des inondations de 1858 à 1996

Après les inondations de 1840, celles de 1856 ont eu un retentissement considérable dans toute la vallée du Rhône. Afin de ne pas en perdre la mémoire, les pouvoirs publics ont très tôt (loi du 28 mai 1858<sup>70</sup>) prévu de répertorier les zones alors inondées, au moyen de plans des surfaces submersibles (PSS). L'objectif était double : pouvoir s'opposer aux endiguements excessifs en amont, qui accroissent l'importance des crues en aval; fournir aux propriétaires des terres inondables une information claire sur les risques qu'ils encourrent. La loi précise que « dans les vallées protégées par des digues, sont considérées comme submersibles les surfaces qui seraient atteintes par les eaux si les levées venaient à être rompues ».

« La limite de la partie submersible de la vallée du Rhône en aval de Lyon » a été établie en 1911<sup>71</sup>. Respectant le principe énoncé par la loi, la partie de la plaine du grand Trébon isolée du Rhône par le remblai ferroviaire, inondée en 1858, y figure bien comme « submersible ». La zone submersible issue de ce PSS apparaît dans la . Ces informations sont rappelées de nos jours sur le site internet de la préfecture au titre de la réglementation concernant l'information des acquéreurs et des locataires<sup>72</sup>.

Les objectifs des pouvoirs publics en zone inondable se sont élargis en 1935. Il convenait en effet que l'État ne se limite plus à la seule information des propriétaires; l'État devait pouvoir aussi s'opposer à l'extension urbaine en zone inondable, qui gène les écoulements et qui induit un accroissement des « charges que le Trésor supporte du fait que l'État est nécessairement amené à venir en aide aux victimes des inondations<sup>73</sup> ». Le vocabulaire ne change pas (on parle toujours de surfaces submersibles), ni la prudence derrière les digues: « pour les vallées protégées par des digues ou levées de toute nature, les plans ne tiennent pas compte de l'existence de ces ouvrages ». Mais les pouvoirs de l'État sont considérablement élargis, à partir de 1935 ils correspondent sensiblement à ceux qui sont aujourd'hui employés dans un PPRI (plan de prévention des risques d'inondation) relevant de la loi de 1995. L'État peut ainsi interdire en zone submersible les constructions, voire même ordonner leur destruction (contre indemnité si celles-ci ont été régulièrement établies).

---

<sup>70</sup> La loi de 1858, ainsi que l'ensemble des textes juridiques antérieurs à 1939 cités dans cette section, non disponibles sur Légifrance, figurent en annexe 4 du présent rapport.

<sup>71</sup> Décret du 3 septembre 1911, voir en annexe.

<sup>72</sup> Arrêtés IAL-13004-01 (Arles) et IAL-13108-01 (Tarascon), du 8 février 2006.

<sup>73</sup> Décret-loi du 30 octobre 1935, rapport. A noter, curiosité juridique, que c'est sur la base de cet argument financier que ce texte, en principe de nature législative puisqu'il restreint les droits du propriétaire, a été pris sous forme d'un décret-loi au titre de la défense du franc. Les dispositions d'application du décret-loi de 1935 ont été précisées par un décret réglementaire du 20 octobre 1937.

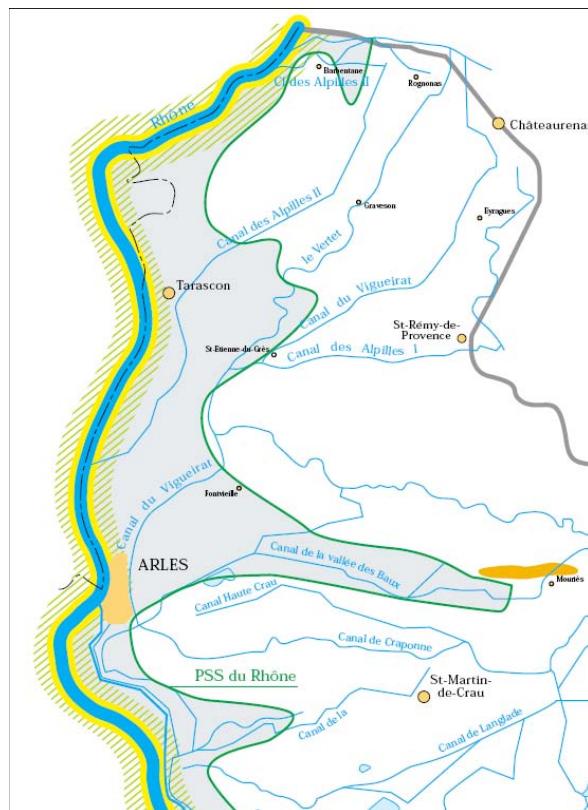


Figure 10: Les zones submersibles du PSS de 1911 (Source SDAGE, 1995)

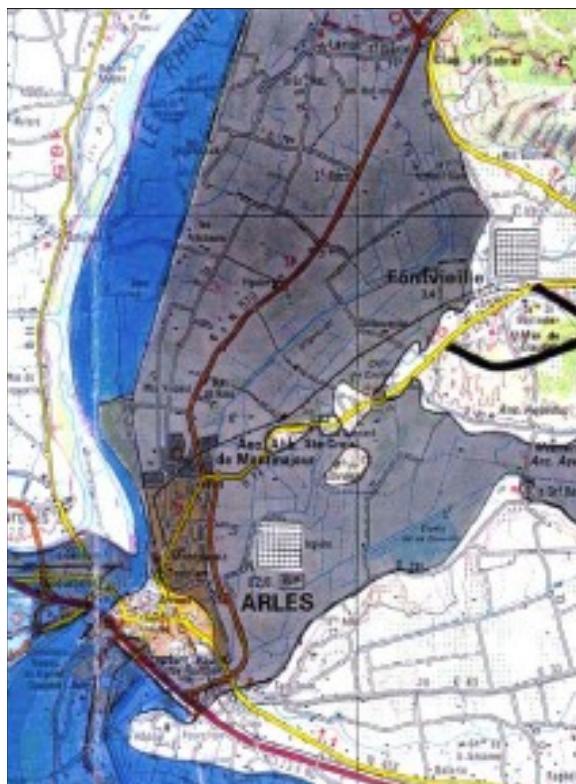


Figure 11: Zones submersibles de l'AZI de 1996 montrant la zone protégée par le remblai RFF (Source PIG - 1996)

Contrairement aux transformations<sup>74</sup> opérées pour les autres communes de France concernées, les plans de surfaces submersibles de 14 communes<sup>75</sup> du Grand delta, qui relevaient de la loi de 1858, n'ont pas été repris sous le régime juridique de 1935<sup>76</sup>. La loi de 1858 n'ayant plus d'effets juridiques directs<sup>77</sup>, seule subsiste désormais l'information générale précisant les limites atteintes par les eaux en 1856.

Cette information a cependant permis jusqu'à un passé récent l'application du droit des sols sur ce territoire, sur la base de l'article R111-2 du code de l'urbanisme, qui prévoit que « le projet [de construction] **peut** être refusé ou n'être accepté que sous réserve de l'observation de prescriptions spéciales »; cette disposition suppose cependant une appréciation des faits dossier par dossier, et il ne s'agit pas d'une compétence liée.

<sup>74</sup> Certaines transformations ont été opérées par décret entre 1979 et 1986.

<sup>75</sup> Ceci intéresse quatre communes du Gard (Fourques, Bellegarde, Saint-Gilles, Beauvoisin) et quatorze communes des Bouches-du-Rhône (Rognonas, Barbentane, Boulbon, St-Pierre-de-Méozargues, Tarascon, Arles, Port-Saint-Louis-du Rhône, Saintes-Maries-de-la-Mer, Saint-Etienne-du-Grès, Saint-Martin-de-Crau, Fontvieille, Paradou, Maussane-les-Alpilles, Mouriès).

<sup>76</sup> La DPPR avait entrepris au titre de la codification une démarche visant à introduire dans la partie réglementaire de code de l'environnement un article tendant à faire considérer les plans de 1911 comme des PSS au sens de la réglementation ultérieure. La section des travaux publics du Conseil d'État, lors de sa séance du 19 juin 2007, a précisé que les PSS établis en 1911 ne pouvaient être considérés comme relevant du décret-loi de 1935, proposition qui dépassait les compétences d'une codification

<sup>77</sup> Article 8 du décret-loi du 30 octobre 1935.

## 7.2. La prévention des inondations depuis 1996

En 1996, la préfecture des Bouches-du-Rhône publie<sup>78</sup> comme projet d'intérêt général (PIG) un atlas des zones inondables (AZI). La dimension en principe restrictive de ce texte doit être soulignée: il s'agissait de mettre en demeure les Maires des communes concernées par un risque d'inondation de réviser ou de modifier leur POS (plan d'occupation des sols), pour les rendre compatibles avec le PIG (projet d'intérêt général). Mais ici la surface considérée comme « submersible » depuis 1911, est séparée pour Arles et Tarascon en deux zones, la zone inondable proprement dite et la zone dite « protégée par des digues ou remblais fiables » (le remblai du chemin de fer entre Arles et Tarascon) marquée en gris sur la . Aucune étude spécifique ne semble avoir justifié cette affirmation en ce qui concerne le remblai du chemin de fer, le constat d'une résistance de fait entre 1856 et 1996 (y compris pour la crue de 1993) semblant avoir prévalu.

Dans cet arrêté préfectoral de 1996, les quartiers nord d'Arles, la plaine du Grand Trébon et les quartiers sud de Tarascon sont entièrement situés dans la partie dite protégée. Cet AZI de 1996 entérine donc l'idée communément admise que le territoire considéré était protégé des crues du Rhône. Cette notion de zone protégée a permis le développement urbain et économique du territoire, notamment sur la commune d'Arles, les plans d'occupation des sols (POS) des communes intégrant la notion de digue fiable.

Un arrêté préfectoral du 21 juin 2000 a prescrit l'établissement d'un PPR pour la commune d'Arles. Il ne semble cependant pas avoir fait l'objet de travaux approfondis depuis lors.

En 2002 après une rupture de digue à ARAMON ayant entraîné la perte de plusieurs vies humaines, une circulaire interministérielle<sup>79</sup> rappelle que l'ensemble des règles relatives aux zones inondables sont applicables aux zones endiguées, quel que soit le niveau de protection théorique de ces digues. Cette circulaire précise en outre qu' « il convient de cesser de considérer comme des digues de protection les remblais des ouvrages conçus et réalisés pour d'autres objectifs (infrastructures de transports,...), hormis s'ils ont également été conçus à cet effet ». La discussion de savoir si le remblai ferroviaire entre Arles et Tarascon répond à cette définition figure en partie 6 de ce rapport, le constat de la mission étant que ce remblai n'a pas été construit comme une digue.

L'application de cette circulaire a conduit la DDE des Bouches-du-Rhône, sur instruction du Préfet, à renforcer le contrôle de la légalité des autorisations de construire sur ce territoire situé derrière le remblai ferroviaire, ce qui a conduit dans certains cas le Préfet à déférer au tribunal administratif des permis de construire, assortis de demandes de suspension, sur la base de l'article R111-2 du code de l'urbanisme cité plus haut.

Les procédures suivant ces références ont souvent donné raison à l'État, mais celles ayant eu un résultat opposé traduisent la fragilité de l'argumentaire basé sur le l'utilisation des informations figurant au PSS de 1911<sup>80</sup>. Après la crue de 2003 et les traumatismes afférents, la demande sociale a en outre été forte en vue de ne pas interdire toute construction, ce qui a de fait conduit à accorder de nouveaux permis de construire dans cette zone.

La situation juridique au regard de l'octroi des permis de construire sur ce territoire est devenue aujourd'hui très confuse, les parties prenantes aux débats invoquant devant le tribunal

<sup>78</sup> Arrêté préfectoral du 23 août 1996

<sup>79</sup> Circulaire MATE/SDPGE/BPIDPF/CCG n° 234 relative à la politique de l'Etat en matière de risques naturels prévisibles et de gestion des espaces situés derrière les digues de protection contre les inondations et les submersions marines.

<sup>80</sup> Une inspection thématique de la DDE des Bouches du Rhône (contrôles de la légalité liés au risque d'inondation) menée par Guy Descombes et Mireille Bensussan, de la MIGT 11, aboutissait à ces conclusions le 17 juin 2005.

---

administratif les écarts entre d'une part le POS issu du PIG et l'octroi de certains permis antérieurs, et d'autre part le recours à l'article R111-2 du code de l'urbanisme<sup>81</sup>.

### 7.3. Recommandations

Cette confusion juridique ne peut être levée, s'agissant des services de l'État, qu'en appliquant les dispositions prévues depuis la loi de 1995 désormais codifiées à l'article L562-1 et suivants du code de l'environnement, c'est à dire en élaborant un plan de prévision des risques naturels prévisibles (dit PPRI pour les inondations). L'Etat disposera alors d'un document juridique opposable, sur lequel il pourra asseoir sa position vis à vis de la justice administrative.

L'établissement d'un PPR vient d'ailleurs d'être prescrit (octobre 2008) s'agissant de la commune de Tarascon, permettant dans cette zone une approche uniforme des règles à appliquer entre les communes de Tarascon et d'Arles<sup>82</sup>.

Élément de contexte, les résultats de l'enquête d'opinion évoquée plus haut, montrent d'ailleurs que ces PPR sont acceptables s'ils sont placés dans le cadre d'une doctrine commune à l'ensemble du Rhône, assurant une cohérence entre les rives du fleuve et entre l'amont et l'aval. La doctrine commune aux PPRI du Rhône a été validée en commission administrative de bassin le 14 juin 2008, elle prend notamment en compte la constructibilité derrière les digues de protection. Elle est localement ressentie comme adaptée à la situation en vallée du Rhône.

Reste encore à définir pour ce PPR l'aléa de référence et l'aléa exceptionnel. En application des textes et des guides méthodologiques en vigueur, la crue de référence est définie comme la crue centennale, ou la plus forte crue historique connue si celle-ci est supérieure: c'est ici le cas pour la crue de 1856. Il est également précisé que les plans de prévision des crues doivent être établis sur la base des équipements effectivement en service, les projets prévus devant conduire, s'il y a lieu, à la modification ultérieure du PPR, lors de la mise en service des équipements.

La dernière question technique à trancher dans cette zone concerne le remblai ferroviaire: pourrait-il aujourd'hui être considéré comme résistant à la crue de référence? La réponse en l'état est clairement négative (voir rapport des experts de la mission, § 6.2.1). L'arrêté préfectoral du 23 août 1996, qualifiant de fiable dans le cadre d'un PIG ce remblai ferroviaire, doit donc être immédiatement rapporté<sup>83</sup>, ce qui contribuera à clarifier l'actuelle confusion juridique.

Dans la situation actuelle, la crue de référence submergerait le remblai ferroviaire, induisant un risque élevé de rupture qui introduirait dans la plaine du Trébon, les quartiers sud de Tarascon, les quartiers nord d'Arles et dans Fourchon des volumes d'eau considérablement plus élevés qu'en 2003.

Le raisonnement suivi par la mission pour aboutir à cette affirmation est le suivant :

- la crue de référence pour l'établissement d'un PPR est la crue centennale, ou la plus haute crue historique si celle-ci est supérieure ; pour Arles et Tarascon, la crue de référence est celle de 1856 ;

---

<sup>81</sup> Tribunal administratif de Marseille, Préfet des Bouches du Rhône c/ commune d'Arles, 11 septembre 2008.

<sup>82</sup> Le PPR d'Arles, prescrit en 2000, n'a pas encore été établi (voir plus haut).

<sup>83</sup> A la différence des PIG actuellement établis sous le régime prévu par le décret 2001-260 du 27 mars 2001, un PIG de 1996, relevant du décret 83-811 du 8 septembre 1983, n'est pas automatiquement caduc au bout de trois ans.

- 
- les simulations effectuées par la CNR pour le compte du SYMADREM montrent que, dans l'état actuel et pour cette crue, le remblai ferroviaire est submergé ;
  - selon les constatations faites après la crue de 2003, la rupture du remblai serait probable en crue de référence (et bien avant) : les volumes introduits dans le Grand Trébon excéderaient alors de manière significative les quelque 18 millions de m<sup>3</sup> constatés en 2003 ;
  - l'étude EGIS a examiné (entre autres) les effets d'un débordement de 200 millions de m<sup>3</sup> dans le lit majeur rive gauche. Elle considère qu'en ce cas, dans l'état actuel, des hauteurs significatives d'eau seraient atteintes, de l'ordre de 2 m à 2,5 m dans les quartiers nord d'Arles et dans la zone commerciale de Fourchon. Le temps d'arrivée de l'eau dans Fourchon serait d'une trentaine d'heures après le début de déversement sur la voie ferrée.

Peu importe, dans ce raisonnement, que l'étude EGIS soit établie en référence à des scénarios de crue différents de celui de 1856. C'est le volume d'eau déversé qui est prépondérant pour la détermination des hauteurs d'eau en lit majeur, la vitesse de remplissage des casiers n'ayant qu'une incidence limitée. Au besoin, rien n'interdit d'ailleurs à l'Etat, au titre de la préparation du PPR, de demander à EGIS une rapide simulation complémentaire pour s'en assurer, à titre de précaution juridique. Cette simulation aurait également pour intérêt de préciser les zonages.

A noter que ces mêmes éléments techniques justifient aussi la stratégie de mise en place sans délai de protections rapprochées, notamment pour les quartiers nord d'Arles. Ce point est traité en partie 5 du présent rapport.

Les éléments déjà disponibles sur les effets prévisibles d'une telle crue (1856), détaillés dans leur rapport par les experts de la mission, témoignent du niveau des risques encourus. C'est pourquoi la mission, considérant « que l'urgence [] justifie<sup>84</sup> » un encadrement réglementaire solide du droit de construire, recommande pour Arles<sup>85</sup> et Tarascon l'élaboration par le Préfet, après consultation des maires concernés, d'un plan de prévention des risques naturels prévisibles conforme à l'article L562-2 du code de l'environnement. Les dispositions prévues par un tel plan, qui ne peuvent concerner que des constructions nouvelles (zonage, interdiction, prescriptions), seront alors immédiatement opposables. Ces dispositions seraient bien entendu révisées à la mise en service de la protection prévue pour les quartiers nord d'Arles, ou de tout autre ouvrage réduisant le risque.

Selon la mission, les délais nécessaires à l'élaboration et à l'adoption d'un tel plan ne devraient pas dépasser quelques mois. Pour mieux respecter ces délais, il serait préférable de se limiter, pour ce premier plan, à la couverture territoriale de la rive gauche du Rhône et à sa zone urbaine rive droite pour la commune d'Arles<sup>86</sup>, ainsi qu'à la commune de Tarascon. Ce plan s'appliquera pendant 3 ans, délai qui permettra d'établir dans de bonnes conditions un PPR relevant de l'article L562-1 du code de l'environnement<sup>87</sup>. Point souvent omis : compte

---

<sup>84</sup> L'urgence est justifiée par le niveau des dégâts prévisibles (ceux de la crue de 2003 ont déjà été considérables), le fait qu'une crue, même d'occurrence assez élevée, puisse intervenir à tout moment, ainsi que par la pression foncière. Celle-ci est ici élevée, au point de constater une impossibilité juridique à maîtriser la construction par d'autres moyens. En particulier la probabilité limitée d'un événement, inhérent à la notion de risque, ne saurait écarter la notion d'urgence en matière de risques, alors qu'elle est explicitement prévue par le législateur. Aucun PPR pris au titre de l'article L562-2 CE ne semble avoir été annulé par la justice administrative pour défaut d'urgence (source Jurisque prim.net).

Voir par exemple <[http://www.prim.net/professionnel/procedures\\_regl/r9\\_jurisprud2008/attente.html](http://www.prim.net/professionnel/procedures_regl/r9_jurisprud2008/attente.html)> C.E., 24 juill. 2006, Cne d'Andresy-en-Yvelines et autres, n° 283297.

<sup>85</sup> Rappelons que le territoire d'Arles, plus grande commune de France, s'étend aussi en Camargue insulaire.

<sup>86</sup> Rappelons que le territoire d'Arles, plus grande commune de France, s'étend aussi en Camargue insulaire.

<sup>87</sup> De manière très pratique, ce délai devrait aussi permettre de traiter les inévitables contentieux à prévoir.

tenu de la nature des risques encourus sur les deux communes d'Arles et de Tarascon, avant comme après la réalisation d'ouvrages de protection, il serait approprié que ce dernier plan ne se limite pas à prescrire des mesures concernant la construction, le PPR devrait aussi définir des mesures qui relèvent de la sécurité civile<sup>88</sup>, à moins que les plans communaux de sauvegarde de chaque commune n'aient prévu la totalité des dispositions à prendre en cas de rupture du remblai ferroviaire (alerte des populations, mise en sécurité des personnes, etc.).

L'argumentaire, non fondé juridiquement ni reconnu par le Ministère chargé de l'environnement, mais parfois employé en opportunité pour chercher à retarder l'adoption immédiate d'un PPR, est que d'éventuels travaux futurs pourraient faire disparaître le risque d'inondation. Au cas particulier de la zone située derrière le remblai ferroviaire considérée dans son ensemble, cet espoir est malheureusement peu crédible. Les études en cours au SYMADREM, visant à caler des digues résistantes à la surverse, permettront certainement de prévoir un dispositif sécurisant les digues et réduisant sensiblement les volumes déversés dans le Grand Trébon pour la crue de référence, sans pouvoir supprimer ces débordements. La mise en place de protections rapprochées, qui pourraient concerter Fourchon (voire le sud de Tarascon) comme les quartiers nord d'Arles, serait une réponse appropriée à un tel constat. Comme il est précisé plus haut, le PPR sera alors revu en conséquence.

**6. Préconisation :** *l'arrêté préfectoral du 23 août 1996 (PIG) doit être rapporté sans délai.*

**7. Recommandation :** *un plan de prévention des risques d'inondation sur la base des éléments techniques immédiatement disponibles doit être défini en urgence pour Arles et Tarascon . Ce plan sera ensuite adapté en fonction des investissements réalisés.*

<sup>88</sup> « Ces plans ont pour objet, en tant que de besoin ;... 3° De définir les mesures de prévention de protection et de sauvegarde qui doivent être prises par les collectivités » (Article L562-1 du code de l'environnement). Et dans l'hypothèse, que l'on espère totalement exclue, où le programme des travaux à engager par les collectivités territoriales serait arrêté, le PPR devrait aussi « définir...des mesures relatives à l'aménagement...des ouvrages » (idem, 4°).

---

## 8. Le changement climatique

La lettre de mission demandait de « chercher les modalités de prise en compte du changement climatique pour la prévention des inondations dans le secteur Rhône aval ». Les paragraphes qui suivent présentent les conséquences possibles de l'augmentation dans l'atmosphère de la proportion de gaz à effet de serre sur le régime du Rhône dans le Grand delta, en prenant en compte ce que la communauté scientifique tient aujourd’hui pour acquis.

### 8.1. Impact sur l'hydrologie

Se produisant le plus souvent entre octobre et mai, les crues du Rhône dans le Grand delta sont classées en plusieurs types :

- les crues dues à des précipitations d'origine océanique affectant le nord du bassin versant ;
- les crues dues à des précipitations d'origine méditerranéenne ou cévenole, affectant la partie sud du bassin versant ;
- les crues dites généralisées résultant de la combinaison de ces types de précipitations, comme celle de 1856.

En ce qui concerne l'hydrologie, il n'existe à la connaissance de la mission qu'une seule étude générale abordant ce sujet sur l'ensemble du bassin du Rhône. Elle a été financée par le MEDD (Ministère de l'environnement et du développement durable) dans le cadre de son programme de gestion des impacts du changement climatique (GICC). Commencée en 2000 et achevée en 2004. Elle<sup>89</sup> avait pour thème l'impact d'un doublement de la teneur en gaz à effets de serre sur le régime hydrologique du Rhône, à l'horizon 2050, et utilisait les scénarios du GIEC dans leur version de 2001. . Elle porte sur le Rhône, la Saône, l'Ardèche et la Durance. Basée sur plusieurs simulations dont les résultats ne concordent pas complètement selon les scénarios et modèles de circulation générale utilisés, elle admet une augmentation possible des hauts débits (jusqu'à 12 % de plus) et une diminution importante des étages (jusqu'à – 40 % de mai à septembre), le signal le plus clair étant la diminution de la composante nivale des débits. La Durance verrait corrélativement une diminution du pic de fonte et un moindre maigre hivernal. Les conséquences mises en évidence par l'étude intéressent les écosystèmes aquatiques (réduction des espèces d'eau courante), l'agriculture irriguée (plus de besoins, besoins plus constants) et la végétation spontanée des bassins.

Si cette étude prospective met en évidence une augmentation possible des hauts débits, elle reconnaît une pertinence limitée des méthodes utilisées, en ce qui concerne l'évaluation des extrêmes. A ce stade l'étude ne s'est d'ailleurs pas prononcée sur la répartition statistique des événements extrêmes (dont les crues font partie). Elle suggère de poursuivre les travaux de simulation en prenant en compte les scénarios climatiques nouveaux et en bénéficiant des progrès de la modélisation.

D'autres études ont donc été menées depuis dans le cadre du GICC, avec des modélisations plus précises, sur la base des scénarios utilisés pour le rapport du GIEC de 2007. Aucune ne porte sur le Rhône, mais les résultats obtenus pour des fleuves français de régime océanique indiquent une baisse générale des débits sur toute l'année<sup>90</sup>.

---

<sup>89</sup> GIP MEDIAS – Projet GICC Rhône – Rapport final révisé, février 2005.

<sup>90</sup> Impact du changement climatique sur les ressources en eau et les extrêmes hydrologiques dans les bassins de la Seine et de la Somme (RExHySS)

En ce qui concerne les mesures effectivement réalisées, celles-ci ne permettent pas de mettre en évidence une évolution significative de la répartition des débits, dès lors qu'elles s'intéressent à des événements rares et que le pas de temps des observations jusqu'ici réalisées est trop étroit pour permettre de conclure valablement, en ce qui concerne l'impact du changement climatique sur les crues.

En conséquence, il n'existe aujourd'hui aucun élément suffisamment fiable qui permette de réviser, dans quelque sens que ce soit, les caractéristiques des crues centennales, millénaires et de référence<sup>91</sup>.

## 8.2. Impact sur le niveau marin

L'écoulement dans les bras du Rhône vers la mer est influencé par le niveau de celle-ci à l'embouchure. C'est le cas lors de crues d'origine méditerranéenne et cévenole, concomitantes de tempêtes sur le littoral entraînant d'importantes surcotes marines<sup>92</sup>. C'est pourquoi l'influence du changement climatique sur le dimensionnement des ouvrages de protection contre les crues du Grand Delta doit aussi être explorée sous l'aspect de la montée séculaire du niveau de la mer.

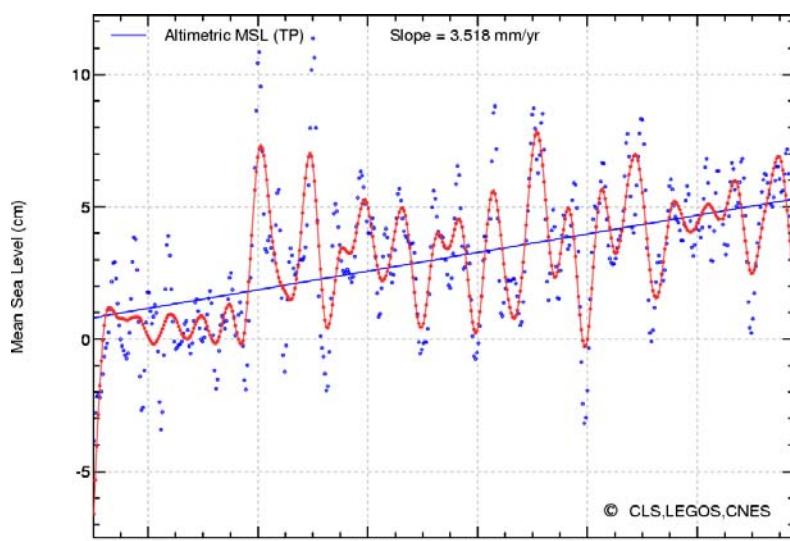


Figure 12: Mise en évidence de la montée du niveau de la mer Méditerranée par les satellites d'altimétrie - Source : Aviso-CNES

La montée du niveau de la Méditerranée est attestée par les mesures issues des satellites d'altimétrie, depuis 1992 (Figure 12). Pour le delta du Rhône, elle est confirmée par les données du marégraphe du Grau de la Dent. Cette montée est émaillée d'importantes variations inter annuelles dues à la dynamique particulière de cette mer presque fermée. Sa principale source est le réchauffement de l'eau, la Méditerranée étant considérée comme en voie de tropicalisation. Le dernier rapport du GIEC confirme cette augmentation séculaire, donnant une élévation moyenne globale du niveau des mers pouvant aller jusqu'à 0,60 m en 2090, chiffre ne pouvant être transposé comme tel dans une mer fermée comme la Méditerranée.

L'étude de calage menée par le SYMADREM introduit la contrainte maritime dans leurs simulations, allant jusqu'à des surcotes de 1,50 m NGF. Comme l'étude globale Rhône, elle

<sup>91</sup> Le calcul de la crue centennale utilisée depuis l'étude globale Rhône, a été fait avec les mesures réalisées sur la période 1920-2000.

<sup>92</sup> La surcote, ou marée de tempête, est l'élévation de la mer créée par une tempête, au delà du niveau normal de la marée astronomique.

---

montre que l'influence de ces surcotes diminue lorsque le débit du fleuve augmente. Pour un débit à Beaucaire supérieur à 11 500 m<sup>3</sup>/s, l'influence de la surcote est nulle sur le Petit Rhône en amont de Saint Gilles et sur le Grand Rhône en amont de Barriol (sud d'Arles). Ceci signifie en particulier que, pour la crue de référence, la surcote marine n'a aucune influence sur l'écoulement en Arles. L'effet de seuil dû au goulet du Rhône en Arles donne une garantie supplémentaire de l'absence d'impact en amont.

### 8.3. Synthèse

La mission estime donc que les évolutions du régime des crues envisagées comme conséquences du changement climatique au XXI<sup>e</sup> siècle n'entraînent a priori, ni révision des objectifs de protection du secteur de Tarascon-Arles définis dans le pré-schéma Rhône aval, ni refonte du dimensionnement des ouvrages correspondants. Le principe de précaution, dont la valeur juridique doit être rappelée<sup>93</sup>, invite cependant à se garder fermement de toute hypothèse qui conduirait à une sous-évaluation, directe ou indirecte, de l'impact des crues à venir. En revanche, le changement climatique doit être pris en compte s'agissant de l'effet potentiel du fonctionnement des ouvrages sur les écoulements en basses eaux. En effet, l'évolution la plus claire actuellement prévisible est la diminution des débits d'étiage, dont l'écoulement sera par ailleurs affecté par l'élévation du niveau de la mer, autre conséquence avérée du changement climatique. C'est à cette aune que doit être en particulier évalué tout projet visant à aménager le delta, y compris, le cas échéant, celui d'un éventuel canal de contournement d'Arles

---

<sup>93</sup> Loi constitutionnelle 2005-205 du 1<sup>er</sup> mars 2005.

---

## 9. Conclusion

Un projet d'ensemble de protection contre les inondations, ainsi que de réduction de l'impact prévisible de celles que la géographie des lieux ne nous permet pas de maîtriser est indispensable dans le Grand delta. Les collectivités et l'Etat en sont convenus après la catastrophe de 2003, et les moyens appropriés ont été prévus jusqu'en 2013 dans un contrat de projet interrégional. Le pré-schéma Rhône aval adopté en 2006 établit les principes des aménagements à effectuer.

L'appropriation locale de ce projet est difficile, tout particulièrement par certains des riverains inondés en 2003. Il est vrai que la géographie locale induit des conséquences complexes au plan hydraulique, et que, ici comme souvent ailleurs en France, le développement urbain en a rendu l'approche encore plus ardue. Au delà des difficultés de méthode décrites dans ce rapport ou des différences d'approche classiques entre l'amont et l'aval d'un cours d'eau, il est un point qui mérite d'être souligné.

La situation créée par l'implantation au XIXème siècle d'un remblai linéaire (support d'une voie de chemin de fer) dans le lit majeur (c'est à dire inondable) du Rhône est pour nos contemporains difficilement classable : derrière le remblai, est-on protégé des plus fortes crues? Malgré les espoirs que sa construction avait fait naître, l'inondation catastrophique de 1856 ne permettait pas à l'époque de douter de la réponse : cette zone était inondable. Plus de 50 ans après un décret venait le rappeler.

Le fait que ce remblai ait résisté pendant plus de 150 ans à des crues du Rhône un peu moins fortes a ensuite peu à peu modifié la perception locale de ce remblai, qui a fini par être considéré comme fiable. Puis le retour d'une crue d'importance centennale en 2003, qui a franchi cet obstacle, a mis à mal cette confiance. Des repères sécurisants ont été perdus, non encore totalement remplacés par d'autres. Il est donc encore difficile de partager un projet global.

A l'issue de plusieurs mois de travaux, la mission a acquis la conviction qu'il n'existe pourtant guère d'autre chemin : les convictions d'avant cette crue, que l'on sait désormais être fausses, doivent être remplacées par des certitudes plus fondées, fussent-elles plus difficiles à admettre. L'ensemble composé d'une sécurisation du niveau de protection observé entre 1856 et 2003 (voire d'un niveau de protection légèrement supérieur) et d'une protection rapprochée des lieux habités les plus denses qui n'existaient pas jusqu'ici, constitue aux yeux de la mission une stratégie cohérente et adaptée à ce territoire. Elle amène un double bénéfice par rapport à la situation existante.

Les vérifications effectuées à l'occasion de cette mission concluent que cet ensemble de projets ne peut malheureusement guère être encore amélioré au profit des zones les moins denses, compte tenu de la configuration des lieux. Les deux variantes du projet de canal contournant Arles ne peuvent ainsi aboutir, parce que leurs résultats prévisibles sont insuffisants et à cause de leur coût, très élevé.

La mission suggère quelques améliorations de méthode, en particulier dans l'approche des événements à prévoir en lit majeur en cas de crue excédant la crue centennale, elle signale des points de vigilance concernant les projets en cours d'étude. Elle recommande enfin l'emploi des plans de prévention des risques naturels prévisibles que la loi a défini pour les zones inondables.

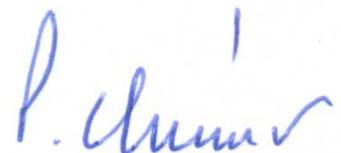
---

**François GERARD**



Ingénieur général  
des Ponts et Chaussées

**Philippe QUEVREMONT**



Ingénieur général  
du Génie rural, des Eaux et des Forêts



# **Annexes**

# Annexe 1. Lettre de mission

0 0 5 6 0 2 - 0 1



## MINISTÈRE DE L'ÉCOLOGIE, DU DÉVELOPPEMENT ET DE L'AMÉNAGEMENT DURABLES

*Direction de l'eau*

*Sous-direction des milieux aquatiques  
et de la gestion de l'eau*

*Bureau de la prévention des inondations  
et de la gestion des rivières*

Paris, le 23 NOV 2007

Référence : 2007 864 PIGR NM

Affaire suivie par :

Nicolas MONIÉ

Tel. : 01 42 19 12 15 – Fax : 01 42 19 12 35

MéI : [nicolas.monié@ecologie.gouv.fr](mailto:nicolas.monié@ecologie.gouv.fr)

Le Ministre d'État

à

M. le chef de l'Inspection  
générale de l'environnement

M. le vice-président du  
Conseil général des Ponts et  
Chaussées

Objet : Expertise du schéma de protection contre les crues du secteur Tarascon - Arles

PJ : délibération du conseil municipal de Tarascon du 25 avril 2007

courrier du maire de Tarascon au préfet coordonnateur de bassin du 23 octobre 2007

rapport du cabinet Delft Hydraulics

Le projet de protection de la rive gauche du Rhône entre Tarascon et Arles tel qu'il est aujourd'hui prévu dans le cadre du plan Rhône fait l'objet de contestations et d'une proposition supplémentaire de la part de la ville de Tarascon.

Le principe retenu pour ce secteur du Rhône dans le cadre du plan Rhône est de fiabiliser les digues de protection existantes contre les inondations du Rhône pour assurer une protection jusqu'à 12500 m<sup>3</sup>/s environ (soit une période de retour supérieure à une crue centennale) et au-delà de ce débit, d'organiser le déversement sans ruine de ces ouvrages en rive droite (digue de Beaucaire à Fourques) et en rive gauche (remblai RFF), en limitant l'expansion de ces déversements en rive gauche (Arles Tarascon) par la sécurisation des berges du canal des Alpines et du Vigueirat et par des protections rapprochées des zones densément habitées d'Arles et de Tarascon, dites digues de second rang tel que le projet de la digue nord d'Arles.

Le maire de Tarascon, dans son courrier du 23 octobre 2007 au préfet coordonnateur de bassin, considère que la protection n'est pas équitable entre la rive droite et la rive gauche du Rhône, que le renforcement du remblai RFF comme digue de premier rang le long du Rhône est insuffisant et que la réalisation de la digue nord d'Arles aggrave l'inondabilité de Tarascon.

Le Maire de Tarascon, avec l'aide du cabinet Delft Hydraulics, propose pour améliorer l'écoulement des crues sans débordement jusqu'à un débit de 14 000 m<sup>3</sup>/s un canal de dérivation des crues du Rhône par l'ouest de 5 km permettant de dériver jusqu'à 1 400 m<sup>3</sup>/s. Il présente cet aménagement comme solution alternative au renforcement du remblai RFF et à la digue nord d'Arles.

Copie : M. Jean-Michel Tanguy

20, avenue de Séur – 75007 Paris  
Tél. : 01.42.19.20.21 - [www.medad.gouv.fr](http://www.medad.gouv.fr)

Je vous demande de mener une mission conjointe afin de m'éclairer sur les points soulevés par la ville de Tarascon, notamment la question des options à retenir pour le confortement du remblai RFF, tant en terme de niveau de protection que de solution technique à retenir parmi les différents scénarios envisagés.

Vous attacherez une attention particulière à l'examen du projet de canal de dérivation du Rhône présenté par la ville de Tarascon afin de préciser les bénéfices que pourrait apporter un tel aménagement, notamment au droit du secteur Arles – Tarascon au regard des aménagements prévus dans le cadre du plan Rhône, et les aménagements qui seraient rendus nécessaires par ce canal de dérivation.

Je souhaite également que la mission étudie les modalités de prise en compte du changement climatique pour la prévention contre les inondations et les conséquences au niveau des ouvrages de protection dans le secteur du Rhône aval. Vous étudierez notamment le rôle que pourrait jouer le canal de dérivation dans un contexte d'une augmentation forte des débits des crues centennales et d'un possible relèvement du niveau de la mer Méditerranée.

Pour réaliser cette mission, j'ai identifié un spécialiste qui pourra apporter ses connaissances, M. Jean-Michel Tanguy, qui a accepté de se mettre à votre disposition.

Vous pourrez bien entendu faire appel aux services et établissements publics de l'État intervenant sur ces questions.

Je souhaite pouvoir disposer d'un rapport final le 1<sup>er</sup> mars 2008.

*Pour la ministre et par délégation  
le directeur de l'eau*

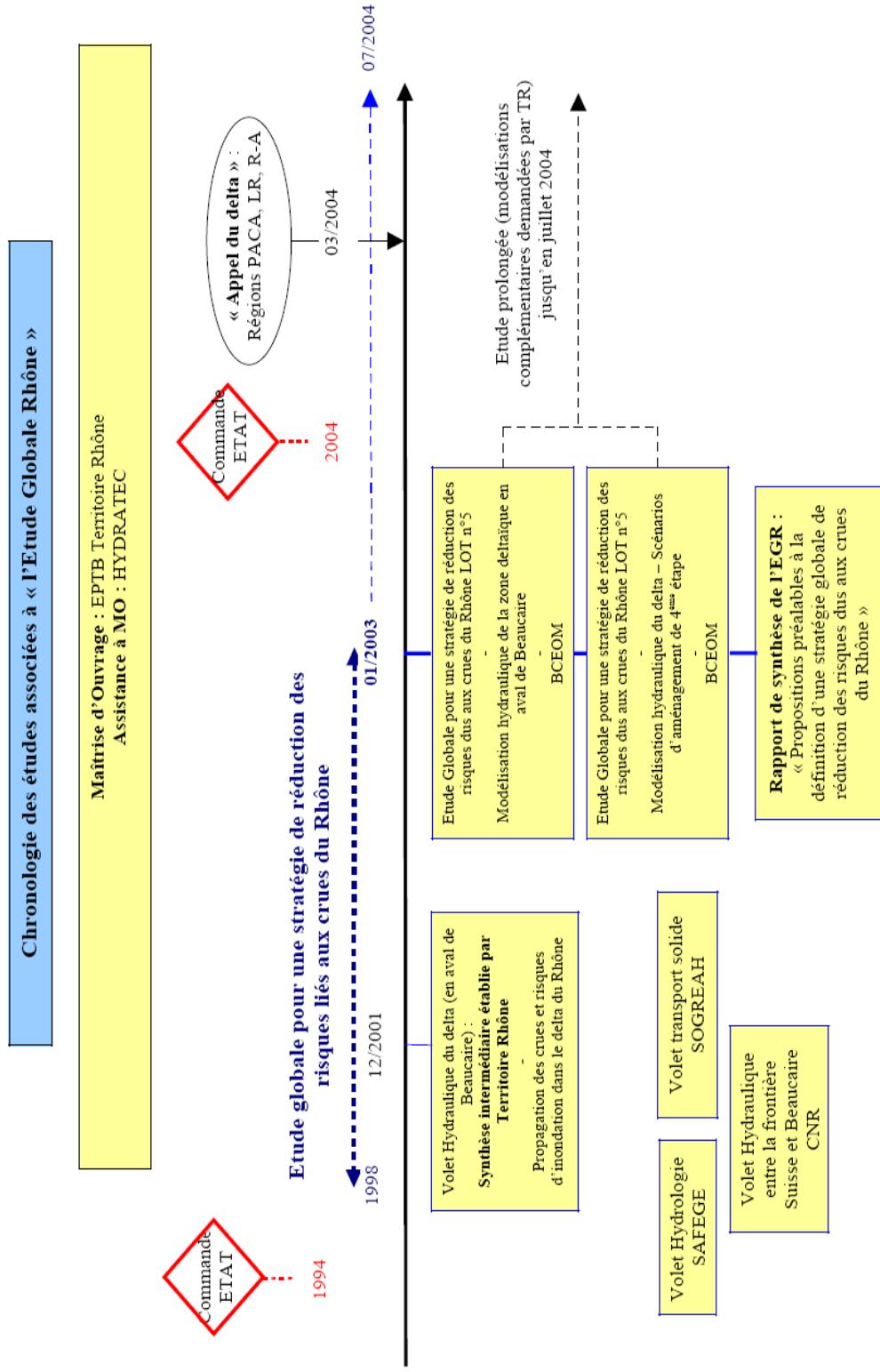
Pascal BPFTEAU

## Annexe 2. Liste des personnes rencontrées

DIREN de bassin (DIREN Rhône Alpes) – 27/02/08	M. Yves Picoche, directeur adjoint Mme. Anne-Laure Soleilhavoup, chef de l'unité Rhône
MEDAT Direction de l'Eau 07/03/08	M. Pascal Berteaud, directeur, M. Noël Godard, M. Maillé, Mme Frédérique Martini.
SOGREAH - 27/02/08	M. Bernard Couvert, antenne de Marseille
Préfecture de région PACA – 01/04/2008	M. Bonnetaïn, SGAR M. Simonnet, Sous Préfet d'Arles Mme. Karine Boutet, chargée de mission
DDE 13 – 01/04/2008	M. Paul Serre, Directeur départemental délégué de l'Equipement
DDE 13 Arles – 02/04/2008	M. Paul Serre, Directeur délégué M. Jean-Louis Livrozet (DDE 13 – Arles) M. Laurent Dumont (DDE 13 – Arles) M. Pascal Billy (DIREN de bassin)
DDE 30 Nîmes – 22/04/2008	M. Jean-Pierre Segonds, Directeur départemental M. François Bressand, chef du SPC M. Renaud Durand, chef de l'unité prévention des risques
Mairie de Tarascon – 22/04/2008	M. Charles Fabre, Maire M. Jérôme Grangier, Maire-adjoint chargé de l'environnement M. André Montagné, chargé de mission environnement M. Jean-Claude Vincent, directeur de l'urbanisme
DDAF 30 Nîmes – 23/04/2008	Mme Mireille Jourget, Directrice départementale
SYMADREM Arles – 23/04/2008	M. Jean-Luc Masson, Maire-adjoint d'Arles, délégué à l'aménagement du territoire, vice président du SYMADREM M. Gilles Dumas, Maire de Fourques, vice-président du SYMADREM M. Thibaut Mallet, directeur technique M. Jacques Guillot, adjoint au directeur technique M. Jean-Jacques Decord, directeur administratif
Préfecture 30 – 23/04/2008	M. Paul Pierron, préfet M. Jean-Pierre Segonds, DDE M. Renaud Durand, DDE
SYMADREM Arles – 02/06/2008	M. Thibaut Mallet, directeur technique M. Jacques Guillot, directeur technique adjoint Bernard Pommet DDAF 13 Laurent Dumont DDE 13 M. Jean Sinou, CNR M. Martin Pochat, CNR
Services techniques de l'Etat 3/06/2008, Arles	Mme. Anne-Laure Soleilhavoup, DIREN Bassin M. Olivier Braud, DDAF 30 M. Renaud Durand, DDE 30 MM. Bernard Pommet et Mathieu Metral, DDAF 13 MM. Yves Leme et Jean-François Ferrer, SNRS Arles M. Jacques de Saint-Seine, DIREN PACA MM. Michel Kaufmann et Laurent Dumont DDE 13 M. Bernard Couvert SOGREAH, assistance à DIREN R-A

DDAF 13 - 16/06/2008	M. Hervé Brulé, Directeur délégué M. Beauchin, chef du service environnement et territoires M. Boyen, Service Natura 2000 M. Métral, Service Eau M. Pommet, Equipements ruraux
Conseil régional PACA 16/06/2008	M. Christophe Castaner, Vice-président M. Paul Vétillard, Conseiller du Président
DDE 13 - 17/06/2008	M. Kauffman, Chef du service aménagement M. Philippe Aurignac, Pôle risques
DIREN PACA - 17/06/2008	M. Laurent Roy, Directeur régional M. Jacques de Saint-Seine, conseiller hydrologie.
DIREN Languedoc-Roussillon 18/06/2008	Mme Steinfeld, Directrice régionale M. Valette-Vialard, directeur-adjoint Mme Annick Tekatilian
Mairie de Beaucaire - 18/06/2008	M. Bourbousson, Maire M. Deydier, Maire-adjoint à l'agriculture
Associations – Arles - 17/06/2008	Gérard Bazot et Jean-Pierre Dupuy Collectif des naufragés du Rhône André Girard et André Mialle Association de protection des populations Joseph Guille et Marie-Odile Roussel Ecole primaire du Petit Castellet Henri Ceresola Comité des riverains du Rhône, du Vigueirat et de la Roubine du Roy Roger Weberet Annie Marini Association du Trébon-campagne Eléonore de Sabran Association Les Flamants Roses Bruno Emeric Syndicat Tarascon Boulbon Fontvieille Christian Giraud Association Agir Fourques M. Eric Beaumier Riverains de la plaine de Beaucaire
RFF Siège – 20/06/2008	M. Jean-Louis Rohou, Secrétaire général
DRAF Rhône-Alpes – 16/07/08	M. Roland Commandré
MEEDDAT DGPR – 18/07/08	Mme Levraud, Chef de service
MEEDDAT DGPR – 22/07/08	M. Laurent Michel, directeur général
RFF Marseille – 16/07/2008	M. Michel Croc, Directeur régional M. Arnaud Godart, chargé de mission M. Marc Juvin (SNCF)
Mairie d'Arles – 26/08/2008	M. Hervé Schiavetti, Maire d'Arles et président du SYMADREM
SYMADREM Arles - 4/11/2008	M. Jean-Pierre Gautier, directeur M. Thibaut Mallet, directeur technique M. Jacques Guillot, directeur technique adjoint M. Jean Sinou, CNR M. Martin Pochat, CNR
RFF Marseille – 28/11/2008	M. Arnaud Godart, chargé de mission RFF M. Philippe Bouquet, INEXIA (par téléconférence) Mme Rafaele Ghoreychi, SNCF (par téléconférence) Mme Nathalie Corre, COYNE ET BELLIER (par téléconférence)

### Annexe 3. Historique des études sur le Grand Delta



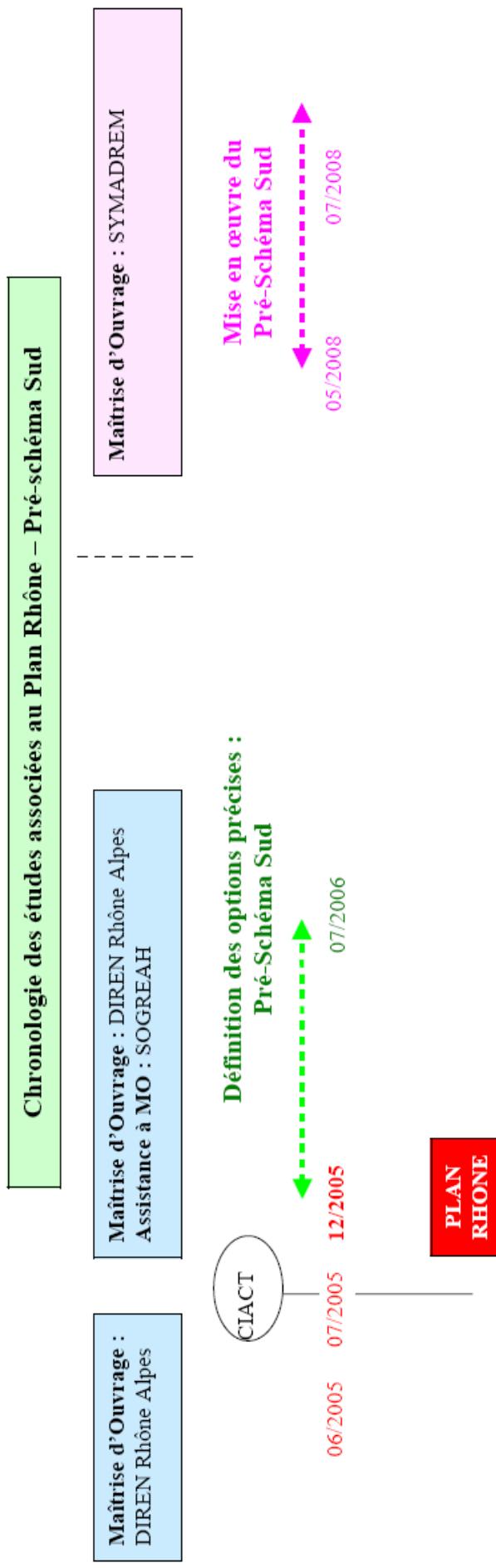


Figure 13: Tableau récapitulatif des études - Source : Réginald Sarralde

## Annexe 4. La législation de 1858 et de 1935

1858 (26 mai)

*Loi relative à l'exécution des travaux destinés à mettre les villes à l'abri des inondations.*

Paris, le 26 mai 1858.

Napoléon, par la grâce de Dieu et la volonté nationale, Empereur des Français, à tous présents et à venir, salut.

ARTICLE PREMIER. — Il sera procédé, par l'Etat, à l'exécution des travaux destinés à mettre les villes à l'abri des inondations.

Les départements, les communes et les propriétaires concourront aux dépenses de ces travaux, dans la proportion de leur intérêt respectif.

ART. 2. — Les travaux seront autorisés par décrets rendus dans la forme des règlements d'administration publique.

Ces décrets détermineront, pour chaque entreprise, la répartition des dépenses entre l'Etat, les départements, les communes et les propriétaires intéressés.

ART. 3. — Chaque décret sera précédé d'une enquête dans laquelle les intéressés seront appelés à présenter leurs observations sur le projet de répartition des dépenses.

ART. 4. — La part de dépense mise à la charge des départements ou des communes sera insérée au budget départemental ou communal, comme dépense obligatoire.

ART. 5. — La répartition entre les propriétaires intéressés, de la part de dépense mise à leur charge, sera faite conformément aux dispositions de la loi du 16 septembre 1807 (1).

Les taxes établies en vertu du paragraphe précédent seront recouvrées au moyen de rôlez rendus exécutoires par le préfet, et perçues comme en matière de contributions directes.

ART. 6. — Il ne pourra être établi, sans qu'une déclaration ait été préalablement faite à l'administration, qui aura le droit d'interdire ou de modifier le travail, aucune digue sur les parties submersibles des vallées de la Seine, de la Loire, du Rhône, de la Garonne et de leurs affluents ci-après désignés :

*Seine. — Yonne, Aube, Marne et Oise.*

*Loire. — Allier, Cher et Maine.*

*Rhône. — Ain, Saône, Isère et Durance.*

*Garonne. — Gers et Béarn.*

Dans les vallées protégées par des digues, sont considérées comme submersibles les surfaces qui seraient atteintes par les eaux si les levées venaient à être rompues ou supprimées.

Ces surfaces seront indiquées sur des plans tenus à la disposition des intéressés.

Les infractions aux dispositions du paragraphe 1<sup>er</sup> du présent article seront poursuivies et punies comme contraventions en matière de grande voirie.

(1) Voir 1<sup>re</sup> série, tome II, page 98.

1858 (28 mai)

ART. 7. — Toute digue établie dans les vallées désignées à l'article précédent, et qui sera reconnue faire obstacle à l'écoulement des eaux ou restreindre d'une manière nuisible le champ des inondations, pourra être déplacée, modifiée ou supprimée par ordre de l'administration, sauf la payement, s'il y a lieu, d'une indemnité de dommage qui sera réglée conformément aux dispositions du titre XI de la loi du 16 septembre 1807.

ART. 8. — Les sommes restant disponibles sur le produit de l'emprunt autorisé par la loi du 11 juillet 1855 seront affectées à l'exécution des travaux destinés à mettre les villes à l'abri des inondations, jusqu'à concurrence d'une somme qui ne pourra dépasser vingt millions.

ART. 9. — Il est ouvert, pour l'exécution des travaux prévus par la présente loi, un crédit de huit millions (8,000,000 fr.) sur l'exercice 1858.

Les fonds non employés sur cet exercice pourront être reportés, par décret impérial, sur l'exercice suivant.

ART. 10. — Un règlement d'administration publique déterminera les formalités nécessaires pour l'exécution de la présente loi, notamment les formes de l'enquête et de la déclaration prescrite par les articles 3 et 6.

NAPOLÉON.

Figure 14: La loi du 28 mai 1858

---

*Figure 15: Le décret du 15 août 1858, pris en application de la loi du 28 mai 1858*

---

*Décret portant règlement d'administration publique pour l'exécution de la loi du 28 mai 1858, sur les travaux de défense contre les inondations.*

Vannes, le 15 août 1858.

Napoléon, par la grâce de Dieu et la volonté nationale, Empereur des Français, à tous présents et à venir, salut.

Sur le rapport de notre ministre secrétaire d'Etat au département de l'agriculture, du commerce et des travaux publics :

Vu les articles 3, 6 et 10 de la loi du 28 mai 1858 (1), sur les travaux de défense contre les inondations, lesdits articles ainsi conçus :

*Art. 3. - Chaque décret sera précédé d'une enquête dans laquelle les intéressés seront appelés à présenter leurs observations sur le projet de répartition des dépenses.*

*Art. 6. - Il ne pourra être établi, sans qu'une déclaration ait été préalablement faite à l'administration, qui aura le droit d'interdire ou de modifier le travail, aucune digue sur les parties submersibles des vallées de la Seine, de la Loire, du Rhône, de la Garonne et de leurs affluents ci-après désignés : Seine : Yonne, Aube, Marne et Oise ; Loire : Allier, Cher, Maine ; Rhône : Ain, Saône, Isère, Durance ; Garonne : Gers, Baise.*

*« Dans les vallées protégées par des digues, sont considérées comme submersibles les surfaces qui seraient atteintes par les eaux, si les levées venaient à être rompues ou supprimées.*

*« Ces surfaces seront indiquées sur des plans tenus à la disposition des intéressés.*

*« Les infractions aux dispositions du paragraphe 1<sup>er</sup> du présent article seront poursuivies et punies comme contraventions en matière de grande voirie.*

*Art. 10. - Un règlement d'administration publique déterminera les formalités nécessaires pour l'exécution de la présente loi, notamment les formes de l'enquête et de la déclaration prescrites par les articles 3 et 6.*

*« Notre conseil d'Etat entendu,*

Avons décrété et décrétions ce qui suit :

## TITRE PREMIER

### FORMALITÉS DES ENQUÊTES

ARTICLE PREMIER. - Les travaux de défense contre les inondations à exécuter aux termes de la loi du 28 mai 1858 seront soumis à une enquête préalable dans les formes ci-après déterminées.

ART. 2. - L'enquête s'ouvre sur un projet indiquant le tracé des ouvrages, leurs dispositions principales et l'appréciation des dépenses.

Aux pièces du projet est joint un mémoire descriptif énonçant le but de l'entreprise et les avantages que l'on peut s'en promettre.

ART. 3. - L'arrêté du préfet, qui prescrit l'ouverture de l'enquête, indique le projet de répartition des dépenses entre l'Etat, le département, la commune et les propriétaires intéressés.

Un plan parcellaire, joint aux pièces, désigne les propriétés qui sont présumées devoir concourir à la dépense.

ART. 4. - Le projet est déposé pendant un mois à la mairie de chaque commune intéressée.

Pendant ce délai, des registres sont ouverts à la mairie pour recevoir les déclarations des habitants sur l'utilité et la convenance des travaux projetés.

Les délais ci-dessus prescrits, pour le dépôt des pièces et pour la durée de l'enquête, peuvent être prolongés par le préfet.

Ces délais ne courront qu'à dater de l'avertissement donné par voie de publications et d'affiches.

Il est justifié de l'accomplissement de cette formalité par un certificat du maire.

ART. 5. - Dans le cas où des propriétaires sont présumés devoir contribuer à la dépense, ces propriétaires sont, immédiatement après la clôture de l'enquête, réunis par commune, sur la convocation et sous la présidence d'un commissaire désigné par le préfet.

Les convocations sont faites individuellement à chaque propriétaire.

Cette assemblée, quel que soit le nombre des membres présents, donne son avis sur le projet et sur la part de dépense qui doit rester à la charge de l'ensemble des propriétaires intéressés.

Un procès-verbal de la délibération est dressé par le commissaire.

ART. 6. - Immédiatement après l'accomplissement de ces formalités, le commissaire transmet au maire de la commune, avec son avis motivé, les pièces de l'instruction qui ont servi de base à l'enquête et le procès-verbal de délibération des propriétaires intéressés.

ART. 7. - Le conseil municipal est appelé à émettre un avis motivé, tant sur l'utilité et la convenance des travaux projetés, que sur la part contributive de la commune dans la dépense de ces travaux.

ART. 8. - Le maire transmet au préfet la délibération du conseil municipal avec le dossier de l'instruction.

ART. 9. - Dans le cas où le département est appelé à concourir à la dépense des travaux, le conseil général délibère sur l'utilité du projet et sur la part qui doit être mise à la charge du département.

ART. 10. - Après l'accomplissement de ces formalités, une commission de neuf membres au moins et de treize au plus, formée par le préfet, conformément à l'article 4 de l'ordonnance du 18 février 1834, se réunit au chef-lieu de l'arrondissement ou au chef-lieu du département, selon que les travaux seront compris dans un seul ou dans plusieurs arrondissements.

Cette commission examine les déclarations consignées aux registres d'enquête et les délibérations mentionnées dans les articles précédents, entend les ingénieurs des ponts et chaussées et les autres personnes qu'il juge utile de consulter, et donne son avis motivé, tant sur l'utilité de l'entreprise que sur les diverses questions qui auront été posées par l'administration.

Les opérations de la commission, dont il sera dressé procès-verbal, devront être terminées dans le délai d'un mois.

ART. 11. - Lorsque l'instruction est terminée, le préfet adresse toutes les pièces, avec son avis motivé, au ministre de l'agriculture, du commerce et des travaux publics, pour être statué, s'il y a lieu, par un décret rendu dans la forme des règlements d'administration publique, conformément aux dispositions de l'article 2 de la loi susvisée.

## TITRE II

### FORMALITÉS À SUIVRE POUR L'EXÉCUTION DE DIGUES DANS LA PARTIE SUBMERSIBLE DES VALLÉES.

ART. 12. - Les parties submersibles des vallées mentionnées à l'article 6 de la loi du 28 mai 1858, sont indiquées sur les plans généraux dressés par les soins de l'administration.

Ces plans sont déposés, pendant un mois, à la mairie de chaque commune intéressée. A l'expiration de ce délai, un commissaire, désigné par le préfet, reçoit à la mairie, pendant deux jours consécutifs, les déclarations des habitants.

ART. 13. - Les pièces de l'enquête sont adressés par le commissaire au préfet.

---

Le préfet les transmet au ministre de l'agriculture, du commerce et des travaux publics, avec son avis et celui des ingénieurs.

ART. 14. - Un décret, délibéré en conseil d'Etat, détermine les limites définitives de la partie submersible de chacune des vallées énoncées dans l'article 6 de la loi précitée.

ART. 15. - Des extraits des plans généraux indiquant ces limites restent déposés à la mairie de chaque commune intéressée, de manière que tout propriétaire puisse en prendre connaissance.

ART. 16. - Tout propriétaire qui désire exécuter des digues dans les parties submersibles des vallées ci-dessus désignées doit faire connaître son intention par une déclaration adressée au préfet.

Cette déclaration indique l'emplacement et les dispositions des ouvrages projetés.

Elle est immédiatement enregistrée dans les bureaux de la préfecture, et il en est accusé réception au préfet.

ART. 17. - Cette déclaration est communiquée à l'ingénieur en chef.

Si l'ingénieur en chef pense que le travail doit être interdit ou modifié, il donne son avis au préfet, qui statue, sauf recours au ministre.

ART. 18. - L'arrêté du préfet est notifié au propriétaire dans le délai d'un mois, à dater de l'enregistrement de sa déclaration dans les bureaux de la préfecture.

Passé ce délai, le propriétaire, s'il n'a reçu aucune notification, peut exécuter les travaux, sans préjudice des droits résultant pour l'administration de l'article 7 de la loi du 28 mai 1858.

ART. 19. - Notre ministre de l'agriculture, du commerce et des travaux publics est chargé de l'exécution du présent règlement.

NAPOLEON.

*Le ministre de l'agriculture, du commerce,  
et des travaux publics,*

E. ROUHER.

Figure 16: Le décret du 15 août 1858 (fin) et le décret du 3 septembre 1911, pris en application du précédent, définissant le PSS du Rhône

DECRET

Le Président de la République Française

Sur le rapport du Ministre des Travaux Publics, des Postes et des Télégraphes,

Vu les plans dressés par l'Ingénieur en Chef du Service Spécial du Rhône, pour la délimitation du champ d'inondation de ce fleuve, de Lyon à la mer, en vue de l'application de la loi du 28 Mai 1858,

Vu les pièces de l'enquête ouverte dans les communes intéressées des départements du Rhône, de l'Isère, de la Loire, de la Drôme, de l'Ardèche, de Vaucluse, du Gard et des Bouches-du-Rhône,

Vu l'avis du Préfet du Rhône, du 4 Janvier 1910,

Vu l'avis du Préfet de l'Isère, du 3 Mars 1910,

Vu l'avis du Préfet de la Loire, du 3 Février 1910,

Vu l'avis du Préfet de la Drôme, du 18 Octobre 1910,

Vu l'avis du Préfet de l'Ardèche, du 14 Janvier 1910,

Vu l'avis du Préfet de Vaucluse, du 18 Mai 1910,

Vu l'avis du Préfet du Gard, du 22 Juin 1910,

Vu l'avis du Préfet des Bouches-du-Rhône, du 21 Octobre 1910,

Vu l'avis du Conseil Général des Ponts et Chaussées du 13 Février 1911,

Vu la loi du 28 Mai 1858 et le décret du 15 Août 1858,

Le Conseil d'Etat entendu

DECRET :

ARTICLE PREMIER

Les limites de la partie submersible de la vallée du Rhône, depuis le viaduc du chemin de fer de Lyon à Genève jusqu'à l'embouchure du fleuve dans la mer, sont déterminées, pour l'application des articles 6 et 7 de la loi du 28 Mai 1858, par les lignes rouges des plans, en date du 17 Juin 1910 qui resteront annexés au présent décret.

ARTICLE DEUX

Le Ministre des Travaux Publics, des Postes et des Télégraphes, sera chargé de l'exécution du présent décret, qui sera inséré au Journal Officiel et au Bulletin des lois.

Fait à Rambouillet le 3 Septembre 1911

Signé : A. FALLIERES

Figure 17: Le décret-loi du 30 octobre 1935, réformant les PSS

Décret. - Mesures à prendre pour assurer l'écoulement des eaux.

RAPPORT.

30 octobre 1935.

Les crues désastreuses du printemps de l'année 1930 ont nettement mis en évidence les graves inconvénients résultant, pour le libre écoulement des crues, de l'encombrement du champ d'inondation des rivières par les constructions, plantations ouvrages divers établis par les riverains. Or, en l'état actuel de la législation, l'administration ne dispose d'aucune arme lui permettant de limiter, si peu que ce soit, la liberté dont jouissent les riverains pour l'utilisation de leurs terrains. Il nous est en conséquence apparu qu'il y aurait un sérieux intérêt à mettre les pouvoirs publics en possession d'un texte leur permettant d'intervenir pour réglementer, dans l'intérêt général, l'établissement, dans les parties submersibles des vallées, de constructions, plantations ou tous autres ouvrages ou obstacles susceptibles de nuire à l'écoulement des eaux.

Une telle réglementation offrirait notamment en ce qui concerne les constructions, un double avantage : ~~d'une part, elle aurait pour effet de mettre les bâts au abri des risques certains qu'ils encourraient en construisant dans une zone dangereuse. D'autre part, elle empêcherait de s'accroître les charges que le Trésor supporte du fait que l'Etat est nécessairement amené à venir en aide aux victimes des inondations.~~

A ce dernier titre, la réglementation envisagée rentre dans le champ d'application de la loi du 8 juin 1935 concédant au Gouvernement des pouvoirs exceptionnels pour assurer la défense du franc.

Une loi du 28 mai 1858, intervenue après les inondations désastreuses de 1856, a déjà eu pour objet de protéger contre les ouvrages des particuliers les champs d'inondation des rivières les plus sujettes à des crues importantes, c'est-à-dire de la Seine, de la Loire, du Rhône, de la Garonne et de leurs affluents.

~~Aux termes de cette loi, l'établissement d'une digue nouvelle est subordonné à une déclaration préalable faite à l'administration, qui a le droit d'interdire ou de modifier le travail. Pour les dunes de construction antérieure à la loi, et qui seraient reconnues faire obstacle au libre écoulement des eaux ou restreindre d'une manière nuisible le champ des inondations, l'administration a le droit de les déplacer, de les modifier ou de les supprimer, sauf le payement, s'il y a lieu, d'une indemnité de dommage réglée conformément aux dispositions du titre XI de la loi du 16 septembre 1807.~~

Un décret du 15 août 1858, pris pour l'exécution de la loi du 26 mai 1858, définit en ce qui concerne la construction des digues, les formalités à suivre pour déterminer les parties submersibles des vallées et en porter les limites à la connaissance du public, la forme des déclarations à faire pour l'établissement d'une digue et le mode d'intervention de l'administration.

~~En exécution de ces prescriptions, les champs d'inondations ont été délimités sur la Seine, entre Montereau et le confluent de l'Aube, à la suite de la construction illicite de digues, et d'une manière générale dans la vallée du Rhône.~~

Partout ailleurs, les formalités de la loi de 1858 n'ont pas été remplis.

Pourtant, à différentes reprises, l'utilité d'une réglementation générale pour la conservation des champs d'inondation est apparue aux yeux de l'administration.

Si, pour conserver intact aux champs d'inondation d'une vallée le rôle que la nature leur a assigné dans l'écoulement des crues, il suffirait de réglementer la construction des digues, la question pourrait être considérée comme résolue par la loi du 28 mai 1858 et il n'y aurait qu'à recourir de nouveau à son application.

Mais la question est plus complexe, car les champs d'inondation n'agissent pas seulement sur les crues comme des réservoirs régulateurs dont la capacité d'emmagasinement serait le seul élément à considérer. Envisagé à ce point de vue, un champ d'inondation détourne de la rivière une fraction du débit d'amont, l'emmagasse pendant la montée de la crue et, en le retenant, il réduit d'autant le débit qui s'écoule en aval, où le niveau de l'inondation se trouve par suite abaissé.

Mais, dans le champ d'inondation lui-même, l'eau emmagasinée s'écoule et se renouvelle constamment. La rivière débordée coule sur toute la largeur de son lit majeur. Si la vitesse du courant est généralement plus forte au droit du lit minceur, en raison de la plus grande profondeur de l'eau, elle est souvent l'importante aussi de part et d'autre de ce lit minceur et, par suite de la grande largeur que les champs d'inondation offrent à l'écoulement de l'eau, la fraction du débit total de la crue qui s'y écoule peut être considérable.

On se rend compte qui si des remblais, des dépôts, des constructions de toute nature ou des plantations établies inconsidérément sur les champs d'inondation viennent réduire leur largeur, ou si l'écoulement naturel de l'eau y est retardé par des obstacles quelconques, le débit reçu d'amont ne pourra s'écouler que moyennant une montée supplémentaire de la crue, et cette montée se fera sentir non seulement sur le champ d'inondation lui-même, mais en amont de celui-ci, sur une certaine longueur de la vallée.

Il faut donc éviter que de tels obstacles puissent être opposés au libre écoulement des crues sans contrôle de l'administration, et sans donner à celle-ci, le cas échéant, le moyen d'intervenir dans l'intérêt général.

L'exemple de la banlieue parisienne, où les localités suburbaines ont pris depuis un demi-siècle une extension considérable sur les rives de la Seine et de la Marne, au point de barrer parfois complètement le lit majeur, montre bien le danger qu'il y aurait à laisser plus longtemps l'administration désarmée devant la tendance de certaines localités à s'étendre sur les champs d'inondations.

La loi du 28 mai 1858, qui ne réglemente que l'établissement des digues, est donc insuffisante pour défendre complètement les champs d'inondation contre tout empiètement nuisible.

Des dispositions nouvelles sont nécessaires, et il a paru, dans ces conditions, préférable de réunir dans un seul texte l'ensemble des mesures propres à assurer la conservation des champs d'inondation.

30 octobre 1935.

LE PRÉSIDENT DE LA RÉPUBLIQUE FRANÇAISE,

Sur le rapport du président du conseil, ministre des affaires étrangères, du garde des sceaux, ministre de la justice, du ministre de l'intérieur, du ministre des finances, du ministre de la guerre, du ministre de la santé publique et de l'éducation physique, et du ministre des travaux publics.

Vu la loi du 8 juin 1935 concédant au Gouvernement des pouvoirs exceptionnels pour assurer la défense du franc ;

Vu la loi du 28 mai 1858 réglementant l'établissement des digues sur les parties submersibles des vallées de la Seine, de la Loire, du Rhône, de la Garonne et de leurs affluents ;

Vu le décret du 15 août 1858 pris pour l'exécution de la loi du 28 mai 1858 ;

Le conseil des ministres entendu.

---

DÉCRETE :

ARTICLE PREMIER. - Sont soumis aux dispositions du présent décret l'établissement ou le maintien des digues, remblais, dépôts de matières encombrantes, clôtures, plantations, constructions, ou de tous autres ouvrages susceptibles de faire obstacle à l'écoulement des eaux ou de restreindre d'une manière nuisible le champ des inondations sur les parties submersibles des vallées des cours d'eau ci-après désignés :

Seine : Aube, Yonne, Armançon, Marné, Ornain, Saulx, Sormelin, Grand Morin, Oise, Aisne ;  
Meuse : Chiers, Sambre ;  
Moselle : Meurthe ;  
Loire : Arroux, Allier, Cher, Indre, Vienne, Maine, Loir, Sarthe, Mayenne ;  
Rhône : Séran, Furans, Ain, Oignon, Saône, Doubs, Isère, Ronanche, Drac, Drôme, Ardèche, Cèze, Ouvèze, Durance, Gardon ;  
Garonne, Neste, Salat, Ariège, Tarn, Thoré, Dadou, Aveyron, Gers, Save, Baise ;  
Adour ;  
Tech ;  
Têt ;  
Aude : Argent-Double ;  
Orb ;  
Hérault ;  
Var.

Des règlements d'administration publique, pris après enquête, pourront apporter à la liste ci-dessus les additions que l'expérience ferait apparaître comme désirables.

ART. 2. - Les surfaces considérées comme submersibles au sens de la présente loi sont indiquées sur des plans tenus à la disposition des intéressés.

Pour les vallées protégées par des digues ou levées de toute nature, les plans ne tiennent pas compte de l'existence de ces ouvrages.

ART. 3. - Aucun ouvrage, aucune plantation ou obstacle visé à l'article 1<sup>er</sup> ne pourra être établi sur les parties submersibles des vallées sans qu'une déclaration ait été préalablement faite à l'administration par lettre recommandée avec accusé de réception. L'administration aura, pendant un délai qui commencera à courir à dater de l'accusé de réception susvisé, la faculté d'interdire l'exécution des travaux, ou d'ordonner les modifications nécessaires pour assurer le libre écoulement des eaux ou la conservation des champs d'inondation.

ART. 4. - Les digues, remblais, dépôts de matières encombrantes, clôtures, plantations, constructions ou autres ouvrages, établis antérieurement à la mise en vigueur du présent décret sur les parties submersibles des vallées désignées à l'article 1<sup>er</sup> ci-dessus, et qui seront reconnus faire obstacle à l'écoulement des eaux ou restreindre d'une manière nuisible le champ des inondations, pourront être modifiés ou supprimés, sauf le payement, s'il y a lieu, d'indemnités de dommage.

Il en sera de même pour les ouvrages régulièrement établis, sous l'empire du présent décret, dans le cas où, pour les motifs ci-dessus visés, leur modification ou leur suppression viendrait à être reconnue nécessaire.

La modification ou la suppression seront prononcées par décrets rendus en conseil d'Etat, après enquête.

---

Les indemnités seront fixées dans les conditions déterminées par le décret du 8 août 1935 lorsqu'il s'agira de terrains bâti et par la loi du 21 mai 1836 dans tous les autres cas.

ART. 5. - Un règlement d'administration publique déterminera toutes les mesures administratives d'ordre général à prendre pour l'exécution du décret, notamment :

Les mesures relatives à l'établissement et à la mise à la disposition du public des plans définissant les parties submersibles des vallées ;

Les formes de la déclaration prévue à l'article 3 et le délai imparti à l'administration pour notifier, s'il y a lieu, son opposition ;

Les formes des enquêtes prescrites par les articles 1<sup>er</sup> et 6.

ART. 6. - Des règlements d'administration publique pris après enquête détermineront les dispositions techniques applicables dans chaque vallée.

ART. 7. - Les infractions aux dispositions du présent décret et des décrets pris en exécution de l'article 5 seront poursuivies comme contraventions de grande voirie et punies d'une amende de 16 à 300 francs, sans préjudice, s'il y lieu, de la démolition des ouvrages indûment établis et de la réparation des dommages causés au domaine public ou à ses dépendances.

ART. 8. - La loi du 28 mai 1858 cessera d'avoir effet à partir de la date de la promulgation du règlement d'administration publique visé à l'article 5, 1<sup>er</sup> alinéa, du présent décret.

.....

ALBERT LEERUN.

*Le garde des sceaux,  
ministre de la justice,  
LEON BERARD.*

*Le ministre des finances,  
MARCEL REGNIER.*

*Le ministre des travaux publics,  
LAURENT-EYNAC.*

*Le président du Conseil,  
Ministre des affaires étrangères,  
PIERRE LAVAIS.*

*Le ministre de l'intérieur,  
JOSEPH PAGANON.*

*Le ministre de la santé publique  
et de l'éducation physique,  
ERNEST LAFONT.*



Figure 18: Décret réglementaire du 20 octobre 1937

**Décret réglementaire. - Mesures à prendre pour assurer l'écoulement des eaux. - Application du décret-loi du 30 octobre 1935.**

20 octobre 1937<sup>(1)</sup>

Le PRÉSIDENT DE LA RÉPUBLIQUE FRANÇAISE,

Sur le rapport des ministres des travaux publics, de l'agriculture et de l'intérieur,

Vu le décret-loi du 30 octobre 1935 relatif aux mesures à prendre pour assurer l'écoulement des eaux, et notamment l'article 5, ainsi conçu :

« Un règlement d'administration publique déterminera toutes les mesures administratives d'ordre général à prendre pour l'exécution dudit décret, notamment :

« Les mesures relatives à l'établissement, à la mise à la disposition du public des plans définissant les parties submersibles des vallées ;

« Les formes de la déclaration prévue à l'article 5 et le délai impartie à l'administration pour notifier, s'il y a lieu, son opposition ;

« Les formes des enquêtes prescrites par les articles 1 et 6 » ;

Vu la loi du 28 mai 1858 portant règlement d'administration publique pour l'exécution de la loi du 28 mai 1858, sur les travaux de défense contre les inondations ;

Vu la loi du 8 avril 1898 sur le régime des eaux ;

Vu la loi du 15 février 1902 sur la protection de la santé publique, et le décret-loi du 30 octobre 1935, prévoyant l'institution d'un règlement sanitaire départemental ;

Vu la loi du 14 mars 1919 concernant les plans d'extension et d'aménagement des villes, complétée par la loi du 19 juillet 1924 ;

Vu la loi du 16 octobre 1919 relative à l'utilisation de l'énergie hydraulique ;

Vu la loi du 14 mai 1932 autorisant l'établissement d'un projet d'aménagement de la région parisienne, et les décrets-lois du 25 juillet 1935 relatifs à l'aménagement de la région parisienne et à la création de régions d'urbanisme ;

Vu les avis du Garde des Sceaux, ministre de la justice, du ministre des finances, du ministre de la défense nationale et de la guerre, et du ministre de la santé publique et de l'éducation physique ;

Le conseil d'Etat entendu,

DÉCRETE :

**ARTICLE PREMIER. - Les plans des surfaces submersibles des vallées, prévus à l'article 2 du décret-loi du 30 octobre 1935 sont dressés par sections, correspondant au territoire d'une ou de plusieurs communes.**

Le ministre des travaux publics, soit d'office, soit à la demande des collectivités intéressées, détermine le territoire de chacune des sections, et désigne l'ingénieur en chef des ponts et chaussées qui, pour chaque section, sera chargé des mesures de défense contre les inondations, et notamment de l'établissement du plan des surfaces submersibles.

**ART. 2. - Le plan de chaque section est établi en conformité des plans cadastraux.**

Ce plan indique par une technique spéciale les surfaces devant être considérées comme submersibles par application de l'article 2 du décret-loi du 30 octobre 1935

<sup>(1)</sup> J.O. du 27/10/1937, p 11980

---

Il indique également les digues, remblais, dépôts de matières encombrantes, clôtures, plantations, constructions et tous autres ouvrages susceptibles de faire obstacle à l'écoulement des eaux, ou de restreindre d'une manière nuisible le champ des inondations.

ART 3. - Le plan est soumis à une enquête dans les formes fixées par le décret du 2 mai 1936, réglant la procédure d'enquête préalable à la déclaration d'utilité publique.

Il fait en outre l'objet de conférences entre le service chargé des mesures de défense contre les inondations et les autres services intéressés.

Lorsqu'il s'agit d'un cours d'eau non navigable ni flottable, le service hydraulique est consulté.

Lorsque les surfaces submersibles englobent des territoires compris dans un projet d'extension et d'aménagement des villes ou dans un projet régional d'urbanisme, le plan est soumis pour avis à la commission départementale, ou au comité régional intéressé, suivant les cas, et, en cas de désaccord, à la commission supérieure d'aménagement et d'extension des villes sous réserve de l'application des dispositions spéciales à la région parisienne.

ART 4. - Le plan est approuvé par un décret rendu en conseil d'Etat, sur le rapport du ministre des travaux publics et après avis des ministres intéressés.

ART 5. - Un extrait par commune du plan ainsi approuvé, certifié conforme par le préfet, est déposé à la mairie dans le délai de trois mois, à dater de la publication du décret visé à l'article précédent, et tenu à la disposition du public.

Des extraits partiels peuvent être délivrés aux intéressés sur leur demande et à leurs frais, par l'ingénieur en chef des ponts et chaussées, chargé des mesures de défense contre les inondations.

Ces frais seront remboursés conformément à un tarif fixé par arrêté concerté du ministre des travaux publics et du ministre des finances.

ART 6. - Le projet relatif aux dispositions techniques prévues par l'article 6 du décret-loi susvisé du 30 octobre 1935 est préparé par le service chargé des mesures de défense contre les inondations.

Il est, autant que possible, joint au plan des surfaces submersibles. Il est soumis aux mêmes formalités conformément aux articles 3, 4 et 5 qui précédent.

Le plan indique, s'il y a lieu, par des teintes spéciales, les zones auxquelles doivent s'appliquer les diverses dispositions techniques.

ART 7. - La déclaration visée à l'article 3 du décret-loi du 30 octobre 1935 est adressée par lettre recommandée au préfet du département sur le territoire duquel l'établissement de l'ouvrage, la plantation, ou l'obstacle est projeté.

Cette déclaration indique :

1° Le nom et l'adresse du pétitionnaire, ainsi que sa qualité de propriétaire, locataire ou usufruitier ;

2° L'emplacement, la nature et la disposition de l'ouvrage, de la plantation ou de l'obstacle à établir.

La déclaration fait l'objet d'un accusé de réception.

Dans un délai de trois mois à dater de cet accusé de réception, le préfet peut, après avoir consulté le service chargé des mesures de défense contre les inondations et le service chargé de la police des cours d'eau, user de la faculté, prévue à l'article 3 du décret-loi susvisé, d'interdire l'exécution des travaux, ou d'ordonner les modifications nécessaires pour assurer le libre écoulement des eaux ou la conservation des champs d'inondation.

La décision du préfet est portée à la connaissance du maire de la commune sur le territoire de laquelle se trouve la propriété intéressée.

En ce qui concerne les ouvrages, plantations ou obstacles projetés par les administrations de l'Etat, des départements des communes, par les établissements

---

et les services publics concédés, chacun de ces services ou administrations informe de son projet le préfet du département du lieu de l'ouvrage projeté, en indiquant l'emplacement, la nature et la disposition dudit ouvrage.

Le préfet fait procéder à une étude par l'ingénieur en chef chargé du service de défense contre les inondations.

Ce dernier ouvre éventuellement une conférence avec le service ou établissement intéressé.

En cas de désaccord, il est statué, par décret rendu en conseil d'Etat, sur le rapport du ministre des travaux publics, et après avis du ministre intéressé.

ART 8. - Les dispositions qui précèdent s'appliquent sans préjudice de l'observation des formalités et règles édictées par les législations spéciales, et notamment celles relatives à la police des eaux, à la protection de la santé publique, à l'extension et à l'aménagement des villes.

ART 9. - Les règlements d'administration publique portant, par application du dernier alinéa de l'article 1<sup>er</sup> du décret-loi du 30 octobre 1935, addition à la liste des vallées figurant audit article 1<sup>er</sup> sont précédés d'une enquête et d'une conférence dans les formes fixées par l'article 3 ci-dessus.

La conférence est ouverte par l'ingénieur en chef des ponts et chaussées désigné à cet effet, dans chaque cas, par le ministre des travaux publics.

Ces décrets sont contre-signés par le ministre des travaux publics, et, dans le cas où il s'agit d'un cours d'eau non navigable ni flottable, par le ministre de l'agriculture.

ART 10. - Le décret qui par application de l'article 4 du décret-loi susvisé du 30 octobre 1935, ordonne la suppression ou la modification d'un dépôt, ouvrage ou plantation qui serait reconnu faire obstacle au libre écoulement des eaux, ou restreindre d'une manière nuisible le champ des inondations, est précédé d'une enquête dans les formes du décret du 2 mai 1936.

Les règles édictées par le dernier alinéa de l'article 7 ci-dessus sont applicables éventuellement à la suppression ou à la modification d'un ouvrage, plantation ou obstacle dépendant d'un établissement ou service public.

ART 11. - Le décret du 15 août 1858 pris pour l'exécution de la loi du 28 mai 1858, sur les travaux de défense contre les inondations est abrogé.

ART 12. -

ALBERT LEBRUN.

*Le ministre des travaux publics,*  
Henri QUEUILLE.

*Le ministre de l'agriculture*  
Georges MONNET.

*Le ministre de l'intérieur.*  
Marx DORMOY.

## Annexe 5. Glossaire des acronymes

<i>Acronyme</i>	<i>Signification</i>
ADS	Application du droit des sols
AZS	Atlas des zones inondables
CEMAGREF	Centre d'études du machinisme agricole, du génie rural, des eaux et des forêts
CGEDD	Conseil général de l'environnement et du développement durable
CGPC	Conseil général des Ponts-et-chaussées
CNR	Compagnie nationale du Rhône
IGE	Inspection générale de l'environnement
PIG	Projet d'intérêt général
PPRI	Plan de prévention des risques d'inondation
PSS	Plan des surfaces submersibles
RFF	Réseau ferré de France
SCHAPI	Service central hydrologique d'appui à la prévision des inondations
SYMADREM	Syndicat mixte d'aménagement des digues du Rhône et de la mer.

n° 005602-01

décembre 2008

# Expertise du schéma de protection contre les crues du secteur de Tarascon-Arles

*Rapport technique*

Ressources, territoires et habitats  
Énergie et climat Développement durable  
Prévention des risques Infrastructures, transports et mer

Présent  
pour  
l'avenir



Ministère de l'Énergie, de l'Énergie,  
du Développement durable et de l'Aménagement du territoire



**CONSEIL GÉNÉRAL DE L'ENVIRONNEMENT  
ET DU DÉVELOPPEMENT DURABLE**

**Rapport n° : 005602-01**

**EXPERTISE DU SCHEMA DE  
PROTECTION CONTRE MES CRUES DU  
SECTEUR DE TARASCON-ARLES**

*Partie Technique*

établi par

**Gérard Degoutte**

Ingénieur général du génie rural, des eaux et des forêts

**Réginald Sarralde**

Ingénieur des travaux publics de l'État

**Décembre 2008**





**Ministère de l'agriculture  
et de la pêche**

**Conseil général de l'agriculture, de l'alimentation  
et des espaces ruraux (CGAAER)**



**Service Central d'Hydrométéorologie et d'Appui  
à la Prévision des Inondations (SCHAPI)**

**Protection contre les crues du secteur Tarascon Arles  
Rapport hydraulique**

**Gérard DEGOUTTE**  
Ingénieur général du GREF  
Membre du CGAAER

**Réginald SARRALDE**  
Ingénieur des travaux publics de l'Etat  
SCHAPI



Le contexte de la mission est décrit dans le rapport d'inspection du CGEDD dont le présent rapport constitue le volet technique. Il concerne les actions prévues pour la protection contre les crues du secteur compris entre Tarascon - Beaucaire au nord et Arles - Fourques au sud. Il s'intéresse plus particulièrement à la rive gauche avec le confortement du remblai RFF et le projet de barreau de protection nord d'Arles. Il s'intéresse aussi au devenir des eaux en cas de brèche ou de déversement au niveau de la voie RFF, ce qui concerne tout le secteur du Grand-Trébon, des anciens marais d'Arles et des Baux et de la zone tertiaire de Fourchon. Les actions correspondantes sont prévues dans le cadre du pré-schéma sud établi en 2006. À l'initiative de la ville de Tarascon, un projet de canal reliant le Petit Rhône au Grand Rhône pour contourner Arles a été envisagé en 2007. Il constitue un projet complémentaire ou une variante à certaines actions du pré-schéma sud. Ce rapport a bénéficié de la relecture de Jean-Michel TANGUY directeur du SCHAPI au démarrage de la mission, ainsi que de celle de Philippe QUÉVREMONT et François GÉRARD du CGEDD.

16 décembre 2008

## SOMMAIRE

<b>0 - Problématique générale d'une vallée endiguée .....</b>	<b>3</b>
<b>1 - Fonctionnement du secteur rive gauche du Rhône en aval de Tarascon (Grand Trébon, Vigueirat, Fourchon) .....</b>	<b>4</b>
1.1 - Les deux cours d'eau de la plaine .....	4
1.2 - Les autres ouvrages surélevés .....	5
1.3 - Un découpage de la vallée gauche du Rhône en casiers .....	7
<b>2 - Les références de débits de crue à Beaucaire.....</b>	<b>9</b>
<b>3 - La crue de décembre 2003 .....</b>	<b>11</b>
<b>4 - Modélisations hydrauliques en aval de Beaucaire.....</b>	<b>14</b>
4.1 - Historique des études .....	14
4.2 - Principes de modélisation retenus.....	14
4.3 - Présentation des principaux modèles utilisés.....	15
4.4 - Avis sur les différentes phases de modélisation .....	22
<b>5 - Actions prévues au pré-schéma sud entre Tarascon et Arles .....</b>	<b>23</b>
<b>6 - Étude de calage ; confortement de la voie RFF .....</b>	<b>25</b>
6.1 - L'étude de calage .....	25
6.2 - Sécurisation du remblai RFF .....	32
6.3 - Maîtrise d'ouvrage pour le confortement du remblai RFF .....	35
<b>7 - Protection des quartiers nord d'Arles .....</b>	<b>37</b>
7.1 - Principe de la protection par ajout d'un « barreau » .....	37
7.2 - Situation actuelle (2008, barreau non réalisé).....	39
7.3 - Avec barreau seul.....	40
7.4 - Avec protection nord d'Arles, et ouvrage de transfert sur Vigueirat.....	41
7.5 - Avec protection nord d'Arles, sans transfert sur Vigueirat .....	42
<b>8 - Protection de Fourchon.....</b>	<b>48</b>
<b>9 - Protection sud de Tarascon .....</b>	<b>50</b>
<b>10 - Projet de canal de contournement d'Arles.....</b>	<b>51</b>
10.1 - Comment est née l'idée d'un canal de contournement ? .....	51
10.2 - La modélisation numérique du canal de contournement .....	52
10.3 - Le canal de contournement : une solution intéressante ?.....	59
10.4 - Aspect géomorphologique .....	62
10.5 - La dérivation des eaux vers la Camargue .....	62
<b>11 - Conclusions et recommandations. Résumé .....</b>	<b>64</b>
<b>Bibliographie .....</b>	<b>67</b>

*Photo de couverture : digue droite du Petit Rhône à Fourques en décembre 2003 (cliché Paul ROYET)*

Nul n'ignore que la problématique des crues dans la région d'Arles est particulièrement complexe. On en verra les raisons, naturelles comme artificielles, la proximité des affluents torrentiels du Rhône, le goulet d'Arles, le verrou de Fourchon, la difffluence, les remblais ferroviaires ou de canaux... Tout ceci conduit à des études complexes et longues. C'est le mérite de l'État de les avoir entreprises dans l'EGR, le Plan Rhône et son volet du pré-schéma sud, puis du SYMADREM de les continuer pour passer d'un schéma à des projets d'aménagement. Notre rapport est donc nécessairement long. **Un résumé en est tenté au dernier chapitre (page 64).**

## 0 - Problématique générale d'une vallée endiguée

La présence d'un système d'endiguement continu sur le Rhône pour tout le secteur qui nous concerne, ainsi que sur le Grand Rhône et le Petit Rhône, met en jeu une problématique classique mais qu'il n'est pas inutile de rappeler en préambule.

Les digues fluviales sont une arme à double tranchant : elles protègent des terrains pour des crues faibles ou moyennes, mais elles les mettent en danger en cas de crues fortes ou extrêmes ou si elles sont en mauvais état. Leur rupture provoque alors dans le lit majeur une onde de crue plus brutale que celle qui se serait produite sans la digue. Les digues en terre, comme celles du Rhône, résistent particulièrement mal à la surverse. Elles peuvent aussi périr avant même de surverser, selon divers mécanismes d'érosion interne, d'affouillement au pied de berge ou de glissement.

### Jusqu'à quand une digue résiste-t-elle ?

Une digue correctement conçue, construite et entretenue résiste jusqu'à ce que l'eau atteigne ce qu'on appelle la « cote de danger de rupture ». À un ou quelques cm près, il s'agit en pratique de la cote de la crête de la digue, ou plus précisément de la cote des points bas de cette crête. Mais quand une digue ne satisfait pas aux trois conditions de bonne conception, bonne construction et bon entretien, elle peut périr par érosion interne, même pour des cotes d'eau inférieures à sa crête. Les exemples sont nombreux. L'ennui, c'est qu'il est facile de prédire qu'une digue, même correctement réalisée, se rompra peu après le début de surverse ; mais il n'est pas possible de dire pour quel niveau d'eau une digue non correctement réalisée se rompra ; il est de plus difficile de dire où. Plus encore, une digue non correctement construite pourra résister à un certain évènement, par exemple la crue de 2003, mais s'étant alors affaiblie, elle pourra très bien ne pas résister à une crue arrivant à la même cote, voire même à une cote inférieure. Ce dernier point n'est pas forcément bien connu de toutes les personnes concernées. A contrario, une digue correctement conçue, réalisée et entretenue pourra résister à tous les types de désordre sauf évidemment à celui provoqué par une surverse. C'est-à-dire qu'elle pourra être considérée comme sûre tant que la crue n'atteint pas ce que nous appelons plus bas la crue de danger de rupture.

Une première conclusion, non spécifique au Rhône : lorsque des enjeux importants dépendent de digues, les personnes doivent être clairement informées de leur situation précaire et des plans communaux de sauvegarde doivent être réalisés. Lorsque les enjeux sont particulièrement importants, il est urgent de renforcer les digues, ou de protéger ces enjeux par d'autres méthodes, si cela s'avère plus avantageux ou plus rapide.

### La formation d'une brèche peut-elle être un bien ?

Les brèches qui se produisent, par surverse, ou tout autre mécanisme, dérivent une partie de l'eau du lit mineur endigué et le soulagent. Cela conduit souvent à penser que les brèches ont donc des conséquences positives en aval et évitent d'autres brèches. Est-ce toujours vrai ? Cela conduit aussi à penser que l'abaissement du niveau de l'eau au droit de la brèche agit en amont par effet de remous, en « tirant » la ligne d'eau vers le bas. Est-ce toujours vrai ?

En aval d'une brèche qui vient de se produire, le lit endigué propage un hydrogramme de crue obtenu par différence entre l'hydrogramme amont et celui qui est dérivé vers le lit majeur au travers de la brèche. Lorsque les pointes de ces deux hydrogrammes sont relativement simultanées, le

bénéfice est réel car la pointe de crue à l'aval de la brèche est diminuée. Lorsque les crues sont rapides, ce bénéfice n'est pas garanti. En effet, la digue peut résister à la surverse pendant quelques minutes à quelques heures, et la brèche peut très bien survenir alors que la montée de crue est déjà terminée. Cette circonstance a clairement été mise en évidence sur le Vidourle après la crue de septembre 2002. Peu importe que cela ait aussi été ou non le cas pour les deux brèches du Petit Rhône en décembre 2003, nous voulons simplement rappeler que l'on ne peut pas escompter à l'avance qu'une brèche aura un réel bénéfice à son aval.

Vers l'amont, l'effet hydraulique est d'une toute autre nature. Une brèche, tant qu'elle débite, induit un abaissement de la ligne d'eau par effet de remous. Cela peut constituer un avantage local, par exemple en arrêtant un débordement qui aurait commencé. Mais cela est rarement déterminant sur de longues distances, car peu à peu l'effet des pertes de charges tout au long du cours d'eau « dilue » le bénéfice de l'abaissement aval.

#### **Cote de protection et cote de danger de rupture.**

Nous parlons de la cote de l'eau dans la rivière au droit du tronçon de digue considéré. Commençons par parler d'une digue correctement réalisée. Nous avons déjà défini la « cote de danger de rupture », celle au-delà de laquelle on ne garantit plus la tenue de la digue : c'est la cote de la crête de la digue (ou du point le plus bas de son profil, sauf s'il est aménagé pour être résistant à la surverse). La « cote de protection » est la cote à partir de laquelle les lieux à protéger commencent à être inondés en dépit de la présence de la digue. Dans les aménagements conçus dans un but de protection, on réalise des tronçons de digue aptes à résister au déversement qui permettent d'inonder la plaine lentement quand il n'est plus possible de l'éviter et de diminuer le risque d'érosion par surverse. Il y a alors une marge importante entre ces deux cotes. Mais dans le cas du Rhône, et dans bien d'autres cas de digues anciennes, il n'y a aucune marge : vu l'absence de digue apte au déversement, ces deux cotes sont identiques, la protection des personnes cesse exactement au moment où la digue est en danger de rupture. Cette circonstance fort dangereuse résulte souvent d'un aménagement non voulu : les maisons sont arrivées après la digue.

Mais si la digue n'est pas correctement réalisée, c'est encore pire, elle risque de se rompre pour des niveaux de crue inférieurs à la cote de la crête. Cote de protection et cote de danger sont encore identiques, mais en plus c'est une cote que l'on ne connaît pas.

La crue de danger de rupture est une crue amenant le niveau de l'eau dans la rivière à la cote de danger de rupture. On trouve en France des cas très variables où cette crue peut être moins que décennale ou plus que centennale.

## **1 - Fonctionnement du secteur rive gauche du Rhône en aval de Tarascon (Grand Trébon, Vigueirat, Fourchon)**

La plaine de rive gauche du Rhône en aval de Tarascon a un fonctionnement hydraulique déjà complexe en l'absence de crue, bien plus encore quand le Rhône s'en mêle. Il y a deux petits cours d'eau venant de la Crau, le Vigueirat et le canal de la vallée des Baux, il y a de nombreux remblais (routes, voie ferrée, canaux) barrant les écoulements. Il y a surtout en aval de tout ça un verrou naturel à Fourchon qui crée à son amont une cuvette marécageuse, en grande partie assainie maintenant.

### **1.1 - Les deux cours d'eau de la plaine**

En aval de Tarascon et jusqu'à la mer, la vallée naturelle (avant tous les aménagements) est barrée transversalement par un ensemble composé du relief de la costière de Crau, de l'affleurement

calcaire où s'est construite la ville antique d'Arles<sup>1</sup> et du col qui les rejoint, baptisé « verrou de Fourchon ». En amont de ce verrou, la vallée reçoit deux petits cours d'eau qui ont bien du mal à rejoindre le Rhône ou la mer ; ce sont le Vigueirat issu du nord des Alpilles et le canal de la vallée des Baux issu du sud des Alpilles. Ces deux émissaires, avant les aménagements, se perdaient dans les marais d'Arles et des Baux. Lors des crues du Rhône non encore endigué, ces marais se remplissaient et pouvaient (supposons-nous) déborder par-dessus le verrou de Fourchon, et s'étaler alors vers d'autres marais situés plus au sud d'Arles (Meyranne) et qui nous concernent moins.

Le bassin versant du Vigueirat représente 193 km<sup>2</sup>. Il s'évacue par le **Vigueirat** (souvent appelé à tort canal du Vigueirat<sup>2</sup>) qui traverse le col de Fourchon puis rejoint le port de Fos. Il a dû être fortement endigué (depuis le lieu-dit Saint-Gabriel) pour que son écoulement traverse gravitairement le verrou de Fourchon. Du fait des digues, les parcelles riveraines ne peuvent pas être assainies vers le Vigueirat. Ce cours d'eau modeste qui ne devait pas souvent envoyer des eaux vers la mer est en fait devenu un petit fleuve.

Le Vigueirat voit les débits de son bassin versant plafonnés à environ 35 m<sup>3</sup>/s par les ponts de la RD33 à St-Gabriel qui se mettent en charge dès 30 m<sup>3</sup>/s. Ainsi les débits du bassin versant du Vigueirat se partagent en crue entre son lit endigué et la plaine du Grand-Trébon. En outre, sa capacité étant par endroit largement inférieure à 35 m<sup>3</sup>/s dans la partie endiguée, il peut déborder, comme en 2003 à Fort d'Herval sur sa rive gauche (vers les marais d'Arles).

Le bassin versant du canal de la vallée des Baux est légèrement plus grand, avec 220 km<sup>2</sup>. Pour assainir et cultiver les vastes marécages d'Arles et des Baux, ainsi que la plaine rive gauche du Vigueirat, des réseaux de fossés ont été creusés. Tous ces fossés rejoignent par pompage le **canal de la vallée des Baux** qui se jette dans le canal de navigation d'Arles à Fos après avoir entaillé le col de Fourchon et après être passé en siphon sous le Vigueirat.<sup>3</sup>

## 1.2 - Les autres ouvrages surélevés

D'autres ouvrages surélevés peuvent jouer un rôle important lors des grandes inondations. Ce rôle est toujours aggravant à l'amont par effet de rehausse de la ligne d'eau ; il est au contraire favorable à l'aval par effet de laminage de crue (stockage transitoire d'un volume d'eau) ; mais ce rôle positif peut s'inverser en cas de rupture.

Ces remblais qui traversent le lit majeur sont le canal des Alpines, la roubine du Roy, le canal de Craponne, la voie ferrée RFF et plusieurs routes. Voir figure 1.

Le **canal d'irrigation des Alpines**, situé au nord du Trébon, dérive des eaux de la Durance et se termine dans le Rhône. Son débit est totalement maîtrisé et ce canal ne joue un rôle sur les inondations que du fait qu'il est surélevé.

La **roubine du Roy**, située au cœur de la ville d'Arles, joue le rôle d'une décharge des eaux du Vigueirat vers le Grand Rhône, du moins si le Rhône n'est pas, ou plus, en crue. Elle est fortement endiguée entre le Vigueirat et la voie ferrée.

Deux ouvrages surélevés anciens ne sont cités que pour mémoire car ils sont transparents<sup>4</sup> vis-à-vis des inondations :

<sup>1</sup> Cet affleurement en calcaire du Hauterivien culmine aux alentours de 15 m NGF alors que toute la plaine est entre 2 et 6 m NGF.

<sup>2</sup> Le Vigueirat n'est absolument pas un canal. C'est une rivière endiguée, tout comme le Rhône, la Loire, le Vidourle... qui ne sont pas qualifiés de canaux.

<sup>3</sup> En fait, nous n'avons pas voulu compliquer encore plus en signalant que le canal de la vallée des Baux a le mauvais goût de changer de nom pour devenir le « tronc commun » une fois reçu le « canal de vidange » qui draine le casier des marais d'Arles.

<sup>4</sup> « Transparent » : qui n'aggrave pas les inondations car ne surélève pas la ligne d'eau à l'amont, même en crue.

- le **canal de Craponne** est ici un aqueduc (maçonné) dont, de surcroît, de longs tronçons ont été supprimés par les travaux routiers récents ;
- la **voie ferrée Tarascon Marseille** passe (ici) sur de très grands viaducs.

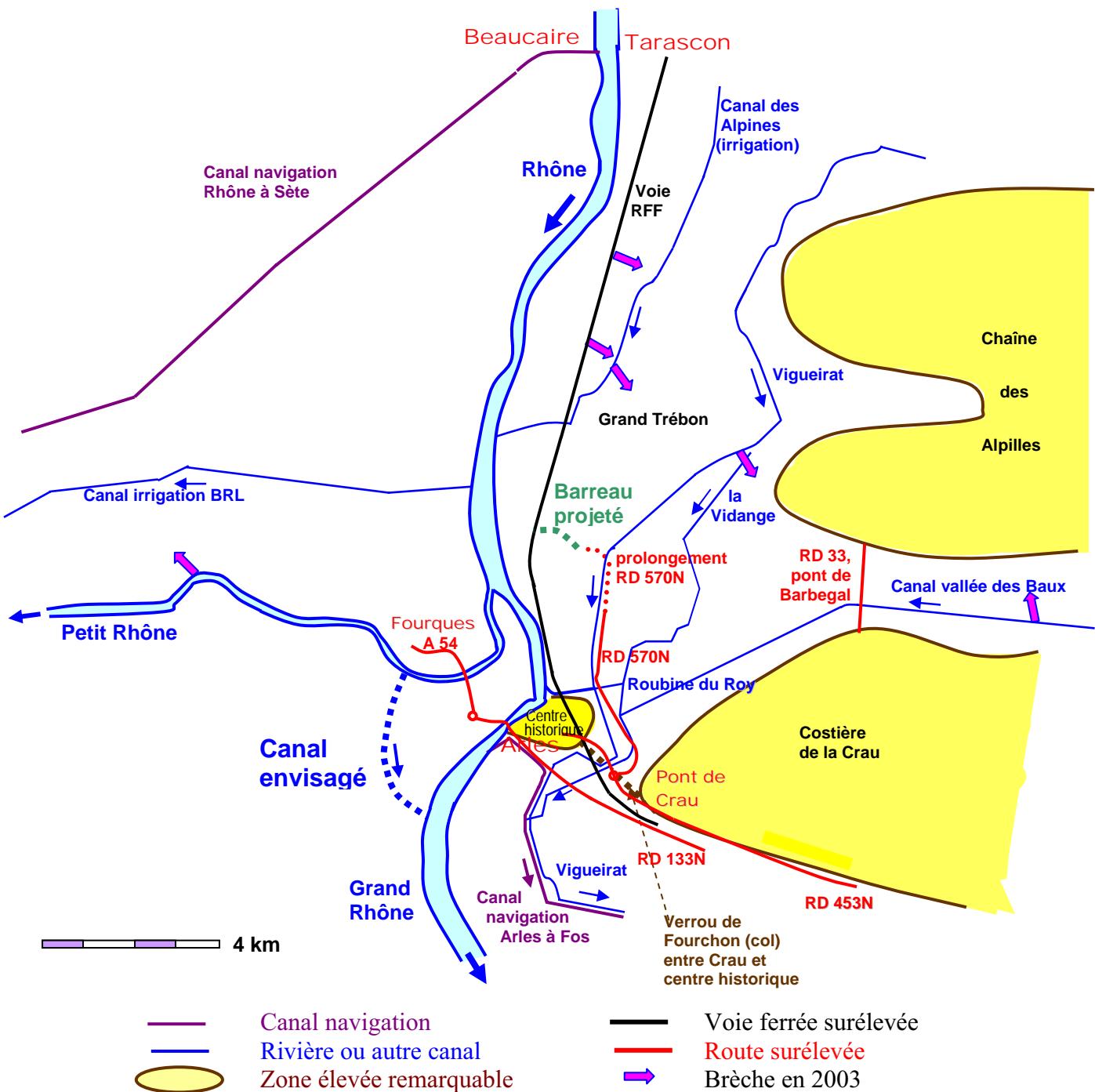


Figure 1 - schéma général du secteur Arles Tarascon

Les remblais plus récents ne sont transparents que jusqu'à une certaine limite :

- le plus en aval est la **voie rapide RD 133<sup>N</sup>** qui constitue la limite aval de la zone de Fourchon ;
- la **RD 453<sup>N</sup> de Saint Martin de Crau à Arles** qui longe le canal de Craponne est le remblai le plus haut qui suréleve le verrou de Fourchon ; malgré la présence des deux ponts (Vigueirat et canal de la vallée des Baux), cette route peut faire barrage aux écoulements qui proviendraient du nord, jusqu'à une certaine limite ;

- la RD 570<sup>N</sup> (rocade périphérique à l'est d'Arles) rejoint cette RD 453<sup>N</sup> au niveau d'un grand rond-point ; c'est sa prolongation au nord -baptisée barreau- qui est appelée à jouer un rôle dans le cadre de la protection nord d'Arles contre les crues.

### 1.3 - Un découpage de la vallée gauche du Rhône en casiers

Divers remblais cités plus haut barrent la vallée de rive gauche, et tendent à s'opposer aux débordements du Rhône. Ils créent des casiers de fait. Nous appelons casiers de grands espaces du lit majeur dans lesquels des débordements peuvent se produire à la faveur des crues ; ils sont limités côté fleuve et côté aval par des digues ou des remblais ; côté amont et côté coteau, ils se referment naturellement sur le relief ou sont aussi limités par des digues ou remblai divers. En cas de venue d'eau par l'amont, ces casiers ont un rôle favorable d'écrêtage des crues, et quand leur contenance est dépassée, ils déversent (brutalement s'il y a une brèche) dans le casier aval et ainsi de suite. Selon l'importance des débordements, un casier est sollicité, ou deux, ou trois... Bien sûr, aucun casier n'est sollicité par le Rhône si la voie ferrée ne connaît pas de désordre ou si elle n'est pas dépassée. Mais les casiers peuvent éventuellement être sollicités aussi par les eaux des bassins versants locaux (Vigueirat, vallée des Baux), sans parler de la pluie qui tombe directement.

**Casier des Alpines.** Le premier casier, en partant de Tarascon, est celui délimité à son aval par le canal des Alpines, en fait par la digue côté droit de ce canal (figures 1 et 2). C'est un canal d'irrigation dont la prise est en Durance. Le casier des Alpines a été sollicité en décembre 2003 par les flots qui se sont échappés de deux trémies sous la voie ferrée (trémie des Ségonnaux, trémie du mas de Teissier). Ce casier ne dispose pas de système de ressuyage. En décembre 2003, une brèche a été volontairement pratiquée pour éviter que le remous amont ne vienne inonder par l'aval les quartiers sud de Tarascon. Les eaux ainsi libérées se sont déversées dans le casier du Trébon, mais sans intervention humaine, une brèche se serait vraisemblablement produite. Ce casier a une petite superficie (4 km<sup>2</sup>) et n'écrête que modérément les crues. Le canal des Alpines n'ajoute pas de débit car il suffit de fermer les vannes d'entrée.

**Casier de Grand Trébon - Monplaisir.** Ce casier est situé environ 3 m en contrebas du casier des Alpines et couvre une grande superficie, 27 km<sup>2</sup>. Sa limite aval est formée à l'est par la digue de rive droite du Vigueirat et au sud par la digue de rive droite de la roubine du Roy (figure 1). La roubine du Roy a évité en décembre 2003 l'inondation par le nord du quartier de Griffeuille et plus au sud de celui de Genouillade.

Ce casier est ressuyé par un contre-fossé qui longe la digue droite du Vigueirat. Ce fossé aurait bien du mal à traverser la ville d'Arles du nord au sud et il a fallu le faire passer sous le Vigueirat par les deux siphons de Flèche et de Quenin. Les deux roubines de Flèche et de Quenin rejoignent un grand fossé d'assainissement appelé « la Vidange ». La Vidange rejoint ensuite le canal de la vallée des Baux (figure 1).

En 2003, ce système de ressuyage s'est avéré insuffisant pour évacuer toutes les eaux stockées dans le casier de Grand Trébon - Monplaisir, d'autant que le siphon de Quenin s'est obstrué. Il a fallu aménager en urgence des passages busés sous la digue nord de la roubine du Roy afin de vidanger le casier vers le Grand Rhône une fois qu'il avait amorcé sa décrue.

Le barreau projeté pour protéger Arles coupera ce casier en deux parties : au nord le casier du Grand Trébon, au sud la zone urbaine de Monplaisir qui sera protégée et donc « sortie » du casier.

**Casier des anciens marais d'Arles et des Baux.** Ce casier de 36,6 km<sup>2</sup> est limité au sud par le verrou naturel de Fourchon et par la route RD 453<sup>N</sup> qui le surélève. En l'absence d'arrivée d'eaux provenant du Rhône ou du Vigueirat, et s'il pleut très fort sur son bassin propre, l'écoulement se fait bien entendu de l'amont vers l'aval, c'est-à-dire de l'est vers l'ouest : le marais des Baux se remplit avant celui d'Arles. Mais, en cas d'arrivée d'eaux extérieures, venant soit du Rhône par trop plein du casier du Trébon, soit du Vigueirat par déversement sur sa digue sud ou par brèche, ce casier peut fonctionner à l'envers : il est envahi par l'aval, et l'écoulement remonte le canal de la vallée des Baux vers l'amont. Cela s'est produit en 2003 suite à la brèche de la digue gauche du Vigueirat à Fort Hébral. La séparation hydraulique entre le marais d'Arles (21,6 km<sup>2</sup>) et celui des Baux (15 km<sup>2</sup>) est faite par la RD 33 à Barbegal qui se comporte comme un barrage à pertuis ouvert dans les deux sens (figure 1). **En 2003, le casier des marais ne s'est pas complètement empli et n'a pas déversé sur le verrou de Fourchon (fort heureusement, car cela aurait inondé toute la zone tertiaire de Fourchon).** Cf. figure 2. Mais cela pourrait se produire en cas de crue encore plus forte, ou bien même en cas de crue plus faible et de grosse brèche dans la voie ferrée.

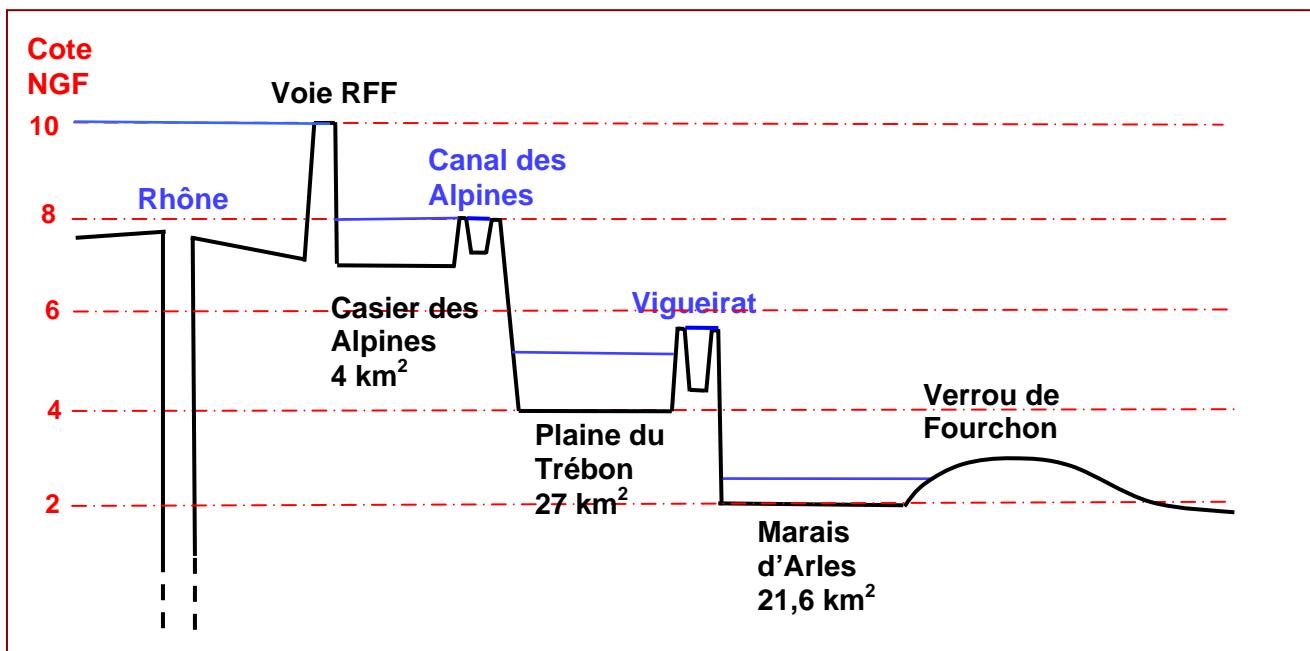


Figure 2 - section schématique de la vallée du Rhône rive gauche, sud de Tarascon (sens des débordements amont aval). Les niveaux d'eau (en bleu) sont ceux observés en 2003.

## 2 - Les références de débits de crue à Beaucaire

Nous résumons ici les valeurs de débits de pointe à la station de référence de Beaucaire des crues historiques, en les comparant aux débits de pointe de différentes périodes de retour obtenus par ajustement statistique (loi de Gumbel). Un débat avait eu lieu pour estimer la valeur du débit maximum observé en décembre 2003. Il a été tranché en 2005 par une conférence de consensus, dont nous admettons les conclusions [13]<sup>5</sup>. Cette conférence avait aussi validé les ajustements fréquentiels

- Ajustements (source EGR à partir des données 1920-2000) :

- $Q_{1000} = 14\ 160\ m^3/s$
- $Q_{500} = 13\ 300\ m^3/s$
- $Q_{100} = 11\ 300\ m^3/s$
- $Q_{10} = 8\ 400\ m^3/s$

- Crues historiques :

- novembre 1840 :  $13\ 000\ m^3/s$  (d'après Pardé)
- mai 1856 :  $12\ 500\ m^3/s$  (d'après Pardé) ; cf. hydrogramme noir de la figure 3 ;
- octobre 1993 : de l'ordre de  $9\ 500\ m^3/s$
- janvier 1994 : de l'ordre de  $10\ 500\ m^3/s$  ( $11\ 000 \pm 10\%$  selon CNR,  $10\ 000 \pm 10\%$  selon D. Duband) ; cf. hydrogramme vert ;
- décembre 2003 :  $11\ 500\ m^3/s \pm 5\%$  selon conférence de consensus [13] ; cf. hydrogramme rouge ;

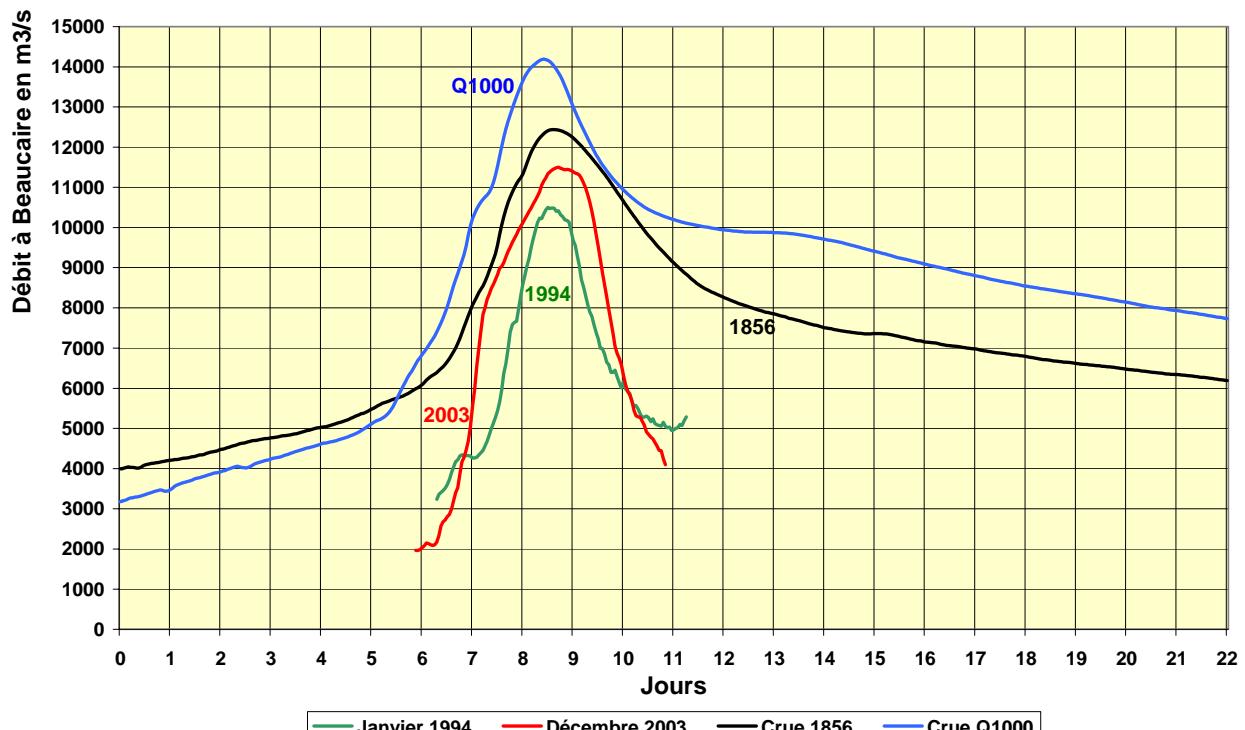


Figure 3 - hydrogrammes de crues historiques ou de crues de référence à Beaucaire

<sup>5</sup> Les numéros entre crochets renvoient à la bibliographie en fin de rapport.

Si l'on raisonne sur le débit de pointe (et non sur le volume), la crue de 2003 est un peu plus que centennale ; celle de 1840 serait environ cinq-centennale et celle de 1856 serait entre centennale et cinq-centennale. Il n'est pas utile de chercher à donner une période de retour précise à ces crues historiques du XIXe siècle pour trois raisons :

- le climat était différent : en 1840 et 1856, c'était la fin du petit âge glaciaire ;
- le Rhône en amont de Beaucaire a été très fortement aménagé depuis ;
- les estimations de débit de cette époque sont entachées d'une grande incertitude, d'autant que des brèches lors de ces crues ont dérivé et retardé une partie des débits.

Par la suite, la crue de 1856 sera baptisée crue de référence.

### 3 - La crue de décembre 2003

La crue de décembre 2003 fut la plus forte connue depuis 1856. Elle a provoqué deux grosses brèches sur le Petit-Rhône au Mas d'Argence et à Claire-Farine. En amont d'Arles, le remblai RFF et la digue de rive droite étaient en limite de débordement. Voir photo de couverture. Les passages routiers sous la voie ferrée, appelés trémies, sont fermés côté Rhône par des cavaliers (ou digues) en terre en forme de bec de canard (photo 1). Ces cavaliers et la voie ferrée elle-même forment une ligne de défense continue contre les crues du Rhône de Tarascon à Arles, mais les cavaliers constituent des points bas. Ils sont sensiblement calés à la cote de la plateforme ferroviaire, c'est-à-dire au niveau de la base du ballast. Les dos d'âne des routes sont presque à la même cote (entre 0 et 20 cm plus bas), mais de toutes façons, ils ont été fermés par des cordons de terre ou des sacs posés pendant la crue par des riverains. De son côté, RFF tentait de limiter les surverses sur les cavaliers en faisant poser des sacs de sable par hélicoptère. Le 3 décembre au soir, les cavaliers des deux trémies des Ségonnaux et du mas Tessier ont déversé et se sont rompus par l'érosion provoquée par la surverse, celle-ci se concentrant sur des points bas. Ces cavaliers étaient aussi affaiblis par des circulations d'eau internes, déjà révélées par la crue de 1994 et traitées par injection. Pendant la crue de 2003 et avant formation des brèches, on a observé des écoulements d'eau claire au pied des cavaliers de la trémie de mas de Teissier. À la trémie des Ségonnaux, on a observé un écoulement d'eau chargée et un début de glissement du cavalier nord [11]. Le soir, la SNCF déversait des blocs dans la trémie à partir d'un train spécial pour tenter de l'obstruer.



**Photo 1 - Trémie du mas Tessier le 3/12/2003.**

Côté Rhône en haut de la photo, côté casier des Alpines en bas. Deux brèches sont en cours de formation sur le cavalier en forme de bec de canard. Elles débiteront environ 100 m<sup>3</sup>/s. La section du pont routier contrôle l'écoulement. Par effet de remous, elle provoque l'ennoiement par l'aval de la section déversante et évite ainsi l'approfondissement des brèches.

La crue de 2003 a tangenté le niveau de la plateforme, sans dépasser le niveau inférieur des rails. Des témoignages indiquent effectivement des infiltrations à travers le ballast. Le remblai a donc

déversé par écoulement au travers du ballast [11]. Celui-ci n'a pas été emporté du fait du faible gradient hydraulique auquel il était soumis (grande largeur de la plateforme). Le remblai limoneux sous le ballast a pu résister à ces surverses grâce à la carapace constituée par les pierres concassées du ballast qui ont « imprégné » le haut du remblai. En tout état de cause, la tenue du remblai RFF pendant la crue de 2003 était limite.

Sans les brèches des trémies, la ligne d'eau du Rhône aurait été plus haute de 10 à 15 cm et aurait entraîné une plus forte sollicitation du ballast. Peut-être des brèches se seraient-elles produites dans la voie ferrée elle-même. N'étant pas contrôlées à leur aval, ces brèches auraient pu se développer jusqu'à la base du remblai ferroviaire, libérant alors des débits et des volumes sans commune mesure avec ceux qui ont été libérés en fait.

Le débit maximum qui a transité par les trémies est estimé à 200 m<sup>3</sup>/s environ (entre 170 et 240<sup>6</sup>). Elles ont évacué un volume de 15,4 hm<sup>3</sup> qui s'est ajouté à celui (1,3 hm<sup>3</sup>) provenant du Vigueirat<sup>7</sup> pour stocker 16,7 hm<sup>3</sup> dans la plaine du Grand-Trébon et dans le casier délimité par le canal des Alpines [11]. Le volume ainsi déversé via les trémies ne représente que 0,45 % du volume de la crue du Rhône. Le canal du Vigueirat voit arriver 45 m<sup>3</sup>/s de son propre bassin versant, mais en aval de Saint-Gabriel il est endigué et sa capacité est limitée à 35 m<sup>3</sup>/s, provoquant un déversement de 10 m<sup>3</sup>/s sur sa berge droite, c'est à dire dans la plaine du Grand-Trébon. La digue opposée cède au milieu de la journée du 4/12 au fort d'Herval (en face Fontvieille), contribuant à remplir le casier des marais d'Arles et des Baux, et cessant la contribution du Vigueirat au remplissage du casier du Grand Trébon-Monplaisir.

La plaine d'inondation de rive gauche du Rhône est en fait un véritable escalier en quatre marches, dont les trois premières ont été franchies en décembre 2003 (figure 2) :

- le lit endigué du Rhône limité par le remblai ferroviaire avec un niveau d'eau maximal entre 11 et 9 m en 2003 ;
- le casier du canal des Alpines, limité par les digues de ce canal, avec de l'eau à la cote 8 m ;
- la plaine du Grand Trébon-Monplaisir, limitée à l'est par les digues du canal du Vigueirat et au sud par la roubine du Roy, avec de l'eau à la cote 5,2 m en 2003 ;
- le marais d'Arles et le marais des Baux (limités au nord par les contreforts des Alpilles et au sud par la costière de la Crau et le verrou de Fourchon) où le niveau de l'eau est de 2 à 3 m, ces eaux provenant quasi exclusivement de la vallée des Baux et de celle du Vigueirat (plus les eaux du Rhône provenant des deux siphons sous le Vigueirat). Le marais des Baux a été inondé dans un premier temps par son propre bassin versant. Ce canal est en relief et les canaux de drainage du marais rejoignent le canal principal par pompage. Les pompes se sont noyées lors de l'inondation et les marais se sont remplis puis ont déversé dans le canal par surverse sur ses digues qui se sont endommagées. Dans un second temps, ce canal a été alimenté « à l'envers » par l'eau provenant du Rhône via le marais d'Arles. La RD 33 (de Fontvieille à Raphèle) fait barrage et a limité cette intrusion par l'aval. Le siphon de Flèche s'effondre le 5/12 en fin de matinée, limitant l'apport au casier des marais d'Arles et des Baux, et retardant la vidange du casier du Grand-Trébon-Monplaisir. Le Vigueirat après s'être partiellement délesté dans les deux marais poursuit son chemin au droit du quartier de Fourchon. Il l'épargne mais de justesse, et c'est heureux car ce quartier se serait retrouvé piégé par le remblai de la RD 453<sup>N</sup>, voie rapide Arles-Salon. Seul un débordement ponctuel se produit à la station de pompage de pont de Crau.

Côté gardois, le Rhône n'a pas franchi ses digues, mais la marge était faible. Et même, il y a eu un début de surverse en rive droite du Rhône en amont de Fourques au niveau du point bas occasionné

<sup>6</sup> Valeurs cohérentes avec l'estimation BCEOM de 243 m<sup>3</sup>/s, page 33 de l'étude d'impact du barreau.

<sup>7</sup> Ainsi que les volumes provenant du canal des Alpines, négligeables car les vannes de tête de ce canal, au niveau de la Durance avaient été fermées dès le 3/12 au matin.

par une rampe d'accès à la piste de service. L'écoulement a été stoppé au plus fort de la crue par apports de matériaux en crête [9']. Voir aussi photo de couverture. Mais le Petit Rhône les a franchies en rive droite au Mas d'Argence et à Claire Farine. Sans ces brèches, il serait également sorti en rive droite au droit du pont suspendu de Fourques. L'inondation de la plaine a été très étendue, franchissant le canal BRL puis le canal de navigation du Rhône à Sète, venant ainsi aux abords de la ville de Bellegarde puis, ayant franchi l'A54, aux abords de Saint-Gilles. Par effet de remous, la zone inondée s'est rapprochée à l'est de la digue droite du Rhône aux environs de la prise BRL et de Saujean.

Au bilan, la **crue de décembre 2003** a été une crue-test montrant à la fois :

- que certaines protections en rive gauche étaient (malheureusement) dépassées, mais de peu (cavaliers des trémies, berge du canal des Alpines), d'où l'inondation de la plaine rurale du Grand-Trébon et du quartier de Monplaisir ;
- que le Petit Rhône endigué a débordé, côté gardois ;
- que d'autres protections des deux rives étaient à la limite d'être dépassées et donc de rompre : à droite digue entre Fourques et Beaucaire, à gauche remblai RFF, digue de la roubine du Roy, digues du Vigueirat, et qu'ainsi d'autres quartiers d'Arles (Griffeuille, Genouillade, Alyscamps, Fourchon, Trinquetaille) et la plaine de Beaucaire à Fourques, ont évité l'inondation de justesse ; le remblai du musée d'Arles antique (IRPA) était aussi en limite de débordement.

## 4 - Modélisations hydrauliques en aval de Beaucaire

### 4.1 - Historique des études

Les crues de 1993, 1994 et plus récemment de 2003 ont confirmé la nécessité d'une action concertée pour lutter contre les inondations du Rhône. Ainsi l'Etat et les Collectivités ont entrepris différentes phases d'études sur le Rhône et en particulier sur le secteur qui nous concerne (à l'aval de Beaucaire).

L'Etude Globale Rhône (EGR) portée par l'établissement public Territoire Rhône a permis de faire la synthèse des connaissances et de définir plusieurs pistes d'aménagement. Cette étude a été reprise dans le cadre du Plan Rhône (validé en 2006) qui fixe les grands principes d'aménagement et en prévoit les financements. Le plan Rhône a ensuite été décliné sur le secteur en aval de Tarascon dans un « Pré-schéma Sud » établi par la DIREN de Bassin.

Le Syndicat Mixte Interrégional d'Aménagement des Digue du Delta du Rhône et de la Mer (SYMADREM) est maintenant le principal maître d'ouvrage des travaux de protection définis dans le pré-schéma Sud du Plan Rhône.

Nous nous intéresserons ici aux aspects hydrauliques de ces différentes études et présenterons plus particulièrement les modélisations numériques construites pour définir et étayer les différents scénarios d'aménagements contre les inondations.

### 4.2 - Principes de modélisation retenus

Les principales phases d'études, ont suivi un ordre logique : les premières étapes (EGR, Plan Rhône et pré-schéma Sud) avaient pour but de synthétiser les connaissances sur les inondations et leurs conséquences, d'établir les grands principes de lutte contre ces inondations et d'en évaluer la pertinence ; la deuxième phase (études du SYMADREM) consiste à étudier en détail les solutions d'aménagements répondant aux principes fixés.

Les solutions retenues pour la modélisation se sont inscrites dans cette logique : la première étape nécessitait l'établissement d'un modèle global permettant de simuler un grand nombre de scénarios ; la phase la plus récente avait pour sa part besoin d'un modèle plus détaillé permettant de dimensionner précisément les ouvrages.

Dès lors, les choix d'une modélisation monodimensionnelle pour la première phase, et d'une modélisation bidimensionnelle pour les études de projet n'appellent pas de remarque particulière.

Voici les deux différences principales entre ces deux types de modélisation.

- La modélisation monodimensionnelle (1D) simplifie la représentation de l'espace, en la réduisant à une seule dimension, et en moyennant dans cette dimension les différentes composantes des équations de l'hydraulique. Elle schématise les principaux axes d'écoulement : l'écoulement en lit mineur est ainsi considéré comme monodirectionnel. Ce type de modélisation suppose donc que l'on puisse négliger les vitesses des écoulements transversaux devant celles de l'écoulement principal. Dans les modèles 1D à casiers, le champ d'inondation est également décrit, sous la forme de « casiers » interconnectés qui représentent les différentes zones de stockage des volumes débordés dans le lit majeur. Ce type de modèle a l'avantage d'être robuste, plus facile à mettre en œuvre qu'un modèle 2D, et permet d'effectuer les simulations dans un temps de calcul réduit.

- La modélisation bidimensionnelle (2D) représente les écoulements en deux dimensions. Elle permet ainsi une modélisation plus détaillée, et en particulier dans les zones singulières (diffluence Grand Rhône-Petit Rhône, goulet d'Arles). Elle est plus adaptée pour décrire le champ des vitesses dans le lit majeur. Ces vitesses sont moyennées le long d'une verticale. La modélisation 2D nécessite un plus grand nombre de données d'entrée et entraîne des temps de calcul sans commune mesure avec ceux d'une modélisation 1D.

## 4.3 - Présentation des principaux modèles utilisés

Nous nous intéresserons ici uniquement aux modélisations mises en place pour étudier le Rhône et sa plaine à l'aval de Beaucaire.

### 4.3.1 - Le modèle 1D construit dans le cadre de l'Étude Globale Rhône

#### Objectifs de la modélisation

Ce modèle a été conçu par la société EGIS (anciennement BCEOM) pour le compte de l'établissement public Territoire Rhône. Il a été utilisé pour deux phases d'études distinctes: d'abord dans le cadre de l'EGR sur la base de crues de référence établies avant l'évènement de 2003, puis pour une étude complémentaire (2005) commandée par la DIREN de bassin pour l'établissement du pré-schéma sud du Plan Rhône. Enfin, il a été utilisé toujours par EGIS, mais pour le compte du SYMADREM pour étudier l'impact du barreau de protection nord d'Arles (voir chapitre 7).

La construction de ce modèle répondait aux objectifs suivants :

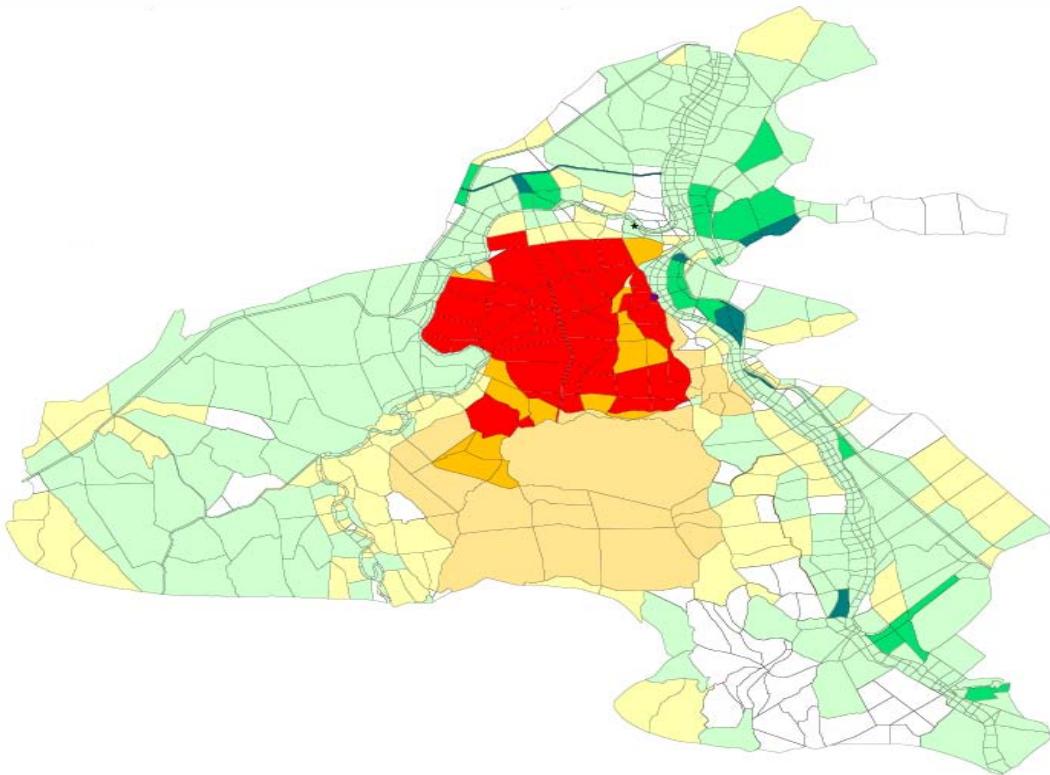
- afficher les risques d'inondation ;
- fournir des éléments d'aide à la décision pour une stratégie d'aménagement.

Les études ont ainsi suivi deux étapes :

- la connaissance de « l'état actuel », c'est-à-dire sans travaux d'aménagement. Les simulations ont ainsi permis d'évaluer les niveaux de protection offerts par les endiguements, ainsi que les conséquences éventuelles de différents scénarios (hypothèses de rupture des digues, type de crues, niveaux marins) ;
- la simulation de plusieurs types d'aménagement afin d'évaluer leurs bénéfices par rapport à la situation actuelle.

#### Description du modèle 1D à casiers

Le modèle a été construit à partir du logiciel STREAM, il s'agit d'un modèle 1D à casiers. Le secteur modélisé couvre environ 180 000 ha (en tenant compte des casiers) sur environ 60 km de Beaucaire à la mer (figure 4). La topographie et la bathymétrie ont été représentées à partir de profils établis tous les 100 à 500 m (selon les zones).



**Figure 4 - emprise du modèle 1D à casiers (EGIS)**

Source : schéma de prévention des inondations du Rhône à l'aval de Beaucaire ; modélisations complémentaires, BCEOM, juin 2005 [12]

### Calage du modèle 1D à casiers

Le modèle, initié avant la crue de 2003, a été calé sur les crues de novembre 1994 ( $9\ 700\ m^3/s$  à Beaucaire) et de janvier 1995 ( $4\ 700\ m^3/s$ ), en simulant différentes possibilités de brèches.

Ce calage (paramétrage du modèle) a ensuite été confronté aux mesures et aux étendues inondées (en simulant les brèches) pour les crues d'octobre 1993 ( $9\ 800\ m^3/s$  à Beaucaire) et de janvier 1994 ( $11\ 000\ m^3/s$ ). Ces valeurs de débit doivent être revues légèrement à la baisse, pour être en cohérence avec la réévaluation du débit de décembre 2003 par la conférence de consensus [13], mais comme il en est de même pour la crue de calage de novembre 1994, le modèle est cohérent avant 2003.

Cet échantillon de crue représentait alors (avant la crue de 2003), les crues les plus importantes sur lesquelles des données suffisamment précises étaient disponibles.

## Les différents scénarios étudiés

### 1. Scénarios de l'EGR

*Pour la partie « connaissance de l'aléa » :*

n° du scénario	Type de crue	Débit de pointe considéré	Niveau marin (en m NGF)
1	Crue 10 ans à fort volume	8 340 m <sup>3</sup> /s	0,6
2	Crue 50 ans	10 440 m <sup>3</sup> /s	0,6
3	Crue 100 ans de type cévenole (hydrogramme pointu)	10 890 m <sup>3</sup> /s	0,6
4	Crue 100 ans à fort volume	11 860 m <sup>3</sup> /s	0
5	Crue 100 ans à fort volume	11 860 m <sup>3</sup> /s	1,3
6	Crue 500 ans	13 300 m <sup>3</sup> /s	1,3
7	Crue 1000 ans	14 370 m <sup>3</sup> /s	0
8	Crue 1000 ans	14 370 m <sup>3</sup> /s	1,3

Toutes les simulations ont été faites en tenant compte de différentes hypothèses de brèches dans les digues. Les scénarios 4 et 6 ont également été simulés sans rupture.

*Pour la simulation des aménagements :*

Les crues de débits de pointe 11 860, 12 500 et 13 300 m<sup>3</sup>/s à Beaucaire ont été utilisées.

### 2. Scénarios du pré-schéma sud

Les crues de débits de pointe 11 860, 12 500, 13 300 et 14 370 m<sup>3</sup>/s à Beaucaire furent mises à profit pour :

- évaluer la capacité de protection des digues (dans leur configuration post-2003) et les débits éventuels débordés ;
- analyser les impacts de nouveaux aménagements.

### 3. Scénarios de l'étude du barreau par le SYMADREM

Les scénarios hydrologiques envisagés pour l'étude de la protection nord d'Arles [35] ont été choisis dans la logique de l'étude EGR en tenant compte de la crue 2003 survenue entre temps.

- la situation dite actuelle pour la crue de décembre 2003 (11 500 m<sup>3</sup>/s en pointe, niveau marin observé, soit 0,4 m en moyenne avec une pointe à 0,95 m ; deux brèches dans les cavaliers des trémies sous la voie RFF et deux sur le Petit Rhône côté Gard à Mas d'Argence et à Claire Farine) ;
- le scénario 6 de l'EGR correspond à une situation encore plus grave à tous points de vue : crue cinq-centennale (hydrogramme synthétique mono-fréquence) soit 13 300 m<sup>3</sup>/s, durée plus longue que la crue de 2003, + niveau marin à 1,3 m + grosse brèche au mas de Ranchier (au droit de la confluence au Rhône du canal des Alpines) sur le Rhône débitant 980 m<sup>3</sup>/s alors que les brèches 2003 avaient débité environ 200 m<sup>3</sup>/s (cf. chapitre 3) ; pas de brèches sur le Petit-Rhône ; ce scénario se décline en deux : brèches du Vigueirat s'il déverse ou confortement des digues du Vigueirat et ouvrage de transfert ;
- le scénario dit 750 du pré-schéma sud qui prend en compte une crue dite extrême, la crue millénale de 14 160 m<sup>3</sup>/s en pointe (hydrogramme bleu), supposée provoquer un lâcher de 750 m<sup>3</sup>/s via le remblai RFF vers le Grand-Trébon et provoquant à son tour une rupture du Vigueirat au moment de la surverse maximale.

Si l'on se limite à l'examen de la situation en crue de la vallée rive gauche, du Trébon à Fourchon, l'importance de la crue du Rhône n'est pas un facteur prépondérant devant l'hypothèse de déversement ou de formation de la brèche. Le tableau ci-dessous résume les paramètres clé.

	Débit déversé depuis le Rhône	Volume déversé depuis le Rhône	Apports des BV Vigueirat et Baux
Scénario 2003	243 m <sup>3</sup> /s page 34	18,7 hm <sup>3</sup> page 44	40 hm <sup>3</sup>
Scénario 6	984 m <sup>3</sup> /s page 47	200 hm <sup>3</sup> page 95	90 hm <sup>3</sup>
Scénario 750	750 m <sup>3</sup> /s	90 hm <sup>3</sup>	40 hm <sup>3</sup>

Les numéros de page en petits caractères sont ceux de l'étude EGIS [35].

Il apparaît que le scénario 750, bien que sous-tendu par la crue du Rhône la plus forte, est moins pénalisant que le scénario 6.

### Les tests de sensibilité réalisés

Le modèle 1D à casiers de l'EGR a été soumis à plusieurs tests de sensibilité afin d'évaluer les incertitudes à prendre en compte dans l'analyse des résultats des différentes simulations.

- L'influence du niveau marin sur les lignes d'eau. Les simulations effectuées ont permis de montrer que le niveau marin a beaucoup plus d'influence sur le Grand Rhône que sur le Petit Rhône. Son effet sur la ligne d'eau est négligeable en amont de la défluence.
- L'influence de la rugosité des lits (coefficient de Strickler). Ce coefficient a un impact important sur la ligne d'eau simulée. Une variation de l'ordre de 15 % (pour le lit mineur) fait varier d'environ 50 cm la ligne d'eau sur le Grand Rhône (légèrement moins entre Beaucaire et Arles) et de 30 à 40 cm celle du Petit Rhône (pour une hypothèse de débit à Beaucaire de 11 300 m<sup>3</sup>/s).
- La loi de répartition des débits entre le Petit et le Grand Rhône en fonction du débit à Beaucaire. Ce test a permis de mettre en évidence une relative constance de cette répartition (entre 11 et 13 % des débits sont dérivés vers le Petit Rhône).

### 4.3.2 - Le modèle 2D construit dans le cadre des projets du SYMADREM

#### Objectifs de la modélisation 2D

Afin d'évaluer l'incidence des différents travaux préconisés par le pré-schéma Sud, le SYMADREM a confié en 2008 à la Compagnie Nationale du Rhône (CNR), une « étude de calage précis entre Beaucaire et Arles », qui doit se dérouler en quatre phases (collecte et analyse des données ; construction et calage du modèle ; calage des ouvrages déversants ; scénarios d'aménagement). À ce jour, la phase 3 est en cours de validation.

Pour ce faire, un nouveau modèle a été conçu pour :

- étudier plusieurs solutions d'aménagement en tenant compte du débit maximum acceptable en Arles ;
- proposer un calage précis des digues, cohérent avec les objectifs de protection du Plan Rhône.

Les étapes furent les mêmes que pour la modélisation 1D : 1- une simulation de l'état « initial » (avant aménagements) ; 2 - le test de plusieurs solutions d'aménagements.

## Principes de la modélisation 2D du Rhône endigué

Le modèle mis au point par la CNR s'appuie sur le code de calcul TELEMAC. Il s'agit d'une modélisation bidimensionnelle aux éléments finis du lit mineur endigué. Cela sous-entend que si le modèle est capable d'évaluer les éventuels volumes débordés et les débits associés, il n'est pas prévu pour représenter les débordements hors du lit endigué.

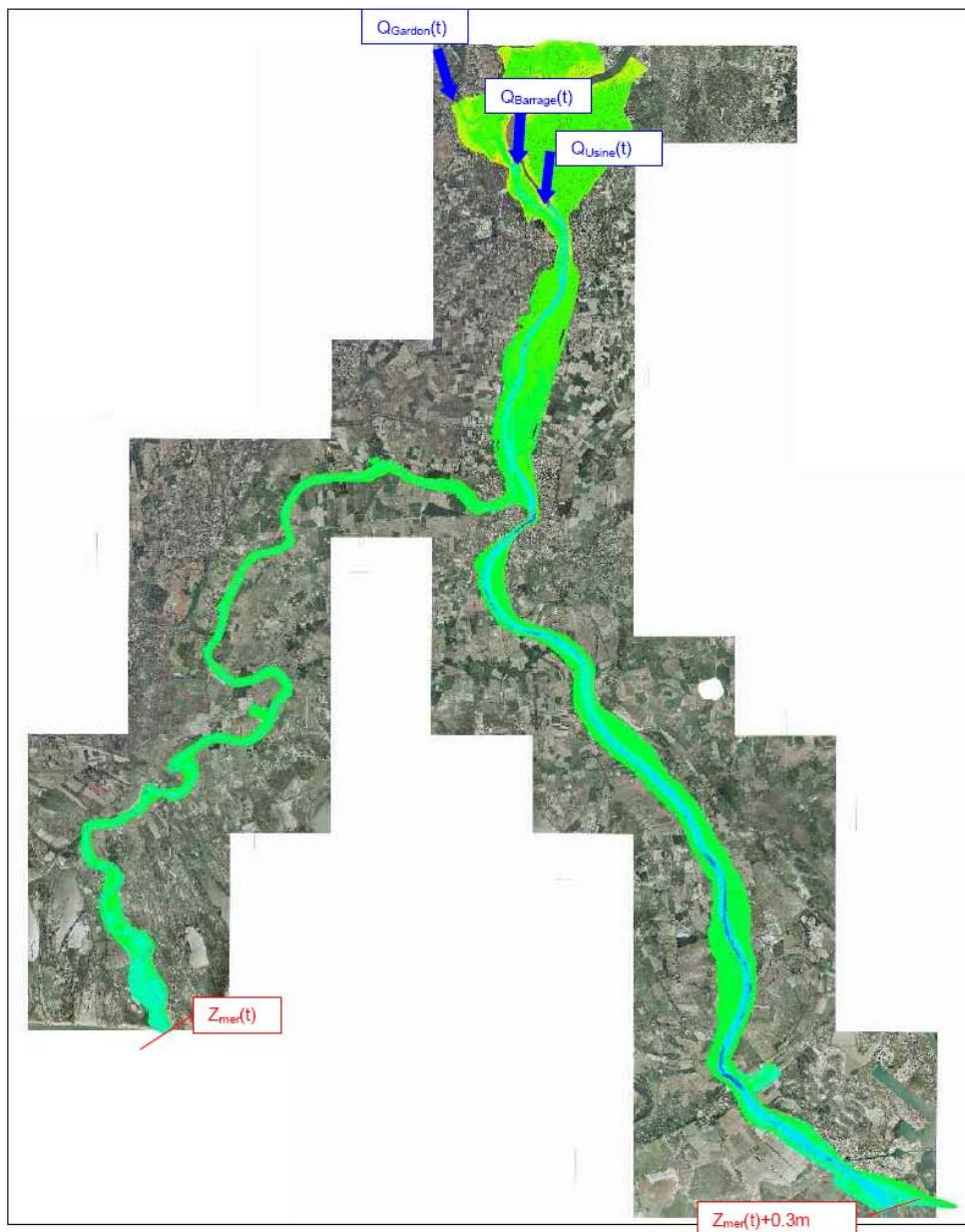
Des études spécifiques, en cours ou en projet, seront ainsi nécessaires pour préciser les conséquences de ces débordements éventuels et prévoir, le cas échéant, les solutions appropriées pour les gérer. Ces études nécessiteront d'autres modèles, étroitement liés au modèle 2D « lit mineur » qui leur fournira des données d'entrée.

Ce choix de « modèles imbriqués » peut paraître complexe, mais est courant, du fait de la lourdeur de la constitution et du calage d'un modèle global 2D. Par ailleurs, les temps de calcul nécessaires à un tel modèle seraient extrêmement lourds (à titre d'exemple, la modélisation d'une situation par le modèle « lit mineur » nécessite déjà plus de 24 heures de calcul avec plusieurs ordinateurs en parallèle). Il permet aussi de raccourcir les délais d'étude, par recours à plusieurs cabinets d'ingénierie pouvant travailler simultanément.

La construction de deux (ou plusieurs) modèles pour représenter de façon séparée le lit mineur et le lit majeur repose toutefois sur une hypothèse qu'il faut au préalable vérifier : les conditions d'écoulement dans le lit majeur n'influent pas sur l'écoulement dans le lit mineur. Cette hypothèse est vérifiée à condition que :

- les débits circulant dans le lit majeur ne retournent pas dans le lit mineur (dans notre cas, la protection par des digues l'assure) ;
- les écoulements éventuels par-dessus les digues se fassent en condition dénoyée, c'est-à-dire que la charge hydraulique à l'aval de la digue n'influence pas la charge à l'amont (dans le lit mineur). Cette condition est vérifiée dans le cas présent, car le lit mineur du Rhône est à une altitude plus élevée que les plaines constituant le lit majeur (vallée en toit).

L'emprise du modèle (figure 5) s'étend depuis l'aval du barrage CNR de Vallabregues (modélisation du Gardon et des plaines de Comps/Aramon/Montfrin et de Vallabregues/Boulbon) jusqu'à la « mer » (le modèle s'arrête en fait un peu avant les embouchures sur le Petit et le Grand Rhône, faute de données bathymétriques disponibles).



**Figure 5 - emprise du modèle 2D (CNR)**

Source : étude de calage précis entre Beaucaire et Arles / Rapport de phase 3 – CNR – Octobre 2008 [36]

Le maillage de ce domaine comporte 222 000 éléments, avec des tailles de maille entre 30 et 125 m.

Les données bathymétriques utilisées sont postérieures à la crue de 2003.

Les conditions aux limites sont représentées sur la figure 5. Il s'agit des débits sur le Gardon, à l'aval de l'usine de Beaucaire et au barrage de Vallabregues et des cotes aux limites aval du modèle sur le Petit et le Grand Rhône (tenant compte de l'influence marine<sup>8</sup>).

<sup>8</sup> ... ainsi que d'un décalage de cote de 30 cm pour le Grand Rhône pour compenser l'absence de données bathymétriques des 4 derniers kilomètres.

## Calage du modèle 2D

Le modèle « lit mineur » a été calé en quatre sous-parties : Gardon-Beaucaire, Beaucaire-Arles, Grand Rhône et Petit Rhône.

Cette méthodologie de calage, consistant à caler les différents biefs indépendamment les uns des autres, a l'avantage de ne pas répercuter les incertitudes liées aux différentes données d'entrée et les approximations liées au calage d'un secteur sur les autres. Le calage d'un modèle « global » cumulerait les différentes incertitudes de l'aval vers l'amont.

Ce modèle a été calé sur la crue de 2003, en tenant compte des brèches des digues de rive droite du Petit Rhône à Claire Farine et au mas d'Argence. Si le calage n'a été possible que sur un seul événement (faute de suffisamment de données sur les autres situations), on peut toutefois noter que la crue de 2003 a atteint des débits significatifs (durée de retour légèrement supérieure à 100 ans), en relation avec les problématiques étudiées.

Nous ne parlerons pas ici des valeurs des coefficients de Strickler retenues lors de la phase de calage. En effet, ce coefficient intègre plusieurs phénomènes physiques. Il représente ainsi plus un coefficient de calage qu'une véritable grandeur physique. Sa valeur numérique est donc difficile à évaluer de façon intrinsèque

### Les différents scénarios étudiés par CNR

Les simulations effectuées supposent qu'il ne se forme pas de brèches, même si les digues sont submergées. Mais elles tiennent compte des débits déversés dans cette éventualité.

Les situations modélisées sont les suivantes (voir hydrogrammes à Beaucaire en figure 3) :

Type de crue	Débit maximum à Beaucaire	Niveau marin considéré (en m NGF)
Type janvier 1994	10 500 m <sup>3</sup> /s	1,3
Type décembre 2003	11 500 m <sup>3</sup> /s	0,98 (niveau maximum observé en 2003)
Crue de référence (1856)	12 500 m <sup>3</sup> /s	1,3
Crue exceptionnelle (Q1000)	14 160 m <sup>3</sup> /s	1,3

### Les tests de sensibilité réalisés par CNR

Différents tests de sensibilité ont été réalisés, afin d'évaluer les incertitudes du modèle calé :

- sur les débits de pointe ; ainsi une variation de  $\pm 5\%$  du débit à Beaucaire (pour un débit de 11 500 m<sup>3</sup>/s), influe en moyenne de  $\pm 20$  cm sur la ligne d'eau entre Beaucaire et Arles ainsi que sur le Grand Rhône, et de  $\pm 60$  cm sur le Petit Rhône jusqu'à St Gilles (valeur moindre en aval) ;
- relatives aux coefficients de Strickler considérés ; une variation de 10 à 18 % (selon les secteurs) de ce coefficient engendre une variation de la ligne d'eau de l'ordre de  $\pm 40$  cm entre Beaucaire et Arles (localement plus dans Arles) ainsi que sur le Grand Rhône, de  $\pm 20$  cm sur le Petit Rhône ;
- liées à la bathymétrie ; la prise en compte d'une bathymétrie antérieure à la crue de 2003 (type 2002) a pour conséquence d'augmenter la ligne d'eau de manière générale (de 3 cm à Beaucaire à 16 cm en Arles) ;
- liées à l'évolution du niveau marin ; ces simulations ont été réalisées en régime permanent. Les tests ont permis de montrer que l'évolution (entre 0,22 et 1,5 m NGF) de ce niveau n'avait d'influence sur la ligne d'eau dans le Grand Rhône qu'à l'aval d'Arles (pour un débit à Beaucaire de 11 500 m<sup>3</sup>/s) et sur le Petit Rhône qu'à l'aval de Saint-Gilles.

Notons au passage en ce qui concerne l'influence du changement climatique, que la conséquence hydraulique la plus notable, l'élévation du niveau de la mer, sera sans influence sur le problème qui nous concerne. Il n'en ira malheureusement pas de même pour les secteurs plus en aval comme Salin de Giraud et Port-Saint-Louis-du-Rhône.

#### **4.4 - Avis sur les différentes phases de modélisation**

##### **4.4.1 - Comparaisons entre les résultats des deux principales modélisations**

Bien qu'il soit délicat de comparer les résultats de modèles 1D et de modèles 2D, dont les principes de modélisation et les données bathymétriques diffèrent (cf. § 4.3.2), quelques éléments permettent de s'assurer de la cohérence des résultats obtenus à partir des deux modélisations.

###### Niveau de protection offert par les digues sur le tronçon Tarascon-Beaucaire/Arles-Fourques

La protection actuelle (c'est-à-dire dans l'état post 2003) affichée par le modèle 1D est de 10 500 à 11 000 m<sup>3</sup>/s en rive gauche et de 11 500 m<sup>3</sup>/s en rive droite entre Tarascon et Arles. Le modèle 2D prévoit, pour sa part, une protection légèrement inférieure à la crue de 2003 (11 500 m<sup>3</sup>/s) en rive gauche et légèrement supérieure à 11 500 m<sup>3</sup>/s en rive droite. Les débits de début de débordements sont donc légèrement supérieurs avec le modèle 2D (bien qu'étant globalement du même ordre que ceux obtenus avec le modèle 1D), ce qui s'explique par le fait que les résultats ont été obtenus avec des principes de modélisation différents (pour un niveau d'eau donné, la modélisation en régime permanent donne toujours, en phase de montée de crue, un débit inférieur à celui obtenu avec une modélisation en régime transitoire<sup>9</sup>).

###### Débit maximum acceptable (avant débordement) dans la traversée d'Arles

Les deux modèles donnent des résultats comparables, en évaluant ce débit maximum autour de 12500 m<sup>3</sup>/s à Beaucaire.

##### **4.4.2 - Conclusion générale sur les phases de modélisation**

L'ensemble des éléments présentés concernant la modélisation, aussi bien 1D que 2D permettent de considérer que ces deux phases de modélisation, sur lesquelles se sont adossées la plupart des études menées sur le tronçon de Beaucaire à la mer, s'appuient sur des bases solides.

Les différents choix effectués (phasage 1D/2D – modélisation « lit mineur »/ « lit majeur »), tout comme les méthodologies employées (calage, tests de sensibilité) apparaissent cohérents. La précision absolue du modèle est de l'ordre de 20 cm en cote, mais on peut estimer que la précision relative entre deux aménagements comparés est de l'ordre du centimètre.

Les modèles utilisés par le SYMADREM sont donc tout à fait adaptés pour évaluer les différents scénarios d'aménagement envisagés et pour les études en cours et à venir.

Ces conclusions valident donc les grands principes de continuité entre les études EGR puis celles du SYMADREM.

---

<sup>9</sup> ...si l'écoulement est à très faible pente, ce qui est le cas ici (on dit que l'onde est diffusive : la crue s'amortit lors de sa propagation).

## 5 - Actions prévues au pré-schéma sud entre Tarascon et Arles

Le pré-schéma sud [17] concerne la vallée du Rhône en aval de Viviers, et nous nous intéressons plus spécialement à l'aval de Tarascon jusqu'à Arles. « *Les objectifs (pour cette partie la plus aval de la zone) du pré-schéma sud sont :* »

- éviter les ruptures de digues ;
- assurer une protection élevée dans les secteurs les plus sensibles ;
- ajuster la protection entre Beaucaire et Arles en fonction du débit capable en Arles ;
- sur le Petit Rhône et le Grand Rhône, ajuster le niveau de protection pour limiter au maximum les ruptures de digues et tendre vers une protection centennale au droit des agglomérations et si possible pour la majorité des secteurs d'habitat diffus ;
- gérer le comportement du système pour les crues entre le débit de protection et la crue millénale : c'est-à-dire organiser le devenir des débits excédentaires sans risque de rupture de digue et en assurant le ressuyage rapide des terres inondées. »

Le pré-schéma sud du plan Rhône a identifié une liste d'actions, dont le montant des travaux a été estimé à 300 M€. Nous reprenons celles qui nous concernent plus particulièrement (figure 6). Les codes signifient BA = Beaucaire-Arles, GR = Grand Rhône. Source [17], actualisée en ce qui concerne la maîtrise d'ouvrage, suite aux décisions récentes du conseil syndical du SYMADREM. Il doit en particulier être noté que les six actions BA4a à BA4g sauf BA4e seront toutes portées par le SYMADREM, alors que le pré-schéma sud envisageait aussi le syndicat intercommunal de la vallée des Baux et la ville d'Arles pour trois d'entre elles. La cohérence des actions n'en sera que renforcée. L'action BA4e sera portée par l'ASA du canal des Alpines, en cohérence avec les actions du SYMADREM, en particulier pour l'action BA4b qui consiste à édifier une levée basse en amont du casier des Alpines pour éviter l'inondation du quartier sud de Tarascon par le remous depuis l'aval. Il serait aussi possible, qu'après accord avec l'ASA du canal des Alpines, le SYMADREM porte également l'action BA4E, et donc en fait toutes les actions BA4.

		Tranche	Maître d'ouvrage
BA1	Renforcement digue rive droite Beaucaire à Fourques	1	SYMADREM
BA2	Sécurisation remblai RFF	1	RFF ? SYMADREM ?
GR1	Renforcement des quais d'Arles	1	SYMADREM
BA4a	Protection rapprochée Arles nord	1	SYMADREM
BA4b	Protection rapprochée sud Tarascon	1	SYMADREM
BA4c	Amélioration ressuyage casier du Trébon	1	SYMADREM
BA4d	Amélioration ressuyage casier des marais	2	SYMADREM
BA4f	Franchissement du Vigueirat	2	SYMADREM
BA4e	Transparence canal des Alpines	3	ASA canal Alpines
BA4g	Digue amont Fourchon	3	SYMADREM

Il convient de noter que la réalisation de ces opérations (BA1 et BA2) nécessite également de traiter des risques de contournement des crues par les sites industrielo-portuaires (SIP) d'Arles, Beaucaire et Tarascon localisées sur les plateformes CNR et aujourd'hui submersibles dès une crue centennale du Rhône (soit par rehausse des plateformes CNR soit par rehausse ou création d'endiguements). Ces opérations auront un impact sur la ligne d'eau amont. Nous y reviendrons au chapitre 7.

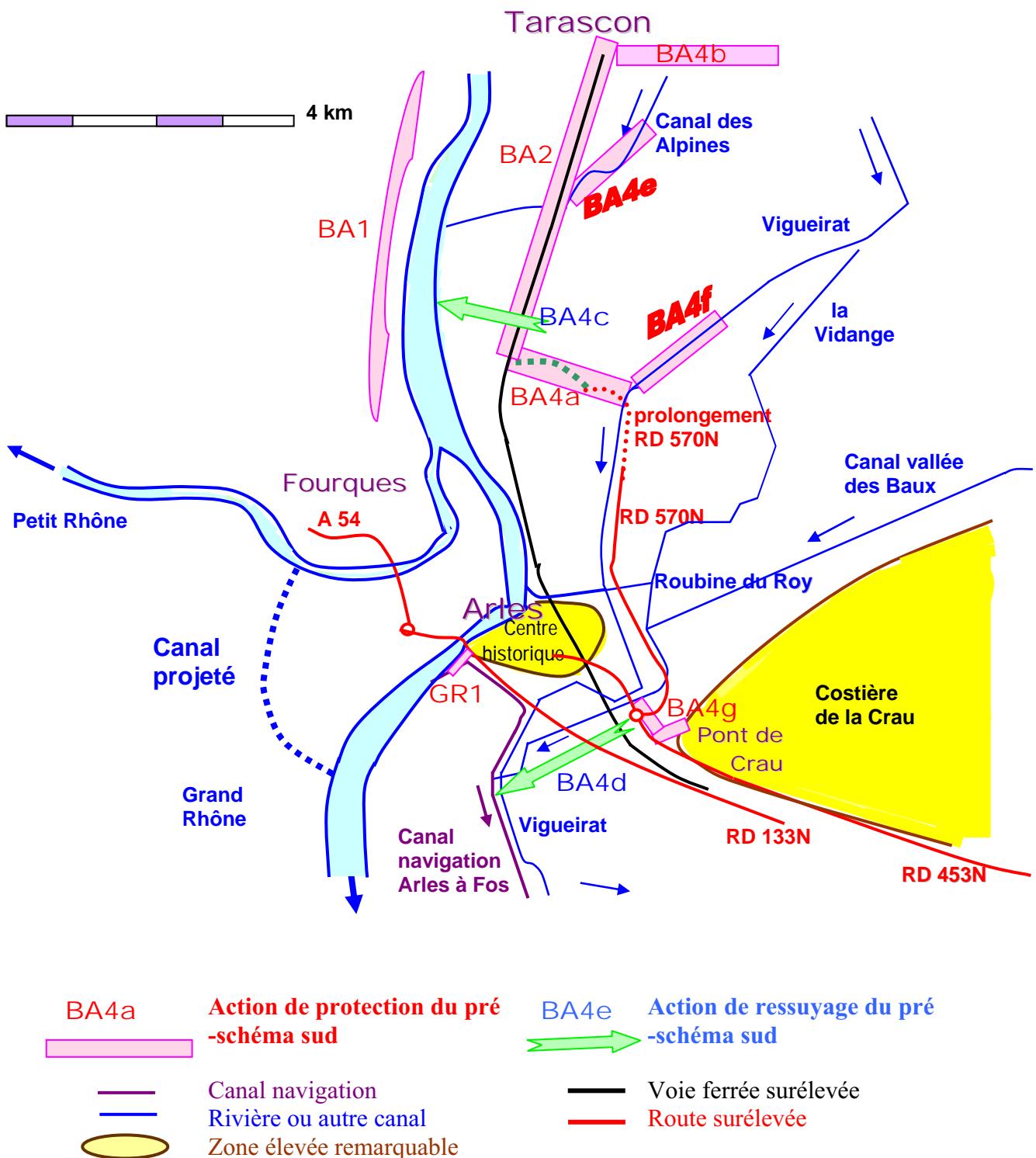


Figure 6 - actions prévues par le pré-schéma sud dans le secteur Arles Tarascon

## 6 - Étude de calage ; confortement de la voie RFF

### 6.1 - L'étude de calage

#### 6.1.1 - Objectifs du modèle et du projet sous tendu

L'étude de calage confiée par le SYMADREM à la CNR a pour objectifs principaux de [21] :

- ⊕ construire un modèle hydraulique du Rhône endigué, calé sur la crue de décembre 2003 (modèle présenté au § 4.3.2) ;
- ⊕ déterminer le débit acceptable en traversée d'Arles (compris entre 11 000 m<sup>3</sup>/s et 12 500 m<sup>3</sup>/s) en prenant en compte une revanche ;
- ⊕ définir le calage et l'implantation des tronçons déversants en rives droite et gauche du Rhône entre Beaucaire et le défluent suivant les objectifs de protection et les principes de calage définis ci-après ;
- ⊕ déterminer les impacts hydrauliques du projet, au droit des zones à enjeux, en amont et en aval ;
- ⊕ définir les paramètres nécessaires au dimensionnement des ouvrages hydrauliques et déterminer pour les différents scénarios d'aménagements, les hydrogrammes de déversement en rives gauche et droite, qui permettront de modéliser la propagation des débordements, dans le cadre d'une autre étude à venir, celle de la gestion des eaux déversées en rive gauche.

Pour le tronçon Beaucaire Arles, les objectifs de protection retenus par le SYMADREM sont [21] :

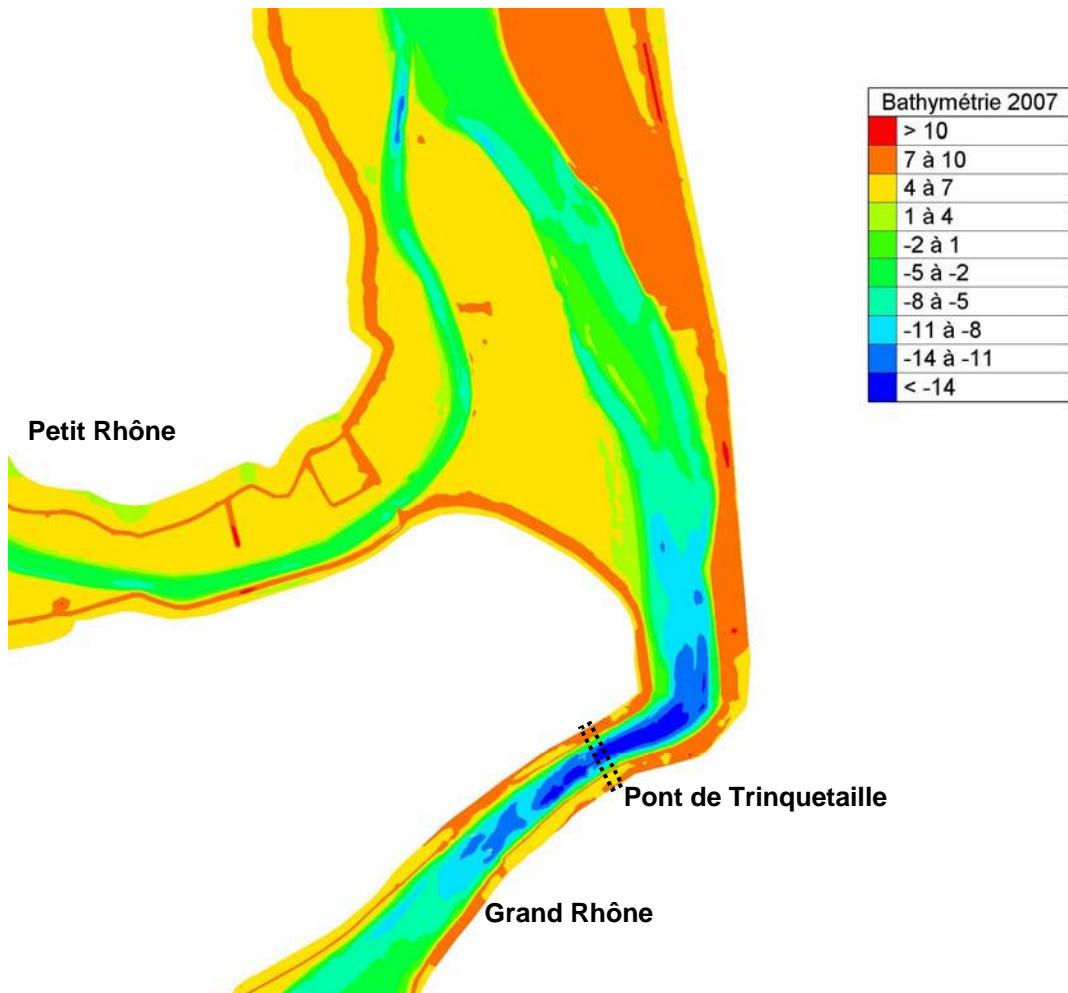
- le maintien des protections à cote identique en traversée d'Arles, à l'exception de point bas localisés qui seront rehaussés (remblai de l'IRPA) ;
- l'aménagement de tronçons de digue renforcés pour résister à la surverse, dimensionnés pour :
  - éviter de solliciter les tronçons résistants à la surverse jusqu'à une crue identique à celle de 2003 supposée sans brèche, soit une crue légèrement supérieure à la crue centennale ;
  - limiter pour une crue millénale le niveau d'eau en Arles au niveau maximum acceptable ;
  - assurer une égale répartition des déversements en rives gauche et droite du Rhône ;
  - limiter les impacts des travaux au droit des zones à enjeux, situées en amont et aval des tronçons à aménager ;
- l'aménagement du reste des digues pour admettre sans surverser la crue millénale avec une revanche de l'ordre de 50 cm.

#### 6.1.2 - Résultats du modèle en situation actuelle

Le modèle 2D utilisé pour cette étude a été présenté au § 4.3.1 ainsi que les bénéfices de la seconde dimension. En situation actuelle il confirme les connaissances antérieures en les affinant grâce à la fois à des données bathymétriques plus récentes et au calage sur la crue de 2003, supérieures aux précédentes crues de calage et donc plus proche des crues contre lesquelles il faut se protéger. Pour les crues supérieures à celle de 2003, les digues du Rhône en amont d'Arles déversent largement (plus précisément en amont du PK 277 (Saxy) en rive gauche et du PK 279 (Fourques amont) en rive droite. Le modèle devient théorique, pour la situation dite actuelle, en supposant que ces digues résistent. En réalité, pour ces crues, il y aurait rupture totale de digue sur au moins une rive, les débits dérivés entre Tarascon et Arles seraient bien plus élevés et la ligne d'eau serait plus basse aussi bien en aval (moins de débit) qu'en amont (abaissement de ligne d'eau sur une certaine

distance amont). Mais si on rehaussait les digues pour les empêcher de déverser, par raison symétrique, il y aurait au contraire une ligne d'eau plus haute en aval comme en amont.

Nous ne commenterons qu'un résultat fondamental. En butant sur l'affleurement calcaire de la cité antique d'Arles, le Rhône opère un brutal virage à droite (figure 7). Le coude prononcé, joint à un resserrement du lit, crée une forte perte de charge singulière dont le modèle 2D montre bien les conséquences. Tout se passe ici comme s'il y avait un seuil avec une hauteur de chute de l'ordre de 80 cm à 1 mètre pour les fortes crues (décembre 2003 à millénale). Cette chute avait effectivement été constatée en décembre 2003 au pont de Trinquetaille. Ce resserrement (ou goulet) constitue presque une section de contrôle de l'écoulement. Par voie de conséquence, des aménagements qui abaissentraient la ligne d'eau aval n'auraient qu'un bénéfice limité à l'amont. A contrario, des aménagements qui surélèveraient la ligne d'eau aval, la surélèveraient plus faiblement en amont. Nous reviendrons sur ce point au chapitre 10.



**Figure 7 - relevé bathymétrique secteur Fourques Arles (source SYMADREM)**

### 6.1.3 - Résultats du modèle en situation aménagée

Après diverses simulations d'aménagement, la solution retenue à ce jour consiste à établir deux zones aptes au déversement de grande longueur (qui pourraient représenter 5 km sur chaque rive). Deux hypothèses ont été testées, le calage de ces tronçons pour la crue 2003 sans brèches, *ou la même chose + 10 cm (texte en bleu italique)*. Les autres tronçons de digues seraient calés plus haut dans les deux cas à la crue millénale avec une revanche de 50 cm.

Avec le calage de la cote des tronçons aptes au déversement au niveau de la crue de 2003, le tableau 1 montre les gains obtenus en Arles, de l'ordre de 10 cm pour les crues 1856 et millénale (par rapport à la situation dite actuelle tenant compte des actions réalisés après 2003 et supposant que les digues résistent). *Ces gains ne sont plus que de 4 cm environ si l'on rehausse de 10 cm les zones aptes au déversement (tableau 2)*.

Dans les deux cas, les déversements sont équivalents en débit et en volume sur les deux rives (les petites différences sont comparables à la précision des calculs, et, si nécessaire, un léger ajustement de longueur permettrait de les rendre identiques) :

Déversoir calé à 2003	Débit déversé depuis le Rhône		Volume déversé depuis le Rhône	
	rive droite	rive gauche	rive droite	rive gauche
Pour la crue de référence (12500 m <sup>3</sup> /s)	425 m <sup>3</sup> /s	406 m <sup>3</sup> /s	33 hm <sup>3</sup>	33 hm <sup>3</sup>
Pour Q1000 (14180 m <sup>3</sup> /s)	1 079 m <sup>3</sup> /s	1 008 m <sup>3</sup> /s	115 hm <sup>3</sup>	109 hm <sup>3</sup>

Déversoir calé à 2003 + 10 cm	Débit déversé depuis le Rhône		Volume déversé depuis le Rhône	
	rive droite	rive gauche	rive droite	rive gauche
Pour la crue de référence (12500 m <sup>3</sup> /s)	330 m <sup>3</sup> /s	318 m <sup>3</sup> /s	23 hm <sup>3</sup>	23 hm <sup>3</sup>
Pour Q1000 (14180 m <sup>3</sup> /s)	972 m <sup>3</sup> /s	909 m <sup>3</sup> /s	97 hm <sup>3</sup>	92 hm <sup>3</sup>

En se référant au § 4.3.1, nous constatons qu'il se trouve que les déversements en rive gauche obtenus par CNR pour Q1000 sont comparables à ceux du scénario 6 de l'étude du barreau en termes de débit (1 008 m<sup>3</sup>/s contre 984 m<sup>3</sup>/s) et deux fois moindres en termes de volume (115 hm<sup>3</sup> contre 200 hm<sup>3</sup>). **Or nous verrons au chapitre 7 que l'étude EGIS montre que la gestion des volumes déversés dans le Trébon pour le scénario 6 est réalisable. On peut donc conclure par anticipation, que le traitement des volumes déversés après sécurisation du remblai RFF sera également réalisable, moyennant ajustement.**

Il est intéressant de noter que dans les trois villes, après aménagements, la crue millénale ne provoque pas de débordement au-delà des digues (il y a bien sûr des débordements à Beaucaire pour les parkings et bâtiments situés entre le fleuve et la digue) :

	Arles	Beaucaire	Tarascon	Montagnette
Revanche pour Q1000 avec digues aptes au déversement calées à 2003	49 cm	65 cm	88 cm	45 cm
<i>Perte de revanche si digues aptes au déversement calées à 2003 + 10 cm</i>	7 cm	3 cm	4 cm	3 cm

Ces valeurs de revanche intègrent des aménagements ponctuels en cours ou prévus à court terme (création d'un parapet de 80 cm à l'IRPA, traitements légers au quai de la Roquette et aux abords du pont « des lions » en Arles, remontée de 25 cm pour 50 m de parapet en amont de Beaucaire, reprise des deux portes coulissantes trop basses à Beaucaire, rehausse de 37 cm du parapet le long de la RD 81 à Tarascon).

Site	PK	Protection Rive Gauche	Etat initial - crue 1856	Etat initial -Q1000	Calé sur 2003 - Crue 1856	Calé sur 2003 - Q1000	Ecart initial/projet crue 1856	Ecart initial/projet Q1000
Usine de Beaucaire	265,0	14,33	<b>12,82</b>	<b>13,21</b>	<b>12,82</b>	<b>13,31</b>	<b>0,00</b>	<b>0,10</b>
Beaucaire Amont	265,5	10,52	<b>12,82</b>	<b>13,21</b>	<b>12,82</b>	<b>13,30</b>	<b>0,00</b>	<b>0,10</b>
Déversoir de Boulbon		10,49	<b>12,82</b>	<b>13,20</b>	<b>12,82</b>	<b>13,30</b>	<b>0,00</b>	<b>0,10</b>
Château de Tarascon	267,3	13,70	<b>12,46</b>	<b>12,79</b>	<b>12,46</b>	<b>12,90</b>	<b>0,00</b>	<b>0,11</b>
Amont pont routier		13,70	<b>12,37</b>	<b>12,68</b>	<b>12,37</b>	<b>12,79</b>	<b>0,00</b>	<b>0,11</b>
Aval pont routier		13,70	<b>12,34</b>	<b>12,65</b>	<b>12,34</b>	<b>12,76</b>	<b>0,00</b>	<b>0,11</b>
Amont Pont VF		13,70	<b>12,22</b>	<b>12,51</b>	<b>12,21</b>	<b>12,62</b>	<b>0,00</b>	<b>0,11</b>
Aval Pont VF	268,0	13,70	<b>12,17</b>	<b>12,45</b>	<b>12,16</b>	<b>12,56</b>	<b>-0,01</b>	<b>0,11</b>
Ecluse Beaucaire	268,0	12,04	<b>12,03</b>	<b>12,31</b>	<b>12,02</b>	<b>12,41</b>	<b>-0,01</b>	<b>0,10</b>
SIP Beaucaire amont	268,5	12,53	<b>11,88</b>	<b>12,12</b>	<b>11,86</b>	<b>12,21</b>	<b>-0,02</b>	<b>0,09</b>
Amont nouveau pont	269,5	11,32	<b>11,82</b>	<b>12,06</b>	<b>11,80</b>	<b>12,14</b>	<b>-0,02</b>	<b>0,08</b>
Aval nouveau pont		11,16	<b>11,73</b>	<b>11,96</b>	<b>11,70</b>	<b>12,03</b>	<b>-0,03</b>	<b>0,07</b>
TEM BEC aval	270,5	11,21	<b>11,10</b>	<b>11,28</b>	<b>11,03</b>	<b>11,27</b>	<b>-0,07</b>	<b>-0,01</b>
Trémie mas de Teissier	272,0	10,87	<b>10,83</b>	<b>10,99</b>	<b>10,73</b>	<b>10,91</b>	<b>-0,10</b>	<b>-0,08</b>
Trémie des ségonnaux	274,0	10,57	<b>10,54</b>	<b>10,68</b>	<b>10,42</b>	<b>10,55</b>	<b>-0,12</b>	<b>-0,13</b>
RFF canal Alpines	275,5	10,17	<b>10,17</b>	<b>10,30</b>	<b>10,03</b>	<b>10,14</b>	<b>-0,14</b>	<b>-0,17</b>
Port d'Arles	279,0	10,11	<b>9,36</b>	<b>9,50</b>	<b>9,23</b>	<b>9,35</b>	<b>-0,13</b>	<b>-0,15</b>
Aval SIP Arles	280,5	9,66	<b>8,71</b>	<b>8,85</b>	<b>8,59</b>	<b>8,71</b>	<b>-0,12</b>	<b>-0,14</b>
Amont coude	282,0	9,38	<b>8,45</b>	<b>8,57</b>	<b>8,34</b>	<b>8,45</b>	<b>-0,11</b>	<b>-0,12</b>
Pont de Trinquette	282,5	8,48	<b>7,51</b>	<b>7,62</b>	<b>7,43</b>	<b>7,52</b>	<b>-0,09</b>	<b>-0,10</b>
Pont RN 113		7,82	<b>7,02</b>	<b>7,11</b>	<b>6,95</b>	<b>7,03</b>	<b>-0,07</b>	<b>-0,08</b>
IRPA		7,04	<b>7,31</b>	<b>7,41</b>	<b>7,22</b>	<b>7,32</b>	<b>-0,09</b>	<b>-0,10</b>
Ecluse d'Arles		7,37	<b>7,26</b>	<b>7,37</b>	<b>7,17</b>	<b>7,26</b>	<b>-0,09</b>	<b>-0,11</b>
Barriol	284,0	7,76	<b>7,25</b>	<b>7,36</b>	<b>7,16</b>	<b>7,25</b>	<b>-0,09</b>	<b>-0,11</b>

**Tableau 1 - tronçon résistant au déversement calé sur la crue de 2003, sans brèche**

Les débordements sont surlignés en bleu. Le vert traduit une amélioration, le rose une aggravation. La situation dite actuelle tient compte des actions réalisés après 2003 et suppose que les digues résistent. Source CNR [36].

Nota : des écarts de 1 cm peuvent provenir des arrondis.

On constate donc que, pour la crue millénale, le projet améliore la situation en aval de l'usine TEM BEC mais l'aggrave faiblement en amont. L'aggravation amont est à relativiser, car pour tous les secteurs disposant d'une revanche, comme à Tarascon, elle n'a pas de conséquence négative. Le point le plus important à noter est que, pour la crue de référence (1856), le projet améliore la situation en aval de la voie ferrée à Tarascon, et ne l'aggrave en aucun point.

Site	PK	Protection Rive Gauche	Etat initial - crue 1856	Etat initial - Q1000	Calé sur 2003 +10 cm - Crue 1856	Calé sur 2003 +10 cm - Q1000	Ecart initial/projet crue 1856	Ecart initial/projet Q1000
Usine de Beaucaire	265,0	14,33	<b>12,82</b>	<b>13,21</b>	<b>12,85</b>	<b>13,33</b>	<b>0,03</b>	<b>0,13</b>
Beaucaire Amont	265,5	10,52	<b>12,82</b>	<b>13,21</b>	<b>12,85</b>	<b>13,33</b>	<b>0,03</b>	<b>0,13</b>
Déversoir de Boulbon		10,49	<b>12,82</b>	<b>13,20</b>	<b>12,85</b>	<b>13,33</b>	<b>0,03</b>	<b>0,13</b>
Château de Tarascon	267,3	13,70	<b>12,46</b>	<b>12,79</b>	<b>12,50</b>	<b>12,94</b>	<b>0,03</b>	<b>0,14</b>
Amont pont routier		13,70	<b>12,37</b>	<b>12,68</b>	<b>12,40</b>	<b>12,83</b>	<b>0,03</b>	<b>0,15</b>
Aval pont routier		13,70	<b>12,34</b>	<b>12,65</b>	<b>12,37</b>	<b>12,80</b>	<b>0,03</b>	<b>0,15</b>
Amont Pont VF		13,70	<b>12,22</b>	<b>12,51</b>	<b>12,25</b>	<b>12,66</b>	<b>0,03</b>	<b>0,15</b>
Aval Pont VF	268,0	13,70	<b>12,17</b>	<b>12,45</b>	<b>12,20</b>	<b>12,60</b>	<b>0,03</b>	<b>0,15</b>
Ecluse Beaucaire	268,0	12,04	<b>12,03</b>	<b>12,31</b>	<b>12,06</b>	<b>12,45</b>	<b>0,03</b>	<b>0,14</b>
SIP Beaucaire amont	268,5	12,53	<b>11,88</b>	<b>12,12</b>	<b>11,90</b>	<b>12,25</b>	<b>0,02</b>	<b>0,13</b>
Amont nouveau pont	269,5	11,32	<b>11,82</b>	<b>12,06</b>	<b>11,84</b>	<b>12,18</b>	<b>0,02</b>	<b>0,12</b>
Aval nouveau pont		11,16	<b>11,73</b>	<b>11,96</b>	<b>11,74</b>	<b>12,07</b>	<b>0,01</b>	<b>0,11</b>
TEM BEC aval	270,5	11,21	<b>11,10</b>	<b>11,28</b>	<b>11,09</b>	<b>11,33</b>	<b>-0,01</b>	<b>0,05</b>
Trémie mas de Teissier	272,0	10,87	<b>10,83</b>	<b>10,99</b>	<b>10,79</b>	<b>10,98</b>	<b>-0,04</b>	<b>-0,01</b>
Trémie des ségonaux	274,0	10,57	<b>10,54</b>	<b>10,68</b>	<b>10,50</b>	<b>10,63</b>	<b>-0,05</b>	<b>-0,05</b>
RFF canal Alpines	275,5	10,17	<b>10,17</b>	<b>10,30</b>	<b>10,11</b>	<b>10,23</b>	<b>-0,06</b>	<b>-0,08</b>
Port d'Arles	279,0	10,11	<b>9,36</b>	<b>9,50</b>	<b>9,30</b>	<b>9,43</b>	<b>-0,05</b>	<b>-0,07</b>
Aval SIP Arles	280,5	9,66	<b>8,71</b>	<b>8,85</b>	<b>8,66</b>	<b>8,79</b>	<b>-0,05</b>	<b>-0,06</b>
Amont coude	282,0	9,38	<b>8,45</b>	<b>8,57</b>	<b>8,41</b>	<b>8,52</b>	<b>-0,04</b>	<b>-0,05</b>
Pont de Trinquette	282,5	8,48	<b>7,51</b>	<b>7,62</b>	<b>7,48</b>	<b>7,59</b>	<b>-0,03</b>	<b>-0,03</b>
Pont RN 113		7,82	<b>7,02</b>	<b>7,11</b>	<b>7,00</b>	<b>7,09</b>	<b>-0,02</b>	<b>-0,02</b>
IRPA		7,04	<b>7,31</b>	<b>7,41</b>	<b>7,28</b>	<b>7,38</b>	<b>-0,03</b>	<b>-0,03</b>
Ecluse d'Arles		7,37	<b>7,26</b>	<b>7,37</b>	<b>7,23</b>	<b>7,32</b>	<b>-0,04</b>	<b>-0,04</b>
Barriol	284,0	7,76	<b>7,25</b>	<b>7,36</b>	<b>7,22</b>	<b>7,32</b>	<b>-0,04</b>	<b>-0,04</b>

**Tableau 2 - tronçon résistant au déversement calé sur la crue de 2003 + 10 cm, sans brèche.**

Les débordements sont surlignés en bleu. Le vert traduit une amélioration, le rose une aggravation. La situation dite actuelle tient compte des actions réalisés après 2003 et suppose que les digues résistent. Source CNR [36].

Nota : des écarts de 1 cm peuvent provenir des arrondis.

On constate que pour les crues de référence comme pour les crues extrêmes, cette fois-ci le projet améliore toujours la situation en aval de l'usine TEM BEC mais un peu moins. Par contre, il l'aggrave en amont y compris pour la crue de référence.

Le tableau 3 ci-après compare les différences entre les deux projets.

Site	PK	Protection Rive Gauche	Calé sur 2003 - Crue 1856	Calé sur 2003 - Q1000	Calé sur 2003 +10 cm - Crue 1856	Calé sur 2003 +10 cm - Q1000	Ecart 2003/ 2003+ 10cm crue 1856	Ecart 2003/ 2003+ 10cm Q1000
Usine de Beaucaire	265,0	14,33	<b>12,82</b>	<b>13,31</b>	<b>12,85</b>	<b>13,33</b>	0,03	0,03
Beaucaire Amont	265,5	10,52	<b>12,82</b>	<b>13,30</b>	<b>12,85</b>	<b>13,33</b>	0,03	0,03
Déversoir de Boulbon		10,49	<b>12,82</b>	<b>13,30</b>	<b>12,85</b>	<b>13,33</b>	0,03	0,03
Château de Tarascon	267,3	13,70	<b>12,46</b>	<b>12,90</b>	<b>12,50</b>	<b>12,94</b>	0,03	0,03
Amont pont routier		13,70	<b>12,37</b>	<b>12,79</b>	<b>12,40</b>	<b>12,83</b>	0,03	0,03
Aval pont routier		13,70	<b>12,34</b>	<b>12,76</b>	<b>12,37</b>	<b>12,80</b>	0,03	0,03
Amont Pont VF		13,70	<b>12,21</b>	<b>12,62</b>	<b>12,25</b>	<b>12,66</b>	0,03	0,04
Aval Pont VF	268,0	13,70	<b>12,16</b>	<b>12,56</b>	<b>12,20</b>	<b>12,60</b>	0,03	0,04
Ecluse Beaucaire	268,0	12,04	<b>12,02</b>	<b>12,41</b>	<b>12,06</b>	<b>12,45</b>	0,04	0,04
SIP Beaucaire amont	268,5	12,53	<b>11,86</b>	<b>12,21</b>	<b>11,89</b>	<b>12,25</b>	0,04	0,04
Amont nouveau pont	269,5	11,32	<b>11,80</b>	<b>12,14</b>	<b>11,84</b>	<b>12,18</b>	0,04	0,04
Aval nouveau pont		11,16	<b>11,70</b>	<b>12,03</b>	<b>11,74</b>	<b>12,07</b>	0,04	0,04
TEMBEc aval	270,5	11,21	<b>11,03</b>	<b>11,27</b>	<b>11,09</b>	<b>11,33</b>	0,05	0,06
Trémie mas de Teissier	272,0	10,87	<b>10,73</b>	<b>10,91</b>	<b>10,79</b>	<b>10,98</b>	0,07	0,07
Trémie des ségonnaux	274,0	10,57	<b>10,42</b>	<b>10,55</b>	<b>10,50</b>	<b>10,63</b>	0,07	0,08
RFF canal Alpines	275,5	10,17	<b>10,03</b>	<b>10,14</b>	<b>10,11</b>	<b>10,23</b>	0,08	0,09
Port d'Arles	279,0	10,11	<b>9,23</b>	<b>9,35</b>	<b>9,30</b>	<b>9,43</b>	0,08	0,08
Aval SIP Arles	280,5	9,66	<b>8,59</b>	<b>8,71</b>	<b>8,66</b>	<b>8,79</b>	0,07	0,08
Amont coude	282,0	9,38	<b>8,34</b>	<b>8,45</b>	<b>8,41</b>	<b>8,52</b>	0,07	0,07
Pont de Trinquetaille	282,5	8,48	<b>7,43</b>	<b>7,52</b>	<b>7,48</b>	<b>7,59</b>	0,06	0,07
Pont RN 113		7,82	<b>6,95</b>	<b>7,03</b>	<b>7,00</b>	<b>7,09</b>	0,05	0,06
IRPA		7,04	<b>7,22</b>	<b>7,32</b>	<b>7,28</b>	<b>7,38</b>	0,06	0,06
Ecluse d'Arles		7,37	<b>7,17</b>	<b>7,26</b>	<b>7,23</b>	<b>7,32</b>	0,06	0,06
Barriol	284,0	7,76	<b>7,16</b>	<b>7,25</b>	<b>7,22</b>	<b>7,32</b>	0,06	0,06

**Tableau 3 - surélévation de ligne d'eau due au calage à + 10 cm.** Source [36].

Nota : des écarts de 1 cm peuvent provenir des arrondis.

L'aggravation due à la hausse de 10 cm est la même pour les deux scénarios de crue, de l'ordre de 5 cm.

Au total, la surélévation des tronçons de digue résistant à la surverse présente un inconvénient sur l'ensemble du secteur, y compris à Tarascon et en amont. Ces inconvénients sont à mettre en balance avec l'avantage de solliciter le Grand Trébon pour une crue un peu plus rare (environ à partir de 11 800 m<sup>3</sup>/s au lieu de 11 500) et d'y déverser des volumes légèrement plus faibles.

## Regard global sur la sécurisation des digues entre Beaucaire et Arles

En raisonnant pour le calage des digues résistantes à la surverse sur la base de la crue de 2003 (sans brèche), on observe :

- pour la plaine du Grand Trébon, l'absence de tout déversement jusqu'à la crue de 2003 sans brèche, soit une augmentation du niveau de protection théorique de 15 à 20 cm (théorique, car en l'état actuel, des ruptures sont hautement probables pour de telles crues) ;
- pour la plaine du Grand Trébon, pour les anciens marais et pour Fourchon, la garantie de l'absence d'inondation brutale par rupture de remblai jusqu'à la crue millénaire (ce bénéfice commençant pour des crues inférieures à celle de 2003) ;
- le même bénéfice en rive droite, en particulier pour Bellegarde et Saint-Gilles ;
- pour le Petit Rhône et pour le Grand Rhône, une diminution de débit de 17 % sur la crue de référence (1856) et de 26 % pour la crue millénaire ;
- pour la ville d'Arles, un abaissement de ligne d'eau de 10 cm pour la crue millénaire ;
- pour Fourques, un abaissement de ligne d'eau de 13 cm pour la crue millénaire ;
- à Arles comme à Fourques, cela revient à ramener la pointe de la crue millénaire à celle de la crue de référence ;
- la mise hors d'eau des sites industrialo-portuaires (SIP) d'Arles, Tarascon et Beaucaire ;
- à Tarascon et Beaucaire et à la plaine de Boulbon une augmentation de ligne d'eau de 10 cm pour la crue millénaire, mais une situation inchangée pour la crue de référence (du fait de la mise hors d'eau des SIP situés en aval des deux cités) ;
- et, bien sûr, les conséquences de ces déversements restent à étudier (étude encours rive droite, à lancer rive gauche). Mais les résultats de l'étude d'impact du barreau montrent que la solution technique est réalisable en rive gauche, y compris en ce qui concerne Fourchon.

## 6.2 - Sécurisation du remblai RFF

### 6.2.1 - La faiblesse du remblai ferroviaire vis-à-vis des crues

La sécurisation du remblai ferroviaire est une affaire très importante car le risque encouru est à la fois plus fréquent que ce que l'on peut imaginer et plus grave, nous allons tenter de l'expliquer.

Le risque de rupture par surverse est relativement bien connu. Même si l'on ne sait pas exactement prédire quelle hauteur de déversement sur la plateforme ferroviaire et quelle durée de déversement provoquera une brèche. Instruit par la crue de 2003, on peut prédire qu'une crue un peu plus forte que la centennale provoquera à coup sûr au moins une brèche. Tous les travaux de recherche et d'expérimentation et toutes les observations de cas réels montrent que lorsque une brèche s'initie au sommet d'un barrage ou d'une digue, et si le déversement ne s'arrête pas, la brèche se développe verticalement jusqu'à la base du remblai. Ensuite, elle s'élargit par érosion sur ses deux faces, d'une largeur qui dépend de la durée de surverse et aussi de la montée du niveau aval qui peut limiter l'énergie de l'eau. La débitance d'une brèche qui s'est développée jusqu'au niveau du terrain est sans commune mesure avec celle des brèches de faibles hauteurs constatées en 2003 sur deux trémies (dont on a expliqué plus haut que le débit avait été limité par la section du pont). Les débits et les volumes sont alors très élevés, par exemple de l'ordre de ceux du scénario 6 (200 millions de m<sup>3</sup> soit plus de 10 fois plus qu'en 2003).

Mais nous voulons insister aussi sur le risque de rupture par érosion interne qui peut survenir pour des crues sensiblement inférieures à la crue de début de surverse, donc sensiblement inférieures à la crue centennale. C'est ainsi que les digues de Camargue s'étaient rompues en 1993 et en 1994 pour des débits de pointe à Beaucaire de l'ordre  $9\ 500\ m^3/s$  et  $10\ 500\ m^3/s$  soit des crues dont la fréquence est entre décennale et cinquantennale. En 1994, la crue était plus basse qu'en 2003 de 0,6 à 1 m au droit du remblai ferroviaire et des circulations d'eau internes avaient déjà été repérées au niveau des trémies [11]. En 2003, on a observé aussi des écoulements d'eau claire au pied des cavaliers d'une trémie et d'eau chargée avec début de glissement d'un cavalier de l'autre trémie. Le remblai ferroviaire lui-même présente des fontis en crête, glissements, renards<sup>10</sup>, gros terriers, souches pourries. On note en particulier entre la trémie du mas de Teissier et l'usine TEMBEC un début de renard avec un fontis en crête et des sols fins sortant du débouché aval [11]. Les cavaliers des trémies ont été confortés depuis 2003, mais nul doute que le remblai ferroviaire lui-même présente de nombreux risques d'érosion interne. Une érosion interne a une cinétique encore plus rapide qu'une érosion par surverse, à partir du moment où le renard s'est initié. La brèche est de forme analogue à celle d'une brèche de surverse, avec des conséquences exactement similaires. Il doit être ajouté que dans ce genre de remblai médiocre, chaque forte crue développe un peu plus les entraînements de grains et affaiblit un peu plus le remblai. Il en résulte qu'un remblai ayant résisté à une crue pourra très bien ne pas résister à une crue identique ou même inférieure.

### 6.2.2 - L'étude de sécurisation du remblai RFF

Les conclusions de l'étude de calage (§ 6.1), lorsqu'elle sera complètement achevée et validée, conduiront à fixer la cote, la longueur, et la loi de débitance des tronçons résistants à la surverse. Elles fourniront aussi les cotes, plus élevées, des crêtes des digues ne résistant pas à la surverse.

Le projet de ces digues fait l'objet d'autres études en cours. Côté rive droite, le SYMADREM les a confiées à ISL. Côté rive gauche, RFF assure la maîtrise d'ouvrage des études et a confié l'étude à un groupement comportant Coyne et Bellier pour la partie génie civil-hydraulique et INEXIA pour la partie ferroviaire. On a donc, dans les deux cas, des organismes d'ingénierie parfaitement qualifiés. Côté gauche, la maîtrise d'ouvrage des travaux n'est pas encore décidée entre RFF et le SYMADREM. Nous évoquerons ce sujet au § 6.3.

Au-delà de l'aspect ferroviaire, l'étude RFF comporte un aspect génie civil, le dimensionnement des digues du point de vue de leur stabilité et de leur résistance aux sollicitations (crues, séismes..) et du point de vue hydraulique (par exemple le dimensionnement des dissipateurs d'énergie).

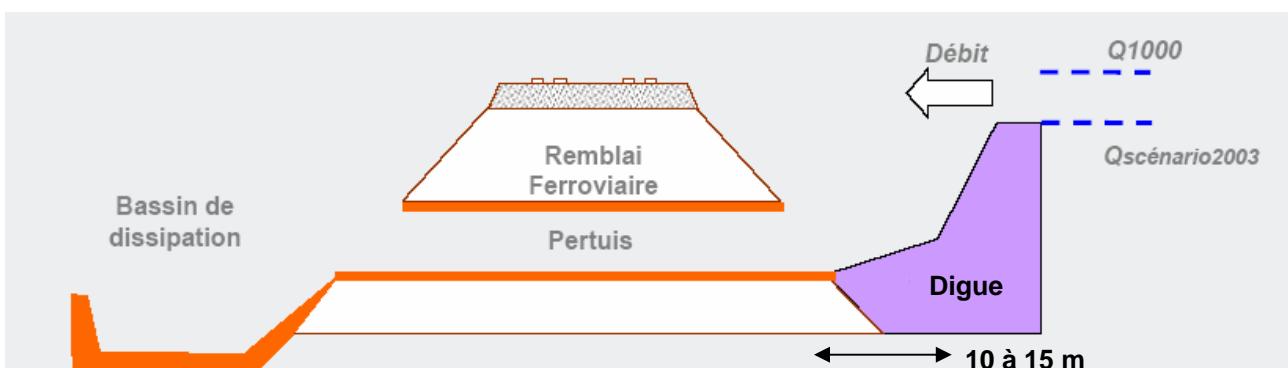
Nous avons pu constater la bonne concertation technique entre les deux études de calage et de sécurisation du remblai RFF et, à ce jour, un accord de principe sur les éléments suivants :

- le tracé de la voie ferrée et la cote du remblai ferroviaire restent inchangés ;
- la digue résistante à la surverse aurait une longueur de 5 km, comprise approximativement entre les PK 271 et 276 du Rhône, soit entre l'amont de la trémie du mas Teissier au sud de l'usine TEMBEC et le barreau prévu au nord d'Arles ; elle serait située parallèlement à la voie ferrée et écartée de 10 à 15 m (entre le pied côté plaine de la digue et le pied côté Rhône du remblai ferroviaire) ;
- la voirie publique située approximativement dans l'emprise de la digue projetée serait décalée côté Rhône ;

<sup>10</sup> Conduit continu entre l'amont et l'aval d'un ouvrage hydraulique en terre formé par l'entraînement de grains de sol arrachés à l'ouvrage par un mécanisme d'érosion interne dû à l'eau. L'écoulement dans ce conduit arrache des grains sur son pourtour, ce qui amplifie le mécanisme d'érosion qui peut aller jusqu'à la création d'une brèche si l'alimentation en débit ne s'interrompt pas entre temps.

- du fait de la grande longueur du tronçon apte au déversement, les tronçons de digues plus hautes et qui font le raccordement aux sites industriels d'Arles et de Tarascon (usine TEMBEC) sont relativement courts ; ils seront plus ou moins accolés au remblai ferroviaire en fonction des résultats de l'étude géotechnique en cours de réalisation ;
- l'évacuation des débits déversés pour les crues supérieures à celle de 2003 (sans brèches) se fera par de nombreux passages (10 à 20) sous voie ferrée de dimension moyenne et par les trois trémies existantes (les deux qui ont lâché en 2003 et celle des Prêcheurs) ; cf. figure 8 ;
- chaque passage, large de 10 à 15 m, serait préfabriqué et pourrait être réalisé avec une très courte interruption du trafic (de l'ordre de deux jours) ;
- le cheminement des déversements vers les passages sous remblai ferroviaire sera organisé dans l'espace inter remblais tout en permettant la circulation d'engins d'entretien de ces deux remblais ;
- la dissipation de l'énergie lors des déversements sera réalisée en partie dans l'espace entre remblais et à l'aval du remblai ferroviaire ; le talus du remblai ferroviaire côté Rhône devra être protégé.

La suite de l'étude permettra de dimensionner les nouveaux ouvrages, en particulier avec les données issues de la campagne de reconnaissance géotechnique qui sera finalisée fin 2008. La plus ou moins grande proximité de la digue sans surverse et du remblai ferroviaire sera décidée au vu des résultats de cette campagne en fonction de l'aptitude du remblai ferroviaire à supporter ou non des contraintes supplémentaires. Elle permettra aussi de préciser la conception de la digue apte au déversement afin que les tassements différentiels soient aussi faibles que possible.



**Figure 8 - schéma de principe envisagé pour le passage en sous verre sous la voie ferrée**  
(source RFF, étape préparatoire de l'étude, comité technique du 30/09/08)

Nous avions envisagé un temps que la digue déversante puisse servir de support à la voie ferrée. Cela aurait permis d'éviter toute interruption du trafic pendant les travaux et surtout d'éviter la construction des passages sous remblai. Mais après échange avec RFF et la SNCF, nous ne mettons plus cette solution en avant car elle entraînerait une digue déversante beaucoup plus large, donc plus coûteuse et plus consommatrice d'espace dans le ségondal, et car elle ne permettrait plus l'usage de la voie ferrée en situation de crise.

On voit donc se dessiner très nettement une configuration où le remblai ferroviaire devient transparent vis-à-vis des crues et où digue et voie ferrée deviennent deux ouvrages relativement distincts. La situation a bien progressé depuis l'établissement du pré-schéma sud.

Ces options techniques nous semblent tout à fait pertinentes. En particulier le parti d'un déversement long est judicieux car il permet, même pour une crue millénale, de faibles lames d'eau dont le pouvoir érosif est limité. Dans le même esprit, le choix de nombreux orifices sous la voie ferrée permet d'éviter des afflux d'eau trop concentrés dans la plaine. Le positionnement rectiligne (le pré-schéma sud envisageait des demi-cercles) et très rapproché de la digue apte à la surverse permet de ne presque pas restreindre l'emprise du ségondal, bénéfique pour l'écrêtement des crues.

Il ne crée pas une perte de charge singulière supplémentaire lorsque le ségondal est sollicité par les eaux du Rhône. Enfin, les solutions actuellement étudiées de passage en « sous verse » sont infiniment préférables au passage en surverse qui avait été cité dans le pré-schéma sud comme une variante possible. Cette solution s'avère non réalisable compte tenu de la perméabilité du ballast et serait de toute façon risquée.

Nous attirons l'attention sur le fait que les portions aptes au déversement pourront connaître des tassements différents sur les deux rives du Rhône, et pour chacune d'elles dans le sens de leur longueur. Ce qui compromettrait le bon fonctionnement général en crue. L'étude de génie civil de ces deux ouvrages doit donc être soignée sous cet aspect. Un contrôle topographique devra être organisé qui permettra de programmer d'éventuels réajustements de cote si nécessaire.

Nous suggérons que le passage en « sous verse » des débits de débordement soit acté dès maintenant afin de ne pas perdre du temps à étudier les avantages ou inconvénients du passage en surverse sur la voie ferrée, solution qui apparaît maintenant tout à fait irréaliste.

Si la coordination entre RFF et SYMADREM nous semble sur de très bons rails pour ce qui concerne la gestion des endiguements, la coordination pour ce qui concerne la gestion de la plaine reste à faire. Il importe donc que le calendrier de réalisation de l'étude de la gestion des eaux déversées soit respecté pour qu'il y ait plusieurs mois de chevauchement avec l'étude de sécurisation du remblai ferroviaire. Il faut en effet positionner les débouchés sous le remblai ferroviaire en relation avec la problématique du ressuyage. Le fait que la DDE 13 soit l'AMO de RFF et soit aussi, avec la DDAF 13, l'AMO de l'étude de ressuyage est évidemment un élément facilitateur.

**Conclusion du § 6.2 regroupée avec celle du paragraphe suivant**

### **6.3 - Maîtrise d'ouvrage pour le confortement du remblai RFF**

Nous abordons ce sujet sous l'aspect de la cohérence des actions hydrauliques, le rapport général l'abordant d'une façon plus globale.

Il nous semble préférable de clarifier dès que possible ce point, afin que la poursuite des études (étude de calage et surtout étude de sécurisation du remblai RFF) ne reposent pas sur des malentendus potentiels.

Cette clarification nous paraît devoir s'imposer sur la base suivante : le SYMADREM a une vocation hydraulique, la RFF a une vocation ferroviaire. La maîtrise d'ouvrage de la partie de confortement du remblai RFF (zones calées à Q1000 + 50 cm) et du tronçon nouveau de digue résistant à la surverse nous paraît devoir être celle du SYMADREM. De son côté, RFF aurait la maîtrise d'ouvrage de tous les passages sous son remblai. En ce qui concerne l'entretien, il assurera l'entretien de la totalité du tronçon résistant à la surverse et l'entretien du confortement dans les zones protégées jusqu'à Q1000 + 50 cm. RFF assurera l'entretien de son ouvrage pour les seuls besoins ferroviaires, et donc sera évidemment déchargé de l'entretien du talus côté Rhône dans les portions qui seraient épaulées par un nouveau remblai surélevé. Une convention définissant les domaines physiques d'intervention du SYMADREM et de RFF, les procédures de concertation pour la suite des études et les procédures de concertations pour certains travaux d'entretien devrait être initiée sans attendre la fin de l'étude de sécurisation. Ainsi, celle-ci pourrait s'achever sur des bases clarifiées.

Ce partage des tâches et des maîtrises d'ouvrage, s'impose d'autant plus qu'il apparaît maintenant plus clairement que l'on se dirige vers une solution où le remblai ferroviaire devient transparent au sens hydraulique.

À ce stade des études et, compte tenu à la fois des principes techniques et du constat de bonne collaboration des acteurs, il nous paraît que le choix du maître d'ouvrage devient possible sans délais.

#### **Regard global sur le mode de sécurisation du remblai ferroviaire (§ 6.2 et 6.3)**

Le remblai ferroviaire peut être l'objet de brèches qui se développent jusqu'à sa base par surverse, ou par renard, même pour des crues inférieures à celle de 2003, peut être pour des crues du type de celles de 1993 et 1994.

Les études actuellement menées par le SYMADREM pour le calage des digues résistantes à la surverse et par RFF pour le confortement de son remblai avancent en bonne synergie et permettent de dégager une vision claire sur un mode de confortement réaliste et efficace. La présence de l'État dans les groupes de pilotage est un garant de la bonne synergie entre les actions en cours, et celles, nombreuses, à venir.

Le remblai RFF deviendra en fait transparent et sera équipé de nombreux petits passages inférieurs en plus des trois grands existent (trémies). Le tronçon de digue apte au déversement représente environ 80 % de la longueur de remblai ferroviaire. Ce sera une nouvelle digue rectiligne parallèle au remblai RFF.

Pour le bon achèvement des études hydrauliques et ferroviaires de tout ce secteur, y compris la plaine du Grand Trébon, il conviendrait :

- que puisse être fait rapidement le choix d'un maître d'ouvrage pour la digue aussi bien partie déversante que partie surélevée accolée au remblai ferroviaire ; ce maître d'ouvrage devrait être le SYMADREM et une convention avec RFF traiterait des problèmes communs pour la fin des études, le déroulement des travaux et l'entretien ultérieur. Elle ne devrait pas présenter de difficulté technique ;
- que le SYMADREM puisse engager aussi vite que possible l'étude de gestion des eaux déversées pour qu'elle puisse avancer de pair avec la fin de l'étude RFF.

## 7 - Protection des quartiers nord d'Arles

Ce paragraphe se réfère essentiellement à l'étude EGIS [35]. Les numéros de page en petits caractères sont ceux de cette étude (version juillet 2008) qui complète le volet hydraulique de l'étude d'impact de la protection nord d'Arles [20] par l'étude du scénario 750.

### 7.1 - Principe de la protection par ajout d'un « barreau »

Le tronçon de digue projeté pour protéger les quartiers nord d'Arles (Monplaisir) relie la digue du Vigueirat et la voie ferrée. Il comporte deux parties :

- un remblai routier déjà édifié destiné à prolonger la rocade RD 570<sup>N</sup> et qu'il est prévu de transformer en digue par un dispositif d'étanchéité (une géomembrane est prévue, mais ce pourrait être aussi un masque en argile) ;
- un remblai à construire, souvent appelé barreau. Par extension, c'est l'ensemble des deux que nous appellerons barreau (référencé 1 sur la figure 3 ci-après et BA4a dans le pré-schéma sud).

Cette digue (ou barreau) est orientée sensiblement est-ouest, perpendiculairement à la voie ferrée. Elle vient se refermer à l'ouest sur le remblai de la voie RFF, à très faible distance du terre-plein de la gare d'Arles. À l'est, elle se referme sur le remblai de rive droite du Vigueirat. La protection rapprochée est donc constituée du barreau, de la digue du Vigueirat, des hauts quartiers d'Arles et d'un court tronçon de voie ferrée (en tournant dans le sens des aiguilles d'une montre).

Cette protection rapprochée concerne 7 000 personnes (Monplaisir) et la ZI nord. Le barreau prévu est calé à la cote 6,8 m NGF et s'étend sur 1 130 m de long. Il retire 3,5 km<sup>2</sup> aux 27 km<sup>2</sup> du casier du Grand Trébon.

Cette protection rapprochée intervient en second rideau en cas de défaillance du remblai de la voie RFF (ou de ses trémies). Elle constitue donc ce qui est classiquement appelé une digue de second rang. Ce double rideau de protection est classique dans de nombreuses vallées. La digue de **premier rang** est la première qui est sollicitée par la montée des eaux, ici le remblai de la voie RFF. La digue de **second rang**, lorsqu'elle existe, est sollicitée lorsque la digue de premier rang ne suffit plus, soit qu'elle déverse par des tronçons résistants à la surverse (s'ils existent), soit qu'elle déverse par dessus sa crête, soit qu'elle soit victime d'une brèche avant ou après avoir surversé. Classiquement, la digue de premier rang longe le cours d'eau sur une grande longueur, et une digue de second rang, généralement bien plus courte, protège, en second rideau, des zones de superficie limitée et plus densément habitées. Mais il est tout à fait possible de construire des protections rapprochées s'il n'y a pas de digue longitudinale. On ne peut plus parler dans ce cas de digue de second rang, mais bien de protection rapprochée.

En cas de défaillance de la digue de premier rang, la protection rapprochée doit pouvoir jouer son rôle de manière autonome, sans compter sur la digue de premier rang. Elle n'est donc viable que si le petit tronçon de voie ferrée situé entre le barreau et la zone industrielle reste pérenne et de même pour la digue du Vigueirat. Le petit tronçon en cause de la voie ferrée est très surélevé et ne va pas risquer une surverse. Il ne va en principe pas non plus présenter un risque d'érosion interne car les gradients hydrauliques qu'il devra subir seront très faibles. Mais même s'il présentait un tel risque, il serait très facile, vu sa très faible longueur, de le sécuriser dans le cadre du chantier d'édification du barreau.

Le caractère autonome de la protection de Monplaisir suppose aussi que la digue du Vigueirat située en aval du barreau ne se rompe pas. Après 2003, un imposant rideau de palplanches avait été battu entre la RD 453<sup>N</sup> et le siphon de Flèche. Il doit être prolongé en 2009 jusqu'à l'emplacement du barreau par la ville d'Arles.

Deux autres remblais peuvent subir des désordres en cas de défaillance de la voie RFF ou de ses trémies. Le canal des Alpines, s'il se rompt, ce qui a été subi en 2003, vient légèrement augmenter les hauteurs d'eau dans le casier du Trébon et ne provoque pas de désordre sur la digue projetée. Le remblai du Vigueirat, s'il se rompt en amont du barreau, ne peut que le soulager (mais aggrave alors la situation dans le casier des anciens marais).

En conclusion au stade des principes, on doit concevoir la protection nord d'Arles comme une **protection rapprochée autonome** et non comme une **digue de second rang dépendant d'une digue de premier rang**. Cela implique que les autres remblais qui ferment la protection soient sûrs en crue, ce qui est en principe le cas. Cela ne change donc rien en pratique, mais cette différence d'appellation éviterait des malentendus.

## 7.2 - Situation actuelle (2008, barreau non réalisé)

Voir les lignes en bleu des tableaux de synthèse n° 4 à 6.

Pour la crue 2003 (compris brèches RFF et Vigueirat et nouveau siphon de Flèche), le modèle calé sur cette crue confirme les déversements par les trémies (243 m<sup>3</sup>/s), le remplissage du casier du Trébon entre 5,42 m NF (amont) et 5,22 m (aval), l'absence de débordement sur Vigueirat et roubine du Roy, le remplissage des marais d'Arles et des Baux à 2,06 m NGF et l'absence d'eau au verrou de Fourchon (avec une revanche de 2,44 m par rapport à la route qui surélève le verrou à la cote 5,5 m NGF). La hauteur d'eau à Monplaisir est comprise entre 0 et 1,5 m (pages 34 à 38, plan 5).

Pour le scénario 6 avec tenue au déversement des digues du Vigueirat<sup>11</sup>, le casier du Trébon (6,31 m NGF à l'aval soit 1,09 m plus haut que le scénario 2003) déborde cette fois dans le Vigueirat ; le casier des anciens marais d'Arles et des Baux (5,28 m) est à la limite de déborder sur la RD 453<sup>N</sup> (environ 5,5 m) ; le quartier de la Genouillade (figure 9) est inondé par débordement sur la digue droite du Vigueirat (5,42 m) ; du même côté du Vigueirat, le quartier des Alyscamps est inondé à 5,25 m. Page 47. La RD 453<sup>N</sup> protège (sans marge de sécurité) la zone tertiaire de Fourchon, mais celle-ci est quand même inondée par le canal des Baux (tronc commun) qui déborde, et de beaucoup, sur ses deux berges (4,59 m). La hauteur d'eau est de l'ordre de 2,50 m dans Fourchon, et de 2 m à la Genouillade et aux Alyscamps.

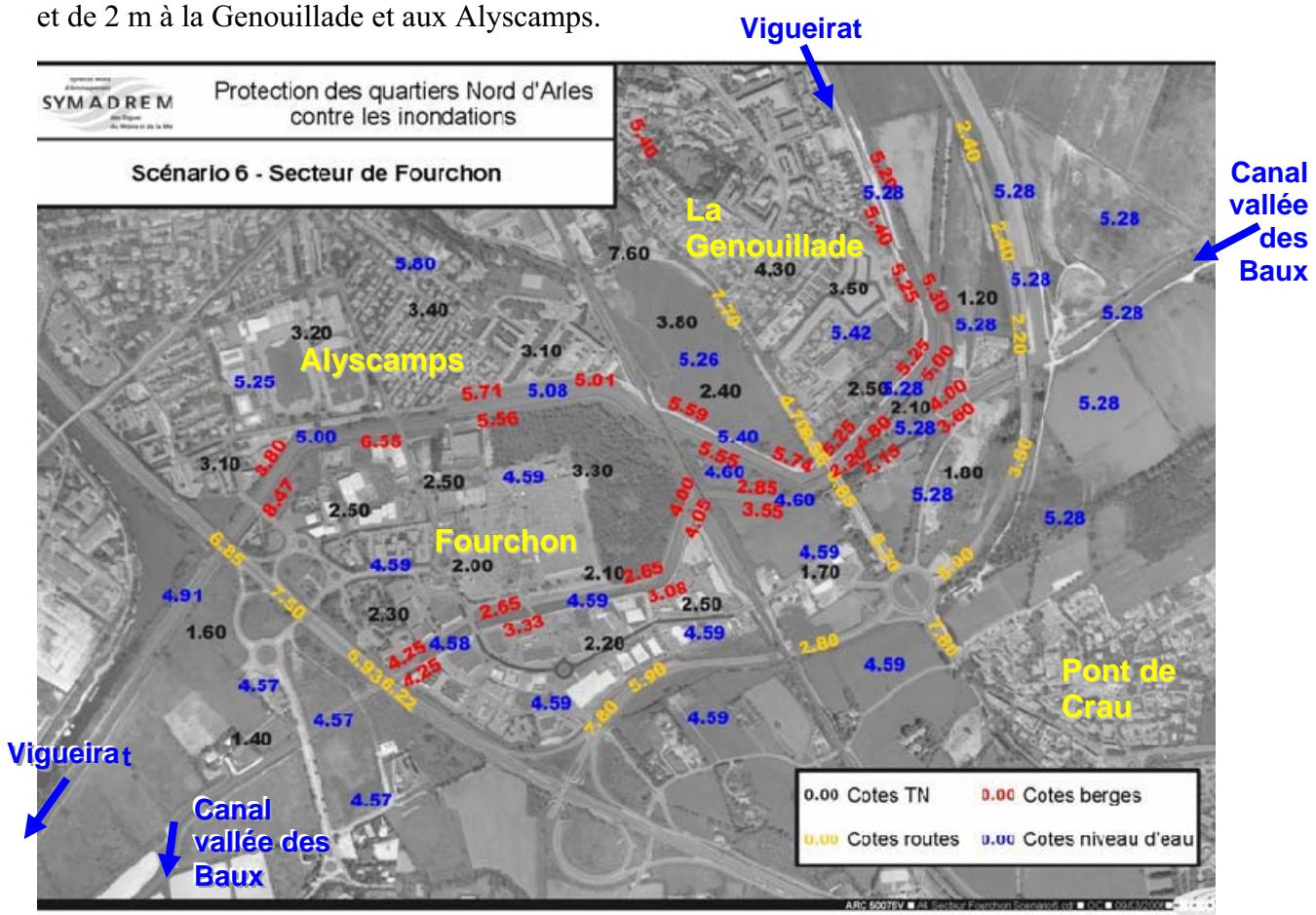


Figure 9 – le secteur de Fourchon et la proximité du Vigueirat et du canal de la vallée des Baux : la Genouillade, Alyscamps (au nord du Vigueirat), Fourchon (au sud du Vigueirat), Pont de Crau (à l'est de Fourchon). Extrait de [35].

<sup>11</sup> Il s'agit de la digue droite du Vigueirat, celle qui ferme le casier du Grand Trébon. L'autre digue est supposée avoir la même brèche qu'en 2003 à Fort Hébral, qui envoie les eaux du Vigueirat dans le casier des anciens marais d'Arles.

## Scénario 6 sans tenue au déversement des digues du Vigueirat

Une hypothèse pessimiste de brèche est prise en compte : longueur cumulée de 270 m et abaissement jusqu'au terrain naturel. La situation est améliorée pour le casier du Trébon (5,78 m NGF soit -53 cm au vu du plan 10), et bien entendu aggravée à l'aval : 5,51 m soit + 23 cm aux marais d'Arles, 4,75 m soit + 16 cm à Fourchon, 5,50 m soit + 9 cm à Genouillade, 5,29 m soit + 4 cm aux Alyscamps. Source plan 10, page 95.

## Scénario 750 avec brèche du Vigueirat (page 150)

Le niveau de l'eau est nettement plus élevé que pour le scénario 6 (6,31 m NGF contre 5,78), et nous pensons que les hypothèses sur la durée de formation de la brèche sur la digue du Vigueirat en sont la cause. Pour la même raison sans doute, la durée de vidange du casier des marais est nettement plus courte. Fourchon est inondé, moins que dans le scénario 6 (4,01 m NG contre 4,75 m). La hauteur d'eau y est de l'ordre de 2 m (contre 2,5 m dans le scénario 6), et le début de débordement se produit 30 h après le début de déversement sur la voie ferrée. La hauteur maximale à Monplaisir augmente de 50 cm par rapport à la crue 2003 et passe donc à environ 2 m.

On constate que la zone tertiaire de Fourchon est menacée selon les scénarios de crue :

- ✚ soit par le débordement du casier des marais ;
- ✚ soit par le débordement du Vigueirat ;
- ✚ soit par le débordement du canal de la vallée des Baux.

Sa protection en cas de gros épisode de crue du Rhône et/ou des bassins versants locaux est donc une affaire complexe, où il faut jouer finement à la fois sur les volumes stockés dans les casiers et sur la capacité des exutoires de vidange de ces casiers.

## 7.3 - Avec barreau seul

*Ce cas n'est pas un cas de projet, mais il permet de mettre en évidence l'apport des mesures dites compensatoires (pompage...) des paragraphes suivants. Voir lignes rouges des tableaux de synthèse n° 4 à 6.*

**Pour le scénario 2003** (page 97), le niveau dans le Trébon est augmenté de 55 cm du fait de sa perte de superficie (18,5 km<sup>2</sup> avec Monplaisir, 15 km<sup>2</sup> après édification du barreau) et de la tenue des digues du Vigueirat qui ne déversent pas et résistent. Il reste néanmoins une revanche de 1,03 m sur le barreau. Le casier du Trébon étant plus sollicité, il lamine mieux et à l'aval, le marais d'Arles voit 8 cm de moins.

**Pour le scénario 6**, (page 105), les digues du Vigueirat déversent et se rompent. La présence du barreau augmente les cotes de 5 à 8 cm dans tous les secteurs (+ 8 cm au Trébon, + 7 cm au marais d'Arles et à Genouillade, + 6 cm à Fourchon, + 5 cm aux Alyscamps). Le niveau dans le Trébon est de 5,86 m laissant une revanche sur le barreau de 94 cm.

Même si les digues du Vigueirat ne se rompaient pas (page 113), le niveau dans le Trébon s'élèverait à 6,48 m laissant encore une revanche de 32 cm.

**Le scénario 750 (brèche de 750 m<sup>3</sup>/s)** n'est pas étudié.

## 7.4 - Avec protection nord d'Arles, et ouvrage de transfert sur Vigueirat

Voir lignes vertes des tableaux de synthèse n° 4 à 6.

L'aménagement fait donc en sorte de rendre impossible la rupture de digue du Vigueirat. Il comporte, en plus du barreau (1) huit actions numérotées (1) à (5) et (a) à (e) sur la figure 10 ; les lettres correspondent aux actions dites d'accompagnement. Ce sont :

### ⊕ des ouvrages d'évacuation sous la voie ferrée vers le Rhône :

- (2) station de pompage de  $10 \text{ m}^3/\text{s}$  ;
- (4) optimisation de la martelière existante ;
- (c) ouvrage gravitaire supplémentaire de section  $20 \text{ m}^2$  ;

### ⊕ des ouvrages sur le Vigueirat :

- (3) ouvrage de régulation plafonnant le débit dans le Vigueirat pour le cas où le casier du Trébon surverserait dans le lit du Vigueirat ;
- (a) ouvrage de transfert sur le Vigueirat par renforcement des deux digues sur 2 km, calées à 5,89 m en amont et 5,65 m en aval, soit 1,15 m sous la crête du barreau ;
- (b) surélévation des deux digues du Vigueirat en amont de l'ouvrage de transfert pour éviter les déversements dans le Vigueirat ;
- (e) clapet anti-retour sur le siphon de Flèche qui vidange le casier du Trébon par dessous le remblai du Vigueirat et busage du contre fossé du Vigueirat qui conduit au siphon ;
- (f) amélioration gestion des vannes du contre canal du Vigueirat liées au prolongement de la rocade.

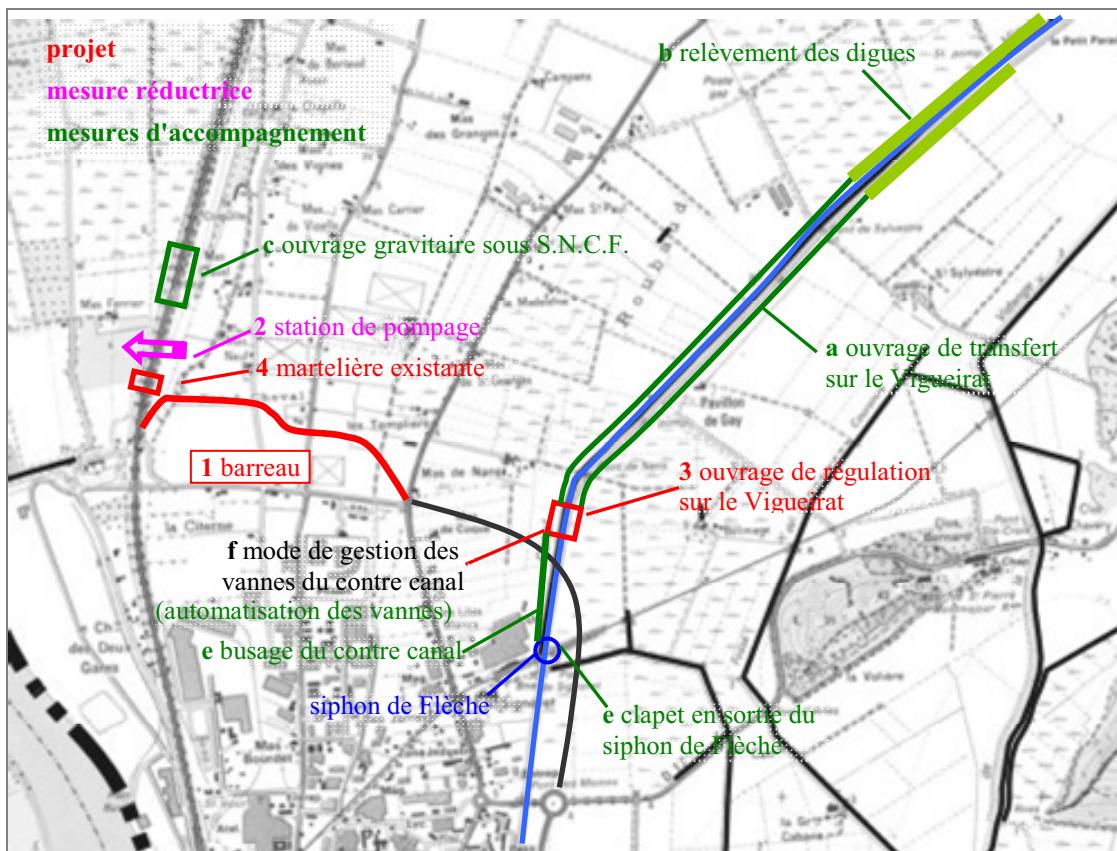


Figure 10 - schéma du barreau et des mesures complémentaires avec transparence du Vigueirat (plan 9 page 79 de l'étude EGIS [35])

Les nouveaux exutoires permettent que le casier Grand Trébon stocke moins d'eau que dans la **situation 2003** : 12,7 hm<sup>3</sup> au lieu de 14,5 hm<sup>3</sup> ; la réalisation du barreau permet que le quartier de Monplaisir (aval du barreau projeté) ne soit plus inondé alors qu'il recevait 3,1 hm<sup>3</sup>. Cf. colonnes 3 des tableaux 4 à 6. Du fait de la suppression de l'étalement de la crue dans le quartier de Monplaisir, le Grand Trébon (sans Monplaisir) voit un volume supplémentaire (12,7 hm<sup>3</sup> au lieu de 11,4) correspondant à une surcote modérée (8 cm). Page 79. Le temps de vidange passe de 20 jours à 8 jours (cf. colonnes 5 des tableaux 4 à 6).

Pour le **scénario 6 (brèche de 984 m<sup>3</sup>/s)**, le quartier de Monplaisir reste hors d'eau. La cote maximale dans le Trébon est cette fois diminuée (de 4 cm). Page 81. Le temps de vidange passe de 40 jours environ à 14 jours. Le quartier de Fourchon reste inondé (avec 4 cm de plus, mais avec un temps de vidange diminué d'une semaine).

On note donc qu'un aménagement modéré (un barreau assez court) permet de mettre hors d'eau le quartier de Monplaisir même pour le scénario 6 d'une très grosse brèche. Le quartier de Fourchon, qui est plus bas, est hors d'eau pour la crue 2003, mais pas pour le scénario 6, sauf à faire une protection spécifique. Il sera parlé de cette protection au chapitre 8.

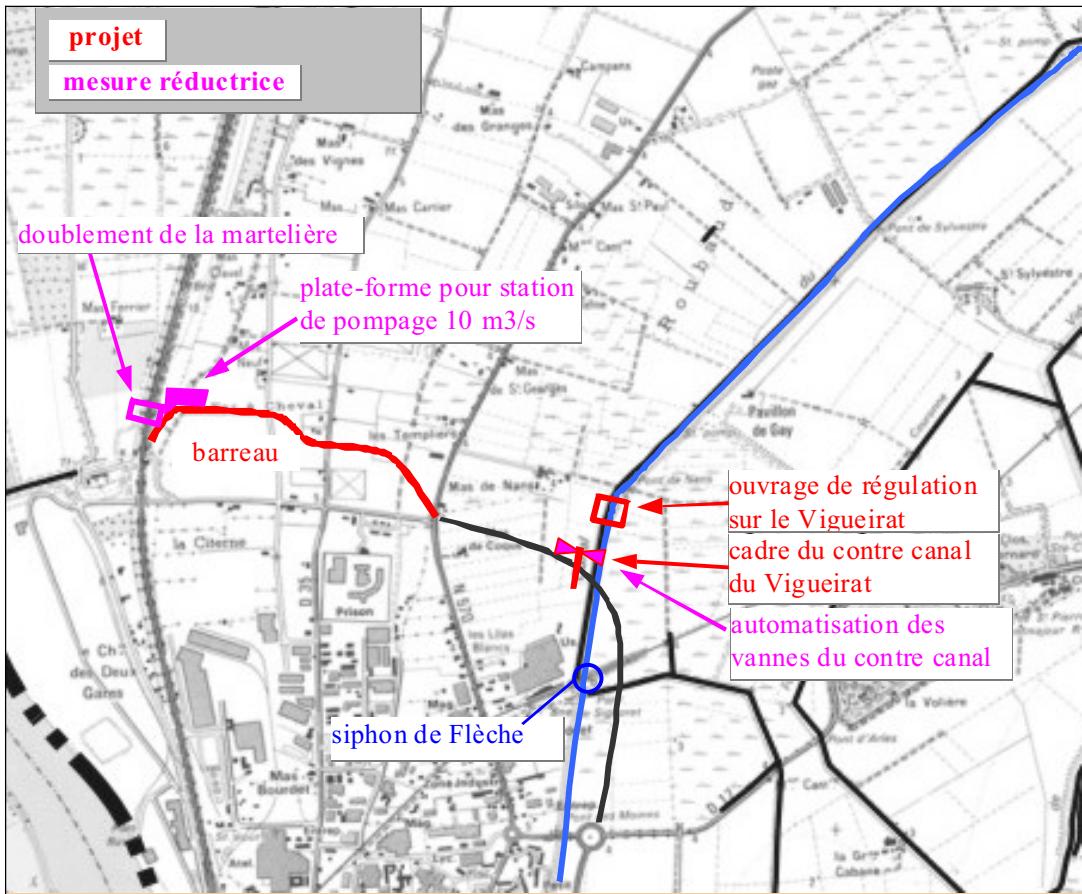
La revanche sur le barreau est importante, mais justifiée vu les enjeux, (53 cm pour le scénario 6 ; 1,50 m pour la crue 2003).

**Le scénario 750 (brèche de 750 m<sup>3</sup>/s)** n'est pas étudié (ce qui n'est pas gênant, car moins pénalisant que le scénario 6).

## 7.5 - Avec protection nord d'Arles, sans transfert sur Vigueirat

*Voir lignes noires des tableaux de synthèse n° 4 à 6.*

Ce projet a été étudié dans le cadre du pré-schéma sud (comité de pilotage du 7/7/06). Il ne comporte pas les aménagements du Vigueirat sauf le limiteur et l'ouvrage gravitaire de 20 m<sup>2</sup>. Restent donc (1), (2), (3), (4) et (f), voir figure 11. Cela permettait, au moment de cette étude, de séparer les aménagements sous maîtrise d'ouvrage SYMADREM (liés au barreau) et ceux qui étaient prévus sous une autre maîtrise d'ouvrage au moment de cette étude. Il ne s'agit pas en fait d'une option de projet, mais l'intérêt est de montrer ainsi le bénéfice des autres aménagements. Cela peut aussi constituer une étape intermédiaire, car tous les aménagements ne pourront raisonnablement pas être réalisés la même année. Aujourd'hui, il est acquis que la responsabilité des études de toutes les actions dans la plaine sera portée par le SYMADREM (déjà évoqué au chapitre 5).



**Figure 11 - schéma du barreau et des mesures complémentaires sans transparence du Vigueirat** (plan 16 page 123 de l'étude EGIS [35])

**Pour le scénario 2003** (page 125), le niveau dans le Trébon est augmenté non plus de 55 cm mais de 13 cm seulement, grâce au pompage. Le marais d'Arles voit 2 cm de moins, celui des Baux 36 cm de moins. Il reste une revanche de 1,45 m sur le barreau.

### Scénario 750 (déversement de 750 m<sup>3</sup>/s dans le Grand Trébon et ruine du Vigueirat)

Les tableaux suivants (4 à 6) synthétisent les conséquences de cet aménagement. Le temps de vidange du casier du grand Trébon est très inférieur à celui du scénario 6. Il augmente de 4 à 6 jours du fait du barreau.

L'écoulement à travers les arches de la RD 453<sup>N</sup> (Arles à Saint-Martin) provoque l'inondation de la zone tertiaire de Fourchon, avec ou sans barreau. Le canal du tronc commun déborde d'abord sur sa rive gauche puis sa rive droite et inonde la zone centrale de Fourchon, seulement avec 3 cm de plus qu'en situation actuelle.

D'où le projet de construire une digue en amont de la RD 453<sup>N</sup> (et de son rond-point) et de surélever les digues du tronc commun jusqu'au siphon de Moncalde. Nous la présentons au chapitre 8 car ce n'est pas une mesure compensatoire du barreau, mais bien une protection de Fourchon à part entière. Cette digue augmente légèrement le temps de vidange du casier qui passe de 6 à 8 jours.

Cette digue en amont de la RD 453<sup>N</sup> aggrave l'inondation du marais des Baux. La réalisation d'un canal de ressuyage dans « le col » de Fourchon à partir du rond-point de la RD 453<sup>N</sup> permet d'améliorer la vidange de ce marais (qui sera présenté au chapitre 8). Ce canal de vidange permet de gagner un jour sur la vidange du casier.

Cette digue aggrave aussi l'inondation du quartier de Pont de Crau (11 cm sans le canal de ressuyage cité ci-dessus, 8 cm avec). Une digue de 1 km et d'environ 2 m de haut supprime cette aggravation.

Puisque le barreau possède une revanche (32 cm) pour le scénario 6, même s'il n'y a pas de brèche sur le Vigueirat amont, il en possèdera une après sécurisation du remblai RFF, puisque les volumes déversés pour la crue millénale sont en gros moindre.

## COMPARAISON DES COTES DANS LES CASIERS ET REVANCHE SUR BARREAU

	Casier Alpines	Casier Trébon Monplaisir			Revanche sur barreau	Casier Arles	Genouillade	Alyscamps	Fourchon
	Cote aval	Volume hm <sup>3</sup>	Cote aval	Durée vidange		Cote	Cote	Cote	Cote
Actuel (sans brèche Vigueirat)	7,71 m	11,4 + 3,1	5,22 m	20 j page 99	/	2,06 m	vide	vide	vide
Actuel (brèche Vigueirat)	situation non susceptible de se produire (digues Vigueirat non déversantes)								
Barreau seul, sans brèche Vigueirat	7,71 m	16,6	5,77 m (+ 55 cm) page 97	> 50 j page 99	1,03 m	1,98 m (- 8 cm)	vide	vide	vide
Barreau seul, brèche Vigueirat	situation non susceptible de se produire (digues Vigueirat non déversantes). Page 97								
Barreau + ressuyage avec transfert Vigueirat	7,71 m	12,7 page 80	5,30 m (+ 8 cm) page 79	8 j (-12 j) page 79	1,50 m	2,11 m (+ 5 cm)	vide	vide	vide
Barreau + ressuyage sans transfert Vigueirat	7,71 m	13,1 page 125	5,35 m (+ 13 cm) page 124	10 j (- 10 j) page 129	1,45 m	2,04 m (- 2 cm) page 127	vide	vide	vide

Tableau 4 - premier cas : crue 2003 sans brèches

	Casier Alpines	Casier Trébon Monplaisir			Revanche sur barreau	Casier Arles	Genouillade	Alyscamps	Fourchon
	Cote aval	Volume hm <sup>3</sup>	Cote aval	Durée vidange		Cote	Cote	Cote	Cote
Actuel (sans brèche Vigueirat)	8,02 m	29,2 + 6,2	6,31 m page 47	> 40 j page 49	/	5,28 m	5,42 m	5,25 m	4,59 m
Actuel (brèche Vigueirat) plan 10 page 95	8,02 m	20,6 + 4,7	5,78 m (- 53 cm) page 109	34 j	/	5,51 m (+ 23 cm)	5,50 m (+ 9 cm)	5,29 m (+ 4 cm)	4,75 m (+ 16 cm)
Barreau seul, sans brèche Vigueirat	8,02 m		6,48 m (+17 cm)		0,32 m page 113				
Barreau seul, brèche Vigueirat	8,02 m	21,9 page 106	5,86 m (+ 8 cm) page 109	35 j	0,94 m	5,58 m (+ 7 cm)	5,57 m (+ 7 cm)	5,34 (+ 5 cm)	4,81 (+ 6 cm)
Barreau + ressuyage avec transfert Vigueirat	8,02 m	29,9 page 82	6,27 m (- 4 cm) page 81	14 j page 82	0,53 m	5,35 m (+ 7 cm) page 81			4,63 m (+ 4 cm) page 82

Tableau 5 - deuxième cas : scénario 6 (brèche 984 m<sup>3</sup>/s ; 200 hm<sup>3</sup>)

## COMPARAISON DES COTES DANS LES CASIERS ET REVANCHE SUR BARREAU

	Casier Alpines	Casier Trébon Monplaisir			Revanche sur barreau	Casier Arles	Genouillade	Alyscamps	Fourchon
	Cote aval	Volume hm <sup>3</sup>	Cote aval	Durée vidange		Cote	Cote	Cote	Cote
Actuel (brèche Vigueirat) p135		29,2 + 6,2	6,31 m page 150	4 j page150	/	4,25 m			4,01 m
Barreau + ressuyage sans transfert Vigueirat			6,49 m (+ 18 cm) page 150	6 j page150	31 cm	4,30 m (+ 5 cm)			4,04 m (+ 3 cm)
Idem + digue amont RD 453 <sup>N</sup>			6,48 m (+ 17 cm)	8 j page150	32 cm	4,35 m (+ 10 cm)	vide	vide	vide
Idem + digue amont + canal ressuyage			6,48 m (+ 17 cm)	7 j page150	32 cm	4,32 m (+ 7 cm)	vide	vide	vide

Tableau 6 – troisième cas, scénario 750 (brèche 750 m<sup>3</sup>/s ; 90 hm<sup>3</sup>)

### En conclusion du chapitre 7 :

- le barreau conserve une revanche satisfaisante sur les plus hautes eaux, avant comme après les travaux de sécurisation du remblai RFF, avec ou sans effacement des digues du Vigueirat ;
- le barreau réalisé seul est utile pour la protection du quartier de Monplaisir, jusqu'à un cas plus grave que la crue 2003 et sans doute moins grave que le scénario 6 ; au-delà, un aménagement complémentaire des digues du Vigueirat à son aval doit être étudié, puis, si nécessaire, réalisé ;
- le Vigueirat doit avoir un aménagement cohérent avec la présence du barreau et donc différent à l'amont et à l'aval :
  - en amont du barreau, la rupture des digues du Vigueirat porterait préjudice au quartier de Fourchon et aux routes, d'où le projet de le sécuriser par un ouvrage de transfert sur les deux digues (action BA4f) ;
  - en aval du barreau, il doit fermer la protection du quartier de Monplaisir, au moins jusqu'à la roubine du Roy ; la nécessité de rehausser ses digues (ou au moins l'une d'elle) reste à étudier ; cette étude doit envisager les deux étapes, avant puis après sécurisation du remblai ferroviaire, ou celle qui est la plus pénalisante des deux (a priori, avant sécurisation) ;
- la zone tertiaire de Fourchon peut être protégée par une digue basse placée en amont de la RD 453<sup>N</sup> (action BA4g) ; cette protection n'est pas dictée par la construction du barreau nord ;
- la vidange du casier des anciens marais peut être améliorée par un nouveau chenal qui traverse le verrou de Fourchon pour rejoindre le canal de navigation (action BA4d) ;
- il reste à étudier de manière coordonnée ou regroupée l'éventuelle transparence partielle ou totale du canal des Alpines (BA4e) et dans le cadre de l'étude de gestion des eaux déversées en rive gauche la réalisation d'une digue de protection des quartiers sud de Tarascon (action BA4b) ;
- nous insistons sur le fait que la future étude de gestion des eaux déversées en rive gauche, qui va correspondre aux actions BA4a à BA4g, doit envisager deux hypothèses :
  - le remblai RFF n'est pas encore sécurisé et une brèche peut se produire, comme dans les scénarios 6 ou 750 du pré-schéma sud ;
  - le remblai RFF est sécurisé, et il faut gérer les déversements.

## 8 - Protection de Fourchon

Pour protéger la zone tertiaire de Fourchon, il est prévu une digue en amont de la RD 453<sup>N</sup> et la surélevation de la digue gauche du tronc commun (de la RD 453<sup>N</sup> jusqu'au siphon de Moncalde). Cette protection est souhaitable, même en l'absence de la protection nord d'Arles. Deux options sont possibles, soit de s'appuyer sur l'actuelle route, soit de créer une digue en parallèle de la route, côté amont (figure 12 en rose). La cote de la digue serait de l'ordre de 5,0 m selon l'étude pour le scénario 750, ce qui ferait une digue de l'ordre de 2,5 m de hauteur. Cette digue aggrave aussi l'inondation du quartier de Pont de Crau (11 cm sans le canal de ressuyage cité ci-dessous, 8 cm avec). Une digue de 1 km et d'environ 2 m de haut supprime cette aggravation (figure 12 en jaune). Position et cote de cet endiguement devront être ajustées dans l'étude de gestion des débits déversés en rive gauche. C'est l'ensemble de ces deux digues qui constitue l'action BA4g du pré-schéma sud.

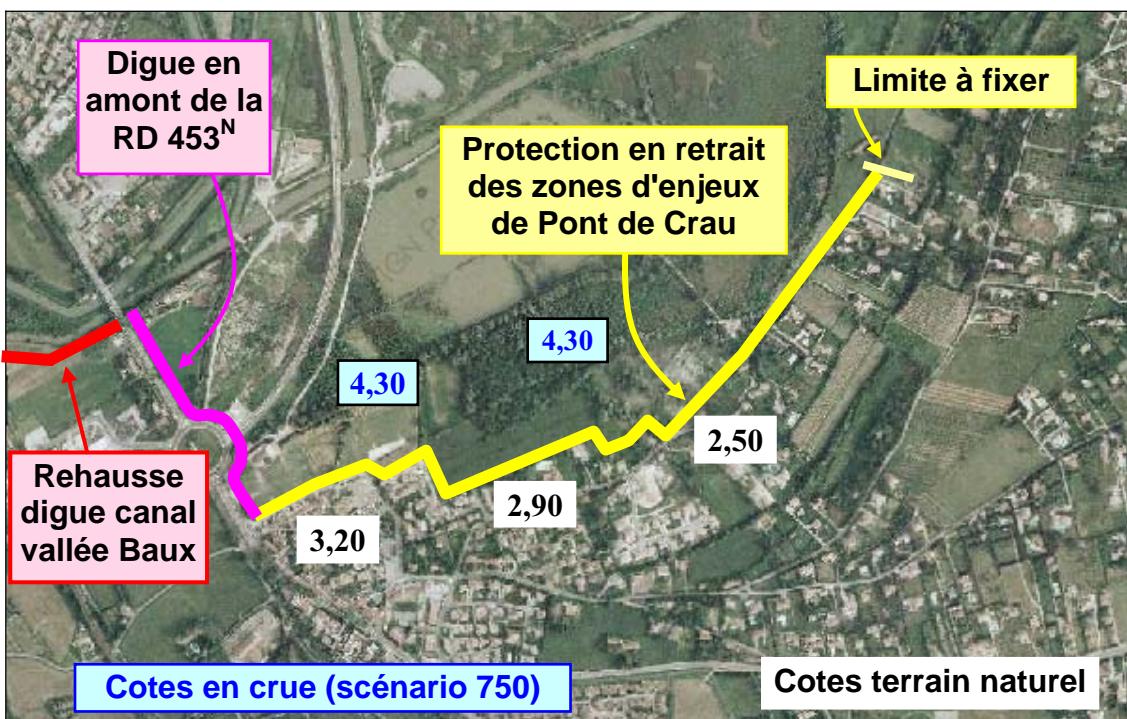
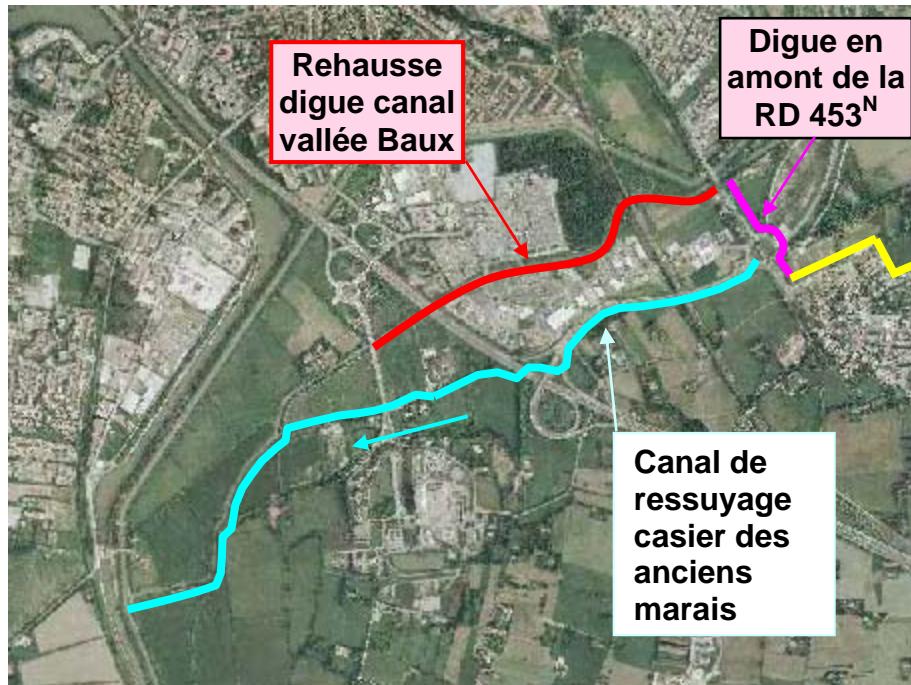


Figure 12 : localisation schématique de la protection de Fourchon (source EGIS, figures 70, 71)

Cette digue en amont aggrave l'inondation du casier des anciens marais d'Arles et des Baux. D'où le projet d'un nouveau canal de ressuyage dans « le col » de Fourchon à partir du rond-point de la RD 453<sup>N</sup> pour contribuer à vidanger le casier. Comme le canal du marais des Baux (tronc commun), il rejoint le canal de navigation (figure 13). Il s'agit de l'action BA4d du pré-schéma sud.

L'impact de ces deux actions a été étudié pour le scénario 750. La présence du barreau n'aggrave la situation à Fourchon que de 3 cm. Le projet de digue de protection de Fourchon est donc bien une action autonome.



**Figure 13 - localisation schématique du projet du canal supplémentaire de ressuyage dans Fourchon (source EGIS, figures 70 à 72)**

Les travaux de protection de Fourchon seront à revoir en fonction des aménagements prévus pour sécuriser le remblai ferroviaire. C'est l'objet de la future étude de gestion des eaux déversées dans la plaine rive gauche que le SYMADREM s'apprête à lancer. L'étude réalisée à ce jour a l'intérêt de montrer que pour le scénario 750, la protection de Fourchon est une affaire possible. Pour le scénario 6, plus pénalisant, n'ont été regardées que les aggravations (fort modérées dues au barreau, mais pas les parades). Le tableau ci-dessous compare les conditions de déversement prévues à l'issue de l'étude de calage de CNR (résultats provisoires) en les comparant aux scénarios 6 et 750. La protection de Fourchon après sécurisation du remblai RFF est donc tout à fait réalisable techniquement pour le cas d'une crue de référence type 1856, nettement moins pénalisante que le scénario 750. Pour la crue millénale, cela devrait l'être aussi moyennant un ajustement, puisque le volume à traiter est plus élevé de 20 % (109 hm<sup>3</sup> contre 90). Le débit de pointe est plus fort de 30 %, mais à Fourchon, c'est bien le volume qui constitue la difficulté.

	Débit déversé	Volume déversé
Scénario 6 (avec brèche)	984 m <sup>3</sup> /s	200 hm <sup>3</sup>
Scénario 750 (avec brèche)	750 m <sup>3</sup> /s	90 hm <sup>3</sup>
Déversement contrôlé pour 1856 (12500 m <sup>3</sup> /s)	406 m <sup>3</sup> /s	33 hm <sup>3</sup>
Déversement contrôlé pour Q1000	1 008 m <sup>3</sup> /s	109 hm <sup>3</sup>

## 9 - Protection sud de Tarascon

Cette action est prévue au pré-schéma sud sous le code BA4b (voir chapitre 5 et figure 6).

En décembre 2003, les brèches sur les trémies en inondant le canal des Alpines ont fait craindre que les quartiers sud de Tarascon ne soient inondés depuis l'aval par effet de remous.

Avant sécurisation du remblai RFF, les études d'impact de la protection nord d'Arles montraient que le barreau prévu a une incidence sur le casier du Grand Trébon. Pour le scénario 6, le niveau de l'eau au sud du Grand Trébon est augmenté de 17 cm si les digues du Vigueirat tiennent ou de 8 seulement si elles lâchent (tableau 5). Par contre, l'incidence du barreau sur le casier des Alpines est nulle.

Après sécurisation du remblai RFF, des déversements se produiront dans l'ensemble formé par les casiers des Alpines et du Grand Trébon. L'étude de gestion des eaux déversées sur la rive gauche permettra de voir les conséquences sur le casier des Alpines. Ces résultats dépendront de la façon dont la transparence du canal des Alpines sera assurée, c'est-à-dire qu'elle dépendra de l'action BA4e qui est à mener sous la maîtrise d'ouvrage de l'ASA du canal des Alpines.

La solution technique de transparence du canal des Alpines n'est pas un sujet délicat. Elle est possible par exemple par une large échancrure et un passage en siphon sous cette échancrure. C'est ainsi que le canal du bas Rhône Languedoc traverse la vallée du Vidourle ;

En cas de transparence totale du canal, il est possible que les quartiers sud de Tarascon n'aient pas à subir d'inondation venant du sud, l'étude le dira. Dans le cas contraire, une petite digue est-ouest éviterait l'inondation du sud de Tarascon, à l'est de l'usine Tembec, par effet de remous.

Il était important que l'étude de la protection sud de Tarascon fasse partie intégrante de l'étude de gestion des eaux déversées en rive gauche, ce qui est maintenant acquis. Nous prenons aussi note que l'étude de transparence du canal des Alpines (BA4e) sera intégrée à cette étude de gestion des eaux déversées. Le choix de la maîtrise d'ouvrage des travaux sur ce canal pourra être vu ultérieurement entre le SYMADREM et l'ASA du canal des Alpines.

## 10 - Projet de canal de contournement d'Arles

### 10.1 - Comment est née l'idée d'un canal de contournement ?

#### 10.1.1 - Chronologie

Le processus d'études (cf. figure 14) qui a conduit au Plan Rhône, et à sa déclinaison sous forme de pré-schéma Sud (à l'aval de Beaucaire), a duré plusieurs années. La ville de Tarascon a proposé une autre piste, sous la forme d'un canal de contournement de la ville d'Arles, en août 2007. La définition précise de la géométrie de ce canal et de ses objectifs a été confiée par la commune de Tarascon au Bureau d'Etudes Delft Hydraulics.

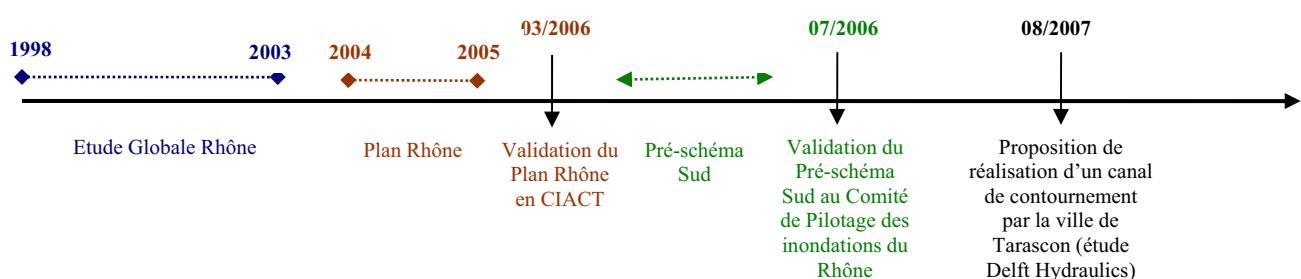


Figure 14 - historique simplifié des études

#### 10.1.2 - Les raisons de cette proposition

Le Plan Rhône pose comme principe de protéger les secteurs les plus densément peuplés (zones urbanisées de Tarascon, Beaucaire et Arles). Afin d'assurer une protection contre la crue millénale des quartiers urbains d'Arles, le Plan définit une protection moindre (supérieure à la crue centennale toutefois) dans les secteurs avec moins d'enjeux. Parmi ces zones se trouvent la Plaine du Trébon (secteur inondé lors de la crue de 2003), située pour partie sur la commune de Tarascon.

La commune considère que la protection offerte pour la zone du Trébon n'est pas satisfaisante. Elle a donc pris le parti d'étudier une solution complémentaire au Plan Rhône, sous forme d'un canal de contournement de la ville d'Arles.

#### 10.1.3 - L'objectif du canal de contournement

La faisabilité de la solution proposée par la ville de Tarascon, a fait l'objet d'une première approche par le Bureau d'Etudes Delft Hydraulics entre les mois d'août et d'octobre 2007.

L'objectif principal affiché par l'étude serait d'abaisser les lignes d'eau entre Tarascon et Arles suffisamment pour éviter les débordements dans l'hypothèse d'une crue supérieure à celle de 2003. Dans cette perspective, le canal reliant le Petit Rhône et le Grand Rhône aurait pour rôle de minimiser les conséquences hydrauliques du goulet d'Arles. En effet, le rétrécissement du Rhône dans la traversée d'Arles offre un obstacle à l'écoulement.

Le canal de contournement dériverait ainsi une partie du débit directement à l'aval d'Arles, via le Petit Rhône.

## 10.2 - La modélisation numérique du canal de contournement

### 10.2.1 - L'intégration dans la modélisation 2D de la CNR

La première étude (niveau faisabilité) réalisée par Delft Hydraulics ([25] et [27]) laissait entrevoir des résultats intéressants. En effet, elle prévoyait un abaissement de la ligne d'eau entre Tarascon et Arles de 65 cm pour une crue millénaire et concluait sur la nécessité d'affiner les résultats préliminaires à l'aide d'une modélisation numérique.

Le SYMADREM, en accord avec la ville de Tarascon et avec Delft, a demandé à la CNR d'étudier la solution du canal de contournement, en l'intégrant dans le modèle 2D qui venait d'être mis au point. Après l'étude par CNR d'un premier scénario défini par Delft, il a été prévu de pouvoir étudier un second scénario, également défini par Delft au vu des résultats du premier.

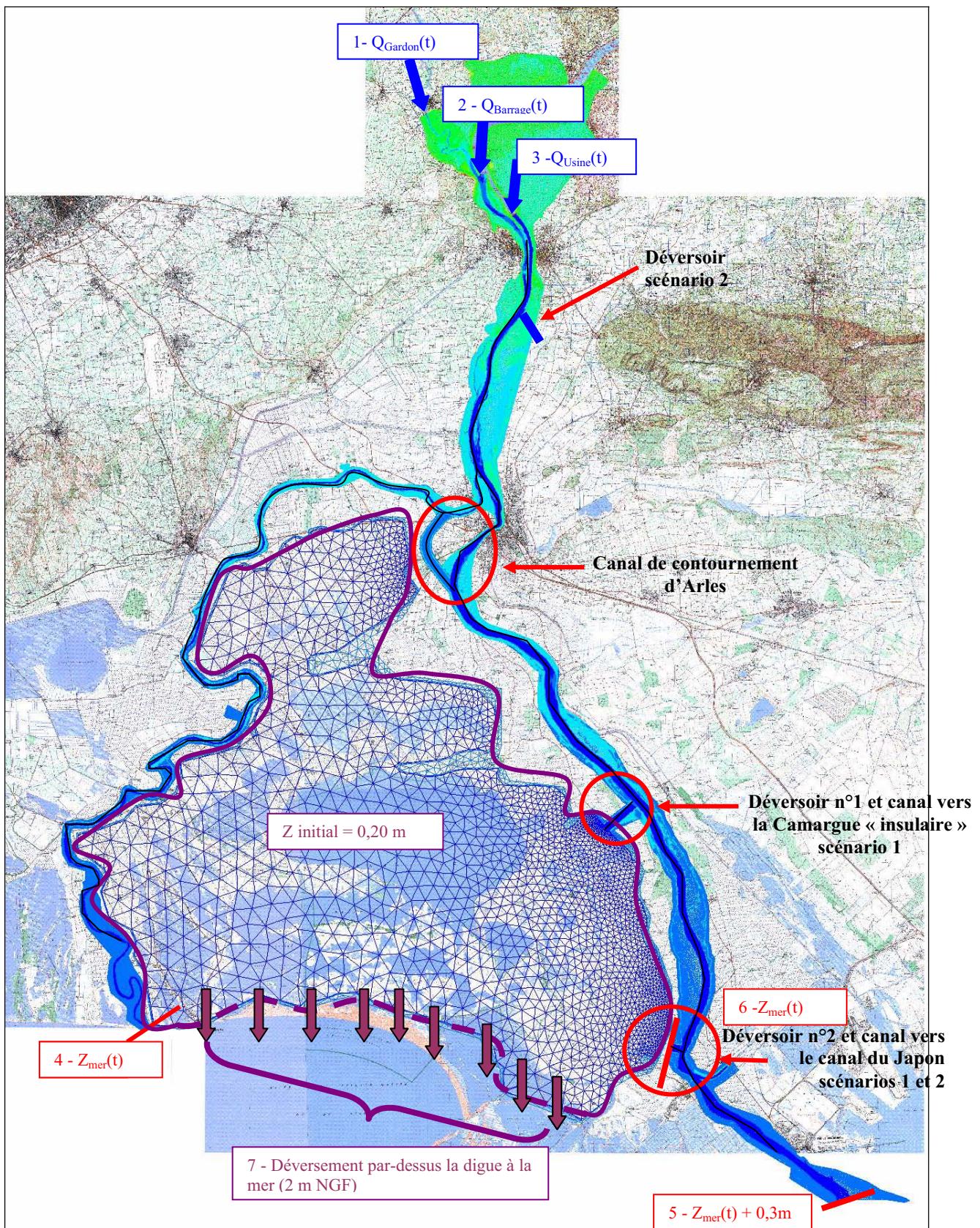
Les deux solutions définies par Delft proposent une implantation identique du canal. Les différences concernent le profil en long (pente, altitude des déversoirs en entrée et en sortie, ouvrages annexes), la géométrie (largeur différente) et la définition des ouvrages complémentaires (deux déversoirs sur le Grand Rhône dans le premier cas, un seul pour le second). Une autre différence, essentielle, réside dans le fait que le deuxième scénario envisage la réalisation complémentaire d'un ouvrage déversant (de 48 m de longueur), fonctionnant à l'aide de clapets, sur le tronçon entre Tarascon et Arles.

L'intégration du canal et de ses aménagements connexes (cf. ci-dessous) a nécessité plusieurs aménagements du modèle CNR initial :

- le premier scénario prévoyant de dériver (déversoir n°1) une partie des eaux du Grand Rhône vers la Camargue insulaire à l'aide d'un canal complémentaire (à réaliser), la zone comprise entre les deux bras du Rhône a du être modélisée ; elle a ainsi été considérée comme un ensemble de casiers (comme pour une modélisation monodimensionnelle) uniquement reliés au modèle 2D via le déversoir n°1 et son canal d'amenée (cf. figure 15) ; au-delà de la cote 2 NGF, les eaux sont réputées se déverser vers la mer par-dessus la digue existante ;
- les deux scénarios projettent de dériver également les eaux du Grand Rhône par un deuxième déversoir en aval du déversoir n°1. Là encore, un canal serait nécessaire, il relierait le déversoir n°2 à un ancien canal existant (canal du Japon), évacuant les débits jusqu'à la mer.

Ces aménagements du modèle initial ont pour conséquence de rendre optimistes les résultats des simulations intégrant le canal pour ce qui concerne les volumes (et donc les niveaux atteints) déversés dans la Camargue insulaire (les échanges entre la rive gauche du Petit Rhône, la rive droite du Grand Rhône et la Camargue, autres que ceux qui passent par le déversoir n°1, ne sont pas représentés). De même, les débits transitant par l'ancien canal du Japon sont supposés se déverser directement dans la mer. Toutefois, les conditions d'évacuation de ces débits vers la mer (dans le cas de niveau marin élevé notamment) pourraient s'avérer délicates dans certaines situations.

Les objectifs de ces simulations n'étaient toutefois pas d'étudier en détail toutes ces conséquences, mais d'évaluer la faisabilité de la solution « canal de contournement ».



**Figure 15 - emprise du modèle CNR (avec le canal et les aménagements complémentaires) et conditions aux limites.** Source CNR [35]

## 10.2.2 - Le premier scénario

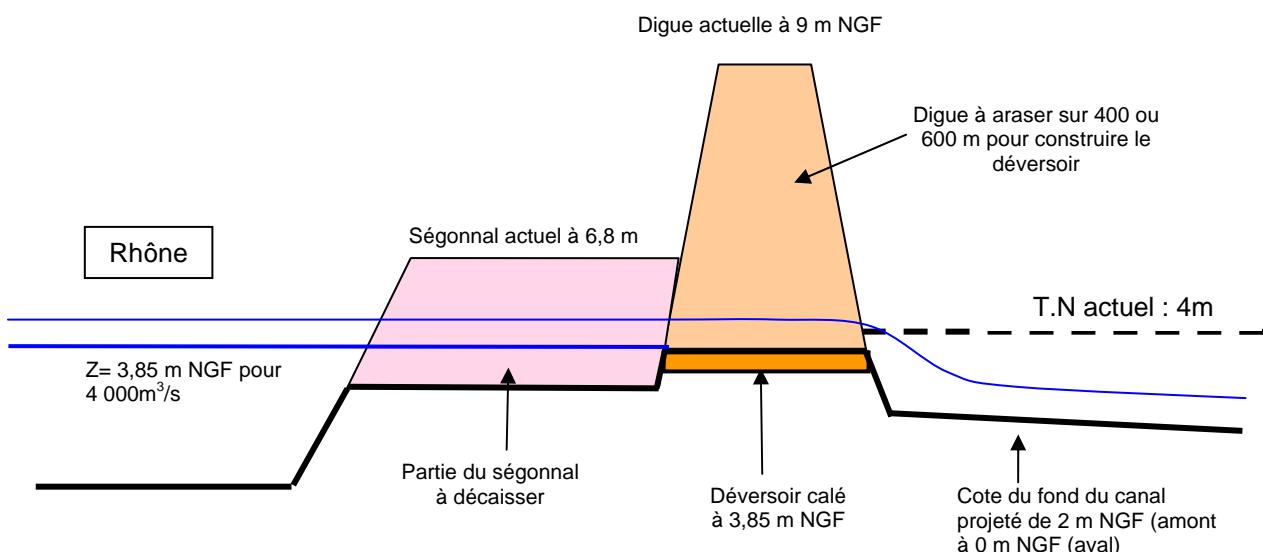
### Principes de dimensionnement

La première proposition de dimensionnement, faite par Delft Hydraulics pour la commune de Tarascon, fixait les caractéristiques suivantes (figure 16) :

- largeur du canal : 400 m ;
- cote du fond : de 2 m NGF (en amont à l'amorce avec le Petit Rhône) à 0 NGF (à l'aval à la confluence avec le Grand Rhône) ;
- débit de début de déversement du Petit Rhône vers le canal : 4 000 m<sup>3</sup>/s à Beaucaire, soit un calage du déversoir à la côte 3,85 NGF (estimation CNR) ;
- largeur du déversoir sur le Petit Rhône : 600 m.

Par ailleurs, pour assurer un fonctionnement hydraulique cohérent, des aménagements complémentaires seraient nécessaires :

- abaissement des ségonaux de 2 m entre la défluence et l'entrée du canal (sur le Petit Rhône) ;
- transparence hydraulique à assurer au droit de la RD 113<sup>N</sup>, de la RD 572<sup>N</sup> et du pont suspendu ;
- construction d'un déversoir (n°1) sur le Grand Rhône (PK 301) et d'un canal de jonction pour évacuer les débits supplémentaires (à partir de 4 000 m<sup>3</sup>/s à Beaucaire) vers l'étang du Vaccarès ;
- construction d'un déversoir de 400 m de long (n°2), toujours en rive droite, en amont de la ville des Salins de Giraud (PK 315), calé lui-aussi pour fonctionner à partir de 4 000 m<sup>3</sup>/s à Beaucaire (soit à partir d'une cote de 1,3 NGF au PK 315 selon CNR). Ce déversoir nécessitera également la construction d'un canal pour évacuer les débits supplémentaires vers l'ancien canal du Japon.



**Figure 16 - coupe du projet au niveau du déversoir amont sur le Petit Rhône (d'après note CNR)**

## Les résultats obtenus

Débits à Beaucaire	11 500 m <sup>3</sup> /s		12 500 m <sup>3</sup> /s		14 160 m <sup>3</sup> /s	
	Sans canal	Avec canal	Sans canal	Avec canal	Sans canal	Avec canal
Diffluence	11 390 m <sup>3</sup> /s	11 390 m <sup>3</sup> /s	11 890 m <sup>3</sup> /s	12 240 m <sup>3</sup> /s	12 200 m <sup>3</sup> /s	12 790 m <sup>3</sup> /s
Petit Rhône amont du canal	1 400 m <sup>3</sup> /s	2 770 m <sup>3</sup> /s	1 530 m <sup>3</sup> /s	3 060 m <sup>3</sup> /s	1 600 m <sup>3</sup> /s	3 250 m <sup>3</sup> /s
Traversée d'Arles	9 990 m <sup>3</sup> /s	8 620 m <sup>3</sup> /s	10 360 m <sup>3</sup> /s	9 180 m <sup>3</sup> /s	10 610 m <sup>3</sup> /s	9 540 m <sup>3</sup> /s
Canal	/	1 780 m <sup>3</sup> /s	/	1 975 m <sup>3</sup> /s	/	2 100 m <sup>3</sup> /s
Grand Rhône aval canal	9 860 m <sup>3</sup> /s	10 315 m <sup>3</sup> /s	10 340 m <sup>3</sup> /s	11 070 m <sup>3</sup> /s	10 540 m <sup>3</sup> /s	11 530 m <sup>3</sup> /s

Tableau 7 - répartition des débits pour le scénario 1 (d'après étude CNR)

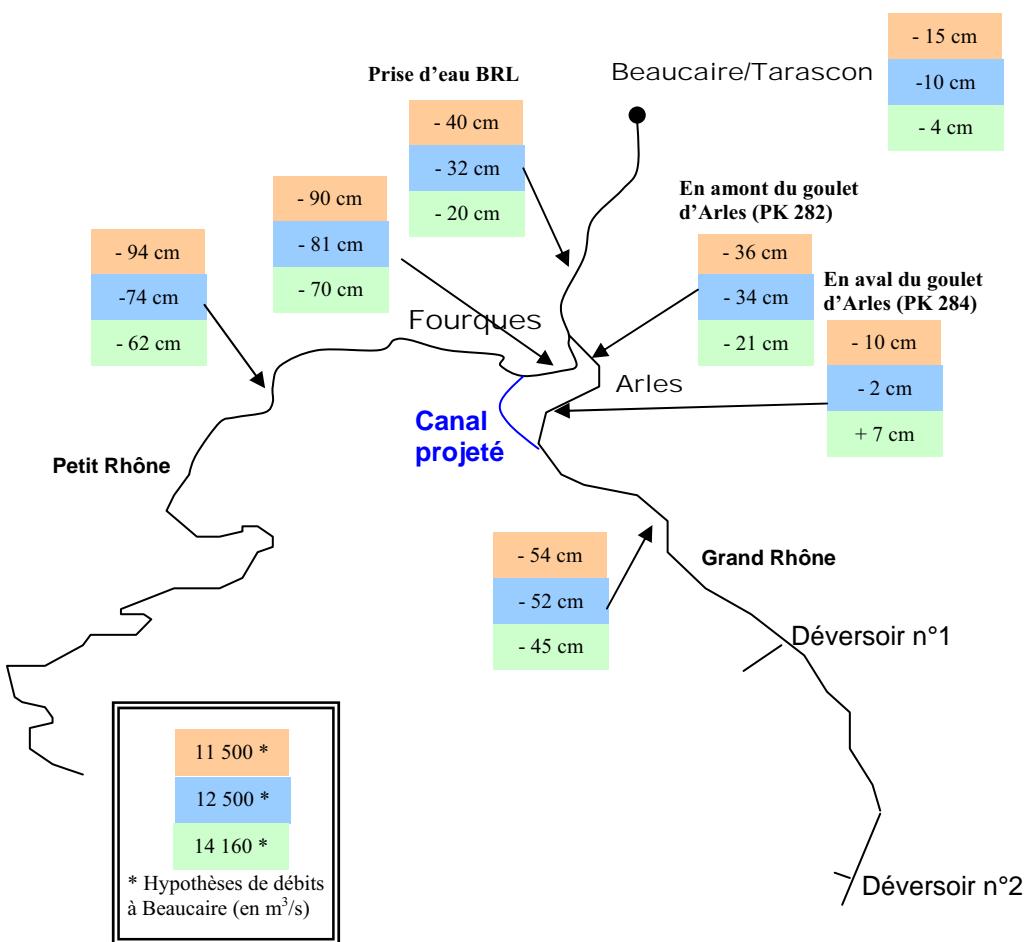


Figure 17 - impact du scénario n°1 sur les niveaux maximum

Quelle que soit la situation modélisée, le projet conduirait à (figure 17) :

- une meilleure débitance dans le tronçon Beaucaire/Tarascon – Fourques. La ligne d'eau (par rapport à celle de l'état « initial » de l'étude de calage [36]) serait ainsi réduite :
  - à Beaucaire, de 15 cm (2003), de 10 cm (1856) et de 4 cm (crue millénaire) ;
  - au niveau de la prise d'eau BRL, de 40 cm (2003), de 32 cm (1856) et de 20 cm (crue millénaire) ;
  - et à Fourques, de 90 cm à 70 cm.
- Cependant, même avec cet abaissement de la ligne d'eau, la crue type 1856 (crue de référence) déborderait sur ce tronçon ;
- une réduction du débit dans le Petit Rhône à l'aval de Fourques ; la ligne d'eau serait ainsi significativement réduite à St-Gilles (entre 62 et 94 cm selon les cas) ;
- une augmentation du débit du Grand Rhône à l'aval du canal de contournement, puis une réduction grâce aux déversoirs aval ; la ligne d'eau augmenterait de 7 cm en Arles au PK 284 (à l'aval du pont de la RD 113<sup>N</sup>), mais serait réduite de 21 cm au PK 282 (en amont du pont de Trinquetaille) pour la situation millénaire ; pour les deux autres situations, la ligne d'eau serait réduite en Arles d'environ 35 cm en amont et de 2 (1856) à 10 cm (2003) en aval ;
- des volumes importants déversés dans la Camargue insulaire (entre 320 et 2 400 millions de m<sup>3</sup>) et dans le canal du Japon et donc une surélévation du niveau dans la Camargue de 67 cm à 5 m.

On peut donc conclure que le scénario n°1 :

- contribuerait à réduire de manière sensible les niveaux depuis la prise d'eau BRL vers l'aval à la fois sur le Petit et le Grand Rhône, sauf pour la traversée d'Arles (en aval du PK 282,5) ;
- aurait un effet plus limité en traversée d'Arles (où la ligne d'eau serait même augmentée pour la crue millénaire) et à Beaucaire ;
- ne permettrait pas d'éviter les débordements pour la crue de référence (12 500 m<sup>3</sup>/s à Beaucaire) entre Tarascon/Beaucaire et Arles/Fourques.

### 10.2.3 - Le second scénario

Suite à la simulation du premier scénario, Delft Hydraulics s'est appuyé sur une modélisation monodimensionnelle sommaire pour définir le scénario n°2. La définition des nouvelles hypothèses a fait l'objet d'un document de Delft intitulé « Définition du second tir de calcul – Version 4 du 21 octobre 2008 », dont le texte est annexé à l'étude de CNR [37].

Il n'est plus question dans ce document d'empêcher les débordements entre Tarascon et Arles (toutes rives confondues) pour la crue millénaire (14 160 m<sup>3</sup>/s). Ainsi, un déversoir latéral y est défini, déversoir localisé entre Tarascon et Arles et fonctionnant à partir de 12 500 m<sup>3</sup>/s (soit le débit maximum atteint par la crue de 1856). Les objectifs affichés à ce stade sont les suivants :

- « diminution ou même suppression des déversements amont du défluent par rehaussement ou rétrécissement du déversoir entre Beaucaire et Arles» ;
- « agrandissement de la débitance du Petit Rhône entre le défluent et le canal afin de « tirer » plus d'eau vers le Petit Rhône » ;
- « optimisation de l'écoulement du Petit Rhône (traitement de la végétation et décorsetage) ».

### Principes de dimensionnement

La position ainsi que la largeur du canal de contournement et le déversoir n°2 sur le Grand Rhône (PK 315,6) resteraient inchangés. Les modifications par rapport au premier scénario sont :

- l'ensemble des digues de Beaucaire à la mer (y compris les protections d'Arles, de Beaucaire et de Tarascon) seraient rehaussées afin d'éviter tout débordement ;
- un déversoir entre Tarascon et Arles (PK 271) aurait pour objectif d'évacuer les débits vers le lit majeur à partir de 12 510 m<sup>3</sup>/s à Beaucaire (soit un débit juste supérieur au maximum de la crue

type 1856) ; ce déversoir calé à la cote 7,5 m NGF aurait une longueur de 48 m et un système de clapets contrôlerait son ouverture ;

- le profil en long du canal projeté change : la cote du fond varierait de -2 NGF (en amont à l'amorce avec le Petit Rhône) à -2,50 NGF (à l'aval à la confluence avec le Grand Rhône) pour la partie la plus profonde du canal (appelée lit mineur) ; une partie du canal pourrait être construite en risberme à + 2,50 NGF (appelée lit majeur) ;
- le débit de début de déversement du Petit Rhône vers le canal se situerait à 11 600m<sup>3</sup>/s (soit juste supérieur à la crue de 2003) à Beaucaire (au lieu des 4 000 m<sup>3</sup>/s initiaux) ; la longueur du déversoir serait réduite à 400 m (au lieu de 600) ;
- les ségonaux seraient abaissés de 4,5 m (au lieu de 2 dans le scénario 1) entre la difffluence (PK 280) et l'entrée du canal (PK 283 sur le Petit Rhône) ;
- le déversoir n°1 sur le Grand Rhône n'est plus prévu.

### Les résultats obtenus

Débits à Beaucaire	11 500 m <sup>3</sup> /s		12 500 m <sup>3</sup> /s		14 160 m <sup>3</sup> /s	
	Sans canal	Avec canal	Sans canal	Avec canal	Sans canal	Avec canal
Difffluence	11 270 m <sup>3</sup> /s	11 310 m <sup>3</sup> /s	11 890 m <sup>3</sup> /s	12 400 m <sup>3</sup> /s	12 270 m <sup>3</sup> /s	13 560 m <sup>3</sup> /s
Petit Rhône amont du canal	1 390 m <sup>3</sup> /s	1 370 m <sup>3</sup> /s	1 530 m <sup>3</sup> /s	3 500 m <sup>3</sup> /s	1 610 m <sup>3</sup> /s	3 920 m <sup>3</sup> /s
Traversée d'Arles	9 880 m <sup>3</sup> /s	9 940 m <sup>3</sup> /s	10 360 m <sup>3</sup> /s	8 900 m <sup>3</sup> /s	10 660 m <sup>3</sup> /s	9 640 m <sup>3</sup> /s
Canal	/	0 m <sup>3</sup> /s	/	2 300 m <sup>3</sup> /s	/	2 580 m <sup>3</sup> /s
Grand Rhône aval du canal	9 860 m <sup>3</sup> /s	9 920 m <sup>3</sup> /s	10 340 m <sup>3</sup> /s	11 100 m <sup>3</sup> /s	10 540 m <sup>3</sup> /s	11 900 m <sup>3</sup> /s

Tableau 8 - répartition des débits pour le scénario 2 (d'après étude CNR [37])

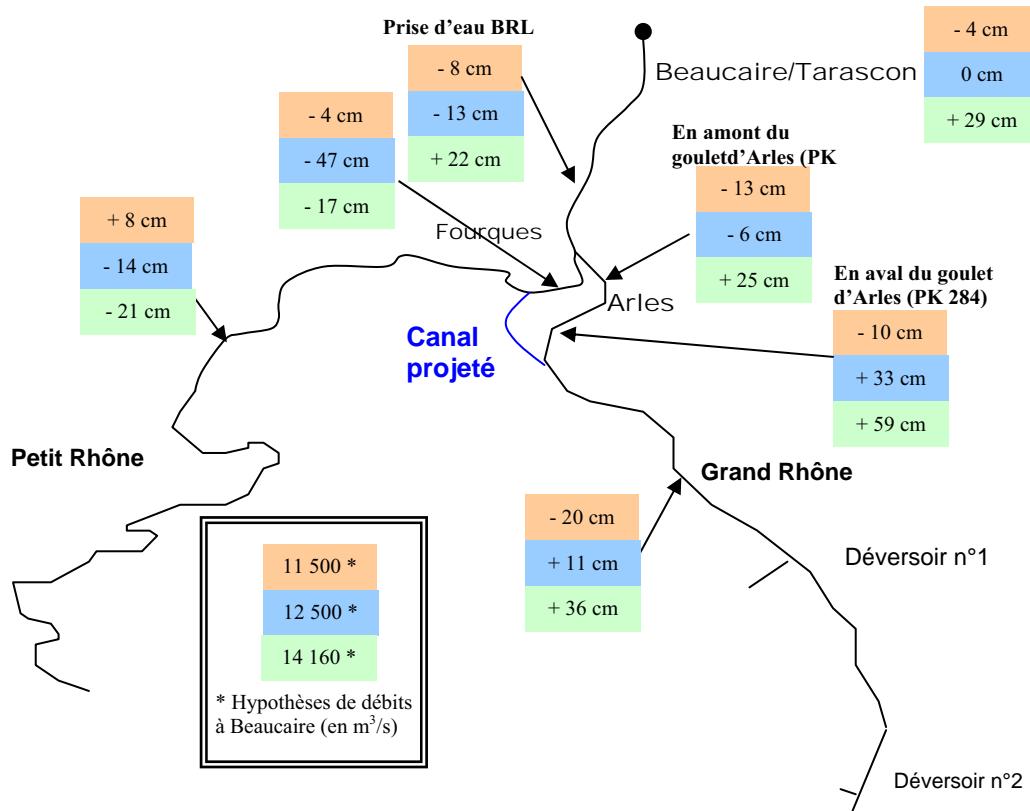


Figure 18 - impact du scénario n°2 sur les niveaux maximum

Les résultats de ce scénario 2 sont repris ci-dessous. On rappelle que les digues sont supposées être rehaussées sur tout le tracé. La comparaison s'effectue par rapport aux lignes d'eau obtenues dans l'état dit « initial » de l'étude de calage de la CNR [36], c'est-à-dire avec les digues à leur niveau actuel, supposées résistantes à la surverse (figure 18) :

- pour la crue de débit 10 500 m<sup>3</sup>/s à Beaucaire, seul le déversoir fixe sur le Grand Rhône fonctionne ; il a pour effet d'abaisser la ligne d'eau sur le Grand Rhône (de 40 cm au maximum) jusqu'à Arles (10 cm), abaissement qui continue en amont, en franchissant le goulet d'Arles puis en s'estompant progressivement (jusqu'à être nul au PK 269) ; la ligne d'eau sur le Petit Rhône est augmentée du fait de la rehausse des digues, alors qu'en état « initial » elles débordent déjà ;
- pour la crue de type 2003, les organes mobiles entre Beaucaire et Arles et vers le canal ne fonctionnent toujours pas ; dans l'état « initial », les débordements sont mineurs entre Tarascon et Arles ; on teste donc une situation quasiment analogue à la précédente ; les résultats le sont également : diminution de la ligne d'eau sur le Grand Rhône (50 cm) s'atténuant vers l'amont (10 cm à Arles et 0 au PK269), augmentation sur le Petit Rhône ;
- pour la crue type 1856, l'ouvrage de dérivation du Petit Rhône vers le canal entre en fonctionnement, le déversoir entre Beaucaire et Arles toujours pas ; la ligne d'eau du Grand Rhône serait diminuée sur environ 10 km de part et d'autre du déversoir vers le canal du Japon (PK 315), par contre elle serait augmentée au fur et à mesure que l'on se rapproche de la confluence avec le canal de contournement ; puis, la différence entre les deux lignes d'eau avoisinerait + 35 cm dans Arles ; cela correspondrait à une ligne d'eau, avec la solution canal, variant entre 7,6 et 7,75 m NGF dans Arles (Grand Rhône) en aval du pont de Trinquetaille et de 8,30 à 8,70 m NGF dans Arles (entre le PK 280 et le pont de Trinquetaille) [au niveau du « palier » observé sur la ligne d'eau au niveau du pont de Trinquetaille au goulet d'Arles, cf. partie 6.1.2] ; si l'on suppose que la protection dans Arles est rehaussée, pour les points les plus bas jusqu'à la cote 7,8 m NGF (hypothèse de l'étude CNR), la marge de sécurité (revanche) en rive gauche varierait alors entre 9 cm et 1,30 m (maximum au PK 280 au niveau du Port d'Arles) ; en rive droite, les débordements commencerait très ponctuellement autour du PK 282,8, ailleurs la revanche varierait entre 20 cm et 1,30 m [rappel : la revanche considérée, dans la traversée d'Arles, par la CNR [36], pour le calage des digues aptes aux déversements est de 50 cm, pour la crue millénaire] ; pour la partie entre Beaucaire et Arles, la ligne d'eau avec la solution canal est légèrement plus basse que celle de l'état « initial » ; cela signifie que le canal « compense » la rehausse des digues simulée dans le scénario n°2 et qui, seule, aurait tendance à augmenter la ligne d'eau ; la ligne d'eau obtenue sur ce tronçon dépasse les cotes de protection actuelles d'une dizaine de cm en rive gauche, et jusqu'à 35 cm en rive droite.
- pour la crue millénaire, tous les organes mobiles seraient en fonctionnement. La situation serait aggravée presque partout (excepté au voisinage immédiat du déversoir sur le Grand Rhône et sur une portion du Petit Rhône), y compris en amont de Beaucaire jusqu'au barrage de Vallabregues, la plaine d'Aramon-Montfrin et la plaine de Vallabregues - Boulbon. Dans Arles, en aval du pont de Trinquetaille, la ligne d'eau varierait entre 7,90 et 8,10 m NGF (Grand Rhône). Le Rhône déborderait alors à plusieurs endroits dans Arles, et il faudrait rehausser les protections de l'ordre de 80 cm (au point le plus bas au PK 283), en incluant une revanche de 50 cm, en plus de la rehausse déjà envisagée jusqu'à la cote 7,8 m NGF (soit environ 70 cm). Sur le tronçon entre Beaucaire/Tarascon et Arles/Fourques, le volume déversé est de 55 millions de m<sup>3</sup>.

## 10.3 - Le canal de contournement : une solution intéressante ?

### 10.3.1 - Les premiers éléments de réponse apportés par la DIREN (avant la phase de modélisation numérique)

Les éléments repris ci-dessous sont issus d'une note rédigée par SOGREAH dans le cadre de sa mission d'Assistance à Maîtrise d'Ouvrage (DIREN) pour l'établissement du pré-schéma Sud au vu de la première version de la note de Delft Hydraulics concernant le projet de canal de contournement [27].

L'analyse de SOGREAH soulignait les deux points suivants.

1. « *Le projet va accroître les débits dans le Grand Rhône à l'aval d'Arles* ». Pour la crue millénale (14 160 m<sup>3</sup>/s à Beaucaire), et en considérant que les débits du canal projeté se rejettentraient intégralement dans le Grand Rhône (au PK 285.5), SOGREAH anticipait une majoration des débits dans le Grand Rhône (à l'aval d'Arles) de l'ordre de 1 200 m<sup>3</sup>/s. Ce surplus de débit, induirait, d'après le raisonnement, une surélévation de la ligne d'eau d'environ 60 cm qui se ferait ressentir dans Arles (par effet de remous), en aggravant les risques de débordement. Dans ce cas de figure, les déversements entre Tarascon et Arles (pour les deux rives confondues) sont considérés comme étant réduits de 60 % environ (soit 900 m<sup>3</sup>/s). Il est à noter que l'avis mentionne que pour éviter cet effet, il faudrait : « poursuivre le canal vers l'aval, éventuellement jusqu'à la mer » ou « assurer le déversement des débits renvoyés de l'amont vers la Grande Camargue par des déversoirs ». Cette dernière solution a finalement été retenue dans les scénarios proposés par Delft Hydraulics pour la modélisation numérique.
2. « *Le gabarit du Petit Rhône devra être augmenté entre la défluence et le départ du canal* ». D'après les premiers éléments de dimensionnement (débit transitant par le canal de 1 000 à 1 400 m<sup>3</sup>/s), la note évaluait que le passage du débit supplémentaire entre la défluence et la prise d'eau du canal projeté nécessiterait une augmentation de 50 % de la section du Petit Rhône sur ce tronçon.

### **10.3.2 - Avis technique sur le canal de contournement**

La première question est de savoir si, indépendamment des travaux qu'il impliquerait, la construction du canal améliorait les conditions hydrauliques entre Beaucaire/Tarascon et Arles/Fourques sans dégrader celles des secteurs plus en amont ou en traversée d'Arles.

#### **Effet du projet sur la ligne d'eau – apport vis-à-vis des débordements entre Tarascon et Arles – Conséquences en amont de Tarascon/Beaucaire**

Les deux scénarios ne considèrent pas les mêmes hypothèses pour ce tronçon : le premier tient compte de cotes de protection similaires aux cotes des digues actuelles ; le second considère des protections rehaussées partout afin d'éviter tout débordement pour l'hypothèse d'une crue type 1856, et des débordements contrôlés (par un ouvrage de 48 m de long) pour les crues supérieures.

Pour le scénario n°2, il est donc important de distinguer les effets, opposés, du canal de contournement qui permettrait globalement de faire baisser la ligne d'eau sur ce secteur, et du rehaussement de toutes les protections qui aurait, lui, pour conséquence d'exhausser le niveau d'eau. La modélisation du scénario 2 montre les effets combinés des deux aménagements projetés (à partir de la simulation 12 500 m<sup>3</sup>/s puisqu'avant, le canal n'est pas en eau).

**Quel que soit le scénario envisagé, le Rhône déborderait avec les cotes de protection actuelles, pour les crues type 1856 et millénale.** Il faudrait rehausser ces protections (avec les hypothèses du scénario n°2 et pour la crue type 1856) d'environ 35 cm en rive droite et d'une dizaine de cm en rive gauche. Pour la rive gauche, cette valeur n'est que très théorique, car comme nous l'avons vu précédemment le remblai RFF ne résisterait probablement pas à une crue de ce type. Le scénario n°2 ne permettrait donc de toute façon pas de faire l'économie du confortement du remblai.

Il est également important de noter que, suite aux simulations réalisées lors du scénario n°1, **le scénario n°2 considère les débordements sur le tronçon Beaucaire/Tarascon – Arles/Fourques comme inévitables pour la crue millénale.**

Le rehaussement généralisé des protections (scénario 2), induirait une augmentation globale des lignes d'eau dans l'hypothèse d'une crue millénale ( $Q=14\,160\,m^3/s$ ). **Cette augmentation (plus de 30 cm) se ferait ressentir jusqu'en amont (plaine de Boulbon/Vallabregues et d'Aramon/Montfrin et barrage de Vallabregues).**

#### **Conséquences pour Arles**

Pour le scénario n°1, les lignes d'eau obtenues pour les scénarios avec et sans canal de contournement diffèrent d'environ 10 cm dans la traversée d'Arles (après le PK 282,5) et ce quelle que soit la situation étudiée (2003, 1856 ou crue millénale).

**Pour le scénario n°2, le débit supplémentaire apporté par le canal dans le Grand Rhône à l'aval d'Arles et le rehaussement généralisé des digues ont pour conséquence d'augmenter sensiblement les lignes d'eau pour les crues type 1856 et Q<sub>1000</sub>.** Cela imposerait des travaux de rehausse des protections dans le centre d'Arles dès la crue de 1856, rehausses pouvant atteindre 1,00 m sans aucune marge de sécurité (pour la protection de l'IRPA au PK 283, en crue millénale) et 1,50 m si l'on intègre la marge de 50 cm proposée dans l'étude CNR.

## Conséquences pour la Camargue

Les volumes d'eau déversés en Camargue dans l'hypothèse du scenario n°1 seraient importants. Ils conduiraient à une inondation moyenne dépassant 3 m dans l'hypothèse de la crue de référence (1856). Le ressuyage de cette zone pourrait être très long.

Par ailleurs, le volume d'eau censé être évacué à la mer par le canal du Japon via le déversoir n°2, pourrait être bloqué, dans l'hypothèse la plus défavorable, par un niveau marin élevé. Cette hypothèse provoquerait une hausse de la cote sur une partie du profil qu'il y aurait, alors, lieu d'évaluer précisément. Cette remarque resterait valable dans l'hypothèse du scénario 2.

Les conséquences hydrauliques (amélioration ou dégradation) des différents projets proposés ne sont pas les seules à devoir être envisagées. L'évaluation des bénéfices attendus ne peut se faire qu'en relation avec les travaux que supposent ces projets et les coûts qu'ils engendreraient.

## Sujétions de travaux

Le scénario 2 pose comme hypothèse le rehaussement de toutes les protections (de Tarascon/Beaucaire à la mer). Ce rehaussement concernerait à la fois les digues, mais également les ouvrages maçonnés de protection des quais d'Arles ou encore les ouvrages de protection de Beaucaire et de Tarascon.

Ce scénario préconise également la réalisation d'un ouvrage déversant, régulé par des clapets (le même système est prévu à l'entrée du canal sur le Petit Rhône). La mise en œuvre d'un tel système s'avèrerait difficile en cas de crue. D'autre part, les risques de dégradation volontaire d'un tel dispositif sont importants.

**Par ailleurs, l'ouvrage de dérivation des eaux du Petit Rhône vers le canal serait un déversoir mobile de 400 m de long, qui ne fonctionnerait qu'à partir de la crue centennale, ce qui poserait des problèmes d'entretien et de maintenance.**

Le profil de la figure 15 schématise les autres travaux qu'il faudrait entreprendre pour la réalisation du projet de canal de contournement (il reste valable pour les deux scénarios). Plusieurs sujétions importantes apparaissent :

- il serait nécessaire de décaisser les ségonaux entre la défluence et la prise d'eau (en rive droite) du canal de dérivation ; ce décaissement représenterait des travaux importants (4,5 m sur environ 3 km) ;
- des terrassements seraient également nécessaires en rive gauche, au voisinage de la prise du canal pour assurer le fonctionnement hydraulique du canal (cote de début de déversement à 3,85 m NGF alors que les ségonaux sont actuellement à 6,8 m NGF à cet endroit) ;
- la construction de l'ouvrage de déversement du Petit Rhône (de 400 m de longueur) vers le canal, nécessiterait de détruire la digue sur une hauteur de près de 6 m ;
- la construction du canal (qui occupe une emprise de 400 m sur 4,4 km) nécessiterait un décaissement de tout le profil de 1,5 à 6,5 m, soit environ 8 millions de m<sup>3</sup> ;
- le projet inclut la construction d'un autre déversoir (sur le Grand Rhône), et d'un canal de dérivation vers le canal du Japon. La construction de cet ouvrage induirait le même type de travaux (terrassements et génie civil importants).

## 10.4 - Aspect géomorphologique

Le premier scénario entraîne une modification des répartitions de débit au-delà d'une crue grossière annuelle ( $4\,000\text{ m}^3/\text{s}$ <sup>12</sup>) :

- sur le Petit Rhône en amont de l'entrée du canal (PK 282), une augmentation des débits ;
- sur le Petit Rhône en aval de l'entrée du canal (PK 282), une diminution des débits ;
- pour le Grand Rhône en amont de la restitution du canal (PK 285), une diminution des débits
- pour le Grand Rhône en aval de la restitution du canal (PK 285), une augmentation des débits.

Les diminutions de débit diminuent les forces tractrices et favorisent l'exhaussement du lit. Cela sera plus net sur le Petit Rhône où la diminution est forte en valeur relative (par exemple  $971\text{ m}^3/\text{s}$  au lieu de  $1\,387$  pour la crue de type 2003, soit 30 % de moins).

Au contraire, les augmentations de débit vont favoriser l'enfoncement du lit comme sur le Grand Rhône en amont de Ternin ; mais justement, la présence d'un seuil rocheux devrait limiter cet impact.

L'autre conséquence a lieu à l'endroit précis de la difffluence. Au milieu du XIX<sup>e</sup> siècle, les ingénieurs ont été confrontés à l'ensablement du Petit Rhône. La navigation devenait impossible dans le Petit Rhône et les eaux arrivant en plus grande quantité sur le Grand Rhône tendaient à rendre plus sinueux le lit du grand Rhône au port d'Arles [22]. En 1863 (après la grande crue de 1856), on a donc conforté la tête amont de l'île des Sables qui sépare les deux bras par un perré maçonnable, prolongé par une « digue divisorie » (un épi déflecteur) de 100 m. Cet aménagement a donné satisfaction et a permis de stabiliser l'alimentation du bras du Petit Rhône. La répartition des débits qui résultait du canal by-pass augmenterait l'alimentation de ce bras qui passerait de 12 % à 24 %. **L'équilibre actuel serait rompu et provoquerait sans doute des problèmes qu'il est difficile de prédire mais qu'il faudrait étudier.**

Quant au canal lui-même, sa stabilité au sens géomorphologique serait à étudier. Le plus notable est la nécessité d'un entretien régulier, car ce canal étant souvent à sec sera envahi par la végétation.

Le second scénario entraîne une modification des répartitions de débit au-delà d'une crue environnementale ( $11\,600\text{ m}^3/\text{s}$ ) : les conséquences morphologiques devraient être très modérées, non observables en fait. Reste à étudier la stabilité du canal, celle du partiteur de débit à la difffluence et à programmer un entretien annuel du canal bien qu'il ne se mette en eau que tous les 100 ans en moyenne.

## 10.5 - La dérivation des eaux vers la Camargue

La question de la dérivation vers la Camargue insulaire (zone comprise entre les deux bras du Rhône) d'une partie des débits du fleuve, afin d'abaisser le niveau d'eau plus en amont, a été récurrente au cours des différentes phases d'études. D'ailleurs, le projet de canal de contournement, l'évoque clairement dans son scénario n°1 (solution abandonnée par la suite, hors débordements du canal du Japon).

Cette hypothèse a été étudiée, plus ou moins directement, à deux reprises : dans l'étude de modélisation complémentaire réalisée par le BCEOM en 2005 [12] et dans une note spécifique de SOGREAH datant de janvier 2008 [31].

<sup>12</sup> C'est le niveau de la petite crue d'avril 2005. La crue annuelle est estimée à  $4\,280\text{ m}^3/\text{s}$  par CNR.

Les calculs effectués par le BCEOM simulent l'ouverture de deux brèches, l'une sur le Grand Rhône (avec des hypothèses de débits déversés de 1 000 et 2 000 m<sup>3</sup>/s) et l'autre sur le Petit Rhône (débit de 1 000 m<sup>3</sup>/s). Elles déversent à partir de 10 500 m<sup>3</sup>/s, les résultats sont présentés pour une crue de débit 12 500 m<sup>3</sup>/s à Beaucaire (type 1856). Ils montrent que la réduction de ligne d'eau la plus importante est obtenue avec la brèche de 2 000 m<sup>3</sup>/s sur le Grand Rhône (ce qui correspond à une inondation généralisée de la Camargue insulaire sous 50 cm à 1 m d'eau). Cette inondation aurait pour effet de réduire la ligne d'eau : de 30 cm à la défluence Grand Rhône/Petit Rhône, de 15 cm au niveau de la prise d'eau BRL et de 5 cm à Beaucaire. Ces résultats sont toutefois à considérer avec précaution, car la modélisation 1D utilisée est limitée pour représenter la dynamique des écoulements dans le goulet d'Arles. Ils sont donc probablement optimistes quant à la valeur affichée de réduction de la ligne d'eau.

Toutefois, même sur la base de ces résultats, l'inondation généralisée de la Camargue insulaire, dans ces conditions, ne permettrait pas de s'affranchir des débordements, pour une crue similaire à celle de 1856, sur le tronçon Beaucaire/Tarascon – Arles/Fourques.

### Conclusion pour le projet de canal de contournement

L'objectif des aménagements proposés était de réduire suffisamment la ligne d'eau sur le tronçon Tarascon/Beaucaire – Arles/Fourques, afin d'éviter les débordements, idéalement jusqu'à la crue de référence (12 500 m<sup>3</sup>/s).

Le scénario n°1 ne permettrait pas de répondre à cet objectif, même s'il réduit légèrement les lignes d'eau.

Le scénario n°2, se place dans l'hypothèse d'une rehausse complète des digues sur tout le tracé (de Beaucaire à la mer). Il n'envisage pas une protection totale du tronçon Beaucaire/Arles pour la crue millénale, puisqu'un ouvrage de déversement est prévu sur le tronçon pour fonctionner juste au-dessus de la crue type 1856. La protection de ce secteur pour la crue de 1856 imposerait d'augmenter les protections de l'ordre de 35 cm en rive droite et 10 cm en rive gauche (le confortement du remblai RFF resterait dans tous les cas nécessaire). Cette rehausse, qui semble de prime abord possible, engendrerait des conséquences importantes dans Arles (où les protections devraient être rehaussées dès la crue type 1856 et de près d'un mètre cinquante par endroit pour la crue millénale). Les conséquences seraient également importantes en amont jusqu'au barrage de Vallabregues (+ 30 cm par rapport à l'état « initial »).

Le canal de contournement (tout comme l'ouvrage de dérivation en entrée) ne fonctionnerait qu'à partir d'une crue centennale. Les questions de la gestion et de l'entretien de ces ouvrages, se poseraient alors.

Le projet nécessiterait une étude complémentaire des conditions d'écoulement vers la mer et vers la Camargue insulaire des débits dérivés du Grand Rhône.

Par ailleurs, en dérivant une partie du débit du Petit Rhône vers le Grand Rhône, le projet œuvre en faveur de la réduction de la ligne d'eau sur le Petit Rhône. Cette conséquence, séduisante au premier abord, aurait des incidences importantes sur la morphologie sédimentaire de toute la zone, avec en particulier un ensablement du petit Rhône.

## 11 - Conclusions et recommandations. Résumé

Notre rapport s'intéresse essentiellement à la rive gauche du Rhône en aval de Tarascon, même si certaines considérations portent sur les deux rives.

Le secteur concerné est bien le dernier tronçon situé en extrémité aval du Rhône. C'est donc le tronçon soumis à la plus grande variété de crues du Rhône du fait de la proximité des affluents torrentiels aval, l'Ardèche, le Gardon, la Durance. Ils peuvent suffire à transformer une forte crue en crue catastrophique. La protection de ce secteur est donc difficile. Mais la façon dont il se protège n'a pas de conséquence à l'aval, c'est la mer. Elle peut en avoir à l'amont, sur une certaine distance.

La complexité du problème nécessite des actions d'ampleur en regroupant les forces et en mettant en œuvre des études lourdes et délicates.

L'État a regroupé ses services et a associé les collectivités territoriales. Les collectivités territoriales ont mis en place un outil à la hauteur des enjeux, ou presque, le SYMADREM. Presque, parce que la digue de fait que constitue le remblai de la ligne RFF est encore le talon d'Achille pour la protection de la zone. Nous avons pu vérifier la qualité des modèles et des études entreprises d'abord dans le cadre de l'EGR, puis par le SYMADREM dans le cadre des études de projet. Nous avons aussi constaté la bonne continuité de ces deux niveaux d'étude, niveau schéma puis niveau projet. On ne s'en rendra plus compte demain, mais les études de niveau schéma étaient une étape délicate et incontournable.

La crue de 2003, dont on connaît les conséquences humaines et économiques désastreuses, a montré quelles limites avaient été dépassées de peu (cavaliers des trémies, digues rive droite du Petit Rhône...) et quelles limites étaient proches d'être dépassées (digues à Fourques, remblai RFF, verrou de Fourchon...). Elle permet ainsi d'imaginer l'ampleur de ce qui a été évité de justesse (ainsi, on peut attendre à Fourchon des hauteurs d'eau de l'ordre de 2 m et un début d'inondation 30 h après le début de déversement sur la voie ferrée). La crue de 2003 montre donc la voie des parades : ce sont des protections jusqu'à cette crue dans la continuité de ce qui existe, et des protections d'un type nouveau au-delà.

Jusqu'à la crue 2003, même légèrement plus, puisque la cible est en fait la crue 2003 sans brèches, des aménagements, non pas modérés mais simples, permettent de se protéger efficacement. Ces actions ont été réalisés en partie (confortement roubine du Roy et connexion avec le Vigueirat, palplanches du Vigueirat, rehausse de la digue droite entre Saint-Gilles et le SIP de Beaucaire inclus, confortement et rehausse des cavaliers des trémies, palplanches usine TEMBEC...). Il reste à sécuriser les digues pour cette crue, et cela concerne en particulier le remblai RFF. Il reste donc aussi à gérer la situation transitoire jusqu'au confortement du remblai RFF. Cela concerne plusieurs quartiers d'Arles : Monplaisir, la Genouillade, Fourchon... Selon que le canal des Alpines est rendu transparent ou non, il faut aussi prévoir un petit endiguement au sud de Tarascon pour éviter d'inonder des quartiers par effet de remous.

Pour les crues de type 2003 et au-delà, la sécurisation du remblai RFF est une absolue nécessité, personne n'en doute. Une crue du type de celle de 2003, a fortiori supérieure, si elle déversait pendant quelques heures sur la voie ferrée pourrait engendrer une brèche atteignant la base du remblai. Elle envahirait alors sans difficulté le Trébon en effaçant les remblais intermédiaires du canal des Alpines et du Vigueirat pour venir inonder la zone tertiaire de Fourchon imprudemment

édifiée sur la voie naturelle de l'eau. Elle inonderait Monplaisir comme en 2003, mais aussi la Genouillade, Griffieuille et les Alyscamps.

Au-delà de la crue 2003, on bien est obligé de se mesurer avec le goulet d'Arles. Par la forte remontée de ligne d'eau qu'il provoque pour les grosses crues, c'est un point clé du problème. Il exclut toute solution visant à abaisser la ligne d'eau en aval. Pour empêcher les fortes hauteurs d'eau en Arles, il n'y a pas d'autre voie que de limiter le débit à la valeur maximale acceptable.

C'est ce qui a conduit l'EGR et le pré-schéma sud vers la voie des déversements contrôlés en amont qui avaient le double objectif de limiter le débit en Arles tout en excluant d'y parvenir par des déversements brutaux par rupture de digues. C'est le projet de sécurisation du remblai ferroviaire. La dérivation amont est tout naturellement la première solution qui vient à l'esprit.

La ville de Tarascon, et son conseil Delft Hydraulics, se sont placés dans la même logique de limitation de débit dans la traversée d'Arles. Mais au lieu de dériver l'eau en amont, ils la dériveraient en aval. L'idée séduit car elle joue sur la diffuence : pour envoyer moins d'eau dans le Grand Rhône, ce projet propose d'en envoyer plus sur le Petit Rhône, par un canal (ou by-pass) mettant le quartier de Trinquetaille en situation d'île.

La protection rapprochée<sup>13</sup> au nord d'Arles (ou barreau) est une action urgente pour protéger Monplaisir (6 000 personnes) en cas de désordre plus ou moins grave sur le remblai ferroviaire avant qu'il ne soit sécurisé. L'urgence vient du fait qu'une crue supérieure ou égale à celle de 2003 peut très bien survenir dans les quelques années qui nous séparent de cette sécurisation. Elle vient aussi du fait que le remblai a été affaibli par la crue de 2003, ce n'est pas une simple présomption. Une crue, certes forte, mais inférieure à celle de 2003 peut aussi provoquer un désordre. Lorsque le remblai RFF sera sécurisé, cette protection rapprochée gardera toute sa signification.

Lorsqu'une protection améliore la situation de zones très densément occupées et aggrave celle de zones rurales peu densément habitées, il est fortement préférable de mettre en œuvre des parades de type passif, et donc d'exclure des ouvrages mobiles de type grands clapets ou grandes vannes. Il en irait différemment si tous se protégeaient contre le même ennemi, par exemple la mer. Pour une raison de maintenance et de difficulté à ne pas baisser la garde après de longues périodes calmes, nous recommandons également d'éviter des organes mobiles qui n'entrent en fonctionnement qu'en moyenne tous les 100 ans. Les projets du pré-schéma sud sont bien dans cette optique, pas le second scénario de canal by-pass.

Le projet de déversement long sur des tronçons de digues résistants au déversement sur les deux rives du Rhône en amont d'Arles Fourques paraît viable. Les études de gestion des eaux déversées sur chaque rive devront trouver les parades aux conséquences de ces déversements telles que protection rapprochées et facilitation du ressuyage après crue. L'étude d'impact du barreau montre la faisabilité technique de ces opérations, y compris en ce qui concerne Fourchon. Nous suggérons que l'étude de gestion des eaux déversées en rive gauche, dont nous soulignons l'urgence, considère deux situations de projet, avant et après sécurisation du remblai RFF.

Le premier scénario de canal by-pass présente l'avantage de reposer sur des ouvrages passifs. Il présente un bénéfice modéré en amont de la diffuence, atteignant 5 cm à Tarascon pour la crue millénale. Il n'exclut donc pas la réalisation de travaux sur les digues des deux rives pour éviter leur surverse. Sa réalisation ne diminuerait pas notablement l'ampleur des travaux à entreprendre néanmoins sur les digues. Le canal dériverait trop souvent des eaux du Petit Rhône et provoquerait

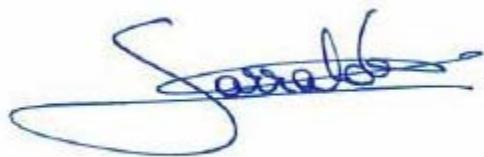
---

<sup>13</sup> Appellation préférable à celle de digue de second rang.

son ensablement progressif. Le bras de hautes eaux que serait le canal devrait faire l'objet d'un entretien fréquent.

Au contraire, le second scénario de canal by-pass évite presque intégralement les conséquences morphologiques sur le Petit Rhône, au prix d'un grand clapet mobile qui ne sollicite le canal que pour les crues au-delà de  $11\,600\text{ m}^3/\text{s}$  à Beaucaire, soit un peu plus que la crue de 2003. L'entretien régulier du lit du canal est également nécessaire, alors que, rarement sollicité, on aura tendance à l'oublier. Contrairement au premier scénario, il y a un déversement (mobile) entre Arles et Tarascon, très petit au regard de celui prévu par le SYMADREM. L'étude de ce second scénario, montre que, s'il est possible de remonter les digues sur le tronçon Beaucaire/Tarascon afin de retarder les débordements (il faudrait par exemple les remonter de 35 cm pour faire « passer » sans revanche la crue type 1856), les conséquences de cette rehausse qui concernerait tout le linéaire de Beaucaire à la mer) seraient importantes pour Arles (dès la crue 1856) et en amont de Beaucaire (pour la crue millénale). Elle fait toucher du doigt qu'au-delà de la crue 2003, le supplément de débit ne peut être entonné entre des digues même très hautes.

Au total, les diverses simulations réalisées par le SYMADREM dans la foulée du pré-schéma sud et celles qui appuient le projet de la ville de Tarascon se complètent. Elles font prendre conscience qu'au-delà d'une certaine crue, qui se trouve correspondre à peu près à celle de 2003, un peu plus que centennale, les débits supplémentaires sont très difficiles à gérer. Il faut les détourner à l'amont des enjeux et non à l'aval. En dérivant à l'amont, le bénéfice se fait sentir jusqu'à la mer. En détournant à l'aval via un canal, le bénéfice ne se fait sentir jusqu'à l'aval que pour le Petit Rhône et le bénéfice amont décroît progressivement, pour s'annuler à une distance modérée qui se chiffre ici en kilomètres. C'est cette même raison qui justifie que les zones de déversement vers le Trébon et sur la rive opposée soient situées le plus en amont possible si on veut qu'elles soient efficaces à Beaucaire, Tarascon et pour la plaine de Boulbon. Bien entendu, les plateformes industrielles des quartiers sud de Tarascon et Beaucaire constituent une limite amont infranchissable si on ne veut pas les inonder. Les baisses de ligne d'eau dues aux déversements intervenant juste en aval et les hausses de ligne d'eau dues à l'absence de déversement sur ces plateformes se compensent exactement jusqu'aux crues équivalentes à celles de 1856. Il reste un bilan en légère hausse (10 cm) pour la crue millénale. Des aménagements locaux qui restent à étudier devraient permettre de les compenser, là où ils induisent une gêne.



Gérard DEGOUTTE	Réginald SARRALDE
-----------------	-------------------

## Bibliographie

	Titre	Date	Auteur	Objet	Commanditaire	P
[1]	Mission interministérielle sur les inondations de la vallée du Rhône en aval de Lyon d'octobre 1993 et de janvier 1994 ; 1 <sup>ère</sup> partie, inondations en Camargue	25/4/1994	CGPC MISE	Mission d'inspection	Ministère environnement	41
[2]	Mission interministérielle sur les inondations de la vallée du Rhône en aval de Lyon d'octobre 1993 et de janvier 1994 ; rapport de synthèse	5/1994	CGPC MISE	Mission d'inspection	Ministère environnement	
[3]	La gestion de l'eau en Camargue : la protection contre les inondations	3/5/1999	Inspection spécialisée de l'environnement (P. BALLAND, C. LEFROU, M. CONRUYT)	Mission d'inspection	Ministère de l'environnement	70
[4]	Étude globale pour une stratégie de réduction des risques dus aux crues du Rhône ; étude du transport solide ; 1 <sup>ère</sup> étape : rapport de synthèse ; 2 <sup>ème</sup> étape : bilan et perspectives ; 3 <sup>ème</sup> étape, orientation de gestion	8/2000	SOGREAH	EGR	Institution interdépartementale des bassins Rhône Saône	62 58 81
[5]	Étude globale pour une stratégie de réduction des risques dus aux crues du Rhône	11/2002	HYDRATEC	EGR	Etablissement public territoire Rhône	96
[6]	Gestion du risque inondation et changement social dans le delta du Rhône : les « catastrophes » de 1856 et 1993-1994	2002 ou 2003	DESMID – CNRS (B. PICON, P. ALLARD coord)	Etude historique		146
[7]	Étude globale pour une stratégie de réduction des risques dus aux crues du Rhône ; modélisation hydraulique du delta ; scénarios d'aménagement de 4 <sup>ème</sup> étape	1/2003	BCEOM	EGR	Institution interdépartementale des bassins Rhône Saône	94
[8]	Étude globale pour une stratégie de réduction des risques dus aux crues du Rhône ; modélisation hydraulique de la zone deltaïque du Rhône en aval de Beaucaire	1/2003	BCEOM	EGR	Institution interdépartementale des bassins Rhône Saône	191
[9]	Quai du Rhône en Arles ; étude préliminaire et diagnostic : phase 1, diagnostic technique, rapport principal	9/2003	ISL, Fugro	Protection des berges à Arles	SYMADREM	78
[9']	PV de la visite des 18 et 19/2/2004 sur la digue du syndicat intercommunal des digues de Beaucaire à la mer	2/2004	Cemagref	Contrôle de sécurité	SNRS	26
[10]	La sécurité des digues du delta du Rhône : politique de constructibilité derrière les digues. Rapport d'inspection suite à la crue de décembre 2003.	10/2004	Inspection générale de l'environnement (P. BALLAND, X. MARTIN, P. MONADIER, M. THIBAULT, B. PORTIER, C. LAURAIN, Y. NASSIET, E. ROBERT DE-SAINT-VINCENT)	Mission d'inspection / Crue de 2003	Ministère de l'environnement	104
[11]	Voie ferrée Arles Tarascon ; étude de la crue de décembre 2003 ; étude hydraulique et diagnostic du remblai	10/2004	SOGREAH	Voie ferrée Tarascon-Arles / Crue de 2003	RFF	70
[12]	Schéma de prévention des inondations du Rhône à l'aval de Beaucaire ; modélisations complémentaires	6/2005	BCEOM	Plan Rhône	DIREN Rhône-Alpes	45
[13]	Conférence de consensus : débit maximal de la	10/20	Groupe	Crue de	DIREN Rhône-	13

	crue du Rhône de décembre 2003 à Beaucaire	05	d'experts	2003	Alpes	
[14]	Protection des quartiers nord d'Arles, Mission de maîtrise d'œuvre, étude hydraulique	3/ 2006	BCEOM	Protection des quartiers Nord d'Arles	SYMADREM	
[15]	Assistance technique pour l'élaboration du plan de prévention contre les inondations du Rhône ; propositions d'hypothèses de travail pour les études préliminaires de la sécurisation du remblai RFF entre Beaucaire et Arles	6/ 2006	SOGREAH	Plan Rhône / Voie ferrée Tarascon- Arles	DIREN Rhône- Alpes	3
[16]	Les plans de prévention des risques inondation du fleuve Rhône et de ses affluents à crue lente	7/ 2006	DIREN Rhône- Alpes	PPRi	DIREN Rhône- Alpes	97
[17]	Pré-schéma du Rhône aval ; éléments pour une stratégie de gestion des crues du Rhône à l'aval de Montélimar	7/ 2006	SOGREAH	Plan Rhône	DIREN Rhône- Alpes	71
[18]	Protection des quartiers nord d'Arles, Mission de maîtrise d'œuvre, scénario 750, note hydraulique	10/ 2006	BCEOM	Protection des quartiers Nord d'Arles	SYMADREM	30
[19]	Protection des quartiers nord d'Arles, mission de maîtrise d'œuvre ; note technique complémentaire sur le risque de submersion de la digue de protection nord	11/ 2006	BCEOM	Protection des quartiers Nord d'Arles	SYMADREM	7
[20]	Protection des quartiers nord d'Arles, dossier d'enquête publique. Volume 2 : étude d'impact	2/ 2007	BCEOM	Protection des quartiers Nord d'Arles	SYMADREM	226
[21]	Plan Rhône, pré-schéma sud : étude de calage précis entre Beaucaire et Arles et de mise en cohérence des ouvrages de protection contre les inondations en rives droite et gauche du Rhône. CCTP	3/ 2007	SYMADREM	Plan Rhône	SYMADREM	38
[22]	Étude historique des aménagements réalisés pour lutter contre le risque inondation dans le grand delta du Rhône	6/ 2007	Adrien MÉJEAN, master « gestion des catastrophes et des risques naturels » Montpellier III	Etude historique	SYMADREM	
[23]	Voie-ferrée Paris-Marseille, section Tarascon- Arles, rive gauche du Rhône ; avis sur dossier d'ouvrage	4/ 2007	PATOUEH (CETE Méditerranée, Cemagref)	Voie ferrée Tarascon- Arles	SN Rhône Saône	45
[24]	Protection des quartiers Nord d'Arles contre les inondations : analyse du dossier de DUP	4/ 2007	CEREG	Protection des quartiers Nord d'Arles	Mairie de Tarascon	14
[25]	Canal de contournement d'Arles	8/ 2007	Delft Hydraulics	Canal de contournem ent	Mairie de Tarascon	15
[26]	Note sur le projet de canal de contournement d'Arles	9/ 2007	SOGREAH	Canal de contournem ent	DIREN Rhône- Alpes	5
[27]	Canal de contournement d'Arles	10/ 2007	Delft Hydraulics	Canal de contournem ent	Mairie de Tarascon	20
[28]	Plan Rhône, pré-schéma sud : étude du renforcement de la digue du Rhône rive droite entre Beaucaire et Fourques, CCTP	10/ 2007	SYMADREM	Plan Rhône	SYMADREM	103
[29]	Plan Rhône, pré-schéma sud : renforcement du	11/	RFF	Plan Rhône	RFF	32

	remblai ferroviaire contre les inondations en rive gauche du Rhône, avant projet de construction d'une digue accolée au remblai ferroviaire entre Tarascon et Arles. cahier des charges.	2007				
[30]	Voie-ferrée Paris-Marseille, section Tarascon-Arles, rive gauche du Rhône ; visite initiale et avis sur le dossier de synthèse	1/ 2008	PATOUH (CETE Méditerranée)	Voie ferrée Tarascon- Arles	SN Rhône Saône	15
[31]	Fonctionnement hydraulique de la Camargue et pré-schéma sud (N° 4240589 R16 v0)	1/ 2008	SOGREAH	Plan Rhône	DIREN Rhône- Alpes	7
[32]	Observations de la CNR sur les hypothèses à prendre en compte pour la modélisation du canal de contournement d'Arles	2/ 2008	CNR	Canal de contournement	SYMADREM	4
[33]	Plan Rhône – pré-schéma sud ; étude de calage entre Beaucaire et Arles ; rapport de phase 2 ; construction, calage et sensibilité du modèle	5/ 2008	CNR	Plan Rhône	SYMADREM	92
[34]	Plan Rhône – pré-schéma sud ; étude de calage entre Beaucaire et Arles ; modélisation du canal de contournement, résultats hydrauliques n° 1 (déversoirs calés à 4000 m <sup>3</sup> /s)	7/ 2008	CNR	Plan Rhône	SYMADREM	24
[35]	Protection des quartiers nord d'Arles ; mission de maîtrise d'œuvre ; étude hydraulique	7/ 2008	EGIS eau	Plan Rhône	SYMADREM	161
[36]	Plan Rhône – pré-schéma sud ; étude de calage entre Beaucaire et Arles ; rapport de phase 3 ; état initial, niveau maximum acceptable en traversée d'Arles, calage des ouvrages déversants et ajustement éventuel, revanche	10/ 2008	CNR	Plan Rhône	SYMADREM	121
[37]	Plan Rhône – pré-schéma sud ; étude de calage entre Beaucaire et Arles ; modélisation du canal de contournement, résultats hydrauliques n° 2	11/ 2008	CNR	Plan Rhône	SYMADREM	40 p