Syndicat Mixte Interrégional d'Aménagement
SYMADREM
des Digues du Delta du Rhône et de la Mer

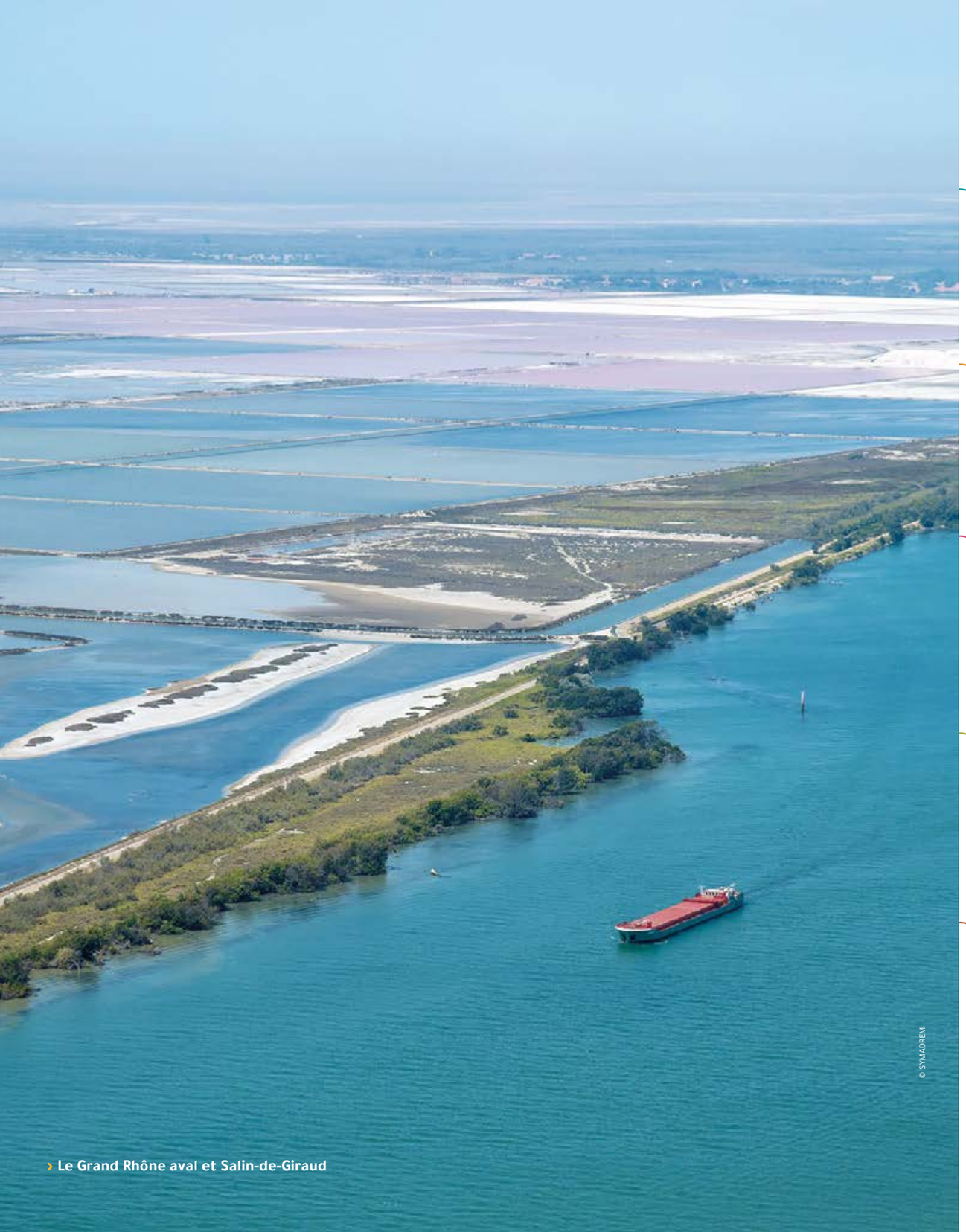
GRAND RHÔNE AVAL

Un projet d'envergure pour des digues plus sûres

Plan Rhône Saône

2027

2029



© SYMADREM

› Le Grand Rhône aval et Salin-de-Giraud

01 LE RHÔNE

› Le fleuve 4
› Le delta 6
› Le Grand Rhône aval 8
› Des digues pour nous protéger 10
› Comment fonctionnent les inondations ? 12
› **Les essentiels à retenir 14**

02 LE SYMADREM

› Son rôle et ses missions 16
› Son périmètre et son fonctionnement 18
› L'équipe 20
› Un programme basé sur la solidarité 22
› À quoi ressemblent les travaux ? 24
› **Les essentiels à retenir 26**

03 LES ENJEUX

› Des zones habitées en première ligne 28
› Des digues basses et fragiles 30
› La nature au bord du fleuve 32
› Imaginer le pire pour mieux agir 34
› Quand la mer s'en mêle 36
› **Les essentiels à retenir 38**

04 LE PROJET

› À la recherche du meilleur projet possible 40
› Une solution optimale 42
› Le confortement des digues du Grand Rhône aval 44
› Les gains attendus 46
› Un projet multi-facette 48
› Préserver la biodiversité 50
› **Les essentiels à retenir 52**

05 LES QUESTIONS QUE TOUT LE MONDE SE POSE

› Renforcer les digues est-il rentable ? 54
› Pourquoi consolider les digues si près de la mer ? 55
› Pourquoi ne pas supprimer le "bouchon littoral" ? 56
› À quoi ressemblera le littoral de demain ? 57
› Pourquoi renforcer les digues alors qu'il n'y a jamais eu d'inondation ? 58
› Les salins du Midi sont-ils défavorisés par ce projet ? 59

› Les phases du projet 60
› Le témoignage : Quand la digue cède 62

01 LE RHÔNE

Le fleuve

Le Rhône parcourt 812 km jusqu'à la mer. Il prend sa source en Suisse dans le massif du Saint-Gothard, à 1 750 m d'altitude. Ses affluents majeurs sont l'Ain, la Saône, l'Isère, l'Ardèche, la Cèze, la Durance et le Gard. Il coule vers le sud, rejoint la Provence, et finit sa course dans la mer Méditerranée, après s'être divisé à l'entrée d'Arles en 2 bras : le Petit Rhône et le Grand Rhône, formant ainsi le delta de la Camargue.

Un fleuve haut débit

Des cinq fleuves français, le Rhône est celui dont le débit est le plus important. Son bassin versant s'étend sur 95 590 km² soit 1/6 de la France métropolitaine. Un sixième de la pluviométrie de la France s'écoule donc à Beaucaire et Tarascon ! Son débit moyen est de 1 700 m³/s, en tête de delta.

Son régime hydrologique est marqué par de fortes variations saisonnières et interannuelles. Plusieurs facteurs influencent son débit : les précipitations, la fontes des neiges, les aménagements et utilisations humaines.

Une source de richesse

Il a un rôle économique majeur pour la France, puisqu'il alimente 19 barrages hydro-électriques, refroidit 4 centrales nucléaires, procure de l'eau pour l'agriculture et les villes et constitue une voie navigable pour le commerce et le tourisme. Le bassin Rhône-Méditerranée produit un quart de l'énergie électrique française et 60 % de l'hydro-énergie française.

Il est le fleuve le plus anthropisé de France et les aménagements réalisés depuis le XIX[e] siècle tels que les digues, les épis et plus tard les barrages, ont altéré sa biodiversité. Le développement des industries chimiques et nucléaires affecte la qualité des eaux et des milieux. Depuis les années 90, un programme de restauration hydraulique et écologique[1] du Rhône, mené par des acteurs mobilisés, est mis en œuvre pour que le Rhône retrouve peu à peu son potentiel écologique[2] et sa splendeur d'antan en agissant sur 3 objectifs majeurs :

- **l'augmentation des débits circulant à l'aval des barrages** ;
- **la reconnexion du fleuve avec les zones humides** pour redonner au Rhône de l'espace lors des crues ;
- **la restauration de la biodiversité** et la circulation des poissons migrateurs.

› **Le Grand Rhône aval borde la ville de Port-Saint-Louis-du-Rhône**

© SYMADREM

1. Cette restauration a pour objectif de rétablir une gestion équilibrée de la ressource en eau, par une préservation quantitative et qualitative de l'eau et des milieux.
2. Le potentiel écologique mesure l'intérêt de l'espace ou de la masse d'eau étudiés pour la préservation de la biodiversité.

© SYMADREM

› **Le Grand Rhône en aval d'Arles**

Une surveillance accrue

Les crues du Rhône sont des phénomènes naturels récurrents, mais leur fréquence et leur intensité varient d'une crue à l'autre. Lorsque les crues sont très importantes, elles menacent la tenue des digues et augmentent le risque d'inondation par brèche. Pour le Rhône aval, on estime les crues comme dangereuses à partir d'un débit supérieur à 9 500 m³/s.

Le Rhône est soumis à quatre types de crues :

- **les crues océaniques** qui concernent le Rhône alpestre. Les perturbations en provenance de l'atlantique sont actives d'octobre à mars ;
- **les crues cévenoles** résultent d'épisodes pluvieux et d'orages violents sur le pourtour du Massif central. Ces crues violentes surviennent en septembre et octobre ;
- **les crues méditerranéennes** sont plus tardives et sont localisées sur les Alpes du sud et le couloir rhodanien ;
- **les crues généralisées** affectent l'ensemble du bassin versant.

La gestion des crues est un enjeu majeur pour la sécurité des populations et la protection des biens. Dans le delta du Rhône, comme ailleurs, différentes stratégies sont mises en œuvre :

- **la prévention**, avec la mise en place de systèmes d'alerte et l'évacuation des populations en cas de danger ;
- **la protection**, grâce au renforcement des digues, l'aménagement de zones d'expansion des crues et la surveillance des niveaux d'eau ;
- **la création ou la restauration de zones humides** qui jouent le rôle de zone tampon et qui atténuent le risque inondation pour les petites crues.

« Le bassin versant du Rhône s'étend sur 95 590 km², soit 1/6 de la France métropolitaine. »

© P. Remonté

01 LE RHÔNE

Le delta

Le grand delta de Camargue a été façonné par les apports sédimentaires du Rhône au cours des six derniers millénaires. Depuis 1840, le Rhône aval et le delta ont fait l'objet de nombreux aménagements qui ont modifié le fonctionnement du fleuve : digues, navigation, hydroélectricité. Ce territoire reste particulièrement exposé au risque inondation en raison des crues puissantes du Rhône, de l'ancienneté des digues de protection en aval d'Arles et de l'assaut de la mer lors des tempêtes.

Le grand delta du Rhône

Le grand delta du Rhône s'étend de Beaucaire au Grau-du-Roi, en passant par Bellegarde et Saint-Gilles, en rive droite et de Boulbon à Port-Saint-Louis-du-Rhône, en traversant Tarascon et Arles, en rive gauche. Longtemps, les bras du Rhône nombreux et divers traversaient le delta et changeaient au gré des crues. Aujourd'hui, seuls deux bras subsistent, en aval de l'agglomération Arlésienne.

La basse plaine du Rhône a été pendant des siècles un milieu inhospitalier à toute implantation humaine. Les terres de Camargue formées de marais, présentaient de sérieux risques de maladie et les crues du Rhône étaient un obstacle majeur à leur exploitation. Mais les incursions du Rhône en Camargue, qui ont contribué à fertiliser les sols par les dépôts de limons, en font des terres convoitées. Dès l'époque romaine, ce territoire connait les premières tentatives d'activités agricoles. Les rares habitations et les terres agricoles se trouvent alors sur les points les plus hauts, afin d'être à l'abri des inondations lors des débordements du fleuve.

Le Rhône dès qu'il sort de son lit, provoque de sérieux dégâts et des pertes économiques pour les riverains. De 1840 à 1930, deux aménagements majeurs ont façonné le delta tel qu'on le connait aujourd'hui. D'abord les digues, ouvrages de protection contre les inondations et la mer, sont rehaussées substantiellement en lieu et place d'ouvrages plus anciens dont certains remontent au XII[e] siècle. Ensuite le chenal[1] est aménagé pour les besoins de la navigation.

Un milieu façonné par les digues

La protection contre les inondations est donc depuis des siècles un enjeu majeur dans le grand delta du Rhône. En cas de brèche[2], le relief du delta est propice à l'expansion des eaux sur une vaste étendue.

La configuration des terrains parfois sous le niveau de la mer et les volumes de déversements, qui se comptent en millions, voire en milliards de mètres cubes, rendent l'évacuation des eaux très longue (85 jours en décembre 2003), même avec des capacités de pompage importantes et augmentées. Avant les travaux du Plan Rhône, commencés en 2007, plus aucune personne n'avait la garantie d'être protégée à partir d'un débit de 12 500 m³/s ; ce qui correspond au débit de la crue de référence[3]. Actuellement, 45 % de la population est protégée. À la suite des travaux prévus sur le Grand Rhône aval et ceux sur le Petit Rhône, cette protection sera supérieure à 80 %.

© BNF Cartes et Plans Service hydrographique

› **Détails des multiples embouchures du Rhône : Carte de partie de la Coste de Provence, auteur inconnu signant P.G. entre 1635 et 1638**

Les enjeux humains et économiques

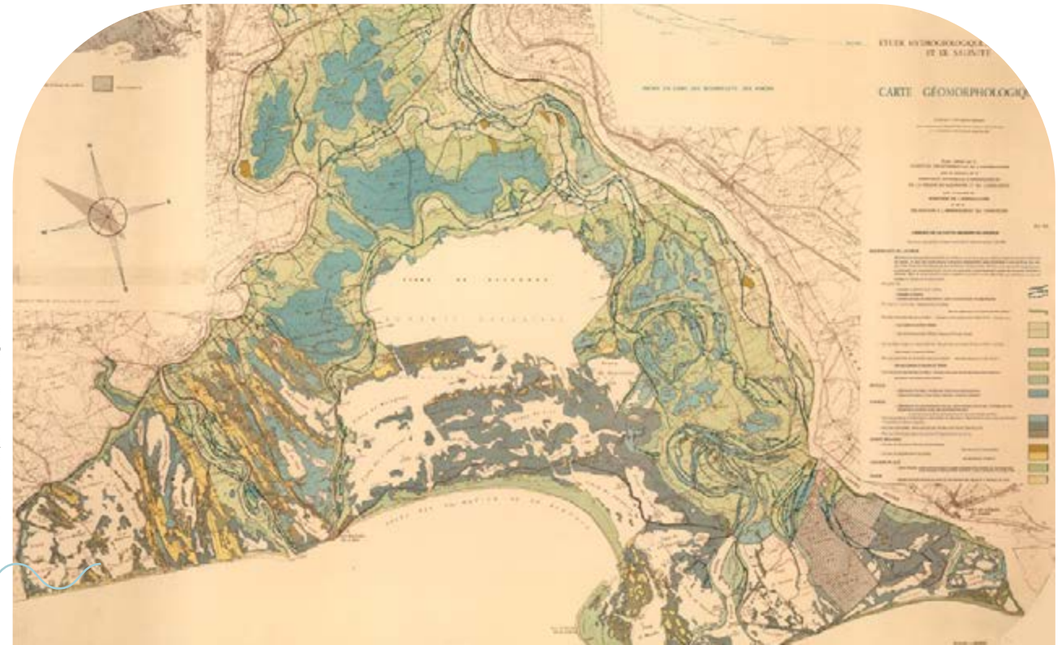
100 000 résidents permanents habitent le grand delta du Rhône. Leur nombre peut tripler en période estivale du fait de l'attractivité touristique du territoire. Le delta de Camargue représente une importante source d'eau douce et occupe une place importante dans l'économie de la région. Le Rhône aval alimente une partie du Gard et Montpellier en eau potable, il irrigue la Camargue et profite au tourisme et à la navigation. L'agriculture avec ses 84 000 hectares de parcelles cultivées, prélève chaque année 300 millions de m³ d'eau au Rhône pour son activité. La pluviométrie annuelle est de 550 mm , alors que l'évapo-transpiration est de 1 450 mm[4]. L'irrigation agricole, grâce à l'eau du Rhône, permet ainsi d'assurer l'équilibre hydrologique[5] du delta et la lutte contre la salinisation des terres.

Les enjeux environnementaux

Le delta du Rhône abrite une biodiversité d'une grande richesse. Il représente la première zone humide de France par sa superficie. La Camargue joue un rôle majeur pour de nombreuses espèces d'oiseaux qui y trouvent un milieu propice pour leur reproduction ou pour faire étape lors de leur migration. Plus de 30 % des espèces de plantes à fleurs recensées en France, sont présentes en Camargue et un grand nombre d'espèces d'amphibiens, de mammifères, de poissons et de reptiles est également présent dans le delta.

1. Passage navigable dans le lit d'un fleuve.
2. Ouverture dans le corps de digue d'un talus à l'autre. La digue ne remplit plus son rôle.
3. D'une manière générale, la crue de référence est la crue la plus forte que le territoire ait connu. Dans le delta du Rhône, la crue de 1856, bien qu'inférieure à celle de 1840, a été retenue comme crue de référence car elle est très bien documentée.
4. Données Météo-France.
5. Il s'agit de l'équilibre existant entre les entrées et les sorties d'eau dans un système.

› **Carte géomorphologique de l'île de Camargue réalisée en 1970. Cette carte identifie les anciens lits du Rhône susvisés et d'autres lits secondaires**



© Direction départementale de l'agriculture

01 LE RHÔNE

Le Grand Rhône aval

Le Rhône se sépare en deux bras en amont du centre-ville d'Arles. Le Grand Rhône, bras principal du fleuve poursuit sa route sur plus de 50 km avant de se jeter dans la mer Méditerranée.

À la fin de son trajet, le Grand Rhône traverse le village de Salin-de-Giraud et la ville de Port-Saint-Louis-du-Rhône, deux zones urbanisées qui bordent la mer. Quasiment à son embouchure, seul le bac de Barcarin, bientôt transformé en pont, relie les deux rives.

Un tracé récent

Le Grand Rhône dans sa partie aval s'est fixé tardivement. C'est au cours d'une crue en 1711 qu'il acheva son tracé actuel pour ne plus en changer. Avant cet événement, ce bras du Rhône suivait le tracé du vieux Rhône souvent nommé « bras de fer », qui débouchait au Grau-de-la-Dent, à l'ouest de l'embouchure actuelle. Les XVIII[e] et XIX[e] siècles ont vu l'avancée progressive de l'embouchure. En 1896, le coude au droit de Piémanson a été artificiellement détourné vers l'ouest, vers l'embouchure actuelle pour limiter l'ensablement du golfe de Fos. La flèche de la Gracieuse s'est progressivement formée - et continue de croître et de se transformer - avec les apports sédimentaires du fleuve et la dérive littorale.

De nouveaux centres urbains

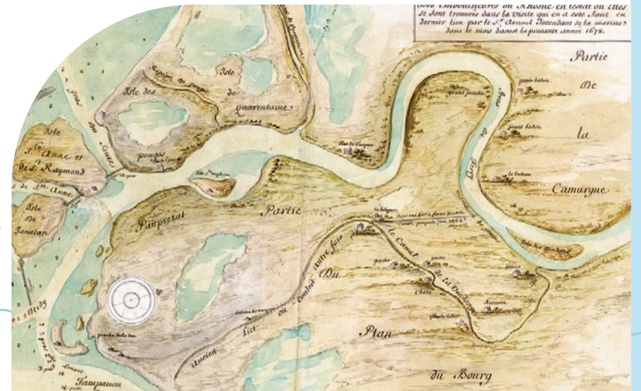
Le XIX[e] siècle correspond aussi à l'implantation de sociétés salinières, au développement du transport fluvial et à l'édification des digues en Camargue, exhaussées à la suite de crues importantes dont celles survenues en 1840 et 1856 qui ont inondé une grande partie du grand delta du Rhône.

Salin-de-Giraud se construit dans la deuxième moitié du XIX[e] siècle. Sa visée industrielle se retrouve dans la construction du village où tous les codes de l'urbanisme industriel et ouvrier sont présents, en totale rupture avec l'architecture locale.

De l'autre côté de la rive du Grand Rhône, la commune de Port-Saint-Louis-du-Rhône n'est créée qu'en 1904. Développée au départ comme l'avant-port d'Arles et de Fos, la ville évolue au fil des décennies, en fonction des stratégies économiques et territoriales du Grand Port Maritime de Marseille (GPMM). Encore aujourd'hui, la commune est étroitement liée aux activités du GPMM. Elle accueille par exemple le canal d'Arles à Bouc, qui permet la liaison fluviale Fos-sur-Mer / Port-de-Bouc via le passage des péniches.

> C'est lors d'une crue en 1711 que le Grand Rhône a fixé son tracé définitif — un tracé qui n'a plus changé depuis plus de trois siècles.

› **Carte des embouchures du Rhône, par Arnoul, Intendant de la Marine, 1678**



© SHD Vincennes, Inspection du Génie, Art. 5 Sect. 5 § 3, Cart. 1, no 1 Photo Bnf.

Distribution des bras hérités de l'histoire holocène et historique du delta du Rhône

© Canopée, d'après G. Pichard, M. Provansal et F. Salbatier par P. Pentsch.

01 LE RHÔNE

Des digues pour nous protéger

Les digues du grand delta du Rhône existent depuis le XII^e siècle. Elles ont participé à l'aménagement du territoire que l'on connait aujourd'hui. Le long du Grand Rhône, il s'agit de remblais en terre compactés à la main au milieu du XIX^e siècle qui n'ont pas été confortés depuis.

Une histoire de digue

Il est impossible de dater précisément l'apparition des premières digues dans le grand delta du Rhône. Les archives laissent penser qu'il s'agit au départ d'initiatives de propriétaires terriens qui cherchaient à se protéger des inondations. Les digues ne représentaient pas encore une barrière continue qui suit le Rhône aval. Néanmoins, des documents officiels nous apprennent que l'entretien des digues était une affaire sérieuse dès le XII^e siècle. À partir de là, une réglementation sur l'entretien et la gestion des chaussées s'est progressivement mise en place. C'est à la suite de l'inondation catastrophique de 1840 qu'une véritable politique d'aménagement du Rhône aval prend forme.

Pour la première fois, le problème des inondations est envisagé à l'échelle d'un bassin versant et l'ordre est donné de protéger la plaine du grand delta. Deux politiques d'aménagements sont mises en place, avec l'édification d'ouvrages en terre pour la défense des plaines et l'édification d'ouvrages en maçonnerie pour la défense des villes. Le tracé des digues, tel que nous le connaissons aujourd'hui, est né. Avant l'avènement du Plan Rhône et le déploiement du programme de sécurisation des ouvrages de protection contre les crues du Rhône du barrage de Vallabrègues à la mer, les digues sont uniquement exhaussées. On les qualifie, à l'époque, de digues insubmersibles !

Pourquoi refaire les digues ?

La solidité d'une digue dépend fortement de la qualité de sa conception, des matériaux qui la composent et de son entretien. L'ajout de terre uniquement pour rehausser les digues, comme ce fut le cas au XIX^e siècle, ne permet pas une sécurité optimale car elle laisse sa base fragile. La digue est alors comparable à un millefeuille qui favorise les infiltrations.

Afin d'assurer la solidité de l'ouvrage, il est important de pouvoir garantir les composants de la digue, empêcher les animaux d'y faire des terriers et assurer un bon compactage de la terre.

Les nouvelles digues conçues par le SYMADREM sont étanches grâce à une terre compactée. En cas de défaillance de cette étanchéité, un dispositif filtrant et drainant empêche le risque d'érosion interne lié aux infiltrations. Selon leur position, elles peuvent avoir des caractéristiques et fonctions différentes :

≈ **les digues peuvent être millénales.** Elles sont alors calées à une altimétrie suffisamment haute pour qu'une crue, même exceptionnelle ne puisse pas atteindre la crête de digue ;

© SYMADREM

› **Différentes couches de matériaux constituent une digue neuve, sûre et durable**

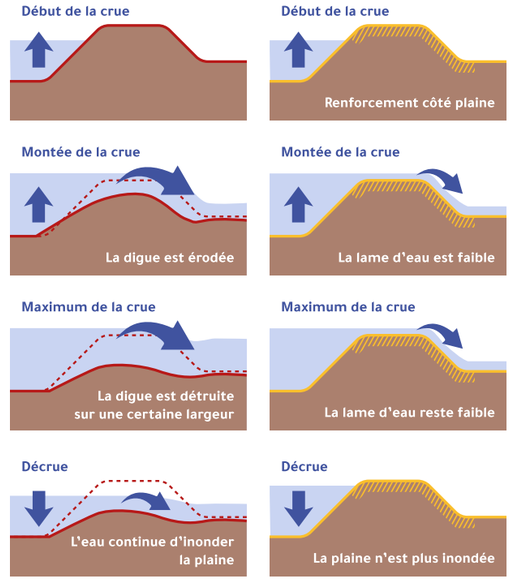
≈ **les digues peuvent être « résistantes à la surverse »**. Plus basses que les millénales, elles sont dimensionnées pour contenir des crues légèrement inférieures, à partir de la cinquantennale, sur le Grand Rhône aval (10 500 m³/s). En cas de crue plus importante, l'eau peut submerger la digue et se déverser dans la plaine sans qu'une brèche puisse se former. Ces digues moins hautes, évitent une sur-sollicitation du système d'endiguement, en aval et en amont, en laissant passer de l'eau uniquement lors de la pointe des grandes crues. Les volumes d'eau de déversement en jeu restent 10 à 20 fois inférieurs à ceux qui entreraient sur le territoire en cas de brèche.

L'adaptation face aux risques naturels

Une analogie peut être faite entre la protection contre les inondations et la protection sismique. Bien que notre souhait naturel soit d'agir sur l'aléa, comme la crue ou le tremblement de terre, il nous est impossible de le maîtriser. Il ne faut donc pas chercher à le contrer mais plutôt à s'en protéger. Une fois le risque évalué, la seule manière de nous protéger est de construire en conséquence des ouvrages et des infrastructures capables de résister à l'aléa. La création de digues et de zones d'expansion pour les crues, tout comme les constructions parasismiques pour les séismes, permettent de mieux se protéger de l'aléa crue sans agir sur lui.

Pourquoi des digues qui laissent passer l'eau ?

Lors de l'élaboration du Plan Rhône contre les inondations, les ingénieurs doivent se rendre à l'évidence : les digues doivent être renforcées mais les 240 kilomètres ne peuvent pas être réhaussés indéfiniment. C'est à partir de là qu'un changement de paradigme s'opère. Plutôt que de monter les digues au gré des crues, les pouvoirs publics font le choix, avec l'acceptation de la population, d'intégrer des tronçons dits « résistants à la surverse » qui permettent de contrôler les zones de déversements lors de crues rares et minimiser le danger pour les habitants ainsi que l'impact sur les activités. Cette solution permet de passer d'un risque de brèche très fort mais aléatoire, dangereux et imprévisible, à un risque certain de surverse sans brèche, très faible, sécuritaire et prévisible.



© Canopée d'après une illustration de J-L Masson

› **Grâce à une digue résistante à la surverse, le risque de brèche par surverse n'existe plus**

01 LE RHÔNE

Comment fonctionnent les inondations ?

Les niveaux de crues sont surveillés de près pour prévenir du risque inondation. Certains hauts débits ne sont dépassés en moyenne qu'une fois tous les 200 ans.

La crue de référence, advenue en mai 1856, est qualifiée de bicentennale, car elle a un risque sur 200 de se produire chaque année[1].

Quelle différence entre une crue et une inondation ?

La crue correspond à une élévation d'un cours d'eau. C'est un phénomène naturel qui arrive suite à des pluies abondantes qui gorgent le fleuve et ses affluents à tel point que l'eau ne peut plus s'écouler normalement et sort de son lit. Les crues dépendent de nombreux facteurs, mais dans le cas du Rhône, quatre types d'épisodes pluvieux sont mis en cause : les épisodes cévenols, méditerranéens ou océaniques qui ont lieu plutôt en automne et en hiver, ou l'épisode généralisé qui lui, arrive tout au long de l'année. Quand le fleuve sort de son lit et franchit les digues, on parle alors d'inondation. Elle peut être bénéfique pour le territoire, tant qu'elle ne menace pas d'enjeux humains ou matériels. Quand elle provoque une brèche et inonde une ville ou des habitations, les conséquences économiques et sur les vies humaines sont lourdes. Ce fut le cas quatre fois entre 1993 et 2003.

© J.E. Roché

› **Les quartiers nord d'Arles, inondés en 2003**

› **Chaque débit de crue est associé à une période de retour**

9 500 m³/s
Tous les 20 ans
Débit proche de ceux observés en 1993 et 2002

10 500 m³/s
Tous les 40 ans
Débit proche de celui observé en 1994

11 500 m³/s
Tous les 80 ans
Débit de la crue de décembre 2003

12 500 m³/s
Tous les 200 ans
Débit proche de ceux observés en 1840 et 1856

14 160 m³/s
Tous les 1 000 ans
Débit jamais observé au moins depuis le XII[e] siècle

Les brèches responsables de bien des maux

Lors de la survenue des crues, le débit du fleuve et les hauteurs d'eau augmentent, ce qui met de la pression sur les digues. Si ces digues sont anciennes et ne sont pas suffisamment résistantes aux infiltrations ou aux déversements, le risque de brèche devient probable à partir d'un débit de 9 500 m³/s, dont la période de retour est de 20 ans. Une telle crue est considérée d'intensité moyenne.

Quatre mécanismes principaux peuvent être à l'origine de la formation de brèches. Parmi eux figurent la surverse, le glissement du talus du côté protégé par la digue, ainsi que l'érosion du pied de digue côté fleuve.

Mais le danger le plus observé est l'érosion interne[2] du remblai des digues, causée par des terriers traversants d'animaux fouisseurs comme le blaireau, ou par des canalisations traversantes. L'érosion interne a été responsable des 3/4 des brèches depuis 1993.

Le delta a connu huit inondations majeures depuis 1840. Elles se sont produites en 1840, 1841, 1843, 1856, 1993, 1994, 2002 et 2003. Durant ces 8 crues, 114 brèches ou départs de brèches ont été recensés.

Les dernières brèches sont survenues lors des crues d'octobre 1993, janvier 1994 et décembre 2003. À l'exception de l'inondation de 2002, bien contenue avec une ouverture de brèche de 12 mètres seulement et 2 millions de m³ d'eau libérés, toutes les autres inondations recensées sur le territoire dépassent 50 millions de m³ d'eau déversés dans les terres. Les brèches atteignent alors une centaine de mètres de long et il devient impossible de les colmater.

1. Cela ne veut pas dire qu'elle ne peut pas arriver deux fois dans l'année.
2. Une infiltration d'eau dans le corps de digue entraine une érosion du remblai de la digue. Ce phénomène est exponentiel et peut aller très vite, de l'ordre de quelques dizaines de minutes.

“ Le delta a connu huit inondations majeures depuis 1840 durant lesquelles 114 brèches ou départs de brèches ont été recensés. ”

› **La brèche de Petit Argence du 3 décembre 2003**

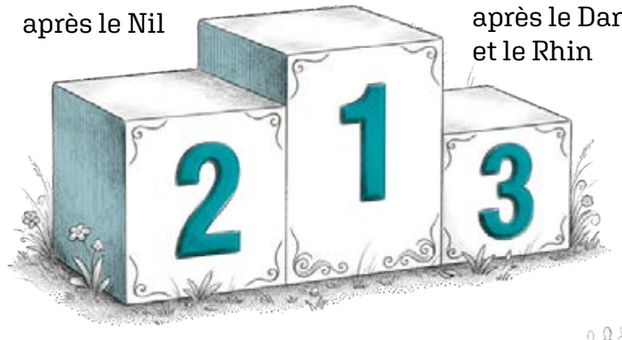
© Photo-aérienne-france.fr

Les essentiels à retenir

Le Rhône
fleuve le plus puissant de France

2e fleuve le plus puissant de Méditerranée
après le Nil

3e fleuve européen
après le Danube et le Rhin



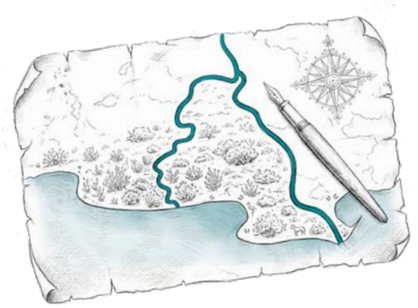
100 000 personnes
vivent dans le grand delta du Rhône

812 km
entre sa source et l'embouchure

Arles

51 km
de linéaire pour le
Grand Rhône

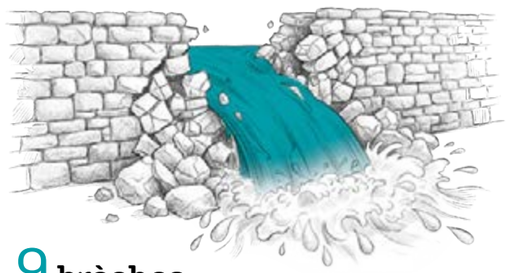
58 km
de linéaire pour le
Petit Rhône



Le Grand Rhône a
achevé son tracé au
XVIIIe siècle

Derniers travaux de
réhaussement du Rhône au
XIXe siècle

4 types
d'épisodes pluvieux
responsables des crues



9 brèches
15 départs de brèches
lors des 4 dernières inondations

Crue centenale
11 500 m³/s
mesurés en 2003
à la station de Tarascon

02 LE SYMADREM

Son rôle et ses missions

Le SYMADREM est un syndicat mixte qui assure la protection contre les inondations du Rhône et de la mer dans le grand delta du Rhône. Il a pour mission la gestion des milieux aquatiques et la prévention des inondations (GEMAPI) sur le territoire. Depuis 2007, il décline le volet « inondations » du Plan Rhône-Saône, grâce à un programme ambitieux de sécurisation des ouvrages.

Le SYMADREM joue un rôle essentiel dans le grand delta du Rhône et exécute des missions variées. Il protège du risque inondation, gère des milieux humides, sensibilise la population et prépare le territoire de demain.

Agir en aval, penser en amont

Les actions principales du SYMADREM consistent à :

- **réaliser les études et les travaux** en vue d'améliorer la protection contre les risques d'inondation du Rhône et de la mer ;
- **représenter le territoire** auprès des instances en charge de la gestion globale du fleuve Rhône ou de la mer ;
- **surveiller, entretenir et exploiter** les 240 km de digues fluviales et 30 km d'ouvrages maritimes au quotidien et en période de crue ;
- **déterminer les niveaux de protection réglementaires et informer les autorités de gestion de crise** (Maire, Préfet et secours) en cas de danger en provenance des ouvrages ;
- **assurer la gestion intégrée du trait de côte** ;
- **entretenir et valoriser les milieux écologiques restaurés** ou créés (zones humides, lônes, mares…) à l'occasion des travaux ;
- **se charger du ressuyage des terres** (évacuation des eaux) après inondation, en partenariat avec les Associations Syndicales Constituées d'Office (ASCO) et d'autres acteurs.

Et la biodiversité dans tout ça ?

Les travaux menés par le syndicat mixte ont diverses incidences sur les milieux naturels. Pour les minimiser, le SYMADREM applique la méthode réglementaire obligatoire « éviter, réduire, compenser » (ERC). Elle vise dans un premier temps à éviter les impacts sur l'environnement, dans un deuxième temps à réduire ceux qui n'ont pas pu être évités. Enfin, les effets qui ne peuvent être ni évités, ni réduits sont compensés. Mais le SYMADREM va plus loin que ses obligations réglementaires en s'inscrivant dans une véritable démarche de valorisation des milieux en y intégrant la réflexion écologique dès les premières phases de conception des ouvrages. Il est à l'origine de plusieurs annexes hydrauliques comme des mares ou des lônes, pour permettre au fleuve de se rapprocher de son fonctionnement naturel.

© L. Pommier

› Guépier d'Europe présent dans la lône Tarascon-Arles

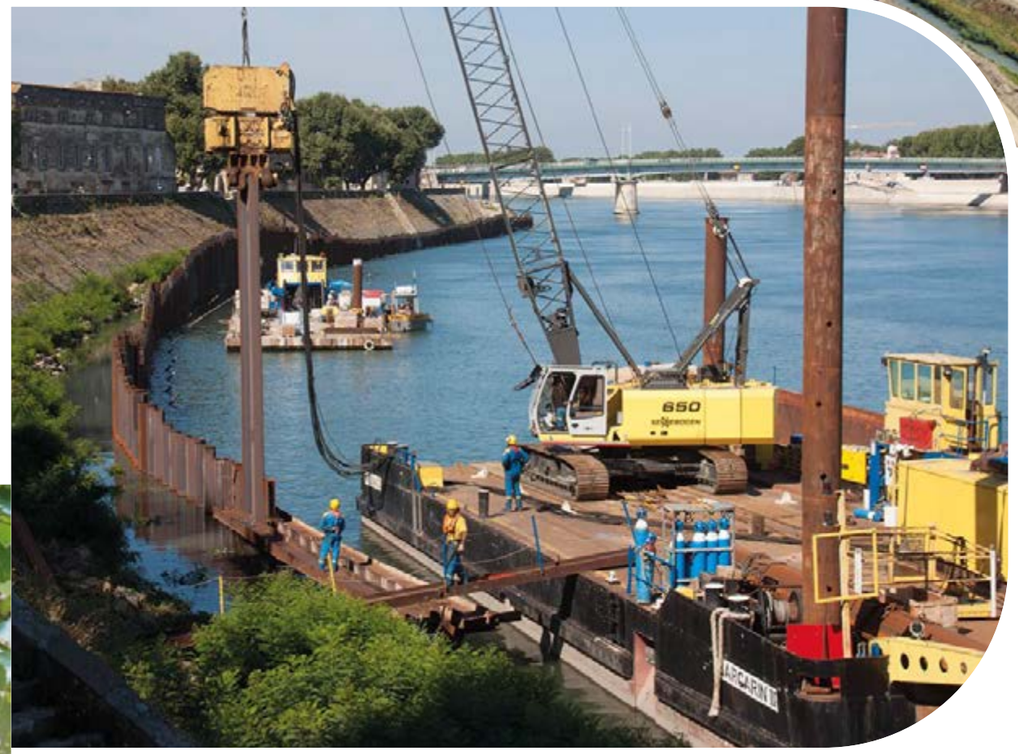
© SYMADREM

› Lône Tarascon-Arles

© SYMADREM

› Renforcement de la digue entre Beaucaire et Fourques

" Le SYMADREM s'inscrit dans une véritable démarche de valorisation des milieux. "



© SYMADREM

› Réfection des quais du centre-ville d'Arles

02 LE SYMADREM

Son périmètre et son fonctionnement

Le Syndicat est composé de six établissements publics de coopération intercommunale (EPCI), représentant les 19 communes comprises dans le périmètre d'action du SYMADREM, ainsi que le département des Bouches-du-Rhône.

Le comité syndical du SYMADREM, composé de 19 délégués dont un président et deux vice-présidents, se retrouve entre 4 et 6 fois l'année pour arrêter les grandes orientations et voter le budget.

Le SYMADREM dispose d'un budget de fonctionnement constitué des cotisations des membres dont 44 % des EPCI des Bouches-du-Rhône, 34 % des EPCI du Gard et 22 % du département des Bouches-du-Rhône. Ces participations sont définies selon une clé de répartition équitable, qui dépend de plusieurs paramètres (population des communes, linéaire de digue ou surface inondable, potentiel fiscal/habitant). Les investissements proviennent à 100 % de subventions publiques. En rive gauche, ils sont généralement répartis selon le modèle suivant : 40 % État, 30 % région, 25 % département et 5 % EPCI. En rive droite, la répartition est la suivante : 40 % État, 40 % région et 20 % département.

> « 6 établissements publics de coopération intercommunale, représentant les 19 communes comprises dans son périmètre d'action et le département des Bouches-du-Rhône. »

› **Création d'une digue entre Arles et Tarascon**

© SYMADREM

02 LE SYMADREM

L'équipe

Le SYMADREM emploie une équipe de 27 agents, conduite par un directeur général.

Une pluralité de compétences

Le SYMADREM se découpe en trois pôles de compétences regroupant :

- **l'expertise technique** grâce à 7 ingénieurs et 5 techniciens qui assurent la gestion des systèmes d'endiguement au quotidien et en périodes de crues. Ils réalisent également l'ensemble des projets relatifs à la compétence GEMAPI soit les études et les travaux de confortement des digues fluviales et maritimes, ainsi que la restauration écologique des abords du fleuve ;
- **la connaissance et la maîtrise du terrain** autour de 6 gardes-digues agréés et assermentés. Les gardes assurent la surveillance des digues au quotidien et suivent les travaux d'entretien. En période de crue, ils détectent au plus tôt les désordres, avec ou sans l'appui des équipes communales, pour retarder l'instant fatidique où les brèches deviennent inévitables ;
- **la gestion administrative** autour de 9 agents administratifs qui assurent la comptabilité, les achats et les ventes, les ressources humaines et la communication. Responsables de la bonne préparation et de la mise en œuvre des mesures votées par le comité syndical, ils accompagnent aussi l'équipe technique tout au long des projets.

L'équipe qui travaille sur le projet du Grand Rhône aval

Sur le Grand Rhône, deux gardes digues se partagent les 100 km d'ouvrages à surveiller.

Une ingénieure et une chargée de mission se répartissent les différentes phases du projet de renforcement des digues du Grand Rhône aval. Elles sont garantes du bon déroulé du projet et doivent prendre en considération toutes ses problématiques (réglementation, foncier, finances…). Elles sont en lien avec l'ensemble des acteurs concernés par les travaux ou qui interviendront dans ce projet : les services de l'État, les gestionnaires de réseaux, les entreprises travaux, les bureaux d'études et les riverains.

© SYMADREM

› Les gardes-digues supervisent les travaux d'entretien sur leur secteur

© SYMADREM

› Visite de chantier

“ Trois pôles de compétences alliant technique, maîtrise du terrain et gestion administrative. ”

› Exercice de simulation de crue pour les agents

© SYMADREM

© SYMADREM

› L'équipe du SYMADREM

Un programme basé sur la solidarité

L'inondation historique du Rhône en décembre 2003 sur le Rhône aval, succédant à celles de 1993, 1994 et 2002, a confirmé la nécessité d'une politique de prévention cohérente et solidaire des crues sur l'ensemble du bassin rhodanien.

La survenue d'inondations tragiques dans le delta a amené à l'élaboration d'une stratégie globale de prévention des inondations du Rhône et de ses affluents. Pour la première fois, la gestion du Rhône est considérée comme un projet interrégional.

Un fleuve en commun

Le Plan Rhône-Saône est un projet territorial de développement durable à l'échelle de l'axe Rhône-Saône initialement envisagé sur la période 2005-2025. Il est composé de neuf partenaires signataires : l'État et deux de ses opérateurs publics (l'Agence de l'eau Rhône-Méditerranée-Corse et VNF), les quatre régions de l'axe (Auvergne-Rhône-Alpes, Bourgogne-Franche-Comté, Provence-Alpes-Côte d'Azur et Occitanie), EDF et la CNR. Il bénéficie également du soutien de l'Union Européenne.

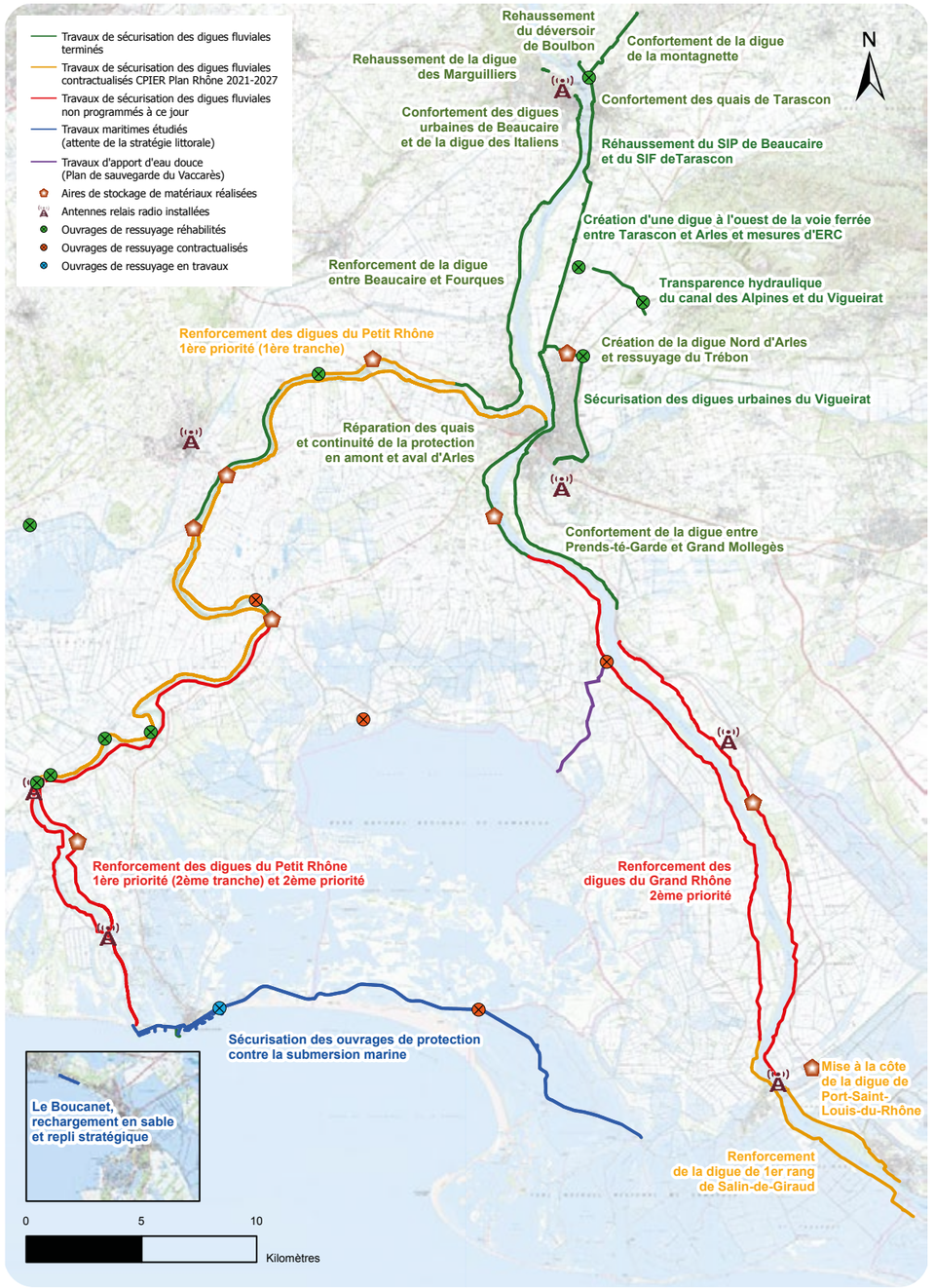
Le Plan Rhône-Saône soutient plusieurs volets d'aménagement du fleuve s'appuyant sur la conciliation entre la prévention des inondations, le développement des activités humaines et la protection de la biodiversité. Dans le volet « inondations », le Plan Rhône-Saône développe à la fois une politique de prévention et de protection, à la recherche continue d'un équilibre entre contraintes et bénéfices.

Plus de 15 ans de travaux

Entre 2007 et 2025, le SYMADREM a réalisé 225 millions d'euros de travaux de sécurisation des digues du Rhône. Ces travaux ont été priorisés en fonction de plusieurs critères dont la présence d'enjeux humains à proximité des digues et les conséquences d'une inondation par brèche sur les biens et les personnes. Un des principes fondamentaux du Plan Rhône-Saône repose sur la solidarité amont - aval et la solidarité rive droite - rive gauche. Pour cela, les élus ont fait le choix d'une répartition égale du risque inondation entre chaque rive du fleuve. Une attention particulière est portée à ne pas aggraver les écoulements en aval et en amont des zones réaménagées à la suite de travaux sur les digues. Ces critères ont amené le SYMADREM à intervenir en priorité au droit des zones les plus habitées en commençant de l'amont vers l'aval.

En 2025, le SYMADREM a ainsi sécurisé l'ensemble des digues de protection en rives droite et gauche jusqu'à l'aval du centre-ville d'Arles, soit un total de 73 km d'ouvrages sécurisés. Les prochaines étapes du programme de sécurisation comprennent la sécurisation du Grand Rhône aval, au droit de Salin-de-Giraud et de Port-Saint-Louis-du-Rhône, ainsi que les travaux de confortement le long du Petit Rhône. Ces travaux ont été contractualisés dans le cadre du Contrat de Plan Interrégional État-Régions (CPIER) Plan Rhône-Saône 2021-2027. Pour le projet de sécurisation du Grand Rhône aval, les travaux concerneront 18,5 km de digues.

Bilan des travaux réalisés, contractualisés et non programmés dans le cadre du programme de sécurisation (Plan Rhône-Saône)



02 LE SYMADREM

À quoi ressemblent les travaux ?

Pour une construction ou un confortement de digues sûres et durables, les fonctions suivantes doivent être opérées :

L'étanchéité et la résistance des ouvrages en remblai

Pour une reconstruction dans les règles de l'art, **les ouvrages en remblai sont systématiquement démontés**, pour casser l'effet millefeuille créé par plusieurs siècles de rehaussements successifs.

Deux paramètres sont les garants d'une bonne résistance à l'érosion des matériaux : le niveau de compacité (supérieur ou égal à 95 %), et une teneur en eau des matériaux optimale avant leur compactage. Plusieurs étapes de construction sont nécessaires dont la **réalisation d'une clé d'étanchéité[1].**

© SYMADREM

© SYMADREM

© SYMADREM

© SYMADREM

La filtration et le drainage

La filtration et le drainage du remblai et de sa fondation **permettent, en cas de défaillance de l'étanchéité, d'assurer le transit de l'eau sans transport de particules solides à l'origine de phénomènes d'érosion interne**. Cette deuxième barrière de sécurité, en sus de l'étanchéité, va augmenter très sensiblement le niveau de sûreté de la digue. Ces fonctions peuvent être assurées par un **géotextile filtrant** englobant une couche de graviers ou par un géo-composite.

1. Située au dessous de la cote du terrain naturel, elle bloque les écoulements en fondation de l'ouvrage en cas de crue.

© SYMADREM

- **A** Clé d'étanchéité
- **B** Compactage du remblai
- **C** Pose de géotextile filtrant et de graviers
- **D** Seconde couche de géotextile
- **E** Pose d'enrochements de 200 à 400 kg
- **F** Bétonnage des enrochements
- **G** Pose de grillage anti-fouisseurs

La stabilité et la protection

Il est nécessaire de **stabiliser le filtre et d'éviter son soulèvement**, par une recharge de remblai. Par ailleurs, une **protection contre les animaux fouisseurs** est installée pour éviter la formation de nouveaux terriers.

> " Étanchéité et filtration constituent les deux barrières de sécurité indissociables d'une digue sûre et durable. "

L'évacuation et la résistance à la surverse

Sur les digues classiques, les déversements d'eau peuvent être à l'origine de brèches. Pour les digues résistantes à la surverse, **le talus côté zone protégée est renforcé avec des enrochements bétonnés,** de manière à résister aux vitesses élevées des eaux pouvant s'écouler en crête de digue.

© SYMADREM

© SYMADREM

Les essentiels à retenir

SYndicat **M**ixte interrégional d'**A**ménagement des **D**igues du **D**elta du **R**hône **E**t de la **M**er

Grâce à son
périmètre étendu
le SYMADREM a une
vue d'ensemble
du grand delta du Rhône

Connaissances techniques
7 ingénieurs
5 techniciens

Connaissances du terrain
6 gardes-digues

Gestion administrative et communication
1 directeur général
9 agents administratifs

Compétence
GEMAPI

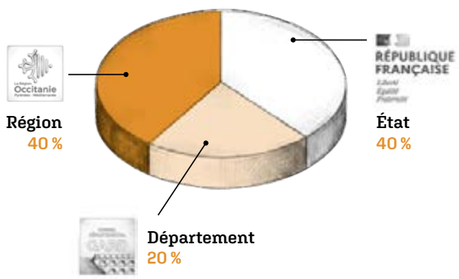
Le **comité syndical** est l'instance de décision du SYMADREM. Il est composé d'**élus du territoire**

La **planification des travaux** sur les digues se fait en fonction de l'importance des **enjeux humains** et répond au **principe de solidarité**

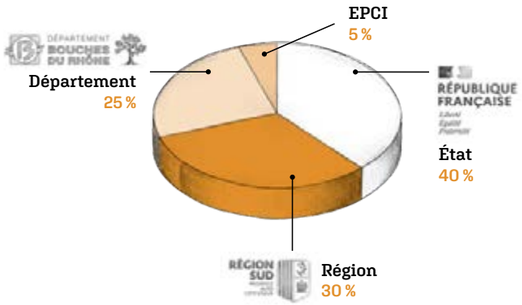
225 millions
d'euros de travaux de sécurisation des digues ont été réalisés entre 2007 et 2025

Plan de financement

Rive du Gard



Rive des Bouches-du-Rhône



03 LES ENJEUX

Des zones habitées en première ligne

L'aval du Grand Rhône, par la hauteur de ses digues et leur état, est particulièrement soumis aux inondations. Dans le secteur de Salin-de-Giraud, la digue présente des défaillances structurelles qui la fragilise et elle est trop basse au droit des zones habitées. À Port-Saint-Louis-du-Rhône, la digue est, elle aussi, trop basse ou inexistante au droit du centre urbain.

Que les digues soient basses près de l'embouchure est un phénomène fréquent. La hauteur des digues diminue au fur et à mesure que l'on s'approche de la mer. Près de l'embouchure du Grand Rhône, la digue atteint environ 2 mètres de haut. Ces digues sont constituées d'un mélange de sable, d'argile et de limon. Comme pour le reste du delta non conforté, la dernière surélévation date de 1859. Elle a été réalisée après la crue exceptionnelle de 1840. En rive droite, en dehors de la carrossabilité effectuée en 2016, ce secteur n'a connu aucun travaux importants depuis. Quant à la digue de Port-Saint-Louis-du-Rhône, elle a déjà été confortée, mais à une cote identique en attendant les travaux programmés sur les deux rives.

Un risque d'inondation non négligeable

La rive droite au droit du village de Salin-de-Giraud, compose le tronçon de digue le plus fragile. Dès un débit de 9 500 m³/s à la station de mesure de Tarascon, la probabilité de brèche pour ces ouvrages se situent entre 40 et 70 %. À partir de 10 500 m³/s, le risque de brèche est aussi important en rive droite, qu'en rive gauche. Si une crue comparable à celle de décembre 2003 devait se reproduire (d'un débit de 11 500 m³/s), les deux centres urbains pourraient se retrouver sous l'eau, sans même qu'une brèche ne survienne. Les hauteurs d'eau varieraient de quelques dizaines de centimètres à 1,5 m dans certains secteurs, rendant la circulation des secours très difficile et augmentant le risque de décès.

Des riverains menacés

Les enjeux sont pourtant nombreux et importants. Près d'une dizaine de milliers de personnes se répartissent dans les deux centres urbains. 2 500 personnes habitent à Salin-de-Giraud, dont 17 % sont logées dans une habitation de plain-pied. La commune de Port-Saint-Louis-du-Rhône recense 7 500 personnes, dont 11 % habitent dans un plain-pied. Ces territoires comprennent plus de 600 entreprises, dont certaines jouent un rôle capital dans l'économie du territoire. Enfin les espaces habités sont entourés de terres agricoles telles qu'une exploitation salinière, des prairies, des grandes cultures et des cultures légumières ou maraîchères. L'inondation de ces terres aurait également un impact significatif sur l'économie et l'équilibre de ce territoire.

> “ Une crue comparable à celle de 2003 pourrait submerger Salin-de-Giraud et Port-Saint-Louis-du-Rhône, sans même qu'une brèche ne survienne. ”

© SYMADREM

› **Le village de Salin-de-Giraud et les marais salants**

Connaître sa situation face au risque

Le SYMADREM a développé une cartographie interactive permettant à chaque habitant du grand delta, protégé par les digues du Rhône, de connaître son exposition au risque inondation actuel et futur. Cette cartographie revient également sur les inondations passées. Les niveaux de protection évoluent en fonction du débit du Rhône sélectionné. Elle tient compte des travaux réalisés par le SYMADREM et ceux à venir, dont le confortement des digues du Grand Rhône aval.

Scannez
le QRcode pour accéder à la carte

ou rendez-vous sur :
cartographie.symadrem.fr

03 LES ENJEUX

Des digues basses et fragiles

L'exposition au risque de rupture par surverse des digues du Grand Rhône aval est forte car elles sont calées à des altitudes basses et sont souvent collées au lit mineur du Rhône. De nombreux points d'érosion situés en rive droite témoignent du vieillissement des ouvrages et de la nécessité d'intervenir rapidement.

Le système d'endiguement en rive gauche et en rive droite du Grand Rhône aval est composé d'une succession d'ouvrages, principalement en remblais, à l'exception de quelques ouvrages ponctuels en génie-civil et quelques berges en enrochements.

Des zones d'érosion importantes

À proximité immédiate de Salin-de-Giraud, les dix derniers kilomètres de digues sont très abîmés. De nombreuses érosions de la berge sont présentes en aval du village. Des enrochements dégradés et des blocs maçonnés effondrés ont été recensés. Ces anomalies importantes sur les linéaires, portent atteinte à la stabilité du pied de digue et de la digue. La dégradation avancée de ces ouvrages résulte de plusieurs facteurs :

- **la proximité immédiate du Rhône** expose les digues à des sollicitations hydrauliques intenses, accélérant leur détérioration et limitant le développement d'une ripisylve[1] ou d'une végétation protectrices ;
- **les entrées maritimes** contribuent significativement à l'érosion de certaines berges exposées au vent du Sud-Est, notamment au droit de l'Esquineau, secteur particulièrement affecté ;
- **l'absence de confortement depuis plus de 150 ans**, malgré un entretien régulier, entraîne un vieillissement naturel et progressif de ces structures.

Ces défauts augmentent considérablement le risque d'affouillement et fragilisent davantage les digues. Les expériences passées prouvent que les digues du delta du Rhône cèdent généralement bien avant que l'eau n'atteigne leur crête, ce qui rend aléatoire et imprévisible le risque d'inondation. L'état de ces digues est donc préoccupant et explique le niveau de protection faible sur la rive droite du Grand Rhône aval.

> « Les expériences passées prouvent que les digues du delta du Rhône cèdent avant que l'eau n'atteigne leur crête. »

› **La tempête de 1997 dans le journal**

État d'alerte dans l'Hérault, inquiétude en Camargue

Tempête : l'inondation est venue de la mer

1. Ensemble des formations boisées, buissonnantes et herbacées présentes sur les rives d'un cours d'eau, d'une rivière ou d'un fleuve.

Retour sur trois désordres survenus entre 2010 et 2026

Un aperçu en image de l'état des digues en rive droite du Grand Rhône aval :

Des affaissements importants de la berge du Grand Rhône ont été recensés en décembre 2010. Ces désordres, longs de 5 à 10 m environ, mettent en péril la stabilité de la digue. Ces désordres sont dus à l'érosion du fleuve et sont observés chaque année. Ils s'expliquent en partie par l'absence de ségonnal[2] à ces endroits et se produisent après des épisodes de vent forts d'Est et du Sud-Est qui génèrent un phénomène de batillage[3] élevant le niveau du plan d'eau, ce qui provoque des anses d'érosion.

Dans ce secteur, les désordres dus à l'érosion ont fait l'objet de travaux de réparation qui consistaient à renforcer le talus et la berge par la mise en œuvre d'enrochements sur géotextile. Toutefois, de nouvelles zones ont fini par apparaître de part et d'autre des zones confortées.

Un nouvel affaissement a été constaté en mai 2014. Là encore, ces désordres sont consécutifs à un important épisode de vent. Deux arbres étaient présents en pied de digue à ce niveau. En tombant, ils ont emporté une partie de la berge et du pied de digue. Les travaux ont immédiatement suivi et ont consisté en :

- l'abattage et le dessouchage d'arbres ;
- la remise en forme de la berge avec matériaux du site ;
- la mise en place de géotextile de transition sur le talus et dans la souille[4] ;
- la mise en œuvre d'enrochements de 100 à 400 kg sur une épaisseur de 1 m jusqu'en crête de digue.

À plus long terme, dans le cadre des travaux du Plan Rhône, la digue sera éloignée du fleuve pour éviter ce type de désordres.

En février 2026, une crue de 5 000 m³/s a également érodé la digue, menaçant l'ouvrage et la route de la mer (D36D).

© SYMADREM

› **Décembre 2010, affaissement de la digue**

© SYMADREM

› **Mai 2014, des arbres tombent et emportent une partie de la digue**

© SYMADREM

› **Février 2026, une petite crue dégrade la digue en aval de Salin-de-Giraud**

2. Lit majeur actif compris entre le haut de berge et le pied de digue.
3. Remous provoqué soit par la marche d'un bateau, soit par le vent et qui cause la dégradation des berges.
4. Empreinte dans le sol laissée par l'arbre déraciné.

La nature au bord du fleuve

Le delta du Rhône est une grande zone naturelle riche qui comprend de nombreux statuts de protection de sa biodiversité. Plusieurs zones humides typiques se retrouvent le long du Grand Rhône aval. Milieux indispensables, ces zones humides fournissent l'eau et la productivité dont beaucoup de plantes et d'animaux dépendent pour leur survie.

L'aire comprise dans le projet de confortement des digues se trouve incluse dans :

- les sites Natura 2000 « Camargue » et « Rhône aval » ;
- plusieurs zones naturelles d'intérêt écologique, faunistique et floristique (ZNIEFF) ;
- un site du conservatoire du littoral au domaine de la Palissade ;
- le parc naturel régional de Camargue.

Un secteur bien connu

Avant la validation du projet, des inventaires faune-flore-habitat sont effectués sur l'aire du projet. Ces suivis ont dénombré dix habitats remarquables sur les 29 recensés. Il s'agit surtout de zones humides typiques du territoire camarguais comme les fourrés de tamaris, les sansouires ou les herbiers aquatiques.

Près de 300 espèces différentes d'animaux ont également été recensées lors de ces inventaires, dont une cinquantaine est considérée comme des espèces remarquables. Enfin, 11 espèces végétales remarquables dont 8 sont protégées, sur les 282 espèces végétales présentes, ont été trouvées sur la zone d'étude. Ces espèces et milieux au statut particulier sont à prendre en compte dans la phase travaux.

Une digue trop proche du fleuve

Le long du Grand Rhône aval les digues sont collées au fleuve, ce qui ne permet pas l'installation et le développement d'une ripisylve le long des berges. Pourtant elle est un enjeu environnemental fort et une alliée contre les inondations. Elle rend de nombreux services. Merveilleux refuge et zone de déplacement pour la faune, la ripisylve favorise le rafraichissement et la rétention d'eau dans la terre. Elle a également un effet positif sur la qualité de l'eau. Le chantier du SYMADREM prévoit, lorsque cela est possible, de reculer les digues et de permettre ainsi à la ripisylve de se développer au bord du fleuve.

© SYMADREM

› **Entre Montlong et Tourtoulen, la digue suit la ripisylve**

› **Cistudes d'Europe**

© L. Pommier

© L. Pommier

› **Lusciniole à moustaches**

© L. Pommier

› **Couleuvre à échelons**

© L. Pommier

› **Fauvette à lunettes**

© Ecosphère

› **Crypside piquante**

Imaginer le pire pour mieux agir

À quelques kilomètres de la mer, les conséquences d'une inondation du Rhône sur les hauteurs d'eau ne sont pas les mêmes qu'en amont du delta. Le facteur maritime est déterminant. Il est d'ailleurs pris en compte dans les modélisations hydrauliques pour estimer les hauteurs d'eau lors de crues.

Si une tempête maritime s'ajoute à une crue importante, la ligne d'eau sur le Rhône peut monter de plusieurs centimètres. Pour le scénario d'une crue exceptionnelle avec un niveau marin haut (1,7 m NGF[1], sans compter les vagues), les lignes d'eau du Rhône peuvent monter de quelques centimètres au droit des quais d'Arles.

Ne rien laisser au hasard

Lorsque les crues sont modélisées, le niveau de la mer est également pris en compte. À l'embouchure, il joue en effet sur la vitesse d'écoulement et sur les hauteurs d'eau. Si la mer est agitée, le Rhône aura plus de mal à s'y jeter. Afin de prendre en compte ce facteur, les ingénieurs ont pris le parti de fixer le niveau de la mer à 1,7 m NGF. Cette estimation prend en compte les hauteurs d'eau d'une tempête centennale et une surélévation du niveau de la mer de 50 cm entre 2022 et 2100, ce qui correspond au scénario médian du GIEC SSP2-4,5[2].

En effet, il est essentiel de prendre en compte l'élévation du niveau de la mer. Les tempêtes considérées aujourd'hui comme rares, qui pourraient avoir un effet aggravant sur les crues du Rhône, seront plus fréquentes dans le futur. La prise en compte de l'évolution du niveau marin est donc essentielle lors de la modélisation et la conception des digues, dont la durée de vie conventionnelle est de 100 ans.

Comment estimer les dégâts ?

Afin de mesurer au mieux les impacts des inondations et s'assurer de la rentabilité de son programme de sécurisation, le SYMADREM a édifié une base de données exhaustive rendant possible la mise en œuvre d'une analyse multicritères (AMC) et d'une analyse coût-bénéfice des travaux (ACB). Pour chaque type d'enjeux, ont été utilisées les données les plus récentes. En plus des données hydrauliques et géotechniques, capitalisées pendant plusieurs années par le SYMADREM, cette AMC prend en compte les enjeux de santé humaine et économiques.

Ainsi, sont renseignés le nombre de potentiels sinistrés, les dommages aux logements, aux activités économiques, aux établissements publics et aux activités agricoles à l'échelle du delta. Plus de deux cents scénarios d'inondation, de probabilité de brèches et de volumes d'eau ont ensuite été traités dans un modèle probabiliste. Un dommage moyen annualisé est alors déterminé. Cela permet de connaître la durée à partir de laquelle les travaux sont rentabilisés. Les résultats de l'ACB montrent que la rentabilité du programme de sécurisation sera atteinte entre 30 et 47 ans après le démarrage du Plan Rhône (entre 2037 et 2054). Pour ce qui concerne le projet du Grand Rhône aval, la rentabilité sera atteinte entre 13 et 22 ans. Ces analyses permettent de quantifier les investissements d'aujourd'hui sur les bénéfices de demain.

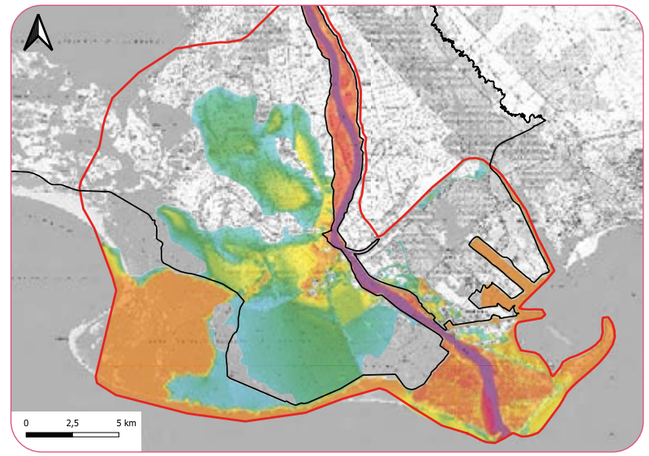
> “ Plus de 200 scénarios d'inondation, de probabilité de brèches et de volumes d'eau ont été traités dans un modèle probabiliste. ”

Ici deux exemples de brèches en rive droite du Grand Rhône sont présentés. La première se situe au niveau du bac de Barcarin au droit de Salin-de-Giraud, alors que la seconde a lieu à l'Esquineau, en aval du village. Dans les deux cas, la crue modélisée est une crue d'un débit de 11 500 m³/s, avec un niveau marin d'1 m NGF. À Salin-de-Giraud, les hauteurs d'eau varient de 0,3 à 2 m. Quasiment toute la commune de Port-Saint-Louis-du-Rhône se retrouve sous les eaux, alors même qu'aucune brèche n'est à déplorer sur cette rive. Les hauteurs d'eau sont semblables à celles observées à Salin-de-Giraud. Ni le village, ni les salins ne sont épargnés.

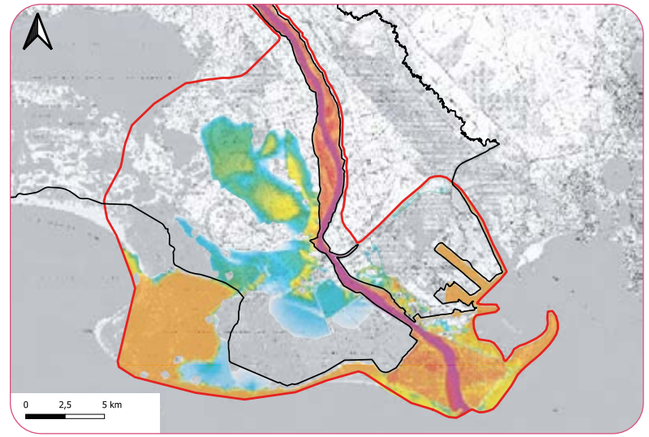
Cartes des hauteurs d'eau max

Salin-de-Giraud et Port-Saint-Louis-du-Rhône
Crue de débit 11 500 m³/s

État initial - Brèche de Barcarin



État initial - Brèche de l'Esquineau



Zone protégée
Limite du modèle

Hauteur d'eau max (m)

< 0,3 | 0,3 - 0,5 | 0,5 - 1 | 1 - 2 | 2 - 4 | > 4

1. Le nivellement général de la France (NGF) est le réseau de repères altimétriques officiel en France métropolitaine.
2. Le Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat (GIEC) propose plusieurs scénarios d'évolution climatique. Le scénario SSP2-4.5 est un scénario tendanciel « business as usual », où le niveau d'émissions correspond à celui des contributions déterminées au niveau national, dont le rythme d'émissions ne subit pas de variations brutales majeures. Il est considéré comme le plus probable.

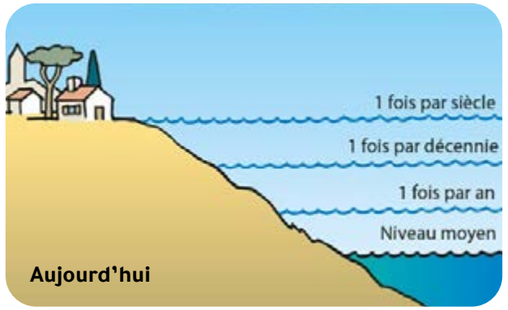
03 LES ENJEUX

Quand la mer s'en mêle

La proximité de l'embouchure avec la mer aggrave la vulnérabilité des enjeux situés en aval du Grand Rhône.

L'influence de la mer

La période de retour des premiers débordements sur les rives du Grand Rhône aval dépend grandement du niveau marin. Cette période est de l'ordre de 20 à 30 ans en moyenne. Le phénomène s'aggrave, en cas de tempête provoquant une hausse sensible du niveau marin (1,3 à 1,5 m NGF). La période de retour de débordement pourrait alors descendre de 10 à 3 ans.



© Sept Lieux

› **Avec la montée des eaux, les fortes tempêtes menaceront davantage les zones à enjeux**

Les conséquences du changement climatique sur le littoral

Le littoral camarguais est, comme de nombreuses côtes françaises, directement menacé par la montée des eaux et la submersion marine liées au changement climatique. Les projections estiment que d'ici 2100, sans action publique, près de 32 000 personnes dans le grand delta du Rhône pourraient être durablement impactées. La réduction des apports sédimentaires, liée à la reforestation en montagne et aux barrages hydroélectriques ont aussi un impact sur l'alimentation sableuse des plages.

© SYMADREM

> « Sur le Grand Rhône aval, le niveau de la mer influence sensiblement les niveaux du Rhône en crue. »

› **La commune des Saintes-Maries-de-la-Mer est comprise dans la stratégie du littoral**

© SYMADREM

› **Les centres urbains de Salin-de-Giraud et de Port-Saint-Louis-du-Rhône se situent à quelques kilomètres de la mer**

Zoom sur la stratégie du littoral camarguais

Afin de se préparer à la montée des eaux, le SYMADREM élabore une stratégie littorale pour les 100 km de côte, de la pointe de la Gracieuse (Port-Saint-Louis-du-Rhône) à la passe des Abîmes (le Grau-du-Roi). Cette stratégie interrégionale d'intervention sur le littoral a pour objectif d'anticiper les évolutions du littoral et faciliter l'adaptation des territoires face au changement climatique. Divisée en trois étapes, elle vise à la réalisation d'un état des lieux de l'existant, la définition d'un panel de réponses possibles et l'analyse des conséquences et des coûts de la mise en œuvre de ces réponses. Six récits pour la Camargue de demain sont à l'étude :

- **un scénario fixiste** qui mise sur la réhabilitation et le renforcement des épis et brises lames existants pour défendre l'ensemble du littoral et fixer durablement le trait de côte ;
- **un scénario attentiste** qui suggère de ne pas prendre de décisions majeures à court terme en attendant d'obtenir des données plus précises sur l'évolution du risque ;
- **un scénario de protection en recul par rapport au rivage**, privilégiant la création d'une protection globale contre la submersion marine en retrait du trait de côte, préservant ainsi les zones naturelles tout en protégeant l'ensemble du territoire ;
- **un scénario de protection rapprochée autour des zones urbanisées**. Le focus est mis exclusivement sur la protection des infrastructures et des habitations, sans s'étendre aux espaces naturels qui seraient progressivement submergés ;
- **un scénario de réduction de la vulnérabilité individuelle** qui encourage les mesures de résilience à l'échelle du logement, comme la surélévation des bâtiments ou la relocalisation ;
- **un scénario de repli** avec l'abandon progressif ou total de certaines zones.

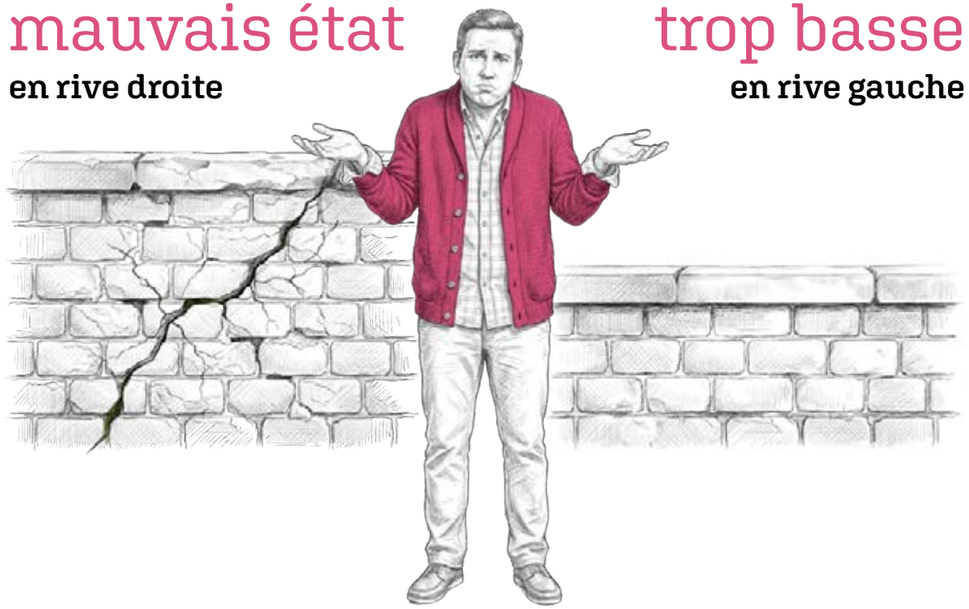
Une fois le récit arrêté, cette approche permettra d'élaborer un PAPI[1] littoral pour faire face au défi de la montée des eaux. Ce dernier pourra combiner plusieurs scénarios décrits plus haut.

1. Programme d'actions de prévention des inondations.

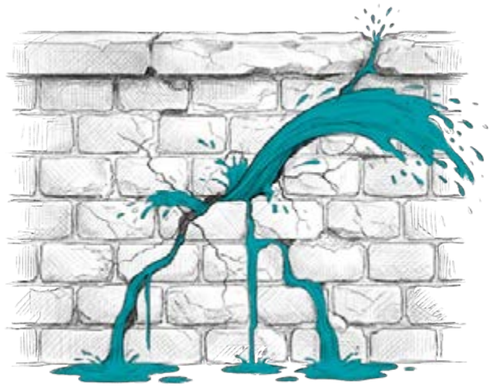
Les essentiels à retenir

Une digue en
mauvais état
en rive droite

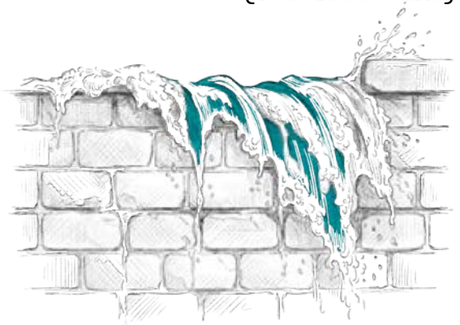
Une digue
trop basse
en rive gauche



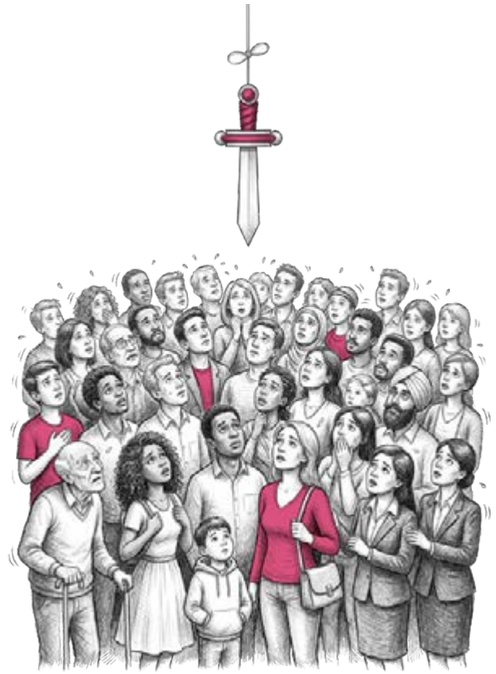
Un risque de brèche dès
9 500 m³/s
(tous les 20 ans)



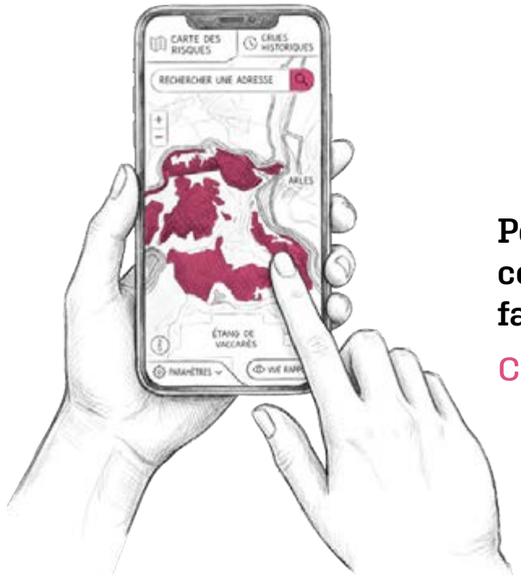
Un débordement même sans brèche à partir de
11 500 m³/s
(tous les 80 ans)



En 2100, le niveau de la mer sera monté de
+44 à +77 cm
par rapport au niveau moyen mesuré sur la période (1995-2014)



10 000
habitants menacés



Possibilité de connaitre son exposition face au risque sur
cartographie.symadrem.fr

04 LE PROJET

À la recherche du meilleur projet possible

Lors de l'élaboration du pré-schéma sud du Plan Rhône-Saône, le renforcement des points sensibles des digues du Grand Rhône aval a été identifié comme une des actions prioritaires. Elle concerne principalement le confortement de la digue de protection du village de Salin-de-Giraud, couplé à la mise à la cote de la digue de Port-Saint-Louis-du-Rhône.

Un projet d'aménagement est soumis à de nombreuses contraintes réglementaires, budgétaires et de faisabilité. Pour la construction ou le confortement de digues, il est essentiel de ne pas empirer la situation autre part suite aux travaux, respecter et améliorer la biodiversité et être accepté par la population et les acteurs riverains.

Le problème de départ

La zone du projet s'étend sur 13 km en rive droite, du lieu-dit de La Louisiane jusqu'à l'entrée du domaine de la Palissade, et sur 5,5 km en rive gauche, du canal du Rhône à Fos-sur-Mer à l'écluse de Port-Saint-Louis-du-Rhône. Pour trouver le projet d'aménagement le plus adapté, plusieurs scénarios ont été développés. Ces derniers devaient répondre aux questions suivantes :

- quel est l'aléa sur la zone protégée, pour une inondation sans brèche, de crues de type décembre 2003 et mai 1856 ?
- quel impact a le projet dans le lit endigué ?
- quel est l'impact de ce scénario sur la sécurité civile ?
- la vitesse de l'inondation, une fois le niveau de protection dépassé, permet-elle l'évacuation des populations ?

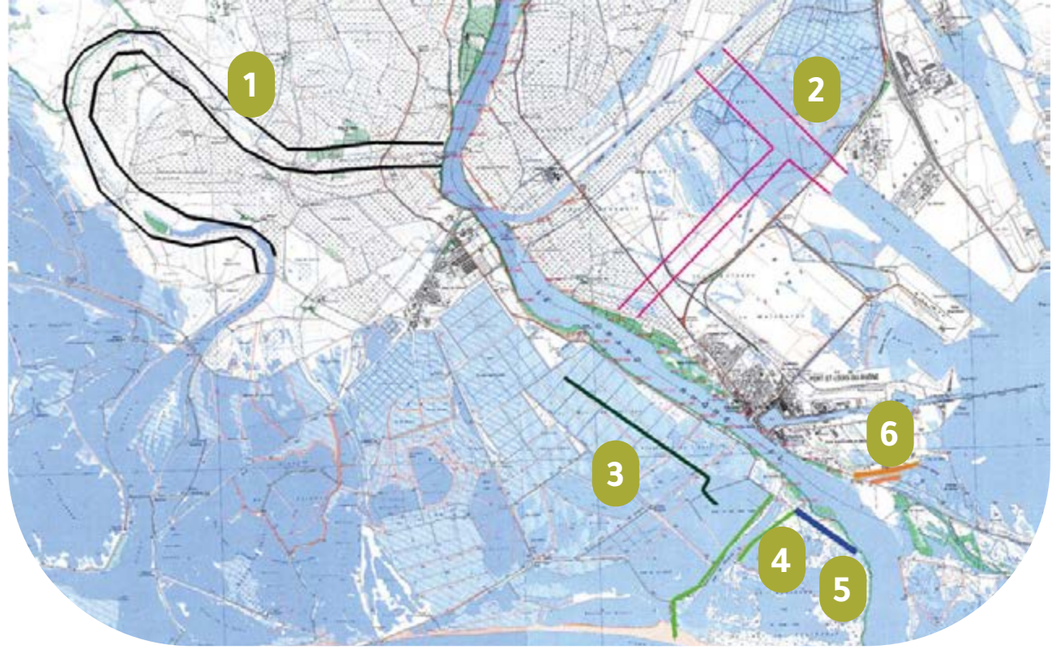
Les scénarios imaginés

Trois scénarios d'aménagement ont d'abord été étudiés :

- rehausser les digues jusqu'à la mer de façon à éviter tout débordement jusqu'à une crue de 14 160 m^3/s ;
- maintenir les digues à la cote actuelle (basse) mais les rendre résistantes à la surverse ;
- recaler la hauteur des digues selon les principes de protection du schéma de gestion des inondations du Rhône aval (protection élevée pour les zones urbanisées).

Deux premiers scénarios inacceptables

Le **premier scénario** consistait en la suppression de tout débordement d'Arles à l'embouchure jusqu'à la crue millénale. Néanmoins, ce rehaussement des digues sur le Grand Rhône aval n'était pas sans conséquence. Il faisait remonter les niveaux d'eau du Rhône entre 9 et 16 cm sur le Grand Rhône et de 2 à 6 cm sur les quais d'Arles, près de 50 km en amont. Le rehaussement des digues aggravait donc le risque de brèche sur le Grand Rhône et réduisait la revanche de sécurité[1] sur le quai de la Roquette, point bas en traversée d'Arles. Ce scénario, trop dangereux, ne respectait pas les critères de départ.



Le **deuxième scénario** impliquait de transformer le risque d'inondation par brèche - un risque aléatoire, imprévisible et très fort - en une inondation sans brèche. Ce changement peut s'opérer grâce à la construction de digues résistantes à la surverse. Ces digues, spécialement conçues pour autoriser de faibles entrées d'eau, permettent l'organisation des secours, réduisent considérablement les entrées d'eau, et limitent grandement les dommages aux biens et aux personnes.

Mais rendre systématiquement les digues résistantes à la surverse sans les rehausser, au droit des zones urbanisées, entrainait tout de même une inondation au droit des habitations, de 50 cm à 1 m pour une crue type décembre 2003 et pouvait atteindre 1,5 m pour une crue type mai 1856. Ces conditions n'apportaient pas d'amélioration de la sécurité publique. Ce scénario n'a donc pas été retenu.

Scénario 3 : casse-tête chinois

Le **troisième scénario** proposait de construire des digues millénales, au droit des enjeux humains, et des digues résistantes à la surverse, lorsque les enjeux et la topographie le permettaient. Cette approche rendait l'inondation de la zone protégée la moins violente possible, tout en favorisant l'évacuation des populations par le nord, sans impact significatif du lit endigué. Mais un problème de taille persistait : comment organiser les volumes déversés ?

1 2 une décharge d'eau en amont des centres urbains est efficace hydrauliquement mais les isole et empêche l'évacuation des populations ;

3 une décharge en aval des centres urbains est intéressante hydrauliquement mais reste limitée par l'inondation de Salin-de-Giraud par l'aval, que de trop forts déversements pourraient causer ;

4 5 6 une décharge très en aval ne présente aucun risque pour les centres urbains mais limite son efficacité par sa proximité avec l'embouchure.

Aucune de ces options ne permet d'atteindre une solution optimale. Afin de trouver le meilleur projet possible, des derniers réglages de cote ont été nécessaires.

1. Marge de sécurité supplémentaire qui protège des surélévations des niveaux d'eau telles que les vagues, l'inclinaison du plan d'eau sous l'effet du vent, les débris, les obstructions, le batillage etc... Elle neutralise également les éventuelles incertitudes de calcul.

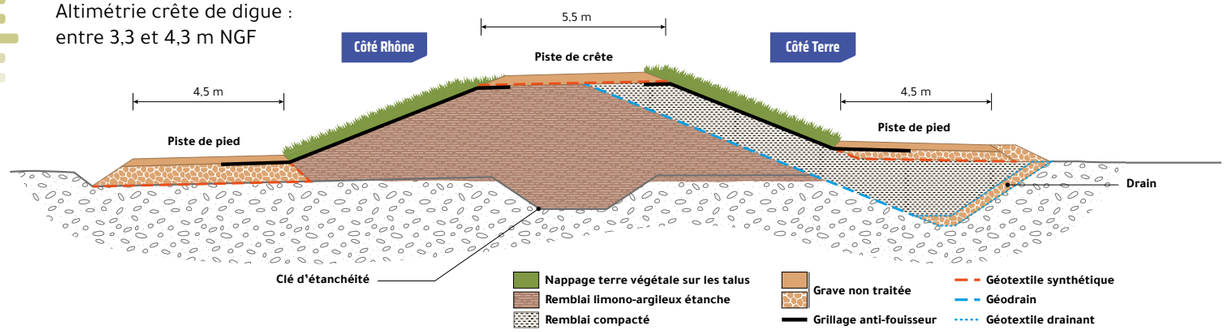
04 LE PROJET

Une solution optimale

Après l'analyse des objectifs de protection, des enjeux et des contraintes réglementaires et économiques, un scénario a été arrêté. Ses mesures adaptées aux spécificités de chaque rive permettent de minimiser l'impact dans le lit endigué et les aléas dans les zones à protéger.

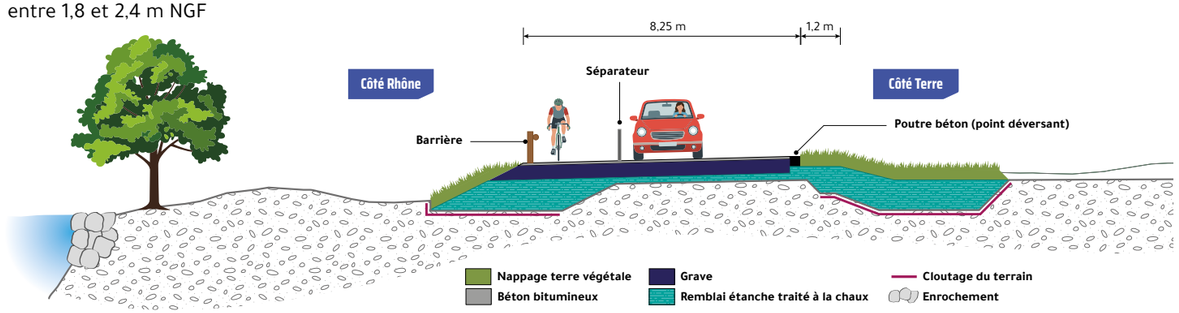
Coupe d'une digue millénale présente sur les deux rives

Altimétrie crête de digue :
entre 3,3 et 4,3 m NGF



Coupe d'une digue route résistante à la surverse

Altimétrie crête de digue :
entre 1,8 et 2,4 m NGF



" Deux solutions adaptées aux spécificités de chaque territoire, pour une protection cohérente de l'ensemble du Grand Rhône aval. "

Du côté de Salin-de-Giraud, en rive droite

- du lieu-dit de la Louisiane, jusqu'à l'estacade de l'Esquineau, **la digue sera démontée et reconstruite dans les règles de l'art à la cote millénale**, soit une rehausse de 0,6 m. Lorsque cela sera possible, la nouvelle digue sera reconstruite en recul, éloignée du fleuve, pour préserver les enjeux environnementaux, consolider la ripisylve et redonner de l'espace au fleuve ;
- en aval de l'Esquineau et jusqu'au domaine de la Palissade, **une digue résistance à la surverse sera calée pour une crue de 10 500 m³/s**. Cette digue légèrement reculée, en lieu et place de la route actuelle, accueillera une route sur sa crête. L'intégration d'une piste cyclable sur ce tronçon est également prévue dans le cadre des travaux.

Du côté de Port-Saint-Louis-du-Rhône, en rive gauche

- du canal du Rhône à Fos-sur-Mer jusqu'à l'écluse de Port-Saint-Louis-du-Rhône, l'opération vise à **rehausser la digue en terre existante à la cote millénale** ;
- au droit des quais du centre-ville, **un parapet sera construit sur 700 m de long**. Ce « muret digue » résistant à la surverse, sera calé pour éviter tout débordement jusqu'à une crue d'un débit de 12 500 m³/s, dont la période de retour est de 200 ans. Sa hauteur sera de l'ordre de 0,3 m. Il sera prolongé par une bordure calée à la même cote sur 350 m de long.

Financement de l'opération

Cette opération est estimée à 45 M€ HT. Son plan de financement est réparti en trois parties.

Travaux « imputables » à la rive droite

› **Montant :** 28,7 M€

État	40%
Région Provence-Alpes-Côte d'Azur	30%
Département des Bouches-du-Rhône	25%
Communauté d'agglomération Arles, Crau, Camargue, Montagnette	5%

Travaux « imputables » à la rive gauche

› **Montant :** 14,3 M€

État	40%
Région Provence-Alpes-Côte d'Azur	30%
Métropole Aix-Marseille-Provence	30%

Travaux piste cyclable sur Salin de Giraud

› **Montant :** 2 M€

Département des Bouches-du-Rhône	60%
Autres financeurs	40%

Le confortement des digues du Grand Rhône aval

Digues actuelles
Arasement partiel merlon de la Palissade

Futures digues
Digues classiques millénales
Mur digue résistant à la surverse - Q250 ans
Route digue résistante à la surverse - Q50 ans

Mesures de compensation écologique
Acquisitions et gestion écologique des terrains situés entre la future digue et le Rhône
Milieux visés de prés salés, sansouïres et fourrés de tamaris
Milieux visés de prairies humides, phragmitaies, boisement et mares
Milieux visés de prés salés avec fourrés de tamaris et mares en eau

04 LE PROJET

Les gains attendus

Le renforcement des digues du Grand Rhône aval améliorera l'exposition d'environ 10 000 personnes réparties sur les deux rives en embouchure de fleuve. De nombreuses entreprises bénéficieront également de cette amélioration de protection.

Le CPIER Plan Rhône-Saône 2021-2027 devrait grandement améliorer le risque inondation dans le delta du Rhône. Les travaux prévus le long du Grand Rhône aval augmenteront le niveau de protection de 10 000 riverains.

Les bénéfices du projet vis-à-vis du risque inondation

Comme le montre la comparaison de l'état actuel et l'état après travaux (illustration ci-contre), la situation vis-à-vis des inondations s'améliore sur les deux rives. En Camargue insulaire, la zone urbanisée de Salin-de-Giraud évolue, passant d'un niveau de protection de 7 500 à 10 500 m³/s. Aujourd'hui l'absence d'inondation du village est garantie jusqu'à un débit de période de retour 5 ans (mesuré à la station de Tarascon). Après les travaux l'absence d'inondation sera garantie jusqu'à une période de retour de 40 ans environ.

Sur la rive gauche, les zones en amont de la commune de Port-Saint-Louis-du-Rhône et du canal du Rhône à Fos-sur-Mer ne connaissent pas de changement. La partie urbaine et périurbaine gagne en protection contre les inondations, passant d'un niveau de protection correspondant à un débit à Tarascon de 9 500 à 12 500 m³/s, soit une période de retour tous les 200 ans contre 20 actuellement.

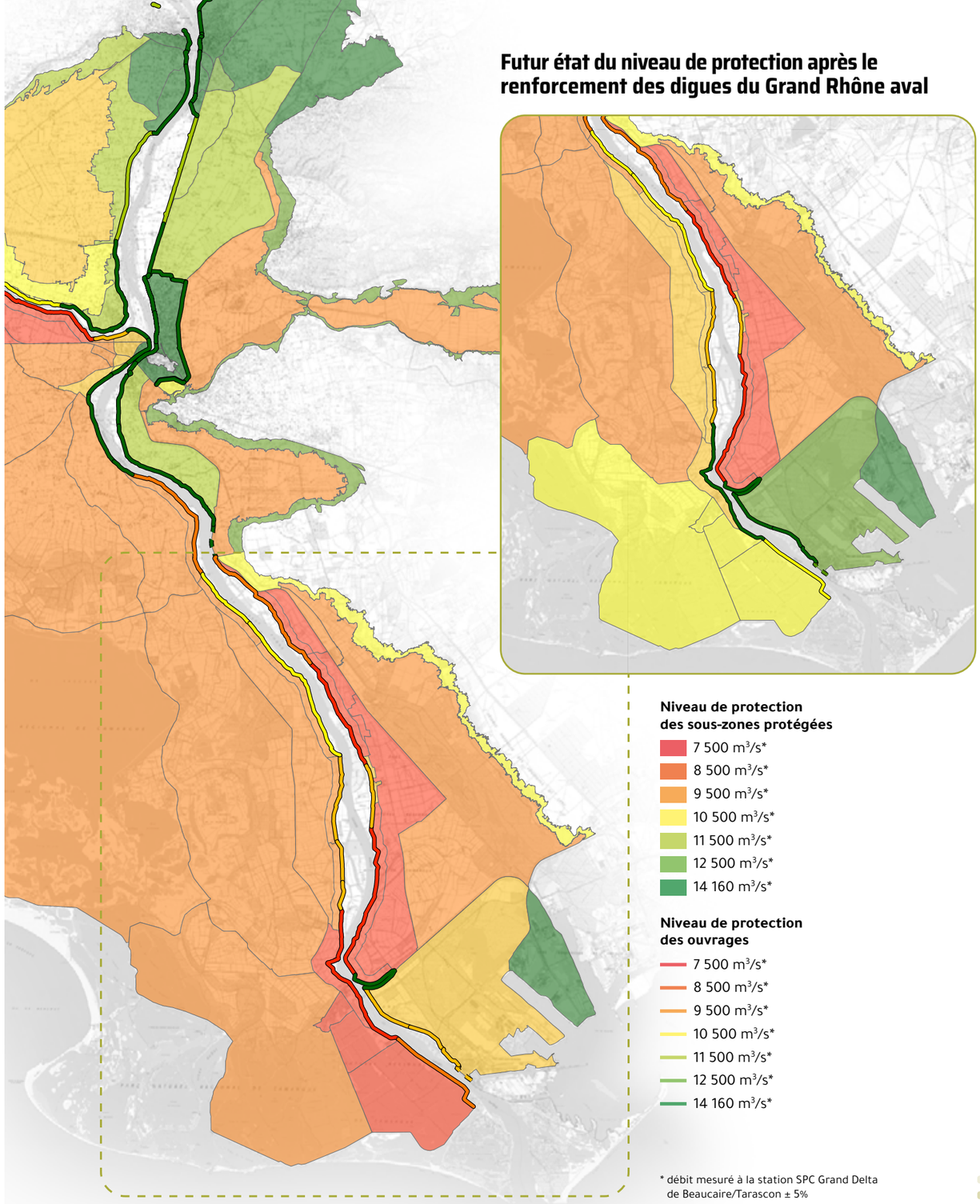
Des travaux antérieurs en rive gauche

Au fil des épisodes de crue, les digues du Rhône ont fait l'objet de travaux de renforcement. Au niveau de la zone du projet, ces travaux n'ont concerné que la rive gauche. En rive droite, le SYMADREM n'a pas trace de travaux, hors travaux d'entretien et de carrossabilité, depuis la construction des digues.

Sur le secteur Bois François sud, en amont de Port-Saint-Louis-du-Rhône, des travaux ont été réalisés à cote constante en 1998 pour recharger les digues, côté fleuve comme côté terre, et installer des matériaux drainants et anti-fouisseurs. Au nord de ce bois, un confortement a été réalisé en 2006 à une cote constante. En préfiguration de travaux ultérieurs, la largeur de la recharge aval a été déterminée de manière à pouvoir réaliser une rehausse.

En 2004, au droit de la zone urbaine de Port-Saint-Louis-du-Rhône, la digue a été reconstruite à cote constante selon un tracé déplacé vers le fleuve pour englober des habitations anciennement comprises dans le ségonnal. Un complexe de protection, composé d'un grillage anti-fouisseur et d'une géogrille anti-érosion a été disposé sur les 2 talus et une piste a été aménagée en crête.

« Les travaux du Grand Rhône aval : une protection renforcée pour 10 000 riverains. »



04 LE PROJET

Un projet multi-facette

Le renforcement des digues en aval du Grand Rhône est nécessaire, mais il demande plusieurs adaptations dues à la proximité de la mer, le manque de place disponible pour renforcer les digues et la multiplicité des usages sur un même espace. Voici quatre manières trouvées par le SYMADREM pour dépasser les difficultés de ce projet.

Les futures digues occuperont une superficie de 31 ha en rive droite et 7 ha en rive gauche, soit 38 ha au total. En rive gauche, le renforcement de la digue se fera essentiellement sur l'emprise de la digue existante avec parfois un léger élargissement côté terre pour l'aménagement d'une piste d'entretien. En rive droite, la majeure partie du linéaire sera en retrait de la digue actuelle. En zone contrainte, en bordure du Rhône, la nouvelle digue recouvrira l'ancienne.

Se mettre en route

À l'aval du village de Salin-de-Giraud, une route départementale mène jusqu'à la plage de Piémanson. Sur ce secteur lors de la reconstruction de la digue, il est prévu de réaliser une digue route. Ce tronçon sera résistant à la surverse afin de ne pas empirer la situation et les hauteurs d'eau au droit des zones urbanisées en cas de crue importante. Une piste cyclable sera positionnée en crête côté fleuve, à côté de la route. Une piste équestre pourra être ajoutée par la suite en pied de digue côté terre.

› **Projet de digue route en aval du village de Salin-de-Giraud**

© Canopée

› **Projet de muret à Port-Saint-Louis-du-Rhône**

© Canopée

Faire le mur

Afin d'améliorer la protection contre les inondations des habitants de Port-Saint-Louis-du-Rhône, un muret de 700 m de long sera construit au droit du centre-ville, entre la rue Jules Guesde et le quai Bonnardel. Le muret se trouvera en zone urbaine sur un secteur artificialisé. En béton armé et d'une hauteur d'environ 30 cm en moyenne. Il sera également résistant à la surverse pour une crue de type 1856, soit une période de retour de 200 ans. Puis, sur 350 mètres jusqu'à l'écluse, l'aménagement ne nécessite qu'une rehausse de moins de 5 cm au maximum. Sur ce tronçon, la piste cyclable existante sera reprise et calée à la bonne cote.

© SYMADREM

› **Surverse étudiée sur le plot d'essai**

Décision à "chaux"

Une technique innovante de terre traitée à la chaux permet d'améliorer la cohésion du sol et renforcer les digues face au risque d'érosion. La digue résistante à la surverse de l'Esquineau à la Palissade pourrait subir ce traitement. Une expérience a été menée par l'INRAE et le SYMADREM, à proximité de Salin-de-Giraud afin d'évaluer l'efficacité de la chaux. Nommée le « plot d'essai », cette expérience, en condition réelle, s'est déroulée en 2018. Trois imitations de digues conçues avec différents matériaux ont été édifiées, afin de tester leur résistance à l'érosion par surverse. La terre utilisée pour faire la digue du premier plot n'a reçu aucun traitement. Pour le plot n°2, la terre utilisée a été traité avec 2 % de chaux vive, le plot n°3 était composé de 2 % de chaux formulée. Les essais ont démontré l'efficacité du traitement à la chaux, qu'elle soit vive ou formulée, pour résister aux surverses malgré une lame d'eau de 35 cm. En revanche, les surverses effectuées sur le plot non traité ont conduit à une érosion importante de la digue. Dans le contexte de la digue de Salin-de-Giraud, le traitement des sols à la chaux pour résister aux débordements est donc une alternative intéressante à la conception classique, qui implique des enrochements. Cette technique permettrait de limiter les coûts de conception. Depuis 2018, cette technique a été éprouvée dans le monde entier et est considérée comme fiable en contexte fluvial.

1. Les cours d'eau et leurs berges représentent un passage qui permet aux animaux et aux plantes de voyager d'un endroit à un autre par ces passages.

Prendre du recul

Lorsque cela est possible, il est prévu de reculer la nouvelle digue par rapport à la digue actuelle. Pour ce faire, la digue actuelle est démontée et refaite quelques dizaines de mètres plus loin. Ce décorsetage a de nombreux avantages. Il diminue le risque inondation car les digues en recul sont moins soumises aux forces mécaniques et hydrauliques du fleuve et des entrées maritimes. Le risque d'érosion externe est diminué. Il permet une meilleure prise en compte des enjeux environnementaux, dont la restauration de la ripisylve, qui joue un rôle essentiel de corridor écologique[1]. Cette dernière est une véritable alliée contre les inondations car elle stabilise les berges et casse l'effet des vagues sur les digues. Les anciennes caisses d'emprunt en pied de digues sont également conservées et deviennent des zones d'expansion de crue.

© SYMADREM

› **Vue aérienne après les essais de surverse**

04 LE PROJET

Préserver la biodiversité

Lorsque cela est possible, le projet recule les digues afin de redonner de l'espace au fleuve et aux milieux naturels qui le bordent. Le SYMADREM s'attèle à améliorer la sécurité du territoire face aux inondations ainsi que l'état écologique du fleuve. Mais comme tout chantier, les impacts sur la faune et la flore dans la zone de travaux ne sont pas nuls. Toutes les précautions sont prises afin que les effets soient les plus faibles possibles.

Afin de limiter les impacts du chantier, une séquence « éviter, réduire, compenser » (ERC) est respectée. Mais lorsque les travaux d'aménagement ne peuvent pas éviter la destruction d'habitats, et par conséquent le risque de destruction d'espèces liées à ces habitats, le dommage doit être compensé. Le projet doit alors prévoir la mise en place de mesures compensatoires. Ces actions peuvent consister, par exemple, à restaurer certaines zones de chantier qui redeviennent alors des milieux naturels prêts à accueillir une biodiversité florissante.

› **Chenille de Diane sur sa plante hôte, l'aristoloche à feuilles rondes**

© SYMADREM

Un exemple de réduction d'impact : le cas de la Diane

La Diane (*Zerynthia polyxena*) est présente sur les digues du Grand Rhône aval. Ce papillon s'observe en pied et sur les talus de la digue, car sa plante hôte se retrouve sur les digues. Le secteur impacté par les travaux compte entre 5 000 et 6 000 pieds d'aristoloche à feuilles rondes (*Aristolochia rotunda*). Afin de réduire l'impact des travaux sur ce papillon, une transplantation de stations d'aristoloches est prévue.

Le déroulé de l'opération de déplacement de la Diane et de l'aristoloche sera le suivant : avant les travaux, les tubercules d'aristoloche seront prélevés et multipliés. Les chenilles présentes sur les plantes hôtes seront déplacées vers des secteurs non concernés par les travaux, plus en amont. Lors de la construction de la nouvelle digue, la terre végétale de l'ancienne digue sera réutilisée sur la nouvelle afin d'optimiser la reconstitution d'un habitat favorable à la Diane. Après les travaux, les nouveaux bulbes seront réimplantés dans la digue et des chenilles seront prélevées sur des secteurs amont pour donner toutes ses chances au secteur recréé. Un entretien spécial est prévu pour permettre le maintien de la population de la Diane sur les digues existantes.

© SYMADREM / Canopée

› **D'abord zone agricole, puis caisse d'emprunt pendant le chantier, cette parcelle deviendra une zone humide à l'issue des travaux**

Un exemple de compensation : la réhabilitation écologique de zones d'emprunt

Lorsque la destruction de milieux humides est inévitable, la perte doit être compensée ailleurs. C'est ce qu'il se passe au nord de Chamone en rive droite où des caisses d'emprunt[1] doivent être creusées sur des zones de friches agricoles pour apporter des matériaux aux futures digues. L'utilisation de matériaux près du site des travaux, dans ces zones d'emprunt, permet de réduire le bilan carbone du chantier et son coût. De plus, le prélèvement à proximité de l'ouvrage assure une certaine homogénéité des matériaux utilisés pour le confortement des digues.

Ces zones d'emprunt situées entre la future digue et le Rhône seront d'une superficie totale de 11,5 ha. Elles seront soumises à la dynamique naturelle du fleuve. Leur aménagement prévoit la restauration de 5 ha de roselières et de 5 ha de prairies humides. La plantation d'un hectare de ripisylve et le creusement d'un réseau de mares temporaires et permanentes, favorables aux amphibiens et aux herbiers aquatiques, sont également prévus. Enfin, un chenal à vocation piscicole connectera les mares au Rhône.

La conception des mesures de réduction ou de compensation se fonde en partie sur les retours d'expériences du SYMADREM. Lors d'opérations antérieures de confortement des digues dans le delta du Rhône, des milieux naturels similaires ont été créés et continuent d'être entretenus par le SYMADREM. Ces aménagements écologiques sont réalisés en fin de chantier, une fois que les zones d'emprunts ne sont plus utilisées et que les digues sont en place.

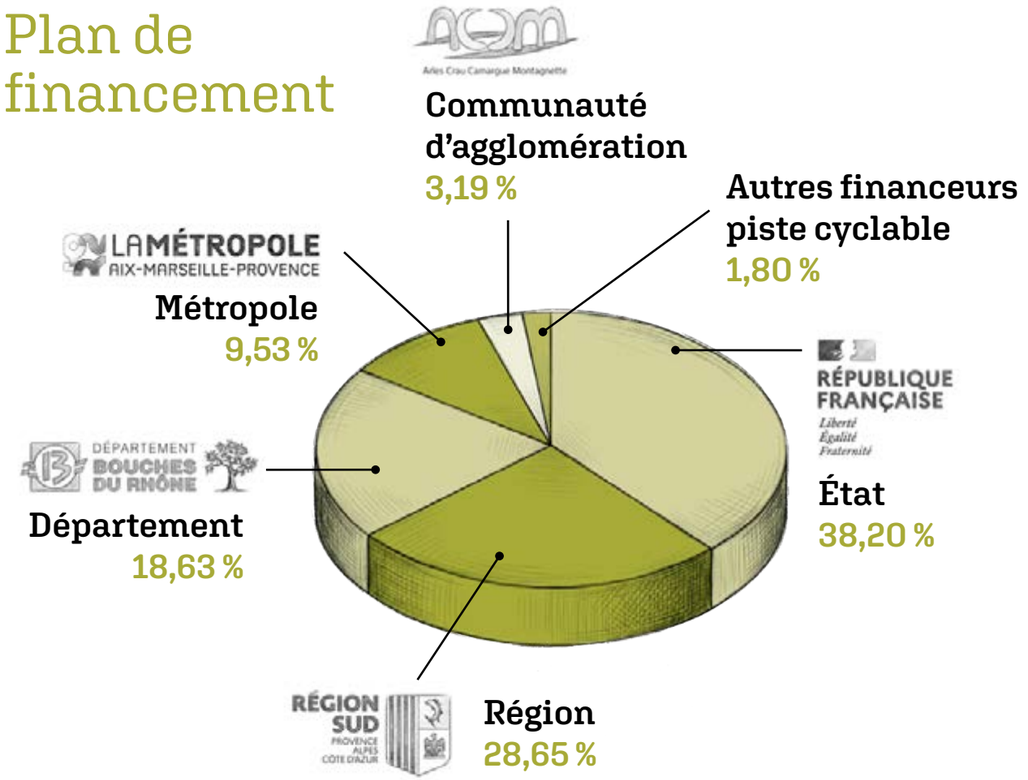
1. Site où l'on vient creuser pour récupérer de la terre et l'utiliser pour rehausser les digues.

Les essentiels à retenir

Un projet qui a demandé de réfléchir à de
nombreux scénarios
avant de trouver le bon

Un projet qui a nécessité la création de
digues multifonctions

Plan de financement



Des travaux qui
respectent la biodiversité

Les questions que tout le monde se pose

Renforcer les digues est-il rentable ?

Les digues sont des infrastructures publiques qui comme toutes les grandes infrastructures, telles que les ponts ou les routes, nécessitent un entretien méticuleux permettant d'assurer leur bon fonctionnement et la protection des usagers. Il est vrai que la construction ou le renforcement des digues représentent un investissement de départ important. Les travaux de construction d'un kilomètre de digue coûtent en moyenne 2 millions d'euros, mais varient selon la composition et la complexité de l'ouvrage. Cet investissement reste néanmoins très intéressant comparé au montant des dégâts en cas d'inondation qui se compte en centaines de millions d'euros. Afin d'être certain de la rentabilité du programme de sécurisation des digues, le SYMADREM a effectué une analyse coût-bénéfice des travaux (ACB). La réalisation du programme de sécurisation dans sa globalité se traduirait par des économies importantes chaque année.

La première d'entre elles concerne la réduction des dommages liés aux inondations, estimés à environ 20 M€/an. Les autres économies concernent la réduction des coûts liés aux réparations des brèches, à l'évacuation préventive des populations et à l'entretien des digues. Ce dernier poste est évalué à 1,3 M€/an.

Les résultats de l'ACB montrent que la rentabilité du programme de sécurisation de Vallabrègues à la mer s'il est mené à terme, serait atteinte entre 30 ans (soit en 2037 car les travaux de sécurisation ont commencé en 2007) et 47 ans (2054). Cela signifie que 30 ans après les travaux, le coût des dommages évités devient supérieur au coût d'investissement ou autrement dit, l'investissement fait dans le confortement des digues est amorti. À l'horizon temporel de 50 ans, le programme permettrait d'économiser entre 22 et 270 M€. À l'horizon 100 ans, qui est la durée de vie affichée des digues, l'économie se situerait entre 320 et 790 M€.

› **Évacuation des sinistrés arlésiens lors des inondations de 2003**

© J.E. Roché

Pourquoi consolider les digues si près de la mer ?

Le changement climatique aura des répercussions fortes sur le littoral camarguais. Le scénario médian du GIEC estime que si la hausse de température, par rapport à l'ère préindustrielle, est limitée à + 3°C à l'échelle mondiale, alors l'élévation du niveau marin associée sera de +56 cm en 2100. Si la hausse de température atteint + 4,4°C, alors le niveau marin augmentera de 77 cm en 2100, par rapport au niveau mesuré sur la période 1995-2014. Malgré ces chiffres alarmants, le Rhône reste et restera jusqu'en 2100 la première menace d'inondation face à la mer pour les communes du littoral comme Port-Saint-Louis-du-Rhône et Salin-de-Giraud. Dans le cadre du programme de sécurisation des digues du delta du Rhône, il a été décidé d'améliorer le niveau de protection des biens et des personnes face au risque inondation. Pour ce territoire qui abrite une dizaine de milliers de personnes se répartissant dans les deux centres urbains, l'inaction est jugée inacceptable.

© SYMADREM

› **Au loin, l'embouchure du Grand Rhône et la mer**

Pourquoi ne pas supprimer le «bouchon littoral» ?

© Ville de Tarascon

› Embouchure du Grand Rhône

L'embouchure du Grand Rhône écoule environ 88 % du débit total du fleuve. Il est l'exutoire majeur depuis l'aménagement du Rhône, à la fin du XIXe siècle. Tous les sédiments charriés par le Rhône parviennent à l'embouchure. Bien que réduits d'un facteur cinq depuis le XXe siècle, ces sédiments se redistribuent peu vers les plages avoisinantes. Ils restent coincés à l'embouchure, emprisonnés dans un banc de sable en lobe, formé par la rencontre entre l'écoulement de l'embouchure et le courant marin. Cette accumulation de sédiments aux portes de l'embouchure peut dégrader l'évacuation des autres sédiments. Une lente déformation de l'embouchure s'opère, réduisant sa largeur en rive droite. En rive gauche, en revanche, l'embouchure s'élargit. Cette progression d'une flèche sableuse est nommée « bouchon littoral »

Nombreux sont ceux qui pensent qu'éliminer ce bouchon améliorerait la protection contre les inondations. La suppression du « bouchon littoral » à l'embouchure du Grand Rhône a été étudiée lors des premières phases du projet. Ce scénario comportait la suppression du « bouchon littoral » et le maintien des digues dans leur état actuel. Si un gain sur les niveaux d'eau du Rhône en crue était visible (entre -2 et -15 cm selon les crues), il n'était pas suffisant pour s'affranchir du renforcement des digues compte tenu de leur grande fragilité. En effet qu'il y ait 1,9 m d'eau contre les digues sans « bouchon littoral », contre 2 m avec « bouchon littoral », ne change pas grand chose à l'exposition au risque quand les digues sont très anciennes. Mais son principal défaut est sa non-pérennité. Des études concluent que l'embouchure du Grand Rhône est très mobile et que le bouchon se reforme très vite après sa suppression. De plus, les travaux de dragage ont été estimés entre 5 et 20 M€ et des coûts d'entretien importants seraient nécessaires pour maintenir l'ouverture de l'embouchure. Quant à l'impact environnemental, il est difficile à appréhender sans étude complémentaire. En conclusion, il faudrait beaucoup dépenser pour un gain très modeste sur la sécurité des populations. C'est pour cela que cette solution n'a pas été retenue.

Par ailleurs, lors des crues importantes, un effet chasse d'eau met à mal ce bouchon et pousse les sédiments vers le large.

À quoi ressemblera le littoral de demain ?

Le littoral camarguais se compose uniquement d'une côte sableuse. Le terme de « trait de côte », très employé dans les médias et dans les documents d'aménagement, définit la limite mouvante entre la terre (plage de sable) et la mer. La position du trait de côte bouge naturellement sur les côtes sableuses avec des zones dites d'érosion, où la terre recule, et des zones d'accrétion, où la terre avance. D'un jour à l'autre sur une même plage suivant les conditions de mer, on peut observer des mouvements de trait de côte. Le littoral camarguais est menacé par deux phénomènes amplifiés par le changement climatique et la montée des eaux : le recul du trait de côte et la submersion marine. L'érosion côtière entraine un recul du trait de côte qui peut aller jusqu'à plusieurs mètres par an. C'est un risque qualifié de prévisible. Le SYMADREM a d'ailleurs lancé une étude à horizon 30 et 100 ans pour estimer l'évolution du trait de côte en Camargue. La submersion marine est un risque naturel qui peut entrainer des inondations lors de tempêtes provoquant d'importantes surcotes avec la formation des vagues. La montée de la mer amplifie le phénomène et rend plus vulnérables les habitations en bord de mer comme dans les terres. À l'horizon 2100, 32 000 individus seront menacés par la submersion marine dans le grand delta du Rhône, alors que 400 seront menacés par l'érosion côtière.

Le littoral de demain dépendra en grande partie du scénario choisi grâce à la stratégie littorale pilotée par le SYMADREM. Les zones d'accrétion connues, comme l'Espiguette et la pointe de Beauduc, continueront d'avancer. Quant aux zones d'érosion, elles pourront être maitrisées au droit des zones habitées et libres de transformer le littoral dans les zones naturelles, aux enjeux moins forts.

© DREAL Occitanie

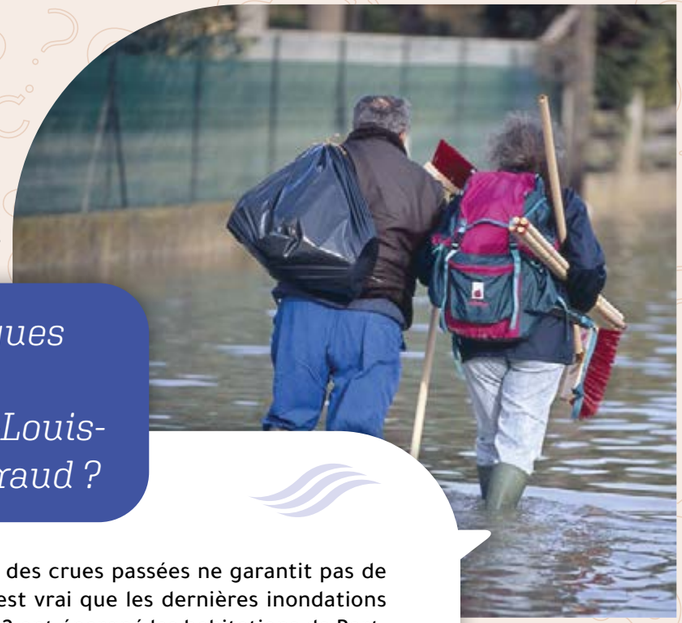
› Pointe de l'Espiguette en Camargue gardoise

Pourquoi renforcer les digues alors qu'il n'y a jamais eu d'inondation à Port-Saint-Louis-du-Rhône et à Salin-de-Giraud ?

Avoir échappé aux inondations lors des crues passées ne garantit pas de continuer à l'être dans le futur. Il est vrai que les dernières inondations du fleuve de 1993, 1994, 2002 et 2003 ont épargné les habitations de Port-Saint-Louis-du-Rhône et de Salin-de-Giraud, n'impactant que les infrastructures routières pour s'y rendre. Cependant, cette absence d'inondation n'était due qu'à un facteur aléatoire par la survenue de brèches en amont. En cédant plus haut dans le delta, les digues ont agi comme des soupapes, diminuant le débit du fleuve et la pression sur les ouvrages fragiles de l'aval.

Depuis, de vastes travaux de confortement ont été réalisés entre Tarascon et Arles pour protéger 70 000 habitants, empêchant les brèches accidentelles dans les digues renforcées. Puisque l'eau ne peut plus s'échapper en amont jusqu'à une crue centennale (au-delà, des tronçons de digues résistantes à la surverse qui sont prévus sur chaque rive du Rhône), le risque de rupture se concentre sur les digues du Petit Rhône et du Grand Rhône aval. Il devient donc urgent de poursuivre les travaux sur ces secteurs. Il s'agit d'un état de vulnérabilité provisoire, planifié dans le programme de sécurisation qui repose sur un principe de solidarité entre l'amont et l'aval. En consolidant les digues de Port-Saint-Louis-du-Rhône et de Salin-de-Giraud, l'objectif est d'offrir à tous les habitants du delta une sécurité équitable et durable face aux colères du fleuve.

› Inondations au nord d'Arles en 2003



© J.E. Roché

Les Salins du Midi sont-ils défavorisés par ce projet ?

Les Salins du Midi sont un acteur économique important du territoire. Ils produisent 450 000 tonnes de sel par an et possèdent 6 000 hectares à Salin-de-Giraud.

Les travaux de renforcement des digues du Grand Rhône aval sont conformes aux objectifs du Plan Rhône-Saône : protéger, avant tout, les biens et les personnes. Ce chantier permettra aussi d'améliorer globalement le niveau de protection des terrains des Salins du Midi, bien que cette protection soit moins ambitieuse que pour les centres urbains.

Afin d'apporter la solution la plus adaptée pour la protection de Salin-de-Giraud et de la compagnie des Salins du Midi, plusieurs tracés ont été étudiés au sud de la commune.

À la sortie du village les derniers kilomètres de digues en rive droite ont été prévus pour être résistants à la surverse. Le calage permettra d'éviter tout débordement jusqu'à une crue d'un débit de 10 500 m^3/s. Pour une crue de type décembre 2003, en supposant l'absence de brèche en amont, le volume de débordement par la digue résistante à la surverse, serait d'environ 10 millions de m^3. Ce calage correspond à une diminution de 20 cm de l'altimétrie de la digue actuelle, qui pour autant, ne rend pas plus vulnérable la compagnie des Salins du Midi. L'abaissement de cote ne peut pas être considéré comme un abaissement du niveau de protection, car les digues refaites seront plus solides et amélioreront la situation par rapport aux digues actuelles, très fragiles. L'exploitation est également vulnérable aux inondations du Rhône en provenance des ruptures ou des surverses en amont de Salin-de-Giraud. Le projet permettra donc d'éviter des entrées d'eau depuis le nord.

Mais la protection de la compagnie salinière ne s'arrêtera pas au renforcement des digues du Rhône. Plusieurs tracés protégeant tout ou partie des Salins du Midi sont, en effet, à l'étude dans le cadre de la stratégie du littoral en cours de déploiement par le SYMADREM.

© SYMADREM

Les phases du projet

En 2003
Subir les inondations

À la suite des inondations de 2003, Le Plan Rhône est créé. Ce dispositif financier soutient la protection contre les inondations.

À partir de 2006
Elaborer un plan global

Il s'agit du Pré-schéma SUD. Il prévoit plusieurs opérations pour améliorer la protection contre les inondations du territoire. Il a aussi permis de faire l'état des lieux de la protection du territoire.

Entre 2007 et 2022
Prioriser les travaux

L'ordre des travaux de sécurisation a été hiérarchisé selon les enjeux humains. Un bon nombre d'opérations ont été menées : les quais d'Arles, le confortement des digues urbaines de Tarascon et Beaucaire et les linéaires entre Fourques et Beaucaire et entre Arles et Tarascon.

De 2007 à 2011
Dresser un diagnostic

Cette phase sert à mieux connaitre le terrain et permet d'étudier plusieurs scénarios pour tendre vers le meilleur projet possible. Elle a nécessité l'intervention de bureaux d'études pour effectuer une série d'études techniques, hydrauliques, géotechniques et environnementales.

Entre 2011 et 2019
Trouver un terrain d'entente

Le projet comprend une inversion des niveaux de la crête de la digue en rive droite. Bien que le niveau de protection soit amélioré sur l'ensemble du tracé, les digues au droit du village de Salin-de-Giraud sont réhaussées alors que celles en aval sont légèrement abaissées. De nombreuses discussions avec la compagnie des Salins du Midi se sont tenues pour trouver un consensus. Pour trouver une position commune, de nombreuses études associées aux différents scénarios imaginés ont été menées.

À partir de 2019
Préparer le projet

Un travail supplémentaire a été réalisé par le maître d'œuvre pour parachever le projet dont les phases d'avant-projet (AVP) et d'Etudes de Projet (PRO). Les travaux prévus impactent l'environnement. Le SYMADREM a des obligations réglementaires qu'il doit préciser ici. C'est à ce moment-là que le SYMADREM doit faire une Déclaration d'Utilité Publique et une Étude de Danger. En marge, les acquisitions foncières débutent.

En 2022
Déposer le dossier réglementaire

À la suite du dépôt, l'État instruit le dossier. Cela passe par une phase d'examen par plusieurs services de l'État. Pour que le projet puisse continuer, l'autorité environnementale doit également émettre son avis.

Durée : de quelques mois à plusieurs années

À venir
Attendre l'enquête publique

Cette procédure permet d'informer les citoyens du projet et consulte les collectivités locales et ses habitants. Elle donne lieu à un rapport d'enquête.

Durée : de 2 à 3 mois

À venir
Obtenir le feu vert

Une consultation du Conseil Départemental de l'Environnement et des Risques Sanitaires et Technologiques (CODERST) ou de la Commission départementale de la nature, des paysages et des sites (CDNPS) est demandée avant qu'une décision ne soit rendue et que l'arrêté préfectoral d'autorisation et la publicité ne soient publiés.

Durée : de 2 à 3 mois

À venir
Réaliser les travaux

Les travaux se font par tronçons de quelques kilomètres de long.

Durée : 2 ans

À venir
Préparer les travaux

La préparation du chantier se traduit par des dernières vérifications, du défrichement et du balisage.

Durée : 6 mois

En continu
Entretenir les digues

Le SYMADREM assure l'entretien des digues. Au quotidien, cela se traduit par des passages réguliers des gardes-digues afin de s'assurer du bon état de l'ouvrage. Les talus et les pieds de digues sont fauchés régulièrement. C'est cet entretien minutieux qui garantira la durabilité des ouvrages dans le temps.

Les financeurs
Comment ce projet est-il financé ?

Plusieurs financeurs sont associés à ce projet. Les précédents contrats de plans interrégionaux État-Régions (CPIER) ont permis de financer les études préliminaires et le montage du dossier. Le CPIER 2021-2027 assure la dernière tranche de financement des travaux.

Les bureaux d'études
Une aide précieuse

Les bureaux d'études assurent la conception de la future digue et le suivi de sa construction. Ils détaillent également tous les éléments touchés par le projet. Ils dressent l'état des lieux des milieux impactés et donnent des recommandations.

Une assistance pour l'acquisition foncière
Un dialogue essentiel

Les acquisitions foncières commencent dès l'instruction du dossier réglementaire et se terminent juste avant le commencement des travaux. Les propriétaires sont rencontrés et informés du futur projet et des discussions sur l'indemnisation sont lancées. Elles peuvent se faire à l'amiable ou passer par une procédure d'expropriation. Le SYMADREM a à cœur de trouver un maximum d'accords amiables avec les riverains et fait appel à une assistance à la maitrise d'ouvrage pour gérer le foncier.

Les services de l'État
Une phase d'examen obligatoire

L'Inspection générale de l'environnement et du développement durable (IGEDD) est placée sous l'autorité du ministre chargé de l'environnement. Le préfet des Bouches-du-Rhône signe l'arrêté d'autorisation.

Les entreprises travaux
Comment s'y retrouver sur un gros chantier ?

Du maître d'ouvrage, le SYMADREM, aux entreprises spécialisées, en passant par le maître d'œuvre et le bureau d'études en écologie, une organisation structurée garantit le bon déroulement des travaux et le respect des exigences environnementales.

LE TÉMOIGNAGE

Quand la digue cède

Souvenirs d'un homme de terrain : Christian SCHMIDT, ancien responsable voirie-circulation de la ville d'Arles, puis responsable administratif et technique des mairies annexes d'Arles.

Le 10 octobre 1993, le Rhône est en crue. Son débit, estimé à 9 300 m³/s, entraîne dans la nuit l'apparition d'une brèche, dite de Figarès. D'une longueur de 50 mètres, 100 heures d'intervention sont nécessaires pour colmater la brèche. 130 millions de m³ d'eau sont déversés en Camargue insulaire.

" Je suis entré à la mairie d'Arles en 1988 comme responsable voirie-circulation. Lors des inondations de 1993-1994, quatre brèches ont été recensées, dont Figarès, la plus impressionnante où j'ai passé l'essentiel de mon temps.

À cette époque, le SYMADREM n'existait pas encore, la ville d'Arles jouait un rôle prépondérant. C'était à nous de colmater les brèches, d'organiser les premières réponses et de faire face. On fonctionnait beaucoup au système D.

Mon rôle, en tant que responsable voirie-circulation, c'était d'être les yeux de la mairie sur le terrain. Chaque soir, avec M. Romac, alors directeur général des services techniques de la ville d'Arles, nous remontions les « informations du jour » lors d'une réunion à l'Hôtel de Ville.

L'eau est entrée en Camargue sans possibilité de s'évacuer et a fini par remonter jusqu'aux portes de Trinquetaille. Notre priorité absolue était de colmater la brèche. Devant l'urgence de la situation, à trois ou quatre techniciens, nous proposions des solutions improvisées au fur et à mesure. Mais comme souvent lors d'une crise, améliorer une situation en dégrade une autre. Pour éviter d'inonder les zones les plus urbanisées, nous avions pensé construire de petites digues de protection. Cela a créé énormément de tensions avec les populations non protégées, qui avec une retenue d'eau supplémentaire, auraient subi une montée des eaux chez eux. À cette époque nous n'avions pas de modélisations hydrauliques pour nous aider. La proposition a bien sûr été abandonnée.

Nous avons également fonctionné à la débrouille pour colmater la brèche. Nous avons échoué volontairement une péniche contre la brèche pour aider au colmatage. Des hélicoptères déposaient en vrac des sacs remplis de matériaux trouvés comme on pouvait, le courant de l'eau les emportait. Des traverses de voie ferrée ont alors été héliportées pour maintenir les sacs en place.

Avec le recul, je suis convaincu que ces inondations ont joué un rôle majeur dans l'amélioration des organisations actuelles. Aujourd'hui, avec le SYMADREM, des compétences centralisées et un plan ORSEC structuré, la gestion de crise n'a plus rien à voir. On sait qui fait quoi, comment, et avec quels moyens.

Dans les années 2000, j'ai terminé ma carrière comme responsable des mairies annexes, dont celle de Salin-de-Giraud. Jamais personne ne m'a parlé de son inquiétude face au Rhône. Il faut dire que les saliniers n'ont pas connu de problème majeur avec le fleuve depuis plusieurs siècles. Mais cette tranquillité est trompeuse, l'eau peut revenir. C'est pour cela que les projets de renforcement des digues sont essentiels. On protège des territoires, mais aussi des habitants qui, bien souvent, ne se savent pas vulnérables. "

Directeur de publication : Pierre Raviol
Rédacteur en chef : Thibaut Mallet
Rédaction : Laura Marre-Cast
Relecture : Céline De Paris, Michaël Gandon
Réalisation graphique : Canopée

Remerciements pour leur contribution par ordre d'apparition :
Perrin Remonté, BNF, DDTM des Bouches-du-Rhône, Georges Pichard, Mireille Provansal, François Sabatier, Patrick Pentsch, Jean-Emmanuel Roché, photo-aérienne-france.fr, Louis Pommier, Emma Roujon, Ecosphère, Floriane Mateo, Sept Lieux, Egis, Ville de Tarascon, DREAL Occitanie, Christian Schmidt

Impression : Exaprint
Ce document est imprimé sur du papier couché certifié FSC dans un site de production labellisé Imprim'vert.

IMPRIM'VERT®

FSC www.fsc.org MIXTE Papier | Pour une gestion forestière responsable FSC® C174460

Achevé d'imprimer en avril 2026. ISSN en cours.

Syndicat Mixte Interrégional
d'Aménagement

SYMADREM

des Digues du Delta
du Rhône et de la Mer

Le SYMADREM (syndicat mixte interrégional d'aménagement des digues du delta du Rhône et de la mer) détient la compétence gestion des milieux aquatiques et prévention des inondations (GEMAPI) sur le territoire du grand delta du Rhône. Depuis 2007, il décline le volet « inondations » du plan Rhône-Saône, grâce à un programme ambitieux de sécurisation des ouvrages. Le projet de renforcement des digues de Port-Saint-Louis-du-Rhône et de Salin-de-Giraud, le long du Grand Rhône aval fait partie de ce programme de lutte contre les inondations.

Ce livret a pour but de renseigner le public sur les enjeux liés à ce projet et sur les réponses apportées par le SYMADREM.

1182, chemin de Fourchon - VC 33 - 13200 Arles
Tél. 04 90 49 98 07

symadrem.fr