



JOURNÉE DES ÉCOLES 2025 VISITES DE SITE ARRÊT SUR LA DIGUE TARASCON-ARLES

Mathieu NORMAND | 11 Octobre 2025

PROGRAMME DE LA PRÉSENTATION

- Rappel de l'origine du projet : Crue 2003 / Plan Rhône / Schéma de gestion du Rhône aval / Programme de sécurisation des ouvrages / Opération de création d'une digue à l'ouest du remblai ferroviaire entre Tarascon et Arles et mise en transparence de la voie ferrée
- Principes de construction de l'ouvrage de protection
 - Stratégie emprunts / Origine des remblais et mouvement des terres
 - Compactage / Opérations de terrassements de la digue
- Transitions au sein du projet linéaire
 - Rideau de palplanches / Remblais
 - Digue millénale / Digue résistante à la surverse
 - Ouvrages traversants
- Transparence hydraulique du remblai ferroviaire



RAPPEL DE L'ORIGINE DU PROJET



ORIGINE DU PROJET – CRUE DU 3/12/2003

- La crue des 3 et 4 décembre 2003 & le Plan Rhône
 - Q 11 500 m³/s à Tarascon, période de retour centennale
 - Inondations importantes causées par la crue du fleuve
 - 12 000 personnes impactées et 700 M€ de dommages
 - Les pouvoirs publics engagent un vaste plan de lutte contre les inondations intitulé Plan Rhône
 - Elaboration et mise en œuvre du plan confiées au préfet coordonnateur de bassin le 21 janvier 2004
 - 6 volets : inondations, eau & biodiversité, transport fluvial, énergie, tourisme & patrimoine, dynamique territoriale
 - ▶ <https://www.plan-rhone.fr/accueil-3.html>

ORIGINE DU PROJET – LE PLAN RHÔNE

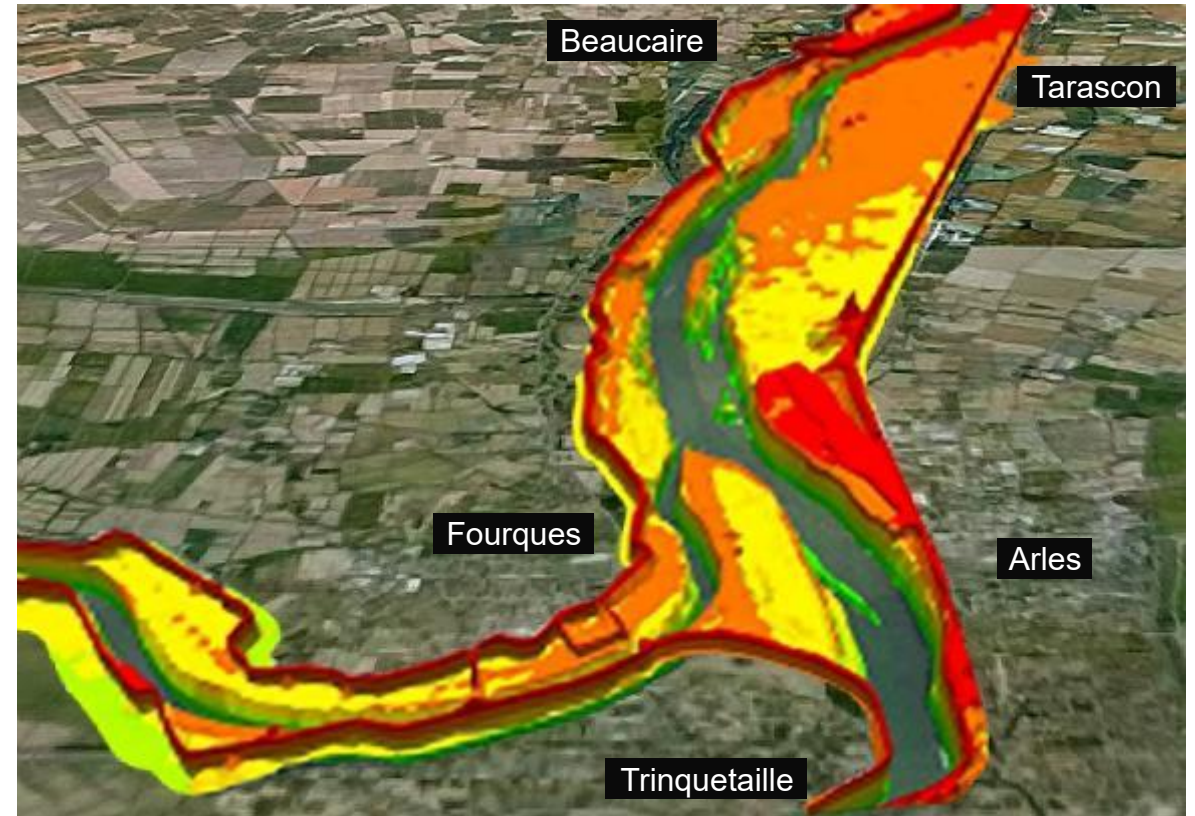
- Stratégie générale du volet inondations en aval de Viviers, sur les 150 derniers km du fleuve :
 - Eviter les ruptures de digue
 - Assurer une protection élevée des secteurs les plus sensibles
 - Ajuster le niveau de protection entre Beaucaire et Arles
 - ▶ En fonction du débit capable dans la traversée d'Arles
 - Ajuster le niveau de protection sur Petit et Grand Rhône
 - ▶ Limiter les ruptures et tendre vers protection centennale au droit des enjeux
 - Optimiser la gestion des ZEC entre Montélimar et Beaucaire
 - Gérer le système pour les crues $>Q$ protection et $<Q_{1000}$
 - ▶ Organiser les débordements sans rupture et assurer le ressuyage des eaux débordées

ORIGINE DU PROJET – SCHÉMA DE GESTION & PROGRAMME

- La stratégie générale a été déclinée dans le schéma de gestion des inondations du Rhône aval établi par la DREAL Rhône-Alpes
 - Travaux en aval de Beaucaire estimés à 310 M€
 - Hiérarchisation en 4 contrats de plans
- Etude de calage précis entre Beaucaire et Arles
 - Etude hydraulique réalisée par CNR et choix des aménagements
- A partir des objectifs fixés dans cette stratégie, le SYMADREM a élaboré une méthodologie de mise en œuvre des actions :
 - Programme de sécurisation des ouvrages du barrage de Vallabrègues à la mer
 - ▶ 3 types de digue : résistantes à la surverse, millénales et rapprochées
 - ▶ 14 actions, dont la réparation des quais d'Arles, le renforcement des digues rive droite entre Beaucaire et Fourques et la création d'une digue en rive gauche entre Tarascon et Arles

ORIGINE DU PROJET – CONTEXTE DE VERROU HYDRAULIQUE

- Lit endigué du fleuve de largeur très variable entre Tarascon et Arles
 - Largeur comprise entre 1,8 et 2,2km entre la digue RD et le remblais SNCF RG
 - Difffluence vers le Petit Rhône avec faible appel de débit (10/13%)
 - Largeur de 150m sous le pont de Trinquetaille (fosse à -18mNGF)
- L'étude de calage SYMADREM-CNR confirme les objectifs du schéma de gestion : crue de protection = légèrement > Q2003 sans brèches





CONCEPTION DE L'OUVRAGE DE PROTECTION

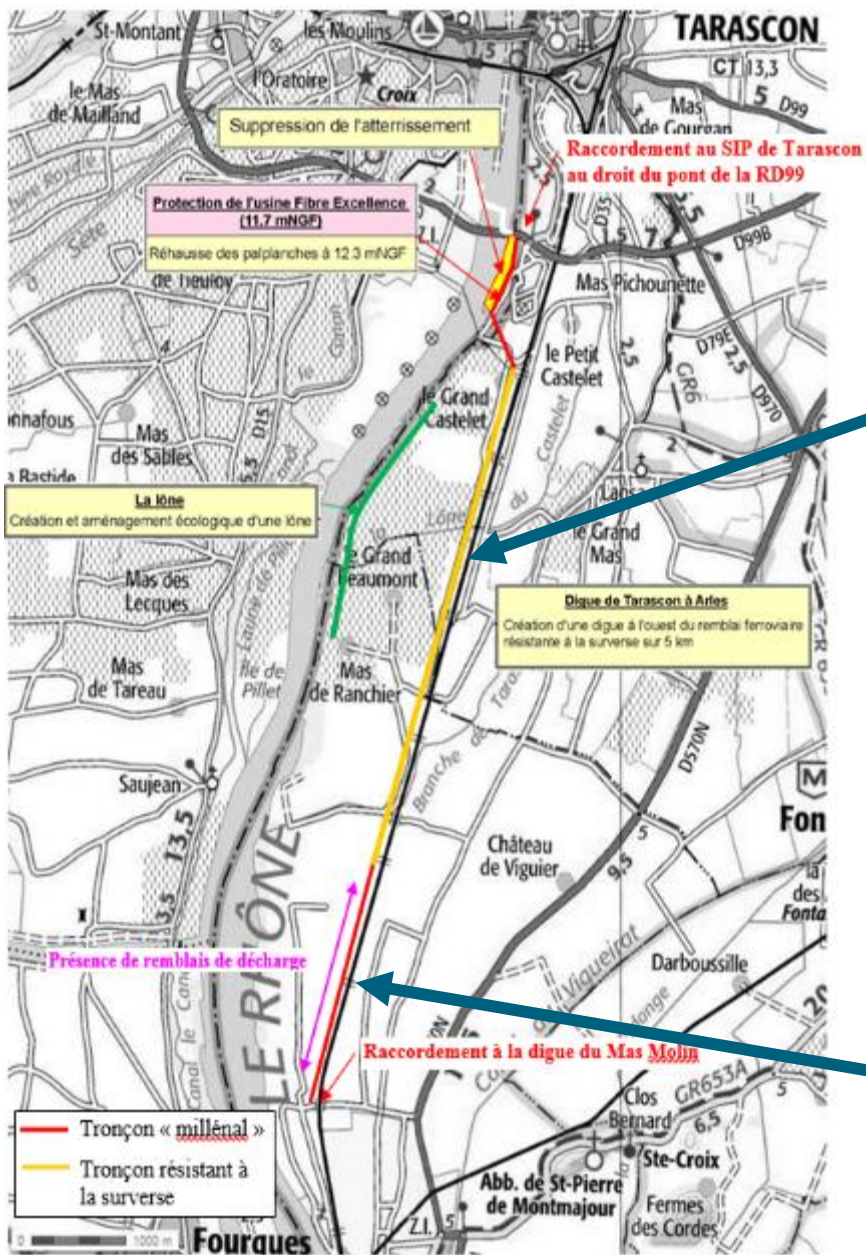


CONCEPTION DE L'OUVRAGE DE PROTECTION

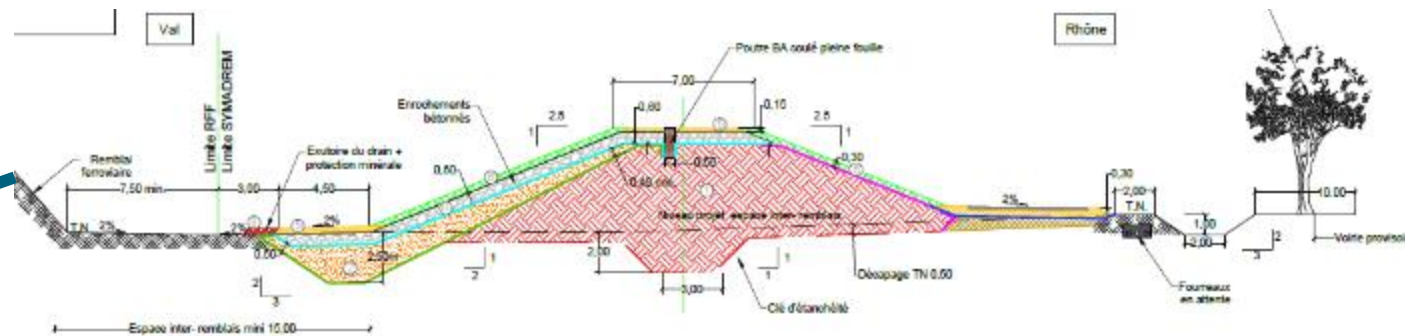
- **Nouvel ouvrage de protection contre les crues pour remplacer l'actuel (voie ferrée)**
 - Création d'une digue en remblais sur 9km
 - Position parallèle à la voie ferrée, dans le lit endigué inondable

- **Provenance des matériaux**
 - Suppression de l'atterrissement au droit de l'usine FE et réutilisation des matériaux
 - Création d'une nouvelle lône au bord du Rhône et réutilisation des matériaux
 - Compensations hydrauliques et environnementales après exploitation

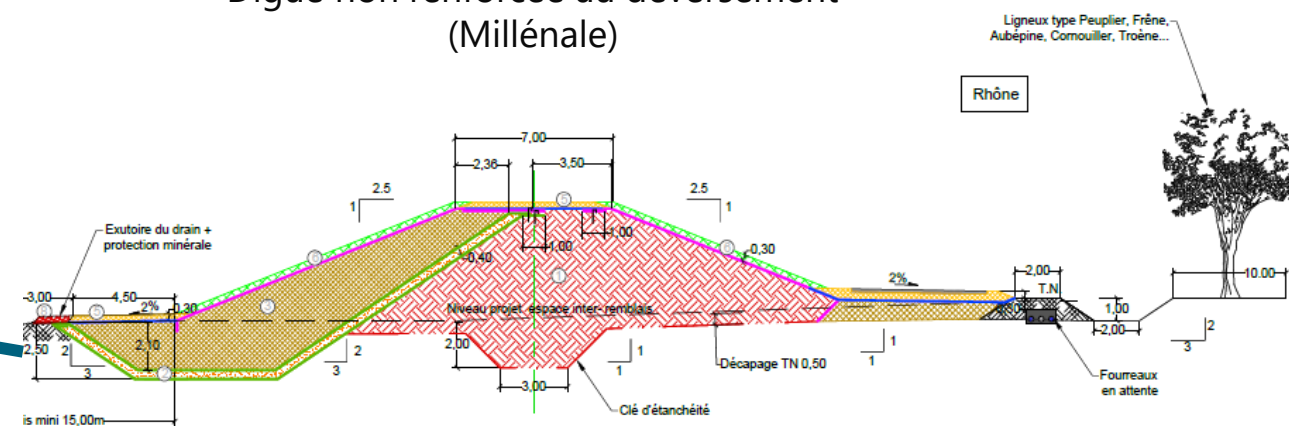
- **Ouvrages complémentaires**
 - Dévoiements et création de réseaux, fossés...
 - Rétablissement des fossés et canaux sous la digue
 - Travaux de dévoiement provisoire et définitif d'une route communale



Digue résistante à la surverse



Digue non renforcée au déversement (Millénale)



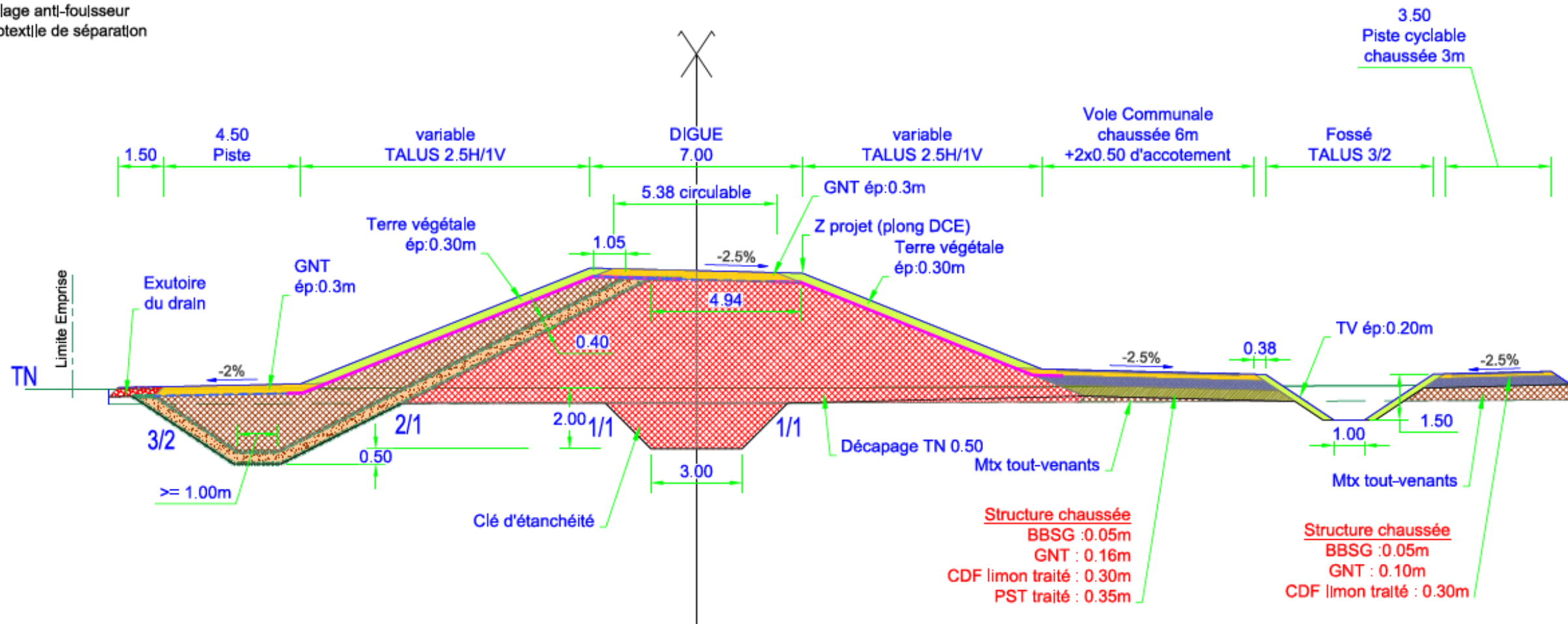
TRONCON HOMOGENE D, F, G, H

Non renforcé au déversement (Millénale)

-  Protection minérale drain
-  Matériaux tout-venants
-  Filtrat drainant
-  Remblai étanche
-  Terre végétale
-  GNT
-  BBSG
-  CDF-Limon traité
-  PST-Traité
-  Géotextile de filtration et anti-poinçonnement
-  Géotextile de filtration
-  Grillage anti-foulsueur
-  Géotextile de séparation

VAL

RHONE



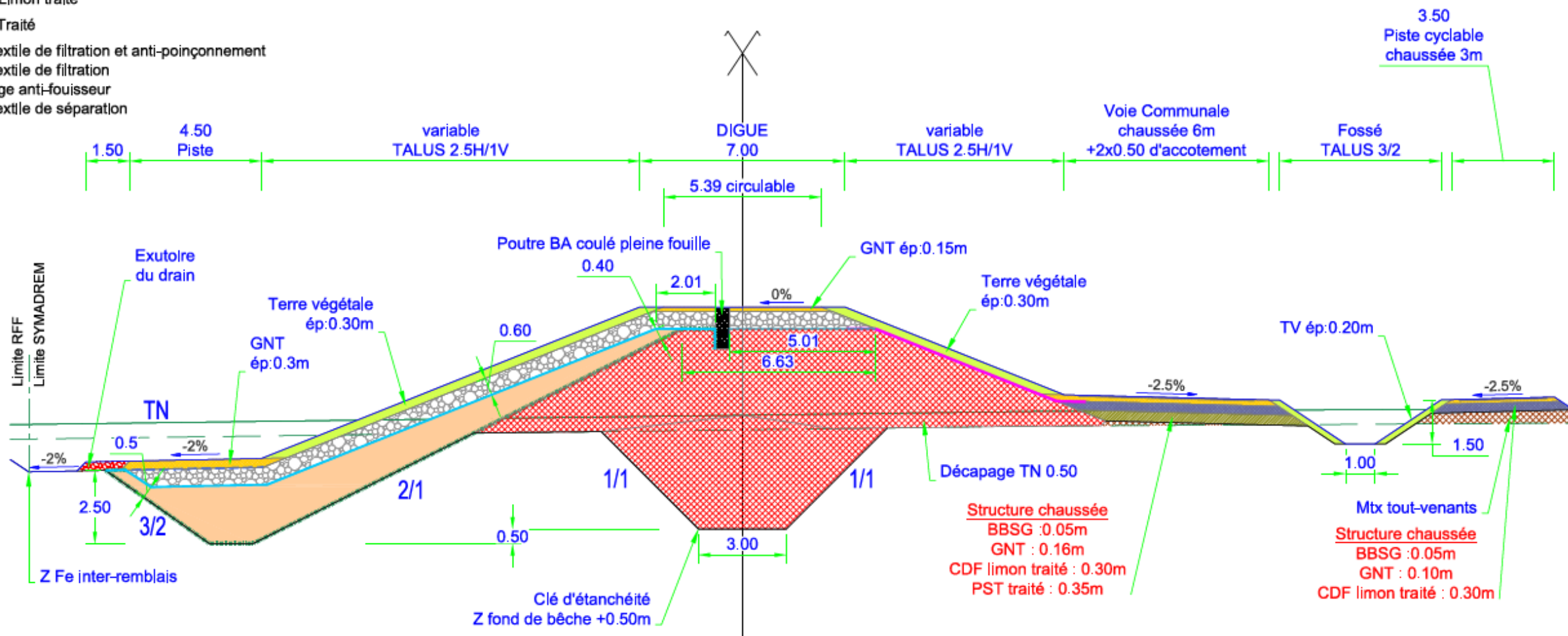
- Matériaux tout-venants
- Protection minérale drain
- Filtrat drainant
- Remblai étanche
- Terre végétale
- GNT
- Enrochement bétonnés
- Poutre BA
- BBSG
- CDF-Limon traité
- PST-Traité
- Géotextile de filtration et anti-poinçonnement
- Géotextile de filtration
- Grillage anti-fouisseur
- Géotextile de séparation

TRONCON HOMOGENE E

Résistant à la surverse

VAL

RHONE

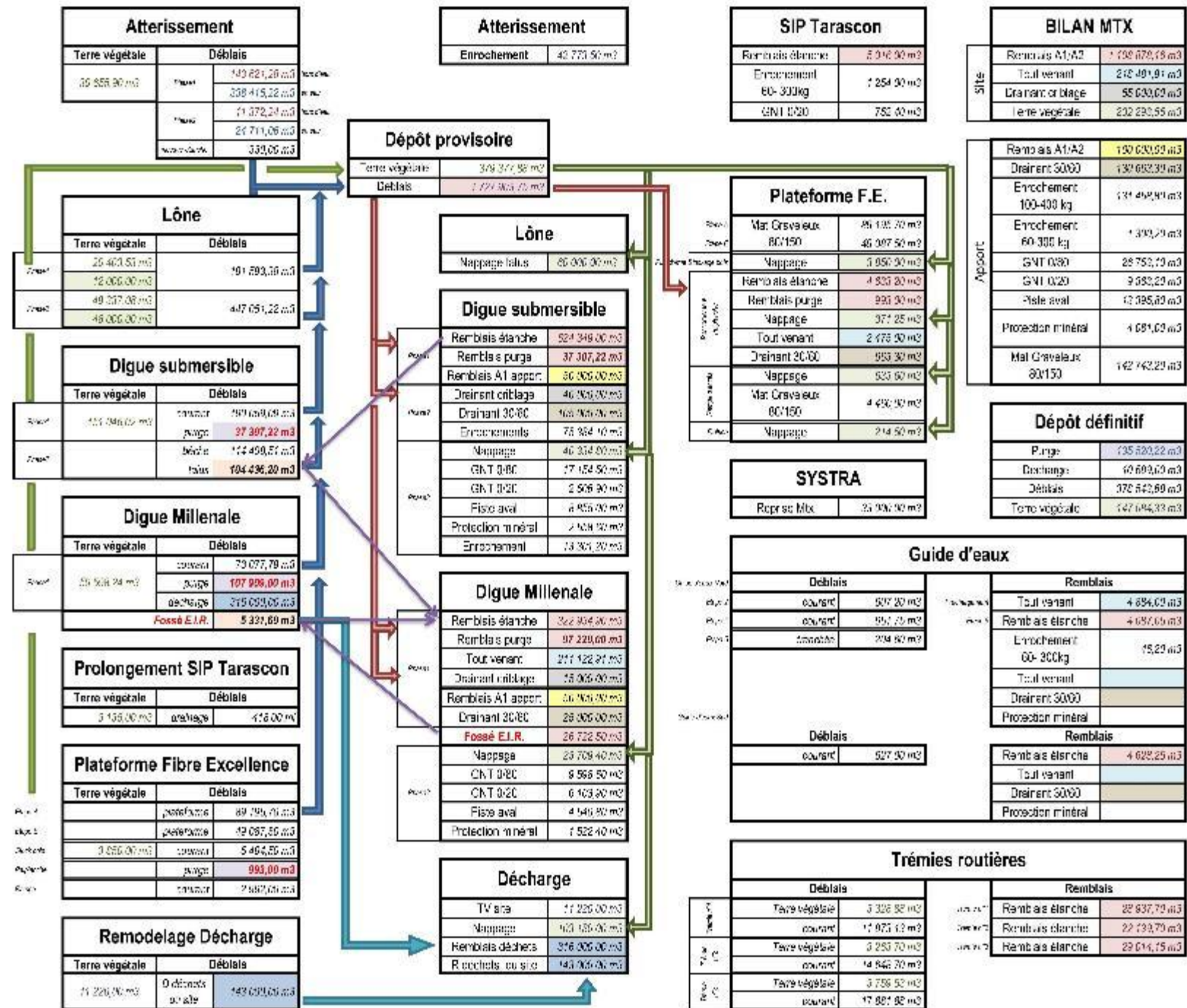




STRATÉGIE EMPRUNTS / COMPACTAGE

MOUVEMENT DES TERRES

- Etudes géotechniques de conception
- Définition des zones de déblais et de leur utilisation
- 1,7Mm3 de déblais à trier, valoriser, stocker, réutiliser au maximum pour limiter les apports (diminution des émissions de GES et du coût)
- Plan de circulation et hypothèses de phasage et stockage associées



LES ZONES D'EMPRUNT

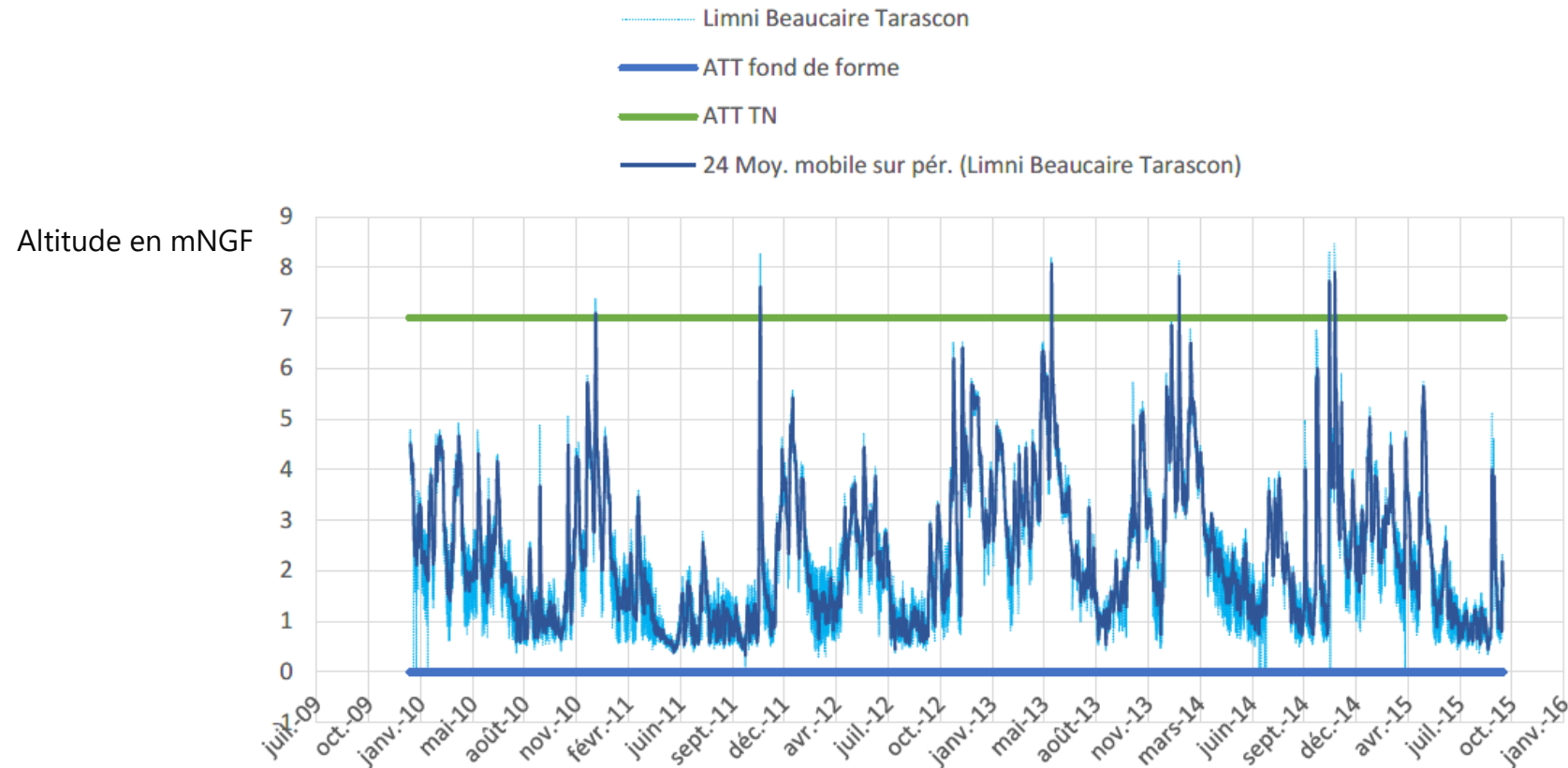
■ Atterrissement et future lône – Décapage des emprises



EXPLOITATION DE L'ATTERVISSEMENT

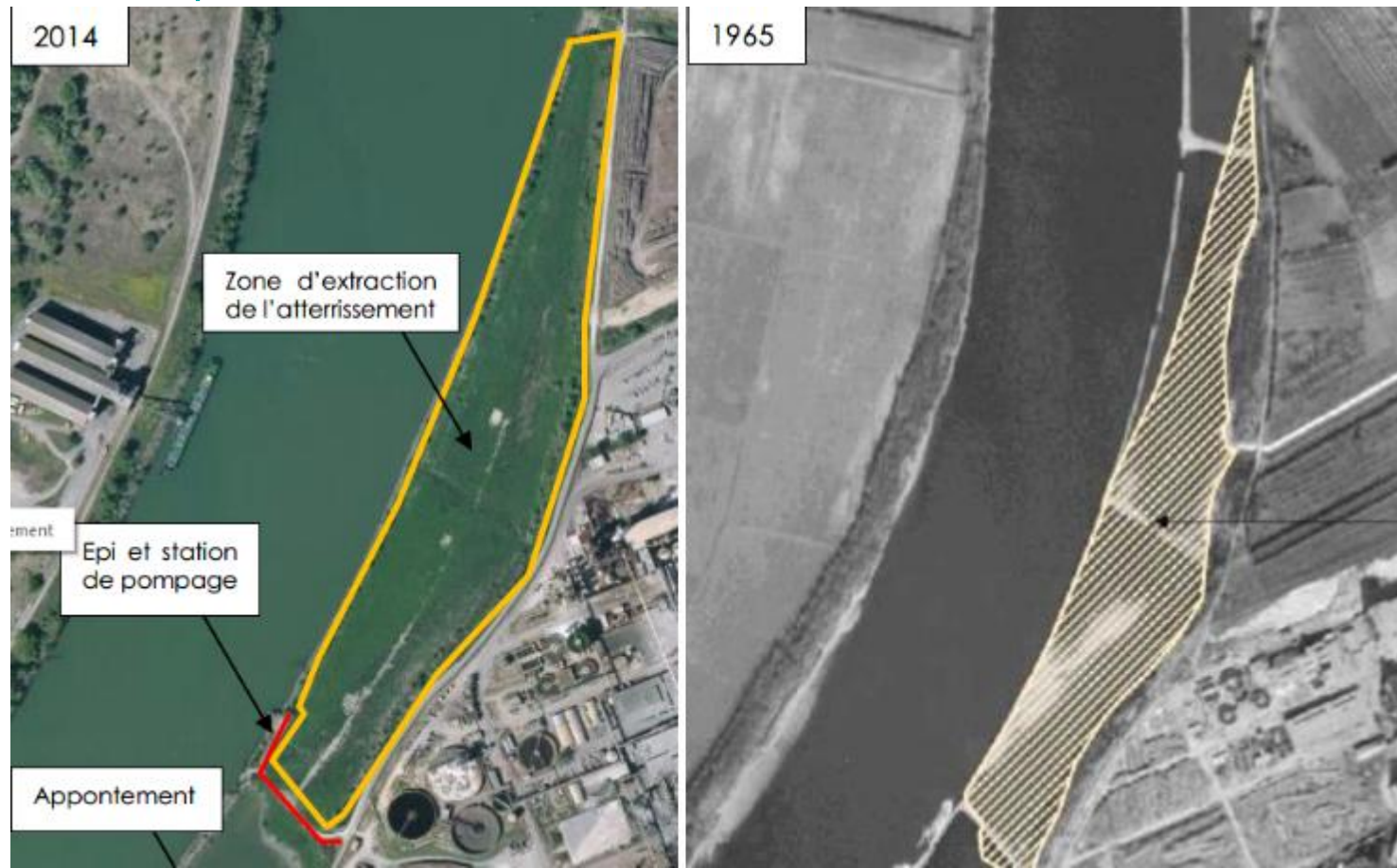
- Problématique de déblais dans le lit du fleuve
- Variations du niveau d'écoulement
 - ▶ Quotidiennes liées à l'hydroélectricité, saisonnières, crues

Altimétrie ATT et limnigraphe de Beaucaire Tarascon



EXPLOITATION DE L'ATTERVISSEMENT

- Problématique de déblais dans le lit du fleuve
 - Hétérogénéité des matériaux liées à un dépôt alluvial et anthropique
 - ▶ Terres végétales, limons argileux, sables, vases, graviers, enrochements
 - ▶ Variabilité importante des teneurs en eau



EXPLOITATION DE L'ATTERRISSEMENT

- Réponses aux problématiques de déblais dans le lit du fleuve
 - Nécessité de zones de stockage pour trier, aérer, valoriser
 - Nécessité d'intervention entre la fin du printemps et la fin d'été
 - Terrassement en deux phases en plan :
 - ▶ Casier protégé par cordon laissé en place le long du fleuve (départs de MES, variations)
 - ▶ Cordon à déblayer dans un second temps
 - Terrassement en deux phases en altimétrie :
 - ▶ « Hors nappe » suffisamment haut pour circuler et suffisamment bas pour reprendre le restant en une seule fois
 - ▶ « Sous nappe » avec travail en rétro et atteinte du niveau projet à l'avancement

EXPLOITATION DE L'ATTERVISSEMENT

- Stockage et tri dans les emprises chantier



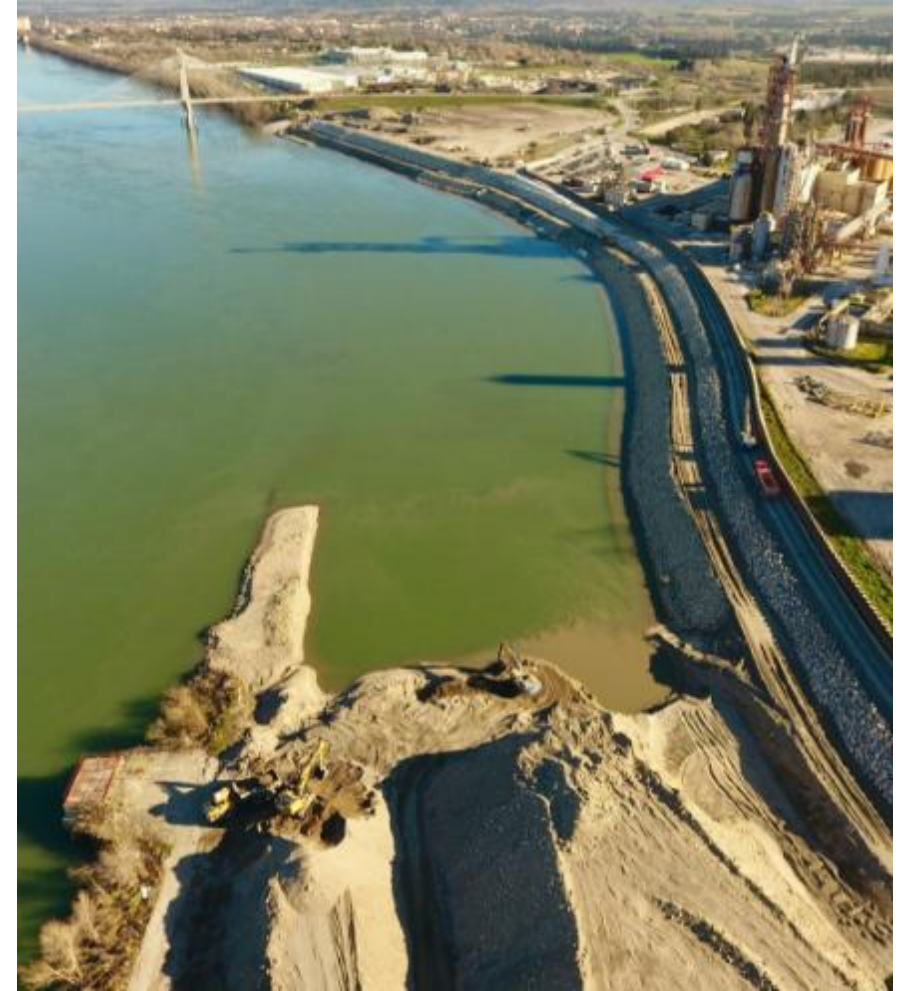
EXPLOITATION DE L'ATTERRISSEMENT

- Diminution progressive de la place et du créneau favorable



EXPLOITATION DE L'ATTERRISSEMENT

- Reprise déblais cordon + graves. Enrochement de la berge



EXPLOITATION DE LA LÔNE

■ Déblais grande masse en terrains secs, organisation du transport



MISE EN REMBLAIS SUR LA DIGUE

- Création de la clef d'ancrage et démarrage des remblais



MISE EN REMBLAIS SUR LA DIGUE

- Mise en œuvre et compactage par couches d'épaisseur homogène
- Remblais en méthode excédentaire



MISE EN REMBLAIS SUR LA DIGUE



- Suivi qualité des matériaux et de leur compactage
 - Identifications sur les emprunts (granulo, W, essais proctor) + Planches d'essais de mise en œuvre
 - Suivi W à la mise en œuvre, aération ou humectation avec enfouisseuse et malaxeurs
 - Définition des plots de compactage et suivi GPS du nombre de passes
 - Suivi géotechnique par labo
Entreprise + Contrôle extérieur =
Densité, portance, perméabilité, homogénéité de compactage...

RETOURS D'EXPÉRIENCE

■ Mouvement des terres

■ 2 Zones d'emprunt principales « éloignées » = Transports importants

- ▶ Plateformes de stockage et pistes provisoires à intégrer à la conception
- ▶ Nécessité d'arrosages importants : 1600 jours / 800 K€HT / 1,8% montant des travaux
- ▶ Besoins d'emprises de stockage : Impact potentiel sur le phasage, qualité du tri, sécurité des circulations et décalage du chantier à une période défavorable

■ Maîtrise de la qualité des matériaux et de leur mise en œuvre

- ▶ Nécessité d'une caractérisation fine avec modèle 3D de déblais
- ▶ Plan de contrôle pour le suivi : tassements, teneur en eau, densité, portance, perméabilité
- ▶ Possibilité de revalorisation à bien étudier pour un déroulement efficace des travaux
 - Grave 30/60mm difficile à produire = 10% de la courbe granulométrique des déblais
 - Limons très sableux = mise en remblais difficile + sensibilité à l'érosion interne et externe



TRANSITIONS

TRANSITIONS AU SEIN DU PROJET LINÉAIRE

■ Transitions – Définition

- Modification de coupe-type au sein du projet (changement d'emprise...)
- Raccordement aux extrémités du projet (sur autre ouvrage ou sur le terrain naturel)
- Intégration d'une structure/hétérogénéité englobée dans l'ouvrage principal (bâti, route, réseau...)
- Peut être progressive ou brutale selon le type de transition

■ = Points de vigilance en conception et en réalisation

- Vérification de l'atteinte et de la continuité des objectifs du projet le long de la transition
 - > Pour chaque fonction de l'ouvrage digue : Altimétrie / Etanchéité / Filtration-Drainage / Résistance à l'érosion / Protection...
- Pour les travaux : Particularité pas toujours bien abordée sur les plans et les procédures d'exécution + Changements de techniques / d'équipes / de lots / de moments = Risques de malfaçons
 - > = Risques de diminution de la performance de l'ouvrage

TRANSITION ÉCRAN EN PALPLANCHES / REMBLAIS

- Changement de technique de digue liée à l'emprise disponible au droit de l'usine
 - Digue mince en double rideau d'acier, réservée aux contraintes fortes
 - Digue en remblais réalisée sur l'autre partie de l'usine, avec déplacement des voies ferrées
- Phasage dans la réalisation des travaux
 - Remblais étanches compactés sans gêne (sans remblais contigus dans les ondulations)
 - Ecran battu dans les remblais (longueur permettant d'éviter le contournement par l'eau)
 - Filtre-drain raccordé sur l'écran (garanti d'absence d'exutoire non filtré)
 - Protections de surface différenciées (peinture, grillage, terre végétale)

TRANSITION ÉCRAN EN PALPLANCHES / REMBLAIS



TRANSITION DIGUE MILLÉNALE / DIGUE RÉSISTANTE

- Même technique de digue en remblai compactés mais secteur avec fonction évacuation
 - Digue en remblais dite millénale, calée au niveau Q1000+50cm de revanche de sécurité
 - Digue résistante à la surverse avec niveau inférieur et protections spécifiques
- Transition progressive entre les parties de digue
 - Remblais étanches, filtres, drains = continus, avec une géométrie légèrement différente
 - Apparition des protections permettant la résistance = enrochements bétonnés, poutre béton
 - Finitions, circulation, végétalisation = continus, avec géométrie légèrement différente

Attention !! Sur déversoirs ou tronçons résistants à la surverse :

Les organes de protection sont présents impérativement dès l'amorce de la transition !!

TRANSITION DIGUE / OUVRAGES TRAVERSANT

- Hétérogénéité liée à un ouvrage au sein de la digue « homogène »
 - Dispositions constructives particulières pour assurer la sécurité de la digue, l'OHT ne doit pas être un point de faiblesse du système d'endiguement !)
 - Maintien de l'ensemble des fonctions de la digue malgré l'ouvrage
- Phasage particulier pour la réalisation des travaux
 - Anticipation des tassements (Ouvrage traversant rigide $\neq$ Remblais souples)
 - Maintien de continuité de réseau (dévoisement provisoire de fossé...)
 - Opérations de la fondation de digue (bèche drainante, fibre auscultation...)
 - Création de l'ouvrage, dispositions de lutte contre l'érosion interne (enrobage béton, continuité de filtre-drain...)
 - Création de la digue en remblais, avec adaptations et remblais contigus aux structures hétérogènes présentes dans les remblais principaux

TRANSITION DIGUE / OUVRAGES TRAVERSANT



TRANSITION DIGUE / OUVRAGES TRAVERSANT



An aerial photograph showing a railway construction project in a rural landscape. The image features a long, straight railway track running through the center, flanked by fields and some buildings. The track appears to be under construction, with visible gravel and earth. To the left, there are several large, rectangular structures, possibly greenhouses or agricultural buildings. To the right, there are green fields and a small cluster of houses. The overall scene is a mix of natural and man-made elements.

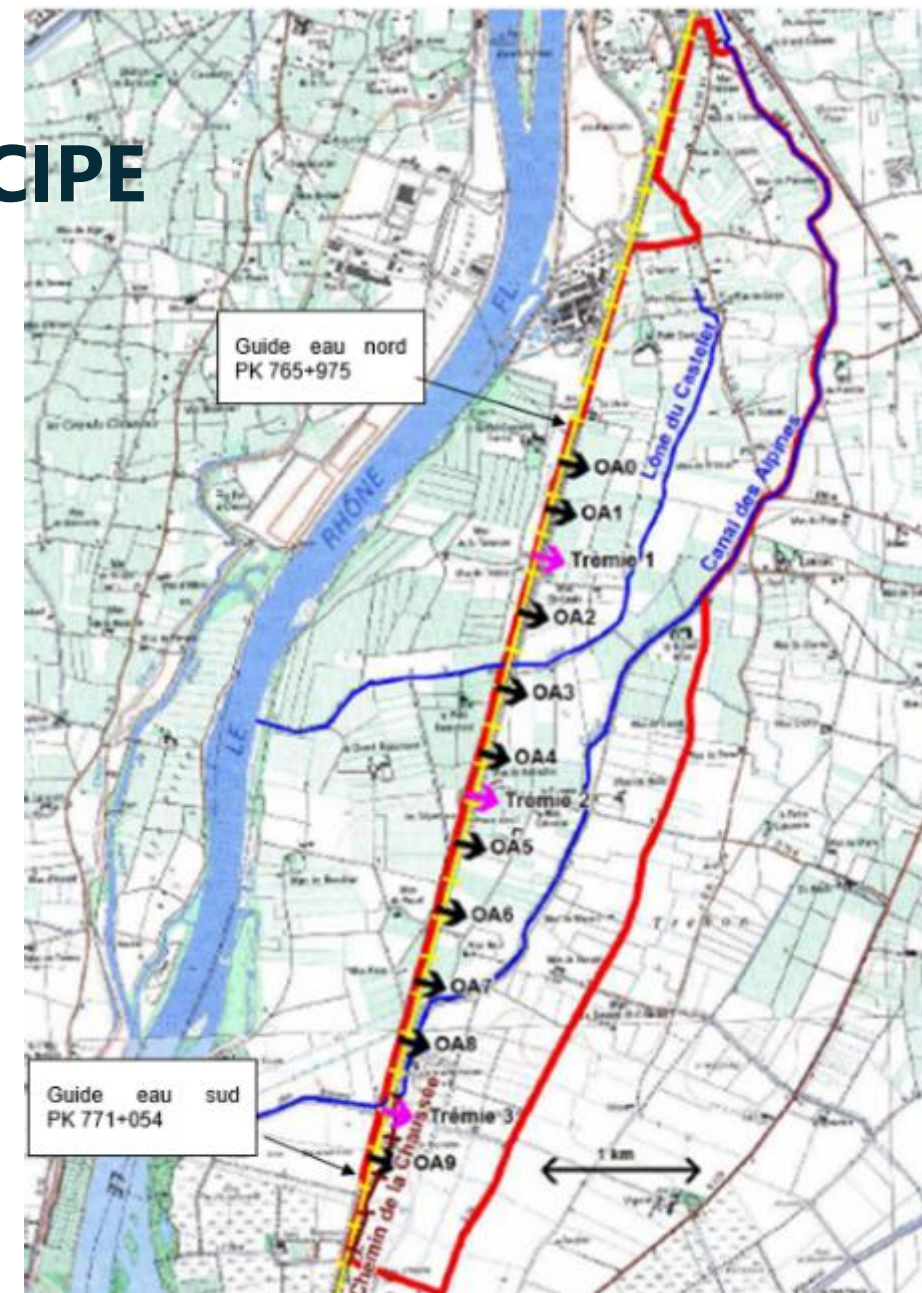
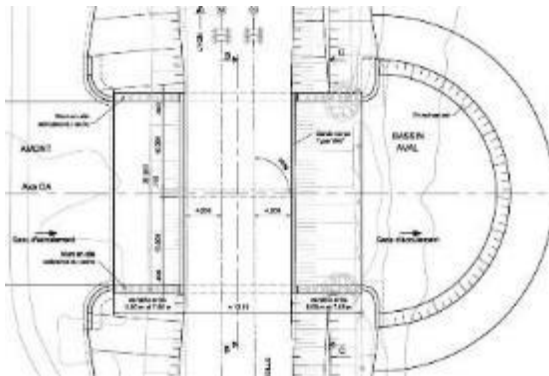
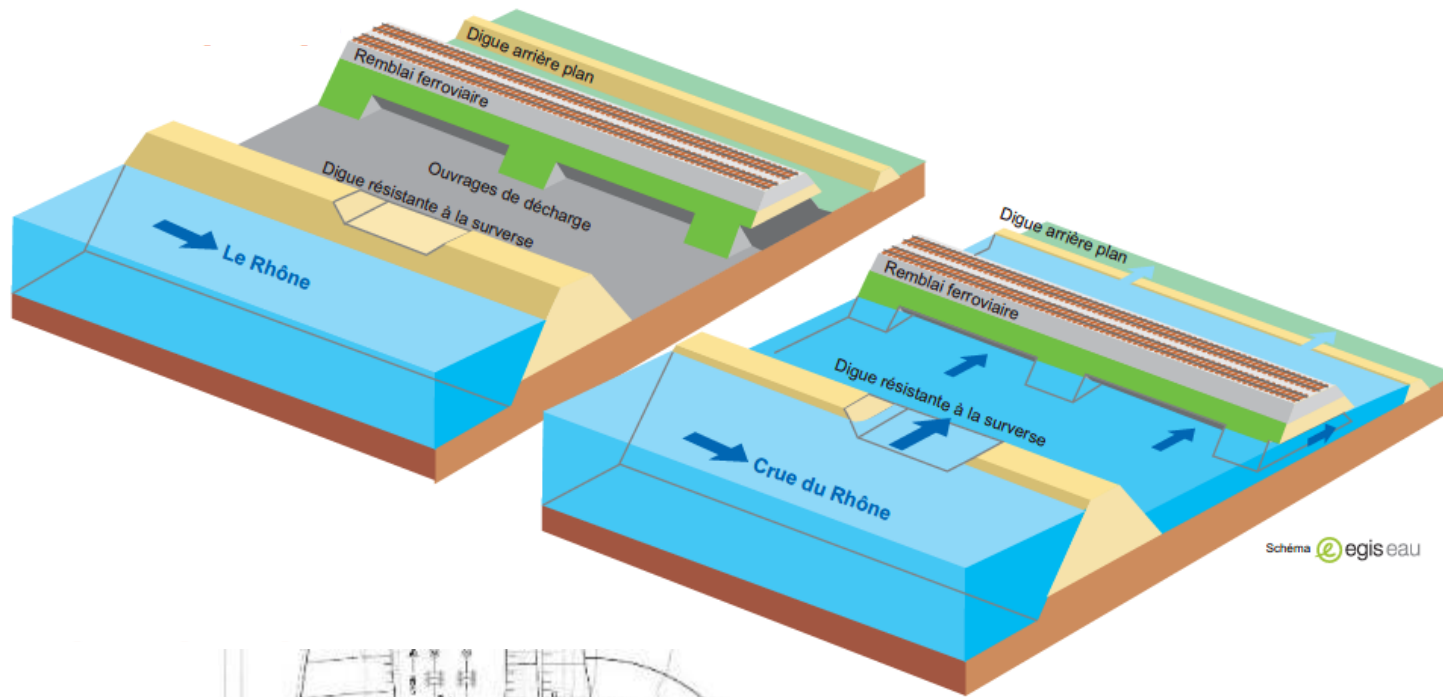
TRANSPARENCE HYDRAULIQUE DU REMBLAI FERROVIAIRE



Opération de création d'une nouvelle digue et de mise en transparence hydraulique du remblai ferroviaire

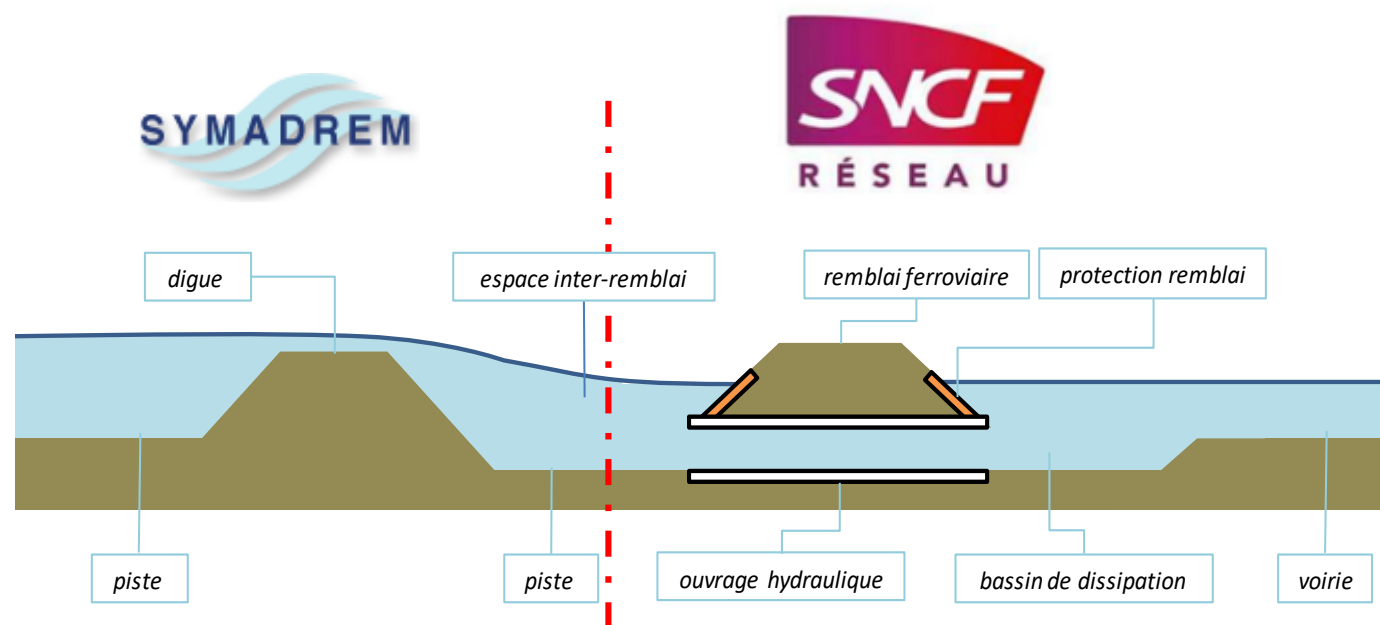
- Arrêté préfectoral établi après la crue 2003 conférant au remblai ferroviaire un statut similaire à celui d'un ouvrage de protection (prescriptions de surveillance, visites techniques et d'entretien imposées au gestionnaire)
- Objectifs de l'opération :
 - Contenir sans surverse la crue de protection définie par le schéma de gestion du Rhône aval : $Q_{100} - 11\,500 \text{ m}^3/\text{s}$
 - Au-delà, sécuriser le système par des dispositifs des déversoirs en assurant un fonctionnement jusqu'à $Q_{1000} - 14\,160 \text{ m}^3/\text{s}$
 - ▶ 2 déversoirs (RG et RD), avec $1000 \text{ m}^3/\text{s}$ et 110 Mm^3 par rive
 - Dissocier la fonction digue de celle du transport ferroviaire

OPÉRATION TARASCON-ARLES / PRINCIPE



OPÉRATION TARASCON-ARLES / RÉPARTITION

- Réalisation de la digue – MOA SYMADREM – MOE EGIS EAU / SUEZ
- Aménagement de 10 ouvrages de transparence-dissipation - MOA SNCF Réseau – MOE EGIS RAIL
- Aménagement de l'espace entre la digue et le remblai ferroviaire
- Création de 2 « guides-eaux » pour fermer l'espace entre la digue et le remblai ferroviaire
- Mutualisation de certaines mesures ERC (défrichement le long du remblais, transplantations...)



OPÉRATION TARASCON-ARLES / INTERFACES

- Créneaux de coupure de la voie + interruption des circulations programmés 3 ans à l'avance
- Les deux opérations sont réalisées simultanément, avec interfaces planning nombreux
 - Fabrication des ouvrages GC sur plateformes + Ripage « opérations coup de poing »
 - Obstruction des transparences sous le remblai à l'avancement de leurs réalisations, tant que la digue n'est pas opérationnelle
 - Traitement des trémies en procédure de suivi d'ouverture de brèche dans le SE
 - Terrassement en déblais de l'EIR de façon conjointe pour éviter les instabilités de profils
 - Terrassement en remblais des guides-eau de façon conjointe, chacun gérant le raccord sur son ouvrage principal
- Le planning de création de la digue est sous-tendu par les contraintes ferroviaires

OPÉRATION TARASCON-ARLES / MISE EN TRANSPARENCE





FIN

Merci pour votre attention