



# Confortement des digues fluviales

Etude comparative | France  
Analyse multicritère



Confortement de digues Aix-les-Bains, France © NGE Fondations

Le confortement de digues avec un rideau de palplanches acier autostable apporte des économies supérieures à 20 % sur les coûts d'investissement, par rapport au confortement en remblai ou au sol mixé à la trancheuse.

Le temps de construction et l'empreinte carbone du projet sont réduits jusqu'à 50 %.

Les inondations figurent parmi les risques naturels les plus fréquents et les plus dommageables en France. L'augmentation de la fréquence et de l'intensité des événements hydrologiques intenses, accentuée par le changement climatique, exerce une pression croissante sur des infrastructures souvent anciennes.

En France, entre 1982 et 2022, les inondations ont causé des dommages assurés à hauteur de 24,8 milliards d'euros. En 2019, environ 18 millions de personnes (26,7 % de la population française) résidaient dans des zones potentiellement inondables. Les digues jouent un rôle central dans la réduction de ces risques en limitant l'extension des zones inondées.

Toutefois, de nombreux ouvrages existants sont des digues en remblai anciennes, qui peuvent présenter des risques d'érosion interne, des instabilités de talus ou une insuffisance de revanche hydraulique à cause du changement climatique.

Dans ce contexte, le cabinet d'ingénierie et de conseil Egis a conduit une étude visant à évaluer plusieurs solutions de confortement des digues, incluant notamment le recours aux palplanches en acier. L'analyse est appliquée à un cas concret : le confortement des remblais du canal de la Robine, près de Narbonne [1].

## Cas d'étude et solutions considérées

L'étude porte sur un tronçon de 3,2 km de digue situé le long du canal de la Robine, dans le département de l'Aude. Ce site a été fortement impacté par la crue exceptionnelle de 1999, qui a provoqué la perte de vies humaines, la destruction de plusieurs hectares de vignes et l'effondrement de plusieurs ponts. Cet événement a été retenu comme référence pour l'évaluation des performances des solutions de confortement.

L'ouvrage existant est une digue en remblai qui présente actuellement des risques d'érosion interne et de surverse. Plusieurs désordres et aménagements sont observés au droit de cette digue trapézoïdale, compromettant localement son

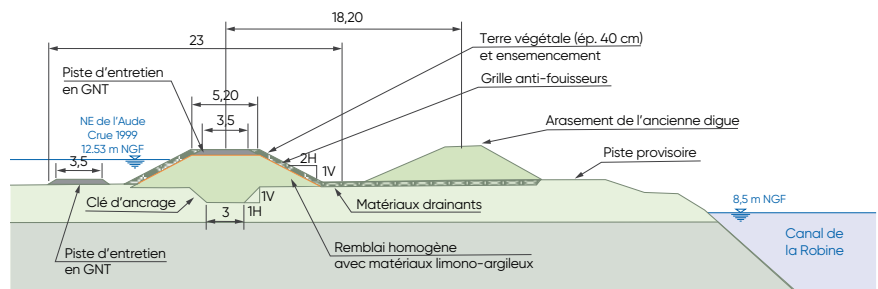
étanchéité et sa capacité de protection en situation de crue. La définition des solutions repose sur des analyses hydrauliques et géotechniques détaillées, intégrant des modèles numériques (PLAXIS) ainsi que des données de terrain issues de sondages géotechniques. Les scénarios étudiés considèrent une crue exceptionnelle (1999) plus une revanche de sécurité de 30 cm.

Trois solutions de confortement sont présentées ci-après. Chaque solution est conçue pour une durée de vie de 100 ans et évaluée selon des hypothèses communes, garantissant une comparaison objective de leurs performances.

## Confortement en remblai par recul de la digue

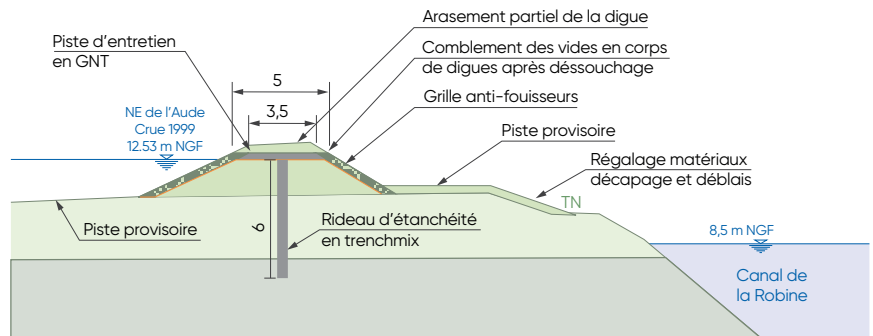
Cette solution prévoit l'arasement de l'ouvrage existant et la construction d'une nouvelle digue en retrait à 18 m de distance. Elle permettrait de réduire la dépendance de l'ouvrage vis à vis de la stabilité de la berge du canal et, par conséquent, d'améliorer la stabilité globale du système d'endiguement.

La nouvelle digue ne pourra réutiliser qu'environ 40 % des matériaux de l'ouvrage existant en raison de la présence de végétation. De plus, son volume sera plus de deux fois supérieur à celui de la digue initiale, ce qui nécessitera un apport complémentaire de matériaux, notamment à partir de terrains agricoles voisins.



## Confortement en sol mixé à la trancheuse

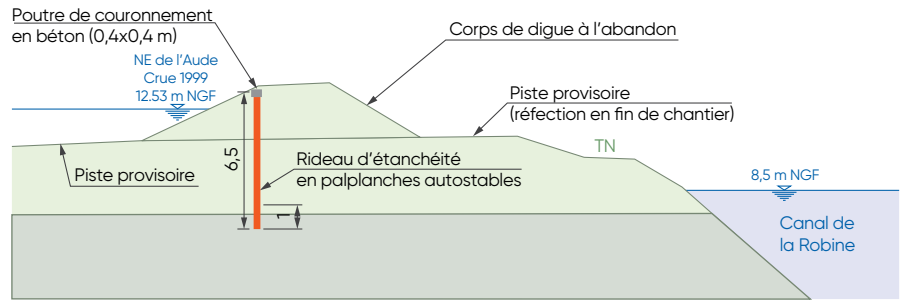
Cette solution repose sur la réalisation d'un écran d'étanchéité en sol mixé à la trancheuse, centré sur la crête de la digue existante. Le procédé de *soil mixing* vise à réduire la perméabilité du corps de digue et à limiter les phénomènes d'érosion interne. Dans cette configuration, le remblai existant conserve un rôle structurel, ce qui implique le maintien d'un entretien régulier de la digue.



# Confortement en rideau de palplanches

Cette solution consiste en l'installation d'un rideau de palplanches autostable, positionné en limite de crête, côté plaine inondable.

Cette solution permet au rideau de palplanches de pallier aux défaillances hydrauliques et mécaniques, ce qui permet de considérer le remblai existant comme non structurant.



## Critères de comparaison

### Stabilité

Les analyses de stabilité ont été comparées à la valeur cible de 1,32 définie selon les directives du Comité Français des Barrages et Réservoirs (CFBR). L'état initial de la digue présente un coefficient de sécurité insuffisant (FS = 1,17). Les trois solutions de confortement permettent d'atteindre des niveaux conformes : FS = 1,66 pour la nouvelle digue en remblai, FS = 1,372 pour la solution en sol mixé à la tranchée et FS = 1,455 pour le rideau de palplanches. Cette dernière solution présente une robustesse accrue, le rideau de palplanches assurant à lui seul à la fois la stabilité mécanique et l'étanchéité de l'ouvrage.

### Durée des travaux de construction

La solution en rideau de palplanches autostable est la plus rapide à mettre en œuvre (6 mois), jusqu'à 50 % plus courte que les autres solutions (12 mois pour la nouvelle digue et 8.5 mois pour le sol mixé à la tranchée). La conservation de la digue existante comme remblai non structurant et l'absence de terrassements massifs permettent de limiter le chantier à l'installation linéaire des palplanches, suivi de travaux de finition limités. Cela en fait la solution la plus courte et la moins intrusive.

### Bilan carbone

Le bilan carbone a été évalué selon une Analyse de Cycle de Vie (A1-A3) conforme aux normes ISO pertinentes. Grâce à la réduction significative des besoins d'entretien, la solution

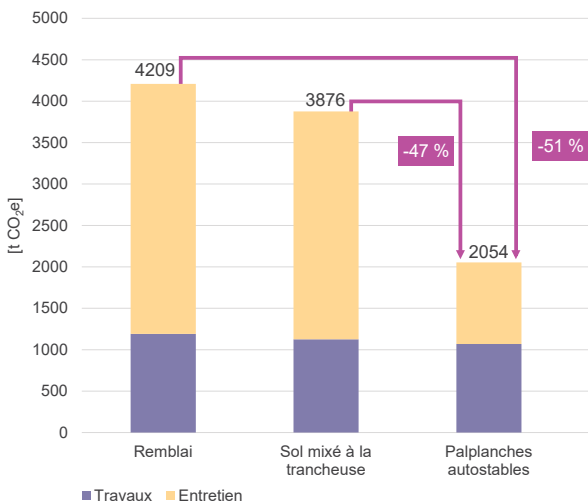


Fig. 1. Comparaison des émissions des différentes solutions de protection contre les inondations considérées dans l'étude.

en palplanches présente l'empreinte carbone la plus faible, avec une réduction de jusqu'à 50 % des émissions de gaz à effet de serre par rapport aux autres solutions.

### Investissement

La solution en palplanches présente un coût de travaux raisonnable (6,44 M€) et surtout un coût d'entretien très limité. Les solutions en remblai et en sol mixé affichent également des coûts de travaux compétitifs, mais nécessitent une maintenance régulière et significativement plus élevée sur le long terme. Cela se traduit par un coût global supérieur : 7,18 M€ pour le recul de la digue et 8,20 M€ pour la solution en sol mixé.

### Considérations qualitatives

En complément des analyses quantitatives, des considérations qualitatives ont été prises en compte, incluant l'accessibilité, l'acceptation sociale et réglementaire, les nuisances de chantier, l'intégration paysagère, ainsi que les contraintes d'exécution.

Enfin, face aux aléas climatiques, les solutions de confortement doivent être capables de résister à des crues plus fréquentes et à des périodes de sécheresse prolongées. Les rideaux de palplanches et les écrans étanches offrent une meilleure résilience face aux phénomènes d'érosion interne et de surverse.

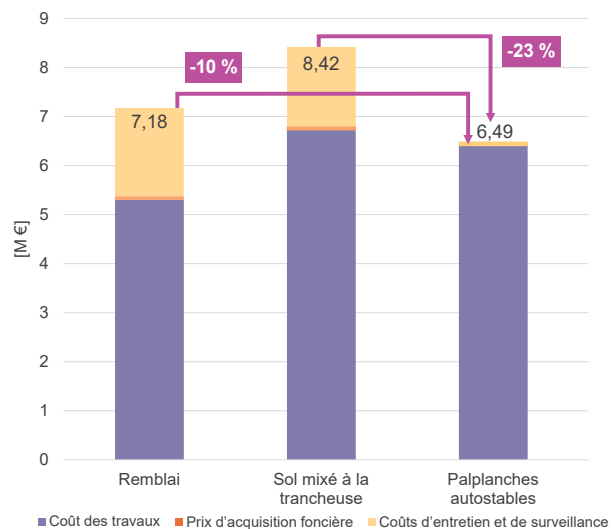


Fig. 2. Comparaison des coûts des différentes solutions de protection contre les inondations considérées dans l'étude.

## Perspective et analyse multicritère

La méthodologie de l'analyse multicritère repose sur une pondération combinant des critères techniques, économiques, environnementaux et sociaux.

Chaque solution est notée selon une grille d'évaluation commune. Une pondération est appliquée aux différents critères d'analyse, en cohérence avec les pratiques couramment retenues pour ce type de projets (table 1).

Notation	Niveau
3	Très favorable
2	Favorable
1	Défavorable
0	Très défavorable

Tableau 1. Niveaux considérés pour l'analyse multicritère.

Cette comparaison montre que **le rideau de palplanches autostable apparaît comme la solution la plus performante globalement**, combinant robustesse technique, rapidité d'exécution, maîtrise des coûts et faible impact environnemental, plus une emprise réduite et un impact paysager limité, ce qui en fait une option particulièrement adaptée dans le contexte de l'adaptation au changement climatique.

Critère/Sous-Critère	Pondération	A1. Remblai	A2. Sol mixé à la trancheuse	A3. Rideau de palplanches autostable
<b>FAISABILITE</b>	5 %	2,00	0,33	1,00
<b>FINANCIER</b>	40 %	2,71	1,82	2,90
Coût d'investissement (M€ HT)		7,18	8,43	6,49
<b>CONTRAINTES D'EXECUTION</b>	20 %	1,04	1,82	2,90
Durée du chantier (mois)		12 mois	8,5 mois	6 mois
Durée du chantier	10 %	1,48	2,04	3,00
Nuisances générées pendant les travaux	2 %	2	1	3
Accessibilité	2 %	1	0	2
Emprises mobilisables en phase chantier	2 %	0	1	3
Emprise de l'ouvrage fini	4 %	0	3	3
<b>ENJEUX ENVIRONNEMENTAUX/ SOCIAUX</b>	10 %	2,00	2,30	2,40
Environnemental (Développement de la biodiversité)	1 %	1	2	3
Paysager/Social	1 %	1	1	3
Acceptation par les services de l'Etat	6 %	3	3	2
Acceptation par les riverains	2 %	0	1	3
<b>PERFORMANCE</b>	5 %	1,80	1,96	3,00
<b>EMPREINTE CARBONE</b>	20 %	1,84	1,96	3,00
<b>Note globale</b>	100 %	1,95	1,89	2,52

Tableau 2. Analyse multicritère de solutions de confortement de digues.

## Références

- [1] Salafranca N., Penin N., & Fernez G. (2025). Etude comparative de procédés de confortement de digues fluviales en remblai contre l'érosion interne – analyse multicritère. Egis.