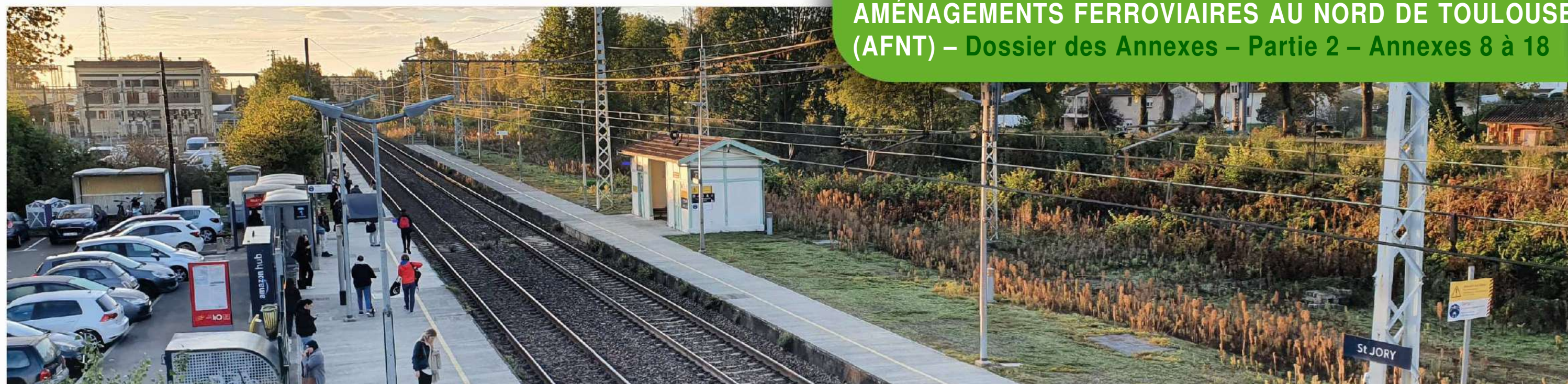


PIECE C – DOSSIER D'AUTORISATION AU TITRE DE LA LOI SUR L'EAU
AMÉNAGEMENTS FERROVIAIRES AU NORD DE TOULOUSE
(AFNT) – Dossier des Annexes – Partie 2 – Annexes 8 à 18



S o m m a i r e

ANNEXE 1 – Plan général des travaux	3
ANNEXE 2 – État initial des modalités de gestion des eaux pluviales.....	19
ANNEXE 3 – État futur - Etudes hydrauliques et plans d’assainissement du projet	41
ANNEXE 4 – Etudes spécifiques au PRA de Maltemps	205
ANNEXE 5 – Arrêtés de DUP – Captages de Capy	264
ANNEXE 6 – Étude hydrogéologique relative au zonage des secteurs sensibles - ANTEA GROUP – Septembre 2015 (A79908/C).....	316
ANNEXE 7 – Modélisation hydrogéologique – Secteur Nord de Saint-Jory - ANTEA GROUP – Novembre 2016 (A84487/A)	489
ANNEXE 8 – Cartographie du statut humide des habitats naturels et semi-naturels (Naturalia).....	605
ANNEXE 9 – Cartographie des sondages pédologiques et des habitats naturels et semi- naturels (Naturalia)	634
ANNEXE 10 – Planche photographique des sondages pédologiques (Naturalia)	661
ANNEXE 11 – Cartographie des zones humides effectives (Naturalia)	664
ANNEXE 12 – Plans des fondations du saut-de-mouton de la ligne Nouvelle	687
ANNEXE 13 – Plan de la base travaux principale du site SOFERTI	690
ANNEXE 14 – Pièce justificative de la maîtrise foncière des terrains pressentis pour la compensation zone humide.....	692
ANNEXE 15 – Avis d’expert pour adaptation des mesures compensatoires environnementales en fonction des contraintes PPRI.....	712
ANNEXE 16 – Documentation technique sur la membrane dépolluante prévue en fond de certains bassins d’infiltration.....	755
ANNEXE 17 – Projet de convention avec VNF	771
ANNEXE 18 – Note de calcul de stabilité de la digue du canal latéral	817

ANNEXE 8 – CARTOGRAPHIE DU STATUT HUMIDE DES HABITATS NATURELS ET SEMI-NATURELS (NATURALIA)

Cartographie du statut humide des habitats naturels et semi-naturels
Planche 1 / 27

AMÉNAGEMENTS FERROVIAIRES
AU NORD DE TOULOUSE



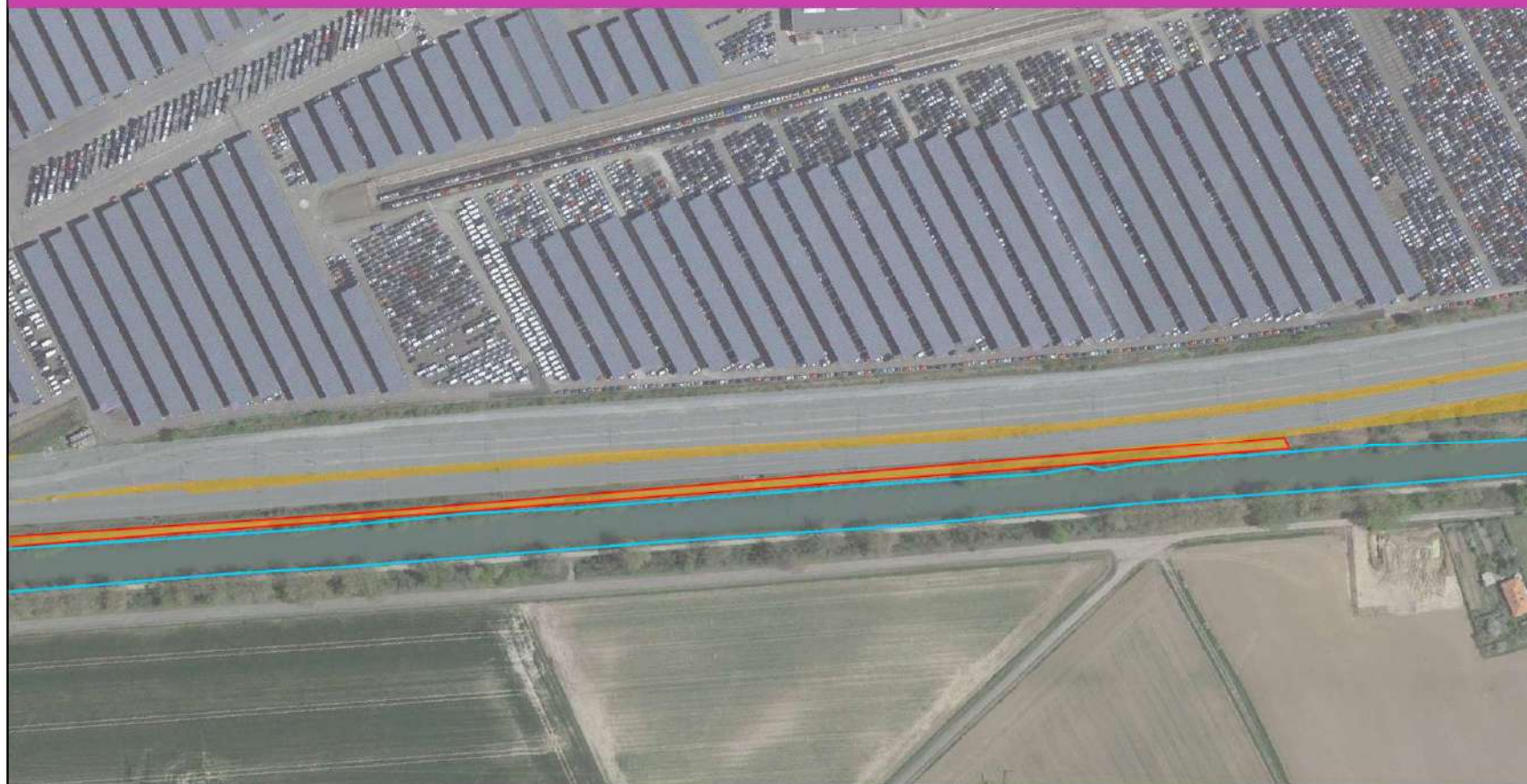
Cartographie du statut humide des habitats naturels et semi-naturels
Planche 2 / 27

AMÉNAGEMENTS FERROVIAIRES
AU NORD DE TOULOUSE

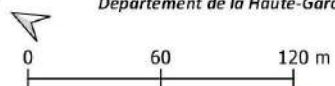


Cartographie du statut humide des habitats naturels et semi-naturels
Planche 3 / 27

AMÉNAGEMENTS FERROVIAIRES
AU NORD DE TOULOUSE



CASTELNAU D'ESTRETEFONDS/TOULOUSE
Département de la Haute-Garonne (31)



REALISATION : NATURALIA - Février 2023 - SOURCE : Google Satellite

Emprises projet

Statut humide des habitats naturel et semi-naturels

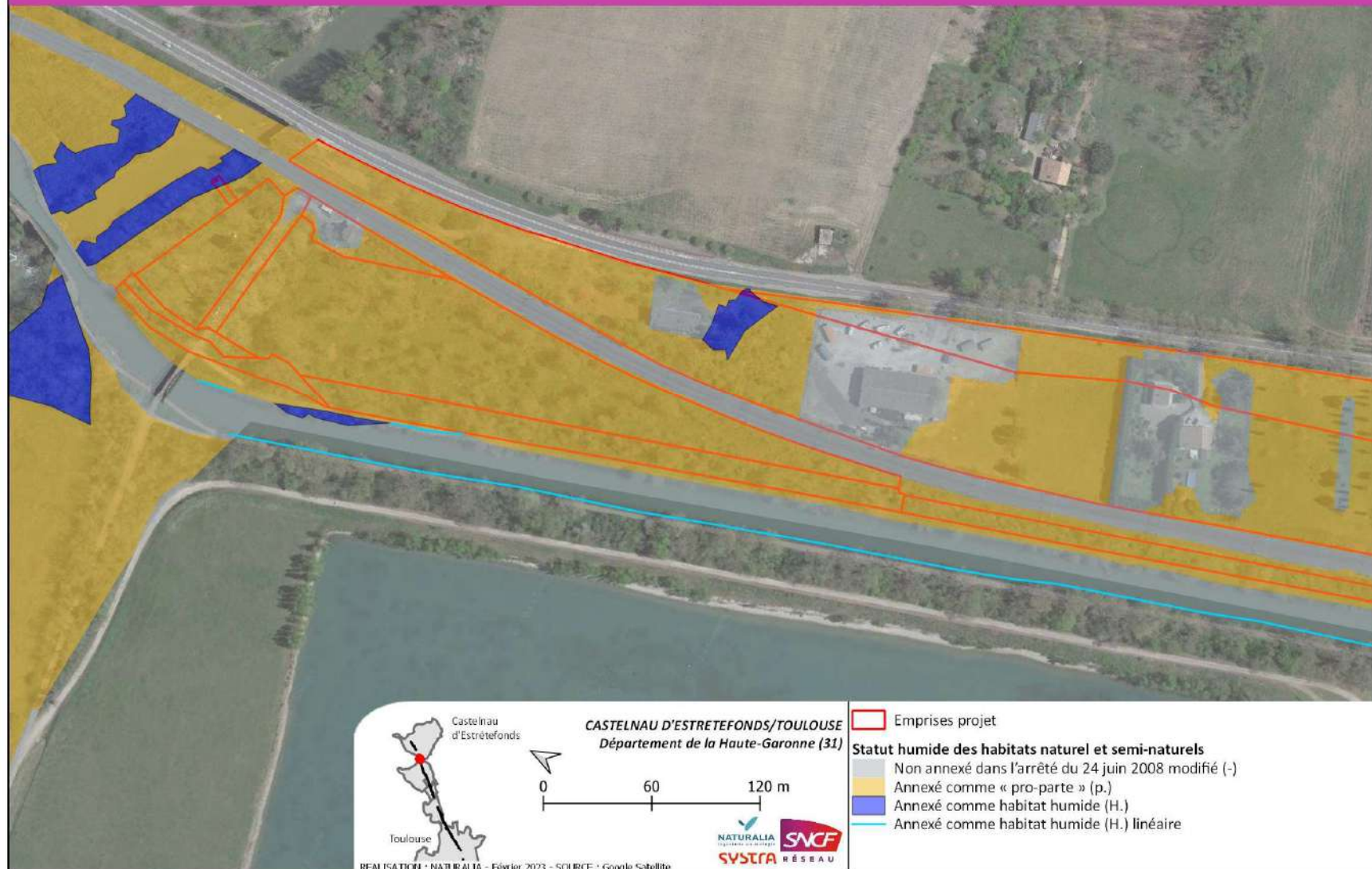
Non annexé dans l'arrêté du 24 juin 2008 modifié (-)

Annexé comme « pro-parte » (p.)

Annexé comme habitat humide (H.) linéaire

Cartographie du statut humide des habitats naturels et semi-naturels
Planche 4 / 27

AMÉNAGEMENTS FERROVIAIRES
AU NORD DE TOULOUSE

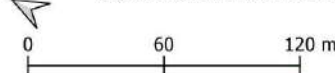


Cartographie du statut humide des habitats naturels et semi-naturels
Planche 5 / 27

AMÉNAGEMENTS FERROVIAIRES
AU NORD DE TOULOUSE



CASTELNAU D'ESTRETEFONDS/TOULOUSE
Département de la Haute-Garonne (31)



REALISATION : NATURALIA - Février 2023 - SOURCE : Google Satellite

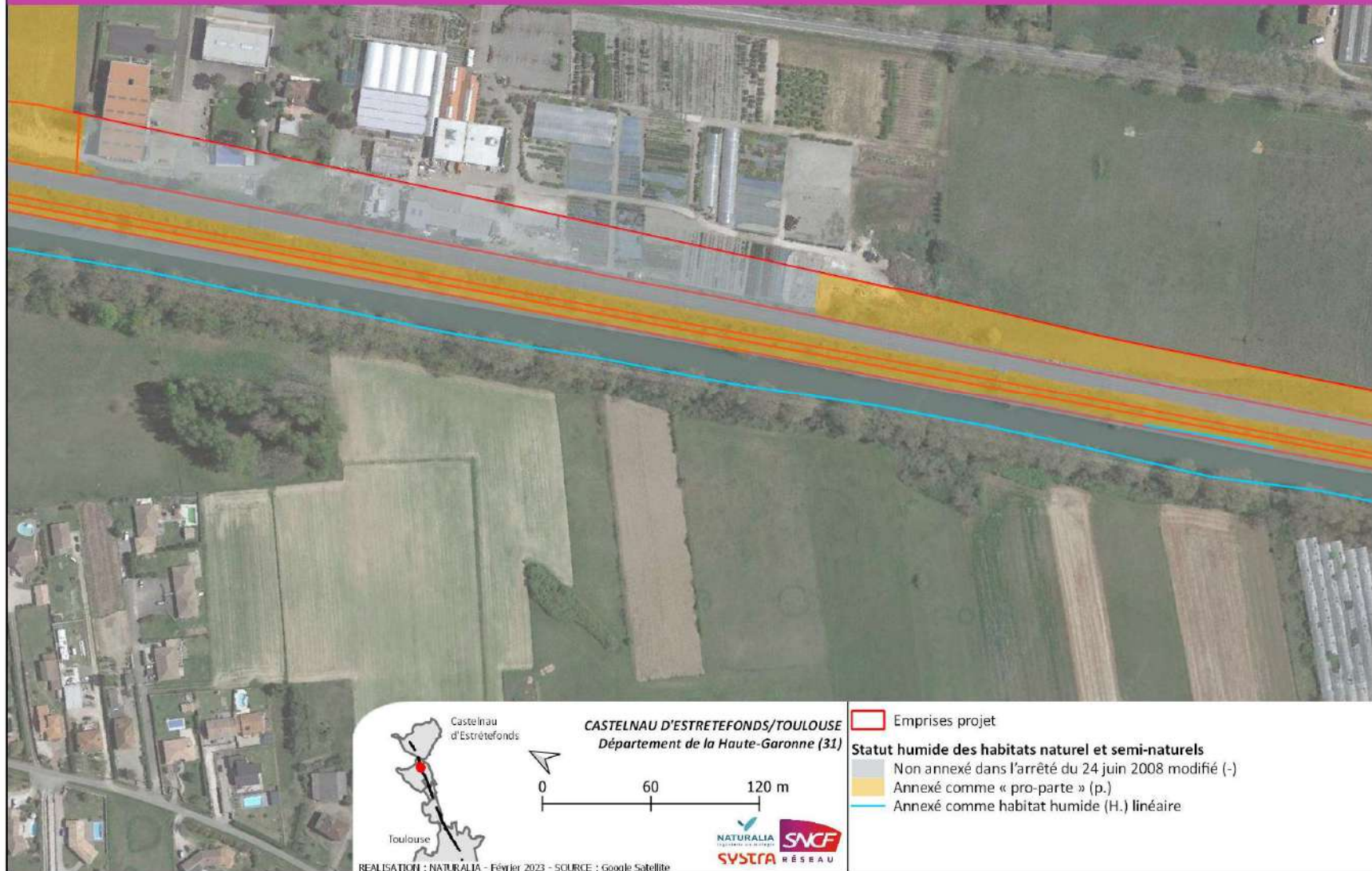
Emprises projet

Statut humide des habitats naturel et semi-naturels

- Non annexé dans l'arrêté du 24 juin 2008 modifié (-)
- Annexé comme « pro-parte » (p.)
- Annexé comme habitat humide (H.) linéaire

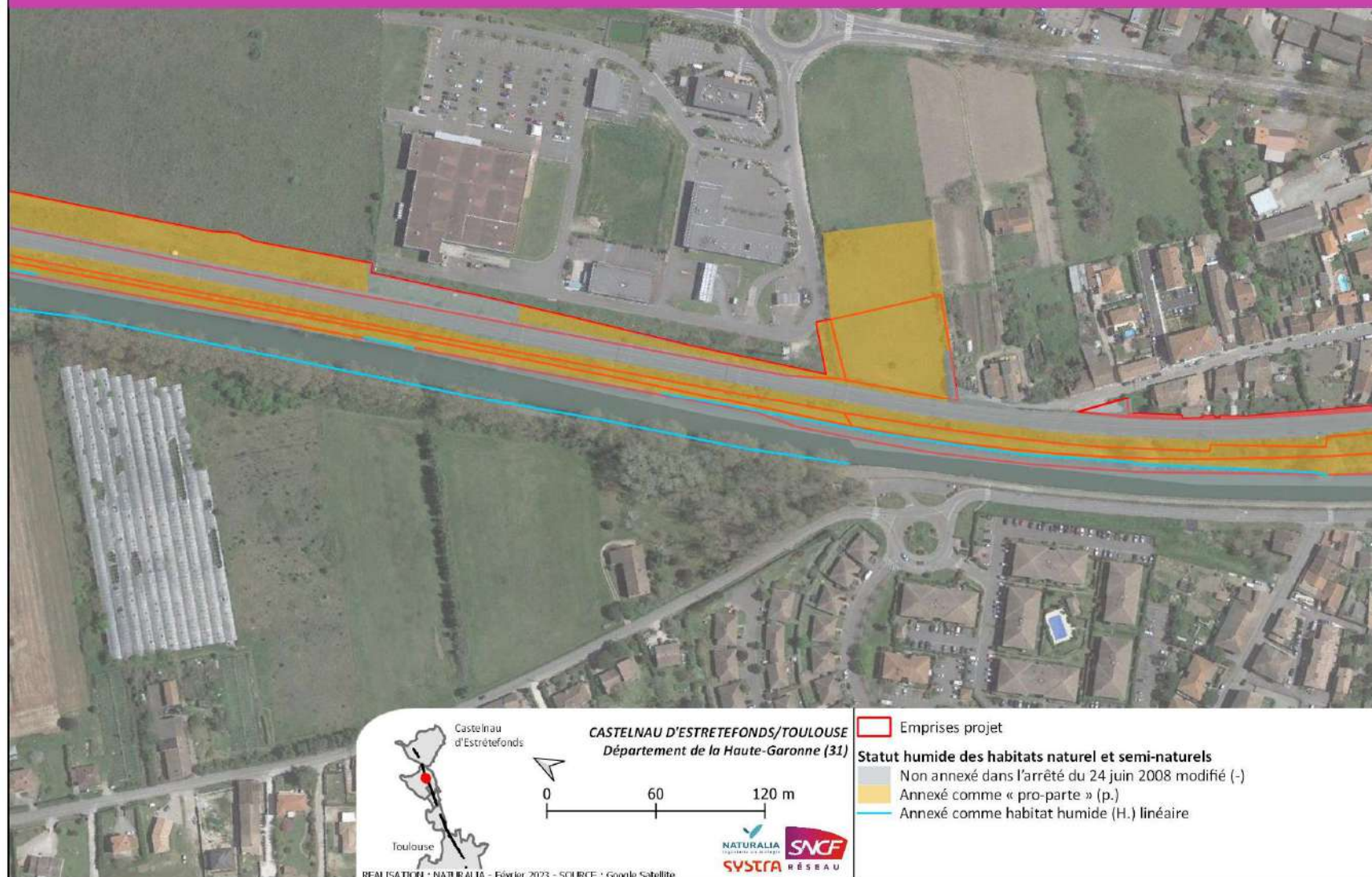
Cartographie du statut humide des habitats naturels et semi-naturels
Planche 6 / 27

AMÉNAGEMENTS FERROVIAIRES
AU NORD DE TOULOUSE



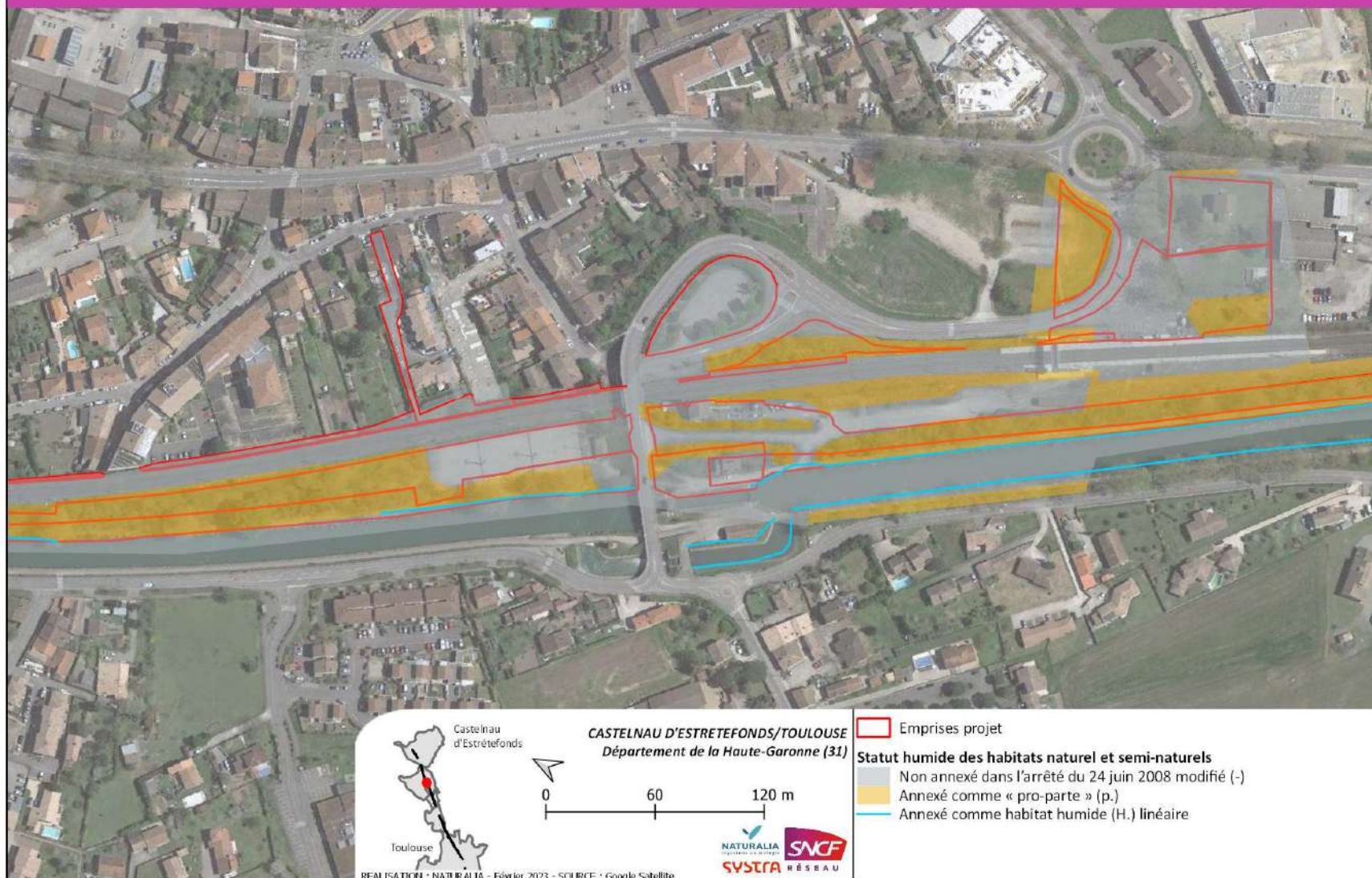
Cartographie du statut humide des habitats naturels et semi-naturels
Planche 7 / 27

AMÉNAGEMENTS FERROVIAIRES
AU NORD DE TOULOUSE



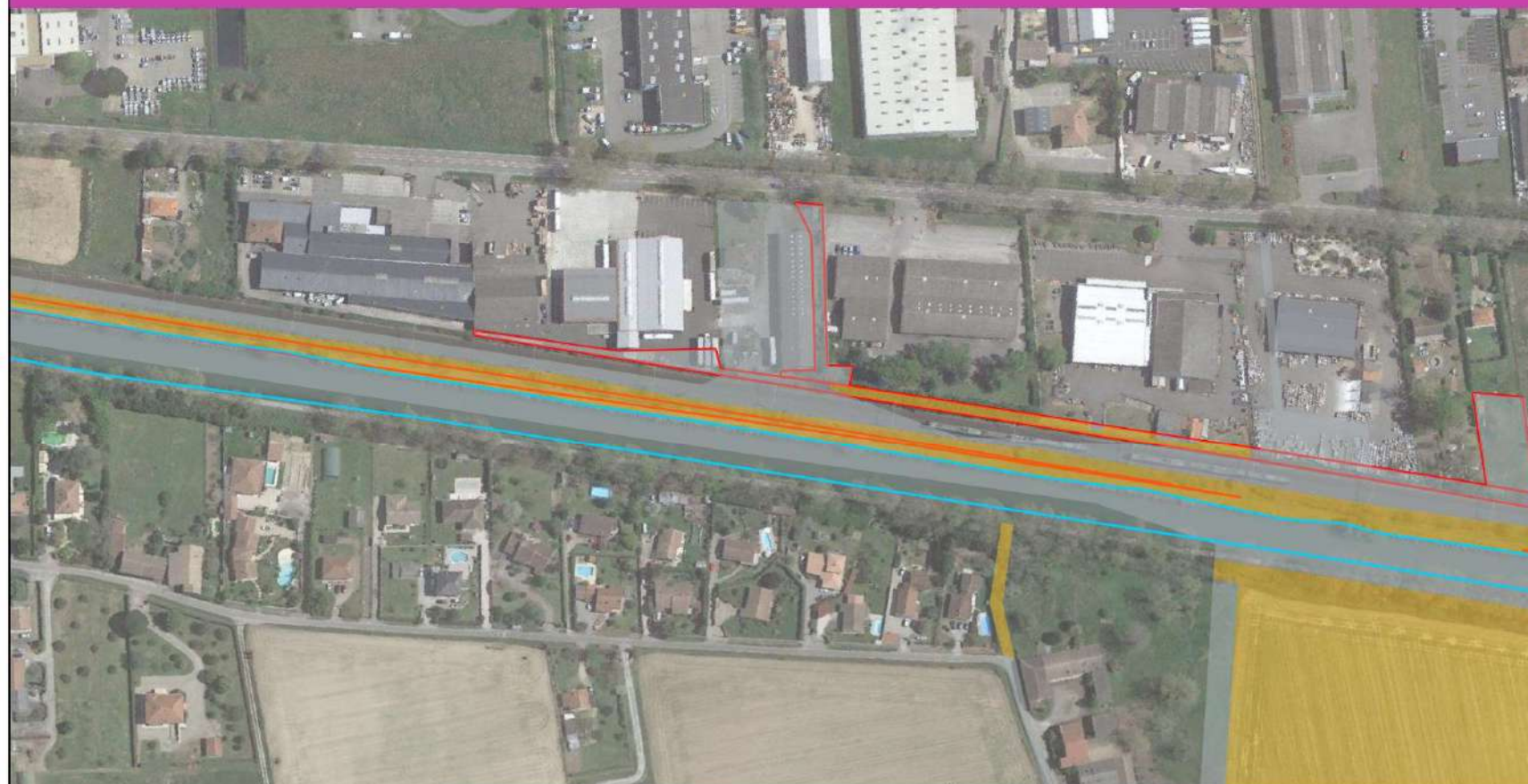
Cartographie du statut humide des habitats naturels et semi-naturels
Planche 8 / 27

AMÉNAGEMENTS FERROVIAIRES
AU NORD DE TOULOUSE

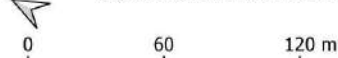


Cartographie du statut humide des habitats naturels et semi-naturels
Planche 9 / 27

AMÉNAGEMENTS FERROVIAIRES
AU NORD DE TOULOUSE



CASTELNAU D'ESTRETEFONDS/TOULOUSE
Département de la Haute-Garonne (31)



REALISATION : NATURALIA - Février 2023 - SOURCE : Google Satellite

Emprises projet

Statut humide des habitats naturel et semi-naturels

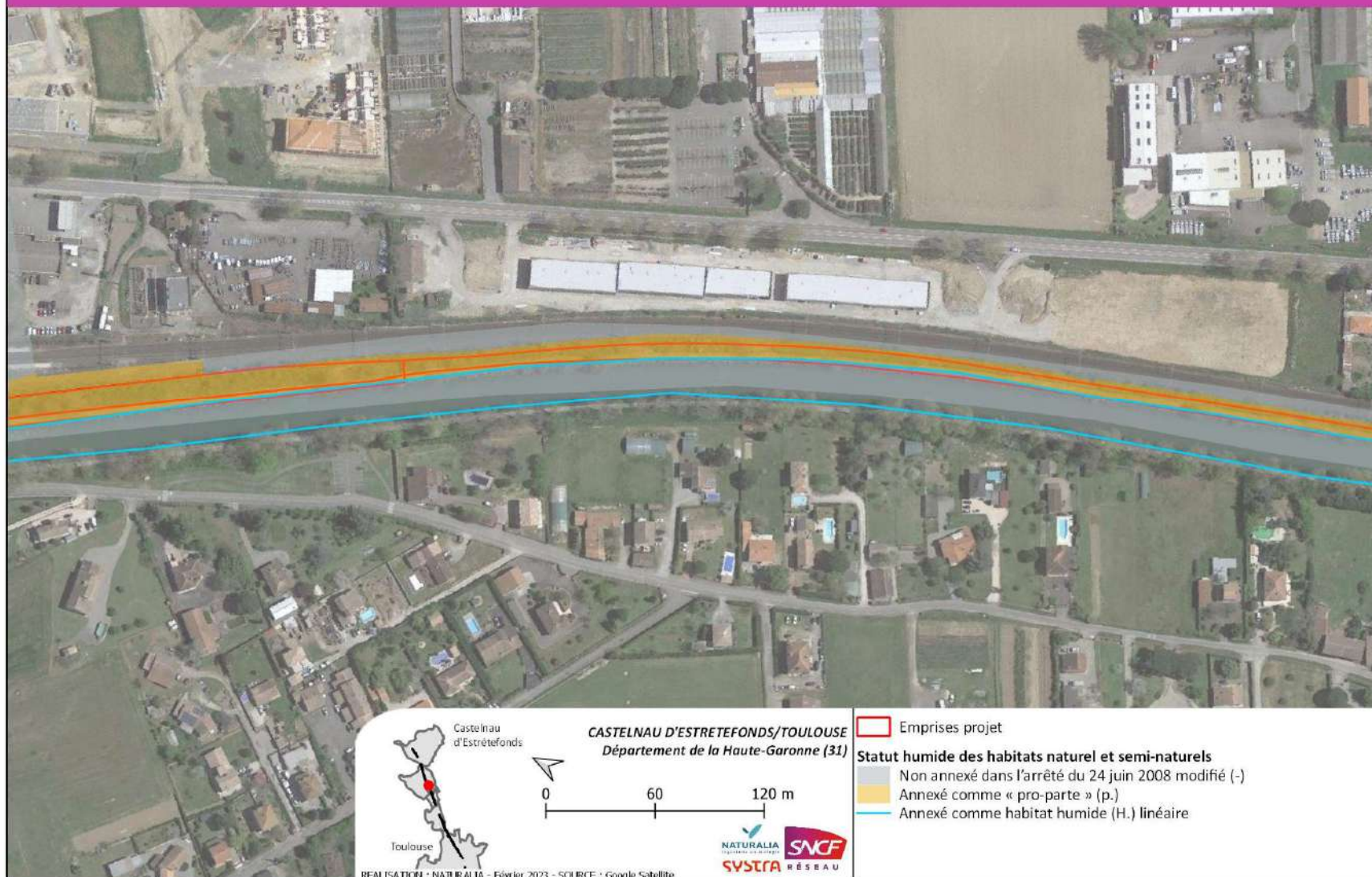
Non annexé dans l'arrêté du 24 juin 2008 modifié (-)

Annexé comme « pro-partie » (p.)

Annexé comme habitat humide (H.) linéaire

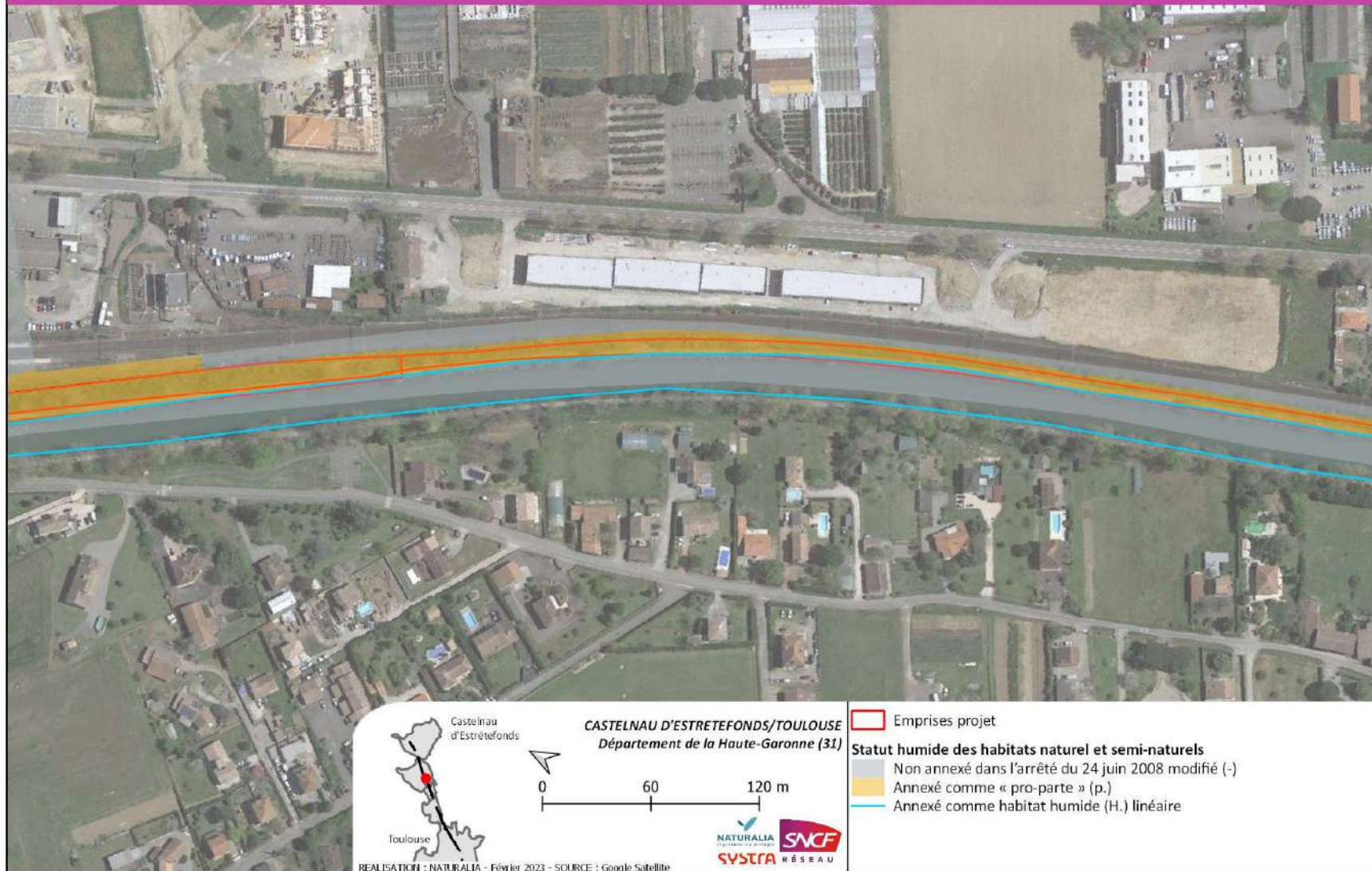
Cartographie du statut humide des habitats naturels et semi-naturels
Planche 10 / 27

AMÉNAGEMENTS FERROVIAIRES
AU NORD DE TOULOUSE



Cartographie du statut humide des habitats naturels et semi-naturels
Planche 10 / 27

AMÉNAGEMENTS FERROVIAIRES
AU NORD DE TOULOUSE

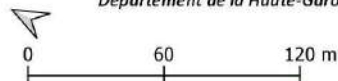


Cartographie du statut humide des habitats naturels et semi-naturels
Planche 11 / 27

AMÉNAGEMENTS FERROVIAIRES
AU NORD DE TOULOUSE



CASTELNAU D'ESTRETEFONDS/TOULOUSE
Département de la Haute-Garonne (31)



REALISATION : NATURALIA - Février 2023 - SOURCE : Google Satellite

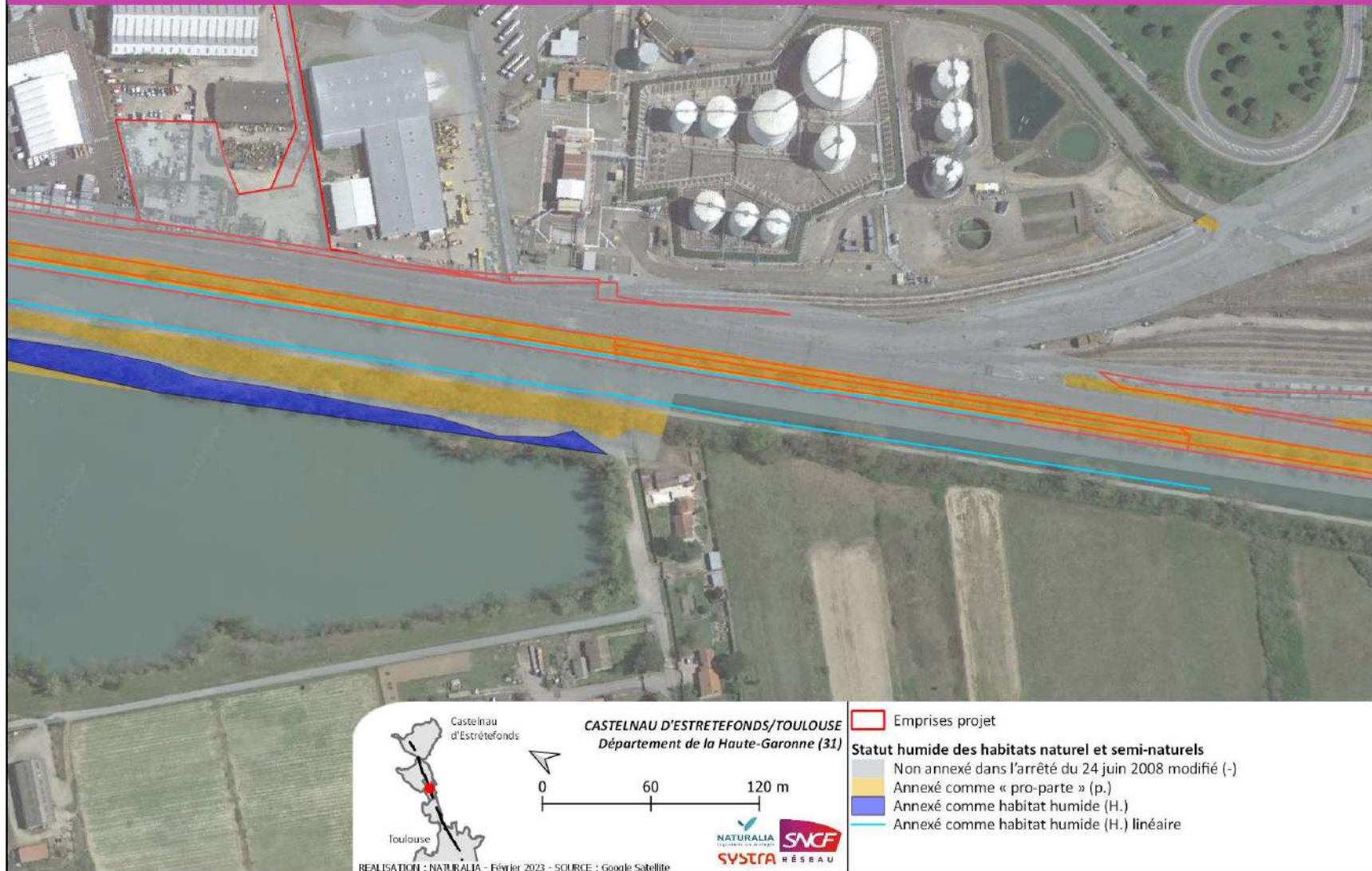
Emprises projet

Statut humide des habitats naturel et semi-naturels

- Non annexé dans l'arrêté du 24 juin 2008 modifié (-)
- Annexé comme « pro-parte » (p.)
- Annexé comme habitat humide (H.)
- Annexé comme habitat humide (H.) linéaire

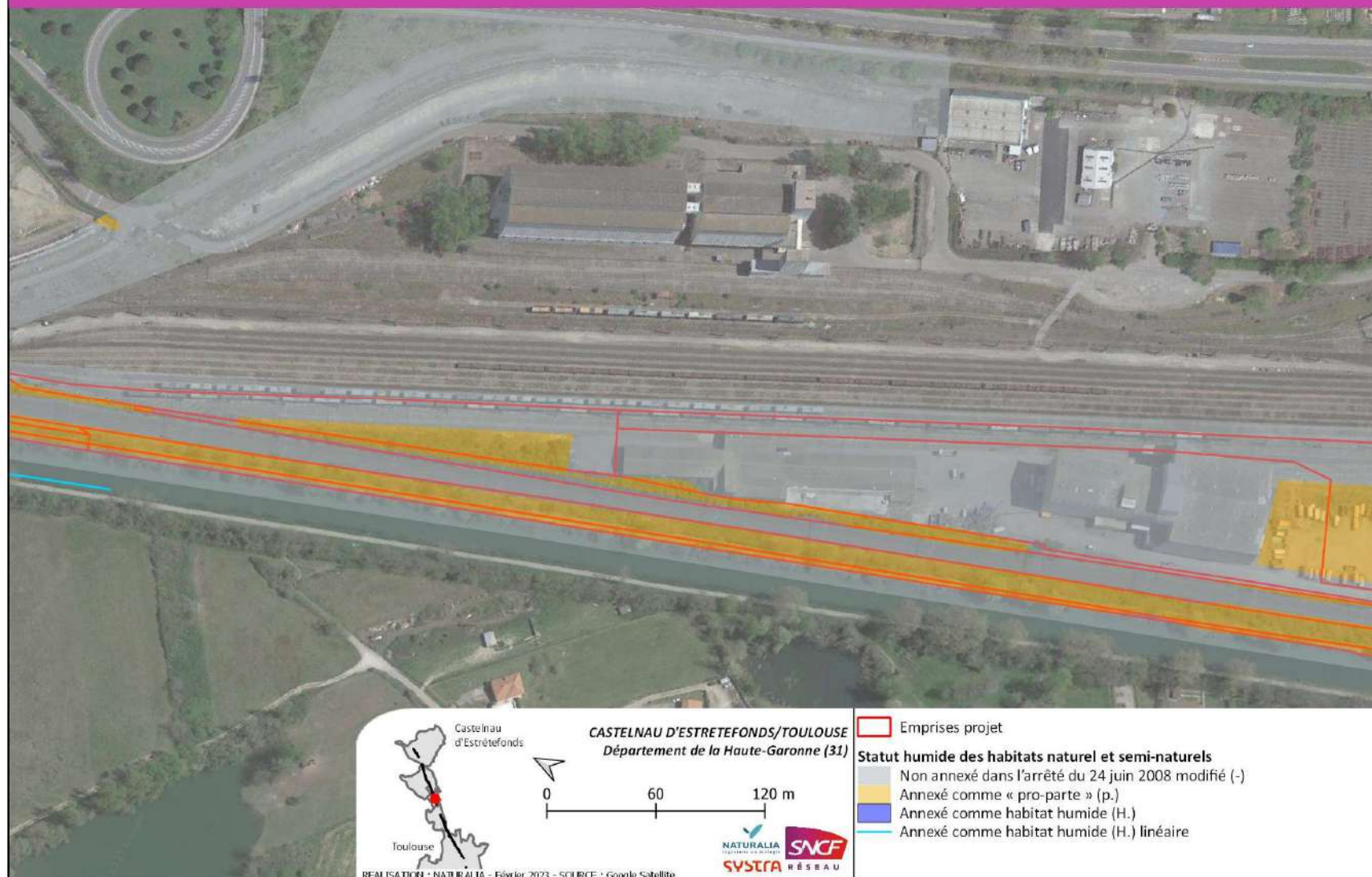
Cartographie du statut humide des habitats naturels et semi-naturels
Planche 12 / 27

AMÉNAGEMENTS FERROVIAIRES
AU NORD DE TOULOUSE



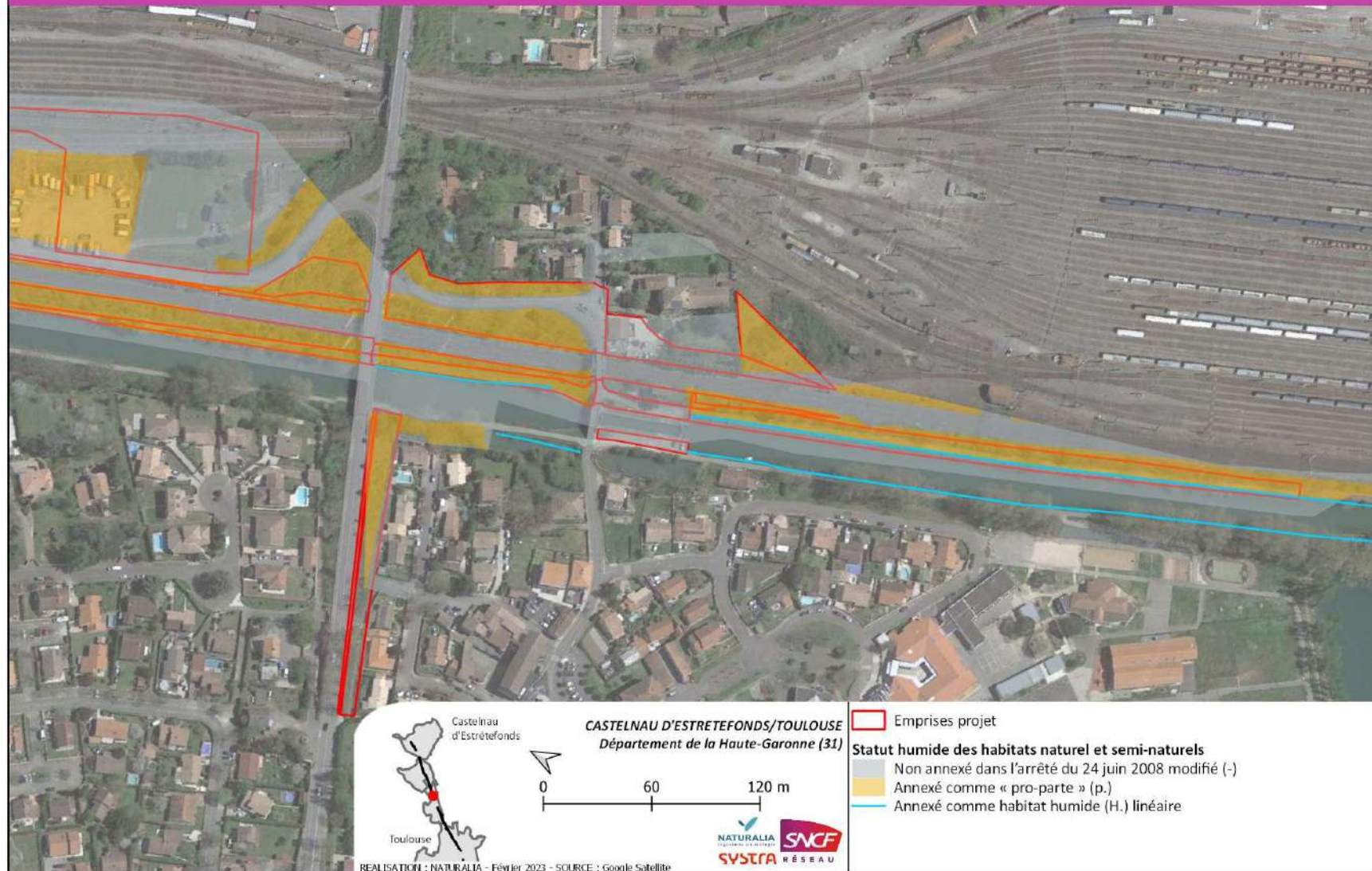
Cartographie du statut humide des habitats naturels et semi-naturels
Planche 13 / 27

AMÉNAGEMENTS FERROVIAIRES
AU NORD DE TOULOUSE



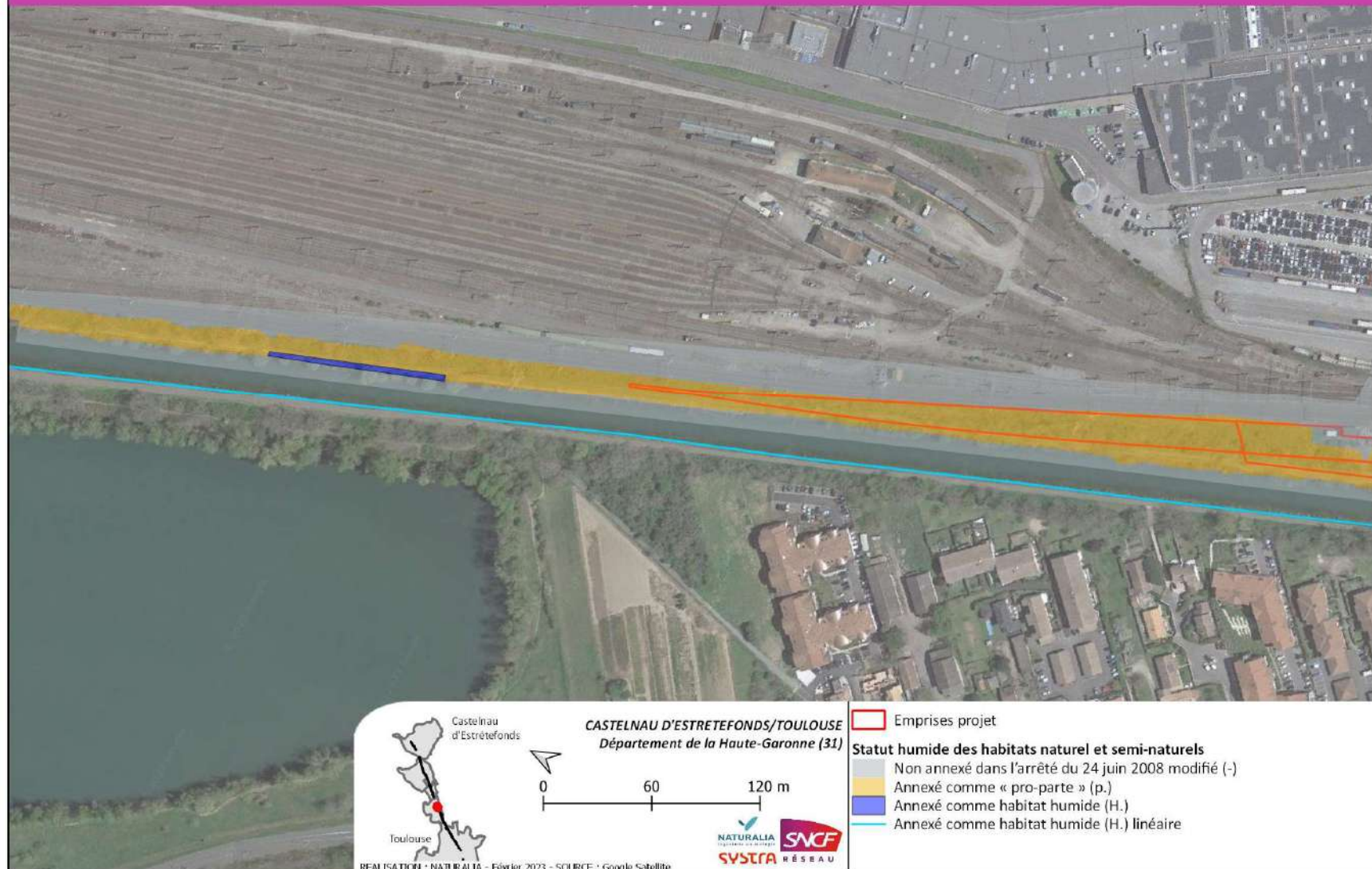
Cartographie du statut humide des habitats naturels et semi-naturels
Planche 14 / 27

AMÉNAGEMENTS FERROVIAIRES
AU NORD DE TOULOUSE



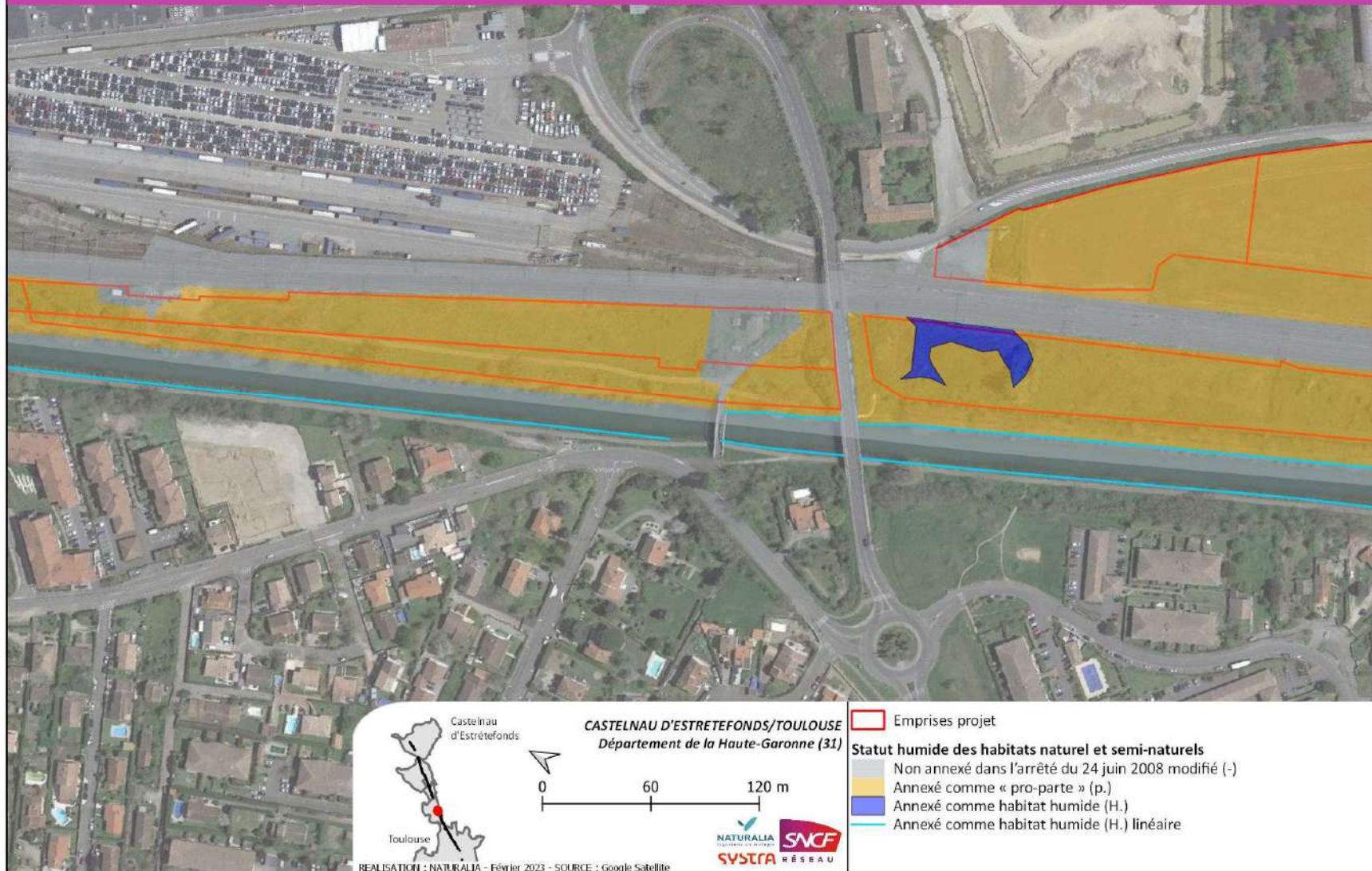
Cartographie du statut humide des habitats naturels et semi-naturels
Planche 15 / 27

AMÉNAGEMENTS FERROVIAIRES
AU NORD DE TOULOUSE



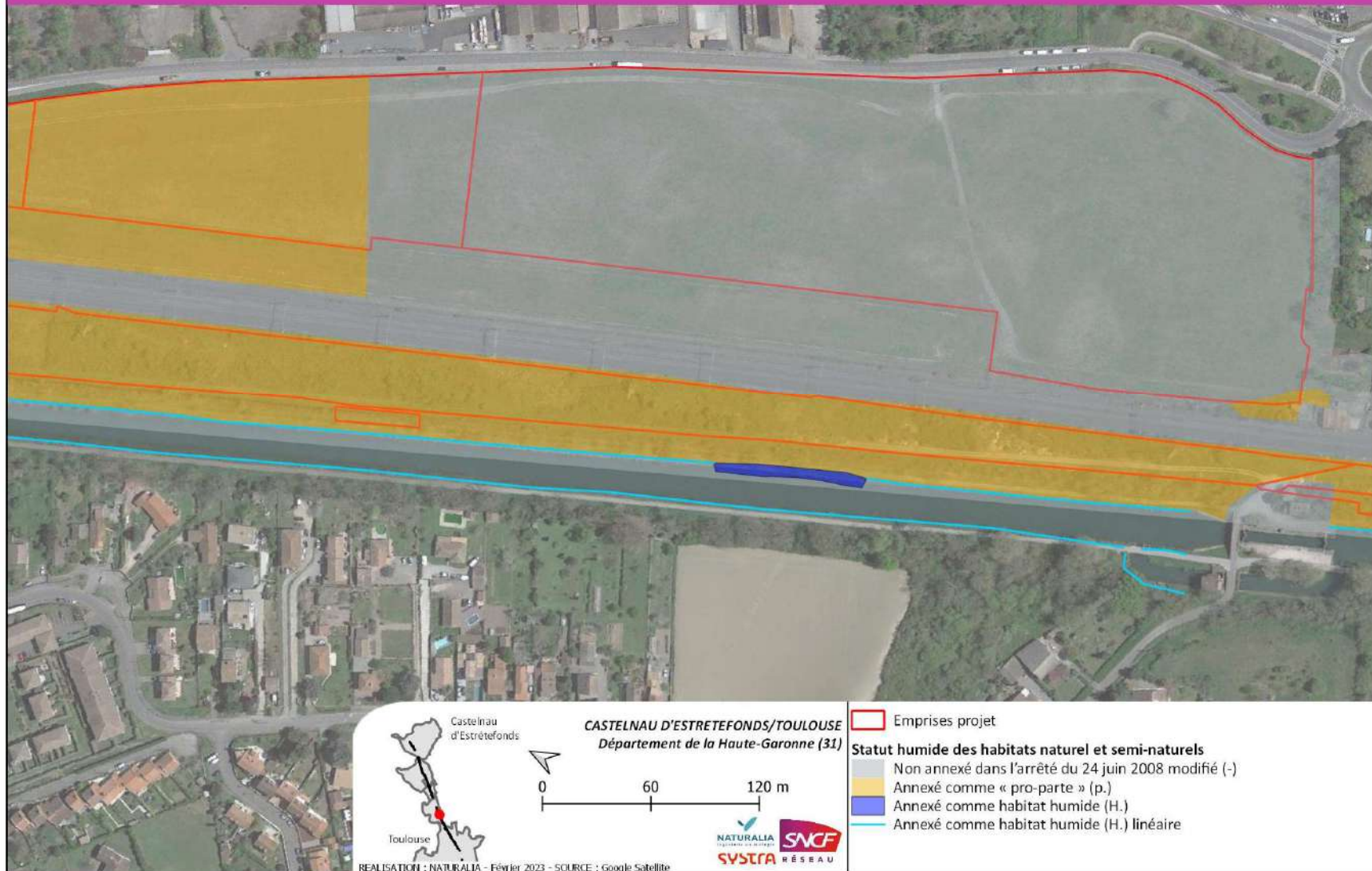
Cartographie du statut humide des habitats naturels et semi-naturels
Planche 16 / 27

AMÉNAGEMENTS FERROVIAIRES
AU NORD DE TOULOUSE



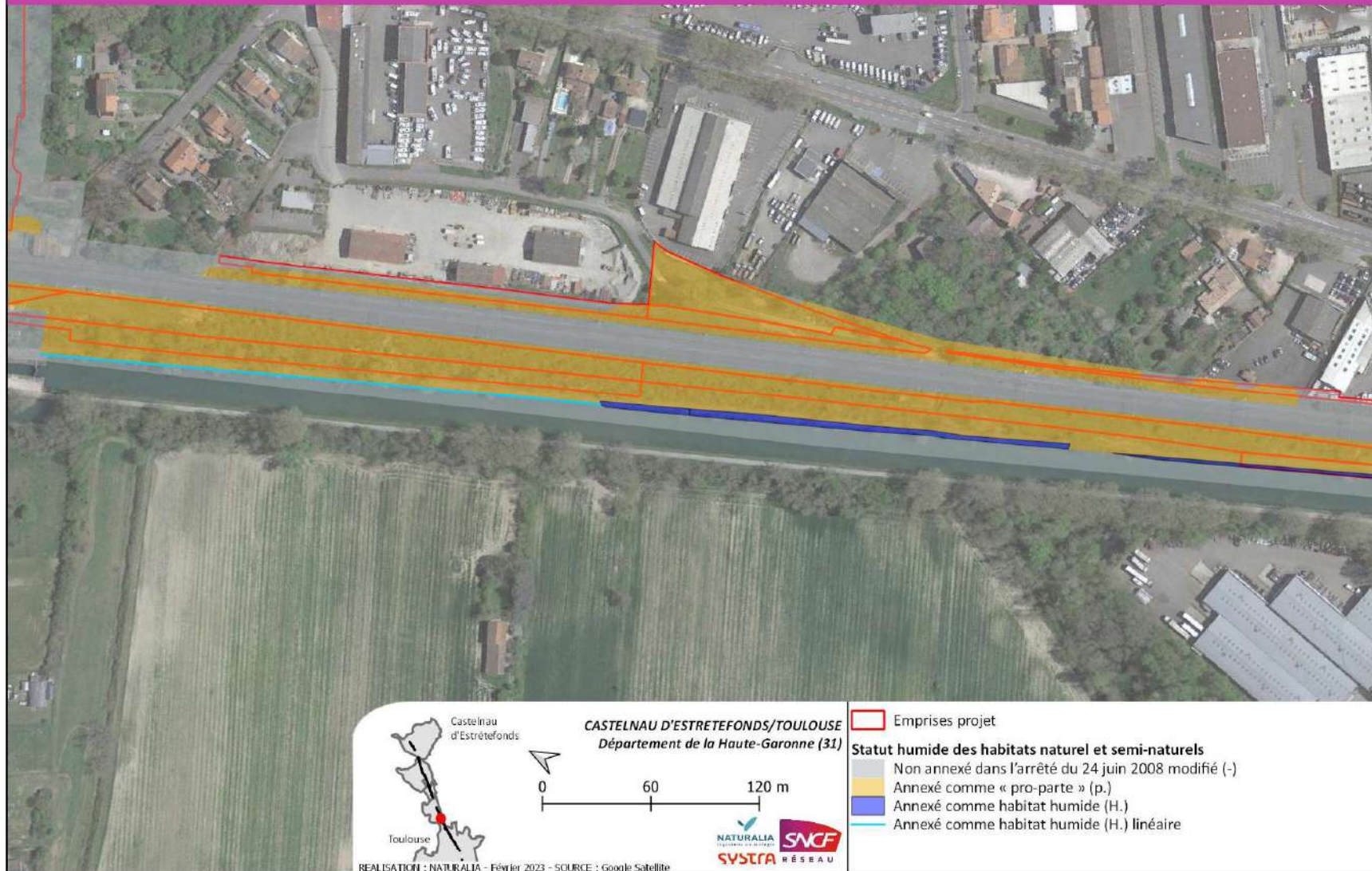
Cartographie du statut humide des habitats naturels et semi-naturels
Planche 17 / 27

AMÉNAGEMENTS FERROVIAIRES
AU NORD DE TOULOUSE



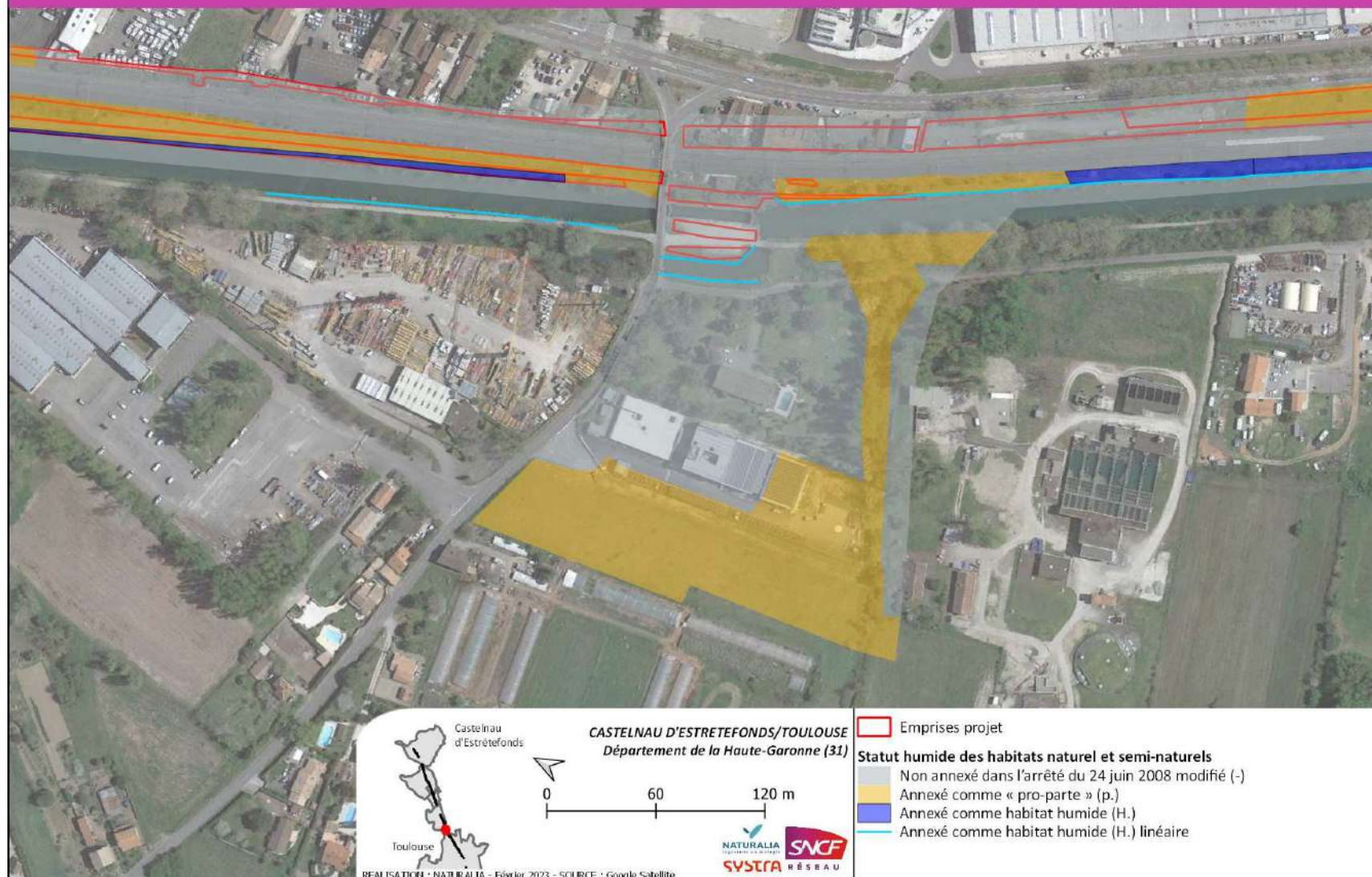
Cartographie du statut humide des habitats naturels et semi-naturels
Planche 18 / 27

AMÉNAGEMENTS FERROVIAIRES
AU NORD DE TOULOUSE



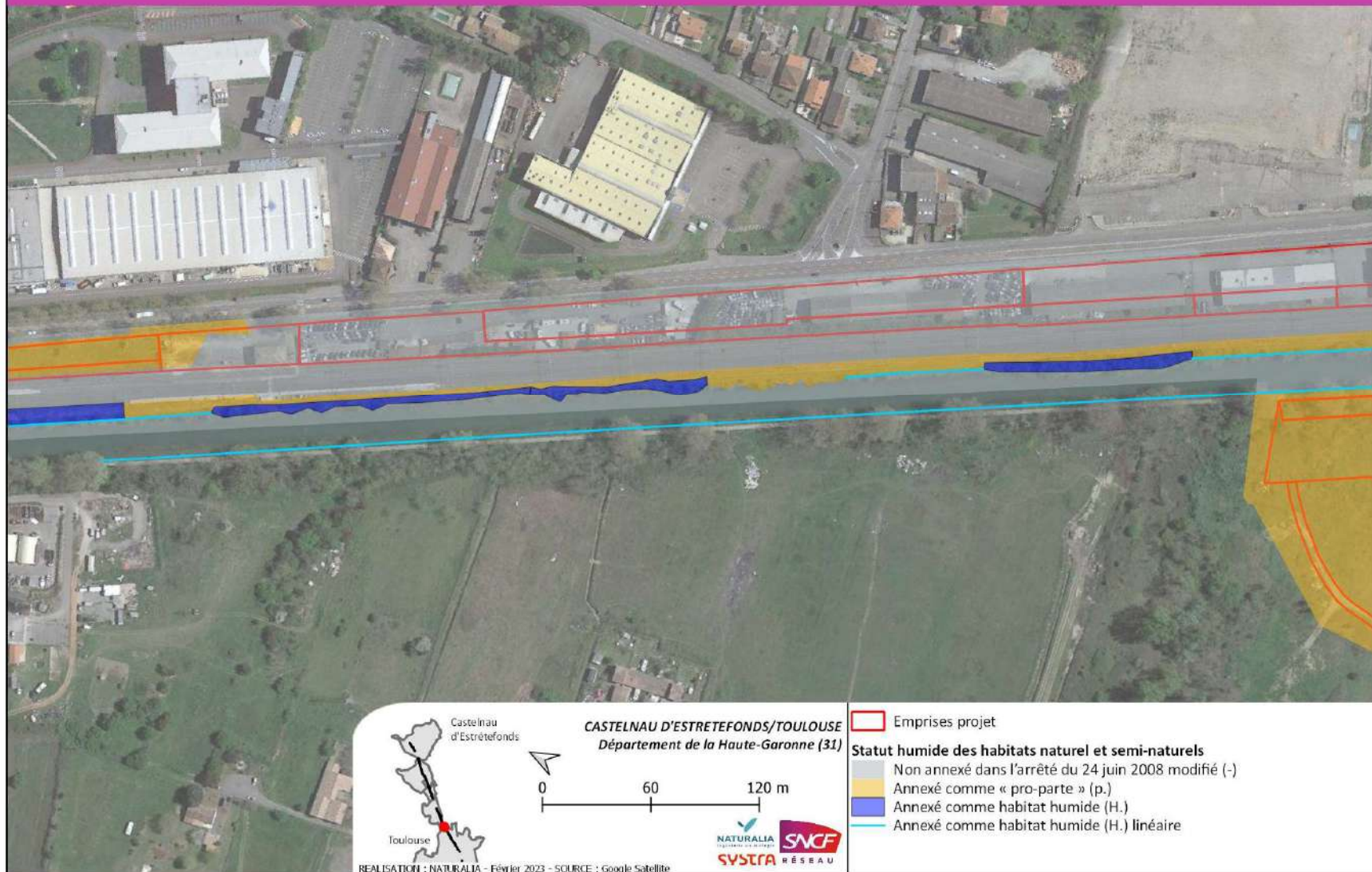
Cartographie du statut humide des habitats naturels et semi-naturels
Planche 19 / 27

AMÉNAGEMENTS FERROVIAIRES
AU NORD DE TOULOUSE



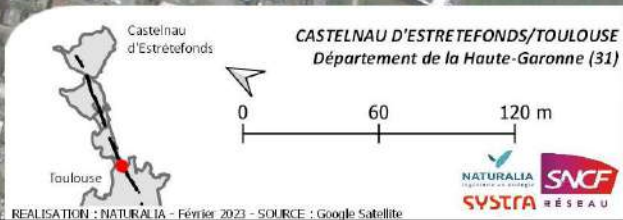
Cartographie du statut humide des habitats naturels et semi-naturels
Planche 20 / 27

AMÉNAGEMENTS FERROVIAIRES
AU NORD DE TOULOUSE



Cartographie du statut humide des habitats naturels et semi-naturels
Planche 21 / 27

AMÉNAGEMENTS FERROVIAIRES
AU NORD DE TOULOUSE



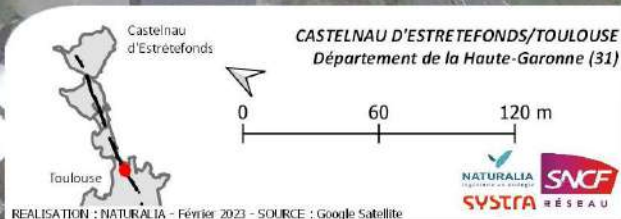
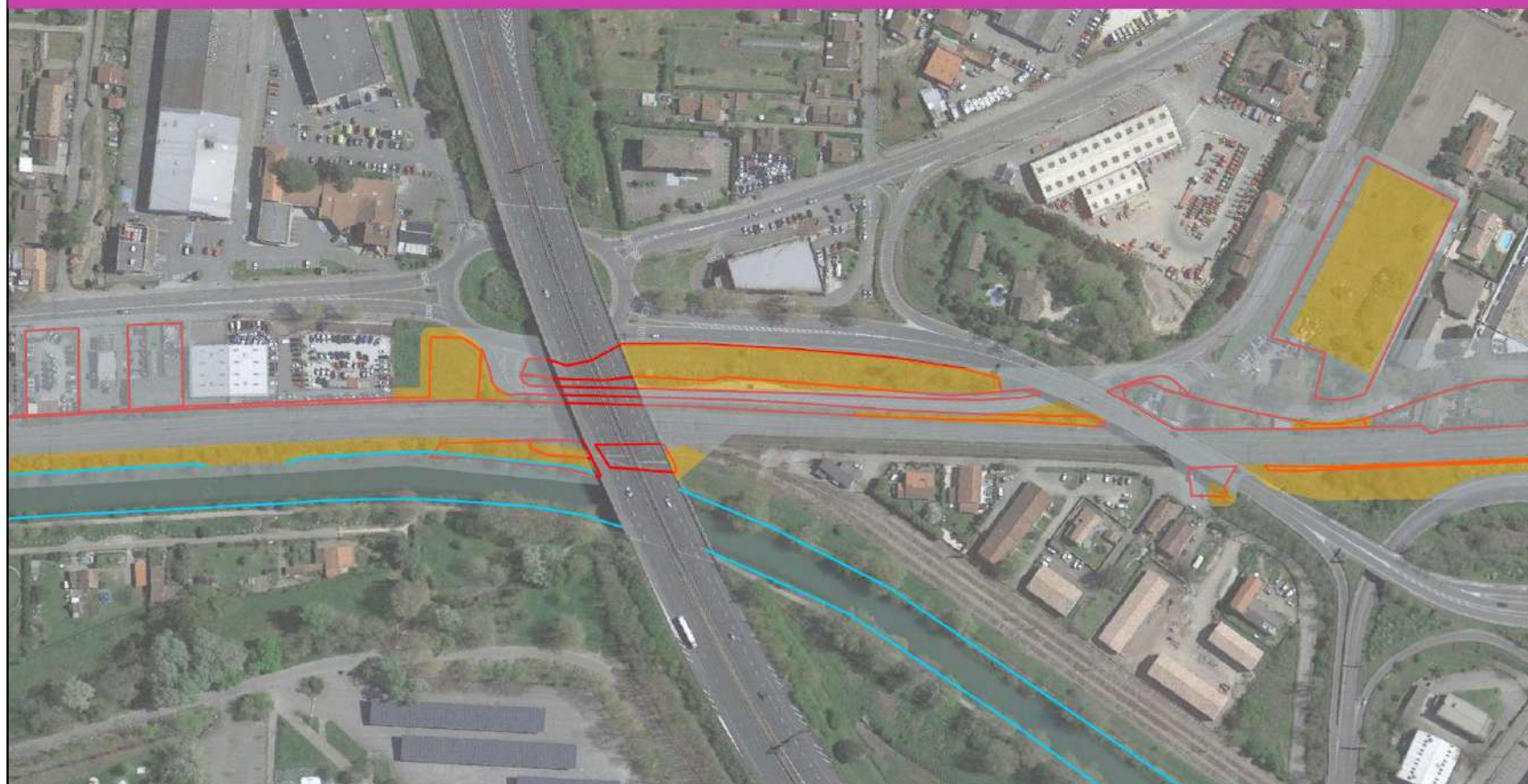
Emprises projet

Statut humide des habitats naturel et semi-naturels

- Non annexé dans l'arrêté du 24 juin 2008 modifié (-)
- Annexé comme « pro-parte » (p.)
- Annexé comme habitat humide (H.)
- Annexé comme habitat humide (H.) linéaire

Cartographie du statut humide des habitats naturels et semi-naturels Planche 22 / 27

AMÉNAGEMENTS FERROVIAIRES
AU NORD DE TOULOUSE



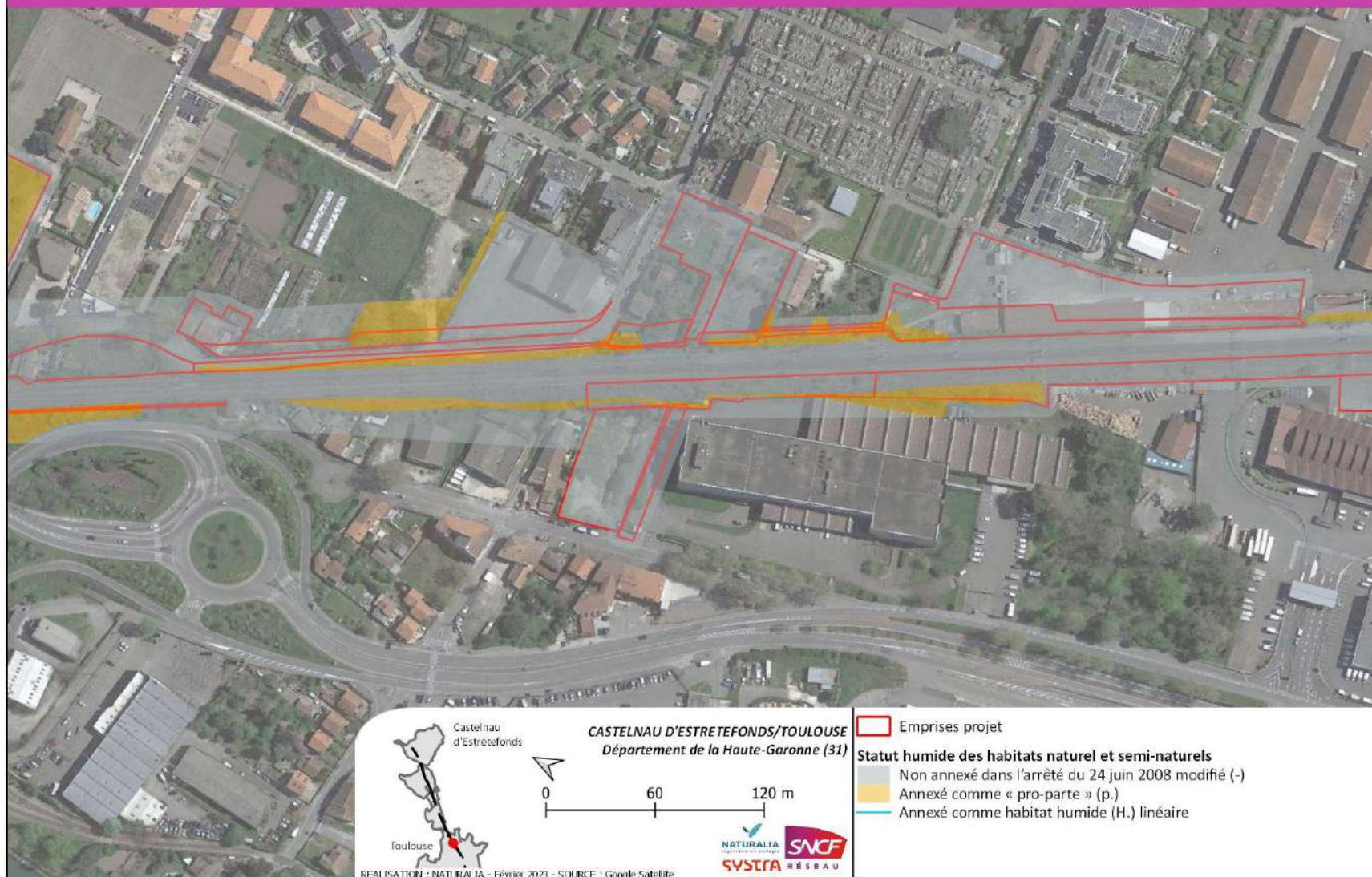
Emprises projet

Statut humide des habitats naturel et semi-naturels

- Non annexé dans l'arrêté du 24 juin 2008 modifié (-)
- Annexé comme « pro-parte » (p.)
- Annexé comme habitat humide (H.) linéaire

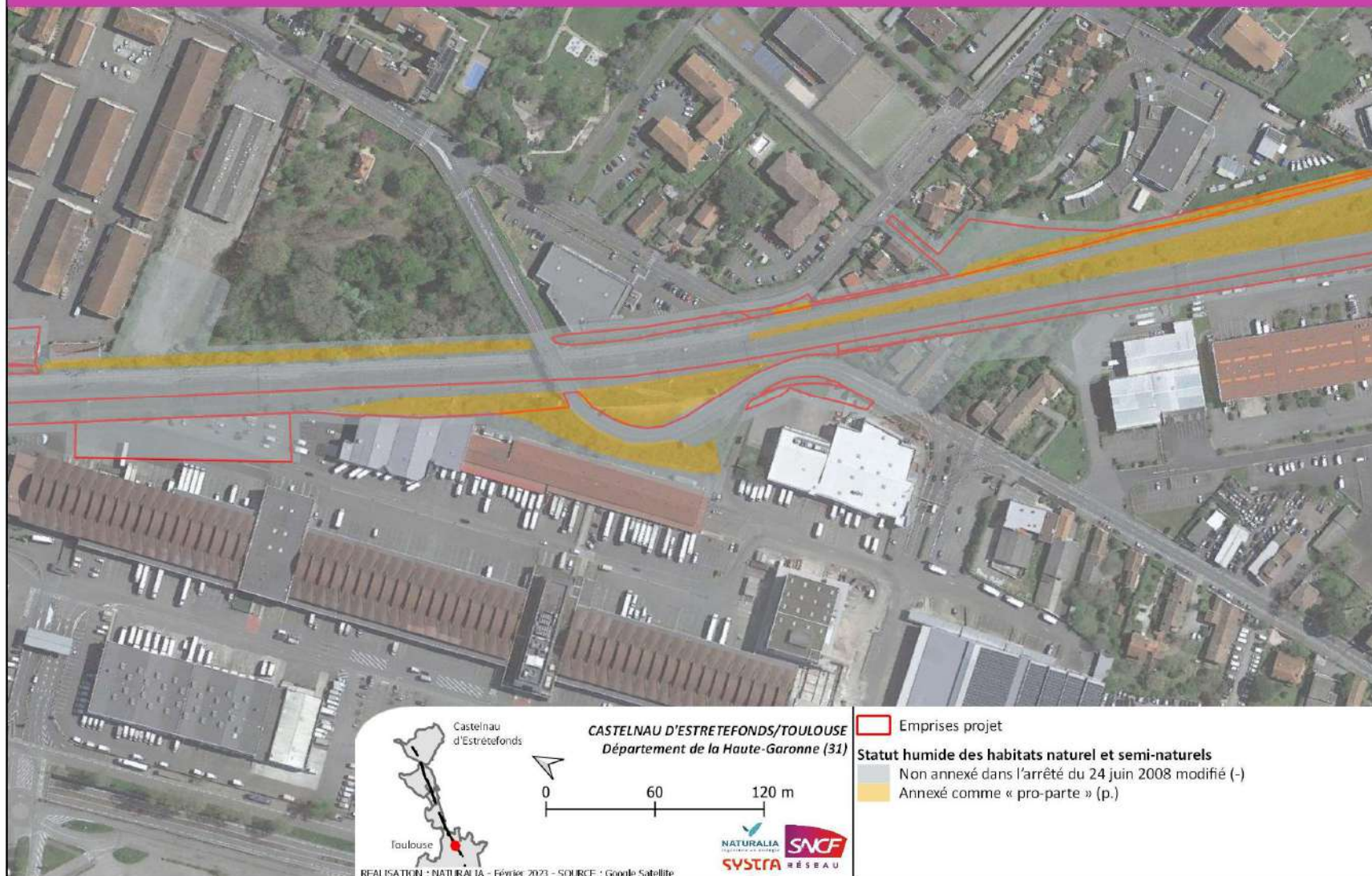
Cartographie du statut humide des habitats naturels et semi-naturels
Planche 23 / 27

AMÉNAGEMENTS FERROVIAIRES
AU NORD DE TOULOUSE



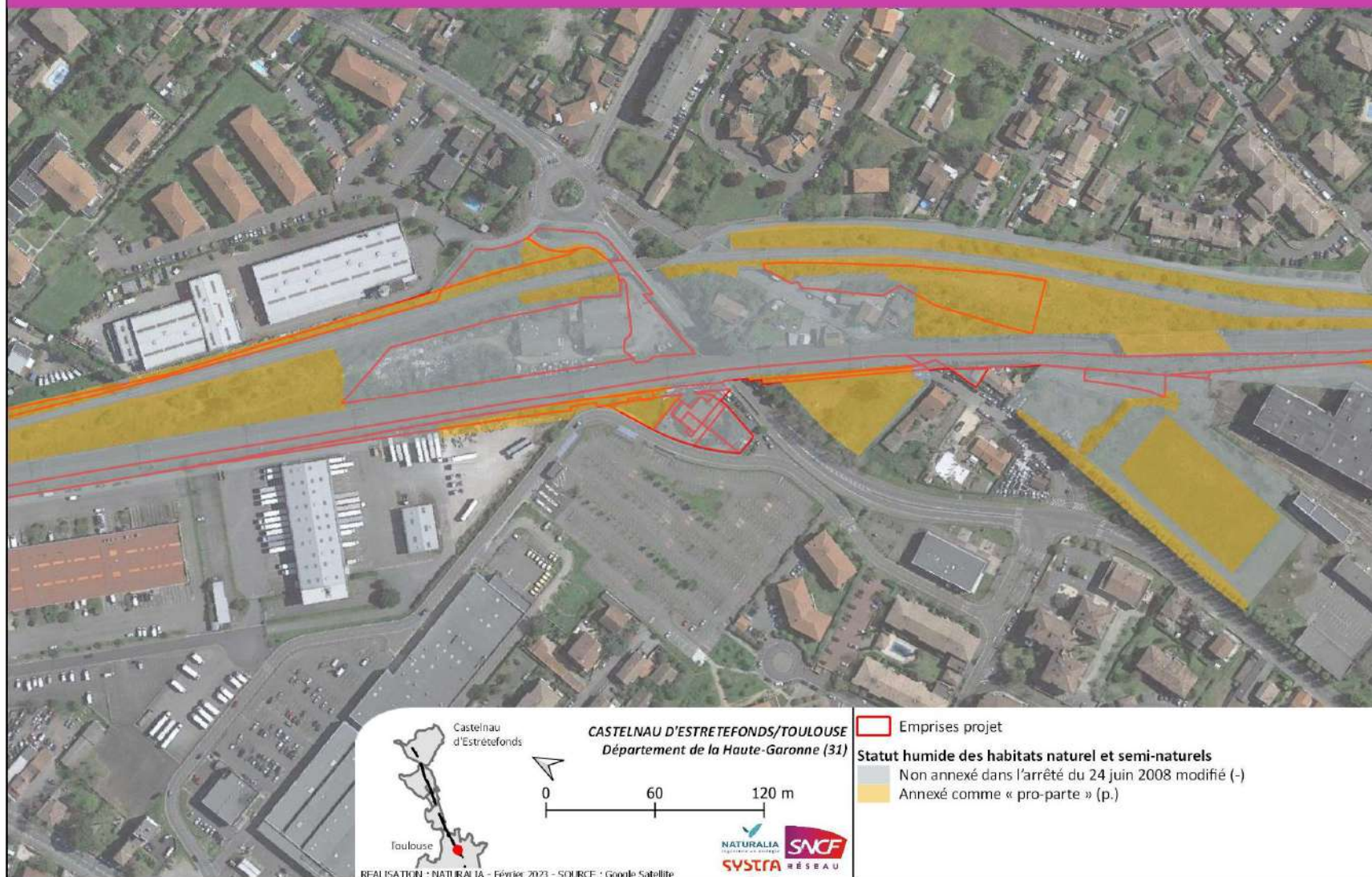
Cartographie du statut humide des habitats naturels et semi-naturels
Planche 24 / 27

AMÉNAGEMENTS FERROVIAIRES
AU NORD DE TOULOUSE



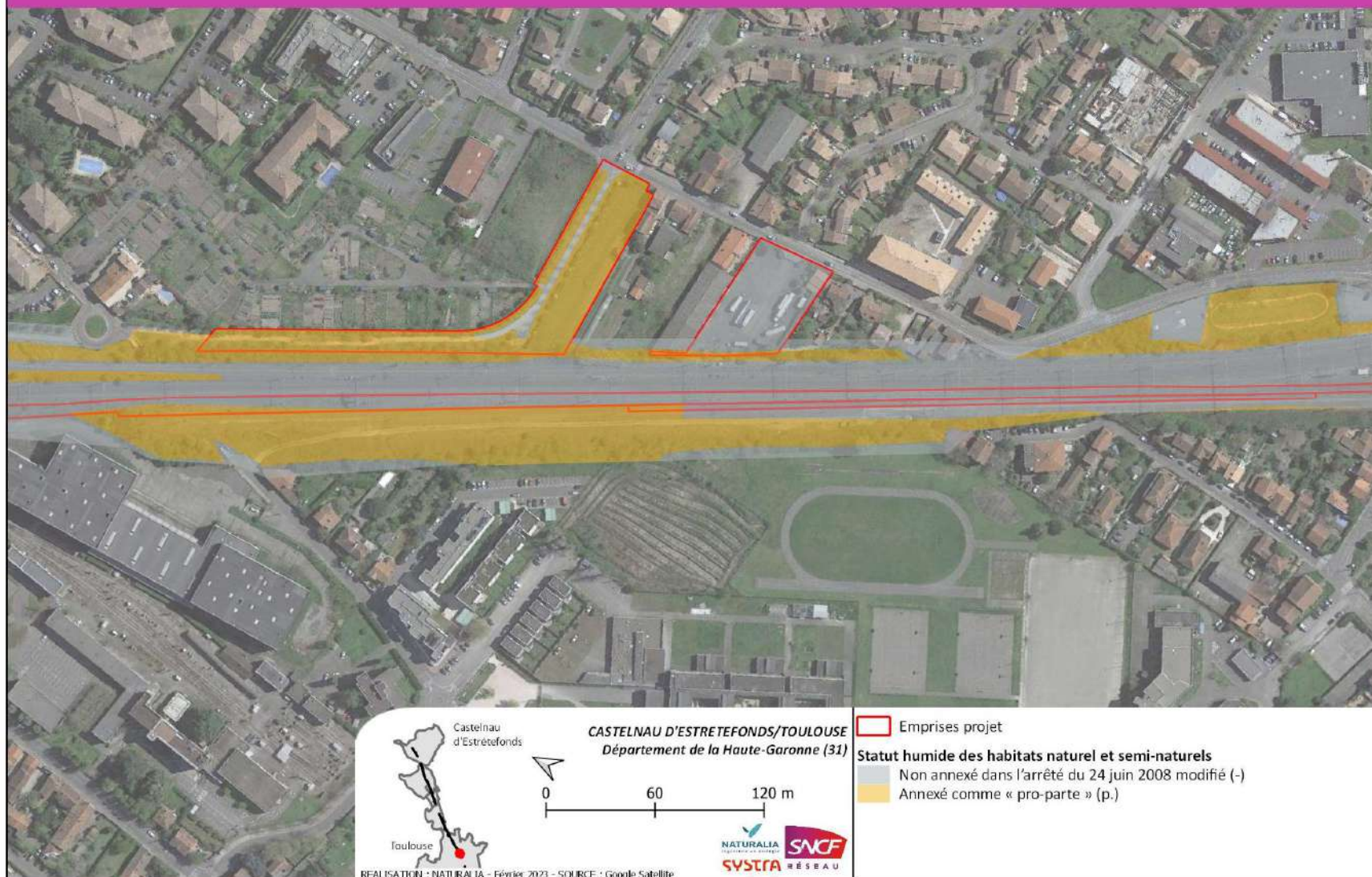
Cartographie du statut humide des habitats naturels et semi-naturels
Planche 25 / 27

AMÉNAGEMENTS FERROVIAIRES
AU NORD DE TOULOUSE



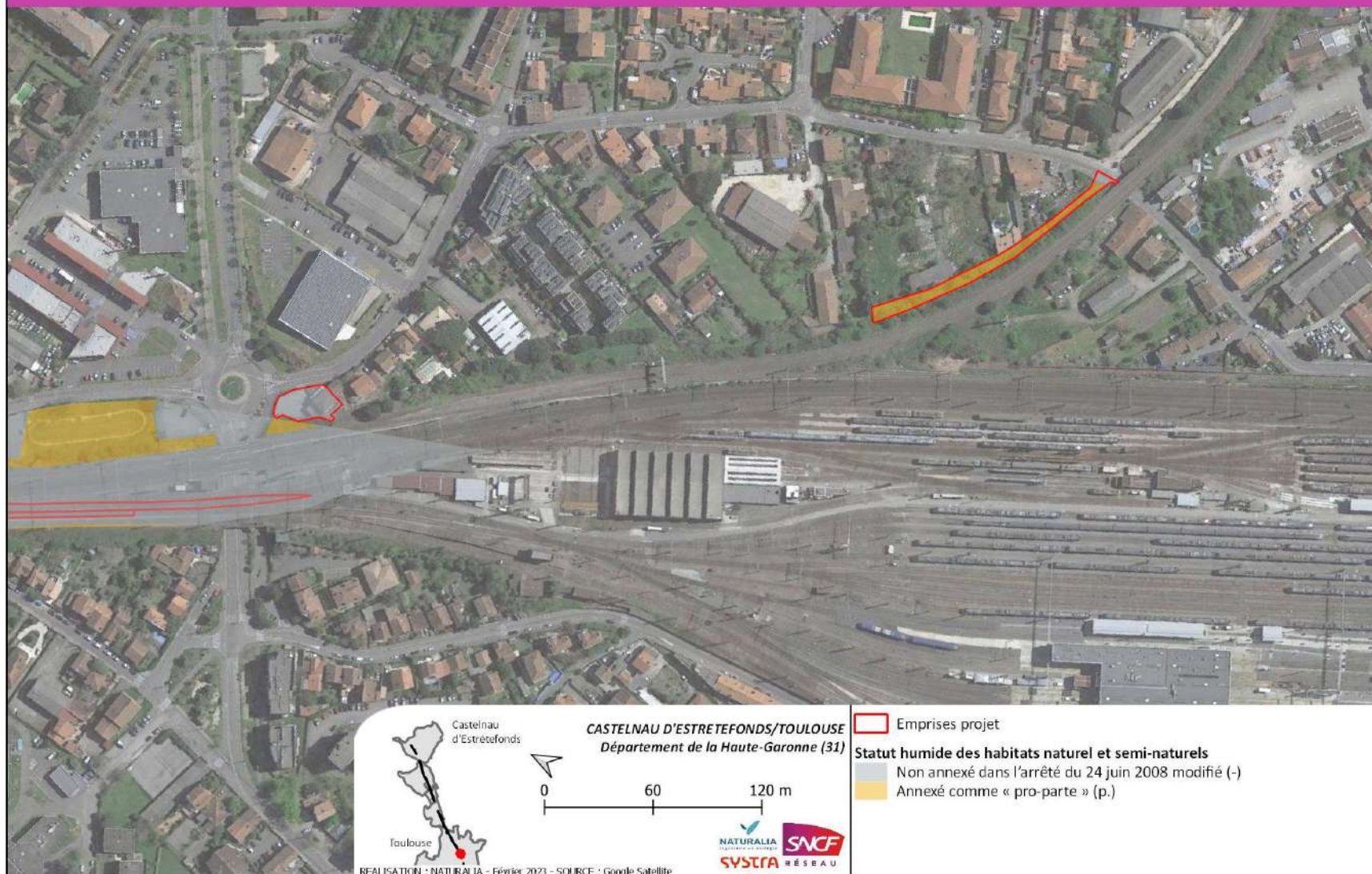
Cartographie du statut humide des habitats naturels et semi-naturels
Planche 26 / 27

AMÉNAGEMENTS FERROVIAIRES
AU NORD DE TOULOUSE



Cartographie du statut humide des habitats naturels et semi-naturels
Planche 27 / 27

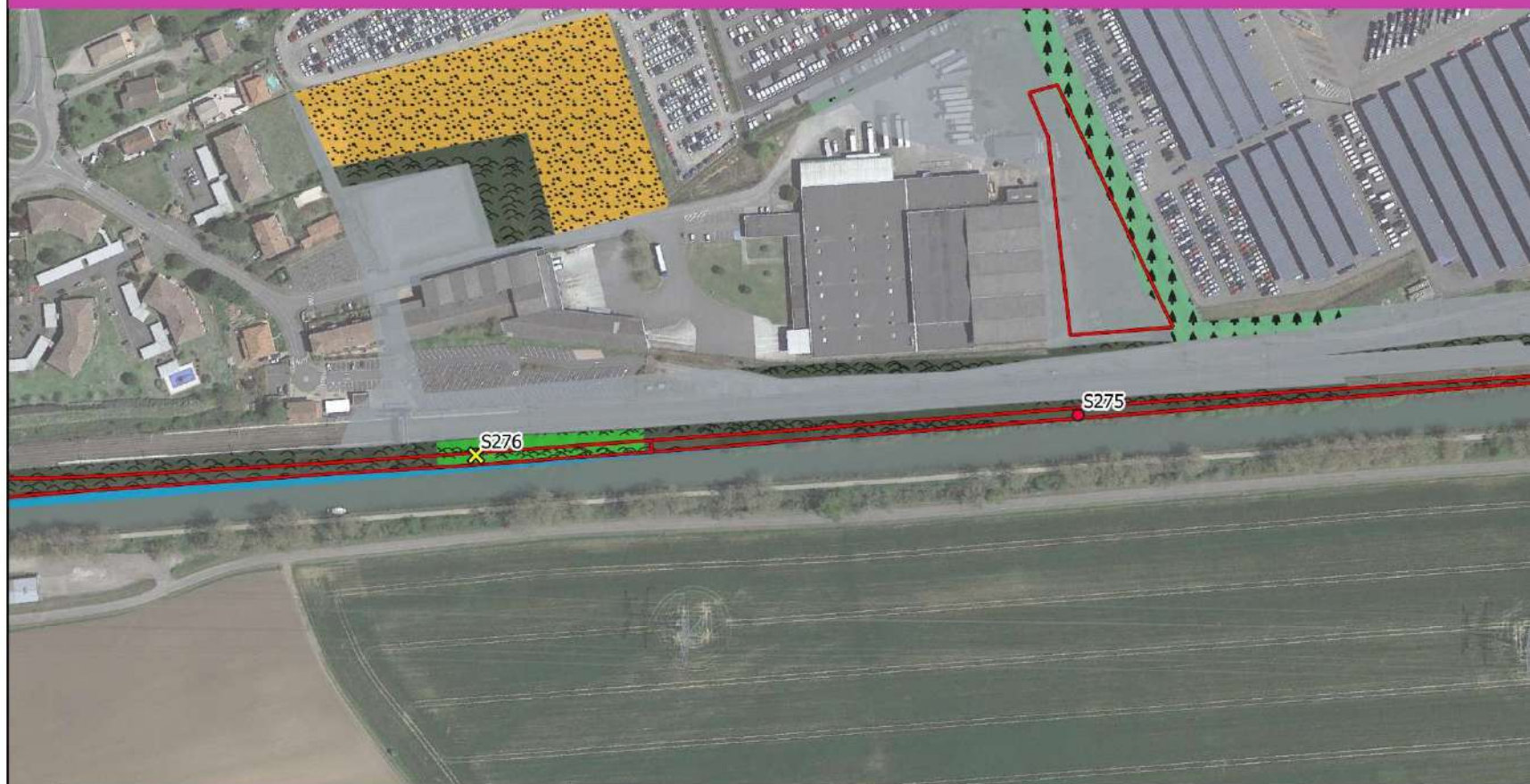
AMÉNAGEMENTS FERROVIAIRES
AU NORD DE TOULOUSE



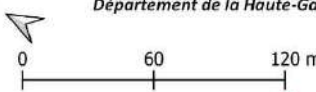
ANNEXE 9 – CARTOGRAPHIE DES SONDAGES PEDOLOGIQUES ET DES HABITATS NATURELS ET SEMI-NATURELS (NATURALIA)

Cartographie des sondages pédologiques et des habitats naturels et semi-naturels Planche 1 / 25

AMÉNAGEMENTS FERROVIAIRES
AU NORD DE TOULOUSE



CASTELNAU D'ESTRETEFONDS/TOULOUSE
Département de la Haute-Garonne (31)



- Emprises projet**
- Non humide
 - ✕ Refus
- Sondages pédologiques**

- Habitats naturels et semi-naturels**
- E5.12 - Zones rudérales
 - E5.12xF3.1 - Zones rudérales et Fourres

- E5.43 - Ourlet méso-hygrophile eutrophile
- F3.1 - Fourres
- G5 - Haies et Alignements d'arbres
- I1 - Cultures

- J1xJ4 - Zones anthropiques
- J5.41 - Canaux navigables

Cartographie des sondages pédologiques et des habitats naturels et semi-naturels Planche 2 / 25

AMÉNAGEMENTS FERROVIAIRES
AU NORD DE TOULOUSE



CASTELNAU D'ESTRETEFONDS/TOULOUSE
Département de la Haute-Garonne (31)

0 60 120 m



REALISATION : NATURALIA - Mai 2023 - SOURCE : Google Satellite

Emprises projet

Sondages pédologiques

- Non humide
- ✕ Refus
- Sols artificialisés
- ✕ Zone inaccessible

Habitats naturels et semi-naturels

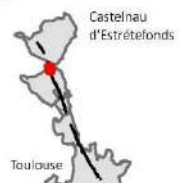
- C2.3 - Lit mineur
- E2.2 - Prairies
- E2.2 - Prairies mésophiles
- E2.2xES.1 - Prairies de fauche rudérales
- E5.12 - Zones rudérales

- F3.1 - Fourres
- G1.111 - Forêts galeries de Saules blancs
- G1.111xG1.21xG5.1 - Formations boisées humides linéaires
- G1.7C6xG1.A6xG1.71 - Boisements à frênes, ormes et chênes
- G1.C3 - Formations de robinier
- G1.C3xF3.11 - Formations de robinier et Fourres

- G3.F - Plantations
- G5 - Haies et Alignements d'arbres
- G5.1 - Alignements d'arbres
- I2 - Boisements Parcs Taillis
- J1xJ4 - Zones anthropiques
- J5.41 - Canaux navigables

Cartographie des sondages pédologiques et des habitats naturels et semi-naturels Planche 3 / 25

AMÉNAGEMENTS FERROVIAIRES
AU NORD DE TOULOUSE



CASTELNAU D'ESTRETEFONDS/TOULOUSE
Département de la Haute-Garonne (31)

0 60 120 m

NATURALIA
SYSTRA
SNCF
RESEAU

Emprises projet

Sondages pédologiques
● Non humide
● Sols artificialisés
✗ Zone inaccessible

Habitats naturels et semi-naturels

E2.2 - Prairies
E2.2xE5.1 - Prairies de fauche ruderales
E5.12 - Zones ruderales

F3.1 - Fourres

G1.C3 - Formations de robinier
G1.C3xF3.11 - Formations de robinier et Fourres
G5 - Haies et Alignements d'arbres
G5.1 - Alignements d'arbres

I2 - Boisements Parcs Taillés

J1xJ4 - Zones anthropiques
J5.41 - Canaux navigables

Cartographie des sondages pédologiques et des habitats naturels et semi-naturels Planche 4 / 25

AMÉNAGEMENTS FERROVIAIRES
AU NORD DE TOULOUSE



CASTELNAU D'ESTRETEFONDS/TOULOUSE
Département de la Haute-Garonne (31)

0 60 120 m



Emprises projet

Sondages pédologiques

- Non humide
- Sols artificialisés
- ✗ Zone inaccessible

Habitats naturels et semi-naturels

- E2.2 - Prairies
- E2.2xE5.1 - Prairies de fauche rudérales
- E5.12 - Zones rudérales

F3.1 - Fourres

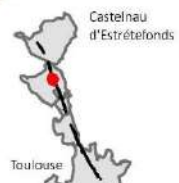
- G1.C3 - Formations de robinier
- G1.C3xF3.11 - Formations de robinier et Fourres
- G5 - Haies et Alignements d'arbres

J1xJ4 - Zones anthropiques

J5.41 - Canaux navigables

Cartographie des sondages pédologiques et des habitats naturels et semi-naturels Planche 5 / 25

AMÉNAGEMENTS FERROVIAIRES
AU NORD DE TOULOUSE



CASTELNAU D'ESTRETEFONDS/TOULOUSE
Département de la Haute-Garonne (31)

0 60 120 m



Emprises projet

Sondages pédologiques

- Non humide
- ✕ Refus
- Sols artificialisés
- ✕ Zone inaccessible

Habitats naturels et semi-naturels

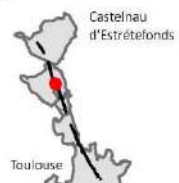
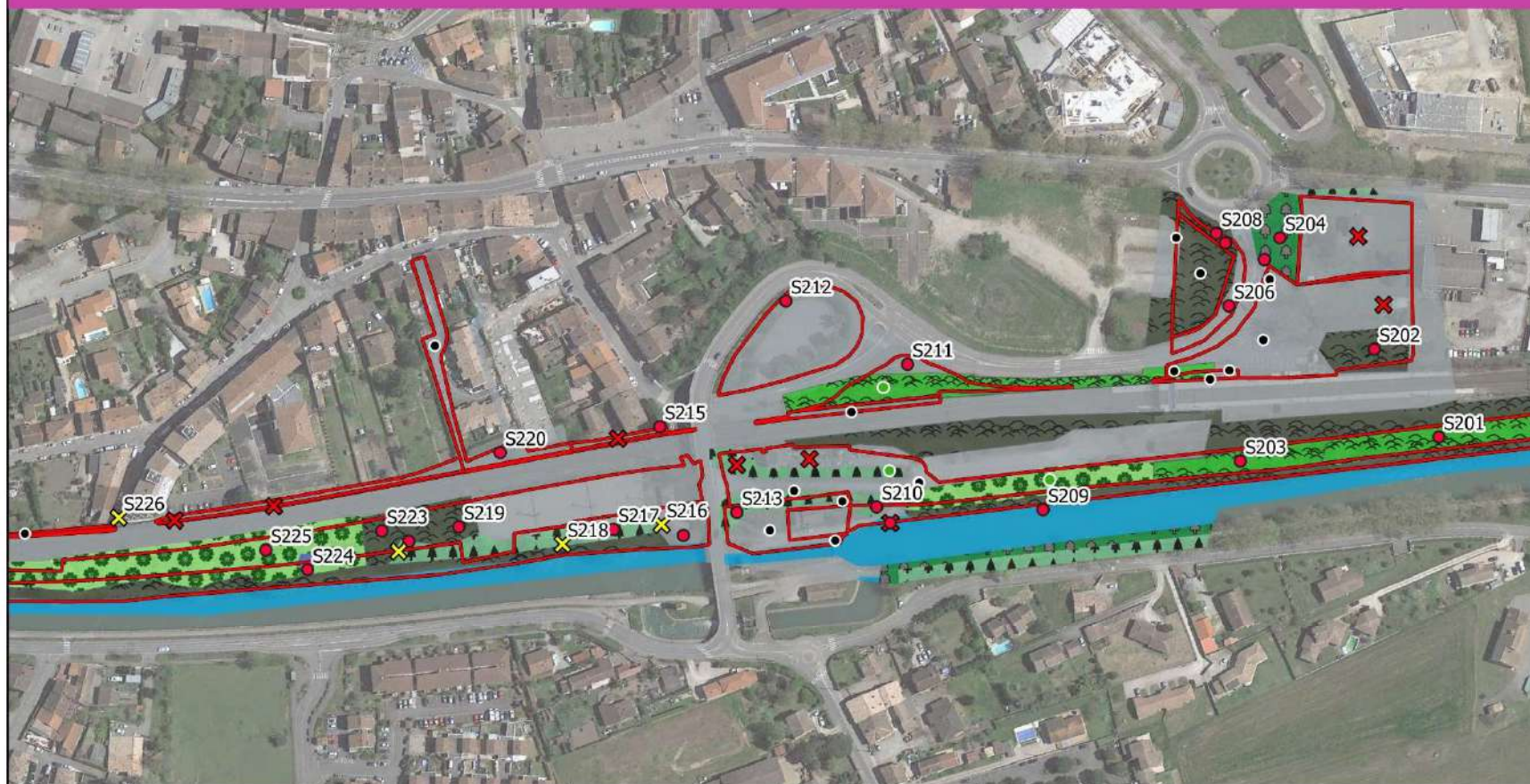
- C1 - Eaux douces
- E2.2xE5.1 - Prairies de fauche ruderales
- E5.12 - Zones ruderales

- F3.1 - Fourres
- G1.C3 - Formations de robinier
- G1.C3xF3.11 - Formations de robinier et Fourres
- G5 - Haies et Alignements d'arbres

- I1 - Cultures
- J1xJ4 - Zones anthropiques
- J5.41 - Canaux navigables

Cartographie des sondages pédologiques et des habitats naturels et semi-naturels Planche 6 / 25

AMÉNAGEMENTS FERROVIAIRES
AU NORD DE TOULOUSE



CASTELNAU D'ESTRETEFONDS/TOULOUSE
Département de la Haute-Garonne (31)

0 60 120 m

NATURALIA
SYSTRA
SNCF
RÉSEAU

Emprises projet

Sondages pédologiques

- Fossé
- ✕ Non humide
- ✕ Refus
- Sols artificialisés
- ✕ Zone inaccessible

Habitats naturels et semi-naturels

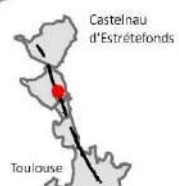
- C1 - Eaux douces
- E2.2xE5.1 - Prairies de fauche rudérales
- E5.12 - Zones rudérales

- F3.1 - Fourres
- G1.C3xF3.11 - Formations de robinier et Fourres
- G5 - Haies et Alignements d'arbres
- I1 - Cultures

- I2 - Boisements Parcs Taillis
- I1xI4 - Zones anthropiques
- J5.41 - Canaux navigables

Cartographie des sondages pédologiques et des habitats naturels et semi-naturels Planche 7 / 25

AMÉNAGEMENTS FERROVIAIRES
AU NORD DE TOULOUSE



CASTELNAU D'ESTRETEFONDS/TOULOUSE
Département de la Haute-Garonne (31)

0 60 120 m



Emprises projet

Sondages pédologiques

- Fossé
- Non humide
- ✕ Refus
- Sols artificialisés
- ✕ Zone inaccessible

Habitats naturels et semi-naturels

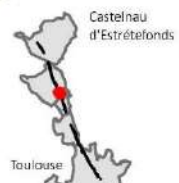
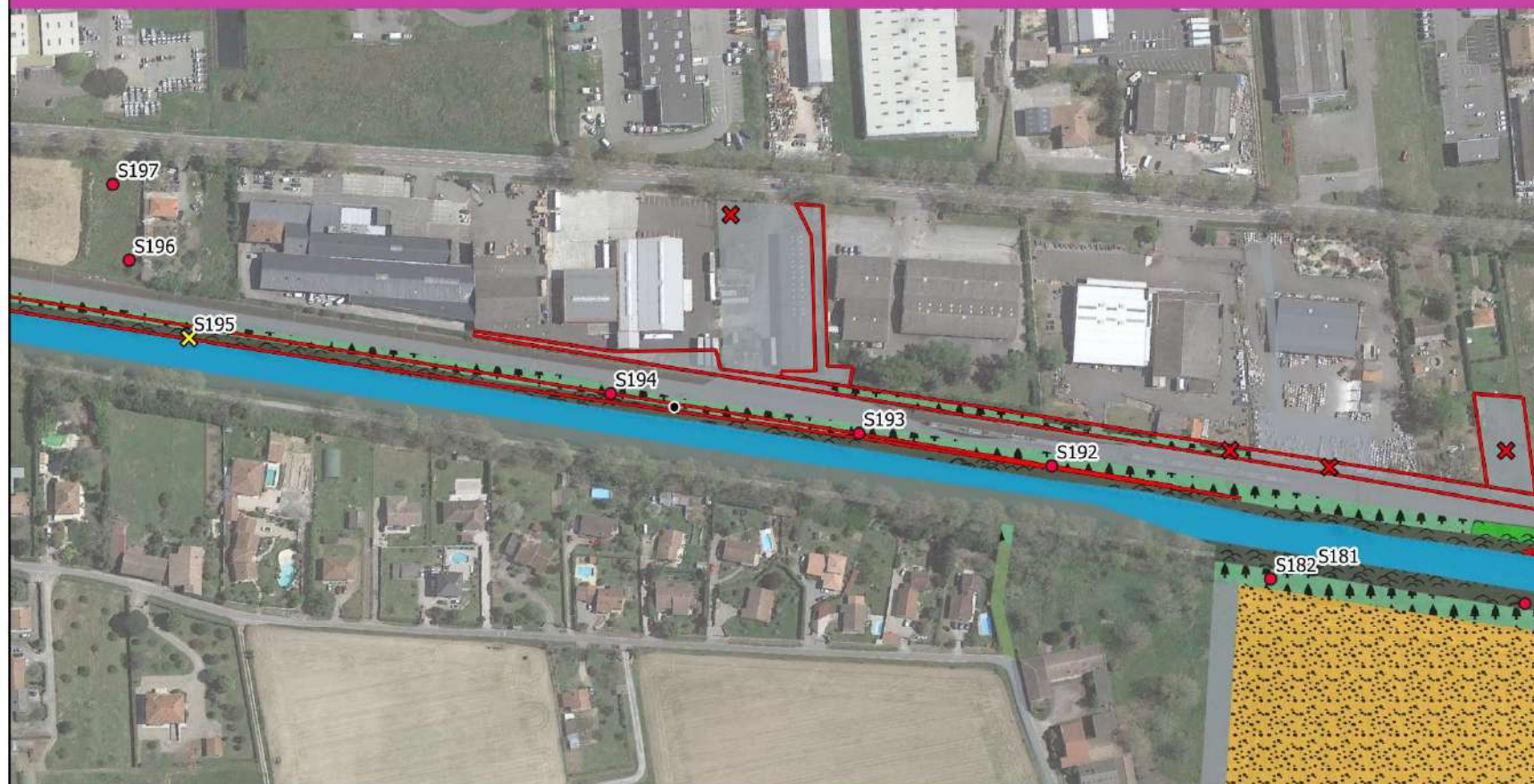
- E5.12 - Zones rudérales
- F3.1 - Fourrés

- G1.C3xF3.11 - Formations de robinier et Fourrés
- G5 - Haies et Alignements d'arbres
- I2 - Boisements Parcs Taillis

- J1xJ4 - Zones anthropiques
- J5.41 - Canaux navigables

Cartographie des sondages pédologiques et des habitats naturels et semi-naturels Planche 8 / 25

AMÉNAGEMENTS FERROVIAIRES
AU NORD DE TOULOUSE



CASTELNAU D'ESTRETEFONDS/TOULOUSE
Département de la Haute-Garonne (31)

0 60 120 m



Emprises projet

Sondages pédologiques

- Fossé
- Non humide
- ✕ Refus
- Sols artificialisés
- ✕ Zone inaccessible

Habitats naturels et semi-naturels

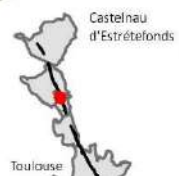
- E2.2xE5.1 - Prairies de fauche rudérales
- E5.12 - Zones rudérales
- F3.1 - Fourres

- G1.C3 - Formations de robinier
- G5 - Haies et Alignements d'arbres
- I1 - Cultures
- I2 - Boisements Parcs Taillis

- I2.2 - Jardins
- J1xJ4 - Zones anthropiques
- J5.41 - Canaux navigables

Cartographie des sondages pédologiques et des habitats naturels et semi-naturels Planche 9 / 25

AMÉNAGEMENTS FERROVIAIRES
AU NORD DE TOULOUSE



CASTELNAU D'ESTRETEFONDS/TOULOUSE
Département de la Haute-Garonne (31)

0 60 120 m



Emprises projet

Sondages pédologiques

- Fossé
- Non humide
- ✕ Refus
- Sols artificialisés
- ✕ Zone inaccessible

Habitats naturels et semi-naturels

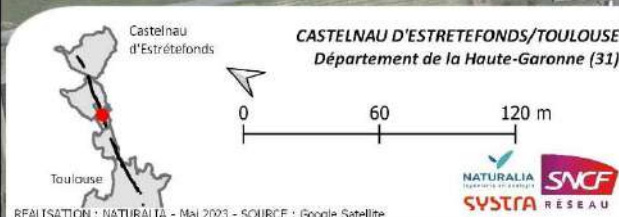
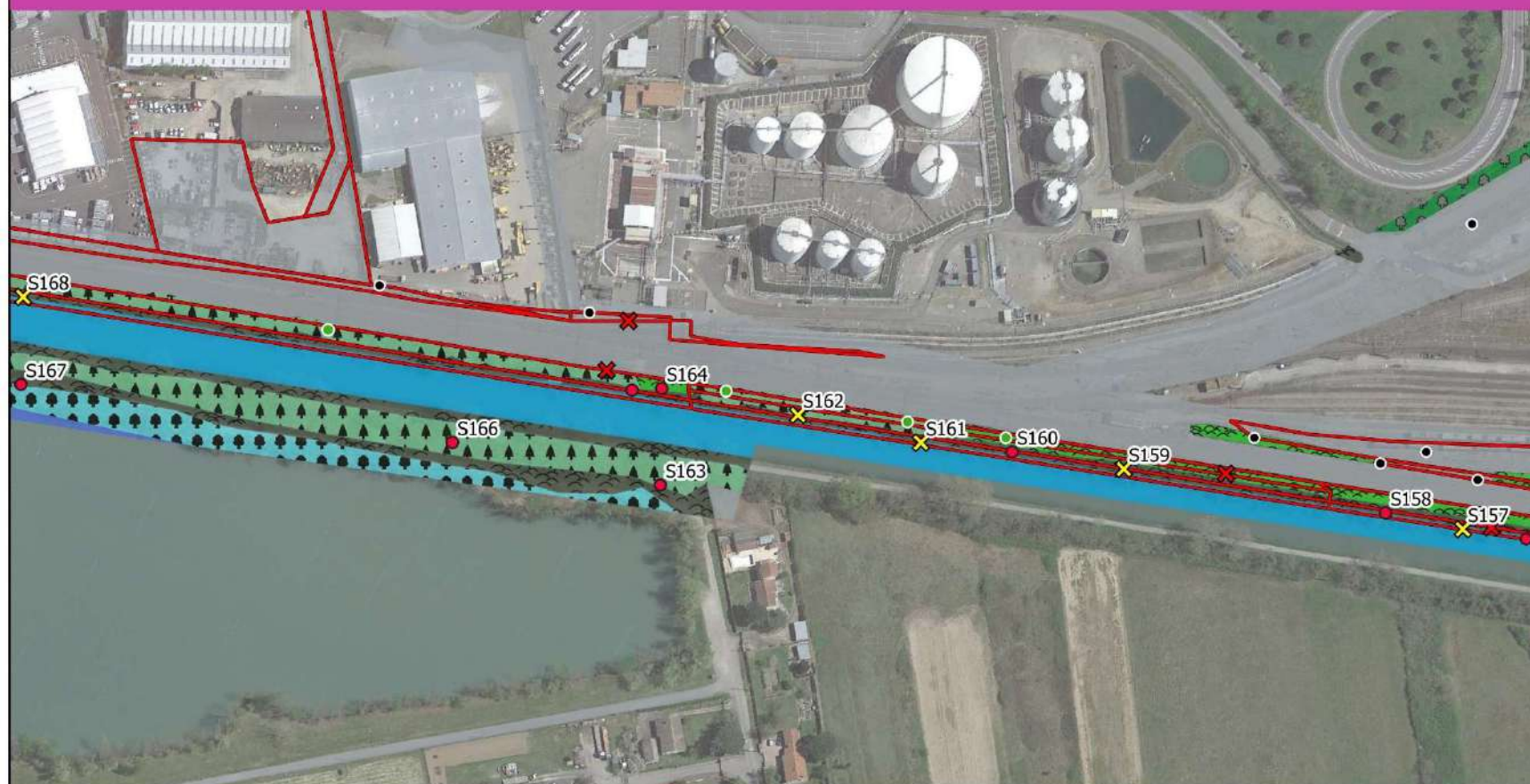
- C1 - Eaux douces
- C3 S132 - Gazon à petits souchets
- E2.2xE5.1 - Prairies de fauche rudérales
- E5.12 - Zones rudérales

- F3.1 - Fourrés
- G1.111xG1.21xG5.1 - Formations boisées humides linéaires
- G1.C3 - Formations de robinier
- G5 - Haies et Alignements d'arbres
- I1 - Cultures

- I2 - Boissements Parcs Taillis
- I2.2 - Jardins
- J1xJ4 - Zones anthropiques
- J5.41 - Canaux navigables

Cartographie des sondages pédologiques et des habitats naturels et semi-naturels Planche 10 / 25

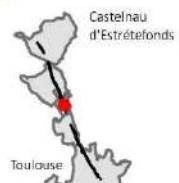
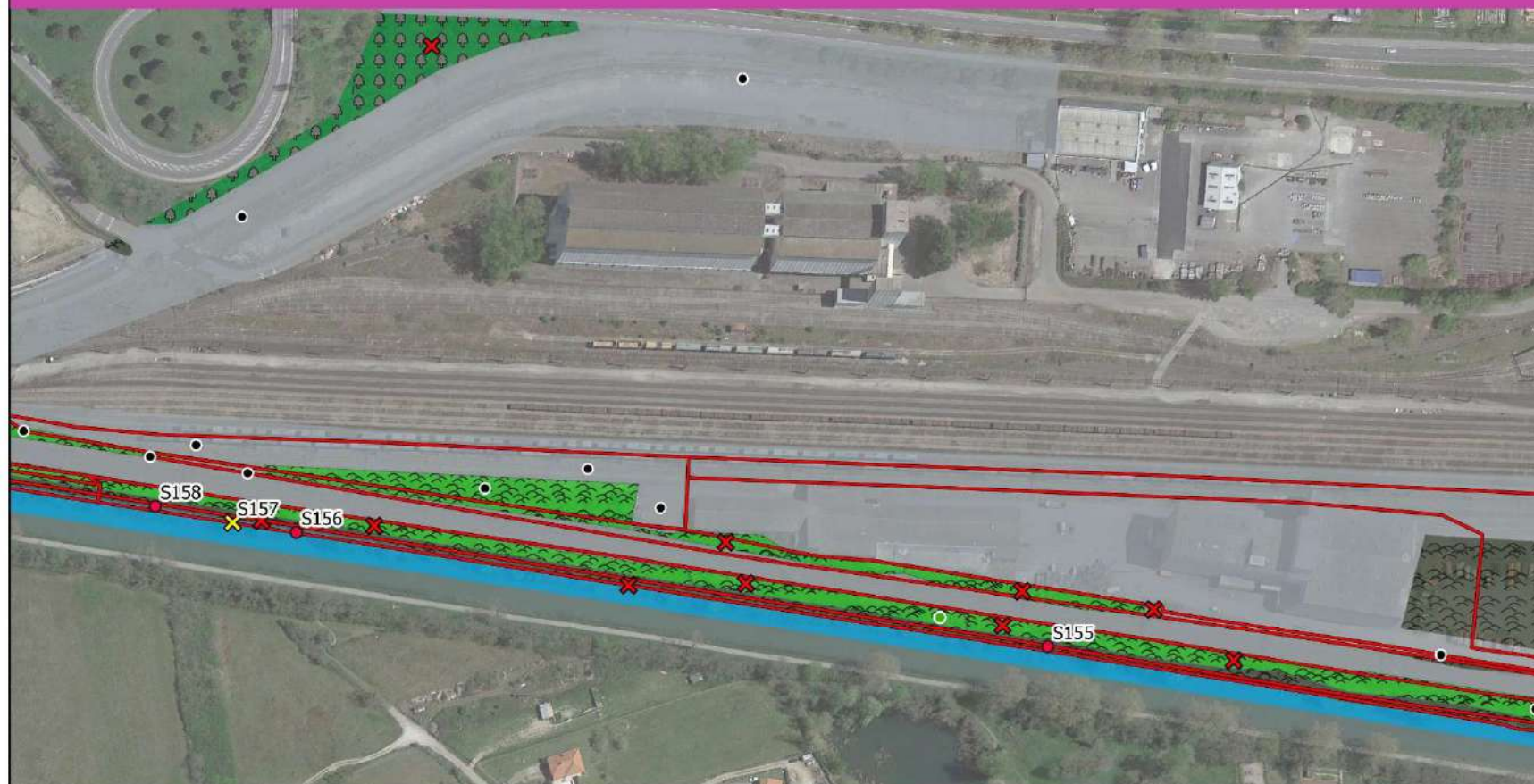
AMÉNAGEMENTS FERROVIAIRES
AU NORD DE TOULOUSE



 Emprises projet	Habitats naturels et semi-naturels	 F3.1 - Fourres	 I2 - Boissements Parcs Taillis
● Fossé	 C1 - Eaux douces	 G1.111xG1.21xG5.1 - Formations boisées humides linéaires	 J1xJ4 - Zones anthropiques
● Non humide	 C3 S132 - Gazon à petits souchets	 G1.C3 - Formations de robinier	 J5.41 - Canaux navigables
X Refus	 E2.2xE5.1 - Prairies de fauche rudérales	 G5 - Haies et Alignements d'arbres	
● Sols artificialisés	 E5.12 - Zones rudérales	 I1 - Cultures	
X Zone inaccessible			

Cartographie des sondages pédologiques et des habitats naturels et semi-naturels Planche 11 / 25

AMÉNAGEMENTS FERROVIAIRES
AU NORD DE TOULOUSE



CASTELNAU D'ESTRETEFONDS/TOULOUSE
Département de la Haute-Garonne (31)

0 60 120 m



REALISATION : NATURALIA - Mai 2023 - SOURCE : Google Satellite

Emprises projet

Sondages pédologiques

- Fossé
- Non humide
- ✕ Refus
- Sols artificialisés
- ✕ Zone inaccessible

Habitats naturels et semi-naturels

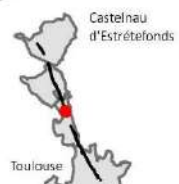
- E5.12 - Zones rudérales
- F3.1 - Fourrés

- G1.111xG1.21xG5.1 - Formations boisées humides linéaires
- G5 - Haies et Alignements d'arbres
- I2 - Boisements Parcs Taillis

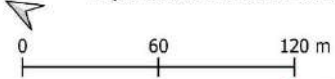
- J1xJ4 - Zones anthropiques
- J5.41 - Canaux navigables

Cartographie des sondages pédologiques et des habitats naturels et semi-naturels Planche 12 / 25

AMÉNAGEMENTS FERROVIAIRES
AU NORD DE TOULOUSE



CASTELNAU D'ESTRETEFONDS/TOULOUSE
Département de la Haute-Garonne (31)



NATURALIA
SYSTRA
SNCF
RESEAU

- Emprises projet
- Sondages pédologiques
 - Non humide
 - Refus
 - Sols artificialisés
 - Zone inaccessible

Habitats naturels et semi-naturels

E5.12 - Zones rudérales

F3.1 - Fourrés

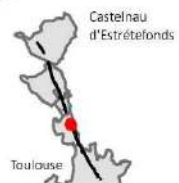
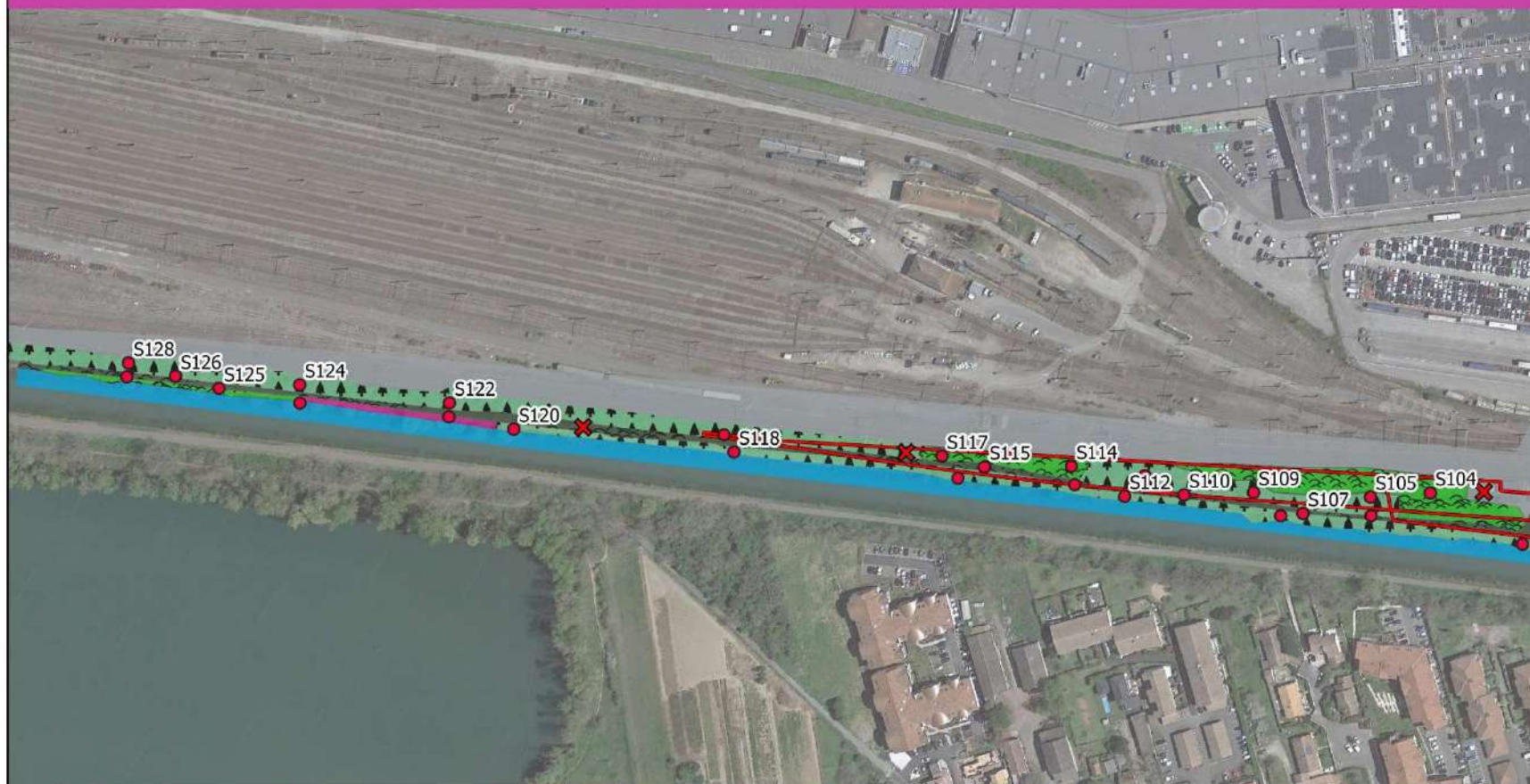
G5 - Haies et Alignements d'arbres

J1xJ4 - Zones anthropiques

J5.41 - Canaux navigables

Cartographie des sondages pédologiques et des habitats naturels et semi-naturels Planche 13 / 25

AMÉNAGEMENTS FERROVIAIRES
AU NORD DE TOULOUSE



CASTELNAU D'ESTRETEFONDS/TOULOUSE
Département de la Haute-Garonne (31)

0 60 120 m



Emprises projet

Sondages pédologiques

- Non humide
- ✕ Refus
- Sols artificialisés
- ✕ Zone inaccessible

Habitats naturels et semi-naturels

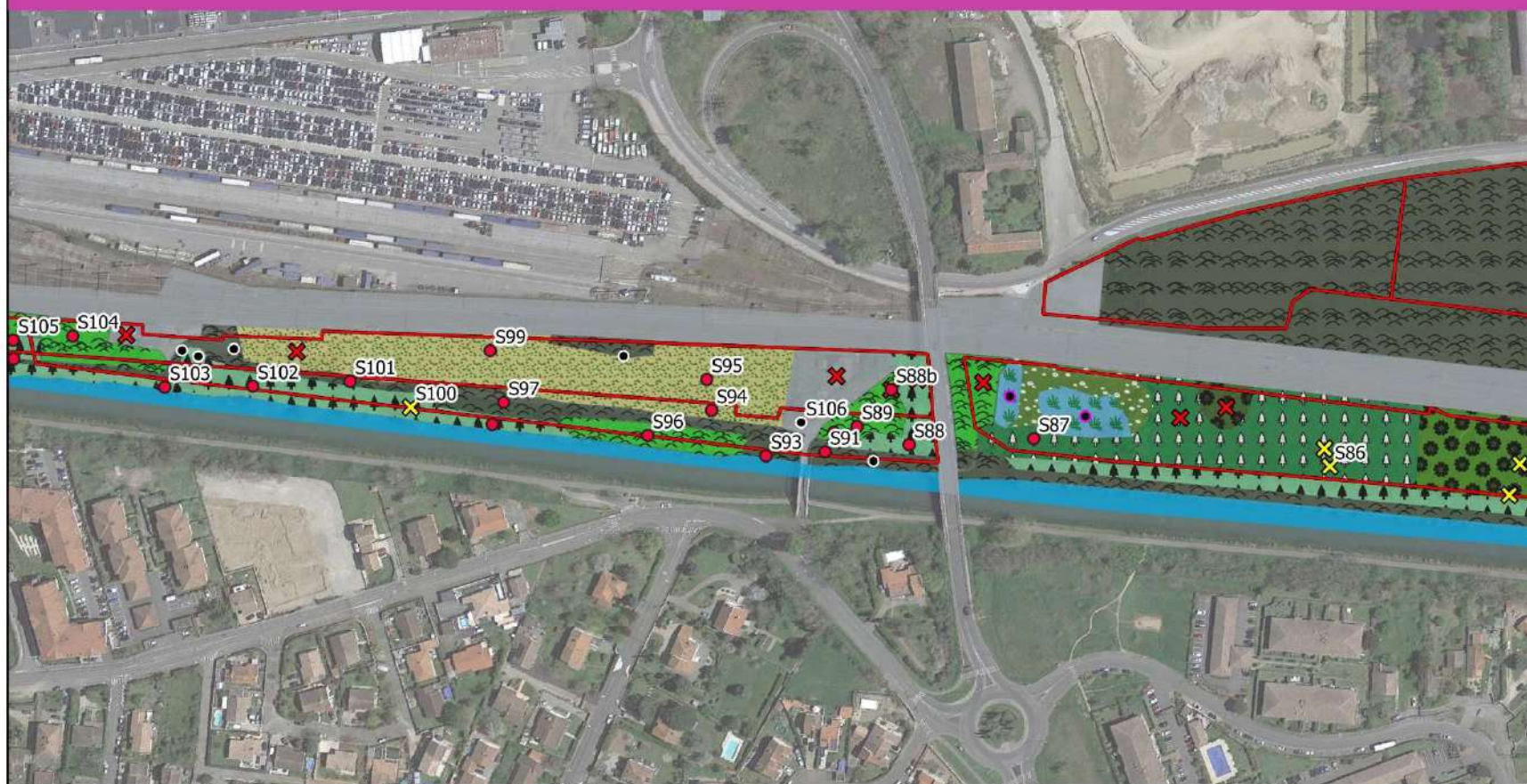
- C3.21 - Phragmitaies
- E2.2xE5.1 - Prairies de fauche ruderales

- E5.12 - Zones ruderales
- F3.1 - Fourres
- G5 - Haies et Alignements d'arbres

- J1xJ4 - Zones anthropiques
- J5.41 - Canaux navigables

Cartographie des sondages pédologiques et des habitats naturels et semi-naturels Planche 14 / 25

AMÉNAGEMENTS FERROVIAIRES
AU NORD DE TOULOUSE



CASTELNAU D'ESTRETEFONDS/TOULOUSE
Département de la Haute-Garonne (31)

0 60 120 m



REALISATION : NATURALIA - Mai 2023 - SOURCE : Google Satellite

Emprises projet

Sondages pédologiques

- Non humide
- ✕ Refus
- Sols artificialisés
- ✕ Zone inaccessible
- Ancien bassin de rétention

Habitats naturels et semi-naturels

- C1.2 - Herbiers à Jussie
- D5.3 - Jonchaies hautes
- E2.2xE5.1 - Prairies de fauche rudérales

- E5.12 - Zones rudérales
- E5.12xF3.131 - Zones rudérales et Ronciers
- F3.1 - Fourres
- F3.1xF3.131 - Fourres et Ronciers

- F3.1xG1.C3 - Fourres et Formations de robinier
- G5 - Haies et Alignements d'arbres
- J1xJ4 - Zones anthropiques
- J5.41 - Canaux navigables

Cartographie des sondages pédologiques et des habitats naturels et semi-naturels Planche 14 / 25

AMÉNAGEMENTS FERROVIAIRES
AU NORD DE TOULOUSE



CASTELNAU D'ESTRETEFONDS/TOULOUSE
Département de la Haute-Garonne (31)

0 60 120 m



Emprises projet

Sondages pédologiques

- Fossé
- Non humide
- ✕ Refus
- Sols artificialisés
- ✕ Zone inaccessible

Habitats naturels et semi-naturels

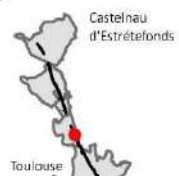
- C1.2 - Herbiers à Jussie
- D5.3 - Jonchaies hautes
- E2.2xE5.1 - Prairies de fauche ruderales

- E5.12 - Zones ruderales
- E5.12xF3.131 - Zones ruderales et Ronciers
- F3.1 - Fourres
- F3.1xF3.131 - Fourres et Ronciers

- G5 - Haies et Alignements d'arbres
- J1xJ4 - Zones anthropiques
- J5.41 - Canaux navigables

Cartographie des sondages pédologiques et des habitats naturels et semi-naturels Planche 15 / 25

AMÉNAGEMENTS FERROVIAIRES
AU NORD DE TOULOUSE



CASTELNAU D'ESTRETFONDS/TOULOUSE
Département de la Haute-Garonne (31)

0 60 120 m



REALISATION : NATURALIA - Mai 2023 - SOURCE : Google Satellite

Emprises projet

Sondages pédologiques

- Fossé
- Non humide
- ✕ Refus
- Sols artificialisés
- ✕ Zone inaccessible
- Ancien bassin

Habitats naturels et semi-naturels

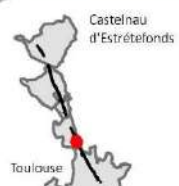
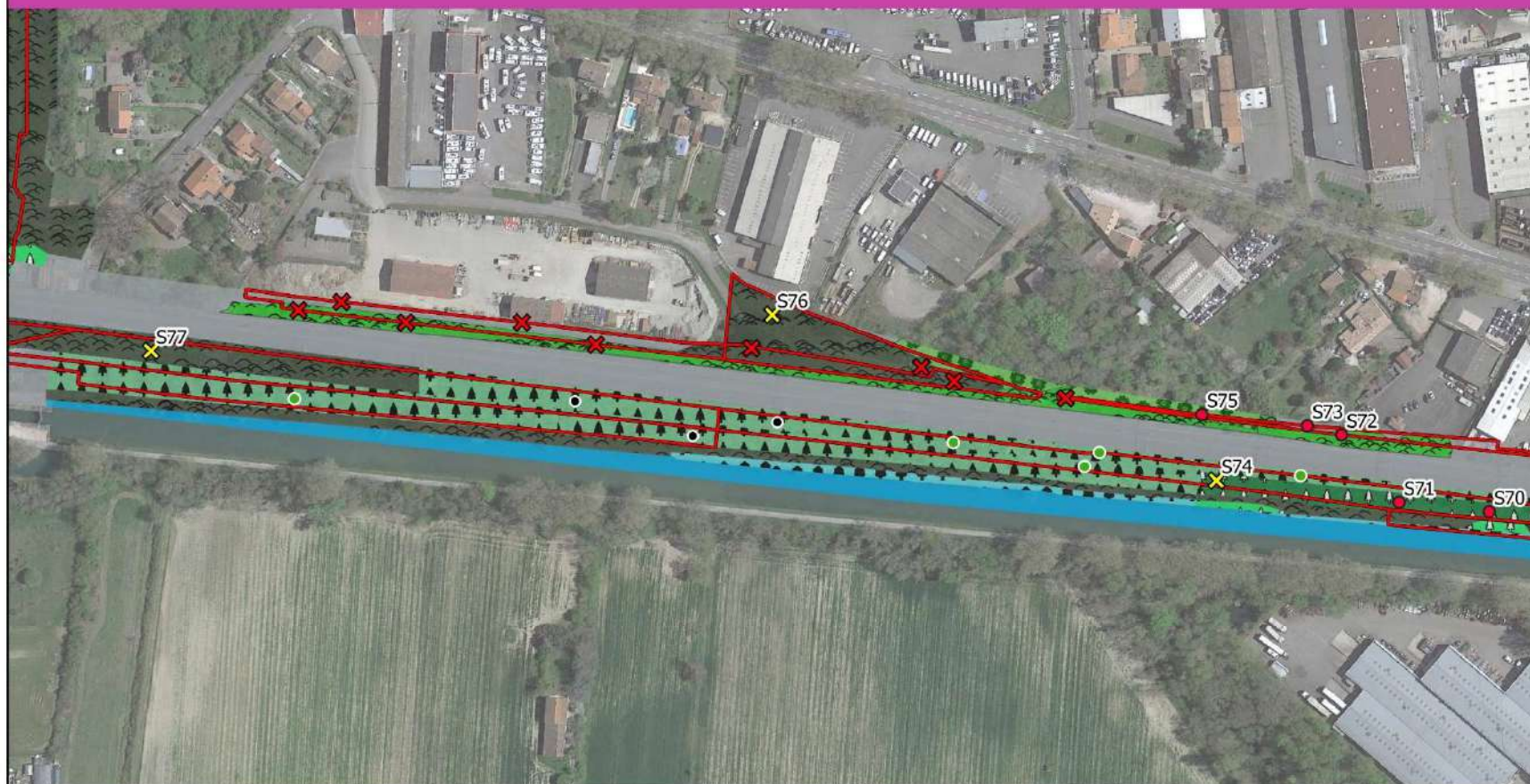
- C1.2 - Herbiers à Jussie
- D5.3 - Jonchaies hautes
- E5.12 - Zones rudérales
- E5.12xF3.131 - Zones rudérales et Ronciers

- F3.1 - Fourres
- F3.1xF3.131 - Fourres et Ronciers
- F3.1xG1.C3 - Fourres et Formations de robinier
- G1.111xG1.21xG5.1 - Formations boisées humides linéaires
- G1.C3 - Formations de robinier

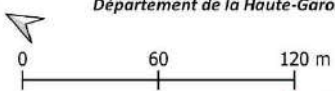
- G5 - Haies et Alignements d'arbres
- J1xJ4 - Zones anthropiques
- J5.41 - Canaux navigables

Cartographie des sondages pédologiques et des habitats naturels et semi-naturels Planche 16 / 25

AMÉNAGEMENTS FERROVIAIRES
AU NORD DE TOULOUSE



CASTELNAU D'ESTRETEFONDS/TOULOUSE
Département de la Haute-Garonne (31)



Emprises projet

Sondages pédologiques

- Fossé
- Non humide
- ✕ Refus
- Sols artificialisés
- ✕ Zone inaccessible

Habitats naturels et semi-naturels

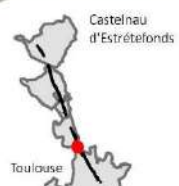
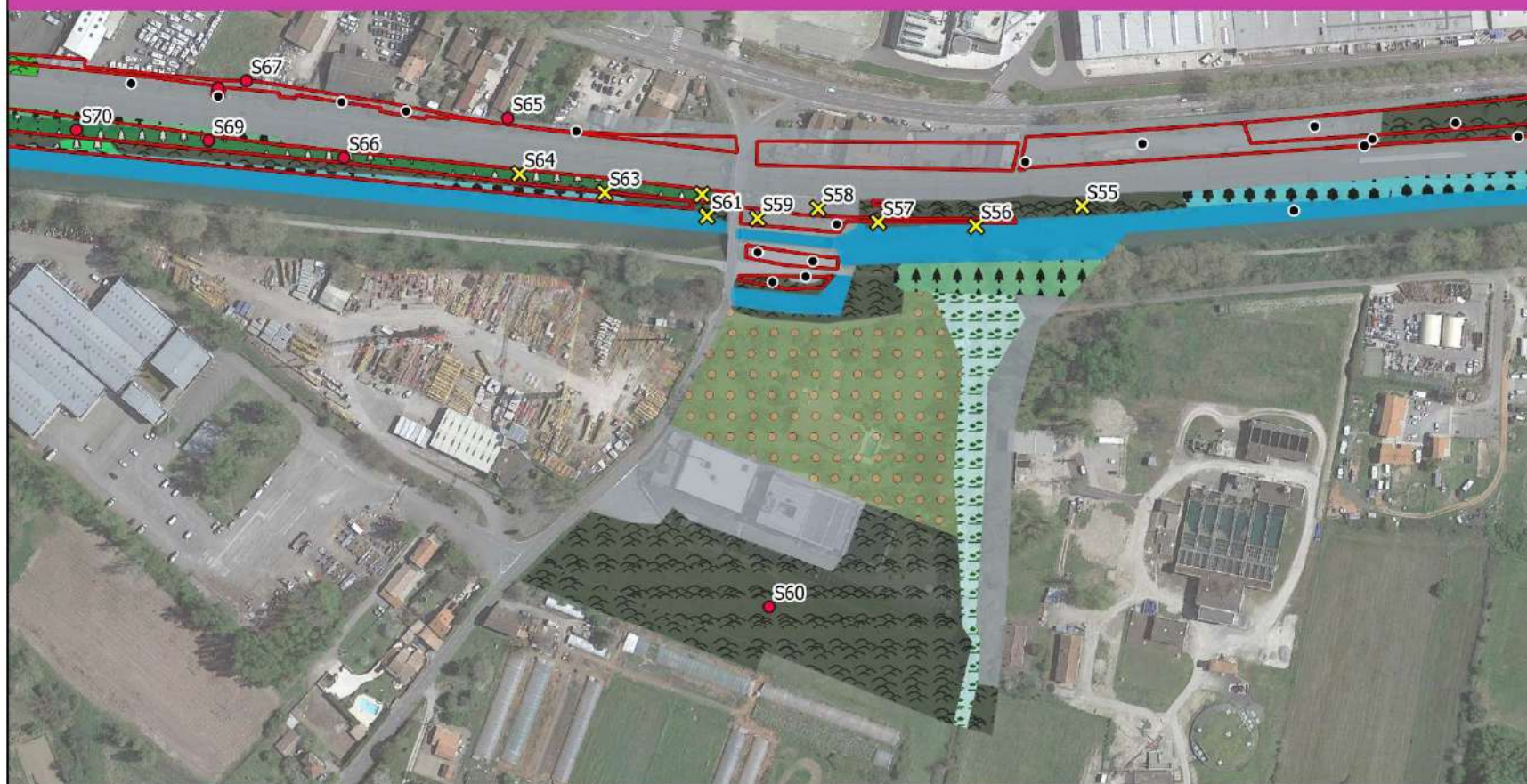
- E5.12 - Zones rudérales
- F3.1 - Fourres
- F3.1xF3.131 - Fourres et Ronciers

- F3.1xG1.C3 - Fourres et Formations de robinier
- G1.111xG1.21xG5.1 - Formations boisées humides linéaires
- G1.C3 - Formations de robinier

- G5 - Haies et Alignements d'arbres
- G5.2 - Bosquets d'arbres
- J1xJ4 - Zones anthropiques
- J5.41 - Canaux navigables

Cartographie des sondages pédologiques et des habitats naturels et semi-naturels Planche 17 / 25

AMÉNAGEMENTS FERROVIAIRES
AU NORD DE TOULOUSE



CASTELNAU D'ESTRETEFONDS/TOULOUSE
Département de la Haute-Garonne (31)

0 60 120 m



Emprises projet

Sondages pédologiques

- Fossé
- Non humide
- ✕ Refus
- Sols artificialisés
- ✕ Zone inaccessible

Habitats naturels et semi-naturels

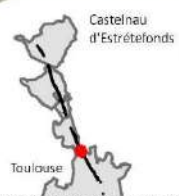
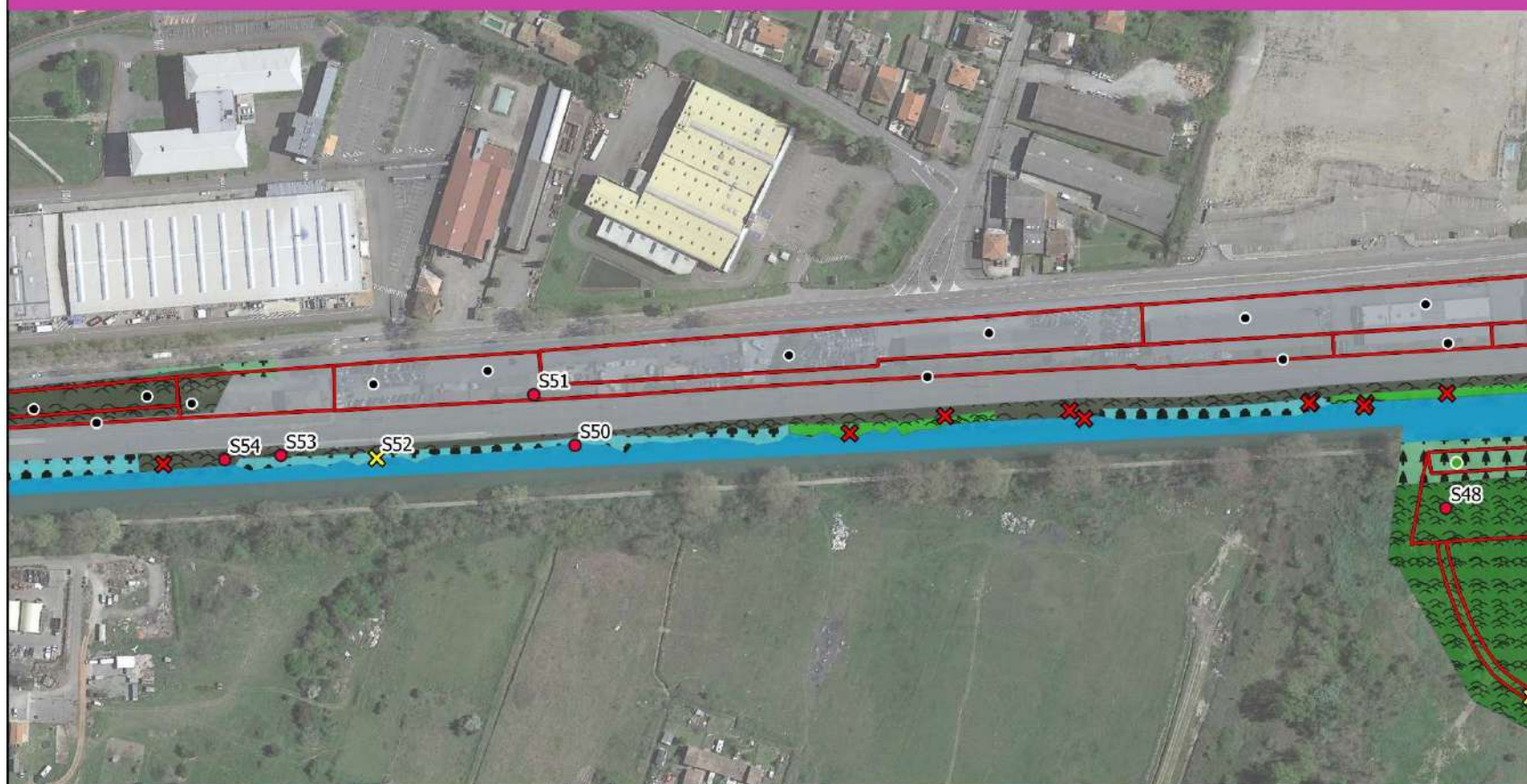
- C2.3xF3.1 - Lit mineur x Fourrés
- E5.12 - Zones rudérales
- F3.1 - Fourrés

- F3.1xG1.C3 - Fourrés et Formations de robinier
- G1.111xG1.21xG5.1 - Formations boisées humides linéaires
- G1.C3 - Formations de robinier
- G5 - Haies et Alignements d'arbres

- G5.2 - Bosquets d'arbres
- I2.2xJ1.2 - Jardins et Habitations
- J1xJ4 - Zones anthropiques
- J5.41 - Canaux navigables

Cartographie des sondages pédologiques et des habitats naturels et semi-naturels Planche 18 / 25

AMÉNAGEMENTS FERROVIAIRES
AU NORD DE TOULOUSE



CASTELNAU D'ESTRETEFONDS/TOULOUSE
Département de la Haute-Garonne (31)

0 60 120 m



Emprises projet

Sondages pédologiques

- Fossé
- Non humide
- ✕ Refus
- Sols artificialisés
- ✕ Zone inaccessible

Habitats naturels et semi-naturels

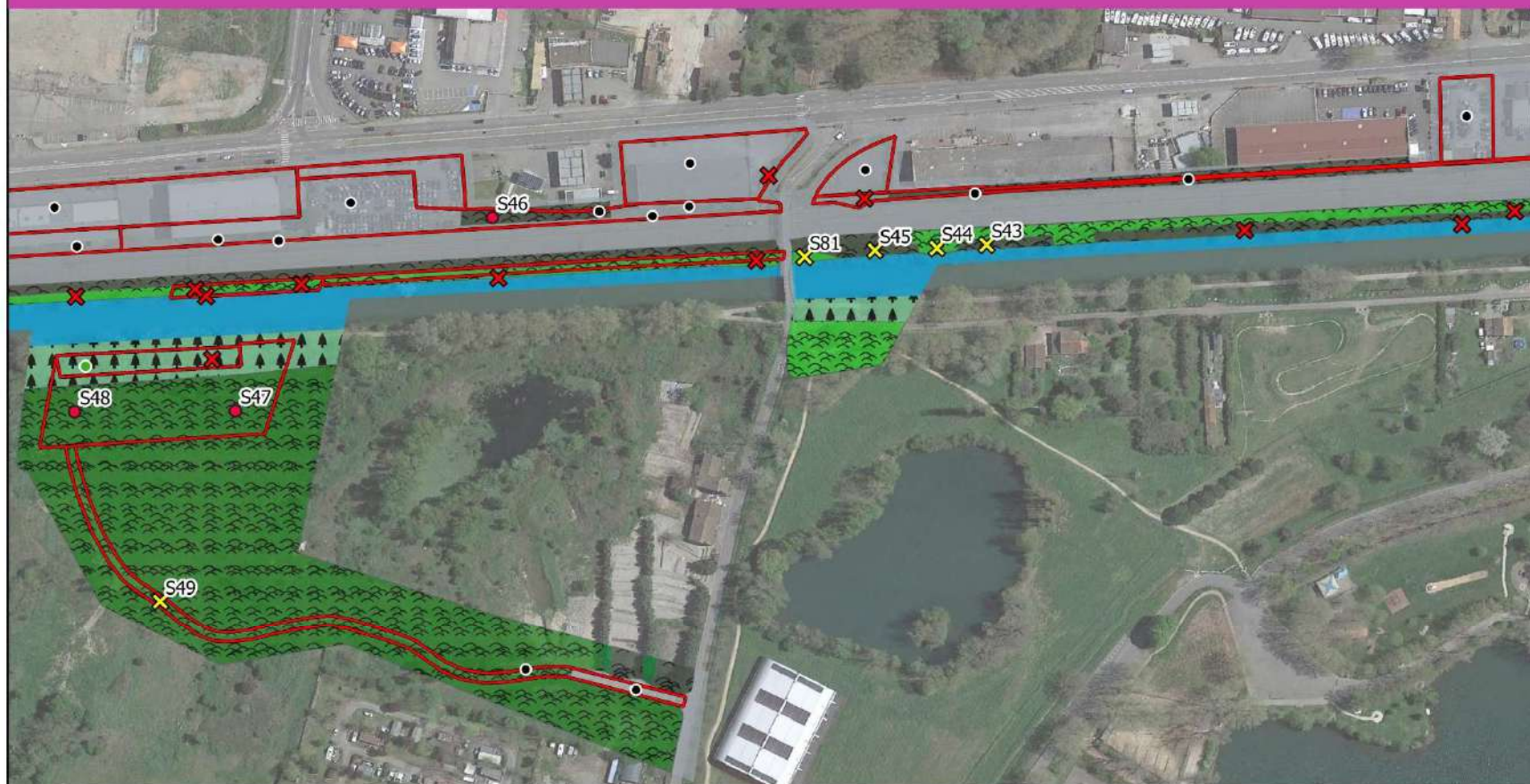
- C2.3xF3.1 - Lit mineur x Fourrés
- E5.12 - Zones rudérales
- E5.12xF3.1 - Zones rudérales et Fourrés
- F3.1 - Fourrés
- G1.111xG1.21xG5.1 - Formations boisées humides linéaires
- G5 - Haies et Alignements d'arbres
- I2.2xI1.2 - Jardins et Habitats

J1xJ4 - Zones anthropiques

J5.41 - Canaux navigables

Cartographie des sondages pédologiques et des habitats naturels et semi-naturels Planche 19 / 25

AMÉNAGEMENTS FERROVIAIRES
AU NORD DE TOULOUSE



CASTELNAU D'ESTRETEFONDS/TOULOUSE
Département de la Haute-Garonne (31)

0 60 120 m

NATURALIA
SYSTRA
SNCF
RESEAU

Emprises projet

Sondages pédologiques

- Fossé
- Non humide
- ✕ Refus
- Sols artificialisés
- ✕ Zone inaccessible

Habitats naturels et semi-naturels

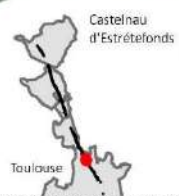
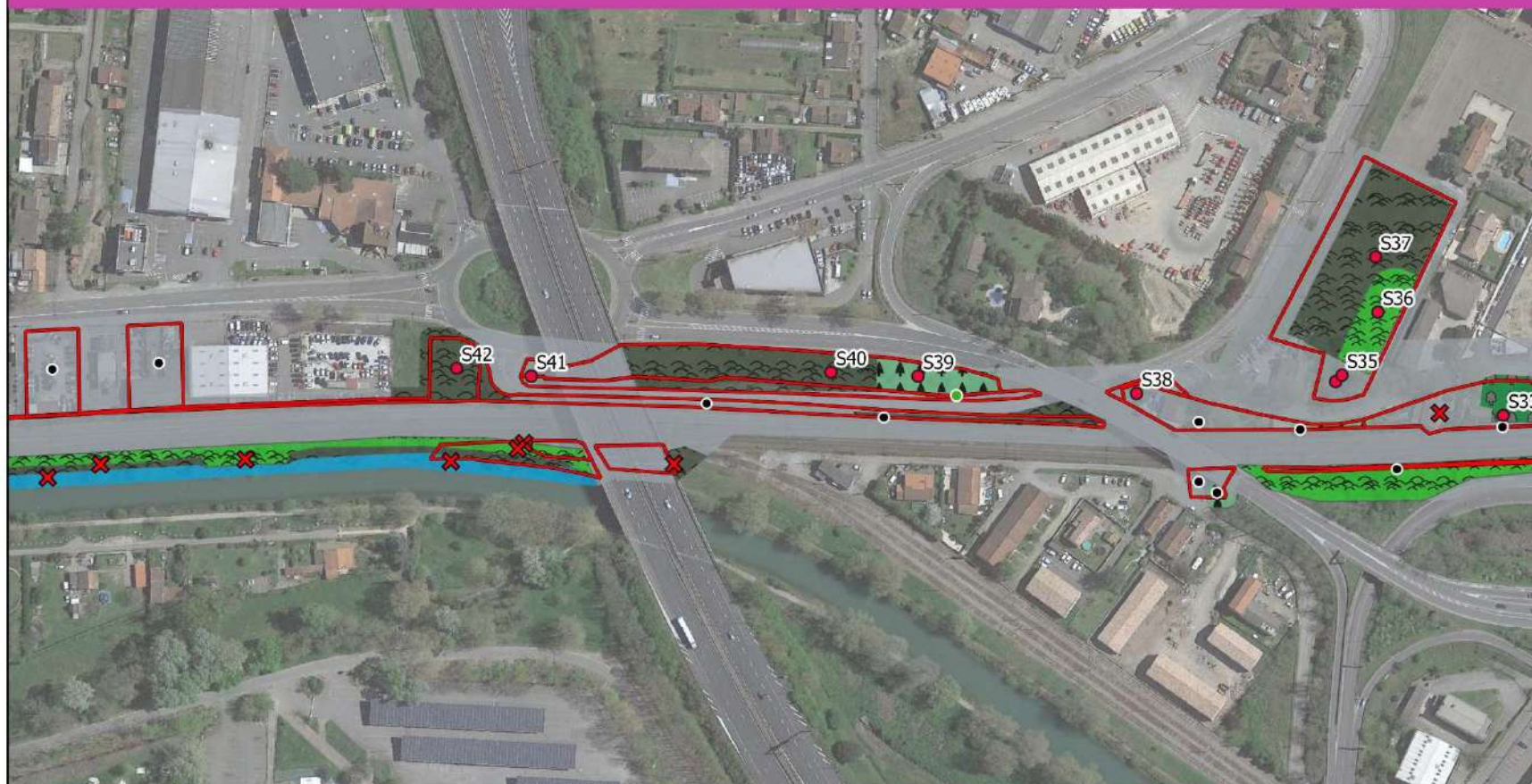
- E5.12 - Zones rudérales
- E5.12xF3.1 - Zones rudérales et Fourres

- F3.1 - Fourres
- G1.111xG1.21xG5.1 - Formations boisées humides linéaires
- G5 - Haies et Alignements d'arbres
- G5.1 - Alignements d'arbres

- J1xJ4 - Zones anthropiques
- J5.41 - Canaux navigables

Cartographie des sondages pédologiques et des habitats naturels et semi-naturels Planche 20 / 25

AMÉNAGEMENTS FERROVIAIRES
AU NORD DE TOULOUSE



CASTELNAU D'ESTRETEFONDS/TOULOUSE
Département de la Haute-Garonne (31)

0 60 120 m



Emprises projet

Sondages pédologiques

- Fossé
- Non humide
- ✕ Refus
- Sols artificialisés
- ✕ Zone inaccessible

Habitats naturels et semi-naturels

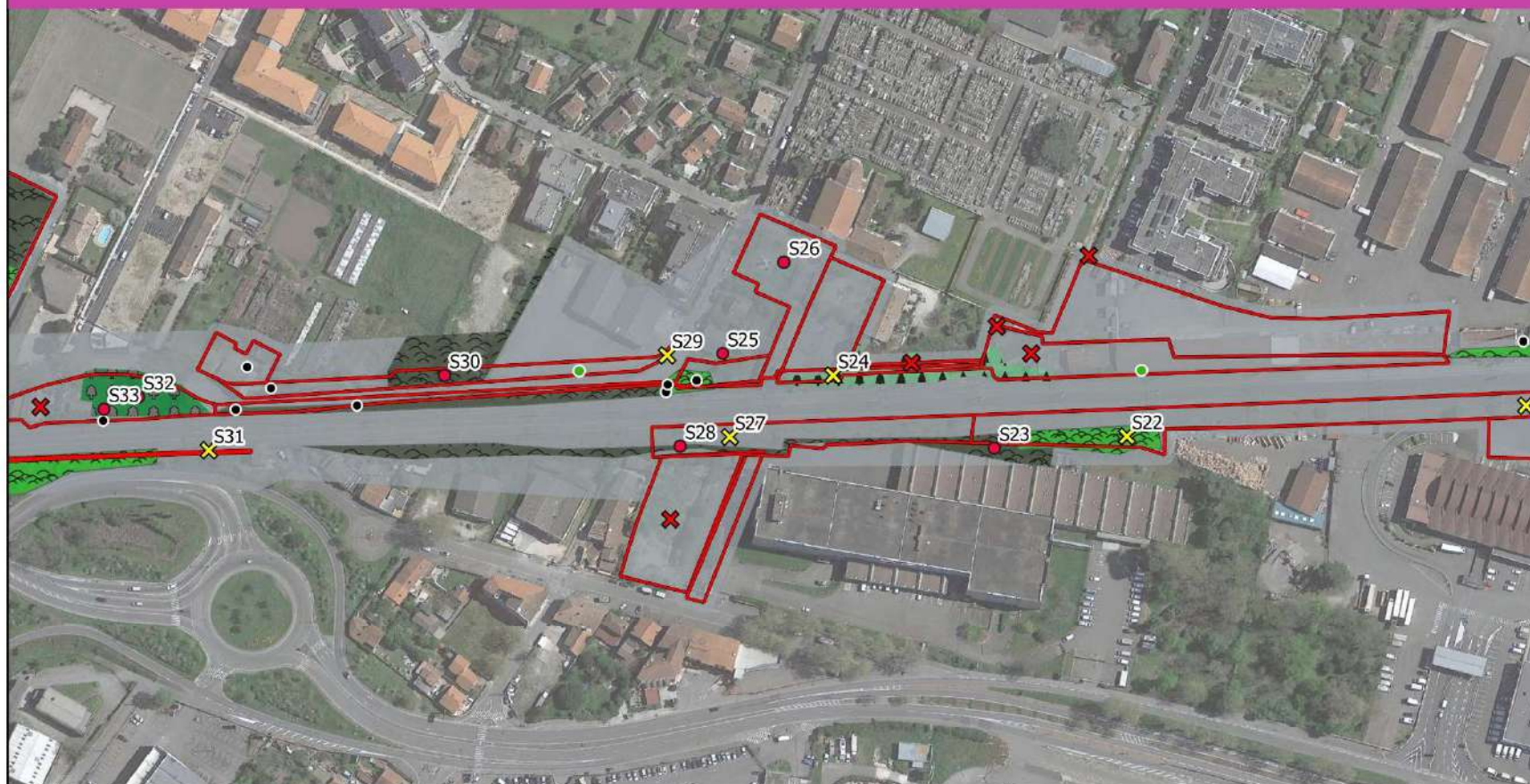
- E5.12 - Zones rudérales
- E5.12xF3.1 - Zones rudérales et Fourres

- F3.1 - Fourres
- G5 - Haies et Alignements d'arbres
- G5.1 - Alignements d'arbres

- I2 - Boisements Parcs Taillis
- I1xI4 - Zones anthropiques
- JS.41 - Canaux navigables

Cartographie des sondages pédologiques et des habitats naturels et semi-naturels Planche 21 / 25

AMÉNAGEMENTS FERROVIAIRES
AU NORD DE TOULOUSE



CASTELNAU D'ESTRETEFONDS/TOULOUSE
Département de la Haute-Garonne (31)

0 60 120 m



REALISATION : NATURALIA - Mai 2023 - SOURCE : Google Satellite

Emprises projet

Sondages pédologiques

- Fossé
- Non humide
- ✕ Refus
- Sols artificialisés
- ✕ Zone inaccessible

Habitats naturels et semi-naturels

- E5.12 - Zones rudérales
- F3.1 - Fourrés

- G1.C3 - Formations de robinier
- G5 - Haies et Alignements d'arbres
- I2 - Boisements Parcs Taillis

J1xJ4 - Zones anthropiques

Cartographie des sondages pédologiques et des habitats naturels et semi-naturels Planche 22 / 25

AMÉNAGEMENTS FERROVIAIRES
AU NORD DE TOULOUSE



CASTELNAU D'ESTRETEFONDS/TOULOUSE
Département de la Haute-Garonne (31)

0 60 120 m



REALISATION : NATURALIA - Mai 2023 - SOURCE : Google Satellite

Emprises projet

Sondages pédologiques

- Fossé
- Non humide
- ✕ Refus
- Sols artificialisés
- ✕ Zone inaccessible

Habitats naturels et semi-naturels

- E5.12 - Zones rudérales
- F3.1 - Fourrés

G1.C3 - Formations de robinier

- G5 - Haies et Alignements d'arbres
- I2 - Boisements Parcs Taillis

I2.2xJ1.2 - Jardins et Habitations

J1xJ4 - Zones anthropiques

Cartographie des sondages pédologiques et des habitats naturels et semi-naturels Planche 23 / 25

AMÉNAGEMENTS FERROVIAIRES
AU NORD DE TOULOUSE



CASTELNAU D'ESTRETEFONDS/TOULOUSE
Département de la Haute-Garonne (31)

0 60 120 m



- Emprises projet
- Sondages pédologiques
 - Non humide
 - Refus
 - Sols artificialisés

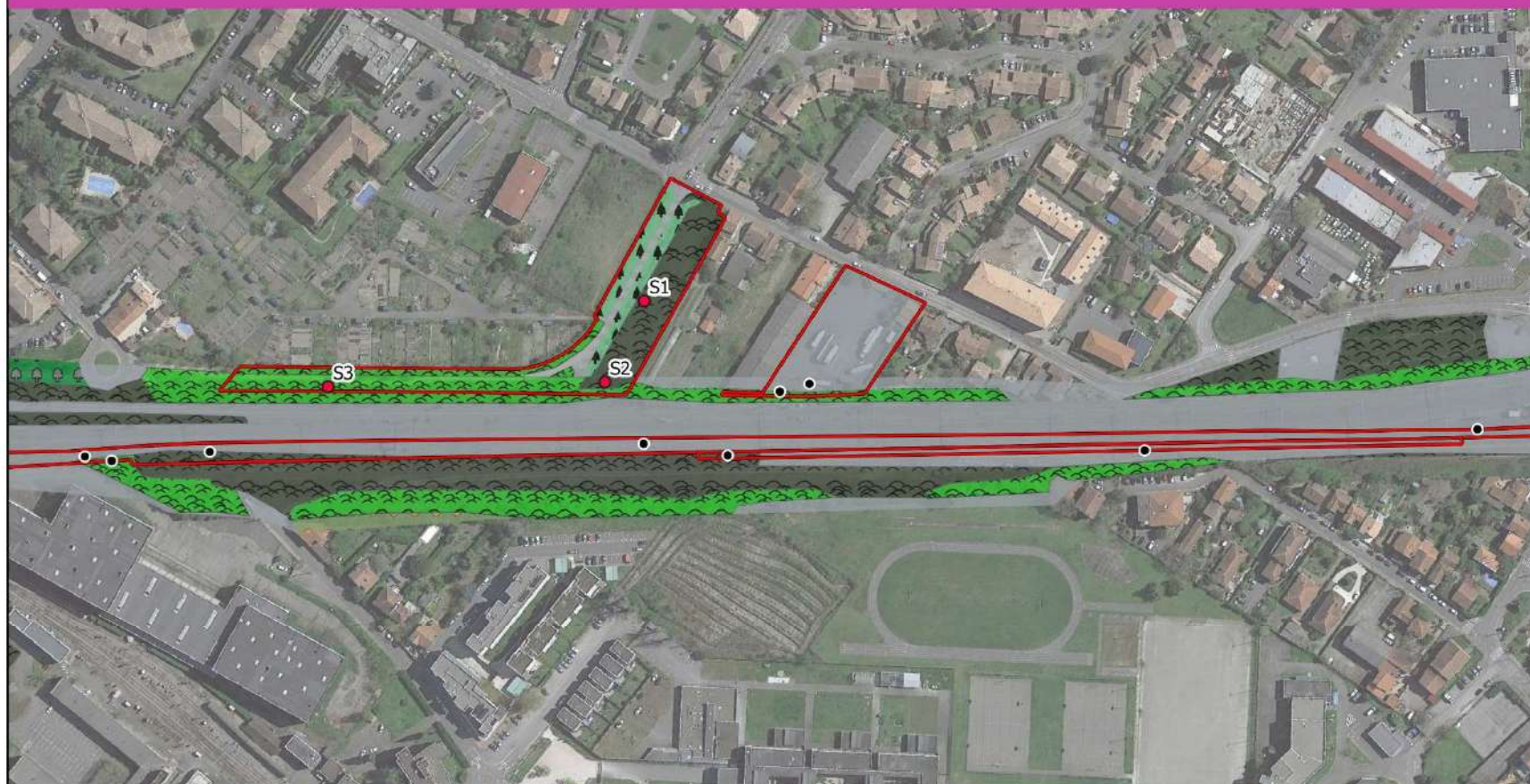
- Habitats naturels et semi-naturels
 - E5.12 - Zones rudérales
 - F3.1 - Fourrés

- G1.C3 - Formations de robinier
- G5 - Haies et Alignements d'arbres
- I2 - Boissements Parcs Taillis

- I2.2xJ1.2 - Jardins et Habitations
- J1xJ4 - Zones anthropiques

Cartographie des sondages pédologiques et des habitats naturels et semi-naturels Planche 24 / 25

AMÉNAGEMENTS FERROVIAIRES
AU NORD DE TOULOUSE



CASTELNAU D'ESTRETEFONDS/TOULOUSE
Département de la Haute-Garonne (31)

0 60 120 m



Emprises projet

Sondages pédologiques

- Non humide
- ✕ Refus
- Sols artificialisés

Habitats naturels et semi-naturels

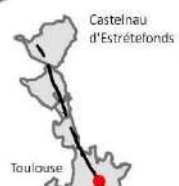
- E5.12 - Zones rudérales
- F3.1 - Fourrés

- G5 - Haies et Alignements d'arbres
- I2 - Boisements Parcs Taillis
- I2.2xJ1.2 - Jardins et Habitations

J1xJ4 - Zones anthropiques

Cartographie des sondages pédologiques et des habitats naturels et semi-naturels Planche 25 / 25

AMÉNAGEMENTS FERROVIAIRES
AU NORD DE TOULOUSE



CASTELNAU D'ESTRETEFONDS/TOULOUSE
Département de la Haute-Garonne (31)

0 60 120 m



REALISATION : NATURALIA - Mai 2023 - SOURCE : Google Satellite

Emprises projet

Sondages pédologiques

- Sols artificialisés
- ✗ Zone inaccessible

Habitats naturels et semi-naturels

E5.12 - Zones rudérales

F3.1 - Fourrés

J1xJ4 - Zones anthropiques

ANNEXE 10 – PLANCHE PHOTOGRAPHIQUE DES SONDAGES PEDOLOGIQUES (NATURALIA)



S1



S2



S7



S50



S53



S87



S9



S10



S14



S88



S90



S91



S25



S28



S41



S96



S101



S102



S104



S108



S109



S170



S171



S172



S115



S119



S135



S179



S180



S183



S151



S152



S158



S184



S185



S186



S188



S190



S191



Sol artificialisé



Sol artificialisé



Sol artificialisé



S204



S205



S207



Sol artificialisé



Sol artificialisé



Sol artificialisé



S216



S220



S275

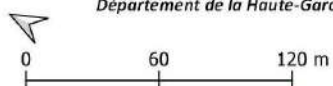
ANNEXE 11 – CARTOGRAPHIE DES ZONES HUMIDES EFFECTIVES (NATURALIA)

Cartographie des zones humides effectives
Planche 1 / 22

AMÉNAGEMENTS FERROVIAIRES
AU NORD DE TOULOUSE



CASTELNAU D'ESTRETEFONDS/TOULOUSE
Département de la Haute-Garonne (31)

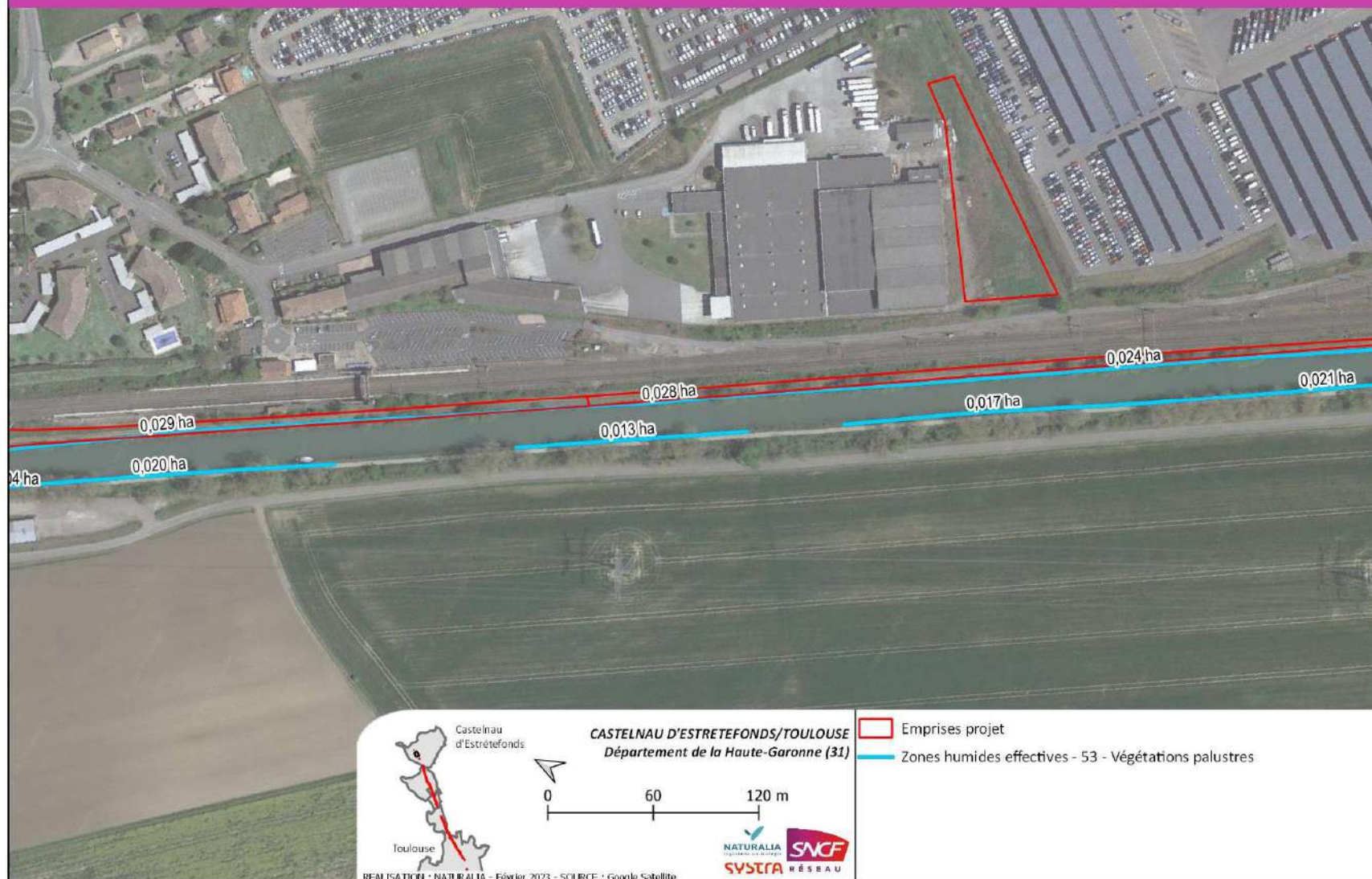


REALISATION : NATURALIA - Février 2023 - SOURCE : Google Satellite

- Emprises projet
- Zones humides effectives - 53 - Végétations palustres

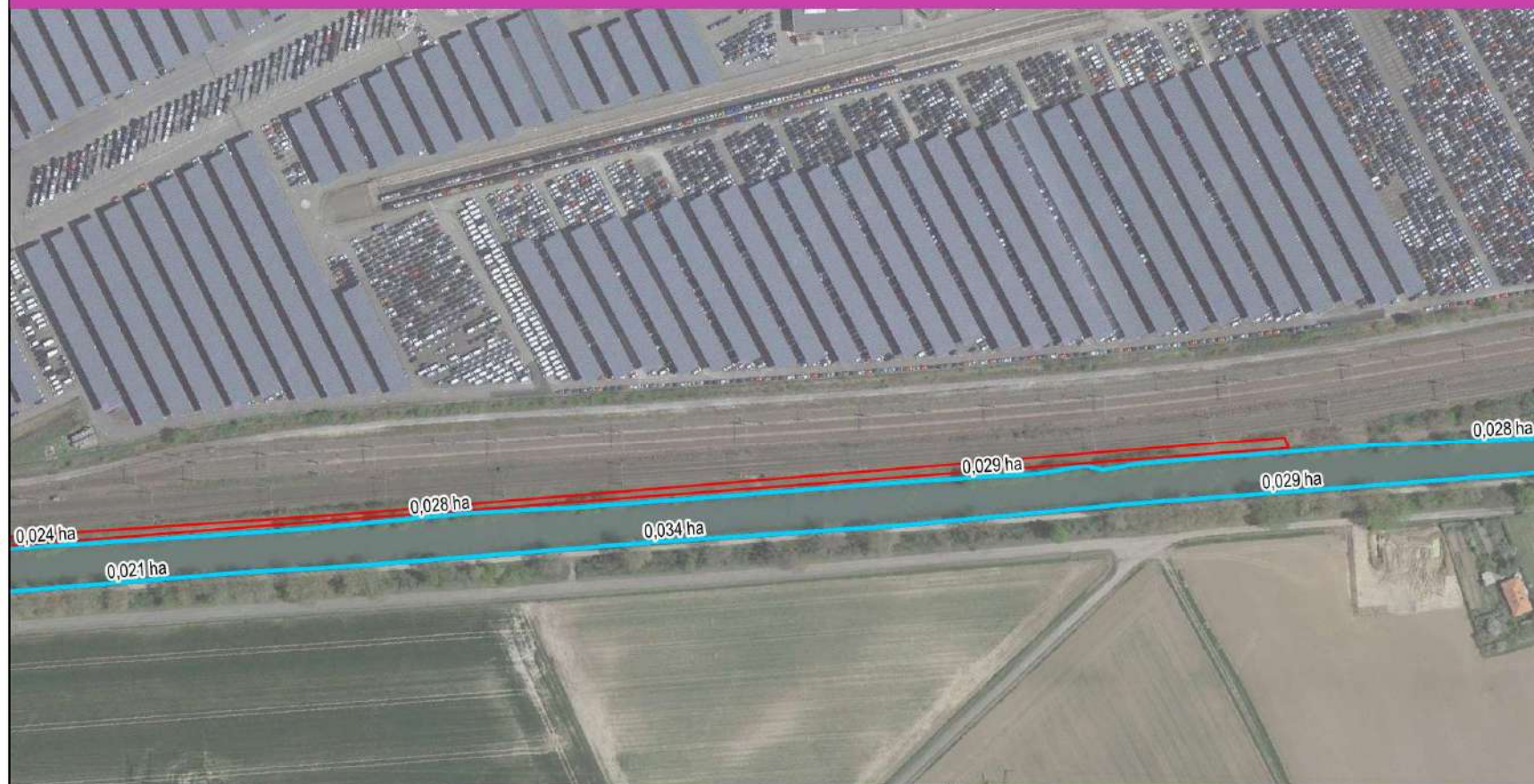
Cartographie des zones humides effectives
Planche 2 / 22

AMÉNAGEMENTS FERROVIAIRES
AU NORD DE TOULOUSE

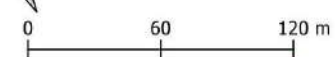


Cartographie des zones humides effectives
Planche 3 / 22

AMÉNAGEMENTS FERROVIAIRES
AU NORD DE TOULOUSE



CASTELNAU D'ESTRETEFONDS/TOULOUSE
Département de la Haute-Garonne (31)



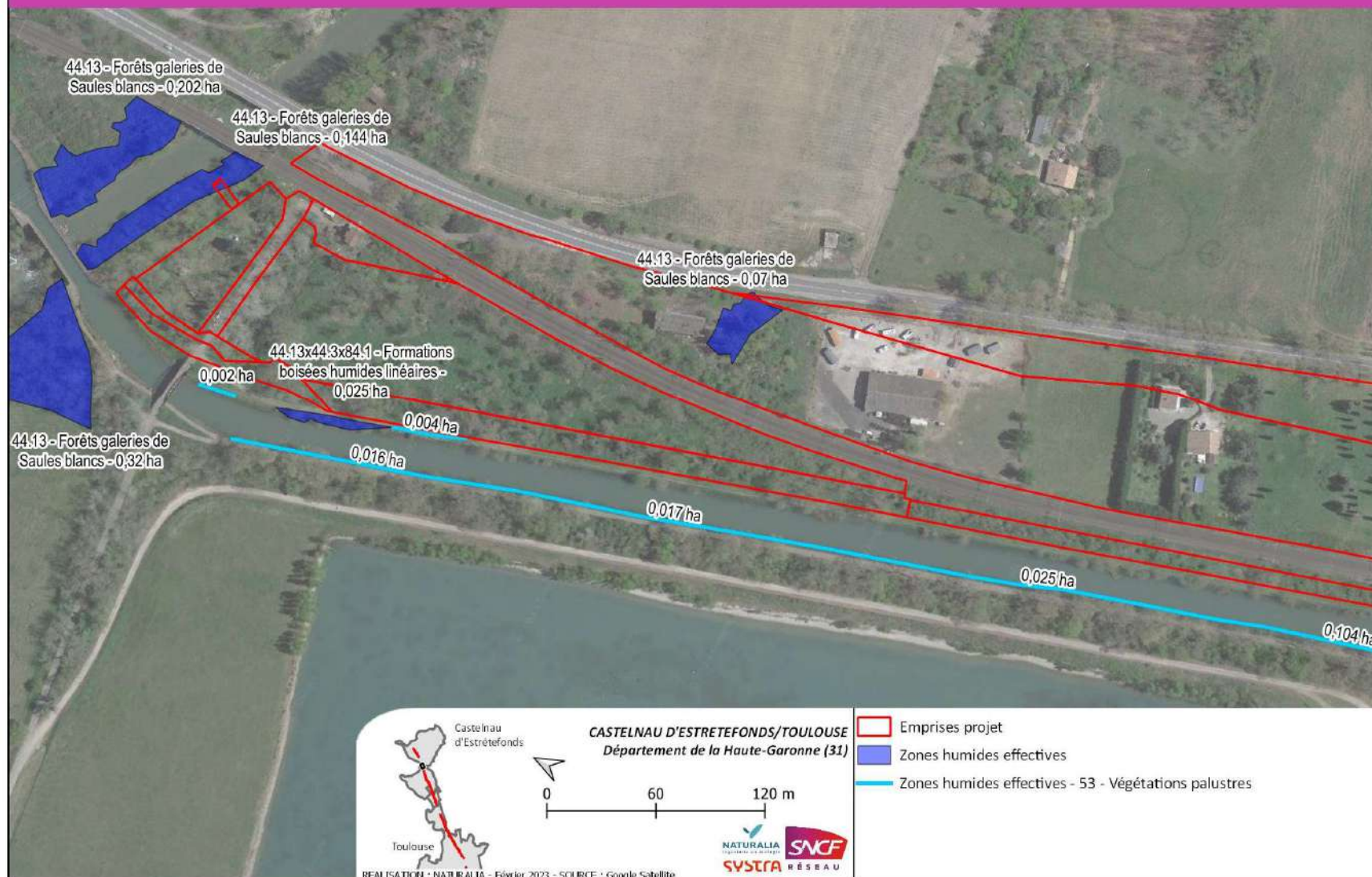
REALISATION : NATURALIA - Février 2023 - SOURCE : Google Satellite

Emprises projet

Zones humides effectives - 53 - Végétations palustres

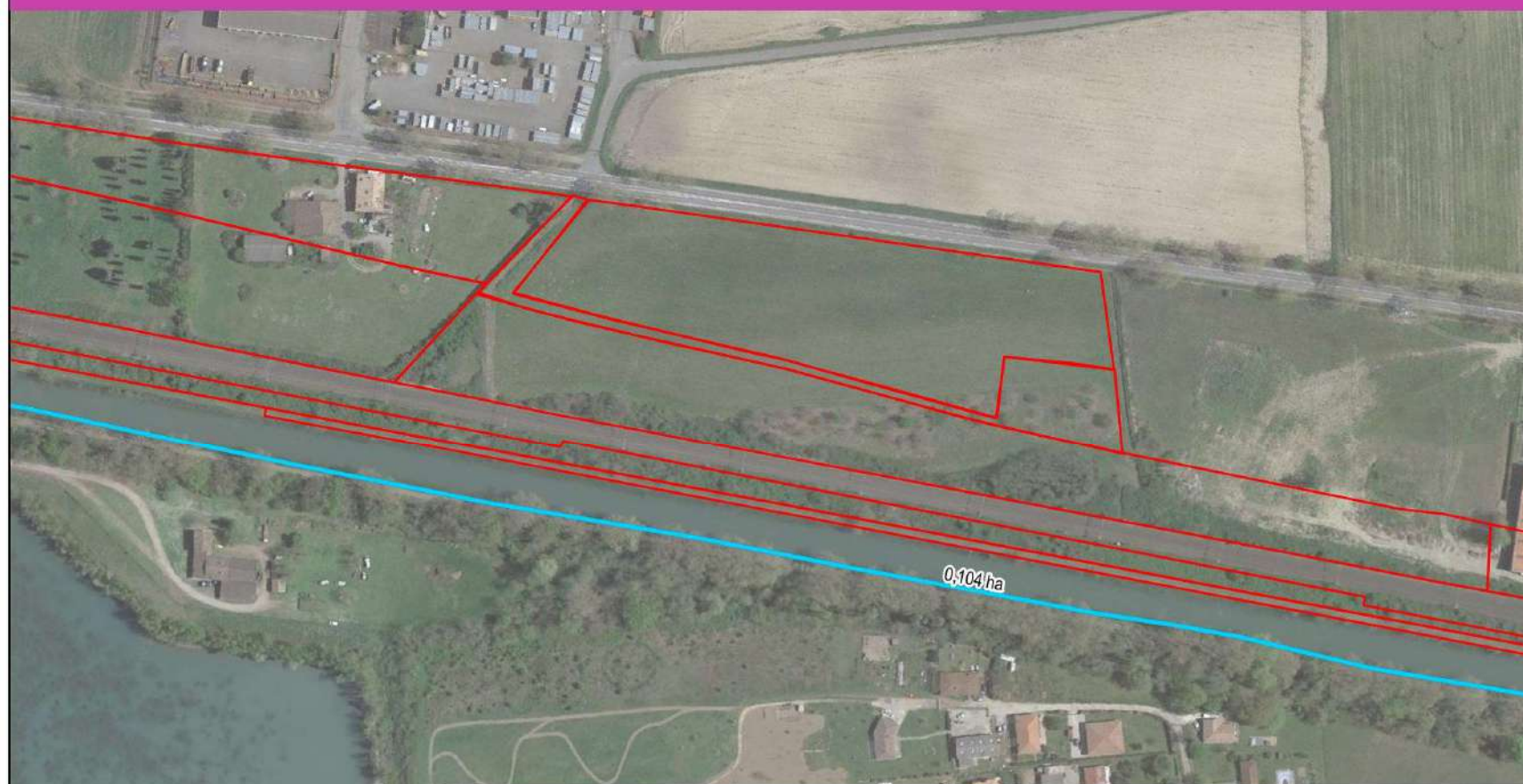
Cartographie des zones humides effectives Planche 4 / 22

AMÉNAGEMENTS FERROVIAIRES
AU NORD DE TOULOUSE

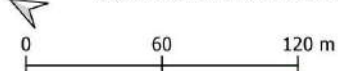


Cartographie des zones humides effectives
Planche 5 / 22

AMÉNAGEMENTS FERROVIAIRES
AU NORD DE TOULOUSE



CASTELNAU D'ESTRETEFONDS/TOULOUSE
Département de la Haute-Garonne (31)

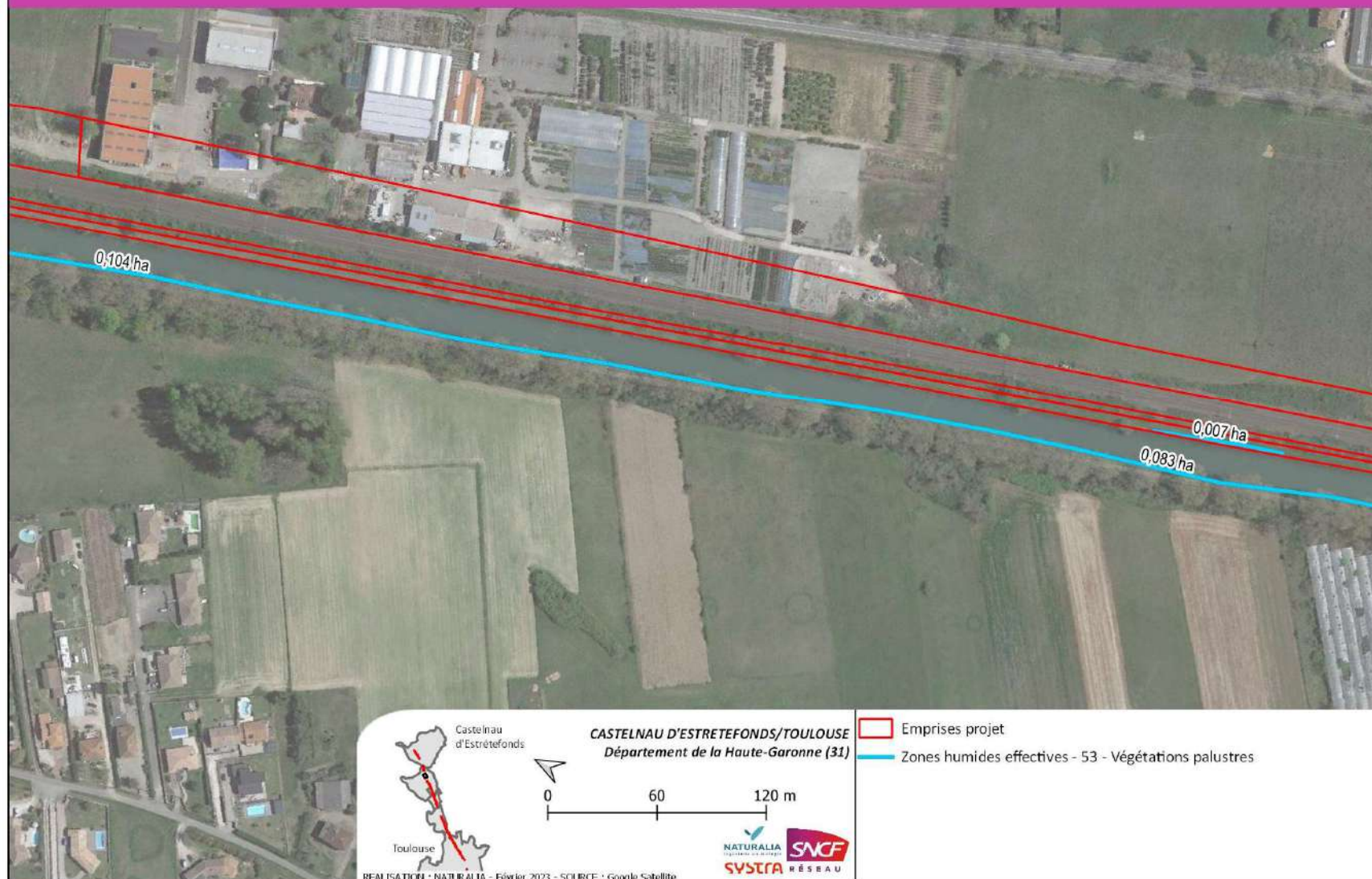


- Emprises projet
- Zones humides effectives - 53 - Végétations palustres

REALISATION : NATURALIA - Février 2023 - SOURCE : Google Satellite

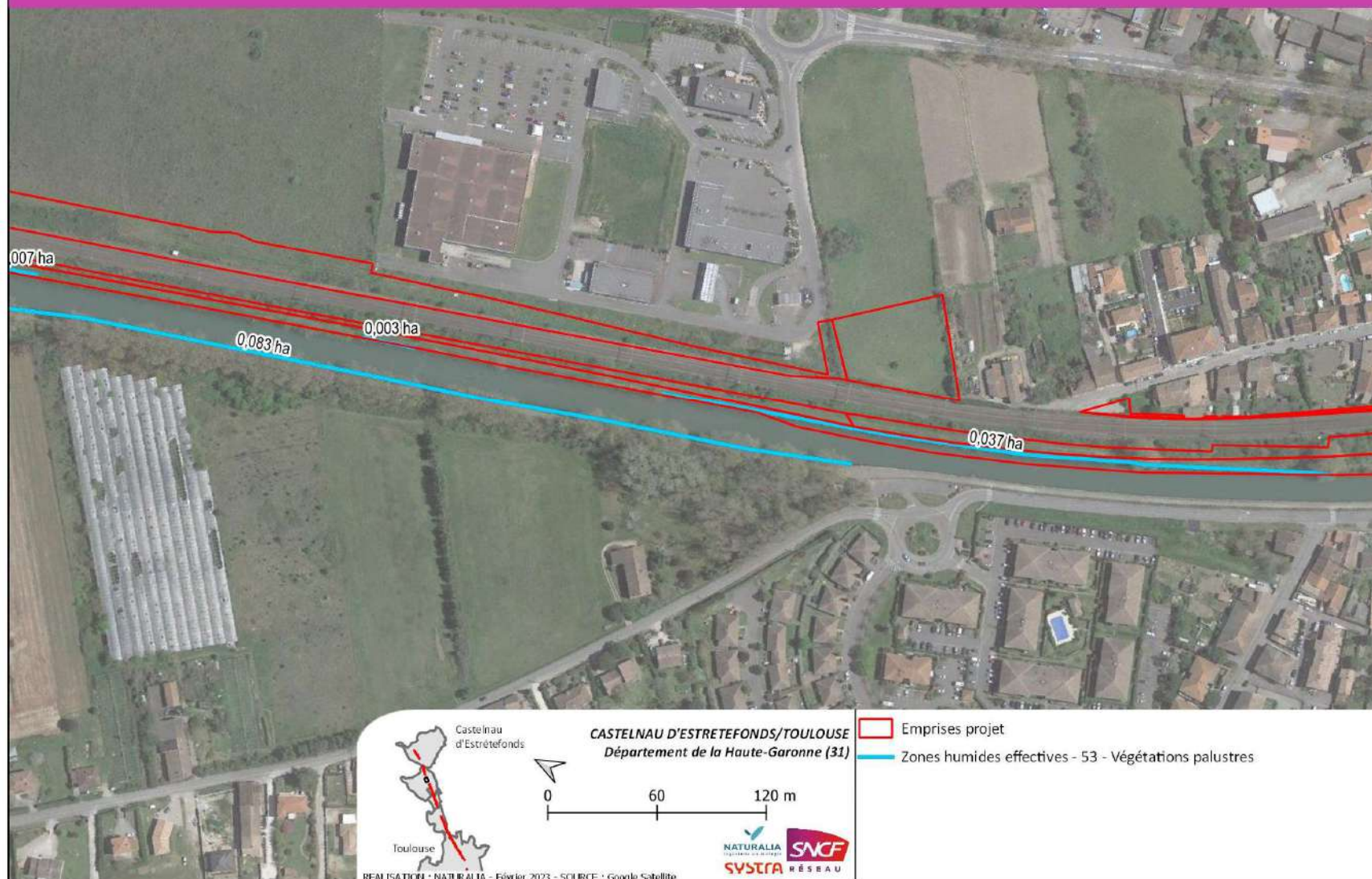
Cartographie des zones humides effectives
Planche 6 / 22

AMÉNAGEMENTS FERROVIAIRES
AU NORD DE TOULOUSE



Cartographie des zones humides effectives
Planche 7 / 22

— AMÉNAGEMENTS FERROVIAIRES
AU NORD DE TOULOUSE



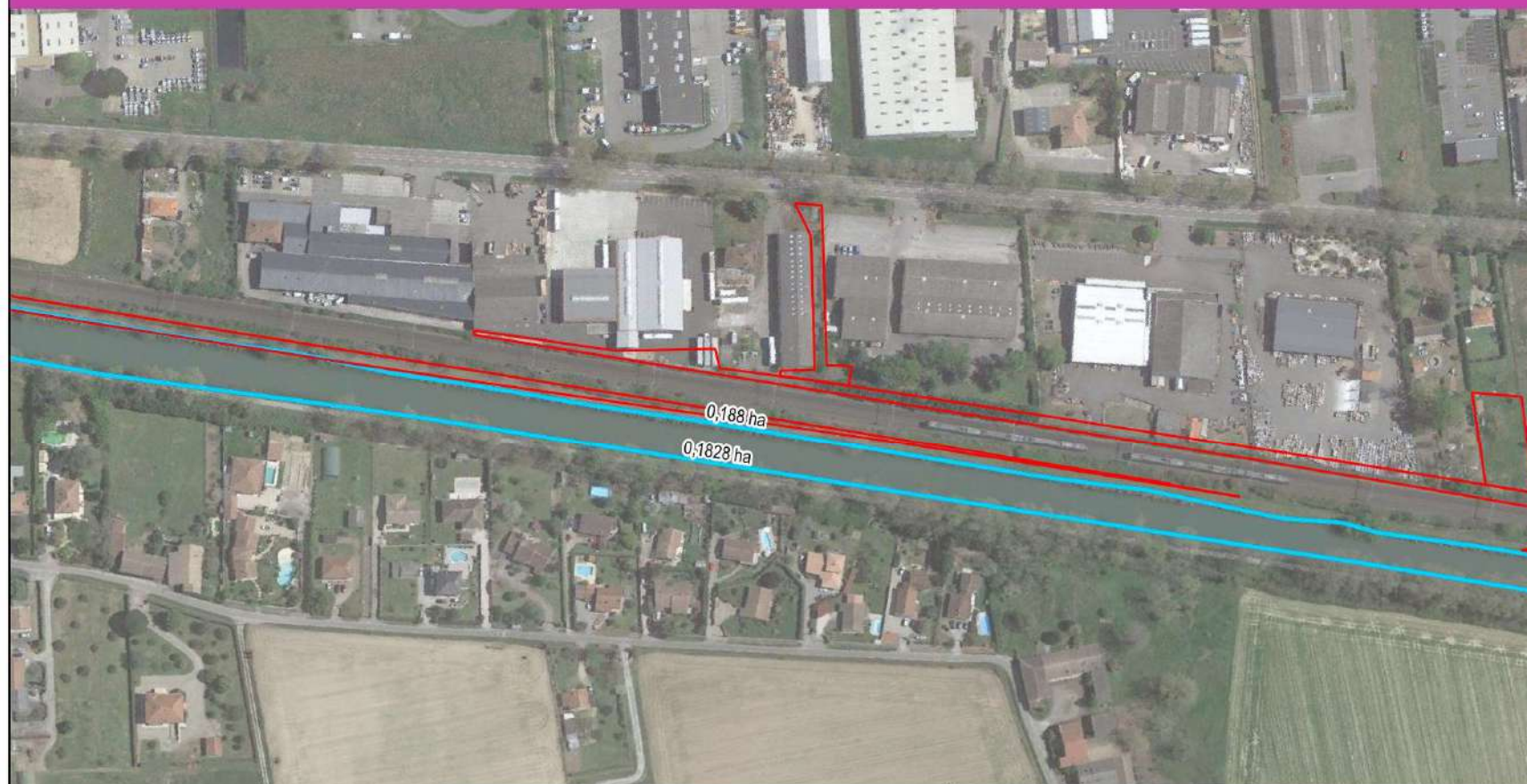
Cartographie des zones humides effectives
Planche 8 / 22

AMÉNAGEMENTS FERROVIAIRES
AU NORD DE TOULOUSE



Cartographie des zones humides effectives
Planche 9 / 22

AMÉNAGEMENTS FERROVIAIRES
AU NORD DE TOULOUSE



CASTELNAU D'ESTRETEFONDS/TOULOUSE
Département de la Haute-Garonne (31)

0 60 120 m



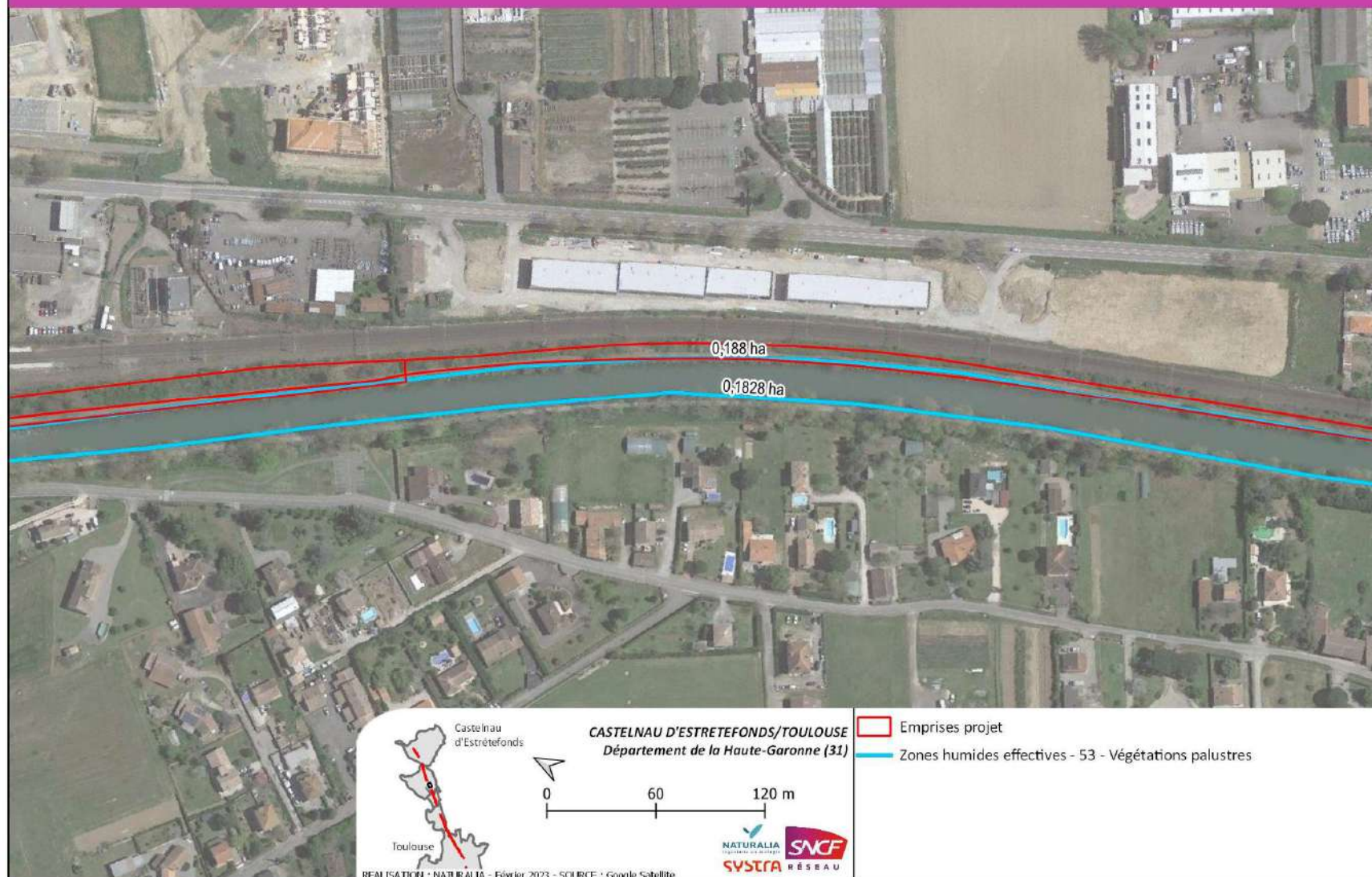
REALISATION : NATURALIA - Février 2023 - SOURCE : Google Satellite

Emprises projet

Zones humides effectives - 53 - Végétations palustres

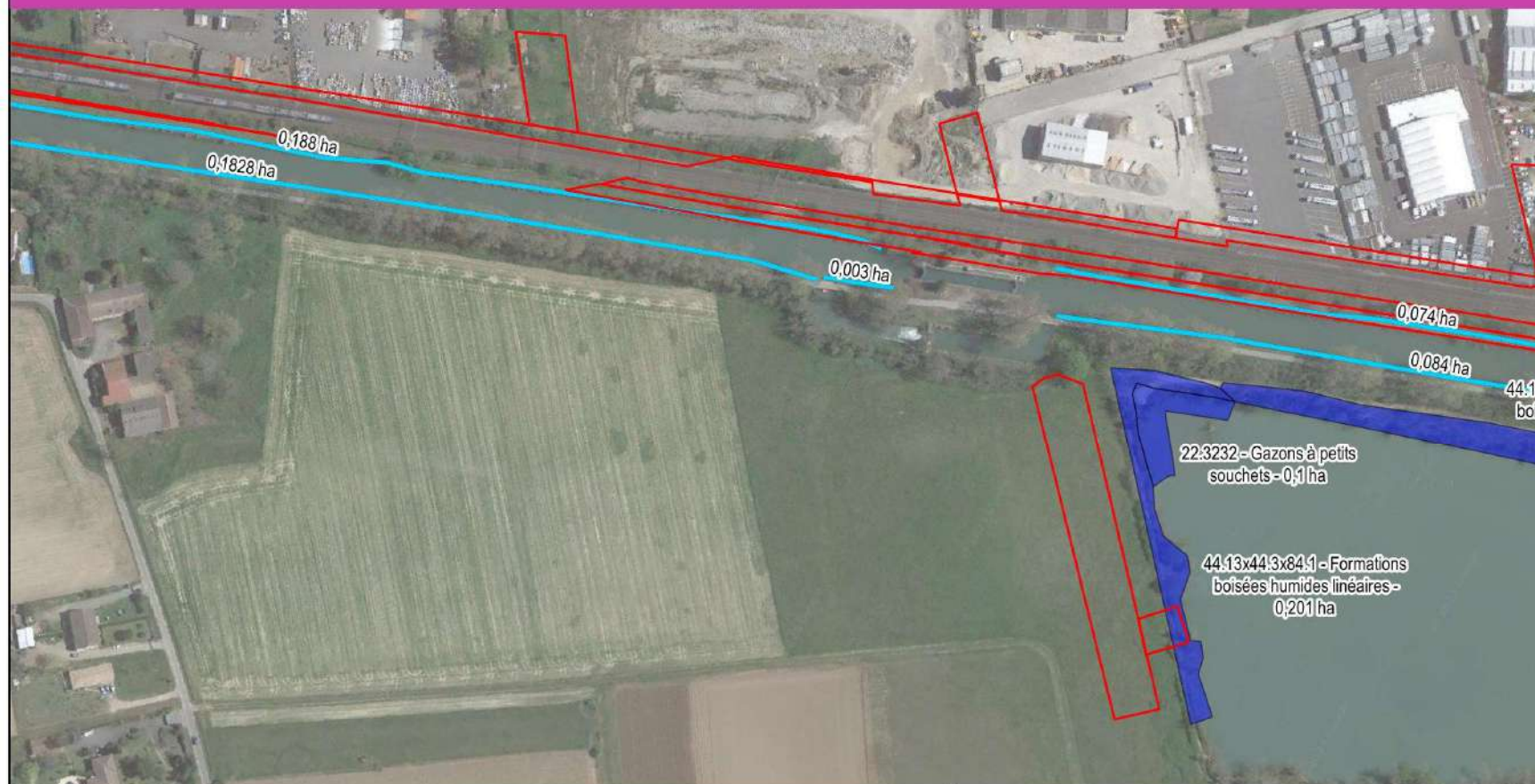
Cartographie des zones humides effectives
Planche 10 / 22

AMÉNAGEMENTS FERROVIAIRES
AU NORD DE TOULOUSE

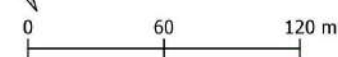


Cartographie des zones humides effectives Planche 11 / 22

AMÉNAGEMENTS FERROVIAIRES
AU NORD DE TOULOUSE



CASTELNAU D'ESTRETEFONDS/TOULOUSE
Département de la Haute-Garonne (31)

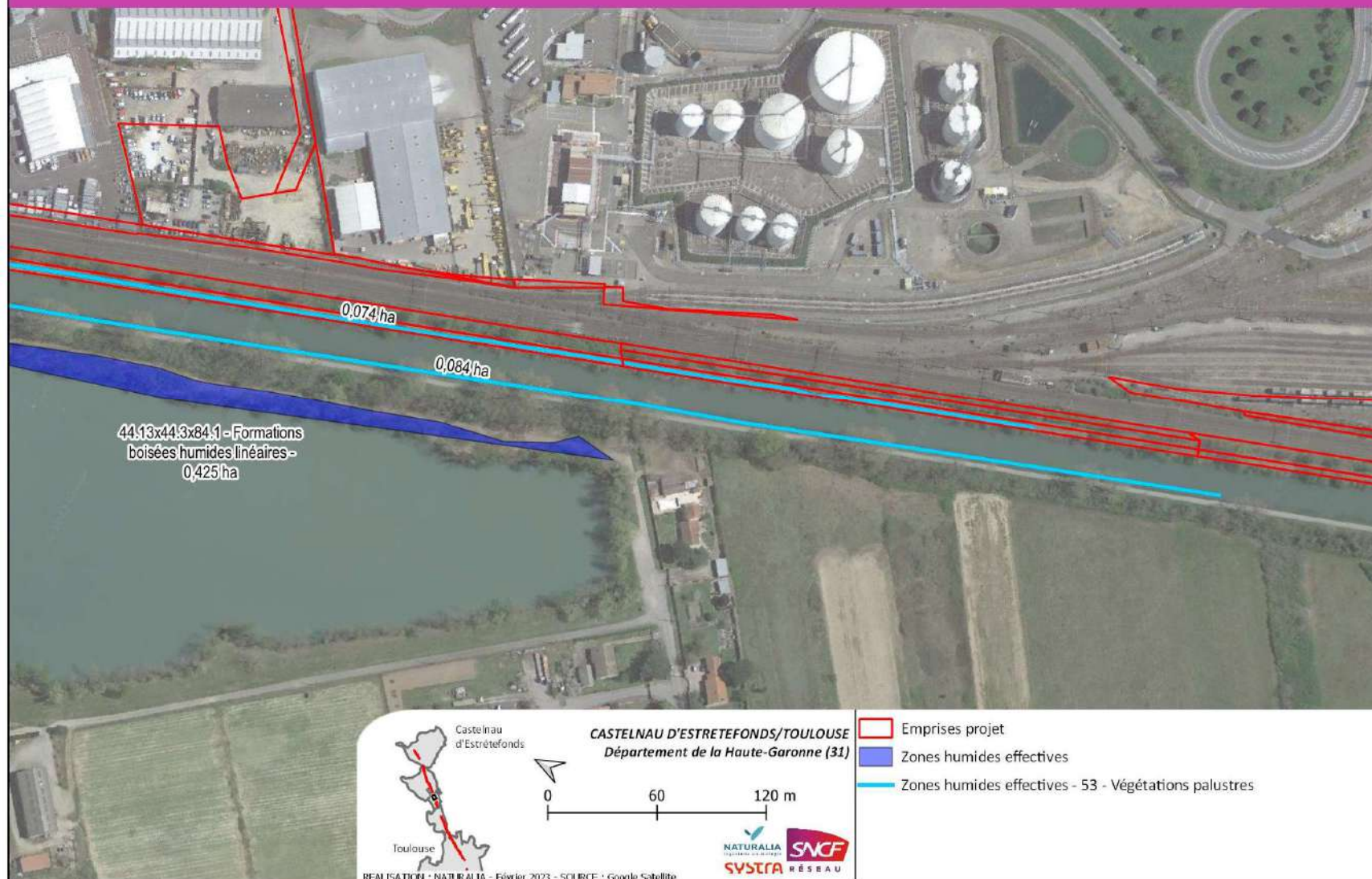


REALISATION : NATURALIA - Février 2023 - SOURCE : Google Satellite

- Emprises projet
- Zones humides effectives
- Zones humides effectives - 53 - Végétations palustres

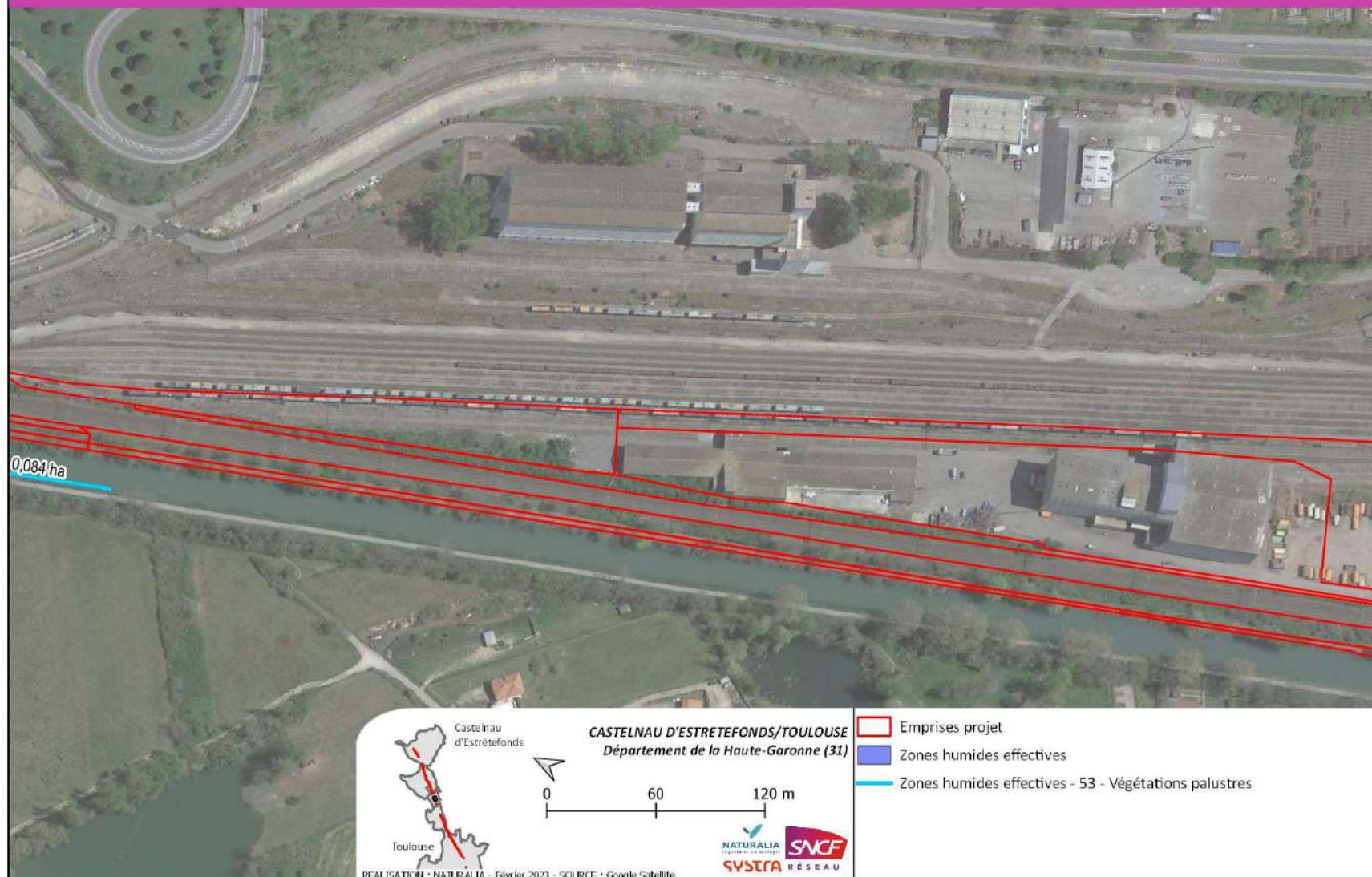
Cartographie des zones humides effectives
Planche 12 / 22

AMÉNAGEMENTS FERROVIAIRES
AU NORD DE TOULOUSE



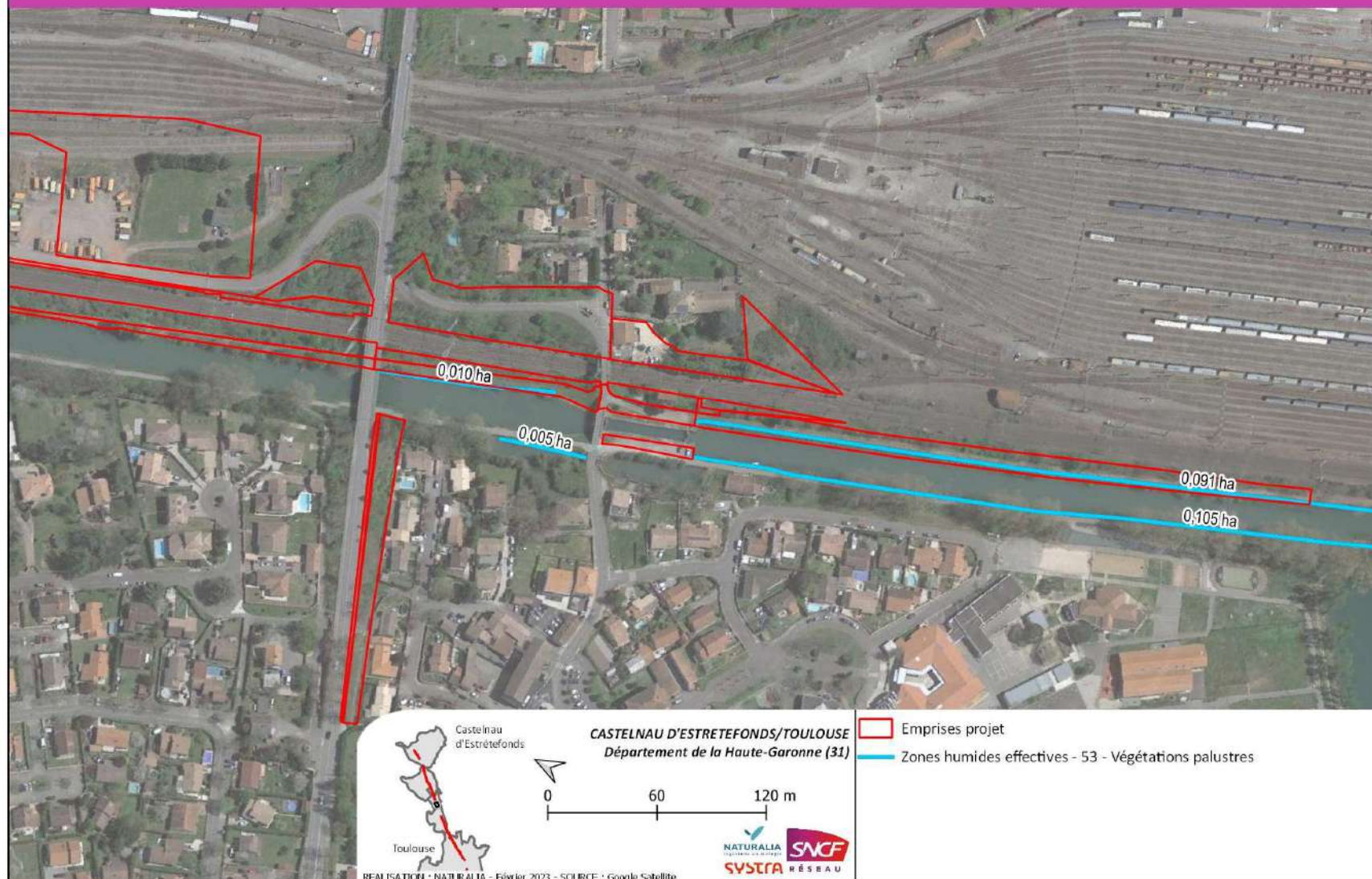
Cartographie des zones humides effectives
Planche 13 / 22

AMÉNAGEMENTS FERROVIAIRES
AU NORD DE TOULOUSE



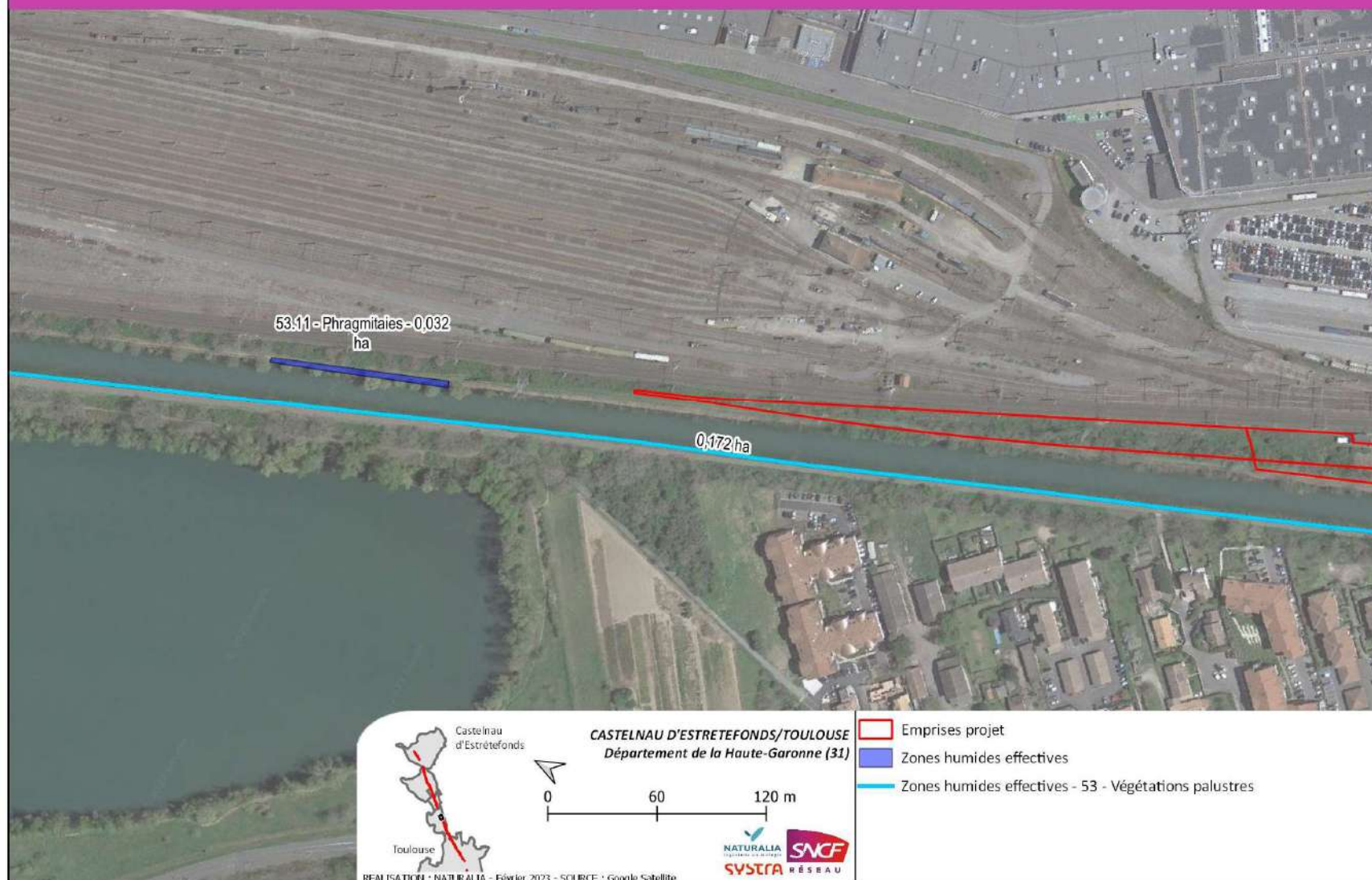
Cartographie des zones humides effectives
Planche 14 / 22

AMÉNAGEMENTS FERROVIAIRES
AU NORD DE TOULOUSE



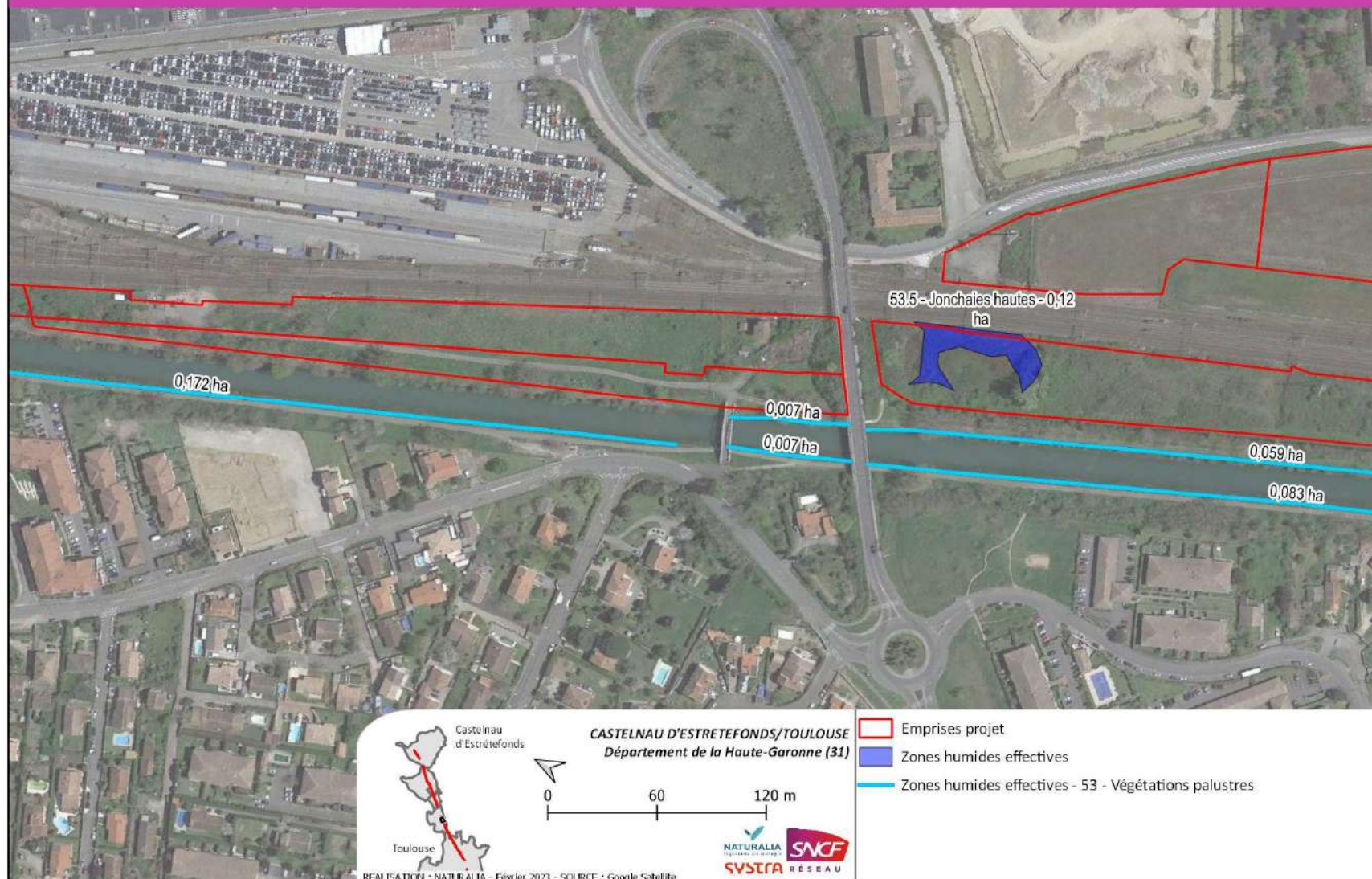
Cartographie des zones humides effectives
Planche 15 / 22

AMÉNAGEMENTS FERROVIAIRES
AU NORD DE TOULOUSE



Cartographie des zones humides effectives
Planche 16 / 22

AMÉNAGEMENTS FERROVIAIRES
AU NORD DE TOULOUSE

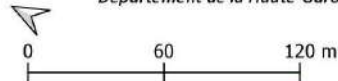


Cartographie des zones humides effectives
Planche 17 / 22

AMÉNAGEMENTS FERROVIAIRES
AU NORD DE TOULOUSE



CASTELNAU D'ESTRETEFONDS/TOULOUSE
Département de la Haute-Garonne (31)

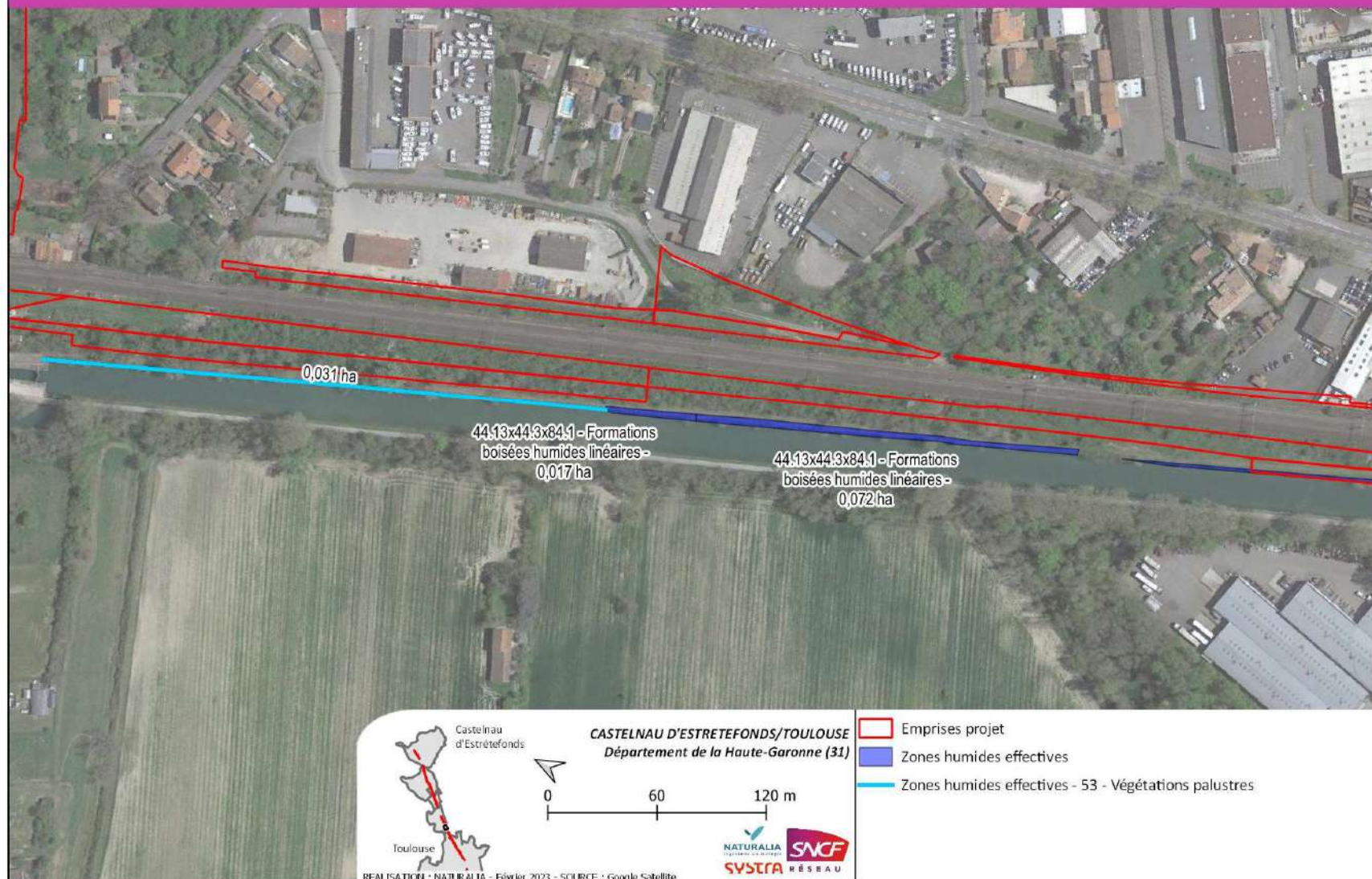


- Emprises projet
- Zones humides effectives
- Zones humides effectives - 53 - Végétations palustres

REALISATION : NATURALIA - Février 2023 - SOURCE : Google Satellite

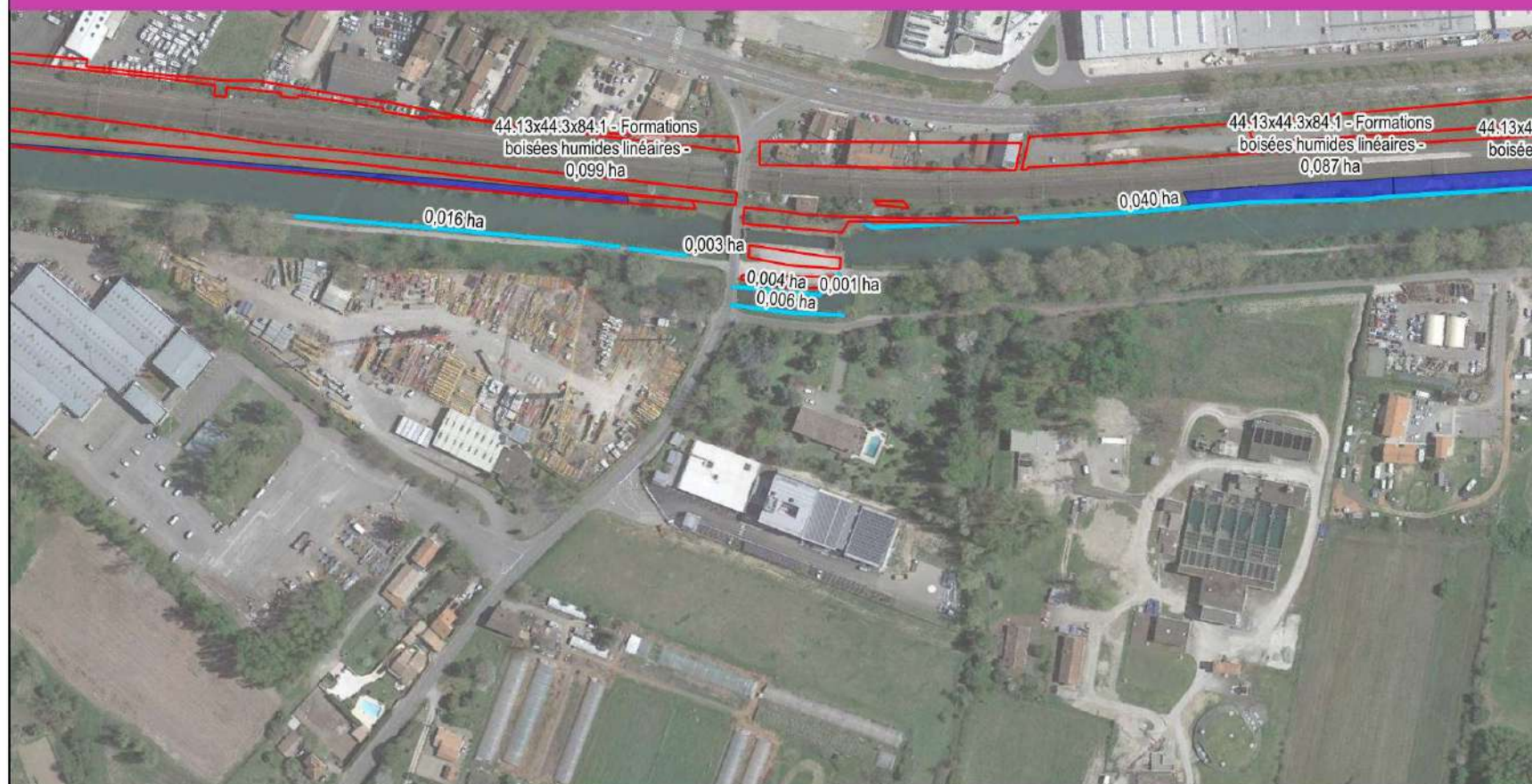
Cartographie des zones humides effectives
Planche 18 / 22

AMÉNAGEMENTS FERROVIAIRES
AU NORD DE TOULOUSE

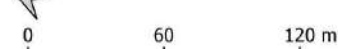


Cartographie des zones humides effectives
Planche 19 / 22

AMÉNAGEMENTS FERROVIAIRES
AU NORD DE TOULOUSE



CASTELNAU D'ESTRETEFONDS/TOULOUSE
Département de la Haute-Garonne (31)

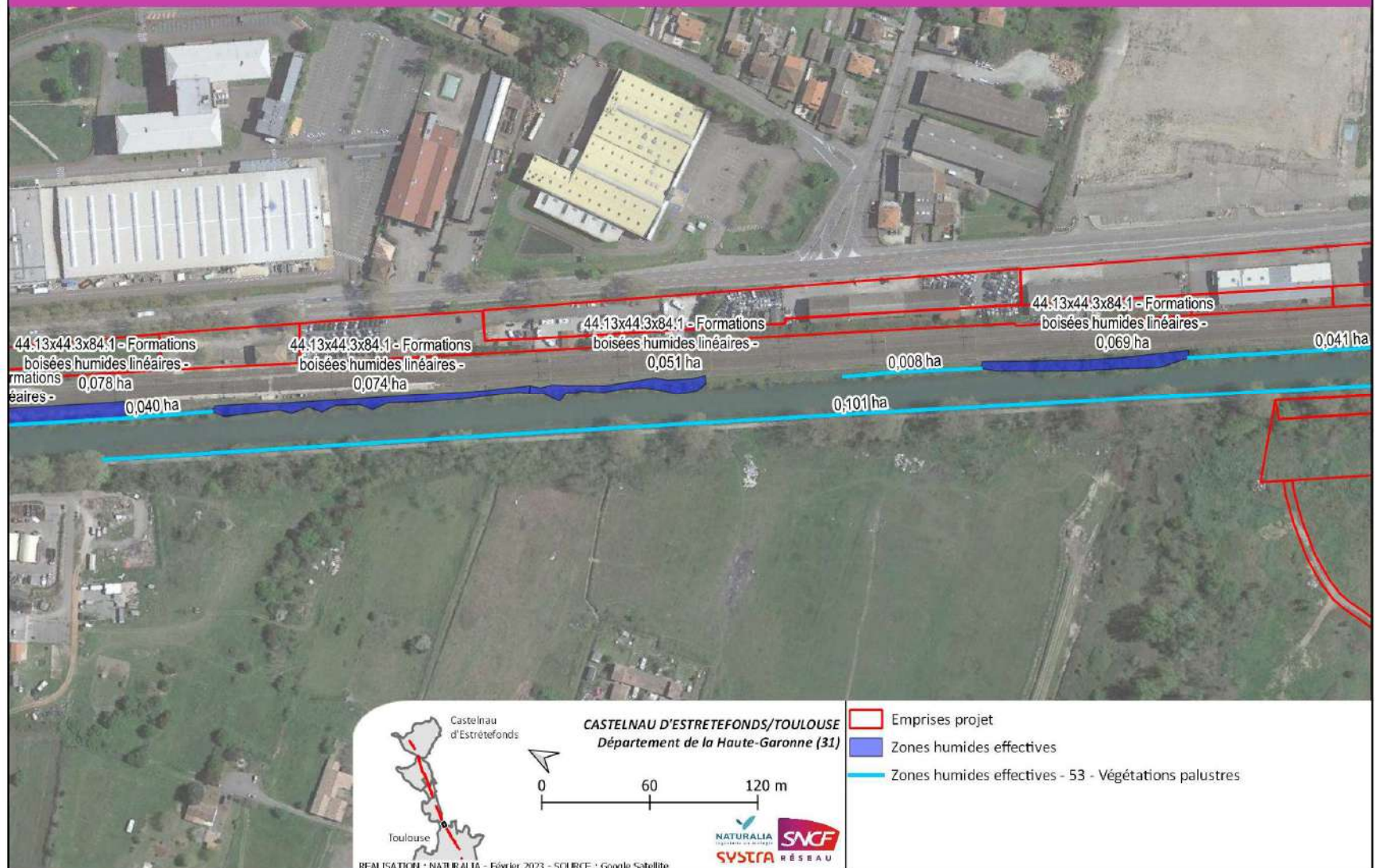


- Emprises projet
- Zones humides effectives
- Zones humides effectives - 53 - Végétations palustres

REALISATION : NATURALIA - Février 2023 - SOURCE : Google Satellite

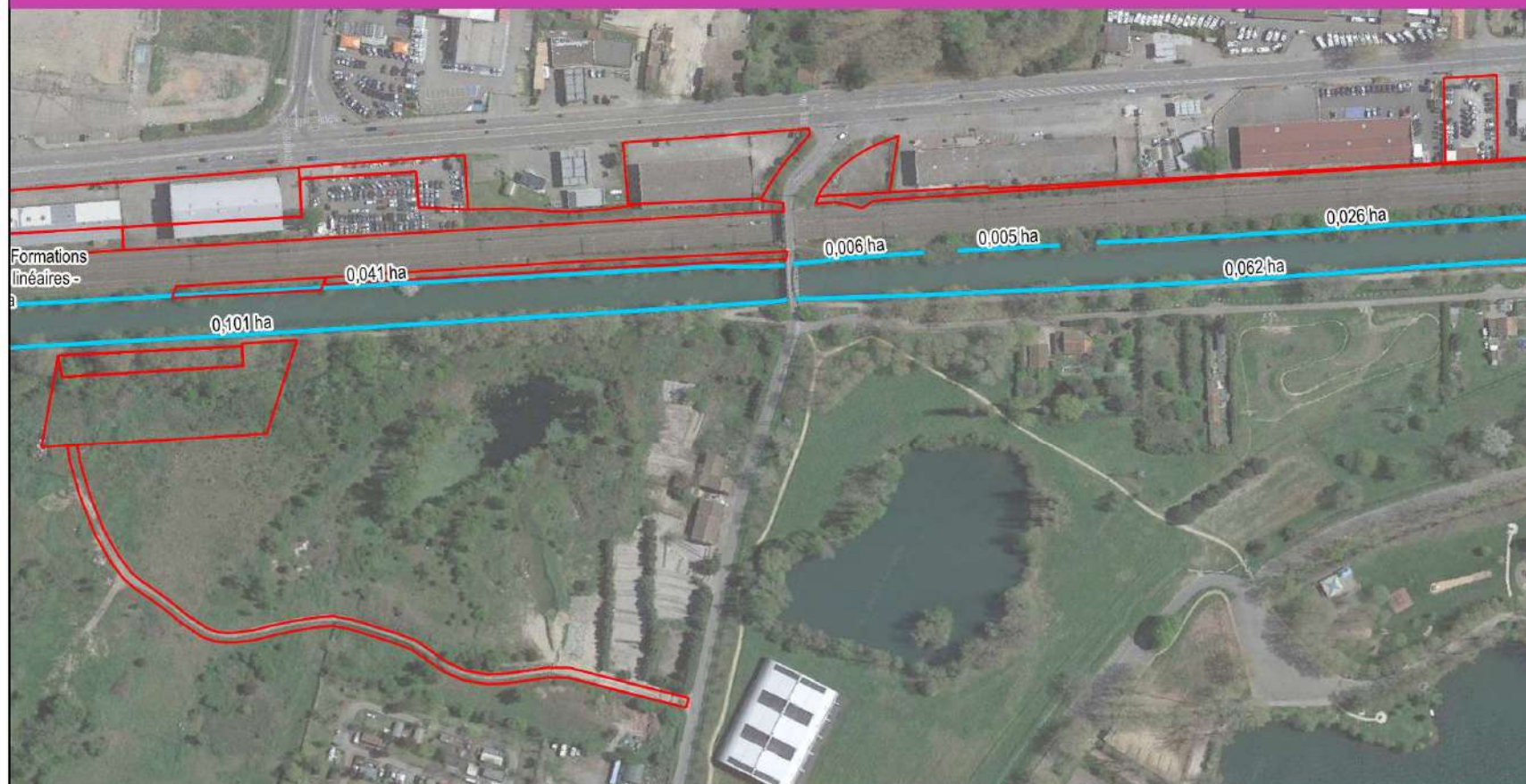
Cartographie des zones humides effectives Planche 20 / 22

AMÉNAGEMENTS FERROVIAIRES
AU NORD DE TOULOUSE



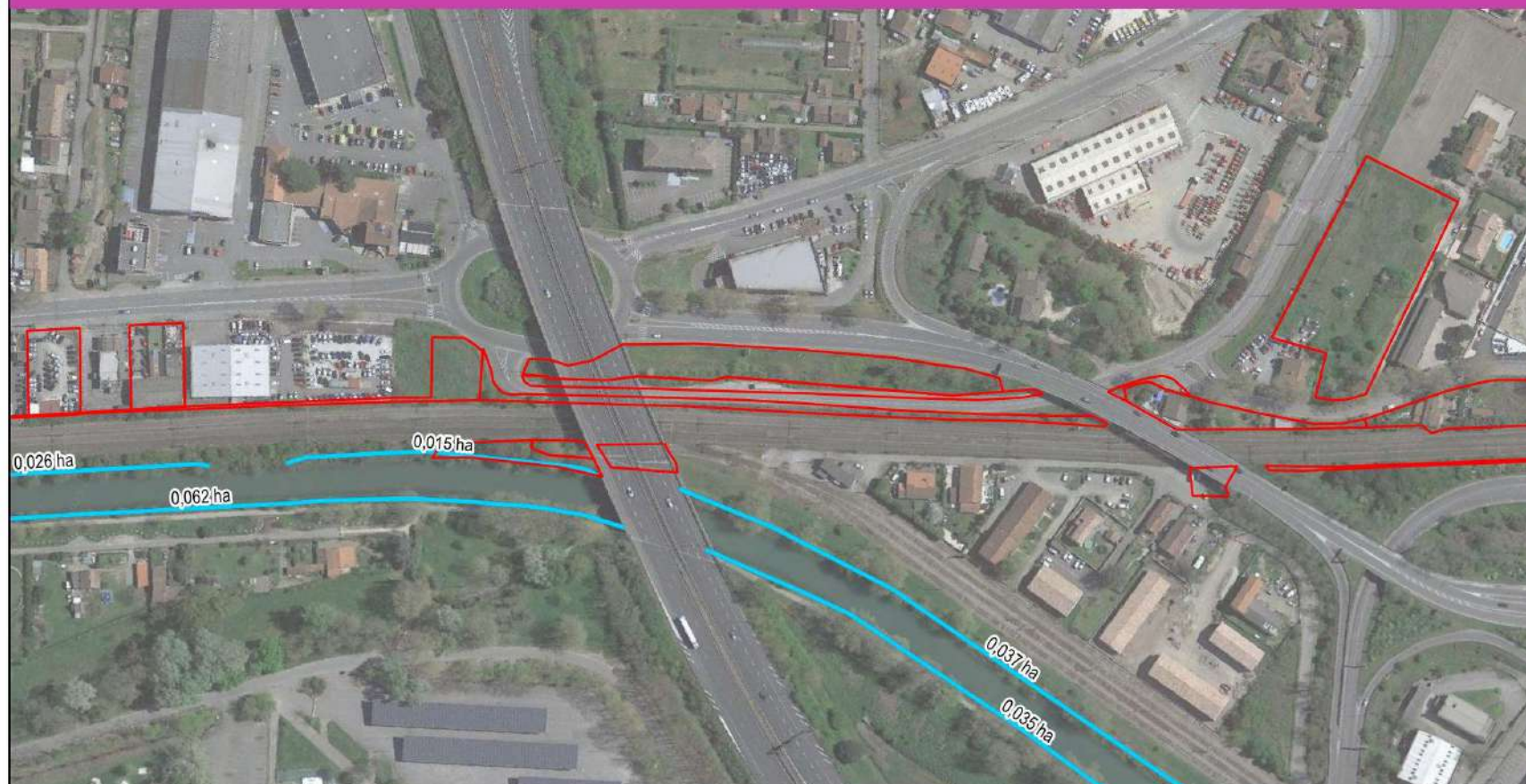
Cartographie des zones humides effectives
Planche 21 / 22

AMÉNAGEMENTS FERROVIAIRES
AU NORD DE TOULOUSE

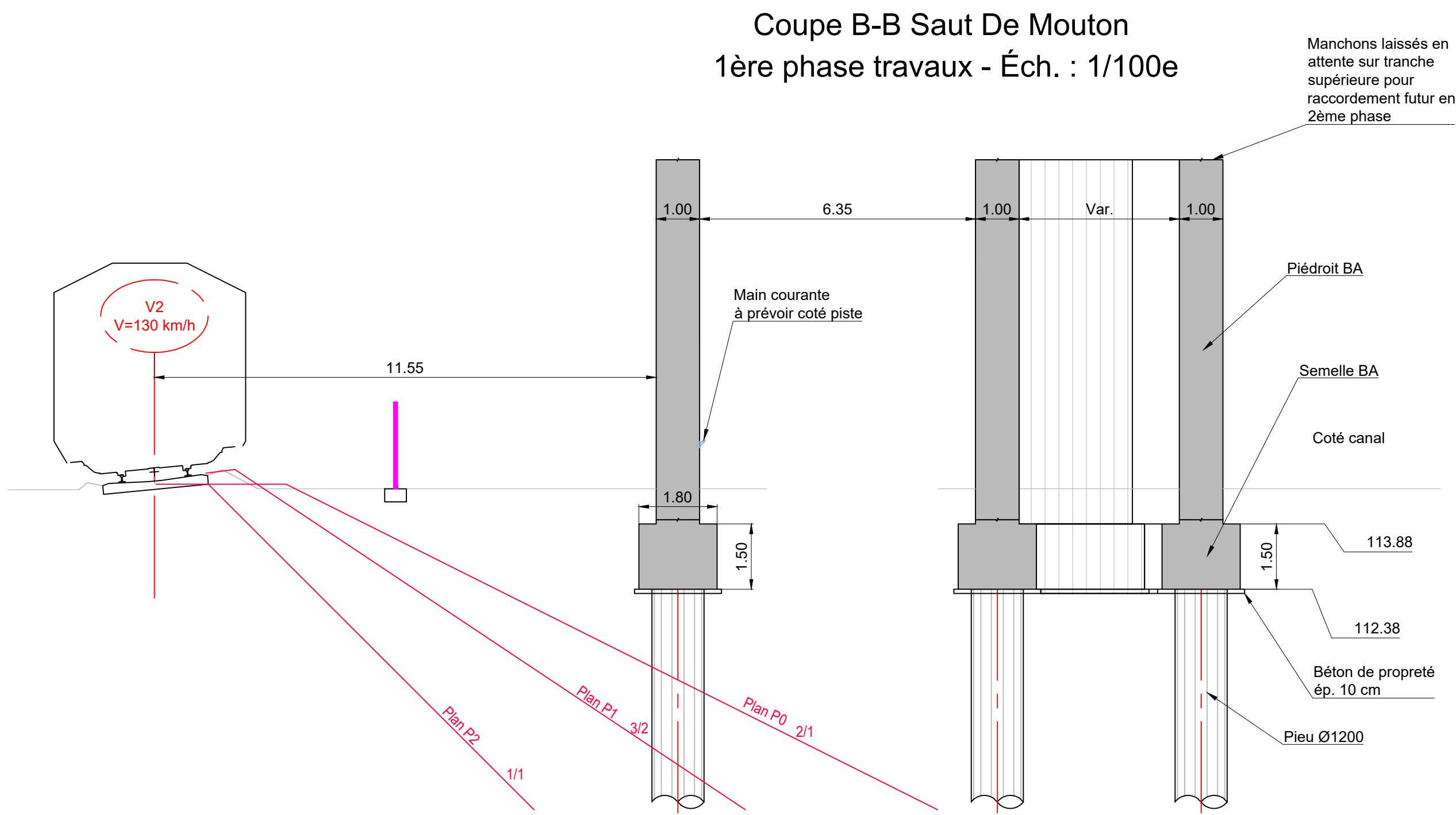
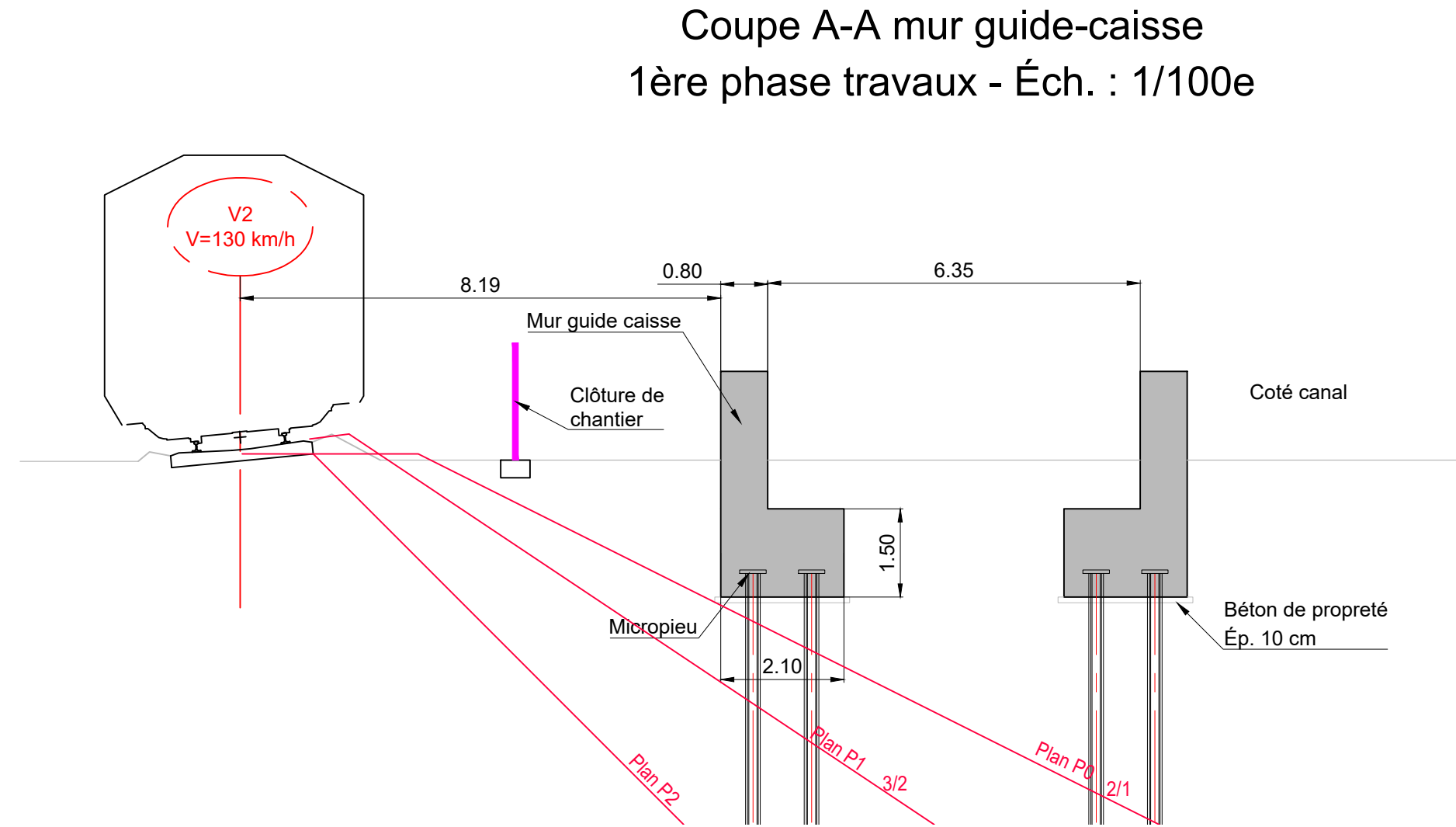
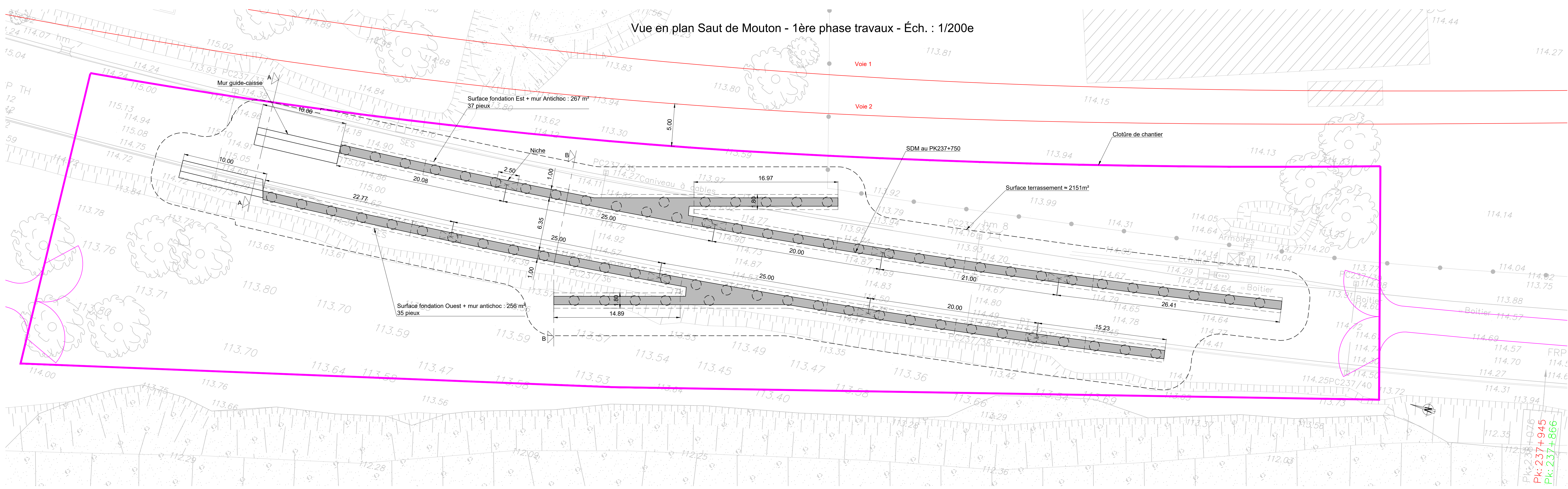


Cartographie des zones humides effectives
Planche 22 / 22

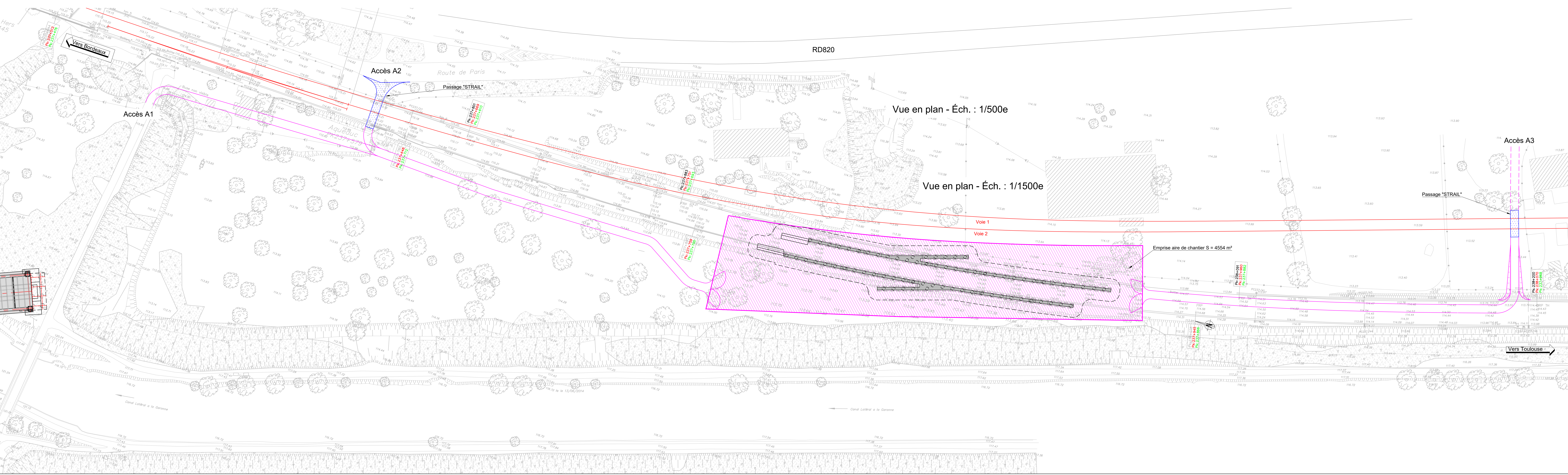
AMÉNAGEMENTS FERROVIAIRES
AU NORD DE TOULOUSE



ANNEXE 12 – PLANS DES FONDATIONS DU SAUT-DE-MOUTON DE LA LIGNE NOUVELLE



Plans de référence :
- Levé topographique :
Total PK 237+000 +a 241+000_31-10-2014 avec Z en bloc.dwg
-Tracé des voies futures :
Xref_PRJ_AFNT_V03.dwg
- Profil en long
ANFT-0048103-1.1_PL



SNCF RÉSEAU
DIRECTION GÉNÉRALE INDUSTRIELLE ET INGÉNIERIE
Département des Changements d'AM
15 rue Jean-François Henrici
92012 La Plaine Saint-Denis CEDEX

SNCF
RÉSEAU

Aménagements ferroviaires
au nord de Toulouse
GRAND PROJET FERROVIAIRE DU SUD-OUEST

Grand Projet du Sud Ouest
Aménagements Ferroviaires Nord de Toulouse

LIGNE 640 000 BORDEAUX - SETE
PK 237+750
PROJET GPSO - Saut De Mouton
Plan d'ensemble préliminaire SDM
1ère phase travaux

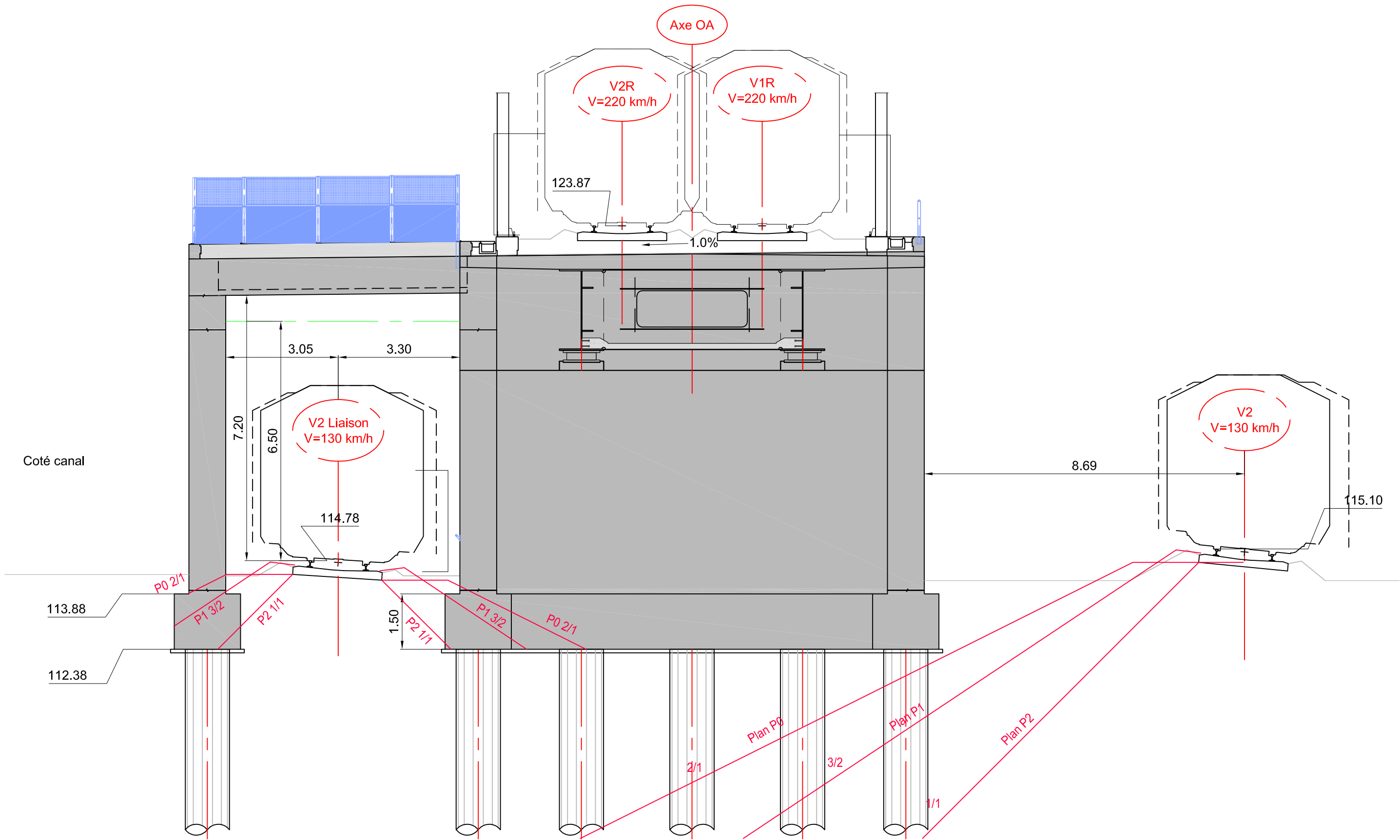
Suivi des indices :		Établi par		Vérifié par		Approuvé par	
Index	Date	Modifications					
0	13/05/2022	Création du document	F. CARON	F. RAMIRO	J. GUTIERREZ	G. GARNIER	

Ce document est la propriété de SNCF. L'utilisation de ce document est limitée au seul cadre du projet.
Version originale. Toute réimpression à l'insu du maître d'œuvre engage celui-ci de sa responsabilité.
Reproduction et communication à des tiers interdites sans autorisation Loco. Du 01/01/2020

Echelle : Var.
Coordonnées: RGF93 - CC44
Nivellement : NGF-IGN69

Numérotation du plan							Nom fichier
Phase	Métier	Lot	PK de doc	Projet	Numéro chrono	Ind	
P	OAR	018	2377	PL OALN	0138001	0	PLAN 0138000-01.DWG

Coupe D-D Saut De Mouton - Éch. : 1/100e



ANNEXE 13 – PLAN DE LA BASE TRAVAUX PRINCIPALE DU SITE SOFERTI

ANNEXE 14 – PIERCE JUSTIFICATIVE DE LA MAITRISE FONCIERE DES TERRAINS PRESSENTIS POUR LA COMPENSATION ZONE HUMIDE



DELIBERATION N° 2022/72 DU CONSEIL MUNICIPAL DE GAGNAC/GARONNE
Séance du 10 octobre 2022

Le 10 octobre 2022 à 20h30 à GAGNAC-SUR-GARONNE, le Conseil Municipal de la commune, convoqué le 4 octobre 2022, s'est réuni à l'Espace Garonne, sous la présidence de Monsieur le Maire.

Etaient Présents : Patrick BERGOUIGNOUX, Thierry CASTELLA, Guy CAUQUIL, Gilles CHARLAS, Eric CHOLOT, Marie DUCOS, Sabine DUPLAN, Ana FELDMAN, Stéphane FLEURY, Olivier GAU, Régis GRIMAL, Véronique LAVERROUX, Marc LEBARILLIER, Henri PEYRAS, Krista ROUTABOUL, Michel SIMON, Virginie SIRI, Angèle SOUROU, Valérie VENZAC, Djamel YAKOUBI.

Procurations : Françoise TRUC à Patrick BERGOUIGNOUX, Gaëlle RATIE à Michel SIMON

Absents : Vanessa FRAYCINET

Secrétaire de séance : Valérie VENZAC

OBJET : Autorisation signature courrier et promesse d'Obligation Réelle Environnementale (ORE) avec SNCF Réseau

M. Le Maire, rapporteur,

EXPOSE le projet présenté en bureau municipal le 19 septembre 2022, Proposé par SNCF Réseau dans le cadre de l'Aménagement Ferroviaire Nord de Toulouse (AFNT), Qui vise à mettre en place des mesures compensatoires sur le foncier communal visé dans la cartographie annexée. Cette démarche soit être présentée dans le dossier d'autorisation environnementale unique qui sera soumis à l'Autorité Environnementale puis mis à l'enquête publique,

PROPOSE au Conseil Municipal de l'autoriser à signer un courrier de promesse de d'ORE, validant le principe et les surfaces dédiées aux mesures de compensations environnementales.

L'ORE sera réitérée par acte authentique avant la mise en place des mesures compensatoires et pour une durée minimale de 50 ans.

Le Conseil Municipal, après en avoir délibéré, à l'unanimité,

AUTORISE Monsieur le Maire à signer le courrier de promesse de l'Obligation Réelle Environnementale (ORE- voir projet annexé)

AUTORISE Monsieur le Maire à signer tout document afférent à ce dossier.



Fait à Gagnac-sur-Garonne

Le 11 octobre 2022

Le Maire

Michel SIMON

Monsieur le Maire certifie sous sa responsabilité le caractère exécutoire de cet acte et informe que la présente délibération peut faire l'objet d'un recours pour excès de pouvoir devant le Tribunal Administratif de Toulouse dans un délai de 2 mois, à compter de la présente publication, par courrier postal (68 rue Raymond IV, BP 7007, 31068 Toulouse Cedex 7 ; Téléphone : 05 62 73 57 57 ; Fax : 05 62 73 57 40) ou par le biais de l'application informatique Télérecours, accessible par le lien suivant : <http://www.telerecours.fr>.

AMENAGEMENTS FERROVIAIRES NORD DE TOULOUSE **PROMESSE D'OBLIGATION REELLE ENVIRONNEMENTALE**

EXPOSE PREALABLE

SNCF RESEAU a sollicité la Commune de Gagnac-Sur-Garonne afin de mettre en place des mesures compensatoires sur le foncier communal visé dans la cartographie annexée aux présentes. Cette démarche s'inscrit dans le cadre des mesures compensatoires liées au projet des AFNT (Aménagements Ferroviaires au Nord de Toulouse) dont la Déclaration d'Utilité Publique a été prise le 4 janvier 2016.

Cette démarche doit être présentée dans le dossier d'autorisation environnementale unique que sera soumis à l'Autorité Environnementale puis mis à l'enquête publique.

C'est dans ce cadre-là que la Commune s'engage à signer une promesse d'Obligation Réelle Environnementale (ORE) valant le principe et les surfaces dédiées aux mesures de compensations environnementales et qui devra être présentée en Conseil Municipal pour approbation.

L'ORE sera réitérée par acte authentique avant la mise en place des mesures compensatoires et pour une durée minimale de 50 ans.

La durée de l'engagement de n'a pas de limite dans le temps.

A cet effet, il a été convenu ce qui suit :

COMMUNE DE GAGNAC SUR GARONNE

Immatriculée au répertoire des entreprises et établissements de l'INSEE sous le numéro 31205

Adresse : place de la République, 31 150 GAGNAC SUR GARONNE

Représentée par M. Michel SIMON agissant aux présentes en qualité de Maire, dûment habilité aux fins de signature des présentes par délibération 2020-12 du Conseil Municipal en date du 25 / 05 / 2020

Ci-après dénommé « LE PROPRIETAIRE »,

S'engagent à conclure avec

SNCF Réseau,

Société anonyme, au capital de 500 000 000, 00 Euros, dont le siège social est à SAINT DENIS LA PLAINE (93418), 15-17 Rue Jean-Philippe RAMEAU, CS 80001, identifié au SIREN sous le numéro 412 280 737 et Immatriculé au registre du Commerce et des Sociétés de BOBIGNY.

Prise en son Agence Projets de Toulouse – 2 Esplanade Compans Caffarelli – Immeuble Toulouse 2000 - 31000 TOULOUSE

Agissant au nom de l'Etat français en vertu des dispositions de l'article L.2111-20 du Code des Transports

Représentée par agissant en qualité de Chef d'agence Projets Midi-Pyrénées, SNCF RESEAU, dûment habilité aux fins des présentes.

L'obligation environnementale consiste faire naître à la charge des propriétaires actuels ou futurs l'obligation de :

DESCRIPTION

+ OBLIGATION

ARTICLE 4 : DUREE DE L'OBLIGATION ENVIRONNEMENTALE

Une fois la mesure compensatoire mise en œuvre sur l'emprise foncière, au plus tard (date), le propriétaire et SNCF Réseau s'engagent à contractualiser une « obligation réelle environnementale » (dénommée « ORE ») par acte notarié pour une période de 10 ans.

ARTICLE 5 : INDEMNISATION DE L'OBLIGATION ENVIRONNEMENTALE

Le paiement associé aux cinq premières années contractuelles, d'un montant de [A COMPLETER], interviendra au jour de la signature de l'acte authentique. Ce versement sera ensuite renouvelé aux 5, 10, 15, 20 et 25 ans de la date d'anniversaire de l'acte authentique pour atteindre le montant global forfaitaire de [A COMPLETER].

Les paiements interviendront directement sur les références bancaires fournies par LE PROMETTANT qui ont été communiquées au maître d'ouvrage.

Un contrôle du respect des obligations du PROMETTANT sera effectué annuellement par un prestataire mandaté par le maître d'ouvrage. LE PROMETTANT ne pourra s'opposer à la réalisation de ce contrôle.

ARTICLE 6 : ENGAGEMENTS RECIPROQUES ENTRE LE PROMETTANT ET LE MAITRE D'OUVRAGE

Le maître d'ouvrage s'engage à :

- assurer l'entretien « spécifique » des aménagements qui le nécessitent en mandatant des prestataires (cf. ANNEXE 1 : Plan d'Aménagement et d'orientations de gestion)
- prévenir ou faire prévenir LE PROMETTANT au moins une semaine à l'avance pour la réalisation des travaux (piquetage) puis pour toute expertises techniques et/ou écologiques
- informer LE PROMETTANT, s'il le souhaite, des résultats des suivis écologiques conduits sur les parcelles contractualisées et à l'échelle du territoire de mise en œuvre des mesures compensatoires;
- respecter la confidentialité des données fournies par LE PROMETTANT ;
- faire toute diligence pour répondre à toute sollicitation écrite ou téléphonique du PROMETTANT
- dans le cas où une de ses actions de communication à l'attention du public pourrait conduire à citer le nom du PROMETTANT, lui en demander l'autorisation écrite au préalable.
- mettre en œuvre, en concertation, les éventuelles mesures de correction / évolutions de la mesure compensatoire.

Commenté [P11]: A déterminer au cas d'espèce

Commenté [P12]: A clarifier selon chaque cas

LE PROMETTANT s'engage à :

- veiller à la pérennité du site
- respecter les obligations listées à l'article 3

LES PARTIES conviennent qu'en cas d'incendie, tempête ou maladie affectant le peuplement, un avenant sera signé et annexé aux présentes afin de faire évoluer le plan de gestion ou y mettre fin si le peuplement forestier n'était plus garanti.

Les dégradations commises par un tiers identifié sur les aménagements compensatoires donneront lieu à un avenant soumis par la partie la plus diligente afin de suspendre ou mettre fin au plan de gestion si les aménagements ne sont plus viables. **LE MAÎTRE D'OUVRAGE** se chargera des démarches auprès des forces de l'ordre avec le concours du **PROMETTANT**. Cette situation aura pour effet de stopper les versements des sommes liées à l'entretien si celui-ci est effectué par le **PROMETTANT**.

ARTICLE 9 : MODIFICATION DE LA CONVENTION :

Toute modification de la présente convention donnera lieu à l'établissement d'un avenant approuvé par **LES PARTIES**.

ARTICLE 10 : REALISATION DE L'OBLIGATION REELLE ENVIRONNEMENTALE

La réalisation de la présente promesse aura lieu par la signature d'un acte authentique qui sera passé en l'étude ...

Les frais afférents seront pris en charge par **LE MAITRE D'OUVRAGE**.

ARTICLE 11 : MODALITES D'INTERVENTION POUR LA REALISATION D'AMENAGEMENTS ECOLOGIQUES

Dans le cas où la réalisation d'aménagements écologiques nécessiterait le passage d'engins en dehors des emprises contractualisées, les dommages pouvant être causés seront indemnisés au **PROMETTANT**.

Une semaine avant l'exécution des travaux, **LE PROMETTANT** sera informé par **LE MAITRE D'OUVRAGE** de la date fixée. Un état des lieux avant travaux sera alors dressé.

A la fin des travaux, un état des lieux de fin de chantier sera réalisé pour déterminer les dommages résiduels et les indemnités appropriées.

La présente convention vaut d'ores et déjà acceptation de ces modalités.

ARTICLE 12 : CLAUSE DE SUBSTITUTION

Il est précisé la faculté pour **LE MAITRE D'OUVRAGE** de se faire substituer par toutes personnes physiques ou morales, dès à présent et pour toutes opérations et actes liés à la présente.

La personne substituée est tenue de reprendre l'intégralité des engagements pris par **LE MAITRE D'OUVRAGE**, au titre des présentes

Fait à _____, le _____

LE PROMETTANT,

LE MAITRE D'OUVRAGE

Cartographie des mesures compensatoires envisagées - Lot 10 (sud)

Envoyé en préfecture le 13/10/2022

Reçu en préfecture le 13/10/2022

Affiché le

ID : 031-213102056-20221010-2022_72-DE

Berger
Levrault



Lot compensatoire

Création de haie

Fauche tardive ou pâturage extensif

Restauration en prairie

Abattage / réouverture (jeunes peupliers, ronciers)

Réouverture partielle du roncier

Dépôt de cailloux autour de la mare (Petit gravelot)

Amélioration de la mare

NATURALIA
ingénierie en écologie

SWCF

Cartographie des mesures compensatoires envisagées - Lot 10 (nord)

Envoyé en préfecture le 13/10/2022

Reçu en préfecture le 13/10/2022

Affiché le

ID : 031-213102056-20221010-2022_72-DE

Berger
Levrault



INCERTAIN



- | | | | |
|--|-------------------------|--|---|
| | Lot compensatoire | | Abattage / réouverture (jeunes peupliers, ronciers) |
| | Création de haie | | Création de bosquets |
| | Conversion en prairie | | Élargissement de la mare temporaire |
| | Fauche tardive | | Amélioration de la mare temporaire |
| | Restauration en prairie | | |

AMENAGEMENTS FERROVIAIRES NORD DE TOULOUSE

PROMESSE D'OBLIGATION REELLE ENVIRONNEMENTALE

EXPOSE PREALABLE

Un aménagement capacitaire de la ligne existante Bordeaux-Sète est nécessaire sur la section courante entre Saint-Jory et la gare de Toulouse Matabiau pour répondre aux nouveaux besoins de dessertes voyageurs TER du Nord toulousain et au-delà (Montauban, Brive, Agen), et à l'arrivée de la grande vitesse à Toulouse Matabiau. Il s'agit des **Aménagements ferroviaires au nord de Toulouse (ou AFNT)**, opération faisant partie du programme du Grand projet ferroviaire du Sud-Ouest (GPSO).

L'opération des AFNT a été déclarée d'utilité publique (DUP) par arrêté du préfet de la Haute-Garonne du 4 janvier 2016. Cet arrêté a fait l'objet d'un recours devant le Tribunal administratif de Toulouse, lequel a annulé la DUP du projet par jugement en date du 15 juin 2018. La Cour administrative d'appel de Bordeaux a, par la suite, annulé ce jugement et rejeté le recours formé contre la DUP des AFNT, en date du 12 mars 2020, confirmant la légalité de la DUP du projet. Cette décision a été définitivement entérinée par décision du Conseil d'Etat du 23 avril 2021. Par arrêté du préfet de la Haute-Garonne du 29 août 2022, les effets de l'arrêté de DUP initial ont été prorogés pour une durée de 5 ans.

Le projet entraîne des impacts sur les différents compartiments de l'environnement que le Maître d'Ouvrage s'est attaché tout d'abord à éviter, puis réduire via la mise en œuvre de mesures spécifiques. Les mesures compensatoires interviennent uniquement lorsqu'en dépit de la mise en œuvre de ces mesures d'atténuation, des impacts résiduels notables sur des espèces protégées persistent. Ainsi que le définit le « Guide des mesures compensatoires pour la biodiversité » de la DREAL, elles visent à établir un bilan écologique neutre voire une amélioration globale de la valeur écologique d'un site et de ses environs et peuvent concerner aussi bien des milieux remarquables dégradés, menacés ou susceptibles d'être valorisés, que des espaces de nature dite ordinaire, en particulier s'ils participent à l'équilibre écologique ou aux connexions entre zones patrimoniales

Au regard des enjeux écologiques significatifs qui se sont révélés pour la faune et la flore, et prenant en compte le fait que les mesures d'évitement ne permettraient pas d'éliminer tous les impacts négatifs du projet sur toutes les espèces à enjeux, des mesures compensatoires ont donc été prises et les parcelles présentées dans les présentes ont donc été identifiées comme présentant un potentiel écologique fort.

A cet effet, il a été convenu ce qui suit :

COMMUNE DE GAGNAC SUR GARONNE

Collectivité Territoriale Immatriculée sous le numéro 213 102 056 dont le siège est situé 6, place de la République, à Gagnac sur Garonne (31150)

Représentée par Monsieur Michel SIMON agissant aux présentes en qualité de Maire, dûment habilité aux fins de signature des présentes par délibération du Conseil Municipal en date du 10/10/2022 devenue exécutoire depuis et dont une copie certifiée conforme demeurera ci-annexée. Le représentant de la commune déclare que ladite délibération n'a fait l'objet d'aucun recours auprès du Tribunal administratif.

Ci-après dénommé « LE PROPRIETAIRE »,

S'engagent à conclure avec

SNCF Réseau,

Société anonyme, au capital de 500 000 000, 00 Euros, dont le siège social est à SAINT DENIS LA PLAINE (93418), 15-17 Rue Jean-Philippe RAMEAU, CS 80001, identifié au SIREN sous le numéro 412 280 737 et immatriculé au registre du Commerce et des Sociétés de BOBIGNY.

Prise en son Agence Projets de Toulouse – 2 Esplanade Compans Caffarelli – Immeuble Toulouse 2000 - 31000 TOULOUSE

Agissant au nom de l'Etat français en vertu des dispositions de l'article L.2111-20 du Code des Transports

Représentée par Monsieur Pierre CAPDUPUY agissant en qualité de Directeur Opération AFNT, SNCF RESEAU, dûment habilité aux fins des présentes.

Ci-après dénommée « LE MAITRE D'OUVRAGE »,

Conjointement nommés « LES PARTIES »

Une obligation consistant en un droit réel grevant les immeubles désignés à l'article 2, en vue de faire naître à la charge du propriétaire actuel, ainsi qu'à la charge des propriétaires ultérieurs du bien, l'obligation réelle environnementale décrite à l'article 3 (suivant l'article L132-3 du code de l'environnement issu de la loi n°2016-1087 du 8 août 2016 - art. 72 (V)).

ARTICLE 1 : OBJET

Les Parties reconnaissent mutuellement que la présente convention a pour objet de matérialiser l'accord intervenu entre elles concernant la zone compensatoire environnementale sur les parcelles visées à l'article 2 situées sur la Commune de GAGNAC SUR GARONNE (31150)

La présente convention bipartite vise à définir, entre les parties les modalités de mise à disposition de SNCF RESEAU par le Propriétaire de l'emprise foncière.

ARTICLE 2 : IDENTIFICATION DU BIEN

Commune de GAGNAC / GARONNE

Code INSEE : 31205

Référence cadastrale					Surf. contractualisée
Sect.	N°	Nature	Lieu-dit ou Rue	Surf m ²	Empr.m ²
AB	5	Terre	Le Bosc Grand	9 791	9 791
AB	6	Terre	Le Bosc Grand	10 181	10 181
AB	7	Terre	Prat Des Seignous	10 190	10 190
AB	8	Terre	Prat Des Seignous	10 191	3 710
AB	9	Terre	Prat Des Seignous	10 128	2 880
AB	10	Terre	Prat Des Seignous	10 463	1 040
AB	14	Terre	Prat Des Seignous	3 257	1 920
AB	17	Terre	Gascou	10 282	1 430
AB	57	Terre	Gascou	7 962	3 820
AB	59	Terre	Gascou	3 098	2 170

AB	62	Terre	Gascon	2 932	2 560
AB	64	Terre	Gascon	8 210	7 830
AB	22	Terre	Gascon	9 111	9 111
Total				105 796	66 633

Cette parcelle sera par la suite dénommée " LOT 10 NORD"

Référence cadastrale					Surf. contractualisée
Sect.	N°	Nature	Lieu-dit ou Rue	Surf m²	Empr.m²
AB	03	Peuplerai	Purpan	35270	4 100
AB	68	Terre eaux	Les Maurys	91322	52 110
Total				126 592	56 221

Cette parcelle sera par la suite dénommée " LOT 10 SUD "

Les matrices cadastrales de chaque « lot » demeurent annexées aux présentes (annexe 1), ainsi que les emprises dévolues à la compensation sur chaque lot (annexes 2).

Un document modificatif parcellaire cadastral (DMPC) sera réalisé aux frais exclusifs du **MAITRE D'OUVRAGE** avant la réitération de la présente convention par acte authentique et selon les surfaces de compensations visées aux annexes 2.

L'ensemble des lots et parcelles faisant l'objet de la présente promesse d'obligation réelle environnementale représente une surface globale de 122 854 m².

ARTICLE 3 : NATURE DE L'OBLIGATION ENVIRONNEMENTALE

L'obligation réelle environnementale consiste à faire naître à la charge des propriétaires actuels ou futurs l'obligation de respecter et de retranscrire les prescriptions du cahier des charges ci-après :

DESCRIPTIF :

- Sur le LOT 10 NORD et SUD :

Mesure compensatoire	Gain écologique
Réouverture de prairies colonisées par les jeunes peupliers et les févriers et entretien par fauche tardive.	Restauration de surfaces prairiales favorables à la faune, notamment à la nidification de la Cisticole des joncs et du Bruant proyer.
Restauration de prairies par le retrait des infrastructures de l'activité associative, réensemencement et entretien par fauche tardive ou pâturage extensif.	
Entretien par fauche tardive en rotation parcellaire et/ou pâturage extensif.	Plan d'entretien plus favorable à la faune : ressources nutritives plus longtemps présentes, fauche hors période de reproduction de l'avifaune, maintien de secteurs à végétation haute en hiver pour l'avifaune hivernante.
Plantations de haies champêtres larges et de bosquets.	Création de haies et bosquets arborés et arbustifs devenant à terme favorable à la nidification d'oiseaux comme le Gobemouche gris ou le Serin cini, poste de chant du Bruant proyer, au refuge de la petite faune et au transit/alimentation des chiroptères.
Restauration des mares temporaires et de rétention (élargissement, approfondissement, reprofilage végétalisation)	Amélioration de la fonctionnalité des mares pour les amphibiens et la faune aquatique, retardement de la période d'assec.
Création d'une plage minérale autour de la dépression temporaire.	Amélioration et pérennisation de l'attractivité du site pour le couple de Petit gravelot.

Dans le cadre de ces aménagements compensatoires, l'annexe 2 - Plan d'Aménagement et d'orientation de gestion, devra être scrupuleusement respecté par **LE PROPRIETAIRE**. Ce plan d'aménagement fait partie intégrante des obligations qu'il doit respecter. Il est précisé que les aménagements et l'entretien seront réalisés par **LE MAITRE D'OUVRAGE** ou les entreprises qu'il aura mandatées et à ses frais exclusifs.

L'emplacement ou la présence des haies décrit en annexe 2 est susceptible d'être modifié par **LE MAITRE D'OUVRAGE** afin de se conformer aux exigences réglementaires du Plan de Prévention des Risques Inondations (PPRI).

Dans le cadre de ces aménagements compensatoires, l'annexe 2 - Plan d'Aménagement et d'orientation de gestion, devra être scrupuleusement respecté par **LE PROPRIETAIRE**. Ce plan d'aménagement fait partie intégrante des obligations qu'il doit respecter.

ARTICLE 4 : DUREE DE L'OBLIGATION ENVIRONNEMENTALE

Une fois la mesure compensatoire mise en œuvre sur l'emprise foncière, au plus tard le 31/10/2024, le propriétaire et SNCF Réseau s'engagent à contractualiser une « obligation réelle environnementale » (dénommée « ORE ») par acte notarié pour une période maximale de 50 ans, soit jusqu'au 30/10/2074. Cette durée pourra être ajustée selon les préconisations de l'autorité environnementale.

ARTICLE 5 : INDEMNISATION DE L'OBLIGATION ENVIRONNEMENTALE

Le montant de l'indemnité versé par le Maître d'ouvrage au Propriétaire est indexé sur l'arrêté relatif aux baux de fermage. Pour la première année, il s'élève à 150 € / ha /an.

Le premier paiement de l'indemnité interviendra au jour de la signature de l'acte authentique et couvrira les 12 premiers mois de l'obligation réelle environnementale. Il s'élève à 1 842,81 € (MILLE HUIT CENT QUARANTE-DEUX ET QUATRE-VINGT-UN CENT) (soit 12,2854 ha x 150 €).

Ce versement sera ensuite actualisé et renouvelé annuellement à la date d'anniversaire de l'acte authentique.

Les paiements interviendront directement sur les références bancaires fournies par **LE PROPRIETAIRE** qui ont été communiquées au maître d'ouvrage.

Un contrôle du respect des obligations du **PROMETTANT** sera effectué annuellement par un prestataire mandaté par **LE MAITRE D'OUVRAGE**. **LE PROPRIETAIRE** ne pourra s'opposer à la réalisation de ce contrôle.

ARTICLE 6 : ENGAGEMENTS RECIPROQUES ENTRE LE PROPRIETAIRE ET LE MAITRE D'OUVRAGE

LE MAITRE D'OUVRAGE s'engage à :

- assurer l'entretien « spécifique » des aménagements qui le nécessitent en mandatant des prestataires (cf. ANNEXE 2 : Plan d'Aménagement et d'orientations de gestion)
- prévenir ou faire prévenir **LE PROPRIETAIRE** au moins une semaine à l'avance pour la réalisation des travaux (piquetage) puis pour toutes expertises techniques et/ou écologiques

- informer **LE PROPRIETAIRE**, s'il le souhaite, des résultats des suivis écologiques conduits sur les parcelles contractualisées et à l'échelle du territoire de mise en œuvre des mesures compensatoires;
- respecter la confidentialité des données fournies par **LE PROPRIETAIRE**;
- faire toute diligence pour répondre à toute sollicitation écrite ou téléphonique du **PROPRIETAIRE**
- dans le cas où une de ses actions de communication à l'attention du public pourrait conduire à citer le nom du **PROPRIETAIRE**, lui en demander l'autorisation écrite au préalable.
- mettre en œuvre, en concertation, les éventuelles mesures de correction / évolutions de la mesure compensatoire.
- mettre en place un affichage pédagogique en lien avec **LE PROPRIETAIRE** et dont les modalités seront arrêtées avant la fin des travaux d'aménagement.

LE PROPRIETAIRE s'engage à :

- garantir que les obligations du futur contrat « ORE » ne sont pas incompatibles avec les éventuels droits préalablement établis au profit de tiers sur les parcelles « Lots » visés par le futur contrat ORE et listés à l'article 2 de la promesse d'ORE ;
- veiller à la pérennité du site
- respecter et faire respecter les obligations listées à l'article 3, que ce soit sur la création des aménagements écologiques ou leur entretien spécifique, tel que décrit dans l'ANNEXE 3 : Plan d'Aménagement et d'orientations de gestion
- prévenir **LE MAITRE D'OUVRAGE** de tout dommage fortuit constaté sur les aménagements écologiques ou écart de gestion involontaire
- laisser l'accès à la parcelle objet de l'obligation environnementale au **MAITRE D'OUVRAGE** et à ses prestataires pour la réalisation des aménagements écologiques, celle d'expertises techniques et/ou écologiques ainsi que pour effectuer l'entretien du site
- informer ses occupants/locataires, actuels ou futurs, et tout autre titulaire de droits de la présence de cette obligation environnementale et la leur faire respecter

ARTICLE 7 : PENALITES EN CAS DE NON-RESPECT DES OBLIGATIONS DE L'ARTICLE 3

Pendant la période glissante de douze mois entre chaque date anniversaire du contrat, le Maître d'ouvrage se réserve la possibilité d'effectuer un contrôle sur la bonne application des engagements pris au titre de l'ORE tels que décrits à l'article 3.

En cas d'écart(s) constaté(s), **LE MAÎTRE D'OUVRAGE**, mettra en demeure le Propriétaire de les résorber par des actions correctrices, et suspendra immédiatement le paiement de l'indemnité.

Un contrôle de vérification de la bonne mise en œuvre des actions correctrices interviendra au plus tard Douze mois après la mise en demeure adressée au Propriétaire.

Si la vérification aboutit à une résorption des écarts, **LE MAÎTRE D'OUVRAGE** recommence à payer l'indemnité prévue au titre du contrat.

Si ce contrôle de vérification des écarts met à nouveau en évidence le non-respect des conditions de l'article 3, l'obligation réelle environnementale sera résiliée de plein droit et **LE PROPRIETAIRE** devra supporter les pénalités suivantes :

- remboursement de l'indemnité calculée sur la période courante entre la date du premier contrôle ayant mis en évidence le non-respect de ses obligations et la date prévisionnelle du paiement suivant.
- remboursement de l'ensemble des dépenses que **LE MAITRE D'OUVRAGE** aura à engager pour retrouver les surfaces compensatoires ne pouvant plus être comptabilisées en raison du non-respect des obligations par **LE PROPRIETAIRE**.

ARTICLE 8 : POSSIBILITES DE REVISION ET DE RESILIATION AMIABLE

Compte tenu des obligations compensatoires du **MAITRE D'OUVRAGE**, toute résiliation du présent engagement est exclue avant l'échéance de la durée définie à l'article 4, sauf :

- dans le cas où des projets d'utilité publique nécessiteraient de supprimer les aménagements réalisés ou de vendre tout ou partie de la surface contractualisée ;

Dans l'hypothèse où le site compensatoire perdrait sa fonctionnalité écologique avant l'échéance de la durée définie à l'article 3, l'obligation réelle environnementale pourra être révisée sur demande du **PROPRIETAIRE** ou par **LE MAITRE D'OUVRAGE**. Si la demande de révision émane du **PROPRIETAIRE**, celle-ci devra être préalablement approuvée par **LE MAITRE D'OUVRAGE**

Toute révision devra être inscrite dans un nouvel acte authentique. Les frais d'acte associés seront à la charge de la partie qui sera à l'initiative de la demande de révision.

A l'échéance de la durée définie à l'article 3, l'obligation réelle environnementale s'éteindra de plein droit, entraînant par conséquence la caducité des présentes.

LES PARTIES conviennent qu'en cas d'incendie, tempête ou maladie affectant le peuplement, un avenant sera signé et annexé aux présentes afin de faire évoluer le plan de gestion ou y mettre fin si le peuplement forestier n'était plus garanti.

Les dégradations commises par un tiers identifié sur les aménagements compensatoires donneront lieu à un avenant soumis par la partie la plus diligente afin de suspendre ou mettre fin au plan de gestion si les aménagements ne sont plus viables. **LE MAÎTRE D'OUVRAGE** se chargera des démarches auprès des forces de l'ordre avec le concours du **PROPRIETAIRE**. Cette situation aura pour effet de stopper les versements des sommes liées à l'entretien si celui-ci est effectué par **LE PROPRIETAIRE**.

ARTICLE 9 : MODIFICATION DE LA CONVENTION :

La présente convention pourra être modifiée par voie d'avenant, à l'initiative de l'une des ou l'autre des parties, si une disposition législative ou réglementaire le nécessitait ou si des obligations complémentaires de compensation devaient être imposées les services de l'Etat. Tout projet d'avenant devra être approuvé par les deux Parties.

Aucune modification de la présente convention ne pourra porter sur une réduction de la durée de la convention.

ARTICLE 10 : REALISATION DE L'OBLIGATION REELLE ENVIRONNEMENTALE

La réalisation de la présente promesse aura lieu par la signature d'un acte authentique qui sera passé en l'étude Maître François GINESTY sise 4, allée François Forain Verdier à TOULOUSE.

Les frais afférents seront pris en charge par **LE MAITRE D'OUVRAGE**.

ARTICLE 11 : MODALITES D'INTERVENTION POUR LA REALISATION D'AMENAGEMENTS ECOLOGIQUES

Dans le cas où la réalisation d'aménagements écologiques nécessiterait le passage d'engins en dehors des emprises contractualisées, les dommages pouvant être causés seront indemnisés au **PROPRIETAIRE**.

Une semaine avant l'exécution des travaux, **LE PROPRIETAIRE** sera informé par **LE MAITRE D'OUVRAGE** de la date fixée. Un état des lieux avant travaux sera alors dressé.

A la fin des travaux, un état des lieux de fin de chantier sera réalisé pour déterminer les dommages résiduels et les indemnités appropriées.

La présente convention vaut d'ores et déjà acceptation de ces modalités

ARTICLE 12 : CLAUSE DE SUBSTITUTION

Il est précisé la faculté pour **LE MAITRE D'OUVRAGE** de se faire substituer par toute personne physique ou morale, dès à présent et pour toutes opérations et actes liés à la présente.

La personne substituée est tenue de reprendre l'intégralité des engagements pris par **LE MAITRE D'OUVRAGE**, au titre des présente

ARTICLE 13 : LITIGES

Les Parties s'engagent à rechercher, en cas de litige sur l'interprétation ou sur l'application du présent contrat, une voie amiable de règlement avant de soumettre tout différend au tribunal administratif de Toulouse.

Fait en 2 exemplaires sur 13 pages à Gagnac-sur-Garonne, le 04/01/2023

LE PROPRIETAIRE

Le Maire, Michel SIMON



ANNEXE 1 : matrices cadastrales des lots 10 nord et 10 sud.

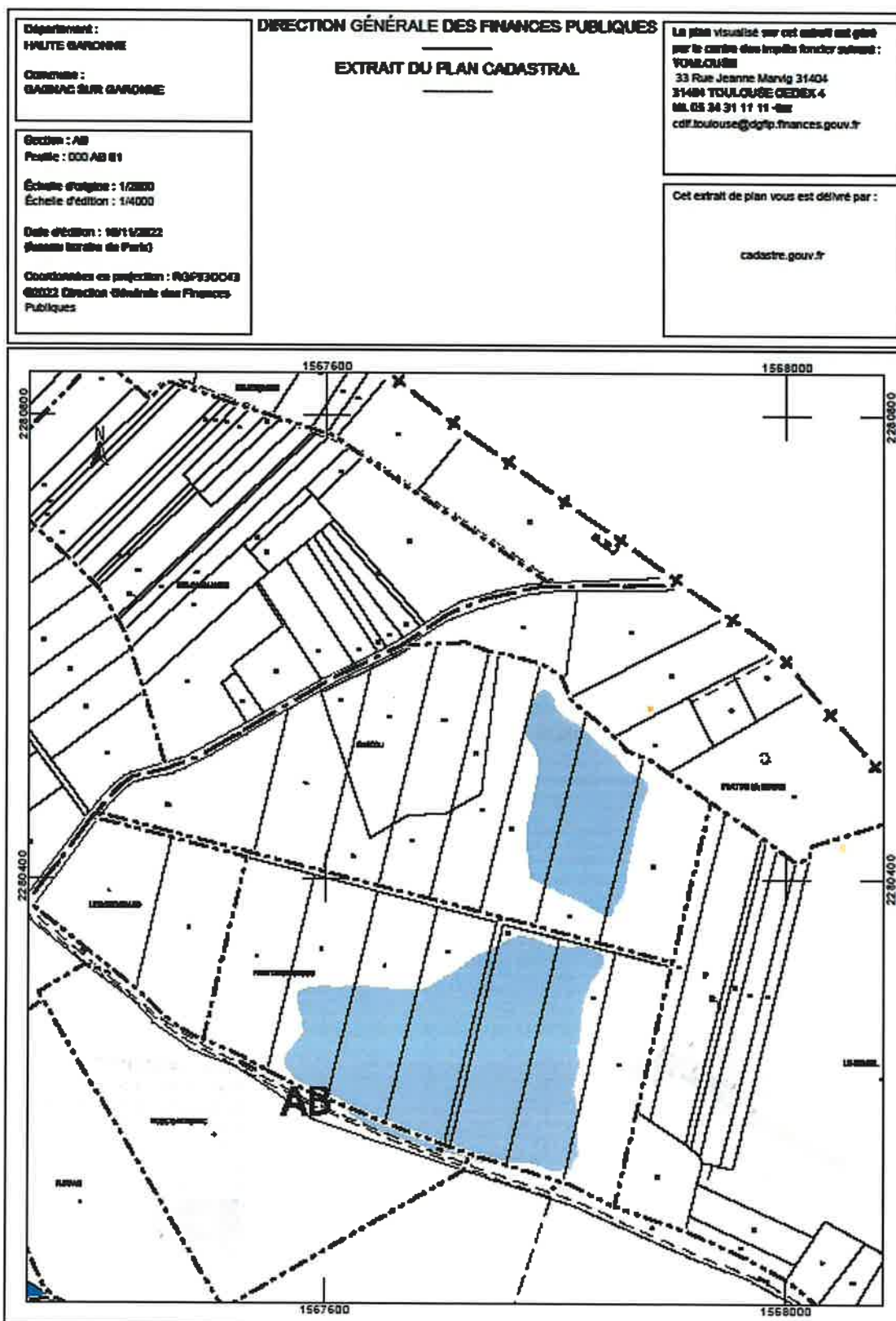
ANNEXE 2 : Plan d'Aménagement et d'orientations de gestion / emprises de compensation des lots 10 nord – 10 sud

LE MAITRE D'OUVRAGE,

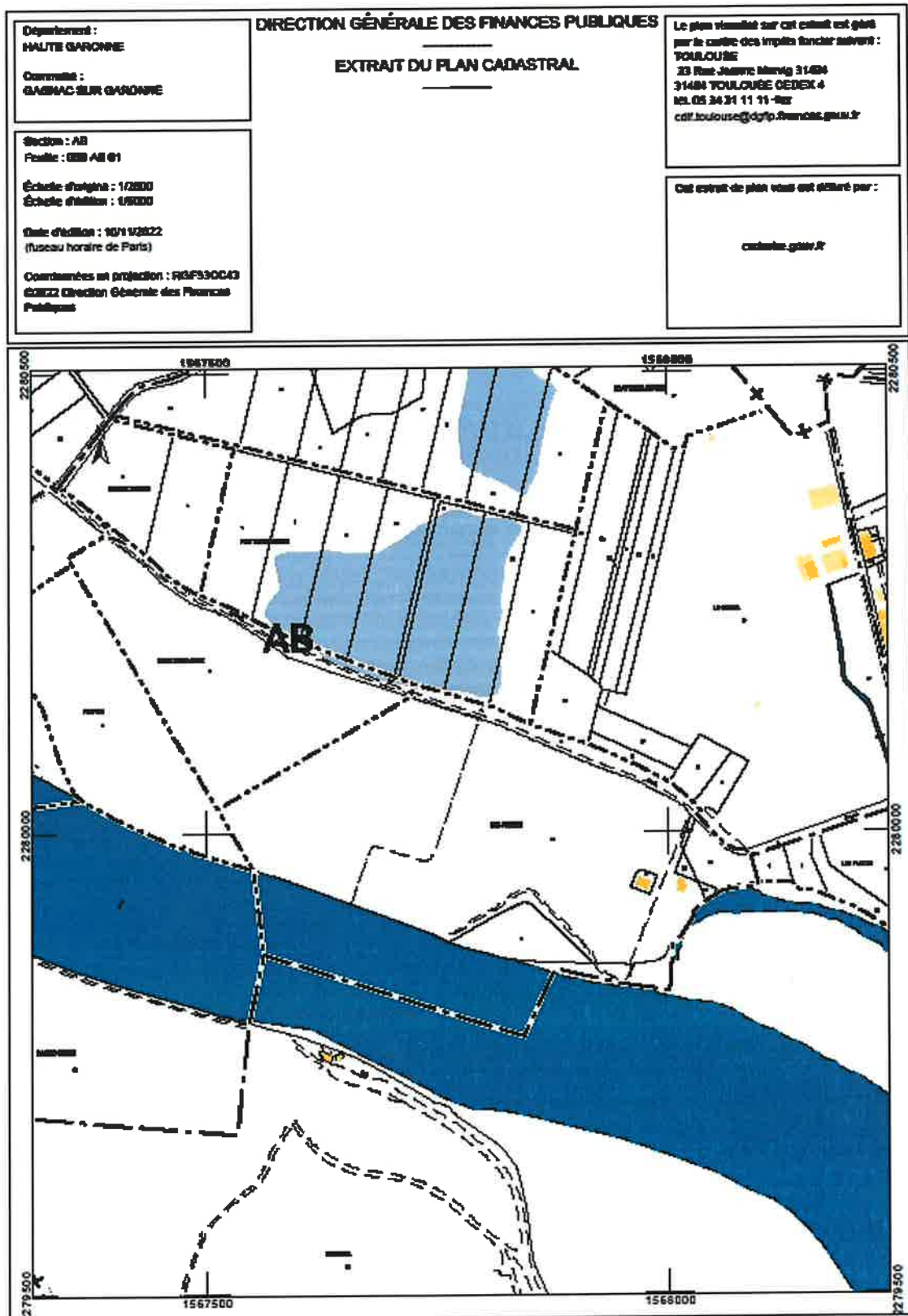

Pierre CAPDUPUY
Pilote d'Opérations
SNCF RÉSEAU - DGII - ZONE D'INGÉNIERIE ATLANTIQUE
AGENCE PROJETS MIDI-PYRÉNÉES
2 Esplanade Compans Caffarelli - Immeuble T1se 2000
31000 TOULOUSE
pierre.capdupuy@reseau.sncf.fr - 06 28 52 24 59



ANNEXE 1 – LOT 10 NORD



ANNEXE 1 – LOT 10 SUD



ANNEXE 2

LOT 10

➤ Caractéristiques

Commune(s) : Gagnac-sur-Garonne

Parcelles cadastrales : AB3*, AB5, AB6, AB7, AB8*, AB9*, AB10*, AB14*, AB17*, AB22, AB43* AB46*, AB57*, AB59*, AB62*, AB64*, AB68*

* : parcelle non prise en compte dans sa totalité

Surface totale : 6,83 ha

Distance au projet : -2,1 km

Propriétaire : commune de Gagnac-sur-Garonne

Sécurisation foncière : convention

Expertise naturaliste sur site : prédiagnostic faune – flore printemps 2022

➤ Habitats présents

Le lot compensatoire présente deux secteurs :

- Un premier au nord présentant des prairies mésophiles, avec des milieux en fermeture par les ronces et des jeunes fourrés de peupliers et de féviers. Quelques petites zones de roselières sèches sont présentes au centre. Un bois de Tremble se situe dans la partie sud plus près des anciennes gravières. Dans la partie est, une prairie humide présente une zone en dépression, formant une mare temporaire qui s'assèche facilement ;
- Un second au sud-est, qui présente en grande partie des friches et pâtures mésophiles, où un projet de maraîchage associatif s'est installé mais a été récemment abandonné. S'y trouvent encore les vestiges de cette activité (serres, roulotte, grand touret en bois, cabanons, palettes...). Quelques chevaux pâturent la zone. Une mare de rétention est présente à proximité des infrastructures, et une dépression temporaire plus au nord-ouest. La pointe ouest du site présente des friches en partie colonisées par des ronces et des jeunes peupliers.

➤ Enjeux faune et flore relevés ou pressentis

Les prairies et les friches pâturées sont utilisées par la Cisticole des joncs pour sa reproduction. Un individu de Fauvette grisette a également été observé sur la friche maraîchère qui comporte quelques secteurs embroussaillés. D'autres espèces d'oiseaux de milieu ouvert s'y reproduisent probablement. Les bosquets matures sont potentiellement utilisés par certains oiseaux patrimoniaux tels le Verdier d'Europe, le Serin cini, le Gobemouche gris, ainsi que des mammifères comme l'Écureuil roux ou la Genette commune. La strate basse buissonnante représente une zone refuge pour la petite faune : Hérisson, couleuvres, potentiellement des amphibiens comme le Crapaud commun et le Triton palmé. La mare temporaire du site nord leur est favorable, seules des Grenouilles rieuses ont pu être détectées. La Crapaud calamite pourrait également être présent.

Le pourtour de la dépression temporaire du site pâturé est occupé par un couple de Petit gravelot, la végétation rase et éparse engendré par le piétinement et le surpâturage lui est propice.

➤ Dégradations / limitations identifiées

Les vestiges de l'activité associative empêchent un développement de la flore locale. L'absence d'entretien de la friche favorise le développement des espèces arbustives qui ferment le milieu petit à petit. Le constat est similaire sur l'anse nord du site à proximité de la zone de stockage de granulats.

Plusieurs EVEC ont été identifiées sur ce lot compensatoire : Buddleia, Herbe de la pampa, Vergerette du Canada, Sainfoin d'Espagne, Pyracantha, Robinier faux-acacia et Sénéçon sud-africain.

Les mares temporaires s'assèchent rapidement (printemps 2022 néanmoins relativement chaud et très peu pluvieux).

➤ Mesures de gestion compensatoires préconisées et gains écologiques attendus

Mesure compensatoire	Gain écologique
Réouverture de prairies colonisées par les jeunes peupliers et les féviers et entretien par fauche tardive.	Restauration de surfaces prairiales favorables à la faune, notamment à la nidification de la Cisticole des joncs et du Bruant proyer.
Restauration de prairies par le retrait des infrastructures de l'activité associative, réensemencement et entretien par fauche tardive ou pâturage extensif.	
Entretien par fauche tardive en rotation parcellaire et/ou pâturage extensif.	Plan d'entretien plus favorable à la faune : ressources nutritives plus longtemps présentes, fauche hors période de reproduction de l'avifaune, maintien de secteurs à végétation haute en hiver pour l'avifaune hivernante.
Plantations de haies champêtres larges et de bosquets.	Création de haies et bosquets arborés et arbustifs devenant à terme favorable à la nidification d'oiseaux comme le Gobemouche gris ou le Serin cini, poste de chant du Bruant proyer, au refuge de la petite faune et au transit/alimentation des chiroptères.
Restauration des mares temporaires et de rétention (élargissement, approfondissement, reprofilage végétalisation)	Amélioration de la fonctionnalité des mares pour les amphibiens et la faune aquatique, retardement de la période d'assec.
Création d'une plage minérale autour de la dépression temporaire.	Amélioration et pérennisation de l'attractivité du site pour le couple de Petit gravelot.

➤ **Planche photographique**



Friche dégradée à restaurer sur le site nord (04/2022)



Prairie mésophile sur le site nord, ronciers et bosquet de peupliers en arrière-plan (04/2022)



Jeunes bosquets de peupliers et féviers à rouvrir sur le site nord (04/2022)



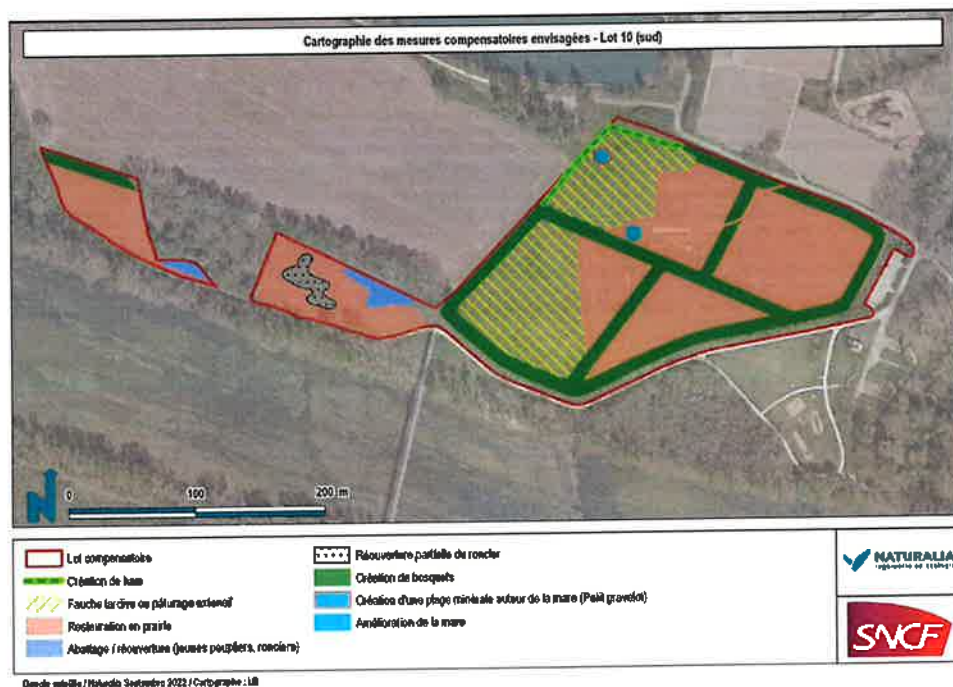
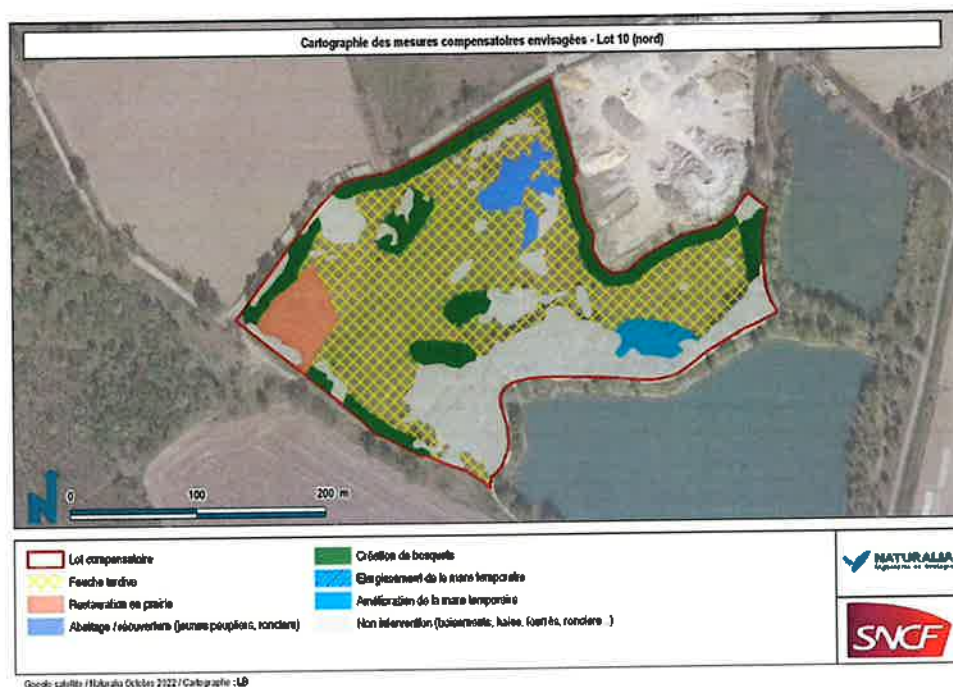
Mare temporaire peu profonde à améliorer sur le site nord (04/2022)



Anciennes friches maraîchères à restaurer en prairie sur le site sud (04/2022)



Mare temporaire utilisée par un couple de Petit gravelot sur le site sud (04/2022)



ANNEXE 15 – AVIS D’EXPERT POUR ADAPTATION DES MESURES COMPENSATOIRES ENVIRONNEMENTALES EN FONCTION DES CONTRAINTES PPRI



R É S E A U

SNCF Réseau

PROJET AFNT

**Avis d'expert pour adaptation des mesures compensatoires
environnementales en fonction des contraintes PPRI**

Rapport de synthèse



PROJET AFNT

Avis d'expert pour adaptation des mesures compensatoires environnementales en fonction des contraintes PPRI

SNCF Réseau

VERSION	DESCRIPTION	Établi(e) par	Contrôlé(e) par	Approuvé(e) par	date
1	Version initiale	ACB	ACB	ACB	01/2023

Villes & Territoires - Agence de Toulouse
15 Allée de Bellefontaine - BP 70644 - 31106 TOULOUSE Cedex 1 – TEL : 05 62 88 77 00

SOMMAIRE

SOMMAIRE.....	1
OBJET DU DOCUMENT	2
A. PHASE 1 – LOCALISATION DES SITES, COLLECTE DE DONNÉES ET ANALYSE DU RÉGLEMENT DES PPRI	3
1. LOCALISATION DES SITES ACCUEILLANT LES MESURES	4
2. COLLECTE DE DONNÉES.....	5
3. ALÉAS, ZONAGE ET ANALYSE DU RÉGLEMENT DES PPRI	7
3.1. PPR GARONNE AVAL EN HAUTE-GARONNE (SITES 2, 3, 10 ET 27)	8
3.2. PPR GARONNE NORD EN HAUTE-GARONNE (SITES 22 ET 28)	9
3.3. PPR GARONNE AMONT EN TARN-ET-GARONNE (SITE GRISOLLES).....	11
4. ANALYSE QUALITATIVE DE L'IMPACT HYDRAULIQUE DES MESURES PROPOSÉES.....	11
4.1. SITE 27 – COMMUNE DE FENOUILLET	12
4.2. SITE 3 – COMMUNE DE FENOUILLET	14
4.3. SITE 2 – COMMUNE DE FENOUILLET	18
4.4. SITE 10 – COMMUNE DE GAGNAC-SUR-GARONNE.....	21
4.5. SITE 28 – COMMUNE DE MERVILLE.....	25
4.6. SITE 22 – COMMUNE DE CASTELNAU D'ESTRETEFONDS.....	29
4.7. SITE DE GRISOLLES – COMMUNE DE GRISOLLES	33
4.8. SITE DE CEPET – COMMUNE DE CEPET	35
5. RAPPEL DES PRECONISATIONS GENERALES ET SYNTHÈSE.....	39

OBJET DU DOCUMENT

SNCF Réseau doit mettre en œuvre des mesures compensatoires environnementales de type prairies, bosquets, haies, etc... pour le projet des AFNT (Aménagements Ferroviaires au Nord de Toulouse).

Une grande partie de ces mesures se trouve dans des zones inondables, avec un zonage PPRI lié à la Garonne.

Dans ce cadre, une analyse hydraulique des mesures proposées doit être menée en regard du risque inondation afin de s'assurer qu'elles n'aggravent pas le risque. Dans le cas contraire, des préconisations d'adaptation devront être formulées.

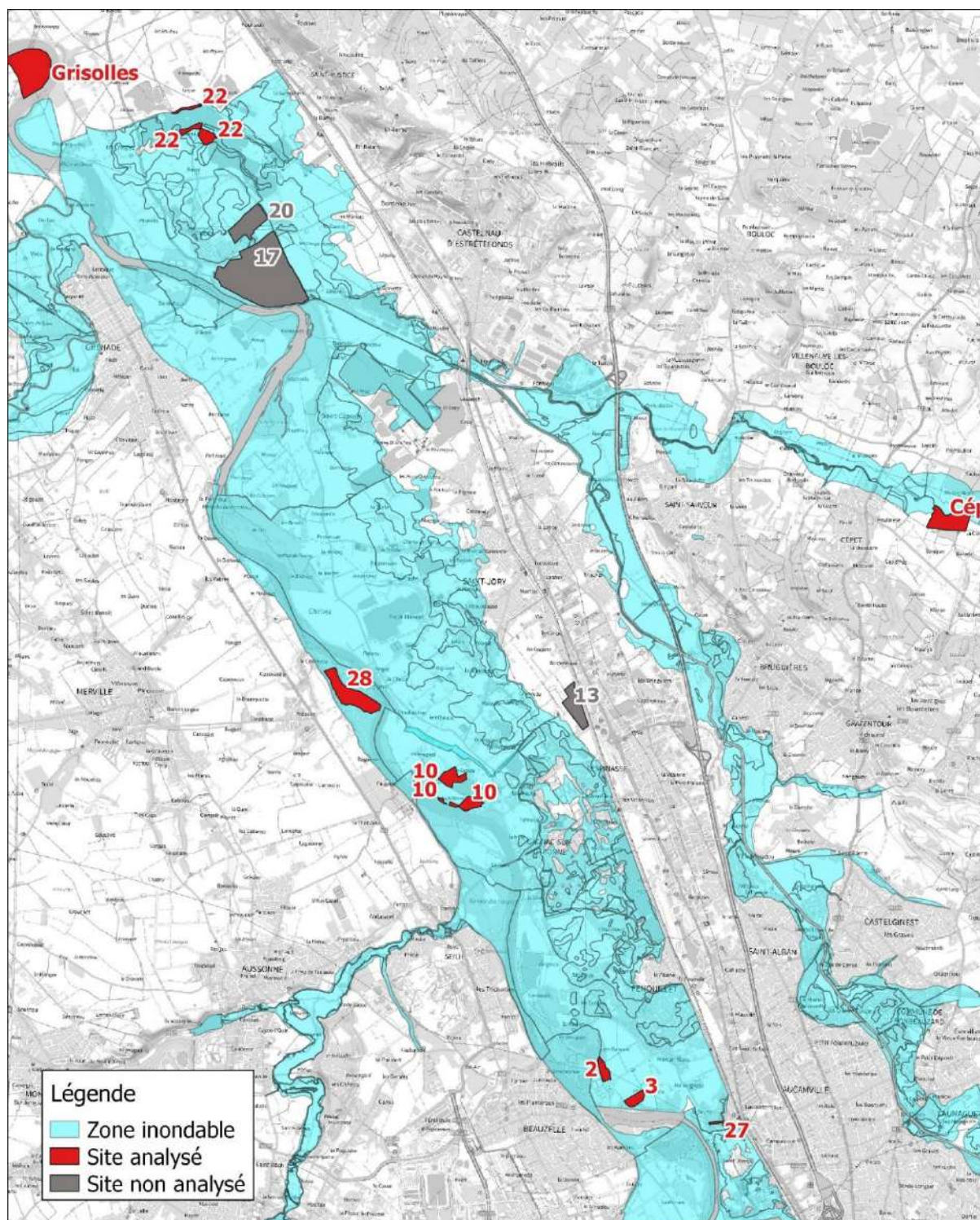
Le présent document constitue cette analyse qualitative à dire d'expert.



A. PHASE 1 – LOCALISATION DES SITES, COLLECTE DE DONNEES ET ANALYSE DU REGLEMENT DES PPRI

1. LOCALISATION DES SITES ACCUEILLANT LES MESURES

La cartographie suivante localise les sites accueillant des mesures en distinguant celles qui font partie de la présente analyse et celles qui en sont exclues. Les sites exclus (non analysés) concernent des zones non inondables (site 13) ou pour lesquelles SNCF Réseau n'a pas de latitude pour faire des ajustements (sites 17 et 20 avec des demandes strictes du lycée agricole où elles sont implantées).



Localisation des sites

2. COLLECTE DE DONNEES

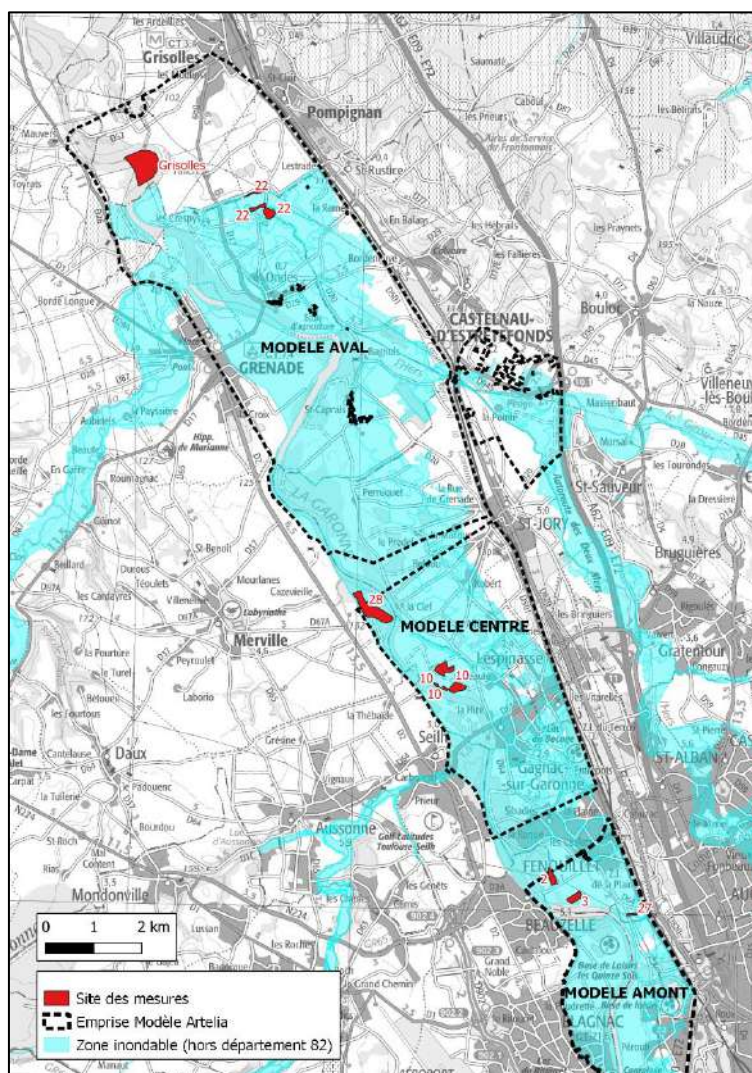
L'analyse a été faite à dire d'expert, de manière qualitative en exploitant les données disponibles et sans modélisation nouvelle.

Les données exploitées pour l'analyse sont listées ci-après.

Réf.	Intitulé et contenu	Auteurs	Maître d'Ouvrage	Date
/1/	Présentation des sites de compensation retenus (DCE de la mission)	Naturalia	SNCF Réseau	Décembre 2022
/2/	Données SIG (localisation des sites et détail des mesures)	Naturalia	SNCF Réseau	Juillet 2021
/3/	3 modélisations bidimensionnelles des crues de la Garonne	Artelia	-	Variables
/4/	RGE Géoportail	IGN	IGN	-
/5/	PPRi Garonne aval (carte des aléas, zonage, règlement)	DDT31	DDT31	2007
/6/	PPRi Garonne nord (carte des aléas, zonage, règlement)	DDT31	DDT31	2007
/7/	PPRi Garonne amont (zonage, règlement)	DDT82	DDT82	
/8/	Cartographie informative des zones inondables	DREAL	DREAL	-

L'ensemble des données listées ci-avant a été analysé et exploité pour la mission.

La cartographie suivante localise l'emprise des 3 modèles dont dispose Artelia sur le secteur.



Emprise des modèles hydrauliques Artelia sur le secteur

Remarque :

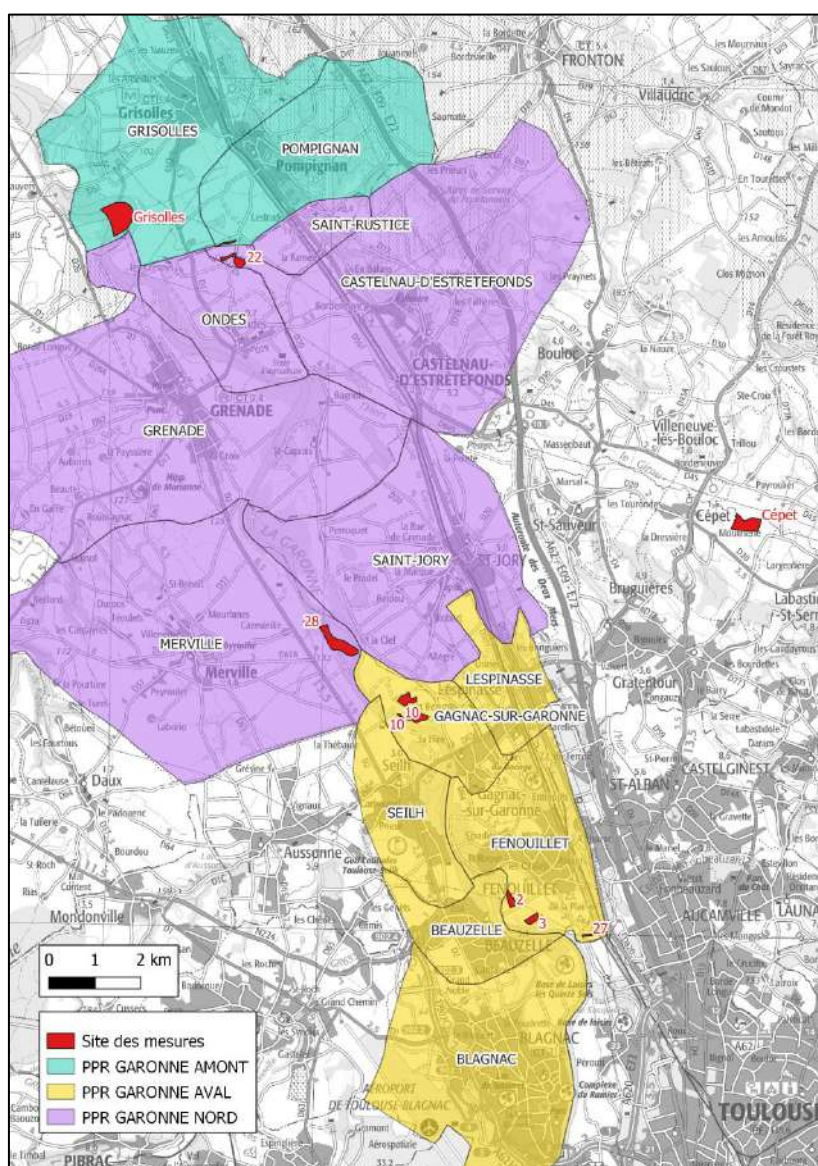
Les modèles hydrauliques ont été réalisés par Artelia dans le cadre d'études antérieures dont l'objet n'était pas nécessairement la réalisation de PPRI, mais plus souvent le test de l'impact d'un aménagement local en zone inondable en cas de crue de la Garonne. Pour chacun des modèles, la crue de référence du PPRI, soit une crue type 1875 a été modélisée mais ne correspond donc pas pour autant en tout point au PPRI en vigueur, notamment au droit des limites amont et aval des modèles. Les résultats de ces modèles sont toutefois exploités dans le cadre de la présente étude car ils permettent néanmoins d'apprécier plus finement l'ordre de grandeur des vitesses et leur orientation, paramètres importants pour l'évaluation de l'impact hydraulique des mesures compensatoires.

3. ALEAS, ZONAGE ET ANALYSE DU REGLEMENT DES PPRI

La zone d'étude est dans l'emprise de 3 PPRI (cf cartographie ci-après) :

- **PPR Garonne aval en Haute-Garonne** (approuvé en 2007) : Sites **2, 3 et 27** sur la commune de Fenouillet et site **10** sur la commune de Gagnac-sur-Garonne ;
- **PPR Garonne Nord en Haute-Garonne** : Sites **22** sur la commune de Castelnau-d'Estrétefonds (PPR approuvé en 2007) et site **28** sur la commune de Merville (PPR approuvé en 2005) ;
- **PPR Garonne en Tarn-et-Garonne** : Site de **Grisolles** sur la commune du même nom.

Le site de Cépet est en partie en zone inondable mais la commune éponyme sur laquelle il se situe n'est pas pourvue d'un PPR.



PPR en vigueur sur la zone d'étude

A noter que sur toute la zone, la crue de référence de la Garonne dans les PPRI est la crue historique de 1875.

3.1. PPR GARONNE AVAL EN HAUTE-GARONNE (SITES 2, 3, 10 ET 27)

Le tableau suivant synthétise le positionnement des sites vis-à-vis du PPRI (aléa et zonage).

Numéro site	Commune	Aléa	Zonage réglementaire
2	Fenouillet	Fort	Zone rouge
3	Fenouillet	Fort	Zone rouge
27	Gagnac-sur-Garonne	Fort	Zone violette
10	Fenouillet	Fort	Zone rouge

A noter que dans le PPR Garonne aval, la détermination des aléas est basée sur la grille suivante :

		Hauteur d'eau		
		inférieure à 0,5 m	comprise entre 0,5 et 1 m	supérieure à 1 m
Vitesse d'écoulement	inférieure à 0,5 m/s	aléa faible	aléa moyen	aléa fort
	comprise entre 0,5 m/s et 1,0 m/s	aléa fort	aléa fort	aléa fort
	supérieure à 1 m/s	aléa fort	aléa fort	aléa fort

D'un point de vue réglementaire, la **zone rouge** comprend les zones d'aléas fort les plus exposées au risque inondation, en dehors des centres urbains et leur continuité. Sur cette zone, un objectif fondamental est la préservation du rôle déterminant des champs d'expansion de crue par limitation stricte de toute occupation ou utilisation du sol susceptible de faire obstacle à l'écoulement des eaux ou de restreindre le volume de stockage de la crue.

La **zone violette** est également une zone d'aléa fort mais qui s'inscrit dans une logique de centres urbains et leur continuité. Sur cette zone, les principes appliqués relèvent du développement urbain strictement contrôlé.

Sont extraits ci-après les principales règles du PPRI en zones rouge et violettes, applicables aux mesures de compensation environnementales, objets de la présente étude. A noter que les prescriptions applicables pour l'utilisation des sols (hors aménagements infrastructures, constructions nouvelles ou existantes) sont les mêmes sur les deux zones.

- **Occupations et utilisations du sol interdites en zones rouges et violettes :**

La réalisation de remblais (autres que ceux strictement nécessaires à la mise en œuvre des aménagements autorisés)

- **Occupations et utilisations du sol soumises à prescriptions en zones rouges et violettes :**

Certaines occupations et utilisations du sol sont, par dérogation à la règle commune, autorisables, à condition, notamment qu'elles n'aggravent pas les risques et qu'elles n'en provoquent pas de nouveau et qu'elles respectent certaines prescriptions. Les utilisations de sols mentionnées dans le règlement du PPR en zone rouge que l'on pourrait appliquer aux mesures de compensation sont les suivantes.

3.4. Utilisations des sols		
	Sont autorisées	sous réserve du respect des prescriptions suivantes
3.4.2	L'aménagement de parcs, de jardins, de terrains de sports ou de loisirs (y compris les locaux indispensables tels que vestiaires, sanitaires, buvettes, etc.)	Ne pas nuire à l'écoulement ni au stockage des eaux. Ne pas faire l'objet d'un hébergement temporaire ou permanent.
3.4.3	Les plantations d'arbres à haute tige, espacé de plus de 4 m	Élaguer régulièrement jusqu'à la hauteur de référence. Utiliser des essences à feuilles caduques et à enracinement non superficiel.
3.4.4	Les activités et utilisations agricoles traditionnelles telles que pacages, prairies de fauche, cultures, etc.	Ne pas aggraver les risques.
3.4.5	L'exploitation forestière est autorisée	Ne pas aggraver les risques, y compris du fait des modes de débardage utilisés.

Il convient également de noter que pour les constructions nouvelles, les nouvelles clôtures sont autorisées sous réserve de permettre la transparence hydraulique.

3.2. PPR GARONNE NORD EN HAUTE-GARONNE (SITES 22 ET 28)

Le tableau suivant synthétise le positionnement des sites vis-à-vis du PPRI (aléa et zonage).

Numéro site	Commune	Aléa	Zonage réglementaire
22	Castelnau d'Estrétefonds	Moyen et ponctuellement Fort*	Zone jaune et ponctuellement plan d'eau*
28	Merville	Fort	Zone rouge

* l'un des sites 22 se situe partiellement sur un ancien plan d'eau de gravière qui a été remblayé depuis la réalisation du PPRI (cf figure suivante)



Site 22 - Ancien fond IGN



Site 22 - Fond ortho de 2022

A noter que dans le PPR Garonne Nord, la détermination des aléas est basée sur la grille suivante :

<i>Vitesse</i>			
<i>Hauteur</i>	<i>Faible</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Forte</i>
H < 0,50 m	Faible	Moyen	Fort
0,50 < H < 1 m	Moyen	Moyen	Fort
H > 1 m	Fort	Fort	Très fort

D'après le guide méthodologique PPR – risque inondations

Pour la zone rouge, le règlement est globalement similaire à celui du PPR Garonne aval. Il convient donc de se référer au chapitre précédent pour les règles de cette zone applicables aux mesures compensatoires.

La **zone jaune** est quant à elle vouée à l'expansion des crues et correspond à des zones non urbanisées ou à urbanisation diffuse soumises à des aléas faible et moyen.

Sont extraits ci-après les principales règles du PPRI en zone jaune, applicables aux mesures de compensation environnementales, objets de la présente étude. A noter que ce sont globalement les mêmes que celles sur la zone rouge.

- **Occupations et utilisations du sol interdites en zone jaune :**

La réalisation de remblais (autres que ceux strictement nécessaires à la mise en œuvre des aménagements autorisés)

- **Occupations et utilisations du sol soumises à prescriptions en zone jaune :**

Certaines occupations et utilisations du sol sont, par dérogation à la règle commune, autorisables, à condition, notamment qu'elles n'aggravent pas les risques et qu'elles n'en provoquent pas de nouveau et qu'elles respectent certaines prescriptions. Les utilisations de sols mentionnées dans le règlement du PPR en zone jaune que l'on pourrait appliquer aux mesures de compensation sont les suivantes.

3.4. Utilisations des sols		
	Sont autorisées	sous réserve du respect des prescriptions suivantes
3.4.2	L'aménagement de parcs, de jardins, de terrains de sports ou de loisirs (y compris les locaux indispensables tels que vestiaires, sanitaires, buvettes, etc.)	Ne pas nuire à l'écoulement ni au stockage des eaux. Ne pas faire l'objet d'un hébergement temporaire ou permanent.
3.4.3	Les plantations d'arbres à haute tige, espacé de plus de 4 m	Élaguer régulièrement jusqu'à la hauteur de référence. Utiliser des essences à feuilles caduques et à enracinement non superficiel.
3.4.4	Les activités et utilisations agricoles traditionnelles telles que pacages, prairies de fauche, cultures, etc.	Ne pas aggraver les risques.
3.4.5	L'exploitation forestière est autorisée	Ne pas aggraver les risques, y compris du fait des modes de débardage utilisés.

Il convient également de noter que pour les constructions nouvelles, les nouvelles clôtures sont autorisées sous réserve de permettre la transparence hydraulique.

3.3. PPR GARONNE AMONT EN TARN-ET-GARONNE (SITE GRISOLLES)

Dans le temps imparti pour réaliser cette note, nous n'avons pas réussi à disposer des aléas du PPR Garonne amont. De par sa situation, il est toutefois très probable que le site de Grisolles se situe en zone d'aléa fort de la Garonne.

Le zonage réglementaire est par contre disponible et montre que le site de Grisolles se situe en zone Rouge.

Les principales dispositions de la zone rouge applicables aux mesures compensatoires sont fournies ci-après (extrait du règlement). Elles sont extraites des prescriptions applicables aux biens et activités futurs.

- **Extrait Article 2-1-1-1 : Sont interdits en zone rouge :**

Toutes constructions, travaux, digues et remblais, clôtures, **haies, plantations**, installations et activités de quelque nature qu'ils soient, à l'exception de ceux visés aux articles 2-1-1-2 et 2-1-2 ci-après.

- **Extrait Article 2-1-1-2 : Sont autorisés en zone rouge :**

- Les clôtures agricoles constituées au maximum de 3 fils superposés avec poteaux distants d'au moins 3 mètres ;
- Les clôtures végétales dont la hauteur devra être limitée à 1,20 m maximum ;
- Les clôtures constituées d'un muret de 0,60 m maximum surmonté d'un dispositif aéré (grille, grillage...), à condition que la hauteur totale soit limitée à 1,20 m ;
- Les clôtures « fusibles » si justification fonctionnelle ou technique liée à la sécurité ou à l'environnement ;
- les haies agricoles « coupe-vent » justifiées par la nature des cultures pratiquées ;
- Les cultures annuelles et les pacages ;
- Les plantations d'arbres en rangées régulièrement espacées d'au moins 4 mètres, les rangées d'arbres étant disposées dans le sens du flux du courant dans le lit majeur. Tout dispositif de protection (paillage-grillage..) autre que le tuteur ou tout dispositif transversal aux rangées sera interdit.

4. ANALYSE QUALITATIVE DE L'IMPACT HYDRAULIQUE DES MESURES PROPOSEES

Les chapitres suivants analysent zone par zone, les mesures compensatoires environnementales proposées sur chaque site, en regard du risque inondation. L'objectif est de qualifier l'impact hydraulique potentiel et de proposer des préconisations d'adaptation le cas échéant.

Les sites sont analysés de l'amont vers l'aval.

4.1. SITE 27 – COMMUNE DE FENOUILLET

4.1.1. Caractéristiques du site 27

Commune(s) : Fenouillet

Parcelles cadastrales : B022

Surface totale : 0,68 ha

Propriétaire : commune de Fenouillet

Sécurisation foncière : convention

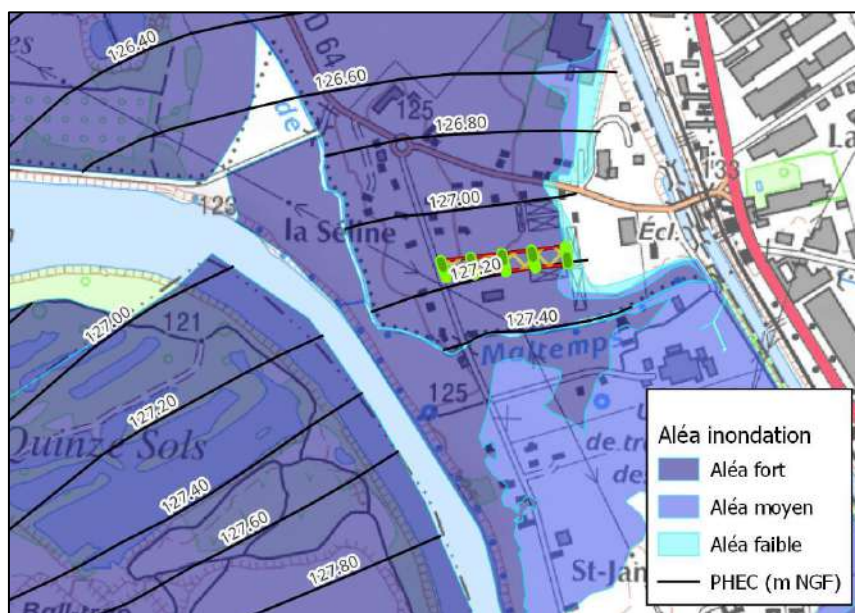
Mesures compensatoires envisagées :



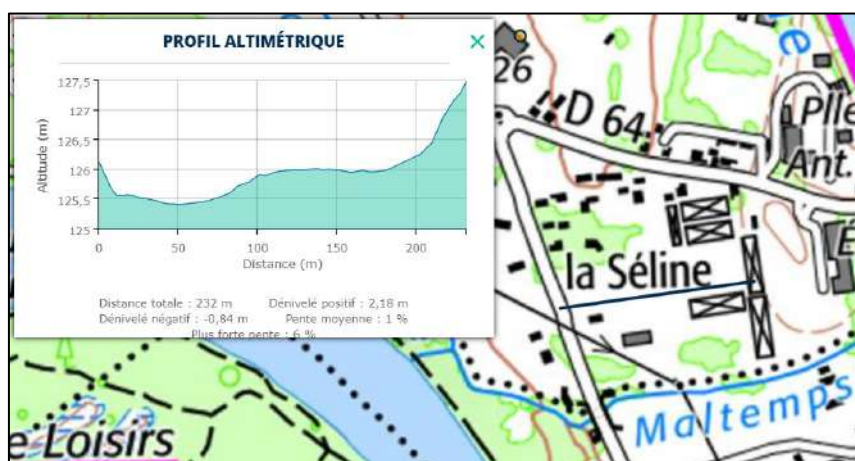
Mesures compensatoires – Site 27

4.1.2. Situation vis-à-vis de l'inondation et évaluation de l'impact hydraulique

Le site 27 se situe en rive droite de la Garonne au centre d'un secteur partiellement urbanisé. On note des enjeux à proximité immédiate : habitations côté ouest et bâtiments agricoles côté est.



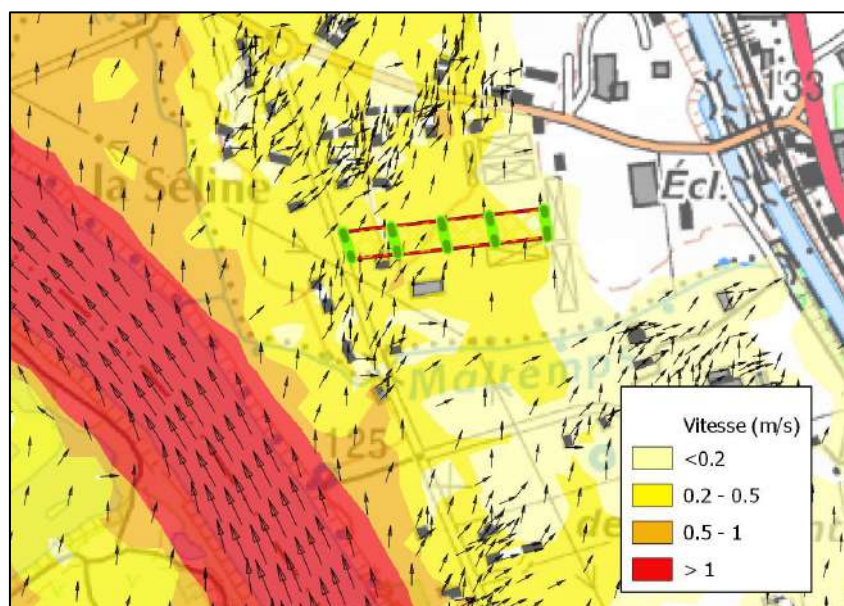
Site 27 - Carte des aléas au droit du site



Site 27 - Profil altimétrique au droit du site (Geoportail)

La cote de référence du PPR (PHEC) est de 127,20 m NGF au droit du site pour un terrain naturel à environ 125,5 à 126 m NGF (cf profil altimétrique). La hauteur d'eau attendue pour une crue type 1875 est donc de l'ordre de 1 à 2 m sur le site 27.

La cartographie suivante présente les vitesses sur le secteur avec leur orientation. Les données sont issues du modèle Artelia présenté en introduction.



Vitesses au droit du site 27 (Source : Modèle Artelia)

Sur le site 27, les vitesses sont limitées, inférieures à 0,5 m/s. Les écoulements se font du sud vers le nord. Les haies ont été implantées dans le sens de l'écoulement et ne font donc pas obstacle.

Du fait des éléments précédents, on peut vraisemblablement considérer à dire d'expert que l'impact hydraulique de la mesure compensatoire est très faible malgré la présence d'enjeux à proximité puisque :

- les haies (orientations sud-nord) sont parallèles à l'écoulement ;
- les hauteurs d'eau attendues sont conséquentes (> 1 m) mais les vitesses sont relativement faibles (<0,5 m/s).

4.1.3. Préconisations d'adaptation

Sur ce site, il n'est pas préconisé de mesures d'adaptation car l'implantation des haies a tenu compte des conditions d'écoulement en crue (les mesures initiales proposées consistaient en des haies orientées ouest-est qui ont été réorientées ensuite).

4.2. SITE 3 – COMMUNE DE FENOUILLET

4.2.1. Caractéristiques du site 3

Commune(s) : Fenouillet

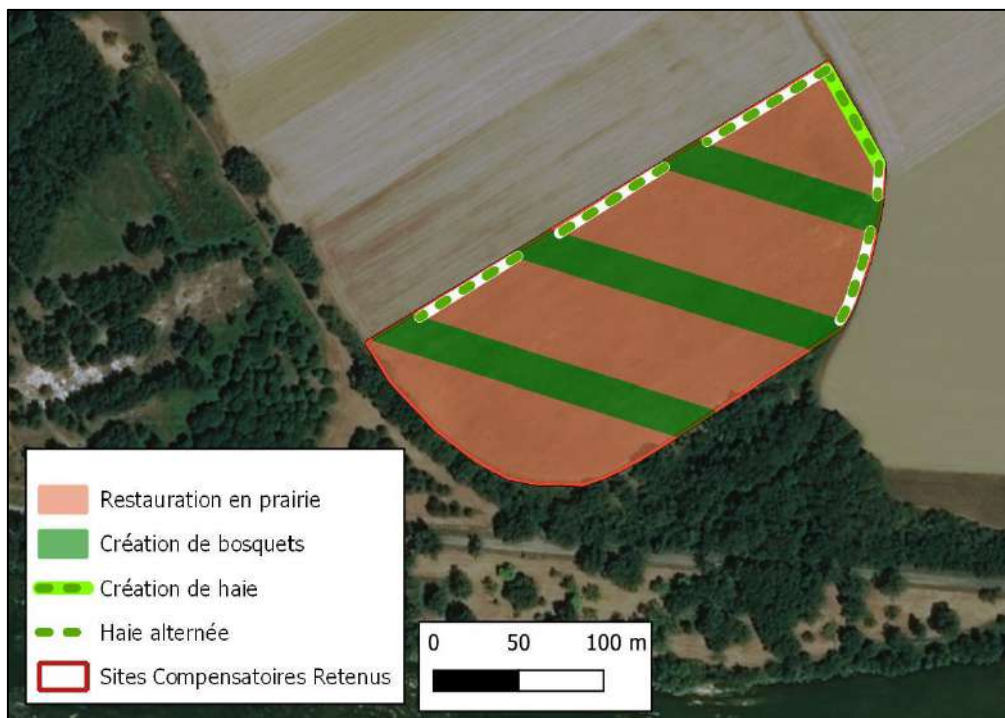
Parcelles cadastrales : BT116 à BT163

Surface totale : 3,97 ha

Propriétaire : commune de Fenouillet

Sécurisation foncière : convention

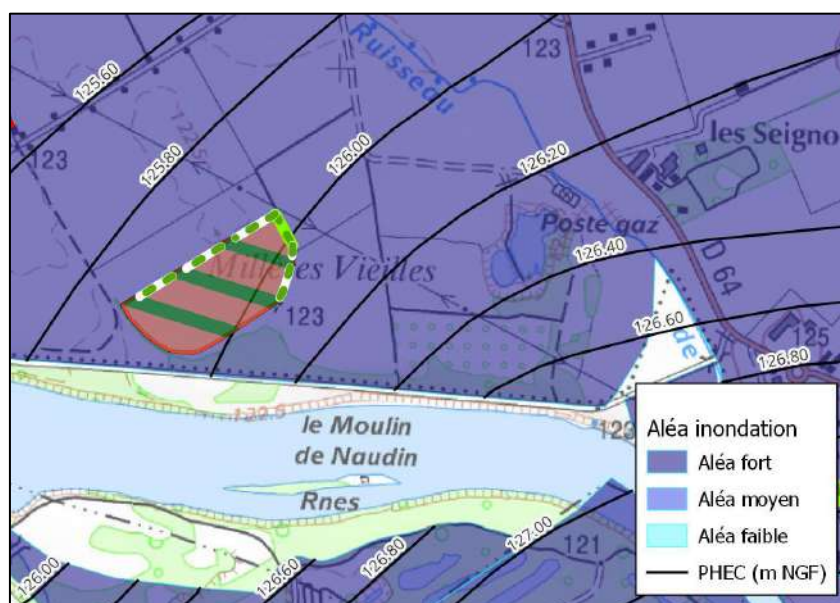
Mesures compensatoires envisagées :



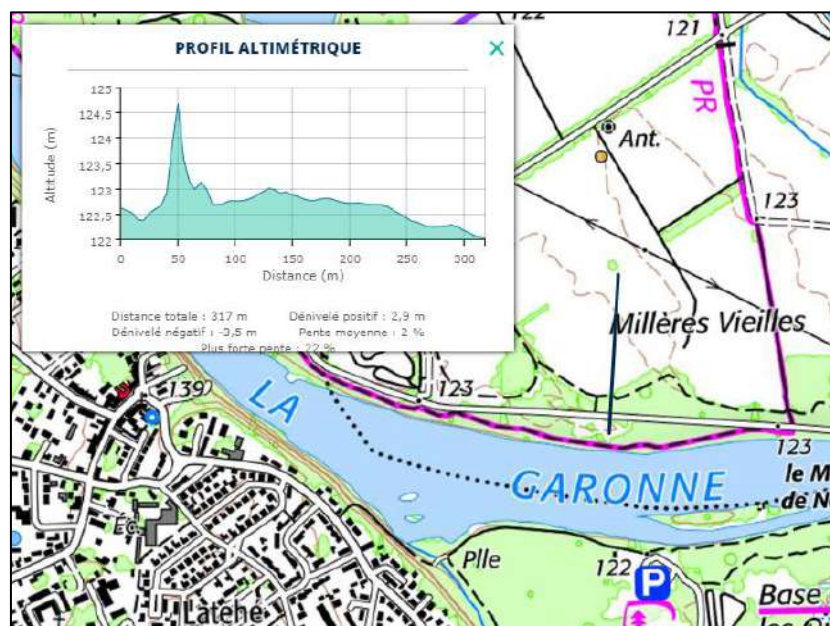
Mesures compensatoires – Site 3

4.2.2. Situation vis-à-vis de l'inondation et évaluation de l'impact hydraulique

Le site 3 se situe en rive droite de la Garonne en bordure quasi-immédiate du lit mineur entre une zone boisée et une zone agricole. Les premiers enjeux habités se trouvent 600 m au Nord. On note également la présence d'aménagements sportifs (stade, ...) à environ 300 m en aval.



Site 3 - Carte des aléas au droit du site

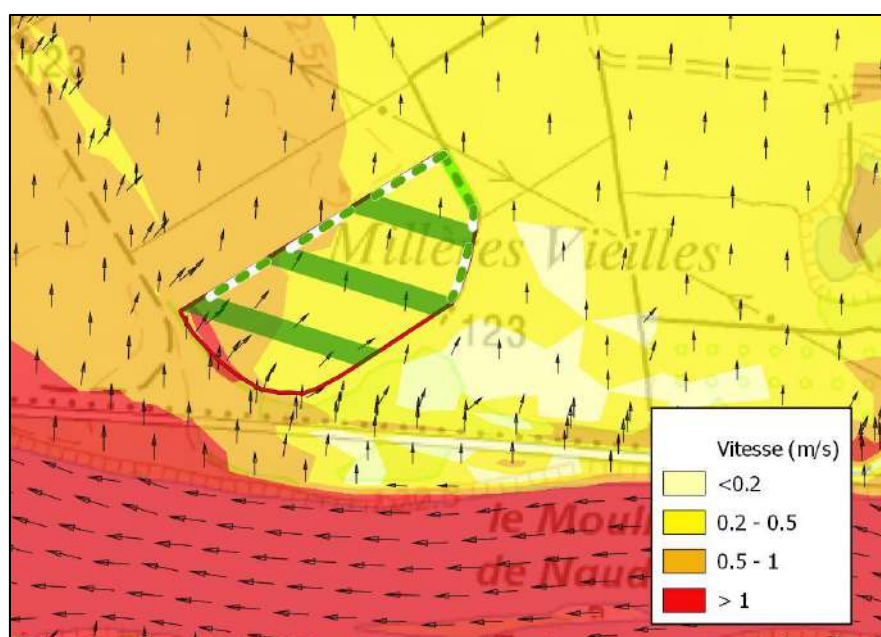


Site 3 - Profil altimétrique au droit du site (Geoportail)

La cote de référence du PPR (PHEC) est de 126 m NGF au droit du site pour un terrain naturel à environ 122,5 à 123 m NGF. La hauteur d'eau attendue pour une crue type 1875 est donc de l'ordre de 2 à 3 m sur le site 3.

On remarque également la présence d'un chemin en remblai qui longe le site de compensation côté Sud et remonte en bord de Garonne (cf profil altimétrique ci-avant). Ce remblai est submergé en cas de crue et joue un rôle dans la répartition des écoulements.

La cartographie suivante présente les vitesses sur le secteur avec leur orientation. Les données sont issues du modèle Artelia présenté en introduction. Il apparaît que l'on se situe plutôt en limite aval du modèle. Les résultats sont donc à prendre avec précaution.



Vitesses au droit du site 3 (Source : Modèle Artelia)

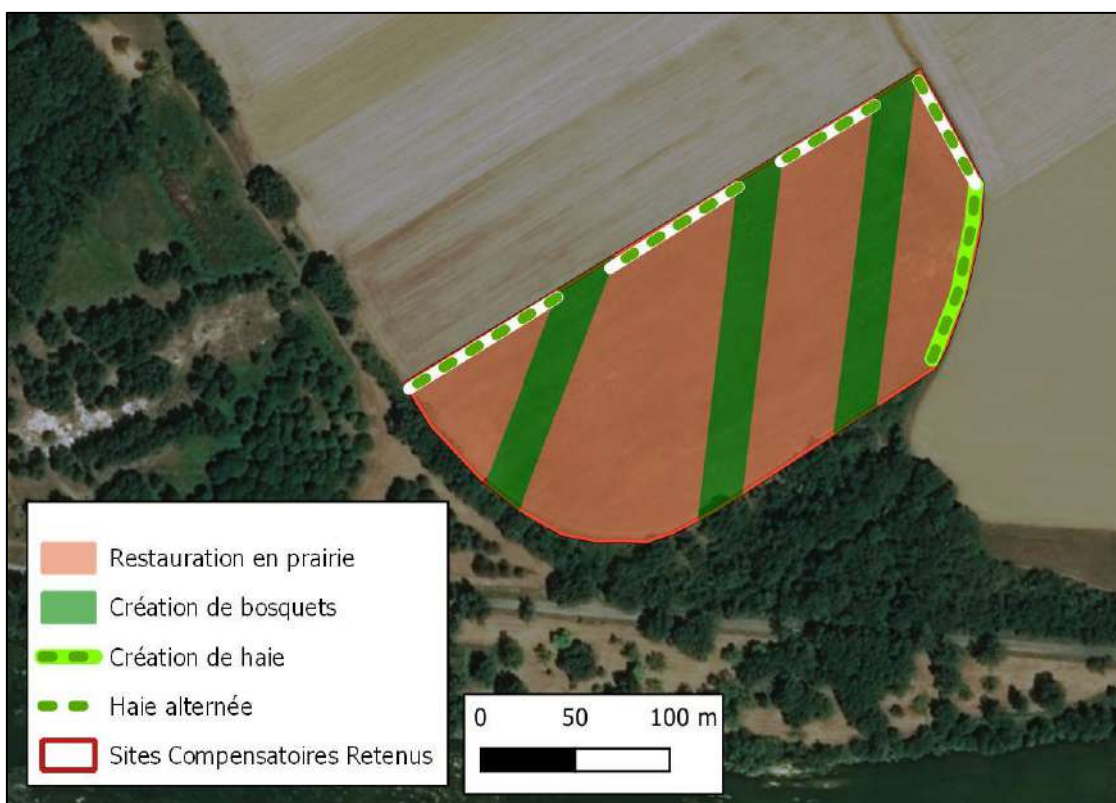
Sur le site 3, les vitesses sont majoritairement inférieures à 0,5 m/s hormis sur l'extrémité ouest où elles sont comprises entre 0,5 et 1 m/s. Les écoulements sont orientés perpendiculairement au chemin en remblai par-dessus lequel les eaux surversent. Il apparaît donc que le sens des écoulements n'est pas celui que l'on pourrait déduire des isocotes du PPRI, ce qui n'est pas illogique dans la mesure où le PPR considère plutôt une situation sans remblai.

La haie ouest/est est implantée perpendiculairement à l'écoulement coté est mais elle est ajourée (alternance haie et zone enherbée), ce qui favorise sa transparence hydraulique. La haie nord-est est quant à elle dans le sens de l'écoulement et ne constitue donc pas un obstacle (la partie Sud pourrait même être « pleine »). Les bosquets tels qu'ils sont implantés font par contre globalement obstacle aux écoulements. L'impact hydraulique des mesures compensatoires ainsi définies peut par conséquent être localement non négligeable mais n'a vraisemblablement pas d'incidence sur les enjeux puisque ces derniers sont éloignés.

4.2.3. Préconisations d'adaptation

Sur ce site, il est préconisé de conserver les haies alternées (hormis le cas échéant sur la partie sud-est où la haie pourrait être « pleine ») mais de réorienter les bosquets dans le sens de l'écoulement : orientation sud/nord sur la partie est du site et orientation sud-ouest/nord-est sur la partie ouest.

Les adaptations proposées sont présentées sur la figure suivante.



Site 3 - Propositions d'adaptation des mesures compensatoires

4.3. SITE 2 – COMMUNE DE FENOUILLET

4.3.1. Caractéristiques du site 2

Commune(s) : Fenouillet

Parcelles cadastrales : BV1*

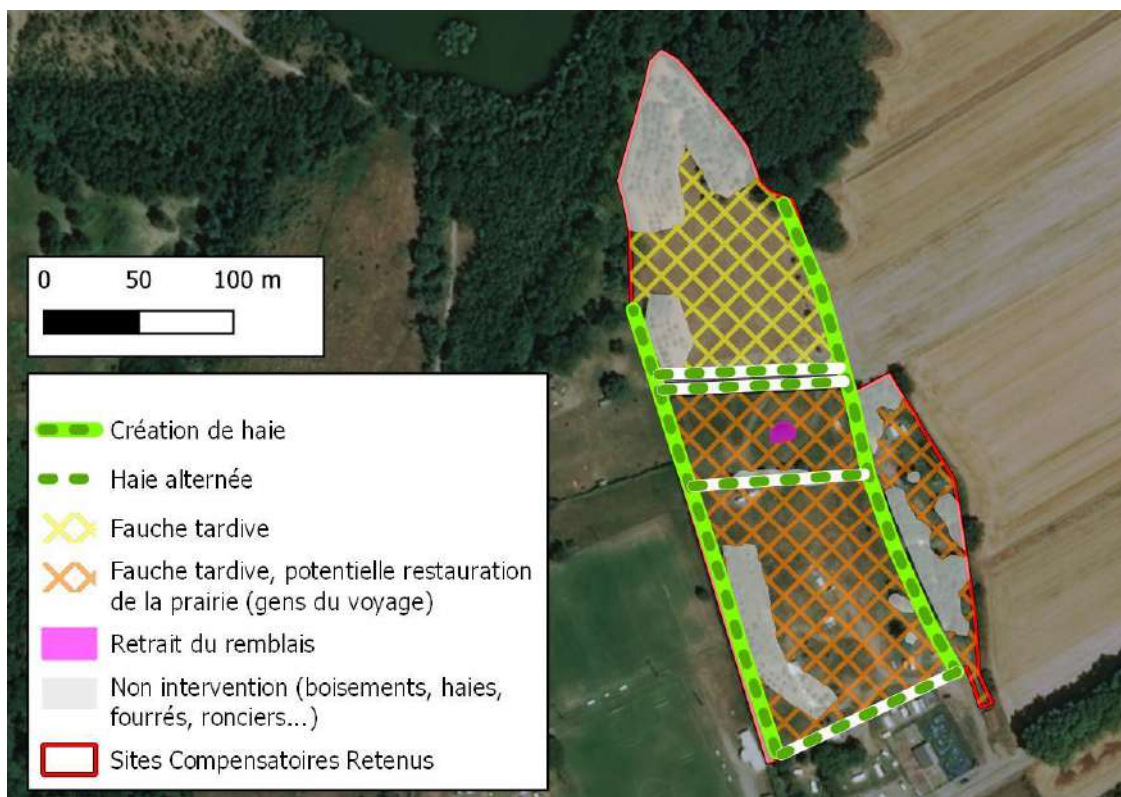
* : parcelle non prise en compte dans sa totalité

Surface totale : 3,7 ha (compensation effective sur une partie du site)

Propriétaire : commune de Fenouillet

Sécurisation foncière : convention

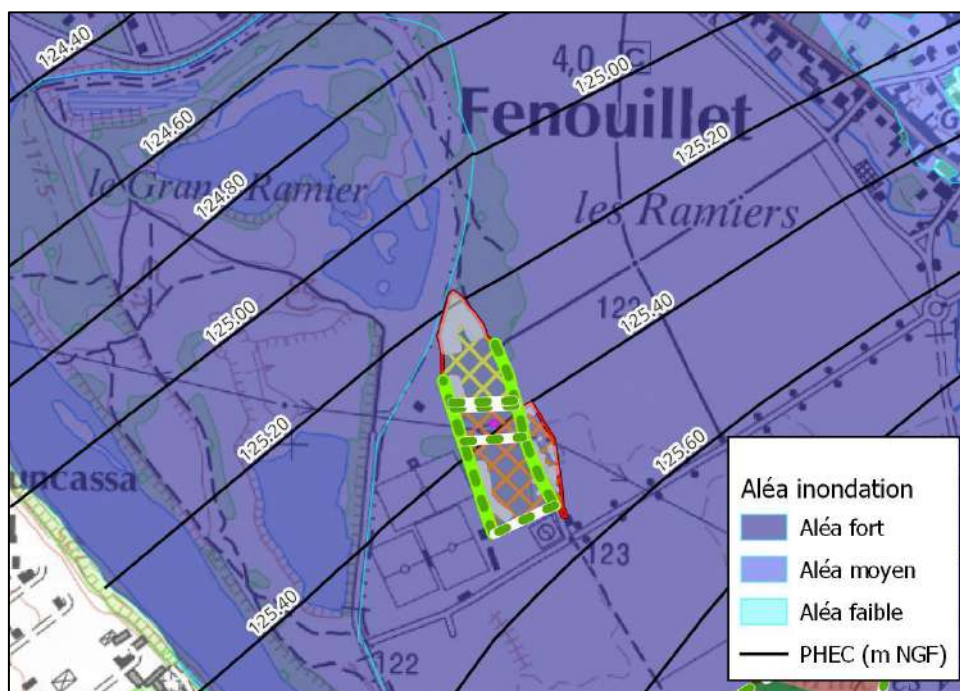
Mesures compensatoires envisagées :



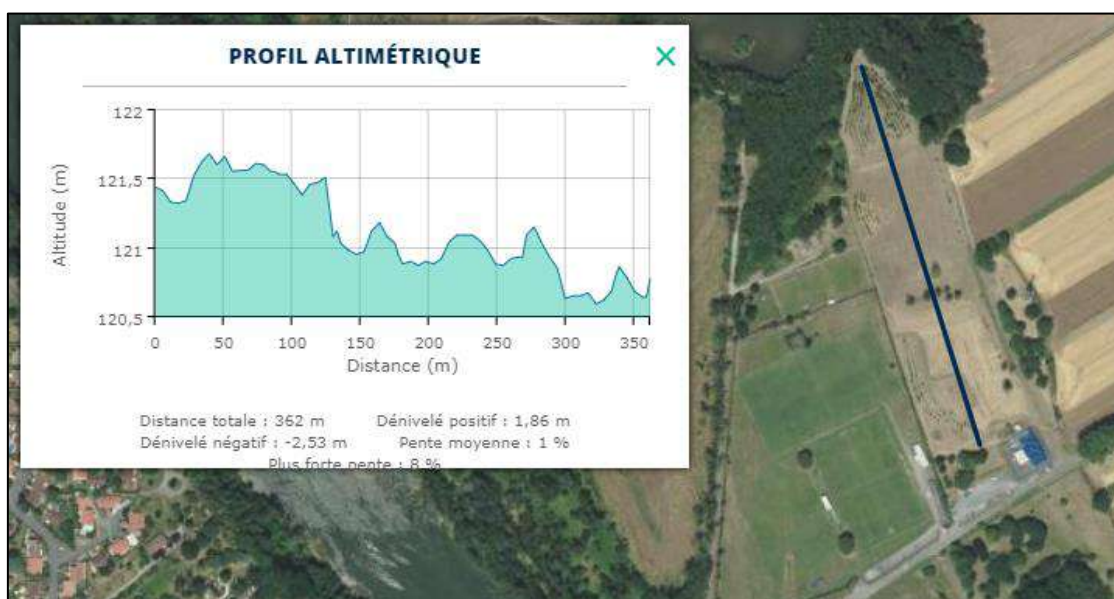
Mesures compensatoires – Site 2

4.3.2. Situation vis-à-vis de l'inondation et évaluation de l'impact hydraulique

Le site 2 se situe en rive droite de la Garonne entre une zone boisée au nord, une zone agricole et des équipements sportifs (stade, ...). Les premiers enjeux habités se trouvent 600 m à l'Est.



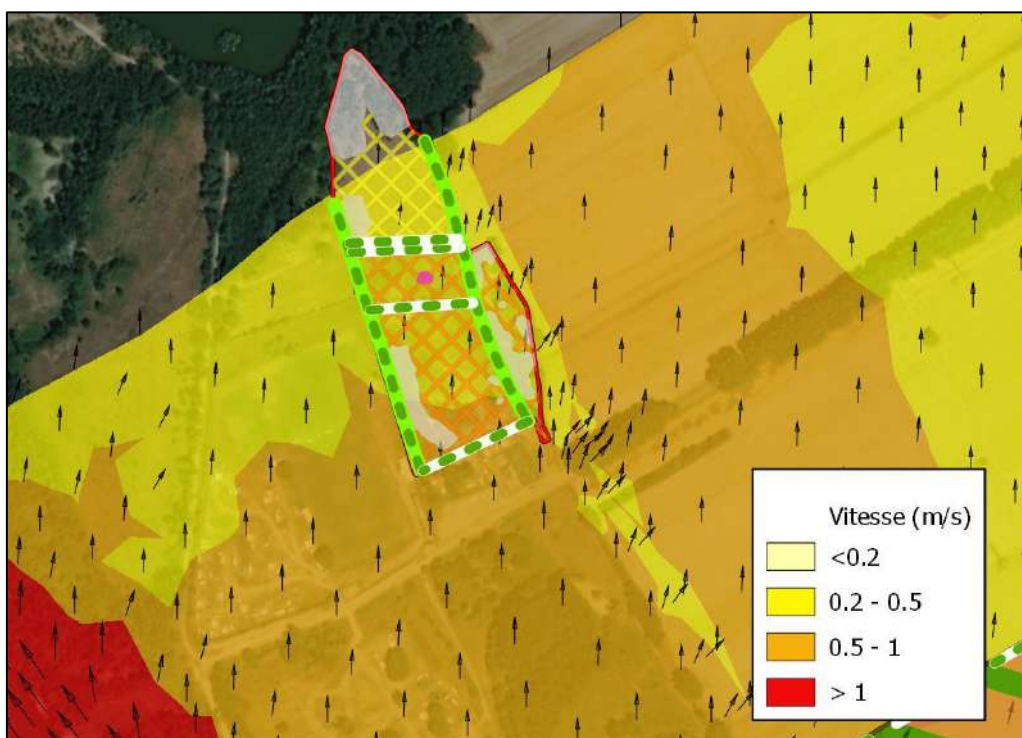
Site 2 - Carte des aléas au droit du site



Site 2 - Profil altimétrique au droit du site (Geoportail)

La cote de référence du PPR (PHEC) est comprise entre 125,6 et 125,2 m NGF au droit du site pour un terrain naturel entre 120,5 et 121,5 m NGF. La hauteur d'eau attendue pour une crue type 1875 est donc de l'ordre de 4 m sur le site 2.

La cartographie suivante présente les vitesses sur le secteur avec leur orientation. Les données sont issues du modèle Artelia présenté en introduction. Il apparaît que l'on se situe en limite aval du modèle. Les résultats sont donc à prendre avec précaution.



Vitesses au droit du site 2 (Source : Modèle Artelia)

Sur le site 2, les vitesses sont majoritairement inférieures à 0,5 m/s hormis sur l'extrémité sud où elles sont comprises entre 0,5 et 1 m/s. Les écoulements sont orientés du sud vers le nord.

Les haies « pleines » sont donc orientées dans le sens de l'écoulement tandis que les haies alternées leur sont perpendiculaires. Sur ces derniers tronçons, l'alternance haie/zone enherbée permet une transparence hydraulique.

L'impact hydraulique des mesures compensatoires ainsi définies peut par conséquent être considérée comme faible et local et n'a vraisemblablement pas d'incidence sur les enjeux puisque ces derniers sont éloignés.

4.3.3. Préconisations d'adaptation

Sur ce site, il n'est pas préconisé de mesures d'adaptation car l'implantation et l'ouverture des haies a tenu compte des conditions d'écoulement en crue (les mesures proposées consistaient initialement en des haies pleines qui ont été remplacées par des haies alternées sur les tronçons orientés ouest/est perpendiculaires aux écoulements).

4.4. SITE 10 – COMMUNE DE GAGNAC-SUR-GARONNE

4.4.1. Caractéristiques du site 10

Commune(s) : Gagnac-sur-Garonne

Parcelles cadastrales : AB3*, AB5, AB6, AB7, AB8*, AB9*, AB10*, AB14*, AB17*, AB22, AB43* AB46*, AB57*, AB59*, AB62*, AB64*, AB68*

* : parcelle non prise en compte dans sa totalité

Surface totale : 6,83 ha

Propriétaire : commune de Gagnac-sur-Garonne

Sécurisation foncière : convention

Mesures compensatoires envisagées :



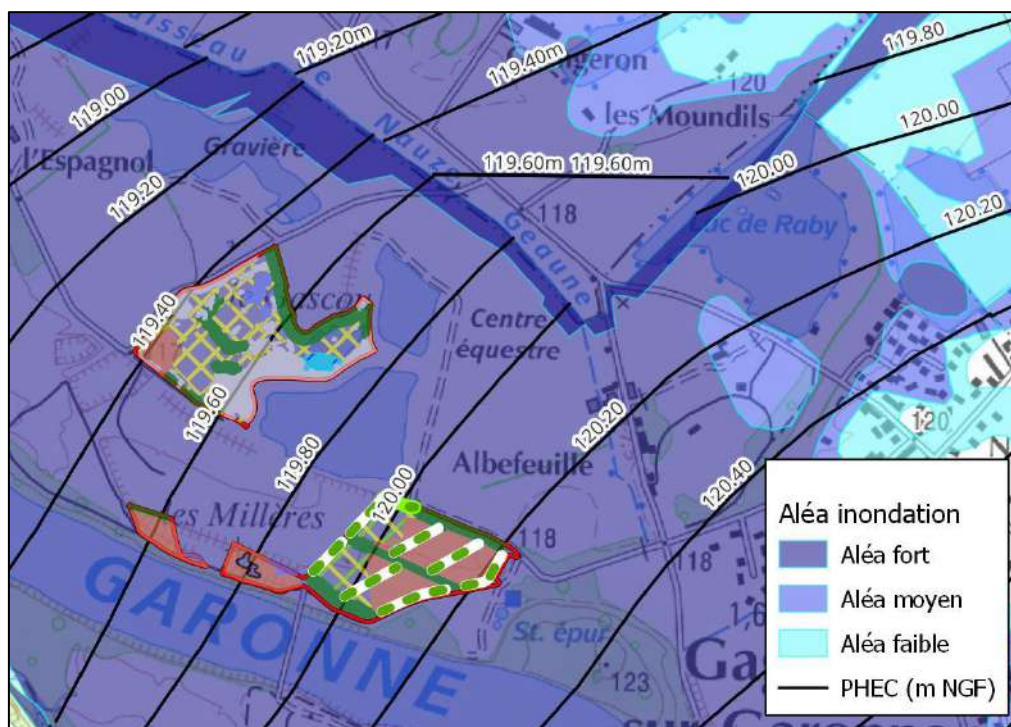
Mesures compensatoires – Site 10 nord



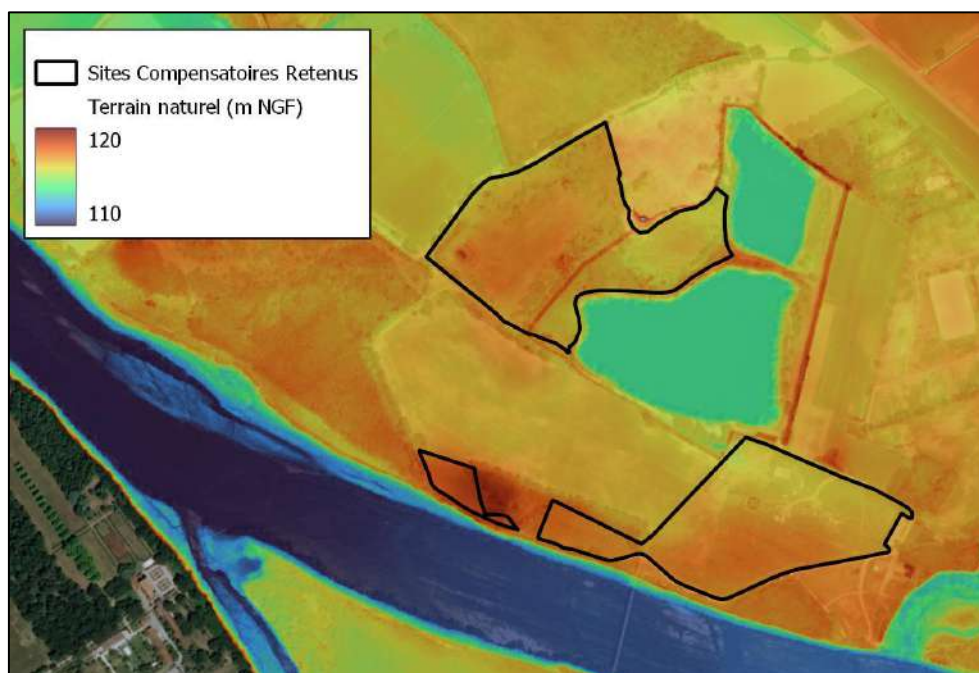
Mesures compensatoires – Site 10 sud

4.4.2. Situation vis-à-vis de l'inondation et évaluation de l'impact hydraulique

Le site 10 sud se situe en bordure immédiate du lit mineur de la Garonne, en sortie d'extrados, tandis que le site nord est légèrement en retrait dans une zone entourée de gravières. Des enjeux habités se situent environ 300 m en amont (centre équestre, habitations).



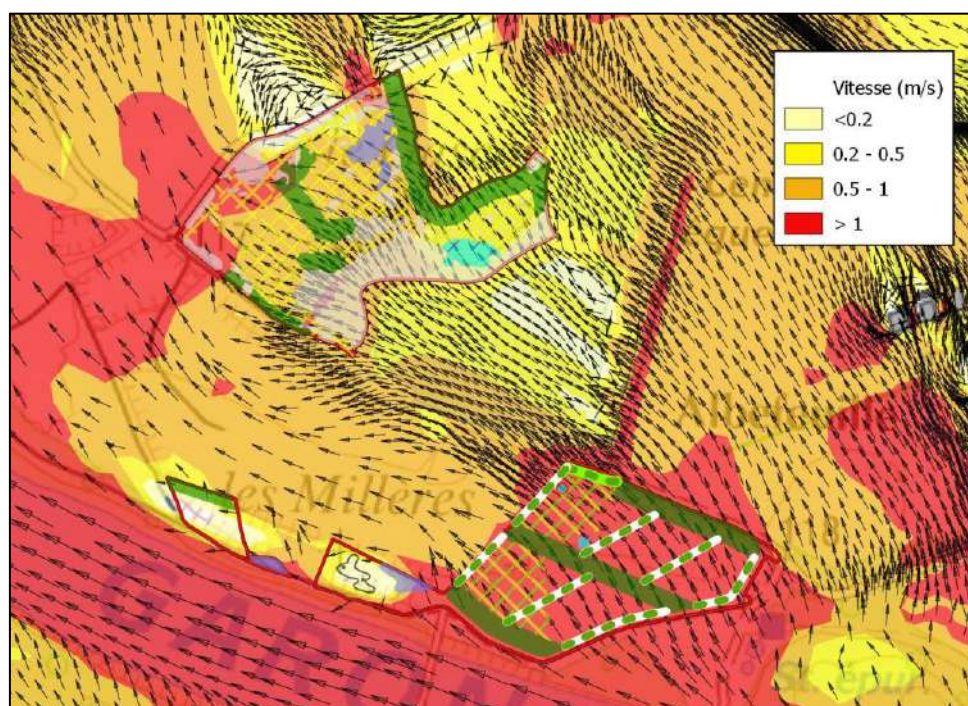
Site 10 - Carte des aléas au droit du site



Site 10 - Altimétrie au droit du site (RGE)

La cote de référence du PPR (PHEC) est comprise entre 120,2 et 119,4 m NGF au droit du site pour un terrain naturel globalement compris entre 116 et 117,5 m NGF. La hauteur d'eau attendue pour une crue type 1875 est donc de l'ordre de 2,5 à 4 m sur le site 10. On note par ailleurs des singularités topographiques sur le secteur, dues notamment à la présence de gravières et de merlons périphériques (linéaires rouges sur la cartographie précédente).

La figure suivante présente les vitesses sur le secteur avec leur orientation. Les données sont issues du modèle Artelia présenté en introduction.



Vitesses au droit du site 10 (Source : Modèle Artelia)

Il apparaît que le site 10 sud se situe en sortie d'extrados, dans une zone de débordement de la Garonne. Les vitesses y sont donc élevées ($> 1\text{ m/s}$) et orientées sud-est/nord-ouest. Dans les zones de fortes vitesses, tout obstacle à l'écoulement peut avoir des incidences notables sur les hauteurs d'eau et la répartition des débits. Sur cette zone, il est bien prévu des haies alternées perpendiculairement à l'écoulement, ce qui permet une certaine transparence hydraulique. Toutefois, les bosquets et notamment le central et le Nord vont avoir tendance à bloquer les écoulements qui se dirigent actuellement vers le Nord et à modifier ainsi la répartition des écoulements. L'impact hydraulique peut donc être moyen localement. Au droit des zones à enjeux plus éloignées, il sera sans doute plus faible.

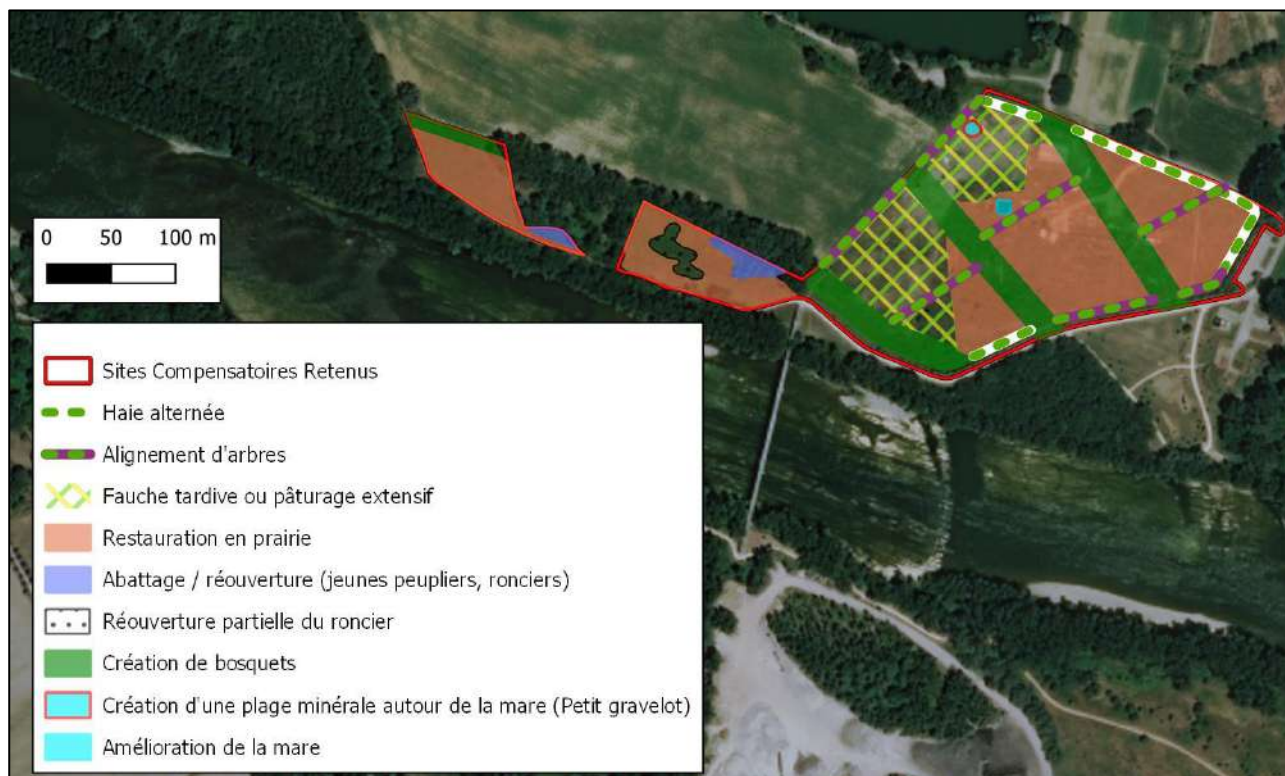
Sur le site 10 nord, les vitesses sont inférieures à 1 m/s . Seuls les bosquets sont susceptibles de contraindre les écoulements mais ces derniers sont soit globalement orientés dans le sens des flux, soit implantés le long de merlons qui constituent déjà un obstacle à l'écoulement. Par conséquent, l'impact hydraulique sera faible.

4.4.3. Préconisations d'adaptation

Les principales préconisations concernent le site 10 Sud puisqu'il se trouve dans une zone de débordement à fortes vitesses. Il est ainsi préconisé :

- de réorienter les bosquets Nord et centre dans le sens des écoulements ;
- de remplacer les haies alternées qui ne sont pas dans le prolongement des boisements existants par des alignements d'arbres ;
- de remplacer les haies par des haies alternées.

La figure suivante illustre les adaptations préconisées.



Site 10 Sud - Propositions d'adaptation des mesures compensatoires

Sur le site Nord, les adaptations proposées consistent à :

- modifier localement l'orientation d'un bosquet ;
- remplacer la partie du bosquet est qui n'est pas longée par un merlon, par une haie alternée.

La figure suivante illustre les adaptations préconisées.



Site 10 Nord - Propositions d'adaptation des mesures compensatoires

4.5. SITE 28 – COMMUNE DE MERVILLE

4.5.1. Caractéristiques du site 28

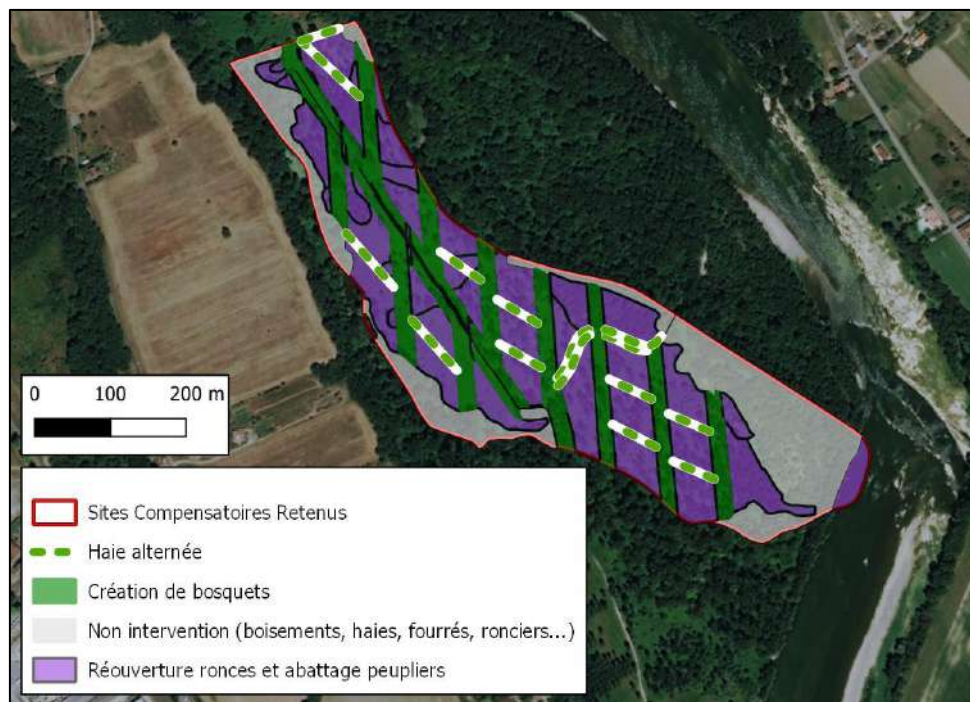
Commune(s) : Merville

Parcelles cadastrales : 0146, 0147, 0148

* : parcelle non prise en compte dans sa totalité

Surface totale : 18 ha

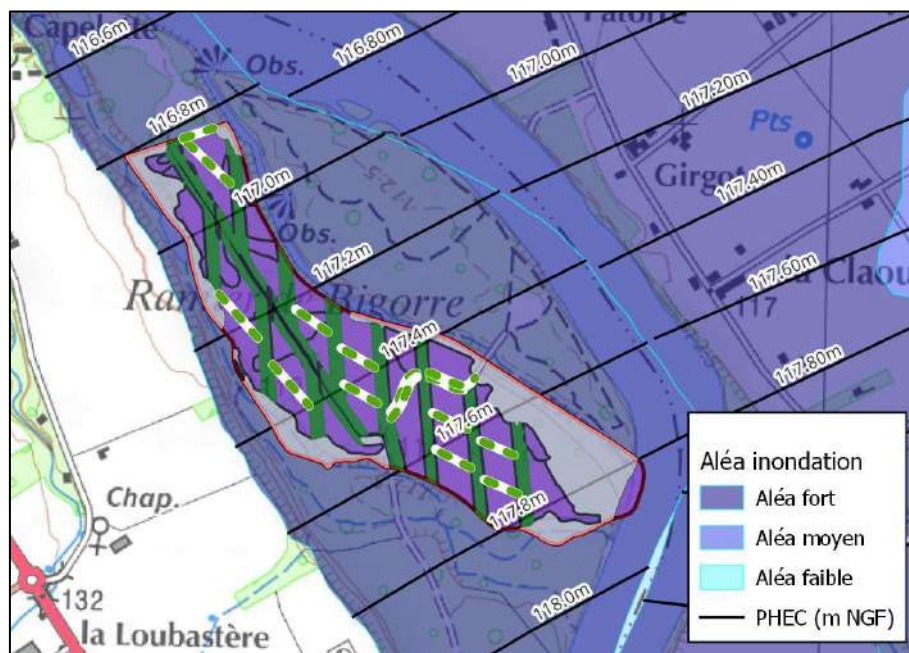
Mesures compensatoires envisagées :



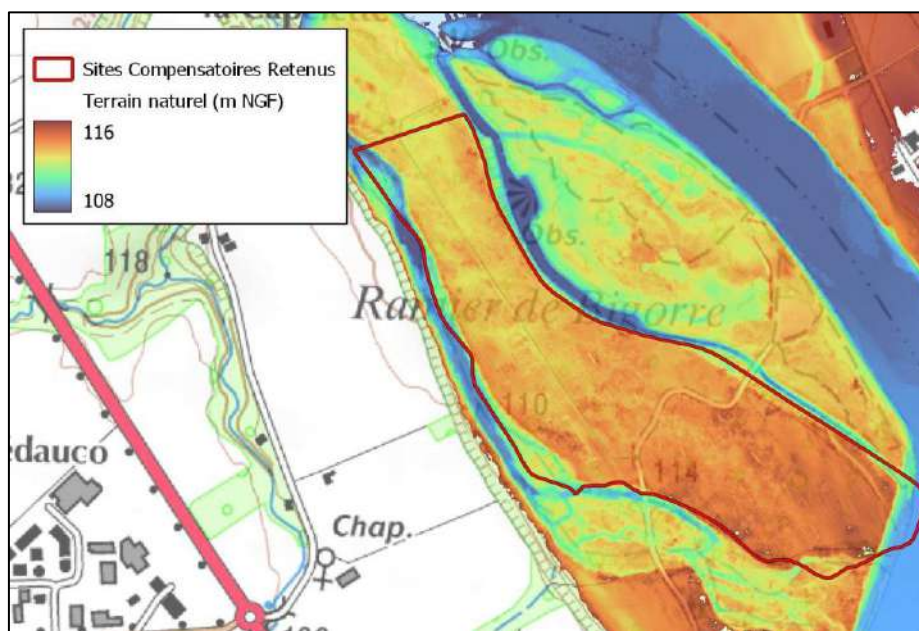
Mesures compensatoires – Site 28

4.5.2. Situation vis-à-vis de l'inondation et évaluation de l'impact hydraulique

Le site 28 se situe en rive gauche de la Garonne au droit d'une ancienne peupleraie peu dense envahie par des ronciers et située à l'intérieur d'un méandre de la Garonne. La peupleraie est bordée d'une zone agricole, pourvue de quelques habitations mais qui est située sur une terrasse haute non inondable. Les enjeux habités inondables les plus proches se situent à 300 m à l'est environ, de l'autre côté de la Garonne.



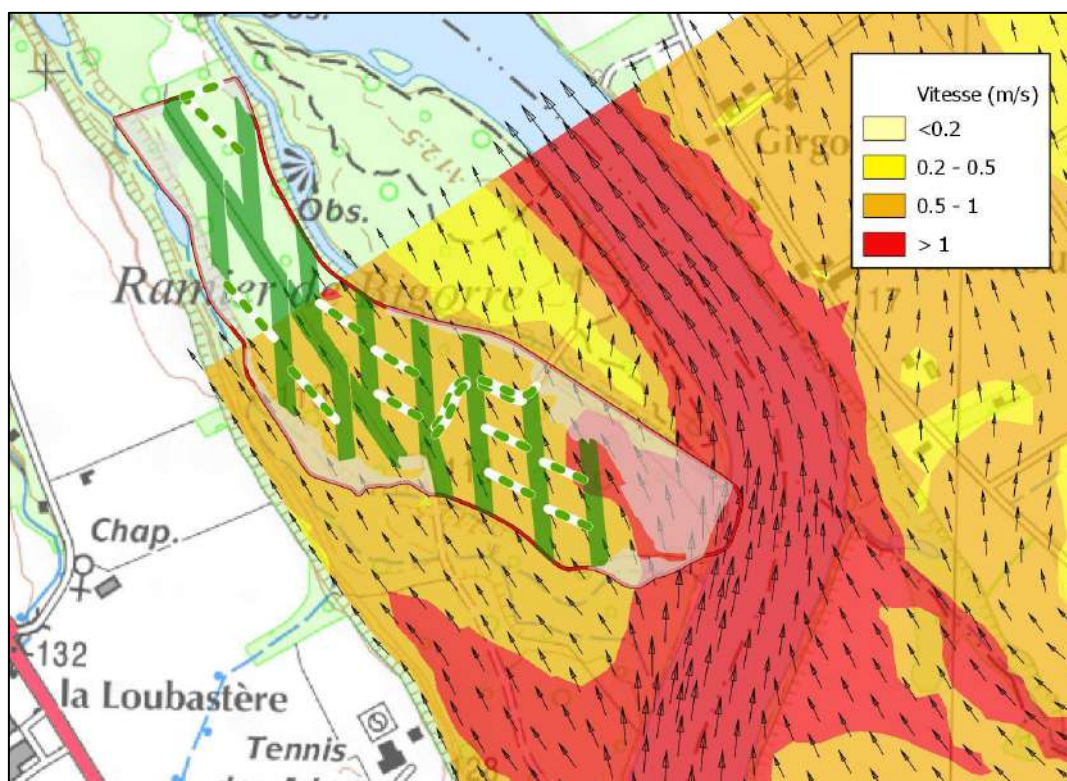
Site 28 - Carte des aléas au droit du site



Site 28 - Altimétrie au droit du site (RGE)

La cote de référence du PPR (PHEC) est comprise entre 117,8 et 116,8 m NGF au droit du site pour un terrain naturel globalement descendant du sud vers le nord, compris entre 115 et 113 m NGF. La hauteur d'eau attendue pour une crue type 1875 est donc de l'ordre de 3 à 4 m sur le site 28. Le site se trouve sur une terrasse comprise entre deux thalwegs.

La figure suivante présente les vitesses sur le secteur avec leur orientation. Les données sont issues du modèle Artelia présenté en introduction.



Vitesses au droit du site 10 (Source : Modèle Artelia)

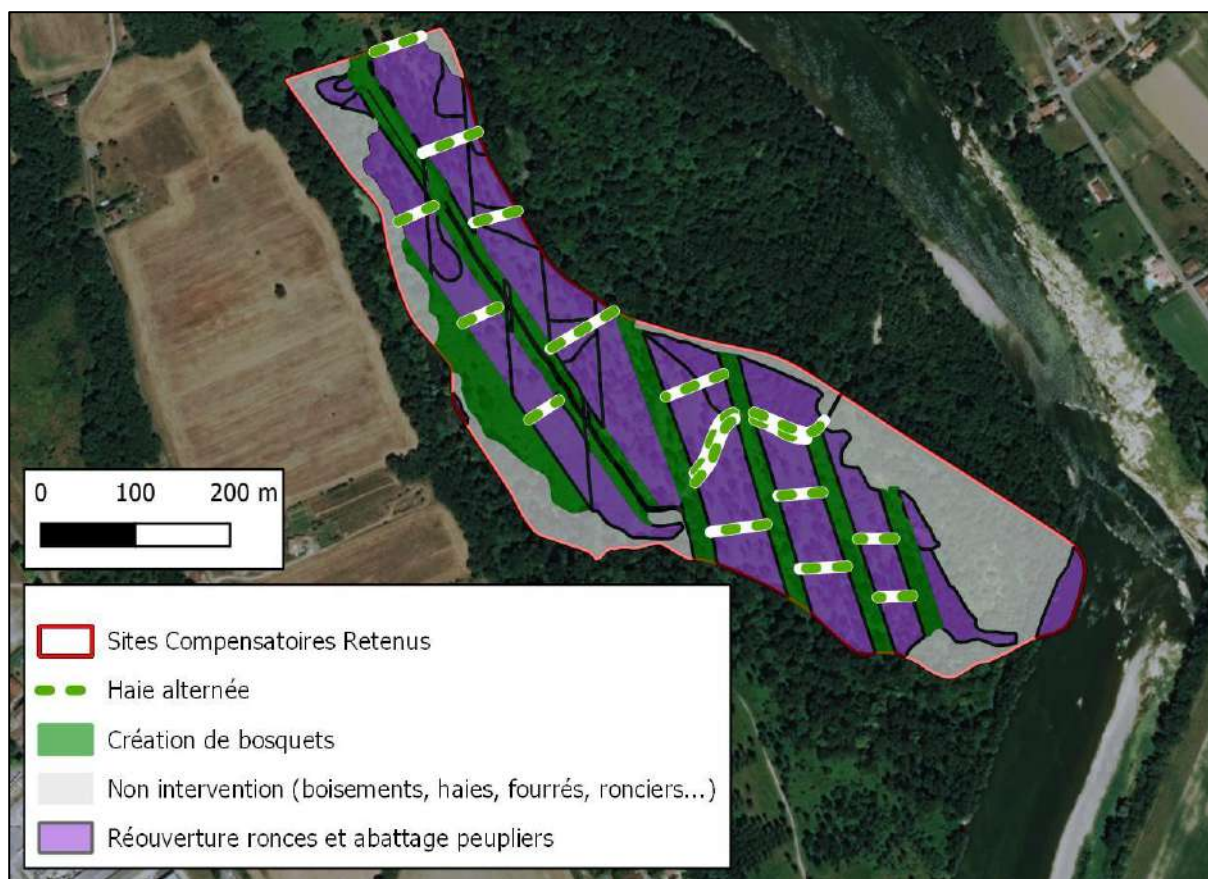
Les écoulements en crue coupent le méandre de la Garonne et s'écoulent logiquement du Sud vers le Nord, légèrement vers l'ouest atteignant des valeurs comprises entre 0,5 et 1 m/s. Il apparaît que l'on se situe en limite aval du modèle. Les résultats sont donc à prendre avec précaution.

Les bosquets tels qu'ils sont implantés vont avoir tendance à réorienter les écoulements davantage vers le Nord. Dans la mesure où la zone est actuellement arborée et embroussaillée, il existe déjà des freins à l'écoulement et l'impact des mesures compensatoires sera donc faible. Les haies alternées quant à elles s'apparentent bien au fonctionnement actuel puisque l'on observe une alternance de boisements et de ronciers.

4.5.3. Préconisations d'adaptation

L'impact hydraulique des mesures proposées sera vraisemblablement faible mais pour retrouver un fonctionnement plus similaire à celui actuel, il pourrait être envisagé d'orienter davantage les bosquets dans le sens de l'écoulement tout en conservant les haies alternées entre deux boisements là où se fera la réouverture des ronces et l'abattage des peupliers.

Les adaptations proposées sont présentées sur la figure suivante.



Site 22 - Propositions d'adaptation des mesures compensatoires

4.6. SITE 22 – COMMUNE DE CASTELNAU D'ESTRETEFONDS

4.6.1. Caractéristiques du site 22

Commune(s) : Castelnau-d'Estrétefonds

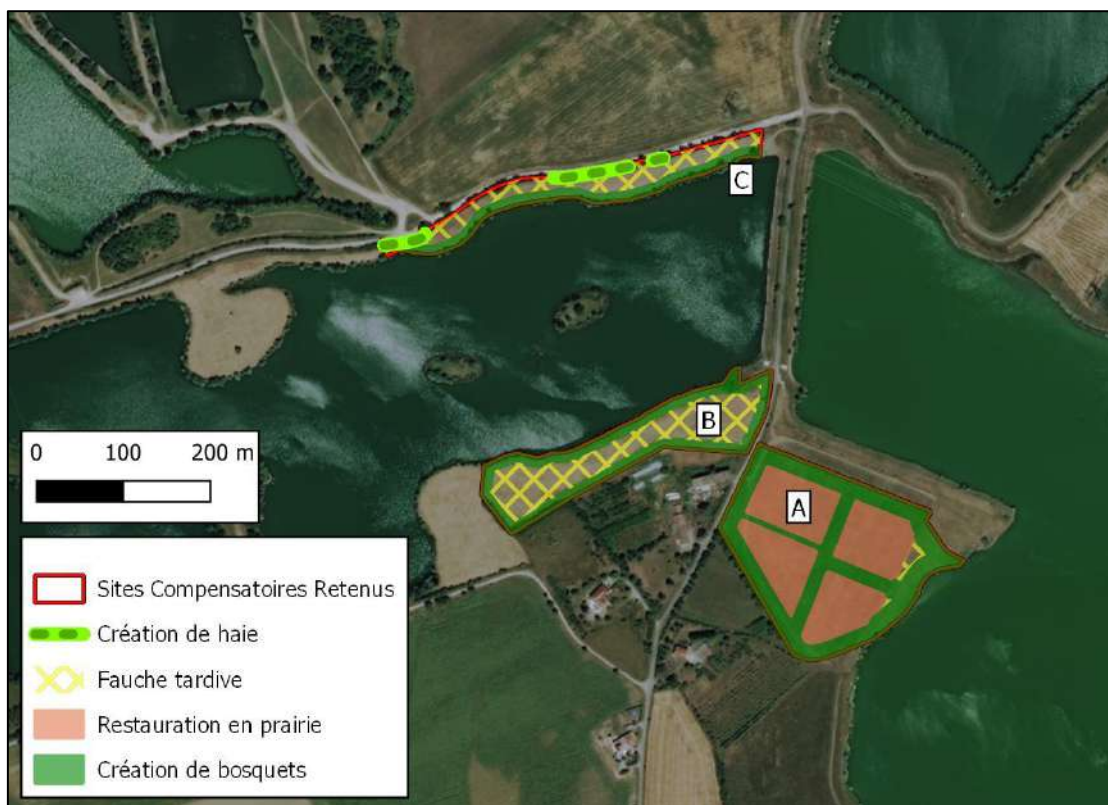
Parcelles cadastrales : B1122, B1120 & B1344

Surface totale : 7 ha

Propriétaire : commune de Castelnau-d'Estrétefonds

Sécurisation foncière : convention

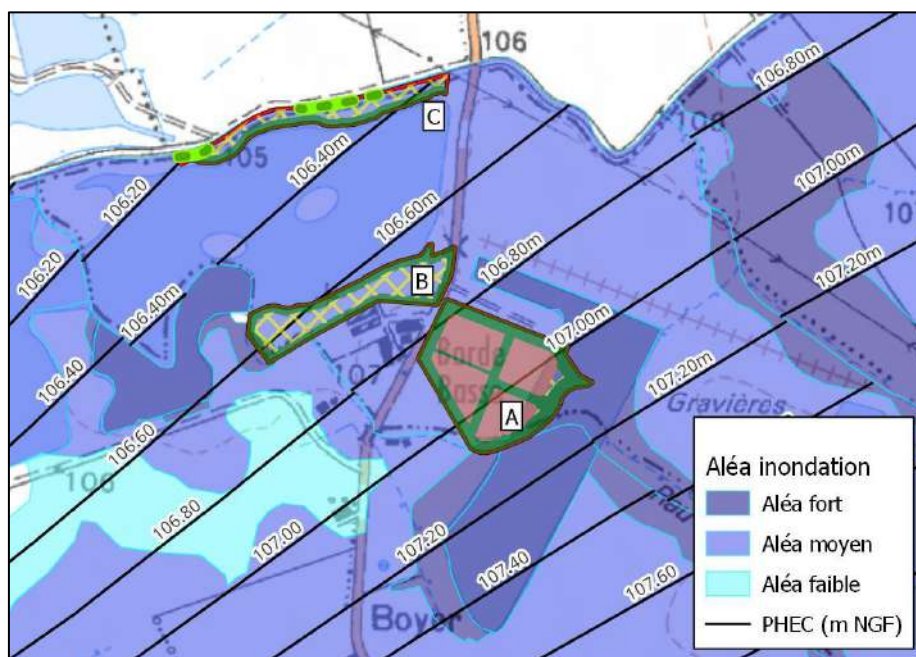
Mesures compensatoires envisagées :



Mesures compensatoires – Site 22

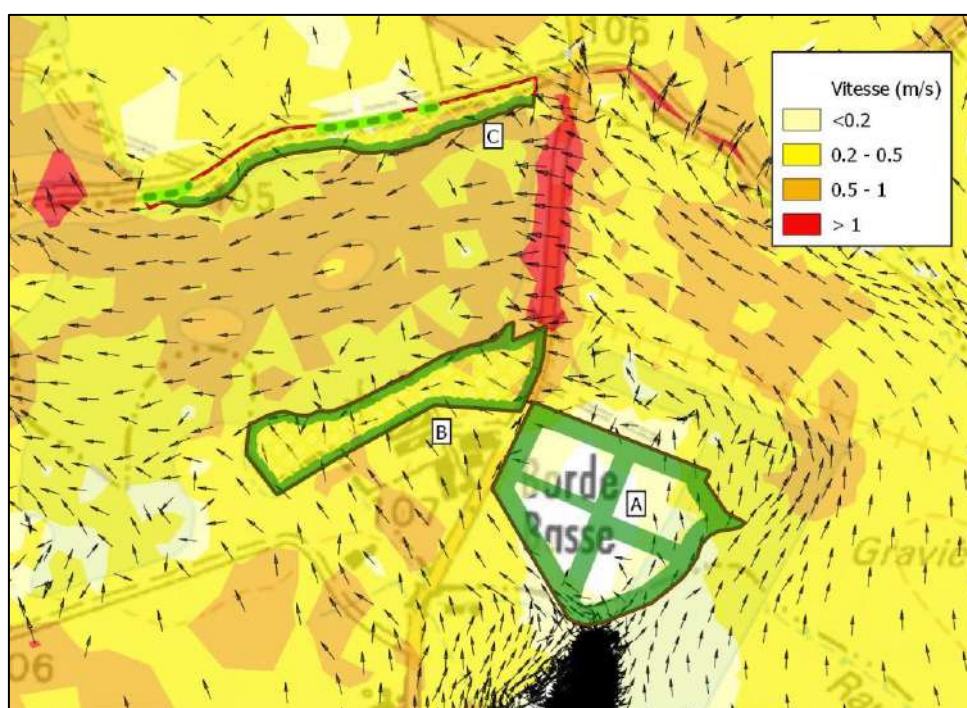
4.6.2. Situation vis-à-vis de l'inondation et évaluation de l'impact hydraulique

Le site 22 se situe en rive droite de la Garonne, à 1,5 km du lit mineur, au droit d'une zone de gravières. Des habitations se trouvent à proximité.



Site 22 - Carte des aléas au droit du site

La figure suivante présente les vitesses sur le secteur avec leur orientation. Les données sont issues du modèle Artelia présenté en introduction.

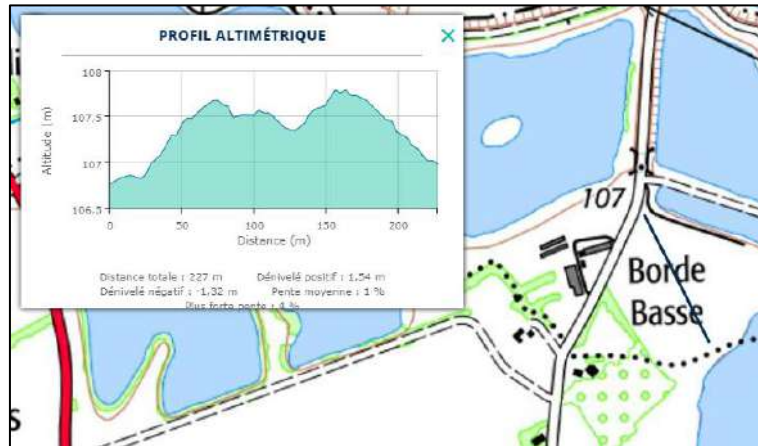


Vitesses au droit du site 22 (Source : Modèle Artelia)

Le site est analysé ci-après par sous-secteur : A, B et C (cf figure précédente).

- **Secteur A**

Sur le secteur A, le plus au sud, la cote du terrain naturel est comprise entre 106,5 et 107,5 m NGF (cf figure suivante) pour une cote de référence du PPR (PHEC) entre 107 et 106,8 m NGF. Le secteur A est en aléa moyen hormis la pointe Est qui se situe en zone d'aléa fort (mais cette pointe de gravière a été remblayée depuis).



Site 22 - Altimétrie au droit du secteur A (Géoportail)

La partie centrale du secteur A est au-dessus des PHEC (donc hors d'eau) tandis que la périphérie est inondée sous de faibles hauteurs d'eau (majoritairement inférieures à 50 cm). Sur ce secteur, les vitesses sont par ailleurs nulles ou très faibles ($<0,2$ m/s). Par conséquent, la mise en place des mesures compensatoires sur ce site va générer un impact hydraulique négligeable.

- **Secteur B**

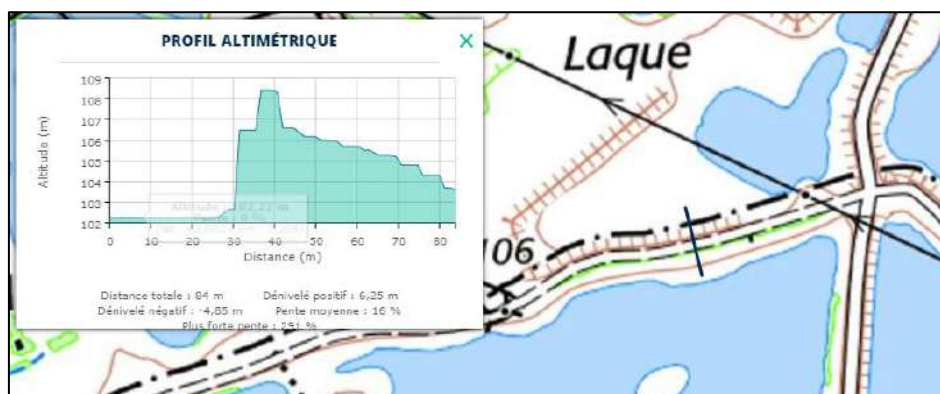
Sur le secteur B central, à l'aval immédiat des habitations, les aléas sont moyens d'après le PPR. La cote de référence du PPR (PHEC) est comprise entre 106,8 et 106,6 m NGF pour un terrain naturel compris entre 106 m NGF en partie haute côté habitation et 104 m NGF en partie basse côté gravière (cf figure ci-après). Les vitesses sont faibles et orientées est-ouest et sud-nord. L'impact hydraulique des mesures compensatoires composées de bosquets est vraisemblablement faible à moyen et il convient de rappeler la présence d'enjeux habités en amont immédiat.



Site 22 - Altimétrie au droit du secteur B (Géoportail)

- **Secteur C**

Le secteur C, le plus au Nord, se trouve le long d'un chemin en remblai donc la crête est par endroit supérieure aux PHEC qui s'établissent entre 106,2 et 106,4 m NGF (cf figure suivante). En crue, les écoulements vont donc longer ce chemin d'est en ouest comme on peut le voir sur la carte des vitesses. Les mesures compensatoires environnementales consistent à mettre en place une haie et un bosquet le long de ce chemin. Comme ils seront orientés dans le sens des écoulements, l'impact hydraulique sera négligeable.

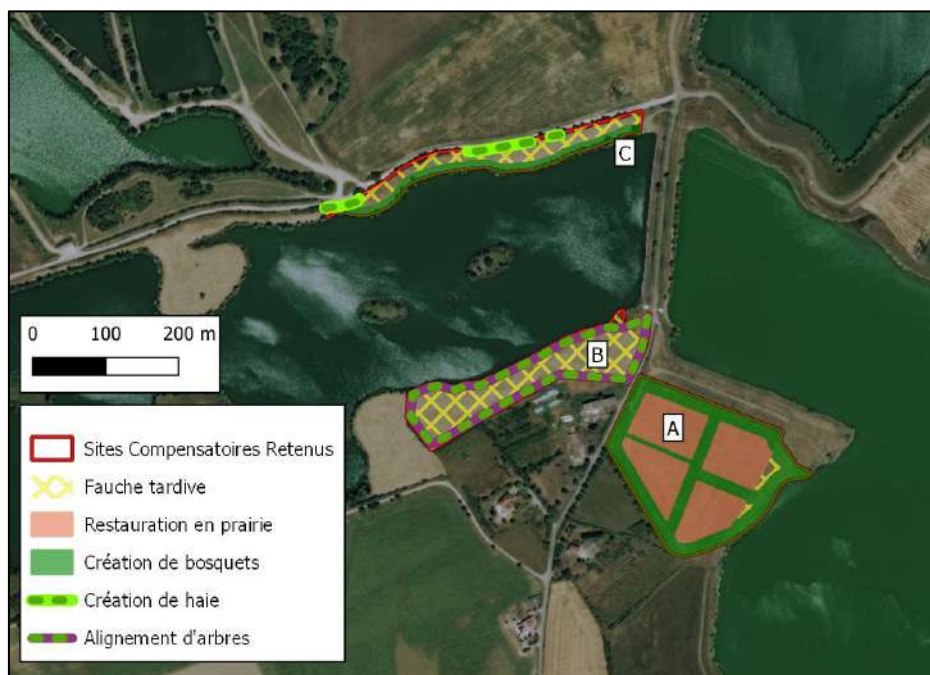


Site 22 - Altimétrie au droit du secteur C (Géoportail)

4.6.3. Préconisations d'adaptation

Aucune mesure d'adaptation n'est proposée sur les secteurs A et C. Sur le secteur B, du fait de la présence des enjeux en amont immédiat, il est préconisé de remplacer les bosquets par des alignements d'arbres espacés.

Les adaptations proposées sont présentées sur la figure suivante.



Site 22 - Propositions d'adaptation des mesures compensatoires

4.7. SITE DE GRISOLLES – COMMUNE DE GRISOLLES

4.7.1. Caractéristiques du site de Grisolles

Ce site sur la commune de Grisolles pourrait le cas échéant faire l'objet de mesures compensatoires environnementales mais aucune n'a été définie pour l'instant.



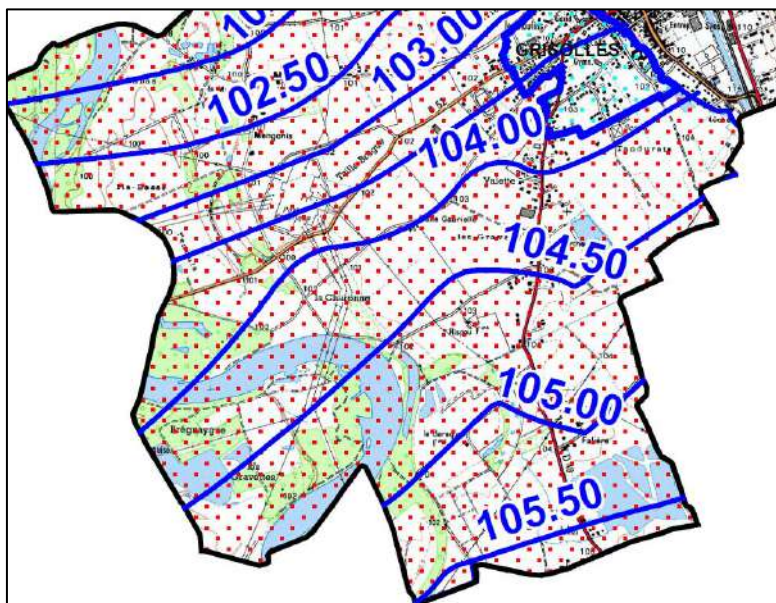
Site de Grisolles

4.7.2. Situation vis-à-vis de l'inondation

Puisqu'aucune proposition de mesure n'a été faite à ce stade, aucun impact n'a pu être évalué. Seule la situation vis-à-vis de l'inondation est par conséquent analysée.

Le site de Grisolles se situe en rive gauche de la Garonne, dans l'intérieur d'un méandre. Il est en partie boisé et borde une zone agricole dépourvue d'enjeux habités. Les premiers enjeux habités sont de l'autre côté de la Garonne, à environ 600 m.

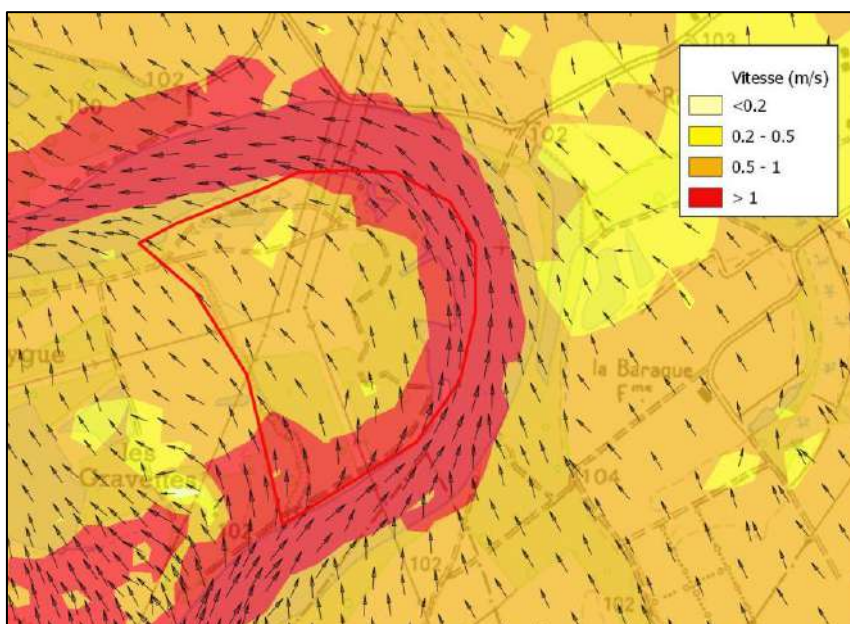
La carte des aléas n'a pas été récupérée mais la carte du zonage réglementaire est disponible et fournit des isocotes (cf figure suivante).



Extrait de la carte du zonage réglementaire de Grisolles

Sur le site, les PHEC sont de l'ordre de 104,5 m NGF pour une cote de terrain naturel de 101 à 102 m NGF. Les hauteurs d'eau attendues sont donc de 2,5 à 3,5 m. Le site se situe ainsi en zone d'aléa fort.

La figure suivante présente les vitesses sur le secteur avec leur orientation. Les données sont issues du modèle Artelia présenté en introduction.



Vitesses au droit du site de Grisolles (Source : Modèle Artelia)

Les écoulements en crue coupent le méandre de la Garonne et s'écoulent logiquement du Sud vers le Nord, atteignant des vitesses comprises entre 0,5 et 1 m/s qui localement supérieures à 1 m/s en bord de lit mineur.

4.7.3. Préconisations générales

Si des aménagements de type bosquets devaient être mis en place, ils devraient être orientés dans le sens des écoulements du sud vers le nord, légèrement inclinés vers l'ouest. Par ailleurs, si la zone boisée devait faire l'objet de mesures de réouvertures par l'abattage d'arbres, il serait recommandé de disposer des haies alternées ou des haies en quinconce orientées ouest-est pour freiner les écoulements comme à l'heure actuelle.

Remarque :

Le règlement du PPR interdit les haies et plantations en zone rouge à l'exception notamment des clôtures végétales dont la hauteur devra être limitée à 1,20 m maximum, des haies agricoles « coupe-vent » justifiées par la nature des cultures pratiquées et des plantations d'arbres en rangées régulièrement espacées d'au moins 4 mètres, les rangées d'arbres étant disposées dans le sens du flux du courant dans le lit majeur.

Il conviendra donc de statuer avec les services de l'Etat si les mesures mises éventuellement en place sur ce site peuvent entrer dans le champ des aménagements autorisés par le PPR.

4.8. SITE DE CEPET – COMMUNE DE CEPET

4.8.1. Caractéristiques du site de Cépet

Commune(s) : Cépet

Parcelles cadastrales : 21 parcelles : OB 12, 13, 14, 15, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 0652

Surface totale : 15,2 ha

Propriétaire : bail en

Sécurisation foncière : convention emphytéotique par l'opérateur CdC Biodiversité

Mesures compensatoires envisagées :

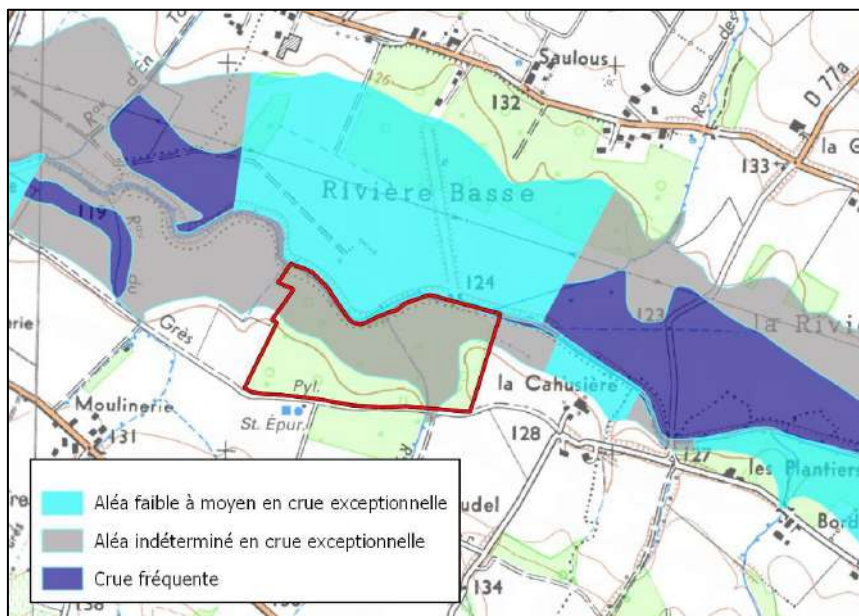


Mesures compensatoires – Site de Cépet

4.8.2. Situation vis-à-vis de l'inondation et évaluation de l'impact hydraulique

Le site de Cépet se situe en rive gauche du Girou en bordure immédiate du lit mineur et inclut la confluence avec le ruisseau de Caulou. Il est occupé par une peupleraie récemment exploitée. On ne recense aucun enjeu habité en zone inondable à proximité (les enjeux proches du site sont hors d'eau).

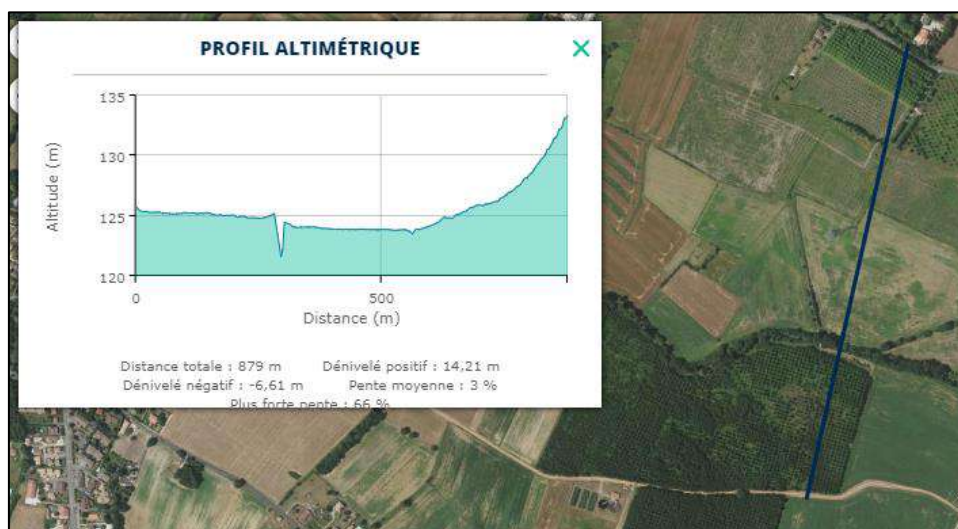
La commune de Cépet n'est pas pourvue d'un PPR et Artelia ne dispose pas de modèle sur ce secteur. La connaissance du risque inondation se fait donc au travers de la CIZI (cartographie informative des zones inondables). Le site se trouve dans une zone inondable de crue exceptionnelle et l'aléa y est indéterminé.



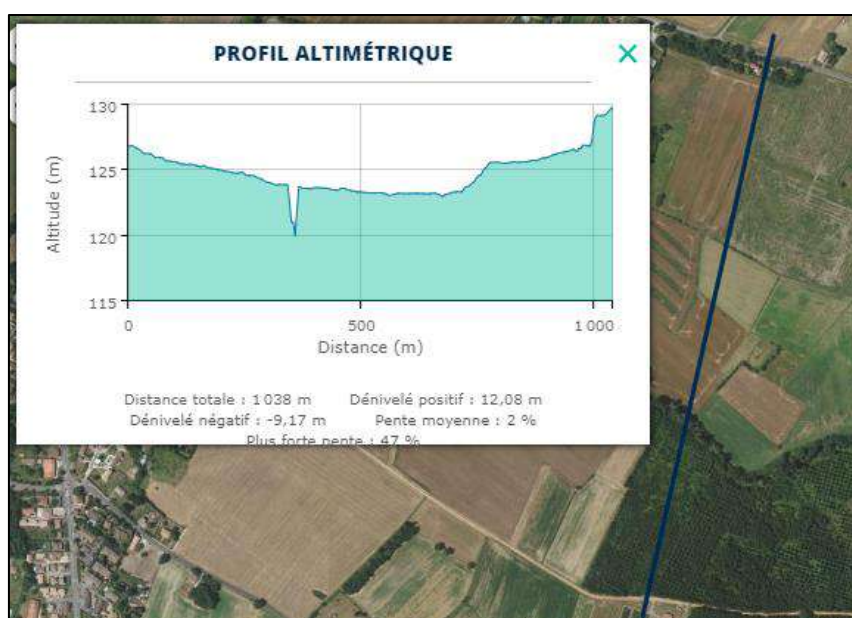
Site de Cépet – Extrait de la CIZI au droit du site

Au droit du site, la vallée du Girou présente un lit majeur rive droite plus bas que le lit majeur rive gauche comme on peut le voir sur les profils en travers suivants. Les écoulements se font vraisemblablement majoritairement en rive droite, à l'opposé du site. Dans la mesure où les aléas sont qualifiés de faibles à moyens en rive droite, ils doivent être vraisemblablement faibles en rive gauche hormis peut-être localement le long du ruisseau de Caulou ou en bordure immédiate du Girou où l'aléa peut être plus important.

La zone inondable dans le secteur le plus au sud du site est sans doute générée par les débordements du ruisseau de Caulou et non ceux du Girou.



Site de Cépet – Profil altimétrique de la vallée du Girou en amont du site (Source : Géoportail)



Site de Cépet – Profil altimétrique de la vallée du Girou en aval du site (Source : Geoportail)

Dans la mesure où le site était encore récemment occupé par une peupleraie, le fait de le convertir en milieu prairial ouvert à semi-ouvert avec de nombreuses haie aura un impact faible sur les écoulements en crue.

4.8.3. Préconisations d'adaptation

Pour reproduire au mieux le comportement initial en présence de la peupleraie (arbres espacés) et tenir compte du fait que les écoulements se font principalement en bordure des lits mineurs, il peut être proposé de mettre en place des haies alternées en partie basse du site (hormis sur les zones de ripisylve du Girou et du ruisseau de Caulou). Si besoin, les haies ou boisements peuvent être densifiés sur la partie non inondable du site.

La figure suivante permet de visualiser les adaptations proposées.



5. RAPPEL DES PRECONISATIONS GENERALES ET SYNTHESE

Il a été vu précédemment que les typologies d'aménagement les plus susceptibles d'avoir un impact sur l'écoulement des crues sont les bosquets et les haies qui peuvent bloquer ou freiner les écoulements et donc entraîner un exhaussement des niveaux en amont et une modification de la répartition des eaux avec des impacts potentiels sur les environnants. L'impact est d'autant plus fort que :

- ces aménagements sont continus et implantés perpendiculairement aux écoulements ;
- les vitesses d'écoulement sont élevées ;
- des enjeux se trouvent à proximité.

Pour limiter l'impact hydraulique dans de tels cas, il convient donc :

- d'implanter les haies et bosquets continus dans le sens de l'écoulement ou dans l'ombre hydraulique des boisements ou des merlons existants ou dans des zones de faibles vitesses ;
- de remplacer le cas échéant les bosquets ou haies continus perpendiculaires à l'écoulement par des haies alternées ou des alignements d'arbres espacés dans les zones de plus fortes vitesses.

L'ouverture de zones boisées peut à contrario conduire à accélérer les écoulements et ainsi modifier également la répartition des flux avec des conséquences potentielles sur les enjeux (augmentation des vitesses, ...). Dans ce cas, il convient de prévoir des haies alternées perpendiculaires à l'écoulement dans les zones rouvertes.

Le tableau suivant synthétise l'analyse faite précédemment pour chaque site et les préconisations d'adaptation formulées pour limiter l'impact hydraulique des mesures. Il est également rappelé que l'autorisation des typologies d'aménagement doit être vérifiée auprès des services de l'Etat vis-à-vis du règlement des PPRI.

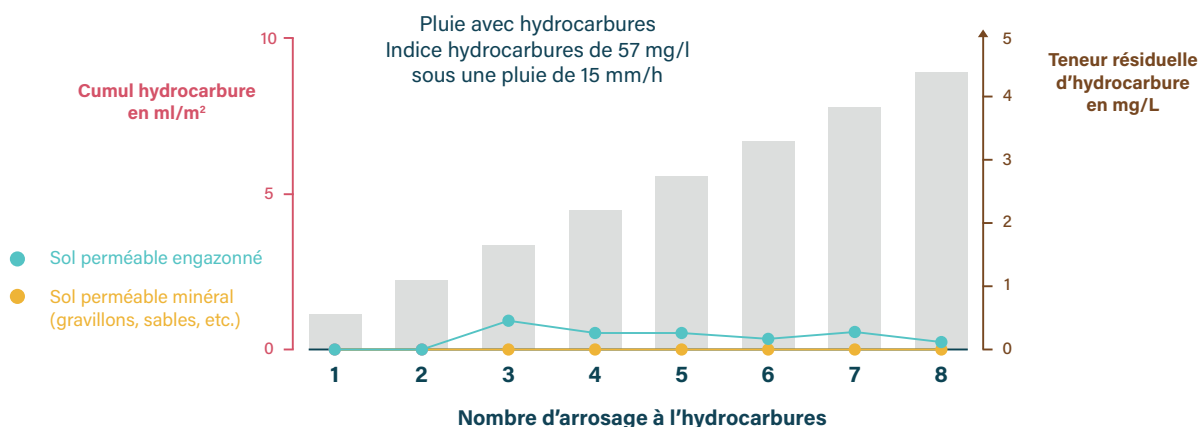
Site	Commune	Aléa	Zonage	Hauteur	Vitesse	Enjeux habités	Evaluation de l'impact hydraulique des mesures	Propositions d'adaptation
27	Fenouillet	Fort	Zone violette	1 à 2 m	<0,5 m/s	Proximité immédiate	Négligeable	Aucune (les haies ont été orientées dans le sens de l'écoulement)
3	Fenouillet	Fort	Zone rouge	2 à 3 m	<0,5 m/s et localement comprises entre 0,5 et 1 m/s	Premiers enjeux à 600 m	Localement Moyen mais en dehors de zones à enjeux	Réorientation des bosquets dans le sens de l'écoulement : orientation sud/nord sur la partie est du site et orientation sud-ouest/nord-est sur la partie ouest Possible haie « pleine » en partie sud-est à la place de la haie alternée
2	Fenouillet	Fort	Zone rouge	4 m	<0,5 m/s et localement comprises entre 0,5 et 1 m/s	Premiers enjeux à 600 m	Faible et local	Aucune (les haies ont été orientées dans le sens de l'écoulement ou ajourées et les enjeux sont éloignés)
10 Sud	Gagnac-sur-Garonne	Fort	Zone rouge	2,5 à 4 m	> 1 m/s	Premiers enjeux à 300 m	Moyen	Réorienter les bosquets Nord et centre dans le sens des écoulements Remplacer les haies alternées qui ne sont pas dans le prolongement des boisements existants par des alignements d'arbres Remplacer les haies par des haies alternées

Site	Commune	Aléa	Zonage	Hauteur	Vitesse	Enjeux habités	Evaluation de l'impact hydraulique des mesures	Propositions d'adaptation
10 Nord	Gagnac-sur-Garonne	Fort	Zone rouge	2,5 à 4 m	0,5 à 1 m/s, localement <0,5 m/s	Premiers enjeux à 300 m	Faible	Modifier localement l'orientation d'un bosquet ; Remplacer la partie du bosquet est qui n'est pas longée par un merlon, par une haie alternée
28	Merville	Fort	Zone rouge	3 à 4 m	0,5 à 1 m/s	Premiers enjeux à 300 m (de l'autre côté de la Garonne)	Faible	Orienter davantage les bosquets dans le sens de l'écoulement tout en conservant les haies alternées entre deux boisements
22 Sud A	Castelnau d'Estrétefonds	Moyen à fort (l'aléa fort est au droit d'une ancienne gravière aujourd'hui remblayée)	Zone jaune, ponctuellement plan d'eau sur gravière remblayée	Majoritairement < 0,5 m, voire nulle en partie centrale	< 0,2 m/s	Enjeux en aval immédiat	Négligeable	Aucune
22 Centre B	Castelnau d'Estrétefonds	Moyen	Zone jaune	0,5 à 2,5 m	<0,5 m/s	Enjeux en amont immédiat	Faible	Remplacer les bosquets par des alignements d'arbres espacés
22 Nord C	Castelnau d'Estrétefonds	Moyen	Zone jaune	< 1 m	<0,5 m/s et localement comprises entre 0,5 et 1 m/s	Enjeux à 300 m en amont	Négligeable	Aucune
Grisolles	Grisolles	Fort	Zone rouge	2,5 à 3,5 m	0,5 à 1 m/s	Premiers enjeux à 600 m (de l'autre côté de la Garonne)	Sans objet car pas de mesures de compensation définies à ce stade	Sans objet car pas de mesures de compensation définies à ce stade Recommandations en cas de mise en place de mesures : - Orienter les haies/bosquets dans le sens des écoulements du sud vers le nord, légèrement inclinés vers l'ouest - Si la zone boisée devait faire l'objet de mesures de réouvertures par l'abattage d'arbres, disposer des haies alternées ou des haies en quinconce orientées ouest-est pour freiner les écoulements comme à l'heure actuelle.
Cépet		Indéterminé (sans doute faible à moyen)	Absence de PPR	Indéterminée (sans doute < 1m)	Indéterminée (sans doute faible hormis en bordure de lit mineur)	Pas d'enjeux inondables à proximité	Faible	Remplacement des boisements continus en partie basse du site par des haies alternées (hormis pour ceux longeant les lits mineurs) Possibilité de densifier haies hors zone inondable

ANNEXE 16 – DOCUMENTATION TECHNIQUE SUR LA MEMBRANE DEPOLLUANTE PREVUE EN FOND DE CERTAINS BASSINS D’INFILTRATION

L'intégralité des résultats sont obtenus et certifiés par un centre de recherche français agréé.

AMTER
Solution
BI-COUCHE



Perméabilité à l'eau
> 10 mm/s

Taux rétention
Hydrocarbures en
pollution diffuse
> 99,5%

Valeur résiduelle
hydrocarbures dans
l'eau après Amter
< 1mg/l

Biodégradation des
hydrocarbures
> 100g/m²/an

Propriétés du Géotextile

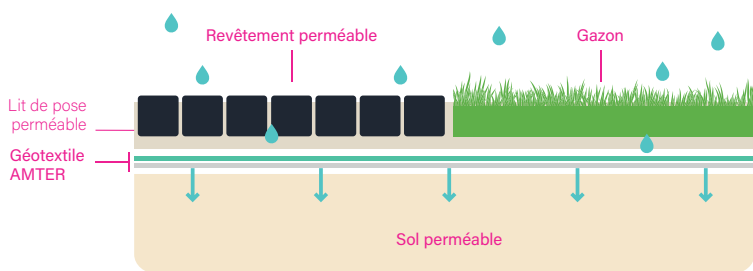
Géo-composite composé de **2 couches de géotextile technique** pour :

- **Capter et emprisonner** les hydrocarbures
- **Bâtir et consolider** un habitat microbien très actif
- **Activer** la biomasse et **développer** la biodégradation des polluants
- **Créer** le biofilm nécessaire à un fonctionnement optimal durant toute la vie de l'infrastructure.

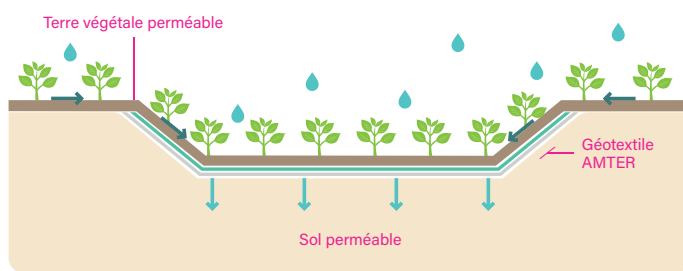
Rouleaux
2m25
x 50ml

Bientôt d'autres
dimensions

Le Géotextile AMTER s'installe
dans toutes les structures d'infiltration



Parkings et voiries perméables



Noues, fossés et bassins d'infiltration



Tous les tests et essais sont réalisés
en centre de recherche



Fabriqué en France

15/09/2021 - Attention : les valeurs mentionnées sont indicatives et correspondent à des moyennes de résultats obtenus dans un laboratoire agréé et par des organismes d'essais extérieurs. Les valeurs ci-dessus sont celles en vigueur à la date d'édition de la présente fiche et sont susceptibles d'être modifiées à tout moment. Vérifiez que vous disposez bien de la dernière édition.

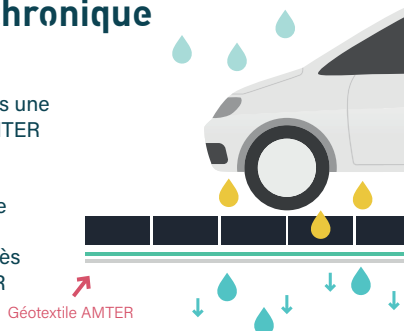
Synthèse des résultats avec seulement 1 couche de géotextile AMTER.

AMTER Solution BI-COUCHE

Pollution chronique

Rétention des
hydrocarbures dans une
structure avec AMTER
> 99,5%

Teneur moyenne
résiduelle en
hydrocarbure après
passage AMTER
< 1 mg/l

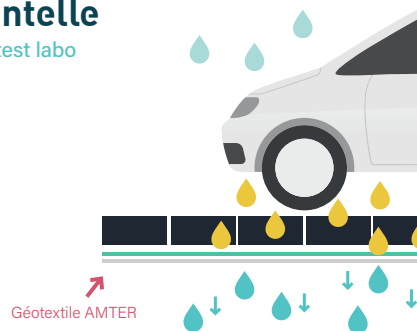


Pollution accidentelle

Suivant le protocole d'un test labo

Rétention des
hydrocarbures dans une
structure avec AMTER
> 99,3%

Teneur moyenne
résiduelle en
hydrocarbure après
passage AMTER
< 1 mg/l



Vitesse de biodégradation

	Après 3 mois	Après 7 mois	En 4 mois
Solution Pierre	2 300 mg/kg sec	180 mg/kg sec	Pollution divisé par 12
Solution Terre/Pierre	500 mg/kg sec	120 mg/kg sec	Pollution divisé par 4,5

Capacité de rétention
d'huile dans une structure
avec AMTER
> 0,3l/m²

Biodégradation des
hydrocarbures
> 100g/m²/an

Un sol est considéré pollué et à traiter quand les polluants sont supérieurs à **500mg/kg**.
Nous constatons une réduction significative des hydrocarbures dans les sols pollués grâce au **géotextile dépolluant AMTER**, en passant seulement en 12 semaines d'un sol pollué à plus de 2300mg/kg à un sol **quasiment totalement dépollué** à 180mg/kg.

Composition du Géotextile

Structure → Géo-composite Technique Bi-couche.

Bi-couche Technique → Bi-couche Géotextile de captation des hydrocarbures, d'activation de la biomasse microbienne et de biodégradation des polluants.

Durabilité du Géotextile Bi-couche Technique ≥ 50 ans dans les sols naturels de 4 ≤ pH ≤ 9 et t ≤ 25°C.



Tous les tests et essais sont réalisés
en centre de recherche



Fabriqué en France

15/09/2021 - Attention : les valeurs mentionnées sont indicatives et correspondent à des moyennes de résultats obtenus dans un laboratoire agréé et par des organismes d'essais extérieurs. Les valeurs ci-dessus sont celles en vigueur à la date d'édition de la présente fiche et sont susceptibles d'être modifiées à tout moment. Vérifiez que vous disposez bien de la dernière édition.

POUR DÉPOLLUER LES EAUX PLUVIALES LORS DE LEUR INFILTRATION

UNE FONCTION...

TenCate GeoClean® est un **aquatextile oléo-dépolluant actif**. Il vise à **nettoyer naturellement les eaux de ruissellement** des **hydrocarbures**, dont les **HAP**, lors de leur infiltration dans le sol.

... AVEC 3 ACTIONS

- 1 Infiltrer instantanément l'eau sur la totalité de sa surface grâce à sa **perméabilité très élevée** $> 10^{-2}$ m/s [équivalent à un gravier ou + de 500 fois une pluie centennale]
- 2 Nettoie l'eau pluviale en **fixant les hydrocarbures** sur sa structure filamenteuse.
 - | **Hydrocarbures**
 - Abattement entre 90 % et plus de 99 % selon les apports
 - Teneur résiduelle après passage à travers l'aquatextile entre 0,4 mg/l et 2 mg/l selon les apports
 - | **Reste très perméable à l'eau même à sa capacité de fixation maximale**
- 3 **Stimule systématiquement la biodégradation des hydrocarbures fixés** par les micro organismes du milieu :
 - | Offre un **biotope optimal** avec apport d'un **activateur naturel de croissance**
 - | L'activateur **initie, accélère et amplifie** la biodégradation
 - | L'activateur **se maintient** dans l'aquatextile **sur le long terme**

AQUATEXTILE

Textile technique dédié à la dépollution des eaux de ruissellement. Il gère la qualité de l'eau pluviale lors de son infiltration dans le sol

AQUATEXTILE OLÉO - DÉPOLLUANT ACTIF

Fixe les hydrocarbures dont les HAP et stimule systématiquement leur biodégradation

HAP

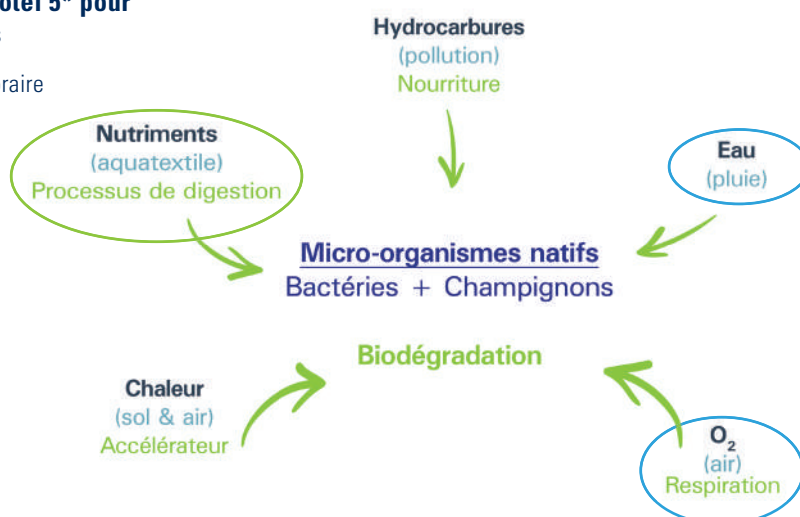
Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques

COMMENT FONCTIONNE LA BIODÉGRADATION ?

5 conditions environnementales sont indispensables pour une biodégradation efficace

L'aquatextile est un hôtel 5* pour les micro organismes

- ✓ Une nappe haute temporaire n'est pas un obstacle



TENCATE GEOCLEAN®

Héberge un écosystème naturel durable

UN SYSTÈME
AUTONOME DURABLE
SANS ENTRETIEN ET
ÉCONOMIQUE

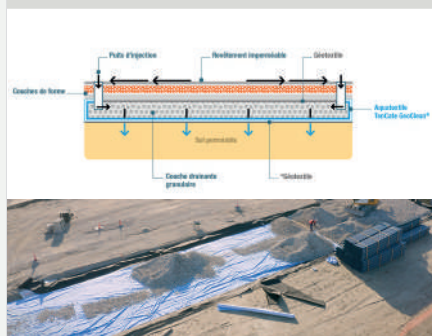


Plus d'infos ici !

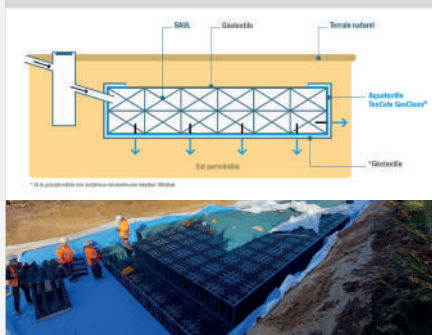
LES SOLUTIONS TenCate GeoClean® S'INSTALLENT DANS TOUTES LES STRUCTURES D'INFILTRATION

SOLUTIONS D'INFILTRATION ENTERRÉES

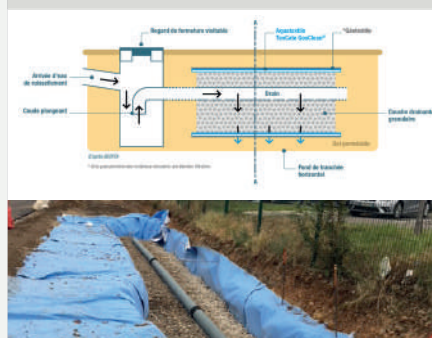
Chaussées à structure réservoir



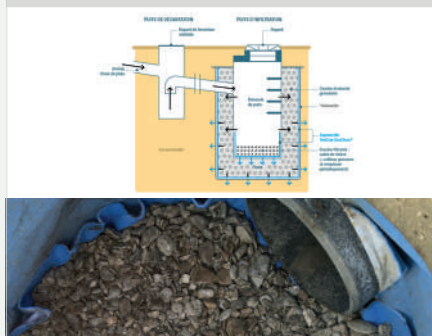
Bassins d'infiltration ou d'atténuation



Tranchées d'infiltration



Puits d'infiltration

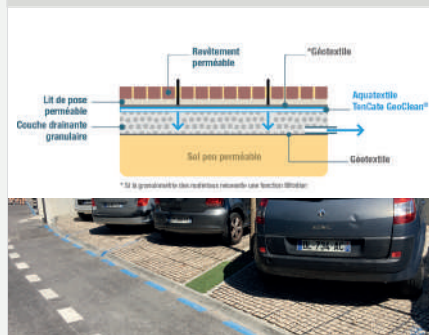


SOLUTIONS D'INFILTRATION DIRECTE [SOUS REVÊTEMENT PERMÉABLE]

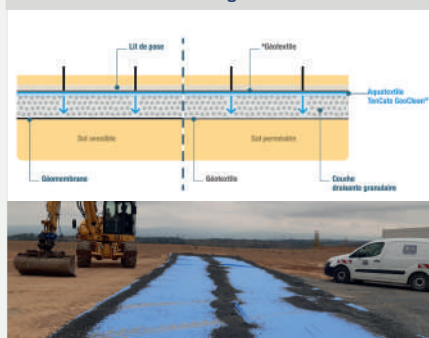
Voiries



Parkings extérieurs VL, PL

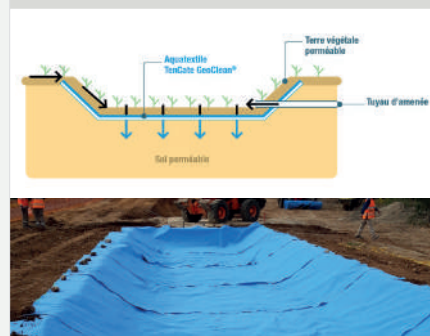


Plateformes d'engins de chantier

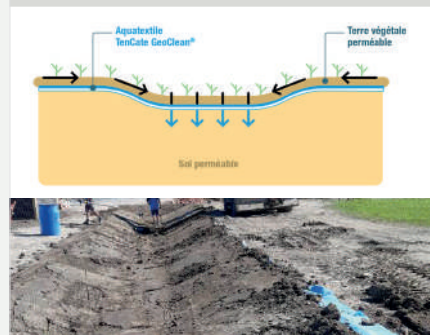


SOLUTIONS D'INFILTRATION POUR OUVRAGES À CIEL OUVERT

Bassins d'infiltration à ciel ouvert



Noues et fossés d'infiltration



UNE GAMME DE 3 PRODUITS

Conditionnement en rouleaux offrant **différents niveaux de fixation et de biodégradation** en fonction des besoins

TenCate GeoClean® **ORIGIN**

3m x 80m = 240 m²
6m x 80m = 480 m²

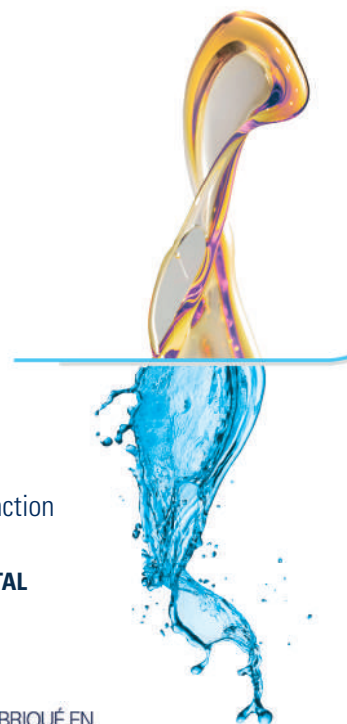
TenCate GeoClean® **CRYSTAL**

3m x 60m = 180 m²
6m x 60m = 360 m²

TenCate GeoClean® **PURE**

3m x 40m = 120 m² | 6m x 40m = 240 m²

FABRIQUÉ EN
France



TenCate AquaVia S.A.S.

contact@tencateaquavia.com | 01 34 23 53 56
9, rue Marcel Paul - 95870 Bezons - France



www.tencategeoclean.com

Votre contact | **Christine Lièvre**
c.lievre@tencateaquavia.com
06 73 98 47 01

TENCATE
AQUAVIA



Validation des performances de l'aquatextile GeoClean®

pour la fixation et la biodégradation des hydrocarbures C_{10} - C_{40}
et des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)
présents dans les eaux de ruissellement de voirie

**Note récapitulative des résultats d'essais réalisés sur la période
2018 à 2022, notamment par :**



Cerema
CLIMAT & TERRITOIRES DE DEMAIN



laboratoire eau environnement systemes urbains



Ce document est la propriété exclusive de TenCate AquaVia. La diffusion par un tiers du présent document est strictement restreinte aux autorités administratives publiques (ARS, DDT, DREAL, ...). Toute autre diffusion nécessite l'autorisation préalable écrite de la part de TenCate AquaVia. Toute reproduction, adaptation, traduction intégrale ou partielle (tels que des images, graphiques, textes) du présent document est strictement interdite.

TenCate AquaVia S.A.S.

contact@tencateaquavia.com | 01 34 23 53 56
9, rue Marcel Paul 95870 Bezons - France



Introduction

Cette note est une synthèse des résultats provenant de différents essais réalisés par le Cerema (Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement), le Leesu (Laboratoire Eau, Environnement et Systèmes Urbains-Université Paris Créteil), ainsi que par d'autres organismes d'essai européens entre 2018 et 2022.

Leur objectif est de mesurer les **performances de l'aquatextile¹ GeoClean® à dépolluer les eaux de ruissellement d'origine routière, autoroutière, de voiries et de parkings, lors de leur infiltration, en fixant les hydrocarbures** (indice $C_{10}-C_{40}$) et les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), **et en favorisant leur biodégradation.**

Besoin

Les eaux de ruissellement représentent des volumes importants, et avec l'occurrence croissante des phénomènes pluvieux extrêmes, **qu'il est préférable d'infiltrer** plutôt que de rejeter au réseau souvent sous dimensionné pour les évacuer.

Ces **eaux sont polluées par des hydrocarbures** provenant des dépôts diffus d'huile et de graisse sur les surfaces recevant du trafic VL, PL ou d'engins. Les concentrations en **hydrocarbures totaux** relevées dans la littérature scientifique sont variables selon le site et l'événement pluvieux, entre 0,1 et 12 mg/L. Sur la base d'une concentration médiane de 1 à 2 mg/L, **Le lessivage par la pluie d'une surface de voirie apporte d'importants flux d'hydrocarbures**: sur la base d'une concentration médiane de 1 à 2 mg/L, cela représente un **flux annuel d'environ 1 à 2 litres d'hydrocarbures pour 1000 m² de voirie.**

Une fraction de ces hydrocarbures totaux sont les **HAP²**, nocifs et déjà classés pour certains **cancérogènes** par le CIRC³ (*voir figure 6*). Ils se retrouvent systématiquement dans les eaux de ruissellement et ils polluent les cours d'eau (les HAP représentent les 2/3 des micropolluants quantifiés par l'OFB⁴ dans les cours d'eau), certains au-dessus des NQE⁵.

A cette pollution diffuse due aux fuites d'huile et de graisse réparties sur les surfaces **s'ajoutent des charges localisées** dues à des petits accidents ou des vidanges.

Les hydrocarbures de type $C_{10}-C_{40}$ et les HAP sont donc des substances de premier ordre à considérer dans le cadre d'une gestion des eaux de ruissellement pluvial [1].

Infiltrer propre est essentiel : Infiltrer pour réhydrater les sols, recharger les nappes ; Propre pour protéger les milieux et maintenir leur biodiversité.

Note récapitulative des résultats d'essais sur GeoClean® - Période 2018-2022 - V.230202

Ce document est la propriété exclusive de TenCate AquaVia. La diffusion par un tiers du présent document est strictement restreinte aux autorités administratives publiques (ARS, DDT, DREAL, ...). Toute autre diffusion nécessite l'autorisation préalable écrite de la part de TenCate AquaVia. Toute reproduction, adaptation, traduction intégrale ou partielle (tels que des images, graphiques, textes) du présent document est strictement interdite.

Mode de fonctionnement

Le fonctionnement de l'aquatextile oléo-dépolluant actif⁶ GeoClean® s'est inspiré de celui des sols, et notamment de leur capacité à infiltrer les eaux, à fixer les hydrocarbures et à les biodégrader. Cependant un sol naturel est hétérogène : son efficacité varie en fonction de sa constitution et de ses caractéristiques.

GeoClean® permet de pallier ces insuffisances car :

1. Sa structure poreuse le rend très perméable ($> 3.10^{-2}$ m/s) pour infiltrer instantanément l'eau à travers sa surface ;
2. Constitué de filaments fins oléophiles, il permet à la structure d'infiltration qu'il équipe de fixer plus de 99,9% des hydrocarbures, de manière irréversible tout en restant perméable.
3. Enfin, il favorise le développement des microorganismes présents dans le milieu pour biodégrader systématiquement et plus rapidement les hydrocarbures fixés, en offrant des conditions de développement plus favorables, et en mettant notamment à disposition des nutriments lorsqu'ils ne sont pas présents. Il est ainsi autonome, sans entretien et économique.

Une solution durable

La matrice constitutive des fibres de GeoClean® est stable et imputrescible dans le sol : sa durabilité dépasse 100 ans (mesure selon la norme NF EN ISO 13438) ce qui assure la pérennité de sa propriété intrinsèque de fixation des hydrocarbures. La biodégradation effectuée par les microorganismes endémiques au milieu est tout aussi pérenne, notamment grâce aux nutriments minéraux naturels mis à disposition par l'aquatextile GeoClean®. Enfin, sa forte perméabilité maintient une capacité d'infiltration suffisante dans le temps.

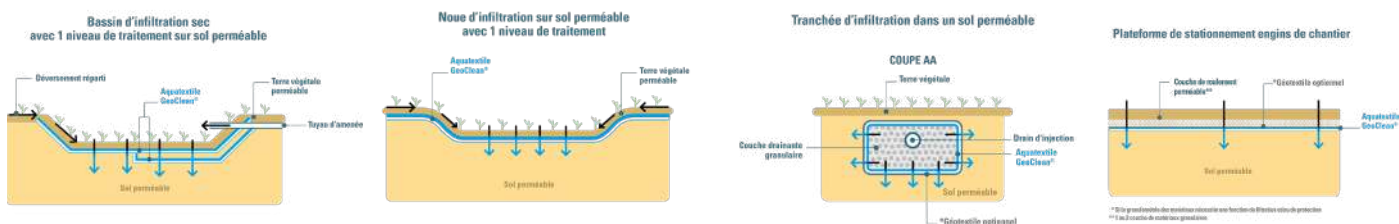


Figure 1 : Schémas types de structures d'infiltration

Il est simple à mettre en œuvre, par simple déroulage sur le fond de forme ou en enveloppant l'ouvrage d'infiltration enterré. Selon l'application, il remplace ou complète les séparateurs à hydrocarbures, en traitant l'intégralité du flux d'eau polluée, avec une meilleure efficacité en concentration résiduelle (voir performance de fixation p.5) , et sans entretien.

Note récapitulative des résultats d'essais sur GeoClean® - Période 2018-2022 - V.230202

Ce document est la propriété exclusive de TenCate AquaVia. La diffusion par un tiers du présent document est strictement restreinte aux autorités administratives publiques (ARS, DDT, DREAL, ...). Toute autre diffusion nécessite l'autorisation préalable écrite de la part de TenCate AquaVia. Toute reproduction, adaptation, traduction intégrale ou partielle (tels que des images, graphiques, textes) du présent document est strictement interdite.

Références de projets

Plus de 350 projets ont été réalisés depuis la commercialisation de l'aquatextile GeoClean® fin 2018, couvrant l'ensemble des applications de gestion intégrée et durable des eaux pluviales. Un nombre conséquent de projets a été validé par une ARS, une DDT ou une DREAL. Quelques réalisations sont présentées en *figure 2*.



Figure 2 : Exemples d'ouvrages d'infiltration

Performances validées

Perméabilité – Essais KIWA [2]



Objectif :

Valider que la capacité d'infiltration des aquatextiles GeoClean® est largement supérieure aux perméabilités des sols naturels.

Dispositif :

Les essais ont été réalisés conformément à la norme EN ISO 11058 :2010 – Perméabilité à l'eau normale au plan.

Résultats :

La perméabilité de l'aquatextile GeoClean® a été mesurée entre $3 \cdot 10^{-2}$ m/s et $8 \cdot 10^{-2}$ m/s selon le produit de la gamme (Origin, Crystal, Pure).

Note récapitulative des résultats d'essais sur GeoClean® - Période 2018-2022 - V.230202

Ce document est la propriété exclusive de TenCate AquaVia. La diffusion par un tiers du présent document est strictement restreinte aux autorités administratives publiques (ARS, DDT, DREAL, ...). Toute autre diffusion nécessite l'autorisation préalable écrite de la part de TenCate AquaVia. Toute reproduction, adaptation, traduction intégrale ou partielle (tels que des images, graphiques, textes) du présent document est strictement interdite.

Fixation

Concentration résiduelle et abattement des hydrocarbures⁷ et des HAP² dans un dispositif expérimental reproduisant une structure d'infiltration, type fossé/bassin/noue.

Essais Cerema [1]



Objectif :

Cette expérimentation menée par le Cerema et le Leesu avait pour objectif de reproduire en laboratoire un scénario de traitement des eaux pluviales dans une structure d'infiltration de type fossé/bassin/noue intégrant l'aquatextile GeoClean® Origin et d'évaluer sa capacité de rétention des hydrocarbures.

Description de l'essai :

L'aquatextile GeoClean® Origin disposé dans un lysimètre en inox est recouvert par une couche d'un mélange élaboré de terre organique et de sable (*figure 3*). Les essais sont réalisés en parallèle sur 3 lysimètres identiques pour obtenir 3 répliques. Un quatrième lysimètre sans aquatextile sert de témoin. Ils ont été alimentés par l'eau de ruissellement prélevée dans un réseau d'assainissement pluvial autoroutier dopée avec un mélange {diesel/huile usagée} pour simuler des charges de pollution situées entre une pollution chronique et une petite pollution accidentelle d'hydrocarbures C_{10} - C_{40} .



Figure 3 : Lysimètre type ouvrage d'infiltration à ciel ouvert

Résultats :

Pour les essais réalisés avec des eaux de ruissellement réelles dopées en **hydrocarbures C_{10} - C_{40}** (30 mg/L), **l'efficacité de l'aquatextile (99,9 % de rétention et/ou biodégradation) permet d'atteindre des concentrations en sortie du dispositif inférieures à 0,03 mg/L.**

Pour les **6 HAP** de la *figure 6*, le dispositif avec aquatextile présente une **efficacité de rétention et/ou biodégradation supérieure au témoin sans aquatextile**. La rétention et/ou biodégradation est différente selon les molécules d'HAP en présence.

En conclusion, la présence de l'aquatextile améliore le rendement de la rétention et/ou biodégradation des molécules d'hydrocarbure étudiées, et souligne également la capacité du dispositif d'infiltration à gérer des pollutions plus importantes.

Fixation

Capacité maximale de fixation des hydrocarbures⁷ dans un dispositif expérimental reproduisant un revêtement perméable

Essais Prof. A. Newman, Université Coventry [3] & SEL Environmental [4].



Objectif :

Cette expérimentation menée par le Professeur A. Newman de l'Université de Coventry (UK) et par SEL Environnemental (UK) avait pour objectif de tester la capacité maximale de l'aquatextile GeoClean® à retenir les hydrocarbures dans une structure type voirie/parking avec un revêtement perméable.

Description de l'essai:

De l'huile moteur est répandue à la surface du revêtement perméable et entraînée dans la structure par des pluies artificielles (figure 4). Plusieurs séquences reproduisent un apport chronique élevé d'huile, suivis d'apports plus importants simulant des petits déversements accidentels. Un générateur de pluie permet de simuler des pluies fortes (13 mm/h) à très fortes (65 mm/h : intensité de pluie horaire centennale de plusieurs régions françaises). Les essais sont réalisés en réplicas sur 2 lysimètres identiques.



Figure 4 : Lysimètre type parking à revêtement perméable

Résultats :

La structure d'infiltration retient **plus de 99,9%** des dépôts chroniques d'hydrocarbures.

La capacité maximale de fixation⁸ d'une charge accidentelle pour un abattement total de 99% est comprise entre 0,15 et 2 l/m² selon l'aquatextile GeoClean® utilisé et le nombre de niveaux (1 ou 2).

Note récapitulative des résultats d'essais sur GeoClean® - Période 2018-2022 - V.230202

Ce document est la propriété exclusive de TenCate AquaVia. La diffusion par un tiers du présent document est strictement restreinte aux autorités administratives publiques (ARS, DDT, DREAL, ...). Toute autre diffusion nécessite l'autorisation préalable écrite de la part de TenCate AquaVia. Toute reproduction, adaptation, traduction intégrale ou partielle (tels que des images, graphiques, textes) du présent document est strictement interdite.

Fixation des HAP par GeoClean® Essais Cerema [1]



Objectif :

Cette expérimentation menée par le Cerema avait pour objectif de tester, en conditions contrôlées de laboratoire, la capacité intrinsèque du GeoClean® Crystal à fixer les HAP présents dans une eau dopée en concentrations typiques de la pollution chronique d'eaux de ruissellement (auto)routières.

Dispositif :

Percolation libre de l'eau à travers l'aquatextile (*figure 5*).

De l'eau du robinet a été dopée avec une solution étalon certifiée contenant 22 HAP différents en choisissant une concentration unitaire (pour chaque HAP) de 50 ng/L. Cette concentration est proche des valeurs rencontrées (10-20 ng/L) dans les études de cas pour les substances les plus présentes dans la phase dissoute. Les solutions dopées en HAP percolent librement à travers l'aquatextile, à raison de 1L/jour/dispositif pendant 4 jours.

En fin d'expérimentation, un essai de lessivage a été réalisé sur les dispositifs expérimentaux.



Figure 5 : Dispositif expérimentaux

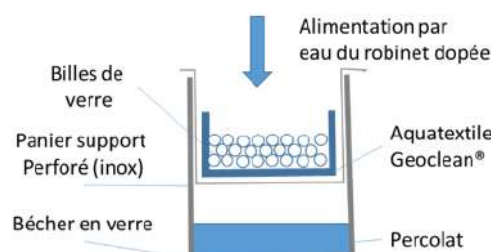


Schéma des dispositifs

Résultats :

La rétention des 6 HAP, à la fois principalement présents dans les eaux de ruissellement et classifiés comme les plus toxiques par l'OMS/CICR³ ({1} et {2B}), varie entre **62 et 78 %** (figure 6). Par exemple, la rétention est de **77 % pour le benzo(a)pyrène**, HAP présent dans les eaux de ruissellement et classé cancérigène pour l'homme³.

Pour le benzo(b)fluoranthène et le benzo(k)fluoranthène, deux HAP à la fois classés comme cancérigènes possibles {2B}, présents dans les eaux de ruissellement et disposant à ce jour d'une Norme de Qualité Environnementale (NQE), l'aquatextile GeoClean® permet d'**abaisser systématiquement les concentrations sous les NQE-CMA⁵ à partir de la solution initiale à 50 ng/L**.

Dans le cadre des essais réalisés, la rétention des HAP par l'aquatextile est stable, car **ils ne sont pas lessivés** par un écoulement d'eau pure.

Note récapitulative des résultats d'essais sur GeoClean® - Période 2018-2022 - V.230202

Ce document est la propriété exclusive de TenCate AquaVia. La diffusion par un tiers du présent document est strictement restreinte aux autorités administratives publiques (ARS, DDT, DREAL, ...). Toute autre diffusion nécessite l'autorisation préalable écrite de la part de TenCate AquaVia. Toute reproduction, adaptation, traduction intégrale ou partielle (tels que des images, graphiques, textes) du présent document est strictement interdite.

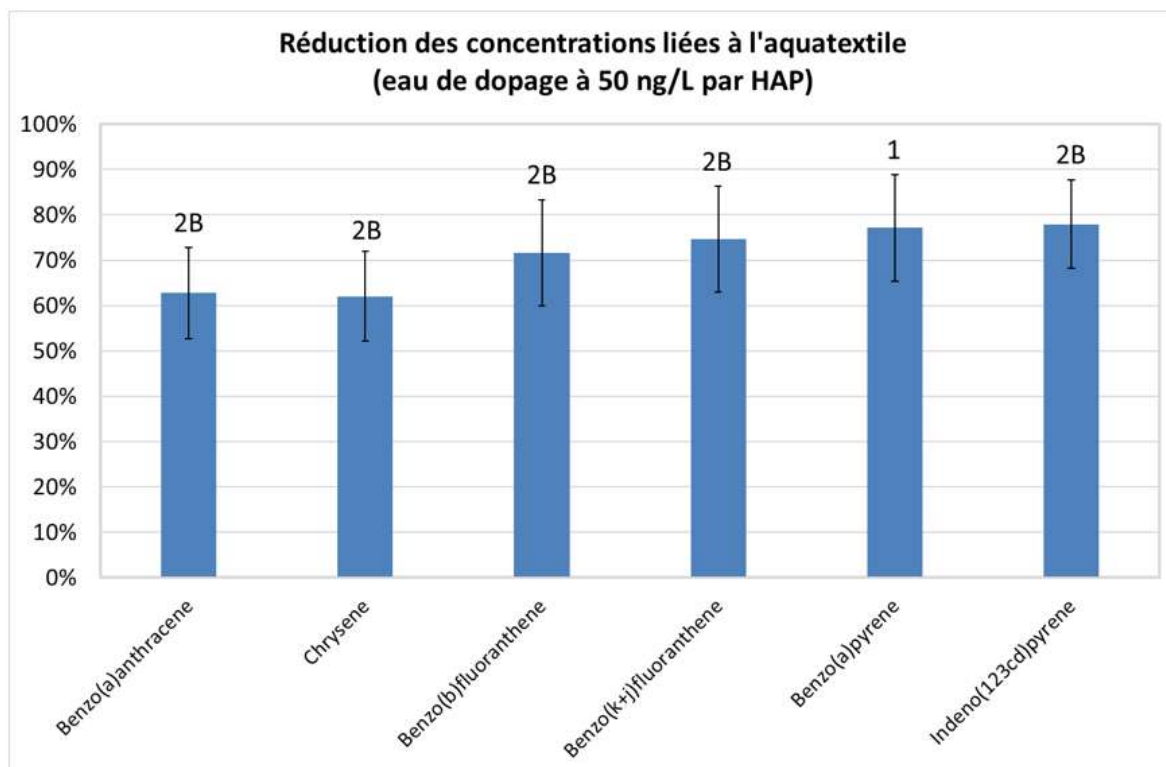


Figure 6 : Réduction moyenne des concentrations pour 6 HAP entre eau en sortie de témoin et eau en sortie du dispositif expérimental pour l'essai avec une concentration de 50 ng/L par HAP

Ces 6 HAP sont ceux parmi les 22 testés à la fois préférentiellement présents dans les eaux de ruissellement et classés par le centre international de recherche sur le cancer (CICR) : {1}-la substance est cancérogène pour l'homme, {2B}-la substance est un cancérogène possible pour l'homme.

Les barres d'erreur correspondent aux coefficients de variation calculés sur les 2 répliques et sur les 4 jours d'essai.

Biodégradation

Caractérisation qualitative de la biodégradation des hydrocarbures (C_{10} - C_{40} , HAP) dans un dispositif expérimental reproduisant une structure d'infiltration, type fossé/bassin/noue
Essais Leesu/Cerema [1]



Objectif :

L'objectif de cette étude est de mettre en évidence la biomasse microbienne se développant dans le système supportant la biodégradation des hydrocarbures, ainsi que sa diversité fonctionnelle.

Description de l'essai:

Les dispositifs sont les mêmes lysimètres que ceux utilisés dans l'étude de fixation décrite ci-dessus (figure 3). La caractérisation des communautés microbiennes a été menée sur le mélange terre-sable reposant sur l'aquatextile : estimation de la biomasse microbienne par la méthode de la respiration induite par substrat et étude de la diversité fonctionnelle à l'aide des plaques BIOLOG EcoPlate.

Résultats :

Cette étude montre de manière intéressante des richesses et donc des diversités fonctionnelles plus importantes dans les substrats des lysimètres en contact avec l'aquatextile comparativement au lysimètre témoin sans aquatextile. Ces richesses et diversités étant très proches de celles des substrats terre-sable initiaux, ce résultat préliminaire semble montrer qu'en plus de l'augmentation de la performance de rétention/(biodégradation), l'aquatextile préserve la richesse et la diversité fonctionnelle des communautés microbiennes des substrats en présence.

L'aquatextile GeoClean® s'avère être un dispositif préservant la quasi-totalité de la diversité microbienne fonctionnelle des écosystèmes sols soumis à une pollution aux hydrocarbures.

Biodégradation

Vitesse de biodégradation des hydrocarbures et HAP

Essais Prof. A. Newman, Université Coventry [5]



Objectif :

Evaluer la capacité de biodégradation des hydrocarbures par respirométrie (mesure du dégagement de CO₂) de l'aquatextile GeoClean®

Description de l'essai:

L'aquatextile contenant une quantité d'huile moteur usagée provenant d'un garage représentant une pollution accidentelle est placé dans une cellule fermée etensemencé de microorganismes (*figure 7*). Les essais sont réalisés en parallèle sur 3 cellules identiques pour obtenir 3 réplicas. Une quatrième cellule sans ajout d'hydrocarbures sert de contrôle.

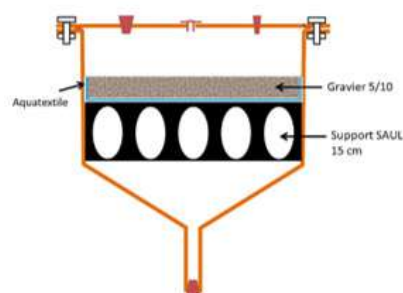


Figure 7 : Cellule de respirométrie

Résultats :

La vitesse de biodégradation atteinte après le premier mois est supérieure à 2,2 g HC/m²/semaine, ce qui s'exprime par un taux annuel de 120 ml HC/m²/an.

Durabilité

Essais KIWA [6]



Objectif :

Vérifier que la matière constitutive de l'aquatextile est stable et imputrescible dans des sols naturels présentant un $4 < pH < 9$ et une température de sol $\leq 25^{\circ}C$.

Dispositif:

Les essais ont été réalisés conformément à la norme EN ISO 13438 :2019. Laboratoire accrédité ISO 17025.

Résultats :

La durabilité de l'aquatextile GeoClean® est supérieure à 100 ans.

Glossaire

¹ Aquatextile : Textile technique dédié à la dépollution des eaux de ruissellement. Il gère la qualité de l'eau pluviale lors de son infiltration dans le sol.

² HAP : Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques

³ CICR : Centre International de Recherche sur le Cancer – Organisation Mondiale pour la Santé.

⁴ OFB : Office Français de la Biodiversité.

⁵ NQE-CMA : Norme de Qualité Environnementale - Concentration Maximale Admissible

⁶ Aquatextile oléo-dépolluant actif : Grâce à sa structure unique, GeoClean® fixe de manière irréversible les hydrocarbures et les HAP, stimule systématiquement et accélère leur biodégradation.

⁷ Hydrocarbures : Indice C_{10} - C_{40}

⁸ Capacité maximale de fixation : quantité maximale d'hydrocarbures retenus, selon le cas par l'aquatextile ou par le dispositif d'infiltration avec aquatextile, au-delà de laquelle le critère de rétention exprimé en % d'abattement ou en concentration résiduelle dans le percola, n'est plus respecté.

Références des études

[1] 2021-2022 – Cerema et Leesu (F) – Evaluation de la rétention et caractérisation de la biodégradation des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) et des hydrocarbures C_{10} - C_{40} : rôle de l'aquatextile GeoClean® pour le traitement des eaux de ruissellement (auto) routières. Note de synthèse des expérimentations entre 2021 et 2022.

[2] 2019 – KIWA (D) - Rapports d'essai n°1.1/11041/0717.0.1-2019e, 0718.0.1-2019e, 0719.0.1-2019e – Accréditation laboratoire ISO 17025.

[3] 2018 – AP Newman Consultants, Professeur Université de Coventry (UK) - Rapports d'essai n°18003, 18008, 18009, 18010.

[4] 2019 – SEL Environmental Ltd (UK) - Rapports d'essai n° 2190408/001, 002, 003 V2.

[5] 2021 – AP Newman Consultants, Professeur Université de Coventry (UK) - Rapports d'essai n°21001, 21002 et 21003.

[6] 2021 – KIWA (D) - Rapports d'essai n°1.1/11041/1161.0.1-2021e – Accréditation laboratoire ISO 17025.

ANNEXE 17 – PROJET DE CONVENTION AVEC VNF

CONVENTION DOMANIALE RELATIVE AU PROJET D'AMENAGEMENTS FERROVIAIRES AU NORD DE TOULOUSE (AFNT)

Version 6C – 18/09/2023

Entre les soussignés

Etablissement public administratif de l'Etat, inscrit au répertoire SIREN sous le n° 130 017 791 et dont le siège est situé au 175, rue Ludovic Boutleux – CS 30820– Béthune Cedex, représenté par M. Thierry GUIMBAUD, son Directeur Général, en vertu du décret du 4 mai 2017, publié au journal officiel de la République Française n°0106 en date du 5 mai 2017.



Désigné, ci-après, par VNF, d'une part

Et

SNCF Réseau, Société Anonyme, Immatriculée au Registre du Commerce et des Sociétés de Bobigny sous le n°412280737, dont le siège est situé 15/17 rue Jean-Philippe RAMEAU CS 80001- 93 418 La Plaine Saint Denis Cedex, représentée par M. Frédéric BOULIERE, Directeur des projets AFSB et AFNT, Boulevard Lascrosses, 2 esplanade Compans Caffarelli, 31000 Toulouse, dûment habilité aux fins des présentes ;



Désigné, ci-après, par « SNCF Réseau » ou le « bénéficiaire » ou l' « occupant »,

VISAS

- Vu le code des transports, notamment les articles L.4311-1 et s., L.4313-2 et s., R.4313-13 et R.4313-14 ;
- Vu le code général de la propriété des personnes publiques (CGPPP) ;
- Vu le code de l'environnement ;
- Vu l'arrêté préfectoral du 10 octobre 2014 portant classement des digues de canaux, écluses, et ouvrages hydrauliques annexes du Canal du midi en Haute-Garonne ;
- Vu le règlement général de police de la navigation intérieure tel qu'il est défini à l'article R.4241-1 du code des transports ;
- Vu les règlements particuliers de police applicables ;
- Vu la décision du directeur général fixant le montant des redevances domaniales applicables aux différents usages du domaine public fluvial confié à Voies navigables de France et de son domaine privé du 19/12/2018 ;
- Vu la demande du bénéficiaire en date du 13 janvier 2023 ;
- Vu la demande d'autorisation environnementale du 16 mai 2023 ;
- Vu l'avis de l'Etat concernant la présente convention en date du **XX/XX/XXXX**

Considérant que l'autorisation environnementale AFNT, sollicitée par SNCF Réseau, déterminera :

- durant la phase travaux, les modalités de transfert de VNF vers SNCF Réseau des autorisations relatives aux ouvrages hydrauliques du canal latéral à la Garonne couverts par la rubrique 3.2.5.0. de l'article R. 214-1 du code de l'environnement,
- à l'issue des travaux, les modalités de retour de SNCF Réseau à VNF des autorisations relatives aux ouvrages hydrauliques du canal latéral à la Garonne couverts par la rubrique 3.2.5.0. de l'article R. 214-1 du code de l'environnement,

SOMMAIRE

PREAMBULE	5
RAPPEL DU ROLE DES PARTIES PRENANTES	6
IL EST CONVENU CE QUI SUIIT	7
TITRE I. DISPOSITIONS GENERALES	7
ARTICLE 1 : OBJET DE LA CONVENTION	7
ARTICLE 2 : ENTREE EN VIGUEUR ET DUREE	7
TITRE II. MODALITES D'OCCUPATION ET D'UTILISATION DU DOMAINE PUBLIC FLUVIAL PENDANT LA PHASE TRAVAUX	8
ARTICLE 3 : LOCALISATION DE L'EMPRISE FONCIERE EN PHASE TRAVAUX	8
ARTICLE 4 : REDEVANCES	8
4.1 Principes	8
4.2 Montant estimé et montant définitif	8
4.3 Exigibilité	9
4.4 Révision	9
4.5 Indexation	9
4.6 Pénalités	9
ARTICLE 5 : OBLIGATIONS DE L'OCCUPANT	10
5.1 Information	10
5.2 Porté à connaissance	10
5.3 Respect des lois et règlements	10
5.4 Règles de sécurité et d'hygiène, respect de l'environnement	10
5.5 Obligations découlant de la réalisation de travaux	10
5.6 Responsabilité, dommages, assurances	10
5.7 Entretien, maintenance, réparation	11
5.8 Impôts et taxes	11
ARTICLE 6 : PREROGATIVES DE VNF	11
6.1 Droits de contrôle	11
6.2 Droit d'intervention et de circulation sur le domaine	11
6.3 Absence d'indemnité pour troubles de jouissance	11
TITRE III : TRAVAUX ET OUVRAGES REALISES PAR SNCF RESEAU SUR LE DOMAINE PUBLIC FLUVIAL	12
ARTICLE 7 – PRESCRIPTIONS APPLICABLES AUX TRAVAUX ET AUX OUVRAGES REALISES PAR SNCF RESEAU	12
7.1 - Description des constructions et aménagements	12
7.2 - Planning prévisionnel des opérations concernant ou impactant le domaine public fluvial	12
7.3 - Conditions de réalisation des travaux sur le domaine public fluvial	13
7.4 – Modalités de suivi et d'association de VNF pendant les travaux	14
7.5 – Conditions particulières des travaux affectant le bief barrage	14
7.6 – Items restant à traiter postérieurement à la présente convention	14
ARTICLE 8 : INDEMNITES	15
8.1 : Indemnité pour basculement des organes de commande des écluses	15
8.2 : Indemnité pour la perte de jouissance des maisons éclusières	15
8.3 Indemnité pour les surcoûts de gestion associé à la modification de l'ouvrage sous gestion VNF	15

ARTICLE 9 – MODALITES D’ASSOCIATION DE VNF A LA RECEPTION DES TRAVAUX ET OUVRAGES REALISES PAR SNCF RESEAU.....	15
TITRE IV. ENGAGEMENTS RECIPROQUES EN MATIERE DE DOMANIALITE PUBLIQUE.....	16
ARTICLE 10 : DETERMINATION DU NOUVEAU STATUT DOMANIAL DES EMPRISES CONCERNEES PAR L’OPERATION	16
10.1 : Changement d’affectation et transfert à la SNCF des parcelles affectées au domaine public ferroviaire	16
10.2 Détermination des modalités de gestion des parcelles du domaine public faisant l’objet d’une double affectation	16
10.3 Modalités d’accès	16
TITRE V. AUTRES DISPOSITIONS.....	17
ARTICLE 11 : LITIGES	17
ARTICLE 12 : ELECTION DE DOMICILE.....	17
ARTICLE 13 : ANNEXES.....	17

PREAMBULE

Le Grand Projet ferroviaire du Sud-Ouest (GPSO) doit contribuer à l'amélioration des performances du transport ferroviaire de voyageurs entre Paris et Toulouse et au report modal de l'avion vers le chemin de fer.

GPSO vise à renforcer enfin les capacités du réseau dans les secteurs périurbains de Bordeaux et de Toulouse et, plus largement, celles des liaisons internes aux régions Nouvelle Aquitaine et Occitanie.

La décision ministérielle du 23 octobre 2013 a acté un schéma de réalisation du GPSO en deux phases :

- La phase 1 entre Bordeaux et Toulouse / Dax comprenant la création de la ligne à grande vitesse (vitesse commerciale 350 km/h) entre Bordeaux et Toulouse/Dax et la réalisation des aménagements ferroviaires au sud de Bordeaux (AFSB) et au nord de Toulouse (AFNT).
- La phase 2 visant à prolonger la ligne à grande vitesse au-delà de Dax jusqu'à la frontière espagnole.

L'opération AFNT fait donc partie de la phase 1 du programme Grand Projet ferroviaire du Sud-Ouest (GPSO), en interface étroite avec les opérations de modernisation et de désaturation du nœud ferroviaire de Toulouse. L'objectif de ce projet est double :

- Accueillir dans de bonnes conditions de vitesse et de fluidité les circulations TGV depuis l'extrémité de la LGV sur la commune de Saint-Jory jusqu'à la gare Matabiau.
- Développer l'offre de service TER sur le nord toulousain, en visant une offre au quart d'heure sur la proche banlieue.
- Permettre le développement du trafic de marchandises au nord de Toulouse.

La ligne nouvelle Bordeaux-Toulouse se raccorde sur la ligne existante Bordeaux-Sète au nord de la commune de Saint-Jory, soit environ 19 kilomètres au nord de la gare de Toulouse-Matabiau sur les communes de Saint-Jory, Lespinasse, Fenouillet et Toulouse.

L'opération AFNT vise à aménager les 19 kilomètres de ligne et les infrastructures de la gare Toulouse-Matabiau ainsi que l'aménagement de la gare terminus partiel de Castelnau d'Estrétefonds.

Elle se traduit par :

- La mise à 4 voies de la ligne Bordeaux-Sète entre Saint-Jory (zone du raccordement avec la LGV) et Toulouse.
- Les aménagements des haltes du parcours (Saint-Jory, Fenouillet, Lacourtenourt, Lalande et Launaguet) auxquelles a été rajoutée la gare de Castelnau d'Estrétefonds qui sera une gare origine terminus pour ces navettes circulant entre cette gare et Matabiau.
- Les aménagements de la gare Toulouse-Matabiau dont le plan de voies, les quais et souterrains doivent être optimisés pour faire face à l'accroissement du trafic.

Les travaux AFNT sont, pour leur majorité, parallèles au canal latéral à la Garonne entre le pont-route de Bordeneuve (commune de Castelnau-d'Estrétefonds) et le pont-route de l'écluse de Lalande (commune de Toulouse, impasse de la Glacière) au droit des biefs de Lacourtenourt, Fenouillet, Lespinasse, Bordeneuve, Saint-Jory, Hers, Castelnau d'Estrétefonds et Embalens.

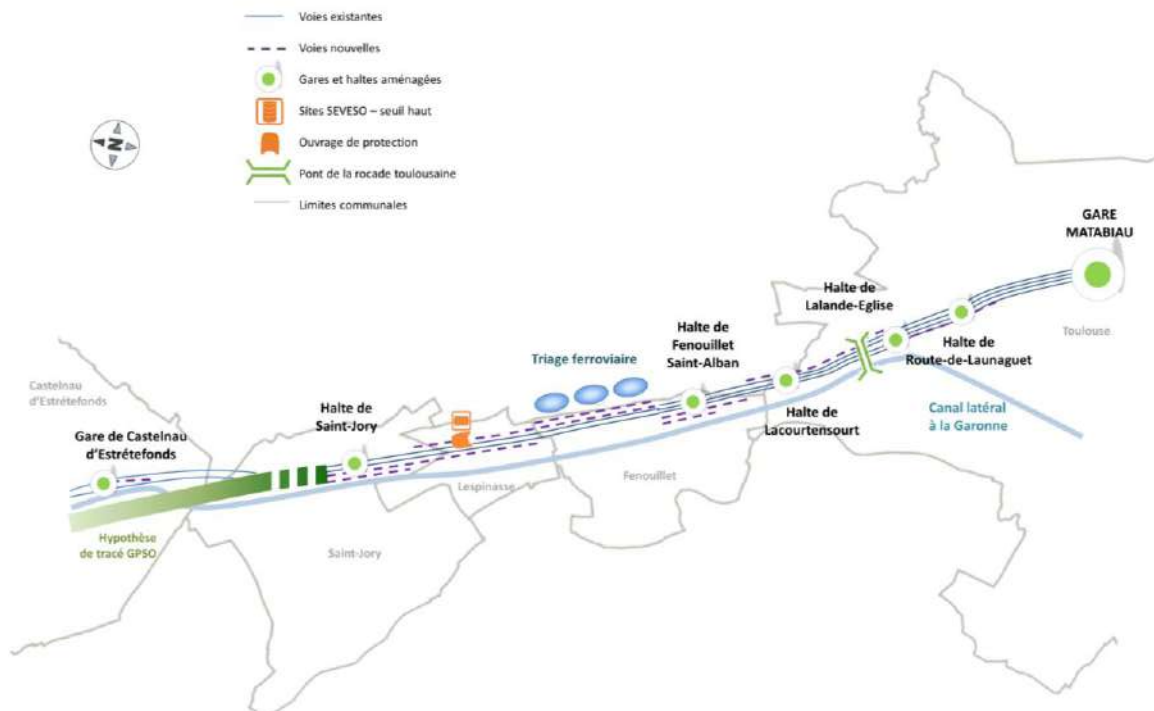
En termes de PK ferroviaires, la zone de travaux s'étend du PK 234,775 côté Castelnau d'Estrétefonds au PK 251,300 PK 250,700 côté Toulouse.

La conversion approximative des PK ferroviaires en PK fluviaux est la suivante :

$$PK_{\text{fluvial}} = 255,730 - PK_{\text{ferroviaire}}$$

$$PK_{\text{ferroviaire}} = 255,730 - PK_{\text{fluvial}}$$

La carte et le schéma suivants représentent les aménagements principaux projetés à proximité immédiate du canal ainsi qu'un profil en travers du canal dans sa configuration finale :



Dans la perspective de la délimitation de l'emprise du futur réseau ferroviaire et du transfert des parcelles et des ouvrages du domaine public fluvial au domaine public ferroviaire, il est apparu nécessaire de s'accorder sur les rôles respectifs des parties prenantes.

RAPPEL DU ROLE DES PARTIES PRENANTES

- **SNCF Réseau**

SNCF Réseau a pour mission d'assurer « *la maintenance, comprenant l'entretien et le renouvellement, de l'infrastructure du réseau ferré national ; le développement, l'aménagement, la cohérence et la mise en valeur du réseau ferré national ; la gestion et la mise en valeur d'installations de service* » (C. transports, art. L. 2111-9).

SNCF Réseau est le gestionnaire du domaine public ferroviaire qui lui a été attribué par l'Etat dans les conditions fixées par l'ordonnance n° 2019-552 du 3 juin 2019.

SNCF Réseau est maître d'ouvrage du projet AFNT.

Au titre de l'autorisation environnementale à venir, SNCF Réseau disposera d'une autorisation au titre de la loi sur l'eau sur les remblais rive droite du canal, lui permettant de les modifier.

- **Voies navigables de France** gère et exploite le domaine de l'Etat qui lui a été confié par l'arrêté du 24 janvier 1992.

VNF n'est pas propriétaire des biens qui lui ont été confiés en gestion par l'Etat et, en conséquence, ne peut procéder à la modification de leur affectation.

VNF gère et valorise le domaine confié par l'Etat sous réserve que les aménagements projetés soient compatibles avec la mise en œuvre de ses missions statutaires.

VNF assure l'exploitation, l'entretien, la maintenance, l'amélioration, l'extension et la promotion des voies navigables.

VNF propose toute réglementation qu'il estime nécessaire concernant l'exploitation du domaine public fluvial.

IL EST CONVENU CE QUI SUIT

TITRE I. DISPOSITIONS GENERALES

ARTICLE 1 : OBJET DE LA CONVENTION

La présente convention a pour objets, après avis favorable de l'Etat en tant que propriétaire du domaine public fluvial et ferroviaire :

- D'autoriser SNCF Réseau à effectuer, sur les emprises du domaine public fluvial mis à sa disposition, les constructions et aménagements décrits au Titre III de la présente convention ;
- D'autoriser SNCF Réseau à se prévaloir de la présente autorisation pour lui permettre de solliciter les autorisations administratives et environnementales nécessaires à la mise en œuvre opérationnelle du projet AFNT ;
- De définir les modalités d'occupation temporaire et d'utilisation du domaine public fluvial pendant la phase travaux ;
- D'organiser les modalités de coopération entre VNF et SNCF Réseau pour les travaux autorisés et de mise en œuvre des prescriptions de l'arrêté d'autorisation environnementale ;
- De respecter les occupations privatives du domaine public fluvial autorisées par VNF, bénéficiant de droits acquis comme par exemple l'occupation par les opérateurs télécom (fibre).
- De définir les emprises du domaine public fluvial ayant vocation à être transférées vers le domaine public ferroviaire et d'organiser les modalités de ce transfert
- De définir les emprises nécessitant une double affectation ainsi que leurs modalités de gestion ;
- De préciser les modalités d'association de VNF aux opérations de réception des travaux réalisés par SNCF Réseau ;
- D'organiser la prise de possession par VNF des ouvrages réalisés par la SNCF Réseau et leur intégration dans le domaine public fluvial.

ARTICLE 2 : ENTREE EN VIGUEUR ET DUREE

La présente convention entre en vigueur à la date de sa signature par la dernière partie signataire.

La durée de la convention est indéterminée : elle prendra fin au plus tard à la signature de l'ensemble des actes réglementaires (réceptions et levées des réserves sur les ouvrages, états de lieux de sortie, ...) et des actes administratifs pris en application de l'arrêté d'autorisation environnementale.. et des différentes conventions nécessaires à la gestion des ouvrages réaménagés ou la prise de possession des ouvrages par VNF définie aux articles 9 et 10.2 de la présente convention.

TITRE II. MODALITES D'OCCUPATION ET D'UTILISATION DU DOMAINE PUBLIC FLUVIAL PENDANT LA PHASE TRAVAUX

ARTICLE 3 : LOCALISATION DE L'EMPRISE FONCIERE EN PHASE TRAVAUX

La présente convention ne vaut que pour les travaux définis à l'article 7 et pour les emprises occupées figurant sur les plans repris en Annexe 1 à la présente convention, issus des fichiers géoréférencés au format SIG repris dans le dossier compressé « Fichiers SIG de AFNT-0003747_V1.0.zip ».

Tous besoins d'emprise supplémentaires liés au projet AFNT, non identifiés dans la présente convention (bases vie, zones de stockage, zones de chantiers), ne sauraient être autorisés. Ces éventuels besoins d'emprise devront donner lieu à une demande expresse d'occupation domaniale formulée par la SNCF à l'attention de VNF, et un avenant à la présente convention. Aucuns travaux ne pourront débiter avant la délivrance d'autorisation domaniale de VNF et le cas échéant d'autres autorisations relevant de réglementations spécifiques.

La présente convention ne couvre pas les démolitions des maisons éclusières de Lespinasse et de Bordeneuve. Ces démolitions portées par SNCF Réseau feront l'objet d'une convention particulière entre VNF et SNCF Réseau.

ARTICLE 4 : REDEVANCES

4.1 Principes

SNCF Réseau s'engage à verser à VNF une redevance établie conformément au barème fixé dans le Bulletin officiel des actes de VNF (actualisé chaque année), en contrepartie de l'occupation privative du domaine public fluvial.

4.2 Montant estimé et montant définitif

Le montant estimé de la redevance, déterminé sur la base des éléments listés ci-dessus, est de 10.489.503,78 euros, selon les modalités de calcul précisées dans le relevé des sommes dues ci-après.

Gêne à la navigation (installation palplanches)			
Nombre de jours total	365	Forfait (heures)	290.3
Nombre de jours fermés	4	Coef relatif	2
Chomage latéral	40	Coef navigation	0.5
Nb Jours basse saison	99	Nb heures	3024
Nb jours haute saison	222		
Heures basse saison (8h30/16h30,	7		
Heures haute saison (8h00/19h30,	10.5	Total	877 867.20 €
Nombre d'heures concernées	3024		
Stockage Matériaux (2027/2028)			
VLR (m²/jour)	0.11		
CCU	1 Zone isolée		
	1.5 Périurbain		
	2 banlieue		
	3 Centre	Total	3 205 095.00 €
Superficie (m²)	26609.34		
Nb Jours	730		
Travaux sur le DPF (un an sur le périmètre global)			
VLR (m²/jour)	0.11		
CCU	1 Zone isolée		
	1.5 Périurbain		
	2 banlieue		
	3 Centre	Total	6 406 541.58 €
Superficie (m²)	106376.78		
Nb Jours	365		

Gêne à la navigation (installation palplanches)			
Nombre de jours total	365	Forfait (heures)	290.3
Nombre de jours fermés	4	Coef reatitif	2
Chomage latéral	40	Coef navigat	0.5
Nb Jours basse saison	99	Nb heures	3024
Nb jours haute saison	222		
Heures basse saison (8h30/16h30,	7		
Heures haute saison (8h00/19h30,	10.5	Total	877 867.20 €
Nombre d'heures concernées	3024		
Stockage Matériaux (2027/2028)			
VLR (m²/jour)	0.11		
CCU	1 Zone isolée		
	1.5 Périurbain		
	2 banlieue		
	3 Centre	Total	3 205 095.00 €
Superficie (m²)	26609.34		
Nb Jours	730		
Travaux sur le DPF (un an sur le périmètre global)			
VLR (m²/jour)	0.11		
CCU	1 Zone isolée		
	1.5 Périurbain		
	2 banlieue		
	3 Centre	Total	6 406 541.58 €
Superficie (m²)	106376.78		
Nb Jours	365		

Le montant définitif de la redevance sera fixé comme il est dit à l'article 4.1.

La redevance estimée à ce jour est calculée sur la base des plannings prévisionnels et des surfaces occupées estimés par VNF pour la période du 01 janvier 2024 au 31 décembre 2028.

Ce montant sera versé sous forme d'une redevance annuelle calculée de manière prévisionnelle selon les formules du tableau précédent.

SNCF Réseau prendra attachement des surfaces réellement occupées et des durées d'occupation, et les communiquera à VNF sous la forme d'un reporting trimestriel (fin mars, fin juin, fin septembre et fin décembre) à valider par les deux Parties.

La redevance annuelle de l'année A sera recalculée au plus le 15 janvier A+1 en fonction des surfaces et durées réelles d'occupation afin que VNF puisse procéder à l'ajustement de la redevance de l'année A+1, avec le prévisionnel de l'année A+1 et l'ajustement de l'année A.

4.3 Exigibilité

La redevance due pour l'occupation ou l'utilisation du domaine public par SNCF Réseau est payable d'avance et annuellement. Elle est exigible dans les trente jours qui suivent l'envoi du titre exécutoire de recette par VNF.

Toutefois, un échéancier de paiement peut être proposé par le comptable à SNCF Réseau, décomposant le montant annuel en échéances trimestrielles. A chaque échéance, SNCF Réseau devra s'acquitter du règlement auprès de l'agent comptable secondaire de VNF par chèque, virement ou prélèvement automatique à l'adresse suivante :

Agence comptable secondaire de VNF de LYON 2 rue de la Quarantaine 69321 LYON cedex 05.

4.4 Révision

Le montant de la redevance pourra faire l'objet d'une révision dans les conditions fixées à l'article R. 2125-3 du CGPPP.

4.5 Indexation

La redevance est indexée chaque année, au 1er janvier, en fonction de l'évolution de l'indice INSEE du coût de la construction. L'indice de référence servant de base à l'indexation est celui du deuxième trimestre de l'année précédant l'entrée en vigueur de la présente convention.

4.6 Pénalités

En cas de retard dans le paiement de la redevance, les sommes restant dues seront majorées d'intérêts moratoires au taux légal.

ARTICLE 5 : OBLIGATIONS DE L'OCCUPANT

5.1 Information

SNCF Réseau (ou l'une des sociétés qu'il a missionnées) a l'obligation d'informer, sans délai, le représentant local de VNF ou son délégué de tout fait même s'il n'en résulte aucun dégât apparent, dommage, détérioration, de nature à préjudicier au domaine public fluvial mis à sa disposition.

5.2 Porté à connaissance

SNCF Réseau a l'obligation de porter, par écrit, à la connaissance de VNF toute modification de sa forme, de son objet ou de la répartition de son capital social.

5.3 Respect des lois et règlements

SNCF Réseau a l'obligation de se conformer aux lois et règlements en vigueur, notamment à ceux régissant son activité, aux prescriptions des différentes polices relevant de la compétence de l'Etat (eau, environnement, navigation) ainsi qu'à celles prévues aux textes en vigueur.

La présente convention ne vaut pas, par ailleurs, autorisation au titre des différentes polices susvisées. En cas de travaux, la présente convention ne vaut pas permis de construire et ne dispense pas l'occupant de la déclaration exigée en cas de travaux exemptés du permis de construire.

L'occupant satisfait à l'ensemble des dispositions légales ou réglementaires qui sont ou viendraient à être prescrites, en raison de son occupation, de telle manière que la responsabilité de VNF ne puisse être recherchée à un titre quelconque. Il effectue à ses frais, risques et périls, et conserve à sa charge, tous travaux, installations qui en découleraient.

L'occupant doit en outre disposer en permanence, de toutes les autorisations requises pour les activités exercées, de sorte que la responsabilité de VNF ne puisse jamais être mise en cause.

5.4 Règles de sécurité et d'hygiène, respect de l'environnement

SNCF Réseau s'engage à exercer son activité en prenant toute garantie nécessaire au respect de la législation en matière de sécurité, d'hygiène et d'environnement (notamment concernant la gestion des déchets et des eaux usées).

Dans le cadre de l'entretien des espaces verts, l'occupant veille à utiliser des méthodes respectueuses de l'environnement. L'utilisation de tout produit phytosanitaire est strictement interdite.

5.5 Obligations découlant de la réalisation de travaux

Au cours des travaux autorisés au Titre III de la présente convention, l'occupant prend toutes les précautions nécessaires pour empêcher la chute de tous matériaux ou objets quelconques dans la voie navigable et enlève, sans retard et à ses frais, ceux qui viendraient pendant à y choir.

Aussitôt après leur achèvement, l'occupant enlève, sous peine de poursuites, sans délai et à ses frais, tous les décombres, terres, dépôts de matériaux, gravats, remblais, immondices ou objets quelconques qui encombrant le domaine public fluvial ou les zones grevées de la servitude de halage.

5.6 Responsabilité, dommages, assurances

- **Dommages**

Tous dommages causés par l'occupant aux ouvrages de la voie d'eau, à la stabilité de la digue, aux parties terrestres du domaine public fluvial occupées, ou à ses dépendances, doivent immédiatement être signalés à VNF et réparés par l'occupant à ses frais, sous peine de poursuites.

A défaut, en cas d'urgence, VNF exécute d'office les réparations aux frais de l'occupant.

- **Responsabilité**

L'occupant est le seul responsable de tous les dommages qui lui sont imputables, directs ou indirects, quelle que soit leur nature, affectant tant le domaine public fluvial que les constructions et aménagements effectués par lui, qu'ils résultent de son occupation et/ou de ses activités, qu'ils soient causés par son fait, par le fait des personnes dont il doit répondre ou par les choses qu'il a sous sa garde, et ce, que le dommage soit subi par VNF, par des tiers ou par l'Etat, ou, le cas échéant, par des usagers de la voie d'eau.

La surveillance des lieux mis à disposition incombant à l'occupant, VNF est dégagé de toute responsabilité en cas d'effraction, de déprédation, de vol, de perte, de dommages ou autre cause quelconque survenant aux personnes et/ou aux biens.

L'occupant garantit VNF contre tous les recours et ou condamnations à ce titre.

- **Assurances**

En conséquence de ses obligations et responsabilités, l'occupant est tenu de contracter, pour la partie du domaine public fluvial mis à sa disposition et pendant toute la durée de la convention, toutes les assurances nécessaires (civile, professionnelle, vol, explosion, risque d'incendie, dégâts des eaux, risques spéciaux liés à son activité, etc.) et doit en justifier à la première demande de VNF.

5.7 Entretien, maintenance, réparation

Les éléments du domaine public fluvial mis à sa disposition, doivent être entretenus en bon état et à ses frais par l'occupant qui s'y oblige de façon à toujours convenir parfaitement à l'usage auquel ils sont destinés.

5.8 Impôts et taxes

L'occupant prend à sa charge tous les impôts, contributions et taxes de toute nature, présents et à venir, auxquels sont ou pourraient être assujettis les terrains, bâtiments, aménagements, constructions occupées en vertu de la présente convention, quelles que soient la nature et l'importance desdits impôts et taxes.

Concernant spécifiquement la taxe foncière, l'occupant est redevable de celle-ci uniquement pour les seules édifications, constructions et aménagements qu'il a été autorisé à réaliser dans le cadre de la présente convention, ce, jusqu'à l'échéance de celle-ci.

Par ailleurs, si VNF devenait redevable au cours de la convention de la taxe foncière sur l'ensemble des immeubles faisant partie du domaine public fluvial confié, l'occupant s'engage d'ores et déjà à rembourser le montant de l'impôt afférent à son occupation et acquitté par VNF, à première demande et ce jusqu'à l'échéance de ladite convention.

ARTICLE 6 : PREROGATIVES DE VNF

6.1 Droits de contrôle

- **Construction, aménagements, travaux**

Le représentant local de VNF ou son délégué se réserve le droit de vérifier et de contrôler les projets d'aménagements et de construction ainsi que l'exécution des travaux effectués par l'occupant, visés au Titre III de la présente convention.

Ce contrôle ne saurait, en aucune manière, engager la responsabilité de VNF tant à l'égard de l'occupant qu'à l'égard des tiers.

- **Entretien**

Le représentant local de VNF ou son délégué se réserve la faculté de contrôler et de constater tout manquement aux obligations de conservation et d'entretien du domaine public fluvial mis à la disposition de l'occupant, au regard des dispositions prévues à l'article 7 de la présente convention.

- **Réparations**

Le représentant local de VNF ou son délégué, averti préalablement et sans délai, conformément à l'article 7 de la présente convention, se réserve la faculté de contrôler les mesures entreprises par l'occupant pour réparer, à ses frais, les dommages causés au domaine public fluvial mis à sa disposition.

6.2 Droit d'intervention et de circulation sur le domaine

L'occupant doit laisser circuler les agents de la représentation locale de VNF sur les emplacements occupés. En cas de travaux sur les berges ou de dragage, l'occupant doit, le cas échéant, laisser les agents de la représentation locale de VNF exécuter les travaux dans le périmètre qu'ils auront défini.

Pour cela, VNF et l'occupant devront s'accorder sur les modalités et le calendrier d'intervention afin de trouver la meilleure solution possible pour ne pas générer de contraintes techniques, calendaires et sécuritaires.

6.3 Absence d'indemnité pour troubles de jouissance

L'occupant ne peut prétendre à aucune réduction de redevance, indemnité ou autre droit quelconque pour les troubles de jouissance résultant des réparations, travaux d'entretien, quelle que soit la nature, qui viendraient à être réalisés sur le domaine public fluvial et ce quelle que soit la durée.

Il ne peut davantage y prétendre pour les dommages ou la gêne causés par la navigation, l'entretien et, d'une manière générale, l'exploitation de la voie d'eau.

TITRE III : TRAVAUX ET OUVRAGES REALISES PAR SNCF RESEAU SUR LE DOMAINE PUBLIC FLUVIAL

ARTICLE 7 – PRESCRIPTIONS APPLICABLES AUX TRAVAUX ET AUX OUVRAGES REALISES PAR SNCF RESEAU

7.1 - Description des constructions et aménagements

Dans le cadre des activités présentées dans le préambule de la présente convention, SNCF Réseau est autorisé à effectuer, sur le domaine public fluvial, les constructions et aménagements décrits ci-après.

- les opérations de débroussaillage et défrichement de la végétation présente dans les emprises des travaux,
- la réalisation de terrassements nécessaires à la réalisation de la plate-forme ferroviaire, y compris la construction d'un réseau de drainage et assainissement longitudinal avec tranchées d'infiltration ou conduite des eaux pluviales vers un exutoire public,
- l'aménagement d'un rejet, en situation définitive, des eaux de pluie dans le canal au droit de la gare de Castelnau d'Estrétefonds, moyennant la veille sur la qualité des eaux rejetées,
- la réalisation d'une traversée sous canal (buse de diamètre 800 mm) au PK ferroviaire 242,500 pour rejeter les eaux de ruissellement dans un bassin d'infiltration créé au nord du lac de Peyraillès (commune de Lespinasse),
- la construction de murs de soutènement, en particulier dans les secteurs où la réalisation de talus aurait un impact sur le miroir d'eau du canal latéral,
- la mise en place de murs antibruit dans les zones où l'étude acoustique l'a préconisée,
- la réalisation d'une passerelle en gare de Lacourtenour, enjambant le canal latéral avec un débouché et une descente à l'ouest de l'alignement des platanes bordant le chemin de halage,
- la construction d'une passerelle provisoire enjambant les voies ferrées et le canal et débouchant sur le chemin de halage pour permettre la circulation des modes doux pendant la période de démolition et reconstruction du pont-route du moulin (Lespinasse)
- le stockage d'éléments permettant la réalisation des ouvrages présentés plus haut
- la mise en place de clôtures visant à minimiser le risque de pénétration dans les emprises en phase d'exploitation ultérieure,
- la création d'un chemin de service qui permettra le cheminement des piétons et cycles sur la digue est du canal, tel que projeté dans le cadre du projet Grand Parc Canal ; sa largeur globale sera, sauf cas exceptionnel de réduction, de 3 m, et il sera bordé côté canal, en guise de mesures compensatoires au projet AFNT, d'un corridor écologique de plantes basses (hélrophytes),
- afin de préserver les droits déjà accordés par VNF, la réalisation d'une artère de fourreaux multitubulaire pour accueillir les réseaux concédés par VNF, qui sera réalisé par SNCF Réseau et SFR,
- la réalisation d'aménagements sur la berge est du canal et dans le miroir d'eau, à chaque fois que les aménagements précédents ne contiendront pas dans l'espace restant entre la limite d'emprise actuelle et le canal latéral ; ces aménagements pourront être malgré tout sans impact sur le miroir d'eau lorsqu'il s'agira de garantir la stabilité de la digue actuelle vis-à-vis des circulations d'engins,
- l'intégration paysagère, avec végétalisation des ouvrages (clôtures, murs antibruit) autant que possible et dans la limite de l'espace disponible.
- la réalisation d'un chemin de la mémoire, visant à rappeler la présence maisons éclusières de Bordeneuve et Lespinasse déconstruites, via des abris et pupitres installés sur les bajoyers des écluses côté ouest,

Cette convention ne prend pas en compte les travaux de construction de l'ouvrage de franchissement du canal latéral prévus dans le cadre du projet de construction de la Ligne Nouvelle (hors projet AFNT) et envisagés à partir de 2027 ; ceux-ci feront l'objet d'une convention spécifique.

En Annexe 2, figurent les documents techniques existants à date et afférents à ces travaux et en particulier la note de stabilité de la berge et les profils en travers associés.

7.2 - Planning prévisionnel des opérations concernant ou impactant le domaine public fluvial

SNCF Réseau fournit à VNF le planning prévisionnel des travaux qui concernent les parcelles du domaine public fluvial concernées.

Zone de travaux	Nature de travaux	Date prév. de début*	Date prév. de fin*
Zone de Castelnau d'Estrétefonds PK ferro 234,700 au 236,000	Défrichement et mise en place de palplanches et confortement des berges, pose multitubulaire	01/09/2024	31/11/2024
Zone de Saint-Jory Nord PK ferro 239,600 au 240,500	Défrichement et mise en place de palplanches et confortement des berges, pose multitubulaire	01/09/2024	31/11/2024
Zone de Saint-Jory Sud PK ferro 240,900 au 241,900	Défrichement et mise en place de palplanches et confortement des berges, pose multitubulaire	01/09/2024	31/11/2024
Zone de Lespinasse PK ferro 242,800 au 244,400	Défrichement et mise en place de palplanches et confortement des berges, pose multitubulaire	01/09/2024	31/12/2024
Zone de Fenouillet PK ferro 246,200 au 247,000	Défrichement et mise en place de palplanches et confortement des berges, pose multitubulaire	01/09/2024	31/11/2024
Zone de Lacourtenours PK ferro 248,700 au 249,300	Défrichement et mise en place de palplanches et confortement des berges, pose multitubulaire	01/01/2025	28/02/2025
Zone de Castelnau d'Estrétefonds PK ferro 234,700 au 236,000	Soutènement de la digue	01/07/2024	31/10/2025
Zone de Castelnau d'Estrétefonds PK ferro 234,700 au 236,000	Plate-forme, voie, caténaire, signalisation	31/10/2025	31/05/2026
Zone de Saint-Jory Nord PK ferro 239,800 au 241,500	Défrichement, terrassement, assainissement, voie	01/01/2028	31/07/2029
Zone de Saint-Jory Sud PK ferro 241,500 au 244,200	Soutènement de la digue (puis travail depuis le bas)	01/09/2025	31/10/2026
PRo du moulin (Lespinasse) PK ferro 244,200 au 244,400	Démolition reconstruction de l'ouvrage	01/03/2024	31/08/2025
PRo du moulin (Lespinasse) PK ferro 244,200 au 244,400	Passerelle provisoire	01/06/2024	31/10/2025
Zone de Lespinasse PK ferro 244,200 au 244,700	Zone de bascule tous travaux	01/01/2029	30/06/2029
Zone de Lespinasse PK ferro 244,700 au 246,200	Caténaire	01/08/2025	30/09/2025
Zone de Fenouillet PK ferro 246,200 au 249,100	Caténaire	01/09/2025	31/12/2025
Zone de Fenouillet PK ferro 246,200 au 249,100	Terrassement, hydraulique, voie	01/01/2027	31/12/2027
Zone de Lacourtenours PK ferro 249,800 au 251,200	Caténaire	01/04/2026	31/12/2026

* Pour chaque année A, les dates seront affinées en octobre de l'année A-1, afin de permettre le calcul de la redevance annuelle de l'année A.

Le tableau spatio-temporel de synthèse des occupations temporaires est joint en Annexe 3.

7.3 - Conditions de réalisation des travaux sur le domaine public fluvial

- **Préservation des missions de VNF et maintien des droits acquis au bénéfice des occupants du domaine public fluvial**

Les travaux réalisés par SNCF Réseau ne pourront pas remettre en cause les missions d'entretien, de maintenance et d'exploitation de la voie d'eau dont VNF a la compétence, que ce soit en phase travaux où en phase post-travaux. Les missions de gestion hydraulique et de navigation devront pouvoir être maintenues en tout temps, sauf en cas d'autorisation d'interruption ponctuelles spécifiques accordées par VNF.

Les travaux portés par SNCF Réseau ne pourront pas remettre en cause les droits acquis par les occupants du DPB bénéficiaires d'une autorisation domaniale.

Les travaux réalisés par SNCF Réseau ne pourront remettre en cause les prélèvements d'eau dument autorisés et tout particulièrement la prise d'eau potable située sur la commune de Saint-Jory alimentant l'usine dite de Saint-Caprais.

- **Etudes préalables et prescriptions techniques**

SNCF Réseau s'engage, auprès des services de contrôle de l'Etat et de VNF, à réaliser les travaux dans le respect des prescriptions techniques définies dans l'arrêté d'autorisation environnementale.

SNCF Réseau s'engage à conclure avec VNF une convention de superposition de gestion pour la construction de la passerelle provisoire associée à la reconstruction du pont de la route du Moulin.

7.4 – Modalités de suivi et d'association de VNF pendant les travaux

Les premiers travaux réalisés sous MOA SNCF Réseau sur le domaine public fluvial seront engagés une fois l'arrêté d'autorisation environnementale accordé par le Préfet de Haute-Garonne, attendu pour début 2024.

Quelques semaines avant la date attendue pour l'obtention de l'arrêté, SNCF Réseau commandera et fera réaliser, à ses frais, soit un référé préventif, soit un état des lieux des ouvrages de VNF, en fonction des risques de dégradation des installations. Ces documents seront constitués d'un rapport technique et d'un recueil de photos (ou d'un film) de la berge, réalisés depuis le canal.

Le cas particulier des écluses et de leurs infrastructures (maçonneries, murs, bajoyers, mécanismes, ...) potentiellement impactées par les travaux fera l'objet d'une attention particulière avec la prise de cotes géométriques sur les parties visibles et sur les parties immergées. La cote de crête du barrage sera aussi relevée sur l'ensemble du linéaire du projet avec la réalisation d'un profil de la ligne de crête tous les 100m.

Pendant l'exécution des travaux, SNCF Réseau assumera l'intégralité des missions définies dans l'arrêté préfectoral de classement barrage, et en particulier dans le domaine de l'alerte comme mentionné à l'article 3 de l'arrêté (Déclaration des incidents et accidents, déclaration des événements intéressant la sécurité hydraulique (EISH) ».

SNCF Réseau a désigné une MOE agréée pour assurer un suivi des travaux dans les zones de digues classées « barrage ». Une note de stabilité de la digue a été rédigée et validée par le Service des ouvrages hydrauliques de la DREAL. Malgré cela, en cas d'anomalies ou d'imprévus pouvant affecter la stabilité de la digue, la MOE fera prendre les mesures immédiates nécessaires au rétablissement de la stabilité et aura autorité pour faire arrêter le chantier si elle le juge opportun. En particulier, s'il s'avérait nécessaire d'augmenter le linéaire de palplanches pour garantir la stabilité de la berge, un avenant à la présente convention serait produit pour en modifier l'article 7.1. Un porter à connaissance serait immédiatement établi et transmis aux services de l'Etat compétents. Ces situations imprévues donneront lieu non seulement à un arrêté préfectoral modificatif portant sur la nature et l'emprise des travaux et un avenant au présent contrat actant les modifications de modalités domaniales..

La présence de la MOE agréée ne sera exigée que dans le cas de risques pour la stabilité de la digue en lien avec les travaux ou les circulations d'engins nécessaires au chantier ferroviaire. La MOE agréée établira un rapport mensuel des travaux réalisés, détaillant les sujets en conformité et les sujets non-conformes.

En cas d'avarie causée par les travaux réalisés sous MOA SNCF Réseau, ce dernier s'engage à une remise en état selon l'exigence de délai formulée par VNF.

Pendant les travaux, à la demande de l'une ou l'autre des Parties, de nouveaux référés préventifs pourront être commandés, à la charge de la Partie qui en a l'initiative.

Durant toute la phase travaux, SNCF Réseau s'engage à fournir à VNF un rapport mensuel d'avancement des travaux et invite systématiquement VNF aux visites de chantier prévues dans le cadre de l'opération.

7.5 – Conditions particulières des travaux affectant l'ouvrage hydraulique autorisé barrage

SNCF Réseau est autorisé à réaliser les travaux sur les ouvrages hydrauliques du canal dont certains sont autorisés en tant que barrage au titre de la rubrique 3.2.5.0. de la nomenclature IOTA, annexé à l'article R 214-1 du code de l'environnement et classés au titre de l'article R. 214-112 du code de l'environnement.

En vertu de cette autorisation et du classement des ouvrages hydrauliques concernés par les travaux, SNCF Réseau est réglementairement considéré comme le seul exploitant des ouvrages hydrauliques modifiés, dans les conditions et limites fixées par ladite autorisation et le dossier de demande.

Toute pollution des eaux du canal latéral générée par les travaux portés par SNCF Réseau relèvera de sa seule et entière responsabilité. Tout moyen préventif et de lutte contre de telles pollutions devront faire l'objet d'un protocole d'intervention spécial dûment approuvé par les autorités compétentes.

Une hotline sera mise en place et activée en cas de pollution du canal, de fuite ou d'avarie notable sur le remblai ou de toute autre anomalie, en référence à un modèle donné par VNF (procédure d'astreinte).

7.6 – Items restant à traiter postérieurement à la présente convention

VNF et SNCF Réseau s'engagent à traiter les sujets suivants postérieurement à la signature de la présente convention et dans les 6 mois suivant l'achèvement des travaux :

- Saisine de l'autorité ministérielle pour les actes de transferts de domanialité ; la limite définitive entre le domaine public fluvial et le domaine public ferroviaire sera définie au fur et à mesure de l'achèvement de travaux et de la production des plans de récolement.

- Conclusion de conventions de superposition de gestion, y compris avec les bénéficiaires tiers, des aménagements nouvellement créés qui empièteraient sur le futur domaine public fluvial..
- Conclusion de l'autorisation de rejet pour des eaux de pluie dans le canal au droit de la gare de Castelnau d'Estrétefonds

ARTICLE 8 : INDEMNITES

8.1 : Indemnité pour basculement des organes de commande des écluses

Le montant de cette indemnité est fixé dans une autre convention déjà signée et son versement est indépendant de la présente convention.

8.2 : Indemnité pour la perte de jouissance des maisons éclusières

Cette indemnité vise à couvrir la perte de loyer générée par les travaux sur des maisons éclusières habitées, en dehors de celles de Bordeneuve et Lespinasse qui seront démolies.

8.3 Indemnité pour les surcoûts de gestion associé à la modification de l'ouvrage sous gestion VNF

Pour rappel le projet prévoit la réalisation d'aménagements sur la berge Est du canal et dans le miroir d'eau pour garantir la stabilité de la digue actuelle vis-à-vis des circulations d'engins. Il s'agira en particulier d'implanter des palplanches conçues pour une durée de vie de 100 ans.

SNCF Réseau versera à VNF, des frais libératoires financés par le projet AFNT et lui permettant d'assurer la surveillance et la maintenance des palplanches nouvellement créées sur une durée de 50 ans. Le montant de ces frais fera l'objet d'une justification préalable par VNF et d'un accord donné par SNCF Réseau.

ARTICLE 9 – MODALITES D'ASSOCIATION DE VNF A LA RECEPTION DES TRAVAUX ET OUVRAGES REALISES PAR SNCF RESEAU

A l'issue des travaux, et avant la remise des ouvrages au fur et à mesure de la libération des emprises du domaine public fluvial, SNCF Réseau fera réaliser à ses frais un nouveau levé des cotes géométriques sur les parties visibles et sur les parties immergées des écluses, ainsi qu'un levé du profil du remblai en rive droite du canal sur l'ensemble du périmètre des travaux impactant la rive. Le levé du remblai se fait avec un profil tous les 100 m. Il veille à décrire la crête de l'ouvrage et les pieds du remblai des deux côtés.

Ces levés sont remis à VNF, ainsi qu'une analyse détaillée de l'évolution de la situation par rapport à la situation avant travaux. Pour toute dégradation du niveau de service constatée (réduction du tirant d'eau au niveau des écluses ou abaissement de la cote altimétrique du barrage), SNCF Réseau définit et met en œuvre, à ses frais, un programme de travaux permettant a minima de restaurer le niveau de service avant travaux.

A l'issue de ces éventuels travaux de restauration du niveau de service, SNCF Réseau fait réaliser à ses frais une Visite Technique Approfondie (VTA) par un bureau d'étude indépendant agréé « digue et barrage » sur l'ensemble des ouvrages classés barrage remaniés dans le cadre du projet. Cette VTA est remise à VNF avec le dossier d'ouvrages exécutés.

VNF sera associé à la réception des travaux prononcée avec les entreprises de travaux commandes par SNCF Réseau, celle-ci intégrera les réserves émises par VNF.

Un mois après la remise de la VTA et du dossier d'ouvrages exécutés, et une fois la réception prononcée et notifiée sans réserve aux entreprises, SNCF Réseau invite VNF à la prise de possession des ouvrages selon les modalités réglementaires définies dans l'autorisation environnementale AFNT, qui donne lieu à une visite.

Préalablement à cette visite, SNCF Réseau envoie à VNF à S-2, sur support papier et informatique, des éléments suivants :

- toutes les études et documents techniques nécessaires à l'entretien et à l'exploitation de l'ouvrage ;
- la copie du(es) procès-verbal(aux) des opérations préalables à la réception (OPR) et du(es) procès-verbal(aux) de réception (partiels et/ou définitifs), et le cas échéant, la copie du PV de levée des réserves ;
- la copie des marchés notifiés aux entreprises titulaires dans le cadre de l'opération, ainsi que les attestations d'assurance des entreprises titulaires.

La reprise de possession par VNF des ouvrages hydrauliques du canal latéral à la Garonne couverts par la rubrique 3.2.5.0. de l'article R. 214-1 du code de l'environnement, au fur et à mesure de la réalisation des travaux, de leur réception et de la libération des emprises par SNCF Réseau, prend effet à l'acceptation des documents fournis, à l'issue de la visite et à la levée de toutes les réserves émises par VNF.

TITRE IV. ENGAGEMENTS RECIPROQUES EN MATIERE DE DOMANIALITE PUBLIQUE

ARTICLE 10 : DETERMINATION DU NOUVEAU STATUT DOMANIAL DES EMPRISES CONCERNEES PAR L'OPERATION

SNCF Réseau arrêtera en concertation avec VNF et dans les meilleurs délais les parcelles qui ont vocation à être transférées dans le domaine public ferroviaire et celles qui ont vocation à rester dans le domaine public fluvial, tout en conservant une double affectation.

10.1 : Changement d'affectation et transfert à la SNCF des parcelles affectées au domaine public ferroviaire

Les parties s'engagent à saisir dans les meilleurs délais l'Etat en tant que propriétaire du domaine public fluvial et du domaine public ferroviaire afin qu'il modifie, avant l'achèvement des travaux, l'affectation des biens concernés en :

- Désaffectant, en déclassant et en procédant au retrait du patrimoine confié à VNF des biens du domaine public fluvial qui seront exclusivement affectés au domaine public ferroviaire ;
- Affectant, en classant dans le domaine public ferroviaire les biens du projet AFNT et les en attribuant à SNCF réseau.

10.2 Détermination des modalités de gestion des parcelles du domaine public faisant l'objet d'une double affectation

Les parties s'engagent à conclure dans les meilleurs délais toute convention qui viendrait à être prescrite du fait de la double affectation des parcelles concernées. A minima, les futurs aménagements suivants implantés sur le domaine public fluvial feront l'objet d'une double affectation : le mur de soutènement, les murs antibruit et clôtures qui empièteraient sur le domaine public fluvial, la passerelle de gare de Lacourtenourt, le chemin de contre halage, le corridor écologique et le chemin de mémoire des maisons éclésières détruites.

Ces conventions sont conclues après avis de l'Etat propriétaire et au plus tard à l'achèvement des ouvrages et travaux par SNCF Réseau.

10.3 Modalités d'accès

Le cas échéant, les parties saisiront l'Etat afin qu'il arrête les modalités d'accès de VNF pour les ouvrages relevant du domaine public fluvial qui impliqueraient d'utiliser le domaine public ferroviaire.

TITRE V. AUTRES DISPOSITIONS

ARTICLE 11 : LITIGES

En cas de différend dans l'interprétation ou l'exécution de la présente convention, les Parties s'engagent à rechercher une solution amiable, avant de saisir, le cas échéant à défaut de solution amiable dans un délai de 60 jours à compter de l'apparition du différend, le tribunal compétent.

Le point de départ de la naissance du différend est la date de réception du mémoire de réclamation envoyé par l'une des Parties à l'autre Partie.

Les Parties conviennent que le tribunal administratif de Toulouse est compétent pour connaître les litiges nés de l'exécution de la présente convention.

Il est précisé que les dispositions précédentes ne sauraient faire échec au droit réservé à chacune des Parties d'engager toute procédure, notamment de référé, qui serait nécessaire ou utile en cas d'urgence et/ou afin de préserver ses droits

ARTICLE 12 : ELECTION DE DOMICILE

Pour l'exécution des présentes et de leurs suites, et notamment en cas de réclamations, les parties font élection de domicile :

- Pour VNF, M. Thierry GUIMBAUD, Directeur Général de VNF
VNF - Service territorial Toulouse - Haute-Garonne
115 bis rue des Amidonniers
CS 68506 31685 TOULOUSE Cedex 6
- Pour SNCF Réseau, M. Frédéric BOULIERE, Directeur des projets AFSB et AFNT
SNCF Réseau
Boulevard Lascrosses
2 esplanade Compans Caffarelli
31000 Toulouse

ARTICLE 13 : ANNEXES

Liste des annexes :

- Annexe 1 : Plan des emprises nécessaires à la réalisation des travaux
- Annexe 2 : Description techniques des ouvrages
- Annexe 3 : Tableau spatio-temporel des occupations temporaires

Les annexes font partie intégrante de la convention et ont force obligatoire.

Fait en exemplaires,

A TOULOUSE, le

Le Directeur général de VNF

Le Directeur d'opération AFNT de SNCF Réseau

*Nom et qualité du signataire
(à compléter)*

Conformément aux articles 32, 38, 39 et 40 de la loi n°78-17 du 6 janvier 1978 relative à l'informatique, aux fichiers et aux libertés, l'intéressé est informé du caractère obligatoire ou facultatif des réponses, de son droit d'accès, de rectification ou de suppression des informations le concernant auprès du représentant local de Voies navigables de France.

ANNEXE 18 – NOTE DE CALCUL DE STABILITE DE LA DIGUE DU CANAL LATERAL

	AMENAGEMENTS FERROVIAIRES AU NORD DE TOULOUSE Note sur la stabilité de la digue du canal latéral à la Garonne	Réf. AFNT-0003703
	DOCUMENT SNCF RESEAU	

NOTE SUR LA STABILITE DE LA DIGUE DU CANAL LATERAL A LA GARONNE, EN TRAVAUX ET EN SITUATION CIBLE

REDACTION	VERIFICATION	APPROBATION
<i>Pierre Capdupuy</i> Directeur d'opération AFNT SNCF Réseau	<NOM Prénom, Entité> <Fonction>	<NOM Prénom, Entité> <Fonction>

Historique des versions

Version	Date de l'édition	Description sommaire des modifications
1	20/04/2023	Création du document
2	09/05/2023	Assemblage annexes

TABLE DES MATIERES

1.CONTEXTE	9
2.OBJECTIF	11
3.STRUCTURE DE LA NOTE	11
4.DIMENSIONNEMENT ET CALCUL DES PALPLANCHES	14
+ 4.1. HYPOTHESES DE DIMENSIONNEMENT	15
4.1.1. Dimensionnement en phase définitive	16
4.1.2. Dimensionnement en phase travaux	16
4.1.3. Revanche	16
4.1.4. Implantation du rideau de palplanche dans le miroir d'eau	16
4.1.5. Dragage	17
4.1.6. Hypothèse de phasage travaux	17
4.1.7. Référentiel normatif	19
4.1.8. Corrosion	19
4.1.9. Surcharges chantier	19
4.1.10. Surcharges définitives	20
+ 4.2. CALCULS DES SOUTENEMENTS	20
4.2.1. Méthode de calcul – Vérifications ELU	20
4.2.1.1. Vérification de la fiche	21
4.2.1.2. Vérification de la contre-butée avec « l'approche D »	22
4.2.1.3. Vérification de la contre-butée avec « l'approche F »	22
4.2.2. Méthode de calcul – Vérifications ELS	23
4.2.3. Pondération ELU	24
5.STABILITE DE LA DIGUE DE LA ZONE BP1	24
+ 5.1. CONTEXTE ET HYPOTHESES	25
5.1.1. Contexte géologique	25

5.1.2.	Contexte géotechnique	25
5.1.2.1.	Lithologie générale	27
5.1.2.2.	Perméabilités	29
5.1.2.3.	Caractéristiques de résistance au cisaillement	30
5.1.3.	Contexte hydrogéologique	30
5.1.3.1.	Général	30
5.1.3.2.	Relation nappe/rivière/canal	34
5.1.3.3.	Interprétation du suivi piézométrique	34
5.1.3.4.	Hypothèses pour le dimensionnement	38
5.1.4.	Contexte hydraulique	39
5.1.4.1.	Général	39
5.1.4.2.	Fonctionnement du Canal en condition normale	40
5.1.4.3.	Fonctionnement du Canal en condition exceptionnelle	41
5.1.4.4.	Assainissement de la plateforme ferroviaire	41
5.1.5.	Caractéristiques et hypothèses concernant la digue actuelle du canal	42
+ 5.2.	ANALYSE DES MODIFICATIONS APPORTEES A LA DIGUE PAR BP1	43
5.2.1.	Méthode	43
5.2.2.	Nouvelle voie et tranchée drainante	44
5.2.3.	Berlinoise et dispositif de drainage	46
5.2.4.	Terrassement en pied et talus aval de digue et tranchée drainante	47
5.2.5.	Modifications provisoires pour phase travaux	48
5.2.6.	Analyse des écoulements à travers la digue	49
5.2.6.1.	Digue actuelle	49
5.2.6.2.	Digue projetée	50
5.2.6.3.	Distinction prescription ferroviaire/digue	51
+ 5.3.	PRESCRIPTIONS DE CALCULS DE STABILITE	52
5.3.1.	Calcul de stabilité de talus	52
5.3.1.1.	Talus amont de la digue	52
5.3.1.2.	Talus aval de la digue	52
5.3.1.3.	Situations de calculs	53
5.3.2.	Dimensionnement des murs de soutènement	53

6. STABILITE DE LA DIGUE DE LA ZONE BP2 54

+ 6.1.	CONTEXTE ET HYPOTHESES	54
6.1.1.	Contexte géologique	54
6.1.2.	Contexte géotechnique	54
6.1.2.1.	Lithologie générale	56

6.1.2.2.	Matériaux constitutifs de la digue et de sa fondation	56
6.1.2.3.	Perméabilités	58
6.1.2.4.	Caractéristiques de résistance au cisaillement	59
6.1.3.	Contexte hydrogéologique	59
6.1.3.1.	Général	59
6.1.3.2.	Relation nappe/rivière/canal	63
6.1.3.3.	Interprétation du suivi piézométrique	63
6.1.3.4.	Hypothèses pour le dimensionnement	67
6.1.4.	Contexte hydraulique	68
6.1.4.1.	Général	68
6.1.4.2.	Fonctionnement du Canal en condition normale	69
6.1.4.3.	Fonctionnement du Canal en condition exceptionnelle	70
6.1.4.4.	Assainissement de la plateforme ferroviaire	70
6.1.5.	Caractéristiques et hypothèses concernant la digue actuelle du canal	71
+ 6.2.	ANALYSE DES MODIFICATIONS APPORTEES A LA DIGUE PAR BP2 ET RECOMMANDATIONS	72
6.2.1.	Méthode	72
6.2.2.	Recharge en pied	72
6.2.3.	Recharge en pied et tranchée drainante en pied	73
6.2.4.	Modification du talus aval	75
6.2.5.	Modification du talus aval et tranchée d'infiltration	75
6.2.6.	Modification du talus aval et palplanche amont	77
6.2.7.	Mur de soutènement et palplanche amont	77
6.2.8.	Modifications provisoires pour phase travaux	79
6.2.9.	Analyse des écoulements à travers la digue	81
6.2.9.1.	Digue actuelle	81
6.2.9.2.	Digue projetée	83
+ 6.3.	PRESCRIPTIONS DE CALCULS DE STABILITE	84
6.3.1.	Calcul de stabilité de talus	84
6.3.1.1.	Talus amont de la digue	84
6.3.1.2.	Talus aval de la digue	84
6.3.1.3.	Situations de calculs	85
6.3.2.	Dimensionnement des murs de soutènement	86

7. STABILITE DE LA DIGUE DE LA ZONE LOT B 87

+ 7.1.	CONTEXTE ET HYPOTHESES	87
7.1.1.	Contexte géologique	87
7.1.2.	Contexte géotechnique	88

	AMENAGEMENTS FERROVIAIRES AU NORD DE TOULOUSE Note sur la stabilité de la digue du canal latéral à la Garonne	Réf. AFNT-0003703
	DOCUMENT SNCF RESEAU	

7.1.2.1.	Lithologie générale	91
7.1.2.2.	Matériaux constitutifs de la digue et de sa fondation	92
7.1.2.3.	Caractéristiques de résistance au cisaillement	93
7.1.3.	Contexte hydrogéologique	93
7.1.3.1.	Général	93
7.1.3.2.	Relation nappe/rivière/canal	97
7.1.3.3.	Interprétation du suivi piézométrique	97
7.1.3.4.	Hypothèses pour le dimensionnement	101
7.1.4.	Contexte hydraulique	102
7.1.4.1.	Général	102
7.1.4.2.	Fonctionnement du Canal en condition normale	103
7.1.4.3.	Fonctionnement du Canal en condition exceptionnelle	104
7.1.4.4.	Assainissement de la plateforme ferroviaire	104
7.1.5.	Caractéristiques et hypothèses concernant la digue actuelle du canal	105
+	7.2. ANALYSE DES MODIFICATIONS APPORTEES A LA DIGUE PAR LE LOT B	106
7.2.1.	Méthode	106
7.2.2.	Tranchées infiltrations et soutènement avec présence de palplanches	107
7.2.2.1.	Création de deux nouvelles voies côté Canal, tranchée infiltration et longrine sur pieux avec présence de palplanches	107
7.2.2.2.	Création de deux nouvelles voies côté Canal, une nouvelle voie côté terre, tranchées infiltration et paroi berlinoise avec présence de palplanches	108
7.2.3.	Tranchées infiltrations et soutènement sans présence de palplanches	109
7.2.3.1.	Création de deux nouvelles voies côté Canal, tranchée infiltration et longrine sur pieux sans présence de palplanches	109
7.2.3.2.	Création d'une nouvelle voie côté Canal, une nouvelle voie côté terre, tranchée infiltration et longrine sur pieux sans présence de palplanches	110
7.2.3.3.	Création de deux nouvelles voies côté Canal, une nouvelle voie côté terre, tranchées infiltration et paroi berlinoise sans présence de palplanches	110
7.2.3.4.	Création de deux nouvelles voies côté Canal, une nouvelle voie côté terre, tranchées infiltration et longrine sans présence de palplanches	111
7.2.4.	Tranchées infiltration sans palplanches	112
7.2.5.	Voies sans palplanches	113
7.2.5.1.	Voies sans palplanches avec écran acoustique	113
7.2.5.2.	Voies sans palplanches sans écran acoustique	113
7.2.6.	Modifications provisoires pour phase travaux	114
7.2.7.	Analyse des écoulements à travers la digue	115
7.2.7.1.	Digue actuelle	115
7.2.7.2.	Digue projetée	117
7.2.7.3.	Distinction prescription ferroviaire/digue	119

+ 7.3. PRESCRIPTIONS DE CALCULS DE STABILITE	119
7.3.1. Calcul de stabilité de talus	119
7.3.1.1. Talus amont de la digue	119
7.3.1.2. Talus aval de la digue	119
7.3.1.3. Situations de calculs	119
7.3.2. Dimensionnement des murs de soutènement	121
7.3.3. Dimensionnement des poteaux catenaires	121

8. STABILITE DE LA DIGUE DE LA ZONE LOT C 122

+ 8.1. CONTEXTE ET HYPOTHESES	122
8.1.1. Contexte géologique	122
8.1.2. Contexte géotechnique	123
8.1.2.1. Lithologie générale	126
8.1.2.2. Matériaux constitutifs de la digue et de sa fondation	126
8.1.2.3. Caractéristiques de résistance au cisaillement	128
8.1.3. Contexte hydrogéologique	128
8.1.3.1. Général	128
8.1.3.2. Relation nappe/rivière/canal	132
8.1.3.3. Interprétation du suivi piézométrique	132
8.1.3.4. Hypothèses pour le dimensionnement	136
8.1.4. Contexte hydraulique	137
8.1.4.1. Général	137
8.1.4.2. Fonctionnement du Canal en condition normale	138
8.1.4.3. Fonctionnement du Canal en condition exceptionnelle	139
8.1.4.4. Assainissement de la plateforme ferroviaire	139
8.1.5. Caractéristiques et hypothèses concernant la digue actuelle du canal	140
+ 8.2. ANALYSE DES MODIFICATIONS APPORTEES A LA DIGUE PAR LE LOT C	141
8.2.1. Méthode	141
8.2.2. Tranchées d'infiltration sans présence de palplanches	142
8.2.3. Tranchées d'infiltration avec présence de palplanches	143
8.2.4. Création d'une tranchée d'infiltration + longrine avec micropieux avec présence de palplanches	143
8.2.5. Création d'une tranchée d'infiltration + longrine avec micropieux sans présence de palplanches	144
8.2.6. Création longrine avec micropieux sans présence de palplanches	145
8.2.7. Création tranchées d'infiltration sans présence de palplanches	145
8.2.8. Création de voies sans présence de palplanches	146

	AMENAGEMENTS FERROVIAIRES AU NORD DE TOULOUSE Note sur la stabilité de la digue du canal latéral à la Garonne DOCUMENT SNCF RESEAU	Réf. AFNT-0003703
---	--	--------------------------

8.2.9.	Création Mur de soutènement avec présence de palplanches	147
8.2.10.	Création mur de soutènement sans palplanches	148
8.2.11.	Modifications provisoires pour phase travaux	148
8.2.12.	Analyse des écoulements à travers la digue	149
8.2.12.1.	Digue actuelle	149
8.2.12.2.	Digue projetée	151
8.2.12.3.	Distinction prescription ferroviaire/digue	152
+ 8.3.	PRESCRIPTIONS DE CALCULS DE STABILITE	152
8.3.1.	Calcul de stabilité de talus	152
8.3.1.1.	Talus amont de la digue	152
8.3.1.2.	Talus aval de la digue	152
8.3.1.3.	Situations de calculs	153
8.3.2.	Dimensionnement des murs de soutènement	155
8.3.3.	Dimensionnement des poteaux catenaires	155

9. CONCLUSION SUR LA STABILITE DE LA DIGUE 156

10. POINTS PARTICULIERS 156

+ 10.1.	HAUTEUR DE DIGUE	156
+ 10.2.	REVANCHE DE LA PALPLANCHE AU-DESSUS DU MIROIR D'EAU	157
+ 10.3.	AMENAGEMENTS AUX EXTREMITES DES ZONES DE PALPLANCHES	157

ANNEXES 159

+ ANNEXE 1 :	ARRÊTÉ PRÉFECTORAL DU 10/10/2014 DE CLASSEMENT DES DIGUES DE HAUTE-GARONNE	160
+ ANNEXE 2 :	PLAN GÉNÉRAL DES TRAVAUX SUR LE DOMAINE PUBLIC FLUVIAL	170
+ ANNEXE 3 :	CARNET DE PROFILS EN TRAVERS DU BLOC GÉOGRAPHIQUE BP1	179
+ ANNEXE 4 :	CARNET DE PROFILS EN TRAVERS DU BLOC GÉOGRAPHIQUE BP2	189

	AMENAGEMENTS FERROVIAIRES AU NORD DE TOULOUSE Note sur la stabilité de la digue du canal latéral à la Garonne DOCUMENT SNCF RESEAU	Réf. AFNT-0003703
---	--	--------------------------

+ ANNEXE 5 : CARNET DE PROFILS EN TRAVERS DU BLOC GÉOGRAPHIQUE LOT B	213
+ ANNEXE 6 : CARNET DE PROFILS EN TRAVERS DU BLOC GÉOGRAPHIQUE LOT C	234

1. CONTEXTE

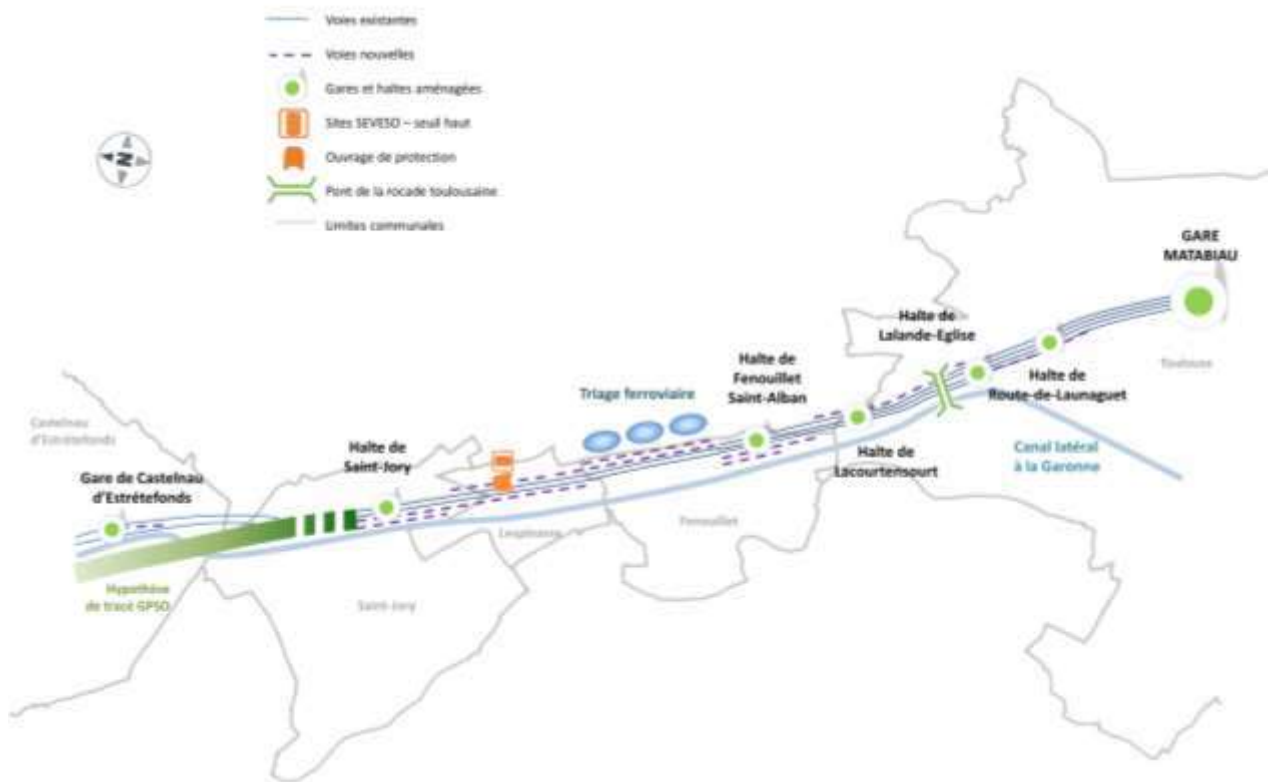
Dans la cadre du projet des Aménagements ferroviaires au nord de Toulouse (AFNT), SNCF Réseau projette en particulier d'élargir la plate-forme ferroviaire entre la gare de Toulouse Matabiau et la zone de raccordement de la ligne nouvelle Bordeaux-Toulouse, située au nord de la commune de Saint-Jory et au sud de la rivière Hers.

Ainsi, la plateforme actuelle, aujourd'hui à 2, 3 ou 4 voies selon les secteurs sera une plateforme homogène à 4 voies, afin de créer 2 voies rapides pour le trafic sans arrêt (TGV, trains d'équilibre du territoire, TER intervilles, fret sans escale à la gare marchandises) et 2 voies lentes pour le trafic avec arrêts (TER omnibus, fret avec arrêt à la gare marchandises).

Sur la commune de Castelnau d'Estrétefonds, la création d'une voie de terminus partiel des TER périurbains nécessite l'élargissement ponctuel de la plate-forme à 3 voies dans la zone de gare.

La section de ligne ferroviaire de la ligne Bordeaux-Sète, entre Toulouse et Castelnau d'Estrétefonds est, de manière générale parallèle au canal latéral à la Garonne et s'en éloigne peu, de quelques dizaines de mètres au maximum, entre Castelnau d'Estrétefonds et l'entrée de la ville de Toulouse, sous le pont du périphérique.

L'élargissement de la plateforme ferroviaire se fera alternativement du côté ouest de la plateforme existante, donc du côté du canal latéral à la Garonne, et du côté est de la plateforme existante, symbolisé par la présence de la voirie M820 (ex- route nationale 20).



	AMENAGEMENTS FERROVIAIRES AU NORD DE TOULOUSE Note sur la stabilité de la digue du canal latéral à la Garonne	Réf. AFNT-0003703
	DOCUMENT SNCF RESEAU	

L'extension de la plate-forme du côté du canal fera l'objet d'acquisitions foncières permettant d'élargir le domaine public ferroviaire sur le domaine public fluvial actuel. Des travaux sont également envisagés sur l'emprise qui restera domaine public fluvial. L'ensemble de ces travaux fait l'objet d'une convention en cours de rédaction entre VNF et SNCF Réseau, relative à la réalisation des travaux, à la maintenance ultérieure, aux aspects fonciers et financiers dans le cadre du projet AFNT.

La réalisation de l'ensemble de ces travaux est soumise à l'octroi d'une autorisation environnementale unique, regroupant diverses autorisations (défrichement, Loi sur l'eau, dérogation aux espèces protégées), établies sur la foi d'une étude d'impact du projet sur l'environnement.

Les principaux travaux sur le domaine public fluvial actuel sont les suivants :

- la réalisation de terrassements,
- la construction d'un réseau de drainage et assainissement longitudinal avec tranchées d'infiltration ou conduite des eaux pluviales vers un exutoire public,
- la pose des équipements ferroviaires : voie ferrée (ballast, traverses et rails), caténaires (supports simples ou complexes, portiques au-dessus des voies), de signalisation et de télécommunications (centres d'éclatement, artères de câbles électriques et câbles à fibre optique, signaux, installations de sécurité visant à assurer la circulation des trains),
- la réalisation des ouvrages d'accès aux quais depuis les pôles d'échanges multimodaux et espaces publics ; il est à noter que l'accès aux quais de Lacourtenourt côté ouest sera réalisée au moyen d'une passerelle qui enjambera le canal latéral,
- la construction d'ouvrages d'art de franchissement des emprises ferroviaires :
 - o pont-rail de Saint-Jory (voirie M20)
 - o pont-rail du moulin à Lespinasse (voirie M63H)
 - o pont-route de Fenouillet (voirie M14)
 - o pont-route de Lacourtenourt (voirie M64)
 - o pont-rail du Maltemps à Toulouse
 - o pont-route de Rupé
- la construction de murs de soutènement, en particulier dans les secteurs où la réalisation de talus aurait un impact sur le miroir d'eau du canal latéral,
- la mise en place de clôtures visant à minimiser le risque de pénétration dans les emprises en phase d'exploitation ultérieure,
- la création d'un chemin de contre-halage qui permettra le cheminement des piétons et cycles sur la digue est du canal, tel que projeté dans le cadre du projet Grand Parc Canal ; sa largeur globale sera, sauf cas exceptionnel de réduction, de 3 m, et il sera bordé côté canal d'un corridor écologique de plantes basses (hélrophytes) ; à la demande de VNF, ce chemin de contre-halage abritera la réalisation d'une artère de fourreaux multitubulaire qui pourra accueillir les réseaux concédés par VNF,
- la réalisation d'aménagements sur la berge est du canal et dans le miroir d'eau, à chaque fois que les aménagements précédents ne contiendront pas dans l'espace restant entre la limite d'emprise actuelle et le canal latéral ; ces aménagements pourront être malgré tout

sans impact sur le miroir d'eau lorsqu'il s'agira de garantir la stabilité de la digue actuelle vis-à-vis des circulations d'engins,

- l'intégration paysagère, avec végétalisation des ouvrages (clôtures, murs antibruit) autant que possible et dans la limite de l'espace disponible ; il faut noter que jamais l'intégration paysagère n'amène à augmenter le linéaire d'impact du projet AFNT sur le miroir d'eau du canal.

2. OBJECTIF

Dans le cadre du Dossier environnemental unique, SNCF Réseau se doit d'apporter la preuve qu'elle maîtrise les impacts du projet sur l'environnement et qu'elle a mis en place les mesures d'évitement, de réduction et de compensation des effets du projet sur l'environnement.

La digue du canal latéral à la Garonne, située entre le canal et l'emprise ferroviaire fait partie de l'environnement du projet. Les travaux le long de la digue constituent une modification d'ouvrage classé au titre de la rubrique 3.2.5.0 du code de l'environnement.

En outre, par Arrêté préfectoral du 10 octobre 2014 portant classement des digues et canaux, écluses et ouvrages hydrauliques annexes du Canal du Midi en Haute-Garonne, certains biefs et installations du canal latéral ont fait l'objet d'un classement « Barrage de type C ou D » vis-à-vis de la sécurité des territoires et des populations avoisinantes.

L'objectif de la présente note est d'apporter la preuve que les travaux projetés par SNCF Réseau n'affectent pas la stabilité de la digue est du canal latéral à la Garonne, aussi bien en configuration cible que dans les différentes phases travaux qui vont s'étaler de 2024 à 2031.

3. STRUCTURE DE LA NOTE

Les études et travaux projetés dans le cadre des AFNT s'étendent, du nord au sud, de la gare de Castelnau d'Estrétefonds à Toulouse. Tous sont réalisés sous maîtrise d'ouvrage SNCF Réseau.

Ils sont découpés en différents blocs géographiques :

- BP1 : Zone nord de Castelnau d'Estrétefonds, isolée autour de la gare
- BP2 : Zone de Saint-Jory, qui s'étend sur toute la commune, depuis la rivière Hers côté nord jusqu'à la limite entre les communes de Saint-Jory et Lespinasse (nord)
- Lot B : Zone de la gare marchandises située sur les communes de Lespinasse (sud) et Fenouillet (nord)
- Lot C : Zone sud sur les communes de Fenouillet (sud) et Toulouse

Ces 4 zones sont repérables par des PK ferroviaires et fluviaux, convertibles selon les formules suivantes :

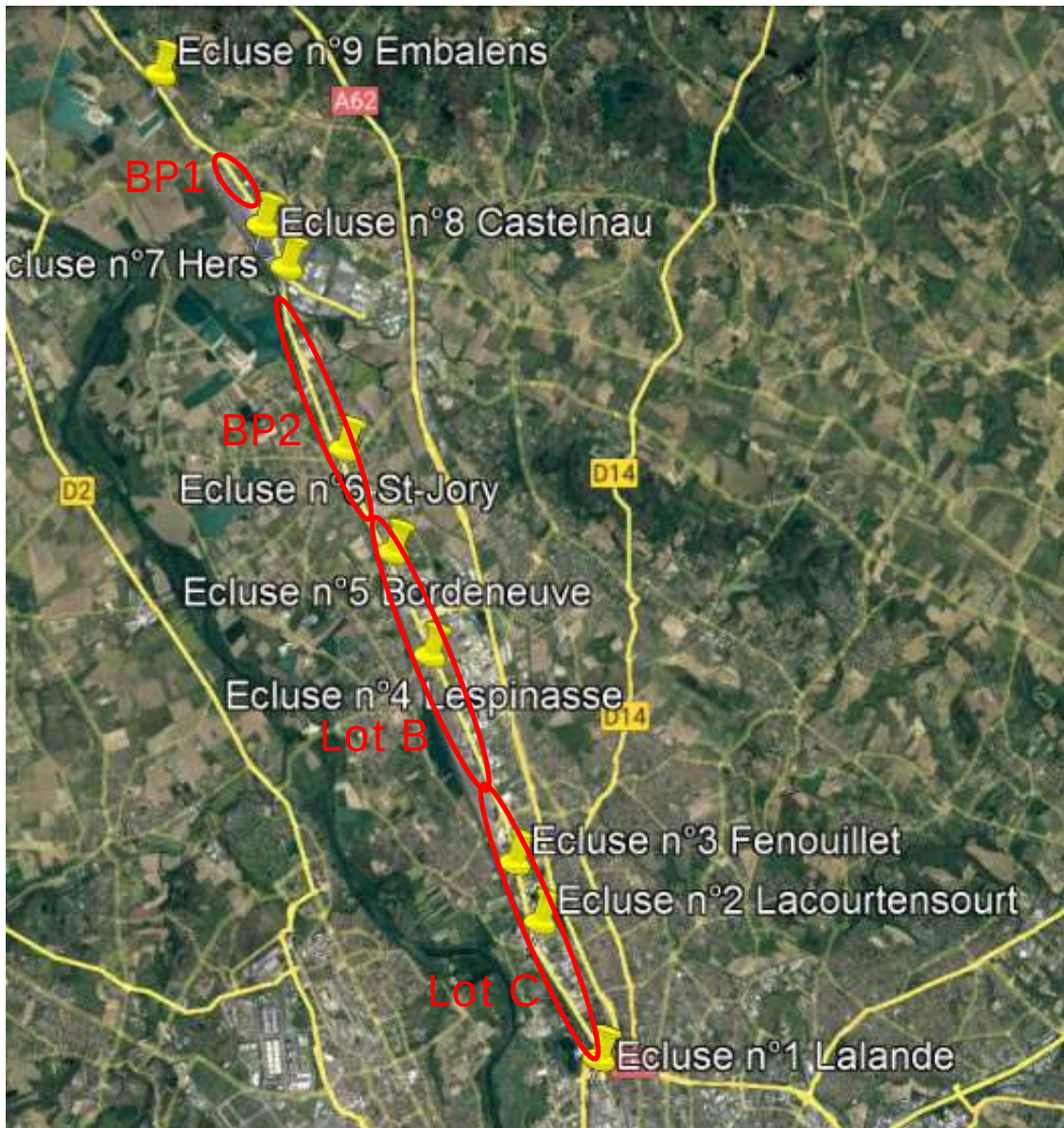
	AMENAGEMENTS FERROVIAIRES AU NORD DE TOULOUSE Note sur la stabilité de la digue du canal latéral à la Garonne	Réf. AFNT-0003703
	DOCUMENT SNCF RESEAU	

$$PK_{\text{fluvial}} = 255,730 - PK_{\text{ferroviaire}}$$

$$PK_{\text{ferroviaire}} = 255,730 - PK_{\text{fluvial}}$$

Le tableau suivant donne les étendues des 4 blocs géographiques précédemment cités :

Bloc ou zone	Etendue du domaine ferroviaire	Etendue du domaine fluvial
BP1 : Zone de Castelnau	Km 234,900 à 235,500	Km 20,230 à 20,830 Bief d'Embalens (sud)
BP2 : Zone de Saint-Jory	Km 237,500 à 241,500	Km 14,230 à 18,230 Biefs de l'Hers et de Saint-Jory (nord)
Lot B : Zone de la gare marchandises	Km 241,500 à 246,500	Km 9,230 à 14,230 Biefs de Saint-Jory (sud), Bordeneuve et de Lospinasse (nord)
Lot C : zone de Fenouillet (sud) à Toulouse	Km 246,500 à 251,200	Km 4,530 à 9,230 Biefs de Lospinasse (sud), de Fenouillet et de Lacourtenourt



Pour l'ensemble des travaux impactant la digue, SNCF Réseau s'est attaché les services d'une maîtrise d'œuvre de contrôle, agréée « études et travaux sur digues », en faisant appel à la Société Hydratec, avec deux objectifs :

- Répondre aux exigences réglementaires de la loi sur l'eau Art R214-120 et au besoin qui en découle de disposer d'une qualification barrages pour réaliser des études et travaux impactant une digue classée ;
- Mobiliser une expertise technique en appui aux blocs projets géographiques pour s'assurer de la prise en compte des sujétions techniques adéquates pour sécuriser les études et travaux impactant la digue du canal latéral à la Garonne.

Pour chaque bloc géographique, la société Hydratec a rédigé une note visant à justifier la stabilité de la digue pendant les travaux et en situation définitive. Chaque note s'appuie sur des notes de calcul et des profils en travers et a pour objectifs :

	AMENAGEMENTS FERROVIAIRES AU NORD DE TOULOUSE Note sur la stabilité de la digue du canal latéral à la Garonne	Réf. AFNT-0003703
	DOCUMENT SNCF RESEAU	

- L'analyse des coupes issues des études PRO produites par les 4 blocs projets et la définition des vérifications/adaptations à effectuer.
- La définition des cas de charges à étudier pour vérifier la stabilité mécanique de la digue à chaque phase, en conformité avec l'arrêté de prescription technique barrage et les recommandations du CBFRR (Comité Français des Barrages et Réservoirs). Ces cas de charges complémentaires seront ensuite menés par les blocs projets (calcul de dimensionnement de la berlinoise, calcul de la stabilité au grand glissement).
- Les vérifications nécessaires pour justifier de l'absence de risque d'érosion interne (critères géométriques, gradient maximal, règles de filtres, ...) ou les besoins d'adaptations du projet, si ceux-ci s'avèrent nécessaires.

L'essentiel de ces notes est repris dans les chapitres suivants :

- Chapitre 5 : Analyse de la digue relative au BP1
- Chapitre 6 : Analyse de la digue relative au BP2
- Chapitre 7 : Analyse de la digue relative au Lot B
- Chapitre 8 : Analyse de la digue relative au Lot C
- Chapitre 9 : Conclusion sur la stabilité de la digue

Le Chapitre 4 qui suit, ne traite que d'un périmètre plus réduit, celui sur lequel SNCF Réseau est amené à mettre en place des palplanches. Il détaille le dimensionnement et le calcul des palplanches.

Enfin, le Chapitre 10 est plus particulièrement consacré aux points particuliers que sont les hauteurs de digue, la revanche de la palplanche au-dessus du miroir d'eau et les discontinuités de palplanches.

4. DIMENSIONNEMENT ET CALCUL DES PALPLANCHES

Afin de pouvoir élargir l'emprise ferroviaire pour y implanter la nouvelle plate-forme ferroviaire avec la présence proche du canal latéral à la Garonne, SNCF Réseau a été amené à étudier la mise en place de palplanches :

- soit pour renforcer mécaniquement la berge dans les secteurs nommés "renforcement de piste" afin de pouvoir supporter les charges de chantier à venir sur le chemin de contre-halage, ce qui représente une longueur de 1 368 mètres ;
- soit d'assurer la tenue de la nouvelle digue, de manière définitive dans les secteurs nommés "miroir d'eau" (où les aménagements des AFNT empièteront sur le canal) et de supporter les charges de chantier à venir sur le chemin reconstitué, ce qui représente une longueur de 3 363 mètres.

Le tableau ci-après détaille le linéaire selon les PK ferroviaires et les blocs projets :

Bloc Projet	Zones de renforcement de piste					Zones d'impact miroir d'eau				
	PK ferro début	PK ferro fin	PK canal début	PK canal fin	Longueur (en m)	PK ferro début	PK ferro fin	PK canal début	PK canal fin	Longueur (en m)
BP1						234,800	235,550	20,930	20,180	750
BP1	235,550	235,610	20,180	20,120	60					
BP1						235,610	235,630	20,120	20,100	20
BP1	235,630	235,670	20,100	20,060	40					
BP1						235,670	235,690	20,060	20,040	20
BP1	235,690	235,890	20,040	19,840	200					
BP2	239,690	239,800	16,040	15,930	110					
BP2						239,800	240,060	15,930	15,670	260
BP2	240,060	240,230	15,670	15,500	170					
BP2	240,320	240,445	15,410	15,285	125					
BP2	240,990	241,100	14,740	14,630	110					
BP2						241,100	241,500	14,630	14,230	400
Lot B						241,500	241,810	14,230	13,920	310
Lot B						242,890	244,090	12,840	11,640	1200
Lot B	244,240	244,290	11,490	11,440	50					
Lot C	246,320	246,460	9,410	9,270	140					
Lot C						246,460	246,720	9,270	9,010	260
Lot C	246,720	246,860	9,010	8,870	140					
Lot C	248,800	248,950	6,930	6,780	150					
Lot C						248,950	249,093	6,780	6,637	143
Lot C	249,093	249,166	6,637	6,564	73					
	Total « Renforcement de piste »				1368 m	Total « Impact miroir d'eau »				3363 m

4.1. HYPOTHESES DE DIMENSIONNEMENT

Toutes les hypothèses liées au contexte géologique, géotechnique, hydrogéologique, hydraulique, ainsi que les caractéristiques de la digue actuelle sont détaillées dans les chapitres 5.1, 6.1, 7.1 et 8.1 de chaque bloc projet.

S'agissant de l'assainissement de la plate-forme ferroviaire en situation future, la plate-forme ferroviaire est dimensionnée pour une pluie de période de retour 20 ans. Jusqu'à cette intensité, les eaux sont stockées et/ou évacuées via les fossés d'infiltration et /ou les collecteurs. Au-delà, la plateforme ferroviaire commence à être inondée, pour finalement être surversée. Les buses traversants les voies sont dimensionnées pour un évènement centennal.

Ainsi le pied de digue du canal sera en eau pour des événements supérieurs à une période de retour 20 ans.

4.1.1. Dimensionnement en phase définitive

Situation	Type (CFBR)	Niveau amont des palplanches (côté canal)	Niveau aval des palplanches (côté voies SNCF)
Fonctionnement normal	Normal	RN = remblai naturel	Niveau moyen de la nappe
Dysfonctionnement canal	Rare/Exceptionnel/Transitoire	RN+50cm ou crête si inférieur	Niveau moyen de la nappe
Evènement de pluie > 20 ans / dysfonctionnement du drainage aval	Rare/Exceptionnel/Transitoire	RN	RN – 1 m (saturation de la digue)
Vidange du canal	Rare/Exceptionnel/Transitoire	Fond du canal (RN – 2m)	Niveau moyen de la nappe
Saturation de l'assainissement ferroviaire	Rare/Exceptionnel/Transitoire	RN	Niveau haut de la plateforme

Hypothèses prises pour le dimensionnement – Phase définitive

Ce dernier cas ne rentre pas en compte dans les cas de dimensionnement de la palplanche, mais les lots géographiques devront vérifier que leurs travaux et/ou aménagements ne peuvent pas conduire à une saturation de l'assainissement ferroviaire.

4.1.2. Dimensionnement en phase travaux

Situation	Type (CFBR)	Niveau amont des palplanches (côté canal)	Niveau aval des palplanches (côté voies SNCF)
Fonctionnement normal	Normal	RN = remblai naturel	Niveau moyen de la nappe
Dysfonctionnement canal	Rare/Exceptionnel/Transitoire	RN+50cm ou crête si inférieur	Niveau moyen de la nappe
Phase provisoire de chantier (époussetement de nappe côté aval après mise en place de la palplanche)	Rare/Exceptionnel/Transitoire	RN	Niveau de fond de fouille

Hypothèses prises pour le dimensionnement – Phase travaux

4.1.3. Revanche

En phase définitive, la revanche ne doit pas être inférieure à la revanche actuelle. Un lissage du profil en long sera tout de même possible.

En phase travaux, une revanche minimale de 50 cm est conservée.

4.1.4. Implantation du rideau de palplanche dans le miroir d'eau

La position de la palplanche est donnée dans le carnet des profils en travers.

	AMENAGEMENTS FERROVIAIRES AU NORD DE TOULOUSE Note sur la stabilité de la digue du canal latéral à la Garonne	Réf. AFNT-0003703
	DOCUMENT SNCF RESEAU	

4.1.5. Dragage

Le canal historique latéral à la Garonne a fait l'objet d'un dragage effectué par Voies Navigables de France, c'est-à-dire un recépage du fond du canal de manière à augmenter sa capacité de passage. Les paramètres à prendre en compte pour mettre en place la nouvelle géométrie du canal « dragué » pour chaque profil sont présentés dans les coupes habillées et dans le cahier des profils en travers.

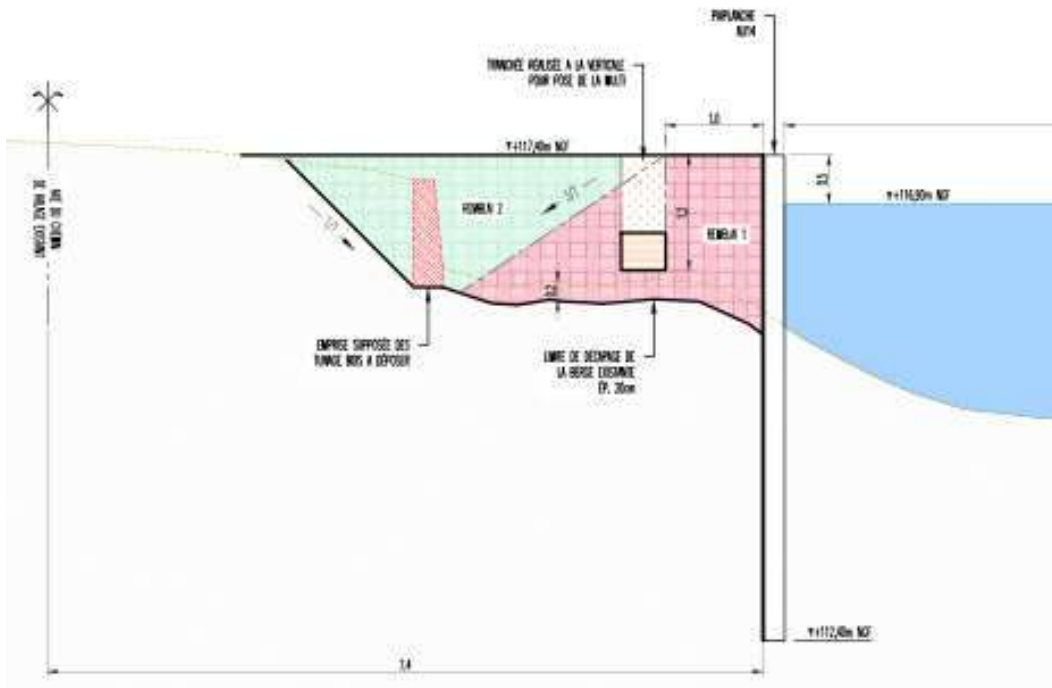
4.1.6. Hypothèse de phasage travaux

Le dimensionnement de la palplanche est largement dimensionné par le phasage de travaux qui aura lieu à l'aval de celles-ci (côté ferroviaire).

La problématique a été partiellement prise dans le sens inverse avec des directives données aux blocs projets géographiques pour la réalisation de leurs travaux. En particulier, des dispositions constructives ont été retenues pour éviter que les lots géographiques viennent, par leurs travaux, endommager les palplanches, ce qui aurait pour conséquence d'éventrer le soutènement du canal et de noyer localement la zone de travaux. La disposition retenue est avant tout géométrique, elle consiste à constituer une risberme de protection (de 1 m de large, puis pentée à 3H/2V) contre la palplanche, sécurisant ainsi les travaux. La pente de 3H/2V assure la stabilité de la risberme mais est aussi la garantie de la stabilité hydraulique de la digue pendant la phase provisoire. Dans le cas où les lots géographiques souhaiteraient excaver pour réaliser leurs travaux, ils peuvent le faire, sous réserve de respecter la géométrie de la risberme (c'est-à-dire en s'interdisant d'intercepter la pente de 3H/2V). Les calculs de stabilité du rideau de palplanches seront menés pour différents niveaux d'excavation, en respectant cette pente de 3H/2V. La mise en place de la risberme protège également la multi d'éventuels endommagements.

Dans le cas où les lots géographiques émettraient le besoin de descendre sous le plan 3H/2V, alors on sortira du domaine de validité des calculs menés avec les hypothèses de la présente note. Dans ce cas, et dans le même esprit des recommandations de l'IG90003, les conditions de stabilité ne seront plus couvertes par les calculs établis par le lot BP4, dès lors que le plan est intercepté. Les lots géographiques devront alors produire des études complémentaires pour démontrer que la stabilité géomécanique et hydraulique de leurs travaux est garantie et que la fonction de digue n'est pas altérée.

LOT A2 - PK 240
COUPE TYPE - IMPACT MIROIR D'EAU -
Echelle: 1/50



Coupe type avec représentation de la « risberme »

Le phasage pris en compte dans les calculs de soutènement suit le phasage caractéristique suivant:

- 1- Mise en place de la palplanche
- 2- Travaux de décapage (sur quelques décimètres) des dépôts sablo-vasards
- 3- Epuisement de nappe côté terre (pour évacuer l'eau à l'arrière de la palplanche avant mise en place des remblaiements). La mise en place de la multi se fait à cette étape.
- 4- Remblaiement jusqu'à la cote d'arase haute de la palplanche
- 5- Application des surcharges de chantier (30 kPa à partir d'une distance de 1 m du bord de la palplanche)
- 6- Simulation de phase de terrassement (si les lots géographiques en ont besoin provisoirement), toujours avec une surcharge de chantier de 30 kPa. Les terrassements se font selon la pente de 3/2 de la risberme. Plusieurs niveaux de terrassement sont étudiés (-1 m depuis niveau d'arase haute de la palplanche, -2 m, -3 m ...).
- 7- Remblaiement définitif avec application des surcharges définitives de 10 kPa (à partir d'une distance de 1 m du bord de la palplanche)
- 8- Recépage de la palplanche de 50 cm et mise en place d'une pente pour constituer le corridor écologique
- 9- Prise en compte de la corrosion de la palplanche (modification des caractéristiques de l'écran)
- 10- Cas de vidange (ou chômage) du canal. Une surcharge de 10 kPa est conservée pendant cette partie, à l'exception du Pont-route de Saint-Jory où une surcharge de 30 kPa est appliquée (exigence à respecter spécifiquement au droit de cet ouvrage).

4.1.7. Référentiel normatif

Le dimensionnement est réalisé selon la norme NF P 94-282/A1. Les aspects théoriques sont développés dans la note de calcul des soutènements.

4.1.8. Corrosion

A titre sécuritaire, et afin d'être compatible avec la durée de vie des ouvrages de voie ferrée, il a été retenu en première approche de dimensionner les palplanches en tenant compte d'une durée de vie de 100 ans. De ce fait, il est nécessaire de prendre en compte les effets de la corrosion sur cette période. La norme NF EN 1993-5 mentionne le taux de corrosion en fonction du type de sol avec lequel la palplanche est en contact et la durée de vie de l'ouvrage. La Erreur ! Source du r envoi introuvable. issue de cette norme donne les différents taux de corrosion à considérer.

Tableau 4.1 — Valeurs recommandées pour perte d'épaisseur [mm] due à la corrosion dans le cas des pieux et palplanches dans le sol, avec ou sans nappe phréatique

Durée d'utilisation de projet	5 ans	25 ans	50 ans	75 ans	100 ans
Sols naturels intacts (sable, limon, argile, schiste,)	0,00	0,30	0,60	0,90	1,20
Sols naturels pollués et sites industriels	0,15	0,75	1,50	2,25	3,00
Sols naturels agressifs (marais, marécages, tourbe...)	0,20	1,00	1,75	2,50	3,25
Remblais non compactés et non agressifs (argile, schiste, sable, limon,)	0,18	0,70	1,20	1,70	2,20
Remblais non compactés et agressifs (cendres, scories....)	0,50	2,00	3,25	4,50	5,75
Notes :					
1) Les taux de corrosion dans les remblais compactés sont inférieurs à ceux observés dans les remblais non compactés. Dans les remblais compactés, il convient de diviser par deux les chiffres du tableau.					
2) Les valeurs données pour 5 ans et 25 ans sont basées sur des mesures, tandis que les autres valeurs sont extrapolées.					

Evaluation de la perte d'épaisseur de la palplanche selon la norme NF EN 1995-3

Dans le cadre de ce projet, ont été prises les hypothèses suivantes :

- Côté terre, des travaux de remblaiement auront lieu, avec des matériaux dont on pourra contrôler le compactage : un taux de corrosion de 1,1 mm sera appliqué sur cette face.
- Côté canal, on ne peut exclure le fait que la palplanche soit, du moins partiellement, en contact avec des remblais non agressifs et non compactés. : un taux de corrosion de 2,2 mm sera appliqué sur cette face.

4.1.9. Surcharges chantier

Les surcharges de chantier qui ont été appliquées dans les calculs ont été choisies afin d'obtenir un cas enveloppe qui va dans le sens de la sécurité. La surcharge de chantier considérée vaut 30 kPa et est appliquée sur 3 m en se plaçant à un mètre de la tête de la palplanche.

Nota important : Les palplanches ne sont pas dimensionnées pour permettre, pendant la phase de travaux, la circulation d'engins lourds alors que le canal est en chômage. En conséquence, si une vidange du canal, programmée ou inopinée, devait avoir lieu pendant les travaux, SNCF Réseau interdirait la circulation d'engins lourds sur le chemin de contre-halage, existant ou reconstitué.

4.1.10. Surcharges définitives

De manière à modéliser la présence possible d'engins après la fin de la phase de chantier (travaux d'entretien par exemple), on applique sur la berge une charge définitive de 10 kPa en se plaçant à un mètre de la tête de la palplanche. Cette charge est appliquée à 1 mètre de la palplanche et sur une distance de 3 mètres, lorsque la géométrie le permet.

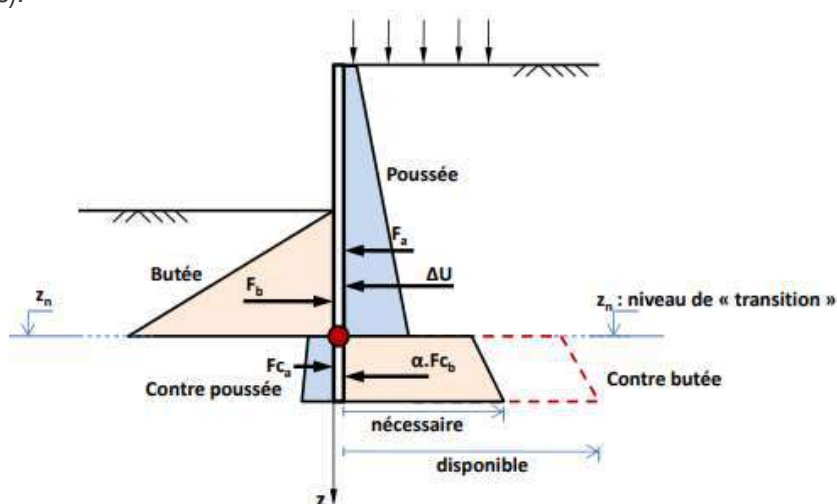
On considère également, pendant les phases de vidange du canal, une charge de 10 kPa, à l'exception du profil de Saint-Jory où une charge de 30 kPa est appliquée.

4.2. CALCULS DES SOUTÈNEMENTS

4.2.1. Méthode de calcul – Vérifications ELU

Les confortements seront réalisés par la mise en place de palplanches autostables (écran en console, sans niveau d'ancrage).

La norme NF P 94-282 impose l'utilisation d'un modèle aux équilibres limites (MEL) pour les vérifications ELU des phases où l'écran est en console. Ce modèle consiste, comme son nom l'indique, à examiner l'équilibre de l'écran, supposé parfaitement rigide (le calcul ne tient implicitement pas compte de la flexibilité propre de l'écran) en considérant que le sol des deux côtés de l'écran est à l'état limite de poussée/butée jusqu'à un certain point dit « point de transition ». Au-delà de celui-ci, le sol est supposé en état limite de contre-poussée à l'aval de l'écran, tandis qu'à l'amont, on s'assure que la contre-butée nécessaire à l'équilibre horizontal de l'écran est inférieure, avec une sécurité suffisante, à la contre-butée disponible sous le point de transition (voir figure ci-dessous).



Principe conventionnel du modèle d'équilibre limite (MEL)

Le facteur « α » est appelé facteur de « mobilisation » de la contre-butée et est défini comme le rapport entre la contre-butée nécessaire à l'équilibre horizontal de l'écran et celle disponible (ou limite). Les diagrammes de pressions introduits ci-dessus sont exprimés en « valeurs de calcul » selon le système de pondération détaillé au §4.2.3. L'équilibre limite de l'écran prend également

en compte les surcharges appliquées directement sur l'écran (force linéique, couple, surcharge trapézoïdale), également exprimées en valeurs de calcul.

Sur la base de ce modèle, et selon les dispositions de la norme NF P 94-282, on justifie la stabilité vis-à-vis du défaut de butée en procédant aux vérifications suivantes :

Vérification de la fiche, qui consiste à s'assurer que la fiche disponible est supérieure, avec une sécurité suffisante, à la fiche minimale nécessaire à l'équilibre des moments.

Vérification de la contre-butée, qui consiste à s'assurer que la contre-butée disponible sous le point de transition est suffisante pour équilibrer les efforts horizontaux. La mise en œuvre de cette vérification nécessite de déterminer la position du point de transition. Pour cela, deux modèles de calcul sont proposés dans K-Réa : approche D (appliquée par défaut) et approche F.

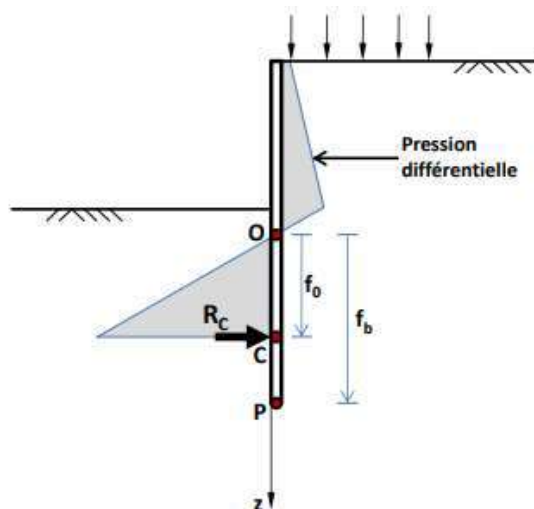
4.2.1.1. Vérification de la fiche

La vérification de la fiche de l'écran est basée sur la condition suivante :

$$f \geq 1,20 f_0$$

où :

- fb : fiche de l'écran « disponible » sous le point de pression différentielle nulle O ;
- f0 : fiche minimale, sous le point de pression différentielle nulle O, nécessaire à l'obtention de l'équilibre des moments (au-dessus du point C).



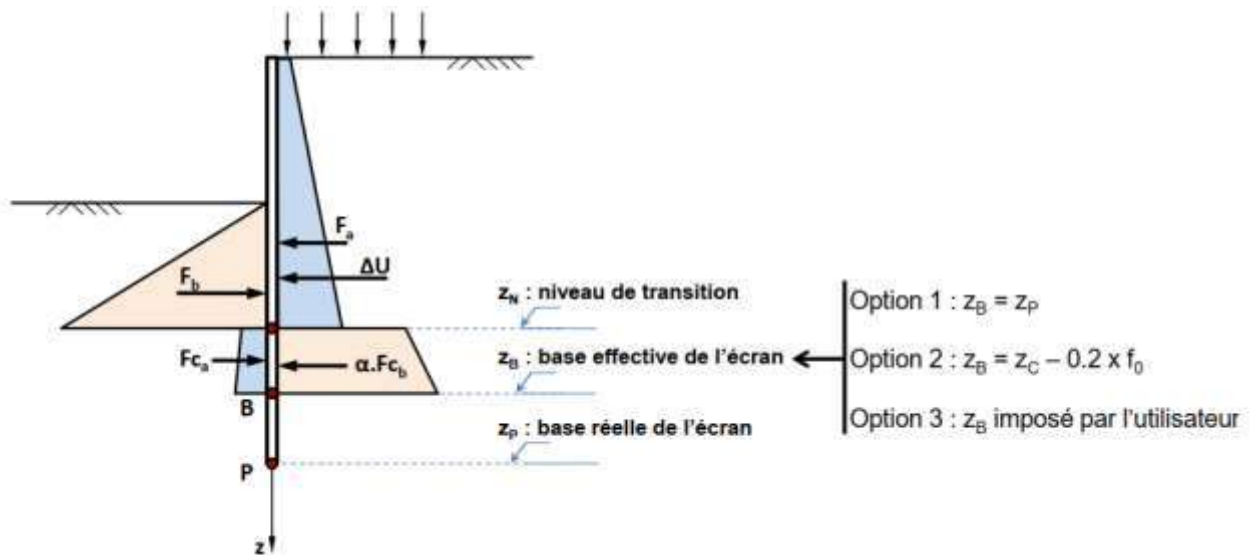
Notions de fiches minimale f_0 et disponible f_b selon le modèle MEL

4.2.1.2. Vérification de la contre-butée avec « l'approche D »

L'approche D, appliquée par défaut dans K-Réa, permet de s'affranchir d'hypothèses simplificatrices implicitement introduites en recherchant rigoureusement le point de transition z_n pour assurer l'équilibre global à la fois des efforts et des moments sur toute la hauteur de l'écran (voir Erreur ! Source du renvoi introuvable.).

Dans ce modèle, la fiche (conventionnelle, comptée à partir du point O) de l'écran prise en compte dans le calcul peut être « paramétrée » selon trois options :

- Option 1 fiche de calcul = fiche réelle de l'écran (option par défaut) ;
- Option 2 fiche de calcul = $1,2x f_0$ (recommandée si la fiche réelle est longue) ;
- Option 3 fiche de calcul = valeur imposée par l'utilisateur

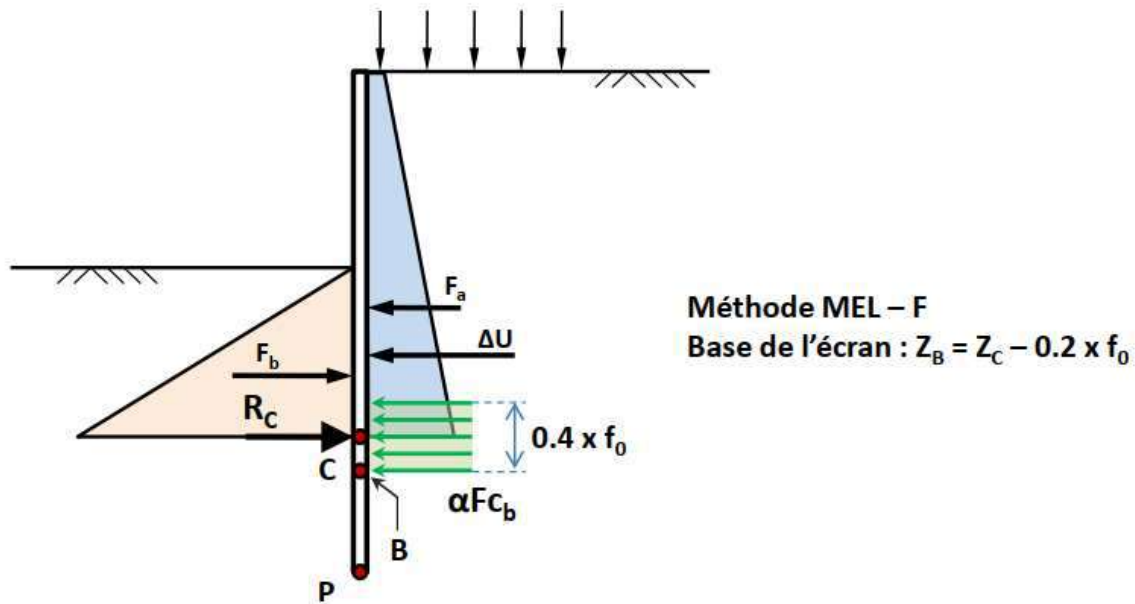


Vérification de la contre-butée par l'approche D dans K-réa

L'équilibre global de l'écran peut être traduit par un système de deux équations (équilibre des efforts et équilibre des moments) à deux inconnues (α , z_n) qui est résolu par un processus de recherche dichotomique avec un critère d'arrêt relatif fixé à 10^{-4} .

4.2.1.3. Vérification de la contre-butée avec « l'approche F »

La méthode F est une méthode simplifiée qui consiste à assimiler la contre-butée mobilisée à une pression uniforme appliquée sur une longueur égale à $0.2f_0$ de part et d'autre du point C, comme le montre la figure ci-dessous :



Vérification de la contre-butée par l'approche F dans K-réa

L'approche F permet de calculer le facteur de mobilisation « α » en résolvant l'équilibre des efforts horizontaux.

4.2.2. Méthode de calcul – Vérifications ELS

La méthode MEL est une méthode aux équilibres limites qui ne permet pas de faire une estimation des déformations. Pour déterminer la déformée du rideau, il est nécessaire de réaliser un calcul d'interaction sol-structure. Dans les calculs menés avec le logiciel Krea v4, cette estimation des déplacements est menée en utilisant la méthode d'interaction sol structure MISS-K décrite dans la norme NF 94-282/A1. Cette méthode n'est utilisée que pour obtenir une estimation des déformées à l'ELS, tandis que les vérifications ELU sont bien menées selon l'approche MEL.

Selon l'approche MISS-K, on considère l'écran comme une juxtaposition de poutres verticales soumises à la poussée, la butée des terres, et à la poussée de l'eau. L'action exercée par le terrain sur chaque face de la paroi est calculée en tenant compte du comportement élasto-plastique des terrains.

Les coefficients de réactions du sol sont calculés selon la formule de Schmitt.

$$k_h = \frac{2 * \left(\frac{E_m}{\alpha} \right)^{\frac{4}{3}}}{(EI / B_0)^{\frac{1}{3}}}$$

Les coefficients de poussée et de butée sont définis par les abaques de CAQUOT-KERISEL en tenant compte des coefficients de frottement sol-paroi béton δ/φ (interface sol-palplanche) suivants issus de la norme NF-P-94-282 (§ 5.1.2.3) :

En poussée : $\delta/\varphi = +1/3$,

En butée : $\delta/\varphi = -1/3$.

4.2.3. Pondération ELU

Au sens de la norme d'application de l'Eurocode 7 en France (NF P 94-282), l'approche 2/2* propose des coefficients partiels qui diffèrent selon le modèle de calcul utilisé (MISS ou MEL) pour l'équilibre ELU de l'écran :

- MISS : pondération (en post-traitement) des effets des actions et des résistances ;
- MEL : pondération (à la source) des actions et des résistances ; Dans les deux cas, aucune pondération n'est appliquée sur les paramètres de résistance. Le tableau ci-dessous présente les coefficients partiels proposés par défaut dans K-Réa quand cette approche est utilisée.

Approche 2/2*			Modèle MISS	Modèle MEL
Actions (γ_A)	Poussée active du sol		1.00	1.35
	Pression d'eau		1.00	1.35
	Poids propre écran		1.00	1.35
	Surcharges sur le sol	Permanent	1.00	1.00
		Variables	1.11	1.11
	Surcharges directes sur l'écran	Permanente favorable	1.00	1.00
		Permanente défavorable	1.00	1.35
		Variable défavorable	1.11	1.50
Effet des Actions (γ_E)	Sollicitations écran			
	Sollicitations ancrages		1.35	1.00
	Butée mobilisée			
Paramètres de résistance (γ_M)	Angle de frottement		1.00	1.00
	Cohésion (effective)			
Résistances (γ_R)	Butée mobilisable	Phase durable	1.40	1.40
		Phase transitoire	1.10	1.10
	Résistance des appuis	Limite élastique	1.00	-
	Massif d'ancrage (Kranz)	Effort déstabilisant	1.10	-

*Coefficients partiels appliqués dans l'approche 2/2**

5. STABILITE DE LA DIGUE DE LA ZONE BP1

La zone BP1 s'étend autour de la gare de Castelnau d'Estrétefonds sur les PK suivants :

- 234,900 < PK_{ferroviaire} < 235,500

- $20,230 < PK_{\text{fluvial}} < 20,830$

5.1. CONTEXTE ET HYPOTHESES

5.1.1. Contexte géologique

D'après les cartes géologique de Grenade-sur-Garonne, le projet s'inscrit dans le contexte géologique

suivant :

- Des remblais Anthropiques
- Fz : les alluvions actuelles et modernes indifférenciées de la Garonne
- g2-3 : le substratum constitué d'argiles, de molasses de l'Oligocènes et de marnes de l'Aquitaniien et du Stampien



Extrait de la carte géologique de Grenade-sur-Garonne

5.1.2. Contexte géotechnique

Le contexte géotechnique est apprécié sur la base des documents suivants :

- *Ligne Bordeaux à Sète, Aménagements Ferroviaires au Nord de Toulouse (AFNT)* – Rapport d'étude géotechnique G1 (ES+PGC) et G2 (AVP) – Lot 1 – Zone Nord PK 234+410 au PK 240+180 – Hydrogéotechnique Sud-Ouest – rapport C.14.42091 indice 2 daté du 27/07/2015 avec toutes ses annexes
- *Ligne Bordeaux à Sète, Aménagements Ferroviaires au Nord de Toulouse (AFNT)* – Rapport d'étude géotechnique G1 (ES+PGC) et G2 (AVP) – Lot 2 – Hydrogéotechnique Sud-Ouest – rapport C.14.42081 indice 2 du 30/06/2015 avec toutes ses annexes
- *Mission G1 « ES » compte-rendu, Sondage et Essais, GEOTECHNIQUE SAS* – Rapport Msd2020.12.074-G2 AVP du 11/02/2022, 1^{ère} version
- *Mission G2 PRO – Dossier PRO – Lot BP1, 04/07/2022, SYSTRA, 1^{ère} version*
- *AFNT – BP1 – Secteur CASTELNAU D'ESTRETEFONDS, Investigations géotechniques, GEOTEC, 19/07/2022, 1^{ère} version*

- *Notice technique géotechnique terrassement, Dossier PRO – Lot BP1, 29/07/2022, SYSTRA, 1^{ère} version*

De l'ensemble des sondages effectués dans le cadre de ces investigations , ceux intéressant directement la digue et le secteurs de BP1 , sont les suivants pour la phase PRO :

N°	X	Y	Z
PM1	1566469.41	3177651.88	110.76
PM2	1566489.59	3177618.34	111.5
PM3	1566503.33	3177596.01	111.11
PM4	1566529.11	3177553.22	111.69
PM5	1566546.49	3177524.81	112.86
PM6	1566562.07	3177500.42	112.76
PM7	1566571.04	3177483.39	111.29
PM8	1566592.53	3177448.82	111.52
PM9	1566607.47	3177424.43	111.6
PM10	1566623.38	3177399.35	111.41
PM11	1566638.34	3177376.27	110.84
PM12	1566666.02	3177330.07	111.3
PM13	1566686.47	3177296.8	111.22
PM14	1566711.22	3177255.94	111.58
PM15	1566735.39	3177217.41	111.63
PM16	1566781	3177142.86	111.95
PM17	1566805.98	3177103.11	111.82
SP1	1566527.12	3177554.09	111.74
SP2	1566599.38	3177435.12	111.64
SP3	1566660.87	3177335.6	111.78
SP4	1566629.36	3177386.57	111.64
SC1	1566664.14	3177330.98	111.84
SD1	1566449.4	3177678.13	111.88
SD2	1566813.25	3177100.69	111.61
SD3	1566917.93	3176918.43	111.91

Liste sondages G2 PRO



Plan d'implantation des reconnaissances en phase G2PRO

5.1.2.1. Lithologie générale

Nous rappelons ici les éléments principaux issus de l'étude G2 PRO-BP1 :

Les formations géologiques rencontrées au droit du site par les sondages réalisés en phase AVP et PRO sont les suivantes :

- Remblais (C0-2 de l'AVP)
- Argiles marron / argiles sableuses à argiles marno-sableuses
- Remblais :

En général, ces terrains ont été rencontrés jusqu'à reconnus jusqu'à 1 m au droit des sondages SP1 et SD1 menés dans le cadre de la G2PRO.

	AMENAGEMENTS FERROVIAIRES AU NORD DE TOULOUSE Note sur la stabilité de la digue du canal latéral à la Garonne	Réf. AFNT-0003703
	DOCUMENT SNCF RESEAU	

- Argiles marneux, marron bariolées à passages sableux :

Elles sont reconnues jusqu'à l'arrêt des sondages à la pelle entre 2,0 et 3,0 m de profondeur et jusqu'à 3,0/5,0m au droit des sondages SC1, SP1 à SP4 et SD1 à SD3. Leurs caractéristiques mécaniques sont médiocres :

$$0,49 \leq P_i^* \leq 1,36 \text{ MPa (14 valeurs)}$$

$$4,59 \leq E_m \leq 9,19 \text{ MPa (14 valeurs)}$$

- Des argiles graveleuses:

Des argiles graveleuses reconnues en SP3 et SP4 jusqu'à 6,0/6,3 m de profondeur. Leurs caractéristiques mécaniques sont médiocres :

$$0,47 \leq P_i^* \leq 1,05 \text{ MPa (3 valeurs)}$$

$$2,98 \leq E_m \leq 4,90 \text{ MPa (3 valeurs)}$$

- Des argiles sableuses beige clair à sables argileux :

Des argiles graveleuses reconnues jusqu'à 6,5/8,0 m de profondeur. Leurs caractéristiques mécaniques sont moyennes :

$$0,80 \leq P_i^* \leq 1,82 \text{ MPa (10 valeurs)}$$

$$1,92 \leq E_m \leq 14,9 \text{ MPa (10 valeurs)}$$

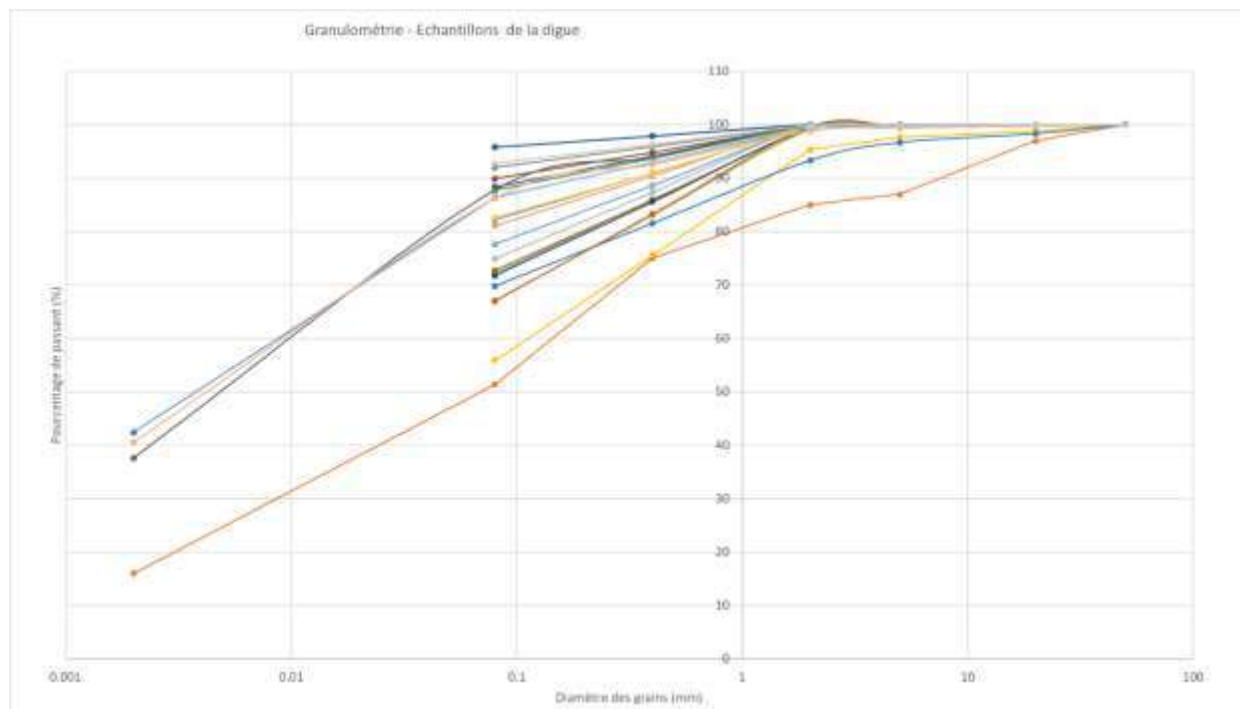
- Des argiles marno-sableuses:

Des argiles marno-sableuses reconnues jusqu'à l'arrêt des sondages à 13 m. Leurs caractéristiques mécaniques sont bonnes :

$$1,40 \leq P_i^* \leq 4,87 \text{ MPa (21 valeurs)}$$

$$9,26 \leq E_m \leq 122 \text{ MPa (21 valeurs)}$$

Ce matériaux « argiles de corps de digue » présente des caractéristiques plutôt homogènes, potentiellement suffusif (IP moyen à 34, minimum à 1). Ce matériaux est plutôt imperméable.



Corps de digue – argiles marron

5.1.2.2. Perméabilités

Afin de caractériser la perméabilité des matériaux du site, 6 essais d'infiltrations de type Lefranc / Nasberg ont été réalisés dans 3 sondages à la tarière différents, numérotés SD1 à SD3. Les résultats sont donnés dans le tableau ci-après :

NOM SONDAGE	PERMEABILITE K (M/S)	COTE DE FOND D'ESSAI
SD1	3.5×10^{-7}	1.8m / TN
SD1	5.8×10^{-8}	5m / TN
SD2	6.4×10^{-8}	2m / TN
SD2	1.8×10^{-7}	5m / TN
SD3	13.5×10^{-7}	2m / TN
SD3	6.3×10^{-7}	5m / TN

Sondage	SD1		SD2		SD3	
Profondeur de l'essai (m/TA)	1,0/1,8	1,8/5,0	0,6/2,0	2,0/5,0	0,0/2,0	2,0/5,0
Nature des sols	Argiles	Argiles	Argiles	Sables argileux	Argiles	Argiles
Perméabilité k (m/s)	$3,5 \cdot 10^{-7}$	$5,8 \cdot 10^{-8}$	$6,4 \cdot 10^{-8}$	$1,8 \cdot 10^{-7}$	$3,5 \cdot 10^{-7}$	$6,3 \cdot 10^{-7}$

Avec des perméabilités inférieures à 1.8×10^{-7} m/s, l'infiltration des eaux pluviales n'est pas envisageable sur le site d'étude.

5.1.2.3. Caractéristiques de résistance au cisaillement

Les paramètres géotechniques retenus à ce stade par SYSTRA sont :

Nom	Couleur	γ	ϕ	c
Remblai		18,0	25,00	0,0
Argile marron		20,0	20,00	10,0
Sable argileux		20,0	30,00	0,0
Argile marno-sableuse		20,0	30,00	10,0
Sous couches ferroviaires		22,0	35,00	0,0

Extrait Annexe 4 de la G2PRO

5.1.3. Contexte hydrogéologique

5.1.3.1. Général

Source : Etude hydrogéologique pour le projet AFTN, ANTEA, 2015.

Les alluvions de la basse plaine de la Garonne s'étendent sur plusieurs kilomètres de large. Ces alluvions constituent un aquifère poreux et continu qui repose sur un substratum imperméable (molasses miocènes).

Dans le secteur d'étude, les terrasses alluviales sont étagées, c'est-à-dire qu'elles reposent directement sur le substratum molassique, dont elles épousent les paliers, qui affleure parfois mais qui est le plus souvent dissimulé par les formations de pentes (colluvions).

Les terrasses sont donc séparées entre elles par des bourrelets molassiques, ce qui se traduit par une discontinuité des écoulements. La circulation d'eau entre les terrasses peut donc s'effectuer de deux manières distinctes (Cf. Figure 11) :

- par des sources puis par ruissellement d'eau sur la molasse affleurante ;
- par des écoulements diffus dans les colluvions qui recouvrent généralement la *molasse en bordure de terrasse*.



Figure 11. Ecoulements en bordure de terrasse (rapport BRGM n°55877)

L'alimentation de la nappe de la basse plaine s'effectue par les apports pluviométriques, par le ruissellement des eaux qui s'écoulent des formations molassiques imperméables et localement par les infiltrations (pertes) du canal Latéral à la Garonne, identifiées à partir d'anomalies de mesures de la piézométrie et de la température.

Les valeurs de perméabilité des alluvions sont comprises entre 1.10^{-2} et 5.10^{-3} m/s dans le secteur d'étude (source SIGES et BRGM), avec des coefficients d'emménagement qui varient de 5 à 10 %.

	AMENAGEMENTS FERROVIAIRES AU NORD DE TOULOUSE Note sur la stabilité de la digue du canal latéral à la Garonne	Réf. AFNT-0003703
	DOCUMENT SNCF RESEAU	

Dans ces conditions, les vitesses de circulation au sein de l'aquifère peuvent varier de 1 à 10 m/j selon la perméabilité et le gradient de la nappe. A titre de comparaison, ces vitesses sont relativement faibles par rapport à celles rencontrées dans un aquifère de type karstique bien développé (100 m/h).

La piézométrie générale de la nappe de la basse plaine, présentée en Figure 12 et Figure 13 est issue du modèle hydrodynamique réalisé à l'échelle de la nappe alluviale de la Garonne par le BRGM en 2010 (rapport 58063 de janvier 2010). Cette piézométrie correspond à l'état hydraulique de la nappe alluviale au mois de juin 2007, considéré comme une période de hautes eaux.

Au droit du projet, la nappe présente un écoulement de direction globale SE-NW avec un gradient hydraulique compris entre 2 et 3 ‰. La nappe alluviale est drainée par la Garonne. Cette relation hydraulique peut toutefois localement s'inverser.

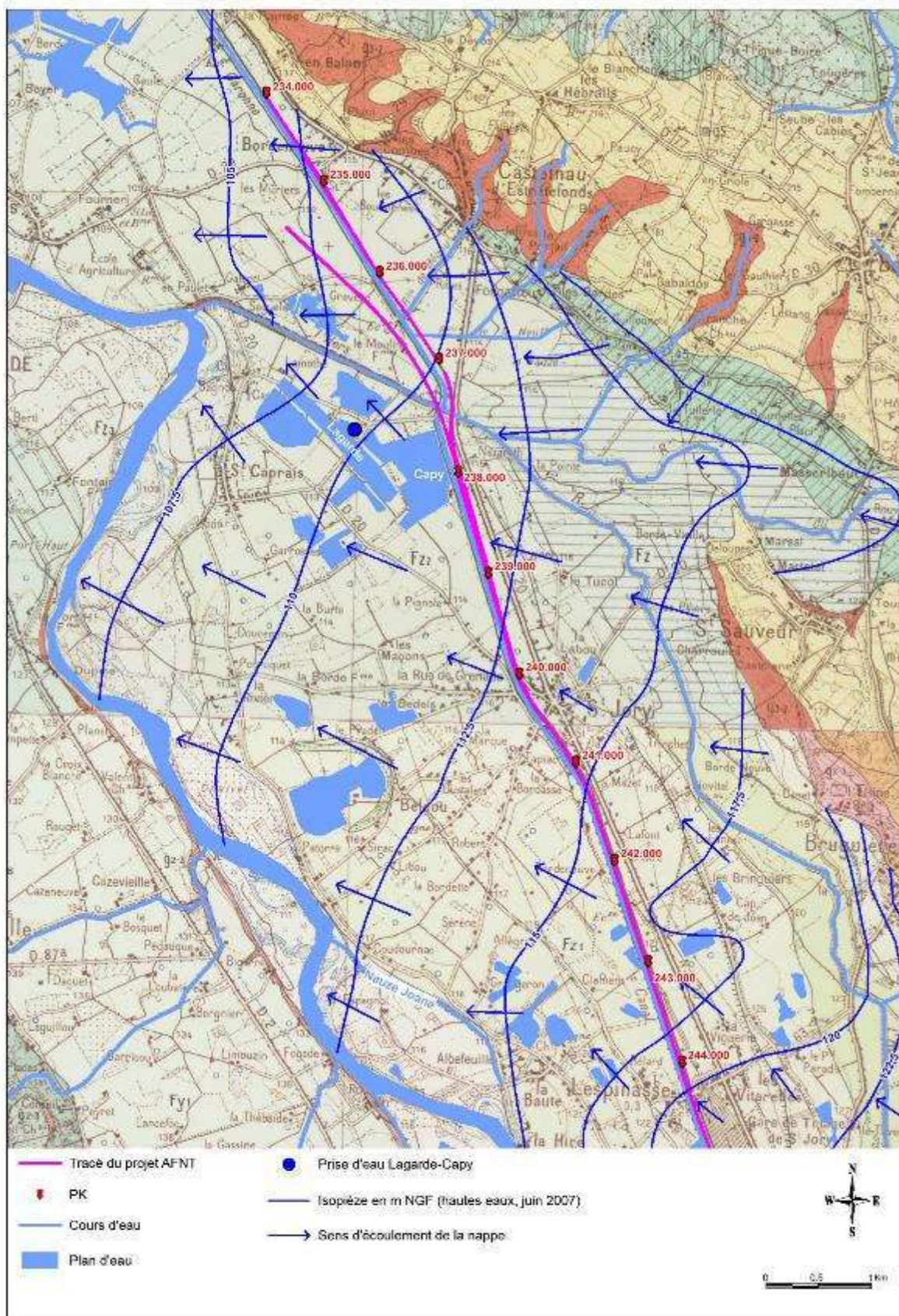


Figure 12. Piézométrie de la nappe alluviale de la basse plaine (hautes eaux de juin 2007, BRGM) – Secteur nord

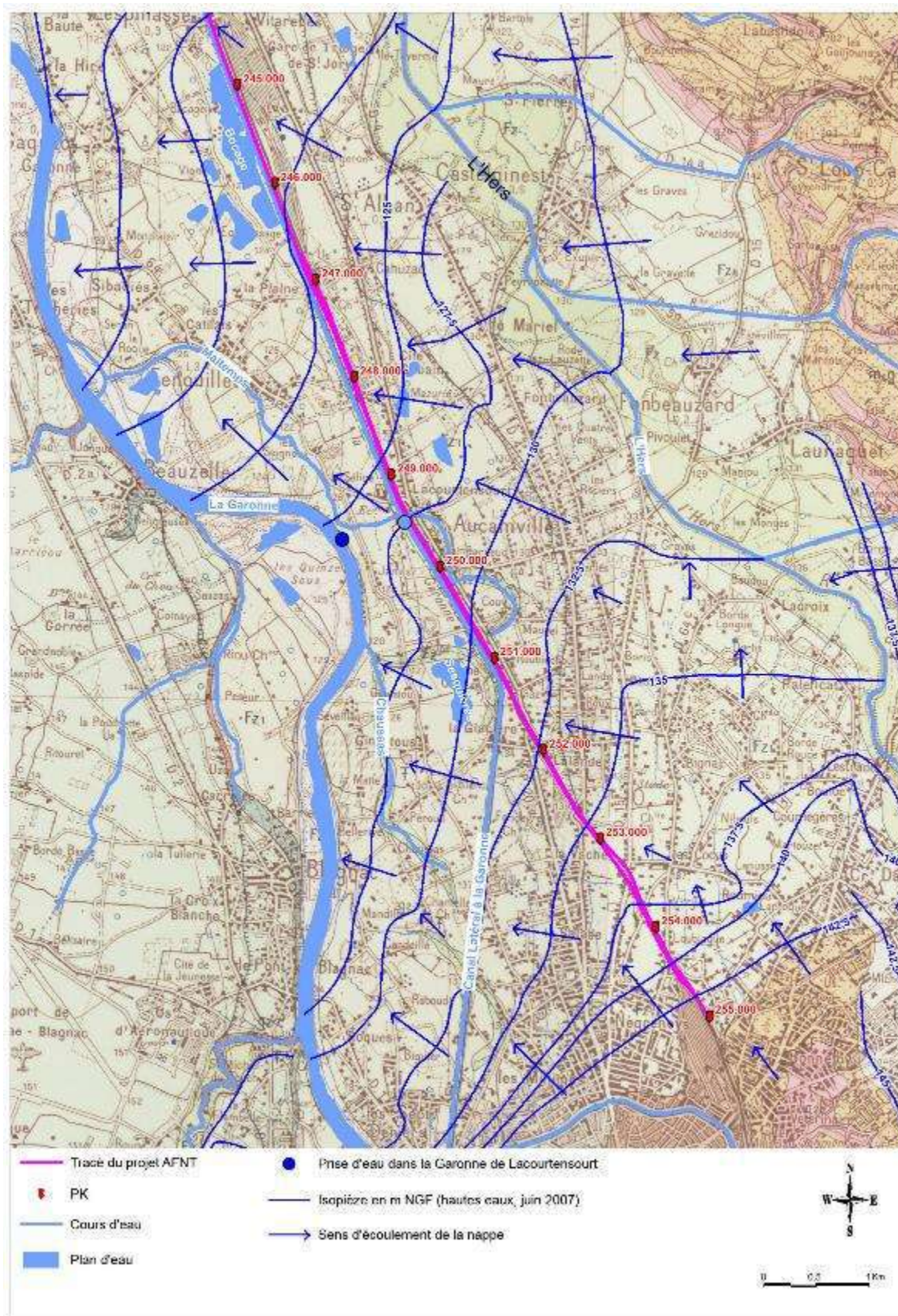


Figure 13. Piézométrie de la nappe alluviale de la basse plaine (hautes eaux de juin 2007, BRGM) – Secteur sud

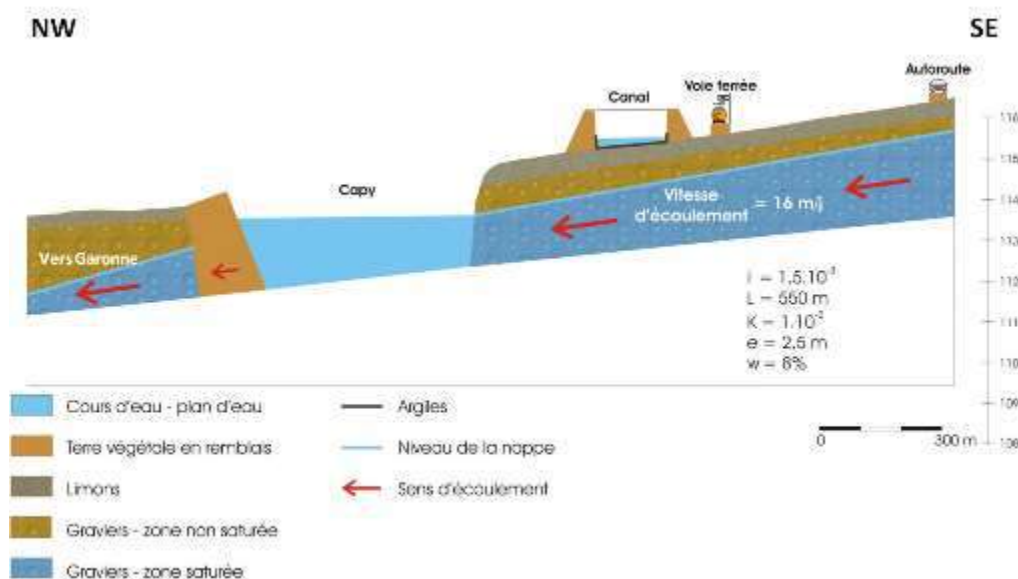
5.1.3.2. Relation nappe/rivière/canal

Source : Etude hydrogéologique pour le projet AFTN, ANTEA, 2015.

[...] l'étanchéité des berges et du fond du canal serait assurée par une couche d'argile mise en place lors de sa création. Dans la réalité, ce niveau argileux peut localement ne pas exister. En effet, des apports d'eau depuis le canal vers la nappe ont été mis en évidence à partir de mesures de température de l'eau de la nappe sur des ouvrages situés à proximité du canal. Ces apports se traduisent par des anomalies de température, qui est plus élevée dans le canal que dans la nappe alluviale. L'étude hydraulique réalisée sur le canal par Hydratec en 2007, a par ailleurs confirmé l'existence de pertes dont le débit s'élève à près de 90 l/s sur le tronçon de Toulouse à Castelnau-d'Estrétefonds.

Le canal dans son état actuel est donc perché vis-à-vis de la nappe alluviale et sans lien hydraulique avec celle-ci (hormis quelques pertes). La charge hydraulique du canal ne permet pas de transfert depuis la nappe vers le canal.

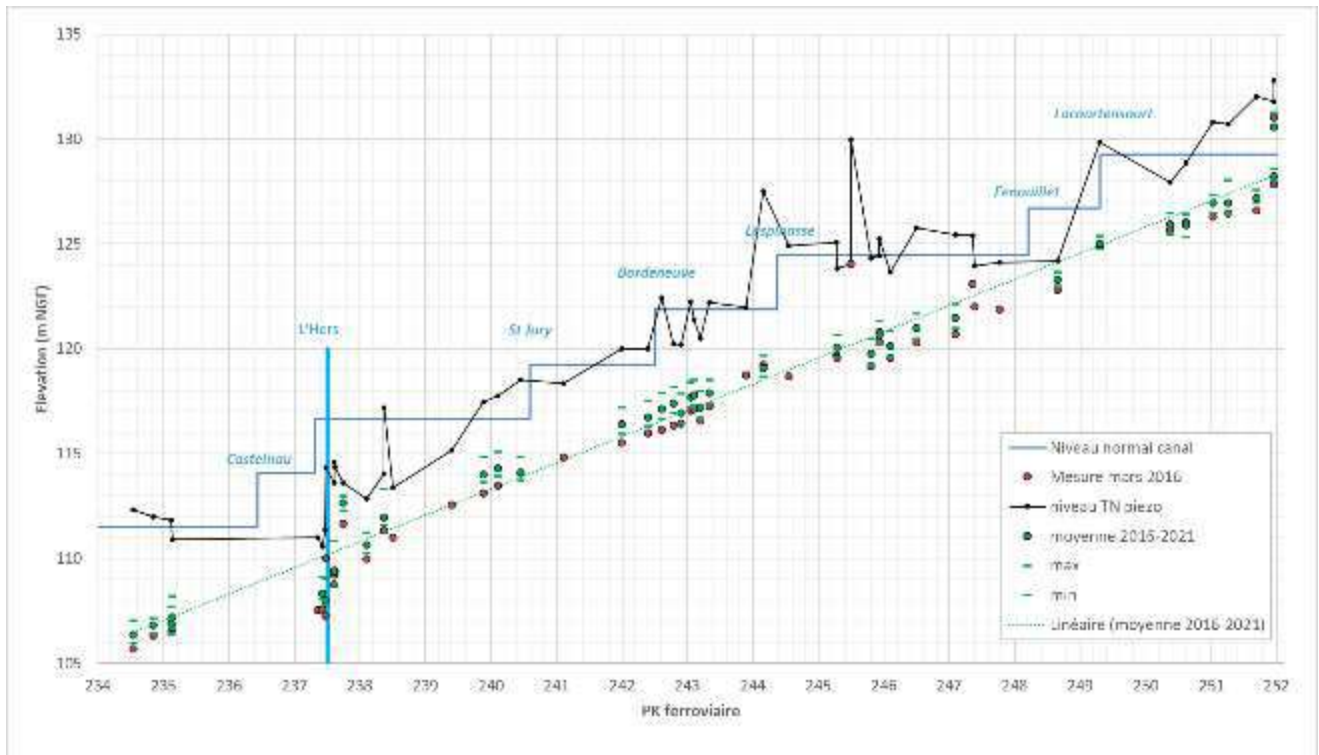
La coupe schématique présentée en Figure 17 synthétise les relations hydrauliques nappe/canal dans le secteur du lac de Capy.



5.1.3.3. Interprétation du suivi piézométrique

Dans le cadre de l'opération AFNT, un réseau de piézomètre a été installé. Ils ont tous été mesurés manuellement en mars 2016, et une partie d'entre eux a fait l'objet de mesure continues entre 2016 et 2021. Les piézomètres sont principalement positionnés sur la plateforme ferroviaire et sur la digue, et ils sont répartis sur tout le linéaire d'AFNT.

Le graphique en page suivante présente l'ensemble des mesures des piézomètres. Le graphique en page suivante présente la moyenne des mesures selon un profil longitudinal.



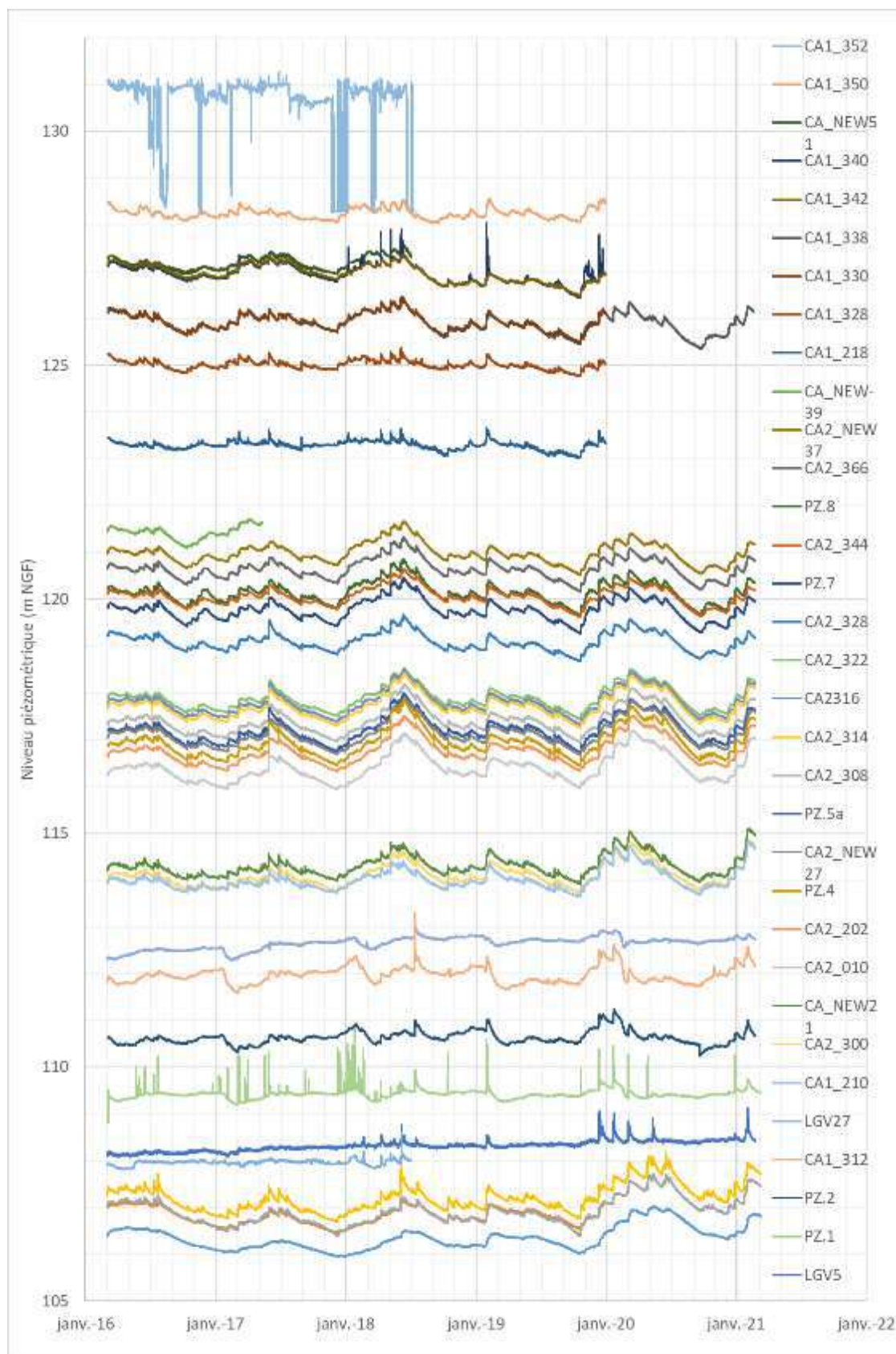
Profil longitudinal de la zone d'étude, niveau normal du canal et niveau piézométrique moyen

Ces graphiques appellent les commentaires suivants :

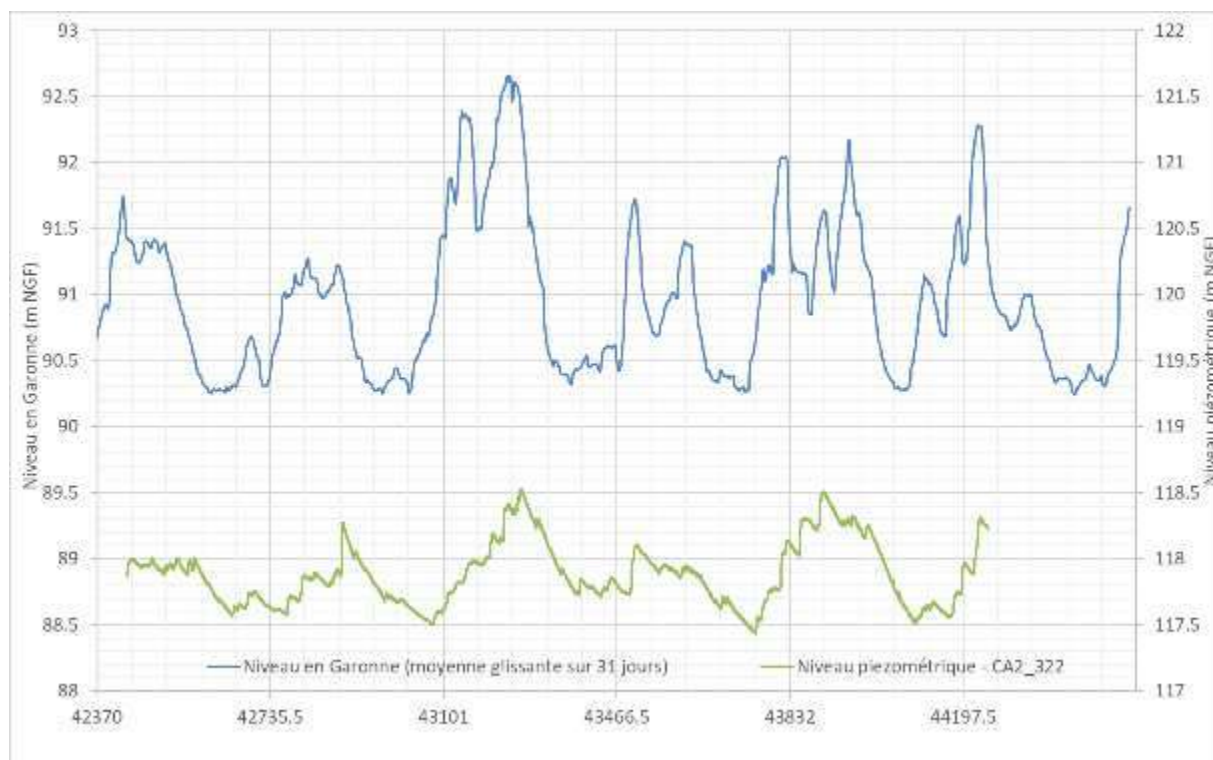
- Il n'y a pas de différence de mesure entre les piézomètres positionnés en crête de digue et ceux placés sur la plateforme ferroviaire ou plus en aval ; en d'autres termes les piézomètres placés dans la digue ne mesurent pas le niveau d'eau dans la digue mais le niveau de la nappe sous-jacente ;
- Dans l'ensemble les niveaux piézométriques moyens suivent une pente régulière vers l'aval, de l'ordre de 1.25 m/km ;
- L'amplitude des niveaux piézométriques sur la période mesurée varie selon les piézomètres de 0.5 à 2 m ;
- 2 piézomètres montrent des niveaux significativement plus élevés :
 - LGV27 situé au PK 237+740, est 2 m au-dessus de la tendance moyenne ;
 - CA1_350 situé à l'amont du projet, environ 2.3 m au-dessus de la tendance moyenne,
- Les piézomètres sont dans l'ensemble cohérents et synchrones entre eux ; ils peuvent cependant être analysés en plusieurs groupes :

Groupe	Observation	Amplitude variation	Piézomètres	PK ferroviaire
A	niveau mesuré variant de manière synchrone avec les niveaux de la Garonne	1 m - 1.4 m	CA1_210, CA_NEW21 CA2_300, CA2_010 CA2_202, CA2_NEW27 CA2_308, PZ.4, CA2_314, CA2_316, PZ.5, CA2_322, CA2_328, CA2_344 PZ.7, CA2_366 PZ.8, CA2_NEW37 CA_NEW39	PK 239+880 à 247+090
B	Variation synchrone avec la Garonne, plus lissé que le groupe A Aval du projet AFNT	0.7 m – 1.5 m	CA_NEW01, CA1_202 CA1_002, CA1_NEW05	PK 234+500 à 235+140
C	Variation indépendante de la Garonne, proximité avec l'Hers De nombreux pics	0.7 m – 2 m	LGV5, LGV7, PZ.1, LGV27, PZ.2 ,CA1_312	PK 237+430 à 238+360
D	Variation synchrone avec la Garonne, amplitude limité Amont du projet AFNT	0.5 m -1.6 m	CA1_218, CA1_328 CA1_330, CA1_338 CA1_342, CA1_340 CA1_New51, CA1_350	PK 248+650 à 251+950

On notera également que la mesure ponctuelle manuelle effectuée en mars 2016 est en période moyenne basse des niveaux de la Garonne. En revanche sur la période des mesures continues, on peut noter que l'hiver 2018 fait partie des périodes historiques des niveaux élevés de la Garonne.



Suivi piézométriques 2016 -2021



Comparaison de la variation des niveaux piézométriques avec le niveau de la Garonne à la station de Verdun-sur-Garonne

5.1.3.4. Hypothèses pour le dimensionnement

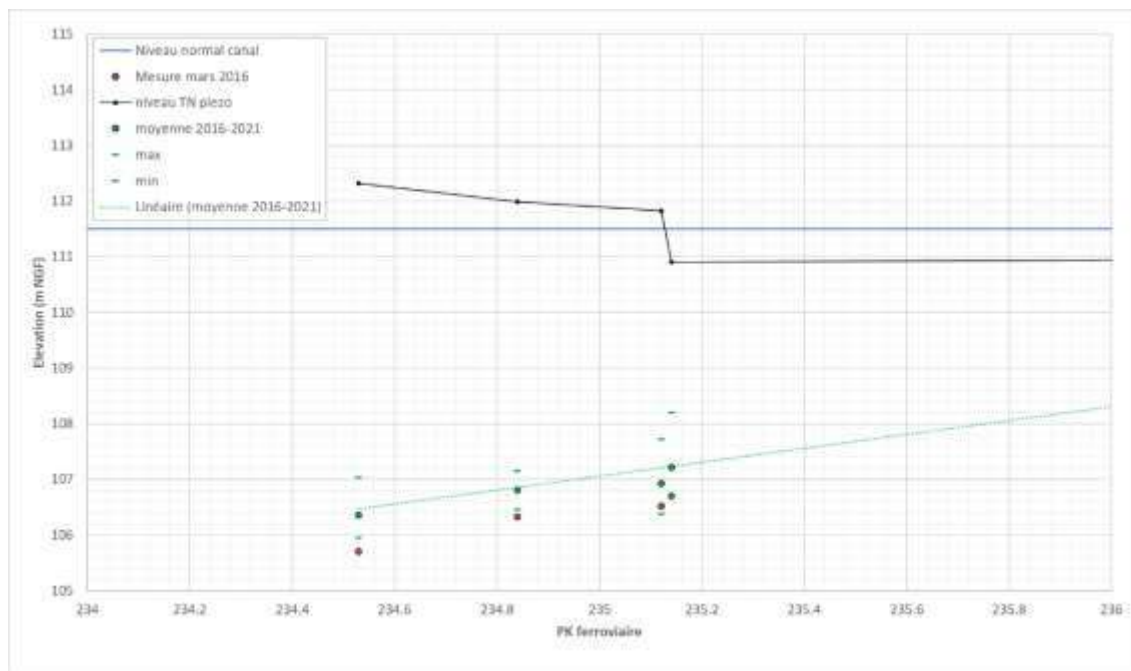
L'examen du fonctionnement hydrogéologique et du suivi piézométrique montre que :

- La digue ne semble pas saturée en situation actuelle ; les écoulements ont donc lieu en milieu poreux sans saturation ;
- La nappe moyenne est présente sous le canal et les digues à environ 2-4m sous la RN du canal selon les tronçons (voir graphique au § 5.1.3.3) ;

Lors de la campagne de reconnaissance menée par GEOTEC (Mai 2022), les relevés des niveaux non stabilisés suivants ont été pris :

Sondage	SC1	SP1	SP2	SP3	SP4
Niveau d'eau non stabilisé (m/TA)	3,5	4,1	3,1	3,8	3,0
Niveau d'eau NGF	108,34	107,64	108,54	107,98	108,64

Dans le cas des linéaires de BP1, le niveau de la nappe normal à prendre en compte est donc les suivants :



Niveaux de la nappe

- L'amplitude de variation de la nappe en cohérence avec les variations de niveau de la Garonne étant limité (2 m maximum), en condition exceptionnelle c'est la saturation des systèmes d'assainissement de la plateforme qui générera des niveaux d'eau en aval de la digue (voir § suivant), plutôt que la nappe alluviale.

5.1.4. Contexte hydraulique

5.1.4.1. Général

La zone d'étude est soumise aux écoulements et inondations de la Garonne, de l'Hers et des apports des coteaux situés au Nord-Est du canal.

Sur notre zone d'étude, le canal latéral à la Garonne longe la Garonne, sur sa rive droite à une distance d'environ 2,5 km. Le canal se situe donc dans la plaine d'inondation de la Garonne. La cartographie des aléas du PPRI montre que certains tronçons du canal sont touchés la crue de référence, la crue 1875, d'une période de retour de l'ordre de 200 ans. La cartographie PPRI montre que seule la digue Sud-Est du canal est touchée par l'inondation. La digue côté voies ferroviaire ne l'est pas.

Les niveaux de référence PPRI sont les suivants (de l'amont vers l'aval) :

Commune	PK ferroviaire approximatifs	Niveau PPRI (m NGF)
Fenouillet	249+000	126.40
Fenouillet	248+000	125.80
Fenouillet	247+000	124.80
Fenouillet	246+000	123.60
Fenouillet	245+000	122.80
Lespinnasse	244+000	121.20
Lespinnasse	243+000	119.80
Saint-Jory	242+000	117.80

Saint-Jory	241+000	116.80
Saint-Jory	240+000	115.60
Saint-Jory	239+000	114.20
Saint-Jory	238+000	113.60 (Hers) & 112.60 (Garonne)
Castelnau	237+000	113.50 (Hers) & 111.40 (Garonne)
Castelnau	236+000	110.60
Castelnau	235+000	109.80
Castelnau	234+000	108.80

Le canal traverse l'Hers (par un pont canal), autour de ce passage, le canal (et ses deux digues) est donc soumis aux inondations de l'Hers. Les niveaux PPRI sont rapportés dans le tableau ci-dessus.

Les apports du coteau Nord sont tous interceptés par les réseaux communaux d'eaux pluviales.

Seuls les apports liés à la plateforme ferroviaire s'écoulent en pied de canal.

Aucun rejet pluvial n'est présent dans le canal, sur la zone d'étude.

5.1.4.2. Fonctionnement du Canal en condition normale

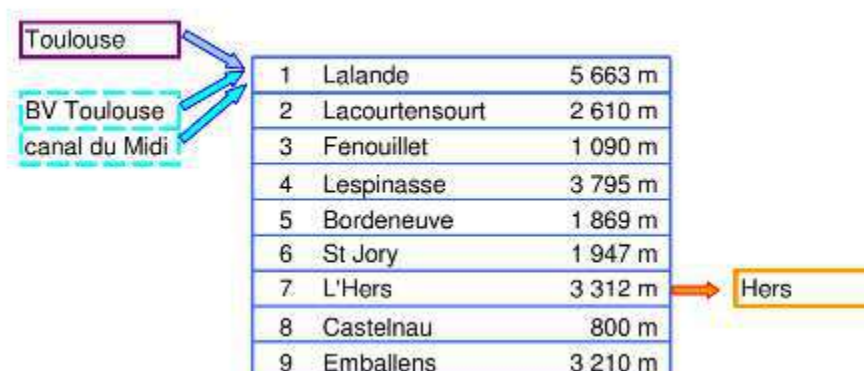
Le long de la zone d'étude AFNT, le canal latéral à la Garonne est découpée en 5 biefs de longueur réduite. Le niveau normal de navigation (NNN), ou cote de retenue normale (RN) au sens de la réglementation barrage, est donnée ci-après (source VNF).

Bief (écluse aval – écluse amont)	RN	PK ferroviaire (approximatifs)
Embalens-Castelnau	111.50 m NGF	233+300 à 236+435
Castelnau-Hers	114.10 m NGF	236+435 à 237+300
Hers-St-Jory	116.66 m NGF	237+300 à 240+600
St-Jory-Bordeneuve	119.24 m NGF	240+600 à 242+500
Bordeneuve-Lespinasse	121.88 m NGF	242+500 à 244 + 370
Lespinasse- Fenouillet	124.46 m NGF	244 + 370 à 248+200
Fenouillet - Lacourtenourt	126.72 m NGF	248+200 à 249+300
Lacourtenourt- Lalande	129.28 m NGF	249+300 à 252+000

Le niveau du canal peut varier de +/- 10 cm en moyenne du fait de son exploitation.

Sur les biefs concernés par AFNT (parte amont du canal), le canal est alimenté par la prise d'eau de Toulouse sur le canal de Brienne. Le canal reçoit également des débits limités en provenance du réseau urbain de Toulouse, et les volumes liés aux éclusées du canal de midi.

Un épanchoir est présent sur l'Hers.



Synoptique des flux hydrauliques sur les biefs concernés par AFNT - Source Hydratec 2007

A chaque écluse, un ouvrage de dérivation permet de réguler le niveau d'eau amont, au niveau normal. L'étude Hydratec de 2007 a montré que ces dérivations sont en capacité de transiter l'intégralité des apports amont du canal, soit 6 m³/s.

La même étude fournit une estimation des pertes d'eau du canal, de l'ordre de 86 l/s pour les biefs 1 à 9 (24,3 km), soit des pertes de l'ordre de 3.54 l/s/km de canal.

La pente hydraulique pour transiter ces 6 m³/s est estimée à 5 cm pour un bief de 3.3 km. Cette pente est négligée au regard des variations du niveau normal du bief (+/- 10cm).

5.1.4.3. Fonctionnement du Canal en condition exceptionnelle

Le canal latéral à la Garonne n'est pas directement soumis aux crues, comme indiqué au paragraphe précédent. Cependant, les événements suivants peuvent survenir :

- Pluie exceptionnelle, entraînant une réhausse du niveau des biefs ; le record de pluie journalières enregistrée à la station de Toulouse-Blagnac, sur la période 1947-2022 soit 75 ans, est de 82.7 mm (juillet 1977).
- Incidents d'exploitation : défaillance de l'un des ouvrages (par ex : embâcles dans une dérivation) ou défaillance d'une usine hydro-électrique sur le réseau.
- Inondation par la Garonne, après surverse de la digue Sud-Est.

VNF indique qu'en condition exceptionnelle d'exploitation, le niveau peut déborder : fortes arrivées d'eau lors d'intempéries, ou lors d'une défaillance de l'un des ouvrages (par ex : embâcles dans une dérivation) ou défaillance d'une usine hydro-électrique sur le réseau.

On pourra noter que lorsque le niveau d'eau augmente dans un bief, il finira par déborder par-dessus les portes d'écluses. La visite de site a montré que le niveau des portes d'écluses est de l'ordre de 10 cm au-dessus de la RN.

Par sécurité, il sera considéré un niveau d'eau exceptionnel dans le bief de RN + 50 cm ou la crête de la digue si celui-ci est inférieur.

5.1.4.4. Assainissement de la plateforme ferroviaire

En situation future, la plateforme ferroviaire est dimensionnée pour une pluie de période de retour 20 ans. Jusqu'à cette intensité, les eaux sont stockées et/ou évacuées via les fossés

d'infiltration et /ou les collecteurs. Au-delà, la plateforme ferroviaire commence à être inondée, pour finalement être surversée

Les buses traversants les voies sont dimensionnées pour un évènement centennal.

Ainsi le pied de digue du canal sera en eau pour des évènements supérieurs à une période de retour 20 ans.

5.1.5. Caractéristiques et hypothèses concernant la digue actuelle du canal

Les seules données d'archive disponible concernant le canal sont les coupes en travers topographiques.

Aucune information sur la structure interne de la digue et/ou du canal n'est disponible.

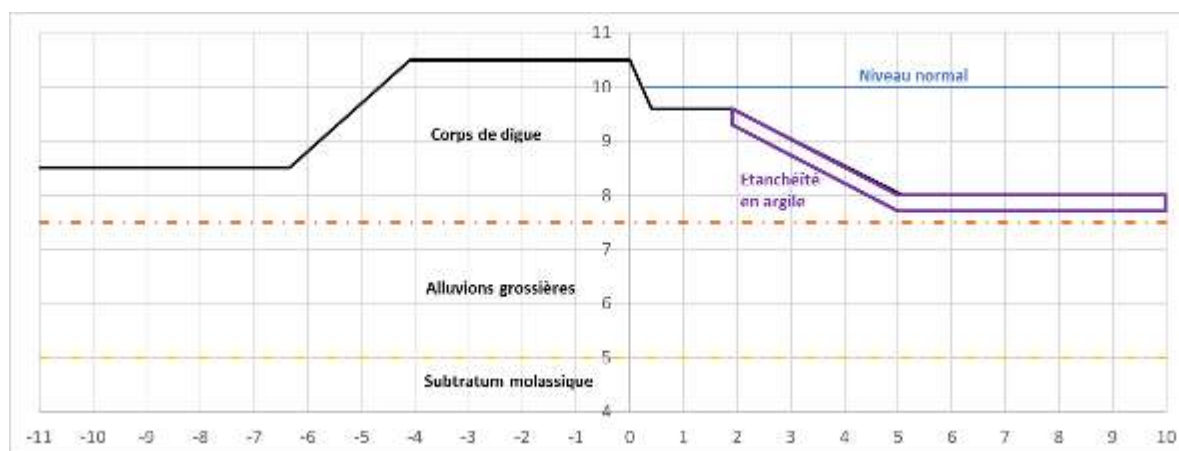
Oralement, il a été fait part par VNF de l'existence d'une couche d'étanchéité en argile en fond de canal et non présent en berge.

Au vu de l'analyse des sondages, il apparait que le fond du canal est proche de la couche d'alluvions grossières, perméable. Il est donc effectivement fort probable que cette étanchéité existe.

En croisant la topographie et bathymétrie actuelle, les informations issus des sondages, et les informations orales issues de VNF, une coupe en travers type peut être esquissée. Cette structure est prise comme donnée d'entrée pour l'étude. Elle suppose donc l'absence de filtre et drain.

- Niveau de la crête : niveau normal du canal + 50 cm
- Largeur en crête : entre 4.1 et 6 m
- Pente du talus aval : entre 1.5H/1V et 2H/1V
- Talus amont : existence d'une risberme environ 40 cm sous le niveau normal, d'une largeur de 1 à 3 m ; puis pente de l'ordre de 2H/1V

Ces caractéristiques sont variables d'une section à l'autre dans les plages indiquées ; la coupe ci-dessous présente le cas type, avec les pentes et largeur les plus pénalisantes en terme de stabilité.



Coupe interprétative de la digue Rive Droite du canal latéral à la Garonne

	AMENAGEMENTS FERROVIAIRES AU NORD DE TOULOUSE Note sur la stabilité de la digue du canal latéral à la Garonne	Réf. AFNT-0003703
	DOCUMENT SNCF RESEAU	

Le canal n'est pas complètement étanche, il existe quelques pertes par percolation dans le terrain.

L'étude Setec Hydratec de 2007 les avaient estimée à 3.54 l/s/km de canal (voir 2.4.2)

5.2. ANALYSE DES MODIFICATIONS APPORTEES A LA DIGUE PAR BP1

5.2.1. Méthode

Les modifications apportées à la digue sont définies selon le cahier de profil en travers (Annexe 3).

L'analyse de ces profils en travers a permis d'identifier 6 familles de modifications apportées à la digue du canal sur le linéaire de travaux du lot BP1 :

- 1/ Zone de ripage : création d'une voie en lieu et place de l'existante,
- 2/ Création d'une nouvelle voie + tranchée drainante,
- 3/ Création d'une berlinoise + tranchée drainante,
- 4/ Création d'une berlinoise + tranchée drainante + quai drainant,
- 5/ Création d'une berlinoise + quai drainant,
- 6/ Terrassement en pied et talus aval de digue + tranchée drainante,

On regroupera les familles 3, 4 et 5 en « berlinoise + dispositif de drainage ».

La famille 1 n'est pas analysée puisqu'elle ne constitue aucun impact sur la digue existante ; elle concerne les tronçons PK235+760 à PK235+856 et PK234+674 à 234+820. Toutefois, dans le tronçon aval, il faudra veiller à ce que les charges (engins notamment) qui seront appliquées à la digue soient identiques ou inférieures aux charges actuelles.

Pour chacun de ces types de modifications apportées impactant la digue, il est analysé l'impact de ces modifications sur la sûreté de la digue et les différents états limites ultimes et de service à assurer :

- Stabilité d'ensemble (glissement),
- Soulèvement hydraulique,
- Erosion interne,
- Etanchéité (ELS).

L'état limite lié à l'érosion externe n'est pas traité. En effet, toutes les modifications de la digue sont faites à crête de digue constante. L'ensemble des risques liés à la surverse ne sont donc pas modifiés par rapport à l'existant.

De même, l'état limite de défaut de capacité portante du sol de fondation n'est pas traité. En effet, la digue existante ne sera pas réhaussée, l'ensemble des risques liés à la portance du sol de fondation ne sont donc pas modifiés par rapport à l'existant.

Pour chaque type de modifications, il est recherché le profil type le plus pénalisant et l'analyse est menée sur ce (ou ces) profil(s) particuliers.

Entre les PK234+800 et PK235+586, des palplanches sont mises en place côté parement amont de la digue dans le cadre du marché BP4 mais ne sont pas représentées sur les coupes.

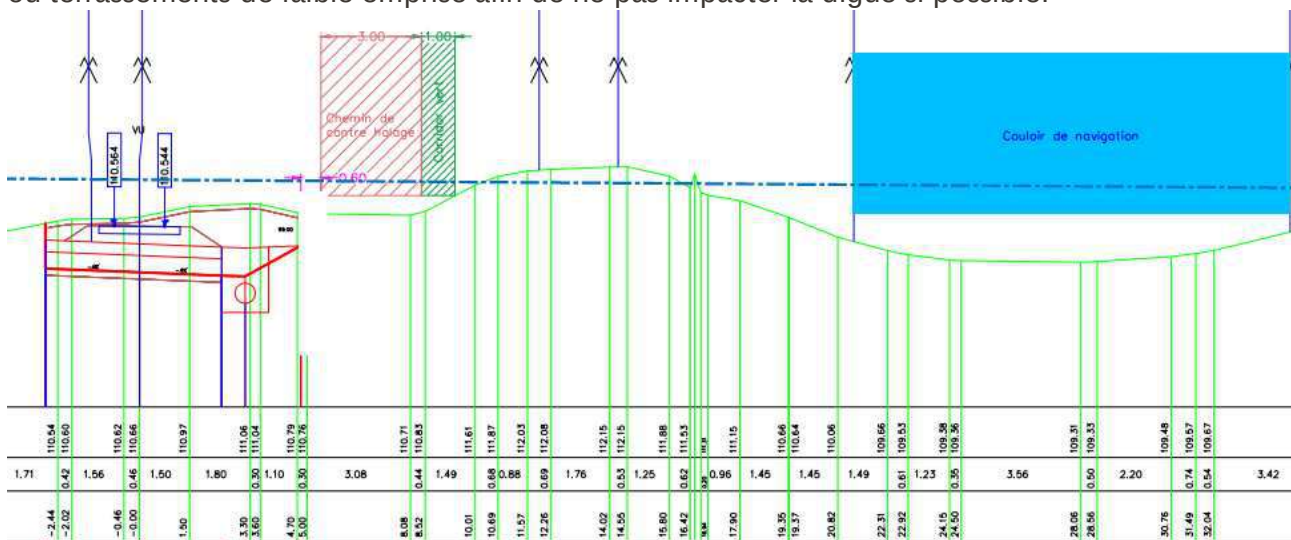
5.2.2. Nouvelle voie et tranchée drainante

Cette configuration projet est rencontrée entre PK234+825 à PK234+900.

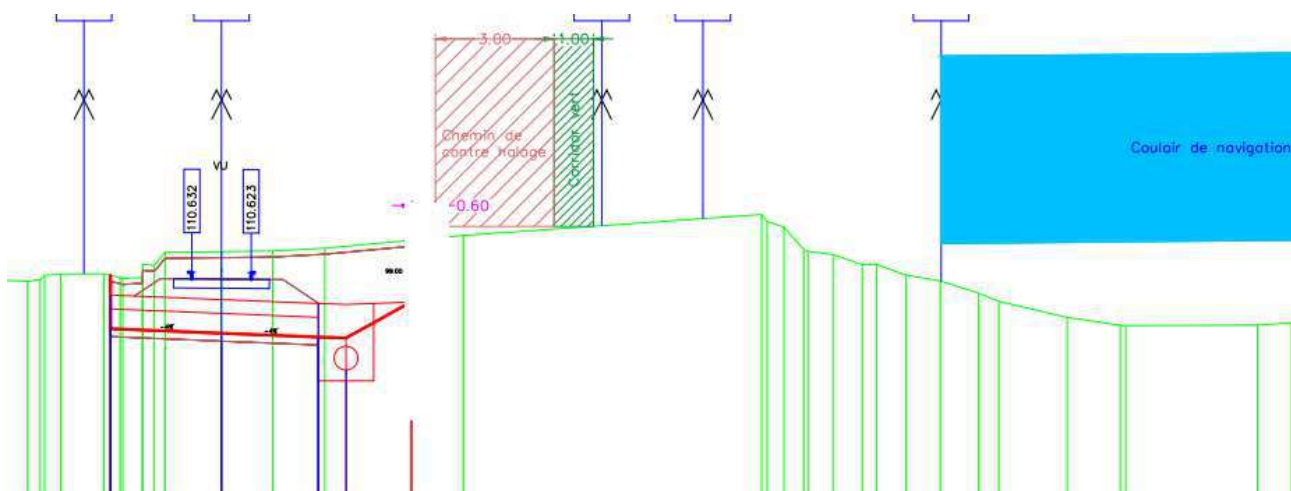
La seule modification apportée est la création d'une tranchée drainante en pied aval de la digue actuelle.

La tranchée n'apporte pas de modification significative aux écoulements : elle est située au-dessus de la nappe, elle recharge donc légèrement celle-ci.

Il est nécessaire toutefois de réaliser cette tranchée avec des blindages/soutènements provisoires ou terrassements de faible emprise afin de ne pas impacter la digue si possible.



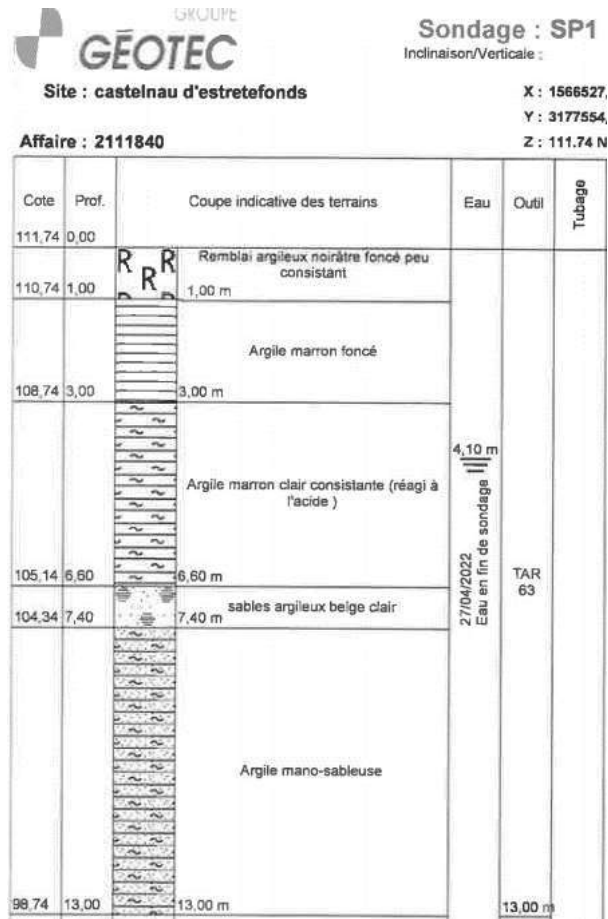
Profil PT1 : PK234+860



Profil PT2 : PK234+900

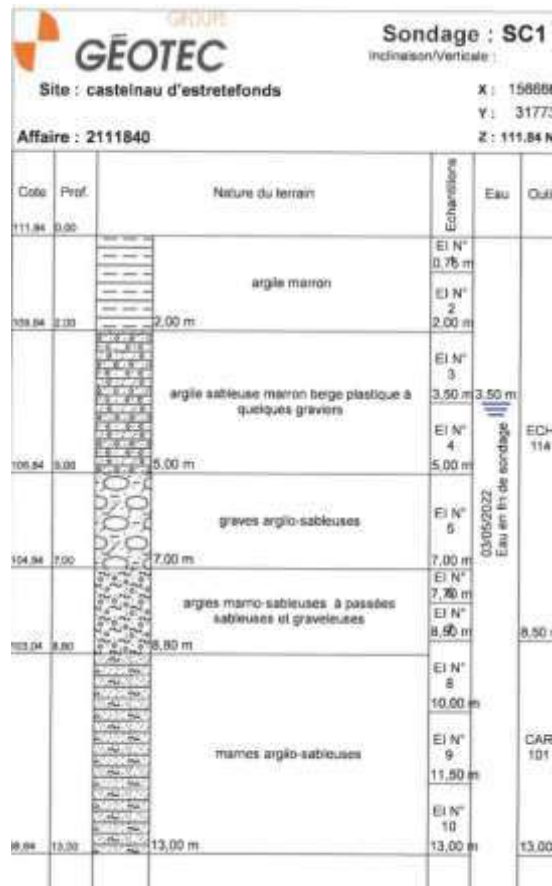
Le gradient hydraulique calculé au profil le plus critique pour la configuration « tranchée drainante sans impact sur la digue » – soit PK234+860 - est de 0.2 en considérant un rabattement de 1m en raison de la présence de la palplanche (cf. §5.2.6), ce qui est conforme avec les matériaux en présence. Le même calcul effectué au PK234+900 le plus critique pour la configuration « tranchée drainante avec impact sur la digue » est 0.28, il n'y a donc pas de risque d'érosion régressive.

Dans SP1, une couche perméable sableuse a été rencontrée à 6.6m de profondeur sous une couche imperméable argileuse :



Log SP1

Dans SC1, une couche perméable de graves argilo-sableuses a été rencontrée à 5m de profondeur sous une couche imperméable argileuse :



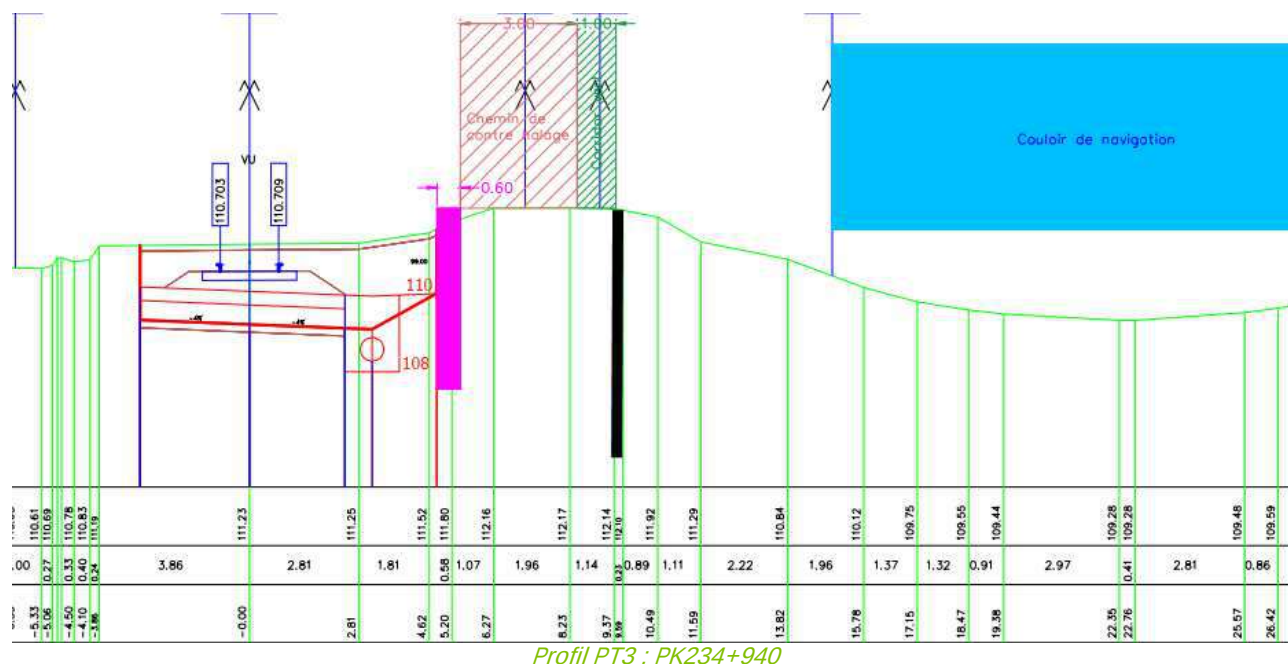
Sondage SC1

Dans ce contexte, la tranchée drainante créée l'est dans la couche argileuse et constitue donc un puits de décompression, permettant d'éviter le risque de soulèvement de pied aval.

La conception proposée est donc acceptable. Le géotextile filtrant est à prévoir au fond et sur les bords de la tranchée.

5.2.3. Berlinoise et dispositif de drainage

Cette configuration projet est rencontrée entre les PK234+920 et PK235+540. Le profil critique est PK234+940.



Profil PT3 : PK234+940

Le gradient hydraulique calculé au profil le plus critique est de 0.34 en considérant un rabattement de 1m en raison de la présence de la palplanche, ce qui est conforme avec les matériaux en présence. Il n'y a donc pas de risque d'érosion régressive.

Concernant la tranchée drainante, les mêmes remarques que sur la précédente configuration sont applicables.

La conception proposée est donc acceptable. En effet, il est courant dans le domaine des ouvrages intéressant la sécurité publique de rencontrer des ouvrages renforcés avec des parois berlinoises. Il s'agit de suivre des prescriptions adéquates pour limiter la corrosion, notamment la protection de celle-ci par du béton projeté et une surépaisseur d'acier pour les parties métalliques.

Le géotextile filtrant est à prévoir au fond de tranchée drainante et sur les bords de la tranchée.

5.2.4. Terrassement en pied et talus aval de digue et tranchée drainante

Cette configuration projet est rencontrée entre les PK235+560 et PK235+740. Le profil critique est PK235+620.



Profil PT7 : PK235+620

La pente du terrassement telle que mesurée est de 1.8H/1V, ce qui est modéré. La stabilité de ce nouveau talus aval doit être démontrée avec les prescriptions du § 5.3.1.

Le gradient hydraulique calculé au profil le plus critique est de 0.1 en considérant un rabattement de 1m en raison de la présence de la palplanche (et 0.2 si l'on n'en considère pas), ce qui est conforme avec les matériaux en présence. Il n'y a donc pas de risque d'érosion régressive.

Concernant la tranchée drainante, les mêmes remarques que sur la précédente configuration sont applicables.

La conception proposée est donc acceptable. Le géotextile filtrant est à prévoir au fond de tranchée drainante et sur les bords de la tranchée.

5.2.5. Modifications provisoires pour phase travaux

Les travaux du lot BP1 suivront le séquençage suivant :

- Mise en place des palplanches et remblaiement en arrière (par le lot BP4) ;
- Mise en place des profilés de berlinoise jusqu'à 101.7 NGF ;
- Excavation côté gauche jusqu'à 109.7 NGF, pose de blindage ;
- Excavation côté gauche jusqu'à 108 NGF, pose blindage ;
- Remblaiement côté gauche jusqu'à 110 NGF avec mise en place sous-couches ferroviaires ;

L'ensemble des opérations seront menées depuis la plateforme ferroviaire ; sans passage d'engins de chantier sur la crête de la digue.

Il existe donc une phase transitoire, où le terrain en aval de la berlinoise, est décaissé jusqu'au fond de forme de la plate-forme ferroviaire.

Le fond de fouille maximal est à la cote 108.00 m NGF, soit 3.5 m sous le niveau du canal et 0.5 m au-dessus de la nappe d'après analyse piézométrique.

Lors de cette phase, des moyens de pompage seront à mobiliser.

5.2.6. Analyse des écoulements à travers la digue

Afin d'évaluer les fuites attendues dans la configuration projet, une coupe type a été bâtie et des calculs d'écoulement au sein de la digue effectués pour évaluer l'impact des travaux sur ces fuites.

Le logiciel SEEP de la suite logiciel Geostudio est utilisé.

5.2.6.1. Digue actuelle

Dans un premier temps, la configuration actuelle est représentée. La coupe utilisée est celle présentée au § 5.1.5. Plusieurs tests ont été effectués, afin de calibrer les perméabilités des terrains qui sont difficiles à évaluer, comme présenté au § 5.1.2.2, et de confirmer la sensibilité des résultats sur les différentes hypothèses prises.

Le tableau suivant récapitule les tests effectués :

	Configuration de référence	Sensibilité
Perméabilité des terrains de la digue	10^{-6} m/s	5.10^{-5} m/s
Perméabilité de la couche d'alluvions grossières	10^{-4} m/s	10^{-5} m/s
Niveau de la nappe en condition normale	6 m sous le niveau du canal	3 m sous le niveau du canal
Etendue de la couche d'argile d'étanchéité du canal	Présente sur le fond et les berges	Présent uniquement sur le fond

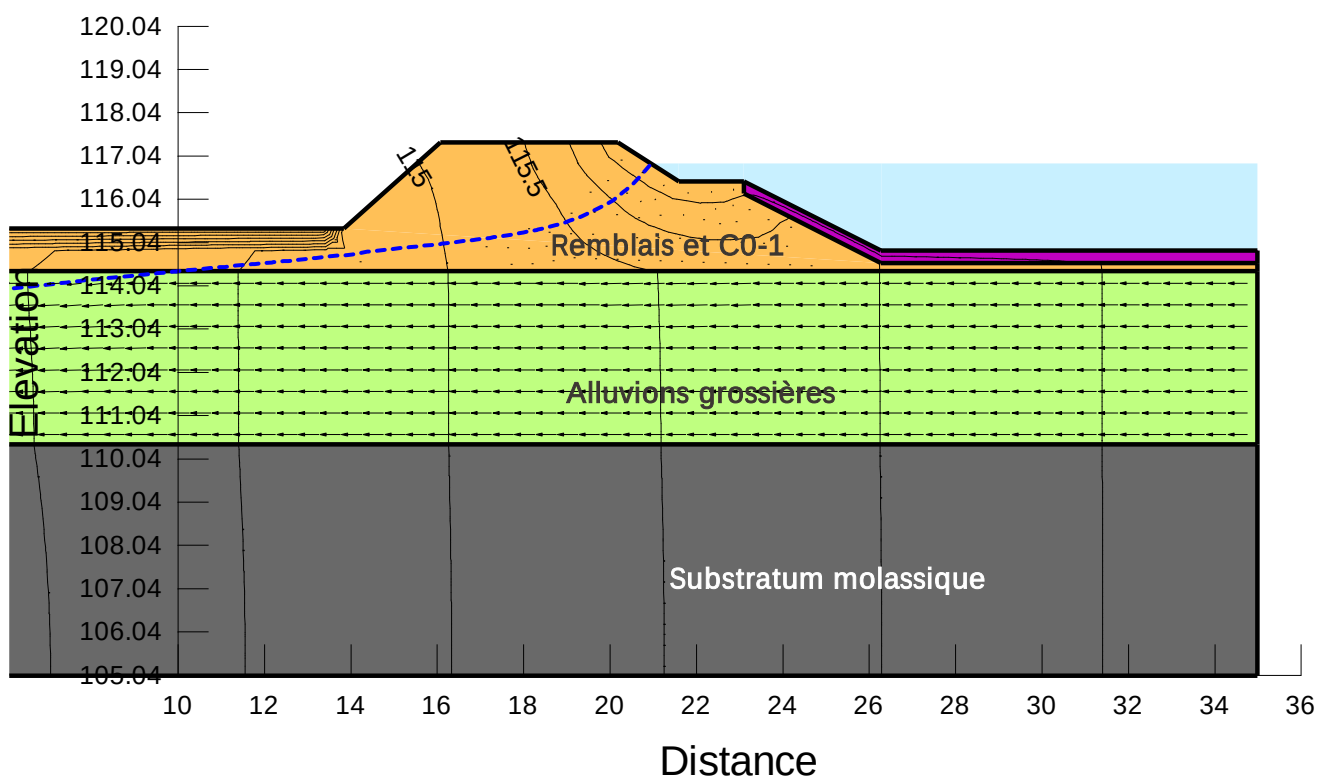
Ces différents tests ont apporté les enseignements suivants concernant les fuites du canal :

- Seul le test effectué avec la perméabilité plus faible des terrains de la digue a un impact majeur sur les fuites du canal, plus de 10 fois plus importantes ;
- La perméabilité des matériaux de corps de digue est calibrée à 10^{-6} m/s afin d'obtenir un résultat proche des fuites moyennes du canal estimées à 3.54 l/s/km ;
- Dans le cas d'une couche d'argile non présente en berge, les fuites augmentent également, mais seulement d'un facteur 2 ; cela pourrait confirmer que la couche est également présente en berge, mais une très faible variation de la perméabilité de la digue permettrait d'obtenir le même résultat ;
- Le test effectué avec la présence d'une nappe plus haute (juste sous le canal) ne change rien aux fuites ;
- Le test effectué avec une perméabilité plus faible dans les alluvions grossières ne change rien aux fuites.

La configuration de base est conservée pour la suite de l'analyse. La figure ci-dessous en présente les résultats.

Les fuites estimées par le modèle sont de 5.2 l/s/km.

Compte tenu du caractère hétérogène des terrains en place, il est recommandé de considérer une valeur de 10 l/s/km de canal comme fuites sortant du canal, à des fins de dimensionnement.



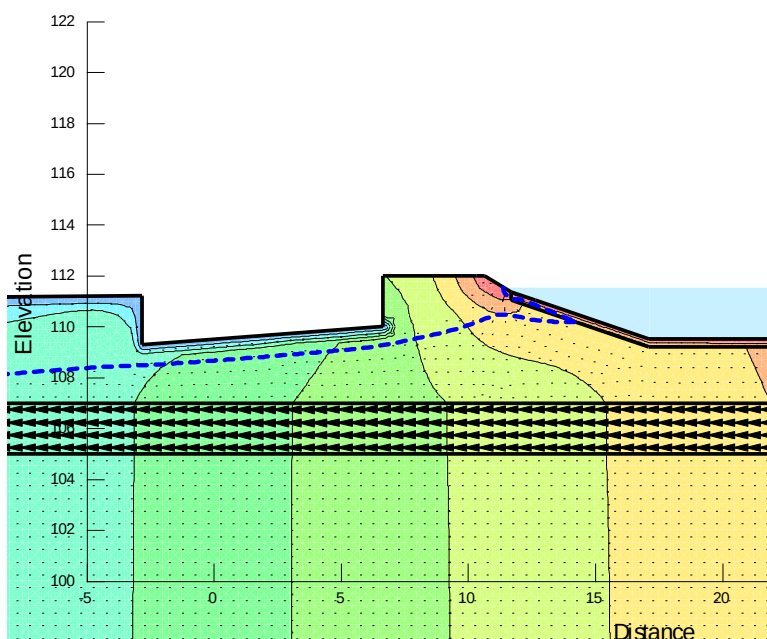
Vecteurs vitesses, ligne de saturation (bleu pointillé), et ligne d'isocharges totales ((traits fins avec étiquettes))

5.2.6.2. Digue projetée

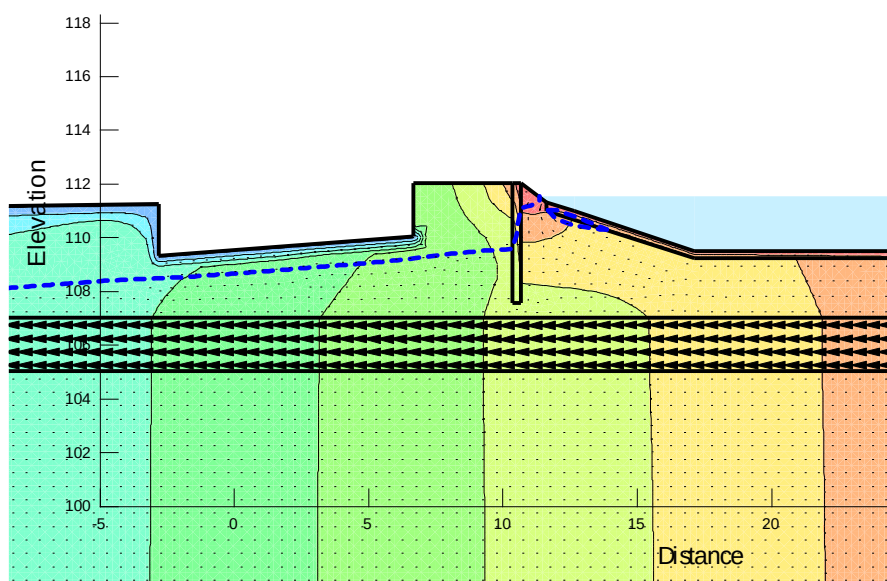
La configuration projet est celle comprenant la palplanche côté canal et le mur de soutènement côté aval.

Les différentes modélisations montrent que :

- La palplanche (perméabilité à 10^{-8} m/s) permet de réduire la charge de l'ordre de 1 m. Une étude de sensibilité a été menée en prenant une perméabilité à 10^{-10} m/s mais n'a quasiment pas d'impact ;
- OU la largeur de 4 m de terrain avec une perméabilité de 10^{-6} m/s, permet de rabattre la charge de 1.5 m.



Ligne de charge hydraulique, avec palplanche non étanche et terrain à 10^{-6}



Ligne de charge hydraulique, avec palplanche étanche et terrain à 10^{-6}

Ainsi, la charge hydrostatique à prendre en compte dans le cas des murs de soutènement s'établit 1.5 m sous le niveau normal du canal ; soit 110.0 sur le secteur BP1.

Par ailleurs, les fuites du canal rejoignent en large partie la nappe devant la palplanche, les fuites collectées côté SNCF dans la tranchée drainante sont estimées à 0.3 l/s/km.

5.2.6.3. Distinction prescription ferroviaire/digue

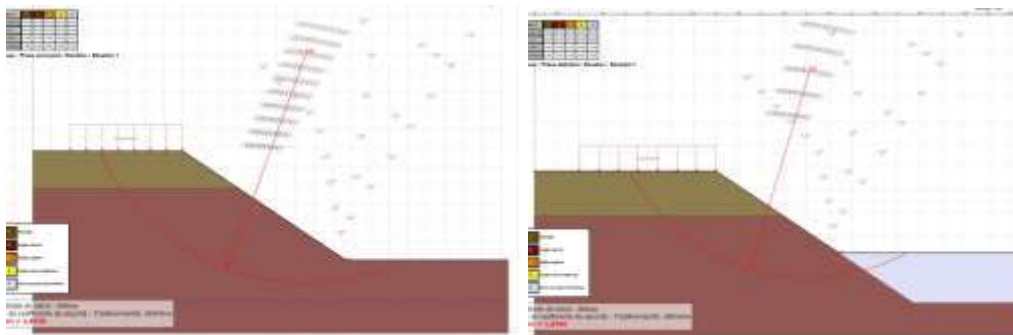
Il est à distinguer la notion de ligne de saturation hydraulique s'établissant dans le corps de digue de la notion de nappe telle que présentée dans le §5.1.3.

La ligne de saturation hydraulique est représentée par une ligne dite « piézométrique » généralement supposée linéaire entre le niveau amont dans le canal et l'exutoire en pied aval. La nappe, quant à elle, est, d'après l'analyse du contexte du présent projet, découplée du niveau dans le canal, et s'établit à un niveau moyen autour de 107.00/107.50.

5.3. PRESCRIPTIONS DE CALCULS DE STABILITE

5.3.1. Calcul de stabilité de talus

Un calcul de stabilité du talus aval a été mené par SYSTRA, représentatif de la coupe observée dans SP1, en phase provisoire (voie ferroviaire non encore créée, et après création de la voie en pied aval de digue). Toutefois, aucune ligne piézométrique n'a été considérée, seule la nappe a été modélisée à la cote 107.5, hypothèse réaliste d'après les résultats des mesures des piézomètres.



Extrait Calculs Systra G2PRO

5.3.1.1. Talus amont de la digue

L'analyse de la stabilité du talus amont de la digue doit être vérifiée quand :

- La digue n'est pas concernée par la mise en place d'une palplanche ; dans ce cas, le dimensionnement et la stabilité de cette palplanche est vérifié dans le cadre de la maîtrise d'œuvre BP4 ;
- Et, il est prévu des charges sur la crête de la digue.

Le long du linéaire BP1, cette configuration n'est pas rencontrée.

5.3.1.2. Talus aval de la digue

L'ensemble des tronçons concernés par une modification du parement existant (en déblai) sont à vérifier au grand glissement, ainsi que ceux concernés par des charges de roulements différentes de l'existant.

Il est considéré que le chemin de service définitif de SNCF Réseau n'accueillera que des véhicules légers.

Par rapport aux calculs menés par Systra, il est nécessaire d'ajouter la ligne piézométrique: il faut donc reprendre les calculs en considérant une ligne piézométrique linéaire entre RN-1m (selon calcul rabattement derrière la palplanche cf. §5.2.6) et la tranchée drainante.

5.3.1.3. Situations de calculs

Les calculs sont à mener selon les prescriptions techniques relatives à la sécurité des barrages (arrêté du 6 août 2018) et selon les *Recommandations pour la justification des barrages et des digues en remblai, CFBR, octobre 2015*.

Dans le cas des digues du canal latéral à la Garonne (barrage de classe C), les situations de projets à vérifier sont les suivantes :

Situation	Profil	Type (CFBR)	Niveau aval palplanche	Niveau aval (côté voies SNCF)	Charge Exploitation
Fonctionnement normal	Cible	Normal	RN – 1 m	Fond tranchée drainante	Charge standard déroulement – 5 kPa
Phase travaux	Phase de terrassement maximal	Rare/Exceptionnel/Transitoire	RN– 1 m	Fond tranchée drainante	Charge de roulement maximal de chantier
Dysfonctionnement canal	Cible	Rare/Exceptionnel/Transitoire	RN+50cm ou Crête si inférieur – 1 m	Fond tranchée drainante	Charge standard déroulement – 5 kPa
Saturation de l'assainissement ferroviaire	Cible	Rare/Exceptionnel/Transitoire	RN – 1 m	Niveau haut de la plateforme	Charge standard déroulement – 5 kPa

Situations de calculs pour les calculs de stabilité en grand

Nota : La zone d'étude est située en zone de sismicité 1 (très faible). Dans ce cas, la justification au séisme des barrages de classe C existants et/ou réhabilités n'est pas requise.

La présence d'une ligne de saturation hydraulique dans le corps de digue est à prendre en compte dans les calculs : par une ligne de saturation linéaire depuis le niveau amont jusqu'au niveau aval, en pied de talus de digue.

Les coefficients partiels et de modèle à respecter sont les suivants :

Situations	Coefficient partiel γ_m sur c' et $\tan \varphi'$	Coefficient partiel γ_m sur le poids volumique	Coefficient de modèle γ_d
normale d'exploitation	1,25	1	1,2
rare de crue	1,2	1	1,2
transitoire ou rare	1,1	1	1,2
exceptionnelle de crue (PHE)	1,1	1	1,2
extrêmes de crue, sismique ou autres	1	1	1,1

5.3.2. Dimensionnement des murs de soutènement

Dans le cas de BP1, le mur de soutènement est constitué d'une paroi berlinoise.

Le mur de soutènement est dimensionné selon les Eurocodes pour reprendre la poussée des terres de la digue, et les charges de roulement en phase provisoire et définitive.

La paroi berlinoise doit également être dimensionnée pour reprendre une charge d'eau située à 1.5 m sous le niveau de retenu normale du canal, comme indiqué au § 5.2.6.2.

Situation	Type (CFBR)	Niveau amont (côté canal)	Niveau amont de la berlinoise	Charge Exploitation
Fonctionnement normal	Normal	RN	RN -1.5 m	Charge standard de roulement
Phase travaux (terrassement maximal)	Rare/Exceptionnel/Transitoire	RN	RN -1.5 m	Charge de roulement maximal de chantier
Dysfonctionnement canal	Rare/Exceptionnel/Transitoire	RN+50cm ou Crête si inférieur	RN+50cm ou Crête si inférieur – 1.5 m	Charge standard de roulement
Défaillance caractère drainant de berlinoise	Extrême	RN	RN -1.0 m + remblai saturé corps digue	Charge standard de roulement

6. STABILITE DE LA DIGUE DE LA ZONE BP2

La zone BP2 s'étend sur la commune de Saint-Jory sur les PK suivants :

- $237,500 < PK_{\text{ferroviaire}} < 241,500$
- $14,230 < PK_{\text{fluvial}} < 18,230$

6.1. CONTEXTE ET HYPOTHESES

6.1.1. Contexte géologique

D'après les cartes géologique de Toulouse Ouest et de Grenade sur Garonne éditées par le BRGM, deux formations géologiques principales se distinguent au droit du site :

- Alluvions quaternaires et modernes de basse plaine : couche de graves de 4m à 6m d'épaisseur recouverte soit de sables peu limoneux vers le fleuve de la Garonne ou de limons fins au centre de la plaine et vers l'extérieur, pouvant atteindre 2 m ;
- Substratum : argiles, molasses de l'Oligocène et marnes de l'Aquitainien et du Stampien.

Des remblais plus ou moins épais liés à l'aménagement du secteur sont également présents ainsi que des formations d'altération non mentionnées

6.1.2. Contexte géotechnique

Le contexte géotechnique est apprécié sur la base des documents suivants :

- *Ligne Bordeaux à Sète, Aménagements Ferroviaires au Nord de Toulouse (AFNT)* – Rapport d'étude géotechnique G1 (ES+PGC) et G2 (AVP) – Lot 1 – Zone Nord PK

234+410 au PK 240+180 – Hydrogéotechnique Sud-Ouest – rapport C.14.42091 indice 2 daté du 27/07/2015 avec toutes ses annexes

- *Ligne Bordeaux à Sète, Aménagements Ferroviaires au Nord de Toulouse (AFNT)* – Rapport d'étude géotechnique G1 (ES+PGC) et G2 (AVP) – Lot 2 – Hydrogéotechnique Sud-Ouest – rapport C.14.42081 indice 2 du 30/06/2015 avec toutes ses annexes
- Rapport Mission G2 PRO – Lot BP2 – Etude géotechnique et terrassement – Rapport P-GEO-002-2375-RA-AFNT-004XXXX version 01
- *Mission G1 « ES » compte-rendu, Sondage et Essais*, GEOTECHNIQUE SAS – Rapport Msd2020.12.074-G2 AVP du 11/02/2022, 1^{ère} version

La G2 PRO présente un interprétation générale des couches rencontrés, nous nous concentrons ici sur l'interprétation des matériaux constatifs de la digue et de sa fondation.

De l'ensemble des sondages effectués dans le cadre de ces investigations , ceux intéressant directement la digue et le secteurs de BP2 , sont les suivants (hors pressiomètres) :

Nom	X	Y	Z	Campagne
AB-SP.2	1568543.33	3172578.06	117.88	PRO
AB-SP.7	1568926.64	3172007.85	119.82	PRO
AB-SP.8	1568973.7	3171937.51	119.82	PRO
AB-SP.9	1569055.33	3171797.42	119.75	PRO
AB-SP.10	1569140.95	3171571.1	119.78	PRO
AB-SP.11	1569175.63	3171463.5	119.79	PRO
AB-SP.13	1569244.17	3171264.46	119.76	PRO
AB-SP12	1569202.33	3171388.59	119.77	PRO
AB-SP.14	1569270.54	3171185.84	119.65	PRO
AB-SP.15	1569329.53	3171009.3	119.7	PRO
PRO-CA.1	1567957.59	3174278.82	117.05	PRO
PRO-C4.2	1568067.58	3173915.75	117.22	PRO
PRO-CA.3	1568155.46	3173625.82	117.21	PRO
PRO-CA.4	1568275.14	3173231.08	117.32	PRO
PRO-PM.15	1568408.27	3172830.17	117.39	PRO
PRO-PM.19	1569069.4	3171766.61	119.74	PRO
PRO-PM.20	1569126.3	3171611.65	119.78	PRO
PRO-PM.21	1569220.33	3171335.02	119.65	PRO
PRO-PM.25	1569385.92	3170839.81	119.98	PRO
PRO-PM.27	1569433.34	3170701.7	119.97	PRO
PRO-PM.42	1569112.7	3171652.7	119.85	PRO
PRO-PM45	1569170.44	3171479.64	119.74	PRO
PRO-TA.1	1567957.8	3174277.76	117.12	PRO
PRO-TA.2	1568067.84	3173914.47	117.21	PRO
PRO-TA.3	1568155.81	3173624.29	117.26	PRO
PRO-TA.4	1568275.54	3173229.51	117.23	PRO
CA.NEW.19	1568375.89	3172909.81	117.51	AVP
CA.NEW.21	1568447.95	3172744.41	117.75	AVP
CA1.210	1568357.93	3172966.18	117.46	AVP
CA1-.212	1568466.37	3172706.79	117.65	AVP
CA1.312	1567910.27	3174427.37	117.21	AVP
CA2.6	1569107.7	3171670.09	119.97	AVP
PM2.4	1568936.27	3172017.75	118.67	AVP
TC1.12	1568419.12	3172804.53	118.02	AVP

	AMENAGEMENTS FERROVIAIRES AU NORD DE TOULOUSE Note sur la stabilité de la digue du canal latéral à la Garonne	Réf. AFNT-0003703
	DOCUMENT SNCF RESEAU	

6.1.2.1. Lithologie générale

Nous rappelons ici les éléments principaux issus de l'étude G2 PRO-BP2 :

Les formations géologiques rencontrées au droit du site par les sondages réalisés en phase AVP et PRO sont les suivantes :

- Remblais (C0-2 de l'AVP)
- Alluvions modernes (C1-1 et C1-2 de l'AVP)
- Substratum molassique

Pour les besoins du PRO BP2, et compte tenu de leur ressemblance géotechnique, les deux premières formations ont été regroupées en une seule qui a été nommée : formations superficielles.

- Remblais :

En général, ces terrains ont été rencontrés jusqu'à 2 m de profondeur. Ils sont constitués majoritairement de limons sableux, de sable limoneux graveleux et d'argiles limoneuses, de couleur marron à brun. Des débris anthropiques ont été constatés sur seulement 10% environ des échantillons prélevés. La présence de mâchefer n'a été constaté que sur 2 sondages entre les PK 240+850 et 241+00.

- Alluvions modernes :

Ils sont constitués de 2 faciès :

Alluvions fines (C1-1) : constitués d'argiles limoneuse, de couleur marron à brun et de sables argileux ou limoneux de couleur beige ou marron clair avec quelques présences de cailloutis et de graviers. Elles sont rencontrées entre 0 et 2 m.

Alluvions grossières (C1-2) : constituées de sables graveleux et de grave sableuse, avec présence de galets de couleur marron, beige à gris de limons argileux, elles sont majoritairement rencontrées entre 2 et 5 à 7 m de profondeur.

- Substratum molassique :

Le substratum molassique est constitué de trois faciès :

- Un faciès argileux sableux : Il s'agit d'une argile limono sableuse gris vert beige jaune +/- chargé en graviers
- Un faciès argileux : Il s'agit d'une argile limoneuse localement marneuse gris vert beige jaune,
- Un faciès sableux : constitué de sable limoneux +/- argileux brun orangé vert.

Ces terrains sont rencontrés à partir de 5 à 7 m de profondeur et jusqu'à la fin des sondages.

6.1.2.2. Matériaux constitutifs de la digue et de sa fondation

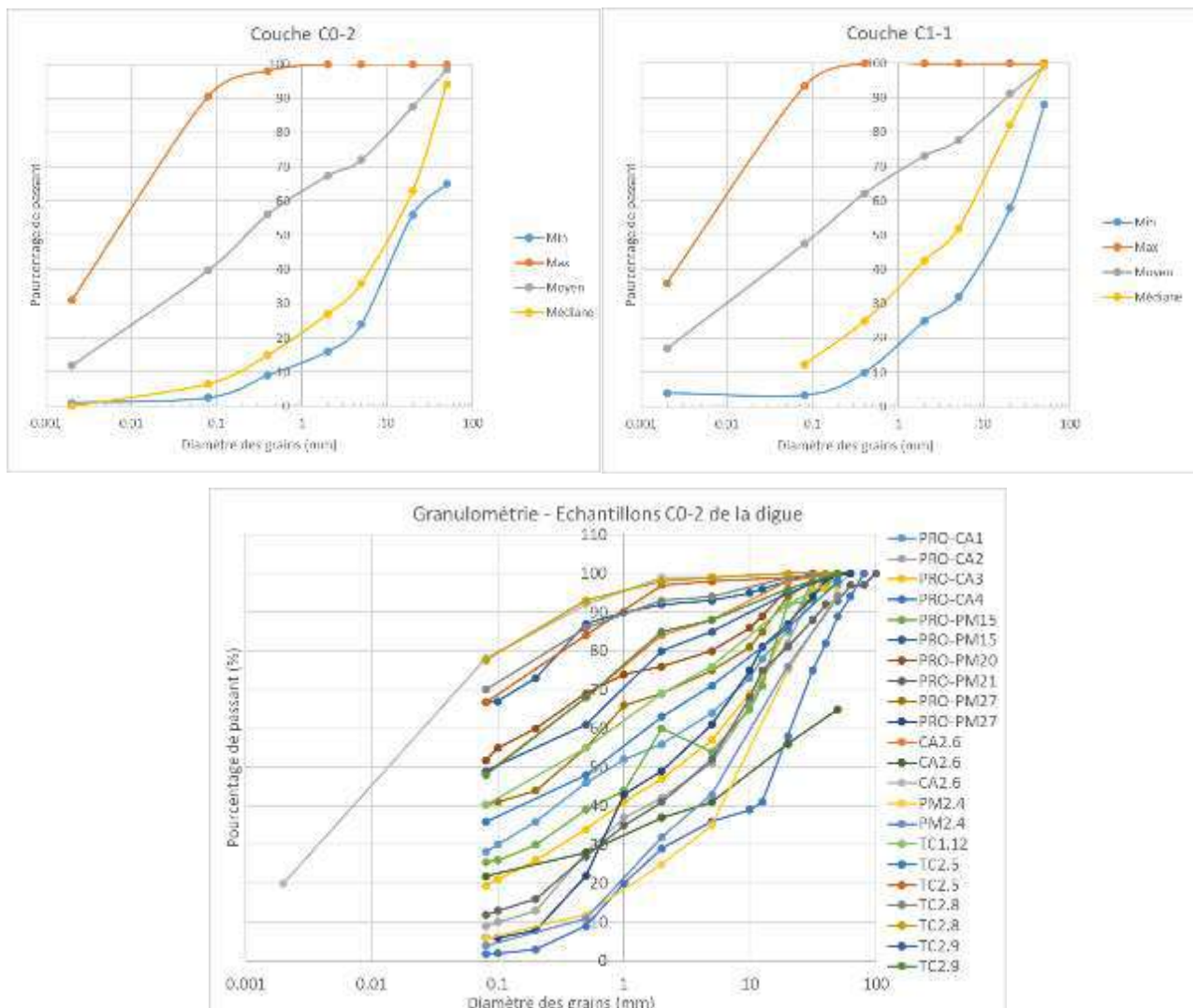
Au vu de la lithologie générale du site, la digue est constitué de la formation dénommée « formations superficielles » : remblais et alluvions fines (C0-2 et C1-1).

Ce matériau est constitué d'argile limoneuse à limons argileux ou sableux, graviers et galets ou de sable limoneux brun noir à graviers et galets.

Ce matériaux présente des caractéristiques hétérogènes, avec une granulométrie étalée, et potentiellement suffusif (IP moyen à 13, minimum à 1). Ce matériaux est plutôt drainant (taux de fines inférieurs 8% sur la médiane) mais avec des passages plus fins (40% sur la moyenne).

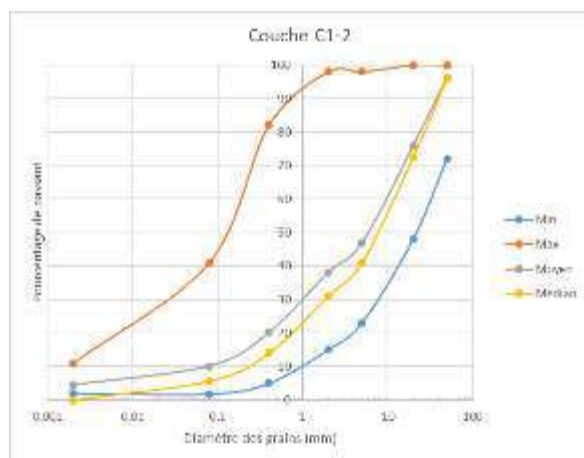
En isolant les sondages et essais laboratoires issus du corps de digue , il en ressort que :

- La digue est bien constitué de limons argilo-sableux ou sablo-graveleux sur environ 1 à 4 m d'épaisseur ; Certains sondages montrent des passages graveleux ou sableux dans cette couche ; sauf sur PM27 et CA1 où cette couche est peu présente, et présente plutôt un alternat de limon et sable. Comparativement aux formations C1-1 et C0-2 générale, le matériaux de la digue se situe dans le même fuseau, avec une médiane et une moyenne à 36% de %<80µm, plutôt plus fins ;



Comparaison de la couche "C0-2", « C1-1 »-et du corps de digue seul

- En dessous, une couche de sable et graviers (C1-2) est présente , sur une épaisseur de 4-5 mètres (visible dans les tarières et les sondages carottés) ;



Granulométrie couche C1-2

6.1.2.3. Perméabilités

Les essais de perméabilité effectués dans les sondages CA1 et suivants montre une perméabilité de

Sondage	Profondeur de l'essai	Nature des terrains	K (m/s)
CA1	1-3 m (corps de digue)	Sable limoneux	2.1 e-5 m/s
CA2	3-5 m (fondation C1-2)	Sable grossier graveleux	6.44 e-5 m/s
CA4	2-4 m (fondation C1-2)	Sable grossier graveleux	9.37 e-6 m/s

Le tableau suivant présente les estimations de perméabilité qui peuvent être faites pour les couches C0-2, C1-1 et C1-2 sur la base des formulations de Hazen, et de Savatier. Compte tenu de la variabilité des fuseaux granulométriques, ces estimations sont à considérer avec précautions, mais permettent d'évaluer les contrastes de perméabilités entre les différentes couches.

	C0-2 médian	C1-1 median	Corps de digue médian	C1-2 median
d60	20	8	1.5	10
d10	0.2	0.05	0.01	0.1
d60/d10	100	160	150	100
K (m/s)	4.00E-04	2.50E-05	1.00E-06	1.00E-04

Estimation de la perméabilité à l'ide de formulation de Hazen

	C0-2 médian	C1-1 median	Corps de digue médian	C1-2 median
d90	40	30	20	30
d70	20	10	5	20
d50	10	3	0.5	8
d30	3	0.8	0.04	1
d10	0.2	0.05	0.01	0.1
alpha	2.8	2.8	2.8	2.8
K (m/s)	2.3E-02	1.5E-03	4.3E-05	5.6E-03

Estimation de la perméabilité à l'ide de formulation de Savatier

6.1.2.4. Caractéristiques de résistance au cisaillement

Les paramètres géotechniques retenus à ce stade des études pour les formations superficielles (de 0 à 4 m de profondeur – faciès fins) et le substratum molassique sont les suivants (source G2PRO-AFNT 012-50216) :

Formation géologique	γ_h (kN/m ³)	γ_d (kN/m ³)	c' (kPa)	ϕ' (kPa)	C_u (kPa)	ϕ_u (kPa)
Formations superficielles	19	17	4	27	70	0
Substratum molassique*	21	-	15	30	100	0

* valeurs issues de l'AVP et de notre retour d'expérience

6.1.3. Contexte hydrogéologique

6.1.3.1. Général

Source : Etude hydrogéologique pour le projet AFNT, ANTEA, 2015.

Les alluvions de la basse plaine de la Garonne s'étendent sur plusieurs kilomètres de large. Ces alluvions constituent un aquifère poreux et continu qui repose sur un substratum imperméable (molasses miocènes).

Dans le secteur d'étude, les terrasses alluviales sont étagées, c'est-à-dire qu'elles reposent directement sur le substratum molassique, dont elles épousent les paliers, qui affleure parfois mais qui est le plus souvent dissimulé par les formations de pentes (colluvions).

Les terrasses sont donc séparées entre elles par des bourrelets molassiques, ce qui se traduit par une discontinuité des écoulements. La circulation d'eau entre les terrasses peut donc s'effectuer de deux manières distinctes (Cf. Figure 11) :

- par des sources puis par ruissellement d'eau sur la molasse affleurante ;
- par des écoulements diffus dans les colluvions qui recouvrent généralement la molasse en bordure de terrasse.



Figure 11. Ecoulements en bordure de terrasse (rapport BRGM n°55877)

L'alimentation de la nappe de la basse plaine s'effectue par les apports pluviométriques, par le ruissellement des eaux qui s'écoulent des formations molassiques imperméables et localement par les infiltrations (pertes) du canal Latéral à la Garonne, identifiées à partir d'anomalies de mesures de la piézométrie et de la température.

	AMENAGEMENTS FERROVIAIRES AU NORD DE TOULOUSE Note sur la stabilité de la digue du canal latéral à la Garonne	Réf. AFNT-0003703
	DOCUMENT SNCF RESEAU	

Les valeurs de perméabilité des alluvions sont comprises entre 1.10^{-2} et 5.10^{-3} m/s dans le secteur d'étude (source SIGES et BRGM), avec des coefficients d'emménagement qui varient de 5 à 10 %.

Dans ces conditions, les vitesses de circulation au sein de l'aquifère peuvent varier de 1 à 10 m/j selon la perméabilité et le gradient de la nappe. A titre de comparaison, ces vitesses sont relativement faibles par rapport à celles rencontrées dans un aquifère de type karstique bien développé (100 m/h).

La piézométrie générale de la nappe de la basse plaine, présentée en Figure 12 et Figure 13 est issue du modèle hydrodynamique réalisé à l'échelle de la nappe alluviale de la Garonne par le BRGM en 2010 (rapport 58063 de janvier 2010). Cette piézométrie correspond à l'état hydraulique de la nappe alluviale au mois de juin 2007, considéré comme une période de hautes eaux.

Au droit du projet, la nappe présente un écoulement de direction globale SE-NW avec un gradient hydraulique compris entre 2 et 3 ‰. La nappe alluviale est drainée par la Garonne. Cette relation hydraulique peut toutefois localement s'inverser.

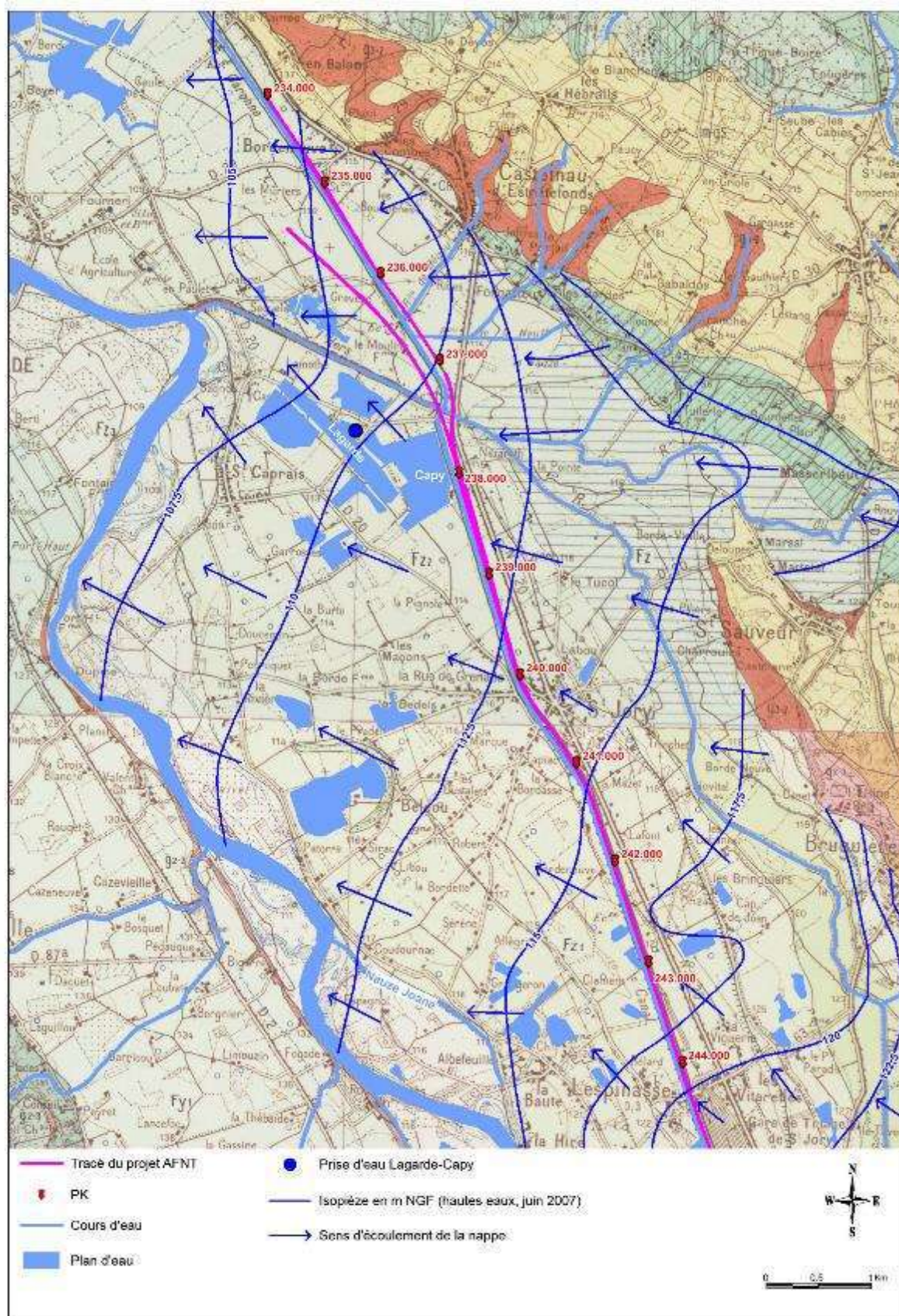


Figure 12. Piézométrie de la nappe alluviale de la basse plaine (hautes eaux de juin 2007, BRGM) – Secteur nord

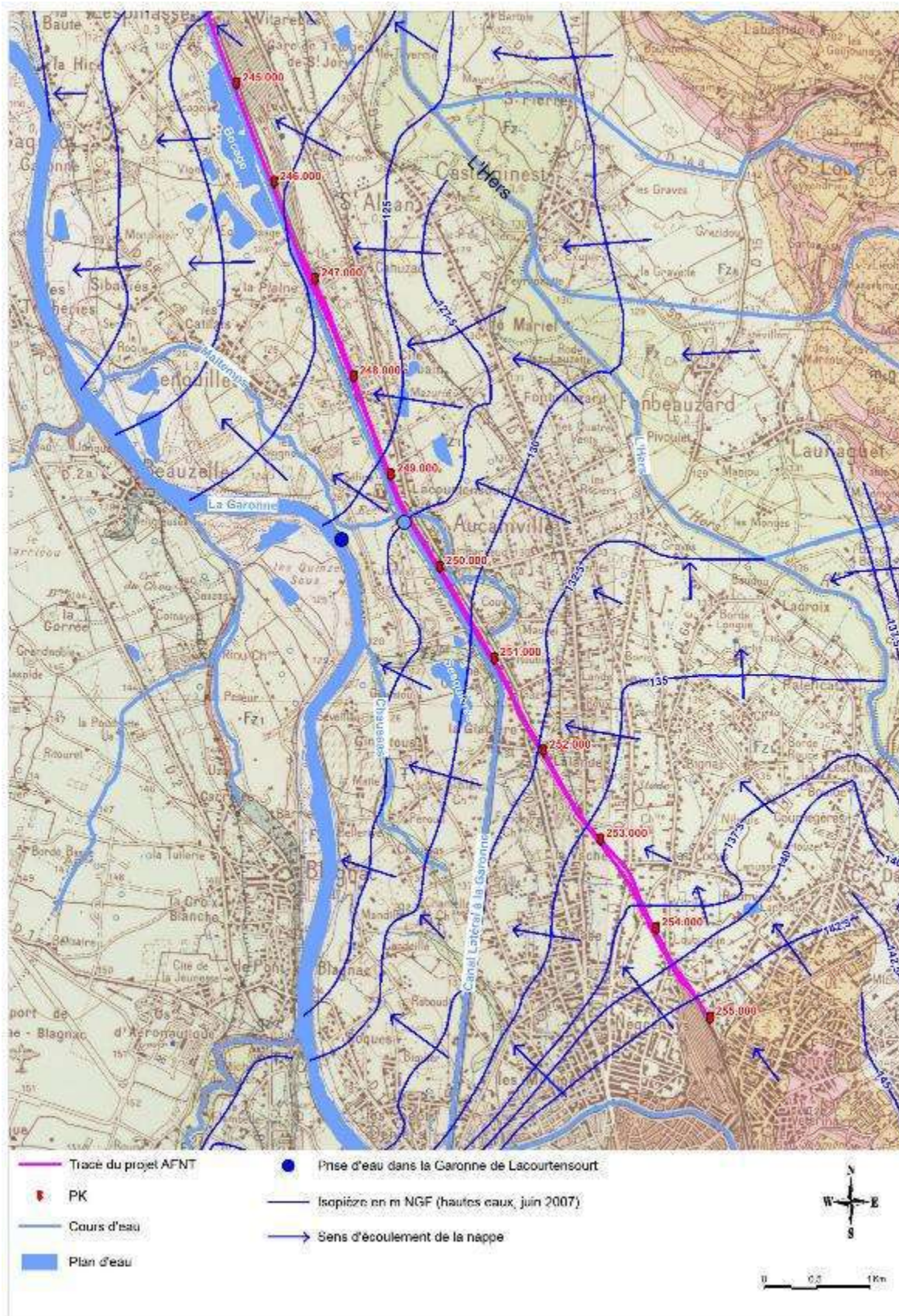


Figure 13. Piézométrie de la nappe alluviale de la basse plaine (hautes eaux de juin 2007, BRGM) – Secteur sud

6.1.3.2. Relation nappe/rivière/canal

Source : Etude hydrogéologique pour le projet AFTN, ANTEA, 2015.

[...] l'étanchéité des berges et du fond du canal serait assurée par une couche d'argile mise en place lors de sa création. Dans la réalité, ce niveau argileux peut localement ne pas exister. En effet, des apports d'eau depuis le canal vers la nappe ont été mis en évidence à partir de mesures de température de l'eau de la nappe sur des ouvrages situés à proximité du canal. Ces apports se traduisent par des anomalies de température, qui est plus élevée dans le canal que dans la nappe alluviale. L'étude hydraulique réalisée sur le canal par Hydratec en 2007, a par ailleurs confirmé l'existence de pertes dont le débit s'élève à près de 90 l/s sur le tronçon de Toulouse à Castelnau-d'Estrétefonds.

Le canal dans son état actuel est donc perché vis-à-vis de la nappe alluviale et sans lien hydraulique avec celle-ci (hormis quelques pertes). La charge hydraulique du canal ne permet pas de transfert depuis la nappe vers le canal.

La coupe schématique présentée en Figure 17 synthétise les relations hydrauliques nappe/canal dans le secteur du lac de Capy.

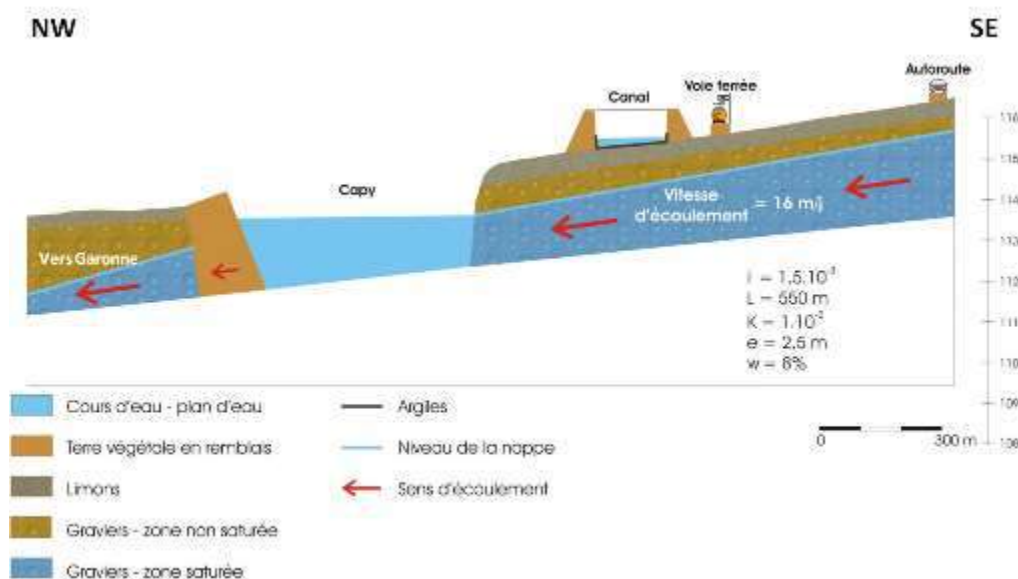
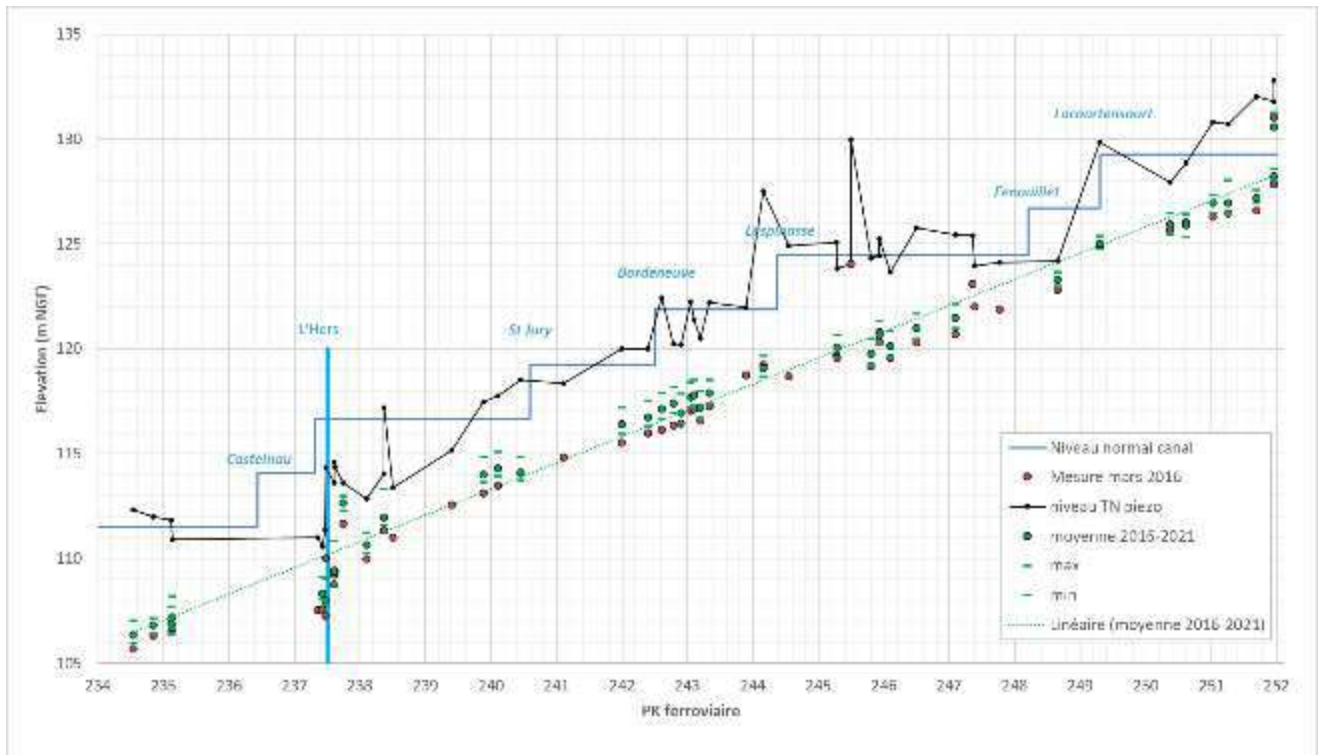


Figure 17. Coupe schématique des relations hydrauliques entre la nappe, le canal et la Garonne (rapport Antea Group n°A51571/A)

6.1.3.3. Interprétation du suivi piézométrique

Dans le cadre de l'opération AFNT, un réseau de piézomètre a été installé. Ils ont tous été mesurés manuellement en mars 2016, et une partie d'entre eux a fait l'objet de mesure continues entre 2016 et 2021. Les piézomètres sont principalement positionnés sur la plateforme ferroviaire et sur la digue, et ils sont répartis sur tout le linéaire d'AFNT.

Le graphique en page suivante présente l'ensemble des mesures des piézomètres. Le graphique en page suivante présente la moyenne des mesures selon un profil longitudinal.



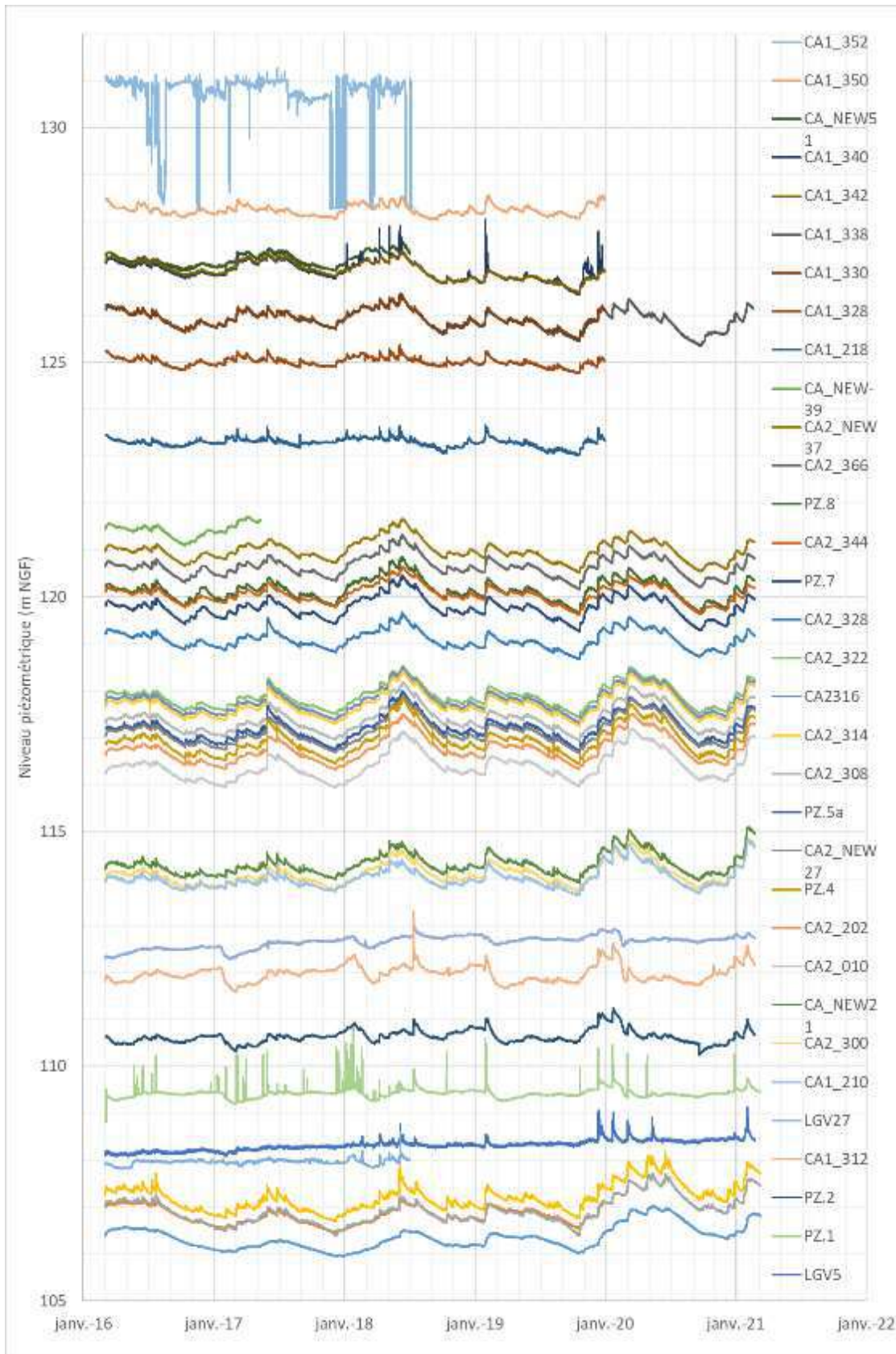
Profil longitudinal de la zone d'étude, niveau normal du canal et niveau piézométrique moyen

Ces graphiques appellent les commentaires suivants :

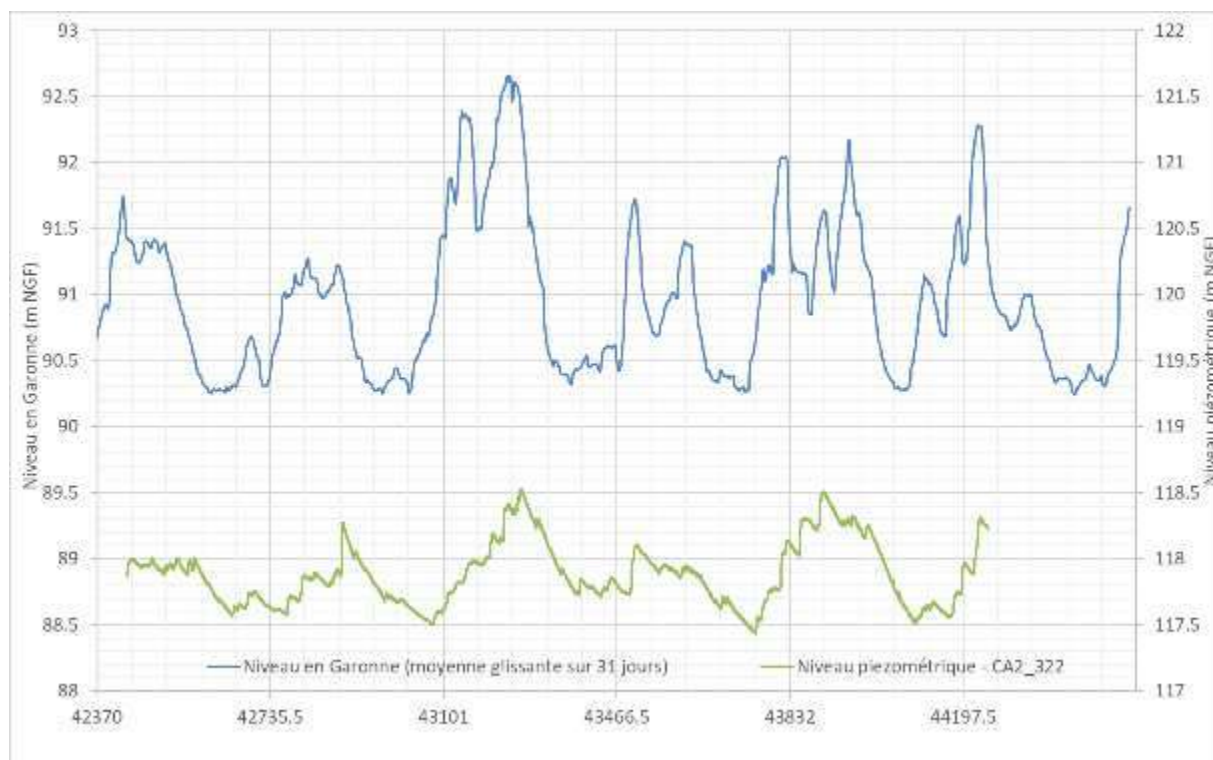
- Il n'y a pas de différence de mesure entre les piézomètres positionnés en crête de digue et ceux placés sur la plateforme ferroviaire ou plus en aval ; en d'autres termes les piézomètres placés dans la digue ne mesurent pas le niveau d'eau dans la digue mais le niveau de la nappe sous-jacente ;
- Dans l'ensemble les niveaux piézométriques moyens suivent une pente régulière vers l'aval, de l'ordre de 1.25 m/km ;
- L'amplitude des niveaux piézométriques sur la période mesurée varie selon les piézomètres de 0.5 à 2 m ;
- 2 piézomètres montrent des niveaux significativement plus élevés :
 - LGV27 situé au PK 237+740, est 2 m au-dessus de la tendance moyenne ;
 - CA1_350 situé à l'amont du projet, environ 2.3 m au-dessus de la tendance moyenne,
- Les piézomètres sont dans l'ensemble cohérents et synchrones entre eux ; ils peuvent cependant être analysés en plusieurs groupes :

Groupe	Observation	Amplitude variation	Piézomètres	PK ferroviaire
A	niveau mesuré variant de manière synchrone avec les niveaux de la Garonne	1 m - 1.4 m	CA1_210, CA_NEW21 CA2_300, CA2_010 CA2_202, CA2_NEW27 CA2_308, PZ.4, CA2_314, CA2_316, PZ.5, CA2_322, CA2_328, CA2_344 PZ.7, CA2_366 PZ.8, CA2_NEW37 CA_NEW39	PK 239+880 à 247+090
B	Variation synchrone avec la Garonne, plus lissé que le groupe A Aval du projet AFNT	0.7 m – 1.5 m	CA_NEW01, CA1_202 CA1_002, CA1_NEW05	PK 234+500 à 235+140
C	Variation indépendante de la Garonne, proximité avec l'Hers De nombreux pics	0.7 m – 2 m	LGV5, LGV7, PZ.1, LGV27, PZ.2 ,CA1_312	PK 237+430 à 238+360
D	Variation synchrone avec la Garonne, amplitude limité Amont du projet AFNT	0.5 m -1.6 m	CA1_218, CA1_328 CA1_330, CA1_338 CA1_342, CA1_340 CA1_New51, CA1_350	PK 248+650 à 251+950

On notera également que la mesure ponctuelle manuelle effectuée en mars 2016 est en période moyenne basse des niveaux de la Garonne. En revanche sur la période des mesures continues, on peut noter que l'hiver 2018 fait partie des périodes historiques des niveaux élevés de la Garonne.



Suivi piézométriques 2016 -2021



Comparaison de la variation des niveaux piézométriques avec le niveau de la Garonne à la station de Verdun-sur-Garonne

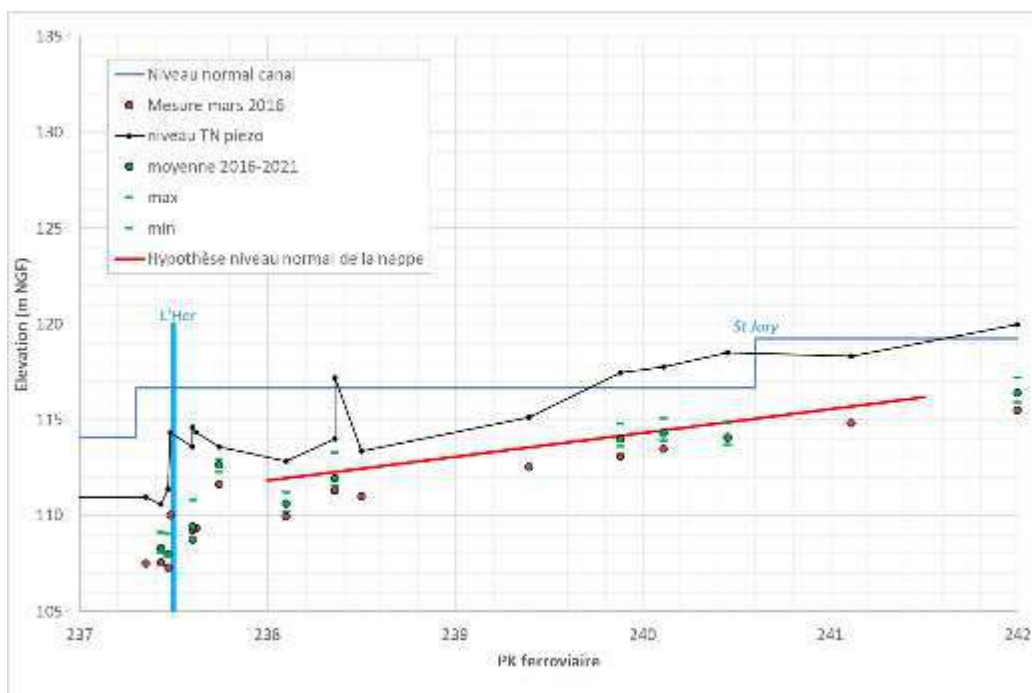
6.1.3.4. Hypothèses pour le dimensionnement

L'examen du fonctionnement hydrogéologique et du suivi piézométrique montre que :

- La digue ne semble pas saturée en situation actuelle ; les écoulements ont donc lieu en milieu poreux sans saturation ;
- La nappe moyenne est présente sous le canal et les digues à environ 2-4m sous la RN du canal selon les tronçons (voir graphique au § 5.1.3.3) ;

Dans le cas des linéaires de BP2, le niveau de la nappe normal à prendre en compte est donc les suivants :

Tronçons de digue	Niveau de nappe normal
238+000 – 241+500	1.2504.PK – 185.77 (PK en km)



Hypothèse de niveau normal de la nappe pour le dimensionnement

- L'amplitude de variation de la nappe en cohérence avec les variations de niveau de la Garonne étant limité (2 m maximum), en condition exceptionnelle c'est la saturation des systèmes d'assainissement de la plateforme qui générera des niveaux d'eau en aval de la digue (voir § suivant), plutôt que la nappe alluviale.

6.1.4. Contexte hydraulique

6.1.4.1. Général

La zone d'étude est soumise aux écoulements et inondations de la Garonne, de l'Hers et des apports des coteaux situés au Nord-Est du canal.

Sur notre zone d'étude, le canal latéral à la Garonne longe la Garonne, sur sa rive droite à une distance d'environ 2,5 km. Le canal se situe donc dans la plaine d'inondation de la Garonne. La cartographie des aléas du PPRI montre que certains tronçons du canal sont touchés la crue de référence, la crue 1875, d'une période de retour de l'ordre de 200 ans. La cartographie PPRI montre que seule la digue Sud-Est du canal est touchée par l'inondation. La digue côté voies ferroviaire ne l'est pas.

Les niveaux de référence PPRI sont les suivants (de l'amont vers l'aval) :

Commune	PK ferroviaire approximatifs	Niveau PPRI (m NGF)
Fenouillet	249+000	126.40
Fenouillet	248+000	125.80
Fenouillet	247+000	124.80
Fenouillet	246+000	123.60
Fenouillet	245+000	122.80
Lospinasse	244+000	121.20
Lospinasse	243+000	119.80

Saint-Jory	242+000	117.80
Saint-Jory	241+000	116.80
Saint-Jory	240+000	115.60
Saint-Jory	239+000	114.20
Saint-Jory	238+000	113.60 (Hers) & 112.60 (Garonne)
Castelnau	237+000	113.50 (Hers) & 111.40 (Garonne)
Castelnau	236+000	110.60
Castelnau	235+000	109.80
Castelnau	234+000	108.80

Le canal traverse l'Hers (par un pont canal), autour de ce passage, le canal (et ses deux digues) est donc soumis aux inondations de l'Hers. Les niveaux PPRI sont rapportés dans le tableau ci-dessus.

Les apports du coteau Nord sont tous interceptés par les réseaux communaux d'eaux pluviales.

Seuls les apports liés à la plateforme ferroviaire s'écoulent en pied de canal.

Aucun rejet pluvial n'est présent dans le canal sur la zone d'étude.

6.1.4.2. Fonctionnement du Canal en condition normale

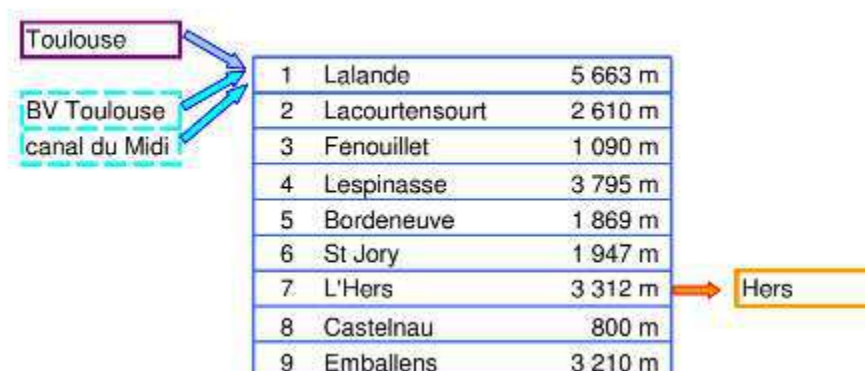
Le long de la zone d'étude AFNT, le canal latéral à la Garonne est découpée en 5 biefs de longueur réduite. Le niveau normal de navigation (NNN), ou cote de retenue normale (RN) au sens de la réglementation barrage, est donnée ci-après (source VNF).

Bief (écluse aval – écluse amont)	RN	PK ferroviaire (approximatifs)
Embalens-Castelnau	111.50 m NGF	233+300 à 236+435
Castelnau-Hers	114.10 m NGF	236+435 à 237+300
Hers-St-Jory	116.66 m NGF	237+300 à 240+600
St-Jory-Bordeneuve	119.24 m NGF	240+600 à 242+500
Bordeneuve-Lespinasse	121.88 m NGF	242+500 à 244 + 370
Lespinasse- Fenouillet	124.46 m NGF	244 + 370 à 248+200
Fenouillet - Lacourtenourt	126.72 m NGF	248+200 à 249+300
Lacourtenourt- Lalande	129.28 m NGF	249+300 à 252+000

Le niveau du canal peut varier de +/- 10 cm en moyenne du fait de son exploitation.

Sur les biefs concernés par AFNT (parte amont du canal), le canal est alimenté par la prise d'eau de Toulouse sur le canal de Brienne. Le canal reçoit également des débits limités en provenance du réseau urbain de Toulouse, et les volumes liés aux éclusées du canal de midi.

Un épanchoir est présent sur l'Hers.



Synoptique des flux hydrauliques sur les biefs concernés par AFNT - Source Hydratec 2007

A chaque écluse, un ouvrage de dérivation permet de réguler le niveau d'eau amont, au niveau normal. L'étude Hydratec de 2007 a montré que ces dérivations sont en capacité de transiter l'intégralité des apports amont du canal, soit 6 m³/s.

La même étude fournit une estimation des pertes d'eau du canal, de l'ordre de 86 l/s pour les biefs 1 à 9 (24,3 km), soit des pertes de l'ordre de 3.54 l/s/km de canal.

La pente hydraulique pour transiter ces 6 m³/s est estimée à 5 cm pour un bief de 3.3 km. Cette pente est négligée au regard des variations du niveau normal du bief (+/- 10cm).

6.1.4.3. Fonctionnement du Canal en condition exceptionnelle

Le canal latéral à la Garonne n'est pas directement soumis aux crues, comme indiqué au paragraphe précédent. Cependant, les événements suivants peuvent survenir :

- Pluie exceptionnelle, entraînant une réhausse du niveau des biefs ; le record de pluie journalières enregistrée à la station de Toulouse-Blagnac, sur la période 1947-2022 soit 75 ans, est de 82.7 mm (juillet 1977).
- Incidents d'exploitation : défaillance de l'un des ouvrages (par ex : embâcles dans une dérivation) ou défaillance d'une usine hydro-électrique sur le réseau.
- Inondation par la Garonne, après surverse de la digue Sud-Est.

VNF indique qu'en condition exceptionnelle d'exploitation, le niveau peut déborder : fortes arrivées d'eau lors d'intempéries, ou lors d'une défaillance de l'un des ouvrages (par ex : embâcles dans une dérivation) ou défaillance d'une usine hydro-électrique sur le réseau.

On pourra noter que lorsque le niveau d'eau augmente dans un bief, il finira par déborder par-dessus les portes d'écluses. La visite de site a montré que le niveau des portes d'écluses est de l'ordre de 10 cm au-dessus de la RN.

Par sécurité, il sera considéré un niveau d'eau exceptionnel dans le bief de RN + 50 cm ou la crête de la digue si celui-ci est inférieur.

6.1.4.4. Assainissement de la plateforme ferroviaire

En situation future, la plateforme ferroviaire est dimensionnée pour une pluie de période de retour 20 ans. Jusqu'à cette intensité, les eaux sont stockées et/ou évacuées via les fossés

d'infiltration et /ou les collecteurs. Au-delà, la plateforme ferroviaire commence à être inondée, pour finalement être surversée

Les buses traversants les voies sont dimensionnées pour un évènement centennal.

Ainsi le pied de digue du canal sera en eau pour des évènements supérieurs à une période de retour 20 ans.

6.1.5. Caractéristiques et hypothèses concernant la digue actuelle du canal

Les seules données d'archive disponible concernant le canal sont les coupes en travers topographiques.

Aucune information sur la structure interne de la digue et/ou du canal n'est disponible.

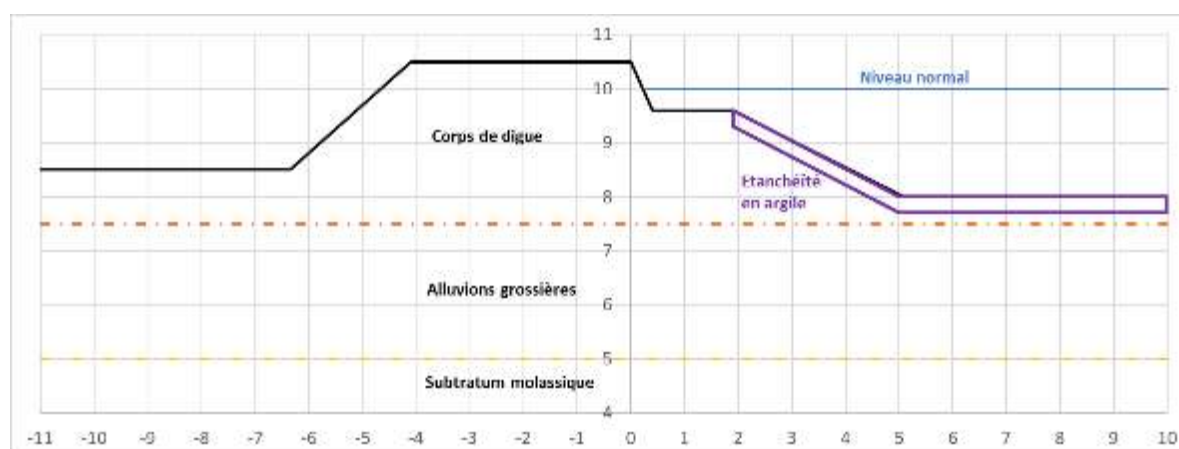
Oralement, il a été fait part par VNF de l'existence d'une couche d'étanchéité en argile en fond de canal et non présent en berge.

Au vu de l'analyse des sondages, il apparait que le fond du canal est proche de la couche d'alluvions grossières, perméable. Il est donc effectivement fort probable que cette étanchéité existe.

En croisant la topographie et bathymétrie actuelle, les informations issus des sondages, et les informations orales issues de VNF, une coupe en travers type peut être esquissée. Cette structure est prise comme donnée d'entrée pour l'étude. Elle suppose donc l'absence de filtre et drain.

- Niveau de la crête : niveau normal du canal + 50 cm
- Largeur en crête : entre 4.1 et 6 m
- Pente du talus aval : entre 1.5H/1V et 2H/1V
- Talus amont : existence d'une risberme environ 40 cm sous le niveau normal, d'une largeur de 1 à 3 m ; puis pente de l'ordre de 2H/1V

Ces caractéristiques sont variables d'une section à l'autre dans les plages indiquées ; la coupe ci-dessous présente le cas type, avec les pentes et largeur les plus pénalisantes en terme de stabilité.



Coupe interprétative de la digue Rive Droite du canal latéral à la Garonne

	AMENAGEMENTS FERROVIAIRES AU NORD DE TOULOUSE Note sur la stabilité de la digue du canal latéral à la Garonne	Réf. AFNT-0003703
	DOCUMENT SNCF RESEAU	

Le canal n'est pas complètement étanche, il existe quelques pertes par percolation dans le terrain.

L'étude Setec Hydratec de 2007 les avaient estimée à 3.54 l/s/km de canal (voir 2.4.2)

6.2. ANALYSE DES MODIFICATIONS APPORTEES A LA DIGUE PAR BP2 ET RECOMMANDATIONS

6.2.1. Méthode

Les modifications apportées à la digue sont définies selon le cahier de profil en travers (voir Annexe 4).

L'analyse de ces profils en travers a permis d'identifier 5 familles de modifications apportées à la digue du canal sur le linéaire de travaux du lot BP2 :

- 1/ Recharge en pied,
- 2/ Recharge en pied + tranchée d'infiltration en pied
- 3/ Talutage du parement aval + tranchée d'infiltration en pied
- 4/ Talutage du parement aval + palplanche amont
- 5/ Mur de soutènement + palplanche amont

Pour chacun de ces types de modifications apportées, il est analysé l'impact de ces modifications sur la sûreté de la digue et les différents états limites ultimes et de service à assurer :

- Stabilité d'ensemble (glissement),
- Soulèvement hydraulique,
- Erosion interne,
- Etanchéité (ELS).

L'état limite lié à l'érosion externe n'est pas traité. En effet, toutes les modifications de la digue sont faites à crête de digue constante. L'ensemble des risques liés à la surverse ne sont donc pas modifiés par rapport à l'existant.

De même, l'état limite de défaut de capacité portante du sol de fondation n'est pas traité. En effet, la digue existante ne sera pas réhaussée, l'ensemble des risques liés à la portance du sol de fondation ne sont donc pas modifiés par rapport à l'existant.

Pour chaque type de modifications, il est recherché le profil type le plus pénalisant et l'analyse est menée sur ce (ou ces) profil(s) particuliers.

6.2.2. Recharge en pied

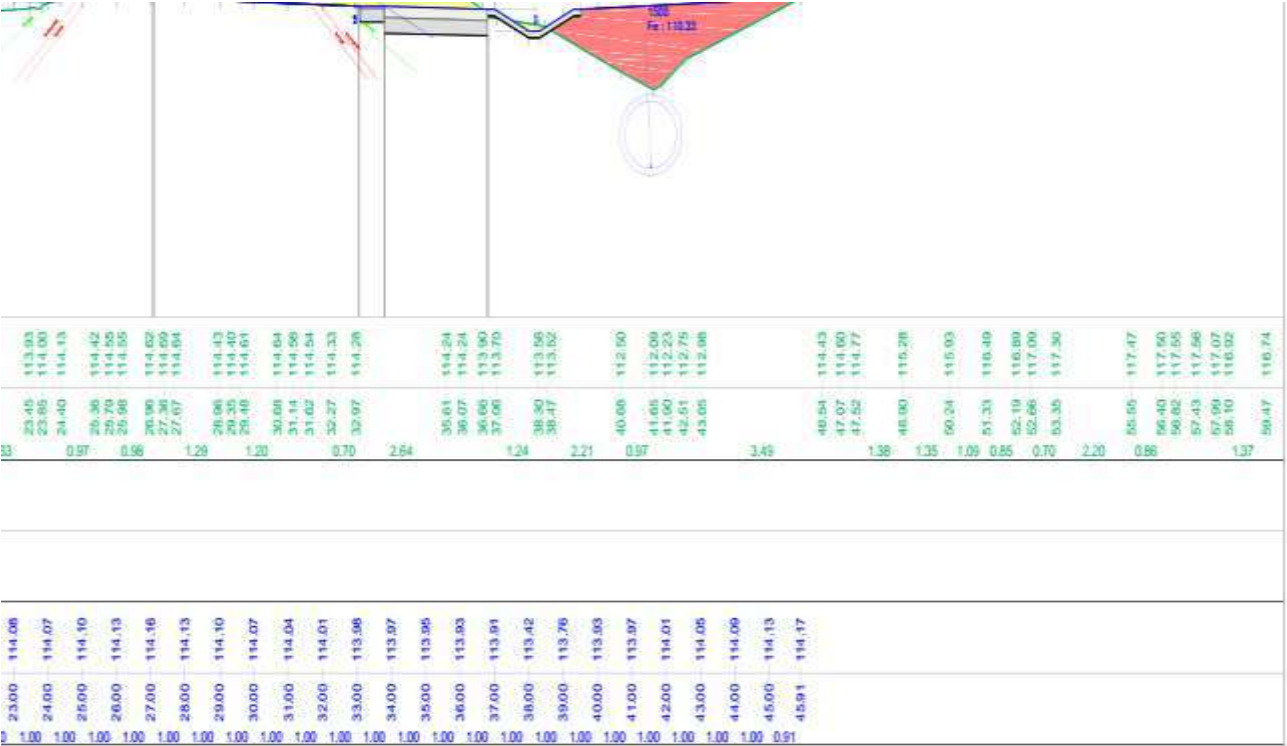
La seule modification apportée est une recharge en matériaux en pied aval de la digue actuelle. Cette modification n'appelle pas de vérifications particulières puisqu'elle améliore la sûreté générale de la digue actuelle :

- Recharge stabilisatrice en terme de stabilité du talus aval et de soulèvement de pied aval ;

- Allongement du chemin hydraulique, et donc baisse du risque d'érosion interne par rapport à l'existant et augmentation de l'étanchéité.

Il est cependant nécessaire que les matériaux utilisés pour ce remblaiement soient drainants (taux de matériaux <80µm, inférieur à 10%) , pour ne pas créer de saturation des terrains arrières, constituant le pied de la digue projet.

Linéaire	Profil maximisant
380-480	420
2740-2892	2780
3190-3200	
3380-3440	3190



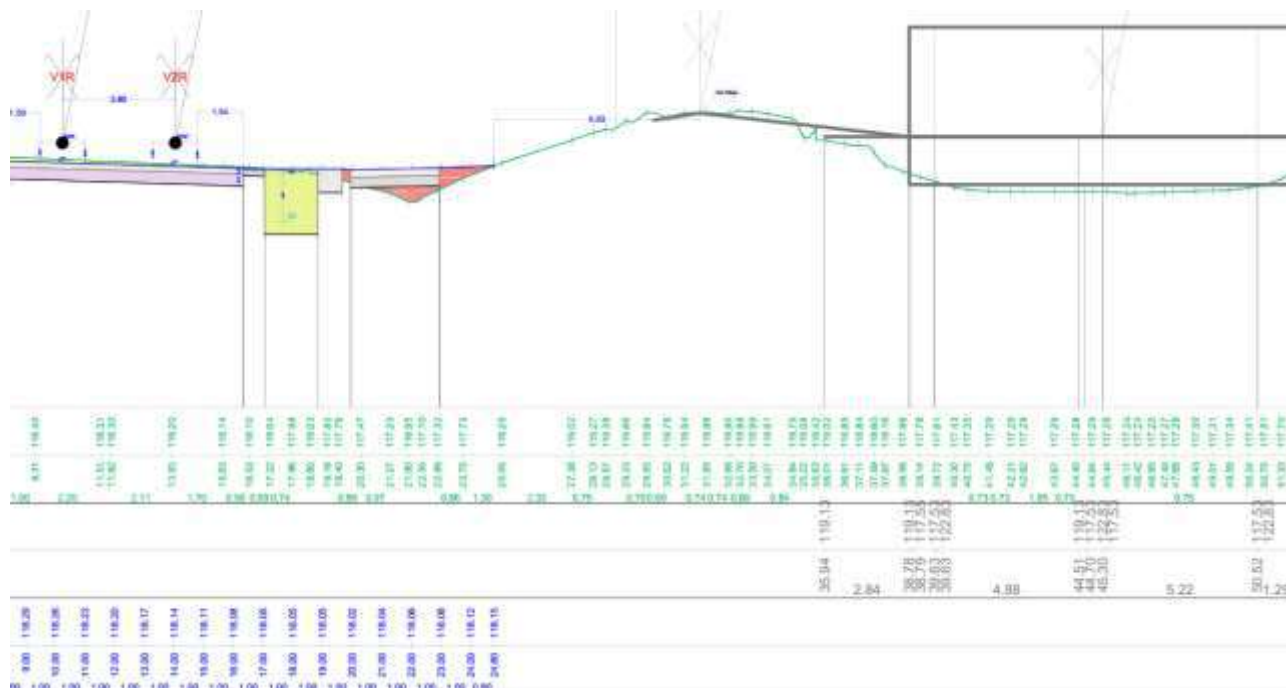
Coupe PK237+920 - Rechargement en pied

6.2.3. Recharge en pied et tranchée drainante en pied

Dans ce cas-là, la recharge en pied joue toujours un rôle stabilisateur, il n'est donc pas nécessaire de vérifier la stabilité en grand.

De même, la présence de cette tranchée d'infiltration joue un rôle de puits de décompression, il n'y a donc pas de risque de soulèvement de pied aval.

La tranchée d'infiltration n'apporte pas de modification significative aux écoulements. Quand elle est située au-dessus de la nappe, elle recharge légèrement la nappe. Quand elle est située en-dessous, le niveau dans la tranchée s'équilibre avec la nappe. Les charges et gradients hydrauliques ne sont donc pas modifiés.



Profil PT28 : PK241+040 – Recharge en pied et tranchée drainante

Une partie du linéaire concerné comprend des palplanches posées par le lot BP4, qui ne sont pas représentées sur les coupes.

Les linéaires concernés, les profils les plus pénalisants et leurs caractéristiques sont les suivants :

PK ferroviaire	Linéaire	Profil maximisant	Présence de palplanche BP4	Niveau du fond de la tranchée d'infiltration	Gradient global max	Niveau de nappe actuelle en pied de digue
238+080 – 239 + 180	580 - 1680	1120	non	111.81 m NGF	0.24 (identique à la situation actuelle)	112.60
239 + 201 – 239+800	1701.42 – 2300	1701.42	Partiellement (renforcement) Présence de palplanche existante	113.08 m NGF	0.27 / 0.16 avec la palplanche	113.33
240+956 – 241+040	3456 - 3540	3540	Oui – 4.5 m de longueur Linéaire de transition	115.94 m NGF	0.20 / 0.17 avec le rideau de palplanche	115.63

Les gradients maximaux sont inférieurs à 0.17 en situation projet, ou identiques à la situation actuelle.

La conception proposée est donc acceptable. Le géotextile filtrant est à prévoir au fond et sur les bords de la tranchée.

6.2.4. Modification du talus aval

Cette catégorie recouvre l'ensemble des tronçons où seule une modification du talus aval de la digue (raidissement, réduction de section) est effectué.

PK ferroviaire	Linéaire	Profil maximisant	Caractéristique du talus aval	Gradient maximum global
238+000 – 238+060	500-560	560	Raidissement de la partie basse du talus aval – 2.12 H/1V	0.25
240 + 660	3060-3160	3100	(*) Pente du talus aval à 2H/1V	0.15

Les re-talutage proposés sont modérés, avec des pentes projets supérieurs ou égales à 2H/1V. Les vérifications des stabilités de ces talus sont à effectuer (voir § 6.3.1).

Les gradients hydrauliques projets sont acceptables.

(*) Dans le cas de la rampe Nord du PRO de Saint-Jory, le TN aval projet est à la cote 116.60 m NGF pour un niveau dans le chenal de 116.66 m NGF. La largeur entre le canal et la plateforme ferroviaire étant par ailleurs de 25 m. Le canal n'est donc quasiment pas endigué. La configuration projet est acceptable.

(*) Côté rampe Sud, la rampe est arrasée, et la digue prolongée jusqu'à la plateforme ferroviaire. La stabilité du nouveau talus aval doit être justifiée. En terme d'érosion interne, le gradient maximal est acceptable.

6.2.5. Modification du talus aval et tranchée d'infiltration

Cette catégorie recouvre l'ensemble des tronçons où une modification du talus aval de la digue (raidissement, réduction de section) est combinée à la mise en place d'une tranchée d'infiltration.

Il s'agit sur les deux tronçons de la transition entre la configuration où la piste de chantier de SNCF Réseau est située en pied de talus aval, et celle où elle est confondue avec le chemin de halage.



6.2.6. Modification du talus aval et palplanche amont

Cette configuration concerne uniquement le tronçon de transition suivant :

PK ferroviaire	Linéaire	Profil maximisant	Caractéristiques talus	Présence de palplanche BP4	Gradient global max
239+905 – 239+940	2404.67 - 2440	2420	Pente 2.3 H/1V	Oui – 4 m	0.01

Le retalutage proposé est modéré, avec une pente projet de 2.3 H/1V. Les vérifications de stabilité de ce talus sont à effectuer, en considérant les charges de roulement potentiel de SNCF Réseau sur le chemin de halage, servant également de piste de chantier ou de chemin de service.

Le TN projet est à la cote 116.56 m NGF, pour un niveau normal du canal à 116.66 m NGF. Le canal n'est ici quasiment pas endigué. Il n'y pas de risque d'érosion interne.

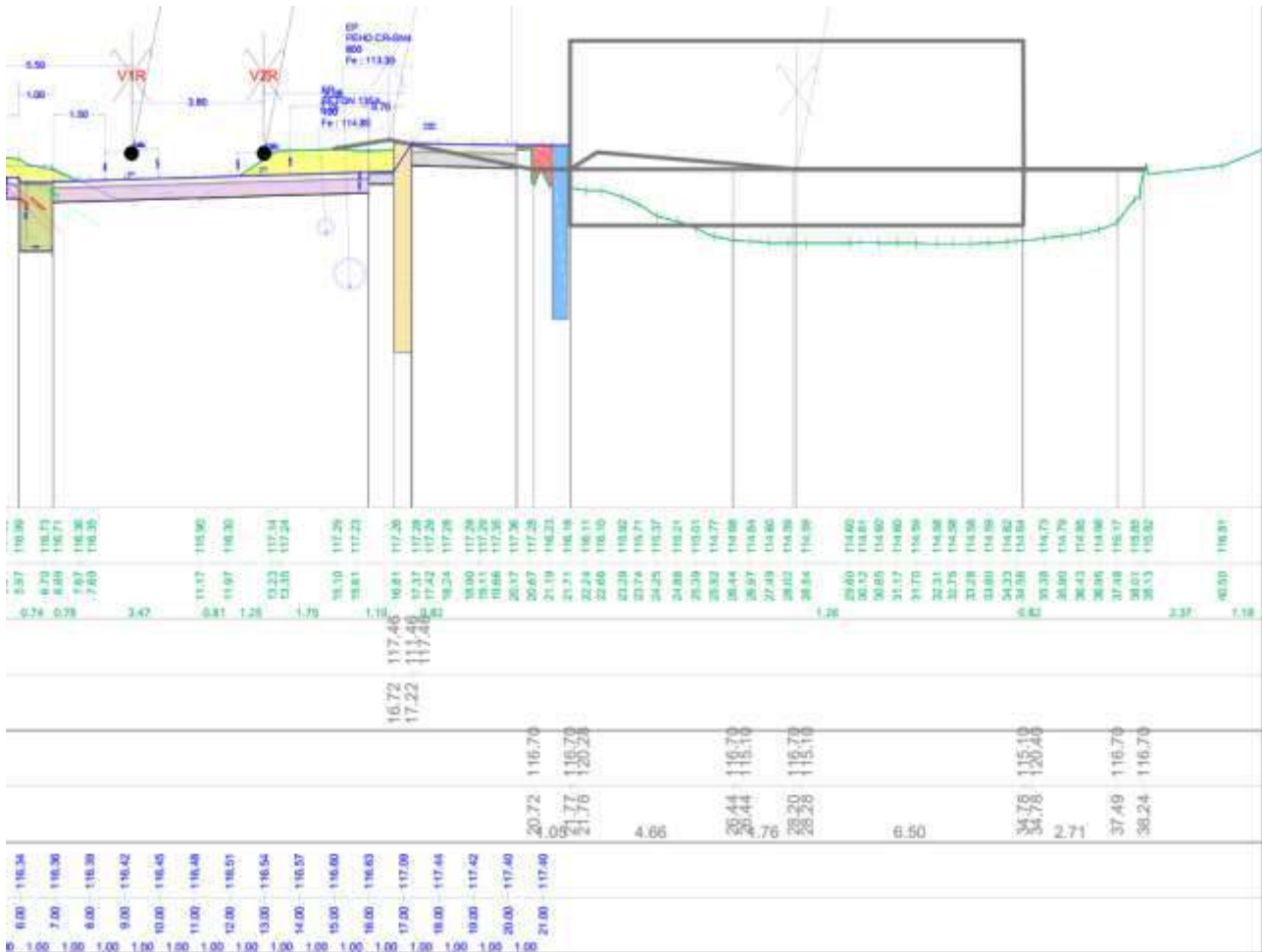
6.2.7. Mur de soutènement et palplanche amont

Il s'agit là de deux tronçons où les travaux du lot BP2 impactent le plus la digue où l'emprise ferroviaire gagne sur le miroir d'eau.

PK ferroviaire	Linéaire	Profil maximisant	Présence de palplanche BP4	Niveau du fond de la tranchée d'infiltration	Gradient maximal global	Niveau de nappe actuelle en pied de digue
239+950– 240+230	2450 - 2730	2520	Oui – 4 m puis 4.5 m	Pas de tranchée	0.01	114.5
241+160 – 241+607	3660- 4106.54	3900	Oui – 4.5 m	116.55 m NGF	0.32	116.08 m NGF

Sur le tronçon 2450-2730, le TN aval (niveau de la plateforme ferroviaire) varie de 116.60 m NGF, à l'extrémité Nord du tronçon jusqu'à 116.94 m NGF à l'extrémité Sud du tronçon. Le niveau normal du canal est à 116.66 m NGF. Le canal n'est donc quasiment pas endigué dans cette zone. La configuration projet est acceptable.

En configuration travaux, le fond de fouille s'établit à 116.03 m NGF au minimum, soit une charge hydraulique de 60 cm sur plus de 4 m de large en arrière de la palplanche. Cette configuration est également acceptable.



Profil PT17 : PK240+020 – Palplanche/mur de soutènement

Sur le tronçon 3660-4106.54, le TN aval (niveau de la plateforme ferroviaire) varie de 118.50 m NGF, à l'extrémité Nord du tronçon jusqu'à 119.03 m NGF à l'extrémité Sud du tronçon. Le niveau normal du canal est à 119.24 m NGF. La hauteur retenue est donc de 74 cm maximum.

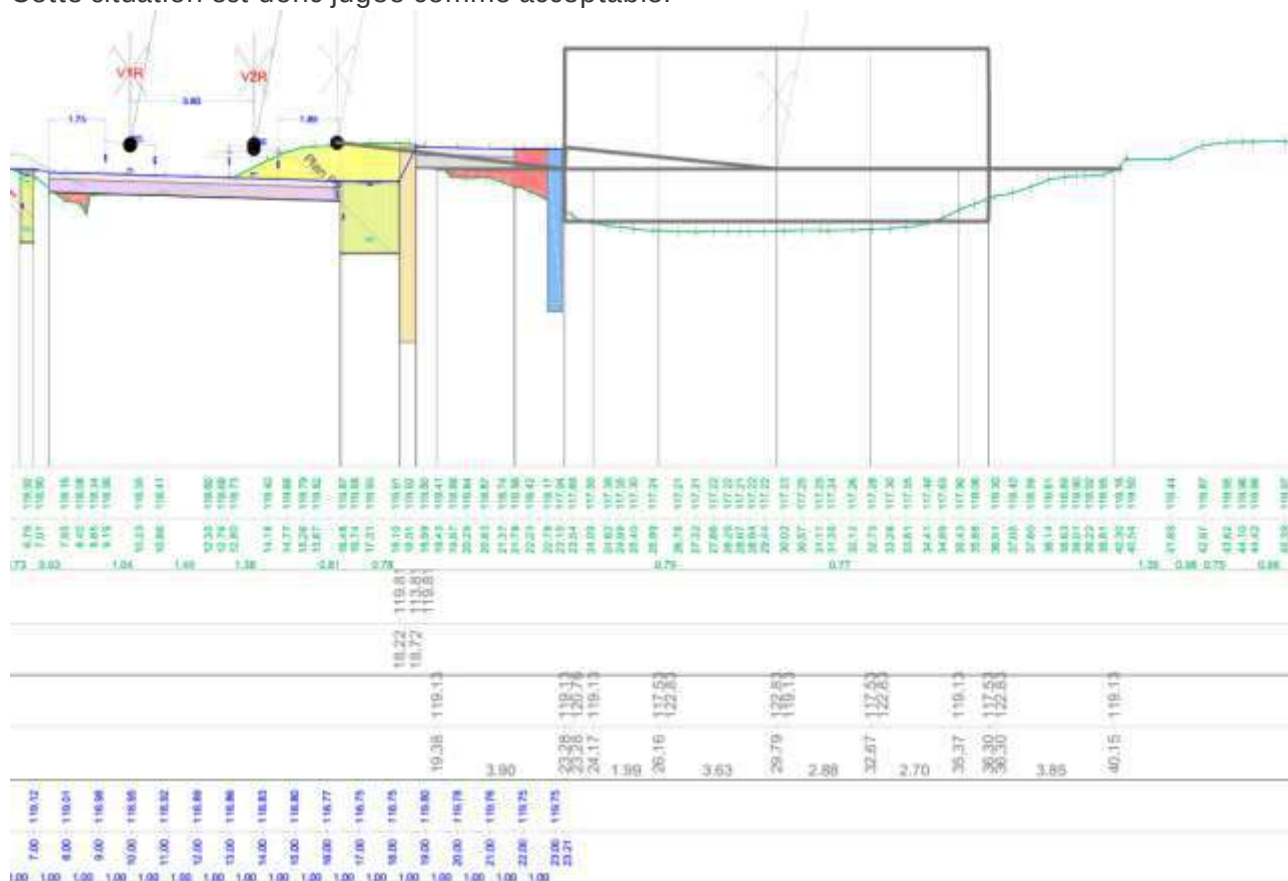
Le fond de la tranchée d'infiltration est positionné entre 116.83 m NGF (Sud) et 116.31 m NGF (Nord), soit environ 50 cm au-dessus de la nappe normale. La tranchée d'infiltration n'apporte pas de modifications significative aux écoulements. Quand elle est située au-dessus de la nappe, elle recharge légèrement la nappe.

Le gradient global est de l'ordre de 0.32 ,ce qui est limite pour un matériau de type limon plus ou moins sableux. Un géotextile filtre devra être mis en place sur les bords de la tranchée d'infiltration afin de prévenir les entrainements de matériaux, dans les veines plus instable du matériau en place.

On notera par ailleurs que cette estimation du gradient est faite en supposant que la ligne de saturation s'établit entre la tranchée et le niveau du canal. En réalité, l'étanchéité assurée par la couche d'argile entre le fond de canal et la palplanche permet d'avoir des écoulements très faibles et non saturés.

Par ailleurs, en l'état actuel, la nappe s'établit à un niveau inférieur à la tranchée drainante. Le gradient hydraulique en situation actuelle est donc de l'ordre de 0.45 sans que des désordres n'apparaissent.

Cette situation est donc jugée comme acceptable.



Profil PT32 : PK241+400 – Profil palplanche/mur de soutènement le plus critique

6.2.8. Modifications provisoires pour phase travaux

Les travaux du lot BP2 suivront le séquençage suivant :

- Mise en place des palplanches et remblaiement en arrière (par le lot BP4) ;
- Accès par la plateforme ferroviaire et décaissement en talus, jusqu'au fond de forme ;
- Mise en place des pieux ;
- Excavation à la trancheuse avec refermeture immédiate de la tranchée drainante ;
- Mise en place du mur de soutènement en béton ;
- Remblaiement en arrière du mur.

L'ensemble des opérations seront menées depuis la plateforme ferroviaire ; sans passage d'engins de chantier sur la crête de la digue.

	AMENAGEMENTS FERROVIAIRES AU NORD DE TOULOUSE Note sur la stabilité de la digue du canal latéral à la Garonne	Réf. AFNT-0003703
	DOCUMENT SNCF RESEAU	

Seul le tronçon aval sera concerné par des circulations d'engins et de camions sur la crête, pour l'accès à la zone lot B, PK 241+060- 241+100 et 241+120 – 241+600.

Il existe donc une phase transitoire, où le terrain en aval de la palplanche, est décaissé jusqu'au fond de forme de la plate-forme ferroviaire, et taluté (1.5H/1V) vers le canal. Le profil de cette phase transitoire doit respecter la contrainte du talus 1,5H/1V à 1 m de la palplanche, énoncé par le lot BP4 pour garantir la stabilité de la palplanche.

Le fond de fouille maximal correspond à la cote des plans supérieurs de terrassement de la plateforme ferroviaire (pas de terrassement supplémentaire) ; sur les différents tronçons (PT3660) ce fond de fouille maximal s'établit à la cote 117.90 m NGF, soit 1.34 m sous le niveau du canal, et un gradient hydraulique de 0.28 en prenant en compte la perte de charge liée à la présence de la palplanche. Il est recommandé de ne pas descendre plus bas lors du décaissement.

Lors de cette phase, des moyens de pompage ou de mise à sec (fossés de drainage) seront à mobiliser.

Ce phasage impose de déblayer le corps de la digue projet, et de venir remettre en place des matériaux à l'arrière du mur de soutènement.

Les matériaux déblayés comprendront :

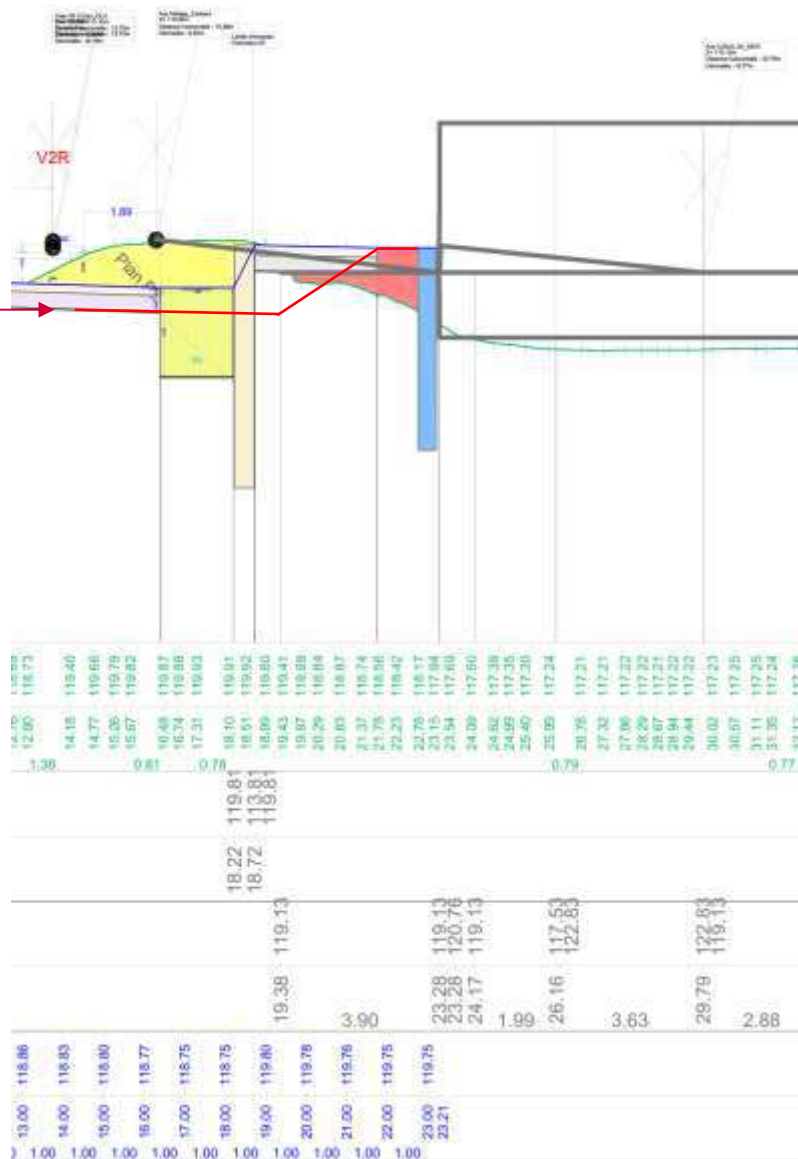
- Les matériaux de la piste mise en œuvre par BP4 en crête de digue ;
- Les matériaux du corps de la digue actuelle, plutôt hétérogène ;
- Les matériaux contrôlés, mise en place par BP4.

Il est recommandé de mettre en œuvre le protocole suivant pour la gestion de ces déblais et la remise en place après la construction du mur de soutènement :

- Déblaiement soigné, et mise en dépôt des différents matériaux ;
- Essai de caractérisation sur les matériaux de la digue actuelle ;
- Point d'arrêt pour la validation de la procédure de remise en place des matériaux et des adaptations éventuelles : Si le matériau est grossier et ne respecte pas les règles de filtre avec le matériaux « BP4 », il sera nécessaire de mettre en place un géotextile filtre sur le talus avant remise en place des matériaux ;
- A l'issue de la construction du mur de soutènement :
 - Création de redan sur le talus ;
 - Remise en place des matériaux déblayé (hors matériaux de piste) par couche de 30 cm ; et compactage soigné (objectif q4) ;
 - Pour assurer ce compactage, il sera nécessaire de laisser au minimum 80 cm entre le mur et le talus pour pouvoir passer correctement avec un compacteur téléguidé par exemple ;

Il est rappelé que la tranchée drainante doit être enveloppé dans un géotextile filtrant.

Fond de fouille maximum
– phase transitoire



6.2.9. Analyse des écoulements à travers la digue

Afin d'évaluer les fuites attendues dans la configuration projet, une coupe type a été bâtie et des calculs d'écoulement au sein de la digue effectués pour évaluer l'impact des travaux sur ces fuites.

Le logiciel SEEP de la suite logiciel Geostudio est utilisé.

6.2.9.1. Digue actuelle

Dans un premier temps, la configuration actuelle est représentée. La coupe utilisée est celle présentée au § 6.1.5. Plusieurs tests ont été effectués, afin de calibrer les perméabilités des

terrains qui sont difficiles à évaluer comme présentées au § 6.1.2.3 et de confirmer la sensibilité des résultats sur les différentes hypothèses prises.

Le tableau suivant récapitule les tests effectués :

	Configuration de référence	Sensibilité
Perméabilité des terrains de la digue	10^{-6} m/s	5.10^{-5} m/s
Perméabilité de la couche d'alluvions grossières	10^{-4} m/s	10^{-5} m/s
Niveau de la nappe en condition normale	6 m sous le niveau du canal	3 m sous le niveau du canal
Etendue de la couche d'argile d'étanchéité du canal	Présente sur le fond et les berges	Présent uniquement sur le fond

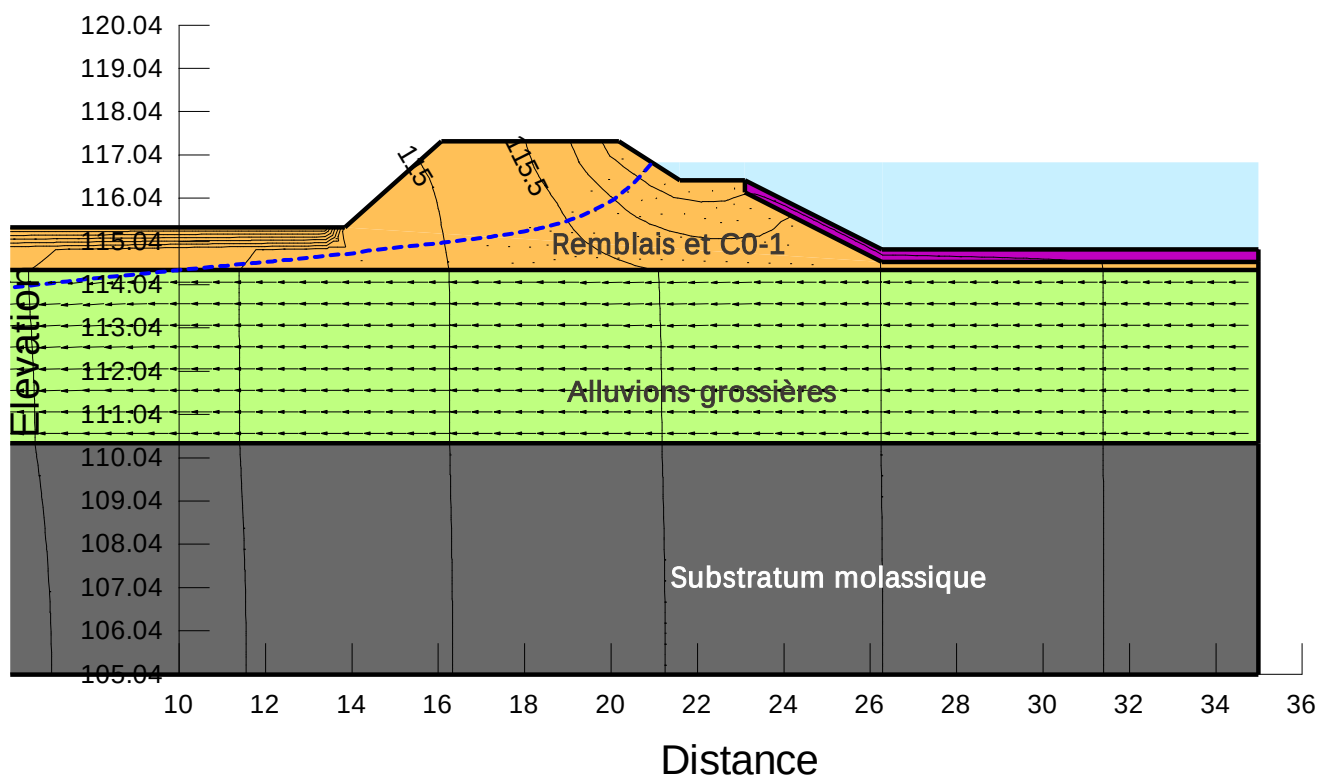
Ces différents tests ont apporté les enseignements suivants concernant les fuites du canal :

- Seul le test effectué avec la perméabilité plus faible des terrains de la digue a un impact majeur sur les fuites du canal, plus de 10 fois plus importantes ;
- La perméabilité des matériaux de corps de digue est calibrée à 10^{-6} m/s afin d'obtenir un résultat proche des fuites moyennes du canal estimées à 3.54 l/s/km ;
- Dans le cas d'une couche d'argile non présente en berge, les fuites augmentent également, mais seulement d'un facteur 2 ; cela pourrait confirmer que la couche est également présente en berge, mais une très faible variation de la perméabilité de la digue permettrait d'obtenir le même résultat ;
- Le test effectué avec la présence d'une nappe plus haute (juste sous le canal) ne change rien aux fuites ;
- Le test effectué avec une perméabilité plus faible dans les alluvions grossières ne change rien aux fuites.

La configuration de base est conservée pour la suite de l'analyse. La figure ci-dessous en présente les résultats.

Les fuites estimées par le modèle sont de 5.2 l/s/km.

Compte tenu du caractère hétérogène des terrains en place, il est recommandé de considérer une valeur de 10 l/s/km de canal comme fuites traversant la digue, à des fins de dimensionnement.



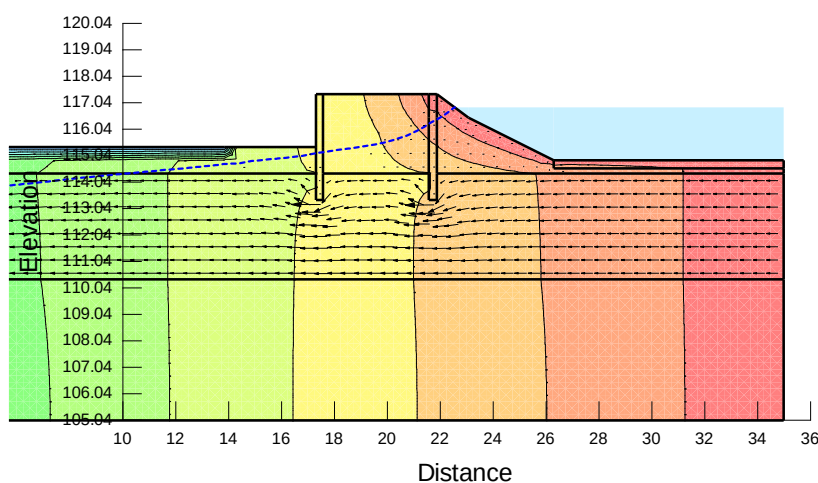
Vecteurs vitesses, ligne de saturation (bleu pointillé), et ligne d'isocharges totales ((traits fins avec étiquettes))

6.2.9.2. Digue projetée

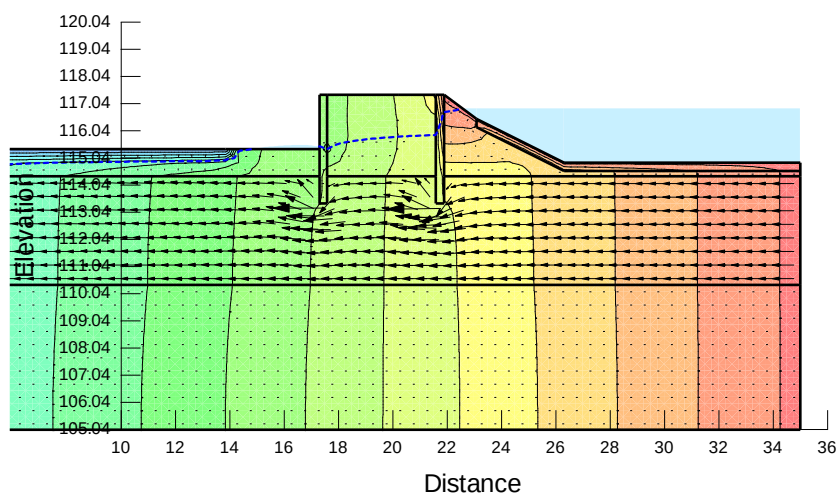
La configuration projet est celle comprenant la palplanche côté canal et le mur de soutènement côté aval.

Les différentes modélisations montrent que :

- La palplanche (perméabilité à 10^{-8} m/s) permet de réduire la charge de l'ordre de 1 m ;
- OU la largeur de 4 m de terrain avec une perméabilité de 10^{-6} m/s, permet de rabattre la charge de 1.5 m ;



Ligne de charge hydraulique, avec palplanche non étanche et terrain à 10^{-6}



Ligne de charge hydraulique, avec palplanche étanche et terrain à 10^{-6}

Ainsi, la charge hydrostatique à prendre en compte dans le cas des murs de soutènement s'établit 1 m sous le niveau normal du canal.

Par ailleurs, les fuites sont divisées par 2.

6.3. PRESCRIPTIONS DE CALCULS DE STABILITE

6.3.1. Calcul de stabilité de talus

6.3.1.1. Talus amont de la digue

L'analyse de la stabilité du talus amont de la digue doit être vérifiée quand :

- La digue n'est pas concernée par la mise en place d'une palplanche ; dans ce cas, le dimensionnement et la stabilité de cette palplanche est vérifié dans le cadre de la maîtrise d'œuvre BP4 ;
- Et, il est prévu des charges sur la crête de la digue.

Le long du linéaire BP2, cette configuration n'est pas rencontrée.

6.3.1.2. Talus aval de la digue

L'ensemble des tronçons concernés par une modification du parement existant (en déblai) sont à vérifier au grand glissement, ainsi que ceux concernés par des charges de roulements différentes de l'existant.

Il est considéré que le chemin de service définitif de SNCF Réseau n'accueillera que des véhicules légers.

Tronçons PK	Configuration	Charge de roulement de travaux
500-560	Talutage parement aval	non

2320-2400	Talutage parement aval + tranchée d'infiltration	non
2404.64 - 2440	Talutage parement aval + palplanche amont	non
2450-2730	Mur de soutènement + palplanche amont	non
3060-3160	Talutage parement aval	non
3560-3606.54	Talutage parement aval + tranchée d'infiltration	OUI
3620-4106.54	Mur de soutènement + palplanche amont	OUI

6.3.1.3. Situations de calculs

Les calculs sont à mener selon les prescriptions techniques relatives à la sécurité des barrages (arrêté du 6 août 2018) et selon les *Recommandations pour la justification des barrages et des digues en remblai, CFBR, octobre 2015*.

Dans le cas des digues du canal latéral à la Garonne (barrage de classe C), les situations de projet à vérifier sont les suivantes :

Situation	Profil	Type (CFBR)	Niveau amont (côté canal)	Niveau aval (côté voies SNCF)	Charge Exploitation
Fonctionnement normal	Cible	Normal	RN	Niveau moyen de la nappe (en fonction du PK ferroviaire, voir §2.3.4)	Charge standard déroulement – 5 kPa
Phase travaux	Phase de terrassement maximal	Rare/Exceptionnel/Transitoire	RN	Niveau moyen de la nappe (en fonction du PK ferroviaire, voir §2.3.4)	Charge de roulement maximal de chantier
Dysfonctionnement canal	Cible	Rare/Exceptionnel/Transitoire	RN+50cm ou Crête si inférieur	Niveau moyen de la nappe (en fonction du PK ferroviaire voir §2.3.4))	Charge standard déroulement – 5 kPa
Vidange du canal	Cible	Rare/Exceptionnel/Transitoire	Fond du canal (RN – 2m)	Niveau moyen de la nappe (en fonction du	Charge standard déroulement – 5 kPa

				PK ferroviaire voir §2.3.4))	
Saturation de l'assainissement ferroviaire	Cible	Rare/Exceptionnel/Transitoire	RN	Niveau haut de la plateforme	Charge standard déroulement – 5 kPa

Situations de calculs pour les calculs de stabilité en grand

Nota : La zone d'étude est située en zone de sismicité 1 (très faible). Dans ce cas, la justification au séisme des barrages de classe C existants et/ou réhabilités n'est pas requise. La présence de la nappe est à prendre en compte dans les calculs, par une ligne de saturation linéaire depuis le niveau amont jusqu'au niveau aval, en pied de talus de digue.

Les coefficients partiels et de modèle à respecter sont les suivants :

Situations	Coefficient partiel γ_m sur c' et $\tan \phi'$	Coefficient partiel γ_m sur le poids volumique	Coefficient de modèle γ_d
normale d'exploitation	1,25	1	1,2
rare de crue	1,2	1	1,2
transitoire ou rare	1,1	1	1,2
exceptionnelle de crue (PHE)	1,1	1	1,2
extrêmes de crue, sismique ou autres	1	1	1,1

6.3.2. Dimensionnement des murs de soutènement

Dans le cas de BP2, le mur de soutènement est constitué d'un mur en béton armé fondé sur pieux :

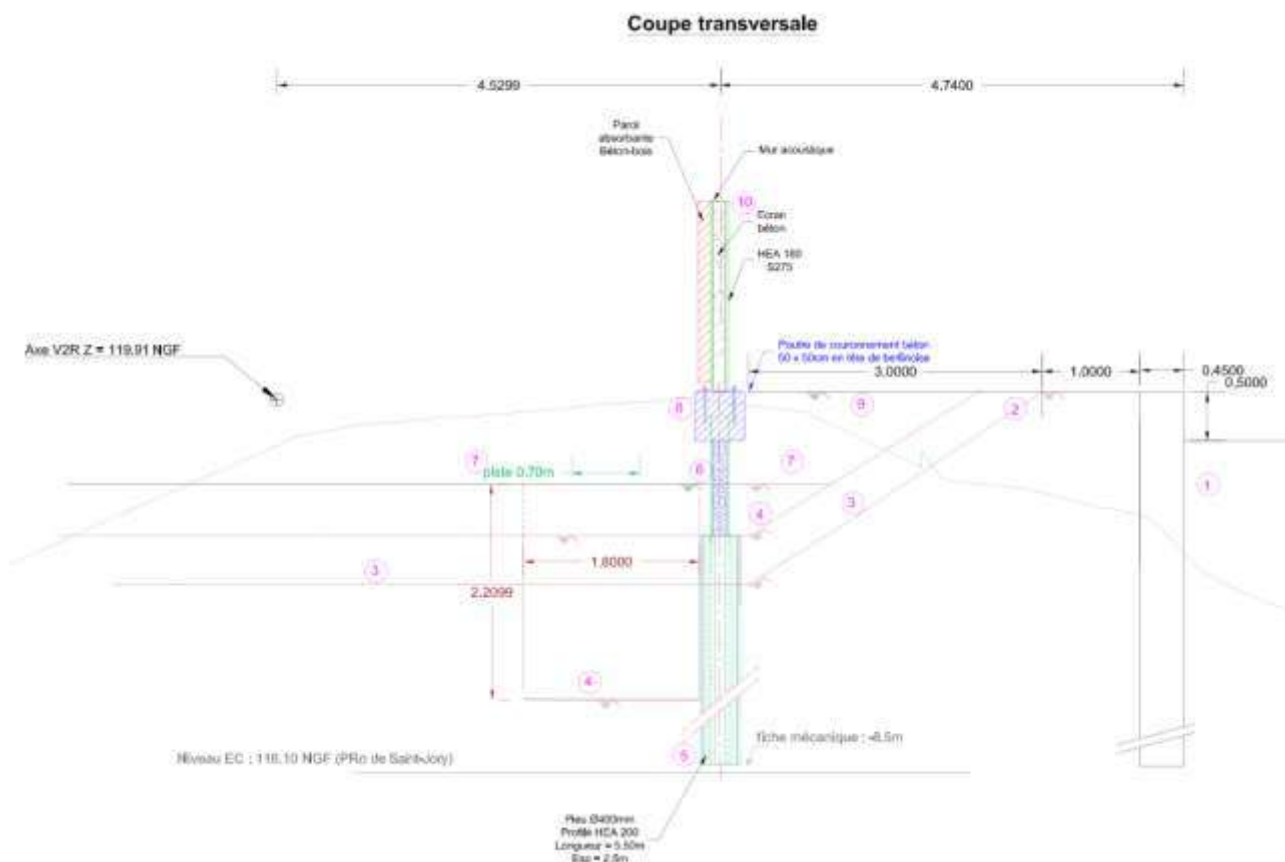


Schéma du principe de conception du mur de soutènement aval

Le mur de soutènement est dimensionné selon les Eurocodes pour reprendre la poussée des terres de la digue, et les charges de roulement en phases provisoire et définitive.

La paroi berlinoise doit également être dimensionnée pour reprendre une charge d'eau située à 1 m sous le niveau de retenue normale du canal ; comme indiqué au § 6.2.9.2).

7.STABILITE DE LA DIGUE DE LA ZONE LOT B

La zone Lot B s'étend le long de la gare marchandises sur les communes de Lospinasse et Fenouillet (nord) sur les PK suivants :

- 241,500 < PK_{ferroviaire} < 246,500
- 9,230 < PK_{fluvial} < 14,230

7.1.CONTEXTE ET HYPOTHESES

7.1.1. Contexte géologique

D'après les cartes géologique de Toulouse-Ouest et Toulouse-Est (n°983 et 984), le projet s'inscrit dans le contexte géologique suivant :

- Des remblais historiques ;
- Des alluvions ;
- Le substratum molassique.



Extrait de la carte géologique de Toulouse-Ouest et Toulouse-Est

7.1.2. Contexte géotechnique

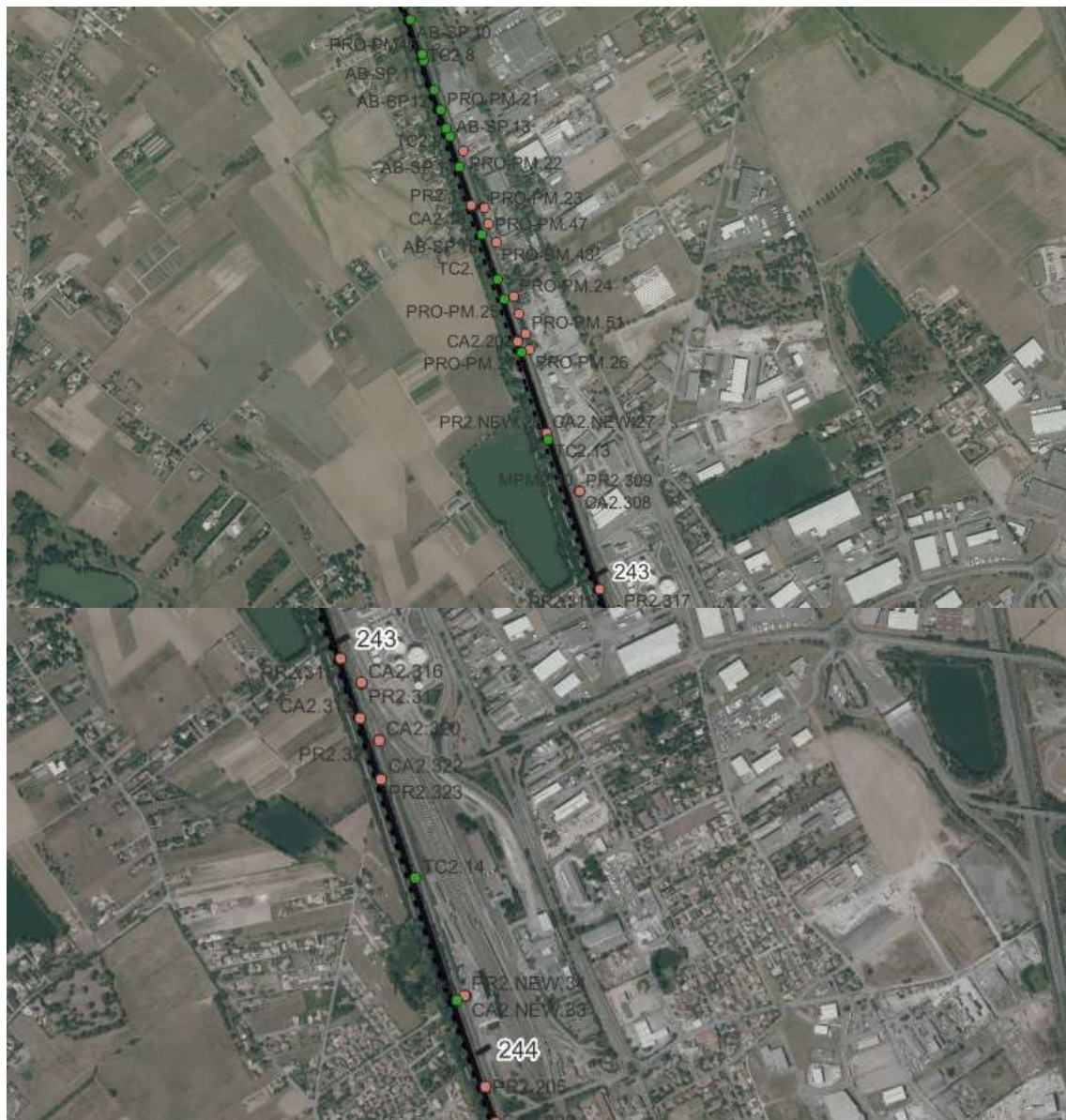
Le contexte géotechnique est apprécié sur la base des documents suivants :

- *Rapport définitif des investigations complémentaires Géotec* - Investigations géotechniques sur le lot B (PK214+500 à 246+000) – Géotec - daté du 23/03/2023 avec toutes ces annexes
- *Ligne Bordeaux à Sète, Aménagements Ferroviaires au Nord de Toulouse (AFNT)* – Rapport d'étude géotechnique G1 (ES+PGC) et G2 (AVP) – Lot 2 – Hydrogéotechnique Sud-Ouest – rapport C.14.42081 indice 2 du 30/06/2015 avec toutes ses annexes
- *Résultat brut des sondages réalisés dans le cadre de la G2PRO et plan d'implantation des sondages* – Géotec et Hydrogéotechnique

De l'ensemble des sondages effectués dans le cadre de ces investigations, ceux intéressant directement la digue et le secteur du lot B, sont les suivants :

Nom	PK	X	Y	Z
TC2-012	242+200	1569368.14	3170892.68	120.03
PRO-PM.25	242+250	1569385.92	3170839.81	119.98
CA2.202	PK42+365	1569423.36	3170730.04	120.01
PRO-PM.27	242+400	1569433.34	3170701.70	119.97
CA2.NEW.27	242+620	1569497.84	3170489.29	122.43
TC2.13	242+600	1569502.92	3170473.06	122.33
CA2.314	243+040	1569638.62	3170080.82	122.23
CA2.318	243+190	1569681.93	3169942.26	122.39
CA2.322	243+350	1569732.72	3169801.20	122.21
TC2.14	243+570	1569812.25	3169568.01	122.04
TC2.15	243+885	1569909.88	3169285.83	120.94
CA2.204	244+090	1569974.68	3169082.41	122.40
CA2.206	244+490	1570094.02	3168712.35	125.03
CA2.208	244+523	1570117.37	3168644.74	124.90
CA2.334	244+825	1570216.62	3168386.44	125.14
CA2.338	244+970	1570244.76	3168313.75	125.00
CA2.342	245+115	1570317.88	3168122.67	125.04
CA2.346	245+250	1570375.24	3167973.80	125.09
CA2.354	245+530	1570472.56	3167721.12	125.15
CA2.358	245+670	1570516.56	3167605.19	125.06
CA2.366	245+935	1570619.72	3167346.99	125.23
PM24	243+170	1569754.4	3169720.4	122.3
PM_30	243+450	156832.3	3169503	122.2

Liste sondages G2





Plan d'implantation des sondages

7.1.2.1. Lithologie générale

Nous rappelons ici les éléments principaux issus du rapport définitif des investigations complémentaires Géotec :

Les formations géologiques rencontrées au droit du site par les sondages réalisés sont les suivantes :

- Localement des remblais ;

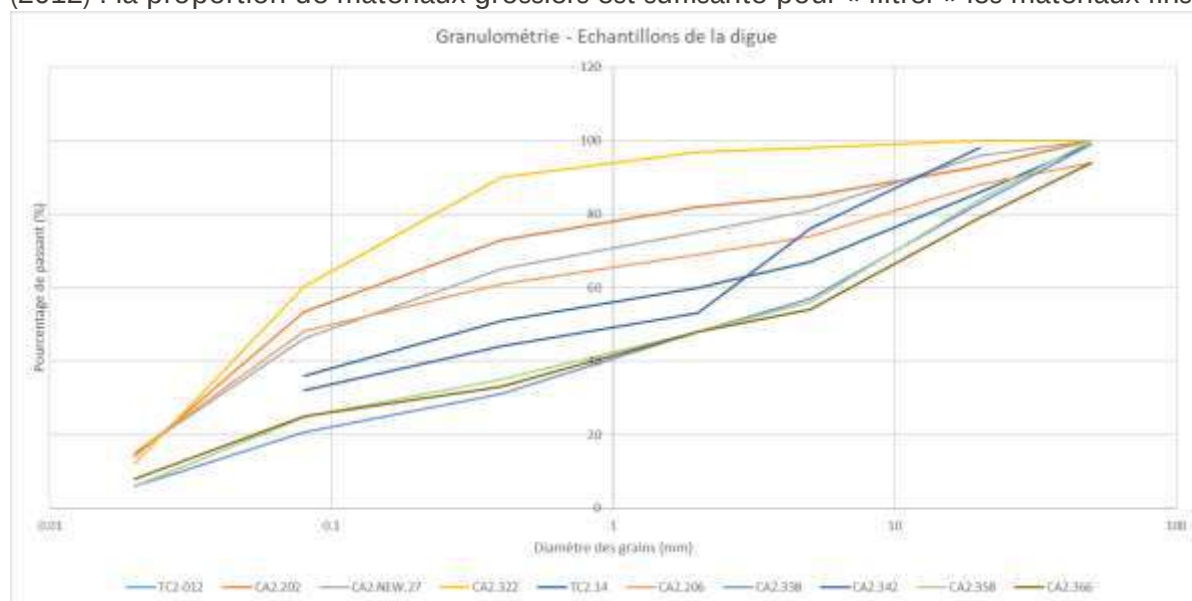
- Des alluvions constituées de sables et graves +/- argileux à argiles +/- sableuses à graviers et galets ;
- Le substratum molassique constitué d'argiles +/- marneuses à marnes avec localement des passages plus sablo-graveleux.

7.1.2.2. Matériaux constitutifs de la digue et de sa fondation

la couche de sable limoneux/limon sableux/Limon argileux a été rencontrée au droit de la digue du canal sur des épaisseurs variables allant de 0 à 2 m maximum.

Le graphique ci-après rassemble les essais granulométriques qui ont été mené sur ces échantillons de digue. La teneur en fine (<80 μm) est comprise entre 20 et 70 % environ. Le matériau constitutif de la digue est donc plutôt étanche (de l'ordre de $K=10^{-5}$ m/s), mais ces courbes montrent une certaine variabilité et sont peu nombreuses au vu du linéaire de travaux.

Ces échantillons montrent des matériaux stables à l'érosion interne selon le critère de Witt (2012) : la proportion de matériaux grossiers est suffisante pour « filtrer » les matériaux fins.



Corps de digue – argiles marron

7.1.2.3. Caractéristiques de résistance au cisaillement

Nous ne disposons pas à ce jour des paramètres géotechniques retenus pour les formations superficielles et le substratum molassique.

Les hypothèses prises par les autres lots du projet peuvent s'appliquer aussi sur le lot B, les matériaux constitutifs de la digue étaient relativement similaires.

Une sensibilité sur la cohésion peut être considérée avec $C'=0$ kPa.

Formation géologique	γ_h (kN/m ³)	γ_d (kN/m ³)	c' (kPa)	ϕ' (kPa)	C_u (kPa)	ϕ_h (kPa)
Formations superficielles	19	17	4	27	70	0
Substratum molassique*	21	-	15	30	100	0

7.1.3. Contexte hydrogéologique

7.1.3.1. Général

Source : Etude hydrogéologique pour le projet AFNT, ANTEA, 2015.

Les alluvions de la basse plaine de la Garonne s'étendent sur *plusieurs kilomètres de large*. Ces alluvions constituent un *aquifère poreux et continu qui repose sur un substratum imperméable (molasses miocènes)*.

Dans le secteur d'étude, les terrasses alluviales sont étagées, c'est-à-dire qu'elles *reposent directement sur le substratum molassique, dont elles épousent les paliers, qui affleure parfois mais qui est le plus souvent dissimulé par les formations de pentes (colluvions)*.

Les terrasses sont donc séparées entre elles par des *bourrelets molassiques*, ce qui se traduit par une *discontinuité des écoulements*. La circulation d'eau entre les terrasses peut donc s'effectuer de *deux manières distinctes (Cf. Figure 11)* :

- par des sources puis par ruissellement d'eau sur la molasse affleurante ;
- par des écoulements diffus dans les colluvions qui recouvrent généralement la molasse en bordure de terrasse.



Figure 11. Ecoulements en bordure de terrasse (rapport BRGM n°55877)

L'alimentation de la nappe de la basse plaine s'effectue par les apports pluviométriques, par le ruissellement des eaux qui s'écoulent des formations molassiques *imperméables et localement par les infiltrations (pertes) du canal Latéral à la Garonne, identifiées à partir d'anomalies de mesures de la piézométrie et de la température*.

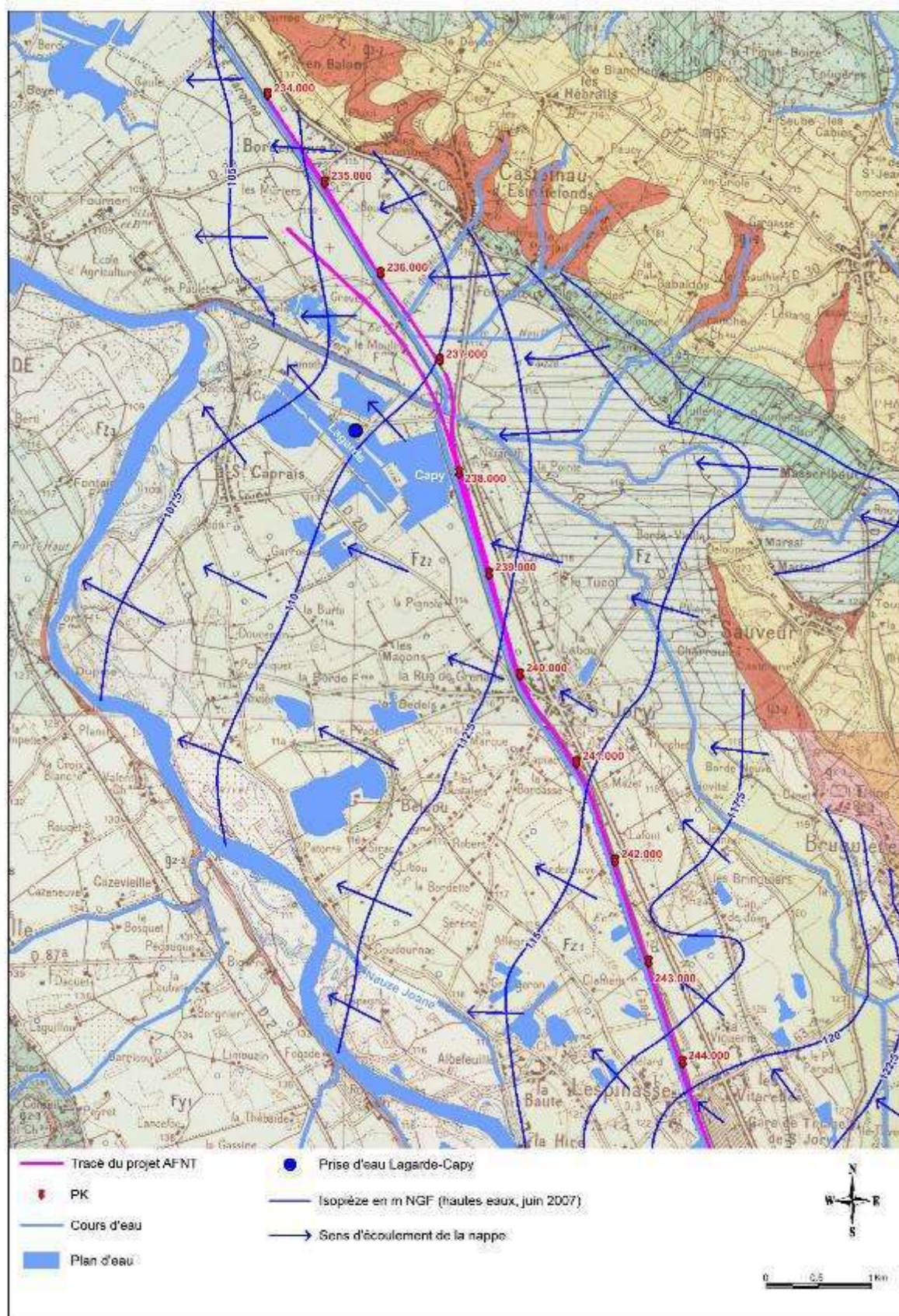
	AMENAGEMENTS FERROVIAIRES AU NORD DE TOULOUSE Note sur la stabilité de la digue du canal latéral à la Garonne	Réf. AFNT-0003703
	DOCUMENT SNCF RESEAU	

Les valeurs de perméabilité des alluvions sont comprises entre 1.10^{-2} et 5.10^{-3} m/s dans le secteur d'étude (source SIGES et BRGM), avec des coefficients d'emménagement qui varient de 5 à 10 %.

Dans ces conditions, les vitesses de circulation au sein de l'aquifère peuvent varier de 1 à 10 m/j selon la perméabilité et le gradient de la nappe. A titre de comparaison, ces vitesses sont relativement faibles par rapport à celles rencontrées dans un aquifère de type karstique bien développé (100 m/h).

La piézométrie générale de la nappe de la basse plaine, présentée en Figure 12 et Figure 13 est issue du modèle hydrodynamique réalisé à l'échelle de la nappe alluviale de la Garonne par le BRGM en 2010 (rapport 58063 de janvier 2010). Cette piézométrie correspond à l'état hydraulique de la nappe alluviale au mois de juin 2007, considéré comme une période de hautes eaux.

Au droit du projet, la nappe présente un écoulement de direction globale SE-NW avec un gradient hydraulique compris entre 2 et 3 ‰. La nappe alluviale est drainée par la Garonne. Cette relation hydraulique peut toutefois localement s'inverser.



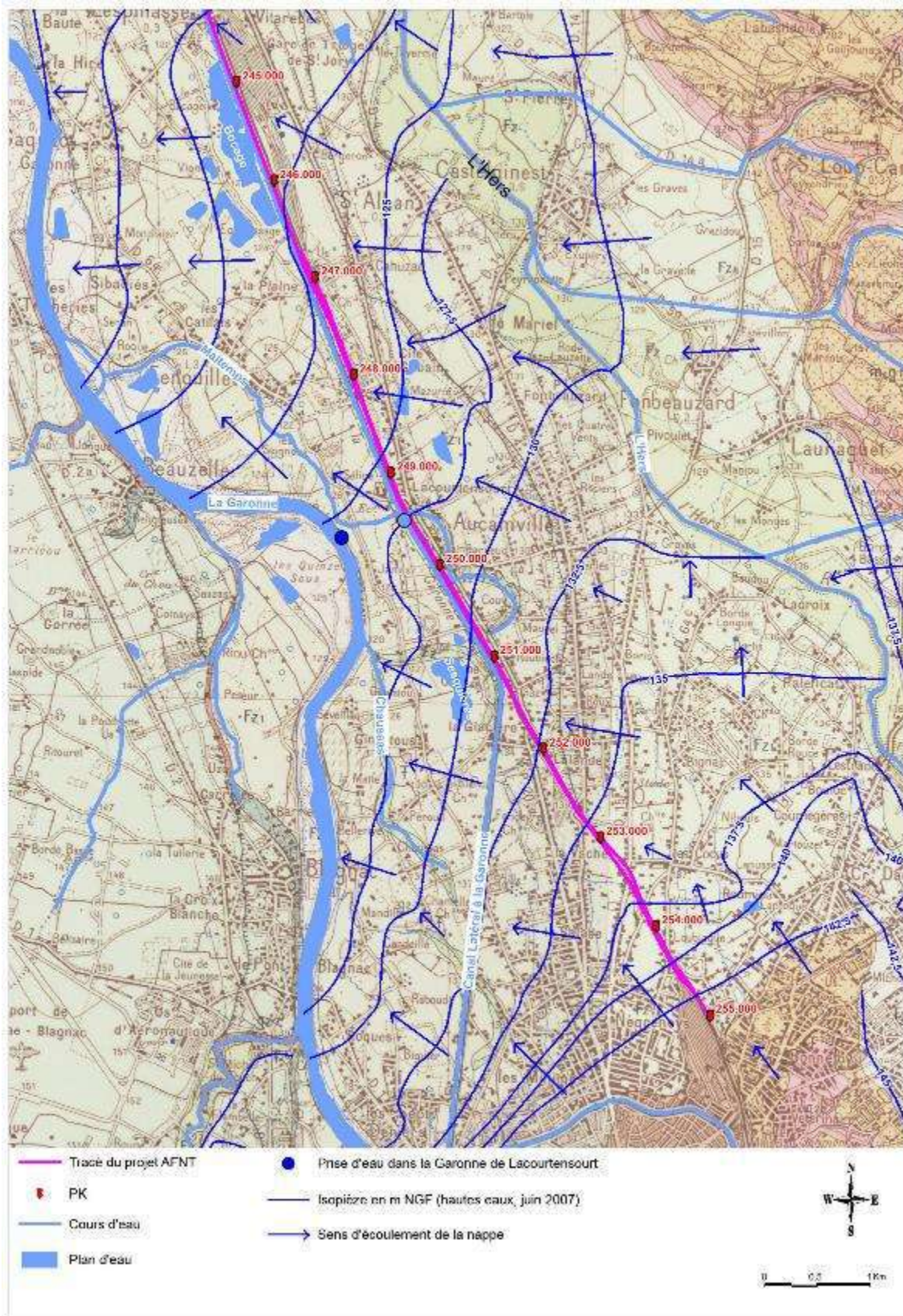


Figure 13. Piézométrie de la nappe alluviale de la basse plaine (hautes eaux de juin 2007, BRGM) – Secteur sud

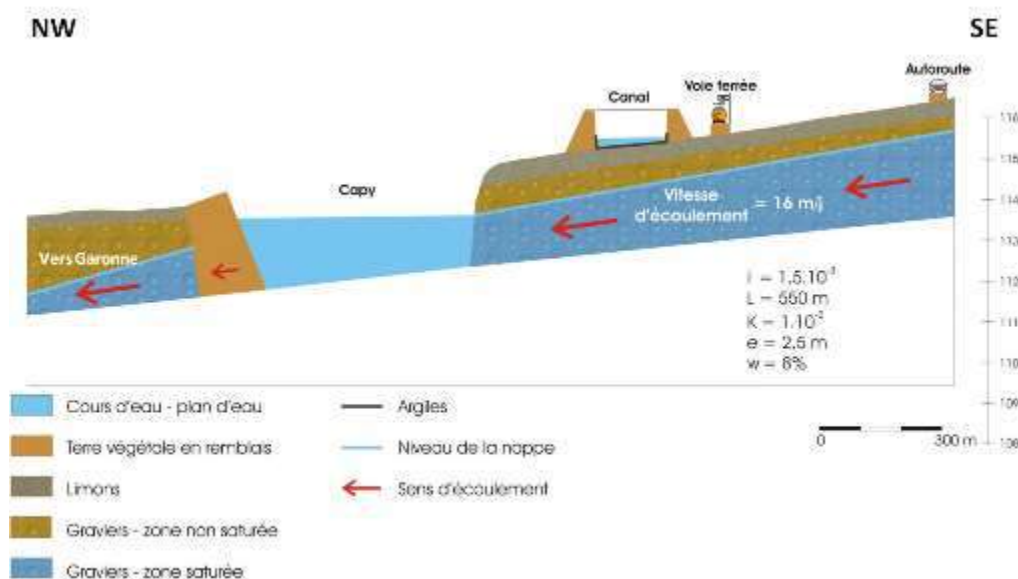
7.1.3.2. Relation nappe/rivière/canal

Source : Etude hydrogéologique pour le projet AFNT, ANTEA, 2015.

[...] l'étanchéité des berges et du fond du canal serait assurée par une couche d'argile mise en place lors de sa création. Dans la réalité, ce niveau argileux peut localement ne pas exister. En effet, des apports d'eau depuis le canal vers la nappe ont été mis en évidence à partir de mesures de température de l'eau de la nappe sur des ouvrages situés à proximité du canal. Ces apports se traduisent par des anomalies de température, qui est plus élevée dans le canal que dans la nappe alluviale. L'étude hydraulique réalisée sur le canal par Hydratec en 2007, a par ailleurs confirmé l'existence de pertes dont le débit s'élève à près de 90 l/s sur le tronçon de Toulouse à Castelnau-d'Estrétefonds.

Le canal dans son état actuel est donc perché vis-à-vis de la nappe alluviale et sans lien hydraulique avec celle-ci (hormis quelques pertes). La charge hydraulique du canal ne permet pas de transfert depuis la nappe vers le canal.

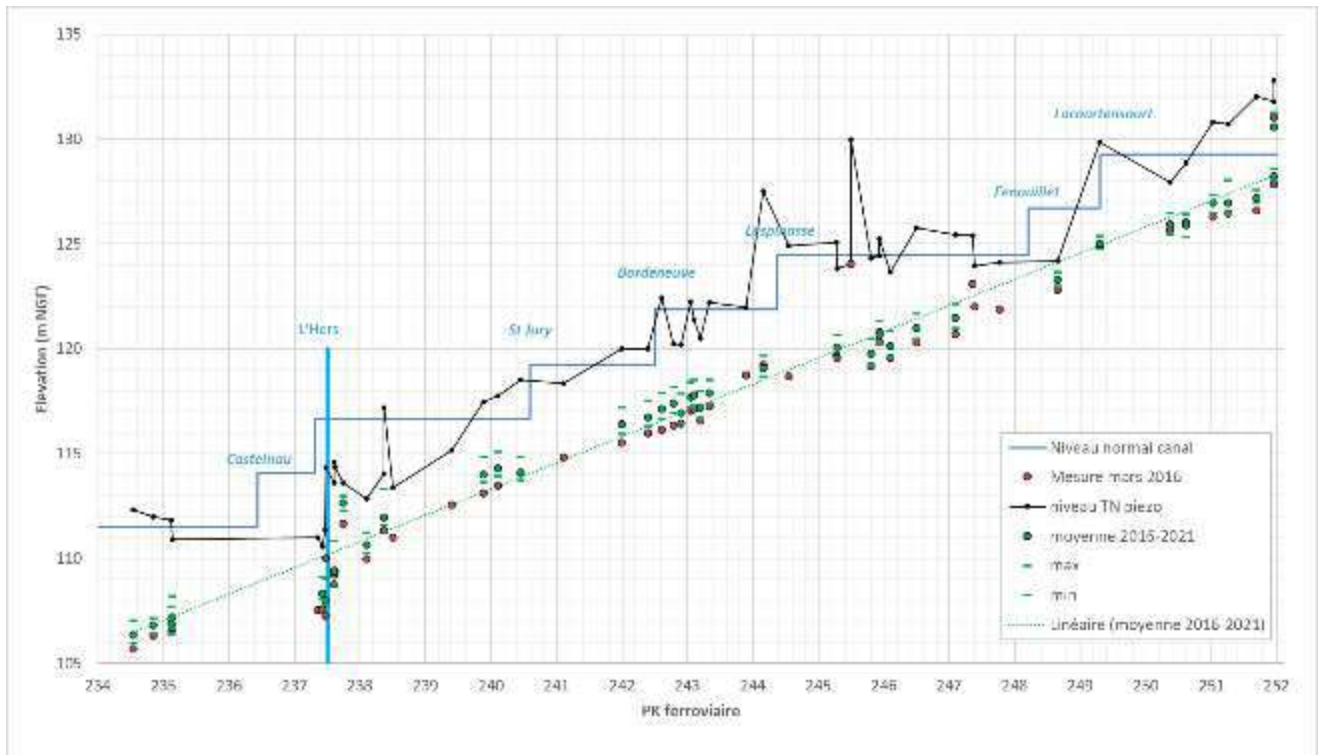
La coupe schématique présentée en Figure 17 synthétise les relations hydrauliques nappe/canal dans le secteur du lac de Capy.



7.1.3.3. Interprétation du suivi piézométrique

Dans le cadre de l'opération AFNT, un réseau de piézomètre a été installé. Ils ont tous été mesurés manuellement en mars 2016, et une partie d'entre eux a fait l'objet de mesure continues entre 2016 et 2021. Les piézomètres sont principalement positionnés sur la plateforme ferroviaire et sur la digue, et ils sont répartis sur tout le linéaire d'AFNT.

Le graphique en page suivante présente l'ensemble des mesures des piézomètres. Le graphique en page suivante présente la moyenne des mesures selon un profil longitudinal.



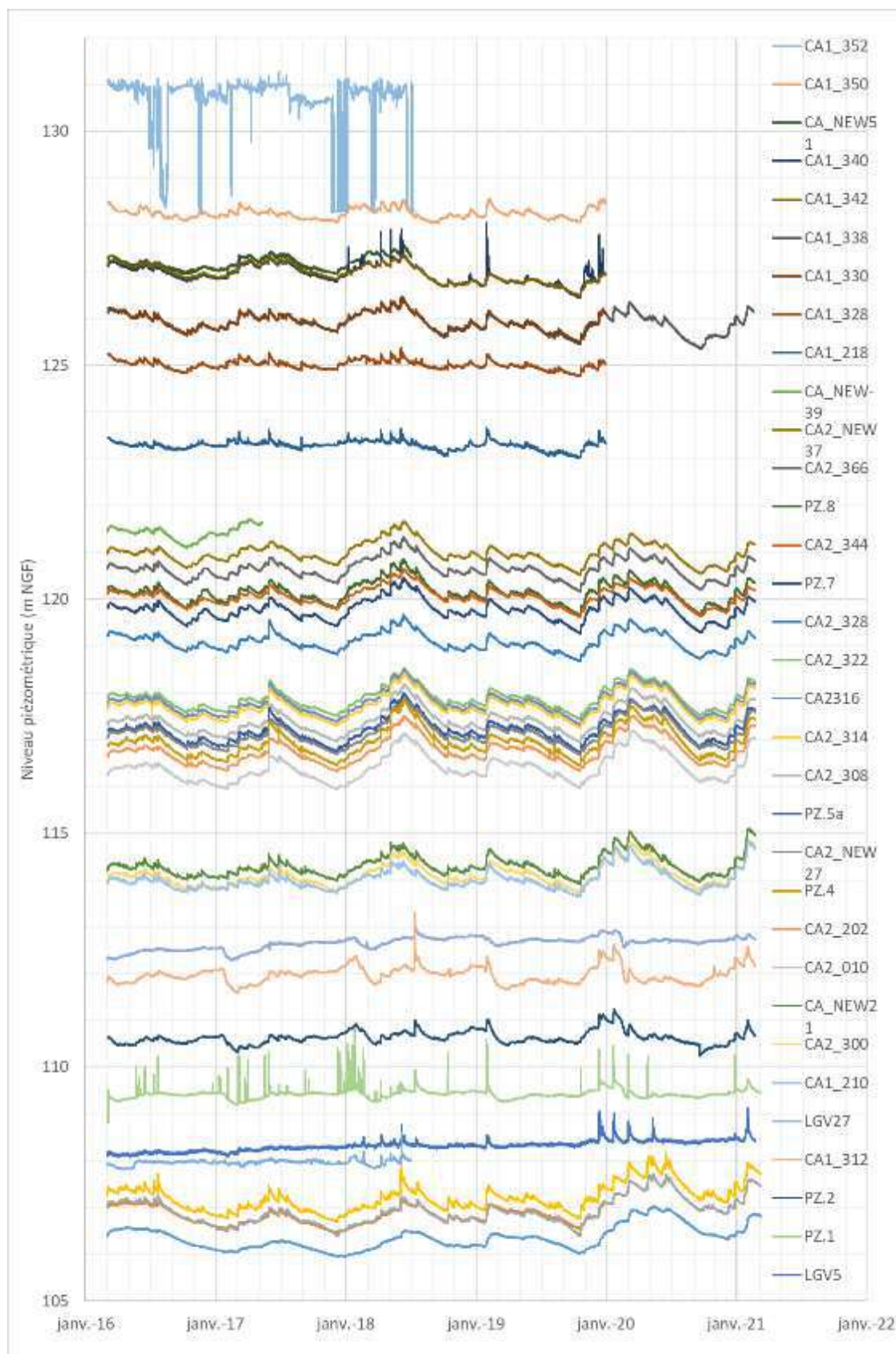
Profil longitudinal de la zone d'étude, niveau normal du canal et niveau piézométrique moyen

Ces graphiques appellent les commentaires suivants :

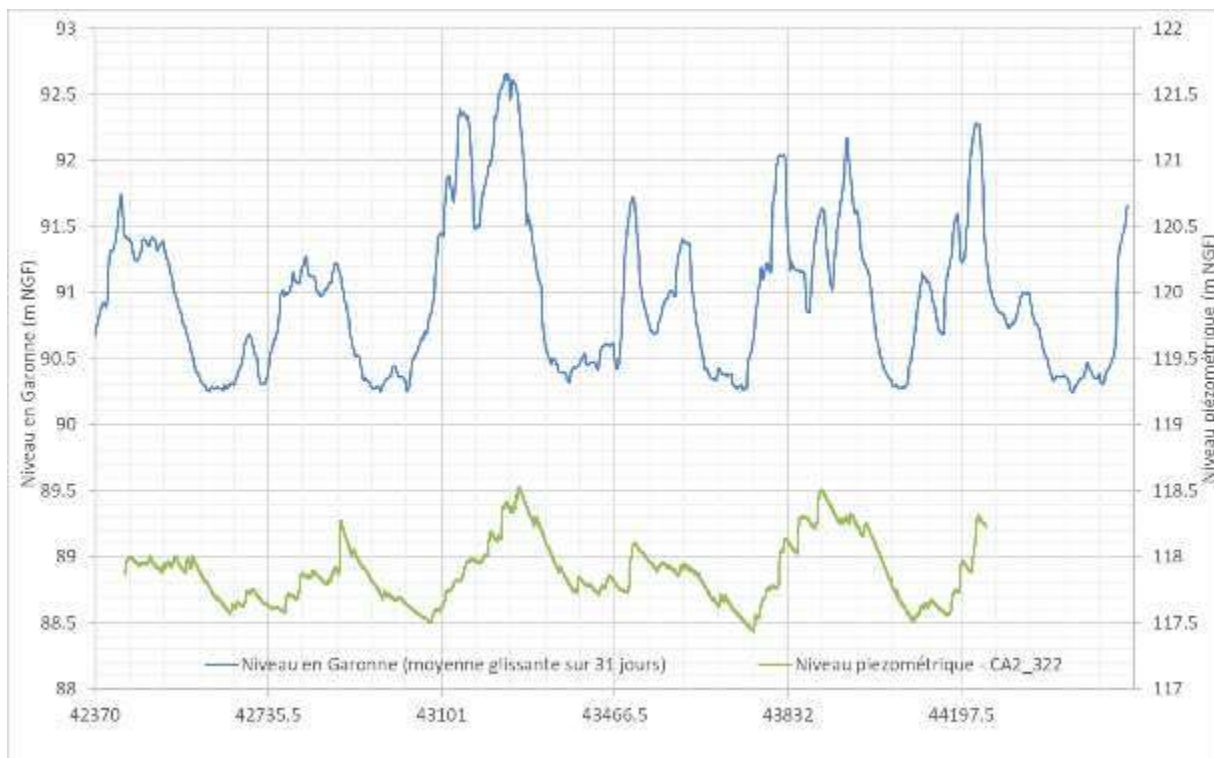
- Il n'y a pas de différence de mesure entre les piézomètres positionnés en crête de digue et ceux placés sur la plateforme ferroviaire ou plus en aval ; en d'autres termes les piézomètres placés dans la digue ne mesurent pas le niveau d'eau dans la digue mais le niveau de la nappe sous-jacente ;
- Dans l'ensemble les niveaux piézométriques moyens suivent une pente régulière vers l'aval, de l'ordre de 1.25 m/km ;
- L'amplitude des niveaux piézométriques sur la période mesurée varie selon les piézomètres de 0.5 à 2 m ;
- 2 piézomètres montrent des niveaux significativement plus élevés :
 - LGV27 situé au PK 237+740, est 2 m au-dessus de la tendance moyenne ;
 - CA1_350 situé à l'amont du projet, environ 2.3 m au-dessus de la tendance moyenne,
- Les piézomètres sont dans l'ensemble cohérents et synchrones entre eux ; ils peuvent cependant être analysés en plusieurs groupes :

Groupe	Observation	Amplitude variation	Piézomètres	PK ferroviaire
A	niveau mesuré variant de manière synchrone avec les niveaux de la Garonne	1 m - 1.4 m	CA1_210, CA_NEW21 CA2_300, CA2_010 CA2_202, CA2_NEW27 CA2_308, PZ.4, CA2_314, CA2_316, PZ.5, CA2_322, CA2_328, CA2_344 PZ.7, CA2_366 PZ.8, CA2_NEW37 CA_NEW39	PK 239+880 à 247+090
B	Variation synchrone avec la Garonne, plus lissé que le groupe A Aval du projet AFNT	0.7 m – 1.5 m	CA_NEW01, CA1_202 CA1_002, CA1_NEW05	PK 234+500 à 235+140
C	Variation indépendante de la Garonne, proximité avec l'Hers De nombreux pics	0.7 m – 2 m	LGV5, LGV7, PZ.1, LGV27, PZ.2 ,CA1_312	PK 237+430 à 238+360
D	Variation synchrone avec la Garonne, amplitude limité Amont du projet AFNT	0.5 m -1.6 m	CA1_218, CA1_328 CA1_330, CA1_338 CA1_342, CA1_340 CA1_New51, CA1_350	PK 248+650 à 251+950

On notera également que la mesure ponctuelle manuelle effectuée en mars 2016 est en période moyenne basse des niveaux de la Garonne. En revanche sur la période des mesures continues, on peut noter que l'hiver 2018 fait partie des périodes historiques des niveaux élevés de la Garonne.



Suivi piézométriques 2016 -2021



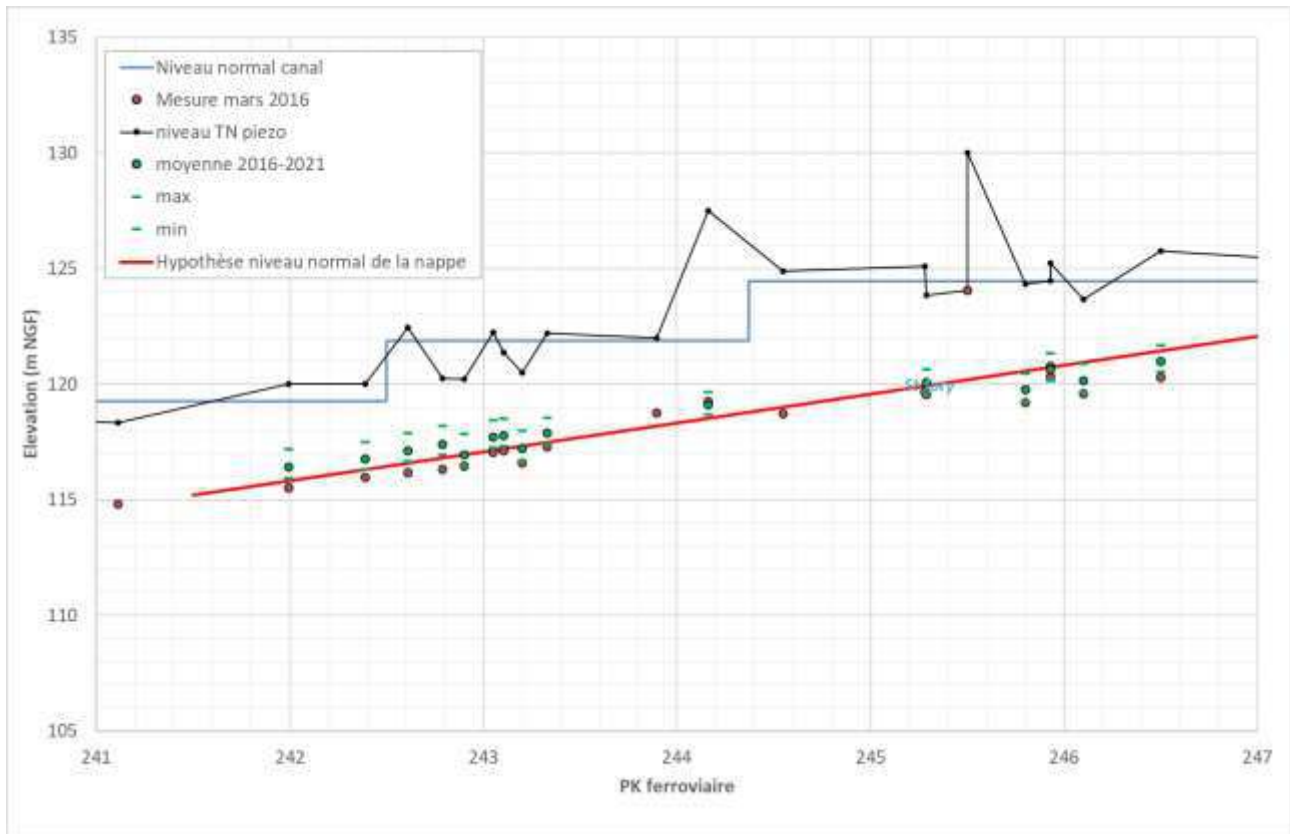
Comparaison de la variation des niveaux piézométriques avec le niveau de la Garonne à la station de Verdun-sur-Garonne

7.1.3.4. Hypothèses pour le dimensionnement

L'examen du fonctionnement hydrogéologique et du suivi piézométrique montre que :

- La digue ne semble pas saturée en situation actuelle ; les écoulements ont donc lieu en milieu poreux sans saturation ;
- La nappe moyenne est présente sous le canal et les digues à environ 2-4m sous la RN du canal selon les tronçons (voir graphique au § 7.1.3.3) ;

Dans le cas des linéaires du lot B, le niveau de la nappe normal à prendre en compte est donc le suivant :



Niveaux de la nappe

- L'amplitude de variation de la nappe en cohérence avec les variations de niveau de la Garonne étant limité (2 m maximum), en condition exceptionnelle c'est la saturation des systèmes d'assainissement de la plateforme qui générera des niveaux d'eau en aval de la digue (voir § suivant), plutôt que la nappe alluviale.

7.1.4. Contexte hydraulique

7.1.4.1. Général

La zone d'étude est soumise aux écoulements et inondations de la Garonne, de l'Hers et des apports des coteaux situés au Nord-Est du canal.

Sur notre zone d'étude, le canal latéral à la Garonne longe la Garonne, sur sa rive droite à une distance d'environ 2,5 km. Le canal se situe donc dans la plaine d'inondation de la Garonne. La cartographie des aléas du PPRI montre que certains tronçons du canal sont touchés la crue de référence, la crue 1875, d'une période de retour de l'ordre de 200 ans. La cartographie PPRI montre que seule la digue Sud-Est du canal est touchée par l'inondation. La digue côté voies ferroviaire ne l'est pas.

Les niveaux de référence PPRI sont les suivants (de l'amont vers l'aval) :

Commune	PK ferroviaire approximatifs	Niveau PPRI (m NGF)
Fenouillet	249+000	126.40
Fenouillet	248+000	125.80
Fenouillet	247+000	124.80
Fenouillet	246+000	123.60

Fenouillet	245+000	122.80
Lespinnasse	244+000	121.20
Lespinnasse	243+000	119.80
Saint-Jory	242+000	117.80
Saint-Jory	241+000	116.80
Saint-Jory	240+000	115.60
Saint-Jory	239+000	114.20
Saint-Jory	238+000	113.60 (Hers) & 112.60 (Garonne)
Castelnau	237+000	113.50 (Hers) & 111.40 (Garonne)
Castelnau	236+000	110.60
Castelnau	235+000	109.80
Castelnau	234+000	108.80

Le canal traverse l'Hers (par un pont canal), autour de ce passage, le canal (et ses deux digues) est donc soumis aux inondations de l'Hers. Les niveaux PPRI sont rapportés dans le tableau ci-dessus.

Les apports du coteau Nord sont tous interceptés par les réseaux communaux d'eaux pluviales.

Seuls les apports liés à la plateforme ferroviaire s'écoulent en pied de canal.

Aucun rejet pluvial n'est présent dans le canal, sur la zone d'étude.

7.1.4.2. Fonctionnement du Canal en condition normale

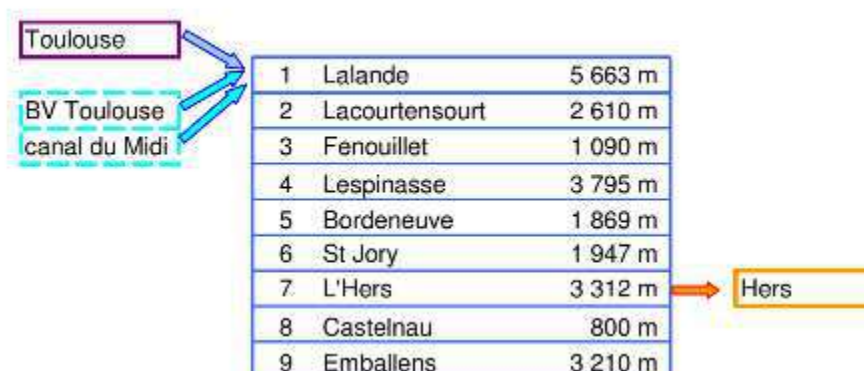
Le long de la zone d'étude AFNT, le canal latéral à la Garonne est découpé en 5 biefs de longueur réduite. Le niveau normal de navigation (NNN), ou cote de retenue normale (RN) au sens de la réglementation barrage, est donnée ci-après (source VNF).

Bief (écluse aval – écluse amont)	RN	PK ferroviaire (approximatifs)
Embalens-Castelnau	111.50 m NGF	233+300 à 236+435
Castelnau-Hers	114.10 m NGF	236+435 à 237+300
Hers-St-Jory	116.66 m NGF	237+300 à 240+600
St-Jory-Bordeneuve	119.24 m NGF	240+600 à 242+500
Bordeneuve-Lespinnasse	121.88 m NGF	242+500 à 244 + 370
Lespinnasse- Fenouillet	124.46 m NGF	244 + 370 à 248+200
Fenouillet - Lacourtenourt	126.72 m NGF	248+200 à 249+300
Lacourtenourt- Lalande	129.28 m NGF	249+300 à 252+000

Le niveau du canal peut varier de +/- 10 cm en moyenne du fait de son exploitation.

Sur les biefs concernés par AFNT (partie amont du canal), le canal est alimenté par la prise d'eau de Toulouse sur le canal de Brienne. Le canal reçoit également des débits limités en provenance du réseau urbain de Toulouse, et les volumes liés aux éclusées du canal de midi.

Un épanchoir est présent sur l'Hers.



Synoptique des flux hydrauliques sur les biefs concernés par AFNT - Source Hydratec 2007

A chaque écluse, un ouvrage de dérivation permet de réguler le niveau d'eau amont, au niveau normal. L'étude Hydratec de 2007 a montré que ces dérivations sont en capacité de transiter l'intégralité des apports amont du canal, soit 6 m³/s.

La même étude fournit une estimation des pertes d'eau du canal, de l'ordre de 86 l/s pour les biefs 1 à 9 (24,3 km), soit des pertes de l'ordre de 3.54 l/s/km de canal.

La pente hydraulique pour transiter ces 6 m³/s est estimée à 5 cm pour un bief de 3.3 km. Cette pente est négligée au regard des variations du niveau normal du bief (+/- 10cm).

7.1.4.3. Fonctionnement du Canal en condition exceptionnelle

Le canal latéral à la Garonne n'est pas directement soumis aux crues, comme indiqué au paragraphe précédent. Cependant, les événements suivants peuvent survenir :

- Pluie exceptionnelle, entraînant une réhausse du niveau des biefs ; le record de pluie journalières enregistrée à la station de Toulouse-Blagnac, sur la période 1947-2022 soit 75 ans, est de 82.7 mm (juillet 1977).
- Incidents d'exploitation : défaillance de l'un des ouvrages (par ex : embâcles dans une dérivation) ou défaillance d'une usine hydro-électrique sur le réseau.
- Inondation par la Garonne, après surverse de la digue Sud-Est.

VNF indique qu'en condition exceptionnelle d'exploitation, le niveau peut déborder : fortes arrivées d'eau lors d'intempéries, ou lors d'une défaillance de l'un des ouvrages (par ex : embâcles dans une dérivation) ou défaillance d'une usine hydro-électrique sur le réseau.

On pourra noter que lorsque le niveau d'eau augmente dans un bief, il finira par déborder par-dessus les portes d'écluses. La visite de site a montré que le niveau des portes d'écluses est de l'ordre de 10 cm au-dessus de la RN.

Par sécurité, il sera considéré un niveau d'eau exceptionnel dans le bief de RN + 50 cm ou la crête de la digue si celui-ci est inférieur.

7.1.4.4. Assainissement de la plateforme ferroviaire

En situation future, la plateforme ferroviaire est dimensionnée pour une pluie de période de retour 20 ans. Jusqu'à cette intensité, les eaux sont stockées et/ou évacuées via les fossés

d'infiltration et /ou les collecteurs. Au-delà, la plateforme ferroviaire commence à être inondée, pour finalement être surversée

Les buses traversants les voies sont dimensionnées pour un évènement centennal.

Ainsi le pied de digue du canal sera en eau pour des évènements supérieurs à une période de retour 20 ans.

7.1.5. Caractéristiques et hypothèses concernant la digue actuelle du canal

Les seules données d'archive disponible concernant le canal sont les coupes en travers topographiques.

Aucune information sur la structure interne de la digue et/ou du canal n'est disponible.

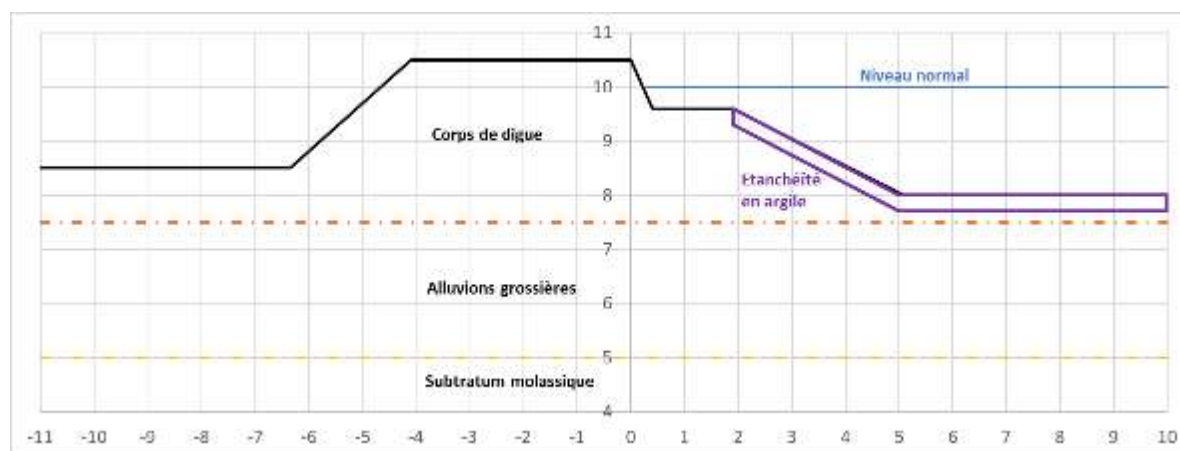
Oralement, il a été fait part par VNF de l'existence d'une couche d'étanchéité en argile en fond de canal et non présent en berge.

Au vu de l'analyse des sondages, il apparait que le fond du canal est proche de la couche d'alluvions grossières, perméable. Il est donc effectivement fort probable que cette étanchéité existe.

En croisant la topographie et bathymétrie actuelle, les informations issus des sondages, et les informations orales issues de VNF, une coupe en travers type peut être esquissée. Cette structure est prise comme donnée d'entrée pour l'étude. Elle suppose donc l'absence de filtre et drain.

- Niveau de la crête : niveau normal du canal + 50 cm
- Largeur en crête : entre 4.1 et 6 m
- Pente du talus aval : entre 1.5H/1V et 2H/1V
- Talus amont : existence d'une risberme environ 40 cm sous le niveau normal, d'une largeur de 1 à 3 m ; puis pente de l'ordre de 2H/1V

Ces caractéristiques sont variables d'une section à l'autre dans les plages indiquées ; la coupe ci-dessous présente le cas type, avec les pentes et largeur les plus pénalisantes en termes de stabilité.



Coupe interprétative de la digue Rive Droite du canal latéral à la Garonne

	AMENAGEMENTS FERROVIAIRES AU NORD DE TOULOUSE Note sur la stabilité de la digue du canal latéral à la Garonne	Réf. AFNT-0003703
	DOCUMENT SNCF RESEAU	

Le canal n'est pas complètement étanche, il existe quelques pertes par percolation dans le terrain.

L'étude Setec Hydratec de 2007 les avait estimées à 3.54 l/s/km de canal (voir 2.4.2)

7.2. ANALYSE DES MODIFICATIONS APPORTEES A LA DIGUE PAR LE LOT B

7.2.1. Méthode

Les modifications apportées à la digue sont définies selon le cahier de profil en travers (voir Annexe 5).

L'analyse de ces profils en travers a permis d'identifier 10 familles de modifications apportées à la digue du canal sur le linéaire de travaux du lot B :

- 1/ Création de deux nouvelles voies côté Canal + tranchée infiltration + longrine sur pieux avec présence de palplanches
- 2/ Création de deux nouvelles voies côté Canal + tranchée infiltration + longrine sur pieux sans présence de palplanches
- 3/ Création d'une nouvelle voie côté Canal + une nouvelle voie côté terre + tranchée infiltration + longrine sur pieux sans présence de palplanches
- 4/ Création d'une nouvelle voie côté Canal + une nouvelle voie côté terre + tranchée infiltration sans présence de palplanches
- 5/ Création de deux nouvelles voies côté Canal + une nouvelle voie côté terre + tranchées infiltration + paroi berlinoise sans présence de palplanches
- 6/ Création de deux nouvelles voies côté Canal + une nouvelle voie côté terre + tranchées infiltration + paroi berlinoise avec présence de palplanches
- 7/ Création de deux nouvelles voies côté Canal + une nouvelle voie côté terre + tranchées infiltration + paroi berlinoise sans présence de palplanches
- 8/ Création de deux nouvelles voies côté Canal + une nouvelle voie côté terre + tranchées infiltration + longrine sans présence de palplanches
- 9/ Création de deux nouvelles voies côté Canal sans présence de palplanches.

On regroupera les familles 1, 7 en « tranchées infiltration + soutènements avec présence de palplanches ».

On regroupera les familles 2, 3, 4, 5, 6, 8 en « tranchées infiltration + soutènements sans présence de palplanches ».

Au total, nous avons donc pu identifier 4 familles :

- 1/ Tranchées infiltrations + soutènements avec présence de palplanches
- 2/ Tranchées infiltrations + soutènements sans présence de palplanches
- 3/ Tranchées infiltrations sans palplanches

	AMENAGEMENTS FERROVIAIRES AU NORD DE TOULOUSE Note sur la stabilité de la digue du canal latéral à la Garonne	Réf. AFNT-0003703
	DOCUMENT SNCF RESEAU	

- 4/ Voies sans palplanches

Pour chacune de ces types de modifications apportées impactant la digue, il est analysé l'impact de ces modifications sur la sûreté de la digue et les différents états limites ultimes et de service à assurer :

- Stabilité d'ensemble (glissement),
- Soulèvement hydraulique,
- Erosion interne,
- Etanchéité (ELS)

L'état limite lié à l'érosion externe n'est pas traité. En effet, toutes les modifications de la digue sont faites à crête de digue constante. L'ensemble des risques liés à la surverse ne sont donc pas modifiés par rapport à l'existant.

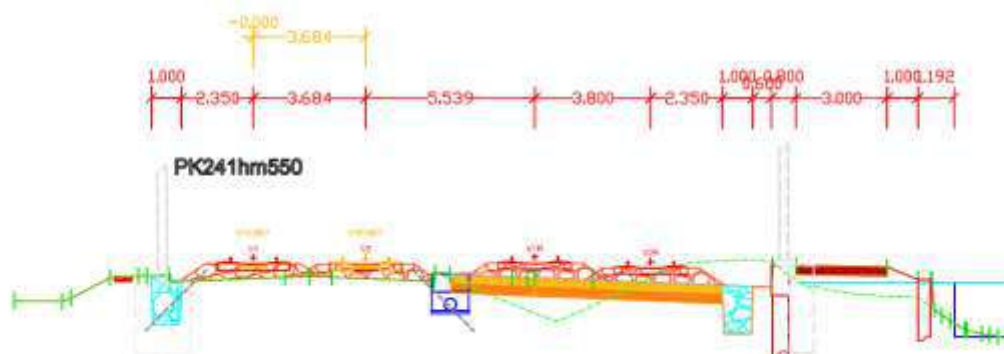
De même, l'état limite de défaut de capacité portante du sol de fondation n'est pas traité. En effet, la digue existante ne sera pas réhaussée, l'ensemble des risques liés à la portance du sol de fondation ne sont donc pas modifiés par rapport à l'existant.

Pour chaque type de modifications, il est recherché le profil type le plus pénalisant et l'analyse est menée sur ce (ou ces) profil(s) particuliers.

7.2.2. Tranchées infiltrations et soutènement avec présence de palplanches

7.2.2.1. Création de deux nouvelles voies côté Canal, tranchée infiltration et longrine sur pieux avec présence de palplanches

Cette configuration est rencontrée entre PK241+500 à PK241+800. Le profil critique est situé à PK241+500.



Profil PT33 : PK 241+550

La digue actuelle est complètement reprise pour être constituée de l'ensemble « Palplanche + remblai + longrine ».

Compte tenu de la faible hauteur de la digue par rapport au niveau de la plateforme ferroviaire finie (90 cm), la stabilité du talus aval constitué par la longrine est assurée.

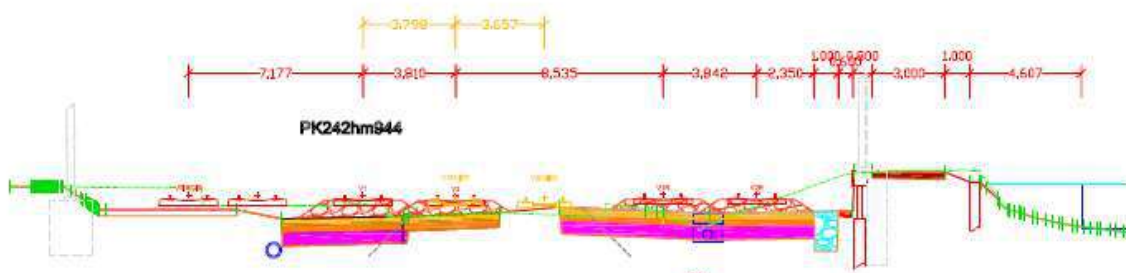
Le gradient hydraulique calculé au profil le plus critique pour la configuration « création de deux nouvelles voies côté Canal + tranchée infiltration + longrine sur pieux avec présence de palplanches » – soit PK 241+550 – est de 0.16 en considérant un rabattement de 1m en raison de la présence de la palplanche (cf. §5.2.6), ce qui est conforme avec les matériaux en présence, il n'y a donc pas de risque d'érosion régressive.

Un géotextile filtrant est à prévoir au fond de tranchée infiltration et sur les bords de la tranchée.

La conception proposée est donc acceptable.

7.2.2.2. Création de deux nouvelles voies côté Canal, une nouvelle voie côté terre, tranchées infiltration et paroi berlinoise avec présence de palplanches

Cette configuration est rencontrée entre les PK242+940 et PK244+100. Le profil critique est situé au PK242+944.



Profil PT44 : PK 242+944

La digue actuelle est reconfigurée pour être constituée de l'ensemble « Palplanche + remblai + berlinoise ».

La stabilité du talus aval constitué par la berlinoise doit être justifié (voir § 7.3.1.2).

Le gradient hydraulique calculé au profil le plus critique pour la configuration « Création de deux nouvelles voies côté Canal + une nouvelle voie côté terre + tranchées infiltration + paroi berlinoise avec présence de palplanches » – soit PK 242+944 – est de 0.36 en considérant un rabattement de 1m en raison de la présence de la palplanche (cf. §5.2.6), ce qui est conforme avec les matériaux en présence.

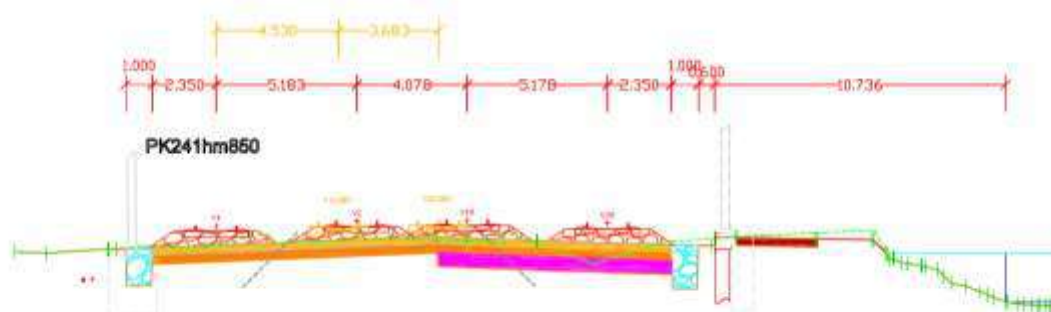
Un géotextile filtrant est à prévoir au fond de tranchée infiltration, sur les bords de la tranchée et le long de la paroi berlinoise.

La conception proposée est donc acceptable.

7.2.3. Tranchées infiltrations et soutènement sans présence de palplanches

7.2.3.1. Création de deux nouvelles voies côté Canal, tranchée infiltration et longrine sur pieux sans présence de palplanches

Cette configuration est rencontrée entre les PK241+800 et PK241+850. Le profil critique est situé au PK241+850.



Profil PT35 : PK241+850

Dans cette configuration, le niveau du canal est situé sous le niveau de la plateforme ferroviaire. Le canal n'est donc pas endigué sur ce linéaire. La stabilité n'est donc pas à vérifier.

	AMENAGEMENTS FERROVIAIRES AU NORD DE TOULOUSE Note sur la stabilité de la digue du canal latéral à la Garonne	Réf. AFNT-0003703
	DOCUMENT SNCF RESEAU	

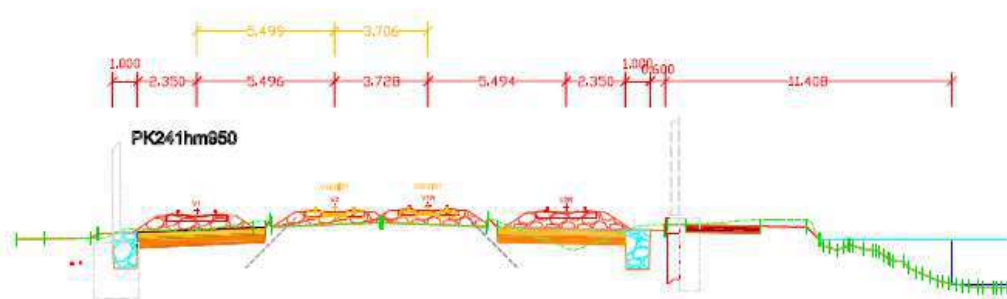
Le gradient hydraulique calculé au profil le plus critique pour la configuration « création de deux nouvelles voies côté Canal + tranchée infiltration + longrine sur pieux sans présence de palplanches » – soit PK 241+850 – est de 0.28.

Un géotextile filtrant est à prévoir au fond de tranchée infiltration et sur les bords de la tranchée.

La conception proposée est donc acceptable.

7.2.3.2. Création d'une nouvelle voie côté Canal, une nouvelle voie côté terre, tranchée infiltration et longrine sur pieux sans présence de palplanches

Cette configuration est rencontrée entre les PK241+900 et PK242+100. Le profil critique est situé au PK241+950.



Profil PT36 : PK241+950

Dans cette configuration, le niveau du canal est situé sous le niveau de la plateforme ferroviaire. Le canal n'est pas endigué sur ce linéaire. La stabilité n'est donc pas à vérifier.

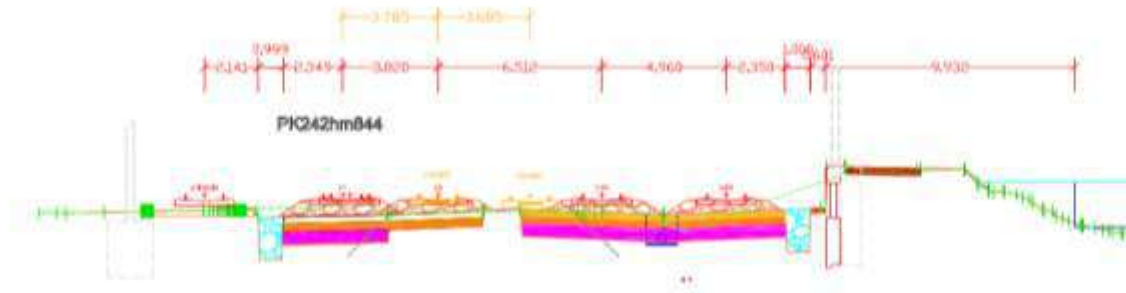
Le gradient hydraulique calculé au profil le plus critique pour la configuration « Création d'une nouvelle voie côté Canal + une nouvelle voie côté Terre + tranchée infiltration + longrine sur pieux sans présence de palplanches » – soit PK 241+950 – est de 0.19.

Un géotextile filtrant est à prévoir au fond de tranchée infiltration et sur les bords de la tranchée.

La conception proposée est donc acceptable.

7.2.3.3. Création de deux nouvelles voies côté Canal, une nouvelle voie côté terre, tranchées infiltration et paroi berlinoise sans présence de palplanches

Cette configuration est rencontrée entre les PK242+650 et PK242+950. Le profil critique est situé au PK242+844.



Profil PT42 : PK242+844

La digue actuelle est reconfigurée pour être constituée de l'ensemble « Digue actuelle + berlinoise ».

La stabilité du talus aval constitué par la berlinoise doit être justifié (voir § 7.3.1.2).

Le gradient hydraulique calculé au profil le plus critique pour la configuration « Création de deux nouvelles voies côté Canal + une nouvelle voie côté terre + tranchées infiltration sans présence de palplanches » – soit PK 242+844 – est de 0.48.

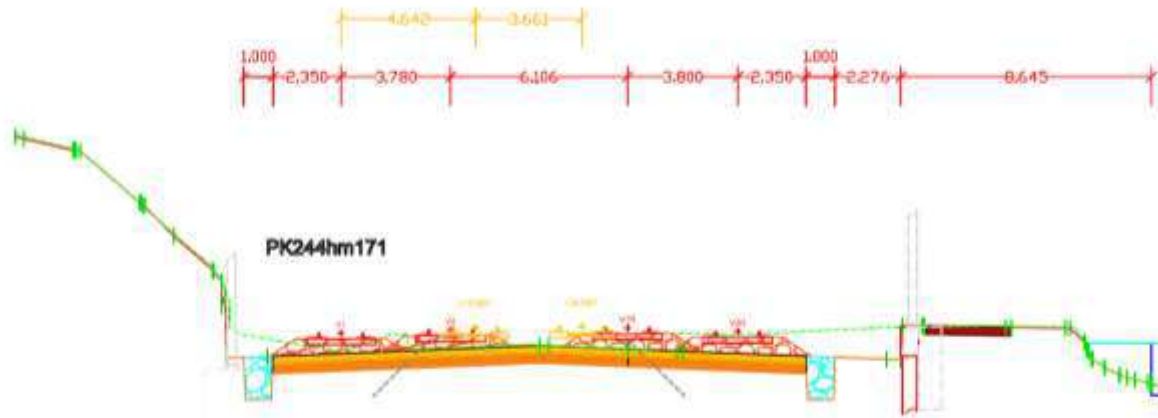
Ce gradient n'est pas acceptable sans dispositif de filtration.

Un géotextile filtrant est à prévoir au fond de tranchée infiltration, sur les bords de la tranchée et le long de la paroi berlinoise. Les caractéristiques du filtre devront être vérifiées en fonction des matériaux de la digue.

Ce tronçon est le plus critique du linéaire du lot B ; si les hypothèses prises pour la présente étude (présence de l'étanchéité d'argile en berge, nature des matériaux de la digue actuelle) ne sont pas vérifiées, des adaptations de conception seront à prévoir avec par exemple la mise en place de palplanches en amont. Le respect de ces prescriptions permettra de garantir la stabilité de l'ouvrage.

7.2.3.4. Création de deux nouvelles voies côté Canal, une nouvelle voie côté terre, tranchées infiltration et longrine sans présence de palplanches

Cette configuration projet est rencontrée entre les PK244+150 et PK244+250. Le profil critique est situé au PK244+171.



Profil PT51 : PK244+171

Le talus aval de la digue actuelle est repris pour être constitué d'une longrine béton. La stabilité de cette longrine est à justifier pour la configuration « Création de deux nouvelles voies côté Canal + une nouvelle voie côté terre + tranchées infiltration + longrine sans présence de palplanches » – soit PK 244+200 – est de 0.34.

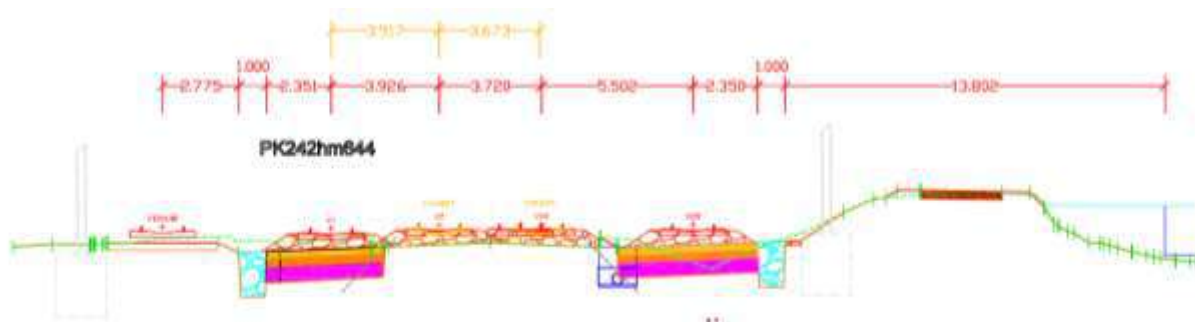
Le gradient hydraulique calculé au profil le plus critique pour la configuration « Création de deux nouvelles voies côté Canal + une nouvelle voie côté terre + tranchées infiltration + longrine sans présence de palplanches » – soit PK 244+171 – est de 0.34.

Un géotextile filtrant est à prévoir au fond de tranchée infiltration, sur les bords de la tranchée et le long de la longrine.

La conception proposée est donc acceptable.

7.2.4. Tranchées infiltration sans palplanches

Cette configuration est rencontrée entre les PK242+150 et PK242+700. Le profil critique est situé au PK242+644.



Profil PT 40 : PK242+644

	AMENAGEMENTS FERROVIAIRES AU NORD DE TOULOUSE Note sur la stabilité de la digue du canal latéral à la Garonne	Réf. AFNT-0003703
	DOCUMENT SNCF RESEAU	

Dans cette configuration, la structure de la digue n'est pas modifiée, il n'est donc pas nécessaire de démontrer de la stabilité des talus.

En revanche, la tranchée d'infiltration vient modifier les écoulements internes à la digue.

Le gradient hydraulique calculé au profil le plus critique pour la configuration « Création de deux nouvelles voies côté Canal + une nouvelle voie côté terre + tranchées infiltration sans présence de palplanches » – soit PK 242+644 – est de 0.35.

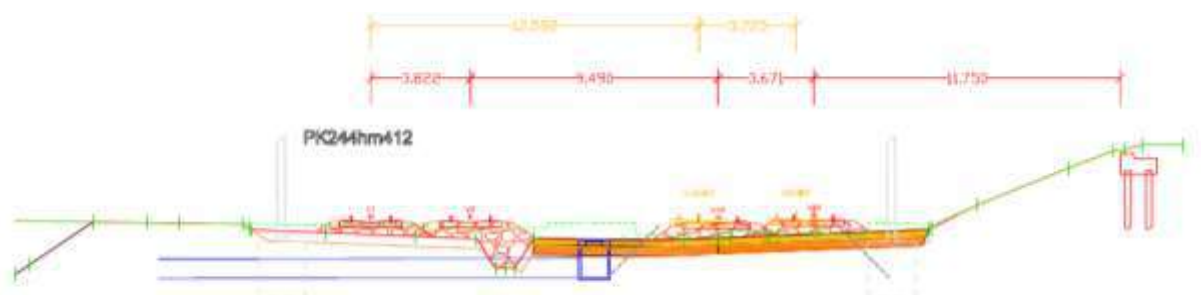
Un géotextile filtrant est à prévoir au fond de tranchée infiltration et sur les bords de la tranchée.

La conception proposée est donc acceptable

7.2.5. Voies sans palplanches

7.2.5.1. Voies sans palplanches avec écran acoustique

Cette configuration projet est rencontrée entre les PK244+300 et PK244.638. Le profil critique est situé au PK244+412. Nous avons noté la présence de micropieux sur ce linéaire en crête de digue. Ces micropieux serviront à la pose de l'écran acoustique.



Profil PT52 : PK244+412

La stabilité du talus aval de la digue en présence de l'écran acoustique doit être justifiée, en prenant en compte les transferts de charge depuis les plots béton (charge vertical et horizontal le cas échéant).

Le gradient hydraulique calculé au profil le plus critique pour la configuration « Création de deux nouvelles voies côté Canal sans présence de palplanches » – soit PK 244+400 - est de 0.25.

Un géotextile filtrant est à prévoir au fond de tranchée infiltration et sur les bords de la tranchée.

La conception proposée est donc acceptable

7.2.5.2. Voies sans palplanches sans écran acoustique

Cette configuration projet est rencontrée entre les PK244+650 et PK246+000, il n'y a plus d'impact sur la digue.

	AMENAGEMENTS FERROVIAIRES AU NORD DE TOULOUSE Note sur la stabilité de la digue du canal latéral à la Garonne	Réf. AFNT-0003703
	DOCUMENT SNCF RESEAU	

7.2.6. Modifications provisoires pour phase travaux

Les travaux du lot B suivront le séquençage suivant :

- Mise en place des palplanches et remblaiement en arrière (par le lot BP4) ;
- Réalisation de la plateforme ferroviaire et de la tranchée d'infiltration ;
- Réalisation des terrassements complémentaires ;
- Mise en place de la protection provisoire de la plateforme et tranchées d'infiltration ;
- Réalisation des pieux ;
- Mise en place du soutènement ;
- Remblais derrière le soutènement ;
- Suppression de la protection de la plateforme ;
- Pose de la voie V2R ;
- Installation portiques caténaires ;
- Pose des écrans acoustiques ;
- Recépage confortement de berge ;
- Finition chemin de contre halage ;

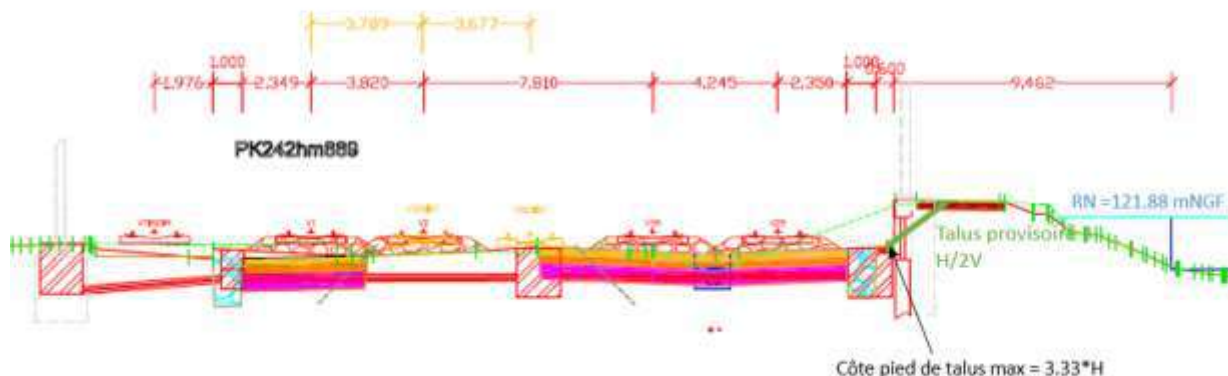
L'ensemble des opérations des remblaiements/pieux seront menées depuis la plateforme ferroviaire ; sans passage d'engins de chantier sur la crête de la digue.

Le compactage des terres et la pose des écrans acoustique se fera depuis la crête de digue, après mise en place de la berlinoise.

Il existe donc une phase transitoire, où le talus aval de la digue, est décaissé jusqu'au fond de forme de la plate-forme ferroviaire.

Le décaissement, sur les tronçons de palplanche, devra respecter le plan de décaissement maximal défini pour assurer la stabilité de la palplanche et donc du talus amont.

Par ailleurs, sur l'ensemble des tronçons sans palplanche, le pied de talus provisoire ne devra en aucun cas être à moins H*3.33 m de la berge.



Profil PT43 : PK 242+889 – Condition tronçon sans palplanches pied de talus

Par ailleurs, en phase travaux, il sera nécessaire de confirmer la nature des matériaux en place et leur stabilité interne avant excavation.

Sur le premier bief « Saint-Jory », le fond de fouille maximal est à la cote 117.45 m NGF, soit 1.7 m sous le niveau du canal et 2.3 m au-dessus de la nappe d'après analyse piézométrique.

Sur le deuxième bief « Bordeneuve », le fond de fouille maximal est à la côte 118.89 m NGF, soit 3 m sous le niveau du Canal et 2.40 m au-dessus de la nappe d'après analyse piézométrique.

Sur le troisième bief « Lespinasse », le fond de fouille maximal est à la côte 121.3 m NGF, soit 3.60 m sous le niveau du Canal et 2.40 m au-dessus de la nappe d'après analyse piézométrique.

7.2.7. Analyse des écoulements à travers la digue

Afin d'évaluer les fuites attendues dans la configuration projet, une coupe type a été bâtie et des calculs d'écoulement au sein de la digue effectués pour évaluer l'impact des travaux sur ces fuites.

Le logiciel SEEP de la suite logiciel Geostudio est utilisé.

7.2.7.1. Digue actuelle

Dans un premier temps, la configuration actuelle est représentée. La coupe utilisée est celle présentée au § 7.1.5. Plusieurs tests ont été effectués, afin de calibrer les perméabilités des terrains qui ne sont pas connues et de confirmer la sensibilité des résultats sur les différentes hypothèses prises.

Le tableau suivant récapitule les tests effectués :

	Configuration de référence	Sensibilité
Perméabilité des terrains de la digue	10^{-6} m/s	5.10^{-5} m/s
Perméabilité de la couche d'alluvions grossières	10^{-4} m/s	10^{-5} m/s
Niveau de la nappe en condition normale	6 m sous le niveau du canal	3 m sous le niveau du canal
Etendue de la couche d'argile d'étanchéité du canal	Présente sur le fond et les berges	Présent uniquement sur le fond

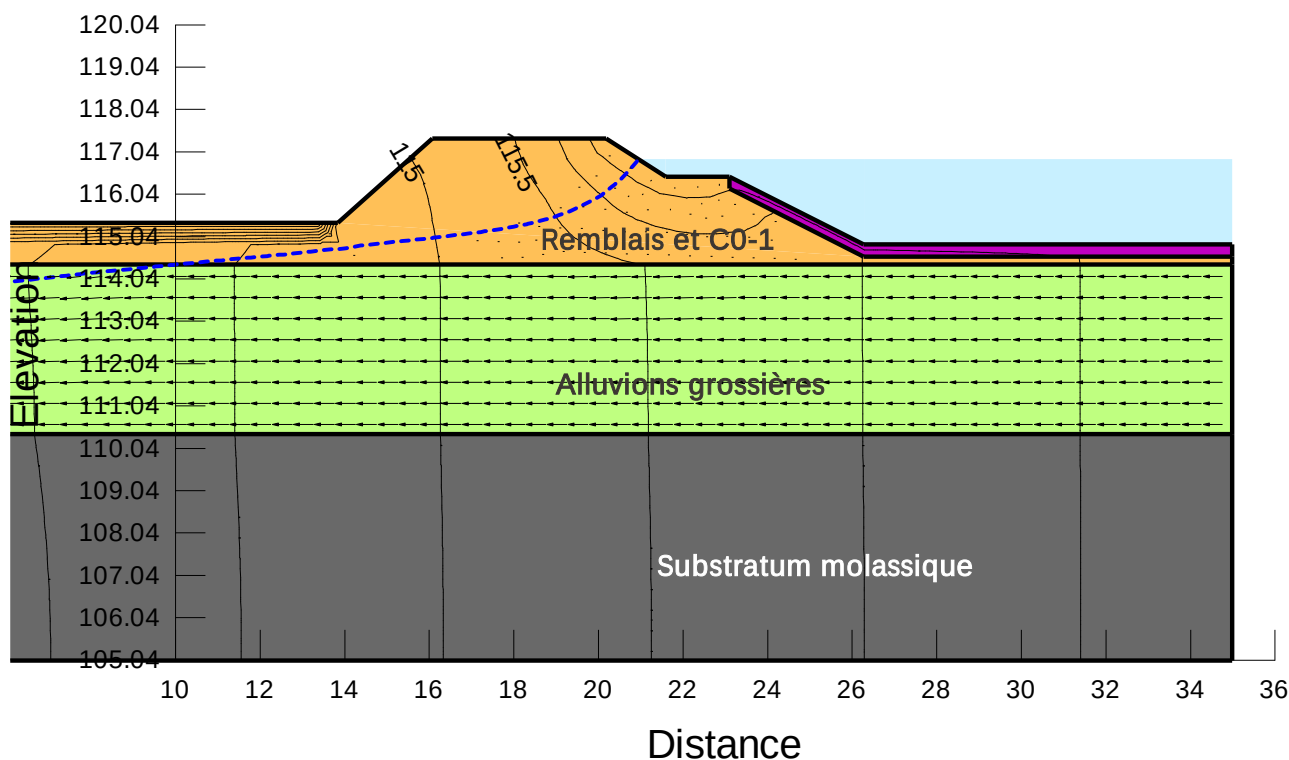
Ces différents tests ont apporté les enseignements suivants concernant les fuites du canal :

- Seul le test effectué avec la perméabilité plus faible des terrains de la digue a un impact majeur sur les fuites du canal, plus de 10 fois plus importantes ;
- La perméabilité des matériaux de corps de digue est calibrée à 10^{-6} m/s afin d'obtenir un résultat proche des fuites moyennes du canal estimées à 3.54 l/s/km ;
- Dans le cas d'une couche d'argile non présente en berge, les fuites augmentent également, mais seulement d'un facteur 2 ; cela pourrait confirmer que la couche est également présente en berge, mais une très faible variation de la perméabilité de la digue permettrait d'obtenir le même résultat ;
- Le test effectué avec la présence d'une nappe plus haute (juste sous le canal) ne change rien aux fuites ;
- Le test effectué avec une perméabilité plus faible dans les alluvions grossières ne change rien aux fuites.

La configuration de base est conservée pour la suite de l'analyse. La figure ci-dessous en présente les résultats.

Les fuites estimées par le modèle sont de 5.2 l/s/km.

Compte tenu du caractère hétérogène des terrains en place, il est recommandé de considérer une valeur de 10 l/s/km de canal comme fuites sortant du canal, à des fins de dimensionnement.



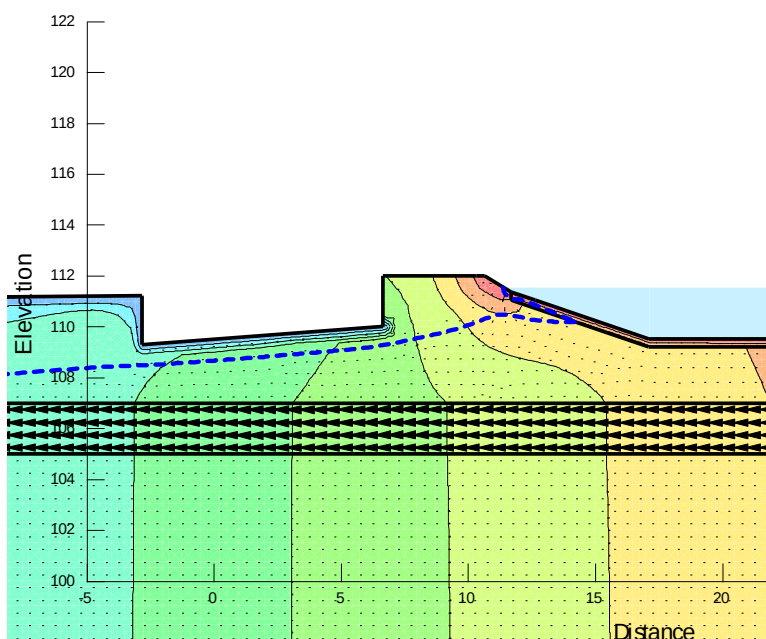
Vecteurs vitesses, ligne de saturation (bleu pointillé), et ligne d'isocharges totales ((traits fins avec étiquettes))

7.2.7.2. Digue projetée

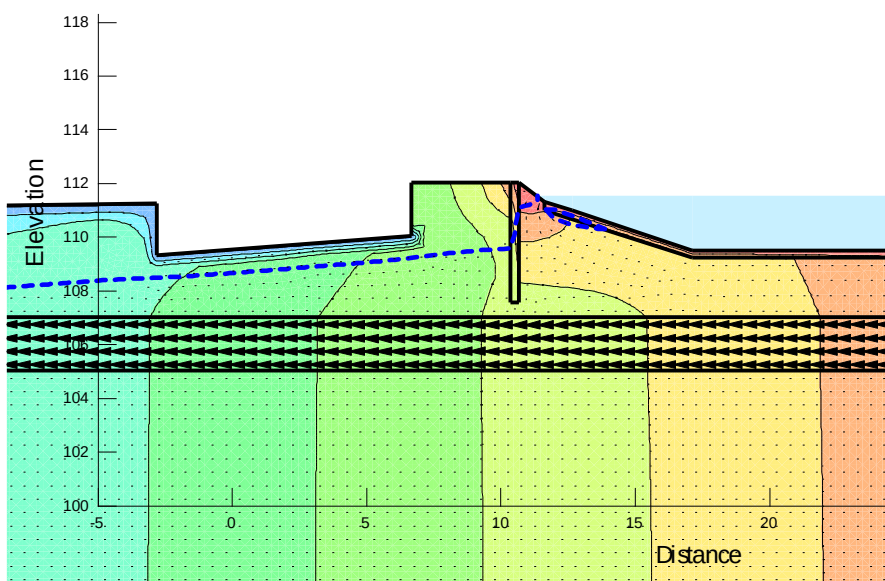
La configuration projet est celle comprenant : la palplanche côté canal, et le mur de soutènement côté aval.

Les différentes modélisations montrent que :

- La palplanche (perméabilité à 10^{-8} m/s) permet de réduire la charge de l'ordre de 1 m. Une étude de sensibilité a été menée en prenant une perméabilité à 10^{-10} m/s mais n'a quasiment pas d'impact ;
- OU la largeur de 4 m de terrain avec une perméabilité de 10^{-6} m/s, permet de rabattre la charge de 1.5 m (dans le cas où les palplanches ne sont pas présentes sur le linéaire).



Ligne de charge hydraulique, avec palplanche non étanche et terrain à 10^{-6}



Ligne de charge hydraulique, avec palplanche étanche et terrain à 10^{-6}

Ainsi, la charge hydrostatique à prendre en compte dans le cas des murs de soutènement s'établit 1.5 m sous le niveau normal du canal ; soit 117.24 m NGF ou 120.88 m NGF ou 124.46 m NGF en fonction du bief concerné par les travaux.

Par ailleurs, les fuites du canal rejoignent en large partie la nappe devant la palplanche, les fuites collectées côté SNCF Réseau dans la tranchée infiltration sont estimées à 0.3 l/s/km.

	AMENAGEMENTS FERROVIAIRES AU NORD DE TOULOUSE Note sur la stabilité de la digue du canal latéral à la Garonne	Réf. AFNT-0003703
	DOCUMENT SNCF RESEAU	

7.2.7.3. Distinction prescription ferroviaire/digue

Il est à distinguer la notion de ligne de saturation hydraulique s'établissant dans le corps de digue de la notion de nappe telle que présentée dans le §5.1.3.

La ligne de saturation hydraulique est représentée par une ligne dite « piézométrique » généralement supposée linéaire entre le niveau amont dans le canal et l'exutoire en pied aval. La nappe quant à elle est, d'après l'analyse du contexte du présent projet, découplée du niveau dans le canal, et s'établit à un niveau moyen autour de 115 à 120 m NGF environ.

7.3. PRESCRIPTIONS DE CALCULS DE STABILITE

7.3.1. Calcul de stabilité de talus

7.3.1.1. Talus amont de la digue

L'analyse de la stabilité du talus amont de la digue doit être vérifiée quand :

- La digue n'est pas concernée par la mise en place d'une palplanche ; (dans ce cas, le dimensionnement et la stabilité de cette palplanche est vérifié dans le cadre de la maîtrise d'œuvre BP4)
- Et, il est prévu des charges sur la crête de la digue.

Cette configuration est rencontrée :

- du PK241+810 au PK242+890,
- du PK244+090 au PK244+240.

Sur ces tronçons, un calcul de stabilité doit donc être mené pour vérifier la stabilité du talus côté canal avec les charges de chantier.

7.3.1.2. Talus aval de la digue

L'ensemble des tronçons concernés par une modification du parement existant (en déblai) sont à vérifier au grand glissement, ainsi que ceux concernés par des charges de roulements différentes de l'existant.

Lors des travaux, il est considéré que le chemin de service définitif de la SNCF n'accueillera que des véhicules légers.

Il est nécessaire dans les calculs en considérant une ligne piézométrique linéaire entre RN-1m (selon calcul rabattement derrière la palplanche cf. §5.2.6) et la tranchée infiltration ou la plateforme de terrassement.

7.3.1.3. Situations de calculs

Les calculs sont à mener selon les prescriptions techniques relatives à la sécurité des barrages (arrêté du 6 août 2018) et selon les *Recommandations pour la justification des barrages et des digues en remblai, CFBP, octobre 2015*.

A titre d'information, RN correspond à la retenue normale du canal soit à 119.24 m NGF sur le premier bief, 121.88 m NGF sur le deuxième bief et 124.46 m NGF sur le dernier bief.

Dans le cas des digues du canal latéral à la Garonne (barrage de classe C), les situations de projets à vérifier sont les suivantes :

Situation	Profil	Type (CFBR)	Niveau amont palplanche	Niveau aval (côté voies SNCF)	Charge Exploitation
Fonctionnement normal	Cible	Normal	RN – 1 m	Fond tranchée infiltration Haut de la plateforme ferroviaire (absence de tranchées infiltration)	Charge standard déroulement – 10 kPa Ecran acoustique si présent
Phase travaux	Phase de terrassement maximal	Rare/Exceptionnel/ Transitoire	RN– 1 m	Fond tranchée infiltration Fond de fouille (absence de tranchées infiltration)	Charge de roulement maximal de chantier
Dysfonctionnement canal	Cible	Rare/Exceptionnel/ Transitoire	RN+50cm - 1m de rabattement ou cote de crête - 1m de rabattement si la cote de crête est inférieure à la cote = RN+50cm	Fond tranchée infiltration Haut de la plateforme ferroviaire (absence de tranchées infiltration)	Charge standard déroulement – 10 kPa Ecran acoustique si présent
Saturation de l'assainissement ferroviaire	Cible	Rare/Exceptionnel/ Transitoire	RN – 1 m	Niveau haut de la plateforme	Charge standard déroulement – 10 kPa Ecran acoustique si présent
Bief Vide	Cible	Rare/Exceptionnel/ Transitoire	RN -2.5 m	Fond tranchée infiltration Haut de la plateforme ferroviaire (absence de tranchées infiltration)	Charge de roulement maximal de chantier

Situations de calculs pour les calculs de stabilité en grand

Nota : La zone d'étude est située en zone de sismicité 1 (très faible). Dans ce cas, la justification au séisme des barrages de classe C existants et/ou réhabilités n'est pas requise.

La présence d'une ligne de saturation hydraulique dans le corps de digue est à prendre en compte dans les calculs, par une ligne de saturation linéaire depuis le niveau amont jusqu'au niveau aval, en pied de talus de digue.

Les coefficients partiels et de modèle à respecter sont les suivants :

Situations	Coefficient partiel γ_m sur c' et $\tan \phi'$	Coefficient partiel γ_m sur le poids volumique	Coefficient de modèle γ_d
normale d'exploitation	1,25	1	1,2
rare de crue	1,2	1	1,2
transitoire ou rare	1,1	1	1,2
exceptionnelle de crue (PHE)	1,1	1	1,2
extrêmes de crue, sismique ou autres	1	1	1,1

7.3.2. Dimensionnement des murs de soutènement

Dans le cas du lot B, les murs de soutènement sont soit constitués d'une paroi berlinoise soit de longrines avec des micropieux.

Le mur de soutènement est dimensionné selon les Eurocodes pour reprendre la poussée des terres de la digue, et les charges de roulement en phase provisoire et définitive.

Chaque mur de soutènement (berloise, longrines avec micropieux, ...) doit également être dimensionné pour reprendre une charge d'eau située à 1.5 m sous le niveau de retenue normale du canal, comme indiqué au § 7.2.7.2.

Situation	Type (CFBR)	Niveau amont (côté canal)	Niveau aval du soutènement	Charge Exploitation
Fonctionnement normal	Normal	RN	RN -1.5 m	Charge standard de roulement
Phase travaux (terrassement maximal)	Rare/Exceptionnel/ Transitoire	RN	RN -1.5 m	Charge de roulement maximal de chantier
Dysfonctionnement canal	Rare/Exceptionnel/ Transitoire	RN+50cm ou Crête si inférieur	RN+50cm - 1m de rabattement ou cote de crête - 1m de rabattement si la cote de crête est inférieure à la cote = RN+50cm	Charge standard de roulement
Défaillance caractère drainant du soutènement	Extrême	RN	RN -1.0 m + remblai saturé corps digue	Charge standard de roulement

7.3.3. Dimensionnement des poteaux caténaires

Les poteaux caténaires sont présents dans le talus aval de la digue.

En fonction de la méthode de dimensionnement des massifs des caténaires, il conviendra de réaliser des calculs de glissement avec différentes hypothèses :

	AMENAGEMENTS FERROVIAIRES AU NORD DE TOULOUSE Note sur la stabilité de la digue du canal latéral à la Garonne	Réf. AFNT-0003703
	DOCUMENT SNCF RESEAU	

- si les massifs des poteaux sont calculés comme autostables et sont positionnés sur le talus de la digue, il faut faire le calcul de glissement du talus avec les efforts apportés par massif ;
- si les massifs tiennent grâce à butée apportée par remblais digue et dans ce cas, il faut faire le calcul de glissement du talus avec le massif intégré dans talus.

8.STABILITE DE LA DIGUE DE LA ZONE LOT C

La zone Lot C s'étend au sud de la gare marchandises sur les communes de Fenouillet (sud) et Toulouse sur les PK suivants en lien avec le canal latéral, jusqu'au pont-route du périphérique ouest :

- $246,500 < PK_{\text{ferroviaire}} < 251,200$
- $4,530 < PK_{\text{fluvial}} < 9,230$

8.1. CONTEXTE ET HYPOTHESES

8.1.1. Contexte géologique

D'après les cartes géologique de Toulouse-Ouest et Toulouse-Est (n°983 et 984), le projet s'inscrit dans le contexte géologique suivant :

- Remblais anthropiques d'aménagement,
- D'alluvions quaternaires et modernes de basse plaine (Fz1) : cailloux d'épaisseur 4 à 6 m recouverts de sables peu limoneux proche du fleuve et de limons fins vers la plaine,
- Le substratum g2-3 constitué d'argiles, de molasses de l'Oligocène et des marnes de l'Aquitainien et du Stampien.



Extrait de la carte géologique de Toulouse-Ouest et Toulouse-Est

8.1.2. Contexte géotechnique

Le contexte géotechnique est apprécié sur la base des documents suivants :

- Rapport G2PRO Ecrans acoustiques (PK246+450 à 248+100)– Géotec – daté du 30/06/2022 avec toutes ces annexes [1]
- *Ligne Bordeaux à Sète, Aménagements Ferroviaires au Nord de Toulouse (AFNT)* – Rapport d'étude géotechnique G1 (ES+PGC) et G2 (AVP) – Lot 2 – Hydrogéotechnique Sud-Ouest – rapport C.14.42081 indice 2 du 30/06/2015 avec toutes ses annexes [2]

De l'ensemble des sondages effectués dans le cadre de ces investigations, ceux intéressant directement la digue et le secteur du lot C, sont les suivants :

Nom	PK	X	Y	Z
TC2-016	246+270	1570739.96	3167031.34	125.33
TC1-020	249+000	1571764.23	3164483.52	128.71
CA-OA.030		1570784.1	3166915.1	125.5
CA-OA.031		1570855.8	3166729.1	125.9

Liste sondages G2

Très peu de sondages ont été réalisés dans le corps de digue. Il conviendra de faire réaliser des sondages complémentaires dans le corps de digue dans le cadre de la mission G3 notamment, afin de pouvoir caractériser les matériaux et la lithologie en présence.





Plan d'implantation des sondages

8.1.2.1. Lithologie générale

Nous rappelons ici les éléments principaux issus du rapport définitif des investigations complémentaires Geotec :

Les formations géologiques rencontrées au droit du site par les sondages réalisés sont les suivantes :

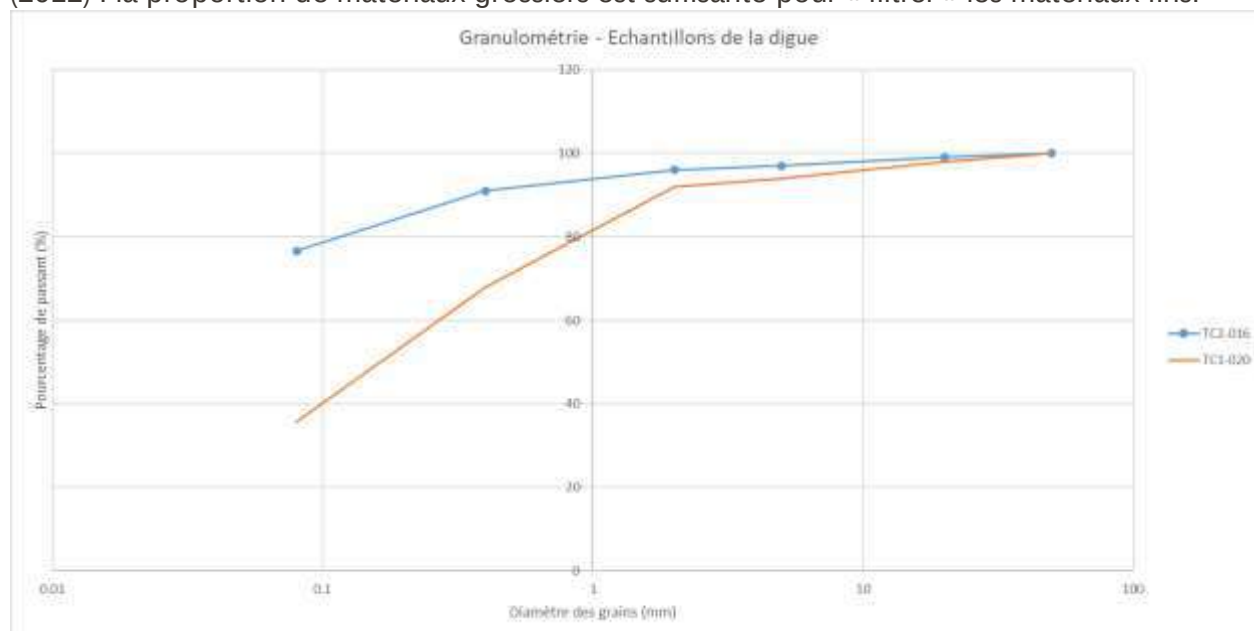
- De la terre végétale ou des formations de remblais anthropiques sablo-graveleux à débris de construction jusqu'à une profondeur comprise entre 0,4 et 2,0 m / TA ;
- Des limons +/- argileux jusqu'à une profondeur comprise entre 1,8 et 3,4 m / TA. Cette formation correspond aux dépôts alluvionnaires quaternaire et moderne Fz1 ;
- Une grave sableuse à galets repérées sur tous les sondages en épaisseur variable, de profondeur comprise entre 3,4 et 8,5 m / TA. Cette formation correspond aux dépôts alluvionnaires quaternaire et moderne Fz1 ;
- Le substratum molassique constitué d'une alternance de sables

8.1.2.2. Matériaux constitutifs de la digue et de sa fondation

La couche de sable limoneux/limon sableux/Limon argileux a été rencontrée au droit de la digue du canal sur des épaisseurs variables allant de 0 à 3 m maximum.

Le graphique ci-après rassemble les essais granulométriques qui ont été mené sur uniquement deux échantillons de digue. La teneur en fine (<80 μ m) est comprise entre 40 et 80 % environ. Le matériau constitutif de la digue est donc plutôt étanche (de l'ordre de $K=10^{-5}$ m/s), mais ces courbes montrent une certaine variabilité et sont vraiment très peu nombreuses au vu du linéaire de travaux (3.2 km). Cette analyse devra donc être complétée lors de la G3.

Ces échantillons montrent des matériaux stables à l'érosion interne selon le critère de Witt (2012) : la proportion de matériaux grossiers est suffisante pour « filtrer » les matériaux fins.



Corps de digue – argiles marron

	AMENAGEMENTS FERROVIAIRES AU NORD DE TOULOUSE Note sur la stabilité de la digue du canal latéral à la Garonne	Réf. AFNT-0003703
	DOCUMENT SNCF RESEAU	

8.1.2.3. Caractéristiques de résistance au cisaillement

Nous ne disposons pas à ce jour des paramètres géotechniques retenus pour les formations superficielles et le substratum molassique.

Les hypothèses prises par les autres lots du projet peuvent s'appliquer aussi sur le lot C, les matériaux constitutifs de la digue étaient relativement similaires.

Une sensibilité sur la cohésion peut être considérée avec $C'=0$ kPa.

Formation géologique	γ_n (kN/m ³)	γ_d (kN/m ³)	c' (kPa)	ϕ' (kPa)	C_u (kPa)	ϕ_u (kPa)
Formations superficielles	19	17	4	27	70	0
Substratum molassique*	21	-	15	30	100	0

8.1.3. Contexte hydrogéologique

8.1.3.1. Général

Source : Etude hydrogéologique pour le projet AFNT, ANTEA, 2015.

Les alluvions de la basse plaine de la Garonne s'étendent sur plusieurs kilomètres de large. Ces alluvions constituent un aquifère poreux et continu qui repose sur un substratum imperméable (molasses miocènes).

Dans le secteur d'étude, les terrasses alluviales sont étagées, c'est-à-dire qu'elles reposent directement sur le substratum molassique, dont elles épousent les paliers, qui affleure parfois mais qui est le plus souvent dissimulé par les formations de pentes (colluvions).

Les terrasses sont donc séparées entre elles par des bourrelets molassiques, ce qui se traduit par une discontinuité des écoulements. La circulation d'eau entre les terrasses peut donc s'effectuer de deux manières distinctes (Cf. Figure 11) :

- par des sources puis par ruissellement d'eau sur la molasse affleurante ;
- par des écoulements diffus dans les colluvions qui recouvrent généralement la molasse en bordure de terrasse.



Figure 11. Ecoulements en bordure de terrasse (rapport BRGM n°55877)

L'alimentation de la nappe de la basse plaine s'effectue par les apports pluviométriques, par le ruissellement des eaux qui s'écoulent des formations molassiques imperméables et localement par les infiltrations (pertes) du canal Latéral à la Garonne, identifiées à partir d'anomalies de mesures de la piézométrie et de la température.

	AMENAGEMENTS FERROVIAIRES AU NORD DE TOULOUSE Note sur la stabilité de la digue du canal latéral à la Garonne	Réf. AFNT-0003703
	DOCUMENT SNCF RESEAU	

Les valeurs de perméabilité des alluvions sont comprises entre 1.10^{-2} et 5.10^{-3} m/s dans le secteur d'étude (source SIGES et BRGM), avec des coefficients d'emménagement qui varient de 5 à 10 %.

Dans ces conditions, les vitesses de circulation au sein de l'aquifère peuvent varier de 1 à 10 m/j selon la perméabilité et le gradient de la nappe. A titre de comparaison, ces vitesses sont relativement faibles par rapport à celles rencontrées dans un aquifère de type karstique bien développé (100 m/h).

La piézométrie générale de la nappe de la basse plaine, présentée en Figure 12 et Figure 13 est issue du modèle hydrodynamique réalisé à l'échelle de la nappe alluviale de la Garonne par le BRGM en 2010 (rapport 58063 de janvier 2010). Cette piézométrie correspond à l'état hydraulique de la nappe alluviale au mois de juin 2007, considéré comme une période de hautes eaux.

Au droit du projet, la nappe présente un écoulement de direction globale SE-NW avec un gradient hydraulique compris entre 2 et 3 ‰. La nappe alluviale est drainée par la Garonne. Cette relation hydraulique peut toutefois localement s'inverser.

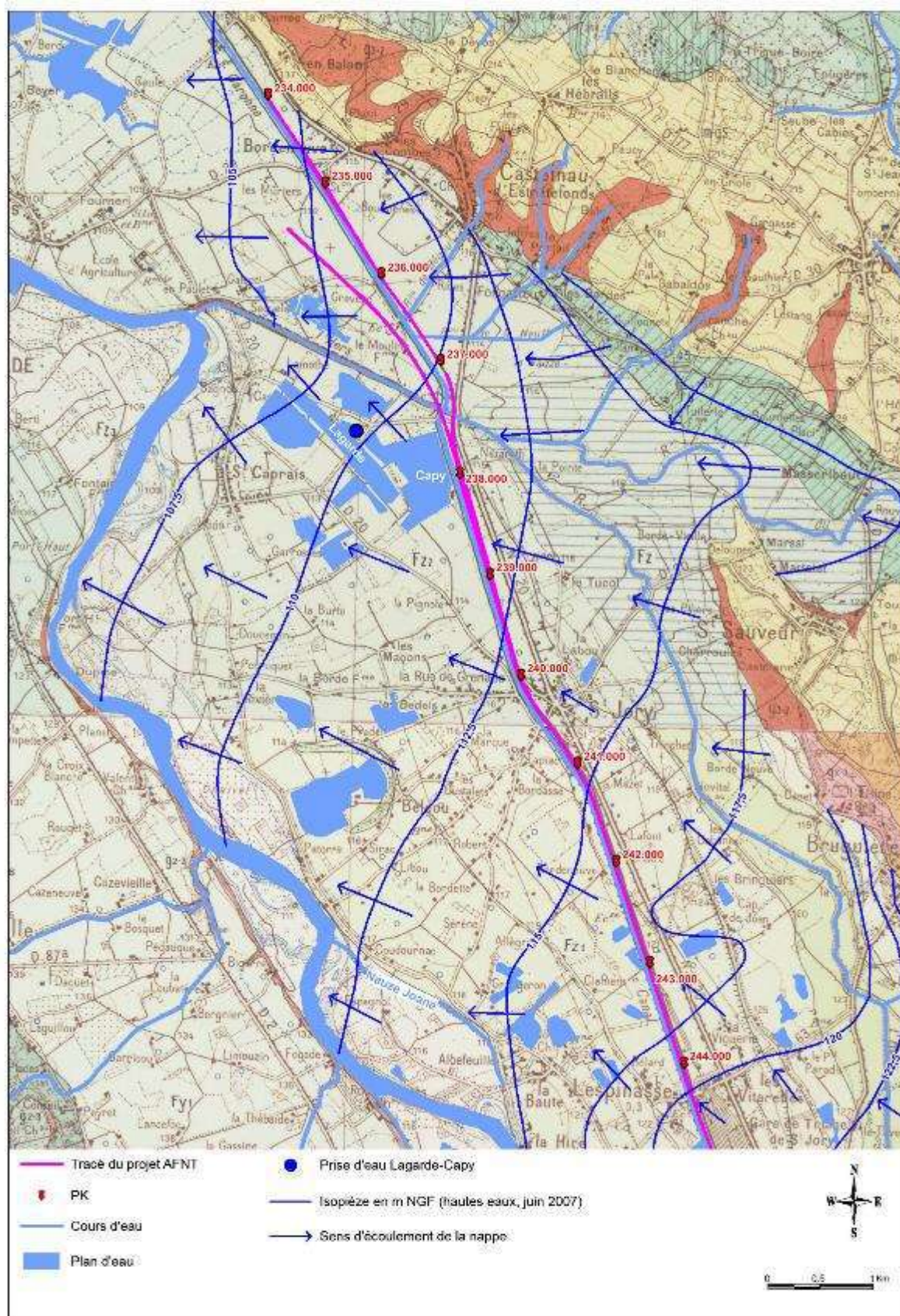


Figure 12. Piézométrie de la nappe alluviale de la basse plaine (hautes eaux de juin 2007, BRGM) – Secteur nord

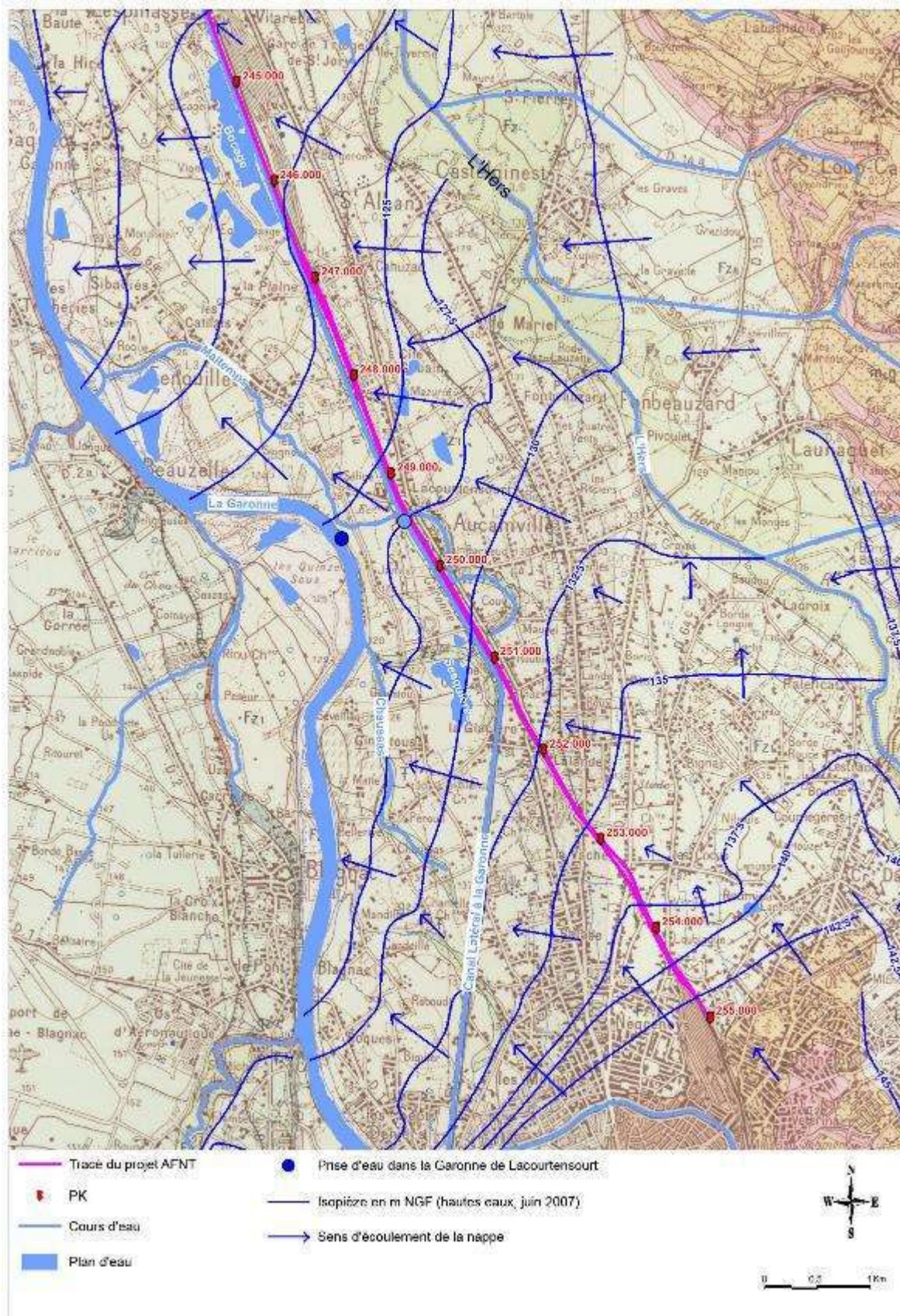


Figure 13. Piézométrie de la nappe alluviale de la basse plaine (hautes eaux de juin 2007, BRGM) – Secteur sud

8.1.3.2. Relation nappe/rivière/canal

Source : Etude hydrogéologique pour le projet AFNT, ANTEA, 2015.

[...] l'étanchéité des berges et du fond du canal serait assurée par une couche d'argile mise en place lors de sa création. Dans la réalité, ce niveau argileux peut localement ne pas exister. En effet, des apports d'eau depuis le canal vers la nappe ont été mis en évidence à partir de mesures de température de l'eau de la nappe sur des ouvrages situés à proximité du canal. Ces apports se traduisent par des anomalies de température, qui est plus élevée dans le canal que dans la nappe alluviale. L'étude hydraulique réalisée sur le canal par Hydratec en 2007, a par ailleurs confirmé l'existence de pertes dont le débit s'élève à près de 90 l/s sur le tronçon de Toulouse à Castelnau-d'Estrétefonds.

Le canal dans son état actuel est donc perché vis-à-vis de la nappe alluviale et sans lien hydraulique avec celle-ci (hormis quelques pertes). La charge hydraulique du canal ne permet pas de transfert depuis la nappe vers le canal.

La coupe schématique présentée en Figure 17 synthétise les relations hydrauliques nappe/canal dans le secteur du lac de Capy.

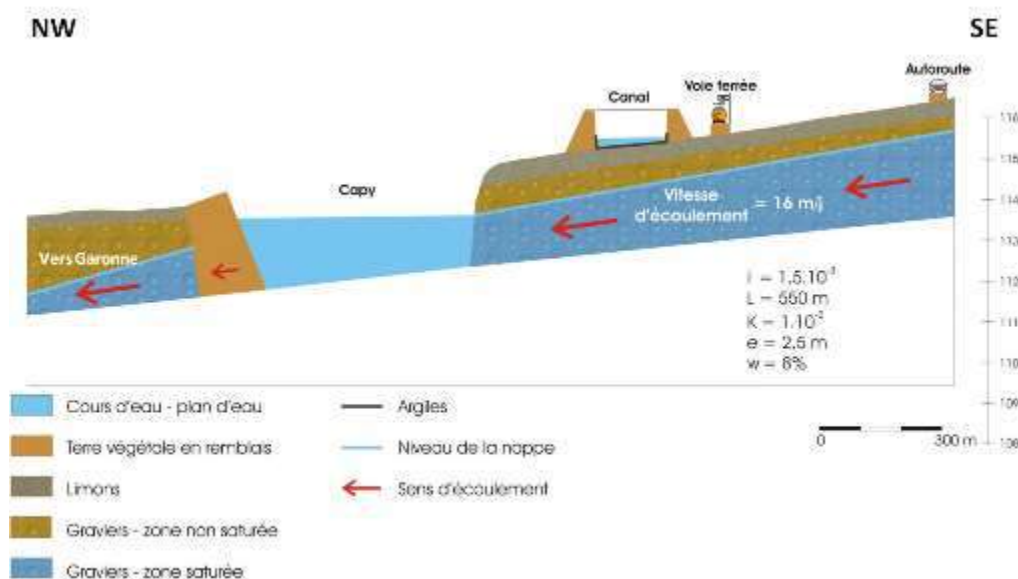
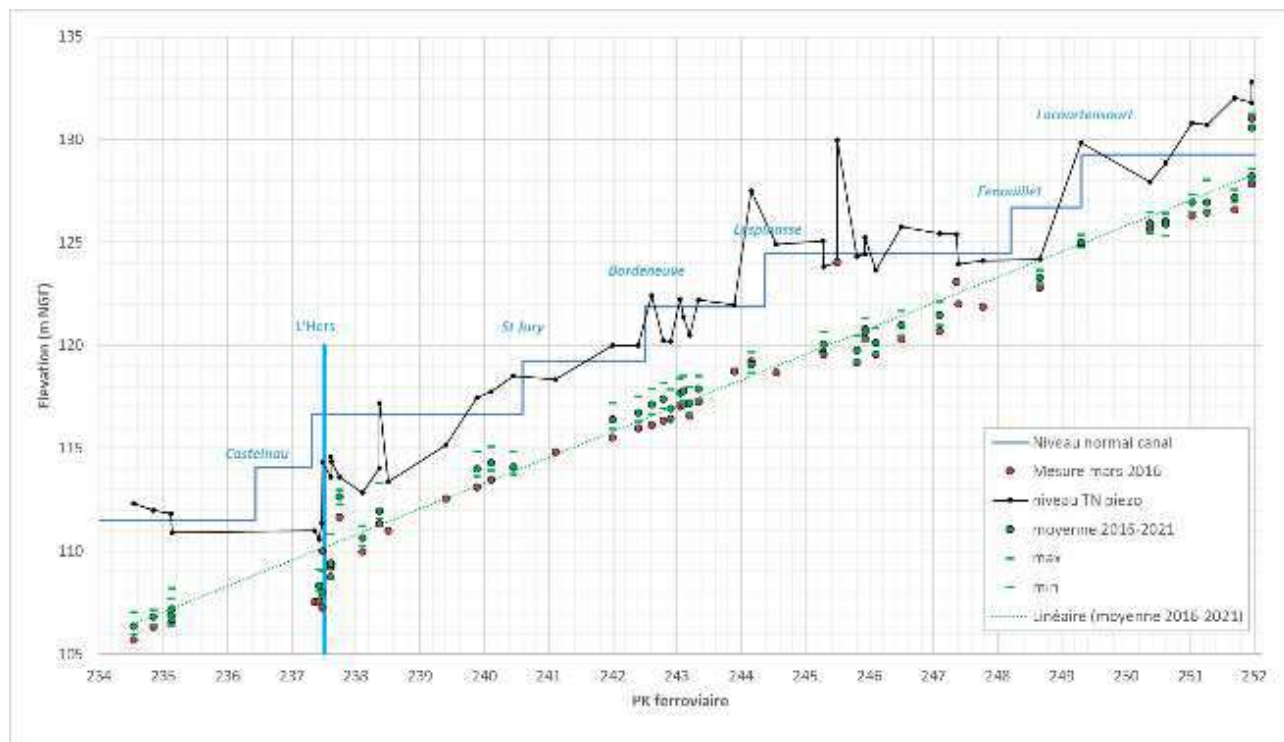


Figure 17. Coupe schématique des relations hydrauliques entre la nappe, le canal et la Garonne (rapport Antea Group n°A51571/A)

8.1.3.3. Interprétation du suivi piézométrique

Dans le cadre de l'opération AFNT, un réseau de piézomètre a été installé. Ils ont tous été mesurés manuellement en mars 2016, et une partie d'entre eux a fait l'objet de mesure continues entre 2016 et 2021. Les piézomètres sont principalement positionnés sur la plateforme ferroviaire et sur la digue, et ils sont répartis sur tout le linéaire d'AFNT.

Le graphique en page suivante présente l'ensemble des mesures des piézomètres. Le graphique en page suivante présente la moyenne des mesures selon un profil longitudinal.



Profil longitudinal de la zone d'étude, niveau normal du canal et niveau piézométrique moyen

Ces graphiques appellent les commentaires suivants :

Il n'y a pas différence de mesure entre les piézomètres positionnés en crête de digue et ceux placés sur la plateforme ferroviaire ou plus en aval ; en d'autres termes les piézomètres placés dans la digue ne mesurent pas le niveau d'eau dans la digue mais le niveau de la nappe sous-jacente ;

Dans l'ensemble les niveaux piézométriques moyens suivent une pente régulière vers l'aval, de l'ordre de 1.25 m/km ;

L'amplitude des niveaux piézométriques sur la période mesurée varient selon les piézomètres de 0.5 à 2 m ;

2 piézomètres montrent des niveaux significativement plus élevés :

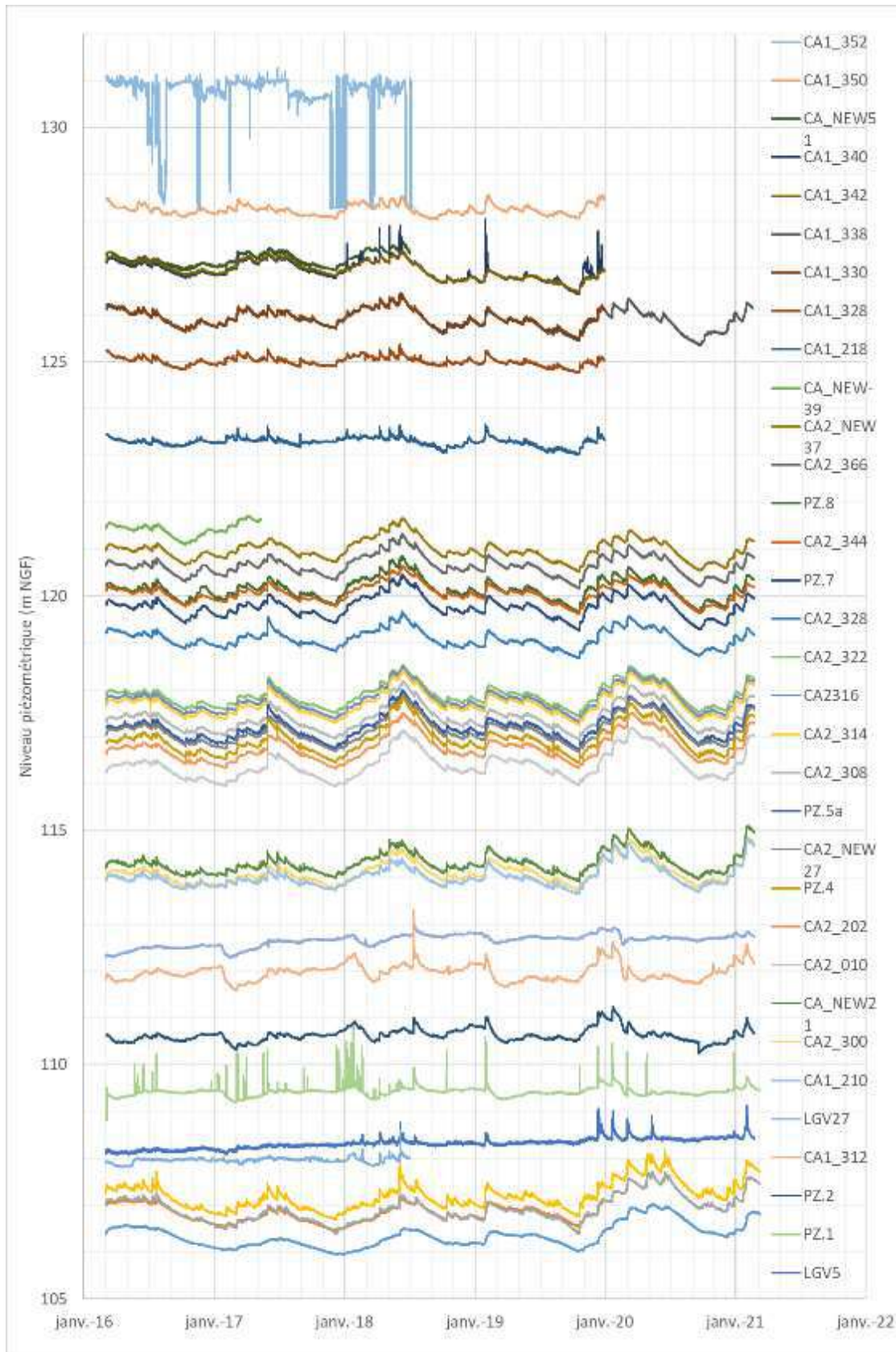
- LGV27 situé au PK 237+740, est 2 m au-dessus que la tendance moyenne ;
- CA1_350 situé à l'amont du projet, environ 2.3 m au-dessus de la tendance moyenne,

Les piézomètres sont dans l'ensemble cohérents et synchrones entre eux ; ils peuvent cependant être analysés en plusieurs groupes :

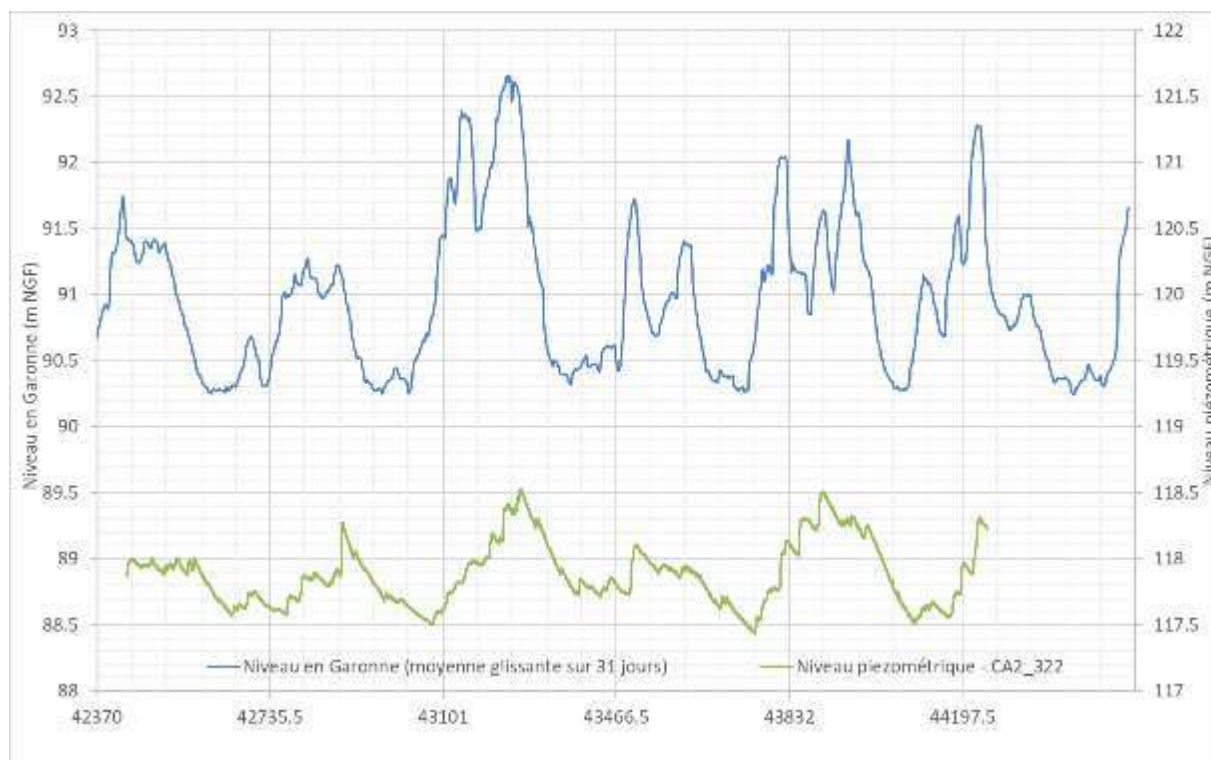
Groupe	Observation	Amplitude variation	Piezomètres	PK ferroviaire
A	niveau mesuré variant de manière synchrone avec les niveaux de la Garonne	1 m - 1.4 m	CA1_210, CA_NEW21 CA2_300, CA2_010 CA2_202, CA2_NEW27	PK 239+880 à 247+090

			CA2_308, PZ.4, CA2_314, CA2_316, PZ.5, CA2_322, CA2_328, CA2_344 PZ.7, CA2_366 PZ.8, CA2_NEW37 CA_NEW39	
B	Variation synchrone avec la Garonne, plus lissé que le groupe A Aval du projet AFNT	0.7 m – 1.5 m	CA_NEW01, CA1_202 CA1_002, CA1_NEW05	PK 234+500 à 235+140
C	Variation indépendante de la Garonne, proximité avec l'Hers De nombreux pics	0.7 m – 2 m	LGV5, LGV7, PZ.1, LGV27, PZ.2 ,CA1_312	PK 237+430 à 238+360
D	Variation synchrone avec la Garonne, amplitude limité Amont du projet AFNT	0.5 m -1.6 m	CA1_218, CA1_328 CA1_330, CA1_338 CA1_342, CA1_340 CA1_New51, CA1_350	PK 248+650 à 251+950

On notera également que la mesure ponctuelle manuelle effectuée en mars 2016 est en période moyenne basse des niveaux de la Garonne. En revanche sur la période des mesures continues, on peut noter que l'hiver 2018 fait partie des périodes historiques des niveaux élevés de la Garonne.



Suivi piézométriques 2016 -2021



Comparaison de la variation des niveaux piézométriques avec le niveau de la Garonne à la station de Verdun-sur-Garonne

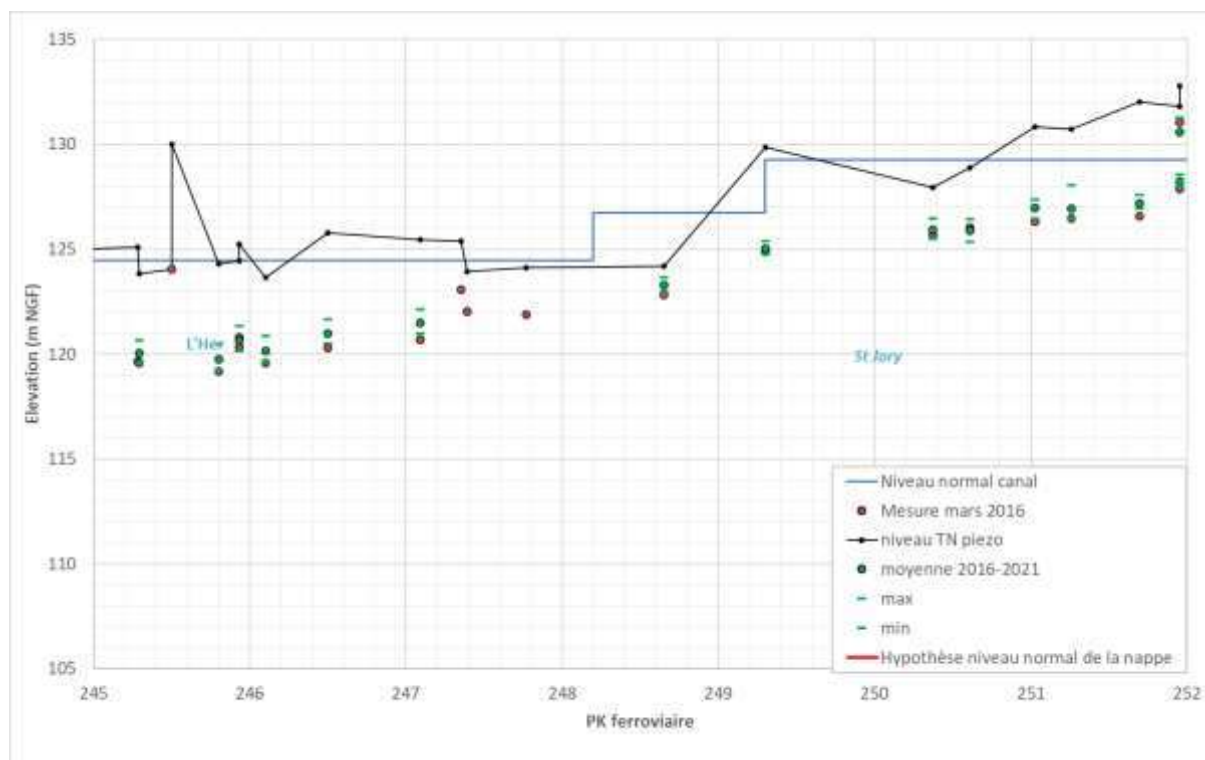
8.1.3.4. Hypothèses pour le dimensionnement

L'examen du fonctionnement hydrogéologique et du suivi piézométrique montre que :

- La digue ne semble pas saturée en situation actuelle ; les écoulements ont donc lieu en milieu poreux sans saturation ;
- La nappe moyenne est présente sous le canal et les digues à environ 2-4m sous la RN du canal selon les tronçons (voir graphique au § 8.1.3.3) ;

Dans le cas des linéaires du lot C, le niveau de la nappe normal à prendre en compte est donc le suivant :

- Entre 121.39 à 123.57 m NGF entre PK246+000 et PK248.200
- Entre 123.64 à 124.82 m NGF entre PK248+200 et PK249.200



Niveaux de la nappe

L'amplitude de variation de la nappe en cohérence avec les variations de niveau de la Garonne étant limité (2 m maximum), en condition exceptionnelle c'est la saturation des systèmes d'assainissement de la plateforme qui générera des niveaux d'eau en aval de la digue (voir § suivant), plutôt que la nappe alluviale.

8.1.4. Contexte hydraulique

8.1.4.1. Général

La zone d'étude est soumise aux écoulements et inondations de la Garonne, de l'Hers et des apports des coteaux situés au Nord-Est du canal.

Sur notre zone d'étude, le canal latéral à la Garonne longe la Garonne, sur sa rive droite à une distance d'environ 2,5 km. Le canal se situe donc dans la plaine d'inondation de la Garonne. La cartographie des aléas du PPRI montre que certains tronçons du canal sont touchés la crue de référence, la crue 1875, d'une période de retour de l'ordre de 200 ans. La cartographie PPRI montre que seule la digue Sud-Est du canal est touchée par l'inondation. La digue côté voies ferroviaire ne l'est pas.

Les niveaux de référence PPRI sont les suivants (de l'amont vers l'aval) :

Commune	PK ferroviaire approximatifs	Niveau PPRI (m NGF)
Fenouillet	249+000	126.40
Fenouillet	248+000	125.80
Fenouillet	247+000	124.80
Fenouillet	246+000	123.60
Fenouillet	245+000	122.80

Lospinasse	244+000	121.20
Lospinasse	243+000	119.80
Saint-Jory	242+000	117.80
Saint-Jory	241+000	116.80
Saint-Jory	240+000	115.60
Saint-Jory	239+000	114.20
Saint-Jory	238+000	113.60 (Hers) & 112.60 (Garonne)
Castelnau	237+000	113.50 (Hers) & 111.40 (Garonne)
Castelnau	236+000	110.60
Castelnau	235+000	109.80
Castelnau	234+000	108.80

Le canal traverse l'Hers (par un pont canal), autour de ce passage, le canal (et ses deux digues) est donc soumis aux inondations de l'Hers. Les niveaux PPRI sont rapportés dans le tableau ci-dessus.

Les apports du coteau Nord sont tous interceptés par les réseaux communaux d'eaux pluviales.

Seuls les apports liés à la plateforme ferroviaire s'écoulent en pied de canal.

Aucun rejet pluvial n'est présent dans le canal, sur la zone d'étude.

8.1.4.2. Fonctionnement du Canal en condition normale

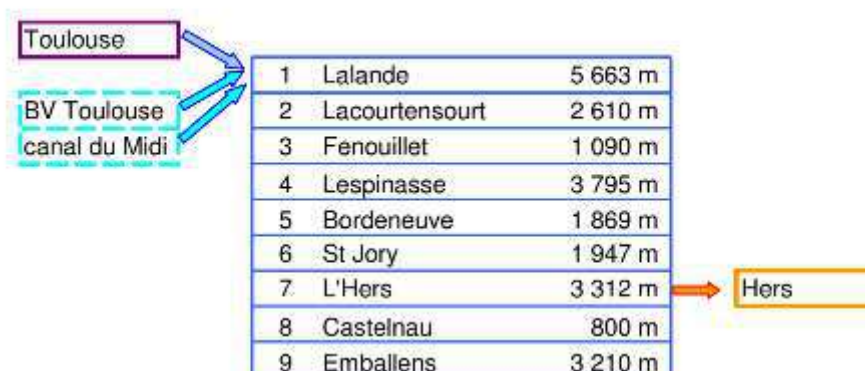
Le long de la zone d'étude AFNT, le canal latéral à la Garonne est découpé en 5 biefs de longueur réduite. Le niveau normal de navigation (NNN), ou cote de retenue normale (RN) au sens de la réglementation barrage, est donnée ci-après (source VNF).

Bief (écluse aval – écluse amont)	RN	PK ferroviaire (approximatifs)
Embalens-Castelnau	111.50 m NGF	233+300 à 236+435
Castelnau-Hers	114.10 m NGF	236+435 à 237+300
Hers-St-Jory	116.66 m NGF	237+300 à 240+600
St-Jory-Bordeneuve	119.24 m NGF	240+600 à 242+500
Bordeneuve-Lospinasse	121.88 m NGF	242+500 à 244 + 370
<u>Lospinasse- Fenouillet</u>	<u>124.46 m NGF</u>	<u>244 + 370 à 248+200</u>
<u>Fenouillet - Lacourtenourt</u>	<u>126.72 m NGF</u>	<u>248+200 à 249+300</u>
Lacourtenourt- Lalande	129.28 m NGF	249+300 à 252+000

Le niveau du canal peut varier de +/- 10 cm en moyenne du fait de son exploitation.

Sur les biefs concernés par AFNT (partie amont du canal), le canal est alimenté par la prise d'eau de Toulouse sur le canal de Brienne. Le canal reçoit également des débits limités en provenance du réseau urbain de Toulouse, et les volumes liés aux éclusées du canal de midi.

Un épanchoir est présent sur l'Hers.



Synoptique des flux hydrauliques sur les biefs concernés par AFNT - Source Hydratec 2007

A chaque écluse, un ouvrage de dérivation permet de réguler le niveau d'eau amont, au niveau normal. L'étude Hydratec de 2007 a montré que ces dérivations sont en capacité de transiter l'intégralité des apports amont du canal, soit 6 m³/s.

La même étude fournit une estimation des pertes d'eau du canal, de l'ordre de 86 l/s pour les biefs 1 à 9 (24,3 km), soit des pertes de l'ordre de 3.54 l/s/km de canal.

La pente hydraulique pour transiter ces 6 m³/s est estimée à 5 cm pour un bief de 3.3 km. Cette pente est négligée au regard des variations du niveau normal du bief (+/- 10cm).

8.1.4.3. Fonctionnement du Canal en condition exceptionnelle

Le canal latéral à la Garonne n'est pas directement soumis aux crues, comme indiqué au paragraphe précédent. Cependant, les événements suivants peuvent survenir :

- Pluie exceptionnelle, entraînant une réhausse du niveau des biefs ; le record de pluie journalières enregistrée à la station de Toulouse-Blagnac, sur la période 1947-2022 soit 75 ans, est de 82.7 mm (juillet 1977).
- Incidents d'exploitation : défaillance de l'un des ouvrages (par ex : embâcles dans une dérivation) ou défaillance d'une usine hydro-électrique sur le réseau.
- Inondation par la Garonne, après surverse de la digue Sud-Est.

VNF indique qu'en condition exceptionnelle d'exploitation, le niveau peut déborder : fortes arrivées d'eau lors d'intempéries, ou lors d'une défaillance de l'un des ouvrages (par ex : embâcles dans une dérivation) ou défaillance d'une usine hydro-électrique sur le réseau.

On pourra noter que lorsque le niveau d'eau augmente dans un bief, il finira par déborder par-dessus les portes d'écluses. La visite de site a montré que le niveau des portes d'écluses est de l'ordre de 10 cm au-dessus de la RN.

Par sécurité, il sera considéré un niveau d'eau exceptionnel dans le bief de RN + 50 cm ou la crête de la digue si celui-ci est inférieur.

8.1.4.4. Assainissement de la plateforme ferroviaire

En situation future, la plateforme ferroviaire est dimensionnée pour une pluie de période de retour 20 ans. Jusqu'à cette intensité, les eaux sont stockées et/ou évacuées via les fossés

d'infiltration et /ou les collecteurs. Au-delà, la plateforme ferroviaire commence à être inondée, pour finalement être surversée

Les buses traversants les voies sont dimensionnées pour un évènement centennal.

Ainsi le pied de digue du canal sera en eau pour des évènements supérieurs à une période de retour 20 ans.

8.1.5. Caractéristiques et hypothèses concernant la digue actuelle du canal

Les seules données d'archive disponible concernant le canal sont les coupes en travers topographiques.

Aucune information sur la structure interne de la digue et/ou du canal n'est disponible.

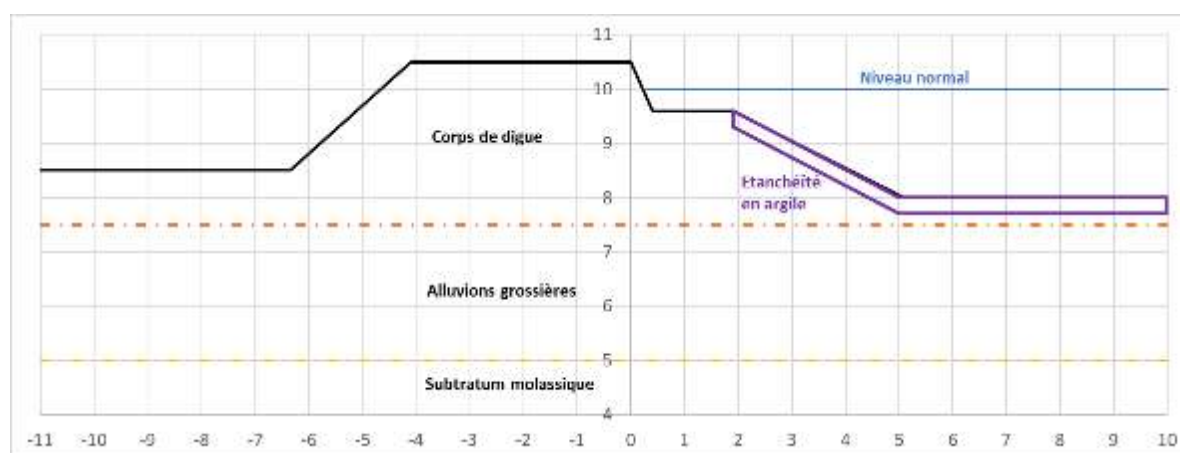
Oralement, il a été fait part par VNF de l'existence d'une couche d'étanchéité en argile en fond de canal et non présent en berge.

Au vu de l'analyse des sondages, il apparait que le fond du canal est proche de la couche d'alluvions grossières, perméable. Il est donc effectivement fort probable que cette étanchéité existe.

En croisant la topographie et bathymétrie actuelle, les informations issus des sondages, et les informations orales issues de VNF, une coupe en travers type peut être esquissée. Cette structure est prise comme donnée d'entrée pour l'étude. Elle suppose donc l'absence de filtre et drain.

- Niveau de la crête : niveau normal du canal + 50 cm
- Largeur en crête : entre 4.1 et 6 m
- Pente du talus aval : entre 1.5H/1V et 2H/1V
- Talus amont : existence d'une risberme environ 40 cm sous le niveau normal, d'une largeur de 1 à 3 m ; puis pente de l'ordre de 2H/1V

Ces caractéristiques sont variables d'une section à l'autre dans les plages indiquées ; la coupe ci-dessous présente le cas type, avec les pentes et largeur les plus pénalisantes en termes de stabilité.



Coupe interprétative de la digue Rive Droite du canal latéral à la Garonne

Le canal n'est pas complètement étanche, il existe quelques pertes par percolation dans le terrain.

	AMENAGEMENTS FERROVIAIRES AU NORD DE TOULOUSE Note sur la stabilité de la digue du canal latéral à la Garonne	Réf. AFNT-0003703
	DOCUMENT SNCF RESEAU	

L'étude Setec Hydratec de 2007 les avaient estimées à 3.54 l/s/km de canal (voir 2.4.2)

8.2. ANALYSE DES MODIFICATIONS APPORTEES A LA DIGUE PAR LE LOT C

8.2.1. Méthode

Les modifications apportées à la digue sont définies selon le cahier de profil en travers (voir Annexe 6).

Nous avons analysé les profils en travers depuis les documents suivants :

- Zone du 246+312 au 246+450 : PT AVP AFNT-0001318v4 – Pet voies AVP, du 12/10/2018
- Zone du 246+450 au 247+200 : dossier OA des Murs acoustiques, du 21/04/2023
- Zone du 247+200 au 248+100 : Vue en Plan AFNT-0058604-014-v0_VP_XXX_XXX, du 31/03/2023
- Zone du 248+200 au 248+850 : dossier Terrassement / Hydraulique du PRO Minute, du 31/03/2023
- Zone du 248+850 au 249+200 : dossier OA Mur de Soutènement Nord Lacourtenourt, du 01/02/2023

L'analyse de ces profils en travers a permis d'identifier 10 familles de modifications apportées à la digue du canal sur le linéaire de travaux du lot C :

- 1/ Création d'une tranchée d'infiltration sans présence de palplanches
- 2/ Création d'une tranchée d'infiltration avec présence de palplanches
- 3/ Création d'une tranchée d'infiltration + longrine avec micropieux avec présence de palplanches
- 4/ Création d'une tranchée d'infiltration + longrine avec micropieux sans présence de palplanches
- 5/ Création longrine avec micropieux sans présence de palplanches
- 6/ Création tranchées d'infiltration sans présence de palplanches
- 7/ Création de voies sans présence de palplanches
- 8/ Création mur de soutènement avec présence de palplanches
- 9/ Création mur de soutènement sans présence de palplanches

Nous avons estimé que les palplanches étaient présentes au niveau des PK suivants :

- Entre les PK246+320 et PK246+860
- Entre les PK248+800 et PK249+166

Pour chacun des types de modifications apportées impactant la digue, il est analysé leur impact sur la sûreté de la digue et les différents états limites ultimes et de service à assurer :

- Stabilité d'ensemble (glissement),
- Soulèvement hydraulique,

- Erosion interne,
- Etanchéité (ELS).

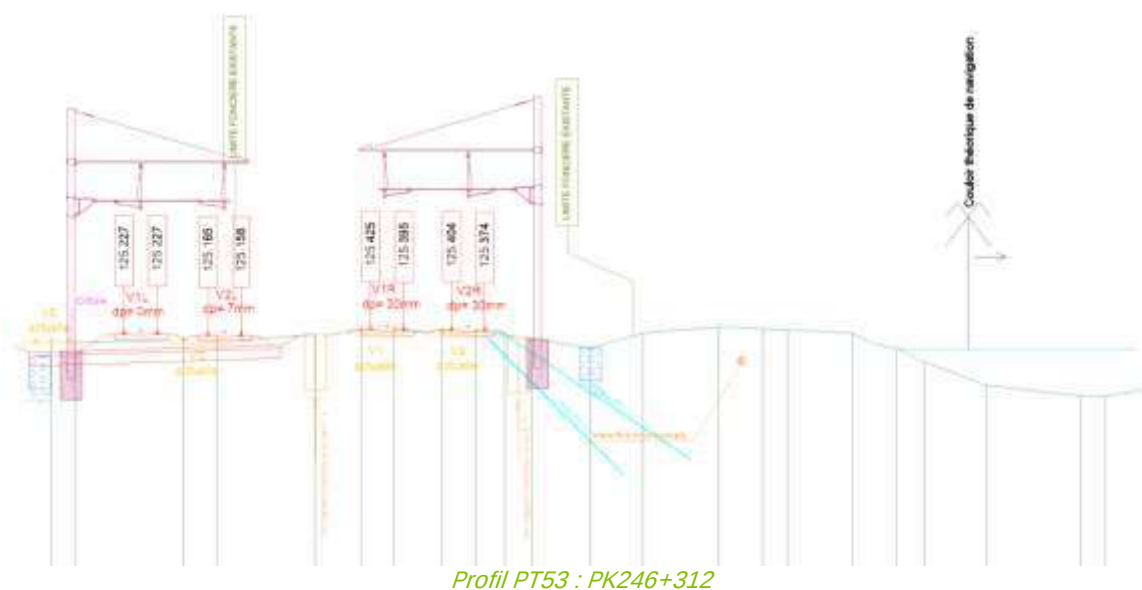
L'état limite lié à l'érosion externe n'est pas traité. En effet, toutes les modifications de la digue sont faites à crête de digue constante. L'ensemble des risques liés à la surverse ne sont donc pas modifiés par rapport à l'existant.

De même, l'état limite de défaut de capacité portante du sol de fondation n'est pas traité. En effet, la digue existante ne sera pas réhaussée, l'ensemble des risques liés à la portance du sol de fondation ne sont donc pas modifiés par rapport à l'existant. Au droit de l'ouvrage Nord de Lacourtenourt, la crête de digue est réhaussée, il faudra donc faire les vérifications précitées.

Pour chaque type de modifications, il est recherché le profil type le plus pénalisant et l'analyse est menée sur ce (ou ces) profil(s) particuliers.

8.2.2. Tranchées d'infiltration sans présence de palplanches

Cette configuration est rencontrée entre les PK246+000 et PK246+320. Le profil suivant, situé au PK246+312, est défini comme profil critique.



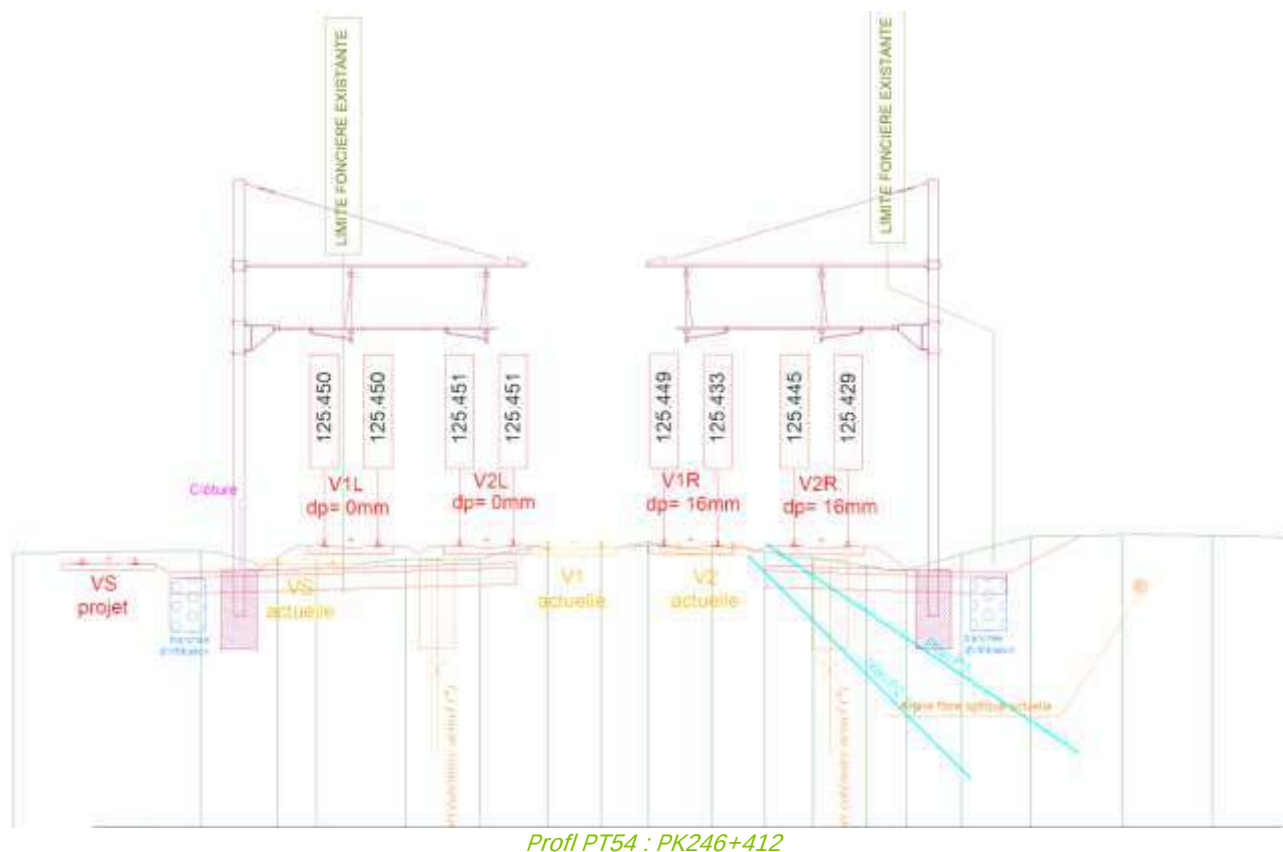
La digue actuelle est impactée en pied de talus aval par la création de la tranchée d'infiltration. Le gradient hydraulique calculé sur notre seul profil pour la configuration « tranchées d'infiltration sans palplanches » – soit PK 246+312 – est de 0.12, ce qui est conforme avec les matériaux en présence. Il n'y a donc pas de risque d'érosion régressive. Seront précisées les sujétions été prises en cas de saturation de la tranchée d'infiltration. Il sera vérifié que les sols en présence permettent effectivement la création d'un tel dispositif.

Un géotextile filtrant est à prévoir au fond de tranchée d'infiltration et sur les bords de la tranchée.

La conception proposée est donc acceptable.

8.2.3. Tranchées d'infiltration avec présence de palplanches

Cette configuration est rencontrée entre les PK246+320 et PK246+450. Le profil suivant, situé au PK 246+412, est défini comme profil critique.



La digue actuelle est reconfigurée pour être constituée de l'ensemble « Digue actuelle + palplanches + tranchées infiltrantes ».

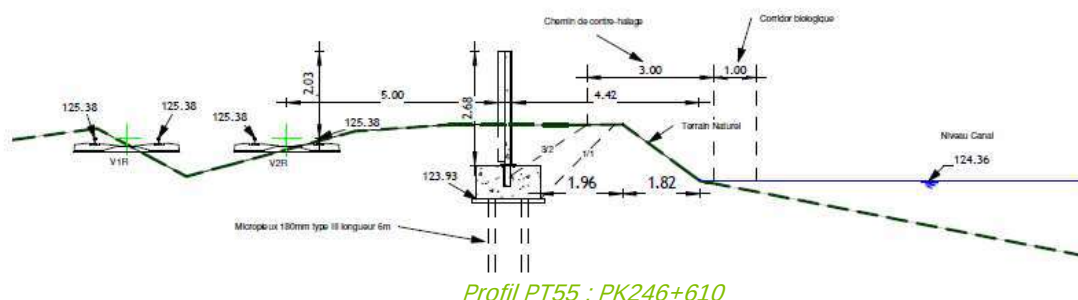
Le gradient hydraulique calculé sur notre profil pour la configuration « tranchées d'infiltration avec présence de palplanches » – soit PK 246+412 est de 0.04 en considérant un rabattement de 1m en raison de la présence de la palplanche (cf. §5.2.6), ce qui est conforme avec les matériaux en présence. Il n'y a donc pas de risque d'érosion régressive.

Un géotextile filtrant est à prévoir au fond de tranchée infiltration et sur les bords de la tranchée.

La conception proposée est donc acceptable.

8.2.4. Création d'une tranchée d'infiltration + longrine avec micropieux avec présence de palplanches

Cette configuration est rencontrée entre les PK246+450 et PK246+860. Le profil critique est situé au PK246+610.



La digue actuelle est complètement reprise pour être constituée de l'ensemble « Palplanche + remblai + longrine ».

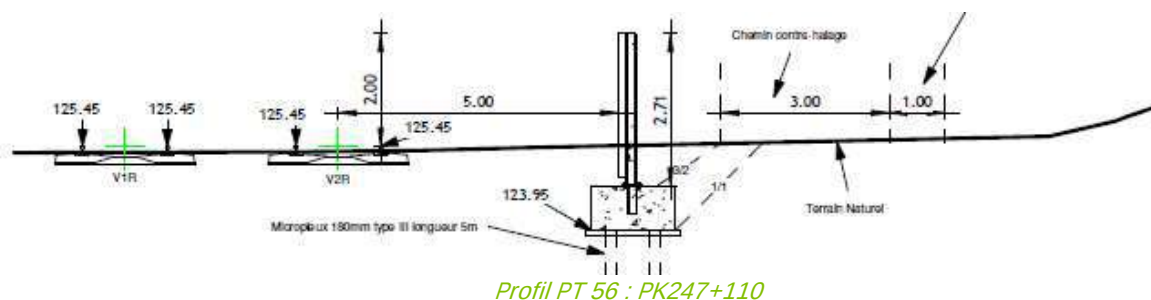
Le gradient hydraulique calculé au profil le plus critique pour la configuration « création d'une tranchée d'infiltration + longrine avec micropieux » – soit PK 246+610- est de 0.14 en considérant un rabattement de 1m en raison de la présence de la palplanche (cf. §5.2.6), ce qui est conforme avec les matériaux en présence. Il n'y a donc pas de risque d'érosion régressive.

Un géotextile filtrant est à prévoir au fond de tranchée infiltration et sur les bords de la tranchée.

La conception proposée est donc acceptable.

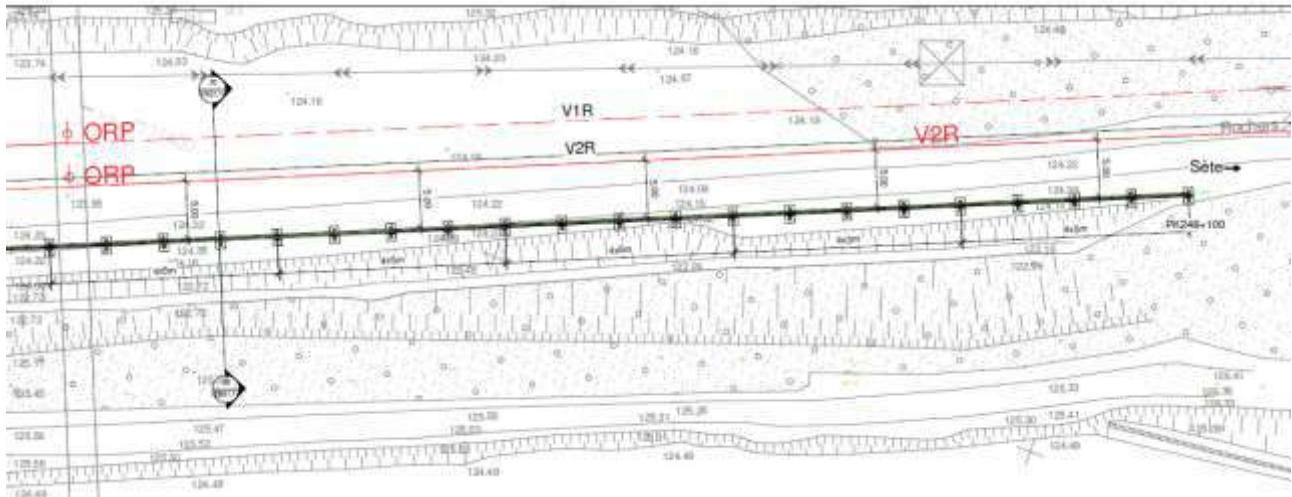
8.2.5. Création d'une tranchée d'infiltration + longrine avec micropieux sans présence de palplanches

Cette configuration est rencontrée entre PK246+860 et 247+200. Ces profils n'impactent pas la digue. En effet, la longrine est située en dehors du pied de talus de la digue comme illustré sur le profil ci-dessous :



8.2.6. Création longrine avec micropieux sans présence de palplanches

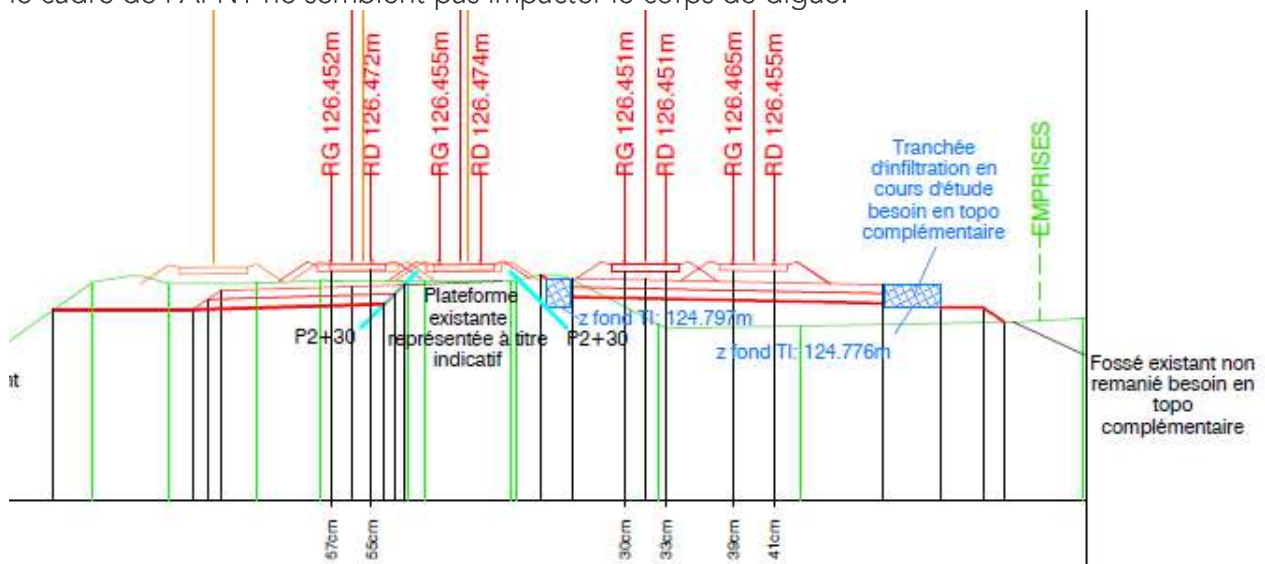
Cette configuration est rencontrée entre les PK247+200 et PK248+100. La distance entre les travaux de la longrine et la rive droite du canal est supérieure à 20 mètres, le projet n'impacte pas la digue.



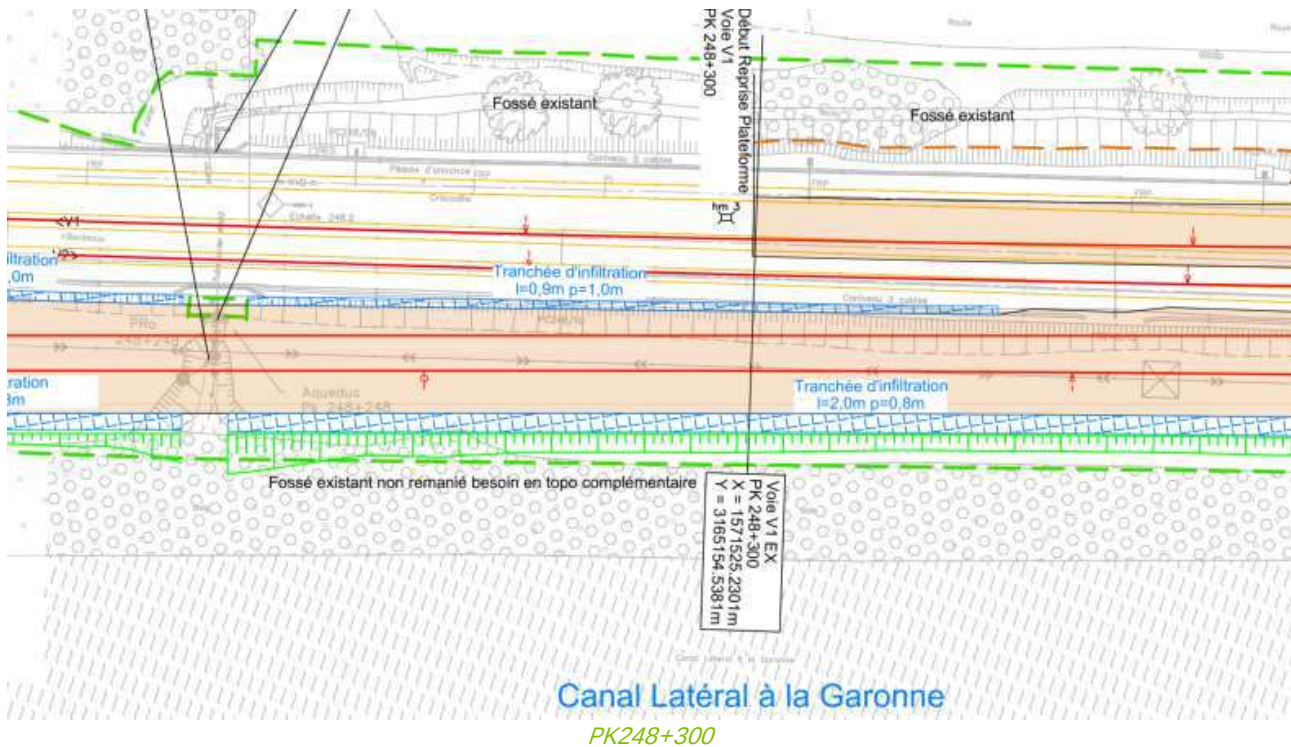
PK 248+000 à 248+100

8.2.7. Création tranchées d'infiltration sans présence de palplanches

Cette configuration est rencontrée entre les PK 248+200 et PK248+654. Le profil représentatif fourni (PK248+300) ne montre pas l'impact du projet sur la digue. Néanmoins, la vue en plan permet de constater que la tranchée d'infiltration sera réalisée à l'arrière du fossé. Les travaux réalisés dans le cadre de l'AFNT ne semblent pas impacter le corps de digue.

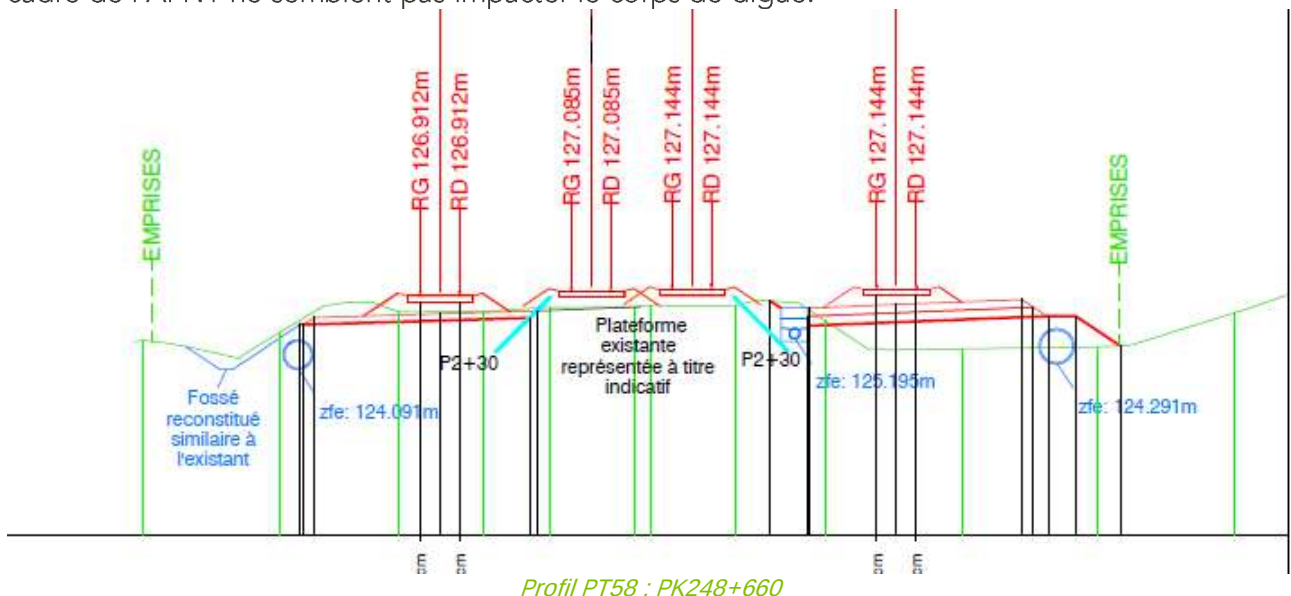


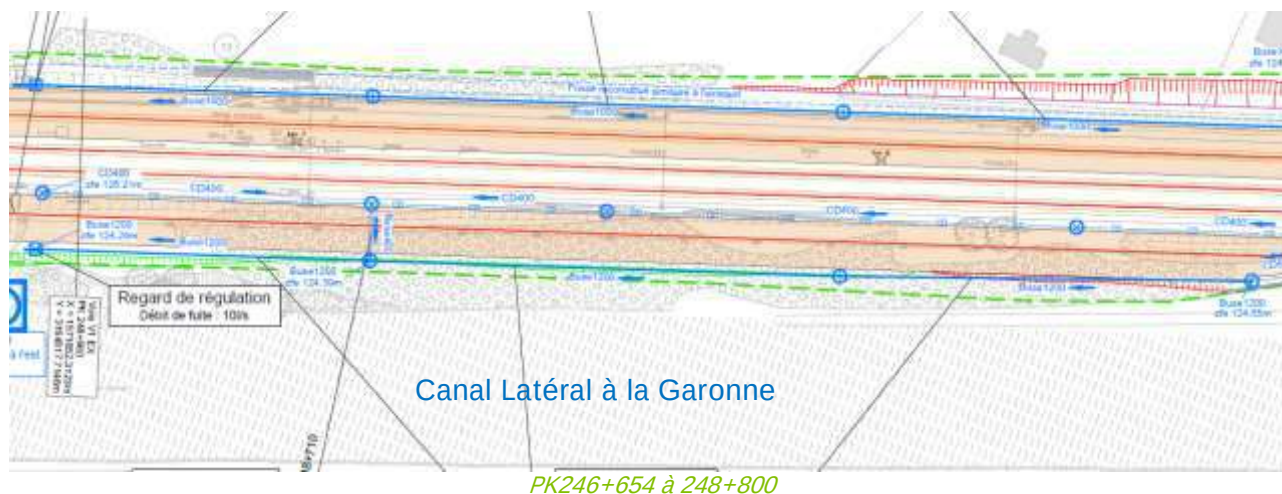
Profil PT 57 : PK248+300



8.2.8. Création de voies sans présence de palplanches

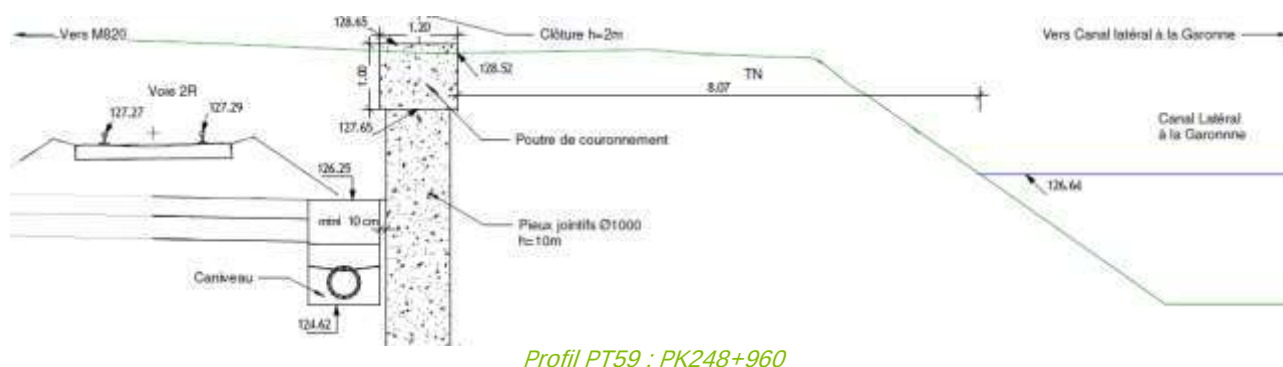
Cette configuration est rencontrée entre les PK248+654 et PK248+850. Le seul profil fourni ne montre pas l'impact du projet sur la digue (PK248+660). Néanmoins, la vue en plan permet de constater que la tranchée d'infiltration sera réalisée à l'arrière du fossé. Les travaux réalisés dans le cadre de l'AFNT ne semblent pas impacter le corps de digue.





8.2.9. Création Mur de soutènement avec présence de palplanches

Cette configuration est rencontrée entre les PK248+850 et PK249+200. Le profil critique est situé à PK248+960.



Profil PT59 : PK248+960

La digue actuelle est complètement reprise pour être constituée de l'ensemble « Palplanche + remblai + mur de soutènement ».

Nous ne disposons pas de la note de calcul concernant le dimensionnement du mur en pieux jointifs. La stabilité du mur devra être vérifiée dans les conditions prévues au §8.3.2.

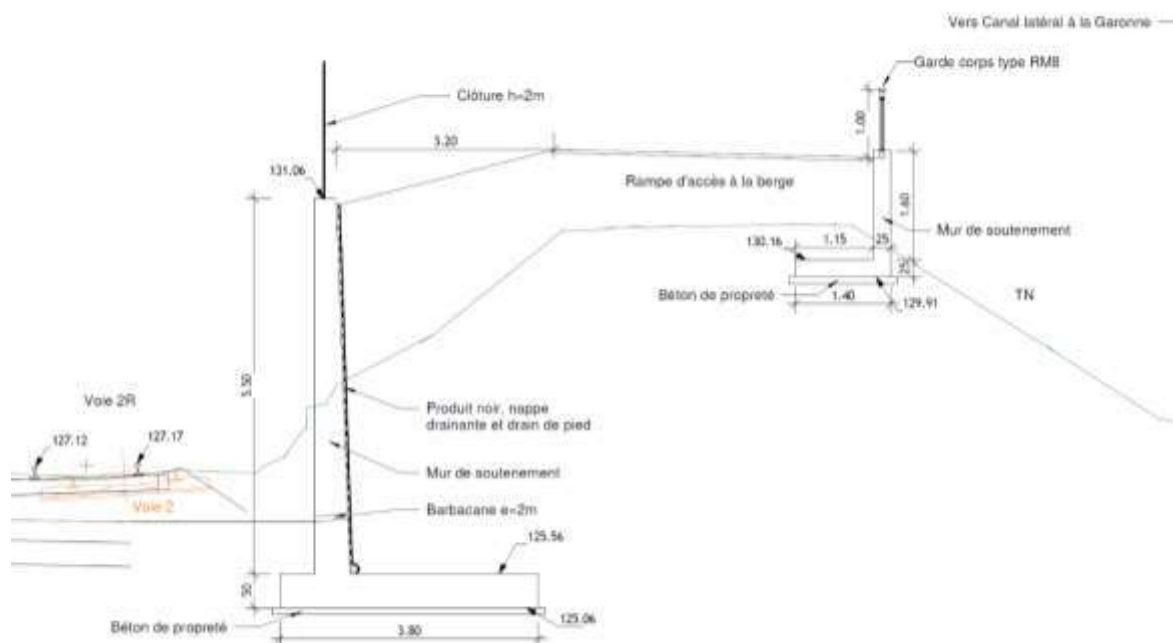
Le gradient hydraulique calculé au profil le plus critique pour la configuration « création mur de soutènement avec présence de palplanches » – soit PK 248+960 – est de 0.11 en considérant un rabattement de 1m en raison de la présence de la palplanche (cf. §8.2.7), ce qui est conforme avec les matériaux en présence. Il n'y a donc pas de risque d'érosion régressive.

Un géotextile filtrant est à prévoir le long de la tranchée.
L'exutoire du caniveau devra être précisé.

La conception proposée est donc acceptable sous réserve de la vérification de la stabilité du mur de soutènement.

8.2.10. Création mur de soutènement sans palplanches

Cette configuration est rencontrée entre les PK249+145 à 249+200. Il s'agit des travaux au droit de l'ouvrage d'art de Lacourtenourt. Le profil critique est situé à PK249+186.



Profil PT60 : PK249+186

La digue actuelle est réhaussée et reprise pour être constituée de l'ensemble « remblai + mur de soutènement ».

Le gradient hydraulique calculé au profil le plus critique pour la configuration « création mur de soutènement sans présence de palplanches » – soit PK 249+186 – est de 0.16, ce qui est conforme avec les matériaux en présence. Il n'y a donc pas de risque d'érosion régressive.

Le géotextile filtrant est à prévoir le long du mur en complément du drain.

L'exutoire du caniveau devra être précisé ainsi que des barbacanes.

Il conviendra de prendre en compte la charge liée au plus petit mur de soutènement sur la crête de digue lors des calculs de stabilités de la digue.

La conception proposée est donc acceptable sous réserve de la vérification de la stabilité du talus amont avec le mur de soutènement en crête et du mur de soutènement aval.

8.2.11. Modifications provisoires pour phase travaux

Le chemin de contre-halage (donc sur la crête de digue) sera utilisé pour les tronçons suivants par les engins indiqués ci-dessous :

- PK246+200 à PK 246+900 : pelle/camion
- PK248+700 à PK249+200 : pelle/camion/engins de forage pieux

Il existe une phase transitoire, où le talus aval de la digue, est décaissé jusqu'à l'assise des écrans acoustiques.

Le décaissement, sur les tronçons de palplanche, devra respecter le plan de décaissement maximal défini par le lot BP4 pour assurer la stabilité de la palplanche et donc du talus amont.

Par ailleurs, en phase travaux, il sera nécessaire de confirmer la nature des matériaux en place et leur stabilité interne avant excavation.

Sur le premier bief « Lespinasse », le fond de fouille maximal est à la cote 122.83 m NGF, soit 1.5 m sous le niveau du canal et 1.2m au-dessus de la nappe.

Sur le deuxième bief, le fond de fouille maximal est à la cote 124.43m NGF, soit 2.2 m sous le niveau du Canal et 0.04 m au-dessus de la nappe d'après analyse piézométrique. Il conviendra donc de prévoir un pompage pour les eaux de nappe.

Il n'y a pas de travaux côté canal le long du troisième bief « Lacourtenourt ».

8.2.12. Analyse des écoulements à travers la digue

Afin d'évaluer les fuites attendues dans la configuration projet, une coupe type a été bâtie et des calculs d'écoulement au sein de la digue effectués pour évaluer l'impact des travaux sur ces fuites.

Le logiciel SEEP de la suite logiciel Geostudio est utilisé.

8.2.12.1. Digue actuelle

Dans un premier temps, la configuration actuelle est représentée. La coupe utilisée est celle présentée au § 8.1.5. Plusieurs tests ont été effectués, afin de calibrer les perméabilités des terrains qui ne sont pas connues et de confirmer la sensibilité des résultats sur les différentes hypothèses prises.

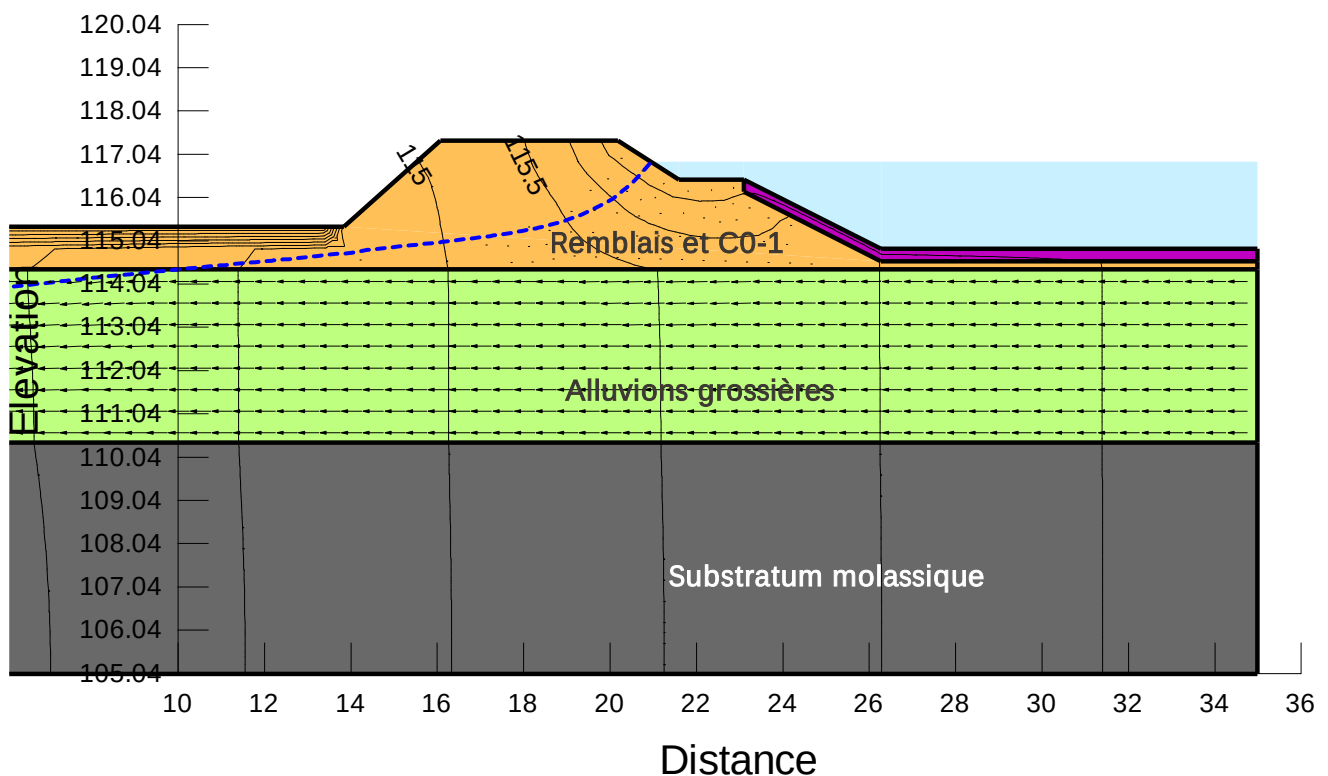
Le tableau suivant récapitule les tests effectués :

	Configuration de référence	Sensibilité
Perméabilité des terrains de la digue	10^{-6} m/s	5.10^{-5} m/s
Perméabilité de la couche d'alluvions grossières	10^{-4} m/s	10^{-5} m/s
Niveau de la nappe en condition normale	6 m sous le niveau du canal	3 m sous le niveau du canal
Etendue de la couche d'argile d'étanchéité du canal	Présente sur le fond et les berges	Présent uniquement sur le fond

Ces différents tests ont apporté les enseignements suivants concernant les fuites du canal :

- Seul le test effectué avec la perméabilité plus faible des terrains de la digue a un impact majeur sur les fuites du canal, plus de 10 fois plus importantes ;
- La perméabilité des matériaux de corps de digue est calibrée à 10^{-6} m/s afin d'obtenir un résultat proche des fuites moyennes du canal estimées à 3.54 l/s/km ;
- Dans le cas d'une couche d'argile non présente en berge, les fuites augmentent également, mais seulement d'un facteur 2 ; cela pourrait confirmer que la couche est également présente en berge, mais une très faible variation de la perméabilité de la digue permettrait d'obtenir le même résultat ;
- Le test effectué avec la présence d'une nappe plus haute (juste sous le canal) ne change rien aux fuites ;
- Le test effectué avec une perméabilité plus faible dans les alluvions grossières ne change rien aux fuites.
- La configuration de base est conservée pour la suite de l'analyse. La figure ci-dessous en présente les résultats.
- Les fuites estimées par le modèle sont de 5.2 l/s/km.

Compte tenu du caractère hétérogène des terrains en place, il est recommandé de considérer une valeur de 10 l/s/km de canal comme fuites sortant du canal, à des fins de dimensionnement.



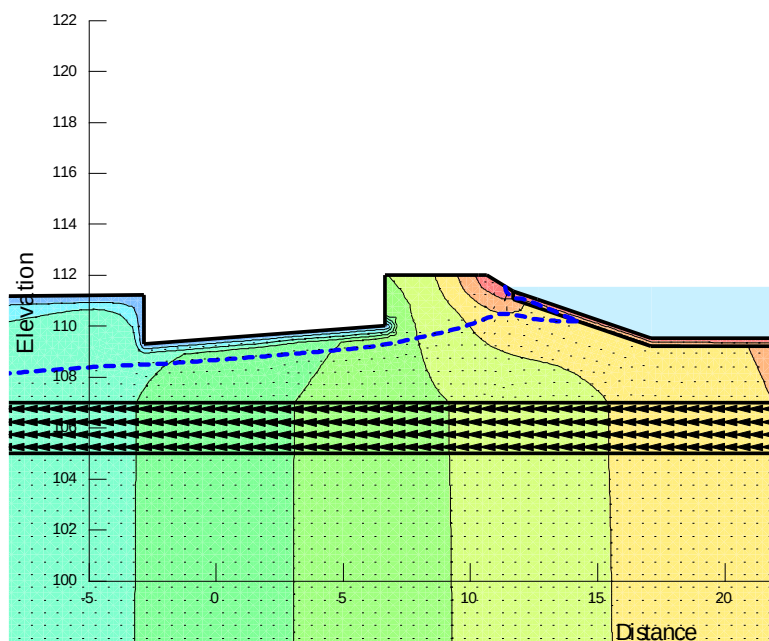
Vecteurs vitesses, ligne de saturation (bleu pointillé), et ligne d'isocharges totales ((traits fins avec étiquettes))

8.2.12.2. Digue projetée

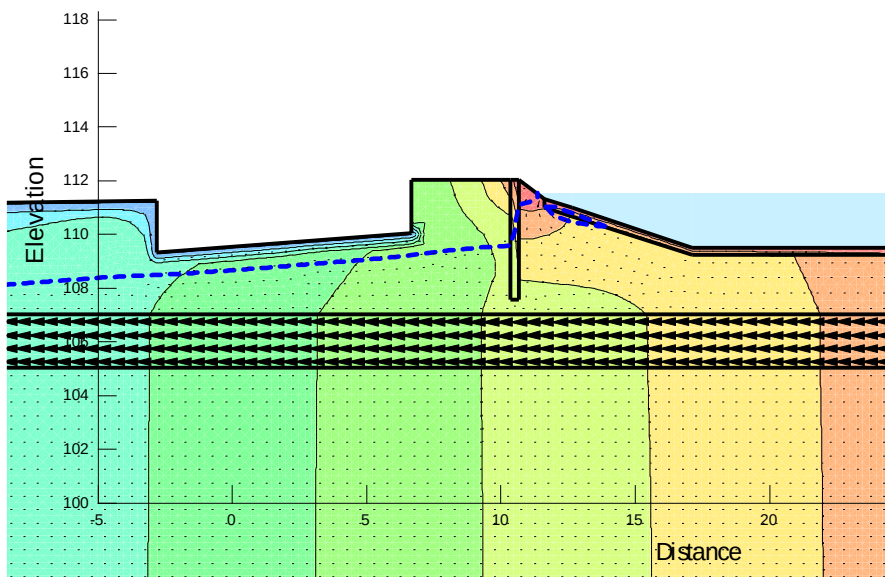
La configuration projet est celle comprenant la palplanche côté canal, et le mur de soutènement côté aval.

Les différentes modélisations montrent que :

- la palplanche (perméabilité à 10^{-8} m/s) permet de réduire la charge de l'ordre de 1 m. Une étude de sensibilité a été menée en prenant une perméabilité à 10^{-10} m/s mais n'a quasiment pas d'impact ;
- OU la largeur de 4 m de terrain avec une perméabilité de 10^{-6} m/s, permet de rabattre la charge de 1.5 m (dans le cas où les palplanches ne sont pas présentes sur le linéaire) ;



Ligne de charge hydraulique, avec palplanche non étanche et terrain à 10^{-6}



	AMENAGEMENTS FERROVIAIRES AU NORD DE TOULOUSE Note sur la stabilité de la digue du canal latéral à la Garonne	Réf. AFNT-0003703
	DOCUMENT SNCF RESEAU	

Ligne de charge hydraulique, avec palplanche étanche et terrain à 10^{-6}

Ainsi, la charge hydrostatique à prendre en compte dans le cas des murs de soutènement s'établit 1.5 m sous le niveau normal du canal ; soit 124.36 m NGF ou 126.64 m NGF en fonction du bief concerné par les travaux.

Par ailleurs, les fuites du canal rejoignent en large partie la nappe devant la palplanche, les fuites collectées côté SNCF dans la tranchée infiltration sont estimées à 0.3 l/s/km.

8.2.12.3. Distinction prescription ferroviaire/digue

Il est à distinguer la notion de ligne de saturation hydraulique s'établissant dans le corps de digue de la notion de nappe telle que présentée dans le §8.1.3.

La ligne de saturation hydraulique est représentée par une ligne dite « piézométrique » généralement supposée linéaire entre le niveau amont dans le canal et l'exutoire en pied aval. La nappe quant à elle est, d'après l'analyse du contexte du présent projet, découplée du niveau dans le canal, et s'établit à un niveau moyen autour de 121 à 125 m NGF environ.

8.3. PRESCRIPTIONS DE CALCULS DE STABILITE

8.3.1. Calcul de stabilité de talus

Aucun calcul de stabilité n'a été réalisé dans le cadre de cette étude à ce jour.

8.3.1.1. Talus amont de la digue

L'analyse de la stabilité du talus amont de la digue doit être vérifiée quand :

- La digue n'est pas concernée par la mise en place d'une palplanche ; dans ce cas, le dimensionnement et la stabilité de cette palplanche est vérifié dans le cadre de la maîtrise d'œuvre BP4 ;
- Et, il est prévu des charges sur la crête de la digue.

Cette configuration est rencontrée :

- du PK246+200 au PK246+320,
- du PK246+860 au PK246+900,
- du PK248+700 au PK248+800,
- du PK249+166 au PK249+200.

Sur ces tronçons un calcul de stabilité doit donc être mené pour vérifier la stabilité du talus côté canal avec les charges de chantier (phase provisoire) et de phase définitive.

8.3.1.2. Talus aval de la digue

L'ensemble des tronçons concernés par une modification du parement existant (en déblai) sont à vérifier au grand glissement, ainsi que ceux concernés par des charges de roulements différentes de l'existant.

	AMENAGEMENTS FERROVIAIRES AU NORD DE TOULOUSE Note sur la stabilité de la digue du canal latéral à la Garonne	Réf. AFNT-0003703
	DOCUMENT SNCF RESEAU	

Il est considéré que le chemin de service définitif de SNCF Réseau n'accueillera que des véhicules légers.

Il est nécessaire de prendre en compte dans les calculs une ligne piézométrique linéaire entre RN-1m (selon calcul rabattement derrière la palplanche cf. §8.2.7) et la tranchée infiltration ou la plateforme de terrassement.

8.3.1.3. Situations de calculs

Les calculs sont à mener selon les prescriptions techniques relatives à la sécurité des barrages (arrêté du 6 août 2018) et selon les *Recommandations pour la justification des barrages et des digues en remblai, CFSR, octobre 2015*.

A titre d'information, RN correspond à la retenue normale du canal soit à 124.36 m NGF sur le premier bief et 126.64 m NGF sur le deuxième bief.

Dans le cas des digues du canal latéral à la Garonne (barrage de classe C), les situations de projets à vérifier sont les suivantes :

Situation	Profil	Type (CFSR)	Niveau amont palplanche	Niveau aval (côté voies SNCF)	Charge Exploitation
Fonctionnement normal	Cible	Normal	RN – 1 m	Fond tranchée infiltration Haut de la plateforme ferroviaire (absence de tranchées infiltration)	Charge standard déroulement Mur de soutènement en crête de digue si présent
Phase travaux	Phase de terrassement maximal	Rare/Exceptionnel/Transitoire	RN– 1 m	Fond tranchée infiltration Fond de fouille (absence de tranchées infiltration)	Charge de roulement maximal de chantier Mur de soutènement en crête de digue si présent
Dysfonctionnement canal	Cible	Rare/Exceptionnel/Transitoire	RN+50cm - 1m de rabattement ou cote de crête - 1m de rabattement si la cote de crête est inférieure à la cote = RN+50cm	Fond tranchée infiltration Haut de la plateforme ferroviaire (absence de tranchées infiltration)	Charge standard déroulement – Mur de soutènement en crête de digue si présent
Saturation de l'assainissement ferroviaire	Cible	Rare/Exceptionnel/Transitoire	RN – 1 m	Niveau haut de la plateforme	Charge standard déroulement – Mur de soutènement en

					crête de digue si présent
Bief Vide (vidange rapide)	Cible	Rare/Exceptionnel/Transitoire	RN -2.5 m	Fond tranchée infiltration Haut de la plateforme ferroviaire (absence de tranchées infiltration)	Charge de roulement maximal de chantier Mur de soutènement en crête de digue si présent

Situations de calculs pour les calculs de stabilité en grand

Nota : La zone d'étude est située en zone de sismicité 1 (très faible). Dans ce cas, la justification au séisme des barrage de classe C existants et/ou réhabilités n'est pas requise.

Lorsque les palplanches ne sont pas présentes sur le linéaire, il convient de réaliser les calculs de stabilité sur le talus amont :

- 1/ cas normal avec charge en crête et piézo
- 2/ exceptionnelle en cas de vidange rapide en phase travaux avec piézo à RN

Si les palplanches sont présentes, le talus amont ne fera pas l'objet de calcul de stabilité.

Sur le talus aval, les calculs de stabilité suivant devront toujours être réalisés :

- normal,
- travaux,
- dysfonctionnement canal,
- Saturation de l'assainissement ferroviaire

La présence d'une ligne de saturation hydraulique dans le corps de digue est à prendre en compte dans les calculs, par une ligne de saturation linéaire depuis le niveau amont jusqu'au niveau aval, en pied de talus de digue (fond de tranchée ou haut plateforme ferroviaire selon les cas).

Les coefficients partiels et de modèle à respecter sont les suivants :

Situations	Coefficient partiel γ_m sur c' et $\tan \phi'$	Coefficient partiel γ_m sur le poids volumique	Coefficient de modèle γ_d
normale d'exploitation	1,25	1	1,2
rare de crue	1,2	1	1,2
transitoire ou rare	1,1	1	1,2
exceptionnelle de crue (PHE)	1,1	1	1,2
extrêmes de crue, sismique ou autres	1	1	1,1

8.3.2. Dimensionnement des murs de soutènement

Dans le cas du lot C, les soutènements sont constitués soit de longrines avec des micropieux soit de murs de soutènement en béton armé, soit de pieux jointifs.

Le mur de soutènement est dimensionné selon les Eurocodes pour reprendre la poussée des terres de la digue, et les charges de roulement en phase provisoire et définitive.

Chaque mur de soutènement (mur, longrines avec micropieux, pieux jointifs...) doit également être dimensionné pour reprendre une charge d'eau située à 1.5 m sous le niveau de retenu normale du canal, comme indiqué au § 8.2.7.

Situation	Type (CFBR)	Niveau amont (côté canal)	Niveau aval du soutènement	Charge Exploitation
Fonctionnement normal	Normal	RN	RN -1.5 m	Charge standard de roulement
Phase travaux (terrassement maximal)	Rare/Exceptionnel/Transitoire	RN	RN -1.5 m	Charge de roulement maximal de chantier
Dysfonctionnement canal	Rare/Exceptionnel/Transitoire	RN+50cm ou Crête si inférieur	RN+50cm - 1m de rabattement ou cote de crête - 1m de rabattement si la cote de crête est inférieure à la cote = RN+50cm	Charge standard de roulement
Défaillance caractère drainant du soutènement	Extrême	RN	RN -1.0 m + remblai saturé corps digue	Charge standard de roulement

8.3.3. Dimensionnement des poteaux caténaires

Les poteaux caténaires seront mis en place dans le cadre des travaux.

En fonction de la méthode de dimensionnement des massifs des caténaires, il conviendra de réaliser des calculs de glissement avec différentes hypothèses :

- Soit les massifs des poteaux sont calculés comme autostables et sont positionnés sur le talus de la digue, alors il faut donc faire un calcul de glissement du talus avec les efforts apportés par le massif au corps de digue (ou fondation)
- Soit les massifs tiennent grâce à la butée apportée par les remblais de la digue et dans ce cas il faut faire un calcul de glissement du talus avec le massif intégré dans talus.

Dans les deux cas, il faut s'assurer que ces massifs soient bien dimensionnés afin qu'ils ne risquent pas de créer de dommages à la digue ou sa fondation.

9. CONCLUSION SUR LA STABILITE DE LA DIGUE

Cette note a été établie pour permettre de croiser les données liées :

- aux travaux sur la berge du canal (BP4) ;
- aux travaux prévus en aval de la digue ; ces derniers ont été détaillés par lots du projet AFNT (BP1, BP2, lot B et lot C) au stade actuel des études PRO en cours.

L'analyse effectuée permet de valider dès ce stade des études la tenue de la stabilité de l'ouvrage digue.

Dans les prochaines étapes et jusqu'à la conception définitive, il sera vérifié que l'ensemble des prescriptions établies seront appliquées dans le respect des exigences « barrage », et ce suivant tous les cas de charges présentés précédemment. Ainsi, pour chaque soutènement prévu en aval, qu'il soit lourd (pieu, berlinoise) ou léger (longrines), le respect des prescriptions permettra de garantir la stabilité de la digue.

10. POINTS PARTICULIERS

Les chapitres qui suivent traitent de points particuliers évoqués lors des échanges passés entre SNCF Réseau, les services de l'Etat et VNF.

10.1. HAUTEUR DE DIGUE

Dans toutes les zones où le projet AFNT vient impacter la digue, une attention particulière a été portée à sa hauteur sur chaque bief pour laquelle la digue constitue un barrage au sens de l'arrêté préfectoral du 10/10/2014.

Les levés topographiques ont permis de mesurer la cote altimétrique du point le plus bas sur chacun de ces biefs. Le projet s'est attaché à créer ou recréer un profil plat et horizontal à une cote supérieure au point le plus bas relevé. Le tableau qui suit montre pour chacun des biefs impactés par le projet le point le plus bas sur la digue en place et la cote altimétrique du chemin de contre-halage reconstitué dans le cadre du projet :

Bief	Situation existante		Situation projetée	
	PK point bas	Z point bas	Z point bas	PK point bas
Embalens	235,400	111,74	112,00	Constant sur le bief
Hers	238,800	117,00	117,16	Entre 239,440 et 239,820
Bordeneuve	242,550	122,12	122,38	Constant sur le bief
Lepinasse	244,900	124,58	125,16	Constant sur le bief
Fenouillet	248,900	126,64	127,22	Constant sur le bief

Le bief de Lacourtenourt n'est pas concerné par les travaux à l'ouest de la plate-forme, à l'exception des travaux de construction de la passerelle voyageurs de la gare de Lacourtenourt sans impact sur les hauteurs de digue côté est et côté ouest du canal.

10.2. REVANCHE DE LA PALPLANCHE AU-DESSUS DU MIROIR D'EAU

La revanche du haut de la palplanche par rapport au miroir d'eau est un sujet important à deux titres très différents dans leurs objectifs :

- Vis-à-vis de l'environnement, la partie de la palplanche à l'air libre ne doit pas constituer un mur infranchissable pour les espèces ou habitats recensés lors des inventaires actualisés en 2022
- Vis-à-vis de la stabilité de la berge, la revanche doit être suffisante pour garantir la stabilité de la digue contre les batillages générés par le passage des péniches.

Si les réflexions premières avaient amené à concevoir une revanche de 10 cm de manière à favoriser la colonisation par les espèces, les craintes sur les impacts du batillage, a priori plus impactant du fait de la réduction du miroir d'eau, ont amené SNCF Réseau à reconsidérer sa position et prévoir une revanche de 30 cm minimum au-dessus du miroir d'eau, convenue avec VNF.

10.3. AMENAGEMENTS AUX EXTREMITES DES ZONES DE PALPLANCHES

Les berges situées en extrémités de zones de palplanches peuvent être le siège de remous qui viennent les éroder et affecter leur stabilité ; c'est un phénomène que VNF craint et a pu constater en d'autres endroits sur le domaine public fluvial.

Suite aux échanges entre SNCF Réseau et la DREAL Occitanie, 3 zones ont été interrogées sur leur propension à générer ce phénomène d'érosion de la berge :

- entre les Km 240,230 et 240,320 (zone de discontinuité de la palplanche),
- entre le Km 240,445 et l'extrémité du mur en retour aval du pont de la route de Saint-Caprais,
- entre le Km 244,295 et l'extrémité du mur en retour aval du pont sur l'écluse de Lespinasse.

SNCF Réseau a vérifié que ces zones ne constituaient pas de zones de fragilité.

Entre les PK 240+220 et PK 240+320 :

Les palplanches sont implantées dans l'alignement de la berge existante, aux extrémités des deux secteurs mentionnés. Les fins de secteurs ne constituent donc pas des anomalies dans l'alignement du point de vue hydraulique. L'arrêt des palplanches est de plus situé 90 m en aval de la sortie de la dérivation de Saint-Jory, dans une zone de calme hydraulique. Le risque lié au phénomène d'encoche/point durs évoqués sera donc limité.

On peut noter par ailleurs qu'à l'heure actuelle, il existe des tronçons de palplanche « incomplet ». Il n'est pas observé d'encoche d'érosion à leurs extrémités.

Entre le PK 240+445 et le mur en retour du pont (aval du pont de Saint-Jory) :

Le linéaire de palplanche rejoint bien la structure existante. La partie oblique sur la vue en plan est constituée d'un perré en béton à l'heure actuelle, sur environ 5 à 10 ml.

Les palplanches viennent bien au contact de ce mur.



	AMENAGEMENTS FERROVIAIRES AU NORD DE TOULOUSE Note sur la stabilité de la digue du canal latéral à la Garonne DOCUMENT SNCF RESEAU	Réf. AFNT-0003703
--	--	--------------------------

Entre le PK 244+295 et le mur en retour du pont (aval du Pont du Moulin) :

De même ici, le rideau de palplanches rejoint bien la structure existante. Il existe un perré maçonné sur 20 m en aval du pont.



ANNEXES

Annexe 1 : Arrêté préfectoral du 10/10/2014 de classement des digues de Haute-Garonne

Annexe 2 : Plan général des travaux sur le domaine public fluvial

Annexe 3 : Carnet de profils en travers du bloc géographique BP1

Annexe 4 : Carnet de profils en travers du bloc géographique BP2

Annexe 5 : Carnet de profils en travers du bloc géographique Lot B

Annexe 6 : Carnet de profils en travers du bloc géographique Lot C

ANNEXE 1 : ARRÊTÉ PRÉFECTORAL DU 10/10/2014 DE CLASSEMENT DES DIGUES DE HAUTE-GARONNE


 Liberté • Égalité • Fraternité
 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
 PRÉFET DE LA HAUTE-GARONNE

Direction départementale des territoires
Service environnement, eau et forêt

n° 28

Arrêté
portant classement des digues de canaux, écluses et
ouvrages hydrauliques annexes du Canal du Midi
en Haute-Garonne

Communes d'Auzeville-Tolosane, Avignonet-Lauragais,
Ayguésvives, Castanet-Tolosan, Castelnau-
d'Estrétefonds, Deyme, Fenouillet, Gardouch,
Lospinasse, Montesquieu-Lauragais, Montgiscard,
Pécharou, Ramonville-Saint-Agne, Renneville, Saint-
Jory et Toulouse

Le Préfet de la région Midi-Pyrénées,
 Préfet de la Haute-Garonne,
 Chevalier de la Légion d'Honneur,
 Officier de l'Ordre National du Mérite,

Vu le code général de la propriété des personnes publiques ;

Vu le code du domaine public fluvial ;

Vu le code de l'environnement et notamment ses articles L. 211-3, R. 214-112 à R. 214-151 ;

Vu le code civil, et notamment ses articles 1382, 1383, 1384, 1386, 1792 et 2270 portant sur la responsabilité du propriétaire d'un ouvrage ;

Vu le décret 2007-1735 du 11 décembre 2007 relatif à la sécurité des ouvrages hydrauliques et au comité technique permanent des barrages et des ouvrages hydrauliques et modifiant le code de l'environnement ;

Vu l'arrêté ministériel du 29 février 2008 modifié fixant des prescriptions relatives à la sécurité et à la sûreté des ouvrages hydrauliques ;

Vu l'arrêté préfectoral du 1^{er} décembre 2009 portant approbation du schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux du bassin Adour-Garonne et arrêtant le programme pluriannuel de mesures ;

Vu l'arrêté du 21 mai 2010 définissant l'échelle de gravité des événements ou évolutions concernant un barrage ou une digue ou leur exploitation et mettant en cause ou étant susceptibles de mettre en cause la sécurité des personnes ou des biens et précisant les modalités de leur déclaration ;

Cité administrative - 2 bd Armand Dupontal - BP 70001 - 31074 Toulouse cedex 9 - Tél. : 05 81 97 71 00
<http://www.haute-garonne.gouv.fr>

Vu l'avis favorable du Conseil Départemental de l'Environnement, des Risques Sanitaires et Technologiques de la Haute-Garonne émis lors de la séance en date du 8 juillet 2014 ;

Considérant les caractéristiques techniques des ouvrages notamment leur hauteur et leur volume d'eau retenue tels que définis au sens de l'article R. 214-112 du code de l'environnement ;

Considérant que le projet d'arrêté préfectoral a été porté à la connaissance de Monsieur le directeur des Voies Navigables de France le 31 juillet 2014 ;

Considérant la proposition de calendrier faite par Monsieur le directeur des Voies Navigables de France le 27 août 2014 concernant la constitution des dossiers relatifs aux ouvrages classés ;

Sur proposition du secrétaire général de la préfecture de la Haute-Garonne,

ARRÊTE

Article 1 - Classement des ouvrages

Les digues de canaux, écluses et ouvrages hydrauliques annexes du Canal du Midi, en Haute-Garonne, exploités et gérés par Voies Navigables de France (VNF), sont considérés comme « barrages » au sens de l'article R. 214-112 du code de l'environnement.

Ces trois catégories d'ouvrages font l'objet d'un classement selon la répartition comme suit :

1-1 - L'écluse de Bayard, située sur la commune de Toulouse, relève de la **classe C**.
(cf. annexe n° 1)

1-2 - Les écluses suivantes relèvent de la classe D :
(cf. annexe n° 1)

Écluse	Communes
Emborel	Avignonet-Lauragais
Encassan	Avignonet-Lauragais
Renneville	Renneville
Gardouch	Gardouch
Laval	Gardouch
Négra	Montesquieu-Lauragais
Sanglier	Ayguesvives
Ayguesvives	Ayguesvives
Montgiscard	Montgiscard
Vic	Castanet-Tolosan
Castanet	Castanet-Tolosan

Écluse	Communes
Minimes	Toulouse
Bearnais	Toulouse
Lalande	Toulouse
Lacourtenourt	Fenouillet
Fenouillet	Fenouillet
Lespinasse	Lespinasse
Bordeneuve	Lespinasse
Saint Jory	Saint-Jory
L'Hers	Castelnau-d'Estrétefonds
Castelnau	Castelnau-d'Estrétefonds
Emballens	Castelnau-d'Estrétefonds

1-3 - Les tronçons de digues suivants relèvent de la classe D :
(cf. annexe n° 2)

TRONÇON DE DIGUE CLASSÉ			BIEF	TRONÇON DE DIGUE CLASSÉ			BIEF
Identifiant du tronçon	Commune traversée par le tronçon	Nom		Identifiant du tronçon	Commune traversée par le tronçon	Nom	
31_Embor_1N	Avignonet-Lauragais	Emborrel		31_Lespi_1S	Lespinasse	Lespinasse	
31_Encas_1N	Avignonet-Lauragais	Encassan		31_Lespi_2S			
31_Renne_1N	Renneville	Renneville		31_Lespi_3S			
31_Gardo_1N				31_Lespi_4S			
31_Gardo_2N	Gardouch	Gardouch		31_Hers_1N	Castelnau-d'Estrétefonds	L'Hers	
31_Gardo_3N				31_Hers_2N			
31_Laval_1N	Gardouch	Laval		31_Hers_3N			
31_Sangl_1N	Ayguésvives	Sanglier		31_Hers_4N			
31_Sangl_2N				31_Hers_1S			
31_Lacou_1N				31_Hers_2S			
31_Lacou_2N	Fenouillet	Lacourtenours		31_Hers_3S			
31_Lacou_1S				31_Hers_4S			
31_Lacou_2S				31_Hers_5S			
31_Fenou_1N	Fenouillet	Fenouillet		31_Embal_1N	Castelnau-d'Estrétefonds	Emballens	
				31_Embal_2N			
				31_Embal_3N			
				31_Embal_1S			

1-4 - Les ouvrages hydrauliques annexes suivants relèvent de la classe C :
(cf. annexe n° 3)

Ouvrage annexe	Nom du bief portant l'ouvrage annexe	Commune
Aqueduc des Voûtes ou de l'Hers	Gardouch	Renneville
Pont canal des Herbettes	Bayard	Toulouse
Pont canal de l'Hers	L'Hers	Castelnau-d'Estrétefonds

1-5 - Les ouvrages hydrauliques annexes suivants relèvent de la classe D ;
(cf. annexe n° 3)

Ouvrage annexe	Nom du bief portant l'ouvrage annexe	Commune
Aqueduc du Radel	Emborel	Avignonet-Lauragais
Aqueduc du Gardigeol	Laval	Gardouch
Aqueduc de la Thésauque	Négra	Montesquieu-Lauragais
Aqueduc de Sallefranque	Sanglier	Montesquieu-Lauragais
Aqueduc de l'Amadou	Ayguesvives	Ayguesvives
Aqueduc de Nostreseigne	Montgiscard	Montgiscard
Aqueduc de la Juncasse	Vic	Deyme
Aqueduc de Rieumaury	Vic	Pechabou
Aqueduc du Perrier	Castanet	Castanet-Tolosan
Aqueduc du Madron	Bayard	Auzeville-Tolosane
Aqueduc Saint-Agne	Bayard	Ramonville-Saint-Agne
Aqueduc de Longpré	Lalande	Toulouse
Aqueduc de Maltemps	Lacourtenourt	Toulouse
Aqueduc de Fenouillet	Fenouillet	Fenouillet
Aqueduc d'Embalens	Emballens	Castelnau-d'Estrétefonds

Article 2 - Prescriptions relatives aux ouvrages

Les barrages définis à l'article 1^{er} doivent être rendus conformes aux dispositions des articles R. 214-122, R. 214-123, R. 214-125, R. 214-136 R. 214-146 et 147 du code de l'environnement et à l'arrêté ministériel du 29 février 2008 susvisé suivant les délais et modalités définis ci-après.

2-1 - Règles relatives à l'exploitation et à la surveillance

Les ouvrages doivent être rendus conformes aux dispositions des articles R. 214-122 à R. 214-125, R. 214-133 à R. 214-135 du code de l'environnement et à l'arrêté ministériel du 29 février 2008 susvisé suivant les délais et modalités suivantes à compter de la notification de l'arrêté :

- ❑ constitution du dossier relatif à l'ouvrage avant le 31 mars 2015 pour les ouvrages de classes C et avant le 30 juin 2015 pour les ouvrages de classe D ;
- ❑ constitution du registre relatif aux travaux d'exploitation et d'entretien de l'ouvrage avant le 31 mars 2015 pour les ouvrages de classes C et avant le 30 juin 2015 pour les ouvrages de classe D ;
- ❑ description de l'organisation mise en place pour assurer l'exploitation et la surveillance de l'ouvrage avant le 31 mars 2015 pour les ouvrages de classes C et avant le 30 juin 2015 pour les ouvrages de classe D ;

- production et transmission pour approbation par le préfet des consignes écrites avant le 31 mars 2015 pour les ouvrages de classes C et avant le 30 juin 2015 pour les ouvrages de classe D ;
- transmission au service de police de l'eau du rapport de surveillance avant le 31 mars 2015 pour les ouvrages de classes C et avant le 30 juin 2015 pour les ouvrages de classe D, puis tous les 5 ans pour les ouvrages C uniquement ;
- transmission au service de police de l'eau du rapport d'auscultation avant le 31 mars 2015 pour les ouvrages de classes C et avant le 30 juin 2015 pour les ouvrages de classe D, puis tous les 5 ans pour les ouvrages C uniquement ;
- transmission au service de police de l'eau du compte-rendu des visites techniques approfondies avant le 31 août 2015 pour les ouvrages de classes C et avant le 30 novembre 2015 pour les ouvrages de classe D, puis tous les 5 ans pour les ouvrages C et 10 ans pour les ouvrages D.

2-2 - Surveillance et entretien courant

Le responsable peut confier la surveillance et (ou) l'entretien de l'ouvrage à un mandataire. Une convention doit préciser les obligations des parties en matière de suivi ainsi que la répartition des frais résultants des prescriptions du service de contrôle. Un exemplaire de cette convention sera transmis au service police de l'eau et au service de contrôle de la DREAL. Le propriétaire est responsable de la sécurité de l'ouvrage, il surveille et entretient les ouvrages et ses dépendances.

Article 3 - Déclaration des incidents et accidents, déclaration des événements intéressant la sécurité hydraulique (EISH)

Le propriétaire ou l'exploitant est tenu de déclarer au préfet, dès qu'il en a connaissance, les accidents ou incidents intéressant les ouvrages dont il a la charge, son évolution ou son exploitation et de nature à mettre en cause la sécurité des personnes et des biens.

En outre, le propriétaire ou l'exploitant déclare au Service de contrôle de la sécurité des ouvrages hydrauliques, dans les meilleurs délais, tout événement ou évolution concernant l'ouvrage ou son exploitation et mettant en cause ou susceptible de mettre en cause, y compris dans des circonstances différentes de celles de leur occurrence, la sécurité des personnes ou des biens. Toute déclaration d'un tel événement est accompagnée d'une proposition de classification selon le niveau de gravité, en référence à l'arrêté ministériel du 21 mai 2010 relatif aux événements intéressant la sécurité hydraulique définissant l'échelle de gravité des événements ou évolutions mentionnée au premier alinéa.

Sans préjudice des mesures que pourra prescrire le préfet, le propriétaire ou l'exploitant devra prendre ou faire prendre toute disposition nécessaire pour mettre fin aux causes de l'incident ou accident, pour évaluer ses conséquences et y remédier.

En fonction du niveau de la gravité qu'il constate, le Service de contrôle de la sécurité des ouvrages hydrauliques peut demander au pétitionnaire un rapport sur l'événement constaté.

Le propriétaire ou l'exploitant demeure responsable des accidents ou dommages qui seraient la conséquence de l'exploitation d'un barrage dont il a la charge ainsi que des dommages causés par la ruine d'un ouvrage par suite d'un défaut d'entretien.

Article 4 – Modification des ouvrages

Sans préjudice de l'article R. 214-40 du code de l'environnement, le responsable est tenu de porter à la connaissance du service de police de l'eau et du service de contrôle, avec tous les éléments d'appréciation et avant leur réalisation, toute modification significative qu'il envisage d'apporter à l'ouvrage ou installation ou à leur mode d'exploitation, à l'exclusion des travaux d'entretien et de confortements ponctuels.

Toute modification substantielle de l'ouvrage devra être conçue par un organisme agréé conformément aux dispositions des articles R. 214-119, R. 214-148 et R. 214-151 du code de l'environnement.

Le cas échéant, ces modifications pourront faire l'objet de prescriptions complémentaires. Le dépôt d'une nouvelle demande d'autorisation pourra être exigé.

Article 5 - Accès aux ouvrages et organes de sécurité barrage

Par mesure de sécurité, l'accès aux ouvrages et aux organes de sécurité en dehors des espaces aménagés pour la fréquentation du public, est strictement interdit aux tiers.

En aucun cas il ne sera permis aux tiers de transiter sur les parements des ouvrages.

Le responsable assurera par tous moyens appropriés la mise en sécurité des ouvrages et de ses organes de manœuvre au regard de la fréquentation par le public.

Articles 6 - Contrôles et sanctions

Les agents du pôle interrégional sécurité des ouvrages hydrauliques et hydroélectricité de la DREAL Midi-Pyrénées et les agents chargés de la police de l'eau et des milieux aquatiques auront libre accès à l'ouvrage. Ils pourront procéder, à tout moment, à des visites de contrôle de l'ouvrage, destinées à vérifier le respect des dispositions du présent arrêté.

Ils pourront demander communication de toute pièce utile au contrôle de la bonne exécution du présent arrêté.

En cas de non-respect des dispositions du présent arrêté, le responsable sera passible des sanctions administratives prévues par les articles L. 216-1 et L. 216-1-1 du code de l'environnement.

Article 7 - Droits des tiers

Les droits des tiers sont et demeurent expressément réservés.

Article 8 - Autres réglementations

Le présent arrêté ne dispense en aucun cas le pétitionnaire d'obtenir les autorisations ou de faire les déclarations requises par d'autres réglementations.

Article 9 - Publication et information des tiers

Le présent arrêté sera affiché pendant une durée minimale d'un mois, à la mairie des communes concernées. Cette formalité sera justifiée par un certificat du maire. L'arrêté sera ensuite tenu à disposition du public.

L'arrêté sera publié au recueil des actes administratifs et sur le site Internet de la préfecture de la Haute-Garonne.

Article 10 - Voies et délais de recours

Le présent arrêté est susceptible de recours devant le tribunal administratif de Toulouse par :

- le permissionnaire, dans un délai de deux mois à compter de la date à laquelle la décision lui a été notifiée
- les tiers, dans un délai d'un an à compter de l'accomplissement des mesures de publicité.

Article 11 - Exécution

Le secrétaire général de la préfecture de la Haute-Garonne,
Les maires des communes d'Auzeville-Tolosane, Avignonet-Lauragais, Ayguesvives, Castanet-Tolosan, Castelnau-d'Estrétefonds, Deyme, Fenouillet, Gardouch, Lespinasse, Montesquieu-Lauragais, Montgiscard, Pechabou, Ramonville-Saint-Agne, Renneville, Saint-Jory et Toulouse,
Le directeur départemental des territoires de la Haute-Garonne,
Le directeur régional de l'environnement de l'aménagement et du logement de la région Midi-Pyrénées,
Le colonel, commandant le groupement de gendarmerie de la Haute-Garonne,
sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent arrêté qui sera notifié à Monsieur le directeur de Voies Navigables de France.

Toulouse, le 10 OCT. 2014

Pour le Préfet
et par délégation,
Le Secrétaire Général

Chloé BONNIER

ANNEXE n° 1

Classement des écluses du Canal du Midi
Haute-Garonne

Vu pour être annexé à
en date de ce jour 110 OCT. 2014
Toulouse,
Le Préfet
Thierry DOMINER

Ecluse	Longueur du bief (m)	Coordonnées* x/y porte amont		Coordonnées* x/y porte aval		Commune	Hauteur maximum de la porte aval/TN** (m)	Volume du bief à retenue normale (m3)	Classe
Bayard	12 077	575 090,10	6 280 279,00	575 075,70	6 280 323,10	Toulouse	8,40	484 431	C
Emboreil	4 162	600 521,90	6 252 325,20	600 489,30	6 252 337,70	Avignonet-Lauragais	5,08	157 937	D
Encassan	1 620	599 142,20	6 252 985,90	599 119,00	6 252 995,80	Avignonet-Lauragais	5,85	60 085	D
Renneville	2 840	596 862,60	6 254 595,90	596 834,90	6 254 608,90	Renneville	4,44	109 711	D
Gardouch	4 100	593 972,80	6 255 583,80	593 949,80	6 255 609,90	Gardouch	4,12	157 826	D
Laval	1 450	592 974,60	6 256 382,10	592 959,20	6 256 415,40	Gardouch	7,48	55 087	D
Négra	4 228	589 900,00	6 258 639,90	589 864,90	6 258 672,00	Montesquieu-Lauragais	6,00	162 179	D
Sanglier	3 653	587 619,40	6 261 036,20	587 607,10	6 261 068,80	Ayguévives	5,73	139 104	D
Ayguévives	1 595	586 571,70	6 261 831,30	586 564,50	6 261 875,40	Ayguévives	6,64	60 090	D
Montgiscard	3 099	584 303,90	6 263 660,00	584 285,90	6 263 693,90	Montgiscard	6,02	108 264	D
Vic	7 516	580 066,80	6 269 084,10	580 055,80	6 269 129,50	Castanet-Tolosan	4,57	243 050	D
Castanet	1 673	580 205,40	6 270 512,30	580 195,00	6 270 555,90	Castanet-Tolosan	7,16	61 829	D
Minimes	1 641	573 740,10	6 280 896,40	573 694,70	6 280 883,40	Toulouse	6,63	49 597	D
Bearnais	973	572 900,70	6 280 504,70	572 856,00	6 280 494,70	Toulouse	4,87	27 870	D
Lalande	3 913	572 738,10	6 284 288,30	572 743,40	6 284 343,90	Toulouse	5,12	160 000	D
Lacourtenourt	2 611	571 793,90	6 286 636,70	571 776,40	6 286 678,20	Fenouillet	4,76	92 800	D
Fenouillet	1 088	571 380,20	6 287 653,40	571 362,90	6 287 695,40	Fenouillet	4,46	38 700	D
Lespinasse	3 817	570 004,10	6 291 212,10	569 989,60	6 291 255,50	Lespinasse	4,78	134 800	D
Bordeneuve	1 890	569 405,30	6 293 003,60	569 391,10	6 293 046,20	Lespinasse	4,84	66 300	D
Saint-Jory	1 954	568 616,70	6 294 772,20	568 591,50	6 294 809,30	Saint-Jory	4,78	69 100	D
L'Hers	3 333	567 577,10	6 297 908,50	567 579,50	6 297 953,20	Castelnau-d'Estrétefonds	4,76	117 700	D
Castelnau	831	567 288,00	6 298 631,70	567 265,30	6 298 688,70	Castelnau-d'Estrétefonds	4,79	40 000	D
Emballens	3 143	565 567,70	6 301 274,00	565 562,20	6 301 311,70	Castelnau-d'Estrétefonds	4,69	111 000	D

* Positionnement géodésique en système Lambert 93 correspondant aux extrémités des barrages amont et aval.
TN** : terrain naturel

ANNEXE n°2

Classement des tronçons de digues du Canal du Midi
Haute-Garonne



BIEF			TRONCON DE DIGUE CLASSEE										
Nom	Longueur (m)	Volume à retenue normale (m3)	Identifiant du tronçon	Longueur du tronçon (m)	Coordonnées x/y amont du tronçon		Altitude amont z du tronçon	Coordonnées x/y aval du tronçon		Altitude aval z du tronçon	Valeur maximale du Fe* par rapport au TN** (Fe-TN)	Commune traversée par le tronçon	Classe
Emborral	4 162	157 937	31_Emboir_1N	249	602 877,11	6 251 368,41	187,52	602 783,82	6 251 327,17	186,74	2,16	Avignonet-Lauragais	D
Encassan	1 620	60 085	31_Encas_1N	1320	600 253,08	6 252 428,85	185,67	599 243,23	6 252 980,39	180,79	2,93	Avignonet-Lauragais	D
Renneville	2 840	109 711	31_Renna_1N	1100	597 708,14	6 254 148,46	181,83	596 904,53	6 254 606,51	175,84	3,11	Renneville	D
Gardouch	4 100	157 826	31_Gardo_1N	2172	596 611,52	6 254 774,91	177,26	595 345,05	6 255 005,50	175,58	2,11	Gardouch	D
			31_Gardo_2N	136	595 325,94	6 254 986,26	172,43	595 316,61	6 254 981,30	173,40	3,08		D
			31_Gardo_3N	678	595 102,20	6 254 883,74	177,70	594 604,96	6 255 267,15	176,53	1,49		D
Laval	1 450	50 000	31_Laval_1N	529	593 383,76	6 256 050,24	177,47	593 021,52	6 256 357,46	171,98	2,34	Gardouch	D
Sanglier	4 660	138 104	31_Sangl_1N	196	589 379,91	6 259 401,01	168,01	589 349,16	6 259 591,94	163,14	1,70	Ayguessives	D
			31_Sangl_2N	805	588 165,39	6 260 395,89	166,26	587 663,09	6 260 997,94	162,80	2,11		D
Lacourtaubourt	2 610	92 600	31_Lacou_1N	269	572 558,08	6 285 371,65	130,14	572 485,25	6 285 543,07	128,18	1,13	Fenouillet	D
			31_Lacou_2N	1207	572 389,21	6 285 658,49	130,14	571 816,57	6 286 641,92	125,96	3,25		D
			31_Lacou_1S	397	572 436,36	6 285 519,59	130,03	572 282,21	6 285 750,72	126,04	1,26		D
			31_Lacou_2S	692	572 171,60	6 285 972,94	129,98	571 770,63	6 286 602,78	128,24	3,38		D
Fenouillet	1 090	38 700	31_Fenou_1N	633	571 678,67	6 287 195,81	127,34	571 408,82	6 287 648,69	124,60	2,79	Fenouillet	D
Lespinasse	3 795	134 800	31_Lespi_1S	130	570 740,88	6 288 220,35	125,41	570 730,24	6 288 215,37	123,82	0,89	Lespinasse	D
			31_Lespi_2S	540	570 644,79	6 289 472,57	125,06	570 536,64	6 289 728,40	122,80	2,28		D
			31_Lespi_3S	771	570 461,02	6 289 984,86	125,11	570 258,50	6 290 444,01	124,07	1,40		D
			31_Lespi_4S	671	570 175,05	6 290 710,67	125,08	569 989,67	6 291 188,29	122,89	3,33		D
L'Hers	3 312	117 700	31_Hers_1N	1093	568 300,99	6 295 405,88	117,43	568 126,45	6 296 031,92	115,31	1,49	Castelnau-d'Estrétefonds	D
			31_Hers_2N	1751	568 074,60	6 296 151,98	117,31	567 633,95	6 297 693,94	113,18	4,50		D
			31_Hers_3N	112	567 637,91	6 297 795,42	112,71	567 661,07	6 297 828,66	112,32	4,48		D
			31_Hers_4N	46	567 685,49	6 297 878,84	117,37	567 707,38	6 297 879,12	110,21	6,59		D
			31_Hers_1S	104	568 275,13	6 295 400,46	117,52	568 263,85	6 295 387,19	115,12	1,69		D
			31_Hers_2S	370	568 237,43	6 295 526,44	117,39	568 147,67	6 295 787,24	115,94	1,18		D
			31_Hers_3S	1903	568 118,49	6 295 817,12	117,27	567 571,86	6 297 675,55	112,80	3,89		D
			31_Hers_4S	107	567 620,71	6 297 797,89	111,23	567 642,27	6 297 837,85	112,15	4,66		D
Emballens	3 210	111 000	31_Hers_5S	51	567 633,23	6 297 775,80	117,05	567 635,32	6 297 879,39	112,19	4,61	Castelnau-d'Estrétefonds	D
			31_Embal_1N	1186	566 754,37	6 299 516,94	113,05	566 499,45	6 299 946,76	111,29	0,82		D
			31_Embal_2N	1301	566 360,39	6 300 163,28	112,37	565 681,86	6 301 177,64	108,83	3,13		D
			31_Embal_3N	39	565 641,45	6 301 216,60	111,77	565 655,21	6 301 229,39	107,56	4,04		D
			31_Embal_1S	686	565 951,35	6 300 709,48	111,91	565 870,85	6 301 238,79	108,85	2,84		D

Fe* : Nive Feau
TN** : Niveau naturel

ANNEXE n° 3

Classement des ouvrages hydrauliques annexes du Canal du Midi
Haute-Garonne

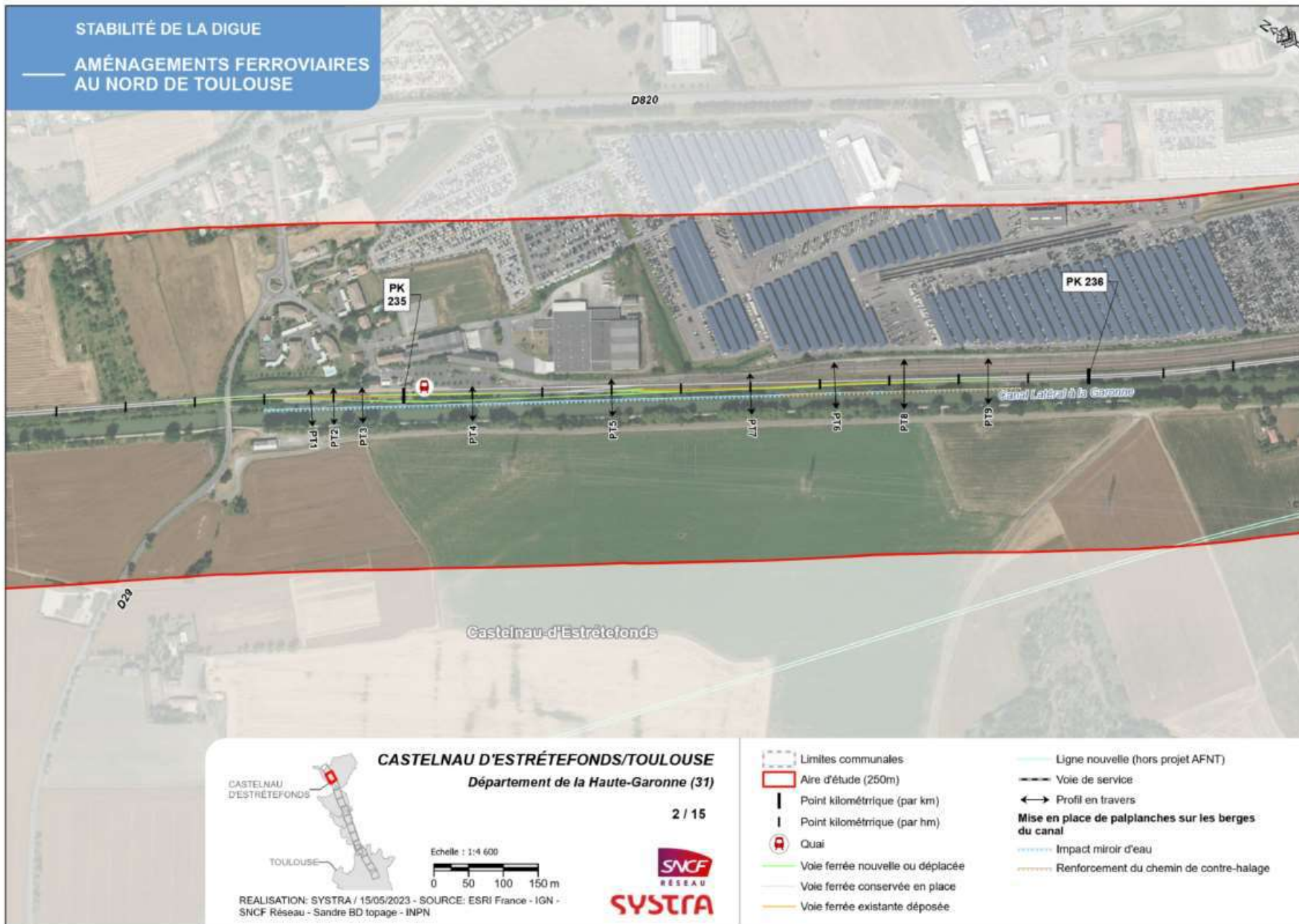


Ouvrage annexe	Nom du bief portant l'ouvrage annexe	Commune	Volume du bief (m3)	Hauteur Fe* - TN**	Classe
Aqueduc du Radel	Emborel	Avignonet-Lauragais	157 937,00	6,60	D
Aqueduc des Voûtes ou de l'Hers	Gardouch	Renneville	157 826,00	8,40	C
Aqueduc du Gardigeol	Laval	Gardouch	55 087,00	5,30	D
Aqueduc de la Thésauque	Négra	Montesquieu-Lauragais	162 179,00	4,40	D
Aqueduc de Sallefranque	Sanglier	Montesquieu-Lauragais	139 104,00	4,50	D
Aqueduc de l'Amadou	Ayguessvives	Ayguessvives	53 321,00	3,50	D
Aqueduc de Nostresaigne	Montgiscard	Montgiscard	108 264,00	4,90	D
Aqueduc de la Juncasse	Vic	Deyme	243 050,00	4,60	D
Aqueduc de Rieumaury	Vic	Pechabou	243 050,00	5,12	D
Aqueduc du Perrier	Castanet	Castanet-Tolosan	61 829,00	6,10	D
Aqueduc du Madron	Bayard	Auzeville-Tolosane	464 431,00	3,10	D
Aqueduc Saint Agn�	Bayard	Ramonville-Saint-Agn�	464 431,00	4,10	D
Pont canal des Herbettes	Bayard	Toulouse	464 431,00	7,40	C
Aqueduc de Longpré	Lalande	Toulouse	160 000,00	4,55	D
Aqueduc de Maltemps	Lacourtenourt	Toulouse	92 600,00	6,03	D
Aqueduc de Fenouillet	Fenouillet	Fenouillet	38 700,00	6,09	D
Pont canal de l'Hers	L'Hers	Castelnau-d'Estrétefonds	117 700,00	11,56	C
Aqueduc d'Embalens	Embalens	Castelnau-d'Estrétefonds	111 000,00	5,44	D

Fe* : fil de l'eau
TN** : terrain naturel

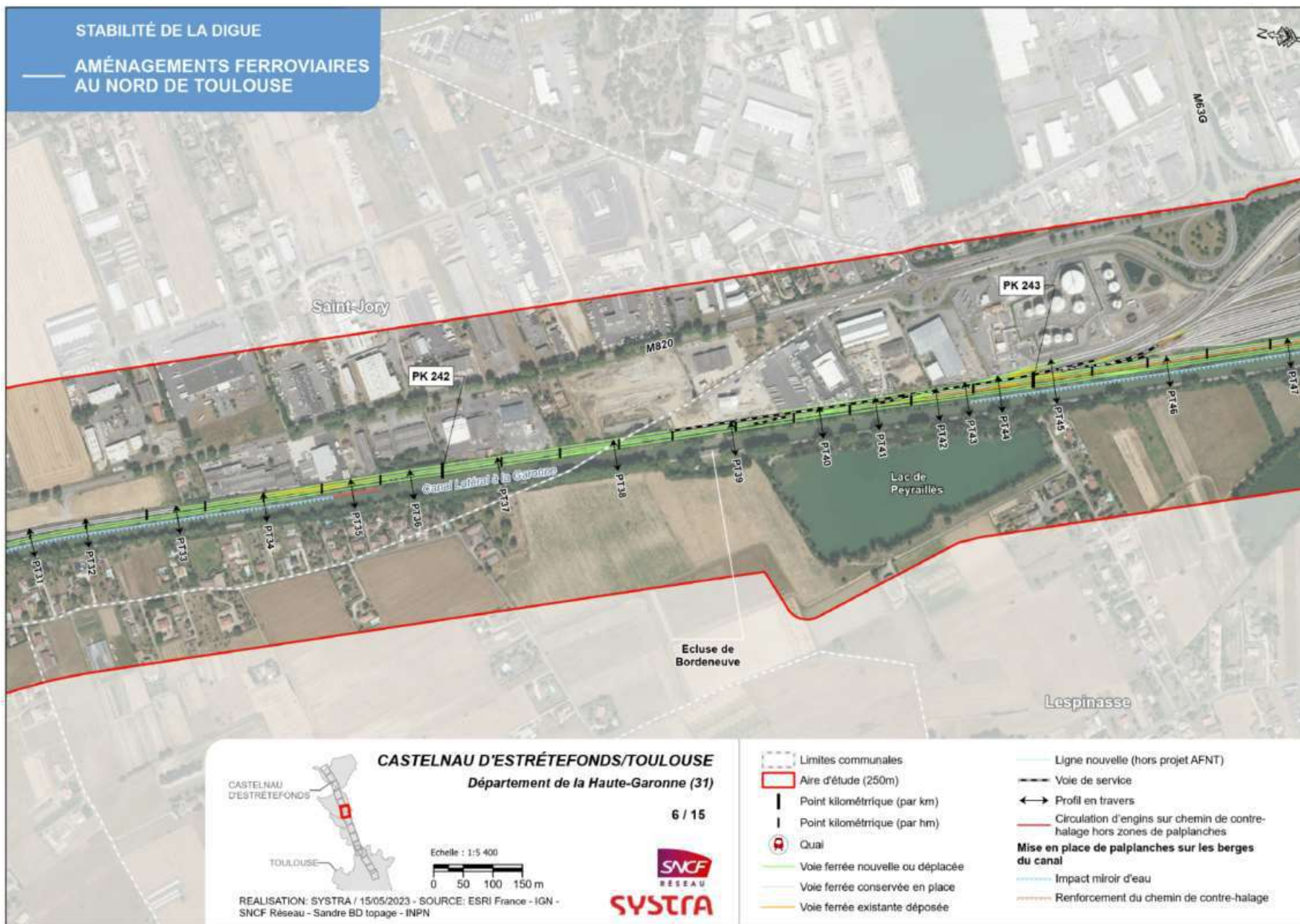
	AMENAGEMENTS FERROVIAIRES AU NORD DE TOULOUSE Note sur la stabilité de la digue du canal latéral à la Garonne	Réf. AFNT-0003703
	DOCUMENT SNCF RESEAU	

ANNEXE 2 : PLAN GÉNÉRAL DES TRAVAUX SUR LE DOMAINE PUBLIC FLUVIAL





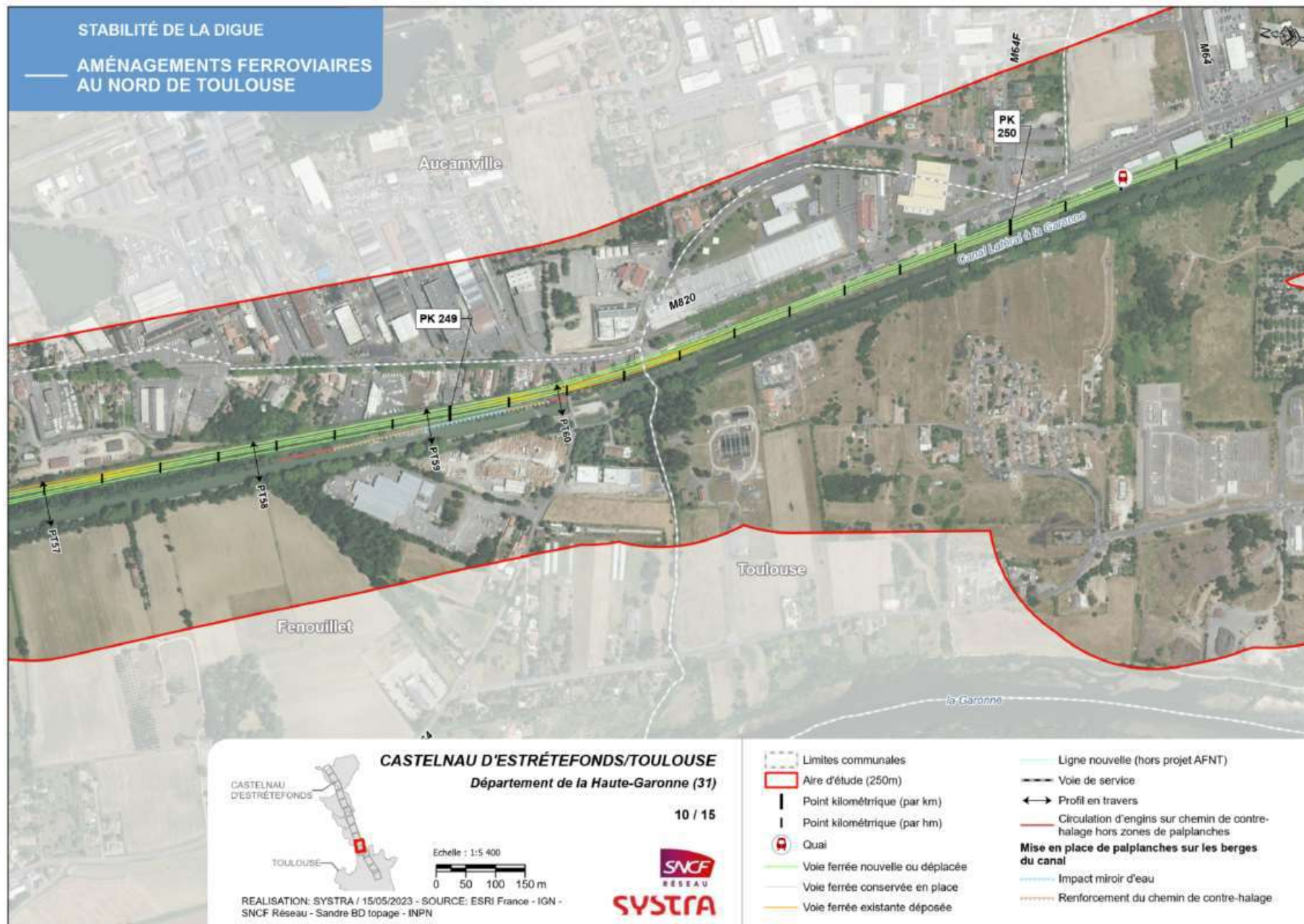










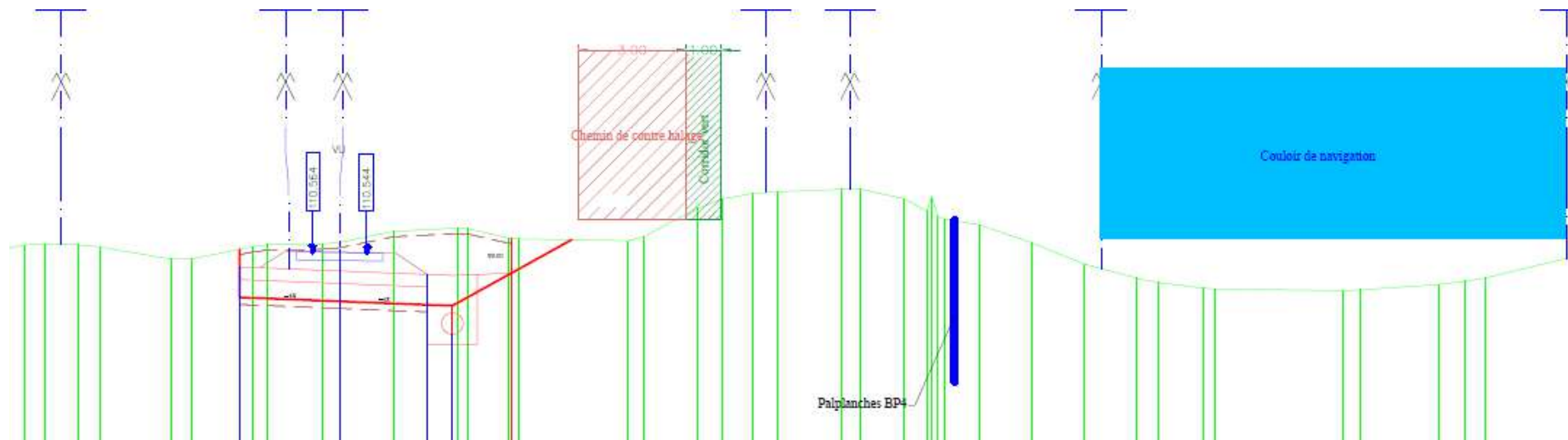


	AMENAGEMENTS FERROVIAIRES AU NORD DE TOULOUSE Note sur la stabilité de la digue du canal latéral à la Garonne	Réf. AFNT- 0003703
	DOCUMENT SNCF RESEAU	

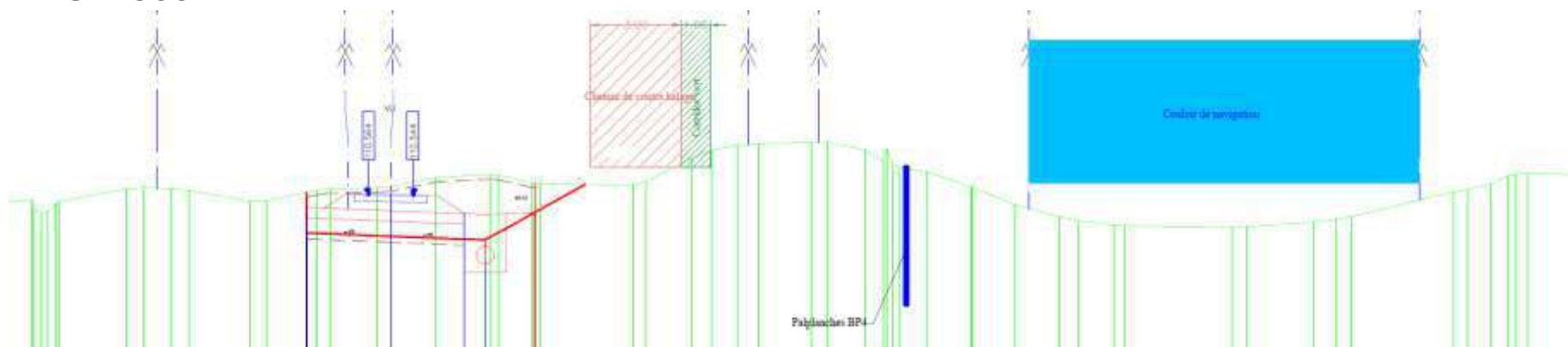
ANNEXE 3 : CARNET DE PROFILS EN TRAVERS DU BLOC GÉOGRAPHIQUE BP1

<u>PROFIL EN TRAVERS</u>	<u>PK</u>
PT 1	234+860
PT 2	234+900
PT 3	234+940
PT 4	235+100
PT 5	235+300
PT 6	235+500
PT 7	235+620
PT 8	235+720
PT 9	235+840

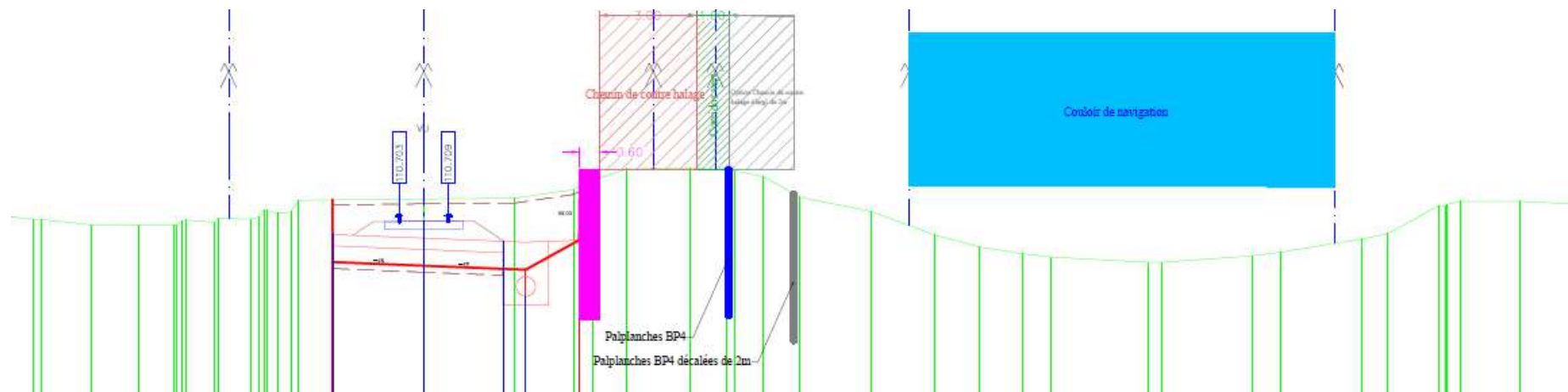
PT1 : PK 234+860



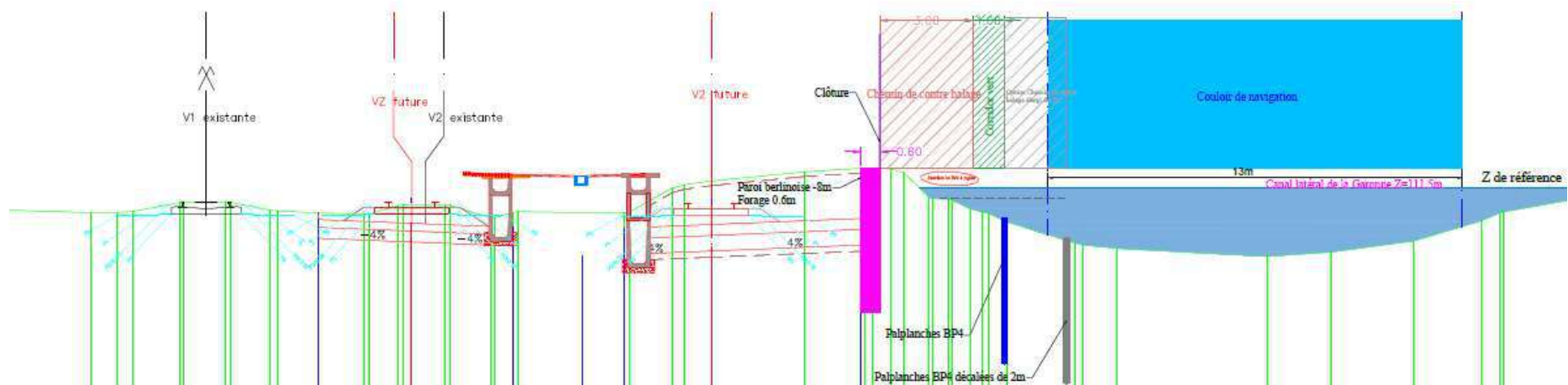
PT2 : PK 234+900



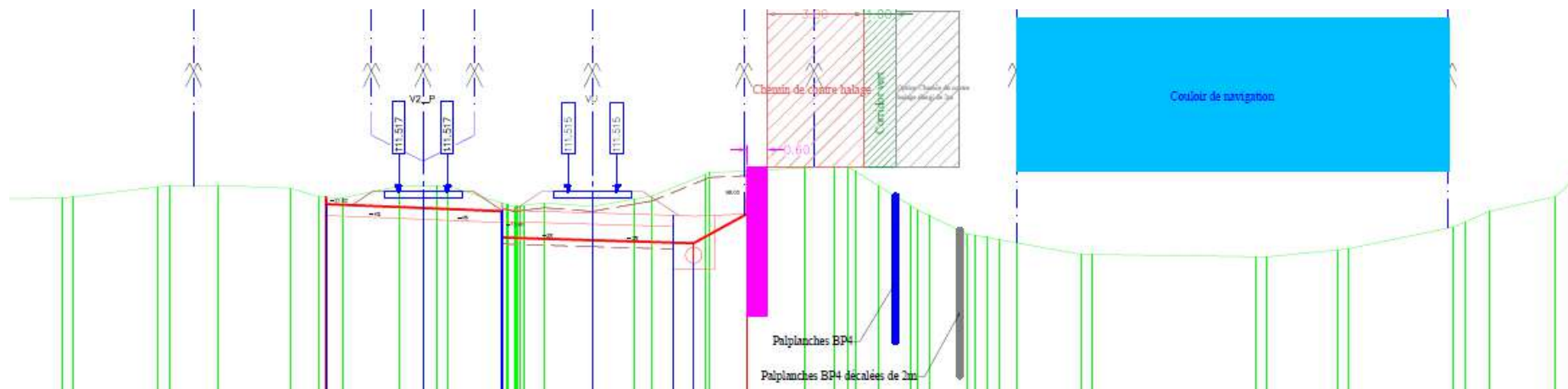
PT3 : PK 234+940



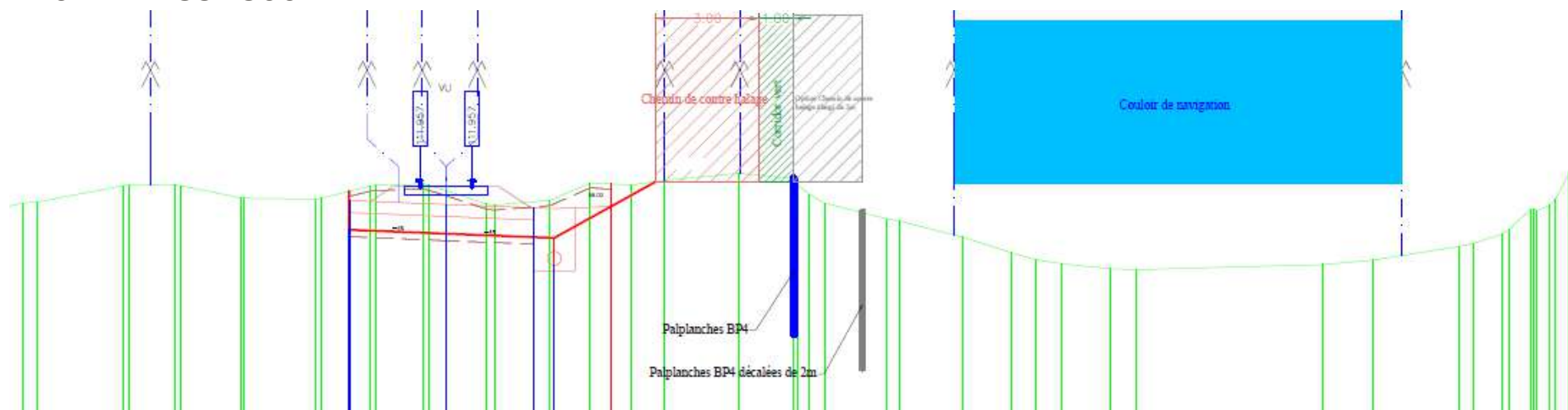
PT4 : PK 235+100



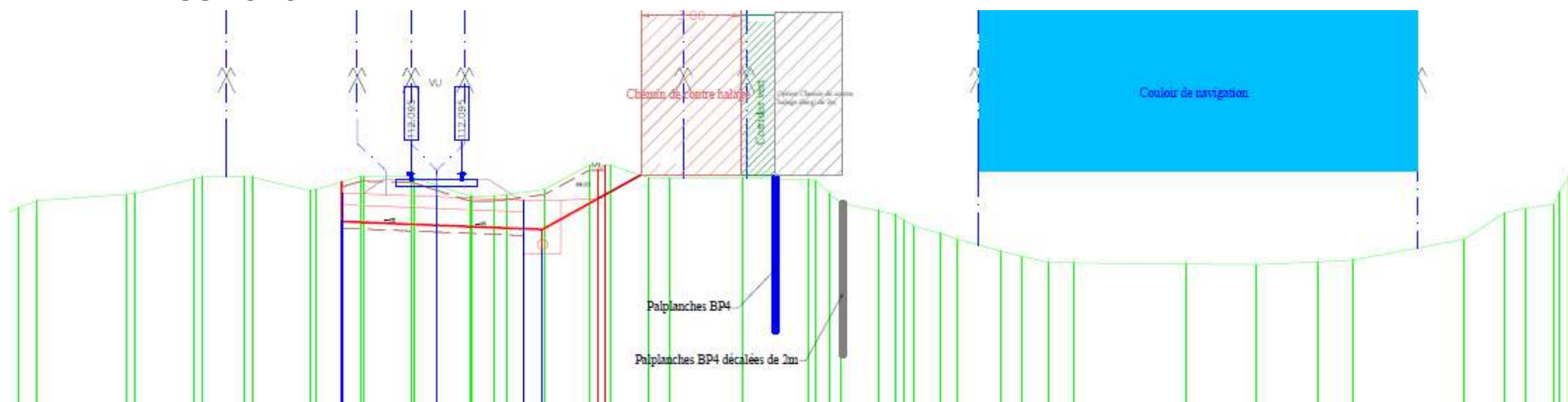
PT5 : PK 235+300



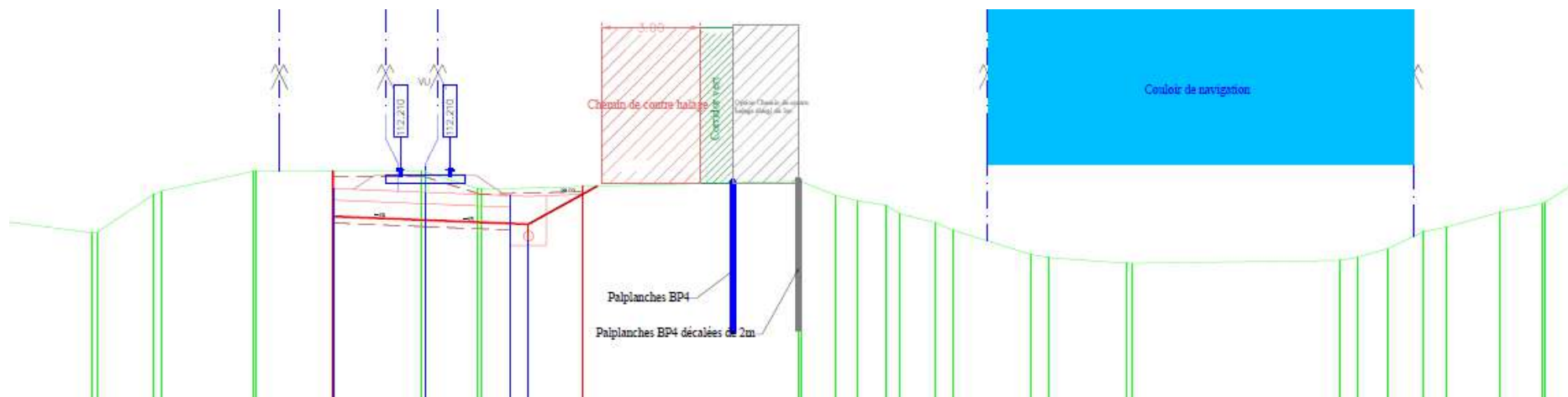
PT6 : PK 235+500



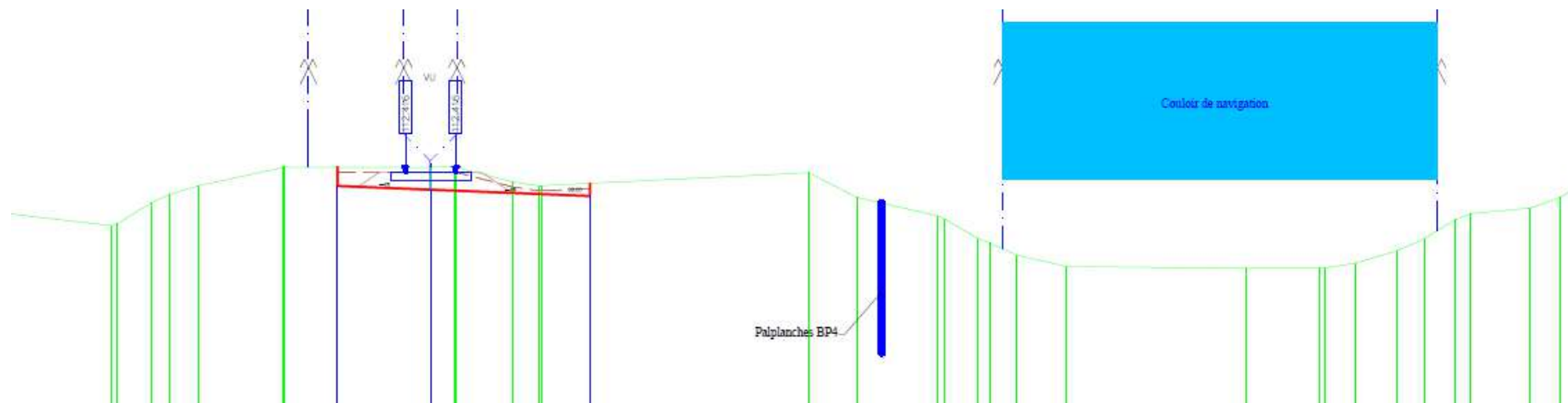
PT7 : PK 235+620



PT8 : PK 235+720



PT9 : PK 235+840

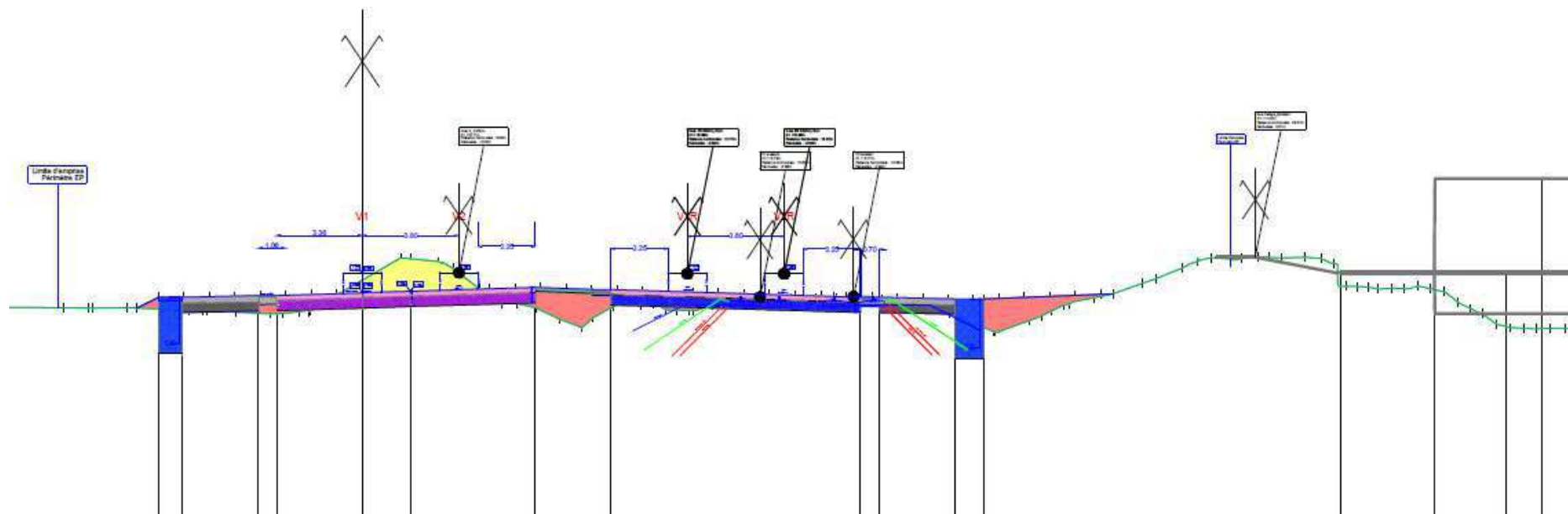


	AMENAGEMENTS FERROVIAIRES AU NORD DE TOULOUSE Note sur la stabilité de la digue du canal latéral à la Garonne	Réf. AFNT- 0003703
	DOCUMENT SNCF RESEAU	

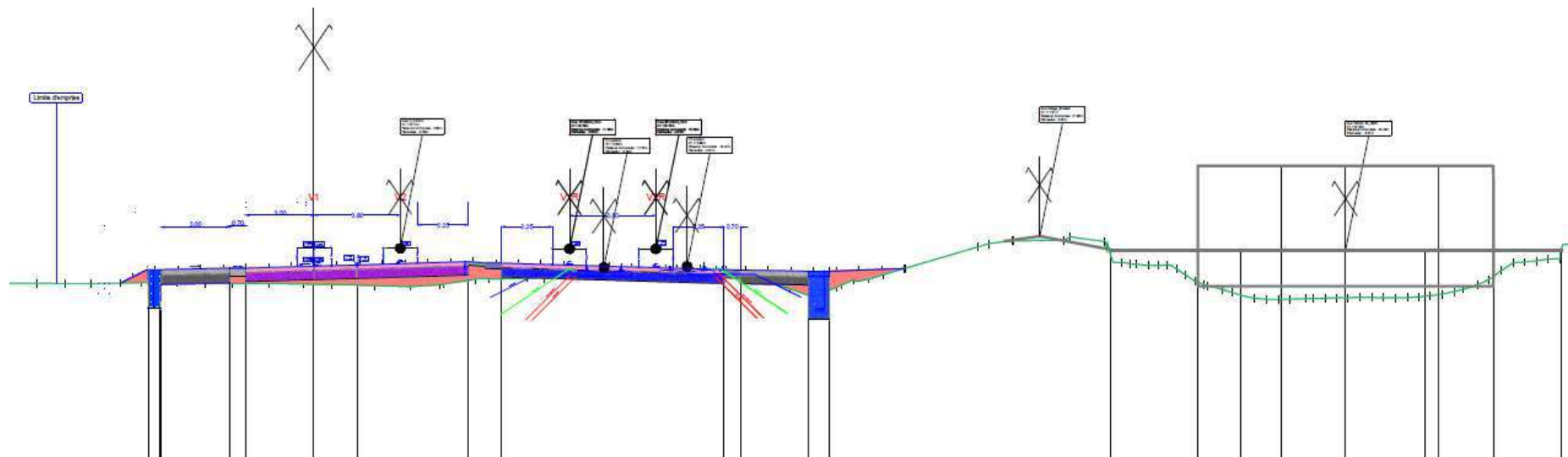
ANNEXE 4 : CARNET DE PROFILS EN TRAVERS DU BLOC GÉOGRAPHIQUE BP2

PROFIL EN TRAVERS	PK
PT 10	239+300
PT 11	239+400
PT 12	239+500
PT 13	239+600
PT 14	239+700
PT 15	239+800
PT 16	239+880
PT 17	240+020
PT 18	240+100
PT 19	240+200
PT 20	240+300
PT 21	240+400
PT 22	240+500
PT 23	240+600
PT 24	240+700
PT 25	240+800
PT 26	240+900
PT 27	241+020
PT 28	241+040
PT 29	241+100
PT 30	241+200
PT 31	241+300
PT 32	241+400

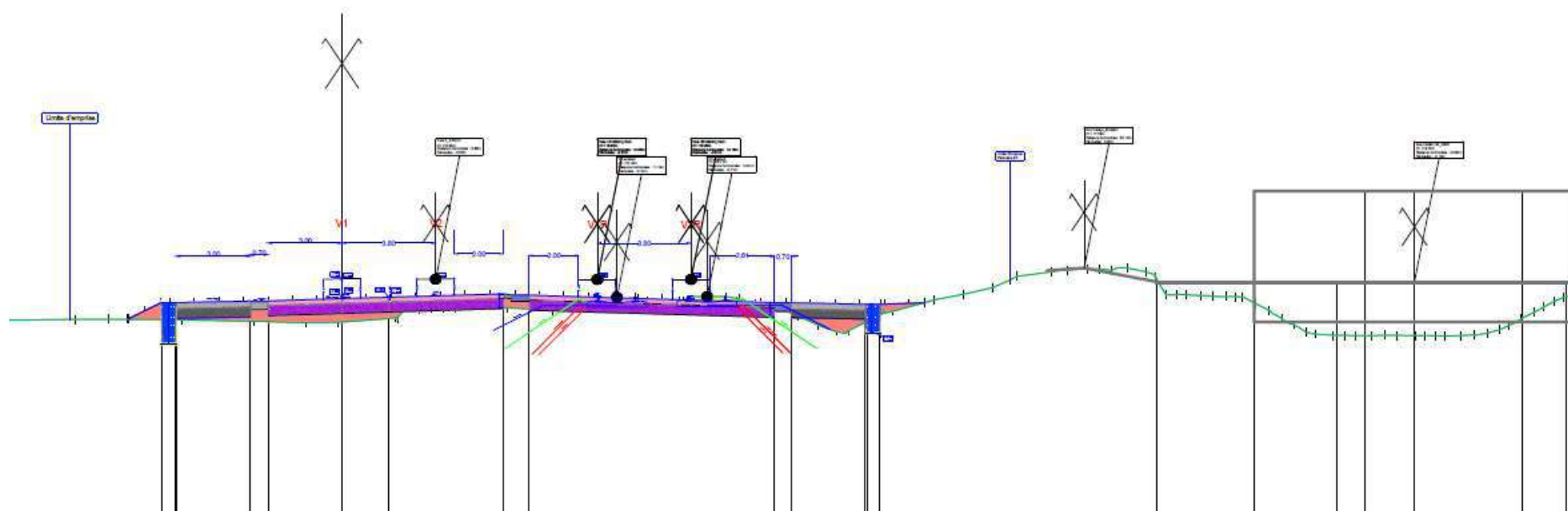
PT10 : PK 239+300



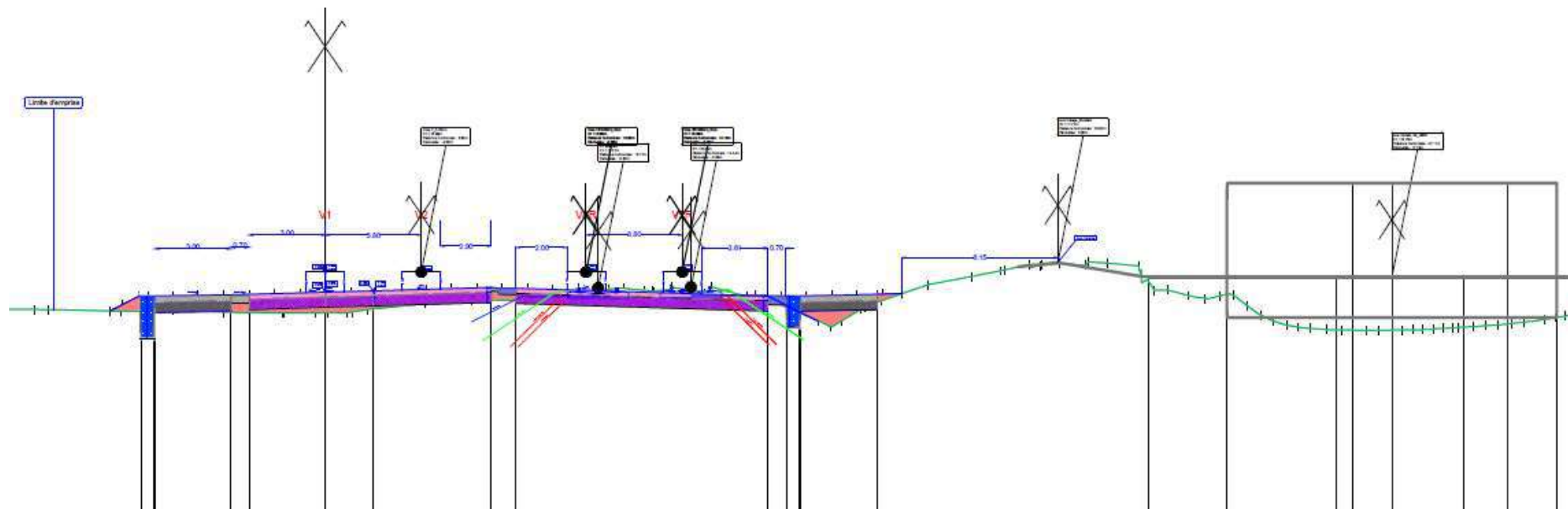
PT11 : PK 239+400



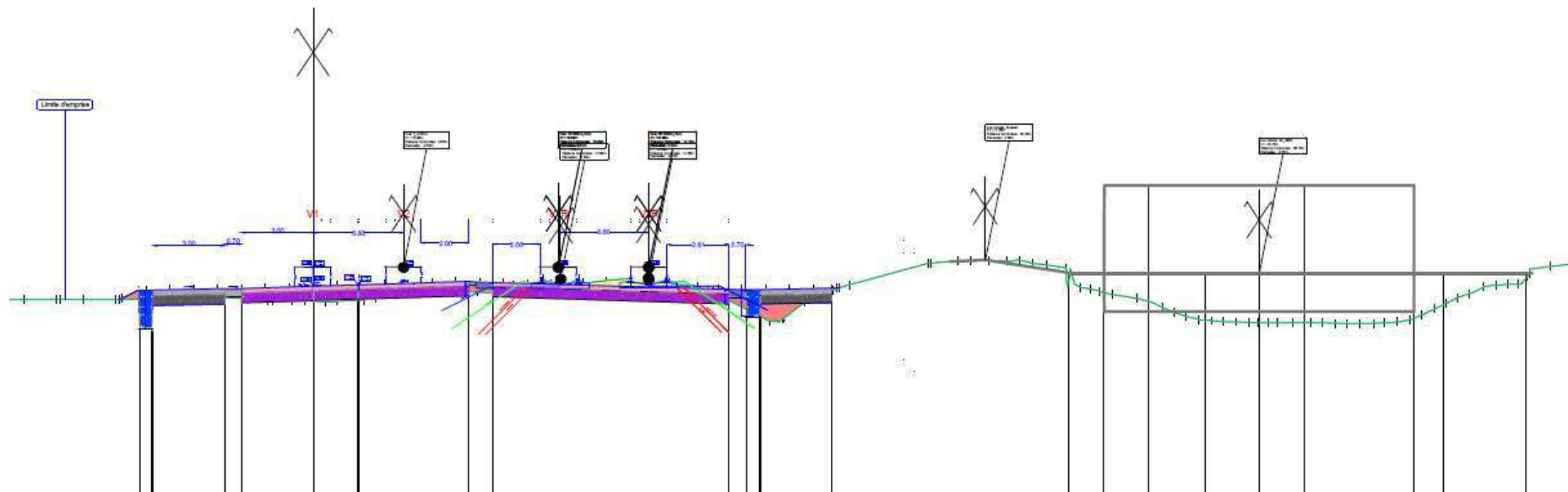
PT12 : PK 239+500



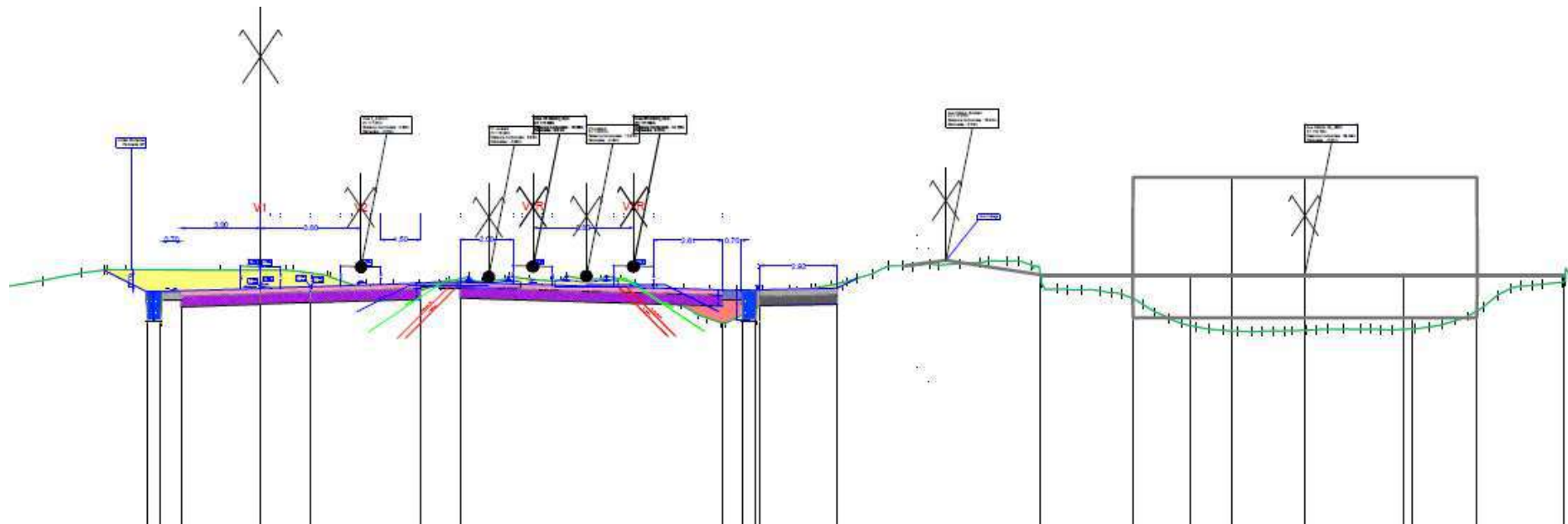
PT13 : PK 239+600



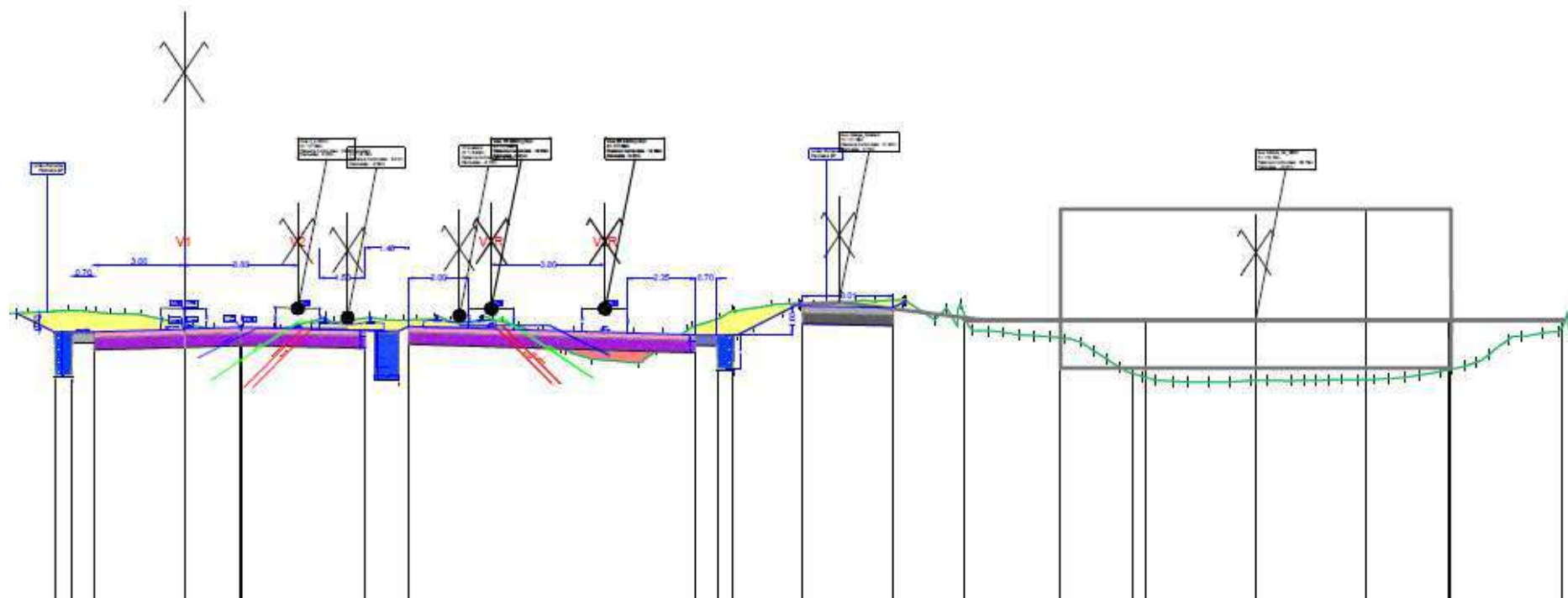
PT14 : PK 239+700



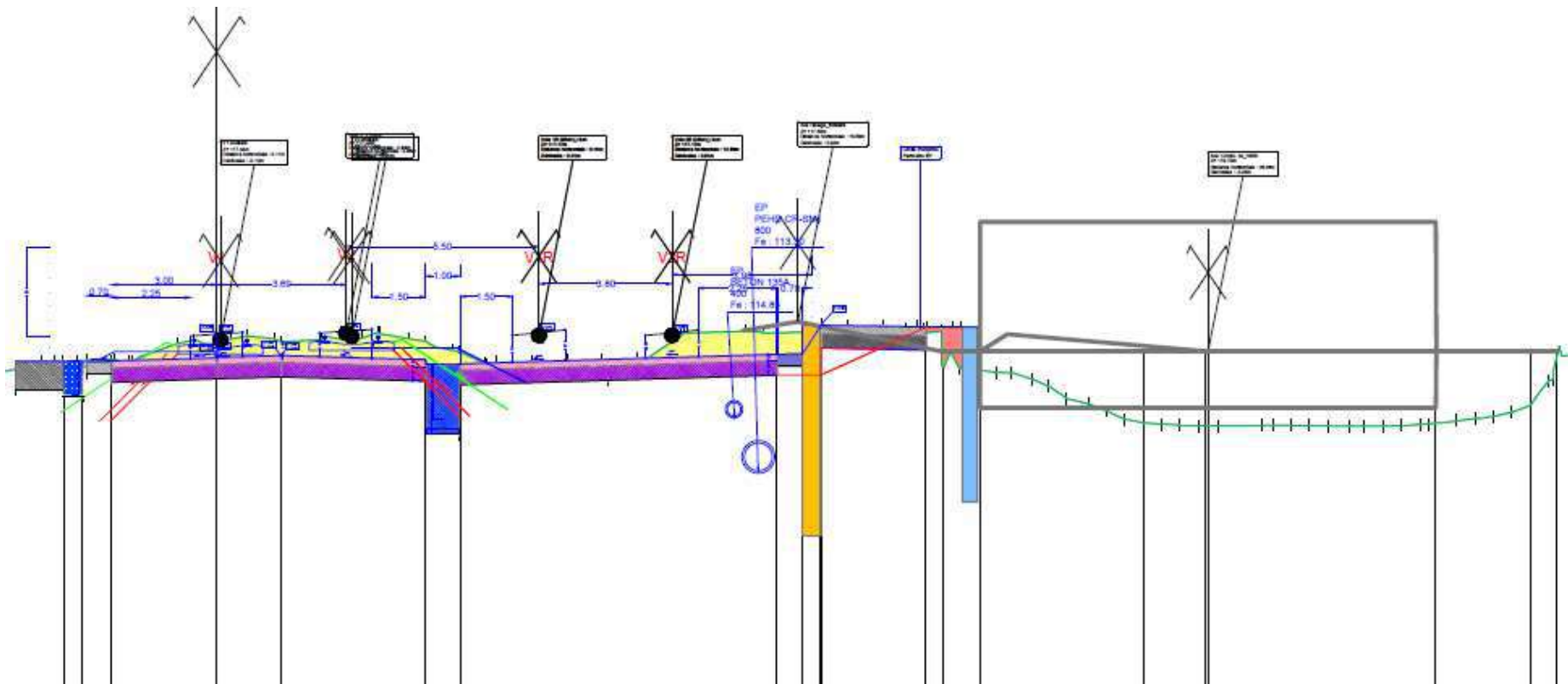
PT15 : PK 239+800



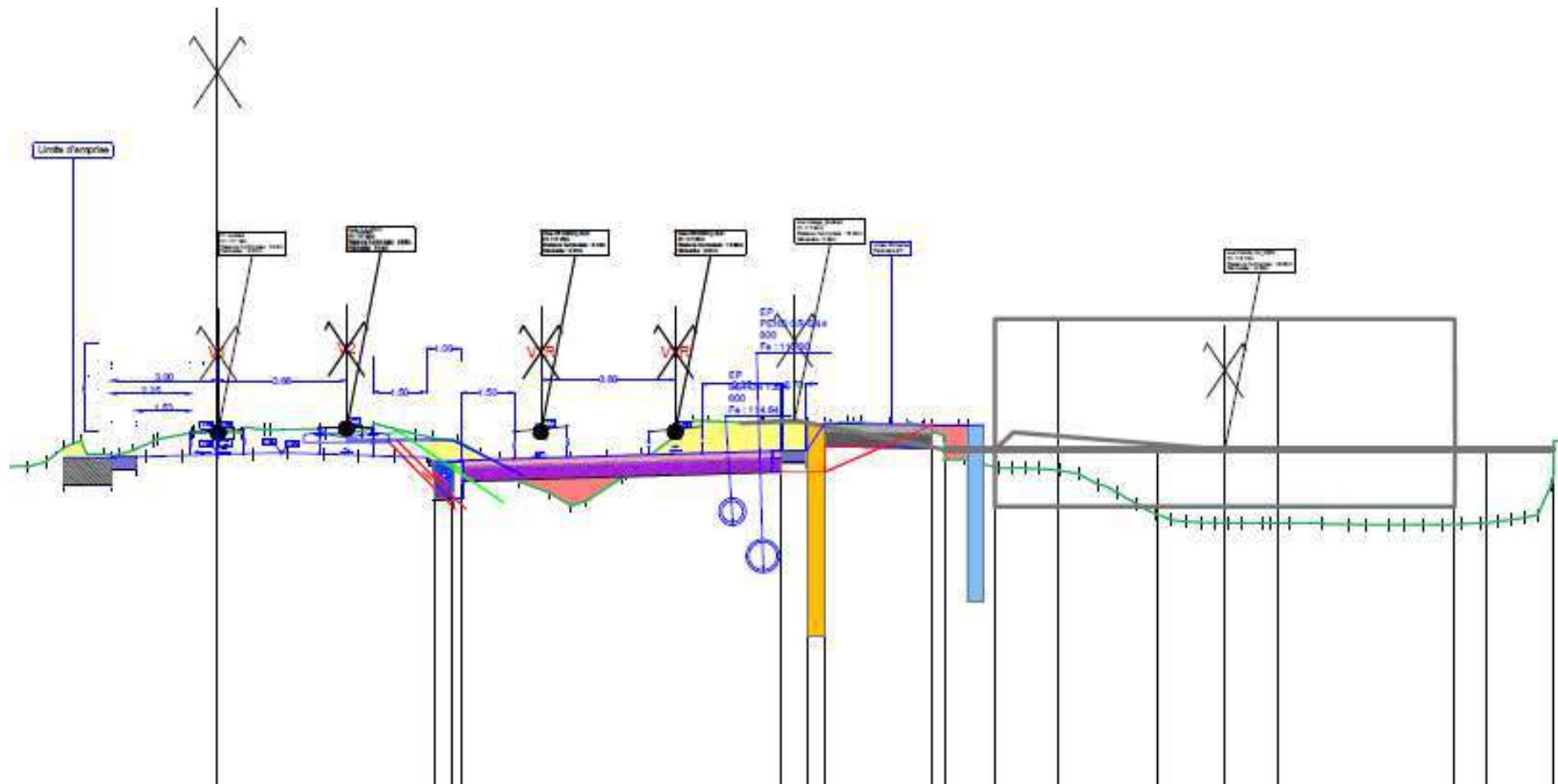
PT16 : PK 239+880



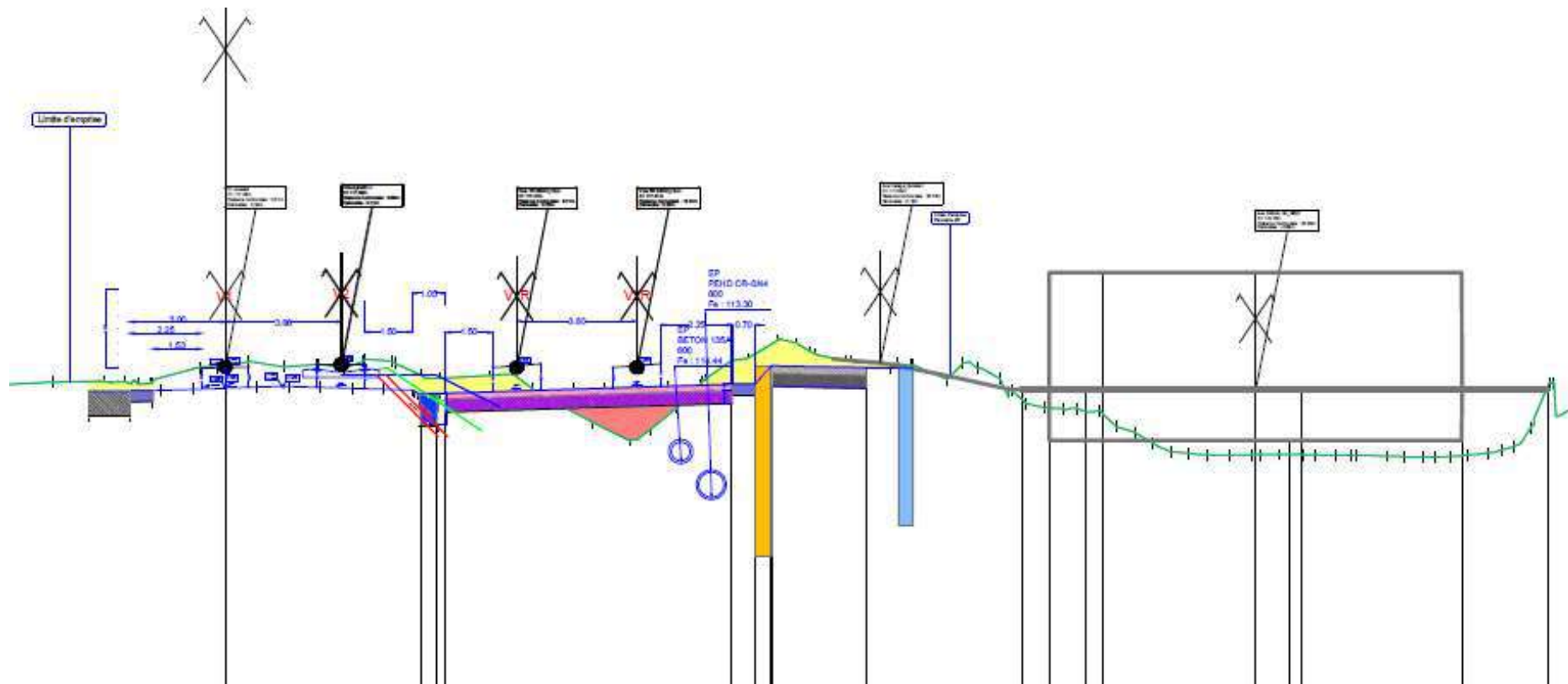
PT17 : PK 240+020



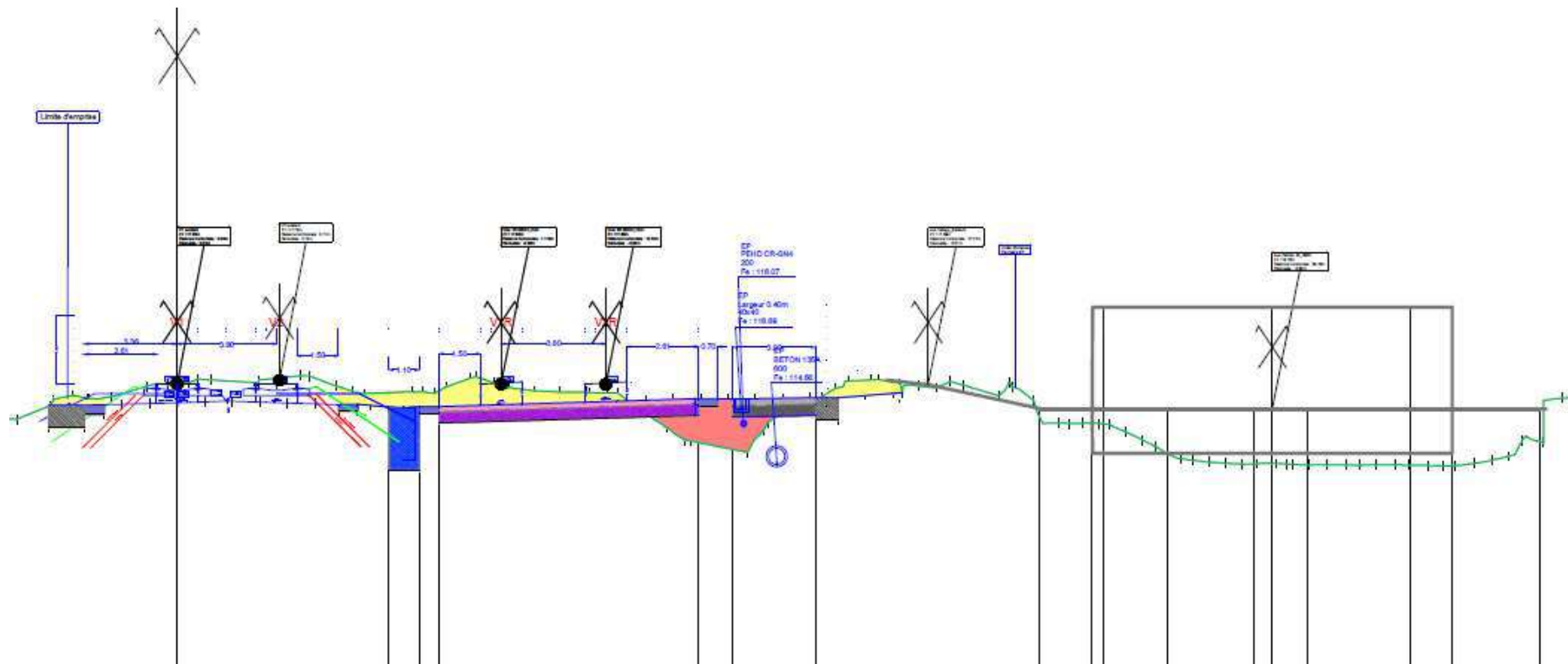
PT18 : PK 240+100



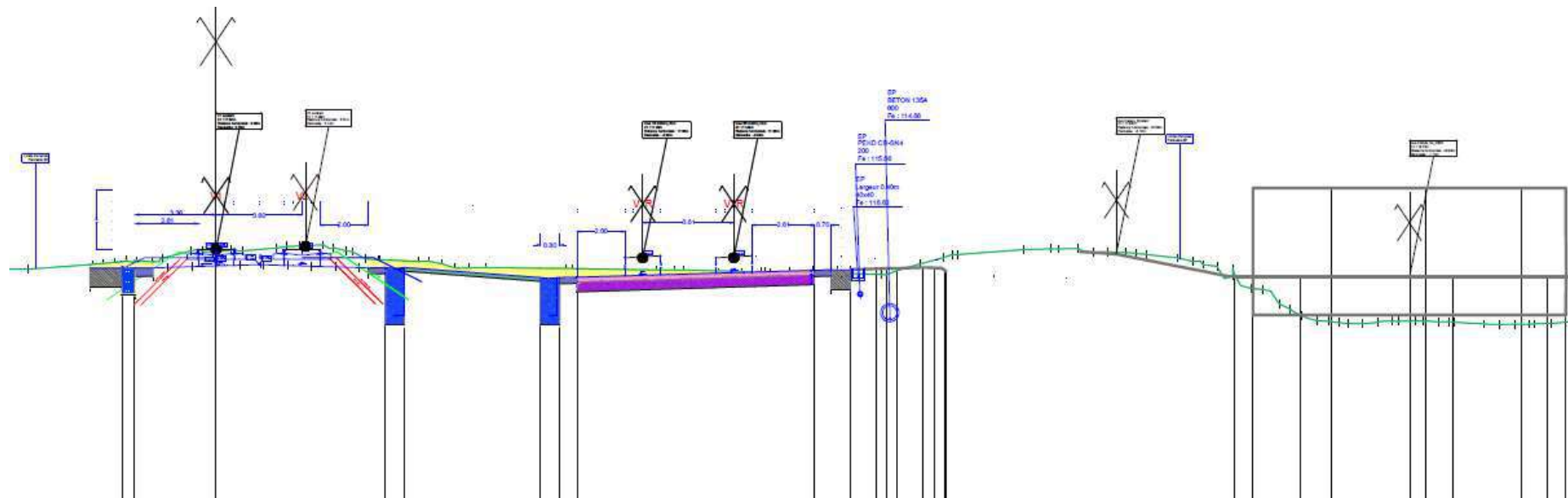
PT19 : PK 240+200



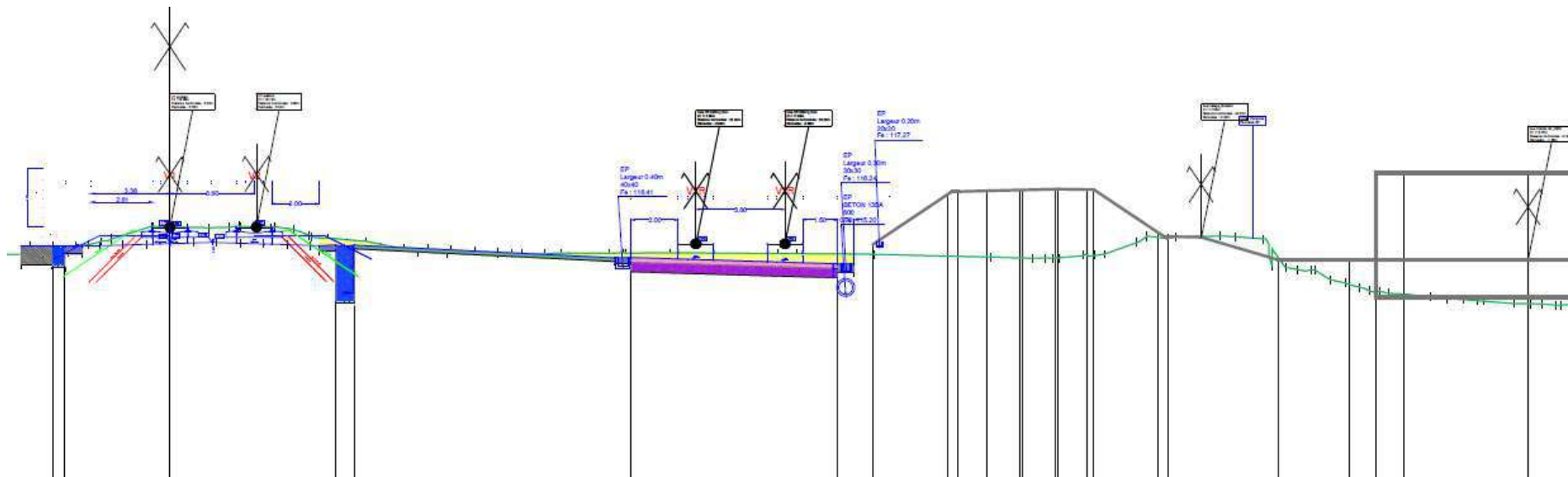
PT20 : PK 240+300



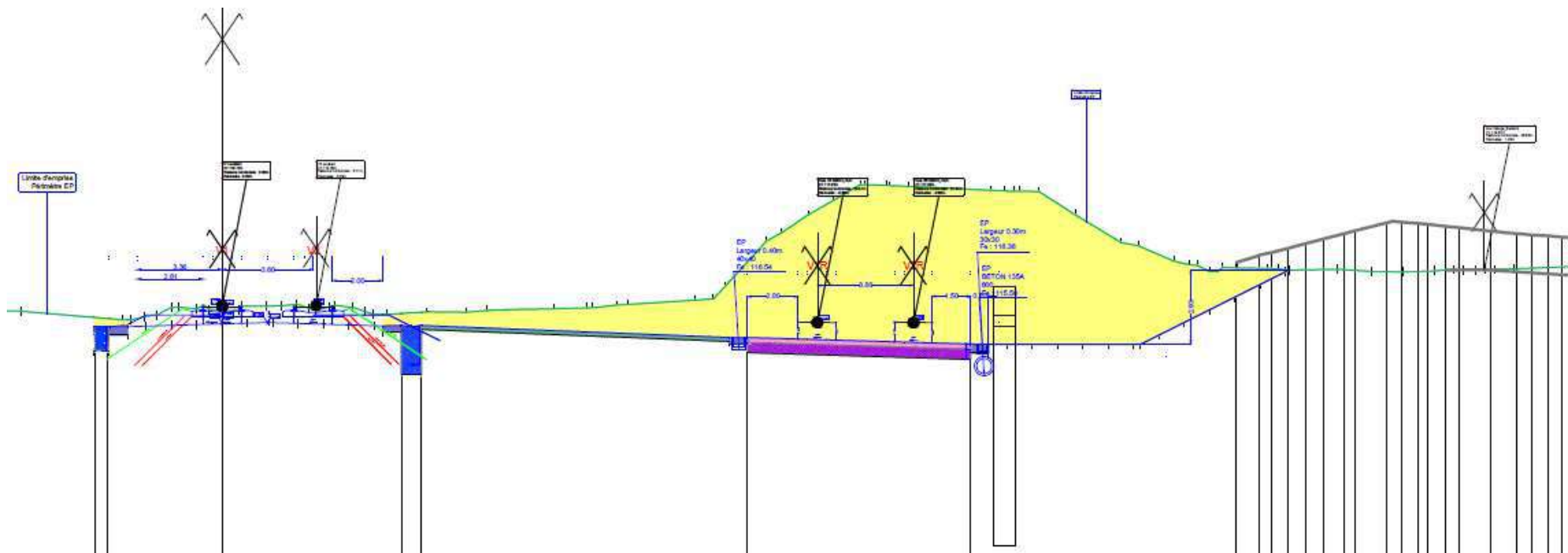
PT21 : PK 240+400



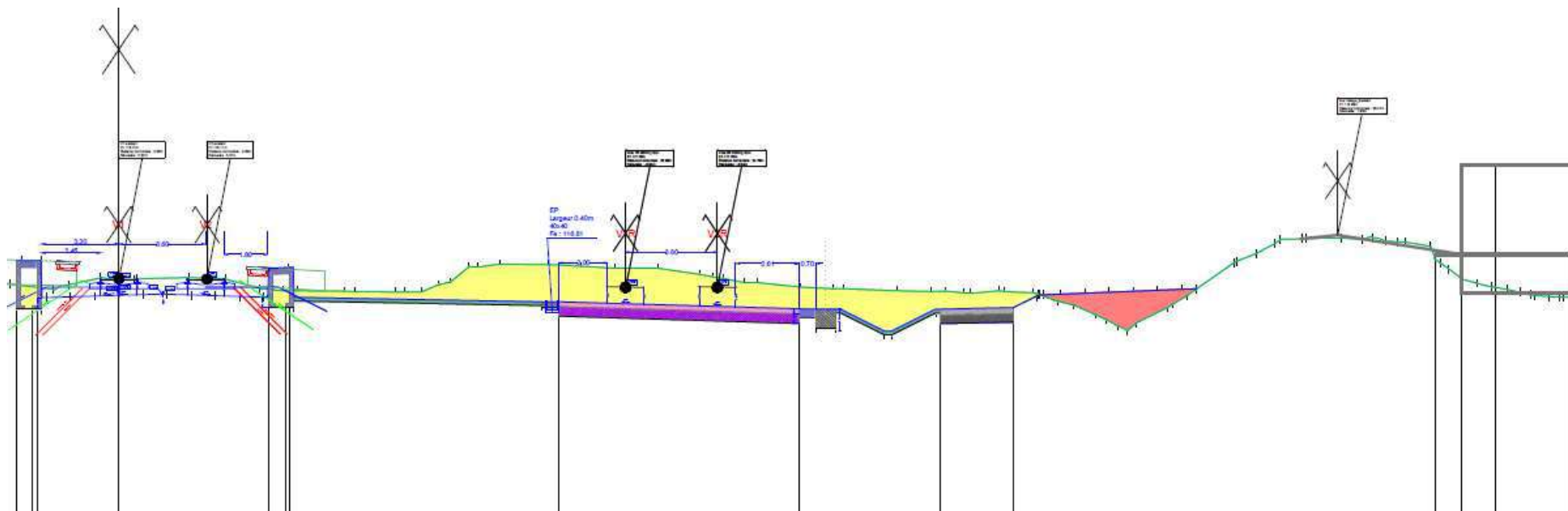
PT22 : PK 240+500



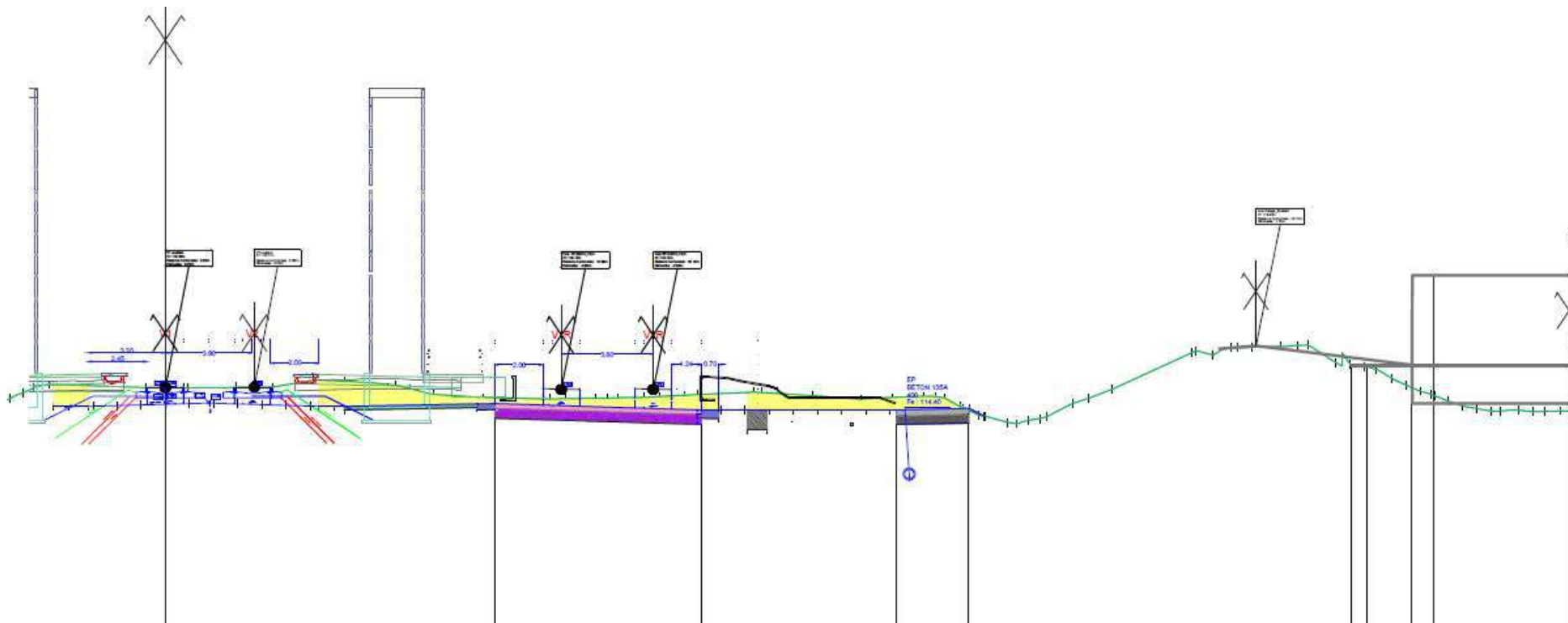
PT23 : PK 240+600



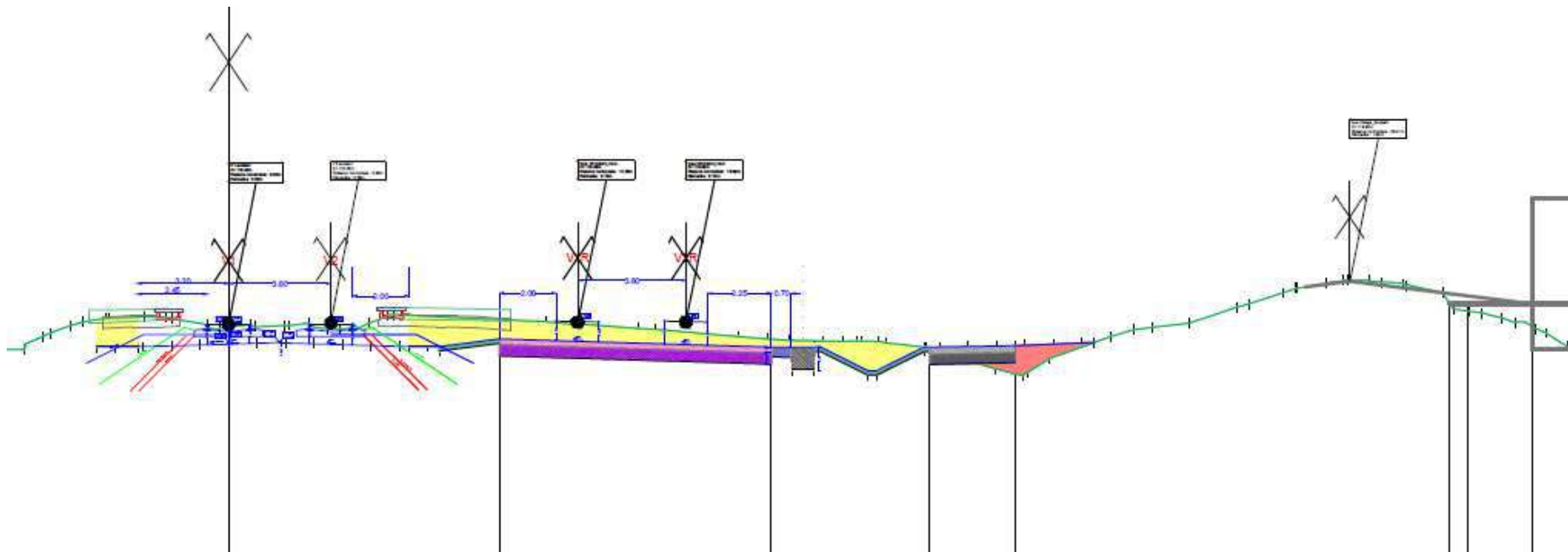
PT24 : PK 240+700



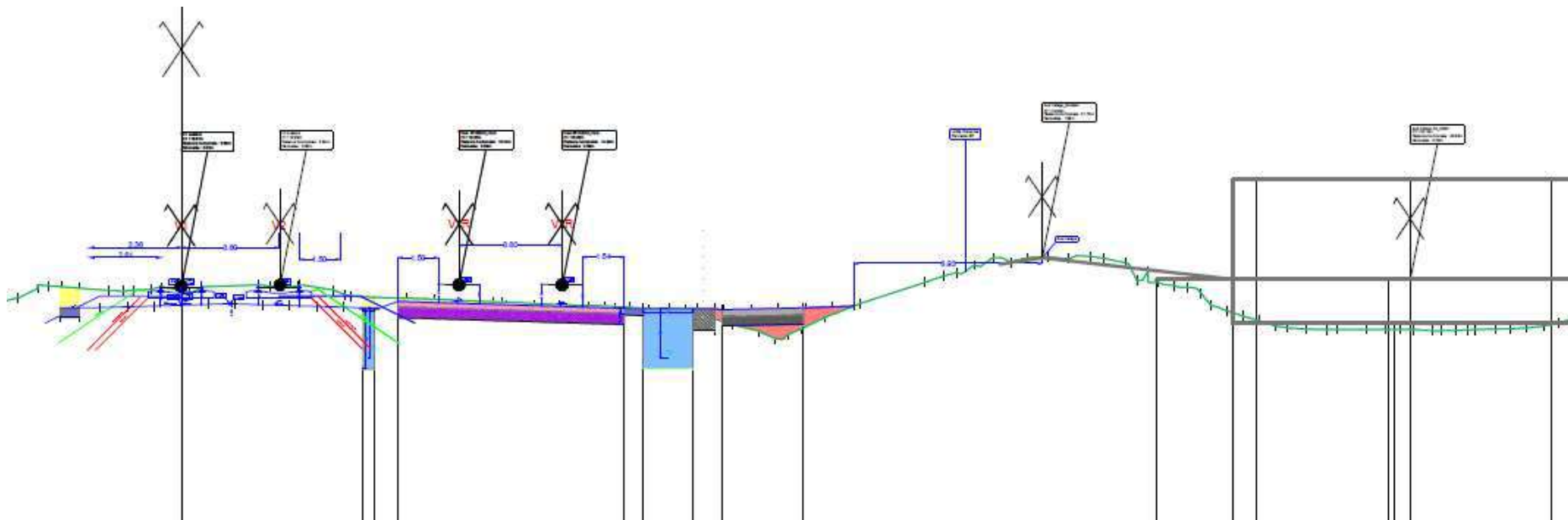
PT25 : PK 240+800



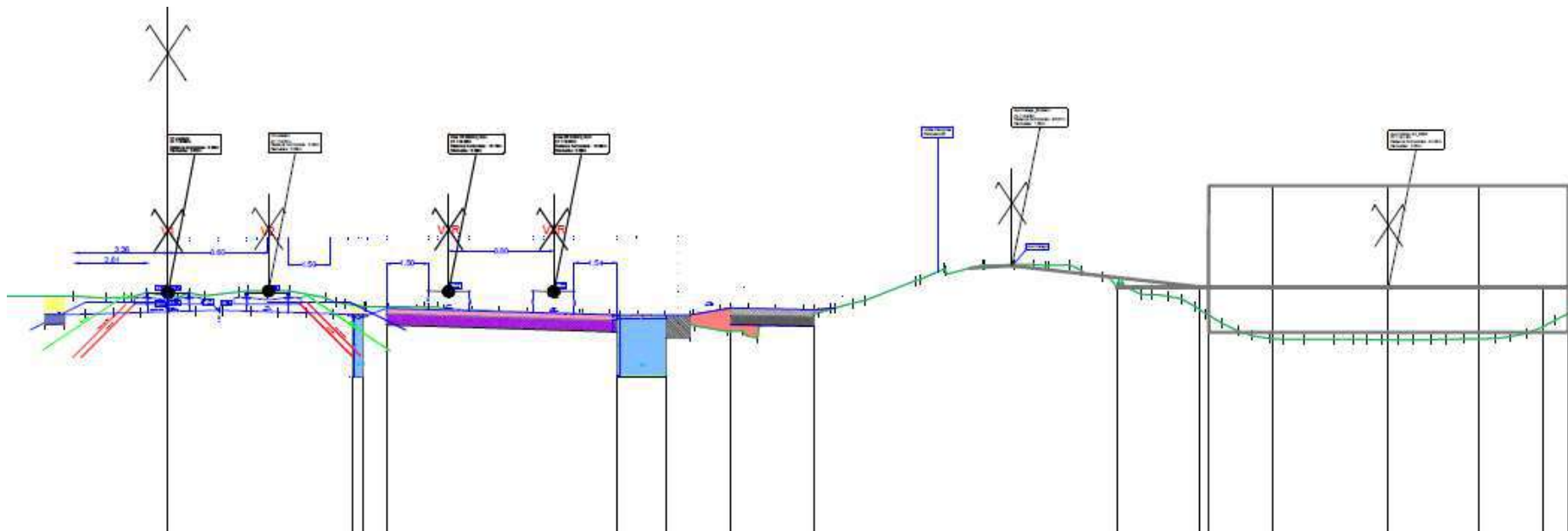
PT26 : PK 240+900



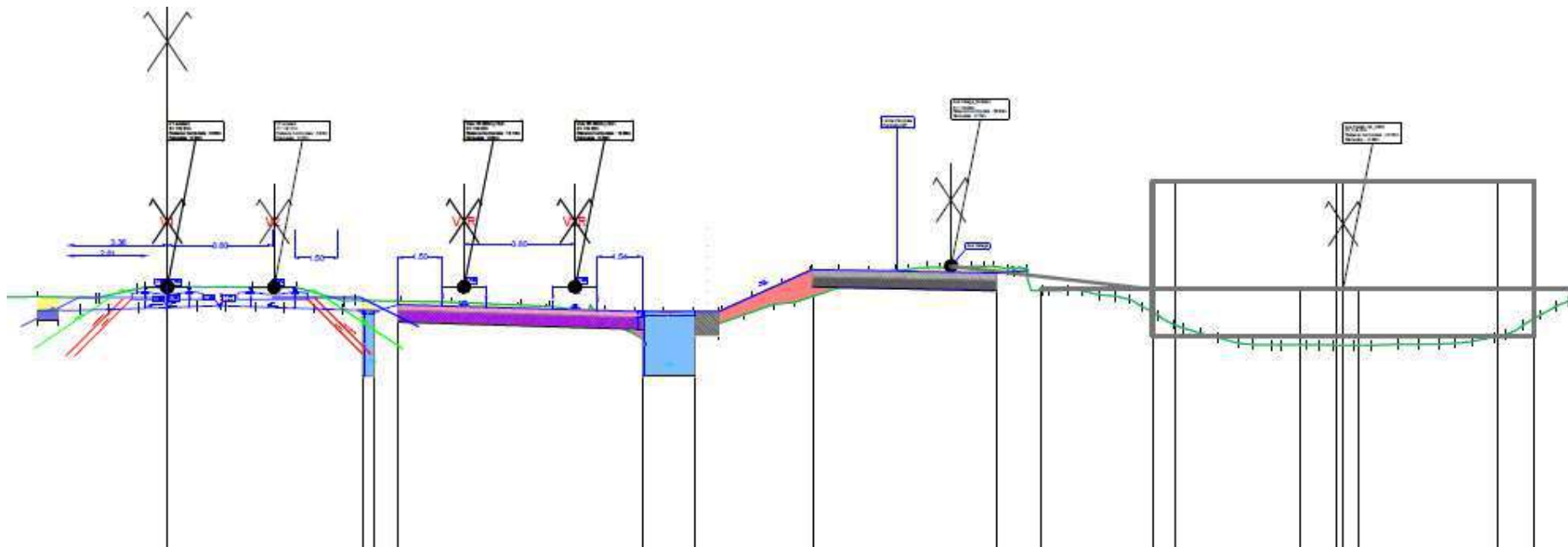
PT27 : PK 241+020



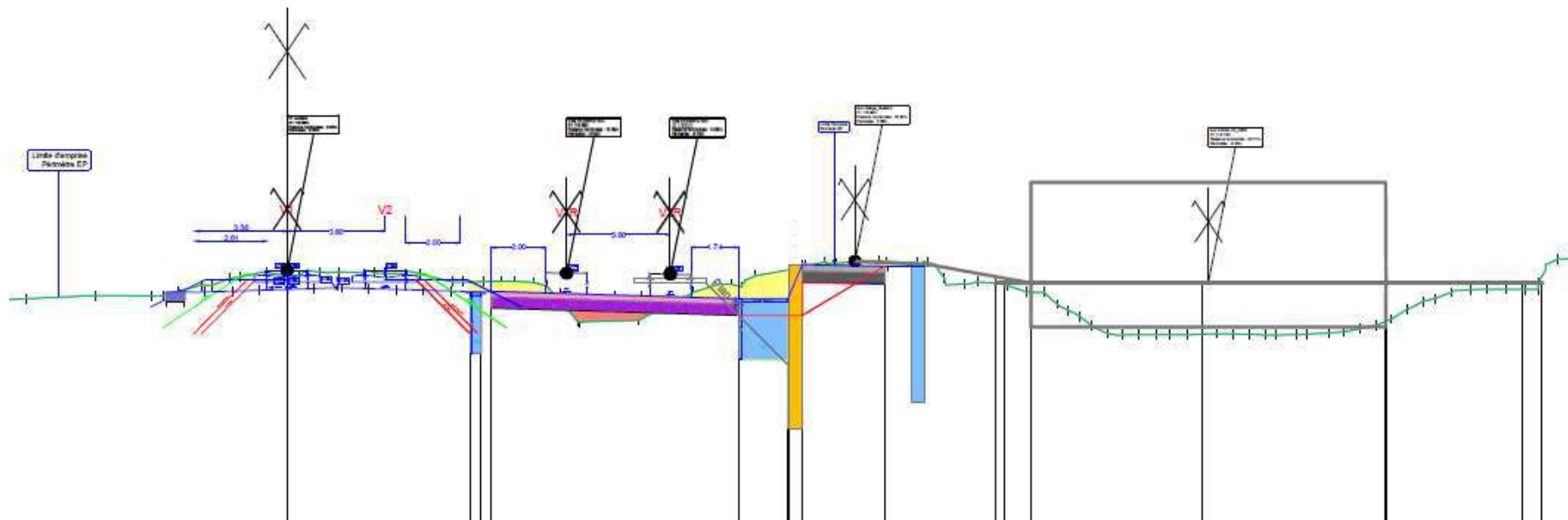
PT28 : PK 241+040



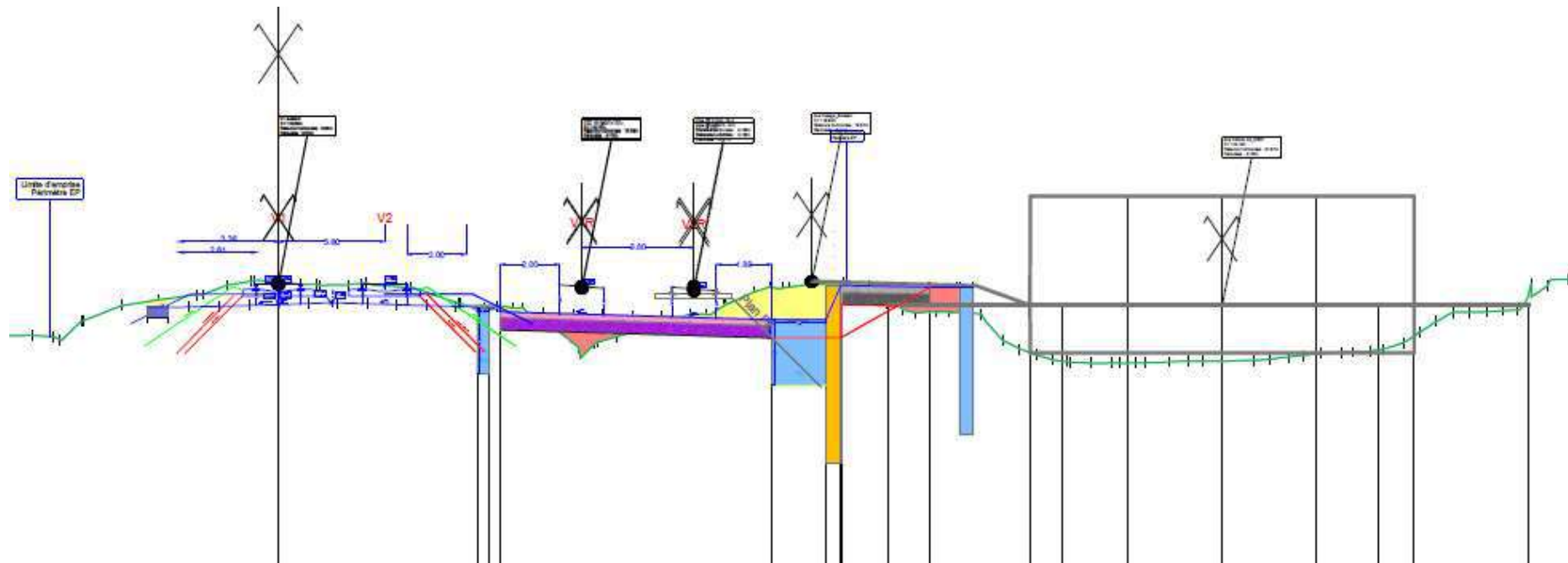
PT29 : PK 241+100



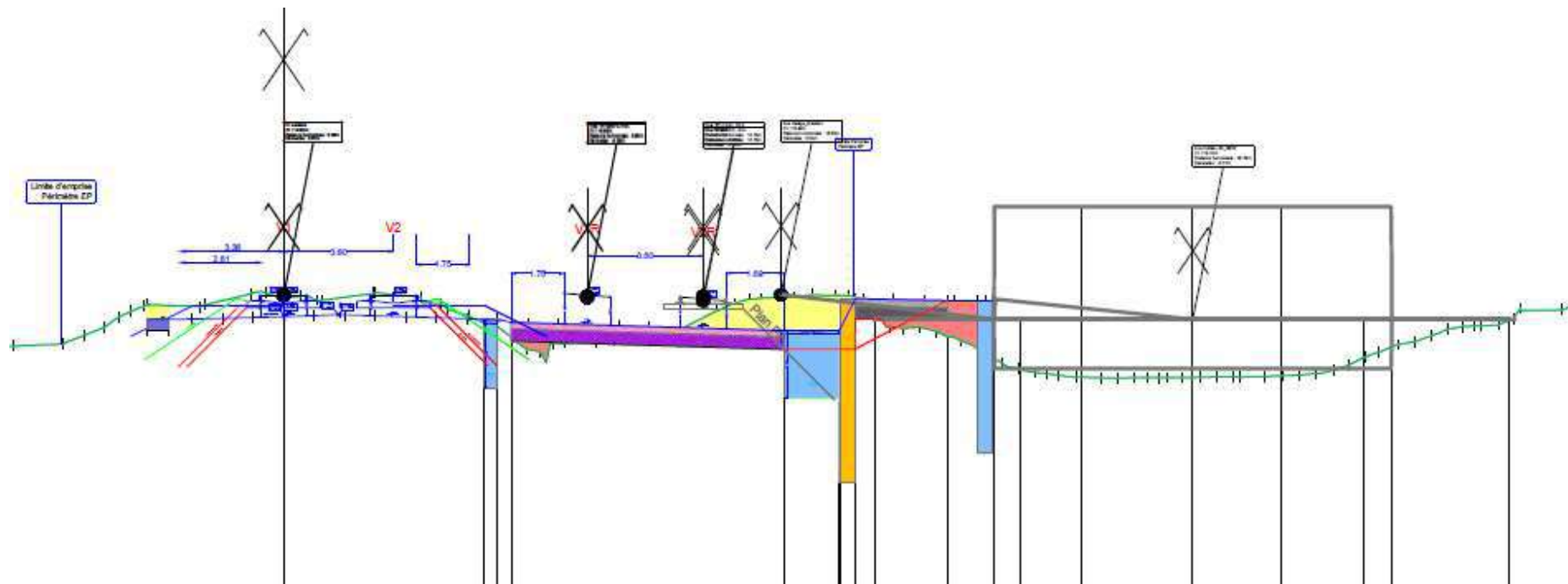
PT30 : PK 241+200



PT31 : PK 241+300



PT32 : PK 241+400

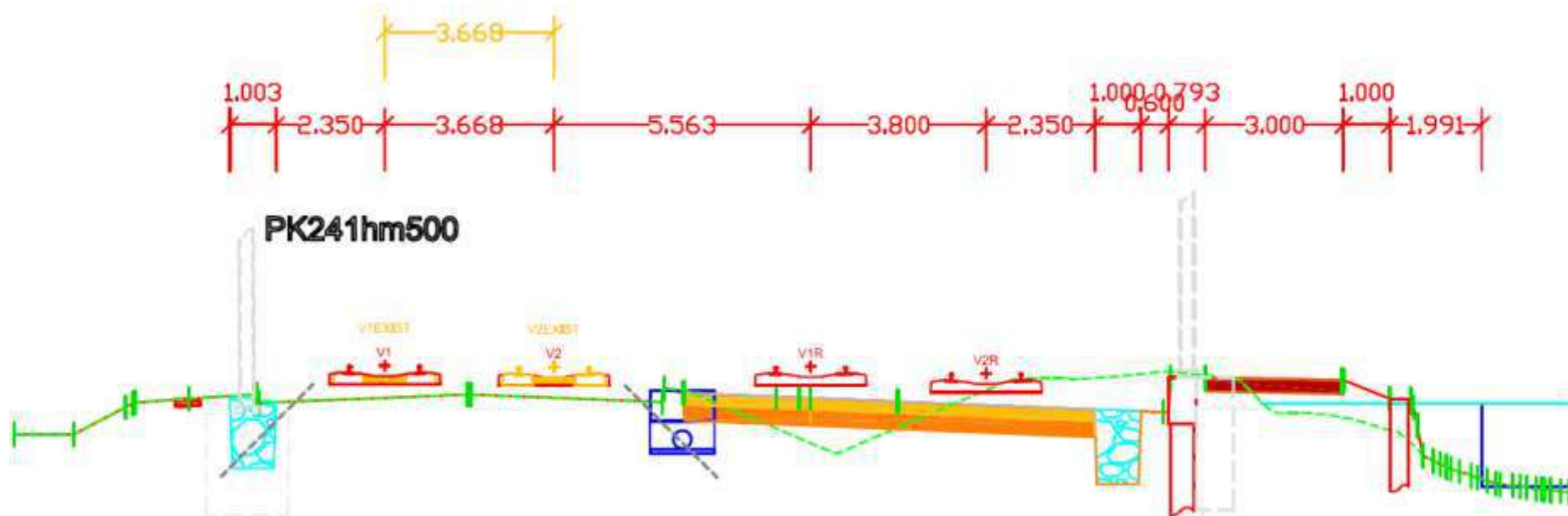


	AMENAGEMENTS FERROVIAIRES AU NORD DE TOULOUSE Note sur la stabilité de la digue du canal latéral à la Garonne	Réf. AFNT- 0003703
	DOCUMENT SNCF RESEAU	

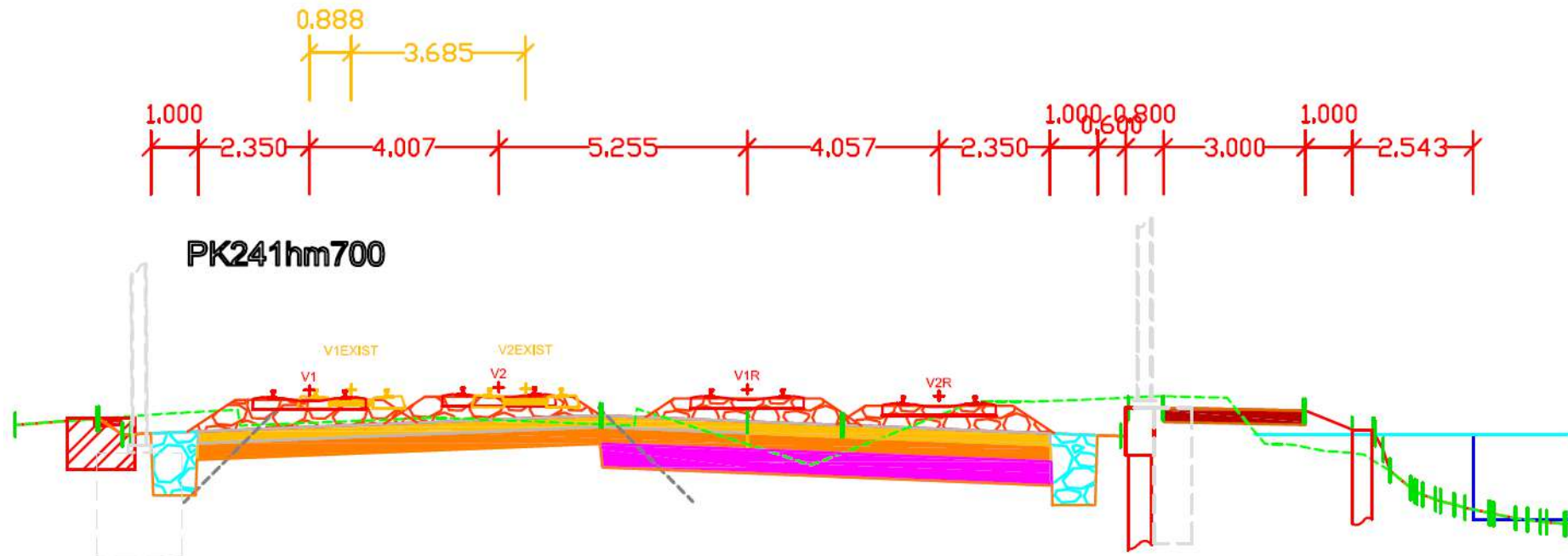
ANNEXE 5 : CARNET DE PROFILS EN TRAVERS DU BLOC GÉOGRAPHIQUE LOT B

PROFIL EN TRAVERS	PK
PT 33	241+550
PT 34	241+700
PT 35	241+850
PT 36	241+950
PT 37	242+094
PT 38	242+294
PT 39	242+494
PT 40	242+644
PT 41	242+744
PT 42	242+844
PT 43	242+889
PT 44	242+944
PT 45	243+032
PT 46	243+232
PT 47	243+432
PT 48	243+632
PT 49	243+832
PT 50	244+021
PT 51	244+171
PT 52	244+412

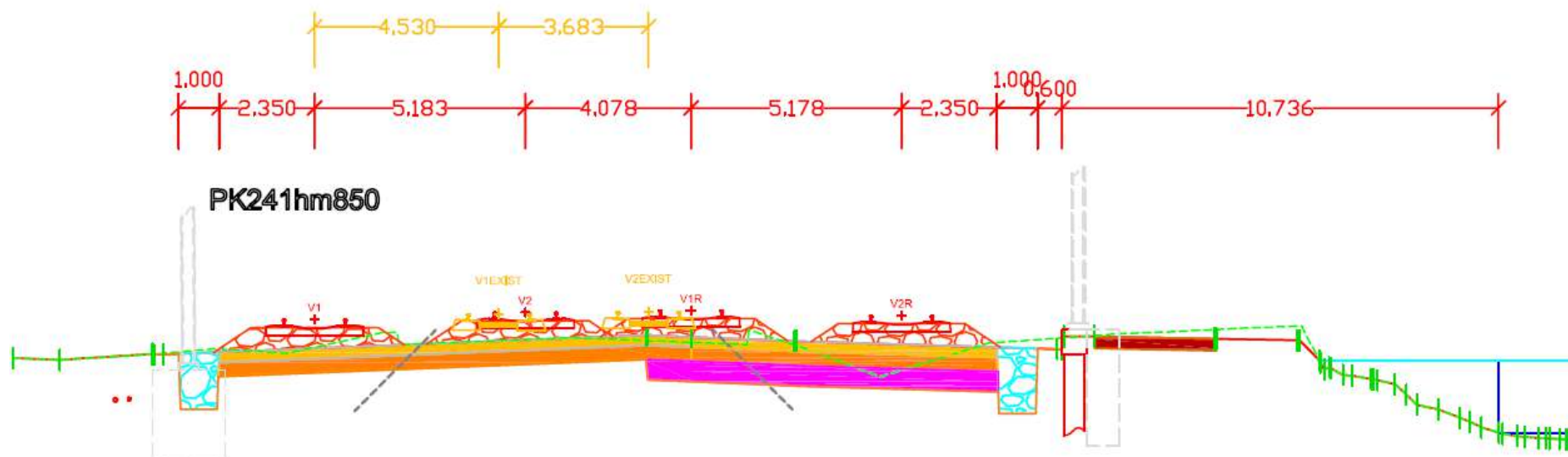
PT33 : PK 241+550



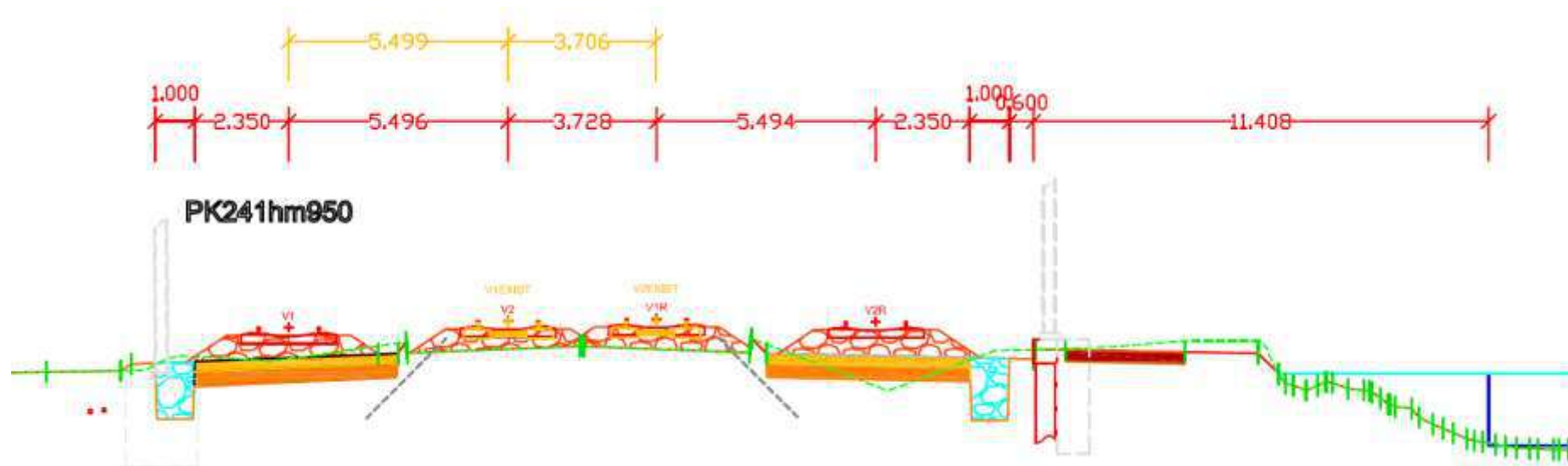
PT34 : PK 241+700



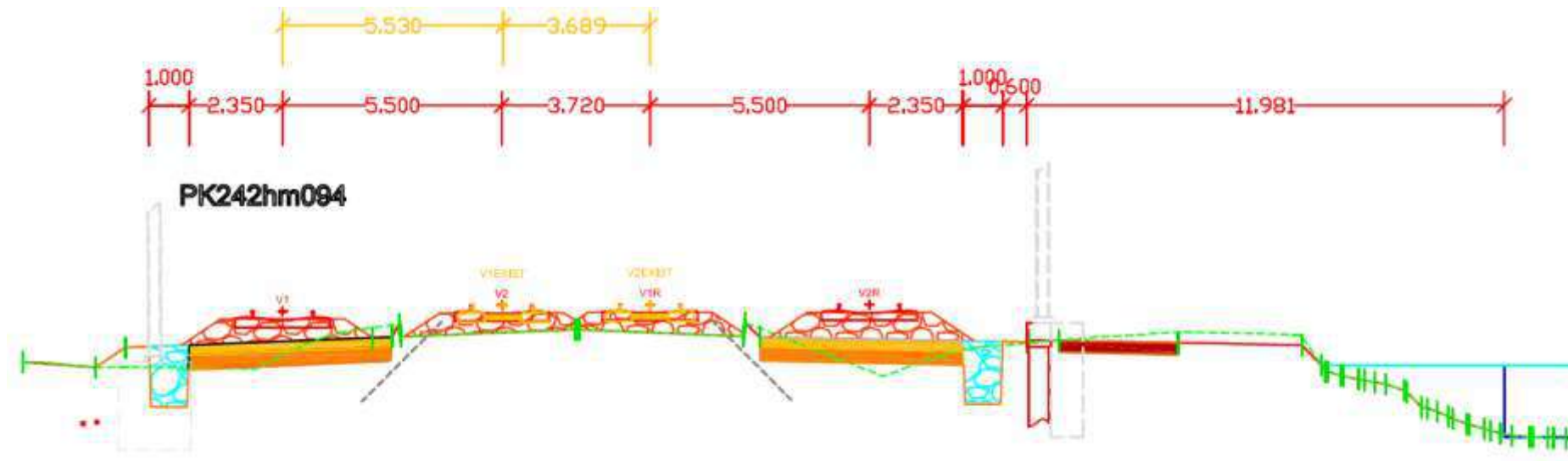
PT35 : PK 241+850



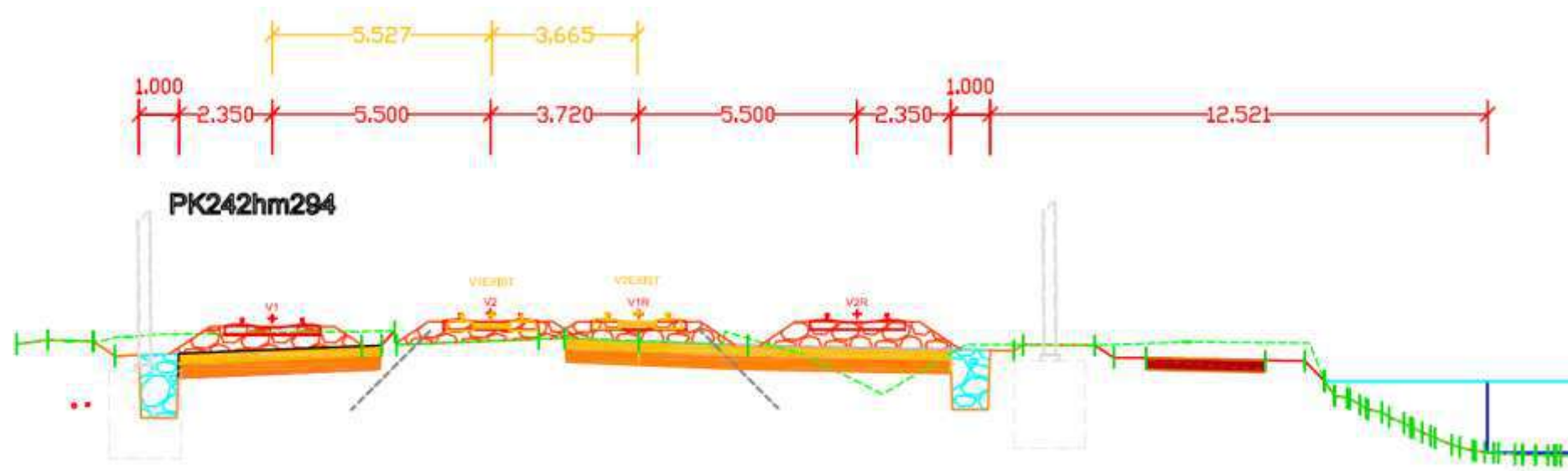
PT36 : PK 241+950



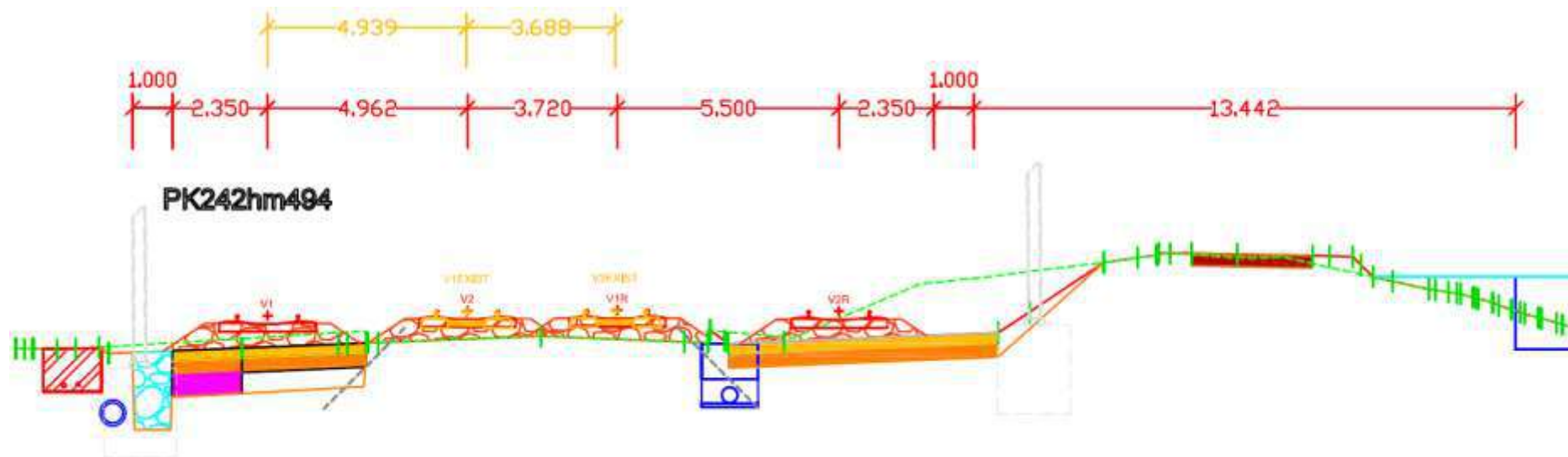
PT37 : PK 242+094



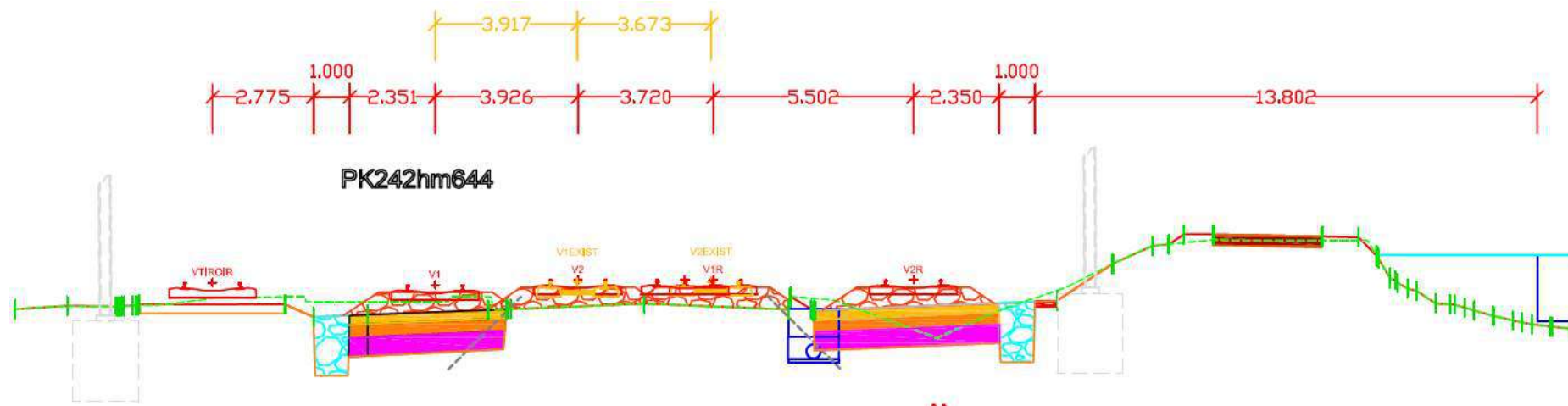
PT38 : PK 242+294



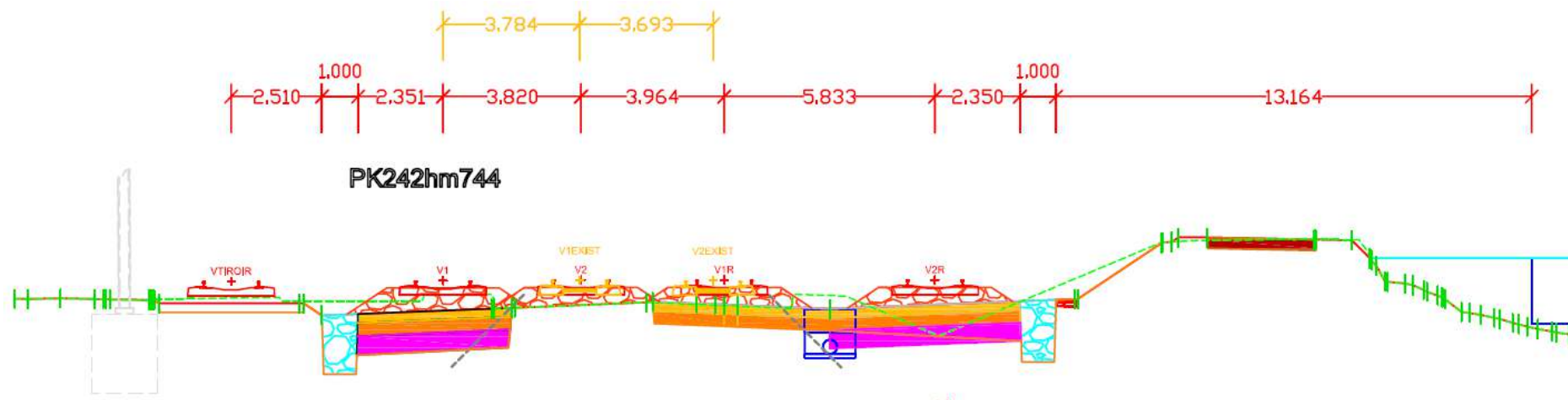
PT39 : PK 242+494



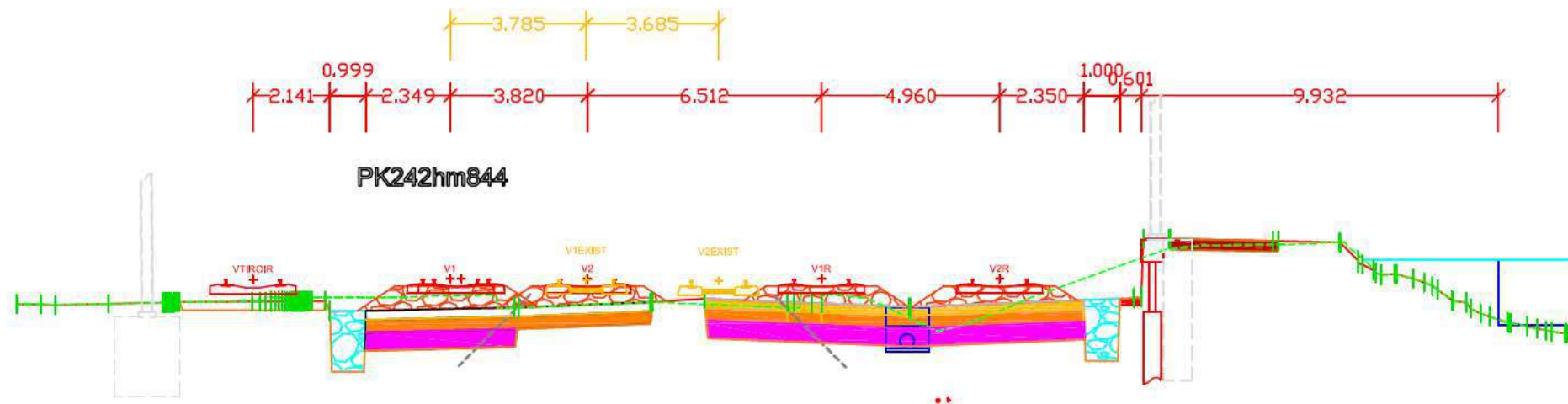
PT40 : PK 242+644



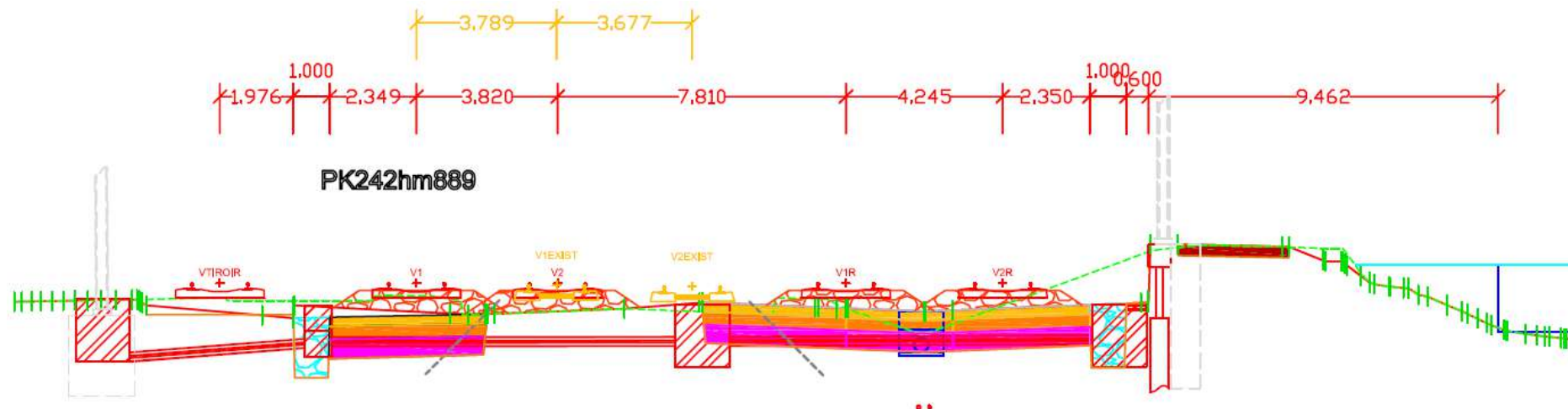
PT41 : PK 242+744



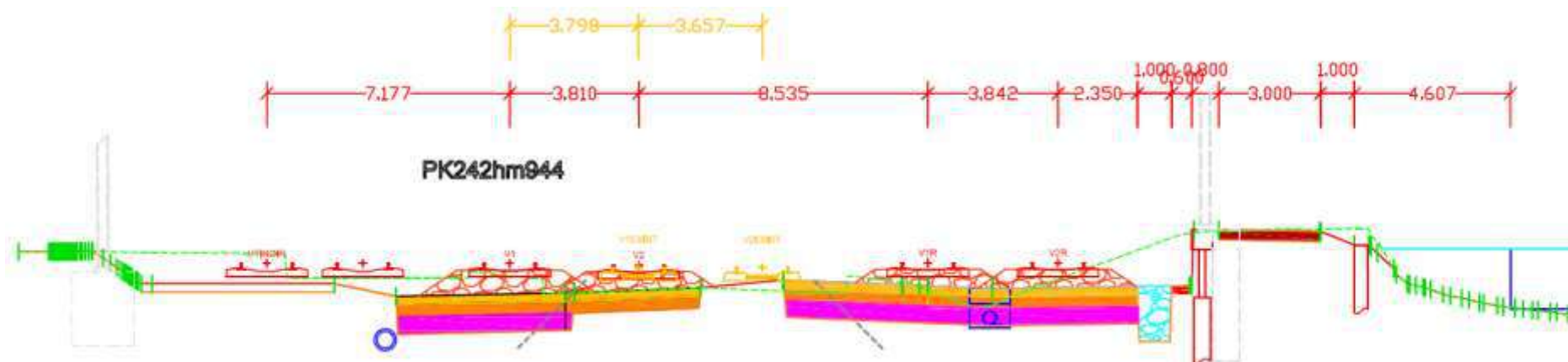
PT42 : PK 242+844



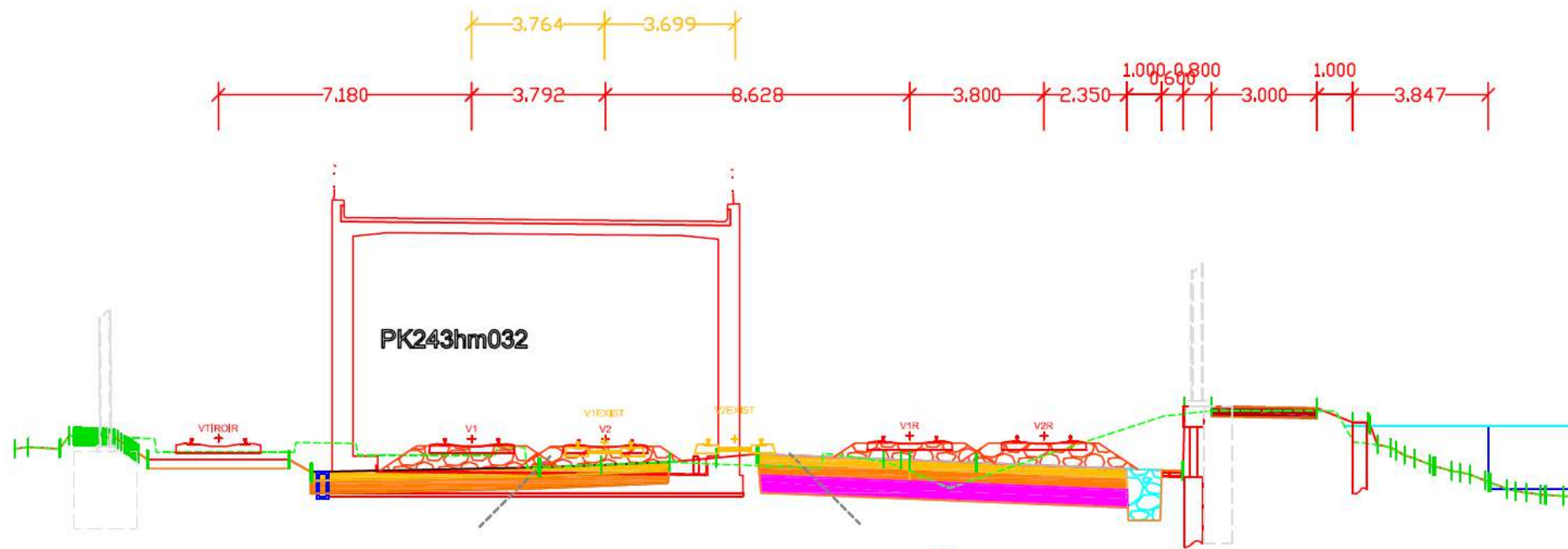
PT43 : PK 242+889



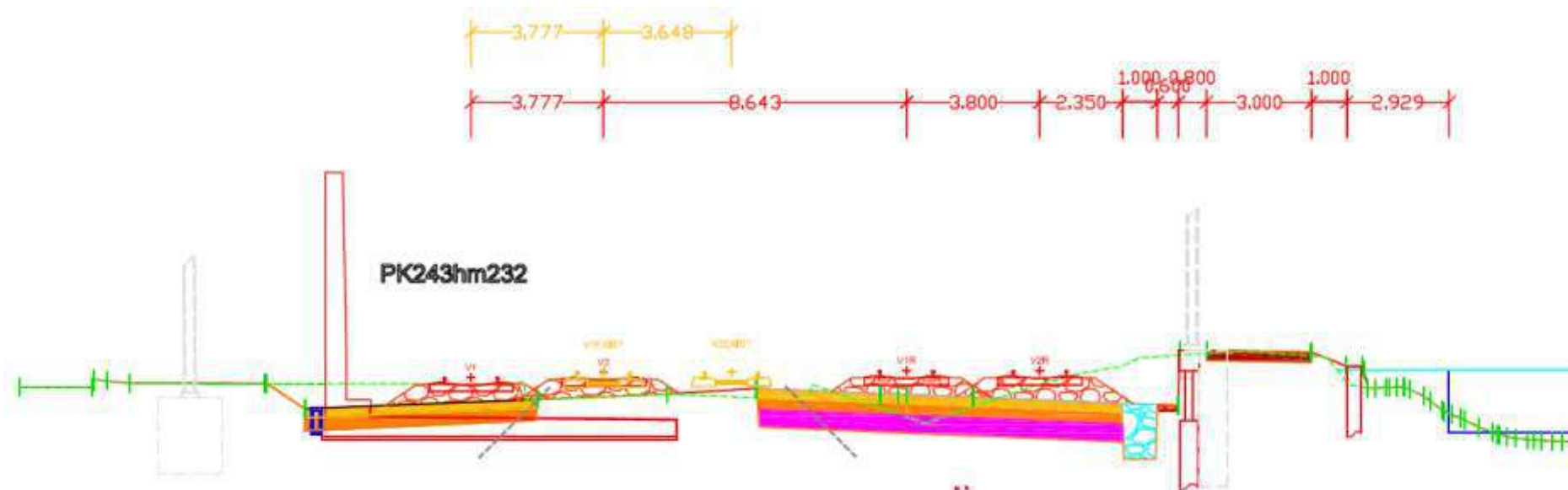
PT44 : PK 242+944



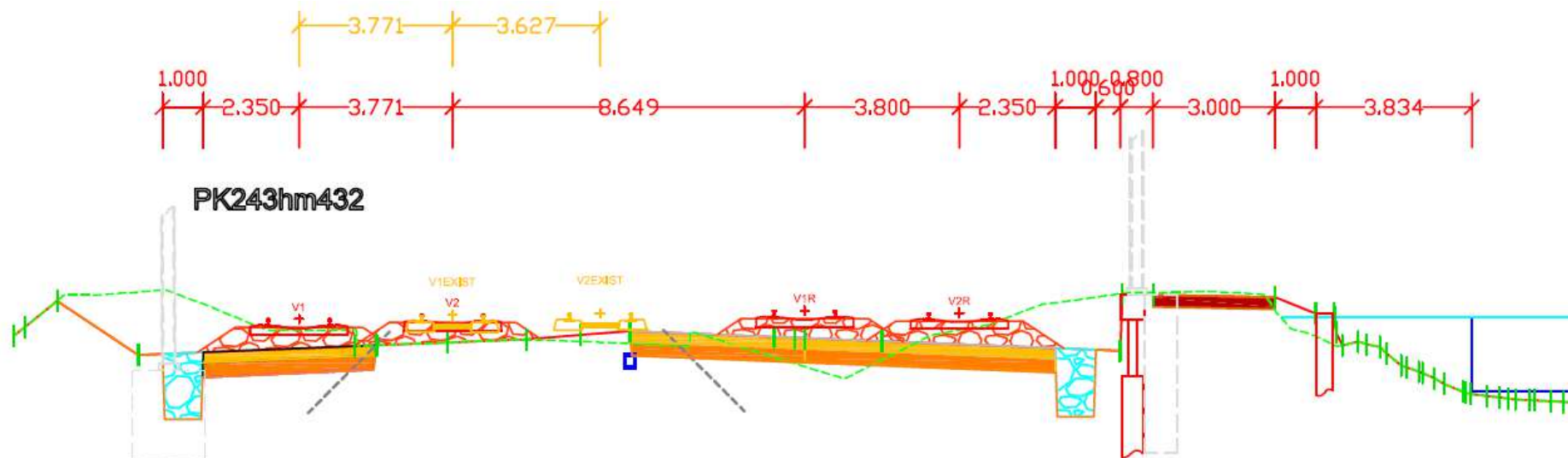
PT45 : PK 243+032



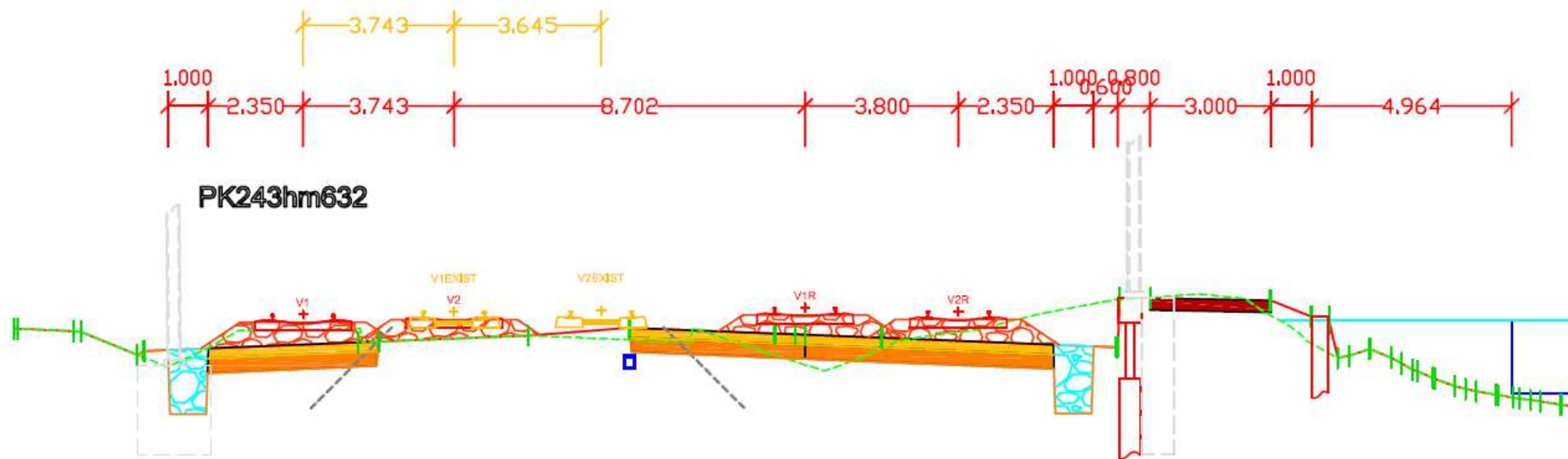
PT46 : PK 243+232



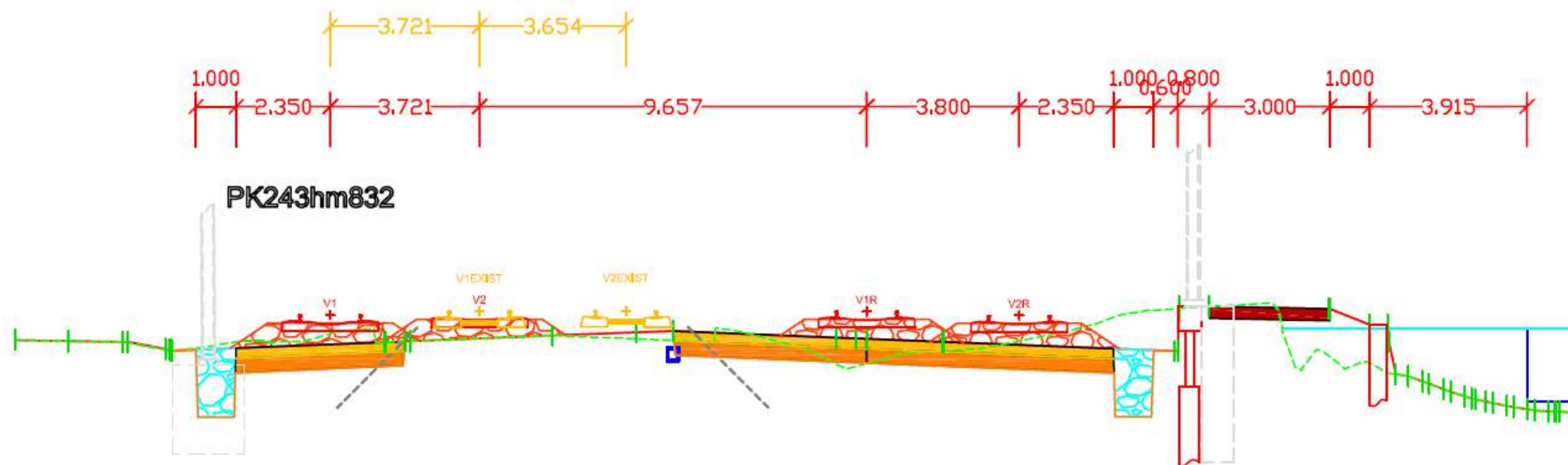
PT47 : PK 243+432



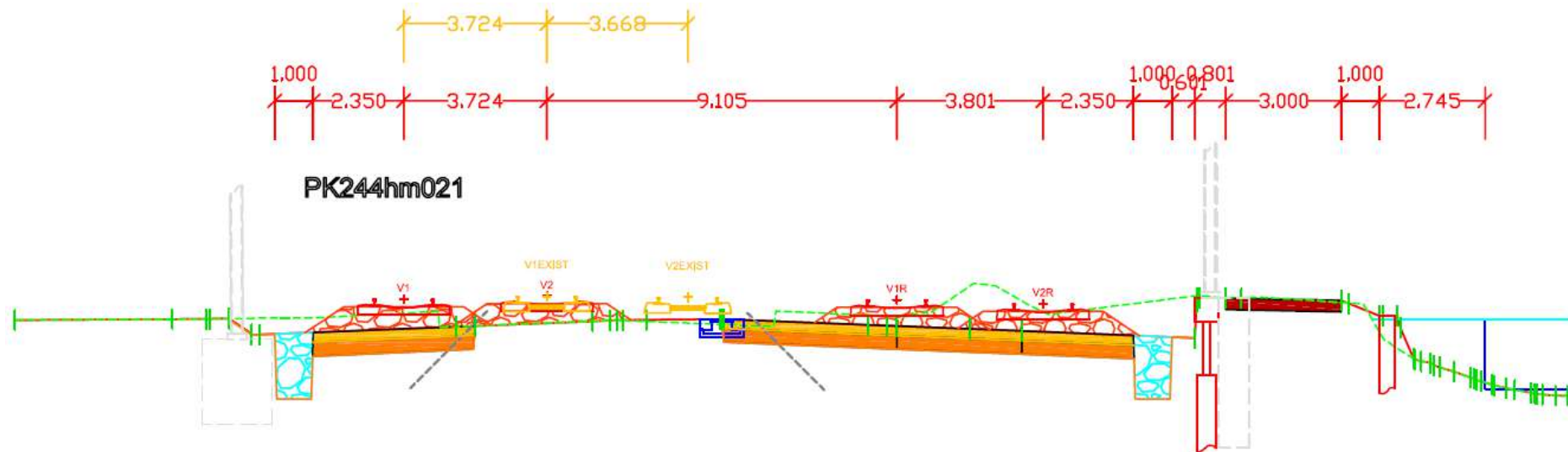
PT48 : PK 243+632



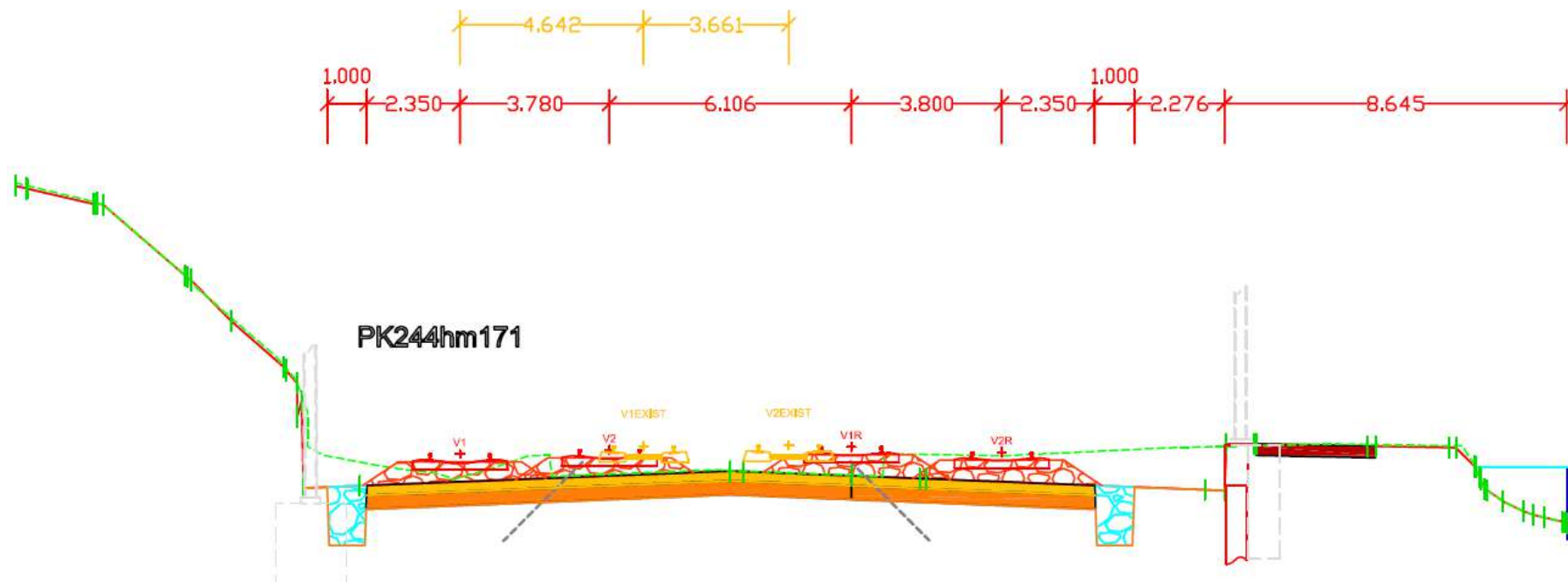
PT49 : PK 243+832



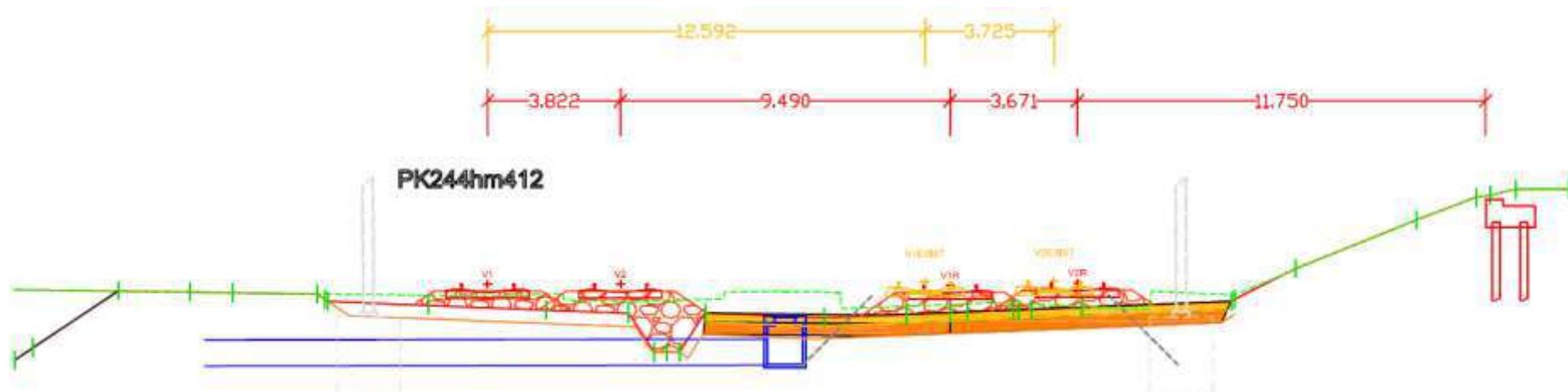
PT50 : PK 244+021



PT51 : PK 244+171



PT52 : PK 244+412

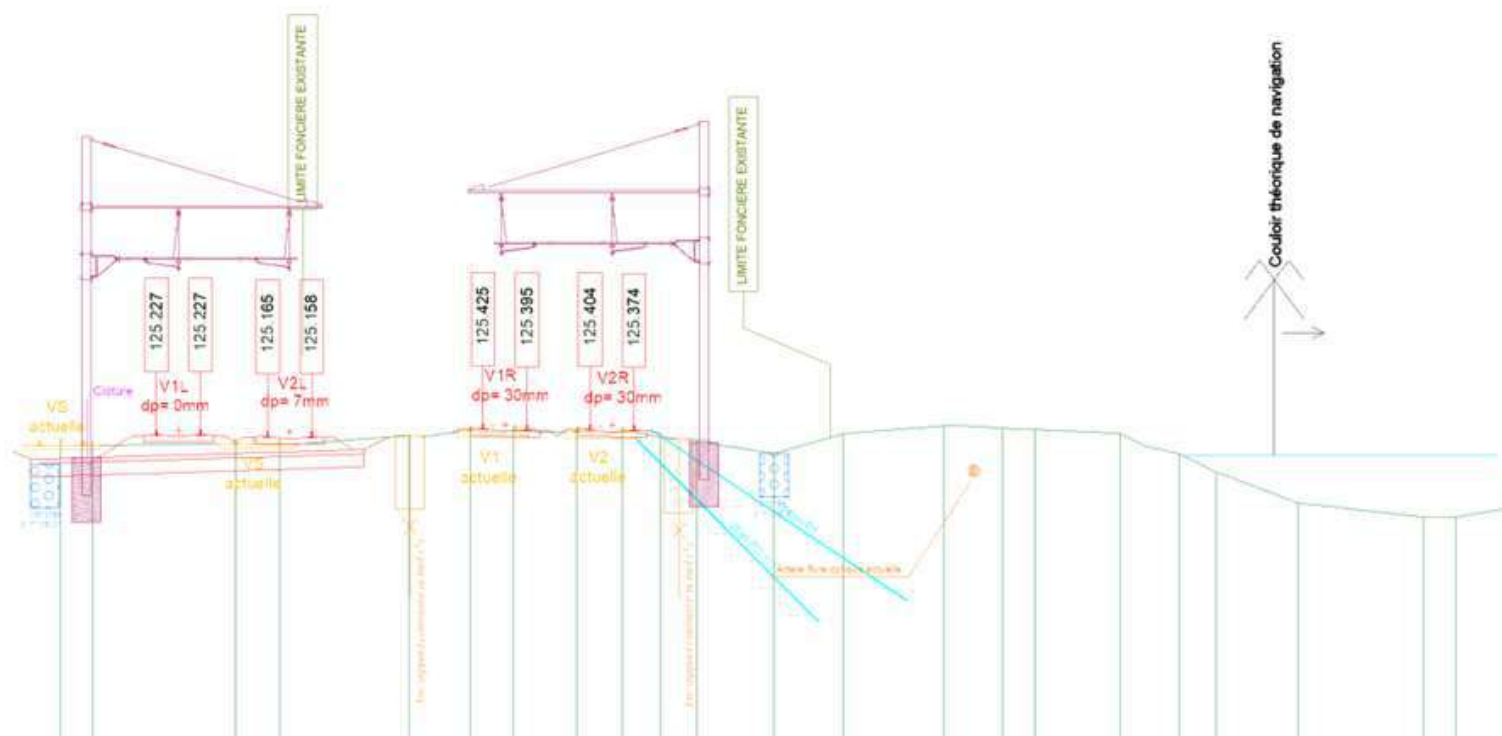


	AMENAGEMENTS FERROVIAIRES AU NORD DE TOULOUSE Note sur la stabilité de la digue du canal latéral à la Garonne	Réf. AFNT- 0003703
	DOCUMENT SNCF RESEAU	

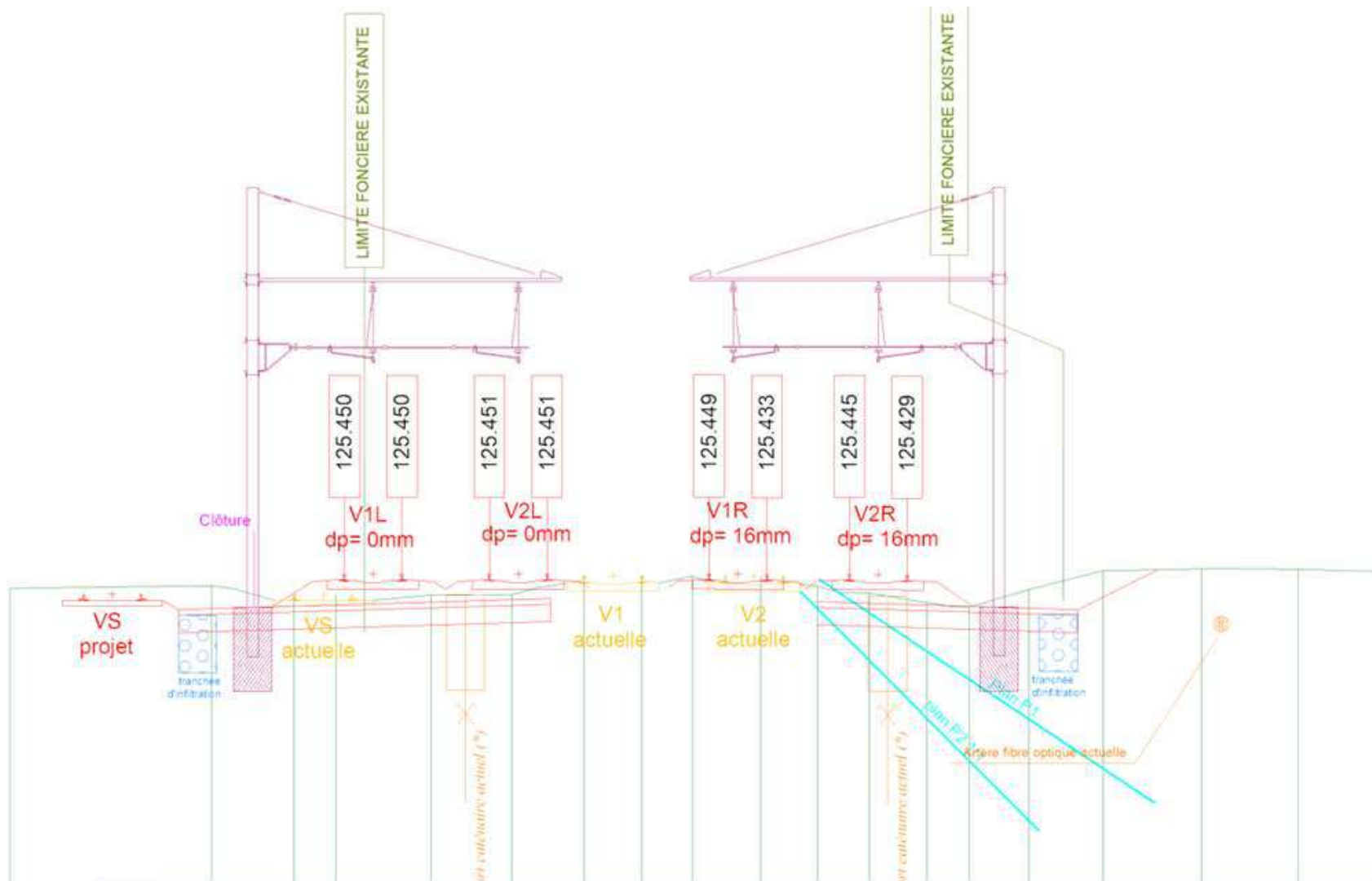
ANNEXE 6 : CARNET DE PROFILS EN TRAVERS DU BLOC GÉOGRAPHIQUE LOT C

<u>PROFIL EN TRAVERS</u>	<u>PK</u>
PT 53	246+312
PT 54	246+412
PT 55	246+610
PT 56	247+110
PT 57	248+300
PT 58	248+660
PT 59	248+960
PT 60	249+186

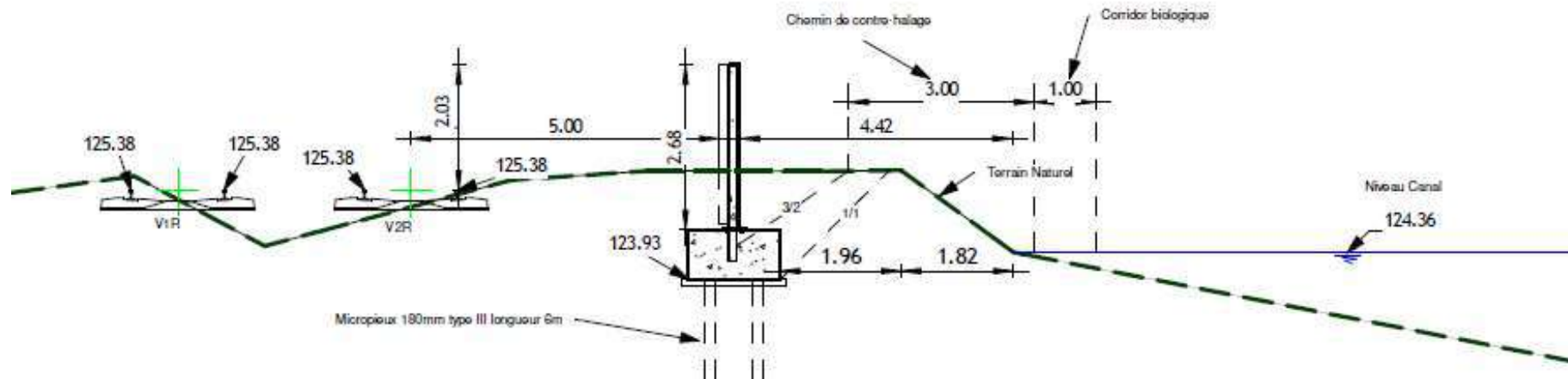
PT53 : PK 246+312



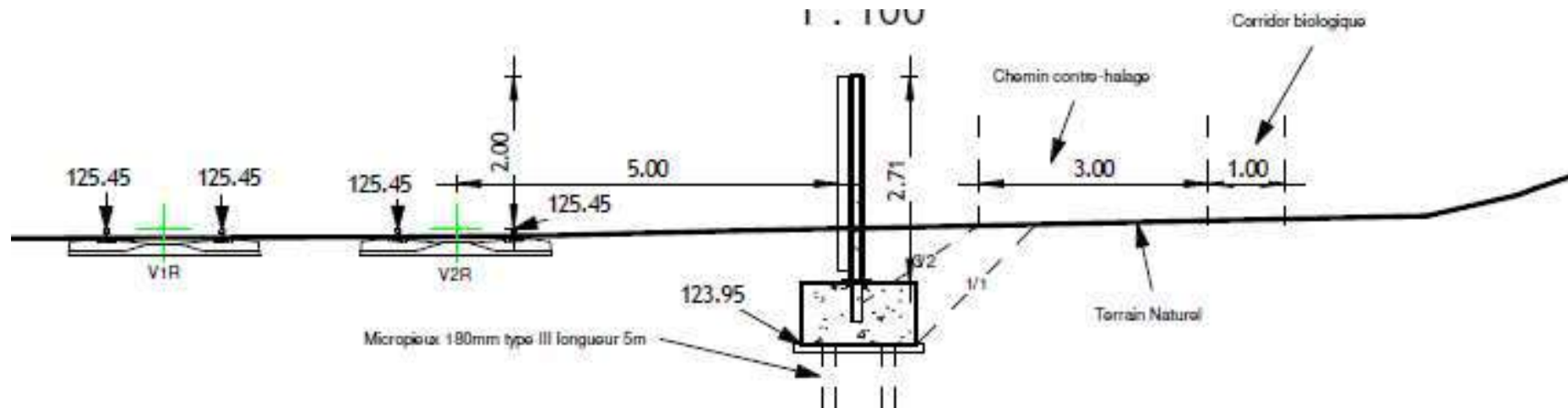
PT54 : PK 246+412



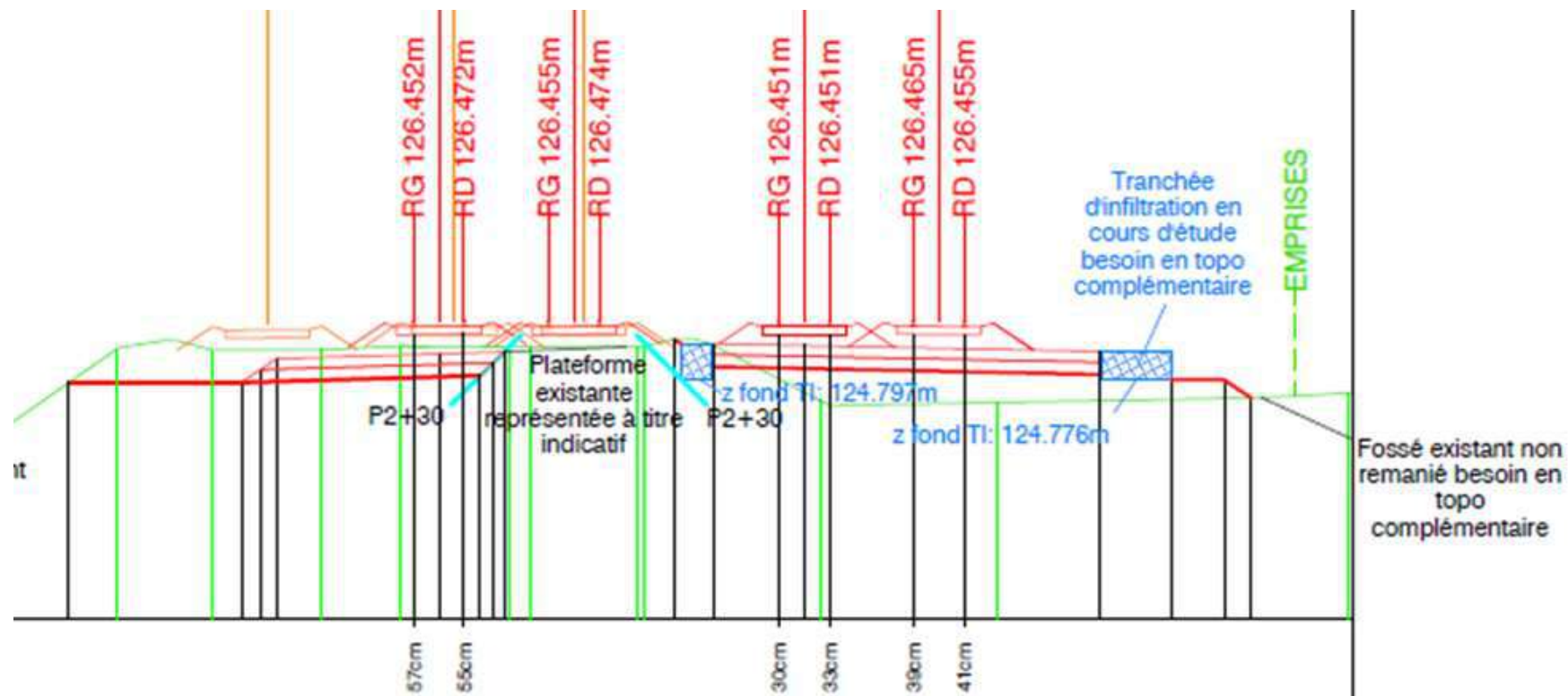
PT55 : PK 246+610



PT56 : PK 247+110



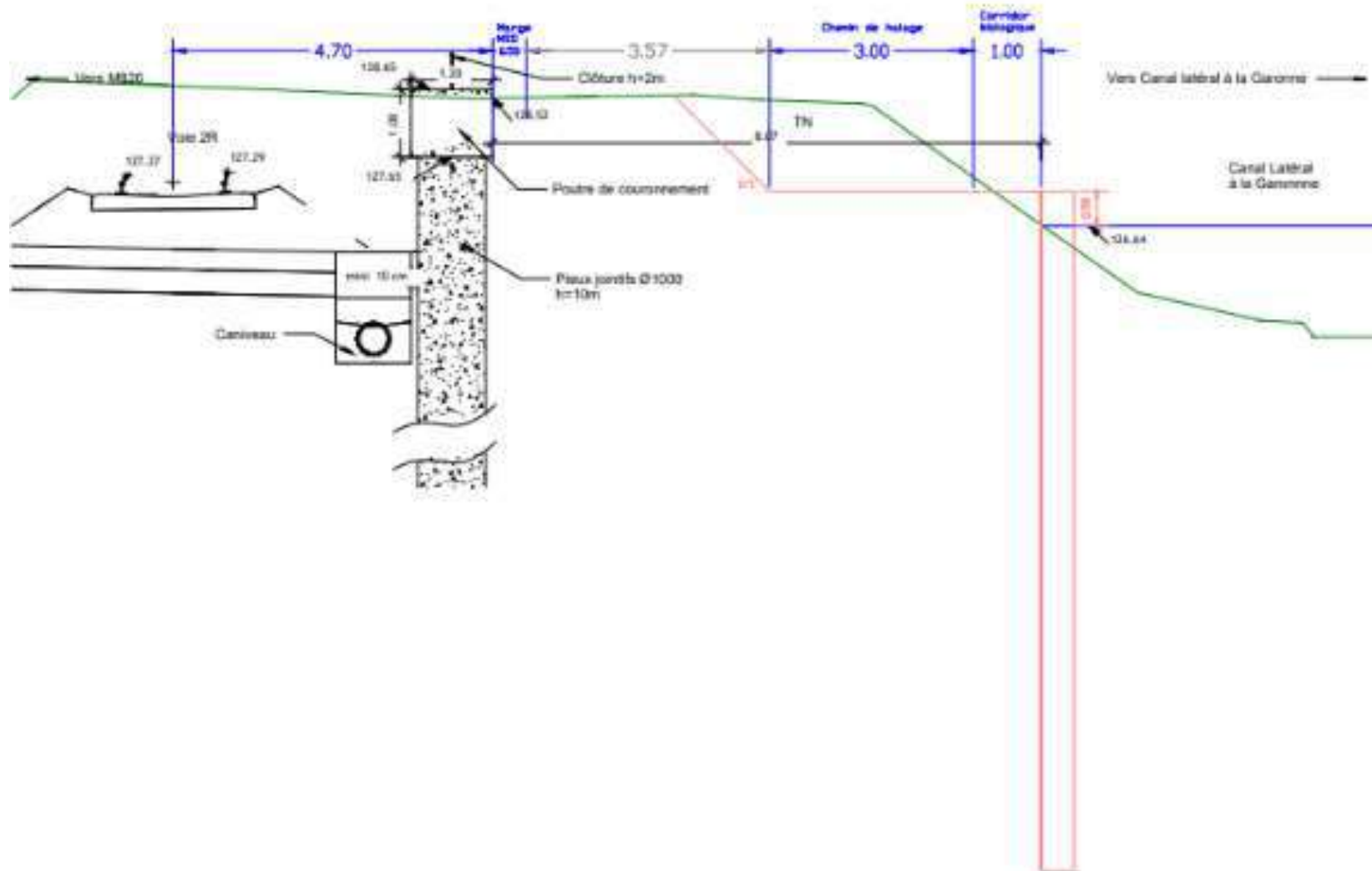
PT57 : PK 248+300



PT58 : PK 248+660



PT59 : PK 248+960



	AMENAGEMENTS FERROVIAIRES AU NORD DE TOULOUSE Note sur la stabilité de la digue du canal latéral à la Garonne	Réf. AFNT-0003703
	DOCUMENT SNCF RESEAU	

PT60 : PK 249+186

