

# Études de dangers des digues domaniales de classe B du département de la Nièvre – Val de Nevers

## S6 – Etudes géotechniques complémentaires

V1



HFG23585W

Janvier 2016

# Table des matières

|           |   |           |
|-----------|---|-----------|
| <b>1.</b> | <b>Objet de la mission .....</b>  | <b>1</b>  |
| <b>2.</b> | <b>Présentation du système d'endiguement.....</b>                                     | <b>3</b>  |
| 2.1       | Polygones des levées (crête et banquette) .....                                       | 3         |
| 2.2       | Découpage en secteurs homogènes .....   | 5         |
| 2.3       | Liste des ouvrages traversant les levées.....   | 6         |
| <b>3.</b> | <b>Bilan des données disponibles .....</b>  | <b>9</b>  |
| 3.1       | Données géotechniques .....   | 9         |
| 3.2       | Données sur les digues.....   | 10        |
| 3.3       | Accès et sécurité .....   | 11        |
| <b>4.</b> | <b>Mission géophysique .....</b>  | <b>12</b> |
| 4.1       | Préambule .....   | 12        |
| 4.2       | Contenu de la mission.....  | 13        |
| 4.3       | Résultats de la mission géophysique.....  | 13        |
| <b>5.</b> | <b>Mission géotechnique .....</b>   | <b>16</b> |
| 5.1       | Préambule .....   | 16        |
| 5.2       | Contenu de la mission.....  | 16        |
| 5.3       | Résultats de la mission géotechnique.....   | 18        |
| <b>6.</b> | <b>Annexes .....</b>  | <b>19</b> |
| 6.1       | Annexe 1 : cartes des secteurs homogènes .....  | 19        |
| 6.2       | Annexe 2 : cartes de localisation des ouvrages traversant du val de Nevers (58) ..... | 21        |
| 6.3       | Annexe 4 : cartes de situation de la mission géophysique .....                        | 23        |

## Liste des figures

|   |    |
|---|----|
| Figure 1 : Localisation des levées du val de Nevers, Sermoise et Challuy .....  | 2  |
| Figure 2 : Profil en long de la crête de digue et de la rehausse des levées de Nevers, et lignes d'eau associées à différentes périodes de retour de crues de la Loire..... | 4  |
| Figure 3 : Extrait des résultats radar entre Pm50 et 150 (Rapport Soldata 2014) .....   | 13 |
| Figure 4 : Extrait des résultats radar entre Pm450 et 550 (Rapport Soldata 2014) .....  | 13 |
| Figure 5 : Extrait des résultats radar entre Pm890 et 990 (Rapport Soldata 2014) .....  | 14 |
| Figure 6 : Extrait des résultats radar entre Pm1190 et 1290 (Rapport Soldata 2014) .....  | 14 |
| Figure 7: Carte générale des tronçons homogènes val de Nevers (58).....   | 20 |
| Figure 8 : Carte des ouvrages traversant et inclus dans le système de protection val de Nevers (58) .....   | 22 |
| Figure 9: Localisation des prospections géophysiques demandées sur les levées de Sermoise 2 <sup>ème</sup> section et de Gimouille - val de Nevers (58) .....               | 23 |

## Liste des tableaux

|   |    |
|---|----|
| Tableau 1 : Ouvrages traversants les levées de Nevers ..... | 8  |
| Tableau 2 : Interprétation des résultats radar .....        | 15 |

# 1. Objet de la mission

La présente mission est établie dans le cadre des études de dangers des digues domaniales de classe B et C de la Loire et de ses affluents, plus particulièrement des levées du val de Nevers (Nièvre). Elle concerne le bilan et l'approfondissement des connaissances géotechniques sur le système de digues.

Il s'agit, compte-tenu des données disponibles, d'établir un programme de reconnaissances géophysiques et géotechniques pour la caractérisation des digues du val de Nevers. Ces données serviront également à renseigner le modèle d'analyse de la potentialité de rupture des digues pour la détermination de l'aléa de rupture du système d'endiguement.

Les investigations seront réalisées par les sociétés SOLDATA Geophysic (sous-traitant) et Hydrogéotechnique (sous-traitant).

Les reconnaissances géotechniques et géophysiques ont pour but la caractérisation de l'état de la digue, à savoir la nature et les propriétés mécaniques ou hydrauliques de ses matériaux constitutifs, en partie courante et dans les zones particulièrement altérées. Ces données seront nécessaires pour les analyses de stabilité de l'ouvrage ainsi que l'analyse des dangers avec CARDigue notamment.

Au regard du linéaire des aménagements, le déploiement des investigations géophysiques a été privilégié. Celles-ci permettront de rendre compte des homogénéités ou inhomogénéités de terrain. Les reconnaissances géotechniques ponctuelles permettent l'interprétation de ces résultats et localement, l'examen des matériaux, le prélèvement d'échantillons de sol pour effectuer des essais en laboratoire et la réalisation d'essai in-situ permettent d'obtenir les caractéristiques hydrauliques et mécaniques des terrains en place.

Le système de protection concerné est le système de protection du val de Nevers, Sermoise et Challuy rive gauche composé de six levées dont une ramification :

- les levées de Sermoise 1<sup>ère</sup> section, du canal de la Jonction, de la Blanchisserie, du Plateau de la Bonne Dame constituent la ligne de défense principale ;
- la ramification est formée par la levée de Sermoise 2<sup>ème</sup> section et la levée de Gimouille, caractérisées d'ouvrages secondaires.

La localisation de ces levées est donnée sur la carte page suivante.

Les levées de Sermoise 1<sup>ère</sup> et 2<sup>ème</sup> section sont accessibles via la Route de Sermoise (RD13) qui est portée par ces deux digues. La levée de Gimouille est accessible via l'Avenue du Stand qui est portée par cette digue. La levée du Canal de Jonction est accessible via un chemin de halage qui longe la digue. La levée du Plateau de la Bonne Dame est accessible via un chemin qui longe cette digue. Enfin la levée de la Blanchisserie est accessible via la Rue de la Blanchisserie qui longe la digue.

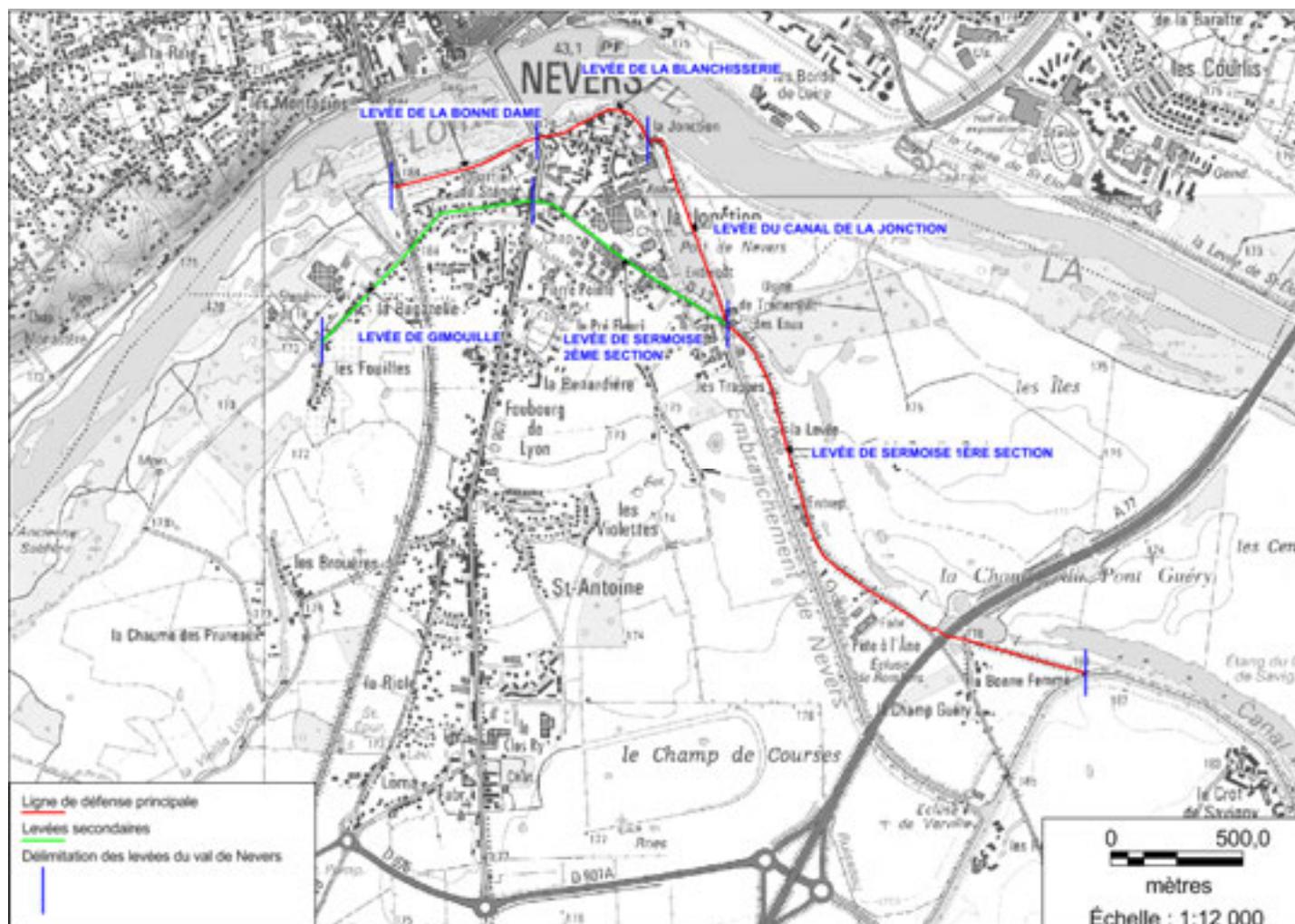


Figure 1 : Localisation des levées du val de Nevers, Sermoise et Challuy

## 2. Présentation du système d'endiguement

Afin de préparer au mieux l'établissement du programme géophysique et géotechnique, une analyse des systèmes d'endiguement a été réalisée afin d'identifier :

- les grandes caractéristiques des levées (géométrie de la levée, la présence ou non de la banquette),
- les zones de digue avec de nombreux désordres,
- les accès,
- les ouvrages traversant.

Cette analyse s'est basée sur les différents profils en travers obtenus sous les logiciels AUTOCAD et COVADIS à partir des données topographiques issues du levé LIDAR. Elle tient compte également des observations visuelles réalisées au cours des VTA (Visites Techniques Approfondies), des demandes de DT faites à partir du logiciel dict.fr. Ce site est spécialisé dans la simplification des déclarations préalables aux travaux à proximité des réseaux et de la dématérialisation des échanges avec les exploitants. Il permet une rapidité et un suivi des déclarations préalables de travaux.

### 2.1 Polygones des levées (crête et banquette)

Le traitement des données topographiques issues du levé LIDAR a permis d'établir la polygone de la crête de digue ainsi que celle des rehausses pour la ligne de défense principale du système d'endiguement de ce val.

Les banquettes et hauteur influence de banquette prises en compte sont les suivantes :

- Levée de Sermoise 1<sup>ère</sup> section : hauteur réelle moyenne de 1,7m et hauteur d'influence de 0,9m.
- Levée du canal de la Jonction : hauteur réelle moyenne de 1m et hauteur d'influence de 0,2m.
- Levée de la Blanchisserie : hauteur réelle de 0,15 à 0,5m et hauteur d'influence de 0,15m.
- Levée du plateau de la Bonne Dame : pas de banquette.

Les données issues du LiDAR ont été corrigées à partir des données transmises par la DDT 58.

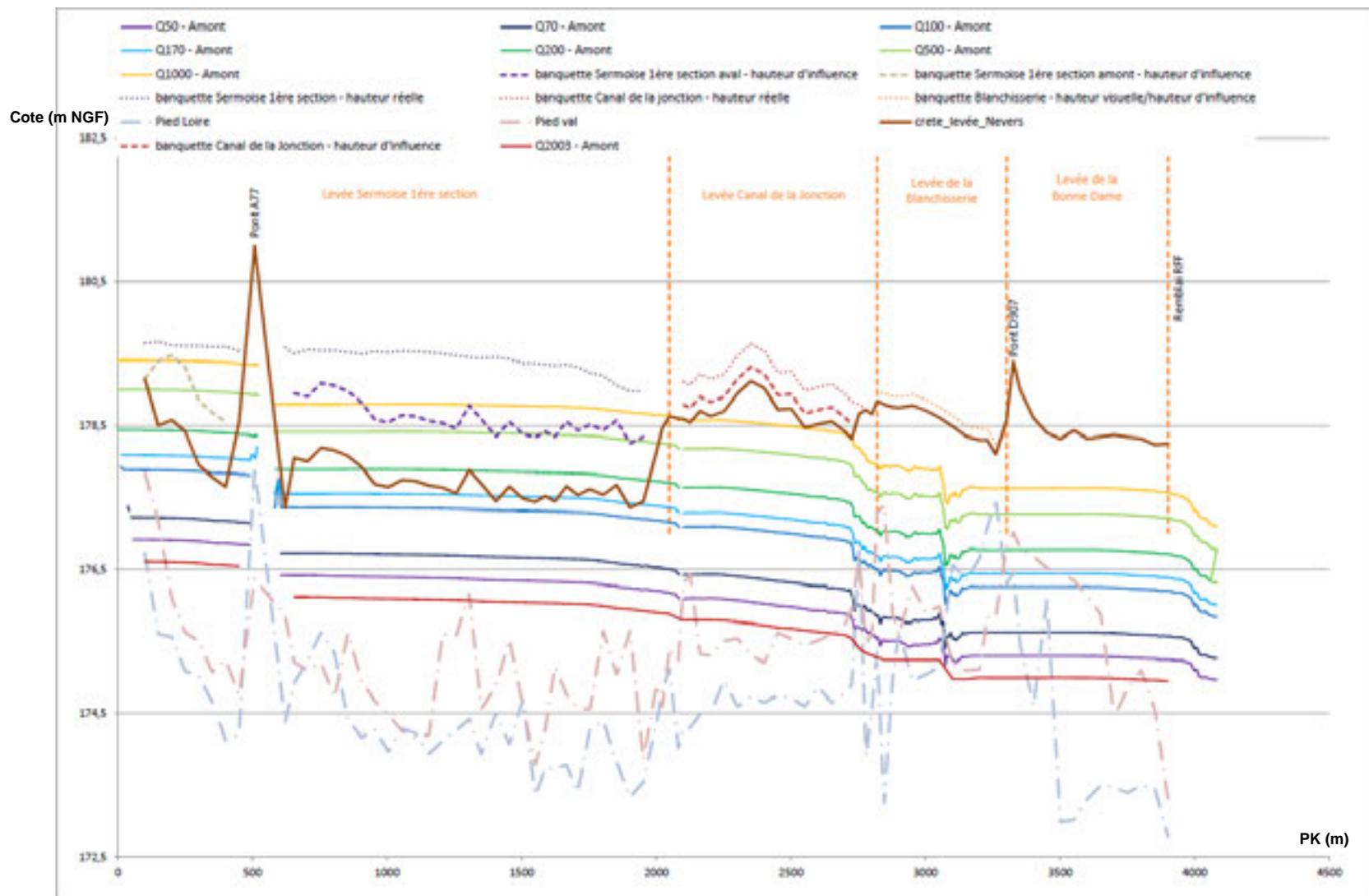


Figure 2 : Profil en long de la crête de digue et de la rehausse des levées de Nevers, et lignes d'eau associées à différentes périodes de retour de crues de la Loire

## 2.2 Découpage en secteurs homogènes

La ligne de défense principale du système d'endiguement du val de Nevers a été divisée en 4 secteurs correspondant quasiment aux 4 levées composant cette ligne. Un cinquième secteur est défini pour les levées de Sermoise 2<sup>ème</sup> section et Gimouille (ouvrages secondaires).

Les cartes des secteurs sont données en annexe 1.

Les secteurs homogènes sont les suivants :

- Secteur 1 : profils 1 à 43 (2070m)

Ce secteur correspond à la levée de Sermoise 1<sup>ère</sup> section. Cette levée est hors contact avec le lit vif de la Loire et comporte un franc bord important qui diminue vers l'aval (de plus de 1.5 km à 500 m).

La levée est globalement bien définie (20-25 m de largeur de base environ) excepté sur certains profils (profils 28 à 36 notamment) où un remblai important côté val masque la levée. La crête de levée fait une dizaine de mètres de large. La levée présente une banquette faisant jusqu'à 2 m de haut. Le talus côté Loire fait de 3 à 6 m de haut et celui côté val fait de 2 à 4 m de haut.

Une canalisation est recensée au droit des profils 42-43 (canalisation de la station de traitement d'eau potable).

**Le premier secteur présente une levée plutôt bien définie, avec forte banquette et dont la crête supporte la Route de Sermoise (RD13), à l'exception des profils 1 à 10.**

- Secteur 2 : profils 44 à 61 (775m)

Ce secteur correspond à la levée du Canal de Jonction. Cette levée n'est pas en contact avec le lit vif de la Loire (présence d'un franc bord diminuant vers l'aval) excepté sur les profils 59 à 61. Le talus côté val fait environ 2 m de haut. La levée présente une banquette mesurant de quelques centimètres à 80 cm de haut vers l'aval.

Il y a un chemin de halage qui longe la digue entre le canal et la crête de la levée.

Sur ce secteur, on peut relever la présence d'une bouchure sur la banquette au niveau du profil 57.

**Le deuxième secteur présente une levée possédant une banquette, plus haute vers l'aval. La digue est bien marquée dans ce secteur avec des talus assez raides (environ 2H/1V).**

- Secteur 3 : profils 62 à 76 (550m)

Ce secteur correspond à la levée de la Blanchisserie. La levée est en contact avec le lit vif de la Loire sur les profils 62 à 68. Ensuite un franc bord commence à se dessiner en allant vers l'aval.

La levée a une largeur de base qui fait moins d'une vingtaine de mètres. A partir du profil 70 le talus côté val devient plus prononcé que le talus côté Loire.

Trois canalisations sont recensées au droit des profils 62 (canalisations reliées aux vannes de sortie au niveau du port de la Jonction), 63 (canalisation haute juste en aval du mur du port de la Jonction) et 70 (canalisation d'assainissement).

**Le troisième secteur présente une levée possédant une banquette de faible hauteur (quelques centimètres à une vingtaine de centimètres). La levée est assez bien définie avec des talus assez raides (moins de 2H/1V). A noter que le talus côté val devient plus important à partir du profil 70 que le talus côté Loire (remblai au niveau du camping).**

- Secteur 4 : profils 77 à 89 (600m)

Ce secteur correspond à la levée du Plateau de la Bonne Dame. La levée est en contact avec la Loire via un franc bord qui indique un début de fermeture (dépôt sableux).

La levée est bien marquée avec une largeur de base de 20 m en moyenne. La crête fait 3 à 4 m de large en moyenne. Le talus côté val devient de plus en plus important vers l'aval à cause d'une diminution de la cote du terrain naturel. Le talus côté Loire fait 4 à 5 m de haut.

Une canalisation est recensée au droit du profil 82 (Canalisation grand diamètre en métal).

**Pour ce quatrième secteur, la levée est bien marquée et ne possède pas de banquette. La hauteur du talus côté val augmente lorsqu'on se déplace vers l'aval.**

- Secteur 5 : profils 90 à 131 (1820m)

Ce secteur correspond aux levées de Sermoise 2<sup>ème</sup> section et Gimouille. Les levées ne présentent pas de banquette. Ces levées sont fortement remblayées et sont incluses dans un secteur fortement urbanisé.

Lorsqu'elles sont bien marquées, les levées font une quinzaine de mètres de large en moyenne. Les talus côté Loire et val ne sont pas très importants.

Dans ce secteur, plusieurs conduites et canalisations sont répertoriées.

**Les levées sont difficilement identifiables car elles se situent en zone fortement urbanisée et sont fortement remblayées.**

## 2.3 Liste des ouvrages traversant les levées

Les ouvrages « traversant », et notamment les canalisations, sont des points particuliers à prendre en compte dans l'étude des levées. La présence de ces ouvrages peut être à l'origine d'érosion interne. En effet, les réseaux traversant créent une discontinuité avec les matériaux du corps de digue et permettent l'apparition de chemins d'écoulement internes préférentiels. Sur les levées de la Loire, il a été remarqué que la formation des brèches lors de crues pouvait être liée à la présence de canalisations.

La localisation des ouvrages est aussi importante à connaître avant toute investigation géophysique et/ou géotechnique.

La liste des ouvrages traversant le corps de digue fait l'objet de l'étude spécifique S5.

Il existe deux types d'ouvrages traversant, ceux qui traversent complètement la digue (au niveau des talus ou sous le corps de la digue) et ceux qui sont présents ponctuellement (dans le sens de la longueur ou de la largeur).

Pour le système de protection du val de Nevers, le recensement des ouvrages inclus (canalisations, vannes...) se base sur les VTA et les demandes de DT effectuées sur le site dict.fr, recueillies auprès des gestionnaires tels que ERDF, GRDF, la ville de Nevers, Veolia...

Au total, 77 demandes de DT ont été formulées par Egis Eau et 51 ont fait l'objet d'un retour et ont été exploitées. Certains concessionnaires contactés n'avaient pas d'ouvrages dans la levée.

La liste des ouvrages, présentée dans le tableau ci-dessous, n'est pas exhaustive. En effet, certains ouvrages ne sont pas repérables sur le terrain (ouvrages enterrés, ouvrages sous de la végétation).

Une carte de localisation des ouvrages est donnée en annexe 2.

| Noms                              | Localisation  | Ville  | Val/Loire       | X (m)       | Y (m)       | Z (mNGF) | Caractéristiques  |
|-----------------------------------|---|--------|-----------------|-------------|-------------|----------|---|
| <b>CONDUITE<br/>Profil 82</b>     | Levée du Plateau de la Bonne Dame   | Nevers | Loire           | 1711933.124 | 7975487.819 | 177.82   | Canalisation grand diamètre en métal                                  |
| <b>CONDUITE<br/>Profil 123</b>    | Remblai RFF   | Nevers | Val             | 1711685.351 | 7975176.635 | 179.25   | Regard (radier cana non visible)                                      |
| <b>CONDUITE<br/>Profil 119</b>    | Carrefour rue du stand/ Plateau de la Bonne Dame  | Nevers | Loire           | 1711802.885 | 7975315.2   | 174.96   | Canalisation bétonnée cachée par la végétation                        |
| <b>CONDUITE<br/>Profil 112</b>    | Rue du stand carrefour du Faub. De Lyon   | Nevers | Crête           | 1712140.272 | 7975364.802 | 177.05   | Canalisation dans une bouche d'égout                                  |
| <b>CONDUITE<br/>Profil 108</b>    | Route de Sermoise   | Nevers | Loire           | 1712283.879 | 7975332.007 | 176.52   | Canalisation bétonnée bouchée par de la terre et sous manteau végétal |
| <b>CONDUITE<br/>Profil 107</b>    | Route de Sermoise   | Nevers | Val             | 1712297.684 | 7975302.195 | 176.54   | canalisation en PVC   |
| <b>CONDUITE<br/>Profil 92</b>     | Route de Sermoise   | Nevers | Loire           | 1712802.804 | 7974956.308 | 176.35   | canalisation PVC  |
| <b>CONDUITE<br/>Profil 94</b>     | Route de Sermoise entrée du parking face au canal   | Nevers | Loire           | 1712720.031 | 7975026.12  | 176.45   | Conduite en PVC   |
| <b>CONDUITE<br/>Profil 94</b>     | Route de Sermoise entrée du parking face au canal   | Nevers | Val             | 1712712.757 | 7975014.321 | 176.71   | Conduite en PVC   |
| <b>CONDUITE<br/>Profil 63</b>     | Pont avant la piscine du canal de la Jonction   | Nevers | Val             | 1712629.18  | 7975583.431 | 178.71   | canalisation métallique   |
| <b>CONDUITE<br/>Profil 63</b>     | Pont piscine du canal de la Jonction  | Nevers | Loire           | 1712626.088 | 7975591.239 | 177.92   | canalisation métallique   |
| <b>CONDUITE<br/>Profils 42-43</b> | Station de traitement d'eau potable entre les levées de Sermoise 1 <sup>ère</sup> section et Canal de la Jonction | Nevers | Loire           | 1712918.7   | 7974899.4   |          |   |
| <b>BOUCHURE</b>                   | Levée de la Jonction face à la piscine  | Nevers | Banquette Loire | 1712692.975 | 7975511.619 | 178.46   |   |
| <b>Vanne</b>                      | Piscine de la Jonction  | Nevers |                 |             |             | 173.3*   | *Ouvrage non levé – z estimé  |
| <b>Conduite<br/>P66</b>           | Poste électrique – levée de la Blanchisserie  | Nevers | Loire           | 1712566.7   | 7975671.8   |          | Position supposée en haut de talus de digue                           |

Tableau 1 : Ouvrages traversants les levées de Nevers

## 3. Bilan des données disponibles

### 3.1 Données géotechniques

Les documents d'étude géotechnique mis à disposition et/ou récupérés auprès de la DDT 58 sont :

- Document 1 : Etude de diagnostic des levées domaniales de la Loire – Volet historique – Mars 2002 – réalisée par SOGREAH à la demande et pour le compte de la Direction Départementale de l'Equipement de la Nièvre
- Document 2 : Etude de diagnostic des levées domaniales de la Loire – Inspection visuelle – Lot n°1 : Sermoise/Nevers – Avril 2002 – réalisée par SOGREAH à la demande et pour le compte de la Direction Départementale de l'Equipement de la Nièvre
- Document 3 : Etude de diagnostic des levées domaniales de la Loire – Reconnaissances géotechniques et géophysiques – Septembre 2002 – réalisée par SOGREAH à la demande et pour le compte de la Direction Départementale de l'Equipement de la Nièvre
- Document 4 : Etude de diagnostic des levées domaniales de la Loire – Volets hydrogéologique et géomécanique – Septembre 2002 – réalisée par SOGREAH à la demande et pour le compte de la Direction Départementale de l'Equipement de la Nièvre
- Document 5 : Etude de diagnostic des levées domaniales de la Loire – Document de synthèse – Lot n°1 : Sermoise/Nevers – Octobre 2002 – réalisée par SOGREAH à la demande et pour le compte de la Direction Départementale de l'Equipement de la Nièvre

Le premier document répertorie l'historique de construction et d'évolution des digues domaniales de la Loire sur les secteurs de Sermoise/Nevers, Decize et Digoin. Il traite en premier lieu des grandes étapes de construction de ces digues avant de s'intéresser aux réponses de ces levées face aux crues historiques. Enfin, il relate les différents aménagements faits durant le dernier siècle sur ces levées. Cette étude nous permet d'avoir une vision globale de la constitution de ces digues (perrés, type de sols) mais ne nous permet en aucun cas d'avoir une caractérisation précise des digues en vue d'une étude de dangers (absence de données hydrauliques et mécaniques utiles au calcul de stabilité, pas de sondages permettant d'identifier les matériaux utilisés pour les remblais).

Le deuxième document vient en complément du premier document. Il nous permet de caractériser l'état des digues du secteur Sermoise/Nevers lors de l'étude menée par SOGREAH et d'identifier principalement la présence ou l'absence de perrés maçonnés.

Le troisième document contient de nombreuses informations nécessaires à l'étude de dangers qui doit être menée. Une étude géotechnique détaillée est présentée pour les secteurs de Nevers/Sermoise (levées de Sermoise 1<sup>ère</sup> section, du Canal de Jonction, de la Blanchisserie et du Plateau de la Bonne Dame) et Decize (levée de Jonction 3<sup>ème</sup> section) contenant :

- des résultats de sondages carottés d'une profondeur moyenne de 13 m,
- des essais de pénétromètres dynamiques descendus jusqu'à 10 m de profondeur (un cas de refus à 5 m de profondeur),

- des sondages de reconnaissance géologique courts réalisés en pied de talus ou au droit d'éventuelles zones d'emprunt,
- des essais de perméabilité Lefranc
- et des analyses GTR complètes menées en laboratoire.

Une étude géophysique a aussi été menée pour les secteurs de Sermoise/Nevers (levées du Plateau de la Bonne Dame, de la Blanchisserie et du Canal de Jonction). Elle contient une prospection électromagnétique (EM31 et EM34) pour chacune de ces levées et l'utilisation de panneaux électriques pour des points singuliers des levées du Plateau de la Bonne Dame et du Canal de Jonction à Nevers.

Ces études nous permettent donc d'avoir une description précise des levées (matériaux utilisés pour les remblais, composition géologique de la fondation, caractéristiques hydrauliques et mécaniques des matériaux, homogénéité des levées et des fondations) suffisante pour mener l'étude de dangers. Toutefois ces études ne nous donnent aucunes informations géotechniques et géophysiques pour les levées de Sermoise 2<sup>ème</sup> section et Gimouille à Nevers.

Le quatrième document présente les résultats de modélisations géomécaniques exercées sur les levées du secteur Sermoise/Nevers (exceptés Sermoise 2<sup>ème</sup> section et Gimouille) avec et sans dispositifs de confortements. Cette étude n'est pas essentielle du point de vue géotechnique mais a l'avantage de faire un récapitulatif des éléments observés dans l'étude géophysique et géotechnique complète en amenant des informations sur le poids volumique de chaque type de matériaux.

Le cinquième document est un récapitulatif assez complet de ce qui a été vu lors de l'étude complète menée par SOGREAH sur les levées domaniales de la Loire des secteurs de Nevers/Sermoise et Decize. Il contient les éléments essentiels des études géotechniques et géophysiques menées sur les levées.

## 3.2 Données sur les digues

Des données autres que géotechniques sont également disponibles. Il s'agit des données disponibles dans le dossier d'ouvrage, le rapport d'Étude de dangers et l'ensemble des études spécifiques associées.

Elles apportent des précisions sur les éléments suivants :

- Identification de la levée et du val protégé ;
- Enjeux identifiés (équipements recevant du public et densité de population) ;
- Principaux désordres constatés ;
- Ouvrages traversant ;
- Travaux réalisés ;
- Localisation d'anciennes brèches.

### 3.3 Accès et sécurité

L'accès à la levée de Sermoise 2<sup>ème</sup> section se fera via la route de Sermoise (RD13) qui se situe en crête de digue. De même, l'accès à la levée de Gimouille se fera via l'Avenue du Stand qui se situe en crête de digue. L'accès à la levée de Caqueray se fera aussi via une route située en crête de digue (rue de Caqueret puis chemin bitumé). Une attention particulière sera portée à la sécurité des équipes compte-tenu de la circulation sur les digues.

Des mesures de circulation temporaires devront être mises en place afin de garantir la sécurité des intervenants.

Pour planifier et réaliser les interventions, la DDT 58 rappelle que les intervenants devront disposer d'un arrêté d'exploitation sous chantier décrivant les mesures temporaires mises en place (conformes à l'instruction interministérielle relative à la signalisation routière, 8<sup>ème</sup> partie). Cet arrêté sera à établir en lien avec le gestionnaire de la voirie.

## 4. Mission géophysique

### 4.1 Préambule

Les reconnaissances géophysiques constituent la deuxième étape du diagnostic de digue, après l'ensemble des études spécifiques réalisées précédemment et dont une synthèse cartographique est fournie.

Elle a pour but principal de réaliser un zonage des portions hétérogènes de la digue, et de déterminer les tronçons de l'ouvrage dont les caractéristiques physiques diffèrent et où la situation en crue pourrait engendrer des dommages irréversibles (brèches, en particulier). Cette image interne de la digue sur tout le linéaire reflète la nature et la répartition des matériaux, les zones remaniées, la présence d'hétérogénéités, de conduites, de réseaux enterrés...

Les digues de protection du val de Nevers ont une hauteur inférieure à 5 m. Dans ces conditions, la campagne géophysique proposée est la suivante :

- Prospection par méthode électromagnétique (EM31), maille 20 m en crête de digue profondeur 0-2,5 m et 2,5-5 m sur l'ensemble du linéaire de digue (50 stations par km) ;
- Prospection par panneaux électriques maille 5 m profondeur 20 à 30 m sur environ 10% du linéaire.

L'analyse des données disponibles n'a pas permis de trouver des données géophysiques/géotechniques sur les levées de Sermoise 2<sup>ème</sup> section et de Gimouille, qui feront l'objet de reconnaissances.

La prospection par méthode électromagnétique peut s'avérer peu efficace dans les zones comprenant de nombreux réseaux, ainsi que dans les zones où la digue est constituée d'une partie en maçonnerie ou béton. Il est alors préférable d'utiliser le radar géophysique.

Dans ces conditions, il est envisagé de remplacer l'EM31 par le radar géophysique sur les zones fortement urbaines comme celle rencontrée pour la digue de Sermoise 2<sup>ème</sup> section. La prospection par radar géophysique se fera alors sur un linéaire d'environ 300 m nous permettant de repérer d'éventuels réseaux ou canalisations.

*Le rapport de prospection géophysique, réalisé par SOLDATA Geophysic, est fourni en annexe de ce document.*

## 4.2 Contenu de la mission

La campagne géophysique sur le val de Nevers a consisté en :

- Des mesures **électromagnétiques EM34** sur 1824ml (levée de Sermoise 2<sup>ème</sup> section et levée de Gimouille) ;
- Des mesures par **radar de surface** sur 1815ml (levée de Sermoise 2<sup>ème</sup> section et levée de Gimouille).

## 4.3 Résultats de la mission géophysique

Les résultats du profil d'EM34 sont difficilement interprétables. Les valeurs sont influencées par les objets métalliques présents à proximité (voitures, barrières, portails, réseaux, ...).

Les mesures au radar apportent davantage d'information. En effet, le rapport signal/bruit est relativement satisfaisant sur les 3-4 premiers mètres de profondeur puis plus bruité en dessous. La présence d'objets peut néanmoins perturber le signal localement. L'exploitation de ces résultats permet d'identifier 3 grands ensembles :

- Du profil 90 au profil 93-94 (Pm 50 à 160) : le corps de digue est homogène et atténuant, dû à la présence de matériaux fins ;

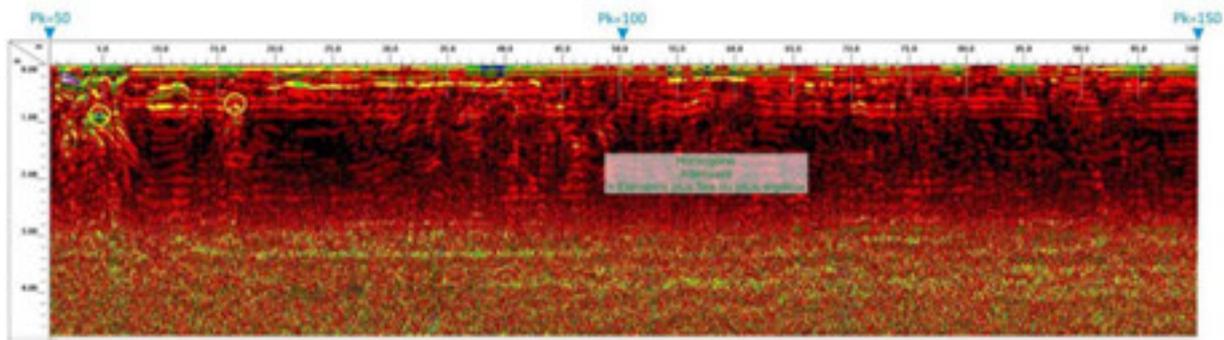


Figure 3 : Extrait des résultats radar entre Pm50 et 150 (Rapport Soldata 2014)

- Du profil 94 au profil 111 (Pm 160 à 865) : le corps de digue est hétérogène et structuré en surface et plus homogène et atténuant en profondeur. Des secteurs plus énergétiques et hétérogènes sont localement présents ;

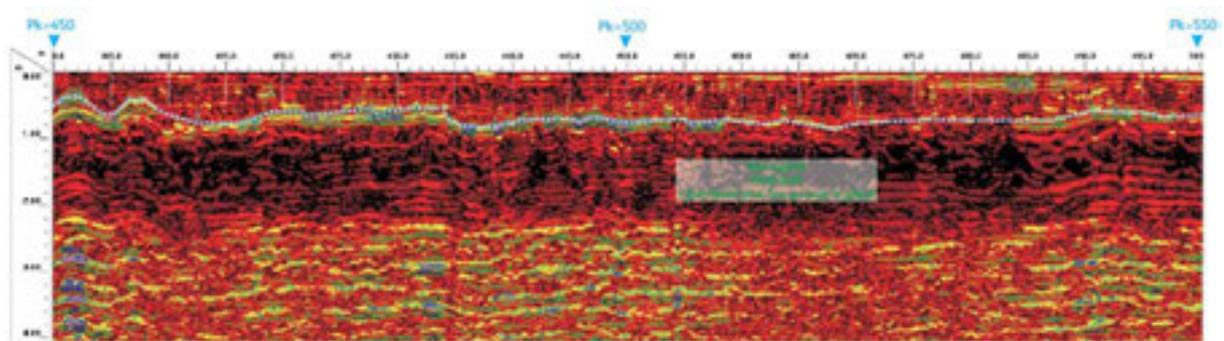


Figure 4 : Extrait des résultats radar entre Pm450 et 550 (Rapport Soldata 2014)

- Du profil 111 au profil 131 (Pm 865 à 1890) : le corps de digue est hétérogène et structuré en surface. En profondeur, des secteurs homogènes et atténuants (de Pm 890 à 1030, et de Pm 1640 à 1890) et des secteurs hétérogènes se succèdent (de Pm 1030 à Pm 1640).

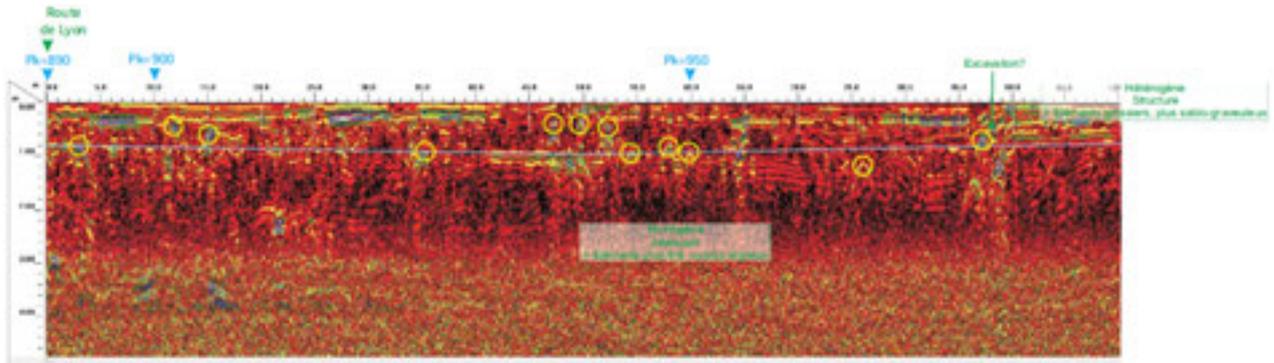


Figure 5 : Extrait des résultats radar entre Pm890 et 990 (Rapport Soldata 2014)

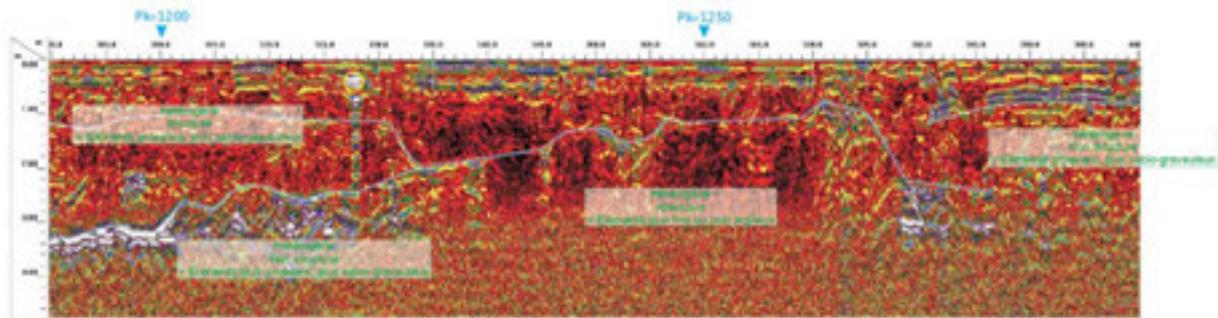


Figure 6 : Extrait des résultats radar entre Pm1190 et 1290 (Rapport Soldata 2014)

Les résultats radar ont permis de déterminer les épaisseurs des différents horizons notables jusqu'à une profondeur de 4 mètres maximum.

| <b>Pm</b>      | <b>Résultats EM31<br/>(mS/m)</b> | <b>Résultats radar</b>   | <b>Interprétation</b>   |
|----------------|----------------------------------|--|---|
| De 50 à 160    | Non interprétable                | 0-3m : Matériaux homogènes et atténuants<br><br>Hyperboles de réflexion  | 0-3m : Matériaux plus fins, plus argileux ou plus humides<br><br>Présence de nombreux réseaux ?   |
| De 160 à 865   | Non interprétable                | 0-1m : Matériaux hétérogènes et structurés<br>1-3m : Matériaux homogènes et atténuants   | 0-1m : Couches de forme<br>1-3m : Matériaux plus fins, plus argileux ou plus humides  |
| De 890 à 1030  | Non interprétable                | 0-1m : Matériaux hétérogènes et structurés<br>1-3m : Matériaux homogènes et atténuants localement plus hétérogènes et énergétiques<br><br>Hyperboles de réflexion                | 0-1m : Couches de forme<br>1-3m : Matériaux plus fins, plus argileux ou plus humides, localement plus sablo-graveleux (travaux ?)<br><br>Présence de nombreux réseaux ?               |
| De 1030 à 1640 | Non interprétable                | 0-1m : Matériaux hétérogènes et structurés<br>1-4m : Matériaux hétérogènes et atténuants<br><br>Interface discontinue très énergétique entre 3-4m<br><br>Hyperboles de réflexion | 0-1m : Couches de forme<br>1-4m : Matériaux sablo-graveleux dans une matrice plus fine, plus argileuse ou plus humide<br><br>Base de la digue ?<br><br>Présence de nombreux réseaux ? |
| De 1640 à 1890 | Non interprétable                | 0-1m : Matériaux hétérogènes et structurés<br>1-2m : Matériaux homogènes et atténuants   | 0-1m : Couches de forme<br>1-4m : Matériaux plus fins, plus argileux ou plus humides  |

Tableau 2 : Interprétation des résultats radar

# 5. Mission géotechnique

## 5.1 Préambule

Les reconnaissances géotechniques constituent la troisième phase du diagnostic de la digue et seront précisées à partir des résultats des reconnaissances géophysiques.

Elles comprennent différents essais et sondages qui permettent de déterminer les principales caractéristiques mécaniques des matériaux constitutifs de l'ouvrage.

Ces données doivent, en outre, servir d'étalonnage aux résultats des mesures géophysiques.

Après discussion avec la DDT et la DREAL Centre, il a été choisi de réaliser des sondages géotechniques complémentaires sur les levées incluses dans la ligne de défense principale plutôt que sur les levées de la ramification caractérisées d'ouvrages secondaires.

*Le rapport de prospection géotechnique, réalisé par Hydrogéotechnique, est fourni en annexe de ce document.*

## 5.2 Contenu de la mission

Les investigations géotechniques au niveau du val de Nevers ont consistées en la réalisation de :

- 2 sondages au pénétromètre statique à 10m de profondeur (ou jusqu'au refus) au niveau du profil 12-13 (levée de Sermoise 1<sup>ère</sup> section) et du profil 70 (levée de la Blanchisserie) ;
- 1 sondage carotté à 15m de profondeur au niveau du profil 87 (levée de la Bonne Dame), suivis d'essais en laboratoire (analyses GTR);
- 3 sondages à la tarière dans la banquette de la levée de Sermoise 1<sup>ère</sup> section avec essai de pénétration PANDA.

Les données existantes disponibles sur la Banque du Sous-Sol ont également été traitées.

0 0,3368  
 kilomètres  
 Échelle : 1:8 002



Crete\_Nevers  
 NeversPT

Sondagesnevers2015

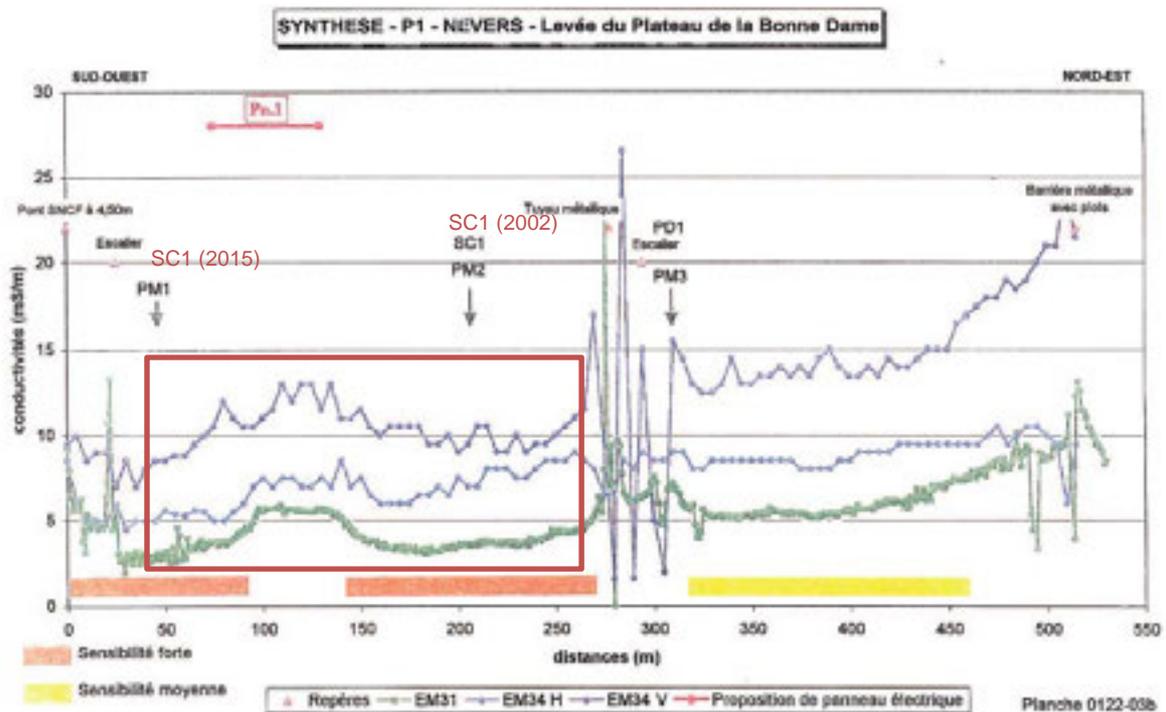
- Sondages Carottés (1)
- Pénétromètres (2)
- Tarières et essais PANDA (sur banquette) (3)

**Emplacements des sondages géotechniques complémentaires - Nevers**

## 5.3 Résultats de la mission géotechnique

Les résultats issus des sondages géotechniques sont détaillés dans le rapport de prospection géotechnique, réalisé par Hydrogéotechnique, fourni en annexe de ce document.

Les résultats des investigations géotechniques complémentaires se corrèlent bien avec les campagnes géophysiques et géotechniques de 2002. Par exemple, le sondage SC1 (2015) présente des caractéristiques similaires au sondage SC1 (2002). Ces sondages se situent en effet sur un même secteur homogène identifié lors de la campagne géophysique (voir encadré rouge sur graphique ci-dessous).



## 6. Annexes

### 6.1 Annexe 1 : cartes des secteurs homogènes



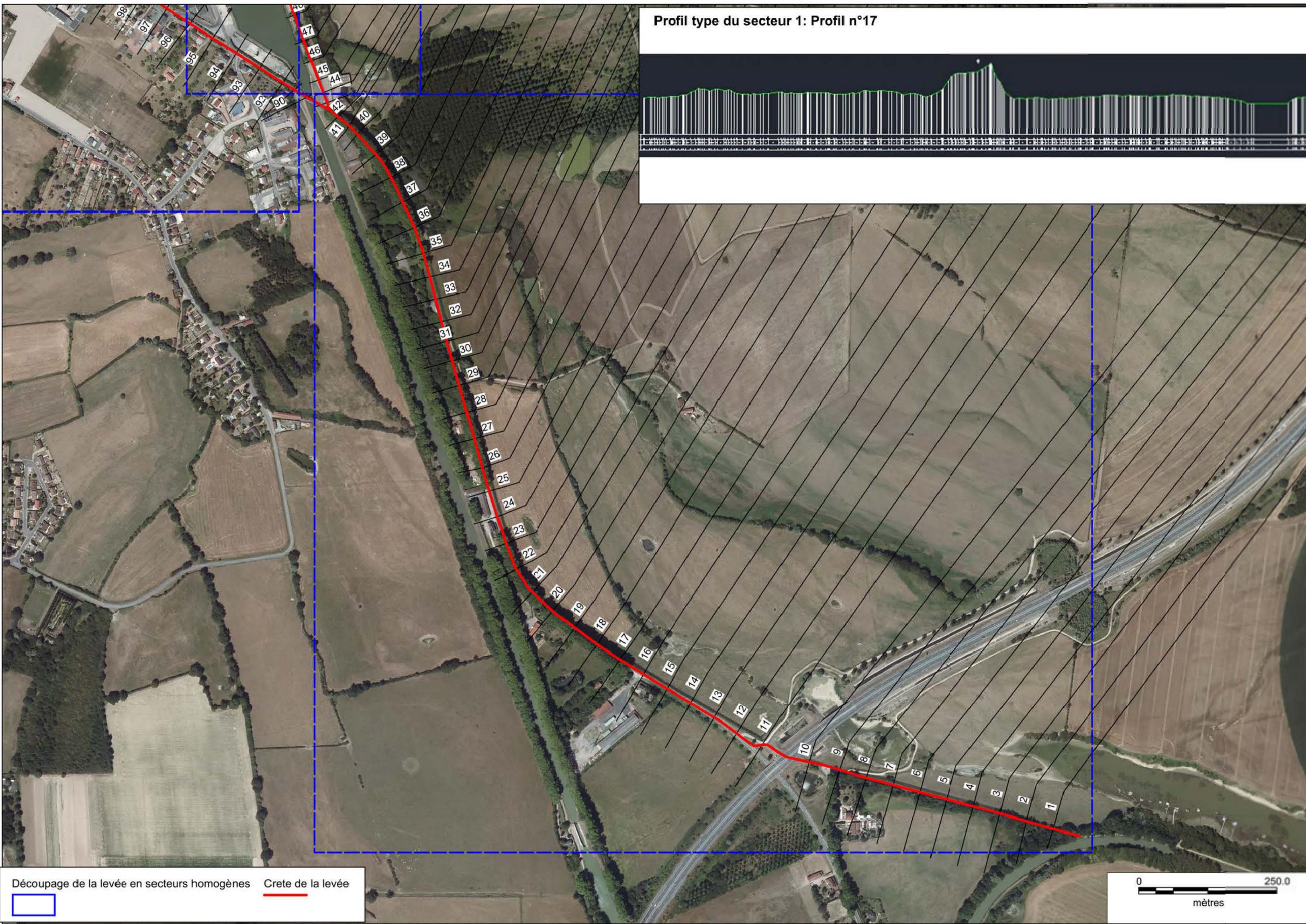
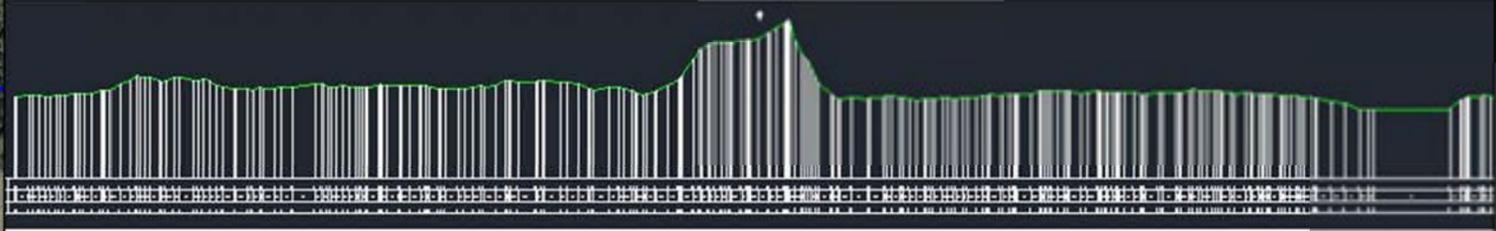
Découpage de la levée en secteurs homogènes



Crête de la levée



Profil type du secteur 1: Profil n°17

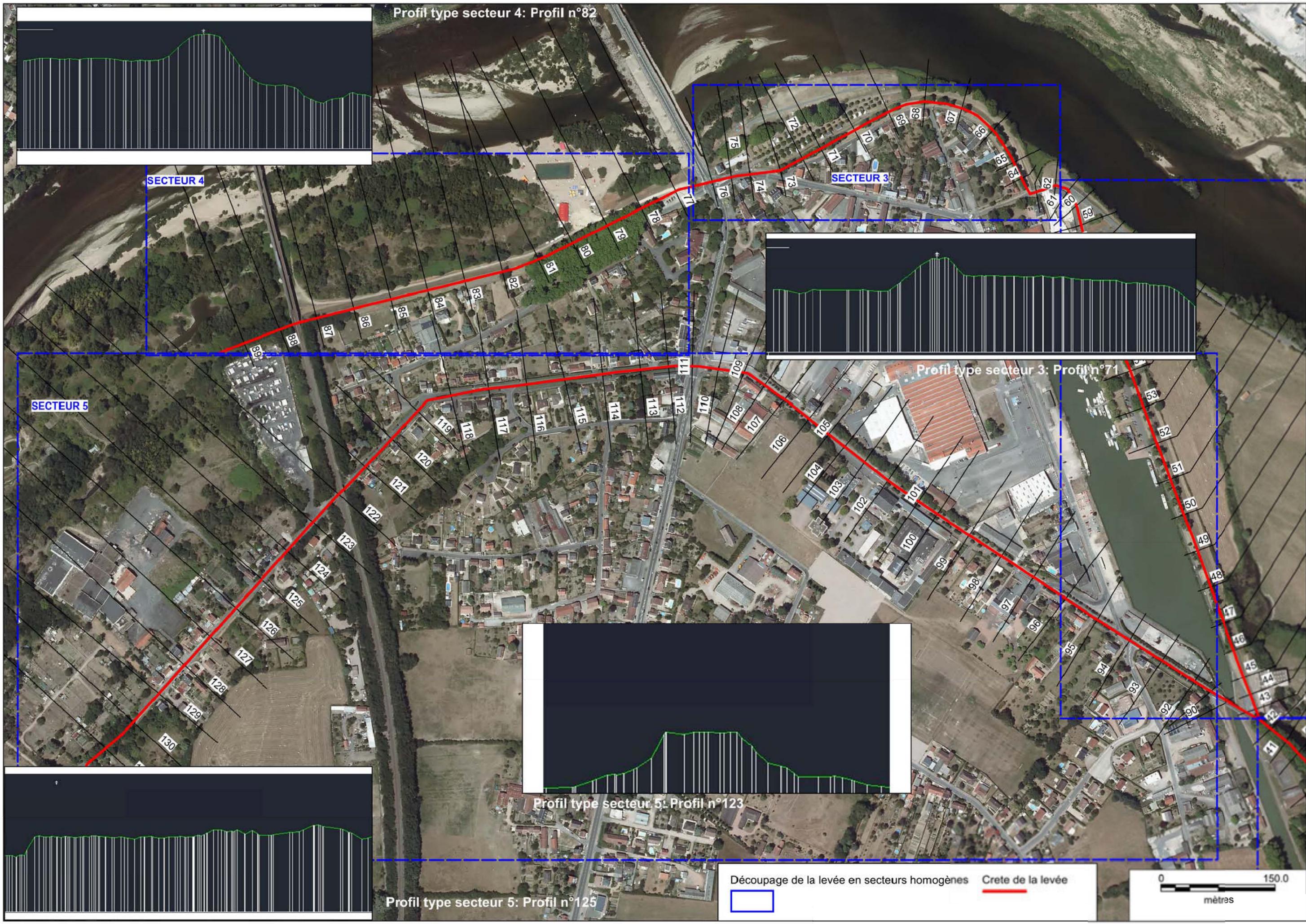


Découpage de la levée en secteurs homogènes    Crête de la levée







Profil type secteur 4: Profil n°82

Profil type secteur 3: Profil n°71

Profil type secteur 5: Profil n°123

Profil type secteur 5: Profil n°125

Découpage de la levée en secteurs homogènes — Crête de la levée



## **6.2 Annexe 2 : cartes de localisation des ouvrages traversant du val de Nevers (58)**

0 20,00  
mètres  
Échelle : 1:1 229

Zoom au niveau de l'ancienne écluse

|                      |             |
|----------------------|-------------|
| Crete                | Vannes      |
| Batiments_encastrés  | Bouchure    |
| Ouvrages_traversants | Réseau_ERDF |



0 300,0  
mètres  
Échelle : 1:7 500

### 6.3 Annexe 3 : carte de situation de la mission géophysique

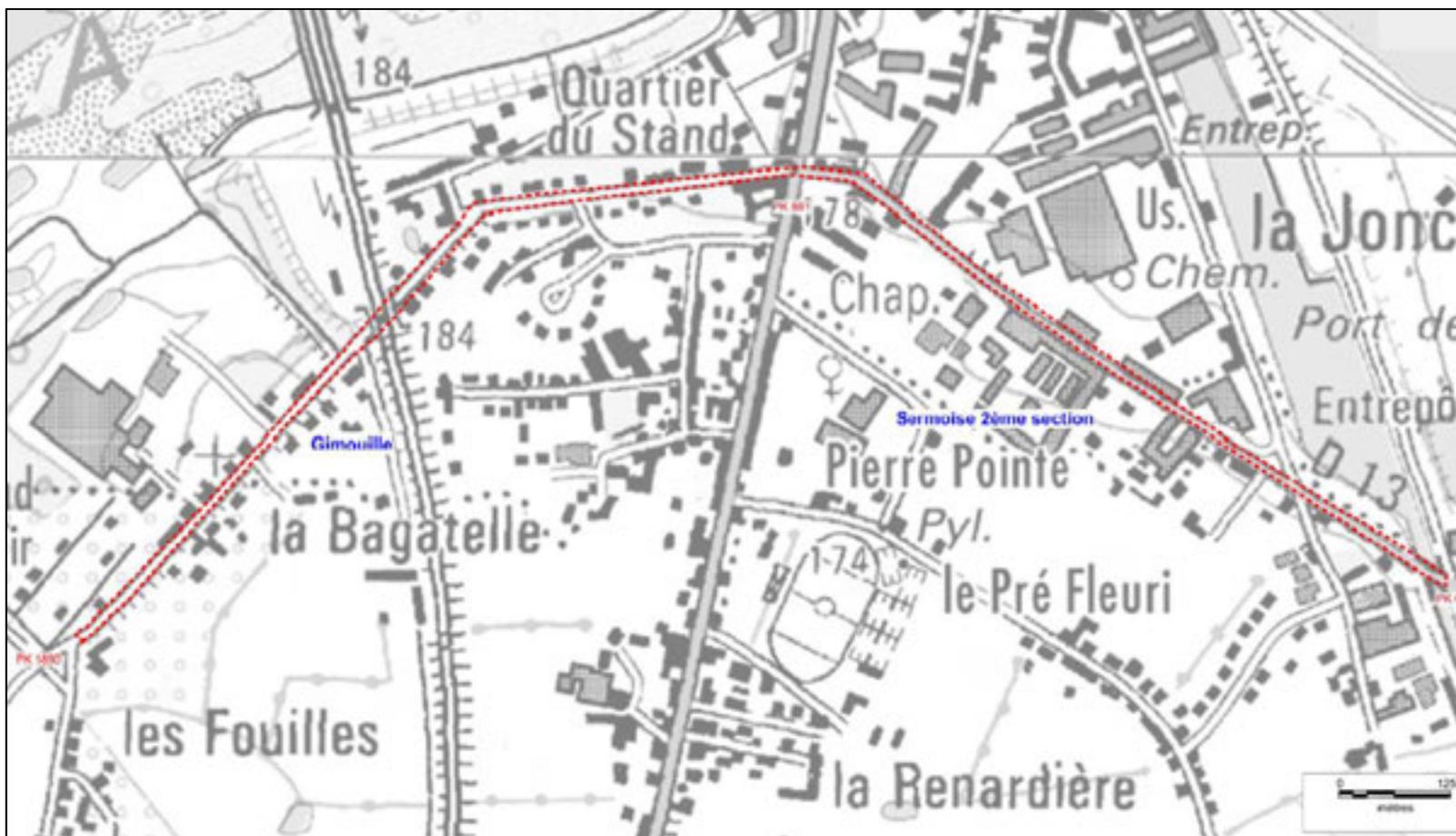


Figure 9: Localisation des prospections géophysiques demandées sur les levées de Sermoise 2<sup>ème</sup> section et de Gimouille - val de Nevers (58)