

# Etude hydraulique pour l'évaluation de mesures de réduction du risque inondation sur le site de Loretto

Note Technique

Rapport  
N° de projet 21806063

Date : 2 Mars 2026

The ENGIE logo consists of a blue wave-like graphic above the word "ENGIE" in a bold, blue, sans-serif font.

Préparé pour ENGIE Solutions



Etude hydraulique pour l'évaluation de mesures de réduction du risque inondation sur le site de Loretto

Note Technique

Rapport  
N° de projet 21806063

Préparé pour : ENGIE Solutions  
Représenté par : M. Guy MOGENOT

Personne de contact : Guy MOGENOT, [guy.mogenot@engie.com](mailto:guy.mogenot@engie.com), +33 1 44 22 41 74  
Chef de projet : Eurico DE CARVALHO FILHO  
Contrôle qualité : Eurico DE CARVALHO FILHO  
Auteur : Brice PUGET et Ken Ho TAN  
N° de projet : 21806063  
Approuvé par : Eurico DE CARVALHO FILHO  
Date de validation : 18/02/2026  
Version : Final 1.0  
Classification : **Confidentiel** : This document is only accessible to the project team members and sharing it outside the project team is subject to the client's prior approval.  
Nom du document : Note hydraulique\_LorettoV2.docx

## Table des Matières

|          |                                                          |           |
|----------|----------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b> | <b>Contexte .....</b>                                    | <b>6</b>  |
| 1.1      | Historique.....                                          | 6         |
| 1.2      | Recommandations de l'AMO.....                            | 7         |
| 1.3      | Objectifs.....                                           | 8         |
| <b>2</b> | <b>Projet d'aménagements .....</b>                       | <b>10</b> |
| 2.1      | Emplacement et forme du dos d'âne .....                  | 10        |
| 2.2      | Définition du linéaire du mur Nord à reprofiler .....    | 13        |
| <b>3</b> | <b>Etude hydrologique.....</b>                           | <b>15</b> |
| 3.1      | Débit estival .....                                      | 17        |
| 3.2      | Dimensionnement de l'ouvrage de dérivation .....         | 19        |
| 3.3      | Hydrogrammes de crue .....                               | 20        |
| 3.4      | Débits d'étiage et analyse du tirant d'eau .....         | 22        |
| <b>4</b> | <b>Modélisation hydraulique .....</b>                    | <b>24</b> |
| 4.1      | Conditions limites .....                                 | 24        |
| 4.2      | Construction du modèle et maillage .....                 | 24        |
| 4.3      | Intégration des éléments structurant le lit majeur ..... | 25        |
| 4.4      | Intégration du lit mineur .....                          | 25        |
| 4.5      | Rugosité.....                                            | 25        |
| 4.6      | Calage du modèle .....                                   | 26        |
| 4.7      | Scénarios d'aménagement simulés .....                    | 27        |
| <b>5</b> | <b>Résultats.....</b>                                    | <b>29</b> |
| 5.1      | Scénario 1 : débit biennal estival.....                  | 29        |
| 5.1.1    | Option 1 : tuyau de dérivation Ø400 mm .....             | 29        |
| 5.1.2    | Option 2 : tuyau de dérivation Ø500 mm .....             | 30        |
| 5.2      | Scénario 2 : débit biennal « toute l'année » .....       | 31        |
| 5.2.1    | Option 1 : tuyau de dérivation Ø400 mm .....             | 31        |
| 5.2.2    | Option 2 : tuyau de dérivation Ø500 mm .....             | 32        |
| <b>6</b> | <b>Conclusions et recommandations.....</b>               | <b>35</b> |

## Figures

|           |                                                                                                                      |    |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figure 1  | Emprise du modèle existant.....                                                                                      | 6  |
| Figure 2  | Représentation des hauteurs d'eau pour la Q100 en scénario de base .....                                             | 7  |
| Figure 3  | Représentation hauteurs d'eau pour la Q100 en scénario aménagé.....                                                  | 7  |
| Figure 4  | Profil des travaux préconisés par l'AMO.....                                                                         | 8  |
| Figure 5  | Représentation de l'inondation de la rive droite à travers le pont par la rive gauche ..                             | 10 |
| Figure 6  | Polygone où la ligne de crête pouvait être positionnée .....                                                         | 11 |
| Figure 7  | Dynamique d'inondation sur le pont pour une configuration du dos d'âne .....                                         | 11 |
| Figure 8  | Configuration retenue : prolongement des parapets (ligne noire pontillée) et pente du dos d'âne (ligne orange) ..... | 12 |
| Figure 9  | Emplacement du dos d'âne (plateau en rouge et pentes en orange) .....                                                | 12 |
| Figure 10 | Profil en long du dos d'âne.....                                                                                     | 12 |
| Figure 11 | Jalonnage du mur Nord.....                                                                                           | 13 |
| Figure 12 | Photo du point zéro du jalonnage .....                                                                               | 13 |
| Figure 13 | Localisation des points exutoires SHYREG dans la zone d'étude .....                                                  | 15 |

|           |                                                                                                                                                      |    |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figure 14 | Comparaison entre le bassin versant du site (SHYREG CO984) et de la station L'Ortolo à Levie .....                                                   | 16 |
| Figure 15 | Section en travers du pont du site .....                                                                                                             | 19 |
| Figure 16 | Profil en long de l'Arbitrone le long du mur Nord .....                                                                                              | 19 |
| Figure 17 | Forme de l'hydrogramme triangulaire et durées caractéristiques .....                                                                                 | 21 |
| Figure 18 | Hydrogrammes de crue estivale et « toute l'année » pour CO983 .....                                                                                  | 21 |
| Figure 19 | Hydrogrammes de crue estivale et « toute l'année » pour CO984 .....                                                                                  | 22 |
| Figure 20 | Maillage sur la zone d'étude concernée .....                                                                                                         | 24 |
| Figure 21 | Carte des ouvrages renseignés dans le modèle .....                                                                                                   | 25 |
| Figure 22 | Représentation de la hauteur d'eau en mètre lors du calage du modèle sur le débit de période de retour 25 ans pour représenter la crue de 2008 ..... | 26 |
| Figure 23 | Chemin chantier de 3 m ajouté dans le MNT du modèle .....                                                                                            | 27 |
| Figure 24 | Chemin piéton existant.....                                                                                                                          | 28 |
| Figure 25 | Lame d'eau maximale en cas de débit biennal estival lors de la phase chantier protégé par un tuyau de dérivation Ø400 mm.....                        | 29 |
| Figure 26 | Niveau d'eau maximal en cas de débit biennal estival lors de la phase chantier protégé par un tuyau de dérivation Ø400 mm.....                       | 30 |
| Figure 27 | Lame d'eau maximale en cas de débit biennal estival lors de la phase chantier protégé par un tuyau de dérivation Ø500 mm.....                        | 30 |
| Figure 28 | Niveau d'eau maximal en cas de débit biennal estival lors de la phase chantier protégé par un tuyau de dérivation Ø500 mm.....                       | 31 |
| Figure 29 | Lame d'eau maximale en cas de débit biennal « toute l'année » lors de la phase chantier protégé par un tuyau de dérivation Ø400 mm .....             | 32 |
| Figure 30 | Niveau d'eau maximal en cas de débit biennal « toute l'année » lors de la phase chantier protégé par un tuyau de dérivation Ø400 mm .....            | 32 |
| Figure 31 | Lame d'eau maximale en cas de débit biennal « toute l'année » lors de la phase chantier protégé par un tuyau de dérivation Ø500 mm .....             | 33 |
| Figure 32 | Niveau d'eau maximal en cas de débit biennal « toute l'année » lors de la phase chantier protégé par un tuyau de dérivation Ø500 mm .....            | 34 |
| Figure 33 | Zone recommandée pour le stockage de matériaux et d'engins durant la phase chantier.....                                                             | 35 |
| Figure 34 | Lame d'eau en situation actuelle et cas de crue centennale et zoom sur le secteur non-inondé devant le bureau le plus à l'Ouest.....                 | 36 |

## Tableaux

|            |                                                                                                             |    |
|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tableau 1  | Résultat du reprofilage et différence par rapport à l'état initial .....                                    | 14 |
| Tableau 2  | Stations localisée dans un rayon de 50 km autour du site .....                                              | 16 |
| Tableau 3  | Débits pour les périodes de retour usuelles aux stations hydro du secteur (année hydrologique).....         | 17 |
| Tableau 4  | Débits pour les périodes de retour plus fréquents aux stations hydro du secteur (période estivale).....     | 18 |
| Tableau 5  | Facteurs de conversion entre les crues toute l'année et les crues estivales de même période de retour ..... | 18 |
| Tableau 6  | Débits fréquents pour CO983 .....                                                                           | 18 |
| Tableau 7  | Débits fréquents pour CO984 .....                                                                           | 18 |
| Tableau 8  | Débits maximaux transmissibles par conduites.....                                                           | 20 |
| Tableau 9  | Calcul du QMNA5 au niveau du chantier.....                                                                  | 22 |
| Tableau 10 | Rugosité du modèle en fonction de l'occupation du sol.....                                                  | 26 |

## Annexes

### Annexe A      Hydrogrammes de crue (m<sup>3</sup>/s)

# 1 Contexte

## 1.1 Historique

Suite à l'étude hydraulique menée entre 2023 et 2024 pour évaluer le risque d'inondation du site de Loretto, nous avons constaté qu'en cas de crue de l'Arbitrone, certaines zones en rive gauche — notamment à proximité des bâtiments de bureaux et au pied du mur de la façade Est — pourraient être submergées par des hauteurs d'eau comprises entre 50 cm et 1 m lors d'une crue centennale.

Pour établir ce diagnostic, nous avons construit et calé un modèle hydraulique HEC-RAS couvrant un périmètre allant de l'amont du secteur du cimetière jusqu'à l'aval du passage sous la structure de la rue du Domaine du Loretto. En complément du site principal, le modèle intègre également la pépinière ainsi qu'une partie du quartier du Chemin de Loretto.

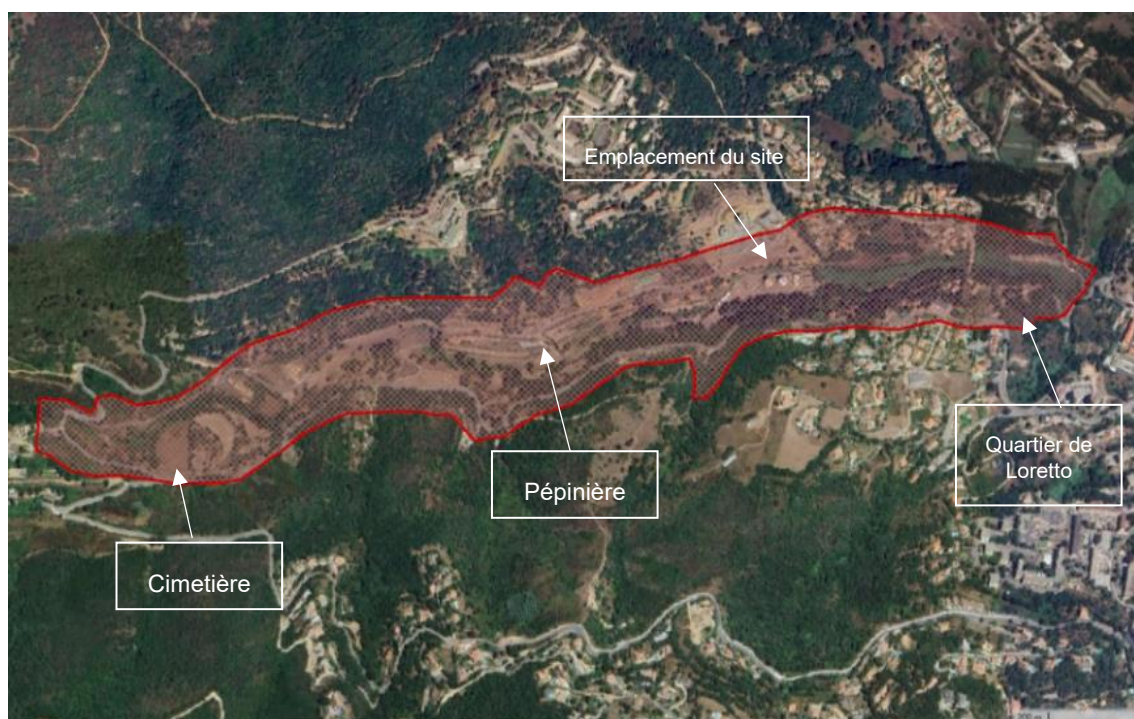


**Figure 1 Emprise du modèle existant**  
Source: Etude DHI (2023-2024)

L'étude a permis d'identifier plusieurs points d'attention en cas de crue exceptionnelle de l'Arbitrone, et de définir des mesures destinées à réduire les impacts d'une crue centennale sur le site. Les préconisations sont les suivantes :

- Effacement des obstacles de la façade Est : afin d'améliorer la transparence hydraulique du site, nous avons proposé de modifier le mur et le muret existants et de les remplacer par une clôture rigide.
- Création d'un dos d'âne en rive gauche en amont immédiat du pont d'accès au site : les simulations ont montré que les premières eaux pénétrant dans le site ne proviennent pas du débordement de la rive droite — actuellement protégée par un muret — mais bien de la rive gauche. Ces écoulements passeraient par gravité sur le pont avant d'atteindre l'intérieur du site.
- Reprofilage du mur de protection sur un linéaire d'environ 100 m entre le site et l'Arbitrone : cette intervention pourrait permettre de limiter les effets du ressaut hydraulique observé en aval immédiat de l'ouvrage.

L'ensemble de ces aménagements a été dimensionné pour une crue centennale de l'Arbitrone, correspondant à un débit d'environ 20 m³/s au droit du pont situé en façade Est du site.



**Figure 2** Représentation des hauteurs d'eau pour la  $Q_{100}$  en scénario de base  
Source: Etude DHI (2023-2024)



**Figure 3** Représentation hauteurs d'eau pour la  $Q_{100}$  en scénario aménagé  
Source : Etude DHI (2023-2024)

N.B. : Le site est considéré comme démantelé suite à la mise hors service des sphères et du réservoir. La zone à l'Est des bureaux est considérée comme déblayée. Cependant, ils demeurent visibles en fond de carte, vu que nous ne disposons pas de photographies satellites plus récentes permettant une représentation plus précise du site lors de la réalisation de la précédente étude.

## 1.2 Recommandations de l'AMO

L'examen du mur de protection Nord du site a révélé une forte hétérogénéité de la résistance mécanique, une carbonatation profonde affectant une part significative du béton et des signes manifestes de

corrosion des armatures<sup>1</sup>. Ces éléments démontrent que l'ouvrage est fragilisé et ne peut supporter, en l'état, une surélévation telle que préconisée dans les études antérieures sans interventions préalables.

L'AMO a recommandé ainsi :

- La démolition contrôlée du parapet ;
- Le décroûtage jusqu'au béton non carbonaté ;
- Le chevillage de barres de liaison ;
- Le coulage de la surépaisseur et de la bêche, incluant des waterstops ;
- Les finitions, l'étanchéité de tête et le traitement hydrophobe / anti-carbonatation du parement neuf.

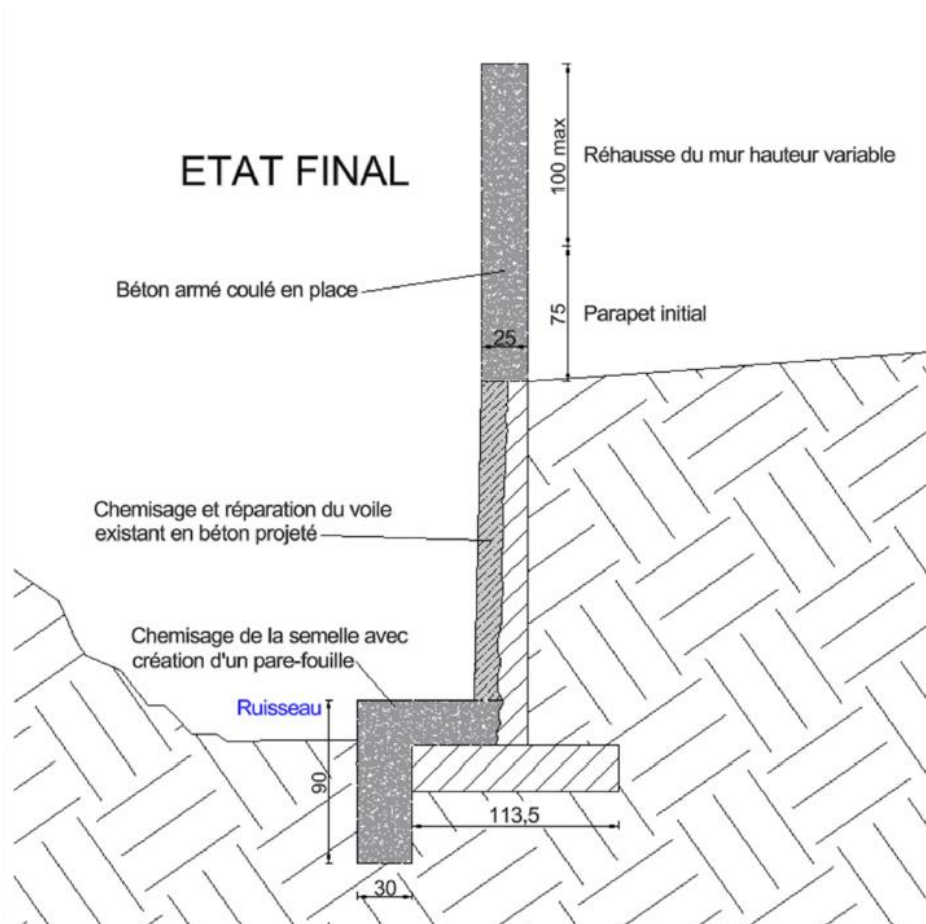


**Figure 4** Profil des travaux préconisés par l'AMO

Source : Ingenia (2025)

Ces opérations sur le lit mineur de l'Arbitrone doivent être précisées afin de définir clairement le linéaire à reprofiler, en vue d'alimenter la déclaration ou l'autorisation au titre de la loi sur l'eau à transmettre à la DDTM.

### 1.3 Objectifs

La présente prestation a pour objectif d'étudier plus en profondeur les solutions préconisées lors de l'étude hydraulique, afin d'apporter des réponses précises au maître d'ouvrage ainsi qu'à l'AMO concernant les ouvrages et les aménagements temporaires nécessaires à la réalisation du chantier. Plus spécifiquement, les objectifs sont :

<sup>1</sup> INGENIA (2025), Etude de faisabilité relative à la rehausse d'un mur existant. LOREGAZ – référence : parcelle section BS N°0003 – 20000 AJACCIO

- La définition précise du linéaire à reprofiler pour assurer la protection contre la crue centennale et alimenter le dossier loi sur l'eau.
- La détermination de l'emplacement exact de la ligne de crête du dos d'âne et de sa forme, dimensionnée pour le débit centennal.
- Une étude hydrologique *ad hoc*, visant à définir le débit biennal applicable à la période de réalisation du chantier (juin–septembre), ainsi que le dimensionnement de l'ouvrage provisoire de dérivation.
- L'analyse du tirant d'eau en régime courant, afin de vérifier le respect d'une profondeur minimale garantissant la continuité écologique, sur la base des valeurs fournies par l'expert environnement du maître d'ouvrage.
- La simulation de deux configurations d'ouvrage de dérivation provisoire, basées sur des diamètres standards du marché, testées à la fois pour les débits biennaux en période estivale (juin–septembre) et pour les débits biennaux en période humide.

## 2 Projet d'aménagements

### 2.1 Emplacement et forme du dos d'âne

Nous avons préconisé l'implantation d'un dos d'âne en rive gauche de l'Arbitrone, en amont immédiat du pont permettant l'accès au site.

En effet, nos observations montrent que les premières eaux qui envahissent le site ne proviennent pas du débordement de la rive droite — actuellement protégée par un muret — mais bien de la rive gauche. Les eaux de crue s'écoulent par gravité à travers le pont et pénètrent ainsi dans le site. Cette dynamique est illustrée dans l'image ci-dessous, où l'on observe clairement l'écoulement transitant par le pont.

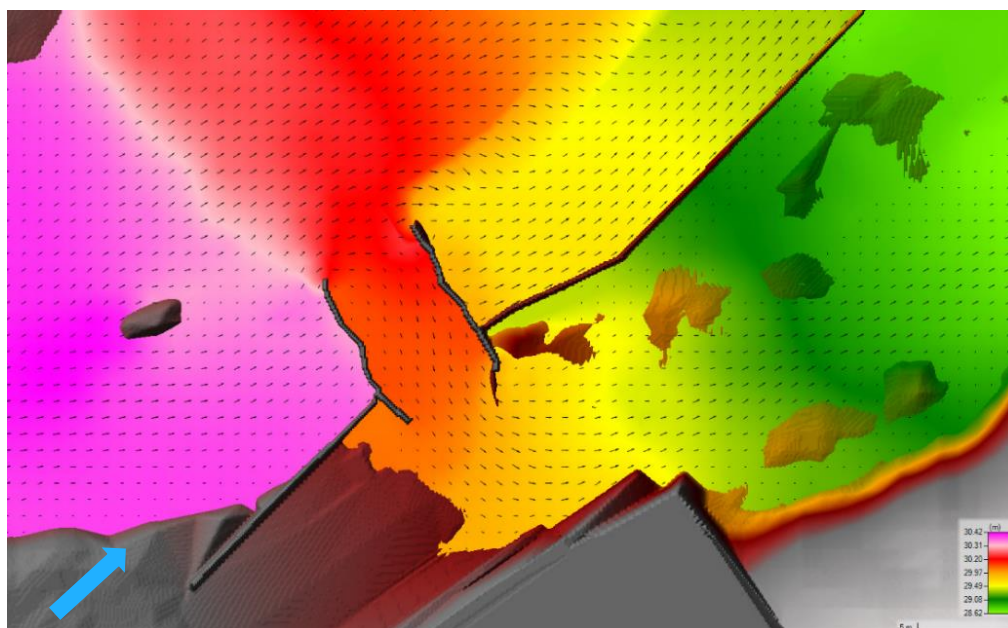


**Figure 5 Représentation de l'inondation de la rive droite à travers le pont par la rive gauche**

Une première approche a consisté à dimensionner un dos d'âne capable de contenir les eaux de l'Arbitrone lors d'une crue centennale (Q100). Pour ce faire, nous avons procédé par itérations en augmentant progressivement la hauteur de l'ouvrage. Cette analyse a montré que la crête doit être positionnée à la cote 30,25 mNGF, soit environ 20 à 25 cm au-dessus du terrain naturel local.

Dans la présente étude, nous avons examiné les possibilités d'implantation de cette crête à 30,25 mNGF. Nous avons notamment testé une implantation sur le polygone représenté dans la figure ci-après, en retenant dans les simulations uniquement la ligne correspondant à cette cote.

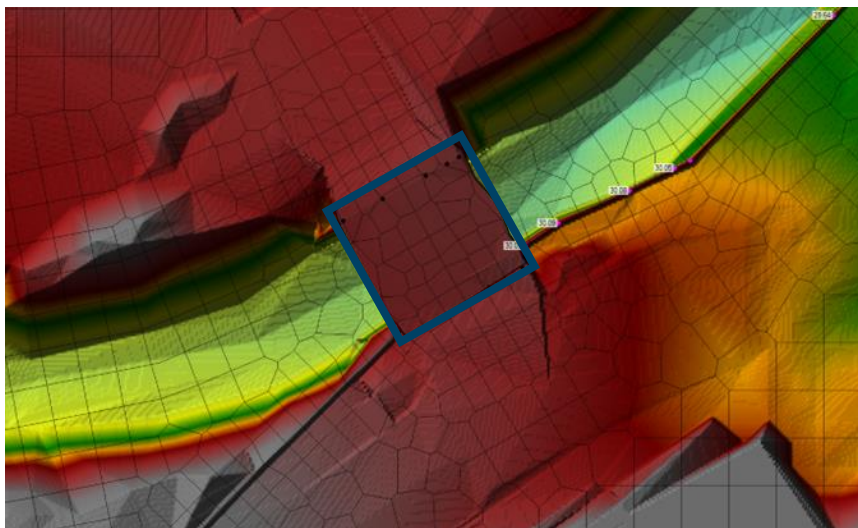


**Figure 6** Polygone où la ligne de crête pouvait être positionnée

Les premiers débordements apparaissent au nord-ouest du pont, avant de se généraliser à l'ensemble de l'ouvrage, indépendamment de l'emplacement envisagé. Cette configuration conduit à la conclusion que la seule solution réellement efficace consiste à implanter le dos d'âne sur toute la longueur du pont, i.e. : avec un raccordement jusqu'aux parapets en amont et en aval.

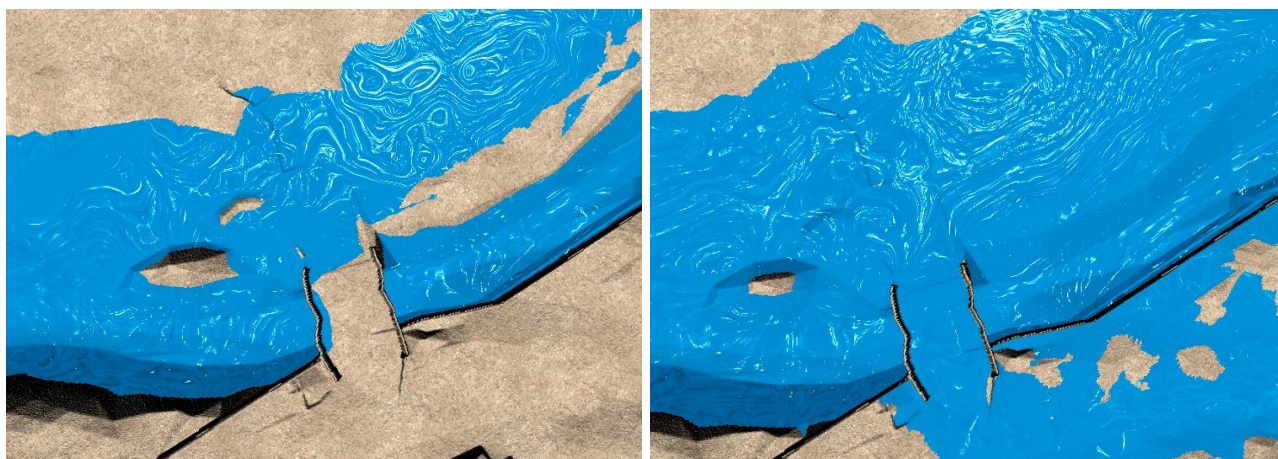


**Figure 7** Dynamique d'inondation sur le pont pour une configuration du dos d'âne

Dans nos analyses, nous avons privilégié une implantation en rive gauche, où le terrain naturel présente une altitude plus élevée. Cette solution permet d'obtenir des pentes plus faibles pour atteindre la cote 30.25 mNGF, réduisant ainsi les volumes de matériaux nécessaires et les coûts associés.

Par ailleurs, cette configuration limite les efforts hydrauliques exercés sur le pont en période de crue. En effet, plus l'ouvrage est décalé vers la rive droite, plus la lame d'eau génère un effort supplémentaire. Dans la configuration la plus à gauche, nos calculs montrent qu'une crue centennale induirait une surcharge d'environ 10 t sur le pont, soit un effort moyen de l'ordre de 2 kPa.

À la suite de l'inspection de terrain et des échanges avec Engie et l'AMO, il a été décidé de tester le décalage de la ligne de crête (30.25 mNGF) de 3 m vers la rive gauche. Cet ajustement permettrait d'obtenir une pente douce de 8.3 %, compatible avec le passage de véhicules, tout en évitant une surcharge excessive sur le pont. Ce dispositif doit être complété par un prolongement des parapets de part et d'autre de l'ouvrage.



**Figure 8** Configuration retenue : prolongement des parapets (ligne noire pontillée) et pente du dos d'âne (ligne orange)  
N.B. : sur la photo, un mètre ruban est visible et indique une longueur de 4 m.



**Figure 9** Emplacement du dos d'âne (plateau en rouge et pentes en orange)

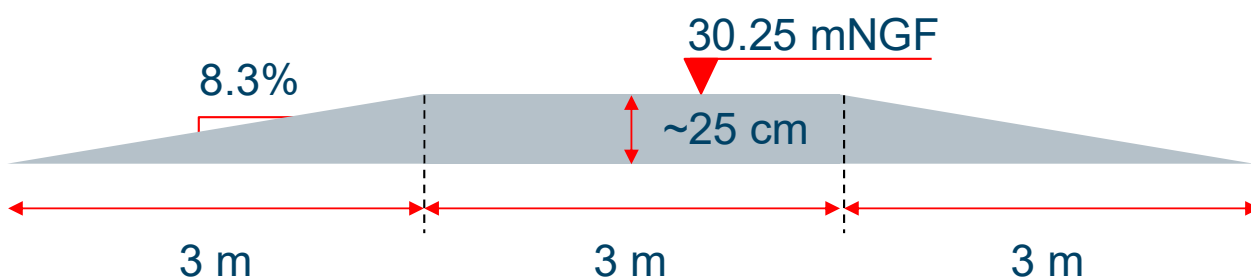


**Figure 10** Profil en long du dos d'âne

Une simulation *ad hoc*, réalisée sur la base du modèle développé dans l'étude précédente, confirme que le déplacement de la crête du dos d'âne, associé au prolongement des parapets, offre un niveau de protection équivalent à celui d'un dos d'âne implanté directement sur le pont.

## 2.2 Définition du linéaire du mur Nord à reprofiler

*Similiter*, nous avons utilisé le modèle fourni par les études antérieures pour optimiser le reprofilage du mur Nord, de manière à confirmer le linéaire exact d'intervention. Pour cela, une démarche itérative a été menée en augmentant progressivement la hauteur de différents tronçons du mur de protection.

Afin de faciliter cette analyse, nous avons défini un jalonnage du mur, avec un point zéro positionné au niveau du pont d'accès au site.

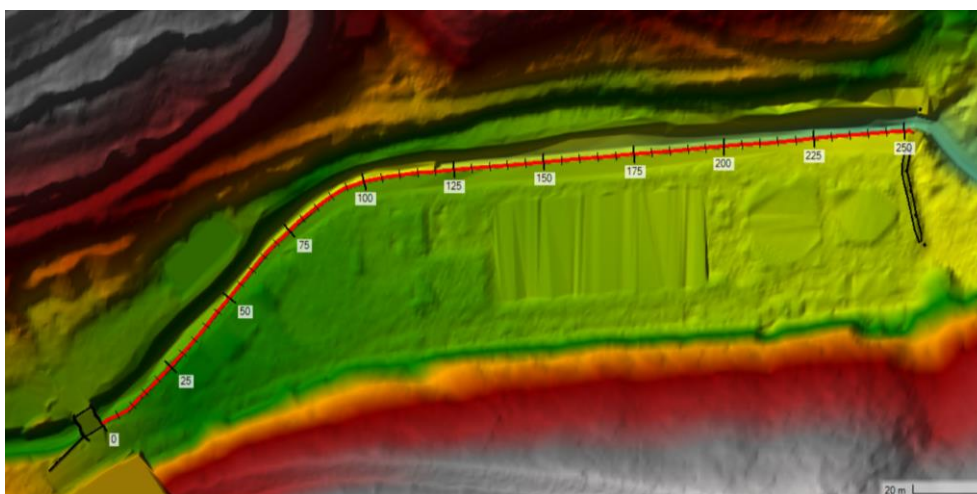


**Figure 11** Jalonnage du mur Nord

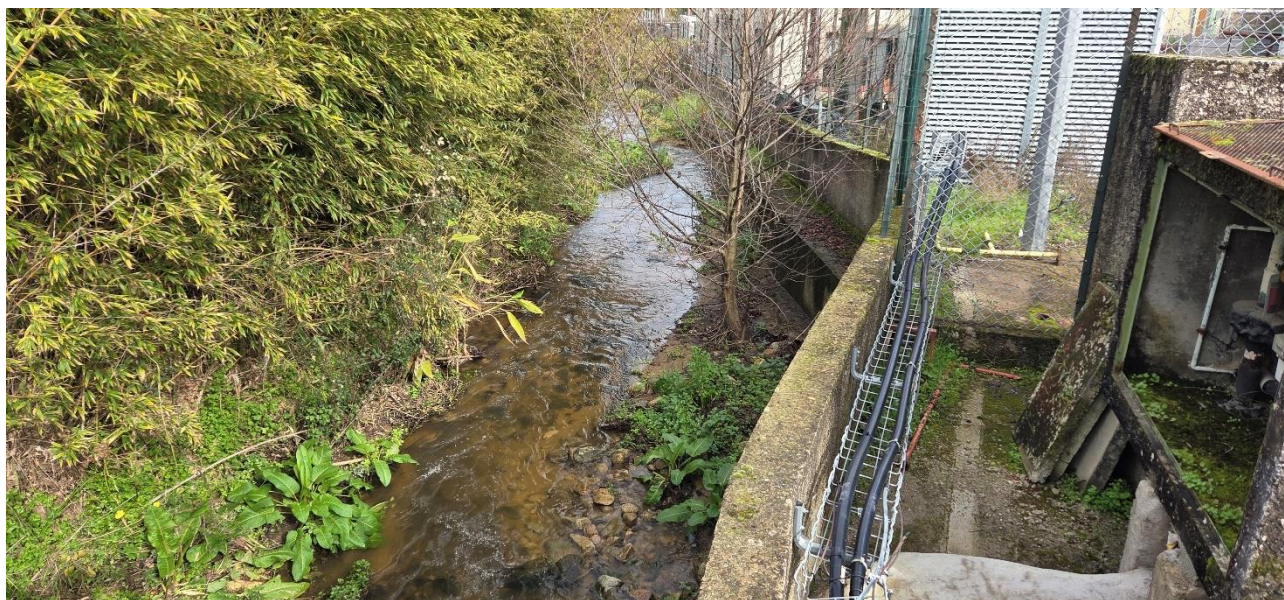


**Figure 12** Photo du point zéro du jalonnage

Après plusieurs itérations, le profil optimisé a été obtenu. Comme indiqué dans le tableau ci-après, Le résultat des simulations indique que les zones nécessitant un rehaussement sont situées entre les jalons 16.76 m et 92.67 m (repérés en vert), comme l'indique le tableau ci-après. Nous avons également ajouté une marge supplémentaire permettant d'étendre les ajustements dans le cas où une transition en pente douce serait requise. Dans ce cas, le linéaire maximal d'intervention atteint 86.82 m, soit la portion comprise entre les jalons 7.46 m et 94.28 m (repérés en jaune).

**Tableau 1**    **Résultat du reprofilage et différence par rapport à l'état initial**

| Station | Scénario de base | Protection Q100 | Différence |
|---------|------------------|-----------------|------------|
| m       | mNGF             | mNGF            | m          |
| 0.00    | 30.88            | 30.88           | 0.00       |
| 0.15    | 30.88            | 30.88           | 0.00       |
| 0.28    | 30.09            | 30.09           | 0.00       |
| 2.06    | 30.09            | 30.09           | 0.00       |
| 5.36    | 30.08            | 30.08           | 0.00       |
| 7.46    | 30.05            | 30.05           | 0.00       |
| 16.76   | 29.64            | 29.93           | 0.29       |
| 19.41   | 29.53            | 29.90           | 0.37       |
| 27.76   | 29.34            | 29.79           | 0.45       |
| 27.96   | 29.21            | 29.79           | 0.58       |
| 39.16   | 28.91            | 29.65           | 0.74       |
| 42.66   | 28.85            | 29.60           | 0.75       |
| 48.86   | 28.75            | 29.48           | 0.73       |
| 61.41   | 28.67            | 29.23           | 0.56       |
| 69.16   | 28.53            | 29.07           | 0.54       |
| 72.67   | 28.52            | 29.00           | 0.48       |
| 78.17   | 28.50            | 28.85           | 0.35       |
| 84.67   | 28.47            | 28.66           | 0.19       |
| 89.42   | 28.44            | 28.53           | 0.09       |
| 92.67   | 28.39            | 28.44           | 0.05       |
| 94.28   | 28.37            | 28.37           | 0.00       |
| 99.27   | 28.31            | 28.31           | 0.00       |

Ces opérations ayant pour effet de modifier le profil en travers du lit mineur et constituant par ailleurs une protection de berge à l'aide de matériaux minéraux, elles relèvent des rubriques suivantes de la loi sur l'eau :

- 3.1.2.0 – Modification du profil en long ou en travers du lit mineur : Déclaration pour un linéaire inférieur à 100 m et Autorisation pour un linéaire égal ou supérieur à 100 m.
- 3.1.4.0 – Protection des berges par des techniques autres que végétales vivantes : Déclaration pour un linéaire inférieur à 200 m et Autorisation pour un linéaire égal ou supérieur à 200 m.

Le linéaire d'intervention retenu, i.e. : 86.82 m, situe donc ce projet en régime de déclaration pour les deux rubriques.

Par ailleurs, cette opération reste pleinement compatible avec les préconisations formulées dans l'étude préalable.

### 3 Etude hydrologique

À l'ouest d'Ajaccio, l'Arbitrone prend son origine au pied des pentes de la Punta di Lisa (787 m). Il parcourt ensuite un itinéraire orienté vers l'est, avant de se déverser dans la mer, le cours d'eau rejoint la ville d'Ajaccio au niveau du quartier des Cannes.

D'après les informations fournies par le Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux<sup>2</sup> (SAGE), l'Arbitrone parcourt une distance hydrologique de 6 km, couvrant une superficie de bassin versant d'environ 11.4 km<sup>2</sup>. Sa pente moyenne est estimée à environ 7%, tandis que ses affluents présentent des pentes hydrauliques d'environ 20%.

Il n'existe aucune station de jaugeage dédiée sur l'Arbitrone ou ses affluents en raison de la faible superficie du bassin versant. Les seules informations hydrologiques disponibles proviennent des points SHYREG suivants :

- CO983 – Passage sous la D11A.
- CO984 – Pont de la façade Est.

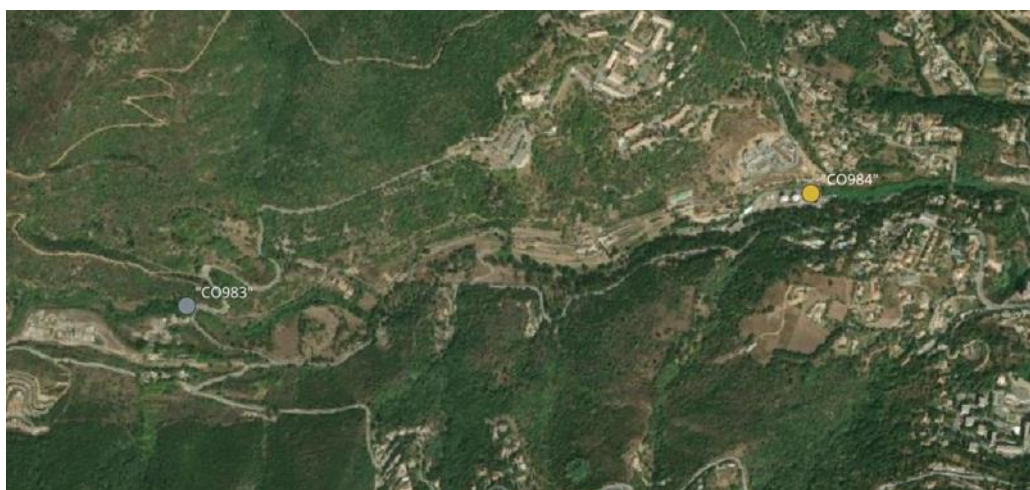


**Figure 13 Localisation des points exutoires SHYREG dans la zone d'étude**

Pour rappel, la méthode SHYREG, développée par INRAE, permet d'estimer les quantiles de pluie et de débit par régionalisation. Ces points ont été utilisés pour le calage du modèle hydrologique lors de l'événement de 2008 (considéré au moment du PPRi comme un événement de période de retour 25 ans) ainsi que pour les estimations des débits Q100 et Q500.

Afin d'enrichir notre analyse hydrologique, nous avons recensé l'ensemble des stations hydrométriques situées dans un rayon de 50 km autour du site, dans le but d'identifier une tendance régionale exploitable. Sur les 10 stations initialement listées dans le tableau ci-après, une sélection a été réalisée selon les critères suivants :

Conditions retenues :

- Disposer d'un historique de données suffisant pour mener une analyse statistique robuste (> 15 ans).
- Être située sur la façade méditerranéenne des Monts afin d'assurer une cohérence climatique et météorologique.
- Ne présenter aucune influence d'ouvrages hydrauliques e.g. : barrages et stations de pompage.

<sup>2</sup> Evaluation environnementale du SAGE « Gravona, Prunelli, Golfes d'Ajaccio et de Lava » – Biotope, Décembre 2020. [https://www.ca-ajaccien.corsica/wp-content/uploads/2021/01/EE\\_SAGE.pdf](https://www.ca-ajaccien.corsica/wp-content/uploads/2021/01/EE_SAGE.pdf)

**Tableau 2 Stations localisées dans un rayon de 50 km autour du site**

Source : Hydroportail (2026)

| Station hydro                                        | Caractéristiques                                                                                                                                                       | Retenue pour la suite des études ? |
|------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|
| Y830 0001<br>La Gravona à Peri                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 30 ans de données</li> <li>- 18 années complètes</li> <li>- 201 km<sup>2</sup> BV</li> </ul>                                  | Retenue                            |
| Y841 0001<br>Le Prunelli à Tolla                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 9 ans de données</li> <li>- 133 km<sup>2</sup> BV</li> <li>- Influencée en toutes eaux par le barrage EDF de Tolla</li> </ul> | Non retenue                        |
| Y842 0002<br>Le Prunelli à Cauro                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 4 ans de données</li> <li>- Influencée en toutes eaux par le barrage EDF de Tolla</li> </ul>                                  | Non retenue                        |
| Y862 0001<br>Le Taravo à Zigliara [Pont d'Abra]      | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 53 ans de données</li> <li>- 25 années complètes</li> <li>- 331 km<sup>2</sup> BV.</li> </ul>                                 | Retenue                            |
| Y881 0001<br>Le Rizzanese à Zoza                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 130 km<sup>2</sup> BV</li> <li>- Site influencé par un barrage EDF en amont depuis mai 2012</li> </ul>                        | Non retenue                        |
| Y870 0002<br>Le Baraci à Fozzano                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 5 ans de données</li> <li>- 48 km<sup>2</sup> BV</li> </ul>                                                                   | Non retenue                        |
| Y882 0002<br>U Fiumicicoli à Sainte-Lucie-de-Tallano | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 8 ans de données</li> <li>- 90 km<sup>2</sup> BV</li> </ul>                                                                   | Non retenue                        |
| Y881 0001<br>Le Rizzanese à Zoza                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Site influencé par pompages en amont.</li> <li>- 130 km<sup>2</sup> BV</li> </ul>                                             | Non retenue                        |
| Y890 0002<br>L'Ortolo à Levie [Vignallela]           | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 30 ans de données</li> <li>- 24 années complètes</li> <li>- 26.2 km<sup>2</sup> BV</li> </ul>                                 | Retenue                            |
| Y812 0001<br>Le Liamone à Arbori [Pont de Truggia]   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 55 ans de données</li> <li>- 26 années complètes</li> <li>- 322 km<sup>2</sup> BV</li> </ul>                                  | Retenue                            |

Parmi les stations sélectionnées, seule la station Y890 0002 : L'Ortolo à Levie (Vignallela) — présente un bassin versant comparable en termes de superficie et de morphologie à celui correspondant aux points SHYREG situés sur la zone d'étude. Une illustration de cette similitude est donnée dans l'image ci-après.

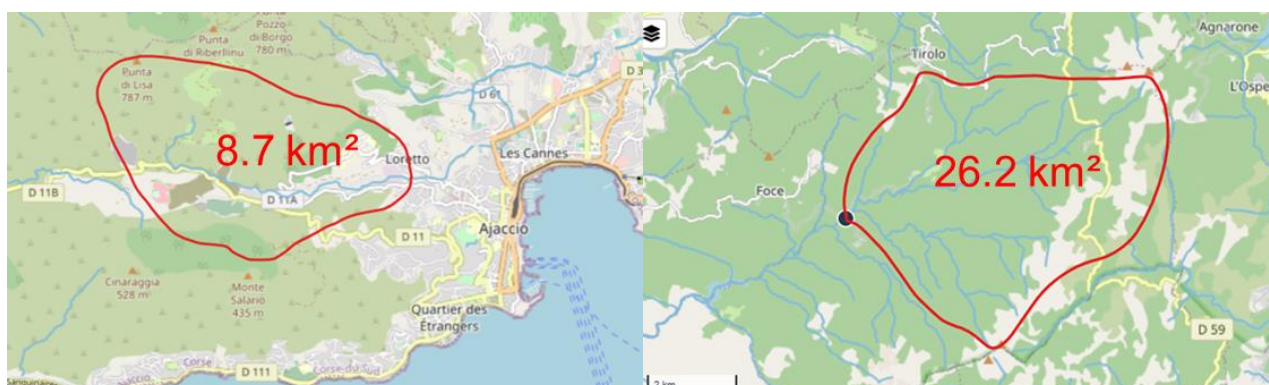


**Figure 14 Comparaison entre le bassin versant du site (SHYREG CO984) et de la station L'Ortolo à Levie**

### 3.1 Débit estival

Pour le dimensionnement des débits durant la période de chantier (juin à septembre), nous avons exploité les données issues de la Banque Hydro sur les quatre stations retenues précédemment (cf. Tableau 2), à savoir : La Gravona à Peri, Le Taravo à Zigliara [Pont d'Abra], L'Ortolo à Levie [Vignallela] et Le Liamone à Arbori [Pont de Truggia].

Dans un premier temps, nous avons calculé les débits caractéristiques Q-X (dits "CRUCAL") à l'aide de la calculatrice statistique du Hydroportail, à partir des séries de QIXnJ (débits instantanés maximaux journaliers). Cette grandeur correspond, pour chaque année hydrologique complète (du 1<sup>er</sup> septembre au 31 août), au débit maximum mesuré sur la station.

L'échantillon ainsi obtenu a fait l'objet d'un ajustement statistique<sup>3</sup> :

- Loi de Gumbel pour toutes les stations, avec une estimation basée sur la méthode des L-moments et une quantification de l'incertitude par *bootstrap* paramétrique, assortie d'un intervalle de confiance à 95%.
- Loi log-normale pour la station de L'Ortolo à Levie, avec une estimation basée sur la méthode des L-moments et une quantification de l'incertitude par *bootstrap* paramétrique, assortie d'un intervalle de confiance à 95 %.

Le tableau ci-après présente les débits associés à des périodes de retour comprises entre 2 et 100 ans pour les stations sélectionnées.

**Tableau 3 Débits pour les périodes de retour usuelles aux stations hydro du secteur (année hydrologique) en (m<sup>3</sup>/s)**

| Période de retour | Y830 0001<br>La Gravona à Peri | Y862 0001<br>Le Taravo à Zigliara<br>[Pont d'Abra] | Y890 0002<br>L'Ortolo à Levie<br>[Vignallela] | Y812 0001<br>Le Liamone à Arbori<br>[Pont de Truggia] |
|-------------------|--------------------------------|----------------------------------------------------|-----------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| 2 ans             | 205                            | 152                                                | 13.6                                          | 440                                                   |
| 5 ans             | 310                            | 212                                                | 28.9                                          | 645                                                   |
| 10 ans            | 381                            | 252                                                | 42.8                                          | 780                                                   |
| 20 ans            | 448                            | 291                                                | 59.3                                          | 910                                                   |
| 50 ans            | 535                            | 340                                                | 85.4                                          | 1079                                                  |
| 100 ans           | 600                            | 378                                                | 109                                           | 1205                                                  |

Dans un second temps, à l'aide de la même calculatrice statistique, nous avons extrait un échantillon limité aux QIXnJ observés exclusivement entre le 1<sup>er</sup> juin et le 30 septembre de chaque année. Cet échantillon "estival" a été soumis aux mêmes ajustements statistiques que l'échantillon complet. Nous avons ainsi obtenu les débits pour des périodes de retour allant de 2 à 10 ans, spécifiquement représentatifs de la saison des travaux.

<sup>3</sup> Formules utilisées pour les lois de Gumbel et Log-normale

Pour les études hydrologiques, les débits de crue associés à une période de retour  $T_r$  peuvent être estimés à partir des paramètres statistiques (moyenne  $\mu$  et écart-type  $\sigma$ ) de l'échantillon de débits.

Dans le cas où l'échantillon suit une loi de Gumbel (valeurs extrêmes de type I), le débit associé à une période de retour  $T_r$  est donné par :

$$Q(T_r) = \mu - \sigma \cdot \ln \left[ -\ln \left( 1 - \frac{1}{T_r} \right) \right]$$

Lorsque les données suivent une loi log-normale, le débit associé à la période de retour  $T_r$  s'écrit :

$$Q(T_r) = \exp \left[ \mu + \sigma \cdot \Phi^{-1} \left( 1 - \frac{1}{T_r} \right) \right]$$

Où  $\Phi^{-1}$  désigne la fonction quantile de la loi normale centrée réduite (inverse de  $N(0,1)$ ).

**Tableau 4 Débits pour les périodes de retour les plus fréquentes aux stations hydro du secteur (période estivale) en (m³/s)**

| Période de retour | Y830 0001<br>La Gravona à Peri | Y862 0001<br>Le Taravo à Zigliara<br>[Pont d'Abra] | Y890 0002<br>L'Ortolo à Levie<br>[Vignallela] | Y812 0001<br>Le Liamone à Arbori<br>[Pont de Truggia] |
|-------------------|--------------------------------|----------------------------------------------------|-----------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| 2 ans             | 42                             | 16                                                 | 0.9                                           | 62                                                    |
| 5 ans             | 103                            | 33                                                 | 2.7                                           | 155                                                   |
| 10 ans            | 143                            | 44                                                 | 4.9                                           | 216                                                   |

Avec les données de ces deux tableaux, nous pouvons définir des facteurs de conversion moyen entre une crue « toute l'année » et une crue estivale. Ces facteurs sont présentés ci-après.

**Tableau 5 Facteurs de conversion entre les crues « toute l'année » et les crues estivales de même période de retour**

| Période de retour | Facteur moyen |
|-------------------|---------------|
| 2 ans             | 12.9%         |
| 5 ans             | 20.5%         |
| 10 ans            | 23.6%         |

Cela veut dire que pour passer d'une crue décennale « toute l'année » à une crue décennale estivale, il faudrait multiplier par 0.236 (ou 23.6%). Ces facteurs sont 0.205 et 0.129 pour la crue quinquennale et biennale, respectivement. Nous pouvons donc appliquer cette réduction aux quantiles SHYREG des points de contrôle dans notre zone d'étude pour estimer les débits durant la période de chantier.

Par ailleurs, nous avons comparé le résultat de cette transformation avec celles obtenues par méthode de transfert de Myer pour les crues<sup>4</sup>.

**Tableau 6 Débits fréquents pour CO983**

| Période de retour | Débit SHYREG (m³/s) | Débit estival par régionalisation (m³/s) | Débit estival par la méthode de transfert (m³/s) |
|-------------------|---------------------|------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| 2 ans             | 2.64                | <b>0.34</b>                              | 0.24                                             |
| 5 ans             | 4.03                | <b>0.83</b>                              | 0.75                                             |
| 10 ans            | 5.45                | <b>1.28</b>                              | 1.36                                             |

**Tableau 7 Débits fréquents pour CO984**

| Période de retour | Débit SHYREG (m³/s) | Débit estival par régionalisation (m³/s) | Débit estival par la méthode de transfert (m³/s) |
|-------------------|---------------------|------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| 2 ans             | 3.89                | <b>0.50</b>                              | 0.36                                             |
| 5 ans             | 5.90                | <b>1.21</b>                              | 1.13                                             |
| 10 ans            | 7.93                | <b>1.87</b>                              | 2.05                                             |

<sup>4</sup> Méthode de transfert Myer pour les crues :

$$q_m = q_J \cdot \left( \frac{S_m}{S_J} \right)^{0.8}$$

Où

$q_m$  = Débit de pointe d'un sous-bassin versant

$q_J$  = Débit de pointe d'un cours d'eau jaugée

$S_m$  = Surface du sous-bassin versant considérée

$S_J$  = Surface de bassin versant jaugée



$$Q = K_s \cdot A_m \cdot R_h^{\frac{2}{3}} \cdot i^{\frac{1}{2}}$$

où :

Q est le débit (m<sup>3</sup>/s).

K est le coefficient de Strickler lié à la rugosité.

A est la superficie de la section d'écoulement (m<sup>2</sup>).

R<sub>h</sub> est le rayon hydraulique, égal à A/P où P est le périmètre mouillé (m).

i est la pente longitudinale de la conduite.

Conformément aux analyses hydrologiques menées précédemment, le dimensionnement de la dérivation s'appuie sur le débit biennal estival calculé au point CO984, i.e. 0.50 m<sup>3</sup>/s.

Ce débit, identifié comme représentatif des besoins hydrauliques durant la phase chantier, constitue la valeur cible à garantir par la conduite temporaire.

Le tableau récapitulatif ci-après indique les débits maximaux transmissibles par conduites de diamètre 400, 500, 600, 800 et 1000 mm (plage de diamètres standard du marché), permettant de comparer ces capacités au débit biennal estival.

**Tableau 8 Débits maximaux transmissibles par conduites**

| Diamètre nominal (mm) | Débit maximal (m <sup>3</sup> /s) |
|-----------------------|-----------------------------------|
| 400                   | 0.40                              |
| 500                   | 0.73                              |
| 600                   | 1.19                              |
| 800                   | 2.56                              |
| 1000                  | 4.65                              |

En pratique, les diamètres 400 mm et 500 mm apparaissent comme les solutions les plus adaptées, offrant un compromis équilibré entre capacité hydraulique, encombrement et faisabilité de pose dans la configuration du chantier.

### 3.3 Hydrogrammes de crue

Pour alimenter le modèle hydraulique, il est indispensable de disposer d'hydrogrammes de crue représentatifs du fonctionnement réel du bassin versant. Ceux-ci doivent prendre en compte à la fois le temps de concentration du bassin et les phénomènes météorologiques susceptibles d'influencer fortement la dynamique des débits. Le bassin versant de l'Arbitrone est particulièrement sensible aux épisodes orageux intenses (Houze<sup>5</sup>, 1981).

Ces systèmes, fréquemment observés en région méditerranéenne, génèrent des orages durant généralement entre 1 et 3 h, pouvant engendrer des crues rapides et dommageables. Ils sont responsables de plusieurs événements marquants en Corse, dont celui d'août 2022, qui a provoqué des dégâts significatifs sur plusieurs bassins versants.

Afin de représenter une réponse hydrologique cohérente avec ce type d'événement, nous utilisons l'hydrogramme triangulaire du SCS (*Soil Conservation Service*). Il s'agit d'un hydrogramme synthétique couramment employé en hydrologie appliquée, car il permet de reproduire de manière simple mais réaliste la forme d'une crue issue d'une pluie intense. Ce type d'hydrogramme se caractérise par :

- Une montée linéaire jusqu'au débit de pointe, généralement proportionnelle au temps de concentration.

<sup>5</sup> Houze, R.A. (1981) Structures of atmospheric precipitation systems: A global survey. Radio Science, September-October, Vol. 16, No. 5, 671-689

- Une décrue linéaire d'une durée proche de deux fois le temps de concentration.

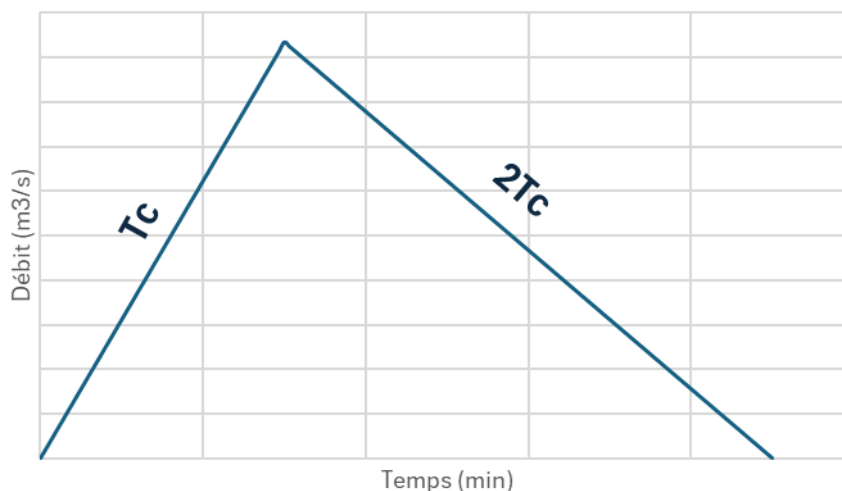


**Figure 17** Forme de l'hydrogramme triangulaire et durées caractéristiques

Le temps de concentration du bassin, calculé dans les études précédentes, est de 45 min. Ce formalisme permet ainsi de construire des hydrogrammes compatibles avec les débits de pointe déterminés précédemment et adaptés au contexte météorologique local. La durée totale d'environ 2h15 apparaît cohérente avec l'ordre de grandeur des épisodes méditerranéens intenses.

En utilisant les débits établis dans le Tableau 6 et Tableau 7, il est alors possible de construire les hydrogrammes de projet pour les points CO983 et CO984, tant pour la période estivale que pour l'année entière. Ces hydrogrammes constituent les données d'entrée nécessaires au modèle hydraulique et permettent de simuler la réponse du système durant les phases de chantier.

Les graphiques correspondants sont présentés ci-après, et les tableaux de données utilisés pour leur construction sont fournis en **Annexe A**.

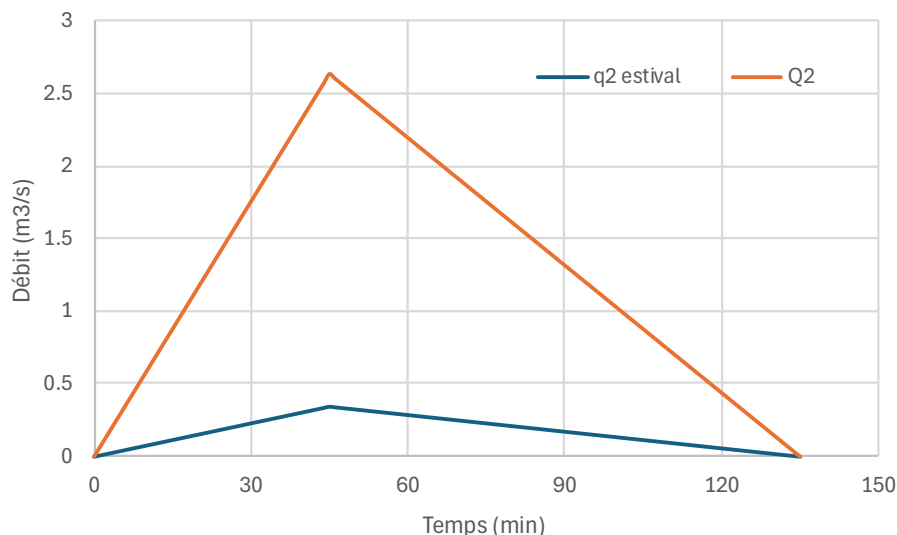


**Figure 18** Hydrogrammes de crue estivale et « toute l'année » pour CO983

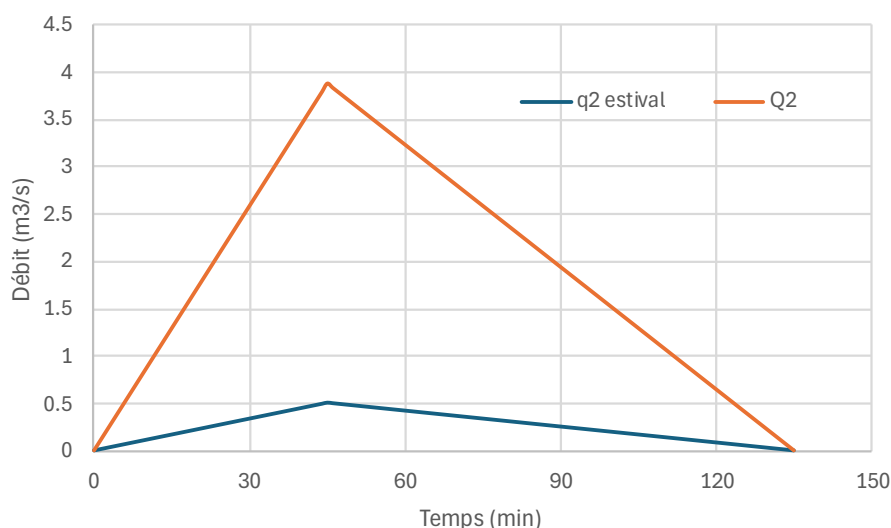


**Figure 19** Hydrogrammes de crue estivale et « toute l'année » pour CO984

### 3.4 Débits d'étiage et analyse du tirant d'eau

Pour caractériser les conditions d'étiage dans le cadre du dimensionnement hydraulique et de l'analyse des impacts potentiels du chantier, il est nécessaire de se référer au QMNA5, i.e., le débit mensuel minimal ayant une probabilité de dépassement de 1/5 en moyenne, soit un événement statistiquement rencontré une année sur cinq (ou vingt fois par siècle).

Dans le Code de l'environnement, le QMNA5 constitue le « débit de référence du cours d'eau » (article R214-1). Il est utilisé dans la procédure de déclaration ou d'autorisation des installations, ouvrages, travaux ou activités susceptibles de porter atteinte à la ressource en eau, notamment pour apprécier les pressions exercées sur les milieux aquatiques en période d'étiage.

Afin d'estimer le débit d'étiage applicable au site d'étude, nous nous appuyons sur les stations hydrométriques sélectionnées (Tableau 2). Les QMNA5 de ces stations sont obtenus via l'Hydroportail, puis transférés au site par la méthode de Myer d'étiage<sup>6</sup>.

Dans notre cas, nous utilisons la surface de bassin versant de CO984 (8.7 km<sup>2</sup>), la plus proche du chantier et nous estimons le QMNA5, cf. le tableau ci-après.

**Tableau 9** Calcul du QMNA5 au niveau du chantier

| Station de base                                 | QMNA5 au chantier (L/s) |
|-------------------------------------------------|-------------------------|
| Y830 0001<br>La Gravona à Peri                  | 4                       |
| Y862 0001<br>Le Taravo à Zigliara [Pont d'Abra] | 12                      |

<sup>6</sup> Méthode de transfert Myer pour l'étiage:

$$q_m = q_J \cdot \left( \frac{S_m}{S_J} \right)^{1.2}$$

Où

$q_m$  = Débit de pointe d'un sous-bassin versant

$q_J$  = Débit de pointe d'un cours d'eau jaugée

$S_m$  = Surface du sous-bassin versant considérée

$S_J$  = Surface de bassin versant jaugée

| Station de base                                    | QMNA5 au chantier (L/s) |
|----------------------------------------------------|-------------------------|
| Y890 0002<br>L'Ortolo à Levie [Vignallela]         | 3                       |
| Y812 0001<br>Le Liamone à Arbori [Pont de Truggia] | 5                       |

Nous obtenons pour le point CO984 un QMNA5 moyen de l'ordre de 6 L/s. L'utilisation de la formule de Manning-Strickler, présentée précédemment (chapitre 3.2), indique que pour les deux diamètres de conduites retenus, le tirant d'eau en période d'étiage varie entre 2 et 3 cm.

## 4 Modélisation hydraulique

En raison du grand nombre d'aménagements dans la zone modélisée (ponts, barrages, digues) et de l'ampleur de la zone d'inondation, nous avons opté dans les études précédentes pour un modèle mathématique bidimensionnel pour modéliser l'écoulement de l'eau.

Ce modèle a été construit dans le logiciel HEC-RAS développé par le « United States Army Corps of Engineers ».

Dans cette étude, des hypothèses Newtoniennes (Newtonian Assumptions) ont été adoptées, utilisant les équations standards des « eaux claires » et l'équation 2D de Barré de Saint-Venant (Shallow Water Equation – SWE) a été employée.

Les caractéristiques de l'écoulement sont principalement influencées par le relief du terrain (forme du lit, de la zone inondable, pentes) et les résistances à l'écoulement (rugosité hydraulique et résistances de forme – rétrécissements ou élargissements du profil d'écoulement, courbes, contournement d'obstacles, écoulement à travers des objets, etc.).

### 4.1 Conditions limites

Les hydrogrammes pour la crue biennale estivale et « toute l'année » présentés dans la Figure 18 et Figure 19, ainsi que dans l'**Annexe A**, sont injectés aux points CO983 et CO984, respectivement en amont et en aval du site et la différence répartie dans des débits latéraux sur le secteur de l'emprise du modèle. A l'aval des secteurs modélisés, une sortie libre a été imposée.

### 4.2 Construction du modèle et maillage

Le modèle 2D a été créé sous la forme d'un maillage flexible. Des courbes de force ont été appliquées au droit des éléments structurants dans le lit majeur tels que les routes et les murs.

Le maillage utilise comme lignes de contrainte les berges des cours d'eau, les remblais en lit majeur, les cours d'eau du 2D et les lignes séparant les zones en fonction des enjeux.

De plus, nous avons inclus les bâtiments à l'Est du site (salle de mélanges, salle de compresseurs et salle technique) et à l'Ouest (alimentation électrique Normal/Secours du site), en tenant compte de la position des ouvertures, ainsi que de l'altitude du plancher, fournie par le géomètre.

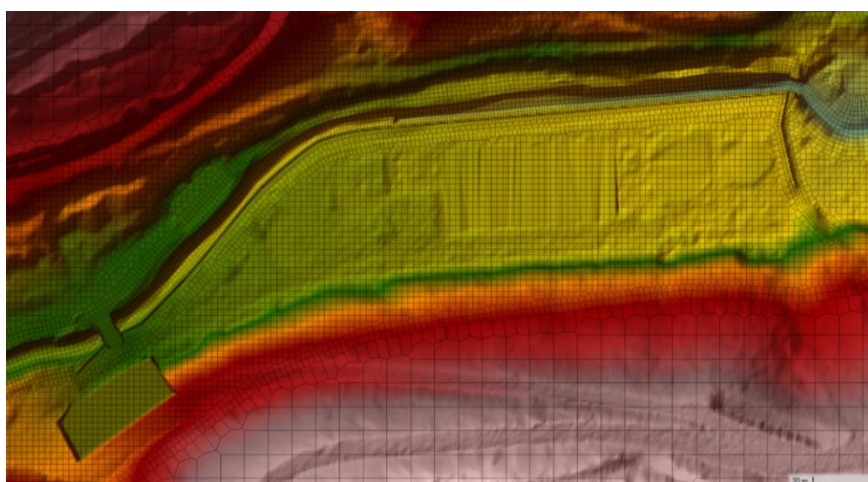


**Figure 20** Maillage sur la zone d'étude concernée

### 4.3 Intégration des éléments structurant le lit majeur

Les remblais en lit majeur et autres éléments structurants de la topographie constituent des freins à l'expansion des crues et vont dicter le comportement hydraulique des secteurs concernés (redirection des éléments par exemple).

Les obstacles en lit majeur ont été repérés à partir du MNT disponible dans la zone. La cote des points hauts des obstacles a été extraite du rapport du géomètre et intégrée dans le modèle.

La localisation et les hauteurs de crêtes sont fidèlement reproduites au sein du modèle et indépendantes du maillage.

La figure suivante présente l'ensemble des ouvrages renseignés dans le lit majeur.



**Figure 21** Carte des ouvrages renseignés dans le modèle

### 4.4 Intégration du lit mineur

Il a été créé un modèle topographique spécifique à la région du cours d'eau à partir des sections transversales (levées par le géomètre) et de l'interpolation de la surface de la couche des sections transversales. Cette démarche permet de générer un modèle topographique détaillé du lit mineur.

Ce modèle topographique a pu être fusionné avec le modèle topographique général de la surface, lequel ne rend pas compte de manière précise le relief sous la surface de l'eau.

Cette fusion a pour résultat la création d'un modèle topographique amélioré, offrant une représentation 2D plus fidèle du terrain sur l'emprise du modèle. Ce modèle amélioré permet une analyse plus précise des conditions et des caractéristiques hydrauliques dans cette zone spécifique.

### 4.5 Rugosité

Afin de tenir compte de la variabilité spatiale de la « résistance à l'écoulement » des terrains une carte des coefficients de rugosité a été définie à partir de la carte d'occupation du sol. Cette dernière a été établie sur la base des données Corine Land Cover.

Plus le coefficient de Manning est grand, plus le sol est rugueux et ainsi plus les pertes d'énergies dues aux frottements seront importantes. Ci-dessous est présenté le tableau des valeurs des coefficients de rugosité appliqués.

**Tableau 10 Rugosité du modèle en fonction de l'occupation du sol**

| Description                           | Coefficient de Manning (s/m <sup>1/3</sup> ) |
|---------------------------------------|----------------------------------------------|
| Cours et voies d'eau                  | 0,030 – 0,055                                |
| Routes et trottoirs                   | 0,025                                        |
| Routes en gravier                     | 0,035                                        |
| Pelouses et pâturages naturels        | 0,060                                        |
| Rives                                 | 0,040 – 0,065                                |
| Forêt et végétation arbustive moyenne | 0,075                                        |
| Forêt et végétation arbustive dense   | 0,100                                        |
| Zones industrielles ou commerciales   | 0,070                                        |

#### 4.6 Calage du modèle

Le modèle a été calé dans les études précédentes sur un événement historique, soit en l'occurrence l'évènement en 2008, qui a été considéré, selon les critères du PPRI de l'époque, comme un événement de période de retour égale à 25 ans.

Nous avons pu obtenir le débit en amont du modèle (CO983). Il équivaut à 7.69 m<sup>3</sup>/s, tandis que le débit en aval au droit du pont de la façade Est du site (CO984) est 11.24 m<sup>3</sup>/s.

ENGIE a fourni également l'information que le site a été inondé en 2008 sur la plateforme basse avec 50 à 60 cm d'eau et a donné la configuration du site à l'époque.

Les résultats du calage révèlent une accumulation d'eau derrière le mur de protection du site, notamment à proximité de la façade Est, comme illustré dans la figure ci-après. Pour un événement similaire, on pourrait observer une accumulation d'eau de 40 à 60 cm dans le secteur, ce qui concorde avec les témoignages recueillis lors de la reconnaissance terrain.

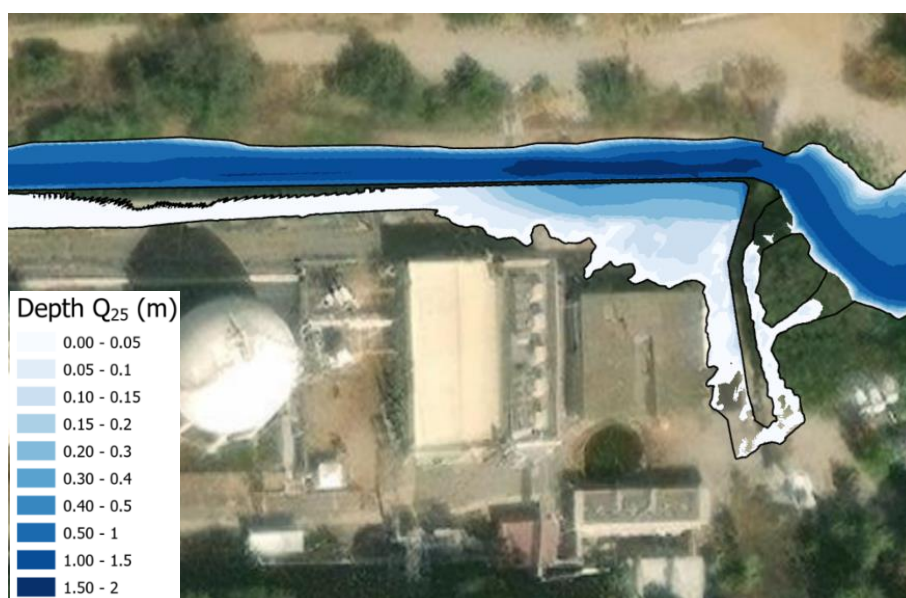


**Figure 22 Représentation de la hauteur d'eau en mètre lors du calage du modèle sur le débit de période de retour 25 ans pour représenter la crue de 2008**

## 4.7 Scénarios d'aménagement simulés

Nous avons apporté les modifications suivantes au modèle :

- Effacement des obstacles de la façade Est : afin d'améliorer la transparence hydraulique du site, nous avons proposé de modifier le mur et le muret existants et de les remplacer par une clôture rigide.
- Création d'un dos-d'âne en rive gauche, en amont immédiat du pont d'accès au site, ainsi que le prolongement des parapets (cf. chapitre 2).
- Obstruction partielle de la section du pont du site, par l'installation d'une tête-de-pont équipée d'un tuyau en PVC de 400 mm (option 1) ou 500 mm (option 2).

Par ailleurs, pour l'accès au chantier le long de l'Arbitrone (voir plan sur l'image ci-après), nous avons prévu la réalisation d'un chemin en terre de 3 m de large. Celui-ci débiterait au niveau de la pente du dos-d'âne côté bureaux, puis emprunterait la passerelle déjà construite au niveau du chemin piéton indiqué sur l'image suivante.

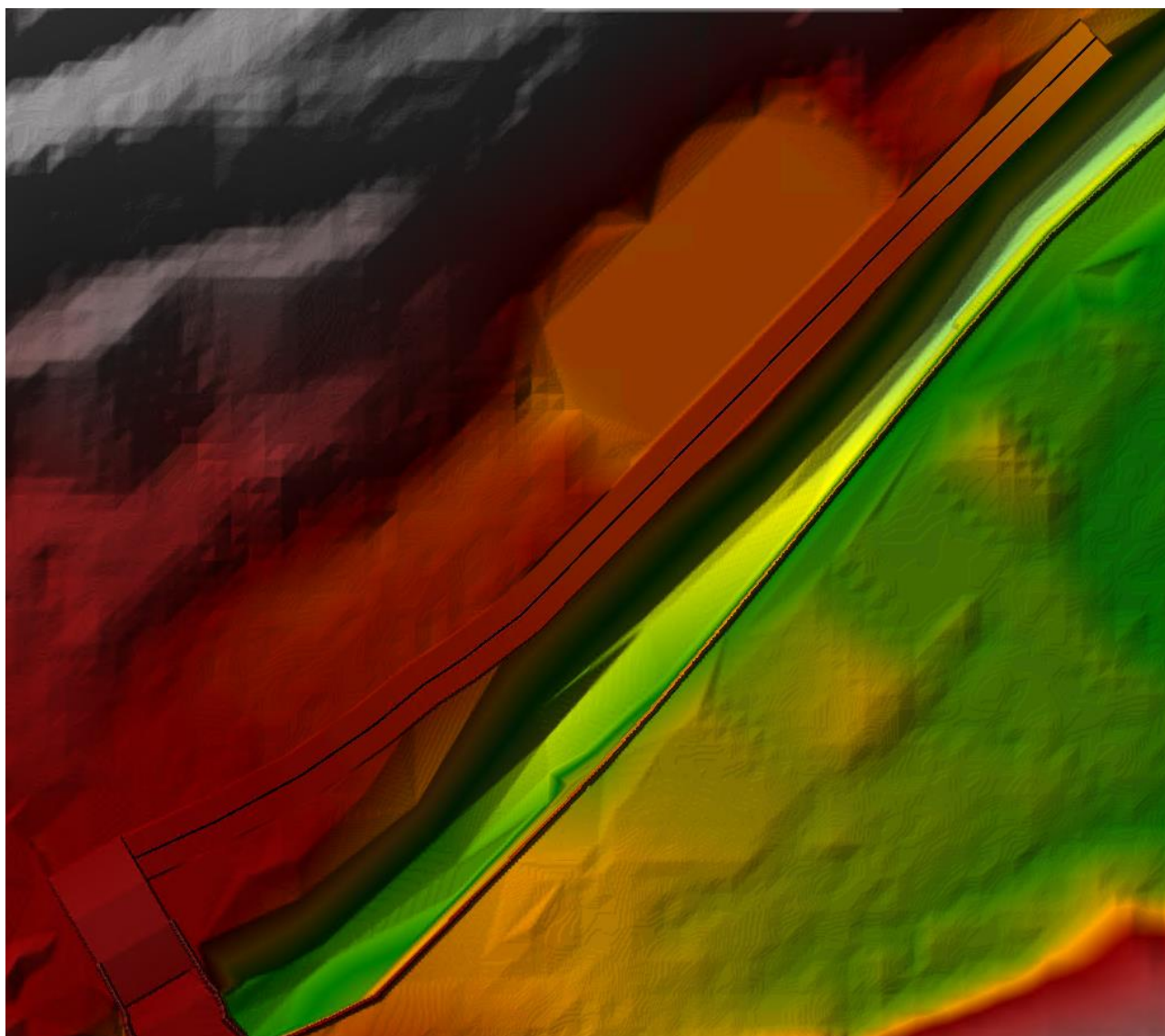


**Figure 23** Chemin chantier de 3 m ajouté dans le MNT du modèle



**Figure 24** Chemin piéton existant

Le niveau de ce chemin a été défini à partir des spécifications de l'AMO. L'objectif était de garantir une pente très douce ( $\sim 2\%$ ) pour permettre le passage des véhicules et d'être au même niveau que le plateau où se trouvait le réservoir auparavant (rectangle dans le MNT de la Figure 23).

Concrètement, pour les débits supérieurs aux débits de dimensionnement, le chemin d'accès jouerait un rôle de déversoir latéral, permettant l'évacuation contrôlée d'une partie des écoulements vers l'Arbitrone.

Les résultats détaillés concernant la hauteur d'eau maximale et le niveau maximal de la surface inondée sont présentés dans le chapitre suivant.

## 5 Résultats

Les chapitres suivants présentent les résultats des simulations en état chantier pour les débits biennaux estivaux et « toute l'année », dans le cas où une dérivation de Ø400 mm ou Ø500 mm serait choisie.

### 5.1 Scénario 1 : débit biennal estival

#### 5.1.1 Option 1 : tuyau de dérivation Ø400 mm

Dans le cas où un débit biennal surviendrait durant la phase chantier, et en retenant un ouvrage de traversée dimensionné en Ø400 mm, les modélisations hydrauliques mettent en évidence une remontée en charge de l'écoulement.

Le volume de crue est stocké dans le lit moyen de l'Arbitrone, sans débordement vers le lit majeur.

L'analyse des champs de hauteurs d'eau fait apparaître une lame d'eau comprise entre 1.0 et 1.10 m, correspondant à un niveau hydraulique de 29.1 m NGF.

Les figures ci-après illustrent la répartition des hauteurs d'eau et les niveaux de la surface en eau sur l'ensemble du périmètre étudié.



**Figure 25**      **Lame d'eau maximale en cas de débit biennal estival lors de la phase chantier protégé par un tuyau de dérivation Ø400 mm**



**Figure 26** Niveau d'eau maximal en cas de débit biennal estival lors de la phase chantier protégé par un tuyau de dérivation Ø400 mm

### 5.1.2 Option 2 : tuyau de dérivation Ø500 mm

Dans la configuration alternative comportant un ouvrage de traversée de Ø500 mm, le modèle ne met en évidence aucune surverse dans le lit majeur, face à la sollicitation en débit biennal (cf. figures ci-après).

L'amélioration de la capacité hydraulique de l'ouvrage permet d'abaisser le niveau d'eau à 28.7 m NGF, soit environ 30 cm de réduction du tirant d'eau par rapport à l'hypothèse en Ø400 mm.



**Figure 27** Lamme d'eau maximale en cas de débit biennal estival lors de la phase chantier protégé par un tuyau de dérivation Ø500 mm



**Figure 28 Niveau d'eau maximal en cas de débit biennal estival lors de la phase chantier protégé par un tuyau de dérivation Ø500 mm**

## 5.2 Scénario 2 : débit biennal « toute l'année »

### 5.2.1 Option 1 : tuyau de dérivation Ø400 mm

Dans le scénario biennal « toute l'année », les simulations mettent en évidence une surverse en rive gauche, au droit des bureaux, sans impact direct sur les bâtiments, compte tenu des altitudes de plancher.

La zone déblayée à l'Est des bureaux est en revanche sollicitée, avec des hauteurs d'eau comprises entre 15 et 20 cm. Cette sollicitation provient principalement de l'effet du chemin d'accès chantier, qui induit une perte de charge locale et impose un niveau hydraulique quasi constant à 29.60 m NGF dans ce secteur.

La ligne d'eau remonte progressivement jusqu'au dos-d'âne, atteignant 30.30 m NGF pour le busage en Ø400 mm. Ce dépassement local de la crête de l'ouvrage rend possible une surverse au niveau du dos-d'âne, entraînant l'inondation d'une partie du site en rive droite.

La surface affectée est restreinte, avec une lame d'eau faible (2 à 3 cm) touchant les bâtiments de la salle de mélanges, de la salle des compresseurs et de la salle technique. N.B. : la modélisation intègre explicitement la position des ouvertures (portes notamment) ainsi que les altitudes de planchers, garantissant une représentativité réaliste de la vulnérabilité de ces bâtiments.

Le reste des zones inondées correspond essentiellement à la chaussée, où les hauteurs d'eau varient entre 5 et 10 cm.

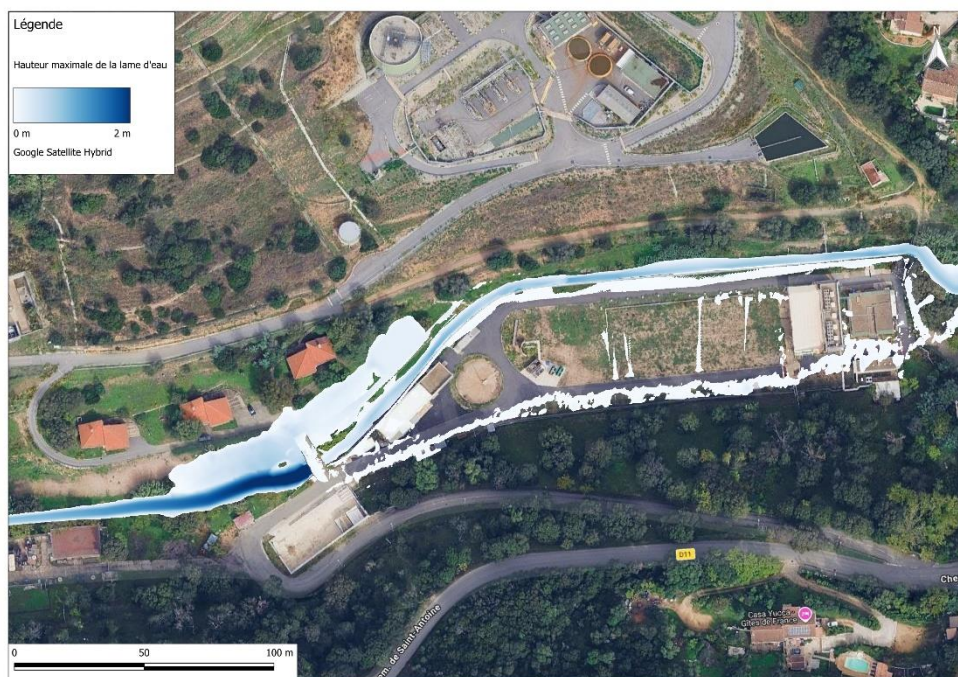


**Figure 29**      **Lame d'eau maximale en cas de débit biennal « toute l'année » lors de la phase chantier protégé par un tuyau de dérivation Ø400 mm**

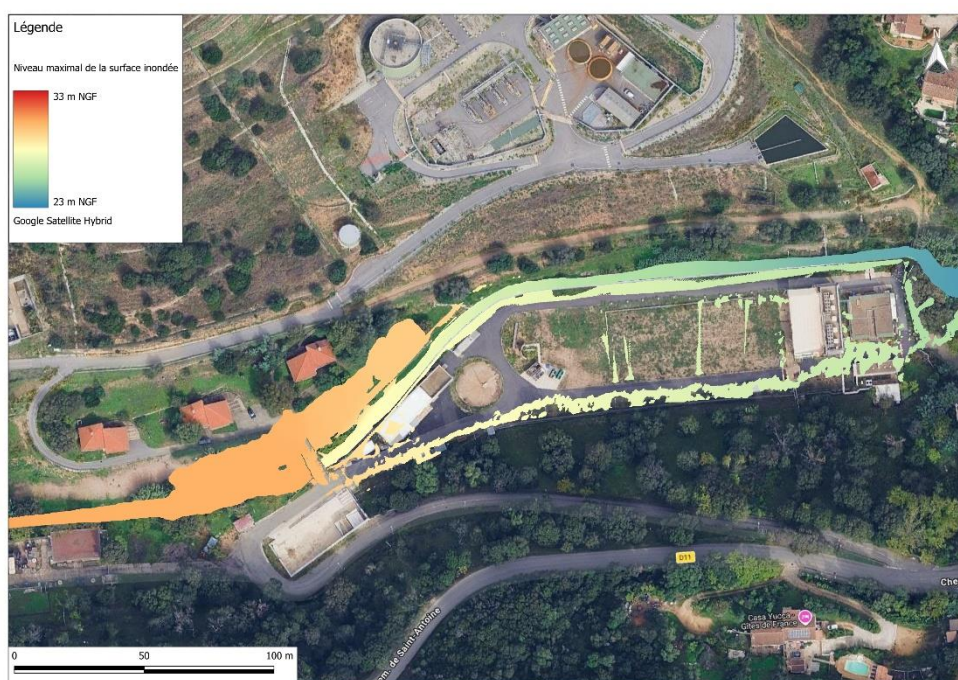


**Figure 30**      **Niveau d'eau maximal en cas de débit biennal « toute l'année » lors de la phase chantier protégé par un tuyau de dérivation Ø400 mm**

### 5.2.2      Option 2 : tuyau de dérivation Ø500 mm

Sous les mêmes conditions hydrauliques, mais avec un ouvrage en Ø500 mm, les phénomènes généraux restent similaires : une surverse limitée en rive gauche apparaît de manière comparable, sans conséquence sur les zones bâties.

La zone déblayée à l'Est demeure également sollicitée, avec des lames d'eau de 15 à 20 cm, le chemin d'accès chantier continuant d'imposer un contrôle hydraulique autour de 29,60 m NGF.

La remontée de la ligne d'eau vers le dos-d'âne est légèrement réduite par rapport au scénario Ø400 mm : le niveau atteint environ 30.28 m NGF.

Toutefois, cette valeur reste suffisante pour générer une surverse localisée au niveau du dos-d'âne, provoquant une inondation résiduelle en rive droite, plus limitée que dans le cas précédent.

Les bâtiments mentionnés précédemment ne sont pas inondés.

Du fait que le mur en façade Est est déjà prévu d'être retiré, les impacts sur ce secteur sont jugés faibles, cette configuration améliorant la transparence hydraulique et limitant les phénomènes d'auto-inondation.

Sur la chaussée, les hauteurs d'eau modélisées sont comprises entre 2 et 5 cm, soit une légère amélioration par rapport au busage en Ø400 mm.

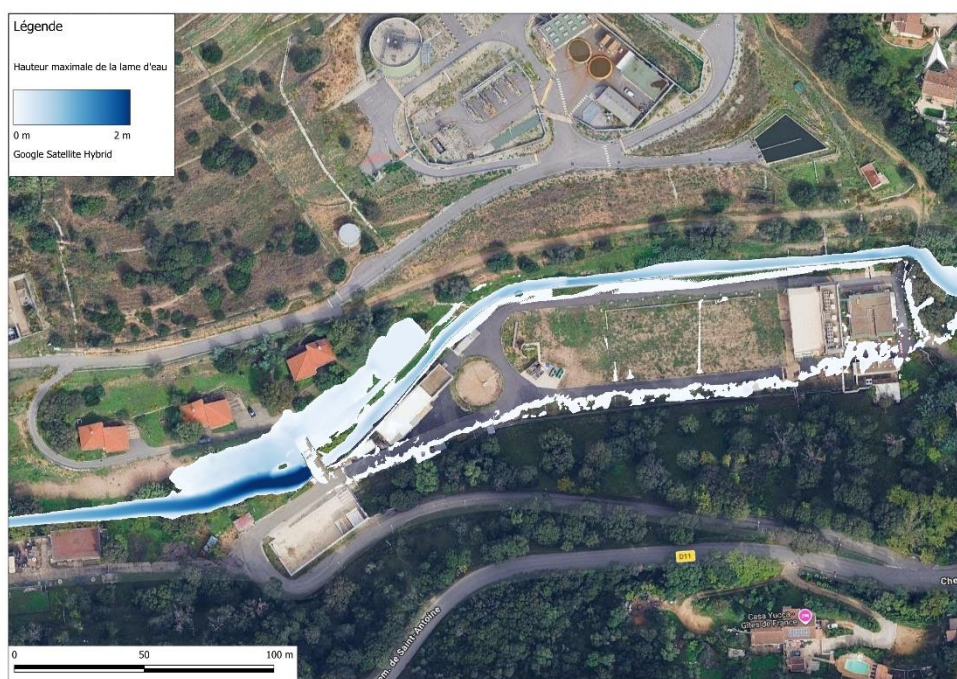


**Figure 31**      **Lame d'eau maximale en cas de débit biennal « toute l'année » lors de la phase chantier protégé par un tuyau de dérivation Ø500 mm**

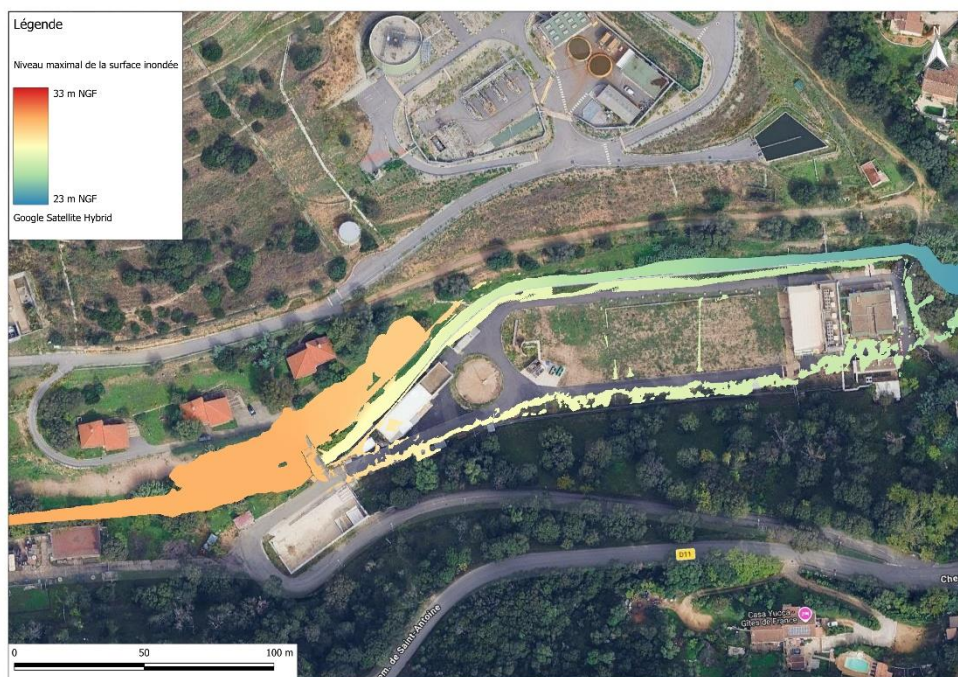


**Figure 32** Niveau d'eau maximal en cas de débit biennal « toute l'année » lors de la phase chantier protégé par un tuyau de dérivation Ø500 mm

## 6 Conclusions et recommandations

Au regard des différentes simulations hydrauliques réalisées, il est recommandé de retenir le busage en Ø500 mm. Cette configuration présente en effet des impacts plus réduits, tant en débit estival qu'en débit « toute l'année », tout en limitant plus efficacement les hauteurs d'eau au droit des zones sensibles, notamment les salles de mélanges, salle des compresseurs et salle technique.

Il est fortement recommandé de commencer les travaux hydrauliques par l'effacement du mur de la façade Est. Cet aménagement est un prérequis essentiel pour garantir la transparence hydraulique du secteur et limiter les phénomènes d'auto-inondation.

*Similiter*, le reprofilage dos-d'âne constitue un levier efficace pour réduire les risques de surverse en rive droite. Compte tenu des niveaux atteints, cet aménagement permettrait de diminuer les arrivées d'eau sur les zones bâties.

Il convient également de souligner que, quelle que soit la solution de dérivation retenue (Ø400 ou Ø500 mm) et le débit utilisé (estival ou « toute l'année »), les impacts restent confinés au périmètre immédiat du site. En effet, le contrôle hydraulique est assuré par le dalot existant et par la topographie en aval immédiat de la façade Est.

Enfin, pour la gestion du stockage de matériaux et d'engins durant la phase chantier, il est possible d'utiliser la zone en terre battue actuellement aménagée en parking, située en face du bâtiment bureaux le plus à l'Ouest. Cette zone est marquée en orange dans l'image ci-après.



**Figure 33** Zone recommandée pour le stockage de matériaux et d'engins durant la phase chantier

Cette zone, d'une superficie d'environ 500 m<sup>2</sup>, n'est jamais sollicitée par les écoulements, y compris dans les scénarios modélisés (toutes configurations d'ouvrages et tous débits), mais aussi dans la situation actuelle, pour une crue centennale (voir figure ci-après).

Profondeur de l'eau  $Q_{100}$



**Figure 34**    **Lame d'eau en situation actuelle et cas de crue centennale et zoom sur le secteur non-inondé devant le bureau le plus à l'Ouest**  
Source : Etude DHI (2023-2024)

Son utilisation ne génère donc aucun risque hydraulique et constitue une solution optimale pour l'organisation du chantier.

## Annexe A Hydrogrammes de crue (m<sup>3</sup>/s)

| Temps<br>(min) | CO983      |                      | CO984      |                      |
|----------------|------------|----------------------|------------|----------------------|
|                | q2 estival | Q2 « toute l'année » | q2 estival | Q2 « toute l'année » |
| 0              | 0          | 0                    | 0          | 0                    |
| 1              | 0.01       | 0.06                 | 0.01       | 0.09                 |
| 2              | 0.02       | 0.12                 | 0.02       | 0.17                 |
| 3              | 0.02       | 0.18                 | 0.03       | 0.26                 |
| 4              | 0.03       | 0.23                 | 0.04       | 0.35                 |
| 5              | 0.04       | 0.29                 | 0.06       | 0.43                 |
| 6              | 0.05       | 0.35                 | 0.07       | 0.52                 |
| 7              | 0.05       | 0.41                 | 0.08       | 0.61                 |
| 8              | 0.06       | 0.47                 | 0.09       | 0.69                 |
| 9              | 0.07       | 0.53                 | 0.10       | 0.78                 |
| 10             | 0.08       | 0.59                 | 0.11       | 0.86                 |
| 11             | 0.08       | 0.65                 | 0.12       | 0.95                 |
| 12             | 0.09       | 0.70                 | 0.13       | 1.04                 |
| 13             | 0.10       | 0.76                 | 0.14       | 1.12                 |
| 14             | 0.11       | 0.82                 | 0.16       | 1.21                 |
| 15             | 0.11       | 0.88                 | 0.17       | 1.30                 |
| 16             | 0.12       | 0.94                 | 0.18       | 1.38                 |
| 17             | 0.13       | 1.00                 | 0.19       | 1.47                 |
| 18             | 0.14       | 1.06                 | 0.20       | 1.56                 |
| 19             | 0.14       | 1.11                 | 0.21       | 1.64                 |
| 20             | 0.15       | 1.17                 | 0.22       | 1.73                 |
| 21             | 0.16       | 1.23                 | 0.23       | 1.82                 |
| 22             | 0.17       | 1.29                 | 0.24       | 1.90                 |
| 23             | 0.17       | 1.35                 | 0.26       | 1.99                 |
| 24             | 0.18       | 1.41                 | 0.27       | 2.07                 |
| 25             | 0.19       | 1.47                 | 0.28       | 2.16                 |
| 26             | 0.20       | 1.53                 | 0.29       | 2.25                 |
| 27             | 0.20       | 1.58                 | 0.30       | 2.33                 |
| 28             | 0.21       | 1.64                 | 0.31       | 2.42                 |
| 29             | 0.22       | 1.70                 | 0.32       | 2.51                 |
| 30             | 0.23       | 1.76                 | 0.33       | 2.59                 |
| 31             | 0.23       | 1.82                 | 0.34       | 2.68                 |
| 32             | 0.24       | 1.88                 | 0.36       | 2.77                 |
| 33             | 0.25       | 1.94                 | 0.37       | 2.85                 |
| 34             | 0.26       | 1.99                 | 0.38       | 2.94                 |
| 35             | 0.26       | 2.05                 | 0.39       | 3.03                 |
| 36             | 0.27       | 2.11                 | 0.40       | 3.11                 |
| 37             | 0.28       | 2.17                 | 0.41       | 3.20                 |
| 38             | 0.29       | 2.23                 | 0.42       | 3.28                 |
| 39             | 0.29       | 2.29                 | 0.43       | 3.37                 |
| 40             | 0.30       | 2.35                 | 0.44       | 3.46                 |
| 41             | 0.31       | 2.41                 | 0.46       | 3.54                 |

| Temps<br>(min) | CO983      |                      | CO984      |                      |
|----------------|------------|----------------------|------------|----------------------|
|                | q2 estival | Q2 « toute l'année » | q2 estival | Q2 « toute l'année » |
| 42             | 0.32       | 2.46                 | 0.47       | 3.63                 |
| 43             | 0.32       | 2.52                 | 0.48       | 3.72                 |
| 44             | 0.33       | 2.58                 | 0.49       | 3.80                 |
| 45             | 0.34       | 2.64                 | 0.50       | 3.89                 |
| 46             | 0.34       | 2.61                 | 0.49       | 3.85                 |
| 47             | 0.33       | 2.58                 | 0.49       | 3.80                 |
| 48             | 0.33       | 2.55                 | 0.48       | 3.76                 |
| 49             | 0.32       | 2.52                 | 0.48       | 3.72                 |
| 50             | 0.32       | 2.49                 | 0.47       | 3.67                 |
| 51             | 0.32       | 2.46                 | 0.47       | 3.63                 |
| 52             | 0.31       | 2.43                 | 0.46       | 3.59                 |
| 53             | 0.31       | 2.41                 | 0.46       | 3.54                 |
| 54             | 0.31       | 2.38                 | 0.45       | 3.50                 |
| 55             | 0.30       | 2.35                 | 0.44       | 3.46                 |
| 56             | 0.30       | 2.32                 | 0.44       | 3.41                 |
| 57             | 0.29       | 2.29                 | 0.43       | 3.37                 |
| 58             | 0.29       | 2.26                 | 0.43       | 3.33                 |
| 59             | 0.29       | 2.23                 | 0.42       | 3.28                 |
| 60             | 0.28       | 2.20                 | 0.42       | 3.24                 |
| 61             | 0.28       | 2.17                 | 0.41       | 3.20                 |
| 62             | 0.28       | 2.14                 | 0.41       | 3.16                 |
| 63             | 0.27       | 2.11                 | 0.40       | 3.11                 |
| 64             | 0.27       | 2.08                 | 0.39       | 3.07                 |
| 65             | 0.26       | 2.05                 | 0.39       | 3.03                 |
| 66             | 0.26       | 2.02                 | 0.38       | 2.98                 |
| 67             | 0.26       | 1.99                 | 0.38       | 2.94                 |
| 68             | 0.25       | 1.97                 | 0.37       | 2.90                 |
| 69             | 0.25       | 1.94                 | 0.37       | 2.85                 |
| 70             | 0.25       | 1.91                 | 0.36       | 2.81                 |
| 71             | 0.24       | 1.88                 | 0.36       | 2.77                 |
| 72             | 0.24       | 1.85                 | 0.35       | 2.72                 |
| 73             | 0.23       | 1.82                 | 0.34       | 2.68                 |
| 74             | 0.23       | 1.79                 | 0.34       | 2.64                 |
| 75             | 0.23       | 1.76                 | 0.33       | 2.59                 |
| 76             | 0.22       | 1.73                 | 0.33       | 2.55                 |
| 77             | 0.22       | 1.70                 | 0.32       | 2.51                 |
| 78             | 0.22       | 1.67                 | 0.32       | 2.46                 |
| 79             | 0.21       | 1.64                 | 0.31       | 2.42                 |
| 80             | 0.21       | 1.61                 | 0.31       | 2.38                 |
| 81             | 0.20       | 1.58                 | 0.30       | 2.33                 |
| 82             | 0.20       | 1.55                 | 0.29       | 2.29                 |
| 83             | 0.20       | 1.53                 | 0.29       | 2.25                 |
| 84             | 0.19       | 1.50                 | 0.28       | 2.20                 |
| 85             | 0.19       | 1.47                 | 0.28       | 2.16                 |

| Temps<br>(min) | CO983      |                      | CO984      |                      |
|----------------|------------|----------------------|------------|----------------------|
|                | q2 estival | Q2 « toute l'année » | q2 estival | Q2 « toute l'année » |
| 86             | 0.19       | 1.44                 | 0.27       | 2.12                 |
| 87             | 0.18       | 1.41                 | 0.27       | 2.07                 |
| 88             | 0.18       | 1.38                 | 0.26       | 2.03                 |
| 89             | 0.17       | 1.35                 | 0.26       | 1.99                 |
| 90             | 0.17       | 1.32                 | 0.25       | 1.95                 |
| 91             | 0.17       | 1.29                 | 0.24       | 1.90                 |
| 92             | 0.16       | 1.26                 | 0.24       | 1.86                 |
| 93             | 0.16       | 1.23                 | 0.23       | 1.82                 |
| 94             | 0.15       | 1.20                 | 0.23       | 1.77                 |
| 95             | 0.15       | 1.17                 | 0.22       | 1.73                 |
| 96             | 0.15       | 1.14                 | 0.22       | 1.69                 |
| 97             | 0.14       | 1.11                 | 0.21       | 1.64                 |
| 98             | 0.14       | 1.09                 | 0.21       | 1.60                 |
| 99             | 0.14       | 1.06                 | 0.20       | 1.56                 |
| 100            | 0.13       | 1.03                 | 0.19       | 1.51                 |
| 101            | 0.13       | 1.00                 | 0.19       | 1.47                 |
| 102            | 0.12       | 0.97                 | 0.18       | 1.43                 |
| 103            | 0.12       | 0.94                 | 0.18       | 1.38                 |
| 104            | 0.12       | 0.91                 | 0.17       | 1.34                 |
| 105            | 0.11       | 0.88                 | 0.17       | 1.30                 |
| 106            | 0.11       | 0.85                 | 0.16       | 1.25                 |
| 107            | 0.11       | 0.82                 | 0.16       | 1.21                 |
| 108            | 0.10       | 0.79                 | 0.15       | 1.17                 |
| 109            | 0.10       | 0.76                 | 0.14       | 1.12                 |
| 110            | 0.09       | 0.73                 | 0.14       | 1.08                 |
| 111            | 0.09       | 0.70                 | 0.13       | 1.04                 |
| 112            | 0.09       | 0.67                 | 0.13       | 0.99                 |
| 113            | 0.08       | 0.65                 | 0.12       | 0.95                 |
| 114            | 0.08       | 0.62                 | 0.12       | 0.91                 |
| 115            | 0.08       | 0.59                 | 0.11       | 0.86                 |
| 116            | 0.07       | 0.56                 | 0.11       | 0.82                 |
| 117            | 0.07       | 0.53                 | 0.10       | 0.78                 |
| 118            | 0.06       | 0.50                 | 0.09       | 0.73                 |
| 119            | 0.06       | 0.47                 | 0.09       | 0.69                 |
| 120            | 0.06       | 0.44                 | 0.08       | 0.65                 |
| 121            | 0.05       | 0.41                 | 0.08       | 0.61                 |
| 122            | 0.05       | 0.38                 | 0.07       | 0.56                 |
| 123            | 0.05       | 0.35                 | 0.07       | 0.52                 |
| 124            | 0.04       | 0.32                 | 0.06       | 0.48                 |
| 125            | 0.04       | 0.29                 | 0.06       | 0.43                 |
| 126            | 0.03       | 0.26                 | 0.05       | 0.39                 |
| 127            | 0.03       | 0.23                 | 0.04       | 0.35                 |
| 128            | 0.03       | 0.21                 | 0.04       | 0.30                 |
| 129            | 0.02       | 0.18                 | 0.03       | 0.26                 |

| Temps<br>(min) | CO983      |                         | CO984      |                         |
|----------------|------------|-------------------------|------------|-------------------------|
|                | q2 estival | Q2 « toute<br>l'année » | q2 estival | Q2 « toute<br>l'année » |
| 130            | 0.02       | 0.15                    | 0.03       | 0.22                    |
| 131            | 0.02       | 0.12                    | 0.02       | 0.17                    |
| 132            | 0.01       | 0.09                    | 0.02       | 0.13                    |
| 133            | 0.01       | 0.06                    | 0.01       | 0.09                    |
| 134            | 0.00       | 0.03                    | 0.01       | 0.04                    |
| 135            | 0.00       | 0.00                    | 0.00       | 0.00                    |