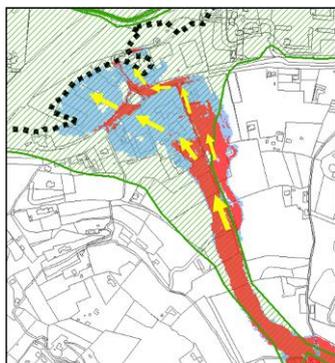


Avril 2016
15MAX102



Etudes relatives à l'élaboration d'une opération d'aménagement sur le secteur Barida-Parade à Aix- en-Provence

Étude hydraulique



Agence d'Aix-en-Provence
30, avenue Malacrida
13100 Aix en Provence
T. 04 42 93 65 10
F. 04 42 93 65 15
@: aix@safège.fr


SAFEGE
Ingénieurs Conseils



SAFEGE, CONCEPTEUR DE SOLUTIONS D'AMENAGEMENT DURABLE

Sommaire

| | | |
|---|--|----|
| 1 | Contexte et objectif | 4 |
| 2 | Analyse du bassin versant..... | 5 |
| | 2.1 Localisation de la zone d'étude..... | 5 |
| | 2.2 Bassin versant de l'opération | 6 |
| | 2.3 Aléa actuel..... | 9 |
| 3 | Aménagements de protection contre les inondations..... | 10 |
| | 3.1 Principe | 10 |
| | 3.2 Dimensionnement des ouvrages | 12 |
| | 3.2.1 Hydrogramme de la pluie 1993..... | 12 |
| | 3.3 Détail du tracé | 16 |
| | 3.3.1 Noue en amont de la D9..... | 16 |
| | 3.3.2 Cadre sous la D9 et buse à l'aval | 18 |
| | 3.4.1 Modélisation de l'ouvrage en situation dégradée | 23 |
| 4 | Compensation de l'imperméabilisation | 25 |
| | 4.1 Zonage pluvial d'aix-en-provence..... | 25 |
| | 4.2 Aménagements de compensation de l'imperméabilisation | 25 |
| | 4.3 Chiffrage des travaux | 27 |

1 CONTEXTE ET OBJECTIF

La SPLA a été missionnée par la ville d'Aix-en-Provence pour réaliser l'ensemble des études préalables indispensables à la mise en œuvre d'un projet d'urbanisation sur le secteur de Barida-Parade.

L'objectif de la présente étude est :

1. D'analyser le bassin versant à l'intérieur duquel se situe l'opération,
2. D'analyser les risques hydrauliques encourus et les moyens de s'en prémunir,
3. D'examiner les besoins propres de l'opération en matière d'hydraulique,
4. De déterminer le positionnement et le dimensionnement des différents ouvrages hydrauliques à réaliser pour répondre aux nécessités et contraintes réglementaires en la matière ;
5. D'établir le dossier formel d'autorisation ou de déclaration au titre de la Loi sur l'Eau.

Le présent dossier présente les éléments relatifs aux 4 premiers éléments de la mission.



2 ANALYSE DU BASSIN VERSANT

2.1 LOCALISATION DE LA ZONE D'ETUDE

Le secteur d'étude est situé en amont sur la commune d'Aix-en-Provence au sud de la RN9.

La carte ci-dessous présente la localisation de cette zone :

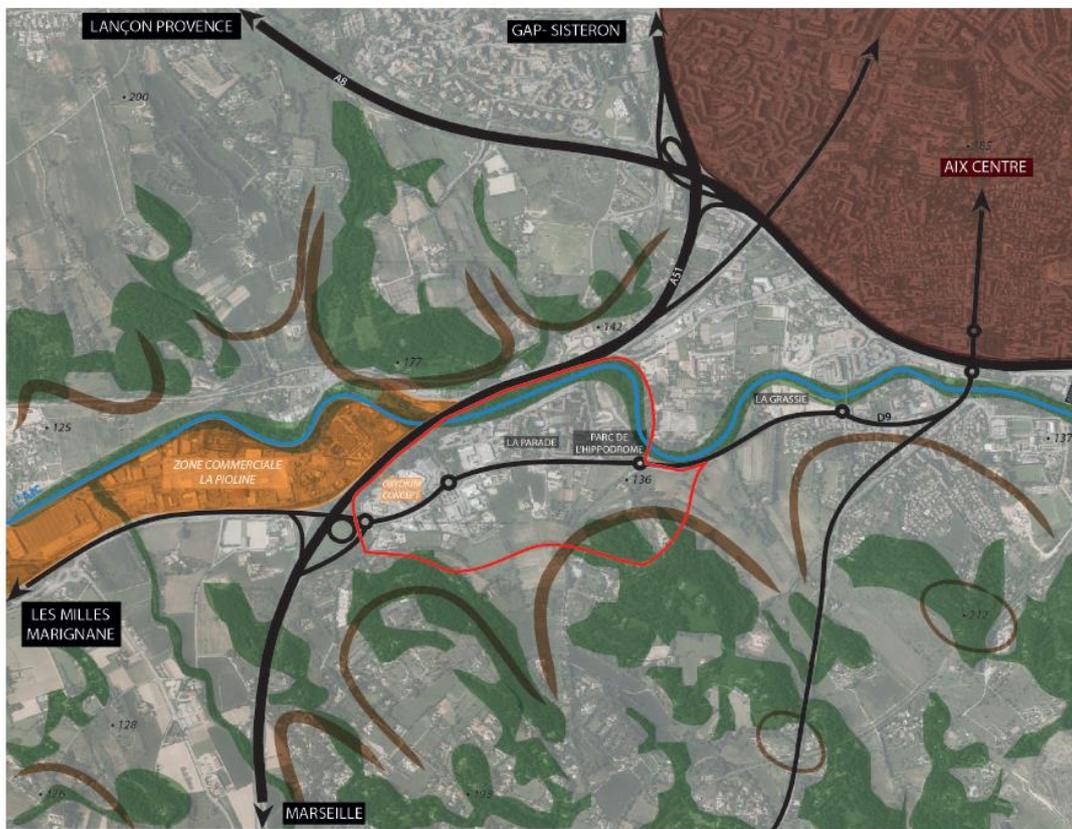
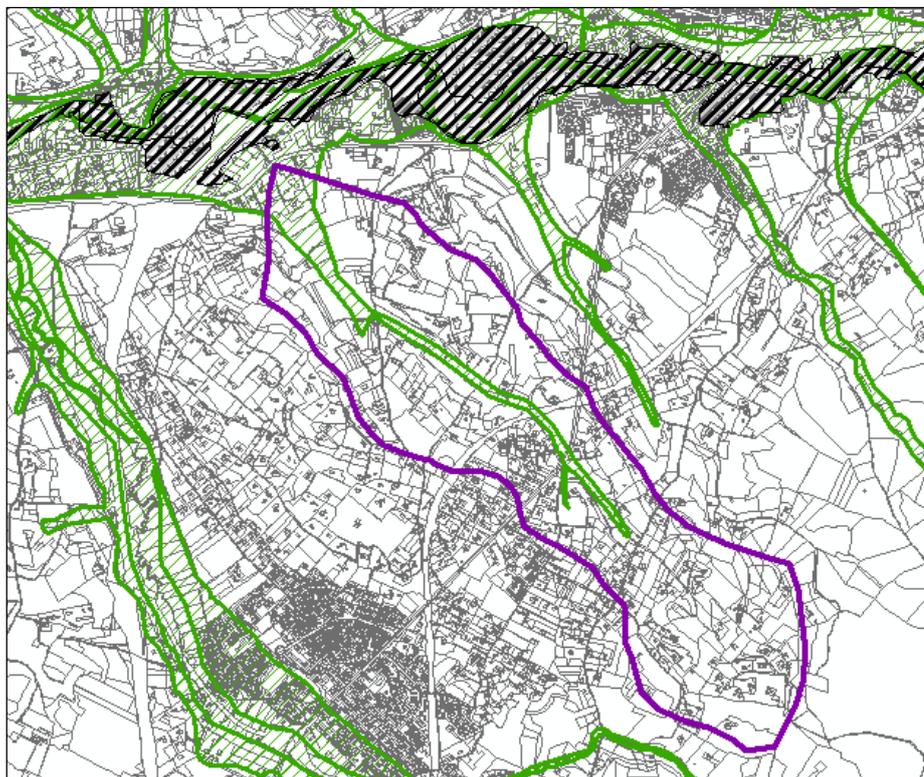


Figure 1 : Localisation du secteur d'étude

2.2 BASSIN VERSANT DE L'OPERATION

Le secteur d'étude se situe à l'aval du vallon de la Blaque.



Arc - Emprise centennale Emprise hydrogéomorphologique (SIEE) Limite du bassin versant

Figure 2 : Limite du bassin versant de La Blaque

A l'amont, le vallon traverse des zones naturelles, de type champs. Le talweg y est légèrement marqué (figure 3).



Figure 3 : Vallon de la Blaque sur sa partie naturelle amont

ETUDE DE FAISABILITE

Aménagement hydraulique du secteur de la Blaque

Note de présentation

Plus à l'aval, le vallon débouche sur le chemin de la Blaque, encadré de deux fossés de faibles gabarits. Sur ce secteur, où le talweg n'est plus marqué, les deux rives sont à des niveaux quasi-identiques (figure 4 – gauche).

A l'aval, le chemin est bordé par deux bâtiments des services techniques de la ville d'Aix construits sur des parcelles nettement plus basses que le chemin et que les fils d'eau des fossés (figure 4 – droite et figure 5). Cette construction en déblai sur une emprise hydrogéomorphologique induit aujourd'hui un risque inondation.



Figure 4 : Chemin de la Blaque

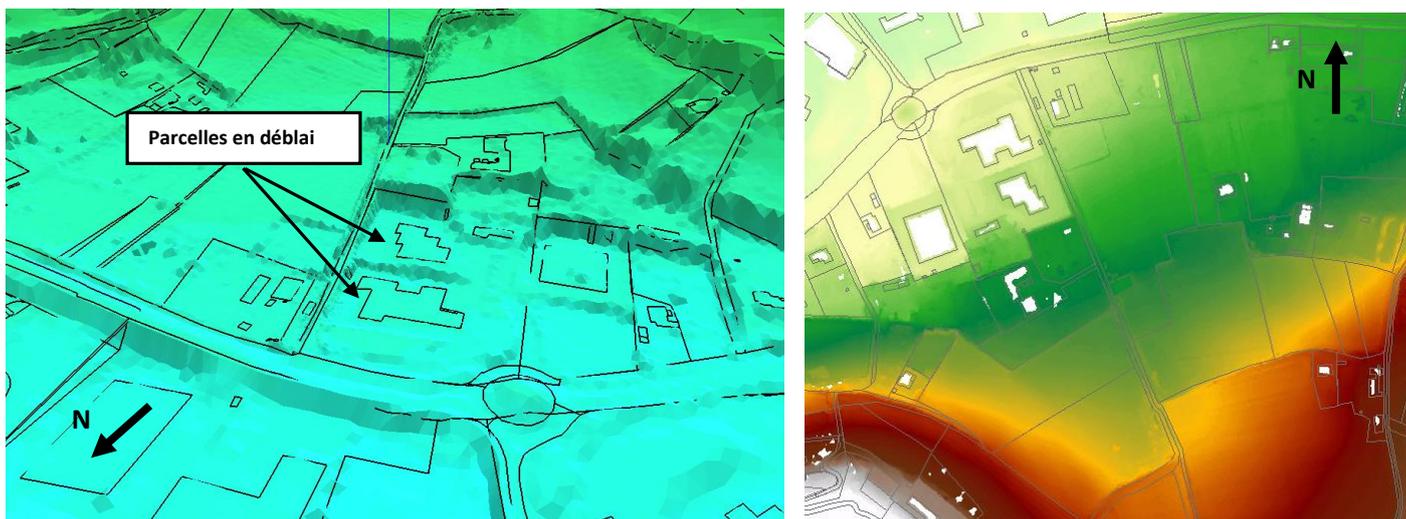


Figure 5 : Topographie du bassin versant autour des services techniques (source : lidar)

Le vallon débouche ensuite sur la route des Milles. A partir de ce point et jusqu'à la confluence avec l'Arc, le vallon traverse une zone fortement urbanisée. Seul un réseau drainant les eaux de ruissellement de la route des Milles permet de reprendre une partie des écoulements du vallon (DN 500 et DN 600 sur la partie amont et DN 1000 à l'aval).

La présence de fossés de gabarit important à l'aval du bassin versant ainsi que la trace probable d'un ancien ouvrage de franchissement de la route des Milles (figure

ETUDE DE FAISABILITE

Aménagement hydraulique du secteur de la Blaque

Note de présentation

5) laisse penser que l'axe d'écoulement originel du vallon pourrait avoir été « oublié » lors de l'urbanisation de la zone.



Figure 6 : Ancien ouvrage en amont de la Route des Milles

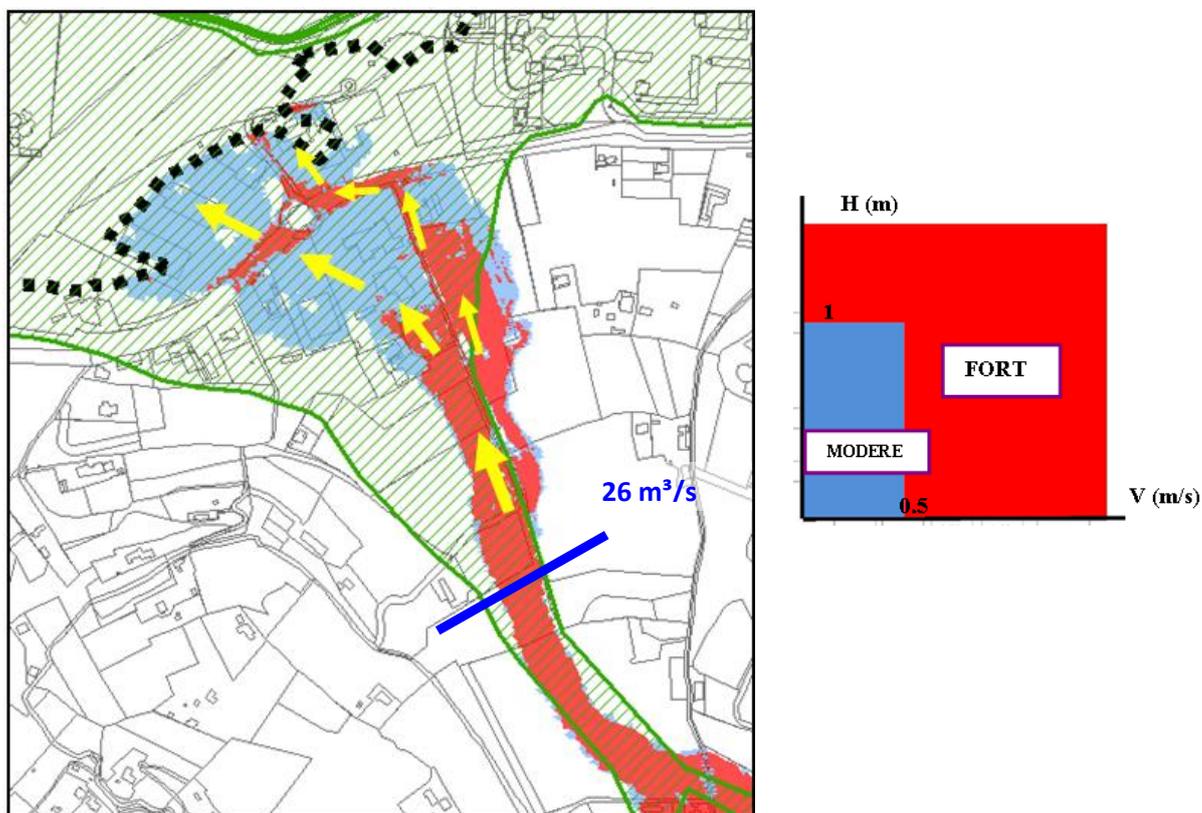


Figure 7 : Fossé en bordure du chemin de Château Lafarge

2.3 ALEA ACTUEL

L'aléa inondation sur le secteur d'étude a été déterminé dans le cadre de l'élaboration du PLU d'Aix-en-Provence des eaux pluviales.

La figure suivante présente les aléas actuels.



En amont du bassin versant, les écoulements sont relativement concentrés dans le talweg. Au niveau des services techniques de la mairie, ces ruissellements se diffusent. On note que la départementale D9 fait obstacle à l'écoulement des eaux jusqu'à l'Arc.

3 AMENAGEMENTS DE PROTECTION CONTRE LES INONDATIONS

Les aménagements étudiés dans la présente étude ont pour objectifs d'acheminer les écoulements du Vallon de la Blaque vers l'exutoire afin de protéger les services techniques de la mairie, mais également de protéger les autres parcelles environnantes concernées par de l'aléa en situation actuelle. L'une des contraintes principales est la présence des installations de la Direction de la collecte des déchets ménagers de la Métropole à l'aval immédiat de la D9.

3.1 PRINCIPE

Pour contenir le ruissellement provenant de l'amont du bassin, il est proposé de créer successivement :

1. Une noue en amont du bassin versant jusqu'à la D9. L'exutoire de cette noue sera situé à l'est de la jardinerie ; Cet aménagement comprend en amont un modelé de terrain afin de canaliser les ruissellements diffus;
2. Un cadre sous la D9 ;
3. Une canalisation traversant les services techniques communaux.
4. Un ouvrage de rejet au niveau de l'Arc

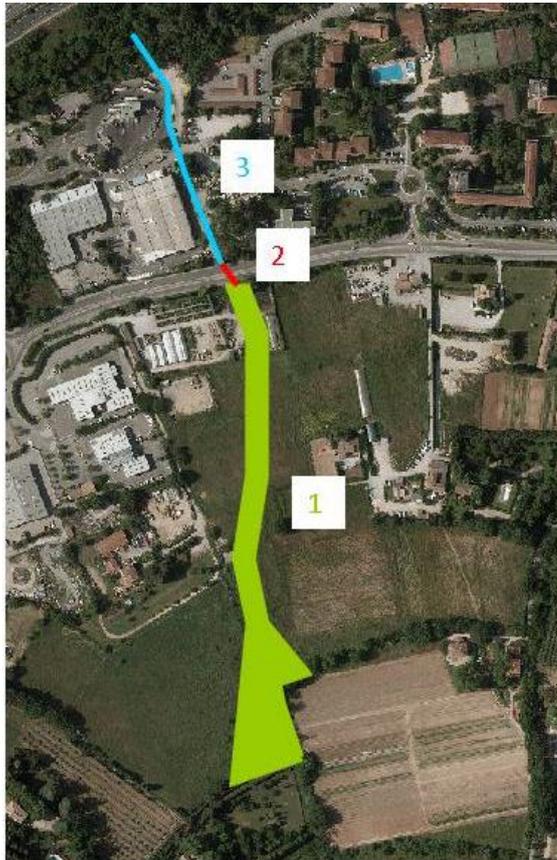


Figure 1: tracé de l'aménagement proposé

ETUDE DE FAISABILITE

Aménagement hydraulique du secteur de la Blaque

Note de présentation

Le profil du terrain naturel a été déterminé par une interpolation 3D à partir du LIDAR du secteur.

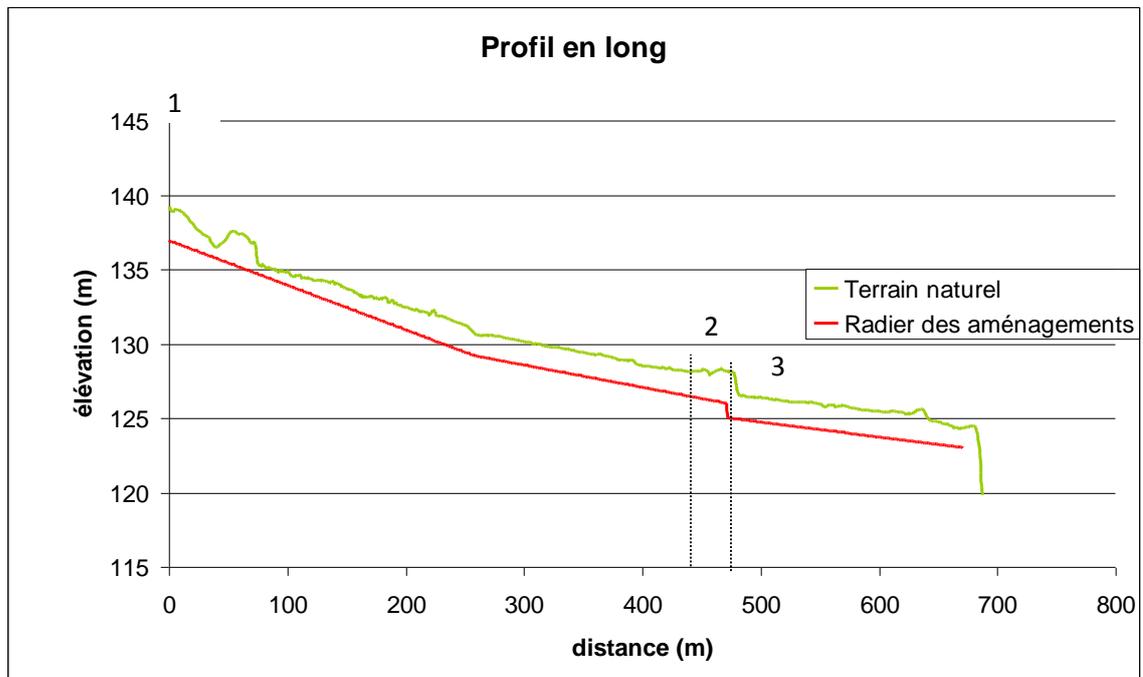


Figure 2: profil en long du terrain naturel et du radier de l'aménagement proposé

La pente est marquée en amont du tracé (3% puis 1,5% jusqu'à la D9). Elle est ensuite comprise entre 1 et 1,5% jusqu'à l'exutoire.

3.2 DIMENSIONNEMENT DES OUVRAGES

Le dimensionnement des ouvrages a été réalisé à l'aide d'une modélisation 1D (HEC-RAS)

3.2.1 HYDROGRAMME DE LA PLUIE 1993

La figure suivante présente l'hydrogramme de pluie utilisé pour le modèle 1D.

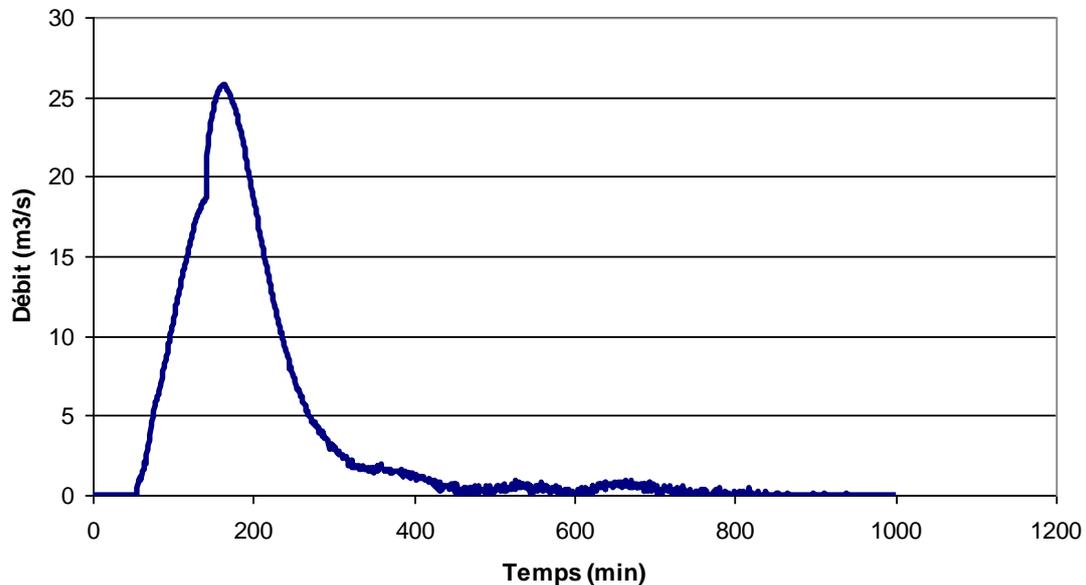


Figure 3: hydrogramme de la pluie 1993

Le débit maximal à faire transiter est de 26 m³/s. La pluie de référence dure 6 heures.

3.2.1.1 Profils en travers

Suite à l'injection de l'hydrogramme présenté ci-dessus dans le modèle 1D, une série de modélisation a permis d'optimiser les aménagements proposés.

Les profils retenus sont présentés au paragraphe dimensionnement.

3.2.1.2 Profils en long

L'aménagement hydraulique est composé d'une noue, d'un cadre sous la D9 et d'une canalisation jusqu'à l'exutoire. Des traversées sont prévues pour intégrer les futurs aménagements de la ZAC

Le profil en long dans HEC RAS est modélisé de la manière suivante :

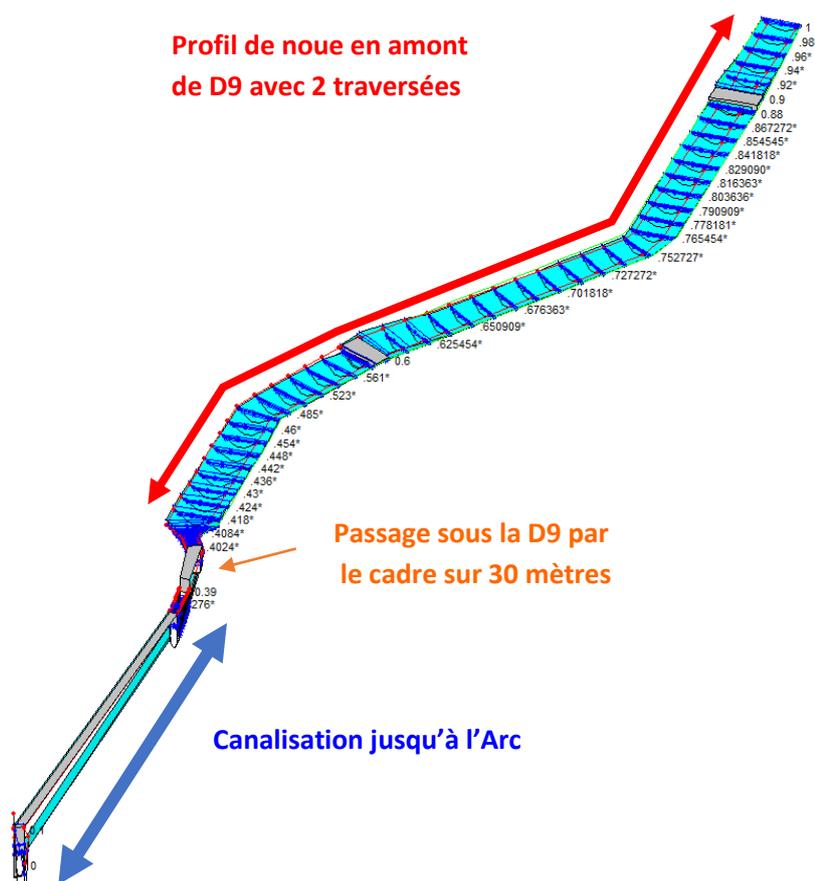


Figure 4: profil en long modélisé sous HEC RAS

Les risques de débordement se situent principalement au niveau du passage de l'écoulement sous la D9. Pour conserver un régime d'écoulement uniforme et limiter les pertes de charges, la noue est profilée de manière à faire converger progressivement sa section vers celle du cadre à poser sous la D9.

3.2.1.3 Résultats du modèle – dimensionnement des ouvrages

Les aménagements présentés dans la figure précédente permettent le transit de l'intégralité du ruissellement du vallon vers l'Arc sans générer de débordement sur son linéaire. Le modelé de terrain capte l'écoulement en amont du secteur d'étude.

La mise en place des ouvrages présentés:

- n'aurait qu'un impact négligeable sur les crues de l'Arc. En effet, les débits rejetés à l'Arc ne seraient pas modifiés. Seul le point de rejet serait modifié.
- Permettrait de modifier les aléas hydrauliques sur le secteur d'étude en les limitant aux seuls ouvrages.

Cette modélisation permet de définir la dimension des ouvrages nommés dans les paragraphes précédents.

ETUDE DE FAISABILITE

Aménagement hydraulique du secteur de la Blaque

Note de présentation

La section hydraulique amont de la noue sera de 16m de large en considérant une profondeur de 1 m. Un modelé de terrain sera réalisé afin de capter les eaux ruisselées.

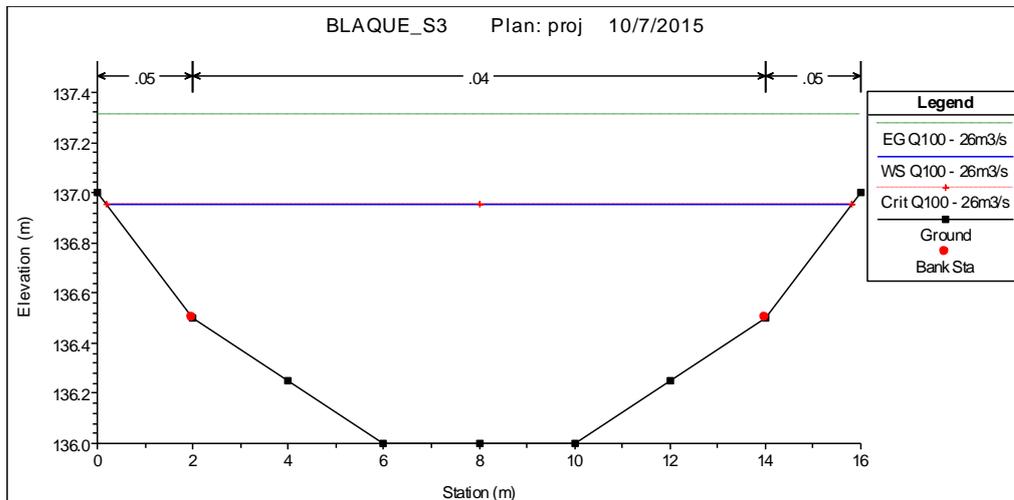


Figure 5: Section amont de la noue en amont de D9

A niveau de la D9, la section de la noue sera de 20 m de large avec une profondeur de 1,5 m et une risberge aménageable.

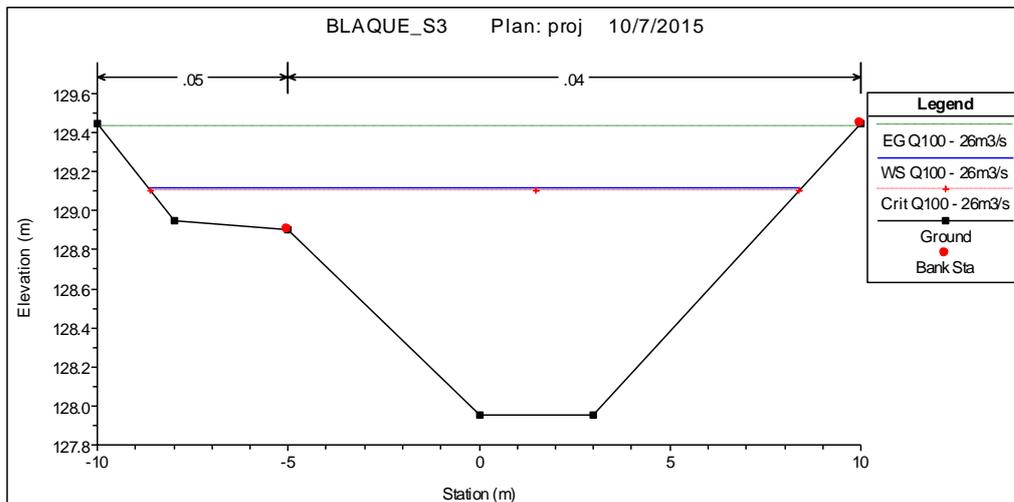


Figure 6: Section aval de la noue en amont de D9

Deux traversées sont dimensionnées sur le tracé de la noue pour prévoir le passage des voiries. Leur portée est de 18 m.

ETUDE DE FAISABILITE

Aménagement hydraulique du secteur de la Blaque

Note de présentation

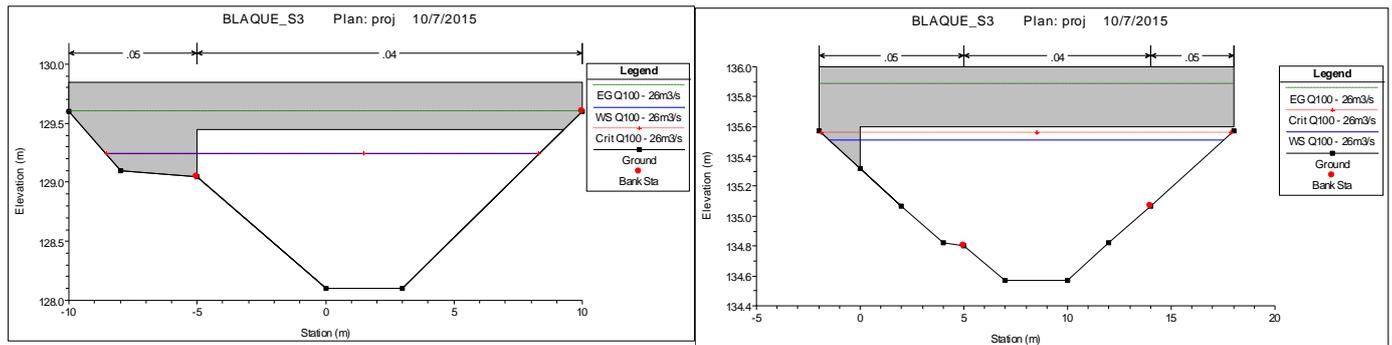


Figure 7: Traversées de la noue en amont de D9

Le cadre sous la D9 assure le transit des eaux vers la buse Ø3000.

Un ouvrage de mise en vitesse en amont et une rampe de transition à l'aval seront nécessaires pour assurer le bon écoulement vers l'exutoire. Un dissipateur d'énergie sera placé avant le rejet à l'Arc.

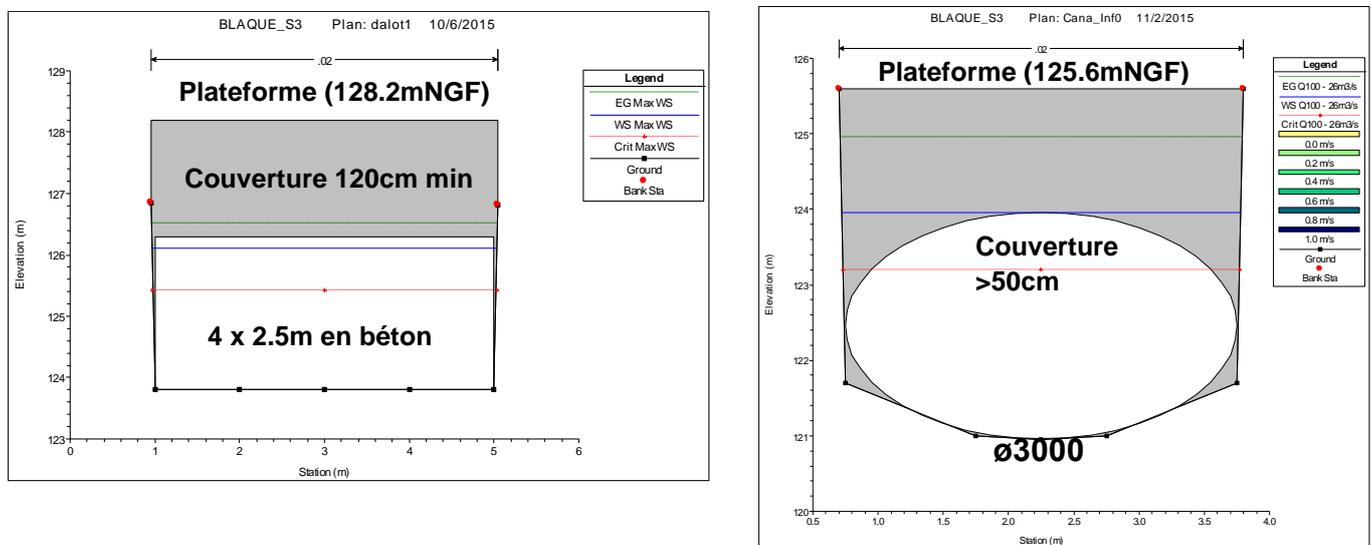


Figure 8 : Section des ouvrages sous la D9 et à l'aval

La figure suivante présente le profil en long du tracé de la D9 à l'exutoire.

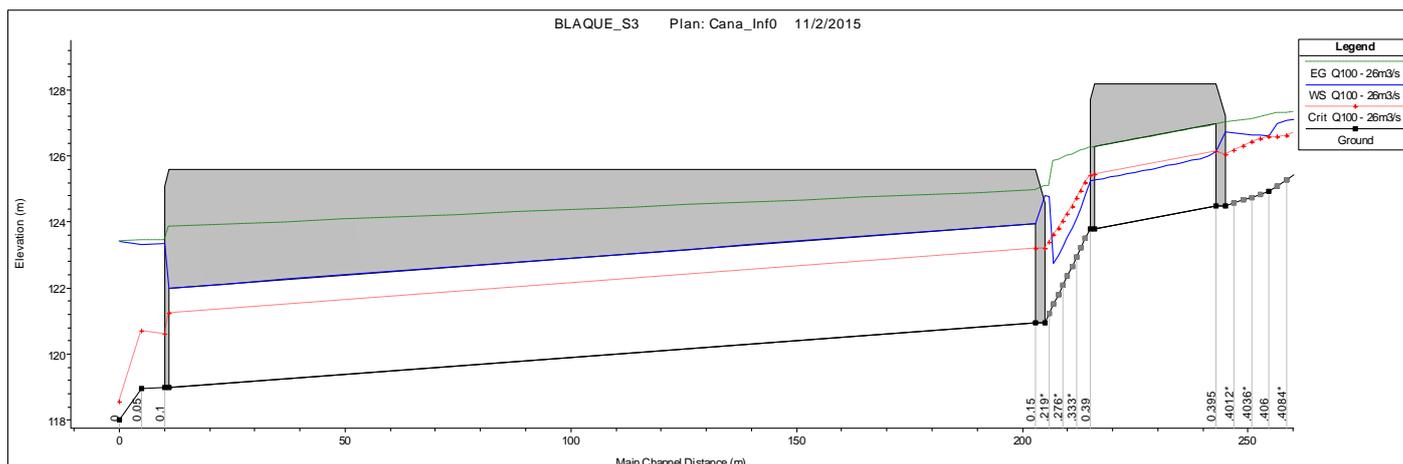


Figure 9: Profil en long des ouvrages sous la D9 et à l'aval jusqu'à l'exutoire

3.3 DETAIL DU TRACE

3.3.1 NOUE EN AMONT DE LA D9

L'aménagement consiste à réaliser une large noue sur la partie en amont du secteur aménagé avec un modelé de terrain correspondant à l'aléa actuel. L'objectif est de collecter les ruissellements diffus en provenance du bassin versant amont.

La noue pourra être aménagée en espace d'agrément.

ETUDE DE FAISABILITE

Aménagement hydraulique du secteur de la Blaque

Note de présentation

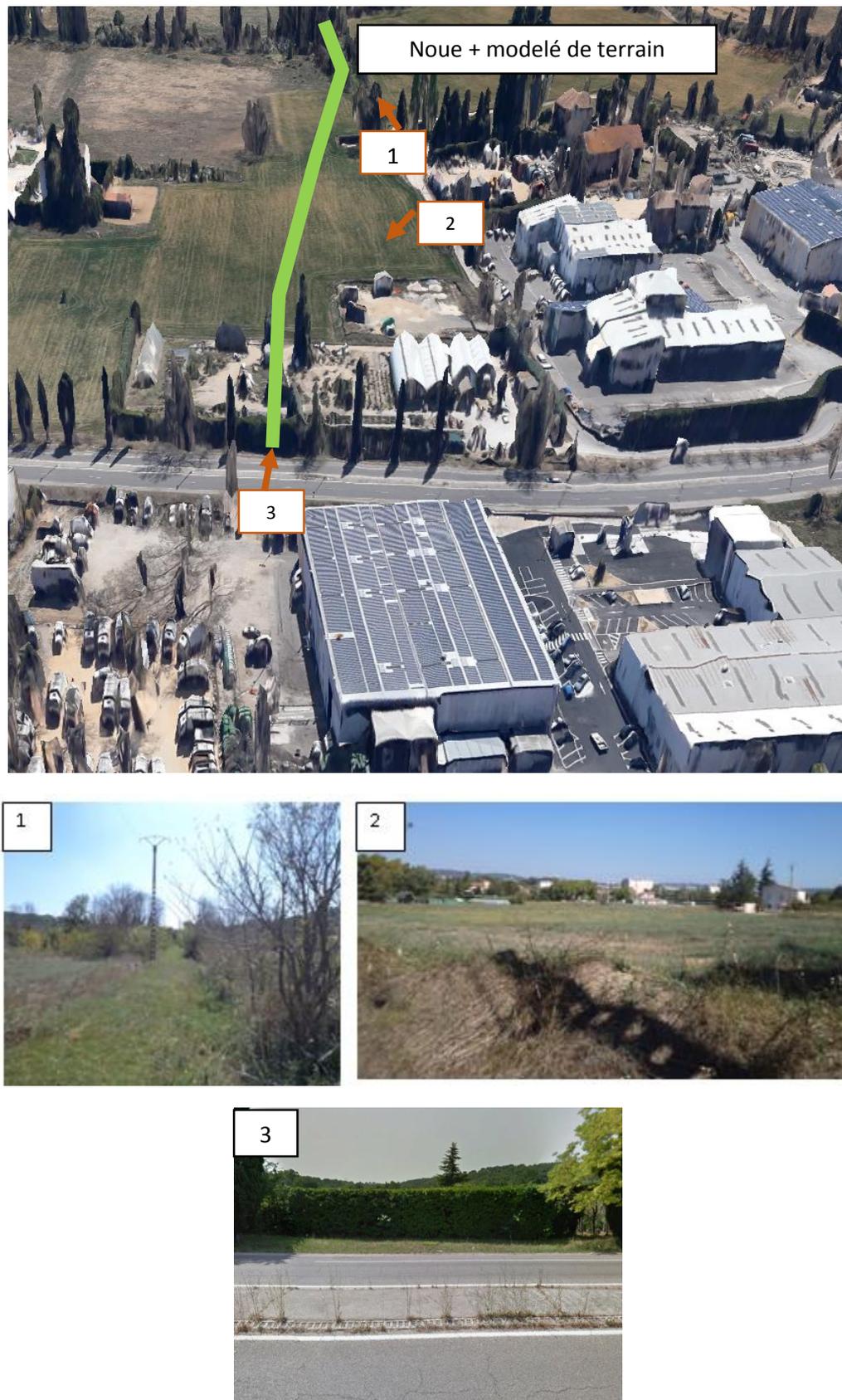


Figure 10: Tracé de la noue en amont de la D9

3.3.2 CADRE SOUS LA D9 ET BUSE A L'AVAL

Les eaux doivent transiter sous la D9 à l'aide d'un cadre béton d'une largeur de 4 m et d'une hauteur de 2,5 m. A l'amont de cet ouvrage devra être sécurisé (par une grille à barreau large par exemple) afin d'interdire l'accès à la canalisation située plus en aval.

A l'aval, une buse $\varnothing 3000$ acheminera les eaux vers l'exutoire sur 200 m. Elle traversera les services techniques de la ville d'Aix-en-Provence. Le tracé prévisionnel évite les platanes remarquables identifiés sur le site.

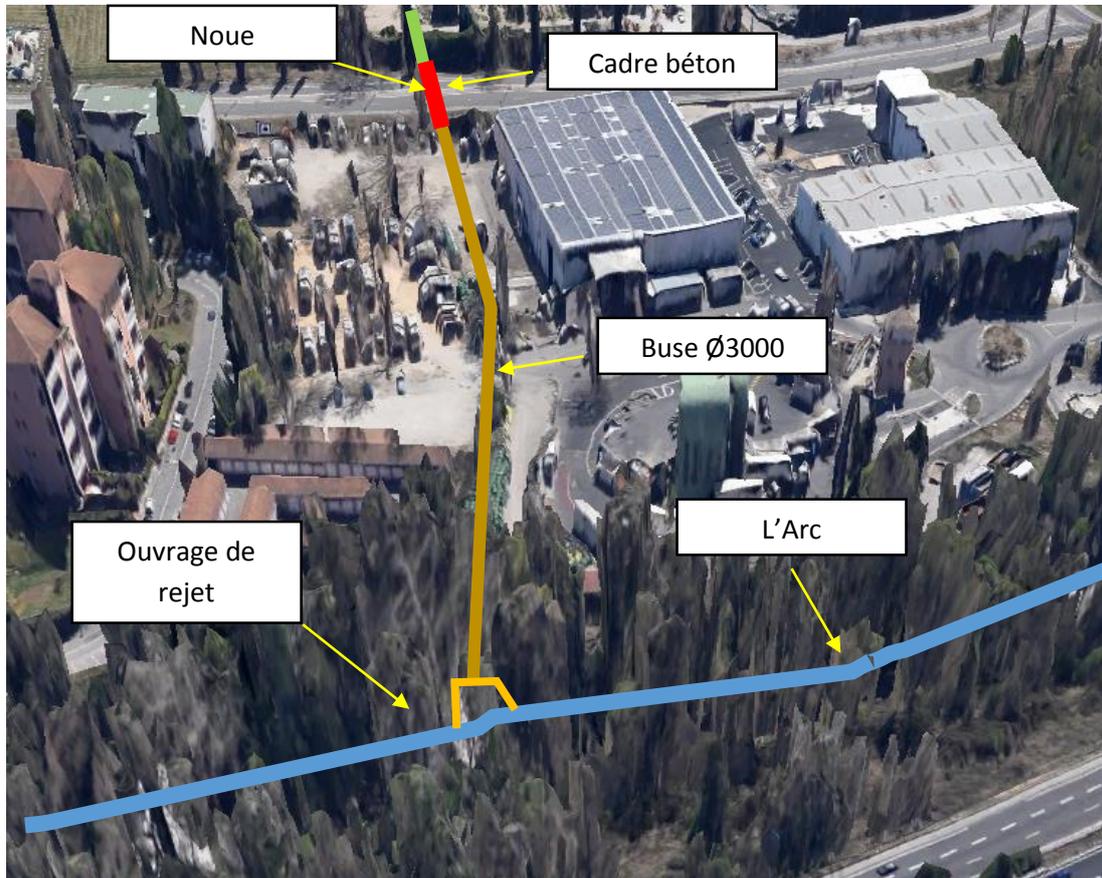


Figure 11 : Tracé à l'aval de la D9

Le tracé de la solution proposée croise 2 collecteurs d'eaux usées de dimensions $\varnothing 800$ et $\varnothing 1000$.

Le réseau $\varnothing 800$ est coupé par le cadre (4*2.5m) sous la D9. Il sera donc nécessaire de dévier ce réseau.

ETUDE DE FAISABILITE

Aménagement hydraulique du secteur de la Blaque

Note de présentation

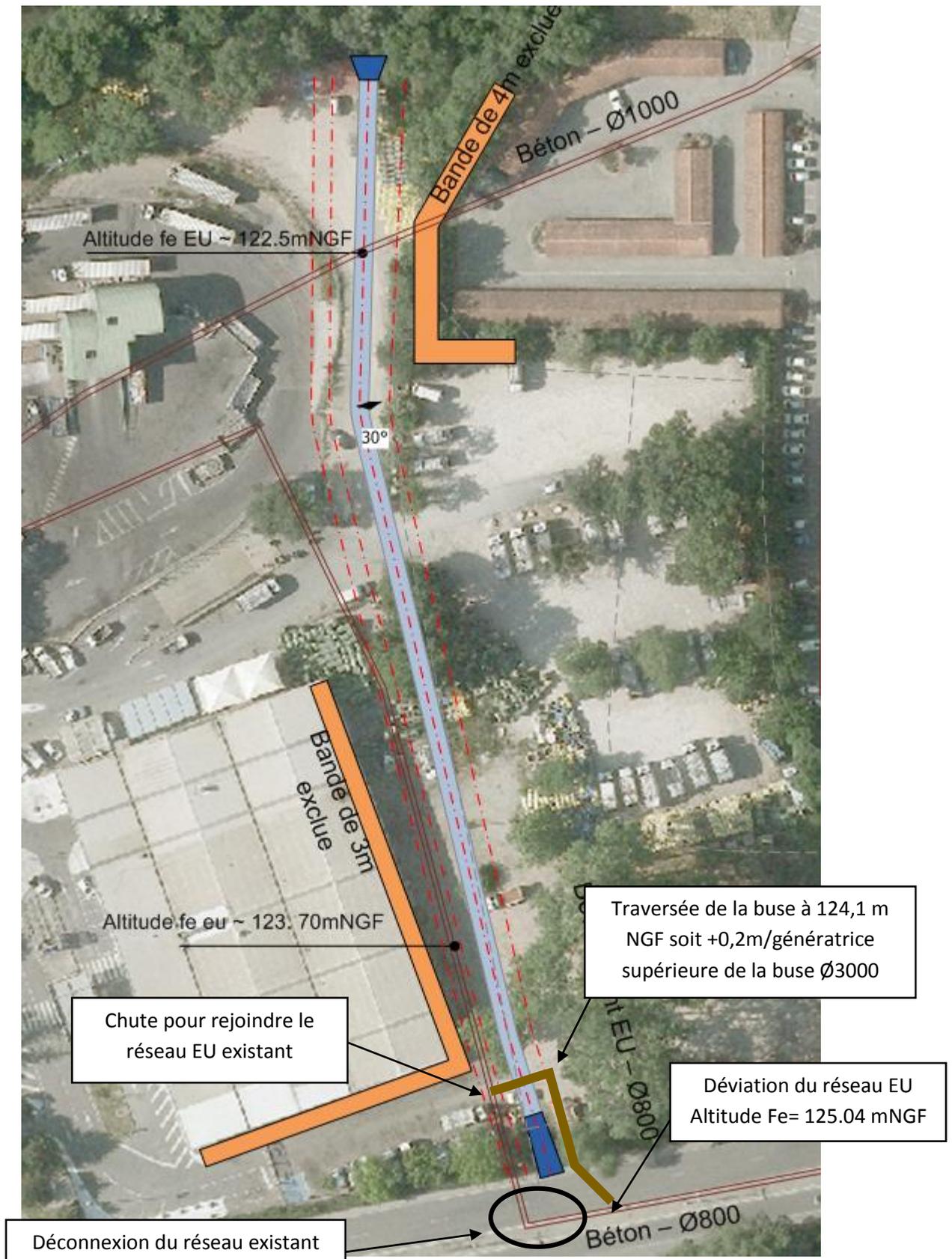


Figure 12: Solution de dévoiement du réseau d'eau usée Ø800

ETUDE DE FAISABILITE

Aménagement hydraulique du secteur de la Blaque

Note de présentation

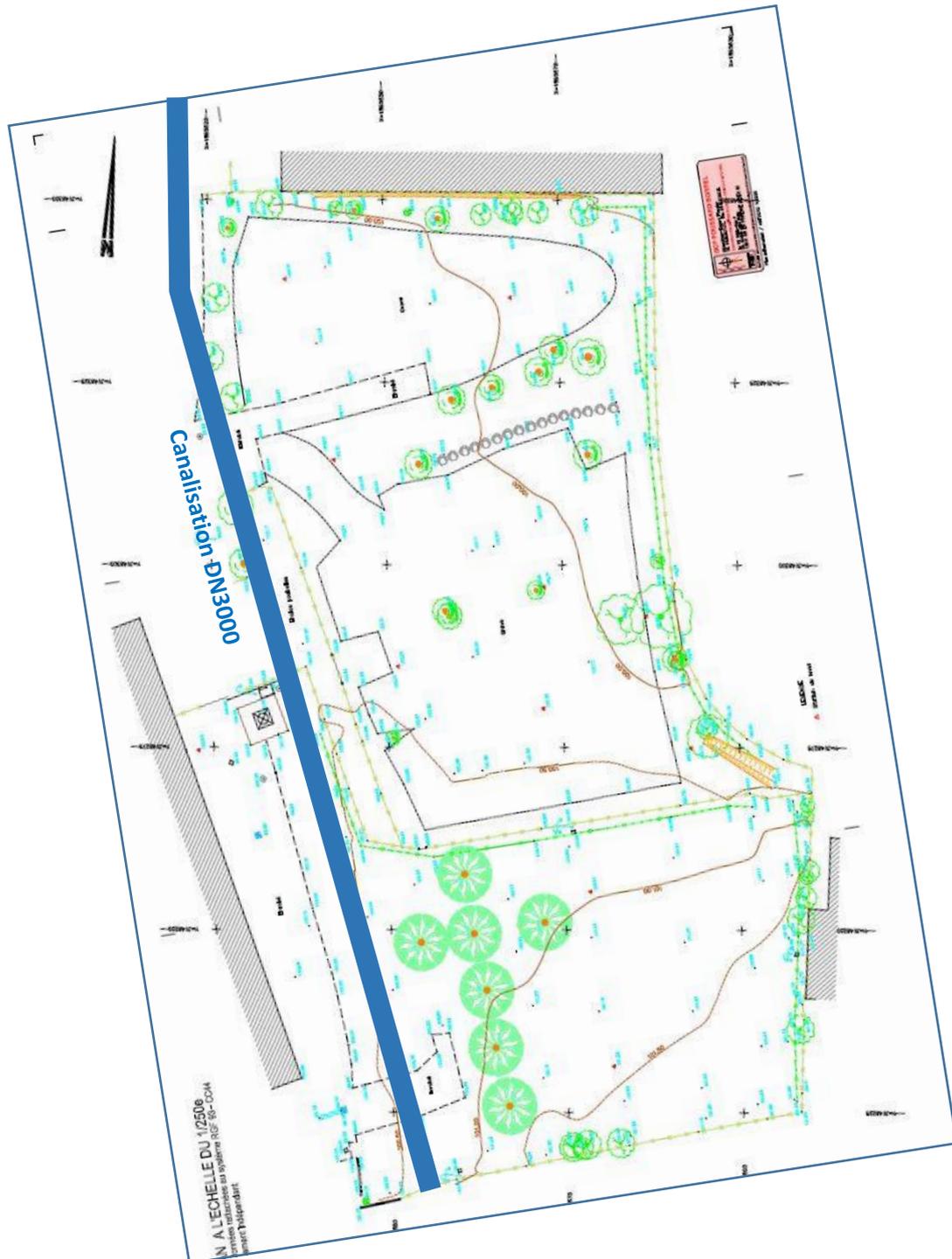


Figure 13: emplacement de la canalisation sur fond topo

ETUDE DE FAISABILITE

Aménagement hydraulique du secteur de la Blaque

Note de présentation

Le dévoiement du réseau s'effectue en amont du cadre 4*2,5 au niveau d'un regard EU existant à un fil d'eau de 125,04 m NGF. Un nouveau collecteur Ø800 est posé sur environ 25 m en conservant une pente de 1,5 %. Il coupe la buse Ø3000 à 20 cm au-dessus de sa génératrice supérieure. La couverture au-dessus de la canalisation sera d'environ 40 cm à niveau. Une couverture renforcée devra donc être prévue pour un cheminement poids lourd. Une chute permettra la connexion entre le réseau EU dévié et celui existant le long du bâtiment.

Le fil d'eau du collecteur Ø1000 est situé passe entre le TN et la génératrice supérieure de la buse Ø3000 ce qui signifie qu'aucun dévoiement n'est à prévoir.

La figure suivante présente le profil en long de la buse Ø3000 avec l'emplacement et l'altitude des réseaux d'eaux usées déviés.

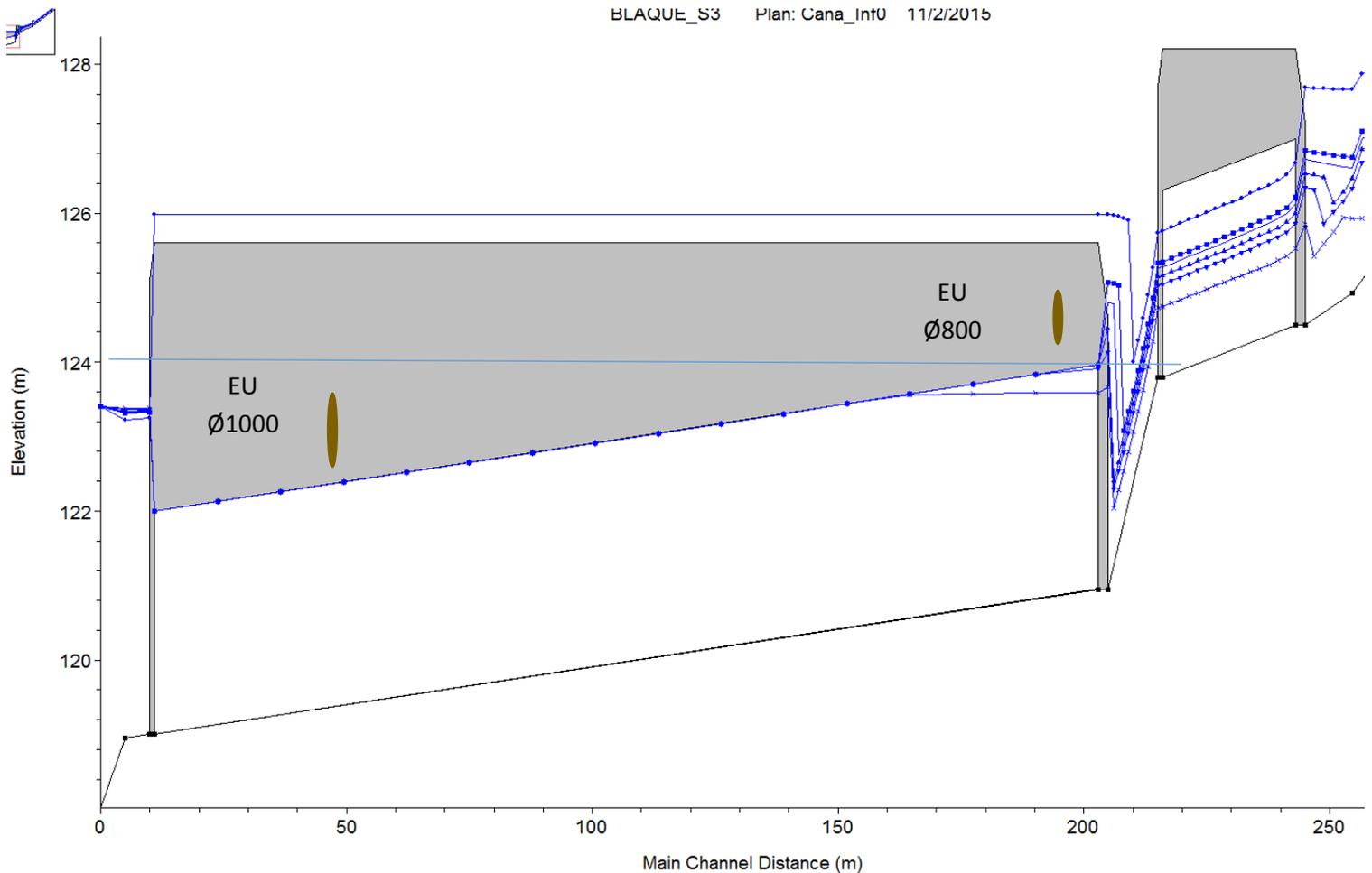


Figure 14: Profil en travers de la buse Ø3000 avec localisation de la traversée des réseaux d'eaux usées

ETUDE DE FAISABILITE

Aménagement hydraulique du secteur de la Blaque

Note de présentation

L'ouvrage de rejet au niveau de l'Arc devra comporter un parafouille afin de protéger l'ouvrage de l'érosion.

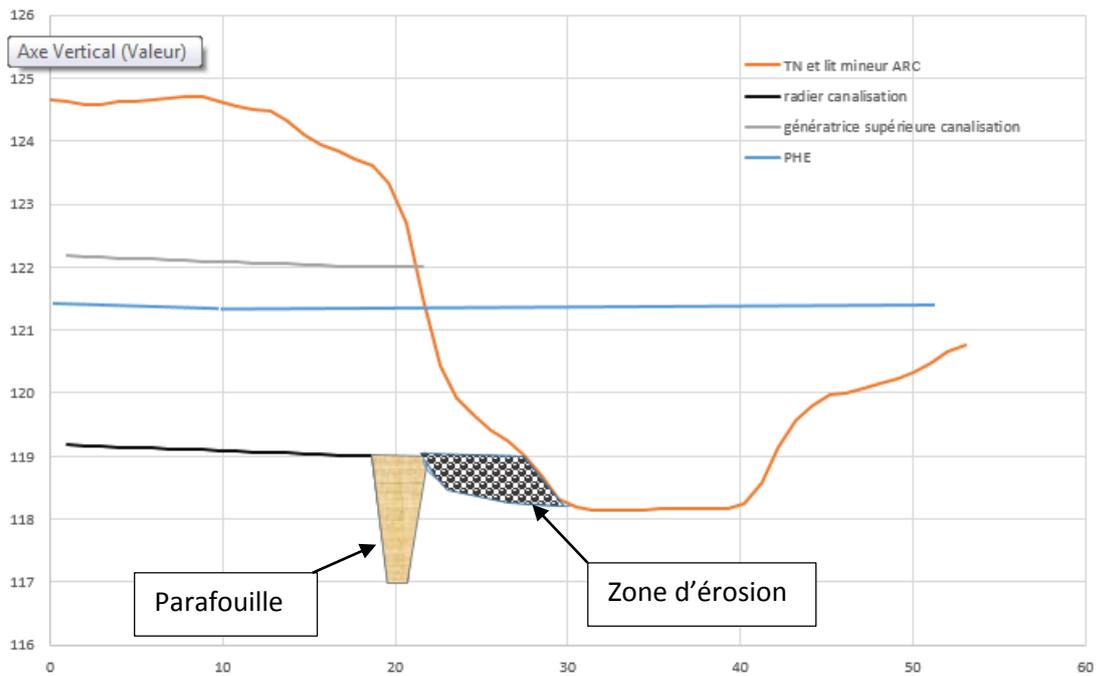


Figure 15: ouvrage de rejet au niveau de l'Arc

3.4.1 MODELISATION DE L'OUVRAGE EN SITUATION DEGRADEE

Un modèle a été réalisé en situation aménagée en considérant une obstruction du cadre sous la D9. L'objectif de ce modèle est définir la zone inondable en cas de dysfonctionnement de l'ouvrage de passage sous la D9, conformément à la demande de la DDTM13.

Deux cas ont été considérés :

- Obstruction à 50 % de l'ouvrage soit un débit capable réduit à 13 m³/s.
- Obstruction à 100 % de l'ouvrage.

Le modèle de la situation aménagée a été construit à partir d'un modèle Mike Flood 2D réalisé sur le vallon de la Blaque dans le cadre du schéma directeur des eaux pluviales de la commune.

L'obstruction de l'ouvrage sous la RN9 a été simulée en considérant une injection de l'ensemble du débit collecté par la noue en amont de l'ouvrage au niveau du TN.

Les figures suivantes présentent l'aléa résultant de cette modélisation :

■ **Obstruction à 50 % de l'ouvrage :**

Les ruissellements restent à l'amont de la D9. Les hauteurs d'eau (<0,5 m) induisent un aléa modéré sur la pépinière et sur les services techniques municipaux.

■ **Obstruction à 100 % de l'ouvrage :**

Dans ce cas, une partie du débit surverse par-dessus la D9. On observe des hauteurs d'eau jusqu'à 0,75 m en amont de la D9 et inférieures à 0,5 m en aval de la D9.

Les résultats induiraient la modification des aléas suivants en fonction de l'hypothèse d'obstruction retenue :

■ **Obstruction à 50 % de l'ouvrage :**

Les aléas sont modérés sur les services techniques municipaux, la pépinière et les parcelles à l'aval de la D9 (idem actuel). Le reste du secteur (amont) passe en aléa résiduel HGM (cote plancher min = Cote TN + 0,2m).

■ **Obstruction à 100 % de l'ouvrage :**

En amont de la D9 : les aléas sont :

- modérés à forts sur les services techniques municipaux et la pépinière. Etant donné que nous sommes dans le cas d'un fonctionnement dégradé, la DDTM peut imposer seulement une cote plancher minimum (PHE + 0,2m soit entre 0,7 et 1 m par rapport au TN) et ne pas interdire la construction.
- modérés à l'aval de la RD9, y compris sur les bâtiments de la CPA qui étaient auparavant uniquement sur de l'aléa HGM. La cote plancher minimum passe à PHE + 0,2 m (jusqu'à TN + 0,7m) au lieu de TN + 0,2 m auparavant.



ETUDE DE FAISABILITE

Aménagement hydraulique du secteur de la Blaque

Note de présentation

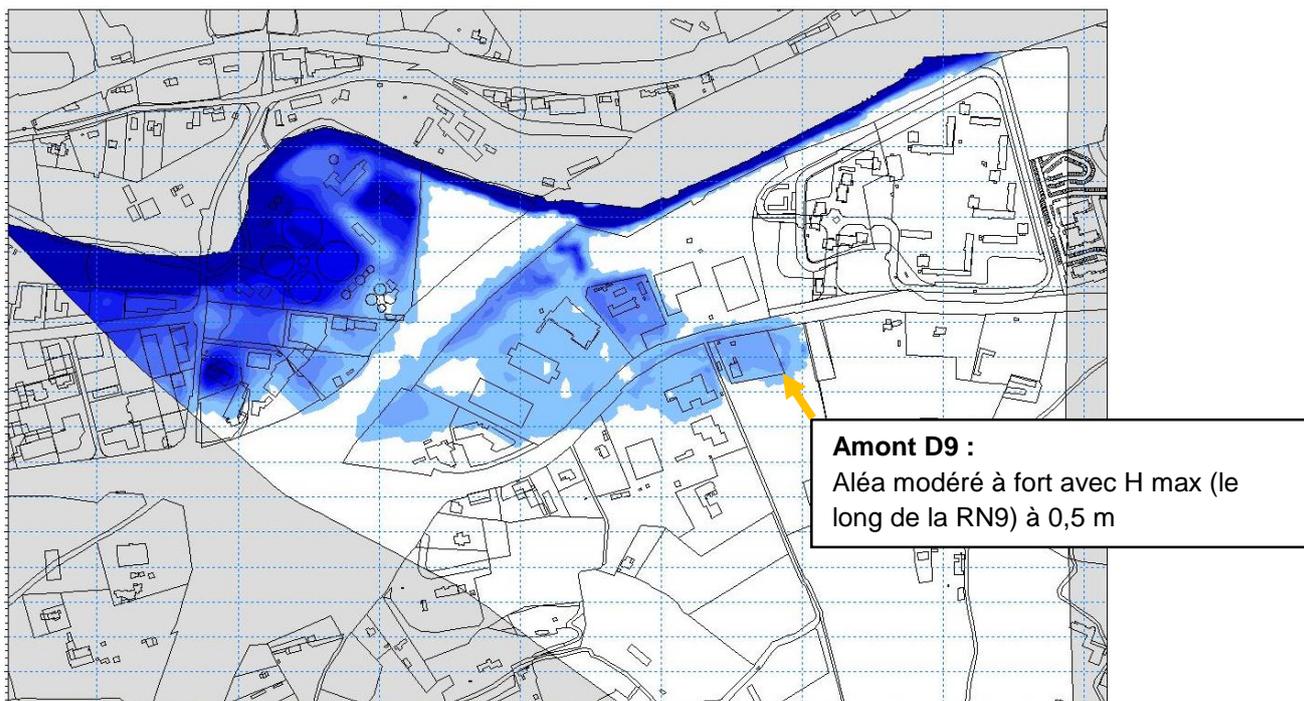


Figure 16: Hauteur d'eau maximum pour une obstruction à 50 % du cadre sous la D9

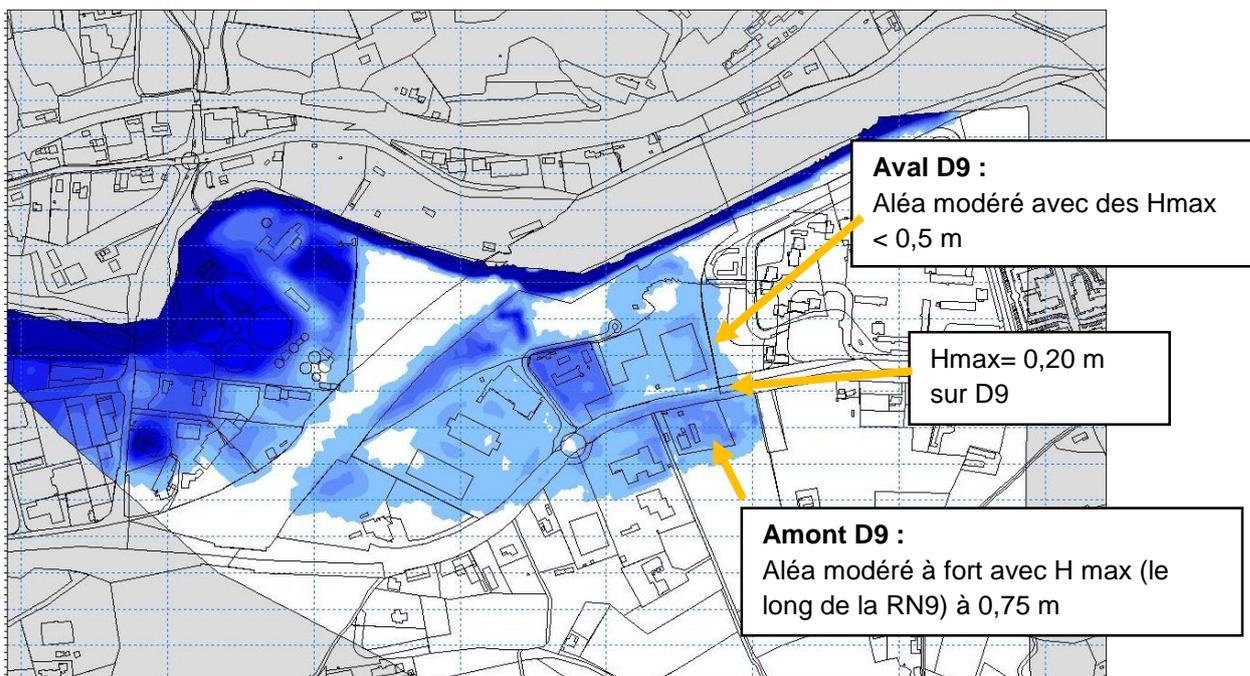


Figure 17: Hauteur d'eau maximum pour une obstruction à 100 % du cadre sous la D9

4 COMPENSATION DE L'IMPERMEABILISATION

4.1 ZONAGE PLUVIAL D'AIX-EN-PROVENCE

Le zonage pluvial d'Aix en Provence définit les dispositions de gestion des eaux pluviales sur la commune.

Concernant la compensation de l'imperméabilisation, il découpe le territoire en 5 zones. Le secteur Barida-Blaque est situé en zone 5.

Le règlement précise pour cette zone que les projets engendrant une surface nouvellement aménagée supérieure ou égale à 50 m² doivent au minimum disposer d'un volume de compensation à l'imperméabilisation de 1000 m³/ha aménagé et d'un débit de fuite maximum de 15 l/s/ha.

4.2 AMENAGEMENTS DE COMPENSATION DE L'IMPERMEABILISATION

Les eaux des espaces publics seront gérées par l'aménageur. Une compensation à la parcelle sera mise en place pour les espaces privés.

Il est donc nécessaire de prévoir un système de rétention pour les eaux de voiries. Le projet prévoit la création de 17 000 m² de voirie, soit un volume de rétention à mobiliser de 1 700 m³.

La gestion de ces eaux sera faite à travers des noues de rétention. Il est prévu :

- 9 200 m² de noue d'une largeur de 8 m (voie n°1).
- 2 000 m² de noue d'une largeur de 4 m (autres voies);



4.3 CHIFFRAGE DES TRAVAUX

Le tableau suivant présente le chiffrage estimatif des noues à réaliser en amont de la RD9

| Ouvrages | Surface (m ²) | Ratio (€/m ²) | Coût (€) |
|-------------------|---------------------------|---------------------------|------------------|
| Noues RD9 sud | 5 450 | 65 | 354 250 |
| Noues Voie n°1 | 7 480 | 80 | 598 400 |
| Noues Voies n°2 | 3 400 | 80 | 272 00 |
| Noue de transfert | 8 850 | 70 | 619 500 |
| TOTAL | | | 1 572 150 |

Le tableau suivant présente le chiffrage des travaux à réaliser à l'aval de la RD9.

| Récapitulatif des couts hydrauliques hors périmètre | Estimation basse en € | Estimation haute en € |
|---|-----------------------|-----------------------|
| Ouvrage sous la D9 + contre-allée | 400 000 € | |
| Ouvrage de mise en vitesse | 200 000 € | 250 000 € |
| Buse Ø3000 (200) | 600 000 € | |
| Plus-value blindage (liée à la sur profondeur) | 250 000 € | |
| alea géotechnique (avec ou sans réutilisation des terres sur place) | 100 000 € | 400 000 € |
| risque sur nappe | 0 € | 100 000 € |
| sous total | 1 550 000 € | 2 000 000 € |
| Aléa 20% | 310 000 € | 400 000 € |
| Dévoisement Ø800 réseau EU | 50 000 € | |
| Total estimation | 1 910 000 € | 2 450 000 € |