La Direction Départementale des Territoires et de la Mer du Gard

Indice A

Avril 2011

Schéma d'aménagement hydraulique et de protection des zones habitées contre les inondations Commune de Milhaud & Bernis

Mise en compatibilité de l'aléa

SAFEGE
Ingénieurs Conseils

SIÈGE SOCIAL
PARC DE L'ILE - 15/27 RUE DU PORT
92022 NANTERRE CEDEX
AGENCE D'AIX EN PROVENCE – 30, avenue Malacrida – 13100 Aix en Provence

Mise en compatibilité de l'aléa de référence avec PPRI VISTRE

Suivi des vérifications du rapport :

	N° DE VERSION	ÉTABLI PAR :	VÉRIFIÉ PAR :	APPROUVÉ PAR :	COMMENTAIRES :
27/04/2011	Indice A	Damien ALLIAU	Arnaud BONNAFE ☐ fond ☐ forme	Arnaud BONNAFE	

SOMMAIRE

1 Références 5
1.1 Objectif 5
1.2 Documents de référence 5
1.3 Methodologie 6
1.3.1 Crue de référence : hypothèses / Milhaud 6
1.3.1.1 Hypothèses de modélisation 6
1.3.1.2 Configurations hydrologiques étudiées 9
1.3.1.3 Définition de l'aléa de référence 9
1.3.2 Crue de référence : hypothèses / Bernis 11
1.3.2.1 Hypothèses de modélisation 11
1.3.2.2 Configurations hydrologiques étudiées 14
1.3.2.3 Définition de l'aléa de référence 15

2 Annexes 16

FIGURES

Figure 1 : Synthèse des données topographiques 2009 (source : B3R) 7
Figure 2 : Limites du modèle 8
Figure 3 : Dynamique de la crue à l'Est de la zone urbaine – Octobre 1988.....10
Figure 4 : Lignes de force des écoulements pour la crue d'Octobre 1988 10
Figure 5 : Synthèse des données topographiques 2009 (source : GEOMETRIS) 12
Figure 6 : Limites du modèle 13
Figure 7 : Maillage 2D du territoire (vue 3D avec résultats).....14
Figure 8 : Crue 100 ans – secteur Grand Bernard 15

TABLEAUX

1 RÉFÉRENCES

1.1 OBJECTIF

Dans le cadre de l'élaboration du PPRI des communes du Vistre (prestataire BRL ingénierie) les communes de Milhaud et Bernis présentent une incompatibilité de cartographie du risque.

En effet, le rendu des études communales réalisées par SAFEGE en 2009, qui représentent principalement les écoulements de débordement et ruissellements sur les rues des villes ne contiennent pas d'information d'inondabilité des parcelles riveraines (choix méthodologique).

Afin de pouvoir élaborer la cartographie de l'aléa, il est nécessaire de pouvoir disposer de l'aléa sur les parcelles des communes au delà de l'écoulement dans les seules rues.

1.2 DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE

Les documents SAFEGE de références sont les suivants :

1. Commune de Milhaud :
    a. Schéma d'aménagement hydraulique et de protection des zones habitées contre les inondations - **Phase 1 : diagnostic de l'état actuel**, indice F avril 2009.
    b. Schéma d'aménagement hydraulique et de protection des zones habitées contre les inondations - Phase 2 : élaboration du schéma pluvial, indice D mai 2010.
2. Commune de Bernis :
    a. Schéma d'aménagement hydraulique et de protection des zones habitées contre les inondations - **Phase 1 : diagnostic de l'état actuel**, indice G janvier 2010.
    b. Schéma d'aménagement hydraulique et de protection des zones habitées contre les inondations - Phase 2 : élaboration du schéma pluvial, indice B mai 2010.

1.3 METHODOLOGIE

Afin de répondre correctement à la demande de la DDTM, il est nécessaire de retravailler la donnée source issue des modèles Milhaud et Bernis. Il faut savoir que ce sont deux modèles 2D pour lesquels sont fournis par maille (quelques mètres carrés en général) les grandeurs hydrauliques H/Q/V.

A cela il faut ajouter que le choix méthodologique d'extrusion de bâti (pour reproduire au mieux les champs de vitesse et obstacles à l'écoulement) a été fait.

De même, le CCTP/Comité de Pilotage des études communales avait demandé une traduction ALEA par croisement HV qui n'est pas celui retenu aujourd'hui.

Afin de mener à bien cette mission, nous procéderons de la façon suivante, en 4 étapes :

- retravailler l'aléa de référence (100ans ou historique si supérieure) par commune à partir de la combinaison (ou non) de différentes crues en H seulement (submersions à plus de 50cm et à moins de 50cm) + expertise modèle ;
- extrapoler sur zones de bâtis ;
- créer des iso-cotes de références sur la ZI ;
- restituer au format SIG Mapinfo.

1.3.1 Crue de référence : hypothèses / Milhaud

1.3.1.1 Hypothèses de modélisation

Le modélisation des écoulements est réalisée avec le code MIKE FLOOD qui est un outil de couplage 1D/2D (MIKE 11 / MIKE 21 / MOUSE) de simulation des processus hydrodynamiques, sédimentaires et de qualité des eaux de surface.

Le modèle est construit sur la base des levés du cabinet de géomètre B3R de décembre 2008 :

- Des profils en travers (84) du lit de la Pondre (34 profils) et de divers chemins d'écoulements préférentiels ;
- Des levés topographiques des 32 ouvrages structurants la zone ;
- Du semis de points en zone urbaine sur l'ensemble de la zone (200 ha) ;
- Du semis de point à l'échelle communale (source : GAIA Mapping) ;
- Des levés topographiques du réseau d'eau urbain maillant la commune (161 points).

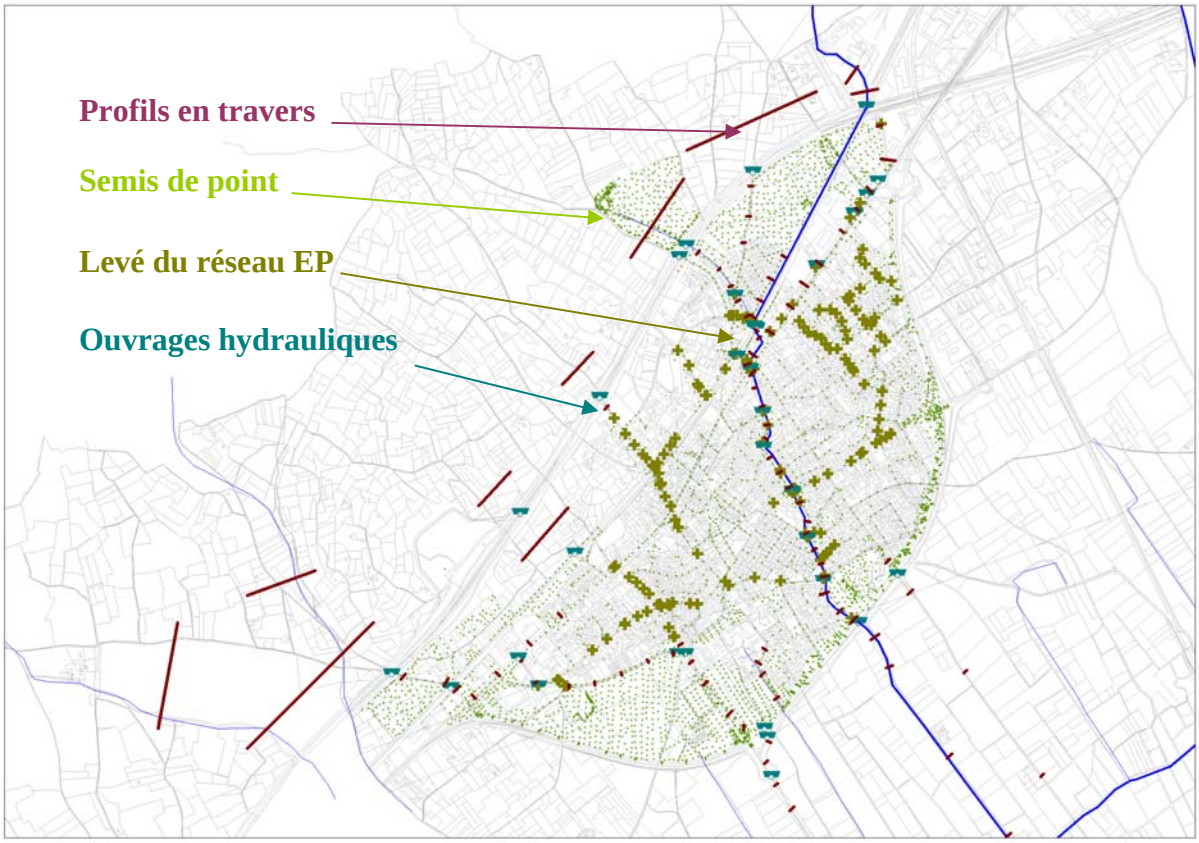


Figure 1 : Synthèse des données topographiques 2009 (source : B3R)

Un linéaire 1D total d'environ 9 km est modélisé avec les limites suivantes :

- Amont : Exutoires des bassins versants ruraux – Têtes de biefs implantées en partie amont de l'Autoroute (qui constitue un obstacle aux écoulements) ;
- Aval : En partie aval de la voie de contournement de Milhaud – Zone contrôlée par les débordements du Vistre ;
- Limites latérales : Limites de la zone urbaine de Milhaud et de ses bassins versants.

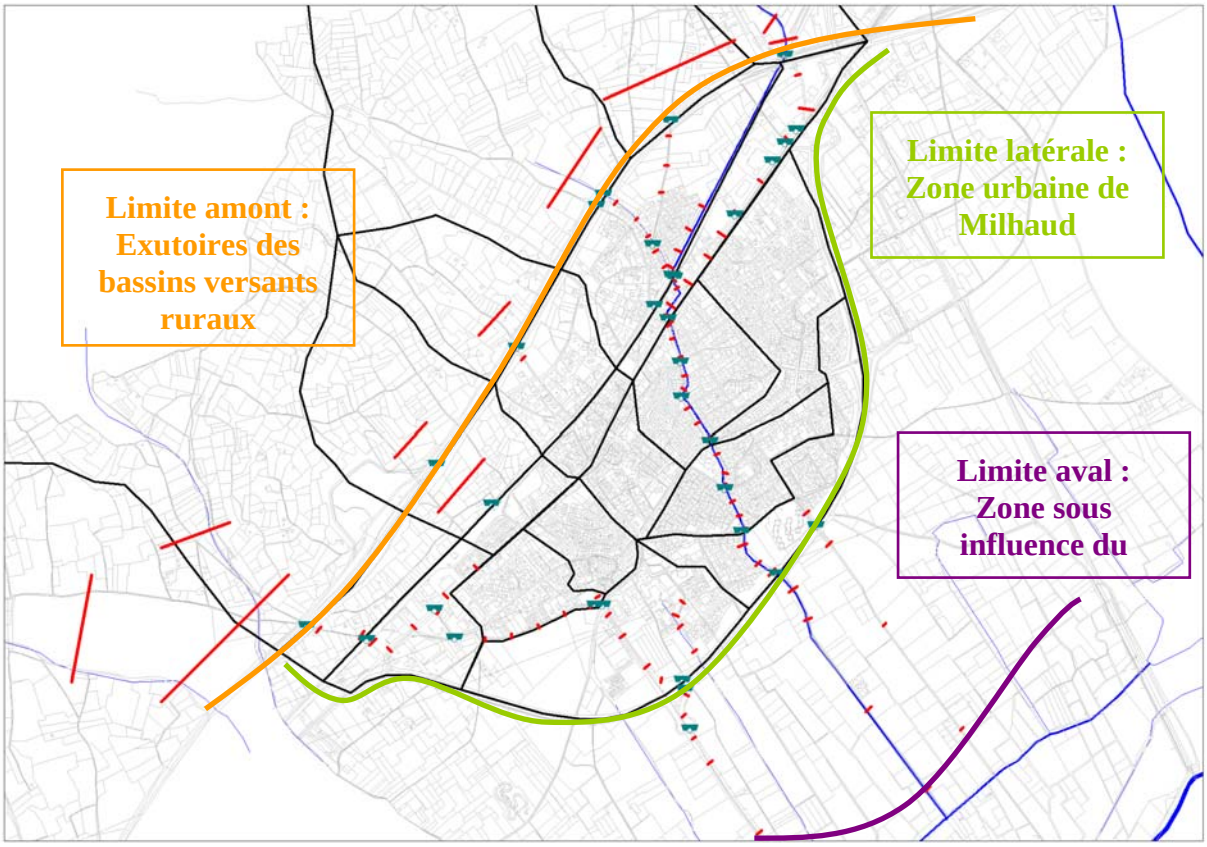


Figure 2 : Limites du modèle

Le modèle est constitué de la manière suivante :

- Le lit mineur de la Pondre ainsi que le « lit mineur » de différents ruisseaux et chemins préférentiels est représenté par des profils en travers sur tout leur linéaire : traitement en 1D avec calcul d'un niveau d'eau et d'une vitesse moyenne dans chaque profil ;
- Les ouvrages hydrauliques sont représentés dans le réseau 1D, en connexion directe avec le lit majeur ;
- Les entrées et exutoires du réseau pluvial sont représentés dans le fichier MOUSE, en connexion directe avec le lit majeur ;
- Les débordements en lit mineur, les entrées et sorties du modèle 1D sont en connexion directe avec le modèle 2D du lit majeur ;
- Les lits majeurs sont représentés par 110 000 mailles (taille minimum de 10 m) et les calculs sont bidimensionnels.

Les conditions aux limites sont les suivantes :

- Hydrogrammes calculés selon la méthode du réservoir linéaire pour les occurrences 100 ans, Septembre 2005 et Octobre 1988 pour l'ensemble des bassins versants.

La rugosité est un paramètre important de la modélisation hydraulique. Dans le modèle utilisé, la rugosité est prise en compte de manière différente suivant la zone concernée :

- Dans le modèle filaire 1D, elle est renseignée pour le lit mineur et peut varier suivant les zones (variable de 20 à 30).
- Dans le lit majeur, le modèle 2D fait appel à une grille maillée sur toute la zone permettant d'attribuer un coefficient de rugosité à chacune des mailles suivant ses

caractéristiques réelles d'occupation des sols (valeur moyenne de 45 en milieu urbain).

1.3.1.2 Configurations hydrologiques étudiées

Le modèle a été calibré sur l'événement de septembre 2005. La moyenne des écarts absolus est d'environ 50 cm sur les PHE levés par géomètre. Le même type d'écart est de 16 cm sur les hauteurs relatives constatées lors des enquêtes de terrain.

Le réseau pluvial est considéré non saturé dans toutes les typologies de crues présentées ci-après. La condition aval du Vistre est considérée fixe à la valeur de septembre 2005.

Les débits de pointe d'entrée sur la Pondre sont ceux définis par EGIS au travers du programme CADEREAUX :

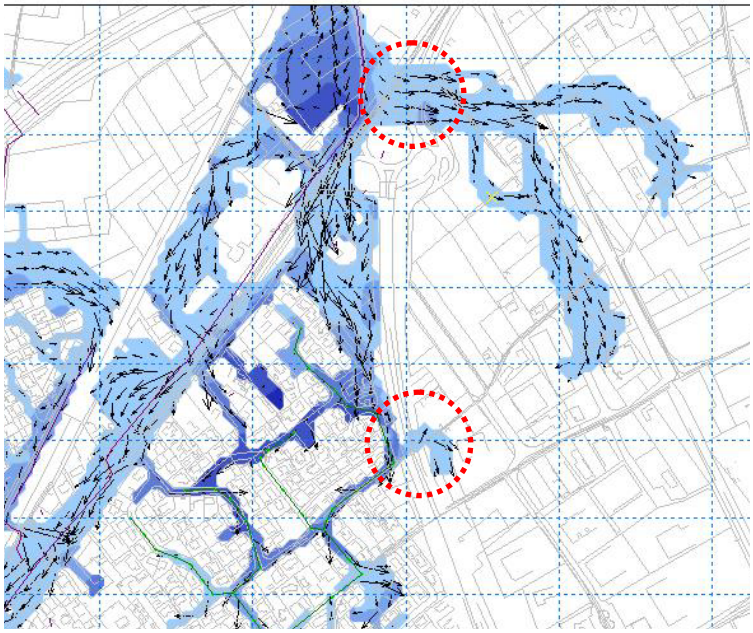
- état « janvier 2008 » (hydrogramme SAFEGE abattu à la valeur 92 m3/s) pour l'événement centennal ;
- état « 2005 » pour la crue de septembre 2005 ;
- état « 1988 ou naturel » pour la crue d'octobre 1988.

1.3.1.3 Définition de l'aléa de référence

Au vu des hauteurs d'eau atteintes et au vu des hypothèses hydrologiques rappelées ci-avant, **l'épisode 1988 est supérieur à 100 ans**.

Particularités pour l'événement de référence :

Les débordements constatés en rive gauche de la Pondre avant le rond point situé au Nord Est de la zone urbaine ne retrouvent pas la Pondre et aboutissent dans les eaux du Vistre avec les eaux issues de la submersion de la RN 113 :



Le débordement au Nord se dirige vers l'Est (**ZAC Trajectoire**) pour rejoindre plus tard les eaux de ruissellement qui ont submergé la RN 113.

Au pic de la crue, on observe que la zone urbaine est contournée par un écoulement puissant qui rejoint les eaux du Vistre plus en aval. Cet écoulement est barré dans sa progression par la RN 113

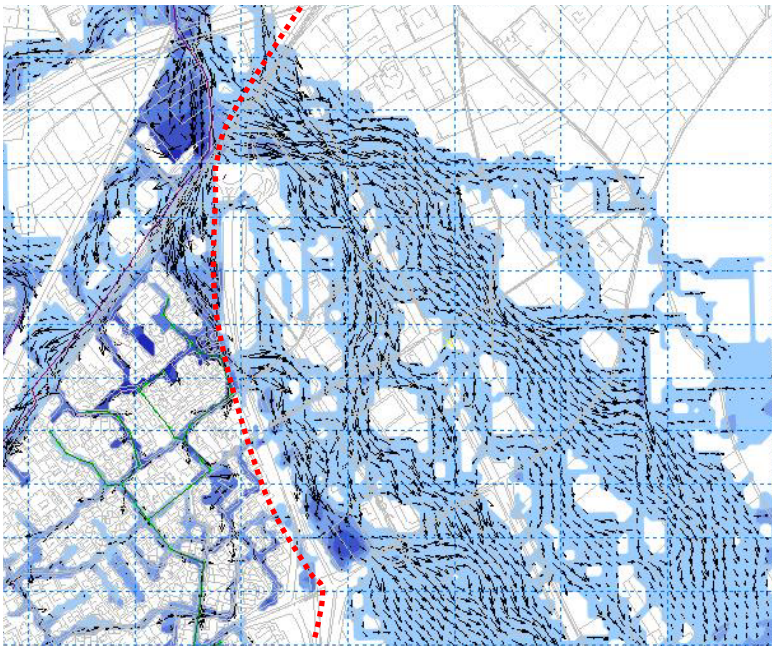


Figure 3 : Dynamique de la crue à l'Est de la zone urbaine – Octobre 1988

L'autoroute, la voie ferrée et la RN 113 constituent des lignes de force pour les écoulements. La crue d'Octobre 1988, bien qu'historique, est structurée par ces ouvrages :

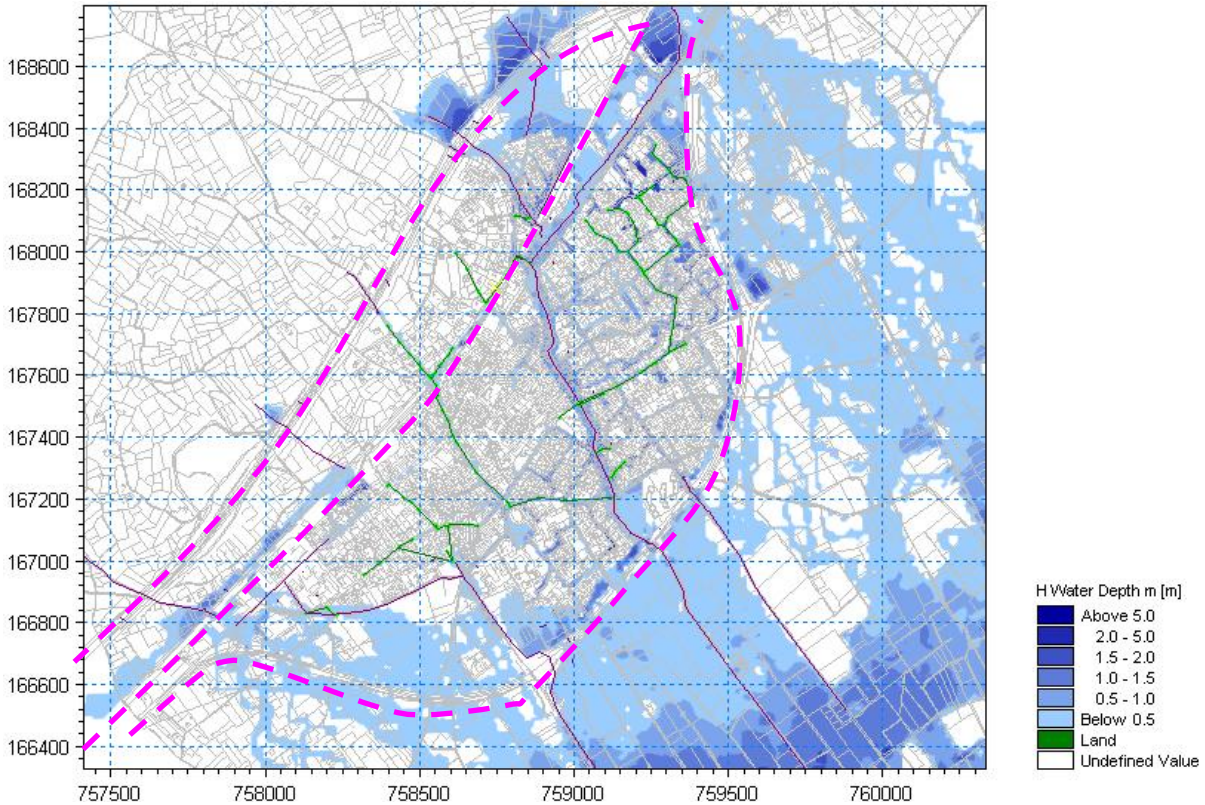


Figure 4 : Lignes de force des écoulements pour la crue d'Octobre 1988

SAFEGE a indiqué dans ses rapports le manque de données sur ce secteur Est. SAFEGE a également réalisé une expertise sur une étude hydraulique proposée par un aménageur sur ce site – **l'aléa proposé ne pouvait être retenu.**

SAFEGE a réalisé une autre expertise sur un affluent : secteur Baume et Touril. **L'aléa est intégré à l'aléa de référence de la commune.**

1.3.2 Crue de référence : hypothèses / Bernis

1.3.2.1 Hypothèses de modélisation

Le modélisation des écoulements est réalisée avec le code MIKE FLOOD qui est un outil de couplage 1D/2D (MIKE 11 / MIKE 21) de simulation des processus hydrodynamiques, sédimentaires et de qualité des eaux de surface.
Le logiciel est basé sur le couplage dynamique de MIKE 11 pour la modélisation 1D filaire ou La modélisation des écoulements sur la commune de Bernis fait intervenir un autre type de processus que sont les écoulements en réseau d'eau urbain. Le code MIKE FLOOD couple donc trois types de données pour la modélisation des écoulements : les écoulements 1D, les écoulements 2D et les écoulements en réseau urbain (MIKE 11 / MIKE 21 / MOUSE).

Le modèle hydraulique de MOUSE permet la simulation d'écoulements en réseau en régime variable, ces écoulements pouvant passer alternativement en charge ou à l'air libre.

Le modèle est construit sur la base des levés du cabinet de géomètre GEOMETRIS de juin 2009:

- 72 profils en travers (largeur moyenne de 20 m) sur le Grand Bernard/ Vallongue/Chivalas/Valat de Larrière ;
- 43 ouvrages hydrauliques (largeur inférieure à 20 m) sur les axes d'écoulements principaux (Grand Bernard/ Vallongue/Chivalas/Valat de Larrière) ;
- lever terrain naturel (TN) de 180 plaques (tampons) du réseau EP ;
- lever fil d'eau uniquement sur 12 exutoires du réseau EP (aux réseaux superficiels);
- semis de points sur 240 hectares à raison d'au moins 20 points/ha : seuls 60 ha de ce semis est en zone « naturelle », le reste ne concerne que du milieu urbain ;
- du semis de point à l'échelle communale (source : API Conseil / Nîmes Métropole).

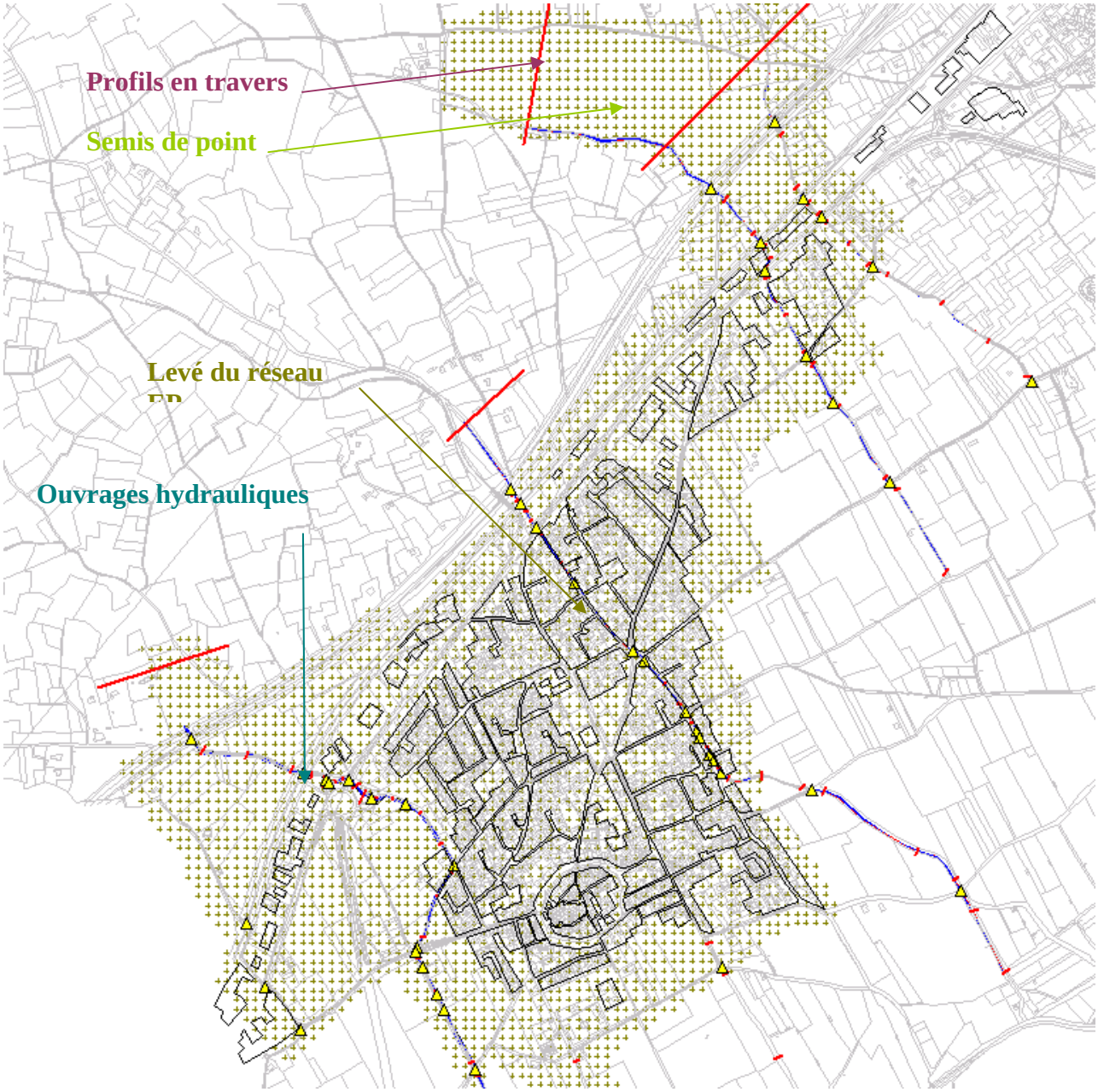


Figure 5 : Synthèse des données topographiques 2009 (source : GEOMETRIS)

Un linéaire 1D total d'environ 7,5 km est modélisé avec les limites suivantes :

- Amont : Exutoires des bassins versants ruraux – Têtes de biefs implantées en partie amont de l'Autoroute (qui constitue un obstacle aux écoulements) ;
- Aval : En partie aval de zone urbaine de Bernis – Zone contrôlée par les débordements du Vistre ;
- Limites latérales : Limites de la zone urbaine de Bernis et de ses bassins versants.

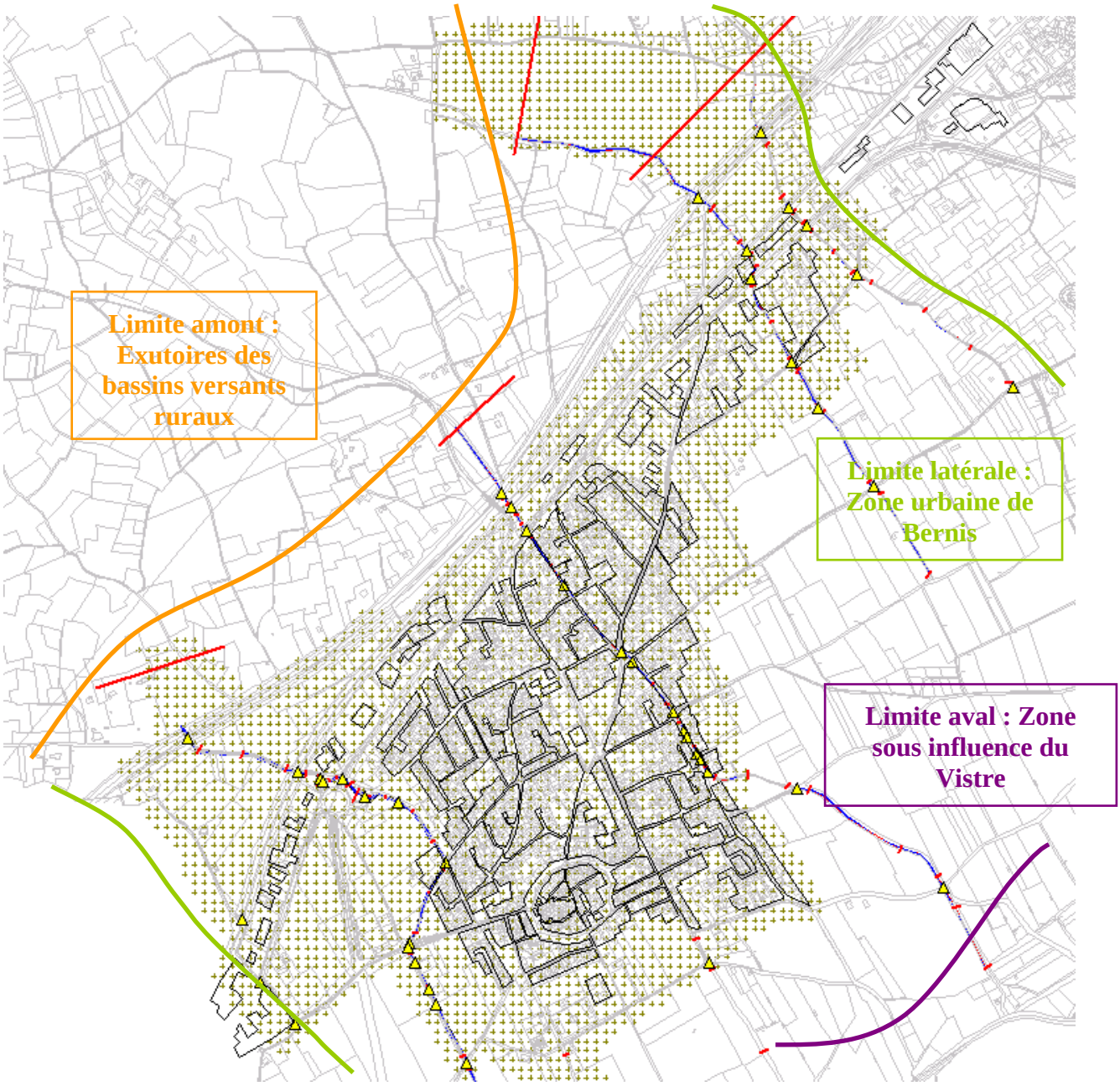


Figure 6 : Limites du modèle

Le modèle est constitué de la manière suivante :

- Le lit mineur de différents ruisseaux et chemins préférentiels est représenté par des profils en travers sur tout leur linéaire : traitement en 1D avec calcul d'un niveau d'eau et d'une vitesse moyenne dans chaque profil ;
- Les ouvrages hydrauliques sont représentés dans le réseau 1D, en connexion directe avec le lit majeur ;
- Les entrées et exutoires du réseau pluvial sont représentés dans le fichier MOUSE, en connexion directe avec le lit majeur ;

- Les débordements en lit mineur, les entrées et sorties du modèle 1D sont en connexion directe avec le modèle 2D du lit majeur ;
- Les lits majeurs sont représentés selon la méthode des éléments finis par 28 000 mailles triangulaires (taille minimum de 8 m²) et les calculs sont bidimensionnels. Les principaux groupes de bâtiments (ou parcelles de maisons continues avec mur d'enceinte) sont extrudés du domaine 2D.

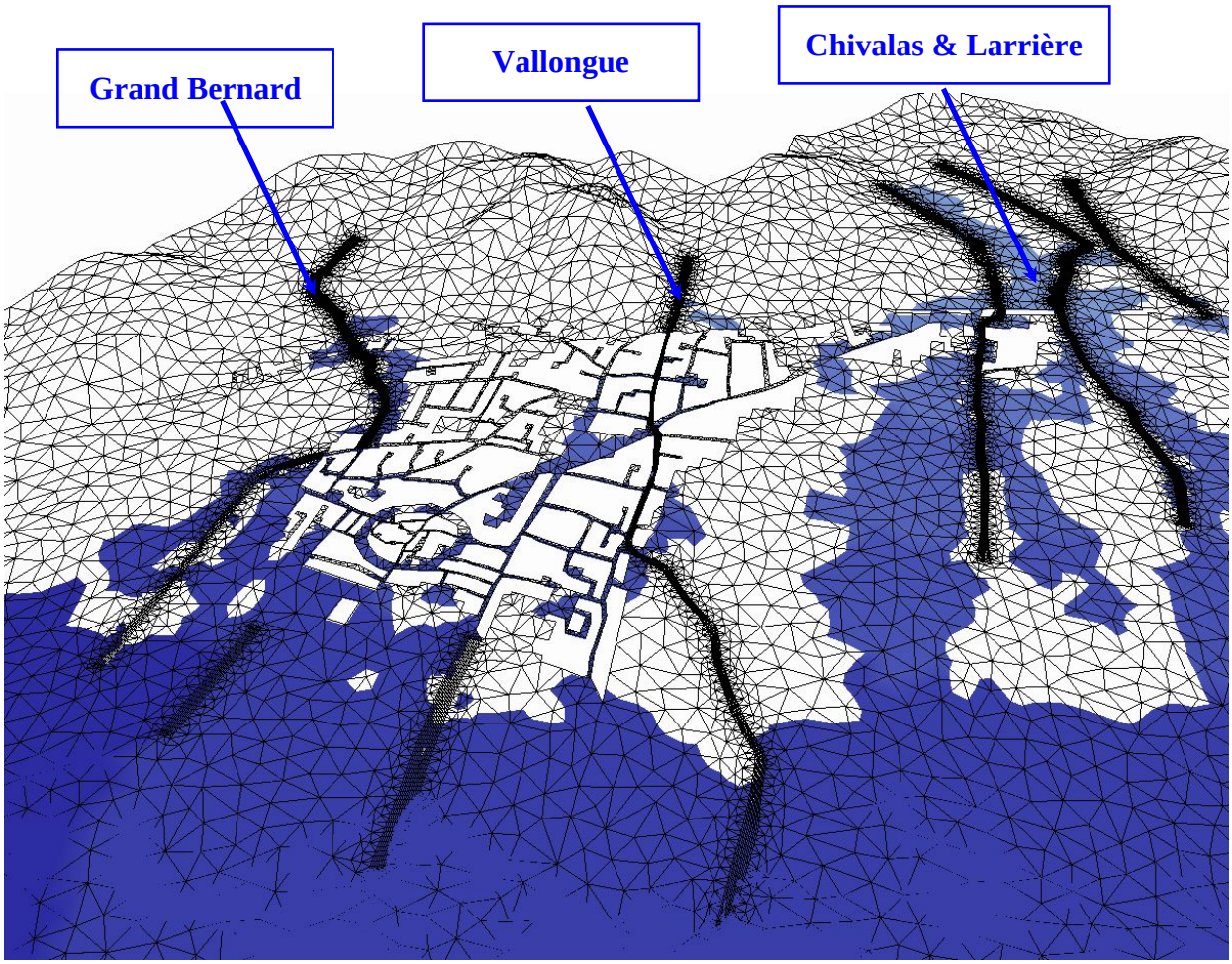


Figure 7 : Maillage 2D du territoire (vue 3D avec résultats).

La rugosité est un paramètre important de la modélisation hydraulique. Dans le modèle utilisé, la rugosité est prise en compte de manière différente suivant la zone concernée :

- Dans le modèle filaire 1D, elle est renseignée pour le lit mineur et peut varier suivant les zones (variable de 20 à 30).
- Dans le lit majeur, le modèle 2D fait appel à une grille maillée sur toute la zone permettant d'attribuer un coefficient de rugosité à chacune des mailles suivant ses caractéristiques réelles d'occupation des sols (valeur moyenne de 45 en milieu urbain – axes de circulation).

1.3.2.2 Configurations hydrologiques étudiées

Les conditions aux limites sont les suivantes :

- Hydrogrammes calculés selon la méthode du réservoir linéaire pour les occurrences 100 ans, Septembre 2005 et Octobre 1988 pour l'ensemble des bassins versants.
- La condition aval du modèle est la ligne d'eau du Vistre (définie par les PHE) pour l'événement septembre 2005 en l'absence de toute autre information. Le modèle 2D intègre cette condition limite en tant que variable dans le temps et selon une frontière limite.

1.3.2.3 Définition de l'aléa de référence

Le modèle a été calibré sur l'événement de septembre 2005. La moyenne des écarts absolus est d'environ 36 cm sur les PHE (53 cm en écart strict à la cote PHE – 25 cm en écart strict à la hauteur PHE). Par le constat de certaines incohérences topographiques, **la fiabilité des données de surface Géometris ne peut pas être certaine**.

La crue de référence est la crue majeure des 3 scénarios hydrologiques présentés précédemment : il s'agit en l'occurrence de **l'événement historique d'octobre 1988.**

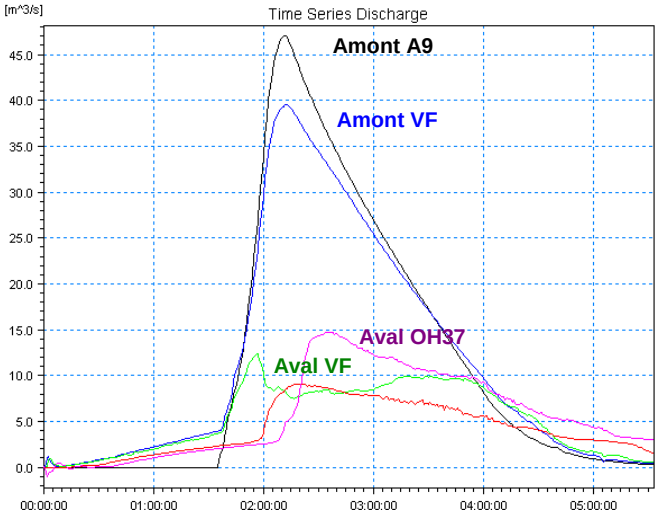
Particularités pour l'événement de référence :

Concernant le Grand Bernard, des débordements se font constater au voisinage de l'ouvrage SNCF dès quelques m^3/s en raison de la très faible capacité des fossés. La série des ouvrages provoque des débordements par leurs faibles capacités (de 3 à 5 m^3/s). Le fossé du Grand Bernard a une capacité moyenne d'environ 4 m^3/s, ce qui explique la généralisation très rapide des écoulements de surface.

Le projet de la **ZAC Capitelle** est concerné par le Grand Bernard : une modification de tracé est d'ailleurs proposée en aval de la RN113**.** Chantier non démarré en date de l'étude SAFEGE, **les travaux de recalibrage n'ont pas été intégrés dans l'étude SAFEGE.**

Le projet fait appel aux remarques suivantes (analyse de l'étude SIEE octobre 2006):

- **Avis défavorable** délivré par la DDE SUPR du Gard le 30 novembre 2007.
- Hydrologie : seul le débit 100 ans est considéré (57 m^3/s pour SIEE contre 58,5 m^3/s selon SAFEGE). Le débit d'octobre 1988 est très proche de cette valeur (-6%).
- **L'aménagement ne permet à priori pas de capter l'ensemble des écoulements au Nord de la RN113** dans le nouveau chenal de dérivation de 30 m^3/s créé en aval de cette voie. La partie Ouest du projet de ZAC des Capitelles est un vaste champ d'expansion des crues : contrairement à ce qui est indiqué dans l'étude hydraulique SIEE de la ZAC, une partie des écoulements de surverse sur la RN113 ne se dirigent pas vers Uchaud (une partie de ces flux est d'ailleurs repris par le fossé du Grand Bernard).



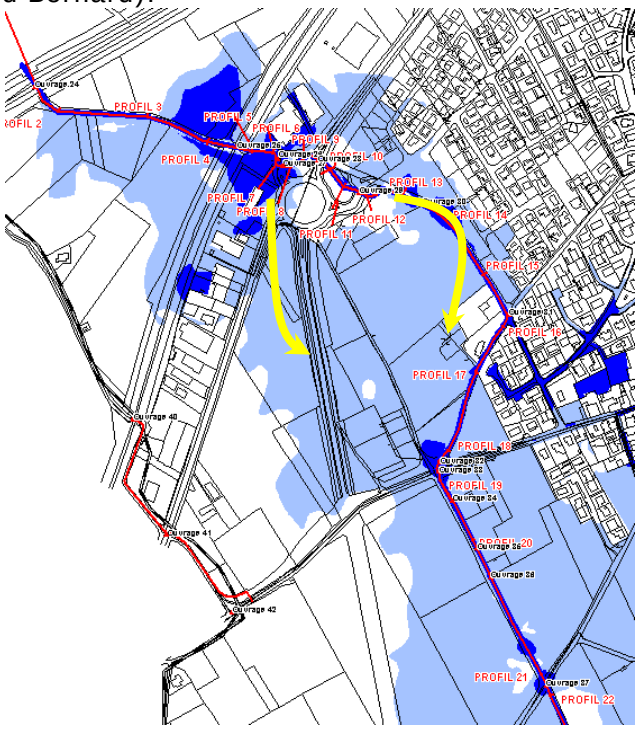


Figure 8 : Crue 100 ans – secteur Grand Bernard

2 ANNEXES

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Ministère
De l'Ecologie
Du développement Et
de l'Aménagement
durables

direction
départementale
de l'Équipement
Gard

service
Urbanisme et
Prévention des Risques

unité Prévention des
Risques

Nîmes, 30 NOV. 2007

Le Directeur Départemental
De l'Equipement du Gard
à
Monsieur le chef de la DISE
Dossier suivi par Jacqueline Reynet

objet :Commune de Berrnis/ZAC de la Capitelle.
-Autorisation au titre du code de l'environnement

Réf : votre transmission en date du 23 octobre 2007.

affaire suivie par : Thomas Lamailloux SUPR-PR
tél. 04 66 62 63 16, fax 04 66 62 64 80
mail.. Thomas.Lamailloux@equipement.gouv.fr

Par bordereau d'envoi en date du 23 octobre 2007, vous m'avez transmis pour avis au regard du risque inondation la demande d'autorisation au titre du code de l'environnement citée en objet.

Le terrain d'assiette se situe :

-en dehors du R 111.3 Moyen Vistre,

-partiellement dans l'emprise inondable par des phénomènes de ruissellements définies par l'approche hydrogéomorphologique (cf. étude DIREN CAREX juillet 2004). Inondabilité confirmée au regard de l'évènement de septembre 2005 lors duquel le terrain d'assiette du projet a été partiellement inondée par des phénomènes de ruissellement. Le projet vise à mettre en oeuvre en rive gauche du " Grand Bernard " un merlon de dérivation des eaux d'impluvium et de ruissellement et de remblayer sur 0.20m la zone inondable définie dans le présent dossier dans une logique d'urbanisation. En rive droite il s'agit de réaliser des aménagements lourds, comme la création d'un chenal de dérivation de 20 m de large, le remplacement de l'ouvrage actuel de desserte, le remplacement de l'exutoire actuel et le re-calibrage du ruisseau en aval immédiat de la route.

L'étude cartographie l'emprise de zone inondable à l'état initial sans que l'on puisse apprécier l'aléa (croisement hauteur-vitesse) au sein de celle-ci. De plus il n'y a pas de trace de cartographie de l'aléa post-aménagement nous permettant de juger de leurs impacts notamment pour l'aval. Il conviendra donc que le bureau d'études produise ces éléments.

En outre et comme indiqué par le bureau d'études les aménagements vont entrainer une augmentation des débits en aval qui seront compensés pour l'évènement centennal modélisé, toutefois compte tenu des débits générés sur ce bassin versant ($57m^3/s$) il me semble nécessaire de juger de l'impact des ces aménagements pour un évènement exceptionnel (qui pourrait être définis par 1.8* T 100).

En l'absence de ces éléments j'émets un avis défavorable à titre conservatoire au projet présenté. En outre sur ce secteur il conviendra que toutes les constructions soient réalisées avec une sur-face de plancher calée à + 0.80 m par rapport au terrain naturel.

En toute état de cause et compte tenu des caractéristiques du bassin versant générant débits estimés significatifs (pour T 100 = 57m^3/s) il vous appartiendra en tant que service en charge de la police de l'eau de vous positionner sur le régime hydraulique du " Grand Bernard ".

Proposé par
le chargé d'études

Thomas Lamailloux

Le chef de l'unité Prévention des Risques

Renaud Durand

Copies :
- SUPR/PR/Dossier
- SUPR/PR/Chrono
- SAN

89 rue Weber
CS 52002
30907 Nîmes cedex 2
téléphone :
04 66 62 62 00
télécopie :
04-66-23-28-79
mail. dde-30
@equipement.gouv.fr
site internet: www.gard.
equipement.gouv.fr
desserte par les bus
A, E, G et H