Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

PREFET DES BOUCHES-DU-RHONE

DIRECTION DÉPARTEMENTALE DES TERRITOIRES ET DE LA MER
Service Urbanisme-Pôle Risques

Arrêté
Approuvant l'établissement d'un Plan de Prévention du Risques Naturels prévisibles d'inondation sur la commune de Bouc Bel Air

---

Le Préfet de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur,
Préfet de la zone de défense et de sécurité sud,
Préfet des Bouches-du-Rhône

VU le Code de l'environnement, notamment ses articles L.562-1 à L.562-8 et R.562-1 à R.562-12,

VU le Code de la construction et de l'habitation, notamment son article R.126-1,

VU le Code de l'urbanisme, notamment les articles L.151-43, L.152-7, L.153-60 et R.111-2,

VU le décret n°2004-374 du 29 avril 2004 relatif aux pouvoirs des Préfets, à l'organisation et à l'action des services de l'État dans les régions et départements,

VU le décret n°2009-1484 du 3 décembre 2009 modifié relatif aux directions départementales interministérielles,

VU l'arrêté préfectoral en date du 18 janvier 2019, portant prescription du plan de prévention des risques d'inondation sur la commune de Bouc Bel Air,

VU l'arrêté préfectoral en date du 19 décembre 2019 prescrivant l'ouverture d'une enquête publique sur le projet de plan de prévention des risques d'inondation par débordement sur la commune de Bouc Bel Air,

VU l'avis favorable de Monsieur le Maire de Bouc Bel Air en date du 23 septembre 2019,

VU l'avis favorable du Conseil départemental des Bouches-du-Rhône en date du 26 septembre 2019,

VU l'avis favorable du Syndicat d'Aménagement et de Gestion de l'Eau de l'Arc en date du 2 octobre 2019,

VU l'avis favorable avec réserve de la Chambre d'Agriculture des Bouches-du-Rhône en date du 3 octobre 2019,

VU l'avis tacite réputé favorable de la Métropole d'Aix Marseille Provence,

VU l'avis tacite réputé favorable du Conseil Régional de Provence-Alpes-Côtes-d'Azur,

VU l'avis tacite réputé favorable de Monsieur le directeur du SDIS,

VU l'avis tacite réputé favorable du Centre Régional de la Propriété forestière de Provence -Alpes-Côtes-d'Azur,

VU l'avis tacite réputé favorable de la Chambre de Commerce et d'Industrie des Bouches-du-Rhône,

VU les réponses apportées par le maître d'ouvrage aux remarques émises lors de la procédure,

VU le rapport, les conclusions motivées, ainsi que l'avis favorable sans réserve, du Commissaire Enquêteur en date du 25 février 2020,

CONSIDERANT que les modifications apportées au projet de plan de prévention des risques naturels prévisibles d'inondation par débordement sur la commune de Bouc Bel Air à l'issue de l'enquête publique, ne remettent pas en cause l'économie générale du plan,

SUR proposition de la Secrétaire Générale de la Préfecture des Bouches-du-Rhône,

ARRÊTE

ARTICLE 1er : Le plan de prévention des risques naturels prévisibles d'inondation du secteur géographique du bassin versant de la Jouïne et du Grand Vallat inondation par débordement de cours d'eau) sur la commune de Bouc Bel Air, tel qu'il est annexé au présent arrêté, est approuvé.

Le dossier comprend :

- un rapport de présentation,
- un règlement,
- un plan de zonage réglementaire,
- une cartographie des lignes d'eau et cote de PHE (6 planches),
- les annexes du PPRi (support numérique).

ARTICLE 2 : Le plan de prévention des risques naturels prévisibles d'inondation (inondation par débordement de cours d'eau) est tenu à la disposition du public dans les locaux :

- de la mairie de Bouc Bel Air,
- de la Métropole d'Aix Marseille Provence (Conseil de territoire du Pays d'Aix) ;
- de la Préfecture des Bouches-du-Rhône / Direction Départementale des Territoires et de la Mer (DDTM) des Bouches-du-Rhône / Service Urbanisme (16 rue Antoine Zattara – 13332 Marseille Cedex 3).

Il est également consultable sur le site internet des Services de l'État dans le département des Bouches-du-Rhône, www.bouches-du-rhone.gouv.fr.

ARTICLE 3 : Le présent arrêté sera publié au recueil des actes administratifs de la Préfecture et mention en sera faite en caractères apparents dans un journal diffusé dans le département.

Une copie du présent arrêté sera affichée pendant au moins un mois en mairie de Bouc Bel Air et au siège de la Métropole Aix-Marseille-Provence Conseil de Territoire du Pays d'Aix. Un certificat signé du Maire et de la Présidente justifiera l'accomplissement de cette mesure de publicité.

Une copie du certificat d'affichage sera adressée à la DDTM des Bouches-du-Rhône.

ARTICLE 4 : Des copies du présent arrêté seront adressées :

- au Maire de Bouc Bel Air,
- à la Présidente de la Métropole Aix-Marseille-Provence Conseil de Territoire du Pays d'Aix,
- au Directeur Départemental des Territoires et de la Mer des Bouches-du-Rhône,

ARTICLE 5 : En application de l'article L.562-4 du Code de l'Environnement, le plan de prévention des risques naturels prévisibles d'inondation vaut servitude d'utilité publique. À ce titre, il doit être annexé au document d'urbanisme de la commune dans un délai de 1 an à compter de la réception du présent arrêté.

ARTICLE 6 :

- La Secrétaire Générale de la Préfecture des Bouches-du-Rhône,
- Le Maire de la commune de Bouc Bel Air,
- La Présidente de la Métropole Aix-Marseille-Provence Conseil de Territoire du Pays d'Aix,
- Le Directeur Départemental des Territoires et de la Mer des Bouches-du-Rhône,

sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent arrêté.

A Marseille, le 27 MARS 2020

Pour le Préfet
La Secrétaire Générale

Juliette TRIGNAT

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

PREFECTURE
DES BOUCHES DU RHÔNE

Direction Départementale
Des Territoires et de la Mer

DDTM 13
16 rue Antoine
Zattara 13332
Marseille Cedex 3

APPROUVE LE
27 MARS 2020

Édition AVRIL 2020

PLAN DE PRÉVENTION DES RISQUES NATURELS PRÉVISIBLES (P.P.R.) INONDATION SUR LA COMMUNE DE BOUC BEL AIR

(Article L562-1 du Code de l'Environnement)

-1- RAPPORT DE PRÉSENTATION

SOMMAIRE

sommaire....2
0 PREAMBULE....6
1 LES RISQUES D'INONDATION CONSTATÉS....9
1.1 Le territoire de Bouc Bel Air et le bassin versant de la Jouïne et du Grand Vallat....9
1.2 Le bassin versant et ses crues....14
1.2.1 Les grands types de crues....14
1.2.2 Déroulement des principales crues historiques du 20ème siècle sur le bassin versant de l'Arc et conséquences....14
1.2.2.1 Inondations de janvier 1978....15
1.2.2.2 Inondations de septembre 1993 :....16
1.2.2.3 Les crues historiques de Bouc Bel Air :....17
1.3 Résultats des modélisations hydrologiques et hydrauliques....18
1.3.1 Bassin versant Jouïne et Grand Vallat : Étude pour la réduction de l'aléa inondation au droit des lieux habités en tenant compte du fonctionnement naturel des cours d'eau (SABA, INGEROP 2013)....21
1.3.1.1 Hydrologie de la crue de référence – Hypothèse retenue....21
1.3.1.2 Topographie....25
1.3.1.3 Modélisation des écoulements....26
1.3.1.4 Résultat de la modélisation 2D....26
1.3.2 Définition de l'aléa inondation sur les communes de Cabriès, Bouc Bel Air et Simiane-Collongue (DDTM, INGEROP 2017)....29
1.3.2.1 Collecte des données....29
1.3.2.2 Cartographie de l'aléa....30
1.3.3 Cartographie du risque inondation concernant le Grand Vallat et la Petite Jouïne sur les communes de Bouc Bel Air, Cabriès et Simiane-Collongue – Analyse topographique complémentaire (DDTM, INGEROP 2018)....33
1.3.3.1 Méthodologie générale....33
1.3.3.2 Résultats : Vallat de Pibou....35
1.4 Conclusion....38
2 LES MESURES DE PROTECTION DES PERSONNES ET DES BIENS....39
2.1 L'alerte et la gestion de crise....40
2.1.1 La prévision des crues....40
2.1.2 Le plan communal de sauvegarde (PCS)....40
2.2 Les dispositifs de protection sur le bassin versant de l'Arc....41
2.2.1 Le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux Rhône Méditerranée (SDAGE)....41
2.2.2 Le Schéma d'Aménagement de Gestion des Eaux de l'Arc....42
2.2.3 Le Plan de Gestion des Risques d'Inondation (PGRI)....42
2.2.4 La Gestion des Milieux Aquatiques et la Prévention des Inondations (GEMAPI)....43
2.3 La prévention....44
2.3.1 Le Document d'Information Communal sur les RIsques Majeurs (DICRIM)....44
2.3.2 Le Plan Communal de Sauvegarde (PCS)....44
2.3.3 L'information de la population....45
2.3.4 Les Plans de Prévention des Risques Naturels....45
2.3.4.1 Objectifs....45
2.3.4.2 Pièces constituantes....46
2.4 Solidarité et obligations....46
2.4.1 L'indemnisation des victimes des catastrophes naturelles....46
2.4.2 Sujétions applicables aux particuliers....47
2.4.3 Les financements par le Fonds de Prévention des Risques Naturels Majeurs....47
3 LE PPRI DE DE Bouc Bel Air....48

3.1 De l'aléa au risque, tenir compte des enjeux....48
3.1.1 Périmètre du PPRi....48
3.1.2 Caractérisation de l'aléa....48
3.1.3 Caractérisation des enjeux....50
3.1.3.1 Méthode d'identification des enjeux....50
3.1.4 Zonage et règlement....51
3.1.4.1 Principe du zonage....52
3.1.4.2 Représentation cartographique....53
3.1.4.3 Règlement....54
3.2 Procédure....56
3.2.1 Élaboration du PPR....56
3.2.2 Révision et modification du PPR....56
3.3 Portée Réglementaire....56
4 ANNEXES....57
4.1 Schéma d'élaboration d'un PPRN....57
4.2 Archives INA projetées au cours des réunions de concertation....58
4.3 Panneaux exposés dans les mairies pendant la phase de concertation (voir pièces numériques)....59
4.4 BASSIN VERSANT JOUÏNE - GRAND VALLAT : Étude pour la réduction de l'aléa inondation au droit des lieux habités en tenant compte du fonctionnement naturel des cours d'eau (SABA / INGEROP, 2015)....60
4.5 Définition de l'aléa inondation sur les communes de Cabriè, Bouc Bel Air et Simiane-Collongue (DDTM 13 / INGEROP, 2017)....61
4.6 Cartographie du risque inondation concernant le Grand Vallat et la petite Jouïne sur les communes de Bouc Bel Air, Cabriès et Simiane-Collongue – Analyse topographique complémentaire (DDTM 13 / INGEROP, 2018)....62

Table des matières

Figure 1 : La définition du risque à partir de l'aléa et des enjeux....6

Figure 2 : Cours d'eau concernés par l'étude pour la réduction de l'aléa inondation au droit des lieux habités en tenant compte du fonctionnement naturel des cours d'eau (Bassin versant Jouïne - Grand Vallat)....7

Figure 3 : Zoom sur la commune de Bouc Bel Air : Cours d'eau concernés par l'étude pour la réduction de l'aléa inondation au droit des lieux habités en tenant compte du fonctionnement naturel des cours d'eau (Bassin versant Jouïne – Grand Vallat)....8

Figure 4 : Le territoire de Bouc Bel Air (sources: IGN, scan 100 et BD CARTHAGE)....9

Figure 5 : Situation de Bouc Bel Air dans le bassin versant de l'Arc....10

Figure 6: Urbanisation de Bouc Bel Air en 1925....11

Figure 7: Urbanisation de Bouc Bel Air en 1970....11

Figure 8: Urbanisation de Bouc Bel Air en 2015....12

Figure 9 : Vallat de Rajol (1)....13

Figure 10 : Vallat de Rajol (2)....13

Figure 11 : Précipitations quotidiennes sur les Bouches-du-Rhône en janvier 1978 (source : Météo France)....16

Figure 12 : Inondation de l'Avenue de l'Europe en 1993 (source : vidéo du 20h de France 2 du 13 septembre 1993)....17

Figure 13 : Caractéristiques principales des études hydrauliques sur le bassin versant de la Petite Jouïne et du Grand Vallat sur les communes de Bouc Bel Air, Cabriès et Simiane-Collongue (Source : INGEROP, 2018)....19

Figure 14 : Cartographie hydrogéomorphologique des zones inondables en région PACA, Cours d'eau du Grand Vallat (Source IPSEAU 2004) (1)....19

Figure 15 : Cartographie hydrogéomorphologique des zones inondables en région PACA, Cours d'eau du Grand Vallat (Source IPSEAU 2004) (2)....20

Figure 16 : Modèle Pluie-Débit HEC-HMS (source : Etude pour la réduction de l'aléa inondation au droit des lieux habités en tenant compte du fonctionnement naturel des cours d'eau sur le bassin versant de la Jouïne et du Grand Vallat, INGEROP– SABA, 2013)....21

Figure 17 : Quantiles de pluie en mm pour la station météorologique d'Aix-les-Milles (Source INGEROP – SABA, 2013)....22

Figure 18 : Les pluies de projet d'occurence 2, 5, 10 et 50 ans....22

Figure 19 : Pluie de septembre 1993 (Source INGEROP – SABA, 2013)....22

Figure 20 : Hydrogrammes de crue de la Petite Jouïne au niveau de la RD9 d'après SAFEGE (source : INGEROP – SABA, 2013)....23

Figure 21 : Débits de pointe des sous bassin versants (Source INGEROP – SABA, 2013)....23

Figure 22 : Débits de pointe retenus sur l'ensemble du réseau hydrographique (Source : INGEROP 2015)....24

Figure 23 : Données topographiques (Source INGEROP)....25

Figure 24 : Hauteurs d'eau pour l'événement de référence, Q1993 (Source INGEROP – SABA, 2013)....27

Figure 25 : Vitesse pour l'événement de référence, Q1993 (Source INGEROP – SABA, 2013).....28
Figure 26 : Collecte des données.....29
Figure 27 : Grille d'aléa (Source DDTM 13).....30
Figure 28 : Extrait du Porter à connaissance inondation sur les communes de Bouc Bel Air, Cabriès et Simiane-Colllongue du 6 octobre 2017.....30
Figure 29 : Exemple cartographie aléa brut / aléa lissé.....31
Figure 30 : Hypothèse sur les zones d'ombre.....31
Figure 31 : Cartographie de l'aléa (DDTM-INGEROP-2017).....32
Figure 32 : Exemple d'aléa indifférencié entre deux vallons modélisés (DDTM-INGEROP-2018) 33
Figure 33 : Exemple d'aléa indifférencié en amont d'un tronçon modélisé (DDTM-INGEROP-2018).....34
Figure 34 : Exemple d'aléa indifférencié représentant un axe d'écoulement latéral (DDTM-INGEROP-2018).....34
Figure 35 : Précision de l'aléa : Vallat de Pibou – Secteur 1 (DDTM-INGEROP-2018).....35
Figure 36 : Précision de l'aléa : Vallat de Pibou – Secteur 2 (DDTM-INGEROP-2018).....36
Figure 37 : Précision de l'aléa : Vallat de Pibou – Secteur 3 (DDTM-INGEROP-2018).....37
Figure 38 : Capture d'écran du site Vigicrues (Source : http://www.vigicrues.gouv.fr).....40
Figure 39 : Zone stratégique d'expansion de Crue sur le Bassin versant de la Petite Jouïne et du Grand Vallat(Extrait de l'Atlas cartographique du SAGE de l'Arc).....42
Figure 40 : Mobilité en terrain inondé en fonction de la vitesse et de la hauteur d'eau.....48
Figure 41 : Détermination de l'aléa en fonction de la hauteur d'eau et de sa vitesse d'écoulement..49
Figure 42 : Aléa sur la commune de Bouc Bel Air.....49
Figure 43 : Extrait de la carte d'aléa de Bouc Bel Air.....50
Figure 44 : Caractérisation des enjeux des zones inondables de la commune de Bouc Bel Air.....51
Figure 45 : Matrice de zonage.....52
Figure 46 : Zonage réglementaire du présent PPRi sur la commune de Bouc Bel Air.....53
Figure 47 : Extrait de la carte des Plus Hautes Eaux (PHE) du PPRi de la commune de Bouc Bel Air 54
Figure 48 : Structure du règlement de PPRi.....55

0 PREAMBULE

Un risque majeur est la possibilité que survienne un événement d'origine naturelle ou anthropique (i.e. liée à l'activité humaine) dont les effets peuvent concerner un grand nombre de personnes, occasionner des dommages importants et dépasser les capacités de réaction de la société.

L'existence d'un risque majeur est liée :

- à la survenue d'un événement qui est la manifestation d'un phénomène naturel ou anthropique : c'est ce que l'on nomme l'**aléa**,
- à la présence de personnes et de biens qui peuvent être affectés par un événement : c'est ce que l'on nomme les **enjeux**.

Le niveau de risque est issu du croisement entre la force de l'aléa et le degré des enjeux.

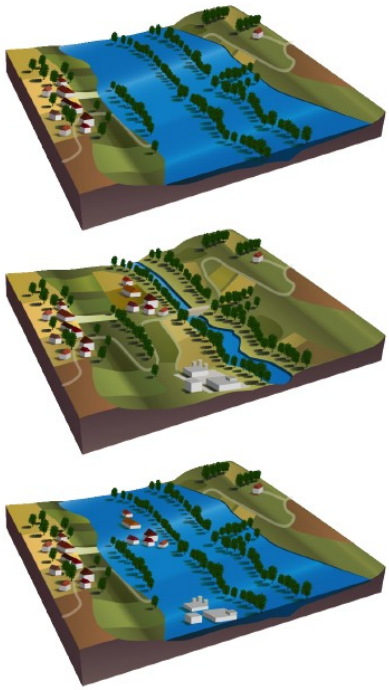


Figure 1 : La définition du risque à partir de l'aléa et des enjeux

Deux critères peuvent caractériser un événement :

- sa fréquence : l'homme et la société peuvent être d'autant plus enclins à ignorer les catastrophes qu'elles sont peu fréquentes ;
- sa gravité : un événement sera d'autant plus marquant qu'il fera de nombreuses victimes et causera des dommages importants aux biens.

Les crues successives historiques ont rappelé la forte vulnérabilité du territoire, notamment à partir de la seconde moitié du 20ème siècle, de sorte que tous les acteurs sont aujourd'hui mobilisés pour une maîtrise optimale des inondations et de leurs conséquences. Les dernières inondations importantes survenues en 1993, 2000 et 2003 ont marqué les esprits, avec des dégâts importants et malheureusement plusieurs victimes à déplorer.

La commune de Bouc Bel Air fait partie d'un des Territoires à Risque Important d'inondation du bassin Rhône-Méditerranée identifié par monsieur le Préfet coordonnateur de bassin par arrêté préfectoral du 12 décembre 2012.

Conformément à l'arrêté de prescription du PPRi de Bouc Bel Air du 18 janvier 2019, le PPRi porte sur :

- **Le Grand Vallat ;**
- **Le Vallat de Babol ;**
- **Le Vallat de Rajol ;**
- **Le Vallat des Tilleuls ;**
- **Le Vallat de Pibou ;**
- **Le Vallat de Violési ;**
- **Le Vallat de la Mule.**

Les grands principes de la protection des populations en zone inondable par l'Arc et ses principaux affluents reposent sur un triptyque :

- **L'alerte et la gestion de crise** avec la prévision des crues et la réalisation de Plan Communaux de Sauvegarde (PCS) ;
- **La protection** par la mise en place de dispositifs spécifiques ;
- **La prévention,** avec un équilibre entre solidarité et obligations des populations par des dispositifs d'indemnisation couplés à des sujétions applicables aux particuliers.

Dans ce cadre, le présent PPRi détermine les prescriptions à mettre en œuvre pour réduire les conséquences néfastes des inondations par les crues de l'Arc et de ses principaux affluents.

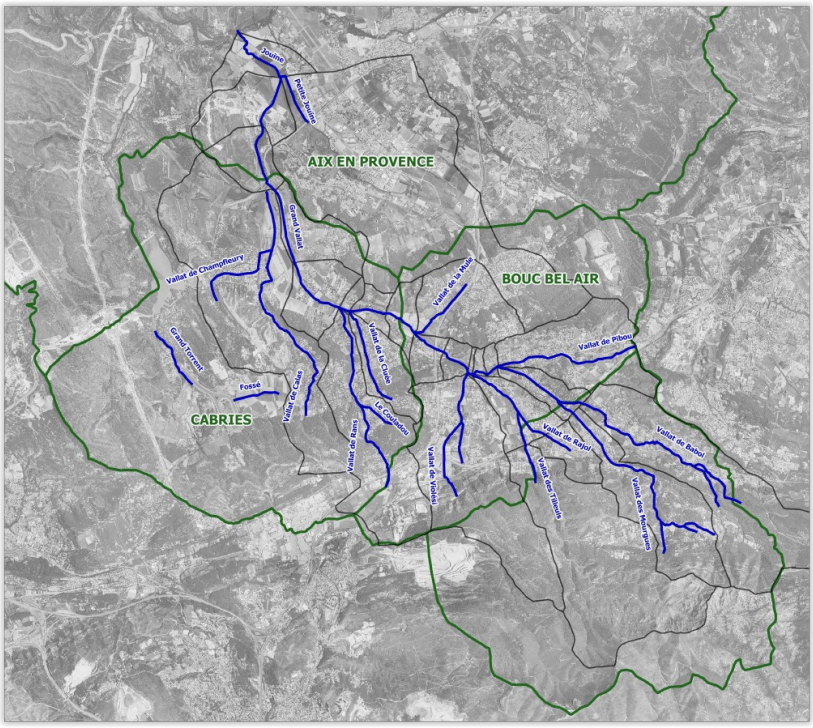


Figure 2 : Cours d'eau concernés par l'étude pour la réduction de l'aléa inondation au droit des lieux habités en tenant compte du fonctionnement naturel des cours d'eau (Bassin versant Jouïne - Grand Vallat)

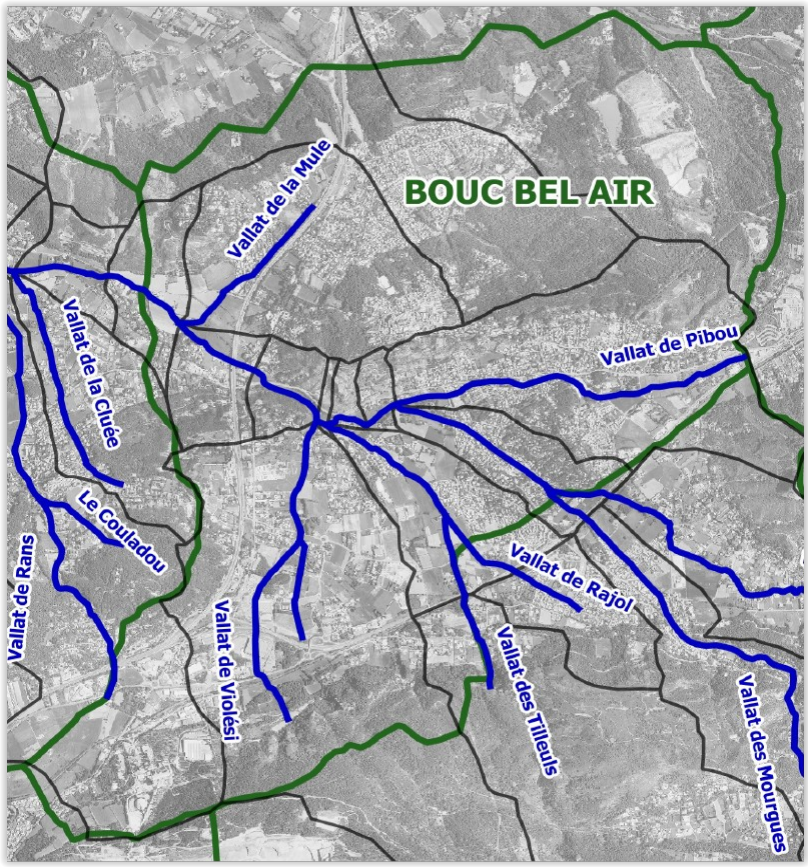


Figure 3 : Zoom sur la commune de Bouc Bel Air : Cours d'eau concernés par l'étude pour la réduction de l'aléa inondation au droit des lieux habités en tenant compte du fonctionnement naturel des cours d'eau (Bassin versant Jouïne – Grand Vallat)

1 LES RISQUES D'INONDATION CONSTATÉS

1.1 Le territoire de Bouc Bel Air et le bassin versant de la Jouïne et du Grand Vallat



Figure 4 : Le territoire de Bouc Bel Air (sources: IGN, scan 100 et BD CARTHAGE)

Les 14 477 habitants de Bouc Bel Air en 2016 (source INSEE) en font la 19ème commune des Bouches-du-Rhône. Elle forme avec Marseille une aire urbaine qui comptait 1 734 277 habitants en 2013, soit la troisième aire urbaine de France (source INSEE).

Elle couvre 21,75 km² ce qui en fait la 69e commune du département en termes de surface. Son territoire comprend 775 hectares d'espaces boisés classés.

Bouc Bel Air se situe au sud d'Aix-en-Provence entre les communes de Cabriès, Simiane-Collongue, Gardanne, les Pennes-Mirabeau et Septèmes les Vallons. Elle est traversée à l'ouest par l'Autoroute A51 qui relie Marseille et Aix-en-Provence.

En résulte une grande diversité topographique dans laquelle s'inscrit une hydrographie structurée en grande partie par le Grand Vallat et ses affluents dans la partie centrale et sud de son territoire.

Le cours d'eau présents sur la commune sont caractéristiques du milieu méditerranéen, avec de faibles débits habituels contrebalancés par des crues importantes en cas de pluies intenses.

Le Grand Vallat est formé sur la commune par la confluence du vallat de Babol et de trois autres vallats.

Il prend sa source dans la forêt des Putis à Simiane-Collongue et rejoint la Jouïne pour enfin se jeter dans l'Arc au lieu-dit Saint-Pons peu avant le fameux pont.

Les nombreux lotissements qui ont été réalisés en bordure de ces vallats présentent une vulnérabilité aux crues importantes.

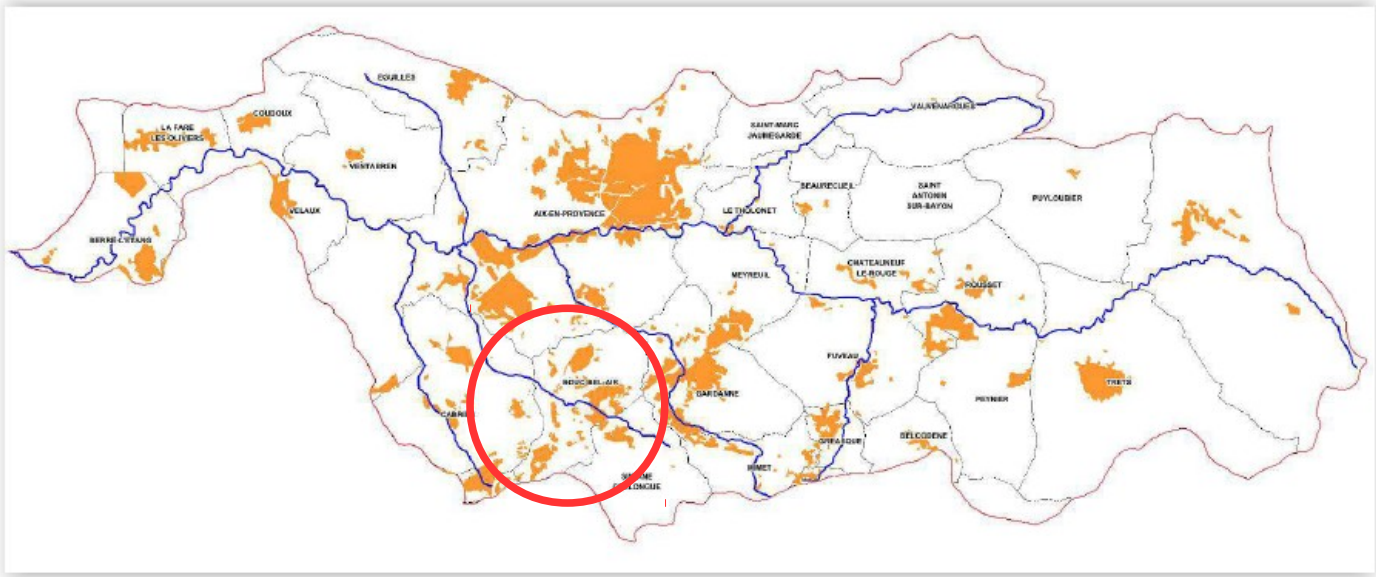


Figure 5 : Situation de Bouc Bel Air dans le bassin versant de l'Arc

Le réseau hydrographique est dense, le relief facilite l'érosion et donc la naissance de nombreux vallats sur la totalité du linéaire du cours d'eau.

Les cours d'eau concernant la commune de Bouc Bel Air sont :

- Le Grand Vallat ;
- Le Vallat de Babol ;
- Le Vallat de Rajol ;
- Le Vallat des Tilleuls ;
- Le Vallat de Pibou ;
- Le Vallat de Violési ;
- Le Vallat de la Mule.

Le bassin versant de l'Arc, reste, malgré une prépondérance des espaces naturels (58%), un bassin fortement urbanisé avec une pression démographique importante ayant pour conséquence une imperméabilisation des sols. C'est dans la partie centrale du bassin, où se trouve la commune de Bouc Bel Air, que la hausse continue des surfaces imperméabilisées est la plus grande, ces dernières décennies.

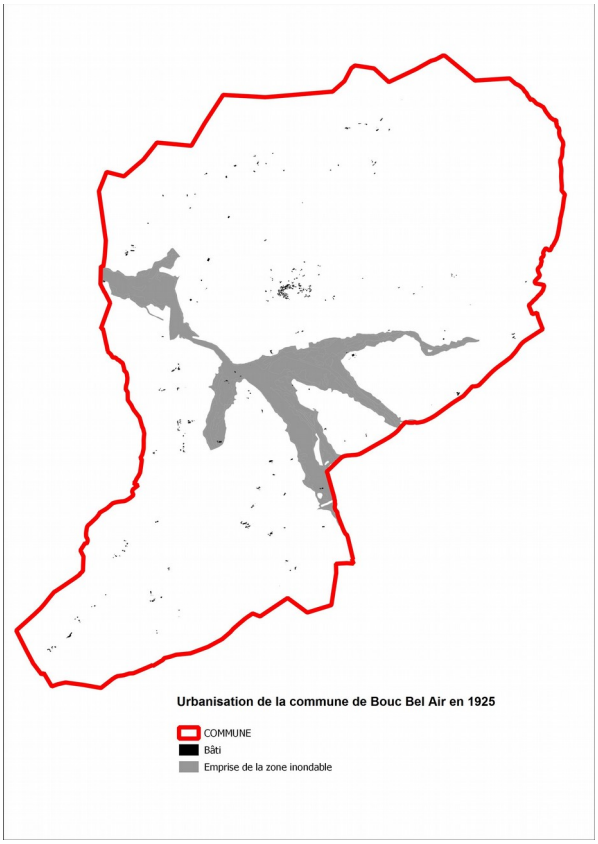


Figure 6: Urbanisation de Bouc Bel Air en 1925

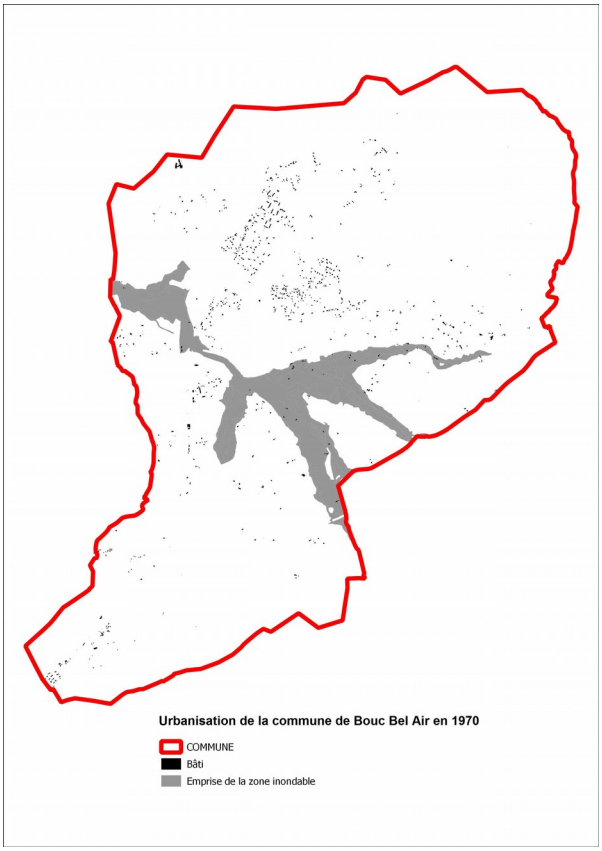


Figure 7: Urbanisation de Bouc Bel Air en 1970

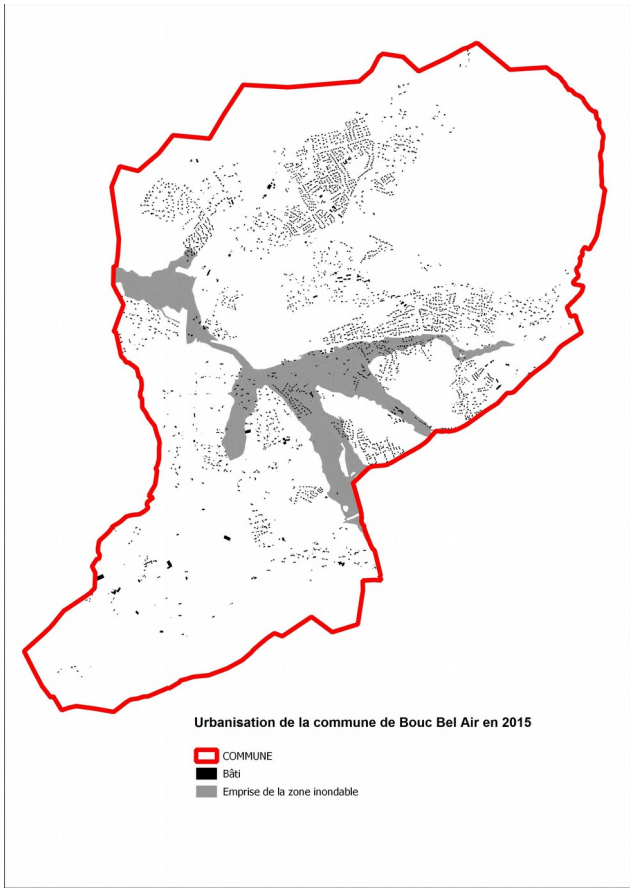


Figure 8: Urbanisation de Bouc Bel Air en 2015

Bouc Bel Air voit sa population augmenter très lentement jusqu'aux années soixante.

Cette période marque un tournant. Sous l'effet des nombreuses arrivées de rapatriés d'Algérie et de l'urbanisation rapide des régions aixoise et marseillaise, le nombre d'habitants passe à Bouc Bel Air de 2160 en 1962 à plus de 12000 en 1993.

L'engouement des Français pour la maison individuelle, la vie à la campagne et la voiture individuelle, bouleversent l'organisation du territoire. Autant d'évolutions qui favorisent l'émergence de nouveaux lieux de vie et d'emplois.

Les vallats de la commune voient leur environnement évoluer fortement sous l'effet de la croissance urbaine. Le développement des infrastructures de transports, l'artificialisation des cours d'eau, l'urbanisation sont à l'origine de la redéfinition du fonctionnement hydraulique du bassin versant

De nombreux lotissements se construisent sur le territoire de la commune. Celle-ci devient peu à peu plus résidentielle. Les exploitations agricoles disparaissent finalement.

Désormais Bouc Bel Air est constitué de différents quartiers, situés à proximité immédiate des grands axes de communication qui traversent la commune : A51, RD6, RD8n principalement.



Figure 9 : Vallat de Rajol (1)



Figure 10 : Vallat de Rajol (2)

1.2 Le bassin versant et ses crues

L'Arc et ses affluents, dont le Grand Vallat et la Petite Jouïne, sont des cours d'eau méditerranéens et présentent un régime hydrologique contrasté. Ils se caractérisent par un faible débit tout au long de l'année avec des étiages marqués et un module très faible. Cette situation contraste avec l'occurrence de crues violentes marquées par des débits importants atteints très rapidement.

1.2.1 Les grands types de crues

La typologie de ces crues est typique de celle des petits fleuves côtiers méditerranéens. Elle est marquée par des débordements extrêmement violents et soudains, liés à des précipitations brèves mais très intenses. Ces débordements sont engendrés par des phénomènes météorologiques relativement localisés dont la formation est rapide et très évolutive, ce qui les rend très difficiles à prévoir et donc à anticiper.

Ces épisodes, souvent qualifiés de cévenols ou méditerranéens, sont principalement liés à des phénomènes météorologiques causés par l'apport d'humidité et de chaleur de la Méditerranée, entraînant ainsi la formation de systèmes orageux. Ce type d'épisode, qui peut être intensifié par le relief, est plus fréquent à l'automne ou au printemps.

Ces pluies localisées très intenses peuvent déverser d'énormes quantités d'eau en quelques heures.

L'intensification de l'urbanisation a conduit à l'augmentation de l'occupation du bassin versant ainsi que du lit majeur des cours d'eau. Les cours d'eau ont en effet des débits usuels très faibles et mobilisent des lits mineurs de tailles très réduites. Par ailleurs le fort niveau d'urbanisation conduit à une accélération des effets de ruissellement.

1.2.2 Déroulement des principales crues historiques du 20ème siècle sur le bassin versant de l'Arc et conséquences

Les techniques permettant la réalisation de mesures hydrauliques ne se sont véritablement développées qu'au cours de la deuxième moitié du 20ème siècle. Sur le bassin versant de l'Arc, ces mesures sont peu développées et ne permettent pas une connaissance chiffrée des débits des différentes crues qui se sont produites au cours du 20e siècles.

Les témoignages historiques de nombreux épisodes de crues permettent d'attester de la survenue récurrente d'évènements avec des débordements importants, violents et rapides qui frappent plusieurs fois par siècle le bassin versant de l'Arc.

D'après l'étude de mise en cohérence des études hydrologiques et hydrauliques sur le bassin versant de l'Arc (GINGER – SABA, 2010), « il n'existe pas une crue qui soit la crue la plus forte, les crues historiques importantes connues ayant affecté de manière plus ou moins forte les différentes parties du bassin versant. On retiendra comme crues majeures récentes sur le bassin versant de l'Arc les crues d'octobre 1972, octobre 1973, janvier 1978, septembre 1993, décembre 2003 et décembre 2008 :

- Sur l'extrémité amont du bassin (Pourrières), la plus forte crue récente observée est celle d'octobre 1972 ;
- Sur les secteurs de Pont de Bayeux (amont du bassin) et Pont Saint Estève (aval du bassin), la plus forte crue récente observée est celle de janvier 1978 ;
- Sur la partie centrale du bassin (Roquefavour à Aix-en-Provence), c'est l'événement pluviométrique localisé de septembre 1993 qui a entrainé les débits de crue les plus importants. »

1.2.2.1 Inondations de janvier 1978

L'étude de mise en cohérence des études hydrologiques et hydrauliques sur le bassin versant de l'Arc (GINGER – SABA, 2010) a permis d'établir le déroulement des inondations par l'intermédiaire de recherches aux archives départementales et d'enquêtes en commune :

- « La crue de 1978 a été impressionnante sur la commune d'Aix-en-Provence, l'Arc inondant une grande partie de son lit majeur dans lequel se sont implantés nombre d'enjeux. A noter cependant que le barrage de Bimont aurait amoindri le pic de crue en retenant 2.5 millions de m^3. Il a atteint la moitié de la cote maximum.
- Aux Trois Sautets, le camping Arc en ciel au bord de l'Arc a beaucoup souffert : arbres arrachés, passerelle béton emportée, installations électriques et distribution d'eau détruites, chauffage solaire emporté, emplacement des campeurs disparus, apport de centaines de mètres cubes de terre, végétaux arrachés et matériaux divers emportés par les eaux en amont. A l'Arc de Meyran, une passerelle a été emportée, des maisons inondées par 1 m 30 d'eau, des clôtures et portails arrachés, des arbres déracinés, de nombreux biens matériels endommagés.
- Au Pont de l'Arc, l'eau est montée le 17 janvier à la hauteur des fenêtres des immeubles, obligeant à procéder à l'évacuation des résidents. Ce même jour, une cuve de gaz a été emportée et butait contre les piles du pont. Dans ce secteur, les eaux ont laissé derrière elles plus de 20 cm de boue dans les bâtiments.
- A l'aval d'Aix-en-Provence, l'Arc a considérablement érodé ses berges, élargit son lit mineur et inondé son lit majeur, notamment en amont du pont de la Pioline.
- La plaine des Milles a été particulièrement touchée, les témoignages évoquent « le spectacle de la désolation : des voitures abandonnées au travers des routes… l'eau arrivait jusqu'au-dessus des roues, parfois jusqu'au toit … ». Au quartier de la Badesse, il y a eu 80 cm d'eau dans les maisons. Au quartier de l'Olympe, les maisons ont été noyées par 1m50 d'eau en moyenne, avec une fourchette s'établissant entre 90 cm à 2.10 m, et une brèche a dû être ouverte après la crue dans la digue pour accélérer le ressuyage. Dans certaines zones formant des dépressions, l'eau et la boue ont stagné jusqu'en février. Localement certaines maisons ont été submergées par 2.10 m d'eau.
- De multiples quartiers ont été fortement sinistrés à Aix-en-Provence : Campagne les Charmettes au Pont de l'Arc, clos des Platanes à la Beauvalle, rue du Pont aux Milles, quartier Mondan aux Milles, route de la Tuillière quartier Poucelles aux Milles (1 m d'eau), école primaire Pont de l'Arc, rue Albert Decanis aux Milles, Campagne Jacob aux Milles (40 cm dans l'habitation, 80 dans le garage), domaine de l'Olympe, chemin de la Cible, les Louves, …
- A Saint Pons, le 16 janvier au soir (18 h), la RD 9 était recouverte par 15 cm sur 10 m de long. La circulation a dû être interrompue peu après. Au pic de crue, les eaux se sont largement étalées entre les bâtiments du domaine et ont détruit par érosion de la rive la traille de jaugeage.
- De Saint Pons à l'amont de Roquefavour, les eaux se sont largement étalées, notamment à l'amont du seuil de prise du Moulin de Roquefavour. A Roquefavour, l'eau est arrivée à un mètre au-dessus du niveau de la dernière crue. A l'hôtel Arquier, il y a eu 1 m 20 d'eau au-dessus du plancher du premier étage. Les quartiers du Paradou, de la Source, Petit Roquefavour, chemin de la Repentance ont été très touchés.
- Les pompiers ont évacué une centaine de personnes en danger.
- Sur la Luynes, affluent de l'Arc, le quartier de Saint Antoine de Padoue route des Milles est cité comme sinistré. De même des maisons situées le long de la RD 7 ont été prises dans les flots d'eau d'une hauteur de 0.60 m, occasionnant de nombreux dégâts.

Les données pluviométriques montrent un épisode de précipitations fortes et durables qui touche la Provence entre le 11 et le 17 janvier 1978. Ce sont les 16 et en matinée du 17 janvier, sur des sols gorgés d'eau, par les 5 jours de pluies depuis le 11, que les plus fortes précipitations se produisent : jusqu'à 167 mm à Trets dans la haute vallée de l'Arc et 180 mm à Roquefort-la-Bédoule.

METEO FRANCE
Toujours un temps d'avance

Précipitations quotidiennes relevées sur les Bouches du Rhône
et le Var entre le 11 et le 17 janvier 1978 et cumuls supérieurs à 150 mm

Sur les Bouches-du-Rhône :	ALT.	11-janv	12-janv	13-janv	14-janv	15-janv	16-janv	17-janv	Cumul en 7 jours	19-janv	20-janv
AIX EN PROVENCE	173m	6.8	12.6	3.6	18.1	24.7	93.3	25.9	185.0	11.1	2.4
AUBAGNE	131m	13.7	10.4	4.5	21.7	37.2	138.0	31.1	256.6	15.1	1.2
CABRIES	163m	5.0	15.0	4.5	17.0	23.2	75.4	12.5	152.6	12.7	1.5
CASSIS	67m	7.9	9.1	14.7	14.5	41.6	91.8	23.6	203.2	19.1	4.6
CUGES-LES-PINS	180m	18.2	10.2	15.5	17.5	33.7	150.2	19.5	264.8	11.7	0.0
GARDANNE	283m	18.0	8.5	12.2	33.1	45.0	136.0	24.0	276.8	12.0	5.0
GEMENOS	130m	16.0	10.0	8.3	21.7	38.5	167.7	35.0	297.2	15.7	2.2
MARSEILLE-ST BARNABE	137m	5.5	6.7	2.5	15.8	39.0	110.0	20.0	199.5	16.0	3.2
MEYRARGUES	210m	10.0	14.0	3.0	22.7	27.3	72.0	14.0	163.0	13.0	1.0
ROQUEFORT-LA-BEDOULE	354m	15.0	7.0	13.0	12.0	36.0	180.0	33.0	296.0	20.0	4.0
ROQUEVAIRE	175m	13.7	11.2	7.4	22.0	31.4	154.0	21.2	260.9	16.7	3.8
ROUSSET	235m	9.7	12.9	7.0	43.4	18.0	80.1	27.5	198.6	9.1	5.2
TRETS	249m	16.2	17.7	15.7	46.0	30.0	165.0	26.4	317.0	11.0	2.0

Figure 11 : Précipitations quotidiennes sur les Bouches-du-Rhône en janvier 1978 (source : Météo France)

1.2.2.2 Inondations de septembre 1993 :

Cet événement a également été étudié dans le cadre de l'étude de mise en cohérence des études hydrologiques et hydrauliques sur le bassin versant de l'Arc (GINGER – SABA, 2010) permettant d'établir le déroulement suivant :

- L'épisode pluvieux et ses conséquences catastrophiques ont été centrés sur les communes d'Aix-en-Provence et Eguilles : c'est tout le réseau hydrographique secondaire qui s'est mis en charge et a débordé, alimenté par des ruissellements exceptionnels en termes d'intensité et d'impact. L'Arc a été alimenté dans un deuxième temps (le 23, soit 12 h après) par ses affluents en crue et a donc peu débordé. Ainsi il n'y a pas eu d'inondation aux Milles, qui est l'un des premiers secteurs à enjeux touchés lors des crues du fleuve. Le 23 à 1h30, la pointe de crue de l'Arc a atteint 4m85 à Saint-Pons. Les lits mineurs et moyens de l'Arc ont donc contenu et évacué ses apports latéraux, supportant ainsi tout le débit et les vitesses : d'énormes dégâts à la ripisylve et aux berges ont été occasionnés.
- Le 22 septembre, la Torse connaît une crue importante. Dans le secteur des Pinchinats, la Torse est montée de près de 4 m dans une habitation, a pulvérisé le pont menant à ce quartier, et a mis à jour une ancienne galerie gallo-romaine. Il y a eu de très fortes érosions des berges au droit de la copropriété l'Oliveraie, cours Gambetta. Le Garage Renault en contrebas de l'A51 a vu ses sous-sols inondés et 70 véhicules complètement détruits.
- Une grande partie de la ville a vu se produire des ruissellements ravageurs, détériorant voiries, bâtiments, et réseaux sur leur passage. Les locaux du concessionnaire Renault boulevard de la République ont été inondés par 30 à 40 cm d'eau. Les magasins des commerçants de la rue d'Italie ont été pratiquement tous inondés avec plus de 50 cm d'eau et de nombreux dégâts.
- A Luynes, la Luynes a envahi le quartier de Saint-André, de nombreux logements en rez-de-chaussée ont été détruits.
- Plus à l'ouest, le Malvallat a débordé sur le pont de la RD64, malgré une capacité suffisante, car il était bouché à moitié par les alluvions. Les flots ont débordé par la rive droite principalement et inondé les maisons riveraines. Des débordements ont également été observés en rive droite en aval du pont de la Couronnade, mais les dégâts ont été bien moindres.



Figure 12 : Inondation de l'Avenue de l'Europe en 1993 (source : vidéo du 20h de France 2 du 13 septembre 1993)

L'intensité pluviométrique est remarquable sur les Bouches-du-Rhône, où la station d'Aix-en-Provence releva 222 mm (source : http://pluiesextremes.meteo.fr/france-metropole/Pluies-diluviennes-sur-l-arc-mediterraneen-et-la-Corse.html) dont :

- 130 mm en 1h ;
- 71 mm en 1/2h.

1.2.2.3 Les crues historiques de Bouc Bel Air :

La commune de Bouc Bel a été touchée par 4 événements pluvieux principaux :

- Septembre 1993 ;
- Janvier 1994 ;
- Août 1996 : Orage localisé sur la chaîne de l'étoile ;
- Décembre 2003.

L'étude DDTM 13/ INGEROP de 2017 indique qu'en septembre 1993, la plupart des ponts sur le vallat de Babol ont été submergés. Une hauteur d'eau de 10 cm a été observée sur la rue Honoré Daumier, provoquant ainsi une inondation du quartier situé en amont par remous. A l'aval, les écoles primaire et maternelle n'ont cependant jamais été inondées de mémoire d'homme.

Plus en aval, 20 cm d'eau ont été observés en 1996 au droit des habitations situées en amont du franchissement sous l'avenue Alphonse Daudet. Là encore l'ouvrage limitant semble être la cause directe de ces inondations.

Juste en amont de la confluence entre les vallats de Babol et Pibou, l'ouvrage de franchissement est sous dimensionné, il s'agit du pont de Chateaubriand. Celui-ci provoque en crue, une inondation par refoulement au droit du quartier du Cougnaou situé en rive droite essentiellement.

Sur le bassin versant du Grand Vallat, certaines habitations du quartier de San Baquis Sud, situé en rive gauche de Grand vallat à l'aval de l'A51, ont été inondées de façon très importante en 1993 où 80 cm à 1 m d'eau ont été observés. Ce phénomène d'inondation semble lié à la fois aux débordements du Grand Vallat mais également au ruissellement pluvial du secteur. En effet, certaines habitations sont situées dans un talweg naturel. La confluence entre le Grand Vallat et la Vallat de Violési est un secteur fréquemment inondé, formant un lac en cas de forte pluie.

1.3 Résultats des modélisations hydrologiques et hydrauliques

L'« Étude pour la réduction de l'aléa inondation au droit des lieux habités en tenant compte du fonctionnement naturel des cours d'eau » (réalisée en 2012 par INGEROP pour le compte du Syndicat intercommunal d'Aménagement du Bassin de l'Arc) a étudié les phénomènes d'inondation sur ce bassin versant et a entre autres permis de déterminer les hauteurs d'eau et vitesses d'écoulement pour plusieurs occurrences de pluie et notamment pour la crue de référence de 1993. Le croisement hauteur/vitesse permettant de définir les classes d'aléas n'avaient par contre pas été réalisé.

Sur cette base et dans la continuité de l'étude de détermination de l'aléa inondation par débordement de l'Arc (porté à connaissance de l'Arc du 25 août 2016), la DDTM 13, a piloté une étude de définition de l'aléa inondation sur les communes de Cabriès, Bouc Bel Air et Simiane-Collongue » réalisé par le bureau d'études INGEROP en 2017. Cette étude a permis de définir l'aléa (croisement hauteur et vitesse) et d'établir des cartographies fines et homogènes du risque pour une crue de référence et de disposer des données SIG pour des crues fréquentes à exceptionnelle, sur le sous-bassin versant de l'Arc de la Jouïne / Grand Vallat. Cette étude a été portée à connaissance des communes le 6 octobre 2017 par arrêté préfectoral.

En 2018, la DDTM 13 a mandaté une nouvelle fois le bureau d'études INGEROP pour mettre à jour les cartographies du porter-à-connaissance (PAC) du 8 octobre 2017 afin de préciser l'articulation du PAC avec les études communales. « L'analyse topographique complémentaire pour la cartographie concernant le Grand Vallat et la Petite Jouïne sur les communes de Bouc Bel Air, Cabriès et Simiane-Collongue » avait pour objet de déterminer de façon incontestable au sein de la zone inondable :

- ce qui relève du débordement par cours d'eau et a été modélisé dans le cadre des études hydrauliques ;
- ce qui relève des apports de ruissellements et n'a pas fait l'objet de modélisation hydraulique : zone définies par approche hydrogéomorphologique.

Cette analyse topographique a fait l'objet d'un complément au PAC, le 8 octobre 2018 par arrêté préfectoral.

Les cours d'eau concernés par cette étude sont :

- Le Grand Vallat ;
- Le Vallat de Babol ;
- Le Vallat de Rajol ;
- Le Vallat des Tilleuls ;
- Le Vallat de Pibou ;
- Le Vallat de Violési ;
- Le Vallat de la Mule ;
- Le Vallat des Mourgues ;
- Le Vallat de Rans ;
- La Petite Jouïne ;
- La Jouïne.

Le tableau suivant précise les caractéristiques principales de ces études :

Cours d'eau	Maitre d'ouvrage	Bureau d'études	Année	Objet de l'étude	Crue de référence	Crues modélisées
Grand Vallat	DIREN PACA	IPSEAU	2004	Cartographie hydrogéomorphologique	-	Aléa hydrogéomorpholoqique
Grand Vallat et Petite Jouïne	Syndicat d'Aménagement du Bassin de l'Arc	INGEROP	2015	Modélisation 2D (débordement fluvial)	Crue de septembre 1993	Q2 , Q5, Q10, Q50 et Q1993
Grand Vallat et Petite Jouïne	DDTM des Bouches-du-Rhône	INGEROP	2017	Définition de l'aléa	Crue de septembre 1993	Q1993
Grand Vallat et Petite Jouïne	DDTM des Bouches-du-Rhône	INGEROP	2018	Analyse topographique complémentaire	Crue de septembre 1993	Qexp et Aléa hydrogéomoprhologique

Figure 13 : Caractéristiques principales des études hydrauliques sur le bassin versant de la Petite Jouïne et du Grand Vallat sur les communes de Bouc Bel Air, Cabriès et Simiane-Collongue (Source : INGEROP, 2018)

La cartographie hydrogéomorphologique des zones inondables en région PACA réalisée par le bureau d'études IPSEAU de 2006 a étudié le Grand Vallat et identifie l'enveloppe maximale des zones inondables.

Basée sur l'étude du fonctionnement naturel des cours d'eau et des formes fluviales mises en place lors des crues successives (analyse de terrain, photo-interprétation stéréoscopique, géologie, végétation, etc), elle permet de comprendre les facteurs déterminants du fonctionnement des cours d'eau et de délimiter précisément les unités géomorphologiques significatives du système alluvial :

- le lit mineur (zone d'écoulement hors crue) ;
- le lit moyen (espace de divagation du lit mineur, façonné par les crues relativement fréquentes) ;
- le lit majeur (espace submersible façonné par les crues rares à exceptionnelles) ;
- les axes secondaires d'écoulement en crue où sont en général observés des hauteurs d'eau et vitesses d'écoulement plus importantes que dans le reste de la plaine alluviale ;
- les zones de ruissellement sur les piémonts (où les écoulements peuvent se concentrer ou au contraire d'étaler en nappe) et les cônes de déjection

Cette méthode permet de délimiter l'enveloppe maximale du champ d'inondation, sans toutefois préciser les hauteurs, vitesses et périodes de retour associées.

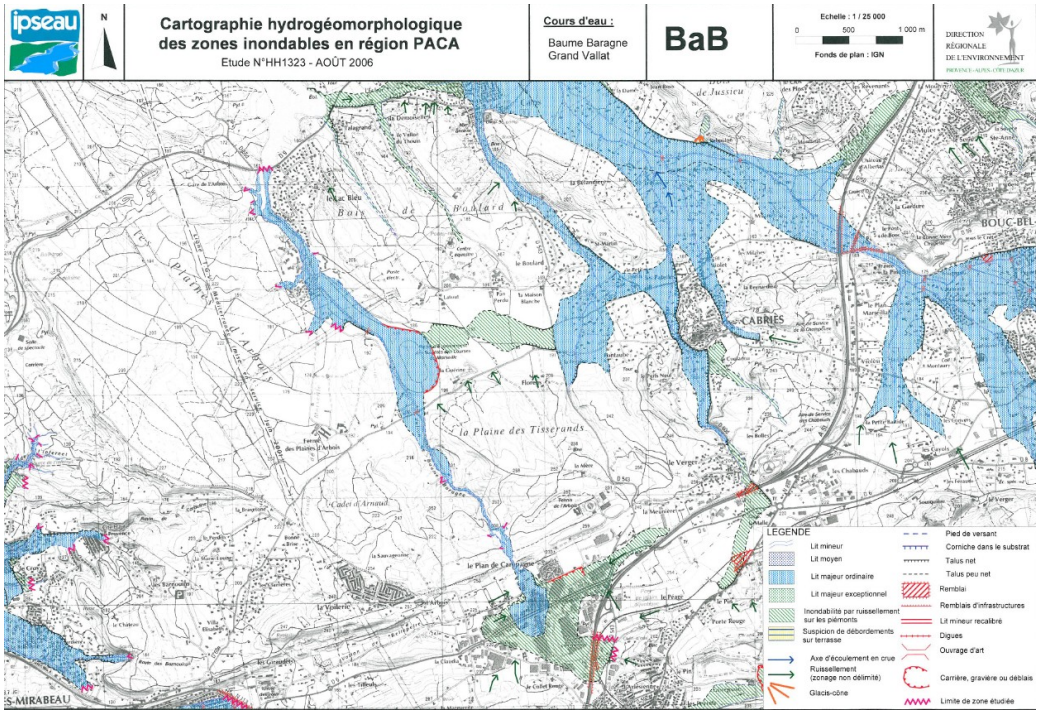


Figure 14 : Cartographie hydrogéomorphologique des zones inondables en région PACA, Cours d'eau du Grand Vallat (Source IPSEAU 2004) (1)

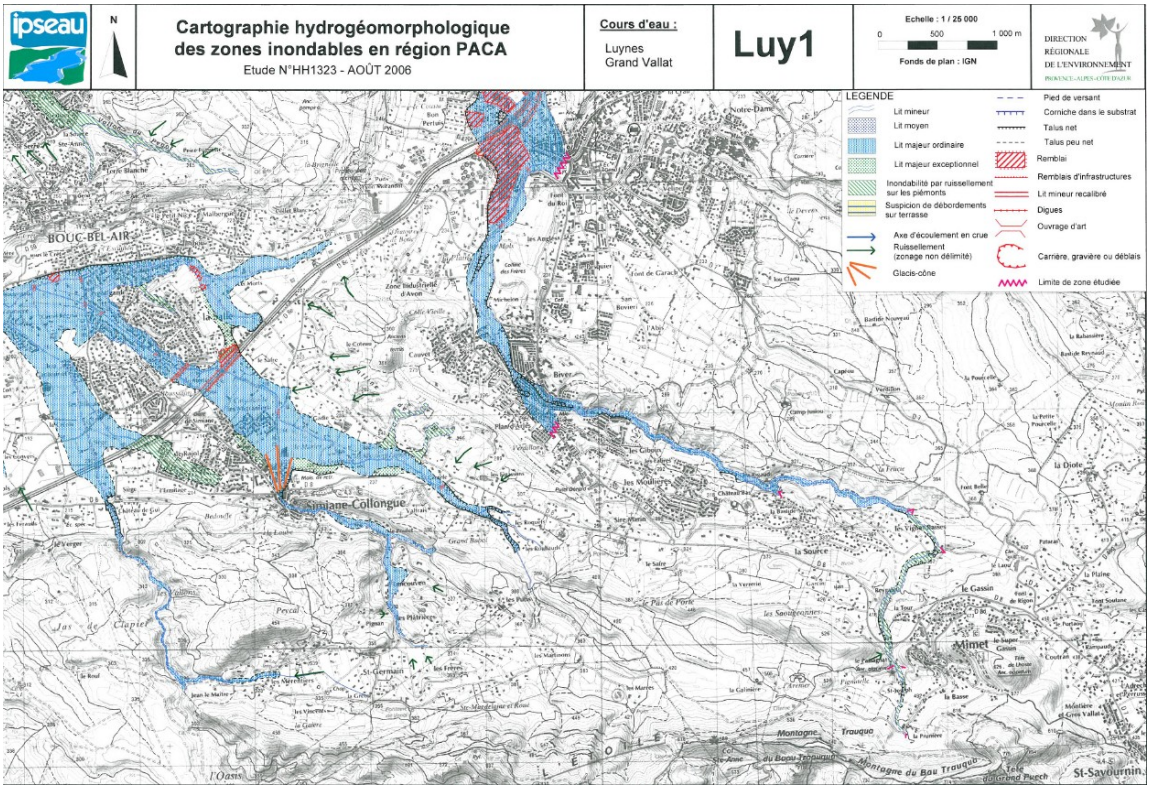


Figure 15 : Cartographie hydrogéomorphologique des zones inondables en région PACA, Cours d'eau du Grand Vallat (Source IPSEAU 2004) (2)

Les cartographies des hauteurs d'eau, des vitesses d'écoulement et des aléas d'inondation pour la crue de référence reposent sur ces études hydrauliques du bureau d'études INGEROP (2015, 2017 et 2018) et sur des phénomènes hydrologiques majeurs qui ont touché la région ces dernières décennies.

Concernant la définition de la crue de référence, différents scénarios hydrologiques ont été choisis en fonction des phénomènes historiques qui ont affecté le bassin versant.

La crue de référence est déterminée à partir des caractéristiques hydrologiques (pluies) de l'événement de septembre 1993. Il correspond à la pluie la plus forte enregistrée en 1993 dans les environs (Station d'Aix-les-Milles) appliqué au bassin versant de la Jouïne et du Grand Vallat.

1.3.1 Bassin versant Jouïne et Grand Vallat : Étude pour la réduction de l'aléa inondation au droit des lieux habités en tenant compte du fonctionnement naturel des cours d'eau (SABA, INGEROP 2013)

Les bassins versants du Grand Vallat et de la Petite Jouïne, d'une superficie totale de 75 km², concernent les communes de Simiane Collongue, Bouc Bel Air, Cabriès et Aix-en-Provence. Ce secteur connaît, comme beaucoup de communes de l'arc Méditerranéen, de nombreux problèmes d'inondation liés aux phénomènes pluvieux intenses sur des sols de plus en plus imperméabilisés du fait du développement de l'urbanisation.

Le bureau d'études INGEROP a réalisé en 2013 pour le compte du Syndicat intercommunal d'Aménagement du Bassin de l'Arc (SABA) une étude pour la réduction de l'aléa inondation au droit des lieux habités en tenant compte du fonctionnement naturel des cours d'eau sur le bassin versant de la Jouïne et du Grand Vallat.

Cette étude a fait l'objet d'un porter-à-connaissance de l'aléa inondation pour les cours d'eau de la Jouïne et du Grand Vallat par courrier du Préfet en date du 6 octobre 2017.

1.3.1.1 Hydrologie de la crue de référence – Hypothèse retenue

La connaissance des débits de crues et hydrogrammes associés est nécessaire à la quantification des désordres. Dans la « Synthèse et mise en cohérence des études existantes relatives à l'inondabilité des communes de Bouc Bel Air, Cabriès et Simiane-Collongue », le bureau d'études IPSEAU avait réalisée une étude hydrologique à l'échelle du bassin versant et les débits de référence avaient été calculés en de nombreux nœuds du bassin versant. Cette étude, réalisée sous maîtrise d'ouvrage DDE 13, a fait référence jusqu'en 2015.

L'étude menée par le bureau d'étude INGEROP affine ici les débits grâce à la mise en place d'un modèle pluie-débit. Ce modèle hydrologique permet de préciser les débits en chaque noeud de calcul pour différentes occurrences de crues (2, 5, 10, 50, et 100ans) grâce à une analyse détaillée de l'occupation des sols et le couplage au modèle hydraulique bidimensionnel.

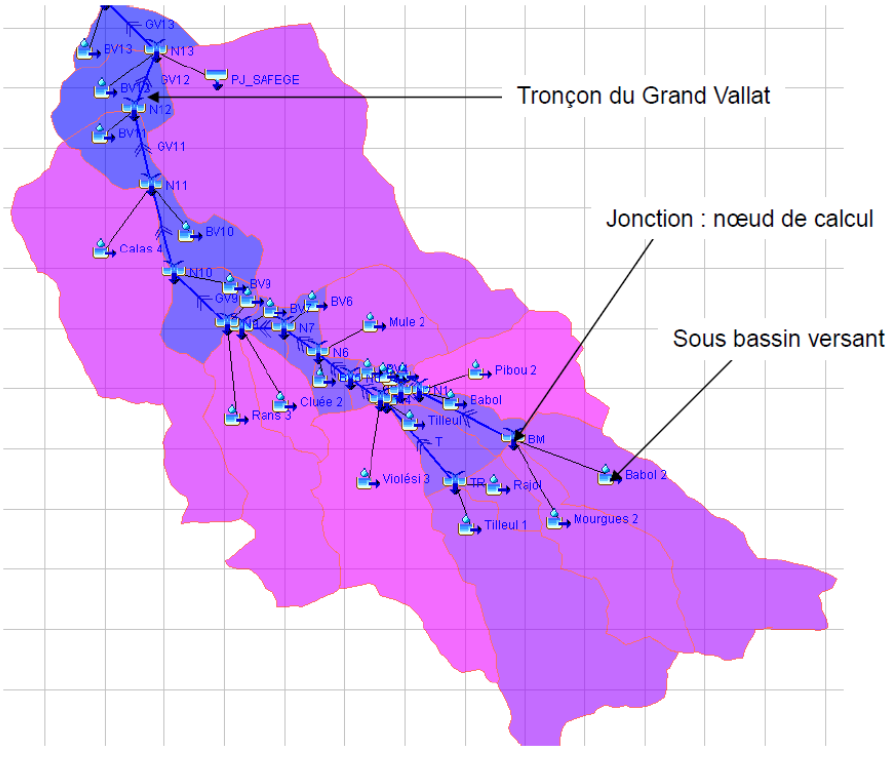


Figure 16 : Modèle Pluie-Débit HEC-HMS (source : Etude pour la réduction de l'aléa inondation au droit des lieux habités en tenant compte du fonctionnement naturel des cours d'eau sur le bassin versant de la Jouïne et du Grand Vallat, INGEROP– SABA, 2013)

À travers le modèle pluie-débit, le Grand Vallat est représenté par une quinzaine de tronçons, chacun défini par un temps de transfert et un coefficient d'amortissement des hydrogrammes de crue (cf. Figure : Modèle Pluie-Débit). Ces paramètres ont été calés pour que les débits obtenus en chaque nœud de calcul du Grand Vallat correspondent aux débits obtenus par la modélisation hydraulique bidimensionnelle d'un évènement pluvieux décennal.

Les pluies de projet, renseignées en entrée du modèle pluie-débit, ont été définies par utilisation de la station pluviométrique d'Aix-les-Milles. Ce sont des pluies double-triangle dont la période intense est égale au temps de concentration du bassin versant du Grand Vallat et dont la période totale est égale à trois fois ce temps de concentration. Le temps de concentration du Grand Vallat a été pris égal à 700 min (soit environ 11h).

<Durée	Période de retour						
	2 ans	5 ans	10 ans	20 ans	30 ans	50 ans	100 ans
6 min	*10.81**	11.47	12.55	13.42	13.91	14.38	**14.91**
15 min	*18.35**	20.98	24.22	27.35	29.27	31.56	**34.64**
30 min	*27.39**	33.12	39.80	46.86	51.39	57.21	**65.54**
1 h	*40.86**	52.30	65.43	80.30	90.23	103.69	**124.02**
2 h	*45.22**	59.75	75.91	95.37	108.33	126.49	**155.54**
3 h	*49.86**	65.27	82.38	102.84	116.34	135.13	**164.96**
6 h	*58.93**	75.92	94.77	117.00	131.44	151.29	**182.40**
12 h	*69.65**	88.30	109.01	133.10	148.49	169.39	**201.68**
24 h	*82.31**	102.70	125.39	151.41	167.76	**189.65**	**223.01**

Figure 17 : Quantiles de pluie en mm pour la station météorologique d'Aix-les-Milles (Source INGEROP – SABA, 2013)

Les débits de pointe ont été définis pour différentes occurrences : 2, 5, 10, 50 ans et pour l'événement de référence qui correspond à l'événement le plus fort entre la plus forte crue connue et la crue centennale. Sur le bassin versant de la Petite Jouïne et du Grand Vallat, l'événement pluvieux de référence est l'événement de 1993, plus fort qu'un événement centennal.

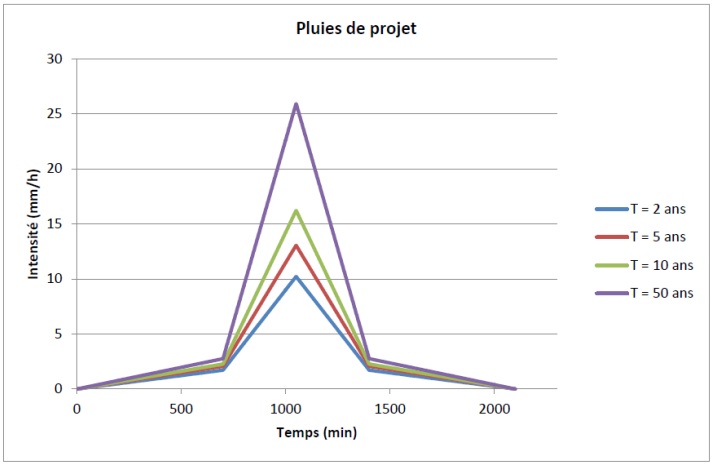


Figure 18 : Les pluies de projet d'occurence 2, 5, 10 et 50 ans.

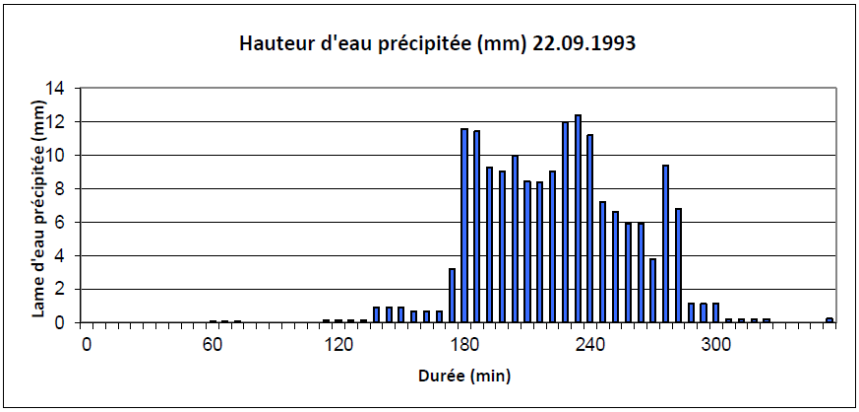


Figure 19 : Pluie de septembre 1993 (Source INGEROP – SABA, 2013)

Concernant la Petite Jouïne, elle a été renseignée dans le modèle pluie-débit directement par les hydrogrammes de crue fournis par le bureau SAFEGE et obtenus au niveau de la RD9 grâce à une modélisation hydraulique (modèle réalisé par SAFEGE dans le cadre du schéma d'aménagement d'Aix-en-Provence). Ils sont illustrés dans la figure ci-dessous.

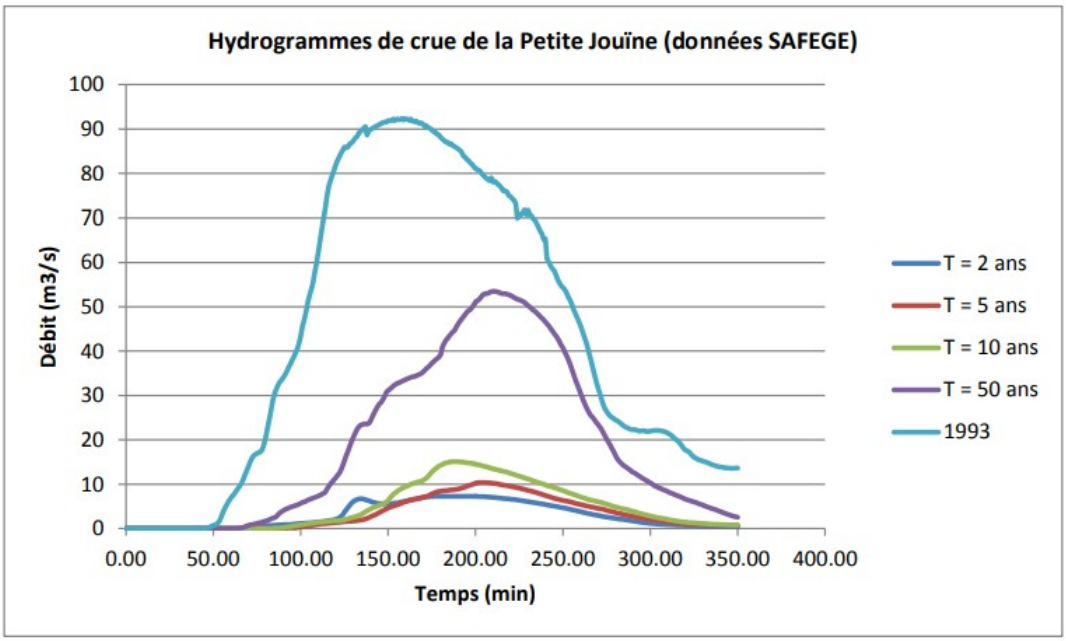


Figure 20 : Hydrogrammes de crue de la Petite Jouïne au niveau de la RD9 d'après SAFEGE (source : INGEROP – SABA, 2013)

Le tableau suivant présente les débits de pointe obtenus aux exutoires de chaque sous bassin. La figure qui suit présente les débits obtenus en plusieurs nœuds du réseau hydrographique. Sur cette figure sont renseignés les débits d'occurrence 2, 5, 10, 20, 30, 50 et 100 ans de chaque sous bassin versant et en plusieurs nœuds du Grand Vallat, qui seront utiles par la suite pour associer aux débits de premiers débordements une période de retour. Le débit pour une pluie type 1993 est également indiqué aux exutoires.

Sous bassin versant	Superficie (km²)	Pic Q2 (m³/s)	Pic Q5 (m³/s)	Pic Q10 (m³/s)	Pic Q50 (m³/s)	Pic Q93 (m³/s)
Pibou 2	3.52	2.5	4.3	6.5	14.3	46.2
Babol 2	7.19	2.7	5.5	9.0	22.4	61.2
Mourgues 2	3.82	1.7	3.3	5.3	12.8	38.9
Tilleul 1	7.99	2.5	5.4	9.1	23.7	73.1
Rajol	0.88	0.8	1.3	1.9	4.1	16.2
Violési 3	6.64	2.5	5.0	8.2	20.1	45.0
Cluée 2	1.49	0.9	1.5	2.4	5.5	15.8
Rans 3	4.93	3.3	5.8	8.7	18.9	45.5
Calas 4	9.55	4.3	8.2	13.0	30.5	61.5
Mule 2	2.58	2.4	3.9	5.7	11.6	33.6
Petite Jouïne (SAFEGE)	14.72	7.3	10.4	15.1	53.5	92.3

Figure 21 : Débits de pointe des sous bassin versants (Source INGEROP – SABA, 2013)

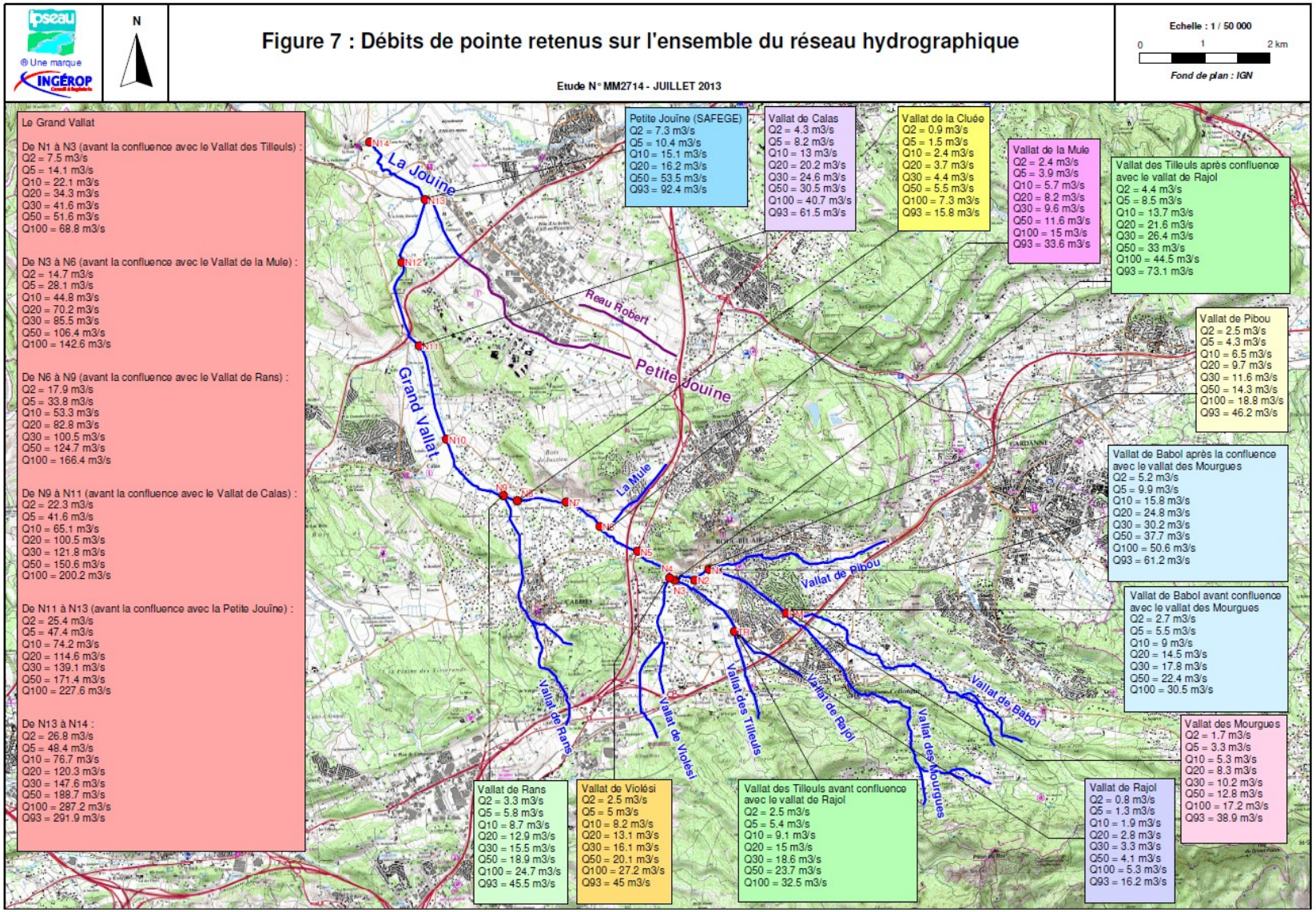


Figure 22 : Débits de pointe retenus sur l'ensemble du réseau hydrographique (Source : INGEROP 2015)

La crue générée par la pluie de 1993 est supérieure à une crue centennale, c'est donc elle qui a été retenue comme crue de référence pour le bassin versant de la Jouïne et du Grand Vallat.

1.3.1.2 Topographie

1.3.1.2.1 Modèles numériques de terrain :

Plusieurs données topographiques ont été utilisées :

- de l'amont du bassin versant jusqu'au giratoire de Lagremeuse : extrait du MNT fourni par la CPA donnant un point topographique tous les 5 m avec une précision altimétrique de 15 cm ;
- de Lagremeuse jusqu'à la confluence avec l'Arc : extrait du LIDAR de la commune d'Aix-en-Provence réalisé en 2009 et fourni par le service SIG de la commune. L'espacement des points topographiques est de 1 m et la précision altimétrique est de l'ordre de 20 cm.

La figure ci-après illustre la délimitation des données topographiques.

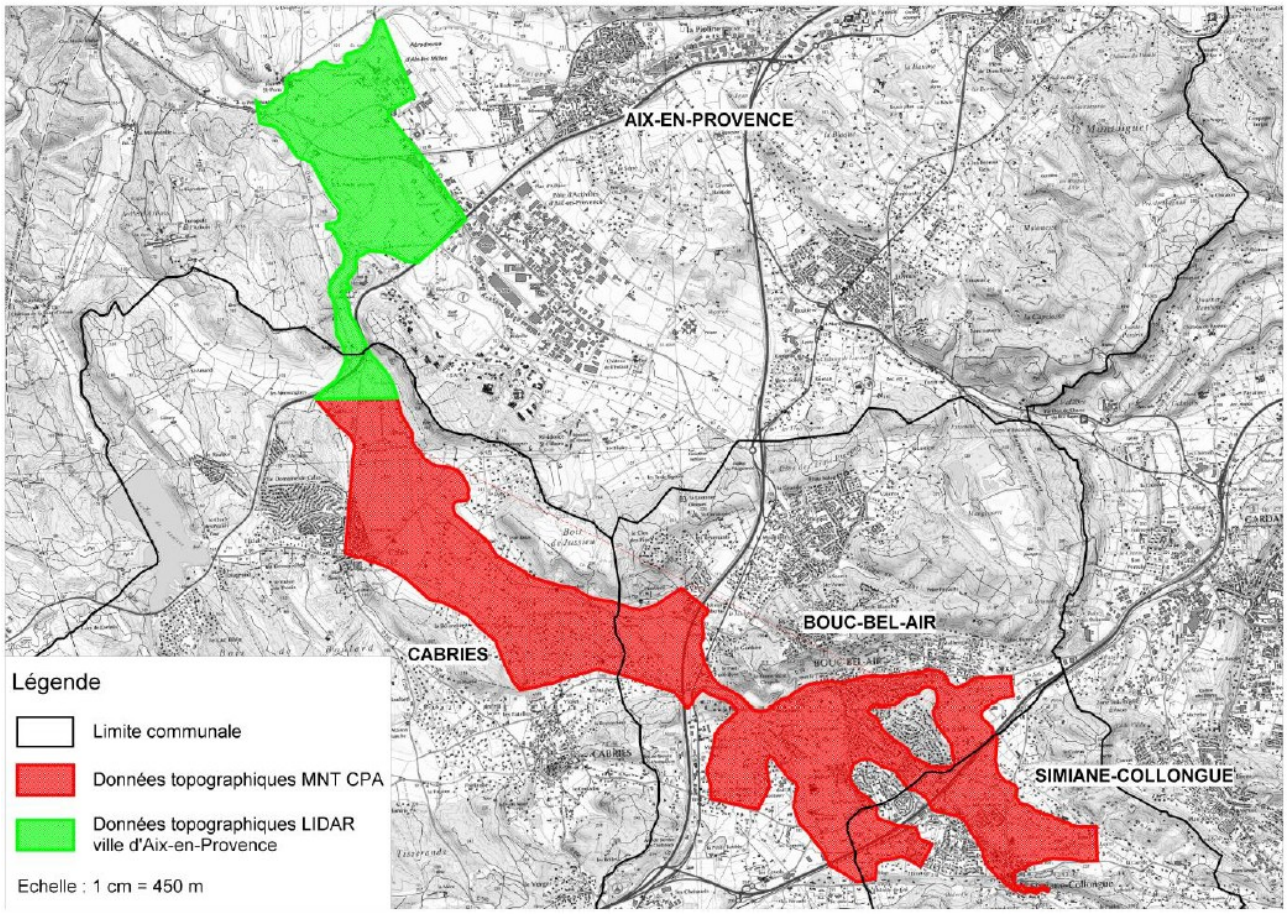


Figure 23 : Données topographiques (Source INGEROP)

1.3.1.2.2 Levés terrestres :

Les levés terrestres des ouvrages hydrauliques sont issus pour la plupart de *l'Etude générale sur le bassin versant de la Jouïne et du Grand Vallat*, réalisée par la Société du Canal de Provence en 1999.
Certains levés avaient été complétés lors de la *Synthèse et mise en cohérence des études existantes relatives à l'inondabilité des communes de Simiane, Bouc Bel Air et Cabriès*, réalisée par IPSEAU en 2006.

Aujourd'hui, certains ouvrages ont nécessité une réactualisation de leurs levés terrestres, effectués lors des reconnaissances de terrain. Par ailleurs, de nouveaux levés ont été réalisés entre Lagremeuse et la confluence avec l'Arc.

1.3.1.2.3 Profils en travers :

La plupart des profils en travers datent de l'étude de la SCP en 1999. Des compléments avaient été effectués en 2006, notamment sur le Vallat de Babol. Aujourd'hui, de nouveaux levés de profils en travers ont été réalisés à l'aval du modèle, entre Lagremeuse et la confluence avec l'Arc, afin d'affiner ce secteur.

Afin d'améliorer la précision des calculs, les profils en travers ont été interpolés à partir des profils réels de manière à ce que sur chaque cours d'eau, il y ait un profil tous les 25 mètres environ. 70 ouvrages hydrauliques sont représentés.

1.3.1.3 Modélisation des écoulements

MIKE FLOOD est le logiciel utilisé pour la modélisation des écoulements. Il est développé par la société DHI (Danish Hydraulic Institute).

MIKE FLOOD permet le couplage d'une modélisation unidimensionnelle du lit mineur du cours d'eau (représenté par des profils en travers grâce au logiciel MIKE 11) avec une modélisation bidimensionnelle du lit majeur (représenté sous forme de MNT grâce au logiciel MIKE 21). Les logiciels MIKE 11 et MIKE 21 résolvent les équations de Barré Saint-Venant à une et deux dimensions.

Le modèle unidimensionnel représente le lit mineur par son profil en long et par des profils en travers, et prend en considération l'ensemble des ouvrages hydrauliques. Il permet de connaître à chaque instant de la simulation la ligne d'eau et le débit dans les cours d'eau.

Le modèle bidimensionnel se compose d'un découpage fin du secteur d'étude, à l'aide d'un maillage rectangulaire généré à partir d'un Modèle Numérique de Terrain (MNT) issu de relevés topographiques LIDAR, permettant de connaître à chaque instant de la simulation les hauteurs d'eau et vitesses d'écoulement en chaque maille du modèle.

Les résultats sont fournis sous forme de cartographies :

- Des hauteurs d'eau maximales ;
- Des vitesses maximales d'écoulement.

1.3.1.4 Résultat de la modélisation 2D

Les résultats ci-dessous présentent les hauteur et vitesse maximales obtenues pour la crue de référence.

Pour un tel événement, comparable à une crue de période de retour de 100 ans, l'ensemble des cours d'eau montre des débordements généralisés.

Sur la commune de Bouc-Bel Air, les principaux secteurs à enjeux sont les mêmes que pour les événements fréquents :

- le secteur de l'école en bordure du vallat de Babol (secteur de La Salle) ;
- le quartier Prentigarde en bordure du vallat de Pibou ;
- les quartiers Vaunière et Lou Cantounet en bordure du vallat des Tilleuls ;
- en bordure du vallat de Violési à la confluence avec le Grand Vallat.

Les zones de stockage sont localisées en amont des remblais d'infrastructures qui barrent perpendiculairement le lit majeur générant des hauteurs importantes.

Plus spécifiquement sur la commune de Bouc Bel Air, la zone de stockage la plus notable se trouve en amont de l'autoroute A51 avec une hauteur maximale de 5,9 mètres d'eau.

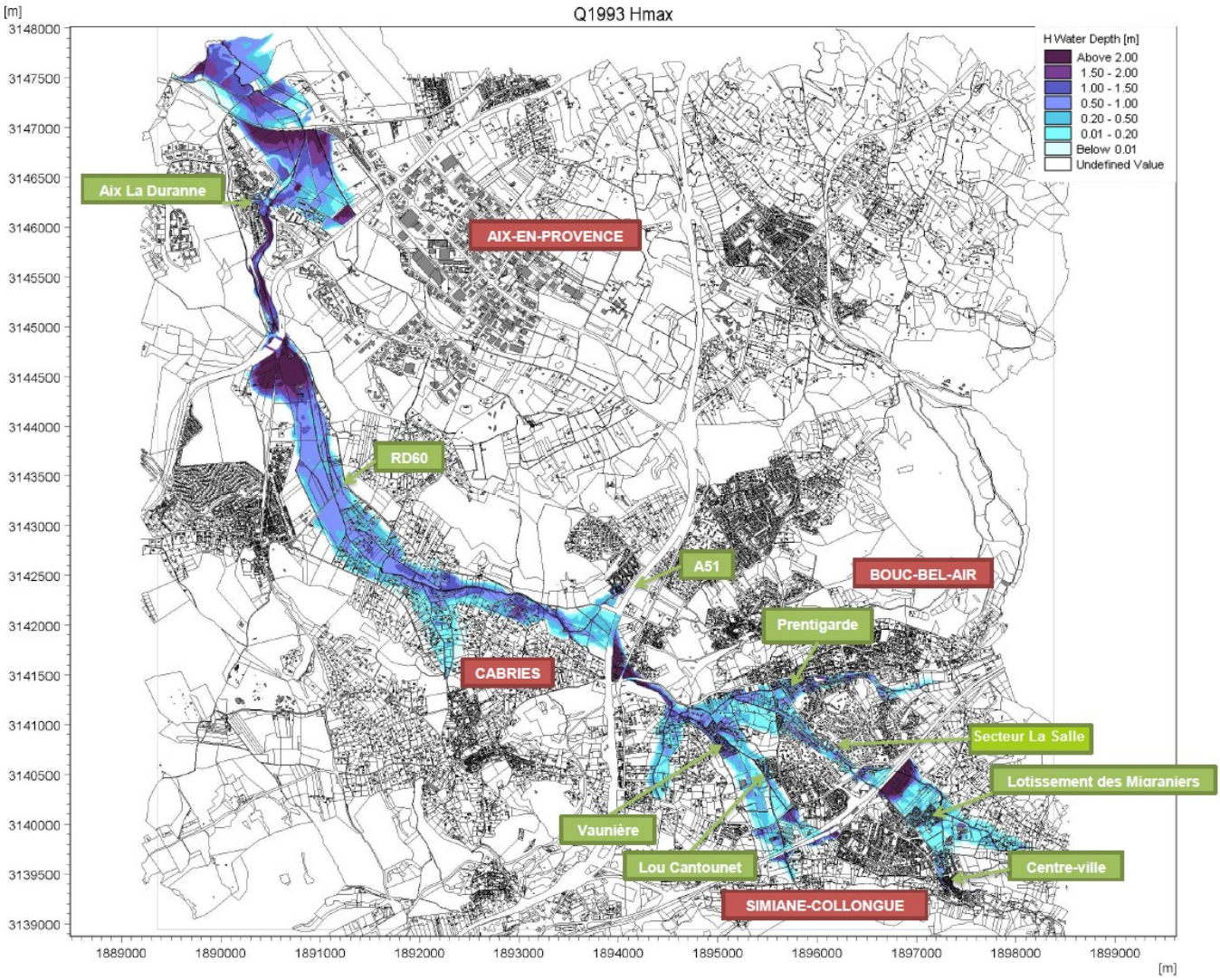


Figure 24 : Hauteurs d'eau pour l'événement de référence, Q1993 (Source INGEROP – SABA, 2013)

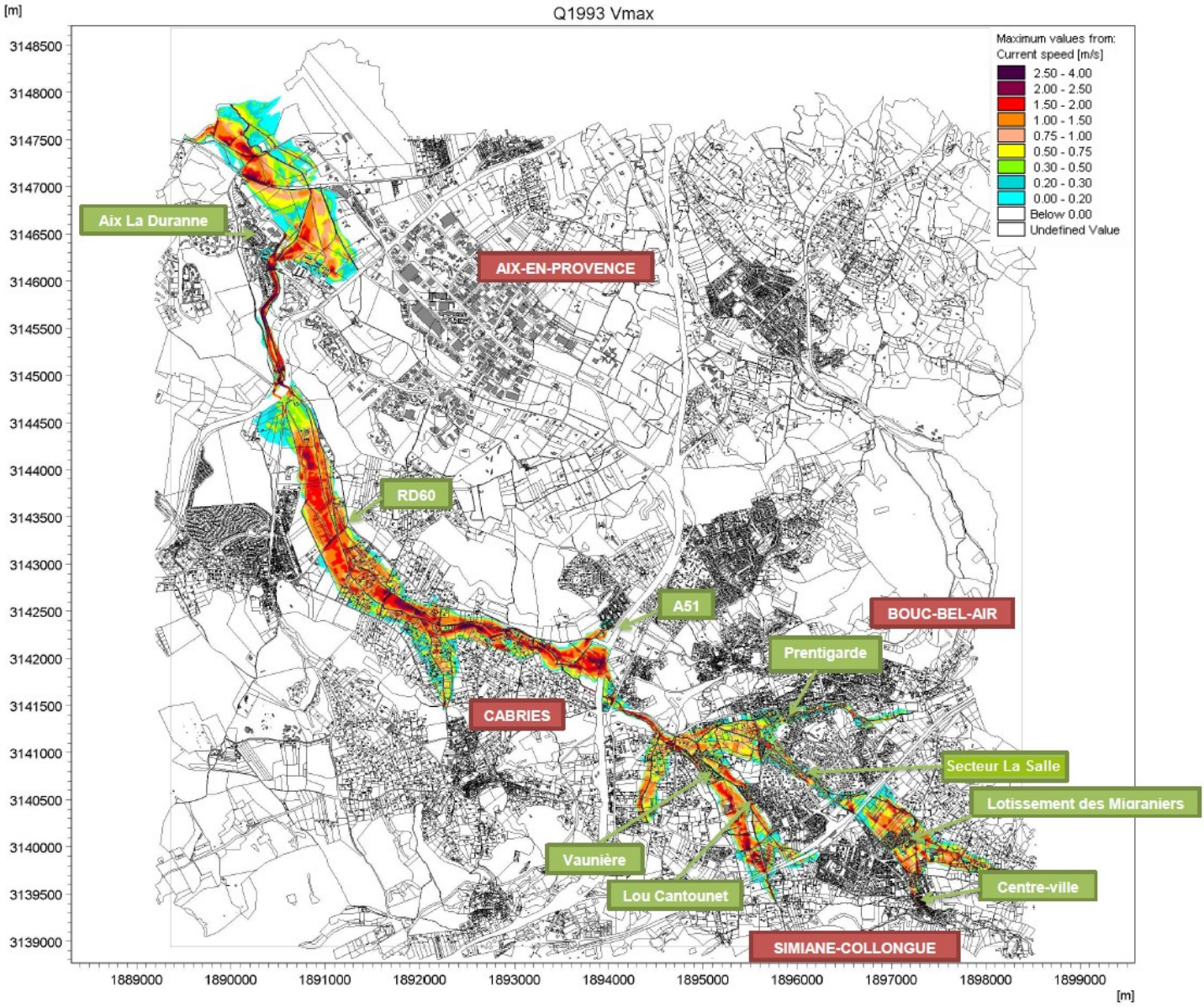


Figure 25 : Vitesse pour l'événement de référence, Q1993 (Source INGEROP – SABA, 2013)

Ce qu'il faut retenir…

Bureau d'étude : *INGEROP*
Année : *2013*
Maître d'ouvrage : *SABA*
Type de modélisation : *2D (débordement fluvial)*
Crue de référence *: Septembre 1993*
Crues modélisées dans le cadre de l'étude : *Q2 (biennale), Q5 (quinquennale), Q10 (décennale), Q50 (cinquantennale) et 1993*
Données topographiques utilisées : *LIDAR et profils en travers topo-bathymétriques du cours d'eau.*

1.3.2 Définition de l'aléa inondation sur les communes de Cabriès, Bouc Bel Air et Simiane-Collongue (DDTM, INGEROP 2017)

L'étude précédente a permis d'affiner la connaissance du risque d'inondation sur le territoire de la commune. Elle a également déterminé les hauteurs d'eau et vitesses d'écoulement pour plusieurs occurrences de pluie, notamment pour l'événement de référence (type 1993). Le croisement hauteur/vitesse permettant de définir les classes d'aléa n'a pas été réalisée.

Ces données de cette étude ont servi de base à l'étude de définition de l'aléa inondation sur les communes de Cabriès, Bouc Bel Air et Simiane-Collongue.

L'objectif de cette étude était de réaliser des cartes d'aléa sur le bassin versant du Grand Vallat et de la Jouïne..

Cette étude a fait l'objet d'un porter-à-connaissance de l'aléa inondation pour les cours d'eau de la Jouïne et du Grand Vallat par courrier du Préfet en date du 6 octobre 2017.

1.3.2.1 Collecte des données

Les données utilisées dans le cadre de cette étude sont issues de :

- Bassin versant Jouïne et Grand Vallat : Étude pour la réduction de l'aléa inondation au droit des lieux habités en tenant compte du fonctionnement naturel des cours d'eau (SABA-INGEROP-2013) ;
- Étude hydraulique de cartographie d'aléa inondation sur le territoire de la commune (Cabriès-INGEROP-2015).
- Étude du Vallat de Rans (SABA-IPSEAU-2016)

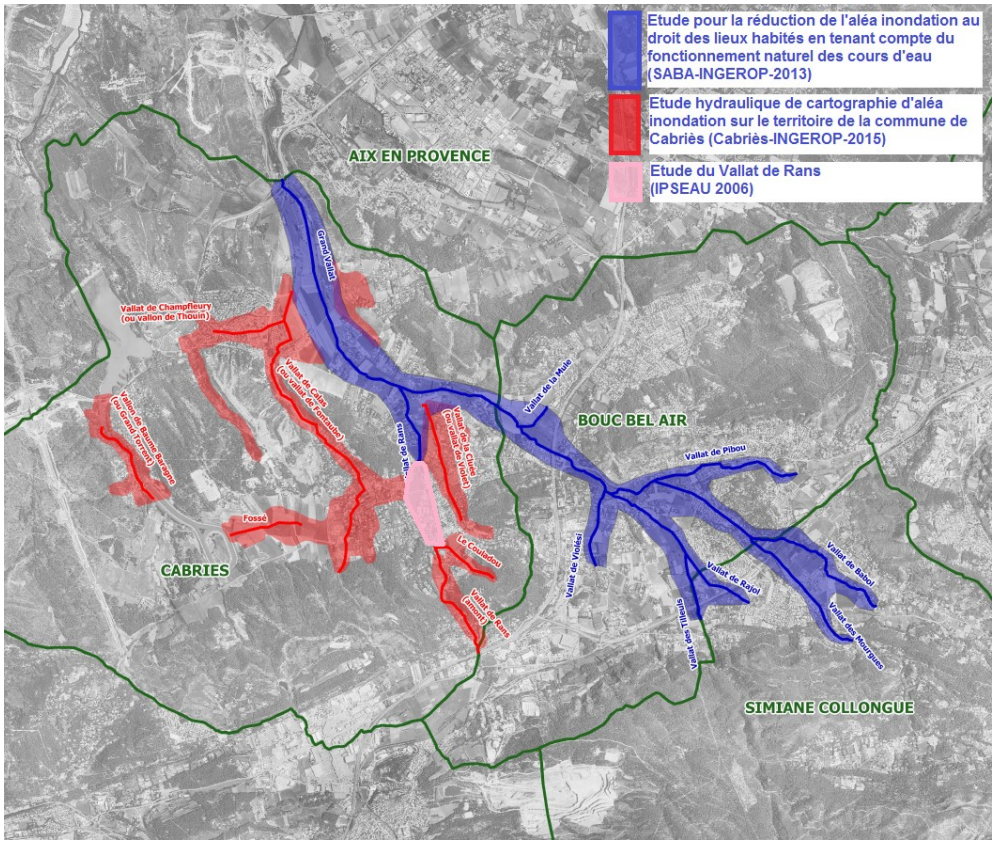


Figure 26 : Collecte des données

1.3.2.2 Cartographie de l'aléa

Les niveaux d'aléas sont déterminés en fonction de l'intensité des paramètres physiques de l'inondation de référence qui se traduisent en termes de dommages aux biens et de gravité pour les personnes. Ce sont essentiellement les hauteurs d'eau et les vitesses d'écoulements. Des grilles de qualification de l'aléa ont été élaborées dans le cadre de la réglementation PPRI.

La grille de classification de l'aléa utilisée par les services de l'État dans le département des Bouches-du-Rhône est la suivante :

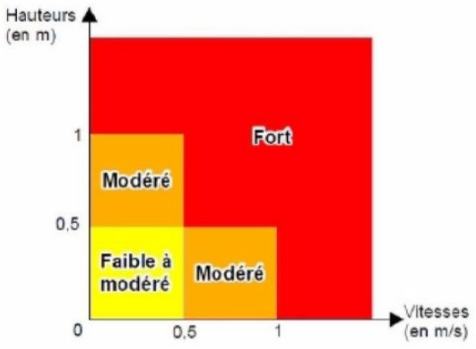


Figure 27 : Grille d'aléa (Source DDTM 13)

La cartographie de l'aléa inondation est établie en prenant comme référence la crue centennale ou une crue historique si la période de retour de celle-ci est supérieure à 100 ans. Dans le cas présent, la crue de référence est la crue type de 1993 (événement pluvieux enregistré le 22 septembre 1993 appliqué au bassin versant du Grand Vallat.

La cartographie de l'aléa inondation (croisement hauteurs / vitesses sur la base des résultats des simulations hydrauliques) sert de base au zonage réglementaire vis-à-vis de l'inondabilité.

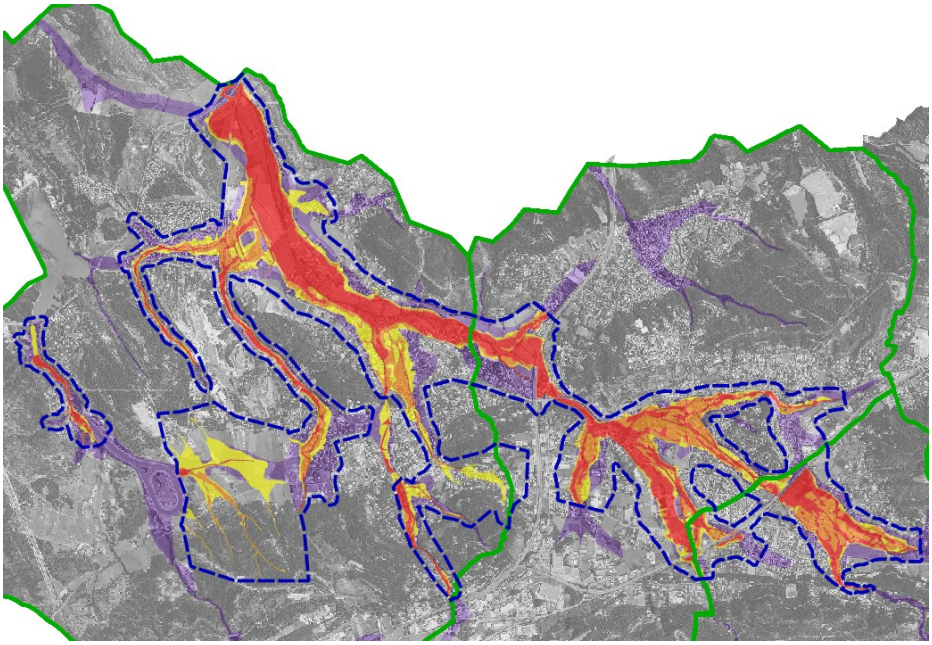


Figure 28 : Extrait du Porter à connaissance inondation sur les communes de Bouc Bel Air, Cabriès et Simiane-Colllongue du 6 octobre 2017.

Sur cette cartographie, sont représentés :

- en mauve l'aléa hydrogéomorphologique issue de l'étude IPSEAU de 2006 ;
- en ligne pointillée bleu la limite de l'étude SABA / INGEROP 2015.

L'étude DDTM 13 / INGEROP de 2018 est venue définir des limites de modélisation précises et qualifier l'aléa hydrogéomorphologique en aléa résiduel dans les secteurs qui ont fait l'objet d'une modélisation hydraulique.

1.3.2.2.1 Hypothèses retenues

La cartographie de l'aléa dite brute est directement issue des résultats du modèle hydraulique. Sur chaque maille de calcul, le croisement hauteur / vitesse permet de définir si l'aléa sur cette maille est faible, modéré ou fort.

Afin d'établir une cartographie exploitable par les services de l'état, la cartographie brute est soumise à un travail d'interprétation (à dire d'expert) menant à une cartographie de synthèse dite « lissée ». Cette dernière assure plus de cohérence de parcelles en parcelles, tient compte des possibles ruptures de merlons ou de murs, et des zones d'ombre derrière les bâtiments. Ce présent paragraphe a pour objectif de présenter les hypothèses retenues permettant d'établir la cartographie de synthèse à partir de la cartographie brute.

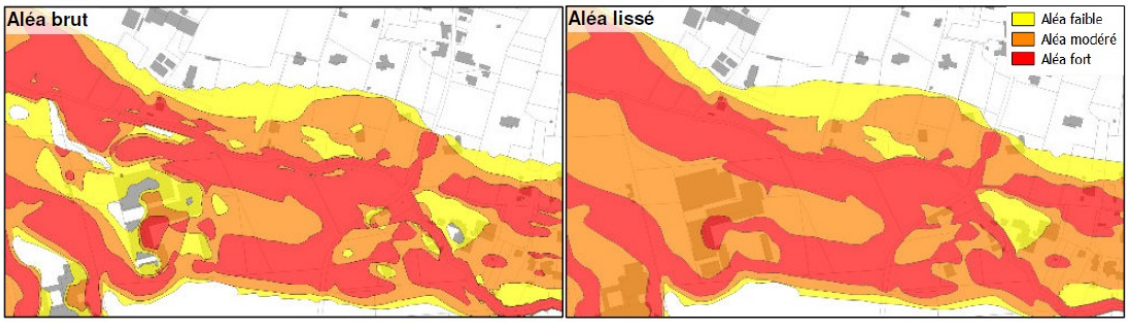


Figure 29 : Exemple cartographie aléa brut / aléa lissé

Zones d'ombre derrière les obstacles :

Les bâtiments, murs ou merlons font obstacle aux écoulements. Derrières eux, apparaissent des zones d'ombre : les vitesses d'écoulements y sont beaucoup plus faibles, voire nulles, idem pour les hauteurs d'eau. Pourtant, en réalité, les murs ou merlons sont susceptibles de rompre et les écoulements peuvent traverser les bâtis (par les portes ou les fenêtres par exemple). Ainsi, ces zones d'ombre restent des zones à risque et il est important de les faire apparaître sur la cartographie de l'aléa.

Ainsi, si derrière un bâti, un mur ou un merlon, la zone d'ombre est hors d'eau, celle-ci sera automatiquement classée en aléa du type de celui des parcelles environnantes. Si la cartographie brute fait apparaître des zones d'ombre en aléa faible entourées d'aléa moyen ou fort, la zone d'ombre sera « surclassée » en aléa moyen ou fort.

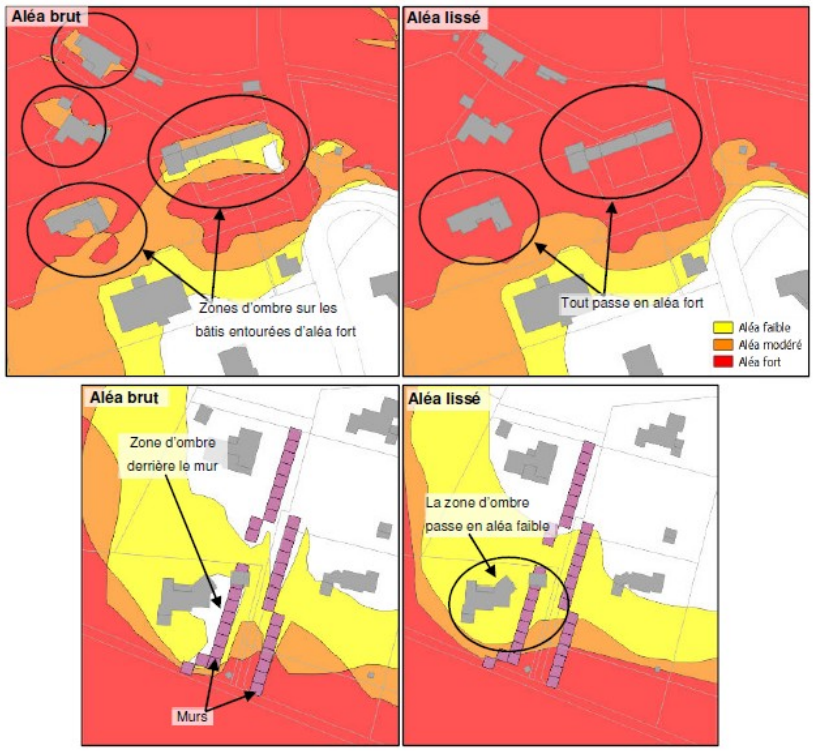


Figure 30 : Hypothèse sur les zones d'ombre

1.3.2.2.2 Résultats

Les cartographies réalisées par le bureau d'étude ont servies de base à l'élaboration du porter-à-connaissance inondation sur les communes de Bouc Bel Air, Cabriès et Simiane-Collongue du 6 octobre 2017.

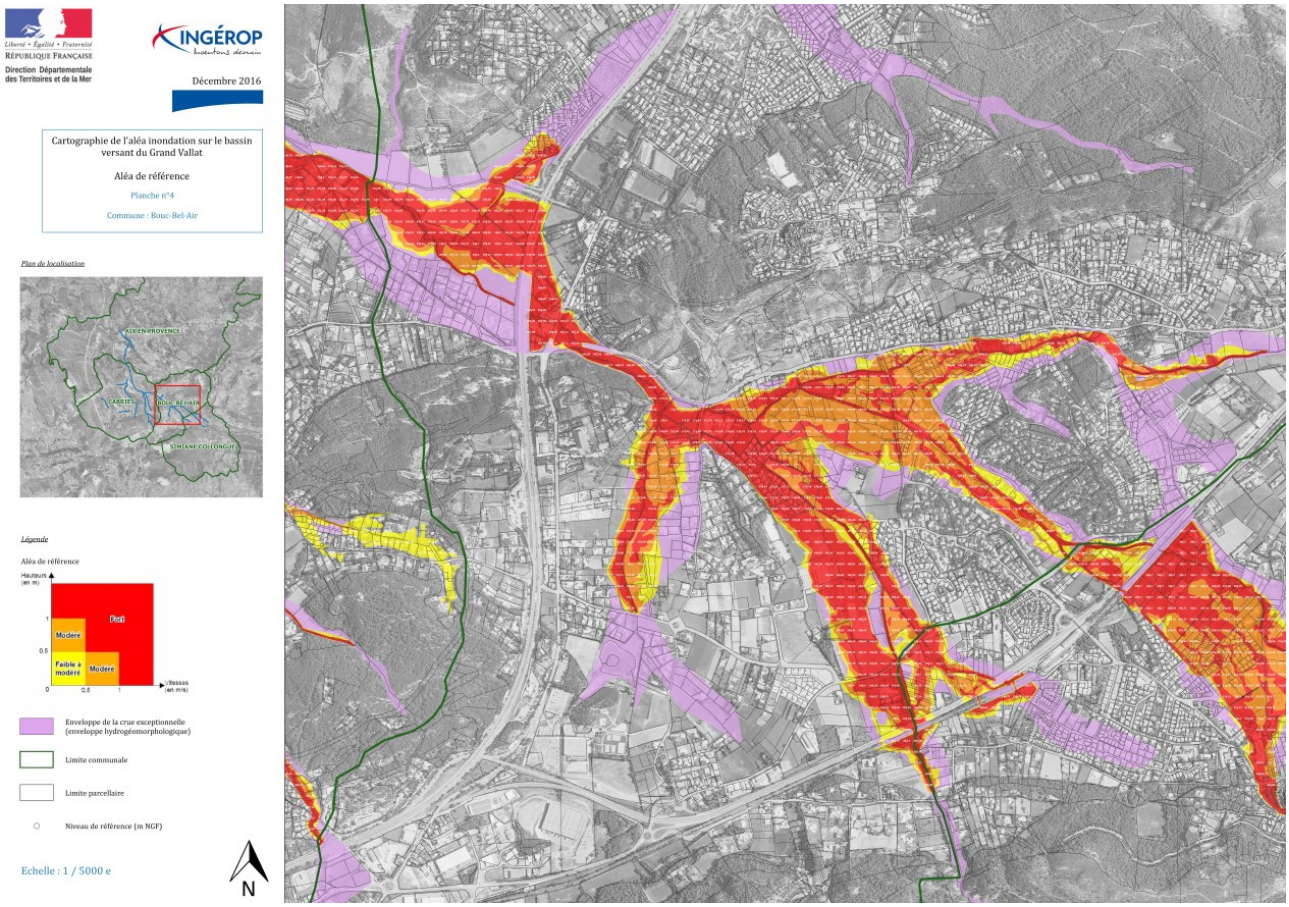


Figure 31 : Cartographie de l'aléa (DDTM-INGEROP-2017)

1.3.3 Cartographie du risque inondation concernant le Grand Vallat et la Petite Jouïne sur les communes de Bouc Bel Air, Cabriès et Simiane-Collongue – Analyse topographique complémentaire (DDTM, INGEROP 2018)

INGEROP a réalisé en 2016 la carte d'aléa inondation des communes de Bouc Bel Air, Cabriès et Simiane-Collongue, sur la base d'un modèle hydraulique 1D/2D construit préalablement dans le cadre d'un schéma d'aménagement du Grand Vallat et de ses affluents pour le compte du SABA (2012-2014).

Compte tenu de l'objectif de l'étude initiale, le modèle hydraulique réalisé à l'époque ne couvre pas l'intégralité de tous les affluents. Aussi, l'aléa déterminé précisément dans les zones ayant fait l'objet de modélisation a été complété, dans les autres secteurs inondables non étudiés, par une carte d'aléa indifférencié établie sur la base d'une analyse hydrogéomorphologique issue de l'étude IPSEAU 2006.

Afin de compléter le porter à connaissance par le préfet du 06 octobre 2017, la DDTM a souhaité réaliser une analyse complémentaire qui permette de préciser la limite des modélisations utilisées en 2012 et 2016 et ainsi de définir, au sein de l'enveloppe hydrogéomorphologique :

- Les zones où l'aléa inondation relève du débordement d'un cours d''eau dont les écoulements ont fait l'objet d'une modélisation hydraulique : l'aléa peut alors être qualifié d'aléa résiduel ;
- Les zones où l'aléa inondation relève du ruissellement et n'a pas fait l'objet d'une modélisation hydraulique : l'aléa peut alors être qualifié d'aléa indifférencié (approche hydrogéomorphologique).

1.3.3.1 Méthodologie générale

La limite de modélisation peut être définie à partir de l'analyse de la construction du modèle :

- Limites des tronçons modélisés en 1D ;
- Emprises du terrain naturel modélisées en 2D ;
- Type et localisation des injections des hydrogrammes dans le modèle hydraulique.

Ainsi, si un aléa indéterminé concerne un secteur qui n'a pas fait l'objet d'une modélisation 1D ni 2D, alors cet aléa relève d'une analyse hydrogéomorphologique.

On pourrait néanmoins classer une telle zone en aléa résiduel si celle-ci se situe entre deux vallons modélisés, et que l'on considère qu'il y a un risque que le débordement d'un vallon puisse surverser vers le second vallon. Dans ce cas, c'est l'analyse de la topographie qui permettra de juger si cette configuration est réaliste ou non. En cas de doute, l'aléa de type hydrogéomorphologique sera retenu, conformément à la demande du maître d'ouvrage, afin d'appliquer le règlement le plus sécuritaire.

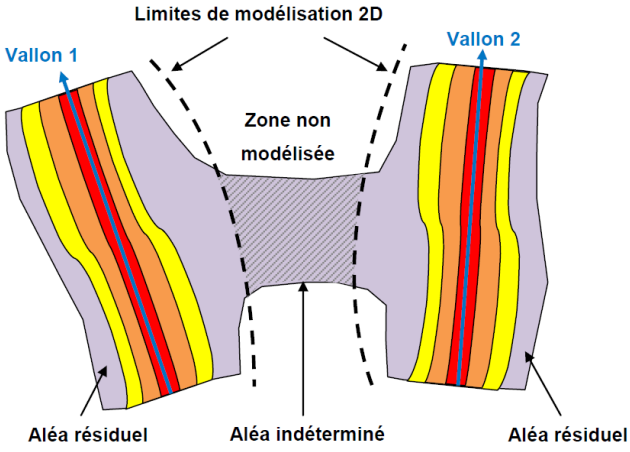


Figure 32 : Exemple d'aléa indifférencié entre deux vallons modélisés (DDTM-INGEROP-2018)

De la même façon, si un aléa indéterminé est représenté en amont des zones d'injection des hydrogrammes dans le modèle hydraulique, alors il relève nécessairement d'une analyse hydrogéomorphologique et représente un apport par ruissellement.

Dans ce cas, il conviendra de tronquer l'extrémité amont du zonage d'aléa différencié pour le laisser en aléa hydrogéomorphologique, afin de tenir compte du délai d'établissement de l'écoulement dans le modèle hydraulique en aval du point d'injection. Il s'agit de ne pas sous-estimer l'aléa inondation sur ces extrémités.

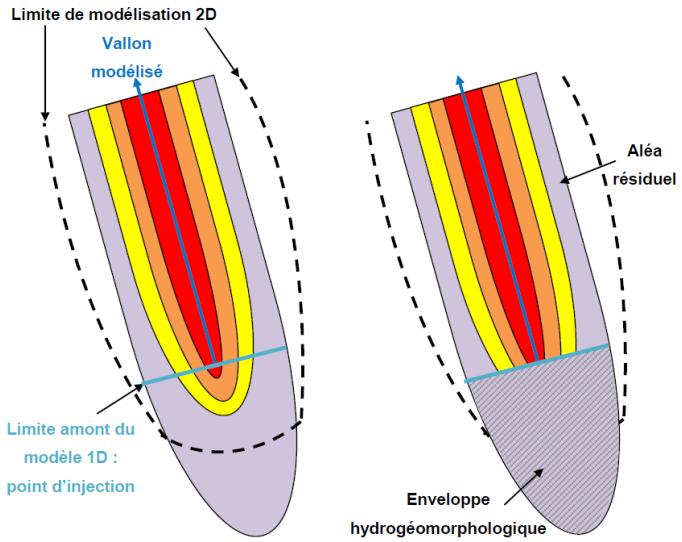


Figure 33 : Exemple d'aléa indifférencié en amont d'un tronçon modélisé (DDTM-INGEROP-2018)

En revanche, lorsque l'aléa indéterminé se situe latéralement par rapport au tronçon de cours d'eau, on peut se demander s'il représente :

- un aléa résiduel, à savoir une zone d'expansion de crue pour une crue supérieure à la crue de référence, non sollicitée par la modélisation hydraulique représentant les débordements du vallon,
- un risque d'inondation par ruissellement latéral, qui relèverait d'une approche hydrogéomorphologique ; ce second choix sera fait si le bassin versant concerné par cet axe d'écoulement latéral est suffisamment significatif, à la lecture de la topographie du secteur.

Dans le cas où il s'agit bien de l'arrivée d'un axe de ruissellement (second choix), les délimitations latérales de l'aléa hydrogéomorphologique seront déterminées sur la base de la topographie, de façon à représenter le cône de déjection de ce ruissellement, jusqu'à rejoindre l'aléa différencié relatif au débordement du cours d'eau modélisé.

De façon générale, par souci de cohérence, on interrompra systématiquement l'aléa résiduel d'un cours d'eau pour représenter la continuité d'un apport par ruissellement latéral en tant qu'aléa indifférencié de type hydrogéomorphologique. Il s'agit là encore de ne pas sous-estimer localement le risque d'inondation.

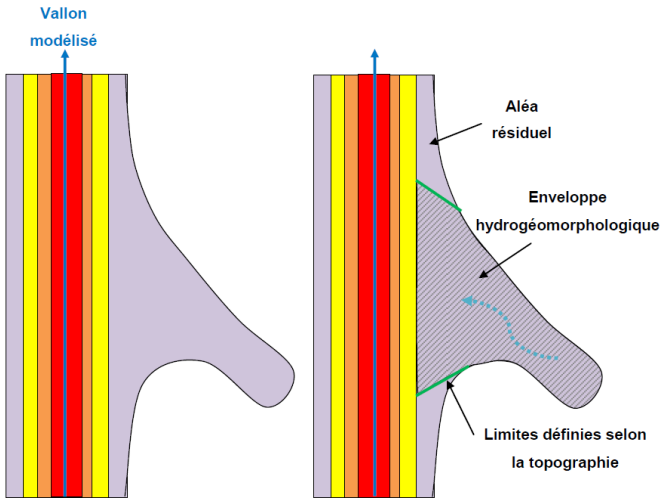


Figure 34 : Exemple d'aléa indifférencié représentant un axe d'écoulement latéral (DDTM-INGEROP-2018)

1.3.3.2 Résultats : Vallat de Pibou

1.3.3.2.1 Vallat de Pibou - Secteur 1

Sur ce secteur, l'aléa indéterminé est situé en amont du point d'injection et correspond à la concentration du ruissellement d'où nait le vallon. Il est proposé de conserver cette zone en aléa hydrogéomorphologique. Une fois que l'on atteint le tronçon modélisé, on peut considérer que l'aléa indéterminé relève de l'aléa résiduel. La limite entre ces deux aléas est décalée légèrement en aval pour attendre le bon établissement des écoulements dans le modèle.

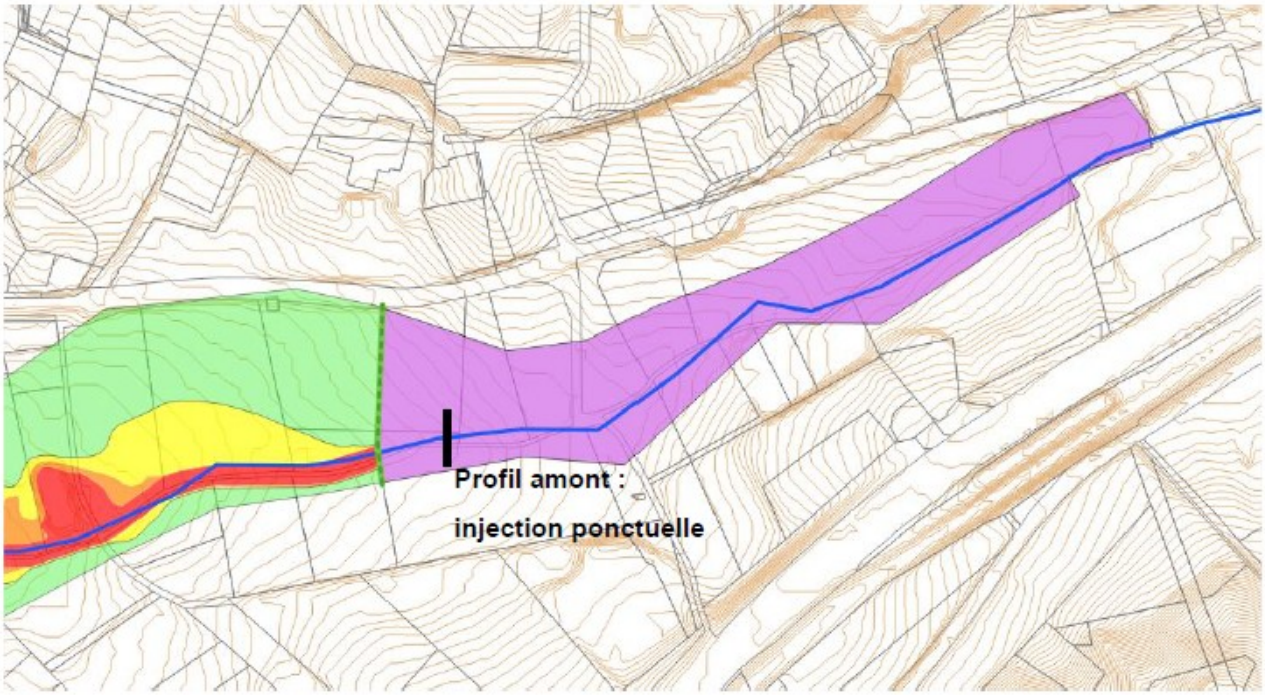


Figure 35 : Précision de l'aléa : Vallat de Pibou – Secteur 1 (DDTM-INGEROP-2018)

1.3.3.2.2 Vallat de Pibou - Secteur 2

Sur ce secteur, la zone d'aléa indéterminé en rive gauche du vallat est située en partie en dehors de l'emprise modélisée en 2D. Elle représente du ruissellement latéral, c'est pourquoi il est proposé de la conserver en aléa de type hydrogéomorphologique. Les limites latérales de cet axe d'écoulement peuvent être déterminées à partir de la topographie, au droit de lignes de crêtes.
Au sud de la limite de bassin versant indiquée sur la figure suivante, il est proposé de considérer également la zone d'aléa indéterminé comme emprise hydrogéomorphologique (cf 3.3.4 Vallat de Babol).

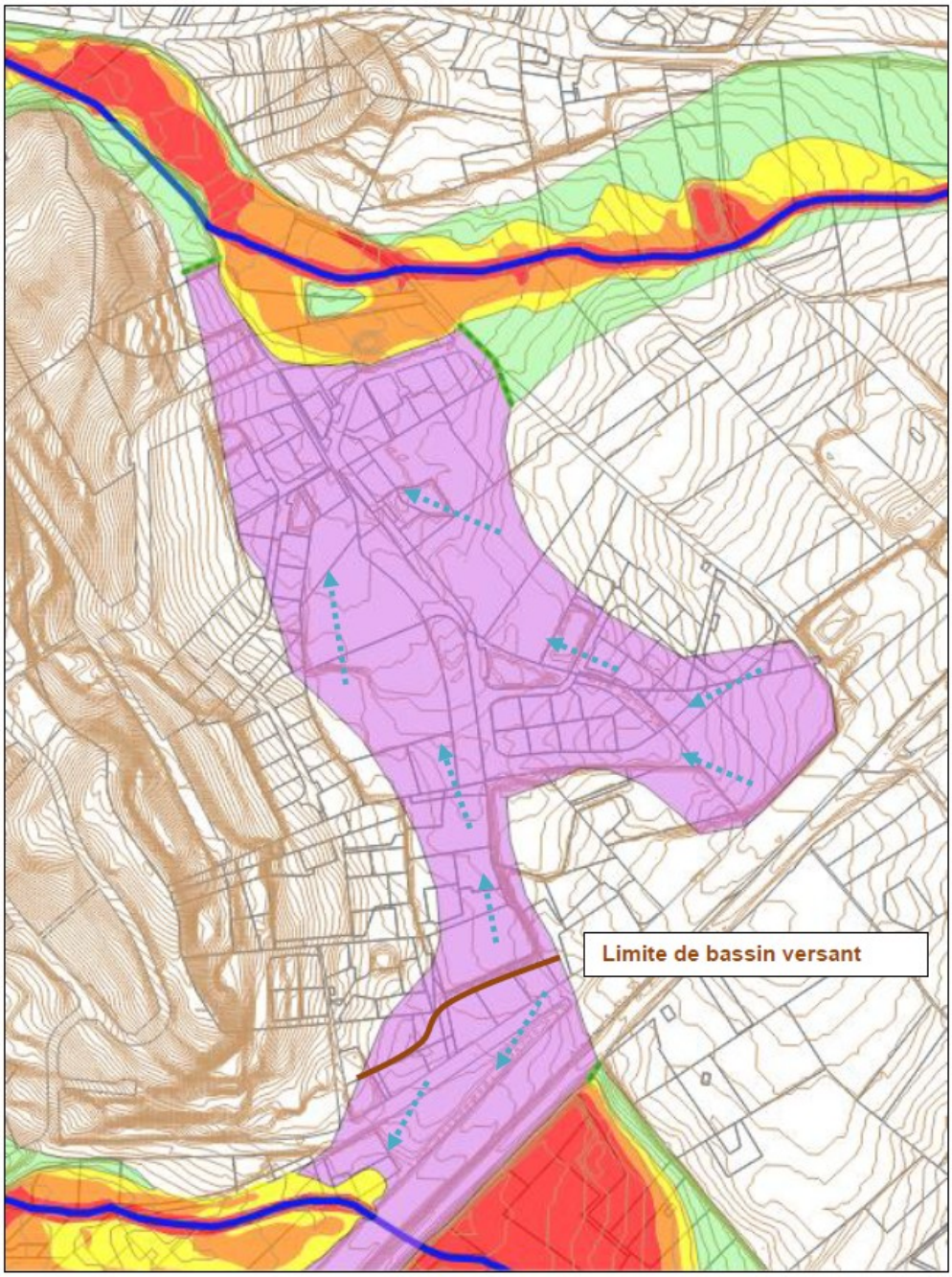


Figure 36 : Précision de l'aléa : Vallat de Pibou – Secteur 2 (DDTM-INGEROP-2018)

1.3.3.2.3 Vallat de Pibou - Secteur 3

De la même façon, l'aléa indéterminé représente ici un apport latéral suivant un axe d'écoulement préférentiel. Il est donc proposé de le maintenir en aléa de type hydrogéomorphologique. Les limites latérales avec l'aléa résiduel correspondent à des points de resserrement topographique qui maintiennent le ruissellement vers le vallat.

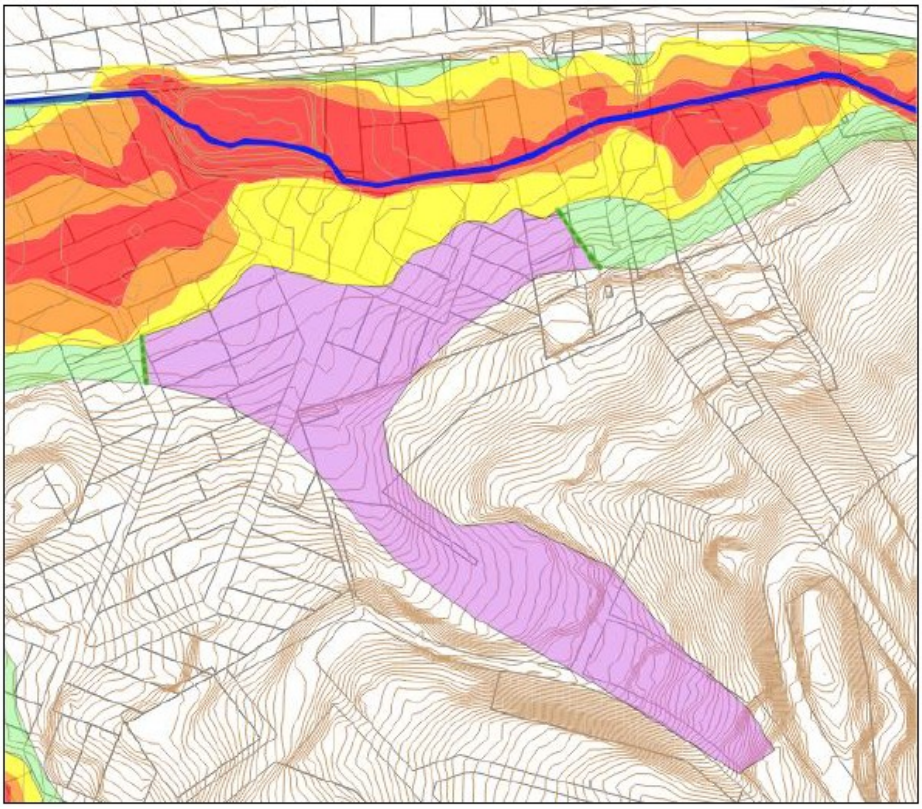


Figure 37 : Précision de l'aléa : Vallat de Pibou – Secteur 3 (DDTM-INGEROP-2018)

1.4 Conclusion

Dans le cadre de l'élaboration du Plan de Prévention des Risques d'Inondation de la commune de Bouc Bel Air, la DDTM13 a finalisé les aléas d'inondation pour le Grand Vallat pour la crue de référence à partir de INGEROP – SABA de 2013.

Les cours d'eau concernés par cette étude sont :

- **Le Grand Vallat ;**
- **Le Vallat de Babol ;**
- **Le Vallat de Rajol ;**
- **Le Vallat des Tilleuls ;**
- **Le Vallat de Pibou ;**
- **Le Vallat de Violési ;**
- **Le Vallat de la Mule.**

Les cartographies des hauteurs d'eau, des vitesses d'écoulement et des aléas d'inondation pour la crue de référence reposent sur des phénomènes hydrologiques majeurs qui ont touché la région ces dernières décennies.

Concernant la définition de la crue de référence, le scénario hydrologique a été choisi en fonction des phénomènes historiques qui ont affecté le bassin versant ou des bassins versants limitrophes :

- **la crue de référence est déterminée à partir des caractéristiques hydrologiques (pluies) de l'événement de septembre 1993 qui a touché la partie Ouest du territoire de la commune d'Aix-en-Provence.**

Les débits calculés selon ce scénario hydrologique à partir du modèle hydrologique ont été injectés dans une modélisation hydraulique reproduisant la propagation de la crue, les niveaux d'eau et les zones inondées pour l'événement de référence retenu.

2 LES MESURES DE PROTECTION DES PERSONNES ET DES BIENS

Au cours de ces 30 dernières années, des catastrophes d'ampleur nationale sont venues rappeler les conséquences dramatiques des inondations et des ruptures d'ouvrages de protection :

- Le Grand-Bornand, juillet 1987, 23 victimes dans un terrain de camping ;
- Nîmes, octobre 1988, 9 morts, 625 millions d'euros de dégâts ;
- Vaison-la-Romaine, septembre 1992, 46 morts, 450 millions d'euros de dommages ;
- Inondations de 1993-1994 touchant 40 départements et 2 750 communes, ayant entraîné la mort de 43 personnes et occasionné 1,15 milliard d'euros de dégâts ;
- Sud-ouest, novembre 1999, 36 victimes ;
- Sud-est, septembre 2002, 23 victimes et 1,2 milliard d'euros de dégâts ;
- Marseille, décembre 2003, 2 morts
- Rhône moyen et aval, décembre 2003, 1 milliard d'euros de dégâts ;
- Tempête Xynthia, février 2010, 50 morts ;
- Sud-est, juin 2010, inondation sur l'Argens et ses affluents dans le Var, 25 morts ;
- Gard et Hérault, septembre 2014, 4 morts ;
- Alpes-Maritimes, octobre 2015, 20 morts ;
- Inondation touchant 16 départements, avec des débordements du Loing de la Seine notamment, mai-juin 2016, 5 morts, 1,4 milliards d'euros de dégâts ;
- Aude, octobre 2018, 14 morts, au moins 200 millions d'euros de dégâts.

Les dernières crues survenues dans le Sud de la France ont rappelé que ces événements peuvent être mortels et entraîner des dégâts matériels considérables. Érosion des talus, rupture de digues, phénomènes d'embâcle sont autant de facteurs aggravants face à une propagation rapide des eaux, y compris sur des terrains que l'on croyait hors de danger.

Au-delà du risque pour les personnes et les biens, les inondations ont des conséquences moins directes mais également lourdes pour la société : économie paralysée, exploitations agricoles détruites, voiries endommagées, pollutions par débordement des réseaux d'assainissement, rupture d'alimentation en eau potable, relogement temporaire…

Il ne s'agit pas d'un phénomène nouveau et les crues font partie du fonctionnement naturel des fleuves et cours d'eau. Les exemples historiques d'inondations dévastatrices sont nombreux. Pourtant, l'accélération de l'expansion urbaine qui caractérise les modes de développement des dernières décennies rend les conséquences de ces phénomènes naturels de plus en plus dramatiques.

En matière de sécurité face au risque naturel, l'action de la collectivité prend trois formes principales : l'alerte, la protection et la prévention.

- **L'alerte** consiste, pour les phénomènes qui le permettent, à prévenir à temps la population et les responsables de la sécurité pour que des dispositions de sauvegarde soient prises (gestion de crise).
- **La protection** est une démarche plus active. Elle met en place un dispositif qui vise à réduire, à maîtriser, voire à supprimer les effets d'un aléa.
- **La prévention** est une démarche fondamentale à moyen et long termes. La prévention consiste essentiellement à éviter d'exposer les personnes et les biens par la prise en compte du risque dans la vie locale et notamment dans l'utilisation et l'aménagement du territoire communal. Elle permet aussi des économies très importantes en limitant les dégâts.

Si le rôle principal du PPRi est de décliner des mesures de prévention, il est utile de décrire les points principaux de l'action publique en matière de protection des biens et des personnes, et de s'assurer de l'articulation entre ces différents points.

2.1 L'alerte et la gestion de crise

2.1.1 La prévision des crues

Sous l'autorité du Préfet de Région, le Service de Prévision des Crues (SPC) Méditerranée Est dispose d'une capacité de prévision et d'alerte des crues. Pour la commune de de Bouc Bel Air l'information est disponible en permanence sur le site : http://www.vigicrues.gouv.fr concernant le fleuve l'Arc.

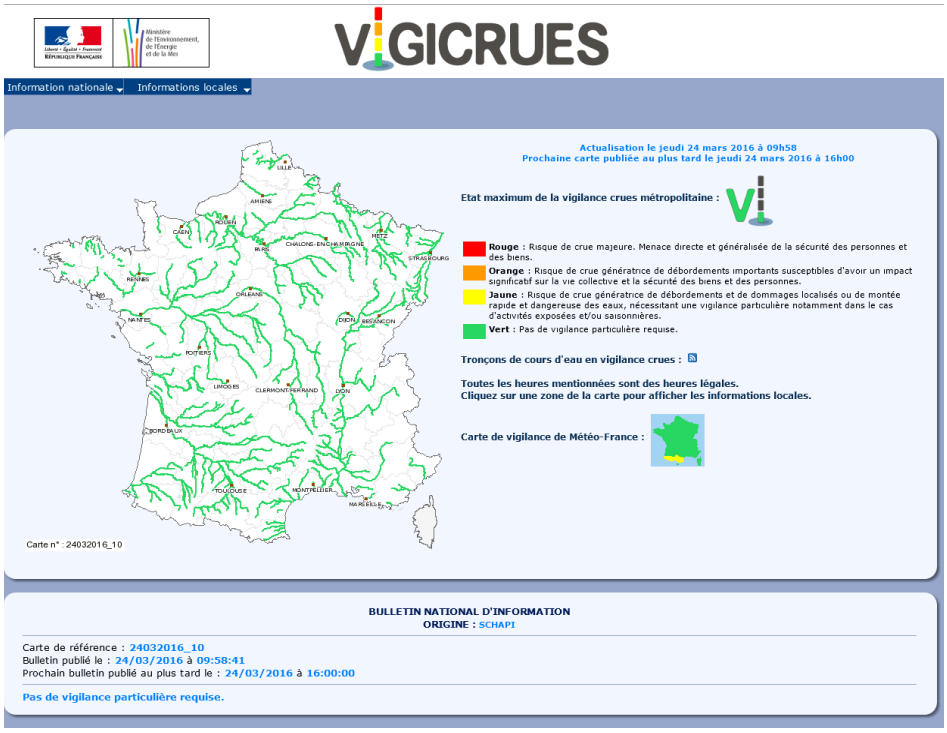


Figure 38 : Capture d'écran du site Vigicrues (Source : http://www.vigicrues.gouv.fr)

Les modalités de surveillance, de prévision, et de transmission de l'information sur les crues sont précisées dans le Règlement d'Information sur les Crues (RIC).

L'organisation de la sécurité civile repose sur les pouvoirs de police du Maire. Selon les articles L. 2212-2-5 et L. 2212-4 du Code Général des Collectivités Territoriales, le Maire est chargé "d'assurer le bon ordre, la sûreté, la sécurité et la salubrité publique" sur le territoire communal.

Ainsi, en cas de danger grave ou imminent tel que les accidents naturels, le Maire prescrit l'exécution des mesures de sûreté exigées par les circonstances : évacuations, mises en place de dispositifs de gestion de crise, etc.

2.1.2 Le plan communal de sauvegarde (PCS)

Le plan communal de sauvegarde détermine, en fonction des risques connus, les mesures immédiates de sauvegarde et de protection des personnes, fixe l'organisation de l'alerte et des consignes de sécurité, recense les moyens disponibles et définisse la mise en œuvre des mesures d'accompagnement et de soutien des populations.

Le PCS a été institué par l'article 13 de la loi N° 2004-811 du 13 août 2004 relative à la modernisation de la sécurité civile (désormais codifié à l'article L. 731-3 du code de la sécurité intérieure). Le contenu et les modalités d'élaboration de ce document sont fixés par le décret N° 2005-1156 du 13 septembre 2005. Le PCS a vocation à regrouper l'ensemble des documents relevant de la compétence communale pour l'information préventive et la protection des populations, y compris le DICRIM.

Le PCS permet de mieux intégrer les communes dans le dispositif de secours du département. Il est obligatoire pour les communes dotées d'un PPR et doit être réalisé dans les deux ans suivant l'approbation de celui-ci.

Pour un risque connu, le PCS qui est arrêté par le maire, doit contenir les informations suivantes :

- Organisation et diffusion de l'alerte ;
- Recensement des moyens disponibles ;
- Mesures de soutien de la population ;
- Mesures de sauvegarde et de protection.

Par ailleurs, le PCS devra comporter un volet destiné à l'information préventive qui intégrera le DICRIM.

Le plan doit être compatible avec les plans Orsec départemental, zonal et maritime, qui ont pour rôle d'encadrer l'organisation des secours, compte tenu des risques existant dans le secteur concerné. La mise en œuvre du plan communal ou intercommunal de sauvegarde relève de chaque maire sur le territoire de sa commune qui peut l'utiliser dans les situations suivantes :

- Pour faire face à un événement affectant directement le territoire de la commune ;
- Dans le cadre d'une opération de secours d'une ampleur ou de nature particulière nécessitant une large mobilisation de moyens.

Sur la commune de Bouc Bel Air, un plan Communal de Sauvegarde a été arrêté le 26 septembre 2005.

Le PCS doit être mis à jour suite à l'approbation de ce PPRi pour s'adapter aux nouveaux éléments de connaissance sur le risque inondation sur le territoire de la commune, et pour intégrer les actions de réduction de vulnérabilité coordonnant des dispositions constructives avec des modalités de gestion de crise sous l'autorité des acteurs publics.

Les modalités d'évacuation de toutes les zones potentiellement soumises à un aléa fort devront également être précisées, et des exercices de mises au point du dispositif et d'information de la population devront être organisés.

2.2 Les dispositifs de protection sur le bassin versant de l'Arc

2.2.1 Le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux Rhône Méditerranée (SDAGE)

Le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux définit la politique à mener pour stopper la détérioration et atteindre le bon état de tous les eaux, cours d'eau, plans d'eau, nappes souterraines et eaux littorales.

Pour l'atteinte du bon état, le SDAGE fixe les grandes orientations pour une bonne gestion de l'eau et des milieux aquatiques dans les bassins versants du Rhône, de ses affluents et des fleuves côtiers méditerranéens qui forment le grand bassin Rhône-Méditerranée.

Neuf orientations fondamentales traitent les grands enjeux de la gestion de l'eau. Elles visent à économiser l'eau et à s'adapter au changement climatique de nos rivières de la Méditerranée, restaurer les cours d'eau en intégrant la prévention des inondations, préserver les zones humides et la biodiversité.

Le SDAGE préconise de préserver l'espace de bon fonctionnement des milieux et de conserver les champs d'expansion de crues qui participent à ce bon fonctionnement. Il incite les collectivités à une application complète de la compétence « gestion des milieux aquatiques et prévention des inondations » (GEMAPI) à l'échelle des bassins versants. Le SDAGE identifie les territoires qui nécessitent des actions visant conjointement la restauration physique des cours d'eau et la gestion de l'aléa inondation.

Ces démarches contribuent aux objectifs du Plan de Gestion des Risques d'Inondation (PGRI).

Afin de mettre en œuvre l'orientation fondamentale 8 du SDAGE, le PPRi a pour objectif d'augmenter la sécurité des populations exposées aux inondations en tenant compte du fonctionnement naturel des milieux aquatiques dans le cadre de son règlement et plus spécifiquement en mettant en œuvre des dispositions de construction et des mesures de prévention sur le bâti existant en zone inondable, selon le type d'activité et l'intensité de l'aléa.

2.2.2 Le Schéma d'Aménagement de Gestion des Eaux de l'Arc

Le Schéma d'Aménagement et de gestion des Eaux (SAGE) est un document institué par la loi sur l'eau du 3 janvier 1992 et modifié par la loi du 30 décembre 2006. Il doit être compatible avec le Schéma directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux du grand bassin hydrographique Rhône-Méditerrannée.

C'est un outil de planification et de réglementation élaboré de manière collective par la Commission Locale de l'Eau (CLE). Le SAGE englobe l'intégralité du bassin versant de l'Arc.

Il fixe des objectifs de gestion durable des milieux aquatiques, de gestion des inondations et la ressource en eau, de lutte contre les pollutions et de préservation des milieux naturels.

Le PPRi doit être conforme au règlement du SAGE et au PAGD (Plan d'Aménagement de Gestion Durable) dont l'objectif est d'éviter l'urbanisation en zone inondable.

Le SAGE définit également 6 ZEC (Zones stratégiques d'Expansion de Crues) sur l'Arc qui doivent être protégées de toute urbanisation afin de préserver la capacité d'amortissement des crues.

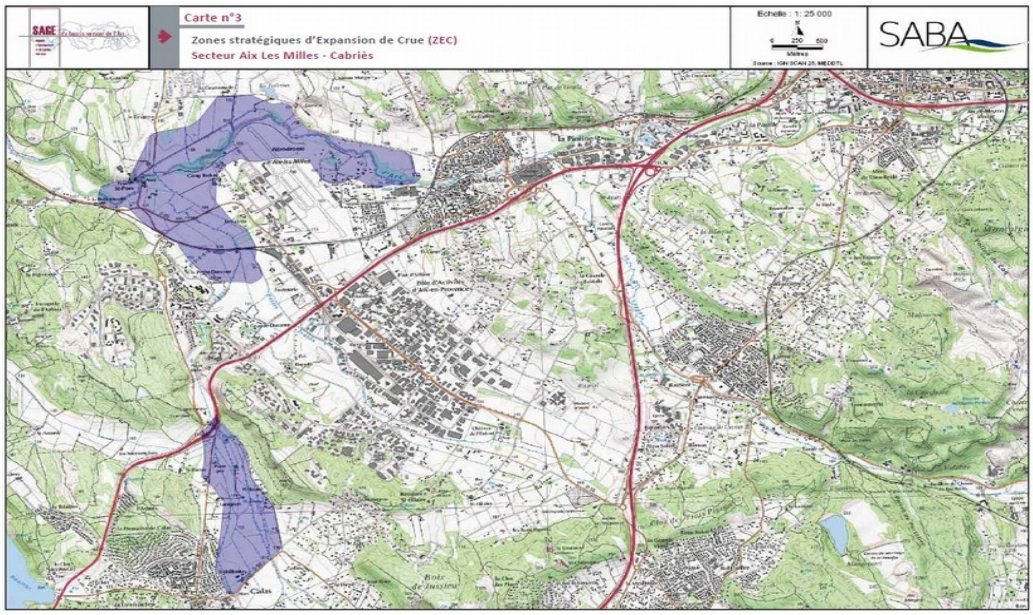


Figure 39 : Zone stratégique d'expansion de Crue sur le Bassin versant de la Petite Jouïne et du Grand Vallat(Extrait de l'Atlas cartographique du SAGE de l'Arc)

Aucune Zone Stratégique d'Expansion de Crue du SAGE n'est recensée sur le territoire de la commune de Bouc Bel Air.

2.2.3 Le Plan de Gestion des Risques d'Inondation (PGRI)

Le plan de gestion des risques d'inondation (PGRI) est l'outil de mise en œuvre de la directive inondation. Il vise à :

- Encadrer l'utilisation des outils de la prévention des inondations à l'échelle du bassin Rhône-Méditerranée ;
- Définir des objectifs priorisés pour réduire les conséquences négatives des inondations des 31 Territoires à Risques Important d'inondation du bassin Rhône-Méditerranée.

Le PGRI traite d'une manière générale de la protection des biens et des personnes. Que ce soit à l'échelle du bassin Rhône-Méditérranée ou des Territoires à risque important d'inondation, les contours du PGRI se structurent autour des 5 grands objectifs complémentaires suivants :

- Le respect des principes d'un aménagement du territoire qui intègre les risques d'inondation ;
- La gestion de l'aléa en tenant compte du fonctionnement naturel des milieux aquatiques ;
- L'amélioration de la résilience des territoires exposés à une inondation ;
- L'organisation des acteurs et des compétences pour mieux prévenir les risques d'inondation ;
- Le développement et le partage de la connaissance.

En ce sens, le PPRi de Bouc Bel Air :

- interdit les constructions en zone d'aléa fort ;
- interdit l'implantation de nouveaux enjeux en zone peu ou pas urbanisée (sauf exception liée à l'usage agricole) ;
- limite l'implantation des établissements sensibles et stratégique dans les zones inondables afin de ne pas compliquer la gestion de crise et incite à la réduction de la vulnérabilité des équipements sensibles déjà implantés.

2.2.4 La Gestion des Milieux Aquatiques et la Prévention des Inondations (GEMAPI)

La loi de modernisation de l'action publique territoriale et l'affirmation des métropoles du 27 janvier 2014 attribue au bloc communal (communes avec transfert aux établissements publics de coopération intercommunale à fiscalité propre auxquelles elles sont rattachées : Métropole Aix Marseille Provence) une compétence exclusive et obligatoire relative à la gestion des milieux aquatiques et la prévention des inondations (GEMAPI).

La compétence GEMAPI répond à un besoin de replacer la gestion des cours d'eau au sein des réflexions sur l'aménagement du territoire.

Le bloc communal pourra ainsi aborder de manière conjointe la prévention des inondations et la gestion des milieux aquatiques (gérer les ouvrages de protection contre les inondations, faciliter l'écoulement des eaux notamment par la gestion des sédiments, gérer des zones d'expansion des crues, gérer la végétation dans les cours d'eaux et leurs abords immédiats) et l'urbanisme (mieux intégrer le risque d'inondation et le bon état des milieux naturels dans l'aménagement de son territoire et dans les documents d'urbanisme).

Les missions relevant de la compétence GEMAPI sont définies aux 1°, 2°, 5°, 8° du I de l'article L.211-7 du code de l'environnement :

- Aménager un bassin hydrographique ou une fraction de bassin hydrographique ;
- Entretenir et aménager un cours d'eau , canal, lac ou plan d'eau ;
- Assurer la défense contre les inondations et contre la mer notamment par la construction et la gestion des digues ;
- Protéger et restaurer des sites, des écosystèmes aquatiques et des zones humides.

2.3 La prévention

2.3.1 Le Document d'Information Communal sur les RIsques Majeurs (DICRIM)

Le Document d'information communal sur les risques majeurs (DICRIM) indique les mesures de prévention, de protection et de sauvegarde répondant aux risques majeurs susceptibles d'affecter la commune.

Les articles R. 125-10 et R.125-11 du code de l'environnement en fixent le champ d'application, la procédure d'élaboration et le contenu.

Le DICRIM contient les éléments suivants(code de l'environnement, art. R. 125-11 III) :

- Caractéristiques du ou des risques naturels connus dans la commune ;
- Mesures de prévention, de protection et de sauvegarde répondant aux risques majeurs susceptibles d'affecter la commune ;
- Dispositions du PPR applicables dans la commune ;
- Modalités d'alerte et d'organisation des secours ;
- Mesures prises par la commune pour gérer le risque (plan de secours communal, prise en compte du risque dans le Plan Local d'Urbanisme, travaux collectifs éventuels de protection ou de réduction de l'aléa) ;
- Cartes délimitant les sites où sont situées des cavités souterraines et des marnières susceptibles de provoquer l'effondrement du sol, instituées en application de l'article L. 563-6 du code de l'environnement :
- La liste des arrêtés portant constatation de l'état de catastrophe naturelle ;
- La liste ou carte des repères de crues dans les communes exposées au risque d'inondations ;

Un DICRIM ne présente pas le caractère d'un acte décisionnel et ne peut pas être contesté par la voie du recours pour excès de pouvoir.

Le DICRIM, dans le respect du droit à l'information des citoyens sur les risques majeurs, doit être établi dès la transmission par le préfet des informations nécessaires à son élaboration.

En plus de l'élaboration du DICRIM, le maire doit arrêter les modalités d'affichage des risques et consignes conformément à l'article 6 du décret 90-918 modifié et de l'arrêté du 9 février 2005.

2.3.2 Le Plan Communal de Sauvegarde (PCS)

Le **plan communal de sauvegarde** (**PCS**) est un outil réalisé à l'échelle communale, sous la responsabilité du maire, pour planifier les actions des acteurs communaux de la gestion du risque (élus, agents municipaux, bénévoles, entreprises partenaires) en cas d'évènements majeurs naturels, technologiques ou sanitaires. Il a pour objectif l'information préventive et la protection de la population.
Il se base sur le recensement des vulnérabilités et des risques (présents et à venir, par exemple liés au changement climatique) sur la commune (notamment dans le cadre du dossier départemental sur les risques majeurs établi par le préfet de département) et des moyens disponibles (communaux ou privés) sur la commune.

Le PCS détermine, en fonction des risques connus, les mesures immédiates de sauvegarde et de protection des personnes, fixe l'organisation nécessaire à la diffusion de l'alerte et des consignes de sécurité, recense les moyens disponibles et définit la mise en œuvre des mesures d'accompagnement et de soutien de la population. Il doit être compatible avec les plans d'organisation des secours.

Au titre du décret 2005-1156 du 13 septembre 2005 relatif au plan communal de sauvegarde pris en application de l'article 13 de la loi du 13 août 2004 de modernisation de la sécurité civile, la commune doit posséder un Plan Communal de Sauvegarde (PCS de la commune de Bouc Bel Air arrêté le 26/09/2005).

2.3.3 L'information de la population

L'information des citoyens sur les risques majeurs naturels et technologiques est un droit codifié, notamment aux articles L125-2, L125-5 et L563-3 du Code de l'Environnement.

Le citoyen est tenu de connaître les dangers auxquels il est exposé, les dommages prévisibles, les mesures préventives qu'il peut prendre pour réduire sa vulnérabilité, ainsi que les moyens de protection et de secours mis en œuvre par les pouvoirs publics. C'est une condition essentielle pour qu'il surmonte le sentiment d'insécurité et adopte un comportement responsable face aux risques.

Par ailleurs, l'information préventive contribue à construire une mémoire collective et à assurer le maintien des dispositifs collectifs d'aide et de réparation.

Concernant l'information de la population par les communes, depuis la « loi risques » du 30 juillet 2003, les Maires dont les communes sont couvertes par un PPRN prescrit ou approuvé doivent délivrer au moins une fois tous les 2 ans auprès de la population une information sur les **risques naturels.**

2.3.4 Les Plans de Prévention des Risques Naturels

2.3.4.1 Objectifs

Au titre de la **prévention**, la loi n°95-101 du 2 février 1995 a créé les Plans de Prévention des Risques Naturels (PPRN) : ceux-ci sont élaborés par l'Etat et les articles L.562-1 à L. 562-8 du Code de l'Environnement leur sont applicables. Ces plans ont pour objet :

1° de délimiter les zones exposées aux risques, dites « **zones de danger** », en tenant compte de la nature et de l'intensité du risque encouru, d'y interdire tout type de construction, d'ouvrage, d'aménagement ou d'exploitation agricole, forestière, artisanale, commerciale ou industrielle ou, dans le cas où des constructions, ouvrages, aménagements ou exploitations agricoles, forestières, artisanales, commerciales ou industrielles pourraient y être autorisés, prescrire les conditions dans lesquelles ils doivent être réalisés, utilisés ou exploités, notamment afin de ne pas aggraver le risque pour les vies humaines et pour les biens ;

2° de délimiter les zones, dites « **zones de précaution** », qui ne sont pas directement exposées aux risques mais où des constructions, des ouvrages, des aménagements ou des exploitations agricoles, forestières, artisanales, commerciales ou industrielles pourraient aggraver des risques ou en provoquer de nouveaux, et d'y prévoir des mesures d'interdiction ou des prescriptions telles que prévues au 1° ;

3° de définir les mesures de prévention, de protection et de sauvegarde qui doivent être prises dans les zones mentionnées au 1° et au 2° par les collectivités publiques dans le cadre de leurs compétences, ainsi que celles qui peuvent incomber aux particuliers ;

4° de définir, dans les zones mentionnées au 1° et au 2°, les mesures qui doivent être prises par les propriétaires, exploitants ou utilisateurs. Ces mesures concernent l'aménagement, l'utilisation ou l'exploitation des constructions, des ouvrages, des espaces mis en culture ou plantés existants à la date de l'approbation du plan.

Le PPR est réalisé par l'État, en priorité dans les territoires les plus exposés aux risques naturels. Il réglemente l'utilisation des sols dans l'objectif de garantir la sécurité des personnes, de prévenir les dommages aux biens et de ne pas aggraver les risques.

Il instaure une réglementation graduée allant de la possibilité de construire sous certaines conditions à l'interdiction de construire. Cette interdiction se justifie dans le cas où l'intensité prévisible du risque est trop forte ou lorsque l'objectif de non-aggravation du risque existant n'est pas garanti. Le PPR vise ainsi à orienter les choix d'aménagement des territoires en cohérence avec une bonne prise en compte des risques.

Le PPR a également pour objectif de contribuer à réduire la vulnérabilité des personnes et des biens déjà implantés en zone inondable. A cet effet, il définit des mesures de prévention, de protection et de sauvegarde qui incombent aux collectivités publiques compétentes, ou aux propriétaires, exploitants et utilisateurs concernés.

2.3.4.2 Pièces constituantes

Le dossier de PPR comprend :

- Un rapport de présentation, qui présente l'analyse des phénomènes pris en compte, ainsi que leur impact sur les personnes et sur les biens, existants et futurs. Il justifie les choix retenus en matière de prévention en indiquant les principes d'élaboration du PPR et en expliquant la réglementation mise en place ;
- Une ou des carte(s) de zonage réglementaire, qui délimite(nt) les zones réglementées par le PPR ;
- Un règlement qui précise les règles s'appliquant à chacune de ces zones. Le règlement définit ainsi les conditions de réalisation de tout projet, les mesures de prévention, de protection et de sauvegarde qui incombent aux particuliers ou aux collectivités, ainsi que les mesures de réduction de vulnérabilité applicables aux biens et activités existants ;
- Des annexes qui présentent l'ensemble des documents non réglementaires utiles à la bonne compréhension du dossier.

Le zonage réglementaire est élaboré, d'une part en application des textes et des principes précédemment évoqués, et d'autre part par analyse du contexte local. Il résulte du croisement de deux variables principales que sont :

- La caractérisation de l'aléa ;
- L'identification des enjeux du territoire.

Le risque résulte de la concomitance des aléas et des enjeux. Il se caractérise, entre autres, par le nombre de victimes et le coût des dégâts matériels et des impacts sur l'activité et sur l'environnement. La vulnérabilité mesure ses conséquences.

Les pièces constituant le dossier de PPR, la procédure d'élaboration et de concertation, la matrice des aléas et des enjeux et sa cartographie qui constituent le présent PPR Inondation, sont présentés dans le chapitre 3 de ce rapport de présentation.

2.4 Solidarité et obligations

2.4.1 L'indemnisation des victimes des catastrophes naturelles

Au travers de la loi du 13 juillet 1982, le législateur a voulu apporter une réponse efficace aux problèmes posés pour l'indemnisation des victimes de catastrophes naturelles.

Cette loi repose sur deux principes fondamentaux :

- **La solidarité avec la garantie CATNAT :**

Il s'agit d'une garantie obligatoire figurant automatiquement dans les contrats d'assurance garantissant les dommages directs aux biens, aux véhicules terrestres à moteurs ainsi que les pertes d'exploitation couvertes par ces contrats.

L'adjonction de cette couverture aux contrats d'assurance est accompagnée de la perception d'une prime ou cotisation additionnelle individualisée dans l'avis d'échéance du contrat et calculée à partir d'un taux unique défini par arrêté (7 septembre 1983 du Ministère de l'Economie, modifié par le Décret n°92-1197 du 4 novembre 1992) pour chaque catégorie de contrat.

- **La prévention des dommages par la responsabilisation des intéressés :**

En contrepartie de la garantie offerte au titre de la solidarité, les personnes concernées par l'éventualité d'une catastrophe naturelle ont la responsabilité de mettre en œuvre certaines mesures de prévention.

2.4.2 Sujétions applicables aux particuliers

Les particuliers sont soumis à différentes sujétions:

- Ils doivent se conformer aux règles de prévention exposées notamment dans le règlement du P.P.R.
- Ils sont tenus de s'assurer, auprès de leur compagnie d'assurance, de la couverture des risques naturels potentiels dont ils peuvent être victimes. Ce contrat d'assurance permet, dès lors que l'état de catastrophe naturelle est constaté, de bénéficier de l'indemnisation prévue par la loi n° 82-600 du 13 juillet 1982 relative à l'indemnisation des victimes de catastrophes naturelles.

La déclaration de catastrophe naturelle est prononcée par arrêté interministériel au vu de dossiers établis par les communes selon des modèles types et après avis des services compétents (notamment service de la météo) et celui d'une commission interministérielle.

- A compter de la date de publication de cet arrêté au Journal Officiel, les particuliers disposent de 10 jours pour saisir leur compagnie d'assurance.
- Enfin, ils ont la charge, en tant que citoyens, d'informer les autorités administratives territorialement compétentes (Maire, Préfet) des risques dont ils ont connaissance.

2.4.3 Les financements par le Fonds de Prévention des Risques Naturels Majeurs

Créé par la loi n° 95-101 du 2 février 1995 relative au renforcement de la protection de l'environnement, le Fonds de Prévention des Risques Naturels Majeurs était originellement destiné à financer les indemnités d'expropriation des biens exposés à un risque naturel prévisible de mouvement de terrain, d'avalanche ou de crue torrentielle menaçant gravement des vies humaines, ainsi que les dépenses liées à la limitation de l'accès et à la démolition éventuelle de ces biens afin d'en empêcher toute occupation future.

Les possibilités d'intervention du fonds ont été élargies à la prévention des risques technologiques et naturels par la loi du 30 juillet 2003 et à la réparation des dommages par la loi de finances initiale pour 2004 (art L. 561-3 du Code de l'Environnement).

Ces financements concernent:

- L'expropriation ou l'acquisition amiable de biens exposés à des risques naturels menaçant gravement des vies humaines ;
- L'acquisition amiable de certains biens fortement sinistrés à la suite d'une catastrophe naturelle ;
- Les études et travaux de prévention imposés à certains biens existants par un PPR approuvé ;
- Les opérations de reconnaissance et les travaux de prévention des risques d'effondrement de cavités souterraines menaçant gravement des vies humaines ;
- Les études et travaux de prévention contre les risques naturels réalisés par les collectivités territoriales sur le territoire de communes dotées d'un PPR approuvé ;
- D'autres mesures de prévention plus spécifiques comme les évacuations temporaires et le relogement des personnes exposées à certains risques naturels majeurs.

3 LE PPRI DE DE BOUC BEL AIR

3.1 De l'aléa au risque, tenir compte des enjeux

3.1.1 Périmètre du PPRi

Le périmètre du PPRi correspond au périmètre du porter-à-connaissance du 6 octobre 2017 sur la commune de Bouc Bel Air.

Des études d'inondation plus anciennes existent sur le territoire de la commune et font l'objet d'une réglementation par le document d'urbanisme de la commune[1].

Le Plan Local d'Urbanisme intercommunal du territoire du Pays d'Aix, dont fait partie la commune de Bouc Bel Air, est en cours de réalisation par le conseil de territoire 2 de la Métropole Aix-Marseille-Provence.

Dans le cadre d'une révision du PPRi, des nouvelles études pourront être intégrées, et de ce fait, élargir le périmètre du PPRi actuel.

3.1.2 Caractérisation de l'aléa

Conformément à la doctrine nationale, la crue de référence est définie comme étant la plus forte crue connue ou, si cette crue est plus faible qu'une crue de fréquence centennale, cette dernière.

L'étude réalisée par le bureau d'études INGEROP en 2013 pour le compte du SABA (« étude pour la réduction de l'aléa au droit des lieux habités en tenant compte du fonctionnement naturel des cours d'eau ») a défini pour événement de référence l'événement pluvieux de septembre 1993, plus fort qu'un événement centennal.

La crue de référence est donc définit comme la réaction du cours bassin versant du Grand Vallat et de la Petite Jouïne à l'application de la pluie de septembre 1993

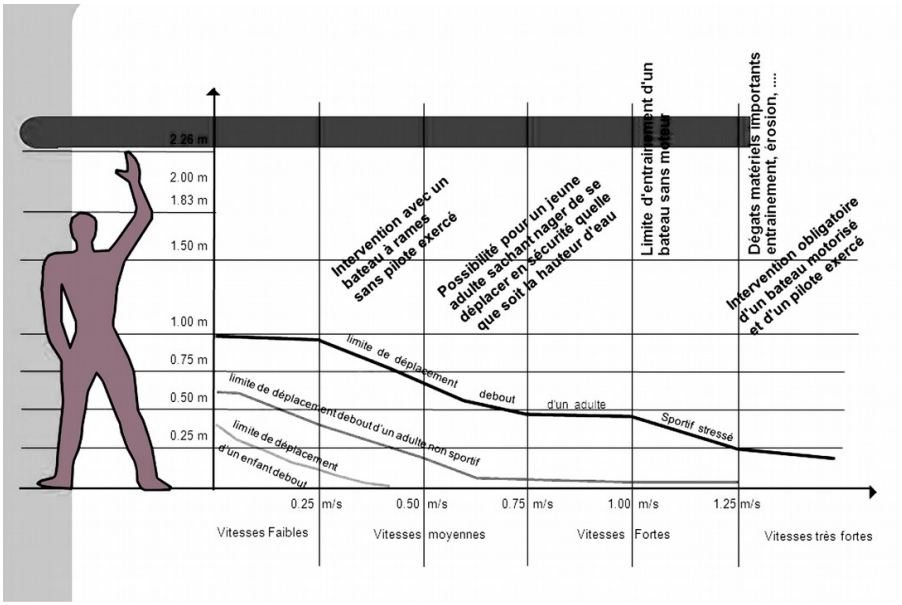


Figure 40 : Mobilité en terrain inondé en fonction de la vitesse et de la hauteur d'eau

[1] Le futur PLUi devrait réaliser des études complémentaires sur des secteurs stratégiques n'ayant pas été modélisés dans le porter-à-connaissance du 6 octobre 2017 (Décathlon Village et la zone d'activités des Chabauds et de la Malle)

Une crue exceptionnelle (Qexp) est liée à un événement hydrologique (météorologique) d'une forte intensité dont la période de retour est supérieure à 100 ans. La modélisation de cette crue exceptionnelle permet de déterminer l'aléa résiduel situé entre l'enveloppe de l'aléa de référence et l'emprise du lit majeur.

Dans le cadre du PPRi de Bouc Bel Air, l'aléa résiduel a été défini par la zone hydrogéomorphologique issue de l'étude IPSEAU de 2006 qui a été affinée par analyse topographique lors de l'étude DDTM 13 -INGEROP de 2018.

À l'intérieur de la zone inondable pour la crue de référence, l'intensité de l'**aléa** est fonction de la hauteur d'eau (H) et la vitesse d'écoulement (v), deux paramètres déterminants de la capacité de la population à se déplacer.

L'aléa est donc considéré comme :

- Faible lorsque v<0,5 m/s et H<0,5 m ;
- Modéré lorsque v<1 m/s et H<0,5 m ou lorsque v<0,5 m/s et H<1 m ;
- Fort dans tous les autres cas.

Dans les secteurs ou la zone inondable est déterminée seulement par méthode hydrogéomorphologique, les hauteurs et vitesses d'eau ne sont pas connues et l'aléa est considéré comme fort. Il convient de souligner que ces secteurs sont situés hors des zones à nombreux enjeux exposés du territoire communal.

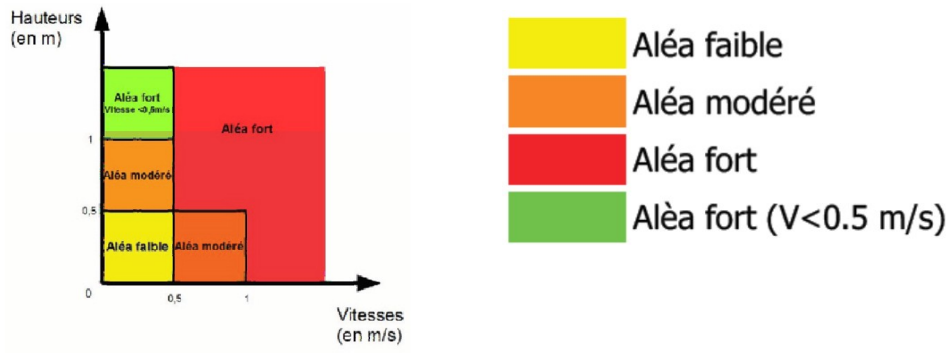


Figure 41 : Détermination de l'aléa en fonction de la hauteur d'eau et de sa vitesse d'écoulement

Ce croisement hauteur-vitesse permet de classer les secteurs inondables en fonction de l'intensité des aléas, et d'ainsi constituer les cartographies de l'aléa qui sont annexées au présent PPRi.

Ces cartes présentent également les cotes PHE (Plus Hautes Eaux) en mètres NGF pour l'aléa de référence sur toute la zone inondable.

Enfin, elles font également apparaître l'enveloppe de la zone inondable par l'événement « exceptionnel » : il s'agit des secteurs « violet » qui identifient les terrains inondés par un évènement supérieur à la crue de référence.

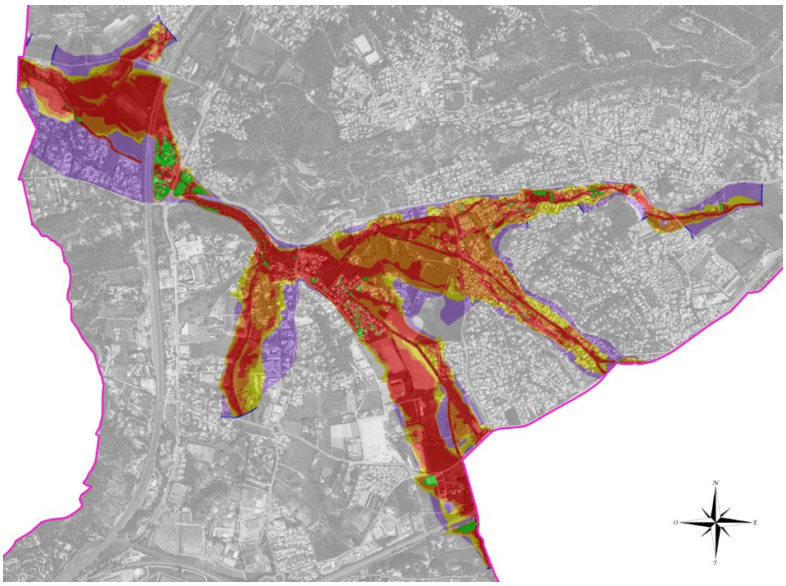


Figure 42 : Aléa sur la commune de Bouc Bel Air

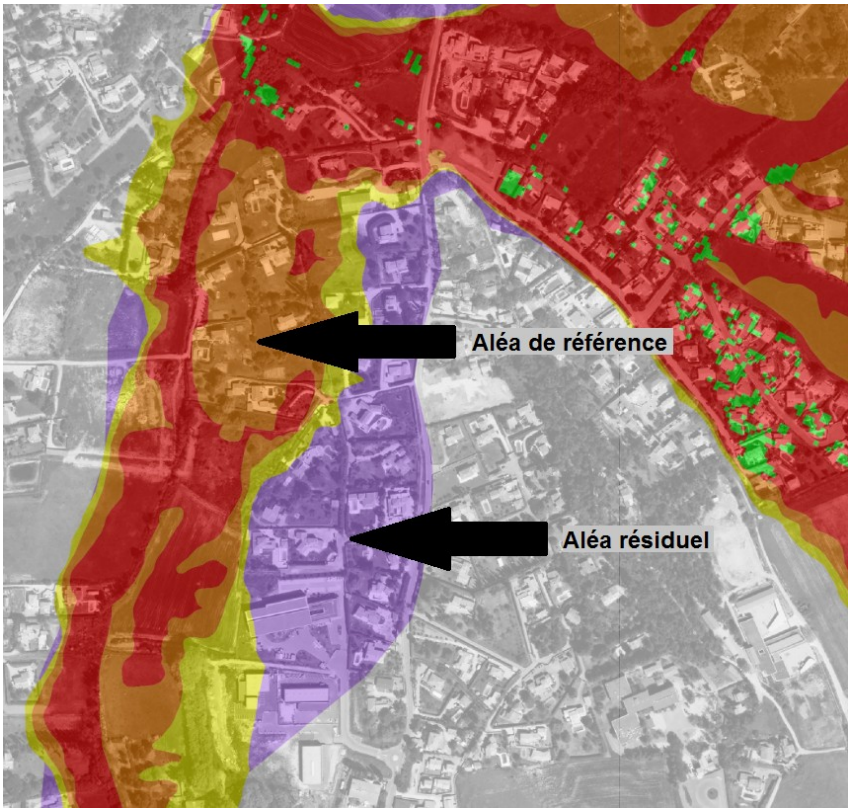


Figure 43 : Extrait de la carte d'aléa de Bouc Bel Air

3.1.3 Caractérisation des enjeux

Le PPR inondation vise à définir les conditions de constructibilité au regard des risques dans une enveloppe définie en fonction d'un certain nombre de critères qui traduisent l'occupation du sol existante (continuité de vie, renouvellement urbain, formes urbaines, typologie des terrains, friches urbaines ou industrielles, espaces de revalorisation ou de restructuration urbaine...).

La caractérisation des enjeux pour le présent PPRi distingue trois grands types d'occupation du sol :

- Les Centres Urbains (CU), caractérisés par une mixité des usages, une forte continuité et densité du bâti, ainsi qu'une dimension historique importante ;
- Les Autres Zones Urbanisées (AZU), qui bien qu'urbanisées ne répondent pas à l'ensemble des critères du centre urbain ;
- Les Zones Peu ou Pas Urbanisées (ZPPU), souvent à vocation naturelle ou agricole.

3.1.3.1 Méthode d'identification des enjeux

L'occupation du sol s'apprécie en fonction de la réalité physique des lieux (terrains, photos, cartes, bases de données *bâti*, cadastre…). La délimitation des secteurs urbanisés se limite aux espaces « strictement bâtis».

Le recueil des données nécessaires à la détermination des enjeux est effectué par :

- Des visites sur le terrain ;
- L'identification de la nature et de l'occupation du sol (BD Bâti, orthophoto) ;
- L'analyse du contexte humain et économique ;
- L'examen des documents d'urbanisme (PLU, permis délivrés) ;
- Des échanges avec les services de la commune.

A cet égard, la démarche engagée apporte une connaissance des territoires soumis au risque, notamment par le recensement :

- Des établissements recevant du public en général (ERP) ;
- Des établissements recevant du public sensible (hôpitaux, écoles, maisons de retraite, prisons, etc.) dont l'évacuation peut s'avérer délicate en cas de crise ;
- Des équipements utiles à la gestion de crise (centre de secours, gendarmerie, lieu de rassemblement et/ou d'hébergement durant la crise, etc.) ;
- Des activités économiques ;
- Des projets communaux.

Cette cartographie des enjeux a été élaborée indépendamment des études d'aléa et n'anticipe en rien la définition du zonage de prévention. Il s'attache à croiser, à l'échelle de l'îlot urbain, des critères qualitatifs avec des données quantitatives.

L'illustration suivante ne fait pas apparaître de centre urbain, du fait que le centre-ville de la commune ne se trouve pas en zone inondable.

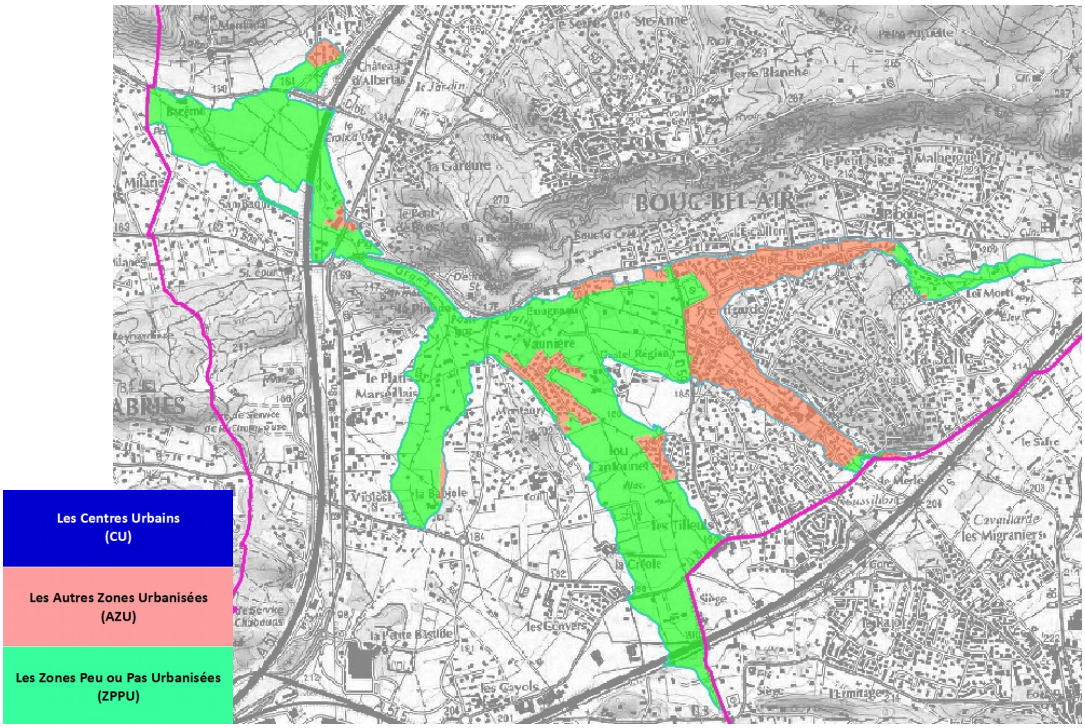


Figure 44 : Caractérisation des enjeux des zones inondables de la commune de Bouc Bel Air

3.1.4 Zonage et règlement

Le zonage du PPRi définit les conditions de constructibilité des terrains en tenant compte de l'intensité de l'aléa et de la nature de l'occupation du sol. C'est effectivement le croisement de ces deux paramètres qui détermine le principe général de constructibilité (bleu) ou d'inconstructibilité (rouge) sur la zone inondable. Le zonage est néanmoins indissociable du règlement, ces deux pièces opposables se répondant mutuellement : le règlement définit les règles qui s'appliquent à chaque type de zone, sous forme de prescriptions et de recommandations, qu'il s'agisse de construction, de reconstruction, ou d'extension. Selon le zonage, il prescrit également un certain nombre de mesures sur l'existant.

	Zones Peu ou Pas Urbanisées (ZPPU)	Autres Zones Urbanisées (AZU)
Aléa Fort	rouge	rouge
Aléa Modéré	rouge	bleu clair
Aléa Résiduel	violet	violet

Figure 45 : Matrice de zonage

3.1.4.1 Principe du zonage

Comme précisé au 2.3.4, le PPRi doit permettre d'identifier les « zones de danger » et les « zones de précaution ». Les termes de « zones de danger » pour les espaces décrits au 1° de l'article L562-1 et de « zones de précaution » pour les espaces décrits au 2° du même article ont été introduits par l'article 66 de la loi risques du 30 juillet 2003. Ces deux termes qualifient les deux types de zones que peut délimiter un PPR, mais ne changent en rien la définition de ces zones telle qu'elle a été prévue par le législateur en 1995 (loi du 2 février 1995).

L'article L562-1 précise que les zones de danger sont les « zones exposées aux risques », quelle que soit l'intensité de l'aléa. Une zone d'aléa faible est bien exposée aux risques (le risque peut même y être fort en fonction des enjeux exposés et de leur vulnérabilité), elle doit donc être réglementée dans le PPR selon les principes du 1° de l'article L562-1. Le texte est tout aussi précis en ce qui concerne les « zones de précaution ». Il s'agit de zones « qui ne sont pas directement exposées aux risques », c'est-à-dire non touchées par l'aléa. Une zone d'aléa faible ne peut donc en aucun cas être considérée comme une zone de précaution au sens du 2° de l'article L562-1.

Dans le cas du PPRi de Bouc Bel Air, les « zones de danger » sont donc les zones comprises dans l'enveloppe de la crue de référence, touchées par un aléa modéré ou fort.

Les zones violettes non comprises dans l'enveloppe de la zone inondable définie pour l'aléa de référence, constituent les « zones de précaution » et correspondent à la zone inondable pour l'aléa exceptionnel.

En fonction de l'intensité des aléas et de la situation au regard des enjeux, les principes de prévention suivants ont été définis :

- En zone peu ou pas urbanisée, quel que soit l'aléa, le zonage rouge impose un principe d'inconstructibilité pour préserver les champs d'expansion de crue d'une part, ne pas créer de nouveaux enjeux exposés au risque d'autre part ;
- Dans les autres zones urbanisées, l'aléa fort emporte un principe d'inconstructibilité (zone rouge) au titre de l'exposition trop importante de nouveaux enjeux au risque. L'aléa modéré emporte un principe de constructibilité avec prescriptions pour permettre le renouvellement urbain en réduisant la vulnérabilité des projets neufs ;
- La zone Violette est une zone inondable par une crue exceptionnelle et peu contrainte en termes de constructibilité. Le règlement du PPRi y définit des recommandations et des interdictions de construction.

Les principes de croisement de la carte d'aléa avec les enjeux tels qu'énoncés ci-avant sont par ailleurs établis en pleine compatibilité avec les différents objectifs fixés par le Plan de Gestion des Risques d'Inondation (PGRI) et le Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) du bassin Rhône Méditerranée, ainsi qu'avec la Stratégie Locale de Gestion des Risques Inondation concernant les fleuves côtiers de la métropole.

3.1.4.2 Représentation cartographique

Ce document présente la cartographie des différentes zones réglementaires. Il permet, pour tout point du territoire communal, de repérer la zone réglementaire à laquelle il appartient et donc d'identifier la réglementation à appliquer.

Le zonage réglementaire est présenté sous forme de cartes au 1/5 000ème. Les limites des zones sont reproduites sur le fond cadastral.

Une carte, intitulée « caractérisation de l'aléa » et un atlas des côtes altimétriques des Plus Hautes Eaux (PHE), précisent l'altitude de la ligne d'eau qui doit être prise en compte pour les projets autorisés (en particulier pour définir la hauteur des premiers planchers).

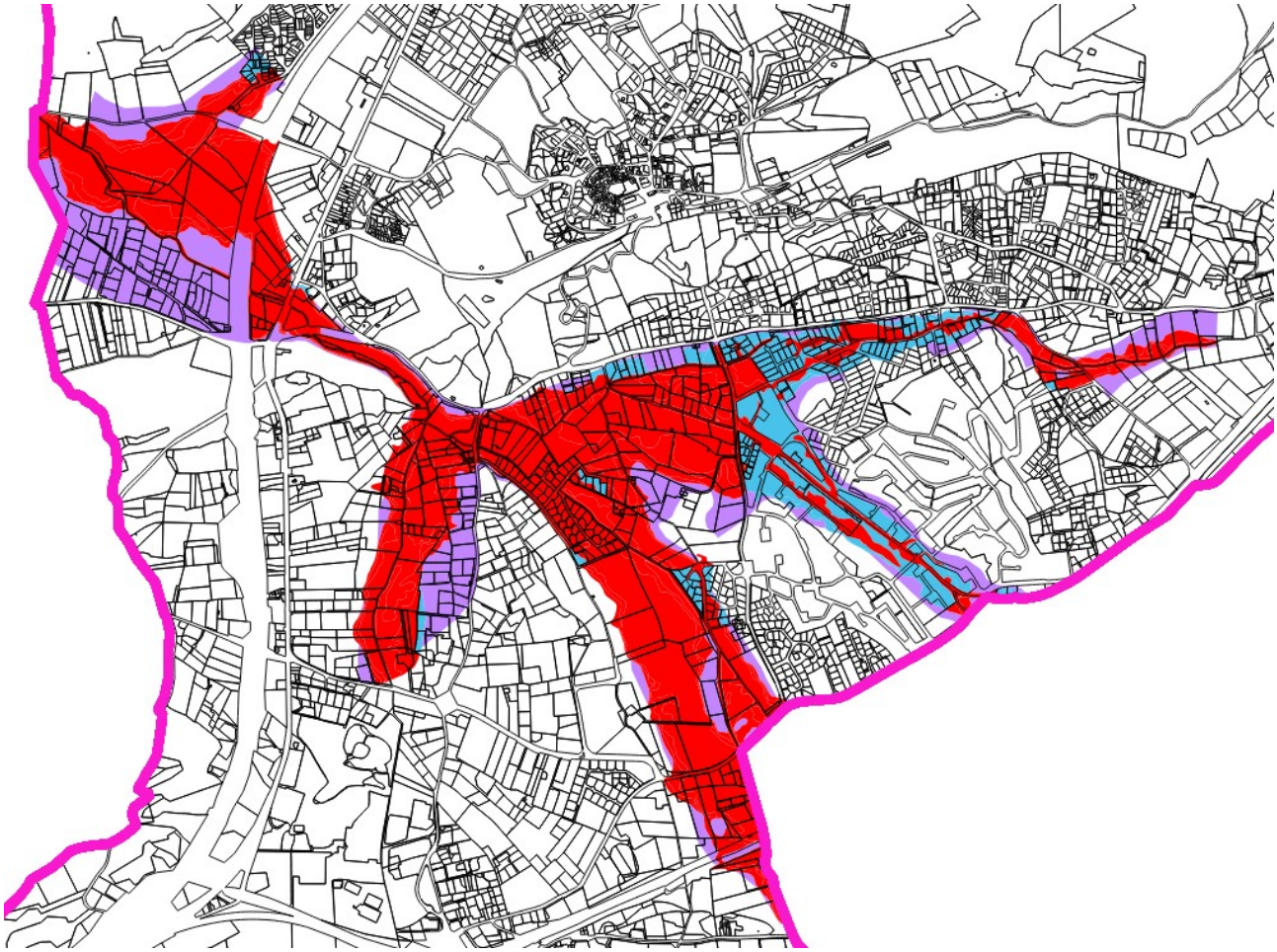


Figure 46 : Zonage réglementaire du présent PPRi sur la commune de Bouc Bel Air



Figure 47 : Extrait de la carte des Plus Hautes Eaux (PHE) du PPRi de la commune de Bouc Bel Air

3.1.4.3 Règlement

Intrinsèquement lié au zonage, le règlement est une pièce opposable du PPRi.

En application des textes mentionnés en 2.3.4, le présent règlement fixe les dispositions applicables:

- aux biens et activités existants ;
- à l'implantation de toute construction ou installation ;
- à l'exécution de tous travaux ;
- à l'exercice de toute activité.

Dans tout le périmètre du PPRi, les conditions définies dans le règlement s'imposent en sus des règles définies au Plan Local d'Urbanisme. Comme le zonage réglementaire, le règlement s'impose en effet à toute personne publique ou privée, même lorsqu'il existe un document d'urbanisme. A ce titre, toute demande d'autorisation d'occupation ou d'utilisation du sol dans le périmètre inondable défini par le PPR devra être accompagnée des éléments d'information permettant d'apprécier la conformité du projet aux règles d'urbanisme instituées par le règlement du PPR.

Le document cadre les dispositions de construction et les mesures sur l'existant à satisfaire en zone inondable, selon le type d'activité et l'intensité de l'aléa. Il définit également des mesures de prévention, de protection et de sauvegarde des biens et des personnes.

Le règlement distingue les projets des travaux sur l'existant :

- Les projets au sens du PPRi correspondent aux projets neufs et interventions sur bien existant (démolition / reconstruction, changement de destination, extension, etc …) ;
- Les mesures sur l'existant font référence à des travaux, imposés ou recommandés par le règlement, à réaliser sur le bâti existant à l'approbation du PPRi et dans les 5 ans à compter de cette date.

Pour les projets, il définit dans chaque type de zone (rouge, bleu foncé, bleu clair, violet) les règles de constructibilité sous les items « admis » et « interdits ». Concernant les constructions existantes, il distingue les zones inondables par la crue centennale de la zone violette correspondant à l'aléa exceptionnel, et y formule un ensemble de prescriptions et de recommandations afin de réduire la vulnérabilité face au risque inondation. Les mesures de prévention, de protection et de sauvegarde sont quant à elles scindées en deux catégories, les prescriptions et les recommandations, sans distinction de zonage.

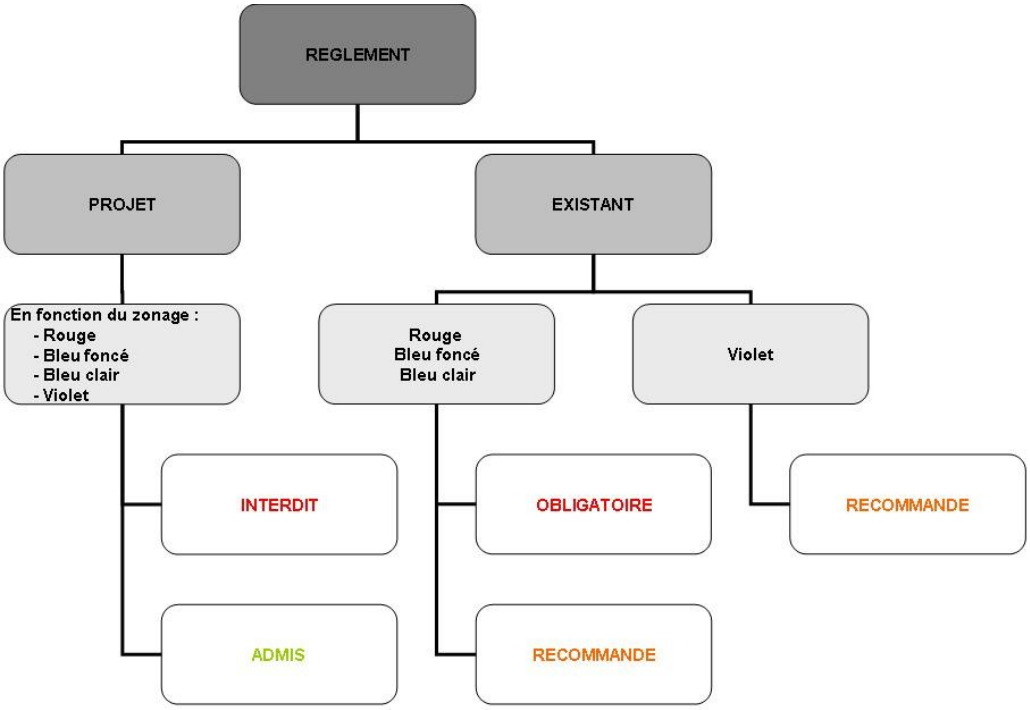


Figure 48 : Structure du règlement de PPRi

Le règlement du PPRi se veut assez précis pour être exhaustif. Malgré la complexité apparente du document, il vise à permettre à chaque projet de trouver aisément les règles de constructibilité qui s'y appliquent.

Le respect des dispositions du PPR :

- relève de l'entière responsabilité des pétitionnaires et des maîtres d'ouvrage.
- conditionne la possibilité pour l'assuré de bénéficier de la réparation des dommages matériels directement occasionnés par l'intensité anormale d'un agent naturel lorsque l'état de catastrophe naturelle sera constaté par arrêté interministériel.

Le non-respect des dispositions du PPRI est puni des peines prévues à l'article L.562-5 du Code de l'Environnement.

3.2 Procédure

3.2.1 Élaboration du PPR

La procédure d'élaboration, prévue par le décret n° 95-1089 du 5 octobre 1995 modifié par le décret 2005-3 du 4 janvier 2005, est codifiée aux articles L.562-1 et s et R. 562-1 et suivants du Code de l'Environnement

Après sa prescription par arrêté préfectoral, les grandes étapes de l'élaboration d'un PPRi sont les suivantes (cf. Annexe 4.1) :

- Association des collectivités concernées
- Concertation publique
- Consultation des Personnes et Organismes Associés
- Enquête publique
- Approbation

Le Préfet de département a prescrit par arrêté du 18 janvier 2019 l'établissement du PPRi pour la commune de Bouc Bel Air (art. R. 562-1 du Code de l'Environnement).

3.2.2 Révision et modification du PPR

Conformément à l'article L. 562-4-1 du Code de l'Environnement introduit par l'article 222 de la loi n°2010-788 du 12 juillet 2010 portant engagement national pour l'environnement, le PPR peut être révisé ou modifié dans les termes suivants :

« I. – Le plan de prévention des risques naturels prévisibles peut être révisé selon les formes de son élaboration.

II. – Le plan de prévention des risques naturels prévisibles peut également être modifié. La procédure de modification est utilisée à condition que la modification envisagée ne porte pas atteinte à l'économie générale du plan. Le dernier alinéa de l'article L. 562-3 n'est pas applicable à la modification. Aux lieux et place de l'enquête publique, le projet de modification et l'exposé de ses motifs sont portés à la connaissance du public en vue de permettre à ce dernier de formuler des observations pendant le délai d'un mois précédant l'approbation par le préfet de la modification. »

3.3 Portée Réglementaire

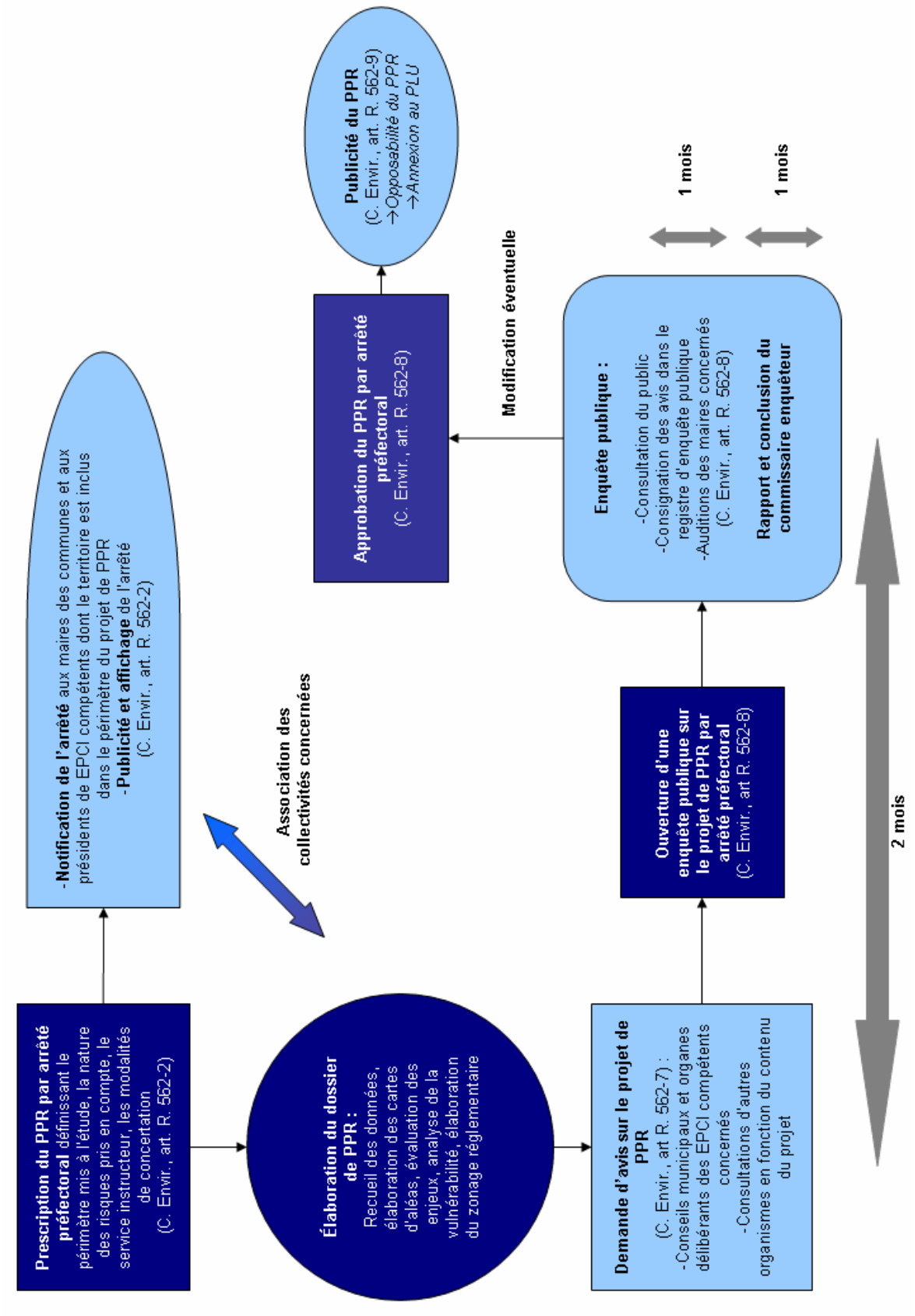
Le PPR vaut servitude d'utilité publique en application de l'article L 562-4 du Code de l'Environnement. Il doit à ce titre être annexé au Plan Local d'Urbanisme (PLU) lorsqu'il existe. Dès lors, le règlement du P.P.R. est opposable à toute personne publique ou privée qui désire entreprendre des constructions, installations, travaux ou activités.

Le PPR s'applique indépendamment des autres dispositions législatives ou réglementaires (POS, PLU, Code de l'Environnement...), qui continuent de s'appliquer par ailleurs dès lors qu'elles ne sont pas en contradiction avec le PPR.

Leur non-respect peut se traduire par des sanctions au titre du Code de l'Urbanisme, du Code Pénal ou du Code des Assurances. Par ailleurs, les assurances ne sont pas tenues d'indemniser ou d'assurer les biens construits et les activités exercées en violation des règles du P.P.R., s'il était en vigueur lors de leur mise en place.

4 ANNEXES

4.1 Schéma d'élaboration d'un PPRN



4.2 Archives INA projetées au cours des réunions de concertation

Identifiant	Titre	Titre collection	Diffusion	Durée	Genre	Descriptif
KPCAA960827	Journal TF1 20h du 27 août 1996	Information	05/02/19	2 min	Information	
KPRAC-MA960827.01	Journal France 20h du 27 août 1996	Information	05/02/19	1,50 min	Information	

4.3 Panneaux exposés dans les mairies pendant la phase de concertation (voir pièces numériques)

4.4 BASSIN VERSANT JOUÏNE - GRAND VALLAT : Étude pour la réduction de l'aléa inondation au droit des lieux habités en tenant compte du fonctionnement naturel des cours d'eau (SABA / INGEROP, 2015).

(Voir pièce numérique)

4.5 Définition de l'aléa inondation sur les communes de Cabriè, Bouc Bel Air et Simiane-Collongue (DDTM 13 / INGEROP, 2017)

(Voir pièce numérique)

4.6 Cartographie du risque inondation concernant le Grand Vallat et la petite Jouïne sur les communes de Bouc Bel Air, Cabriès et Simiane-Collongue – Analyse topographique complémentaire (DDTM 13 / INGEROP, 2018)

(Voir pièce numérique)

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

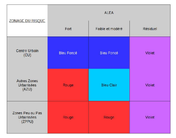
PRÉFET DES
BOUCHES-DU-RHÔNE
Direction départementale
des Territoires et de la Mer

Direction
Départementale
des Teritoires
et de la Mer

16, rue Antoine Zattara
13332 Marseillecedex 3
Tél : 04 91 28 40 40
ddtm13@ddtm13.org

PLAN DE PREVENTION RISQUE NATUREL INONDATION SUR LA COMMUNE DE BOUC-BEL-AIR

CARTE DE ZONAGE REGLEMENTAIRE



- Limite commune
- PARCELLE

Zonage réglementaire
- Rouge
- Bleu Clair
- Résiduel

APPROUVE LE
27 MARS 2020

Edition : AVRIL 2020

Sources :

BD Ortho - IGN
BD Topo - IGN
Cadastre PCI
DDTM 13 / SU / PR

Echelle : 1 / 5000

N
O
E
S

0.2 0 0.2 0.4 0.6 0.8 Km

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

PRÉFET DES
BOUCHES-DU-RHÔNE
Direction départementale
des Territoires et de la Mer

APPROUVE LE 27 MARS 2020

Édition Avril 2020

PLAN DE PREVENTION DES RISQUES NATURELS PREVISIBLES (P.P.R.) INONDATION

Petite Jouïne et Grand Vallat

SUR LA COMMUNE DE Bouc-Bel-Air

(Article L.562-1 du code de l'Environnement)

- 2 - REGLEMENT

sommaire

1.LEXIQUE.....3
2.DISPOSITIONS GÉNÉRALES ET EFFETS DU PPR.....12
3.RÈGLES APPLICABLES AUX PROJETS.....18
TITRE 1 ZONE BLEU CLAIR.....19
TITRE 2 ZONE ROUGE.....27
TITRE 3 ZONE VIOLETTE.....35
4.RÈGLES APPLICABLES AUX CONSTRUCTIONS EXISTANTES.....37
5.MESURES DE PRÉVENTION, DE PROTECTION ET DE SAUVEGARDE.....40
6.ANNEXE.....42

1. Lexique

Le lexique définit les termes ci-dessous **au sens du présent PPRi**. Les termes identifiés dans le corps du règlement par une * renvoient à un terme défini ci-dessous.

Abri ouvert : structure, couverte ou non, ayant au moins une façade ouverte et ne soustrayant de fait aucun volume à la zone inondable.

Aire de stationnement collective : les aires de stationnement ouvertes au public, les dépôts de véhicules susceptibles d'accueillir a minima 10 unités. Les délaissés routiers en bord ne sont pas concernés.

Aléa : probabilité d'apparition d'un phénomène naturel, d'intensité et d'occurrence données, sur un territoire donné. L'aléa est qualifié de résiduel, modéré ou fort (voire très fort) en fonction de plusieurs facteurs : hauteur d'eau, vitesse d'écoulement, temps de submersion, délai de survenance. Ces facteurs sont qualifiés par rapport à l'événement de référence.

Annexe : dépendance contiguë ou séparée d'un bâtiment principal, ayant la fonction de local technique, abri de jardin, appentis, sanitaires, etc... Les garages, réglementés par ailleurs, ne sont pas considérés comme des annexes.

Bassin versant : territoire drainé par un cours d'eau et ses affluents.

Batardeau : barrière anti-inondation amovible.

Bâtiment détruit par l'effet d'une crue : est considéré comme détruit par l'effet d'une crue un bâtiment qui n'a plus de toit et dont au moins un mur porteur s'est écroulé du fait des dégâts causés par la crue. Un bâtiment qui nécessiterait la réparation de dégâts causés par une inondation, autre que ceux cités ci-dessus, n'est pas considéré comme un bâtiment détruit.

Champ d'expansion de crue : secteur non urbanisé ou peu urbanisé situé en zone inondable et participant naturellement au stockage et à l'expansion des volumes d'eau débordés.

Changement d'affectation : création de surface de plancher sur une emprise au sol existante, qui concerne la partie d'un bâtiment dont la destination principale n'est pas modifiée (par exemple : dans une maison individuelle, transformation du garage en chambre à coucher).

Constructions / bâtiments à usage d'activité : Les constructions à usage d'activité désignent l'ensemble des constructions à l'exclusion de celles à destination de l'habitation, d'établissements sensibles, et de bâtiments nécessaires à la gestion de crise. Un établissement recevant du public (ERP) peut donc dans certains cas être un bâtiment à usage d'activité.

Cote NGF : niveau altimétrique d'un terrain ou d'un niveau de submersion, ramené au Nivellement Général de la France (IGN69).

Cote PHE (cote des plus hautes eaux) : cote NGF atteinte par la crue de référence. Cette côte est indiquée dans la plupart des cas sur les plans de zonage réglementaire. Entre deux valeurs, la détermination de cette cote au point considéré pourra faire par interpolation linéaire, par exemple entre les valeurs de deux profils amont et aval. Ces cotes permettent de caler les niveaux de planchers aménagés mais ne sauraient remettre en cause le zonage retenu sur le terrain au regard d'une altimétrie du secteur. La cote de réalisation imposée (par exemple PHE + 20 cm) constitue un minimum.

Cote (terrain naturel) : cote NGF du terrain naturel sans remaniement préalable apporté avant travaux, avant projet.

Crue : période de hautes eaux.

Crue de référence ou **aléa de référence**: On considère comme crue de référence la crue centennale calculée ou bien la crue historique si son débit est supérieur au débit calculé de la crue centennale.

Crue centennale : crue statistique, qui a une chance sur 100 de se produire chaque année.

Crue exceptionnelle : crue modélisée, d'occurrence très supérieure à la crue centennale. Dans le cas du bassin versant des Petite Jouïne et Grand Vallat, elle a été déterminée par doublement des apports hydrologiques de la crue centennale.

Crue historique : crue connue par le passé.

Diagnostic de vulnérabilité : Le diagnostic de vulnérabilité est réalisé par un bureau d'études compétent en la matière et vise à définir les moyens nécessaires à mettre en œuvre pour garantir les objectifs hiérarchisés suivants :

- la sécurité de l'ensemble des personnes accueillies,
- la réduction globale de la vulnérabilité des biens exposés au risque,
- la limitation des impacts sur l'environnement en cas de sinistre,
- la continuité d'activité ou le retour rapide à la normale après une inondation.

Pour cela, il s'attache notamment à :

- identifier les facteurs de vulnérabilité des installations (ouvertures, réseau électrique, chauffage, cloisons, ...),
- définir les travaux, les aménagements et les mesures organisationnelles à mettre en œuvre pour diminuer cette vulnérabilité (techniques sèches, techniques « en eau »,...),
- définir et hiérarchiser différents scénarios d'actions,
- préciser les conditions d'utilisation et d'exploitation optimales pour réduire le risque,
- élaborer des plans de protection en cas de crise.

Les mesures de réduction de vulnérabilité définies par le diagnostic doivent a minima répondre aux objectifs des mesures de mitigation forfaitaires définies dans le présent lexique (cf. définition « mitigation »).

On parle **d'auto-diagnostic** lorsque le diagnostic de vulnérabilité est réalisé par le propriétaire du bâtiment concerné. Dans ce cas, il doit à minima comporter un plan coté du ou des bâtiments sur lequel apparaissent :

- la cote de référence du terrain concerné,
- la cote topographique du terrain naturel,
- la cote topographique des planchers et de l'ensemble des ouvertures.

Dans le cas précis des activités agricoles, un travail spécifique relatif à la réduction de vulnérabilité des exploitations agricoles a été mené dans le cadre du Plan Rhône, qui a abouti à la rédaction de différents outils, guides et brochures, élaborés par l'établissement public Territoire Rhône et les chambres d'agricultures. Ces documents sont disponibles sur le site http://www.planrhone.fr (rubrique : Inondations).

Embâcle : Les embâcles sont des obstructions d'un cours d'eau formées, le plus souvent, par des branches, des troncs, objets et détritus divers. Sont également nommés embâcles les objets et matériaux emportés par les flots, qui participent donc au phénomène d'obstruction.

Emprise au sol : projection verticale au sol de la construction (hors balcon, saillies, loggias, et terrasses au niveau du terrain naturel). Les ouvrages nécessaires à l'accès aux planchers calés à la cote (rampes notamment) ne sont pas comptabilisés dans l'emprise au sol.

Enjeux : personnes, biens, activités, moyens, patrimoines susceptibles d'être affectés par un phénomène naturel.

Établissement recevant du public (ERP) : Les ERP sont définis par l'article R. 123.2 du code de la construction et de l'habitation comme étant tous bâtiments, locaux et enceintes dans lesquels des personnes sont admises soit librement, soit moyennant une rétribution ou une participation quelconque ou dans lesquels sont tenues des réunions ouvertes à tout venant ou sur invitation payante ou non. Sont considérées comme faisant partie du public toutes les personnes admises dans l'établissement à quelque titre que ce soit en plus du personnel.

Il existe plusieurs catégories d'ERP :

- **1ère catégorie :** au-dessus de 1500 personnes,
- **2ème catégorie :** de 701 à 1500 personnes,
- **3ème catégorie :** de 301 à 700 personnes,
- **4ème catégorie :** 300 personnes et en-dessous à l'exception des établissements compris dans la 5ème catégorie,
- **5ème catégorie :** Établissements faisant l'objet de l'article R. 123.14 du code de la construction et de l'habitation dans lesquels l'effectif public n'atteint pas le chiffre fixé par le règlement de sécurité pour chaque type d'exploitation.

Le présent règlement comprend certaines règles spécifiques aux ERP de grandes catégories (1, 2 et 3) dans la mesure où ils sont susceptibles de drainer un très grand nombre de personnes en zones inondables, ce qui rend très complexes les actions de gestion de crise. Les ERP de catégories 4 et 5 ne sont quant à eux pas visés par des règles particulières. Leur sont appliquées les règles relatives à leur usage (activité, hébergement, établissement sensible, établissement stratégique, etc). A titre d'exemple, un local commercial ERP de catégorie 4 se voit appliquer les règles concernant les « locaux d'activités », alors qu'un hôtel ERP de catégorie 4 se voit appliquer les règles concernant les « locaux d'hébergement ».

Établissement sensible : Ensemble des constructions destinées à des publics jeunes, âgés ou dépendants (crèche, halte garderie, établissement scolaire, centre aéré, maison de retraite et résidence-service, établissement spécialisé pour personnes handicapées, hôpital, clinique…), dits publics « sensibles » dans le sens où les dispositifs de gestion de crise à mettre en œuvre pour évacuer leurs occupants en cas de crue sont particulièrement complexes.

Établissement stratégique : Ensemble des bâtiments publics nécessaires à la gestion d'une crise, et notamment ceux utiles à la sécurité civile et au maintien de l'ordre public. Ils incluent par exemple les casernes de pompiers, gendarmeries, bureaux de police municipale ou nationale, salles opérationnelles, centres d'exploitation routiers nécessaires à la gestion de crise, etc.

Extension de construction existante : Au sens du présent règlement, elle s'entend en continuité et/ou en discontinuité avec les bâtiments déjà existants à la date d'approbation du PPRI, sur l'emprise foncière de la construction existante.

L'extension peut être réalisée par :

- l'*extension de l'emprise au sol*, qui constitue une augmentation de l'emprise au sol existante,
- la *surélévation*, qui consiste en la création d'un niveau supplémentaire sans augmentation de l'emprise au sol.

Hauteur d'eau : différence entre de la cote PHE et la cote du terrain naturel.

Habitat léger de loisir : cette appellation regroupe :

- **les caravanes :** véhicules terrestres habitables qui sont destinés à une occupation temporaire ou saisonnière à usage de loisir, qui conservent en permanence des moyens de mobilité leur permettant de se déplacer par eux-mêmes ou d'être déplacés par traction et que le code de la route n'interdit pas de faire circuler.
- **les habitations légères de loisirs** : définies à l'article R. 111-37 du code de l'urbanisme comme des « constructions démontables ou transportables, destinées à une occupation temporaire ou saisonnière à usage de loisir ».
- les **résidences mobiles de loisirs** (dits Mobile-homes): véhicules terrestres habitables qui sont destinés à une occupation temporaire ou saisonnière à usage de loisir, qui conservent des moyens de mobilité leur permettant d'être déplacés par traction mais que le code de la route interdit de faire circuler.

Hébergement : L'hébergement désigne la fonction de tous les locaux « à sommeil » que sont l'habitation et l'hébergement hôtelier (sauf hôpitaux, maisons de retraite, etc … qui dans le cadre du présent règlement relèvent des établissements sensibles). Les gîtes et chambres d'hôtes (définies par le code du tourisme) font partie des locaux d'hébergement.

Pour les hôtels, gîtes et chambres d'hôtes, la création d'une chambre ou d'un gîte supplémentaire est considérée comme la création d'un nouvel hébergement. Par contre, la création d'une chambre supplémentaire dans un logement unifamilial n'est pas la création d'un nouvel hébergement.

Les habitations / logements peuvent comprendre des espaces non dédiés à l'hébergement (par exemple un garage).

Hydrogéomorphologie : étude du fonctionnement hydraulique d'un cours d'eau par analyse et interprétation de la structure des vallées (photo-interprétation, observations de terrain).

Inondation : submersion temporaire, par l'eau, de terres qui ne sont pas submergées en temps normal. Cette notion recouvre les inondations dues aux crues des rivières, des torrents de montagne et des cours d'eau intermittents méditerranéens ainsi que les inondations dues à la mer dans les zones côtières et elle peut exclure les inondations dues aux réseaux d'égouts (source : directive européenne relative à l'évaluation et à la gestion des risques d'inondation n°2007/60/CE).

Mitigation : mise en œuvre de mesures destinées à réduire les dommages associés au risque inondation, afin d'atténuer leur vulnérabilité. Dans le cadre du présent PPRi, les mesures de mitigation à mettre en œuvre sont les suivantes :

- **Équiper** chaque ouvrant situé sous la cote PHE + 20 cm de dispositifs d'étanchéité temporaire dont batardeaux avec une hauteur maximale de 80 cm, colmater définitivement les voies d'eau (fissures, réseaux), rendre étanches les menuiseries et raccordements, poser un clapet anti-retour sur la canalisation de sortie des eaux usées, etc.
- **Constituer** de matériaux insensibles à l'eau les parties d'ouvrages (menuiseries, cloisons, vantaux, revêtements de sols et murs, isolations thermiques et phoniques, etc.) situées au-dessous de la cote PHE + 20 cm,
- **Placer** hors d'eau les **équipements et réseaux sensibles à l'eau** :
  - protéger les équipements de génie climatique, mettre hors d'eau les tableaux de répartitions et coffrets, séparer les réseaux électriques desservant les niveaux exposés et ceux situés au-dessus de la cote PHE + 20 cm, distribuer l'électricité en parapluie à partir du plafond, surélever les prises électriques hors d'eau ou à 1,20 m du plancher, etc.
  - **placer** tout **stockage**, tout matériel et matériau sensibles au-dessus de la cote PHE + 20 cm

Modification de construction : transformation de tout ou partie d'une construction existante, sans augmentation d'emprise, de surface ou de volume (qui relèverait de l'extension), avec ou sans changement de destination.

NGF : Nivellement Général de la France. Il s'agit du réseau de nivellement officiel en France métropolitaine.

Occupation humaine limitée : Une construction, une installation, un espace est considéré comme accueillant une occupation humaine limitée lorsque aucune personne n'y réside ou n'y est affectée à un poste de travail permanent. En particulier, sont exclus de ces espaces les locaux d'hébergements et les bureaux. La présence de personnel dans ces espaces doit être temporaire et ne peut être justifiée que par la mise en œuvre des actions de maintenance, de gestion et de suivi nécessaires au fonctionnement de l'activité qui y aura préalablement été autorisée.

Ouvrant : surface par laquelle l'eau peut s'introduire dans un bâtiment (porte, fenêtre, baie-vitrée...).

PCS : Il s'agit du Plan Communal de Sauvegarde prévu et défini par le décret n°2005-1156 du 13 septembre 2005 pris en application de l'article 13 de la loi du 13 août 2004 relative à la modernisation de la sécurité civile.

Plancher aménagé : ensemble des surfaces habitables ou aménagées où s'exerce une activité quelle que soit sa nature. A titre d'exemple, la dalle constituant la partie inférieure d'un vide sanitaire n'est pas considérée comme un plancher aménagé.

Prévention : ensemble des dispositions à mettre en œuvre pour empêcher, sinon réduire, l'impact d'un phénomène naturel prévisible sur les personnes et les biens.

Projet : tout aménagement, installation ou construction nouveaux, incluant les extensions, mais également les projets d'intervention sur l'existant tels que les modifications ou les changements de destination.

Plan de gestion de crise : L'objectif du plan de gestion de crise d'un site ou d'un établissement est de définir et de formaliser l'ensemble des procédures à mettre en œuvre en cas de danger afin d'assurer :

- l'information des usagers,
- l'alerte et l'évacuation du site,
- la fermeture anticipée de l'établissement,
- la mise en sécurité des personnes,
- la limitation des dommages aux biens,

L'ensemble des mesures est établi en lien avec le Plan Communal de Sauvegarde.

Reconstruction : correspond à la démolition (involontaire dans le cas d'un sinistre ou volontaire dans le cas d'une opération de démolition/reconstruction) et la réédification consécutive d'un bâtiment. La demande de permis de démolir, s'il y a lieu, doit être concomitante avec la demande de construire.

Remblai : exhaussement du sol par apport de matériaux.

Risque d'inondation : combinaison de la probabilité d'une inondation *[aléa]* et des conséquences négatives potentielles pour la santé humaine, l'environnement, le patrimoine culturel et l'activité économique *[enjeux]* associées à une inondation (source : directive européenne relative à l'évaluation et à la gestion des risques d'inondation n°2007/60/CE).

Sous-sol : Il s'agit de la partie de la construction aménagée au-dessous du terrain naturel.

Transparence : Dans le présent règlement désigne la transparence hydraulique, c'est-à-dire le fait de ne pas faire obstacle au libre écoulement des eaux.

Vulnérabilité : conséquences potentielles de l'impact d'un aléa sur des enjeux (populations, bâtiments, infrastructures, etc.) ; notion indispensable en gestion de crise déterminant les réactions probables des populations, leurs capacités à faire face à la crise, les nécessités d'évacuation, etc. Le présent règlement fait à de nombreuses reprises référence à l'augmentation ou à la diminution de vulnérabilité. De cette notion, le présent règlement décline deux aspects distincts :

- la ***vulnérabilité structurelle*** : elle désigne la vulnérabilité d'un bien (construction, installation, ouvrage) ou d'un projet, liée à sa conception, sa construction, son organisation. Il est entre autre possible de la diminuer en mettant en place les mesures de mitigation définies par le présent règlement, ou les mesures définies par un diagnostic de vulnérabilité propre au projet.
- la ***vulnérabilité d'usage*** qui est définie dans une fiche dédiée, en fin de lexique.

Zone refuge : Une zone refuge est un espace permettant aux occupants du bâtiment de se mettre à l'abri dans l'attente de l'arrivée des secours ou de la fin de l'inondation dans de bonnes conditions de sécurité. Elle doit être située au moins 0,20 m au-dessus de la cote de référence. Elle doit être facilement accessible de l'intérieur (unité fonctionnelle) et présenter une issue de secours aisément accessible de l'extérieur pour permettre l'intervention des services de secours et l'évacuation des personnes. Elle doit présenter des conditions de sécurité satisfaisantes et sa conception doit permettre aux personnes de se manifester auprès des équipes de secours.

Dans les cas d'un bâtiment composé de plusieurs étages (logement collectif, bâtiment mixte composé d'activité en rez-de-chaussé et de logements dans les étages, etc.), les parties communes accessibles depuis l'intérieur du bâtiment et situées au-dessus de la cote PHE + 20 cm peuvent constituer une zone refuge* pour les logements et les activités situés en rez-de-chaussée.

La surface minimale réglementaire d'une zone refuge diffère selon la nature de la construction :

- à usage d'habitation, cette surface est de 6 m² au minimum, augmentée de 1 m² par occupant potentiel au delà des 6 premiers occupants,
- à usage d'activité, ou s'agissant de bâtiments utiles à la gestion de crise, la surface réglementaire est calculée en fonction de la capacité d'accueil des locaux à raison de 1 m² par personne. Si le gestionnaire possède un plan d'évacuation (type Plan Particulier de Mise en Sûreté) corrélé au système d'alerte du Plan Communal de Sauvegarde (PCS), cette surface de la zone refuge peut être calculée en fonction du personnel de l'établissement. Dans ce cas, une attestation doit être jointe au permis et visée par le Maire,
- à usage d'établissements sensibles, la surface réglementaire est calculée en fonction de la capacité d'accueil des locaux à raison de 1 m² par personne.

Un étage ou des combles aménagés peuvent tout à fait faire office de zones refuges.

Lorsque la réalisation d'une zone refuge sur un bien existant est une mesure rendue obligatoire par le présent règlement, elle donne droit à une subvention par le Fonds Barnier (cf 6.3). Dans ce cas, seule la surface minimale réglementaire donne droit à la subvention. La réalisation d'une zone refuge s'étudie indépendamment de la réalisation de l'extension par sur-élévation d'une construction existante, réglementée par ailleurs.

DÉFINITION DE LA VULNÉRABILITÉ D'USAGE

L'article R. 151-27 du Code de l'Urbanisme distingue cinq classes de constructions. Chacune de ces classes est divisée en sous-destinations :

- l'habitation : logement, hébergement.

- le commerce et les activités de service : artisanat et commerce de détail, restauration, commerce de gros, activités de services où s'effectue l'accueil d'une clientèle, hébergement hôtelier et touristique, cinéma.

- l'exploitation agricole ou forestière : exploitation agricole, exploitation forestière.

- les équipements d'intérêt collectif et services publics : locaux et bureaux accueillant du public des administrations publiques et assimilés, locaux techniques et industriels des administrations publiques et assimilés, établissements d'enseignement, de santé et d'action sociale, salles d'art et de spectacles, équipements sportifs, autres équipements recevant du public.

- les autres activités des secteurs secondaires ou tertiaires : industrie, entrepôt, bureau, centre de congrès et d'exposition.

Ces classes de sous-destination ont été regroupées ici en fonction de leur vulnérabilité (B, C, D). A été intercalée une catégorie de vulnérabilité spécifique (A) pour les ***établissements stratégiques*** ou ***sensibles***.

A/ *établissements sensibles* et ***établissements stratégiques*.**

B/ *locaux d'hébergement*, qui regroupent les locaux « à sommeil » : logement, hébergement, hébergement hôtelier et touristique, sauf hôpitaux, maisons de retraite... visés au A/. Cette notion correspond à tout l'établissement ou toute la construction, et non aux seules pièces à sommeil. Gîtes et chambres d'hôtes (définies par le code du tourisme) font partie des ***locaux d'hébergement***. Pour les hôtels, gîtes et chambres d'hôtes, la création d'une chambre ou d'un gîte supplémentaire est considérée comme la création d'un nouvel hébergement.

C/ *locaux* d'*activités* : artisanat et commerce de détail, restauration, commerce de gros, activités de services où s'effectue l'accueil d'une clientèle, cinéma, industrie, bureau, centre de congrès et d'exposition hors hébergement.

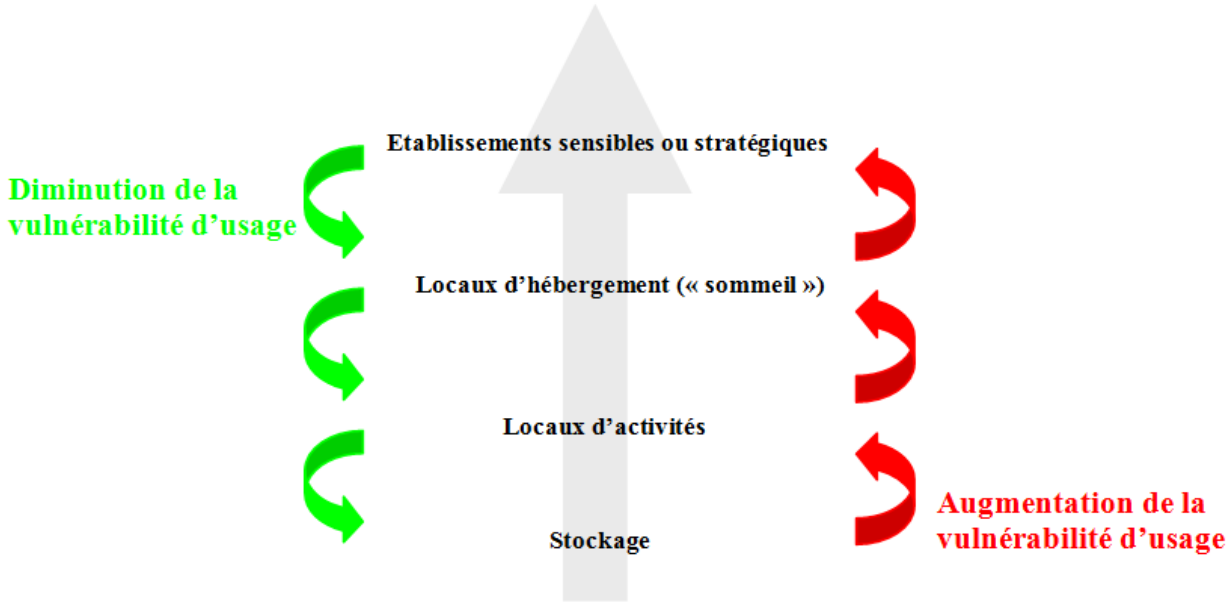
D/ *locaux de stockage* : entrepôt, exploitation agricole ou forestière hors hébergement.

Tout bâtiment rentre donc dans l'une de ces quatre catégories. Les constructions et installations nécessaires aux services publics ou d'intérêt collectif (gymnase, piscine publique, école, mairie, services techniques, caserne, etc.) sont rattachées aux catégories de locaux correspondants (par exemple, les crèches et bâtiments scolaires sont des établissements recevant des populations vulnérables, les casernes et services techniques relèvent des ***établissements stratégiques***, les gymnases et piscines publiques appartiennent aux locaux d'activité).

(Il est utile de noter que le fait qu'une construction soit un ERP n'intervient pas dans cette catégorisation)

La hiérarchie suivante, par ordre décroissant de vulnérabilité, permet de définir l'échelle de **vulnérabilité d'usage**: A > B > C > D.

Augmentation de la vulnérabilité d'usage : le règlement indique que certains travaux sont admis « sous réserve de ne pas augmenter la vulnérabilité d'usage ». Sera considéré comme augmentation de la vulnérabilité d'usage un changement de destination ou une démolition/reconstruction induisant une augmentation de la catégorie de vulnérabilité ou la transformation d'un logement en plusieurs logements.



Par exemple, la transformation d'une remise en commerce, d'un bureau en habitation vont dans le sens de l'augmentation de la vulnérabilité d'usage, tandis que la transformation d'un logement en commerce réduit cette vulnérabilité d'usage.

A noter :

- ✔ Au regard de la vulnérabilité, un hôtel, qui prévoit un hébergement, est comparable à l'habitation, tandis qu'un restaurant relève de l'activité type commerce.
- ✔ Bien que ne changeant pas de catégorie de vulnérabilité (B), la transformation d'un logement en plusieurs logements accroît la vulnérabilité.

2. Dispositions générales et effets du PPR

Titre 1. Dispositions générales

Article 1 : Cadre réglementaire :

Les articles L.562-1 à L.562-9 du Code de l'Environnement sont applicables aux plans de prévention des risques naturels (PPRn). Ces articles codifient les dispositions de la loi n° 87-565 du 22 juillet 1987, relative à l'organisation de la sécurité civile, à la protection de la forêt contre l'incendie et à la prévention des risques naturels majeurs, elle-même modifiée par la loi n°95-101 du 2 février 1995, relative au renforcement de la protection de l'environnement et par la loi n°2004-811 du 13 août 2004 de modernisation de la sécurité civile.

La loi n° 2003-699 du 30 juillet 2003 relative à la prévention des risques technologiques et naturels et la réparation des dommages vient renforcer la concertation et l'information du public ainsi que la prévention des risques à la source. Elle tend à accroître la maîtrise de l'urbanisation dans les zones à risques et permet de mieux garantir l'indemnisation des victimes.

Le titre V de la loi n° 2010-788 du 12 juillet 2010 portant engagement national pour l'environnement, dite Loi Grenelle 2, est venu modifier certaines dispositions applicables aux PPRn. Les articles R. 562-1 à R. 562-10 du Code de l'environnement précisent les modalités d'application de ces nouvelles dispositions.

Le Plan de Prévention des Risques naturels pour les inondations (PPRi) sur la commune de Bouc-Bel-Air a été prescrit par arrêté du 18 janvier 2019.

Article 2 : Champ d'application territorial :

Ce PPRi s'applique sur une partie du territoire de la commune de Bouc-Bel-Air et détermine selon les différentes zones du zonage réglementaire les prescriptions à mettre en œuvre contre le risque d'inondation provoqué par des crues de la Petite Jouïne et du Grand Vallat.

Article 3 : Objectifs majeurs du PPRi et principes de zonage :

Le PPRi détermine les mesures de prévention à mettre en œuvre pour le risque naturel prévisible inondation, afin de :

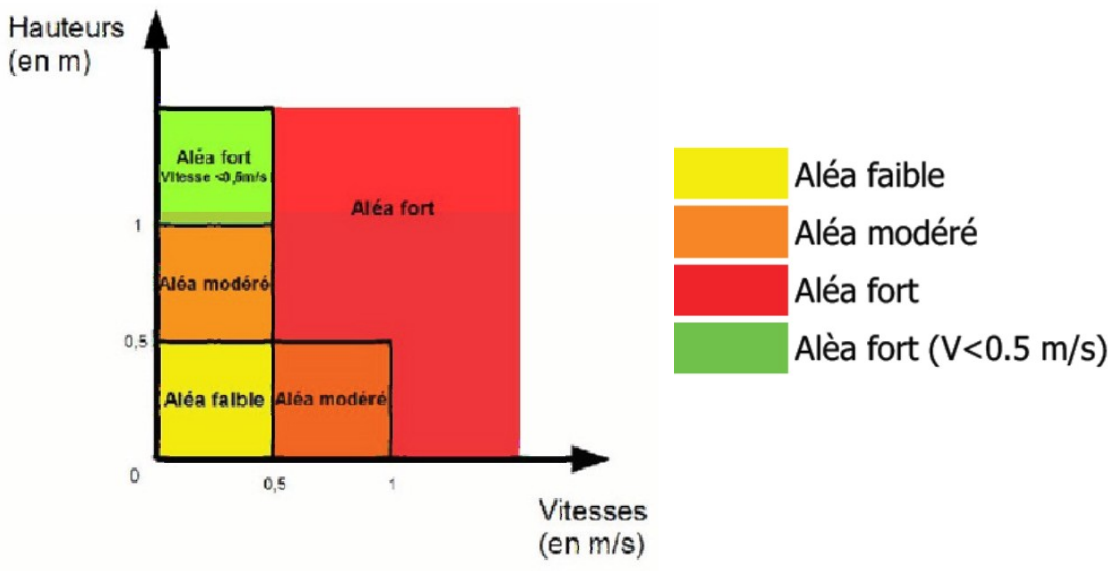
- Préserver les vies humaines,
- Réduire la vulnérabilité globale des biens et le coût des dommages,
- Faciliter la gestion de crise et le retour à la normale après la crue,

En application des textes mentionnés ci-dessus, le présent règlement fixe les dispositions applicables:

- aux biens et activités existants,
- à l'implantation de toute construction ou installation,
- à l'exécution de tous travaux,
- à l'exercice de toute activité.

Le zonage réglementaire des PPRi est élaboré, d'une part, en application des textes et des principes précédemment évoqués et, d'autre part, par analyse du contexte local. Il résulte du croisement de deux variables principales que sont (cf. rapport de présentation) :

- La caractérisation de **l'aléa** qui résulte de l'inondation due aux débordements de la Petite Jouïne et du Grand Vallat, et qui est fonction de :
  - la probabilité d'occurrence de la crue qui amène à distinguer :
    - l'**enveloppe de la crue de référence** qui représente l'enveloppe maximale des inondations pour un événement d'occurrence centennale. Dans cette zone est définie la **cote PHE** (Plus Hautes Eaux), qui correspond au niveau d'eau maximal atteint par la crue de référence (cf. lexique).
    - la zone dite d' « **aléa résiduel** » qui correspond à la zone comprise entre l'enveloppe de la crue de référence et la crue exceptionnelle.
  - l'intensité de l'aléa résultant du croisement entre les valeurs de hauteur d'eau et de vitesse d'écoulement selon la grille de croisement suivante :



Les enjeux, qui représentent la constitution du territoire à la date d'approbation du PPRi. Ils traduisent le mode d'occupation du sol et comprennent :

- les espaces urbanisés au sein desquels on trouve : les centres urbains (**CU**) qui se caractérisent notamment par leur histoire, une occupation du sol de fait importante, une continuité bâtie et une mixité des usages entre logements, commerces et services,
- les autres zones urbanisées (**AZU**), résidentielles, industrielles, commerciales ou mixtes, qui ne présentent pas les mêmes caractéristiques d'historicité, de densité, de continuité et de mixité du bâti,
- les zones peu ou pas urbanisées (**ZPPU**) comme les zones naturelles, les terres agricoles, peu bâties, espaces verts, terrains de sport, etc.

Le croisement de ces deux variables permet de définir le risque, et de déterminer le zonage réglementaire selon le tableau suivant :

	ZPPU	zones urbanisées	
		AZU	CU
aléa fort	rouge	rouge	bleu foncé
aléa modéré	rouge	bleu clair	bleu foncé
aléa résiduel	violet	violet	violet

Les tons **bleus** correspondent aux zones où s'applique un **principe général de constructibilité sous condition** :

- la zone BLEU FONCE : les secteurs de centre urbain (CU) soumis à un aléa fort ou modéré,
- la zone BLEU CLAIR : les secteurs d'Autre Zone Urbanisée (AZU) soumis à un aléa modéré,
- la zone VIOLETTE : les secteurs d'aléa résiduel.

La zone ROUGE regroupe les secteurs où s'applique un **principe général d'inconstructibilité** (sauf exceptions) : les zones peu ou pas urbanisées (ZPPU) dès lors qu'elles sont inondables pour l'aléa de référence, et les secteurs d'Autre Zone Urbanisée (AZU) soumis à un aléa fort.

Les zones décrites ci-dessus permettent de constituer le zonage réglementaire (pièce 2.1 du dossier) qui est présenté sous forme de cartes au 1/5 000ème qui font partie des pièces réglementaires du PPRi.

Sur la commune de Bouc-Bel-Air, le zonage réglementaire est constitué d'une planche au format A0.

Article 4 : Définition des niveaux d'aléa et des cotes PHE :

Les règles définies par le présent règlement (Chapitre 3 et 4) peuvent faire référence :

- au niveau d'aléa (faible à modéré, modéré et fort),
- à la cote PHE* (niveau exprimé en mètre NGF).

En tout point des secteurs concernés par le présent règlement, ces deux informations sont disponibles sur les cartes au 1/5000ème « Cartographie de l'aléa » et « Cartographie des cotes des plus hautes eaux (PHE) de la crue de référence» (pièce 2.2 du dossier) qui font partie des pièces réglementaires du PPRi.

Sur la commune de Bouc-Bel-Air, ces deux jeux de cartes sont constitués d'une planche au format A0.

Article 5 : Reconstruction d'un bâtiment détruit par un sinistre :

Dans les conditions de l'article L.111-15 du code de l'urbanisme et conformément à la décision du conseil d'État n° 271270 du 23 février 2005 selon laquelle « le législateur n'a pas entendu donner le droit de reconstruire un bâtiment dont les occupants seraient exposés à un risque certain et prévisible de nature à mettre gravement en danger leur sécurité. Il en va notamment ainsi lorsque c'est la réalisation d'un tel risque qui a été à l'origine de la destruction du bâtiment pour la reconstruction duquel le permis est demandé », la reconstruction à l'identique suite à destruction par inondation sera interdite, à l'exception des bâtiments protégés au titre du patrimoine. Ce principe est rappelé dans les règles du chapitre 3.

La réparation des dégâts sur les bâtiments occasionnés par d'éventuelles inondations sera donc possible, hormis dans les cas de destruction (plus de toit et au moins un mur porteur écroulé) pour lesquels la reconstruction sera interdite.

Lorsque la démolition est due à un sinistre autre que l'inondation (incendie par exemple), le droit à la reconstruction à l'identique n'est pas remis en cause par le présent PPRi. Dans ce cas, la mise en œuvre des mesures de réduction de vulnérabilité définies aux articles « Concernant les reconstructions de bâtiments existants » du chapitre 3 sont toutefois vivement recommandées.

Titre 2. Effets du Plan de Prévention des Risques

Le PPRi s'applique sans préjudice de l'application des autres législations et réglementations en vigueur, notamment les Codes de l'Urbanisme, de l'Environnement (en particulier loi sur l'eau, réglementation ICPE), de la Construction et de l'Habitation, Forestier, Rural et le Code général des Collectivités Territoriales, les documents d'urbanisme, les zonages d'assainissement communaux, etc.

Le PPRi approuvé vaut **servitude d'utilité publique** (article L.562-4 du Code de l'Environnement). A ce titre, il doit être annexé au Plan Local d'Urbanisme (PLU) anciennement Plan d'Occupation des Sols (POS), conformément à l'article L.151-43 du Code de l'Urbanisme.

Dans tout le périmètre du PPRi, les conditions ci-après s'imposent aux règles d'urbanisme (PLU, PLUi).

Le règlement et le zonage réglementaire s'imposent à toute personne publique ou privée, même lorsqu'il existe un document d'urbanisme.

Toute demande d'autorisation d'occupation ou d'utilisation du sol dans le périmètre inondable défini par le PPR devra être accompagnée des éléments d'information permettant d'apprécier la conformité du projet aux règles d'urbanisme instituées par le règlement du PPR.

Conformément à l'article R.431-9 du Code de l'Urbanisme, « lorsque le projet est situé dans une zone inondable délimitée par un plan de prévention des risques, les cotes du plan de masse sont rattachées au système altimétrique de référence de ce plan ». Dans le cadre du présent PPRi, il s'agit du Nivellement Général de la France (NGF), système altimétrique dans lequel devront être affichées la cote du terrain naturel (TN), la cote de référence et la cote des différents niveaux de planchers bâtis.

Conformément à l'article R.431-16 du Code de l'Urbanisme, lorsque la réalisation d'une étude préalable permettant de déterminer les conditions de réalisation, d'utilisation ou d'exploitation d'un projet est requise au titre du présent règlement, une attestation établie par l'architecte du projet ou par un expert certifiant la réalisation de cette étude et constatant que le projet prend en compte ces conditions au stade de la conception devra être jointe au dossier de demande de permis de construire. Cette attestation devra être établie lorsqu'un diagnostic de vulnérabilité est demandé. Ces études sont à la charge du maître d'ouvrage et doivent être réalisées et signées par un bureau d'étude compétent (architecte du projet ou expert). Les maîtres d'ouvrage ont l'obligation de respecter les mesures préconisées par ces études et d'effectuer les travaux requis dans un délai de cinq ans à compter de la date d'approbation du PPRi.

La date de référence pour les « constructions existantes » visées dans le Chapitre 4 est celle de l'approbation du présent PPRi. Les biens et activités existants, régulièrement construits ou exercés antérieurement à la publication du PPRi continuent de bénéficier du régime général de garantie prévu par la loi. En application de l'article R.562-5 du Code de l'Environnement, les mesures de prévention prévues par le PPRi concernant les biens existants antérieurement à la publication de ce plan ne peuvent entraîner un coût supérieur à 10% de la valeur vénale ou estimée des biens à la date d'approbation du présent PPRi.

Le respect des dispositions du PPR :

- relève de l'**entière responsabilité des pétitionnaires et des maîtres d'ouvrage**.
- conditionne la possibilité pour l'assuré de bénéficier de la réparation des dommages matériels directement occasionnés par l'intensité anormale d'un agent naturel lorsque l'état de catastrophe naturelle sera constaté par arrêté interministériel.

Enfin, le non-respect des dispositions du PPRi est puni des peines prévues à l'article L.562-5 du code de l'environnement.

3. Règles applicables aux projets

Est désigné par « projet » tout aménagement, ouvrage, installation, exploitation ou construction nouvelle. Ceci inclut les projets d'intervention sur l'existant tels les changements de destination, les extensions et les reconstructions, et ce qu'ils soient soumis ou non à la nécessité d'une déclaration préalable ou de l'obtention d'un permis de construire.

De manière générale, tout projet doit être conçu de façon à ne pas aggraver le risque inondation, sur le site-même du projet et sur les sites environnants.

Pour cela, les projets seront conçus, réalisés et exploités de manière à :

- assurer une **transparence hydraulique optimale**,
- **limiter autant que possible les obstacles à l'écoulement des eaux** (par exemple en positionnant l'axe principal des installations dans le sens du plus grand écoulement des eaux),
- **présenter une résistance suffisante** aux pressions (ancrage, amarrage...) et aux écoulements jusqu'à la crue de référence,
- ne pas induire de phénomènes d'affouillement des berges naturelles ou de mettre en danger la stabilité des talus de rives.

Au-delà des règles détaillées qui constituent les paragraphes suivants, le constat de non-respect des objectifs cités ci-dessus peut justifier un refus de délivrer une autorisation d'urbanisme sur la base de l'article R.111-2 du code de l'Urbanisme, qui permet de refuser un projet ou de l'assortir de prescriptions spéciales s'il est de nature à aggraver les risques.

Lorsque la possibilité de construire ou d'étendre d'une construction existante est limitée (20 m², 20 % de l'emprise au sol...), cette possibilité n'est ouverte qu'une seule fois à partir de la date d'approbation du document.

Les termes repérés par une * sont définis dans le lexique du présent règlement.

Titre 1 ZONE BLEU CLAIR

Article 1 : Sont interdits :

(a) Tous les projets non autorisés à l'article 2

(b) La création d'Établissements Recevant du Public ***(ERP) de 1ère, 2ème et 3ème catégorie***, d'***établissements sensibles**** et d'***établissements stratégiques****, à l'exception des dérogations mentionnées à l'article 2.

(c) La ***reconstruction*** des biens détruits par l'effet d'une crue*.

(d) La création ou l'extension d'***aires de camping*** ou ***de caravanage***, d'***aires d'accueil des gens du voyage***, de ***parcs résidentiels de loisirs*** ainsi que l'augmentation de leurs capacités d'accueil ou du nombre d'emplacements des aires existantes.

(e) L'implantation d'***habitats légers de loisirs****.

(f) La création ou l'aménagement de ***sous-sols***, à l'exception des dérogations mentionnées à l'article 2.

(g) La création de ***déchetteries***.

(h) Tous ***dépôts de matériaux*** et conditionnements susceptibles d'être emportés, de gêner les écoulements ou de polluer les eaux en cas de crue, et en particulier les décharges, dépôts d'ordures, de déchets ou de produits dangereux ou polluants.

(i) Les ***remblais**** sauf s'ils sont nécessaires aux projets autorisés (notamment sous la construction, pour les nécessités techniques d'accès et pour les opérations de réduction de la vulnérabilité définies au chapitre 4)

Article 2 : Sont admis :

L'emprise au sol* de la construction sur la partie inondable du terrain support du projet est limitée : elle doit être inférieure à **30** % de cette surface inondable, ou jusqu'à **50 %** si cette emprise supplémentaire est conçue de telle sorte qu'elle réponde à l'objectif de transparence* hydraulique (construction sur pilotis ou vide sanitaire transparent par exemple).

Sous réserve du respect de la règle ci-dessus, sont admis :

(a) Les ***travaux de mise aux normes*** (sécurité incendie, sanitaire, accessibilité, etc.) des biens et des activités, y compris des locaux sanitaires des aires de camping caravanage et des aires d'accueil des gens du voyage.

Concernant les CREATIONS DE BATIMENTS NEUFS EX-NIHILO :

(b) ***La création de locaux d'hébergement*** sous réserve que le 1er plancher aménagé* soit calé au minimum à la cote PHE + 20 cm.

A l'occasion de ces travaux, il est **nécessaire** de mettre en œuvre **les mesures de mitigation***.

(c) ***La création de locaux d'activités**** ou ***des locaux de stockage*** sous réserve que le 1er plancher aménagé soit calé au minimum à la cote PHE + 20 cm.

A l'occasion de ces travaux, il est **nécessaire** de mettre en œuvre **les mesures de mitigation***.

(d) Par exception à l'article 1 du présent Titre, **et uniquement en cas d'impossibilité d'implantation alternative en dehors de la zone inondable**, la ***création*** (y compris par changement de destination) d'***établissements sensibles*** ou ***stratégiques*** sous réserve :

- de la réalisation d'un diagnostic de vulnérabilité définissant notamment les mesures d'information, d'alerte et de gestion de crise à mettre en œuvre pour assurer la sécurité des occupants. En particulier, le diagnostic doit définir un plan d'évacuation vers la zone non inondable sans transit par des zones d'aléa fort,
- que le premier plancher aménagé* soit construit à PHE + 20 cm.

A l'occasion de ces travaux, il est **nécessaire** de mettre en œuvre **les mesures de mitigation***.

(e) La création d'***annexes**** dans la limite de 10 m² (emprise au sol*) au niveau du terrain naturel, une seule fois à compter de la date d'approbation du présent PPRi.

Concernant les INTERVENTIONS SUR LES BATIMENTS EXISTANTS (extension, changement de destination, modification, ...) :

(f) L'***extension*** (*y compris par sur-élévation, changement de destination ou création de surface de plancher)* dans la limite de 20 % d'emprise au sol* et de 20 % de l'effectif des ***établissements sensibles**** et des ***établissements stratégiques**** sous réserve :

- que le 1er plancher aménagé* constituant l'extension soit calé au minimum à la cote PHE + 20 cm,
- d'une diminution globale de la vulnérabilité structurelle* (diagnostic de vulnérabilité à établir).

(g) L'***extension*** (*y compris par sur-élévation, changement de destination ou création de surface de plancher)* dans la limite de 20 % d'emprise au sol et de 20 % de l'effectif des ***ERP de 1ère, 2ème et 3ème catégorie*** *(y compris au niveau du plancher existant),* sous réserve d'une réduction globale de la vulnérabilité structurelle* (diagnostic à établir) qui devra notamment justifier d'un accès depuis l'intérieur à une zone refuge située au-dessus de la cote PHE + 20 cm.

(h) ***L'extension*** *(y compris par sur-élévation,)* ***des locaux d'hébergement*** sous réserve que le 1er plancher aménagé* constituant l'extension soit calé au minimum à la cote PHE + 20 cm.

*L'**extension de l'emprise au sol des locaux d'hébergement*** est admise ***au niveau du plancher existant*** dans la limite de 20 m² supplémentaires, sous réserve de disposer d'un accès depuis l'intérieur à une zone refuge située au-dessus de la cote PHE + 20 cm ou si l'extension est nécessaire à la création d'une zone refuge*.

A l'occasion de ces travaux, il est **nécessaire** de mettre en œuvre **les mesures de mitigation***.

(i) ***L'extension des locaux d'activités**** ou ***des locaux de stockage*** sous réserve que le 1er plancher aménagé constituant l'extension soit calé au minimum à la cote PHE + 20 cm.

*L'**extension de l'emprise au sol des locaux d'activités**** ou ***des locaux de stockage*** est admise ***au niveau du plancher existant*** dans la limite de 20 % d'emprise au sol supplémentaire et sous réserve de disposer d'un accès depuis l'intérieur à une zone refuge située au-dessus de la cote PHE + 20 cm.

A l'occasion de ces travaux, il est **nécessaire** de mettre en œuvre **les mesures de mitigation***.

(j) Le ***changement de destination sans augmentation de la vulnérabilité d'usage* au niveau du plancher existant***

(k) ***Le changement de destination*** allant dans le sens d'une augmentation de la vulnérabilité d'usage* sous réserve :

- de ne pas créer d'ERP de 1ère, 2ème et 3ème catégories, d'établissements sensibles ou d'établissements stratégiques,
- que le 1er plancher aménagé soit calé au minimum à la cote PHE + 20 cm.

(l) Par exception à l'article *(j)*, ***la <u>création d'hébergements</u> au niveau du plancher existant (<u>par changement de destination ou par changement d'affectation)</u>*** dans la limite de 20 m² d'emprise au sol sous réserve de disposer d'un accès depuis l'intérieur à une zone refuge située au-dessus de la cote PHE + 20 cm.

Cette disposition n'est pas cumulative avec celle relative aux extensions au sol.

A l'occasion de ces travaux, il est **nécessaire** de mettre en œuvre **les mesures de mitigation***.

(m) La création d'***<u>ouvertures</u> :***

- ***au-dessus de la cote PHE + 20 cm,***
- ***au-dessous la cote PHE +20 cm*** sous réserve d'équiper tous les ouvrants de batardeaux* (hauteur maximale de 80 cm), de ne pas créer de nouvelle communication avec un sous-sol existant.

<u>Concernant les RECONSTRUCTIONS DE BATIMENTS EXISTANTS :</u>

(n) La ***reconstruction à l'identique des bâtiments détruits par un sinistre autre que l'inondation*** (incendie par exemple). Dans ce cas, il est vivement recommandé :

- d'établir un diagnostic de vulnérabilité permettant de diminuer la vulnérabilité structurelle,
- que le 1er plancher aménagé* soit calé au minimum à la cote PHE + 20 cm.

(o) La ***reconstruction*** des Établissements Recevant du Public ***<u>(ERP) de 1ère, 2ème et 3ème catégorie</u>***, des ***<u>établissements sensibles</u>*** et des ***<u>établissements stratégiques</u>*** sous réserve :

- d'une diminution globale de la vulnérabilité structurelle* (diagnostic de vulnérabilité à établir),
- que l'emprise au sol projetée à l'échelle de l'unité foncière et la capacité d'accueil ne soient pas augmentées, ***sauf extension autorisée*** (voir alinéas *(f)* et *(g)*),
- que le 1er plancher aménagé* soit calé au minimum à la cote PHE + 20 cm.

(p) La reconstruction des ***<u>bâtiments</u>*** (à l'exception de ceux cités au *(o)* ci-dessus) sous réserve que le 1er plancher aménagé* soit calé au minimum à la cote PHE + 20 cm.

A l'occasion de ces travaux, il est **nécessaire** de mettre en œuvre **les mesures de mitigation***.

<u>Concernant le STATIONNEMENT DES VEHICULES :</u>

(q) Dans le cadre d'un bâtiment d'habitation, la création de ***<u>garages fermés</u>***, dans la limite de 20 m² d'emprise au sol* par logement sur l'unité foncière.

La sur-élévation du plancher du garage est vivement recommandée.

(r) La ***matérialisation au sol d'emplacements de stationnement*** dans le cadre d'un projet de construction ou d'aménagement urbain.

(s) La création de ***parkings silos***, sans limite d'emprise au sol, sous réserve :

- que le 1er plancher aménagé soit calé au minimum à la cote PHE + 20 cm,
- qu'il n'y ait pas de volume bâti sous la cote PHE + 20 cm (à l'exception des éléments de structure),
- que tous les équipements sensibles à l'eau soient situés au-dessus de la cote PHE + 20 cm,
- que les structures présentent une résistance suffisante aux pressions (ancrage, amarrage, …) et aux écoulements jusqu'à la crue de référence,
- que le site fasse l'objet d'un affichage et d'un ***plan de gestion de crise**** permettant d'organiser l'évacuation ou la fermeture d'urgence en cas d'alerte. A noter que ces structures peuvent également être identifiées comme des « parkings refuges ».

(t) La création ou l'extension d'***aires de stationnement collectives**** sous réserve :

- que le site fasse l'objet d'un affichage et d'un ***plan de gestion de crise**** permettant d'organiser l'évacuation ou la fermeture d'urgence en cas d'alerte,
- pour les aires non bâties, que les places de stationnement soient équipées de dispositifs anti-emportement.

On recherchera toutefois des solutions alternatives en vue d'implanter les aires de stationnement collectives dans des zones d'aléa plus faibles.

La sur-élévation du plancher des aires de stationnement fermées est vivement recommandée.

(u) Par dérogation, la ***création d'aires de stationnement collectives**** ***souterraines*** peut être autorisée sous réserve :

- que les accès et émergences soient implantés au minimum à la cote PHE + 50 cm,
- qu'une étanchéité suffisante et des moyens d'assèchement adéquats soient mis en œuvre,
- que le site fasse l'objet d'un affichage et d'un plan de gestion de crise* permettant d'organiser l'évacuation ou la fermeture d'urgence en cas d'alerte.

Concernant les AUTRES PROJETS :

(v) La création ou modification de ***clôtures***, à condition d'en assurer la transparence* hydraulique.

(w) La création de ***structures ouvertes*** (auvents, préaux, halles publiques, manèges équestres, etc.) est admise au niveau du terrain naturel à condition qu'elles soient ouvertes sur au moins 75 % de leur périmètre afin de favoriser le libre écoulement des eaux

(x) La création de ***piscines individuelles enterrées affleurantes*** sous réserve :

- que les margelles se situent au niveau du terrain naturel (murets et rehaussements interdits),
- qu'un dispositif permanent de balisage du bassin soit mis en place pour assurer la sécurité des personnes et des services de secours (ex : piquets aux quatre coins d'une hauteur supérieure à 1 m, barrières, etc.),
- que le local technique soit enterré ou à défaut ne dépasse pas 1 m².

(y) Les ***aménagements publics légers***, tels que le mobilier urbain, sous réserve d'être ancrés au sol.

(z) Les ***aménagements temporaires***, démontables ou mobiles, ***relatifs aux activités le long des berges et à leur sécurité,*** ou ***nécessaires à l'organisation de manifestations événementielles temporaires***, à l'exclusion des équipements destinés à l'hébergement ou au camping. Le site doit faire l'objet d'un affichage et d'un plan de gestion de crise* appropriés permettant d'assurer, en outre, le démontage et le transport anticipés des installations hors zone à risque, dans un délai de 24 heures, au vu des prévisions de montée des eaux.

(aa) Les travaux d'***aménagements sportifs*** et ***d'équipements légers d'animation et de loisirs*** de plein air ouverts au public.

L'implantation de ***tribunes*** est autorisée sous réserve qu'elles ne fassent pas obstacle à l'écoulement des eaux.

Les éventuels remblais nécessaires à ces aménagements doivent impérativement être compensés et ne pas avoir d'impact sur l'écoulement des crues.

Est également autorisée la création de surfaces de plancher pour des locaux non habités et strictement nécessaires à ces activités sportives, d'animation et de loisirs tels que sanitaires, vestiaires, locaux à matériels, dans la limite de 100 m² d'emprise au sol et sous réserve que la surface des premiers planchers aménagés* soit calée à la cote PHE + 20 cm. L'utilisation de ces installations à des fins d'hébergement ou de restauration, même occasionnelle, est interdite. Le site doit faire l'objet d'un affichage et d'un plan de gestion de crise* appropriés.

(ab) Les ***constructions et installations techniques*** liées à la gestion et à l'utilisation des cours d'eau, à l'exploitation des captages d'eau potable et aux réseaux publics ou d'intérêt général et collectif (eau, énergies, télécommunication, pipe-line, réseaux d'irrigation ou d'assainissement agricole...etc…), peuvent être autorisées à condition de limiter au maximum leur impact. Elles ne peuvent faire l'objet que d'une occupation humaine limitée. Elles doivent être conçues et réalisées de manière à limiter les dommages structurels en cas de crue : étanchéité, résistance à la pression hydraulique, stabilité des ouvrages.

Les équipements sensibles à l'eau (tels que les transformateurs, les postes de distribution, les relais et antennes, etc.) doivent être situés au minimum à la cote PHE + 20 cm.

En ce qui concerne les réseaux d'irrigation ou d'assainissement agricole, leur vulnérabilité à la crue ainsi que les mesures de réduction de vulnérabilité* adaptées seront définies de manière proportionnée en fonction des enjeux concernés.

Les ***infrastructures publiques de transport***, y compris les installations, les équipements et les constructions nécessaires à leur fonctionnement, exploitation et entretien, peuvent être autorisées dans le respect des règles du Code de l'Environnement. Les premiers planchers aménagés* des constructions doivent être implantés au dessus de la PHE + 20 cm.

Les ouvrages publics de protection et d'aménagement contre les crues ainsi que les travaux de gestion et d'aménagement du cours d'eau peuvent être autorisés, dans le respect des dispositions du Code de l'Environnement.

(ac) La ***création de stations d'épuration*** est interdite en zones inondables. Toutefois, en cas d'impossibilité technique, une dérogation peut être accordée si le maître d'ouvrage justifie, par un bilan des contraintes techniques, financières et environnementales, qu'il n'existe pas de possibilité d'implantation alternative en dehors de la zone inondable ; le projet doit alors garantir la sauvegarde de l'équipement pour la *crue de référence* : la station d'épuration ne doit pas être ruinée ni submergée et doit être conçue pour garder un fonctionnement normal sans interruption lors de l'événement (cf. l'arrêté du 22/06/2007 sur l'implantation des stations d'épuration en zone inondable). Cette règle s'applique également à l'***extension et à la mise aux normes des stations d'épuration existantes***. Ces conditions impliquent a minima que :

- tous les locaux techniques doivent être calés au-dessus de la cote PHE + 20 cm,
- tous les bassins épuratoires et systèmes de traitement (primaires et secondaires) doivent être étanches et empêcher l'intrusion de l'eau d'inondation (calage au-dessus de la cote PHE + 20 cm).

Dans le cas particulier de la station d'épuration enterrée de Bouc-Bel-Air, les règles définies au paragraphe ci-dessus ne s'appliquent pas : les travaux d'extension ou de mise aux normes sont autorisés à condition d'être accompagnés d'un diagnostic de réduction de vulnérabilité*.

(ad) L'***extension des déchetteries existantes*** (infrastructures de collecte et de traitement des déchets et des ordures ménagères : centres de traitement, déchetteries et quais de transfert, etc.) .

A cette occasion l'ensemble des bennes devront être arrimées et les produits polluants (batteries, peintures, solvants, etc.) devront être stockés au-dessus de la cote PHE + 20 cm.

(ae) L'***exploitation et la création de carrières*** sous réserve :

- que les installations techniques soient ancrées afin de pouvoir résister aux effets d'entraînement de la crue de référence*,
- que les locaux de l'exploitation soient calés au minimum à la cote PHE + 20 cm.

(af) Les ***éoliennes et les unités de production d'énergie photovoltaïque*** sous réserve que les dispositifs sensibles soient situés 20 cm au-dessus de la cote PHE. Les structures doivent être conçues et posées de manière à résister aux écoulements (jusqu'à l'événement de référence) et à l'arrivée d'éventuels embâcles. Les modalités de protection et d'entretien du site doivent tenir compte de son inondabilité. En particulier, un dispositif de mise hors tension en cas de crue doit être intégré.

Sont admis à ce titre les bâtiments techniques nécessaires au fonctionnement de ces unités sous réserve du calage des 1er planchers aménagés au minimum à la cote PHE + 20 cm.

Titre 2 ZONE ROUGE

Article 1 : Sont interdits :

(a) Tous les projets non autorisés à l'article 2

(b) La création d'Établissements Recevant du Public ***(ERP) de 1ère, 2ème et 3ème catégorie***, d'***établissements sensibles**** et d'***établissements stratégiques****.

(c) La ***reconstruction*** des biens détruits par l'effet d'une crue*.

(d) Le ***changement de destination allant dans le sens de l'augmentation de la vulnérabilité d'usage****, à l'exception des dérogations mentionnées à l'article 2.

(e) La création ou l'extension d'***aires de camping*** ou ***de caravanage***, d'***aires d'accueil des gens du voyage***, de ***parcs résidentiels de loisirs*** ainsi que l'augmentation de leurs capacités d'accueil ou du nombre d'emplacements des aires existantes.

(f) L'implantation d'***habitats légers de loisirs****.

(g) La création ou l'aménagement de ***sous-sols,*** à l'exception des dérogations mentionnées à l'article 2.

(h) Tous ***dépôts de matériaux*** et conditionnements susceptibles d'être emportés, de gêner les écoulements ou de polluer les eaux en cas de crue, et en particulier les décharges, dépôts d'ordures, de déchets ou de produits dangereux ou polluants.

(i) Les ***remblais****, sauf s'ils sont nécessaires aux projets autorisés (notamment sous la construction, pour les nécessités techniques d'accès et pour les opérations de réduction de la vulnérabilité définies au chapitre 4).

Article 2 : Sont admis :

L'emprise au sol* de la construction sur la partie inondable du terrain support du projet est limitée : elle doit être inférieure à **30** % de cette surface inondable, ou jusqu'à **50 %** si cette emprise supplémentaire est conçue de telle sorte qu'elle réponde à l'objectif de transparence* hydraulique (construction sur pilotis ou vide sanitaire transparent par exemple).

Sous réserve du respect de la règle ci-dessus, sont admis :

(a) Les ***travaux de mise aux normes*** (sécurité incendie, sanitaire, accessibilité, etc.) des biens et des activités, y compris des locaux sanitaires des aires de camping caravanage et des aires d'accueil des gens du voyage.

Concernant les CREATIONS DE BATIMENTS NEUFS EX-NIHILO :

(b) Dans les zones d'aléa modéré uniquement, la création des ***constructions nécessaires aux exploitations agricoles*** ou ***forestières***, sous réserve que le 1er plancher aménagé* soit calé au minimum à la cote PHE + 20 cm.

A l'occasion de ces travaux, il est **nécessaire** de mettre en œuvre **les mesures de mitigation***.

(c) La création d'***annexes*** dans la limite de 10 m² ***au niveau du terrain naturel***, une seule fois à compter de la date d'approbation du présent PPRi.

Concernant les INTERVENTIONS SUR LES BATIMENTS EXISTANTS (extension, changement de destination, modification, …) :

(d) L'***extension*** (*y compris par sur-élévation, changement de destination ou création de surface de plancher)* dans la limite de 20 % d'emprise au sol et de 20 % de l'effectif des ***établissements sensibles*** et des ***établissements stratégiques*** sous réserve que :

- le 1er plancher aménagé* constituant l'extension soit calé au minimum à la cote PHE + 20 cm,
- d'une diminution globale de la vulnérabilité structurelle* (diagnostic de vulnérabilité à établir).

(e) L'***extension*** (*y compris par sur-élévation, changement de destination ou création de surface de plancher)* dans la limite de 20 % d'emprise au sol et de 20 % de l'effectif des ***ERP de 1ère, 2ème et 3ème catégorie*** *(y compris au niveau du plancher existant),* sous réserve d'une réduction globale de la vulnérabilité structurelle* (diagnostic à établir) qui devra notamment justifier d'un accès depuis l'intérieur à une zone refuge située au-dessus de la cote PHE + 20 cm.

(f) L'***extension de l'emprise au sol des locaux d'hébergement*** dans la limite de 20 m² supplémentaires, sous réserve que le 1er plancher aménagé* constituant l'extension soit calé au minimum à la cote PHE + 20 cm.

Cette extension pourra être autorisée ***au niveau du plancher existant*** (et non plus à la cote PHE + 20 cm) dans le cas de locaux d'hébergement disposant d'un accès depuis l'intérieur à une zone refuge située au-dessus de la cote PHE + 20 cm ou si l'extension est nécessaire à la création d'une zone refuge*.

A l'occasion de ces travaux, il est **nécessaire** de mettre en œuvre **les mesures de mitigation**.

(g) L'***extension de l'emprise au sol des locaux d'activités*** ou ***des locaux de stockage*** dans la limite de 20 % d'emprise au sol supplémentaire.

Si cette extension est réalisée sous la cote PHE + 20 cm, elle doit être accompagnée d'une réduction globale de la vulnérabilité structurelle* (diagnostic à établir) qui devra notamment justifier d'un accès depuis l'intérieur à une zone refuge située au-dessus de la cote PHE + 20 cm.

(h) Dans les zones d'aléa modéré uniquement, l'***extension*** (sans limite d'emprise) ***des constructions nécessaires aux exploitations agricoles*** ou ***forestières***, sous réserve que le 1er plancher aménagé* constituant l'extension soit calé au minimum à la cote PHE + 20 cm.

A l'occasion de ces travaux, il est **nécessaire** de mettre en œuvre **les mesures de mitigation***.

(i) La ***surélévation des bâtiments existants d'hébergements et d'activités sans création d'emprise au sol*** sous réserve qu'elle ne crée ni hébergement supplémentaire, ni activité supplémentaire.

A l'occasion de ces travaux, il est **nécessaire** de mettre en œuvre **les mesures de mitigation***.

(j) Le ***changement de destination sans augmentation de la vulnérabilité d'usage**** au niveau du plancher existant.

(k) Par dérogation, ***la création d'hébergements au niveau du plancher existant (par changement de destination ou par changement d'affectation)*** dans la limite de 20 m² d'emprise au sol sous réserve de disposer d'un accès depuis l'intérieur à une zone refuge située au-dessus de la cote PHE + 20 cm.

Cette disposition n'est pas cumulative avec celle relative aux extensions au sol.

A l'occasion de ces travaux, il est **nécessaire** de mettre en œuvre **les mesures de mitigation***.

(l) La création d'***ouvertures :***

- ***au-dessus de la cote PHE +20 cm***
- ***sous la cote PHE +20 cm*** sous réserve d'équiper tous les ouvrants de batardeaux* (hauteur maximale de 80 cm), de ne pas créer de nouvelle communication avec un sous-sol existant et, pour les zones d'aléa fort uniquement, de disposer d'un accès depuis l'intérieur à une zone refuge située au-dessus de la cote PHE + 20 cm.

Concernant les RECONSTRUCTIONS DE BATIMENTS EXISTANTS :

(m) La ***reconstruction à l'identique des bâtiments détruits par un sinistre autre que l'inondation*** (incendie par exemple). Dans ce cas, il est vivement recommandé :

- d'établir un diagnostic de vulnérabilité permettant de diminuer la vulnérabilité structurelle,
- que le 1er plancher aménagé* soit calé au minimum à la cote PHE + 20 cm.

(n) La ***reconstruction*** des Établissements Recevant du Public ***(ERP) de 1ère, 2ème et 3ème catégorie***, des ***établissements sensibles**** et des ***établissements stratégiques**** sous réserve :

- d'une diminution globale de la vulnérabilité structurelle* (diagnostic de vulnérabilité à établir),
- que l'emprise au sol* projetée à l'échelle de l'unité foncière et la capacité d'accueil ne soient pas augmentées, ***sauf extension autorisée*** *(voir alinéas (d) et (e))*,
- que le 1er plancher aménagé soit calé au minimum à la cote PHE + 20 cm.

(o) ***La reconstruction des bâtiments*** *(à l'exception de ceux cités au (n) ci-dessus)* sous réserve :

- de ne pas augmenter la vulnérabilité d'usage*,
- que l'emprise au sol* projetée à l'échelle de l'unité foncière soit inférieure ou égale à l'emprise au sol* démolie, ***sauf extension autorisée*** *(voir alinéas (f) et (g))*,
- que le 1er plancher aménagé* soit calé au minimum à la cote PHE + 20 cm.
- Par dérogation, les ***aires de stationnement fermées nécessaires au bâtiment reconstruit*** peuvent être implantées sous la cote PHE + 20 cm, sous l'emprise de la construction uniquement, sous réserve :
  - que le site fasse l'objet d'un affichage et d'un ***plan de gestion de crise**** permettant d'organiser l'évacuation ou la fermeture d'urgence en cas d'alerte,
  - pour les ***aires souterraines*** (par dérogation):
    - que les accès et émergences soient implantés au minimum à la cote PHE + 50 cm et qu'un diagnostic de vulnérabilité atteste de la non dangerosité de l'aménagement (notamment d'un point de vue hydraulique, afin de ne pas situer les accès au droit des axes principaux d'écoulement),
    - qu'une étanchéité suffisante et des moyens d'assèchement adéquats soient mis en œuvre,
    - que le site fasse l'objet d'un affichage et d'un plan de gestion de crise* permettant d'organiser l'évacuation ou la fermeture d'urgence en cas d'alerte.

A l'occasion de ces travaux, il est **nécessaire** de mettre en œuvre **les mesures de mitigation***.

Concernant le STATIONNEMENT DES VEHICULES

(p) La ***matérialisation au sol d'emplacements de stationnement*** dans le cadre d'un projet de construction ou d'aménagement urbain.

(q) La création ou l'extension d'***aires de stationnement collectives**** ***non bâties*** nécessaires aux activités existantes sous réserve :

- que le site fasse l'objet d'un affichage et d'un ***plan de gestion de crise**** permettant d'organiser l'évacuation ou la fermeture d'urgence en cas d'alerte,
- que les places de stationnement soient équipées de dispositifs anti-emportement.

On recherchera toutefois des solutions alternatives en vue d'implanter les aires de stationnement collectives dans des zones d'aléa plus faibles.

(r) La création de ***parkings silos***, sans limite d'emprise au sol, sous réserve :

- que le 1er plancher aménagé soit calé au minimum à la cote PHE + 20 cm,
- qu'il n'y ait pas de volume bâti ou de remblais sous la cote PHE + 20 cm (à l'exception des éléments de structure),
- que tous les équipements sensibles à l'eau soient situés au-dessus de la cote PHE + 20 cm,
- dans les zones d'aléa fort, de la réalisation d'un diagnostic de vulnérabilité s'attachant notamment à :
  - démontrer que le projet assure une transparence hydraulique optimale et qu'il limite autant que possible les obstacles à l'écoulement des eaux,
  - que les structures présentent une résistance suffisante aux pressions (ancrage, amarrage, ...) et aux écoulements jusqu'à la crue de référence,
- que le site fasse l'objet d'un affichage et d'un ***plan de gestion de crise**** permettant d'organiser l'évacuation ou la fermeture d'urgence en cas d'alerte. A noter que ces structures peuvent également être identifiées comme des « parkings refuges ».

Concernant les AUTRES PROJETS

(s) La délimitation de ***parcs destinés à l'élevage*** (dans le cadre d'activités agricoles), uniquement dans les zones d'aléa modéré. Il est alors vivement recommandé de prévoir une zone de repli pour les animaux qui soit située en dehors de la zone inondable.

Par dérogation, sont également autorisés en zone d'aléa fort :

- la délimitation de parcs destinés à l'élevage de volailles, sous réserve que leur superficie soit inférieure à 1 000 m².
- le parcage temporaire des élevages pastoraux.

(t) La création de ***serres*** et de ***tunnels / bi-tunnels agricoles*,** sans limite d'emprise au sol*, uniquement dans les zones d'aléa modéré et d'aléa fort soumis à de faibles vitesses d'écoulement (V < 0,5 m/s).

(u) La création ou modification de ***clôtures***, à condition d'en assurer la transparence* hydraulique.

A titre d'exemple, sont autorisés la création de murs bahuts inférieurs à 20 cm de haut, munis d'ouvertures régulières laissant passer les écoulements et surmontés d'un grillage à larges mailles 150*150, ou de grilles espacées d'au minimum 15 cm.

(v) La création de ***structures ouvertes*** (auvents, préaux, halles publiques, manèges équestres, etc.) au niveau du terrain naturel à condition qu'elles soient ouvertes sur au moins 75 % de leur périmètre afin de favoriser le libre écoulement des eaux

(w) La création de ***piscines individuelles enterrées affleurantes*** sous réserve :

- que les margelles se situent au niveau du terrain naturel (murets et rehaussements interdits),
- qu'un dispositif permanent de balisage du bassin soit mis en place pour assurer la sécurité des personnes et des services de secours (ex: piquets aux quatre coins d'une hauteur supérieure à 1 m, barrières, etc.),
- que le local technique soit enterré ou à défaut ne dépasse pas 1 m².

(x) Les ***aménagements publics légers*,** tels que le mobilier urbain, sont admis sous réserve d'être ancrés au sol.

(y) Les ***aménagements temporaires***, démontables ou mobiles, relatifs aux activités le long des berges et à leur sécurité, ou nécessaires à l'organisation de manifestations événementielles temporaires, à l'exclusion des équipements destinés à l'hébergement ou au camping. Le site doit faire l'objet d'un affichage et d'un plan de gestion de crise appropriés permettant d'assurer, en outre, le démontage et le transport anticipés des installations hors zone à risque, dans un délai de 24 heures, au vu des prévisions de montée des eaux.

(z) Les travaux d'***aménagements sportifs*** et ***d'équipements légers d'animation et de loisirs*** de plein air ouverts au public .

L'implantation de tribunes est autorisée sous réserve qu'elles ne fassent pas obstacle à l'écoulement des eaux.

Les éventuels remblais nécessaires à ces aménagements doivent impérativement être compensés et ne pas avoir d'impact sur l'écoulement des crues.

Est également autorisée la création de surfaces de plancher pour des locaux non habités et strictement nécessaires à ces activités sportives, d'animation et de loisirs tels que sanitaires, vestiaires, locaux à matériels, dans la limite de 100 m² d'emprise au sol et sous réserve que la surface des premiers planchers aménagés* soit calée à la cote PHE + 20 cm. L'utilisation de ces installations à des fins d'hébergement ou de restauration, même occasionnelle, est interdite. Le site doit faire l'objet d'un affichage et d'un plan de gestion de crise* appropriés.

(aa) Les ***constructions et installations techniques*** liées à la gestion et à l'utilisation des cours d'eau, à l'exploitation des captages d'eau potable et aux réseaux publics ou d'intérêt général et collectif (eau, énergies, télécommunication, pipe-line, réseaux d'irrigation ou d'assainissement agricole...etc…), peuvent être autorisées à condition de limiter au maximum leur impact. Elles ne peuvent faire l'objet que d'une occupation humaine limitée*. Elles doivent être conçues et réalisées de manière à limiter les dommages structurels en cas de crue : étanchéité, résistance à la pression hydraulique, stabilité des ouvrages.

Les équipements sensibles à l'eau (tels que les transformateurs, les postes de distribution, les relais et antennes, etc.) doivent être situés au minimum 20 cm au-dessus de la cote PHE.

En ce qui concerne les réseaux d'irrigation ou d'assainissement agricole, leur vulnérabilité à la crue ainsi que les mesures de réduction de vulnérabilité* adaptées seront définies de manière proportionnée en fonction des enjeux concernés.

Les ***infrastructures publiques de transport***, y compris les installations, les équipements et les constructions nécessaires à leur fonctionnement, exploitation et entretien, peuvent être autorisées dans le respect des règles du Code de l'Environnement. Les premiers planchers aménagés* des constructions doivent être implantés au dessus de la PHE + 20 cm.

Les ouvrages publics de protection et d'aménagement contre les crues ainsi que les travaux de gestion et d'aménagement du cours d'eau peuvent être autorisés, dans le respect des dispositions du Code de l'Environnement.

(ab) La ***création de stations d'épuration*** est interdite en zones inondables. Toutefois, en cas d'impossibilité technique, une dérogation peut être accordée si le maître d'ouvrage justifie, par un bilan des contraintes techniques, financières et environnementales, qu'il n'existe pas de possibilité d'implantation alternative en dehors de la zone inondable ; le projet doit alors garantir la sauvegarde de l'équipement pour la *crue de référence* : la station d'épuration ne doit pas être ruinée ni submergée et doit être conçue pour garder un fonctionnement normal sans interruption lors de l'événement (cf. l'arrêté du 22/06/2007 sur l'implantation des stations d'épuration en zone inondable). Cette règle s'applique également à l'***extension et à la mise aux normes des stations d'épuration existantes***. Ces conditions impliquent a minima que :

- tous les locaux techniques doivent être calés au-dessus de la cote PHE + 20 cm,
- tous les bassins épuratoires et systèmes de traitement (primaires et secondaires) doivent être étanches et empêcher l'intrusion de l'eau d'inondation (calage au-dessus de la cote PHE + 20 cm).

Dans le cas particulier de la station d'épuration enterrée de Bouc-Bel-Air, les règles définies au paragraphe ci-dessus ne s'appliquent pas : les travaux d'extension ou de mise aux normes sont autorisés à condition d'être accompagnés d'un diagnostic de réduction de vulnérabilité*.

(ac) L'***extension des déchetteries existantes*** (infrastructures de collecte et de traitement des déchets et des ordures ménagères : centres de traitement, déchetteries et quais de transfert, etc.).

A cette occasion l'ensemble des bennes devront être arrimées et les produits polluants (batteries, peintures, solvants, etc.) devront être stockés au-dessus de la cote PHE + 20 cm.

(ad) L'***exploitation et la création de carrières*** sous réserve :

- que les installations techniques soient ancrées afin de pouvoir résister aux effets d'entraînement de la crue de référence,
- que les locaux de l'exploitation soient calés au minimum à la cote PHE + 20 cm.

(ae) Les ***éoliennes et les unités de production d'énergie photovoltaïque*** sous réserve que les dispositifs sensibles soient situés 20 cm au-dessus de la cote PHE. Les structures doivent être conçues et posées de manière à résister aux écoulements (jusqu'à l'événement de référence) et à l'arrivée d'éventuels embâcles*. Les modalités de protection et d'entretien du site doivent tenir compte de son inondabilité. En particulier, un dispositif de mise hors tension en cas de crue doit être intégré.

Sont admis à ce titre les bâtiments techniques nécessaires au fonctionnement de ces unités sous réserve du calage des premiers planchers aménagés* au minimum à la cote PHE + 20 cm.

Titre 3 ZONE VIOLETTE

Zone d'aléa résiduel : zone comprise entre l'enveloppe de la crue exceptionnelle* et l'enveloppe de la crue de référence*.

Article 1 : Sont interdits :

(a) ***La création ou l'extension*** de plus de 20 % d'emprise au sol ou de plus de 20 % de l'effectif des ***établissements stratégiques****, sauf si l'impossibilité de toute implantation alternative en dehors de la zone inondable est démontrée.

(b) La création ou l'extension d'***aires d'accueil des gens du voyage*** sauf si impossibilité d'une implantation alternative en dehors de la zone inondable.

(c) ***La création ou l'aménagement de sous-sols,*** à l'exception des cas particuliers mentionnés à l'article 2.

Article 2 : Sont admis :

Tout ce qui n'est pas interdit à l'article 1 est autorisé sous réserve, pour la création ou l'extension de bâtiments, de respecter les dispositions suivantes :

(a) En tout point des constructions, les premiers planchers aménagés* doivent être implantés a minima 20 cm au-dessus du niveau du terrain naturel sous le point considéré.

(b) Par exception à l'article (a), peut être réalisée sans respecter la réhausse de 20 cm :

- l'extension des locaux d'hébergement existants (*y compris par changement de destination ou création de surface de plancher)* dans la limite de 20 m² d'emprise au sol* supplémentaire,
- l'extension des bâtiments d'activité ou de stockage *(y compris par changement de destination ou création de surface de plancher)* dans la limite de 20 % d'emprise au sol supplémentaire,
- la création d'annexe* dans la limite de 20 m²,
- l'implantation des parkings fermés dans la limite de 20 m² d'emprise au sol* par logement sur l'unité foncière.

(c) Dans le cas de création d'aire de stationnement collective* souterraine, que leur accès soit situé a minima 50 cm au-dessus du niveau du terrain naturel et qu'une étanchéité suffisante et des moyens d'assèchement adéquats soient mis en œuvre.

(d) Mise en œuvre les mesures de mitigation* sur l'ensemble du bâtiment : dans le cas d'un projet sur l'existant (extension, changement de destination), la mise en œuvre des mesures de mitigation est simplement recommandée.

4. Règles applicables aux constructions existantes

Les mesures de réduction de vulnérabilité énoncées au présent chapitre concernent les biens et activités implantés antérieurement à l'approbation du présent PPRi. Elles ont pour vocation de réduire l'effet des dommages d'une inondation sur les biens existants.

Titre 1. Règles applicables dans les zones concernées par l'aléa de référence (BLEU FONCÉ, BLEU CLAIR et ROUGE)

Sont autorisés les travaux d'entretien et de gestion courants (incluant notamment les aménagements intérieurs, les réfections de bâtiments, les remplacements de matériaux...) des *bâtiments existants* et les travaux destinés à réduire les risques pour les occupants.

Article 1 : Prescriptions

Les prescriptions **hiérarchisées** suivantes sont rendues **obligatoires** :

- à hauteur de 10 % au maximum de la valeur vénale du bien, sauf lorsque l'impossibilité technique de leur mise en œuvre est dûment attestée par un homme de l'art. Si le plafond de 10% de la valeur vénale du bien est dépassé les dispositions restant à mettre en œuvre doivent être considérées comme des recommandations et non des prescriptions.
- elles doivent être mises en œuvre dans un délai maximal de 5 ans à compter de la date d'approbation du PPRi.

Sont donc rendus obligatoires :

(a) La réalisation d'un ***diagnostic de vulnérabilité**** :

Lorsqu'il concerne :

- un *ERP* de 1ère, 2ème ou 3ème catégorie, quel que soit le type,
- une *construction à usage d'activité* de plus de 20 salariés,
- un *établissement stratégique* ou sensible**,
-

le diagnostic devra être réalisé par une personne ou un organisme qualifié en matière d'évaluation des risques naturels et de leurs effets socio-économiques. Ses conclusions doivent permettre de préciser la façon dont les mesures rendues obligatoires (alinéas *b)* à *h)* ci-dessous) doivent être mises en œuvre.

Pour tous les autres types de bâtiment, il pourra être réalisé par le propriétaire : il s'agira alors d'un *auto-diagnostic**.

(b) Dans les bâtiments situés dans les secteurs d'aléa fort (cf. carte en annexe), aménagement d'une ***zone de refuge***** de structure et dimensions suffisantes (cf. lexique).

Dans l'hypothèse où cette zone ne serait techniquement pas réalisable, il appartient au propriétaire de la construction d'en informer la commune en charge de l'établissement du Plan Communal de Sauvegarde* mentionné au chapitre 5.

(c) Un ***système d'obturation, temporaire ou permanent***, des ouvertures dont tout ou partie se situe en-dessous de la *cote PHE + 20 cm* doit être prévu pour être utilisé en cas d'inondation afin d'empêcher l'eau de pénétrer, au moins lors des inondations les plus courantes : clapets anti-retour, dispositifs anti-inondation (batardeaux*), etc. Pour ces derniers, leur hauteur sera au minimum de 0,50 m et limitée à 0,80 m afin de permettre leur franchissement par les secours et d'éviter une différence de pression trop importante entre l'intérieur et l'extérieur.

(d) Les ***gros équipements électriques et matériels sensibles à l'eau*** (tableau électrique, programmateur, module de commande, centrale de ventilation, climatisation...) doivent être placés au minimum à 0,20 m au-dessus de la *cote PHE.*

Ces travaux de réduction de la vulnérabilité sont obligatoires dans la limite du respect des normes (notamment électriques).

(e) Les ***citernes et aires de stockage des polluants ou dangereux*** doivent être implantées au minimum à 20 cm au-dessus de la *cote PHE.*

A défaut, les citernes, cuves ou bouteilles qui ne peuvent pas être implantées au-dessus de la *cote PHE + 20 cm* doivent être arrimées à un massif de béton servant de lest. Les citernes enterrées doivent être lestées et ancrées. Les orifices non-étanches et évents doivent être situés au-dessus de la *cote PHE + 20 cm.*

(f) Les ***aires de stationnement collectives***** de véhicules doivent faire l'objet d'un affichage et d'un plan de gestion de crise appropriés.

Les aires de stationnement ***souterraines*** doivent faire l'objet d'une attention toute particulière compte-tenu de la dangerosité de ces équipements en cas de crue.En particulier, le plan de gestion de crise doit permettre d'organiser l'évacuation ou la fermeture d'urgence en cas d'alerte.

(g) La création d'***orifices de décharge au pied des murs de clôture existants.***

(h) Les matériaux stockés, les objets ou les équipements extérieurs susceptibles de provoquer des impacts non négligeables (embâcles, pollutions...) ne doivent pas pouvoir être emportés par la crue (arrimage, ancrage, mise hors d'eau...).

Dans le cas d'installations, ouvrages, travaux ou activités autorisés, notamment au titre des articles L.214-1 à 7 du Code de l'Environnement, les zones de stockage doivent répondre aux exigences imposées par arrêté préfectoral.

Important : Les prescriptions ci-dessus sont **hiérarchisées** en ordre décroissant de priorité. Dans l'hypothèse où le coût de mise en œuvre d'une des mesures est supérieur à 10 % de la valeur vénale du bien, le caractère obligatoire disparaît sur cette mesure uniquement : il convient alors d'étudier la réalisation de la mesure suivante.

A titre d'exemple : si la réalisation de la zone refuge (mesure n°2) dépasse 10 % de la valeur vénale du bien, ces travaux ne sont plus obligatoires et leur mise en œuvre ne relève plus que de la recommandation. Les mesures suivantes, et en premier lieu la réhausse des équipements électriques et matériels sensibles à l'eau (mesure n°3), restent quant à elles toujours obligatoires, dans cette même limite de 10 % de la valeur vénale du bien.

Article 2 : Recommandations

(a) La mise en œuvre de la totalité des ***mesures issues du diagnostic de vulnérabilité**** non rendues obligatoires par l'article 1

(b) Lors de travaux ou d'aménagements intérieurs des *constructions existantes*, il est recommandé que les parties d'ouvrage situées au-dessous de la *cote PHE + 20 cm* (menuiseries, cloisons, vantaux, revêtements de sols et murs, isolations thermiques et phoniques...) soient constitués de matériaux insensibles à l'eau.

(c) Il est recommandé que le ***réseau et le tableau de distribution électrique*** soient conçus et réalisés de façon à pouvoir couper facilement l'électricité dans le niveau inondable tout en maintenant l'alimentation électrique dans les niveaux hors d'eau.

Titre 2. Règles applicables dans la zone VIOLETTE (concernée par l'aléa résiduel)

Sont autorisés les travaux d'entretien et de gestion courants (incluant notamment les réfections, aménagements, remplacements...) des *bâtiments existants* et les travaux destinés à réduire les risques pour les occupants.

La mise en œuvre de l'ensemble des règles présentées au titre 1 ci-dessus est **recommandée** sur les *constructions existantes*.

5. Mesures de prévention, de protection et de sauvegarde

Titre 1. Prescriptions : dans les secteurs concernés par l'aléa de référence

Les mesures de prévention suivantes doivent être réalisées ou mises en œuvre dans un **délai maximum de 5 ans après l'approbation du PPR** pour ce qui concerne l'existant.

Elles doivent être mises en œuvre immédiatement dans chaque projet nouveau.

Article 1 : Pour les communes ou les établissements publics de coopération intercommunale compétents

- Établir ou mettre à jour le Plan Communal de Sauvegarde (***PCS****) prévu par le décret n°2005-1156 du 13 septembre 2005 pris en application de l'article 13 de la loi du 13 août 2004 relative à la modernisation de la sécurité civile. Le *PCS* doit être établi dans un délai de 2 ans à compter de la date d'approbation du PPRi.
- Établir un Document d'Information Communal sur les RIsques Majeurs (***DICRIM)***, conformément aux dispositions définies à l'article R.125-11 du Code de l'Environnement.
- Réaliser régulièrement des ***campagnes d'information des riverains*** sur le risque inondation selon les modalités propres à la collectivité.

Article 2 : Pour les maîtres d'ouvrages des infrastructures routières publiques (Etat, départements, EPCI) et les gestionnaires de réseaux et services publics

- Établir, dans un délai de trois ans, un ***plan d'alerte et d'intervention***, en liaison avec le service départemental d'incendie et de secours et les autres services compétents de l'Etat, visant la mise en sécurité des usagers des voies publiques.
- Établir un ***diagnostic de vulnérabilité****** ;
    - des réseaux de transport en commun,
    - des réseaux de transport de fluides.

  Ce diagnostic vise à définir les dispositions constructives et toutes les mesures adaptées pour permettre le fonctionnement normal de l'activité ou, a minima, pour supporter sans dommage structurel une immersion prolongée tout en assurant un redémarrage rapide du service après le retrait des eaux.

Il vise également à fournir les éléments nécessaires à l'élaboration et la mise en œuvre d'un plan de protection contre les inondations. Ce plan doit exposer :

- les mesures préventives destinées à diminuer la *vulnérabilité* de l'existant, et celles destinées à diminuer la *vulnérabilité* des équipements futurs,
- les mesures prises pendant la crue pour prévenir les dégâts causés par les eaux, en identifiant précisément les ressources internes et les ressources externes mobilisées, et celles prises pendant la crue pour assurer un service minimum,
- les procédures de remise en état et de redémarrage du service après la crue.

Article 3 : Pour les personnes privées, physiques ou morales, et les responsables d'établissements publics ou privés

- Démolir tout bâtiment ou toute installation menaçant ruine.
- Évacuer les matériaux et déchets pouvant être emportés par une crue susceptibles de provoquer des impacts non négligeables (embâcles*, pollutions...).
- Dans les lieux d'*hébergement* collectif (plus de deux logements avec accès commun), mettre en œuvre des mesures de sécurisation, notamment prévoir une *zone de refuge* de structures et de dimensions suffisantes.
- Pour les aires de camping caravanage, prévoir une aire de regroupement hors de l'emprise de la crue.

Titre 2. Recommandations : dans les secteurs concernés par l'aléa inondation

- Maîtriser l'urbanisation dans les zones situées à l'intérieur du champ d'inondation des crues exceptionnelles*.
- Adapter les voies d'accès aux habitations et aux équipements par les services et les matériels de secours, tout en veillant à ne pas entraver le libre écoulement de crues.
- Installer les locaux à sommeil au-dessus de la *cote PHE + 20 cm.*
- Protéger les bâtiments des entrées d'eau en cas de crue. A cet effet, les ouvertures peuvent être équipées de dispositifs d'obturation partielle, capables de résister aux pressions hydrauliques.
- Vérifier la bonne tenue des murs, des ouvrages de protection et des digues, de manière régulière et après chaque crue.
- Pour les communes ou les EPCI compétents, recenser et piloter les *diagnostics de vulnérabilité** des *ERP* situés en aléa fort. Piloter le processus de réduction de *vulnérabilité* issu du diagnostic.

6. ANNEXE

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

PRÉFET DES
BOUCHES-DU-RHÔNE

Direction départementale
des Territoires et de la Mer

DOSSIER DE DEMANDE DE SUBVENTION AU TITRE DU FOND DE PRÉVENTION DES RISQUES NATURELS MAJEURS (FPRNM)

DOSSIER A REMETTRE A LA DDTM 13- Service Urbanisme – Pôle Risques
16, rue Antoine Zattara 13332 Marseille cedex 3

ETAPES DE LA PROCEDURE
(décret n°99-1060 du 16 décembre 1999 relatif aux subventions de l'État pour des projets d'investissement)

A -RECEVABILITE DU DOSSIER

Lettre de l'administration au pétitionnaire dans un délai maximum de 2 MOIS à compter de la date de dépôt.
Aucun commencement du projet ne peut être opéré avant la date à laquelle le dossier est considéré comme complet.

B - INSTRUCTION DE LA DEMANDE

Délai maximum de 6 mois à compter de la date de recevabilité. Le pétitionnaire peut commencer les travaux après réception de l'accusé de réception de dossier complet (qui ne vaut pas promesse de subvention), sous réserve d'en informer le pôle risque de la DDTM 13.

- si avis favorable : notification par courrier de l'ARRÊTÉ PREFECTORAL D'ATTRIBUTION DE SUBVENTION. Le pétitionnaire dispose d'un délai de 2 ans pour commencer les travaux.
Le versement de la subvention intervient à l'achèvement des travaux, au vu des factures et à l'issue du contrôle par l'administration du service fait.

- si avis défavorable : notification par courrier du refus d'attribution de subvention.

RAPPEL DES MESURES FINANCABLES DANS LE CADRE DE LA REDUCTION DE LA VULNERABILITE FACE AU RISQUE INONDATION:

La Loi n°95-101 du 2 février 1995 relative au renforcement de la protection de l'environnement a créé le **Fonds de Prévention des Risques Naturels Majeurs** (FPRNM, dit « Fonds Barnier »). L'article L. 561-3 du code de l'Environnement fixe la nature des dépenses que ce fonds est chargé, dans la limite de ses ressources, de financer, ainsi que la nature des mesures de prévention au financement desquelles le fonds peut contribuer et les conditions auxquelles ce financement est subordonné.

Il précise entre autres que le FPRNM peut contribuer au financement des **études et travaux de prévention** définis et rendus obligatoires par un plan de prévention des risques naturels prévisibles approuvé en application du 4° du II de l'article L. 562-1 sur des biens à usage d'habitation ou sur des biens utilisés dans le cadre d'activités professionnelles relevant de **personnes physiques ou morales** employant moins de vingt salariés et notamment d'entreprises industrielles, commerciales, agricoles ou artisanales. Le taux maximum de subvention est de :

- 20% des dépenses éligibles réalisées sur les biens utilisés dans le cadre d'activités professionnelles,
- 40% des dépenses éligibles réalisées sur des biens utilisés à usage d'habitation ou à usage mixte.

Conformément aux dispositions prévues à l'article R.562-5 du Code de l'Environnement, les travaux de prévention imposés à des biens construits ou aménagés conformément aux dispositions du code de l'urbanisme avant l'approbation du plan et mis à la charge des propriétaires, exploitants ou utilisateurs ne peuvent porter que sur des aménagements limités dont **le coût est inférieur à 10 % de la valeur vénale** ou estimée du bien à la date d'approbation du plan.

Les mesures rendues obligatoires pour votre bien **sont consultables dans le règlement du PPRI de votre commune** que vous trouverez sur le site internet des services de l'Etat dans le département (http://www.bouches-du-rhone.gouv.fr/) ou dans votre mairie.

PHASE 1 : Eligibilité financière de votre projet au titre du FPRNM

En préalable à la production de votre dossier complet de demande de subvention, vous devez faire établir une **estimation de votre bien** par les domaines, un office notarial, ou une agence immobilière.

Cette estimation, ainsi qu'une estimation sommaire des travaux projetés, nous permettra de définir le montant de travaux éligibles pour votre demande de subvention dans le cadre de la limite des 10% de la valeur vénale du bien.

Nous vous conseillons de vérifier votre éligibilité avant de monter un dossier complet.

Calcul de vérification de l'éligibilité :

Montant des Travaux envisagés: T=….....€

Valeur vénale du bien bâti: V=….....€

10 % de la valeur vénale : v = 10% xV = ….....€

Ce résultat « v » est le montant maximum éligible pour la subvention FPRNM.

Si v < T alors travaux inéligibles

Si v ≥ T alors travaux éligibles

IMPORTANT : Pour la création d'une zone refuge, lire en détails le règlement du PPRi approuvé qui précise les surfaces maximales finançables.

Si votre dossier est éligible, vous pouvez constituer un dossier de demande de subvention => PHASE 2

PHASE 2 : votre projet est ELIGIBLE financièrement au titre du FPRNM

1. LISTE DES PIÈCES À JOINDRE À VOTRE DEMANDE DE SUBVENTION :

Dans le cas où un diagnostic de vulnérabilité est rendu obligatoire par le PPRi, la demande de subvention pour la réalisation du diagnostic et celle pour la réalisation des travaux feront l'objet de dossiers séparés : la demande de subvention pour travaux sera présentée après l'établissement du dossier de diagnostic.

Cas général :

Pièces nécessaires	Pièces fournies
La **présente demande de subvention** datée et signée du propriétaire, de l'exploitant ou du gestionnaire des biens concernés ou de son mandataire indiquant sa qualité à agir, et portant, le cas échéant, référence précise de la mesure du PPRi dont il doit être fait application, ou du représentant de la commune ou du groupement de communes compétent	☐
Photocopie Carte Nationale d'Identité	☐
Justificatif de domicile (facture ERDF , Télécom…)	☐
Certificat de propriété ou **autorisation** de faire les travaux du propriétaire	☐
Joindre **un RIB**	☐
Un plan de localisation de l'unité foncière concernée et du **zonage PPRi** avec indication complète de la référence cadastrale	☐
Un document attestant de la souscription pour les biens concernés d'un **contrat d'assurance dommages en cours de validité** (« multirisques habitation » incluant la garantie contre les catastrophes naturelles ou équivalent pour une activité.	☐
En cas de sinistre déjà survenu, une attestation de l'entreprise d'assurance du propriétaire indiquant le montant des indemnités versées au titre de la garantie contre les effets des catastrophes naturelles et la nature des travaux de remise en état pour lesquels ces indemnités ont été versées, ainsi que la copie des factures d'entreprises ayant réalisé ces travaux ou, dans le cas où ces travaux n'ont pas été réalisés, un devis détaillé permettant d'identifier les travaux de remise en état susceptibles de contribuer à la réalisation des opérations, études et travaux de prévention et le surcoût éventuel généré par ces derniers	☐
Un **devis détaillé du coût des opérations**, études et travaux nécessaires comprenant un descriptif précis de la nature des travaux envisagés accompagné le cas échéant de tout élément utile à la compréhension du projet : fiche d'auto diagnostic ou diagnostic de réduction de la vulnérabilité réalisé par une personne compétente, plan(s) éventuel(s), photographie(s) éventuelle(s). Le descriptif des travaux et le devis devront clairement distinguer les travaux qui répondent aux objectifs de réduction de la vulnérabilité	☐
Si les travaux nécessitent une demande de Permis de Construire ou une Déclaration de Travaux, le récépissé de dépôt de la demande sera fourni.	☐

Cas particuliers (concerne les cas liés aux mandataires ou exploitants) :

Pièces nécessaires	Pièces fournies
Dans le cas où **un mandataire professionnel**, régi par la loi du 2 janvier 1970, dite loi «Hoguet», est désigné pour le dépôt du dossier, le dossier comprend en outre : Une photocopie du mandat de gestion « type loi Hoguet », accompagnée d'une photocopie de la carte professionnelle « gestion immobilière »	☐
Dans le cas où un **mandataire non professionnel**, régi par la loi du 2 janvier 1970, dite loi «Hoguet», le dossier comprend en outre : Une procuration sous seing privé, dûment signée des deux parties, ou une procuration autorisant un mandataire nommément désigné à prendre tous les engagements, à déposer le dossier et à recevoir, pour le compte du propriétaire, de l'exploitant ou du gestionnaire tout courrier envoyé par lui	☐
Si les travaux sont exécutés par **un exploitant ou un gestionnaire locataire des biens**, le dossier comprend en outre : Une déclaration sur l'honneur du locataire selon laquelle le propriétaire ne s'est pas opposé aux travaux et n'a pas déclaré les entreprendre lui-même	☐
Dans le cas d'une demande de subvention présentée pour **des études et travaux de prévention intéressant des biens d'activités professionnelles** en application du 4° du I de l'article L. 561-3 du code de l'environnement, le dossier comprend en outre : une attestation de la chambre d'agriculture, de la chambre de commerce et d'industrie, de la chambre des métiers ou de tout autre organisme chargé de la tenue d'un registre de publicité légale indiquant la nature de l'activité exercée, son régime juridique et le nombre de salariés employés par la personne physique ou morale concernée à la date de la demande de subvention	☐

2. <u>IDENTIFICATION DU BIEN</u> :

Référence cadastrale : section : feuille : n° parcelle :

Adresse du bien : ……
……..

Zonage du bien au POS/PLU : et zonage au PPRI :

Occupation du bien :

□ maison individuelle

□ logement en immeuble collectif

□ bâtiment accueillant une entreprise de moins de 20 salariés

□ bâtiment accueillant une entreprise de plus de 20 salariés

□ bâtiment recevant du public

3. <u>INTITULE DU PROJET</u> :

……
……
……

4. <u>IDENTIFICATION DU DEMANDEUR</u> :

Pour les personnes morales :

Raison sociale :
|__|__|__

Pour les personnes physiques :

CIVILITE:
□ Madame
□ Monsieur
NOM du demandeur:
|__|__|__

6. <u>CARACTERISTIQUES DU PROJET</u> (diagnostic ou travaux à préciser)

Présentation succincte du projet
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……
……

7. <u>DEPENSES PREVISIONNELLES</u> :

NATURE DES DEPENSES	MONTANT H.T.	MONTANT T.T.C (A compléter uniquement si vous ne récupérez pas la TVA)	DEVIS (Cocher si joint)
	|__|__|__|__|__|__|,|__|__|	|__|__|__|__|__|__|,|__|__|	☐
	|__|__|__|__|__|__|,|__|__|	|__|__|__|__|__|__|,|__|__|	☐
	|__|__|__|__|__|__|,|__|__|	|__|__|__|__|__|__|,|__|__|	☐
	|__|__|__|__|__|__|,|__|__|	|__|__|__|__|__|__|,|__|__|	☐
	|__|__|__|__|__|__|,|__|__|	|__|__|__|__|__|__|,|__|__|	☐
	|__|__|__|__|__|__|,|__|__|	|__|__|__|__|__|__|,|__|__|	☐
	|__|__|__|__|__|__|,|__|__|	|__|__|__|__|__|__|,|__|__|	☐
	|__|__|__|__|__|__|,|__|__|	|__|__|__|__|__|__|,|__|__|	☐
	|__|__|__|__|__|__|,|__|__|	|__|__|__|__|__|__|,|__|__|	☐
	|__|__|__|__|__|__|,|__|__|	|__|__|__|__|__|__|,|__|__|	☐

<u>Calendrier prévisionnel des dépenses</u> :

Date prévisionnelle de début de projet: _ _ / _ _ _ _ (mois, année)
Date prévisionnelle de fin de projet: _ _ / _ _ _ _ (mois, année)

8. PLAN DE FINANCEMENT PREVISIONNEL DU PROJET:

DEPENSES			RESSOURCES		
	Montant HT	Montant TTC		Montant HT	Montant TTC
Travaux :			Aides publiques Etat FPRNM Autres : Autofinancement : Fonds propres Emprunt		
TOTAL			TOTAL		

9. <u>ENGAGEMENTS DU DEMANDEUR</u> (cocher les cases nécessaires)

☐ Je demande à bénéficier des aides au titre du Fonds de Prévention des Risques Naturels Majeurs (FPRNM), et

J'atteste sur l'honneur:

☐ Ne pas avoir sollicité pour le même projet, une aide autre que celles indiquées sur le présent formulaire de demande d'aide,

☐ L'exactitude des renseignements fournis dans le présent formulaire et les pièces jointes,

☐ Etre propriétaire des biens mobiliers sur lesquels l'implantation est projetée,

☐ Ou avoir obtenu de la part des propriétaires des biens immobiliers sur lesquels la ou les implantations sont projetées, l'autorisation de réaliser ces engagements,

☐ Ne pas récupérer la TVA (si les dépenses prévisionnelles sont présentées en TTC)

☐ Récupérer en totalité la TVA

☐ Récupérer partiellement la TVA

☐ Le bâtiment était existant avant l'approbation du PPRi de ma commune.

NON COMMENCEMENT de PRESTATION AVANT ATTRIBUTION de l'ARRETE de SUBVENTION

Je prends note, que le commencement des prestations (diagnostics –1ère phase ou les travaux – 2ème phase) ne peut démarrer avant la date d'attribution de l'arrêté de subvention (ou éventuellement de celle du courrier attestant du caractère complet de mon dossier) ; sinon je ne pourrai bénéficier de la subvention.

Fait à ……., le ……

Signature, qualité et état civil du demandeur ou du représentant légal
et cachet du demandeur

Le Fonds de Prévention des Risques Naturels Majeurs (FPRNM) permet le financement de plusieurs types de mesures de prévention.
Il est régi notamment par :

- Arrêté du 12 janvier 2005 relatif aux subventions accordées au titre du financement par le fonds de prévention des risques naturels majeurs de mesures de prévention des risques naturels majeurs.
Pour les particuliers les travaux éligibles à une subvention sont ceux prescrits par le PPRi selon le zonage.
Les conditions d'éligibilité sont précisées par les textes suivants:

- la circulaire du 23 avril 2007 relative au financement par le fonds de prévention des risques naturels majeurs (FPRNM) de certaines mesures de prévention: voir en particulier les pages 34 et 36,

- l'article L561-3 du Code de l'Environnement: voir en particulier le § II-4,

- le décret n°99-1060 du 16 décembre 1999 relatif aux subventions de l'Etat pour des projets d'investissement qui précise les modalités d'instruction,

- la circulaire du 19 octobre 2000 d'application du décret n°99-1060 du 16 décembre relatif aux subventi ons de l'État pour les projets d'investissement qui précise le contenu général des dossiers à présenter et les délais d'instruction,

- l'arrêté du 5 juin 2003 relatif à la constitution du dossier pour une demande de subvention de l'Etat pour un projet d'investissement

- la loi n° 2010-788 du 12 juillet 2010 portant engag ement national pour l'environnement

- la loi n° 2010-1657 du 29 décembre 2010 de finances pour 2011

- l'arrêté du 28 avril 2010 fixant le montant maximal des subventions accordées pour les acquisitions amiables de

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

PRÉFET DES
BOUCHES-DU-RHÔNE
Direction départementale
des Territoires et de la Mer

Direction
Départementale
des Teritoires
et de la Mer

16, rue Antoine Zattara
13332 Marseillecedex 3
Tél : 04 91 28 40 40
ddtm13@ddtm13.org

PLAN DE PREVENTION RISQUE NATUREL INONDATION SUR LA COMMUNE DE BOUC-BEL-AIR

CARTE DES ENJEUX

Limite de commune
PARCELLE
Enjeux
Autre Zone Urbanisée (AZU)
Zone Peu ou Pas Urbanisée (ZPPU)
Périmètre zone inondable

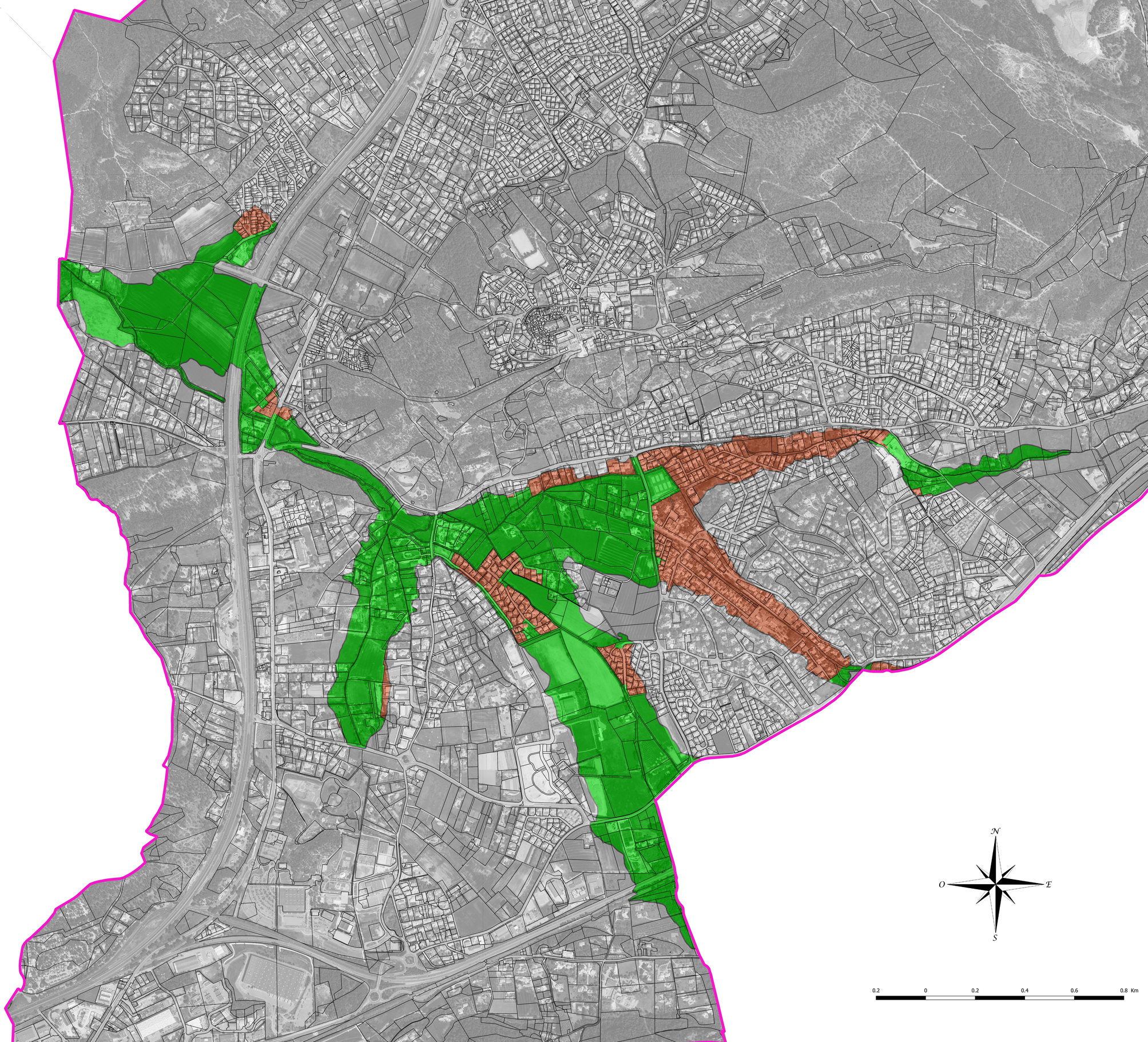
APPROUVE LE
27 MARS 2020

Edition : AVRIL 2020

Sources :

BD Ortho - IGN
BD Topo - IGN
Cadastre PCI
DDTM 13 / SU / PR

Echelle : 1 / 5000



Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

PRÉFET DES
BOUCHES-DU-RHÔNE
Direction départementale
des Territoires et de la Mer

Direction
Départementale des
Territoires et de la Mer

16, rue Antoine Zattara
13332 Marseille Cedex 3

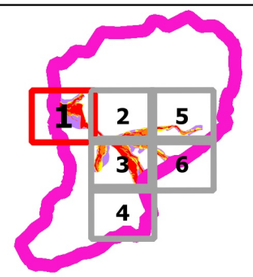
Tél : 04 91 28 40 40
ddtm13@ddtm13.org

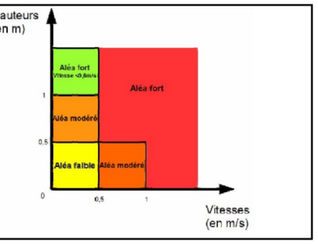
PLAN DE PREVENTION RISQUE INONDATION SUR LA COMMUNE DE BOUC-BEL-AIR

CARTE DES PHE

PLANCHE 1 / 6

APPROUVE LE
27 MARS 2020



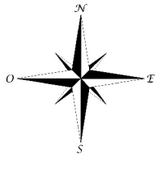


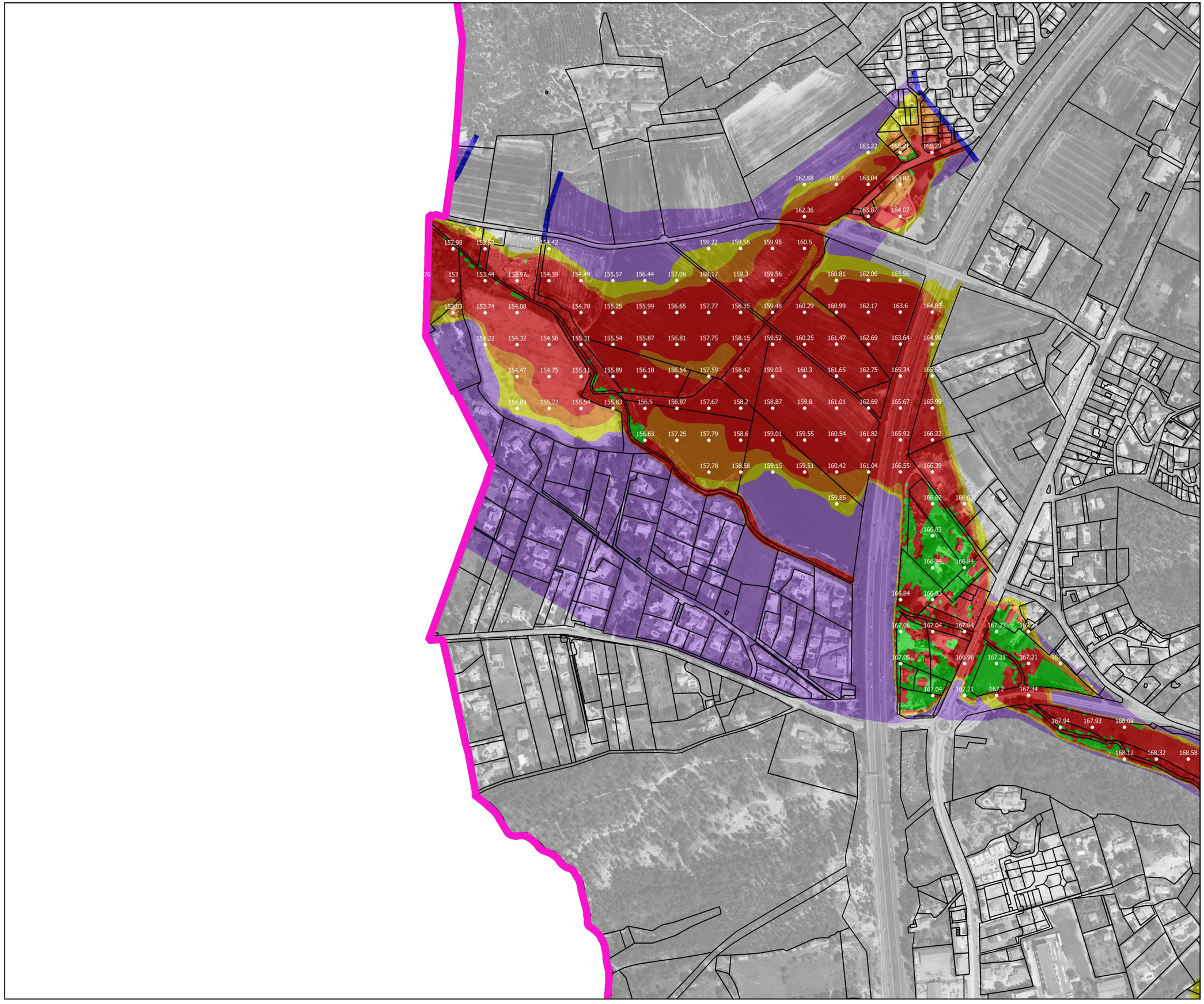
commune
parcelle
Limites de modélisation
83.50 Cote des plus hautes eau
Faible
Fort
Modéré
Résiduel

Echelle : 1 / 5000

Edition :
AVRIL 2020

Sources :
Bd Parcellaire IGN
DDTM 13 / SU / PR





Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

PRÉFET DES
BOUCHES-DU-RHÔNE
Direction départementale
des Territoires et de la Mer

Direction
Départementale des
Territoires et de la Mer

16, rue Antoine Zattara
13332 Marseille Cedex 3

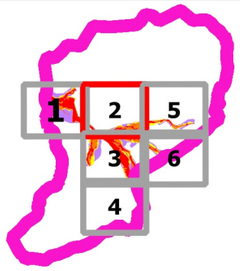
Tél : 04 91 28 40 40
ddtm13@ddtm13.org

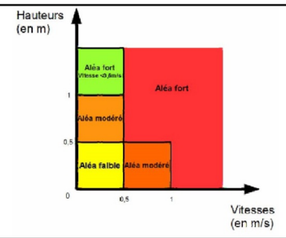
PLAN DE PREVENTION RISQUE INONDATION SUR LA COMMUNE DE BOUC-BEL-AIR

CARTE DES PHE

PLANCHE 2 / 6

APPROUVE LE
27 MARS 2020



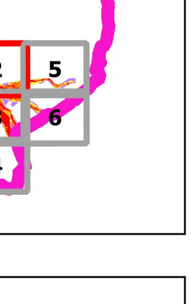


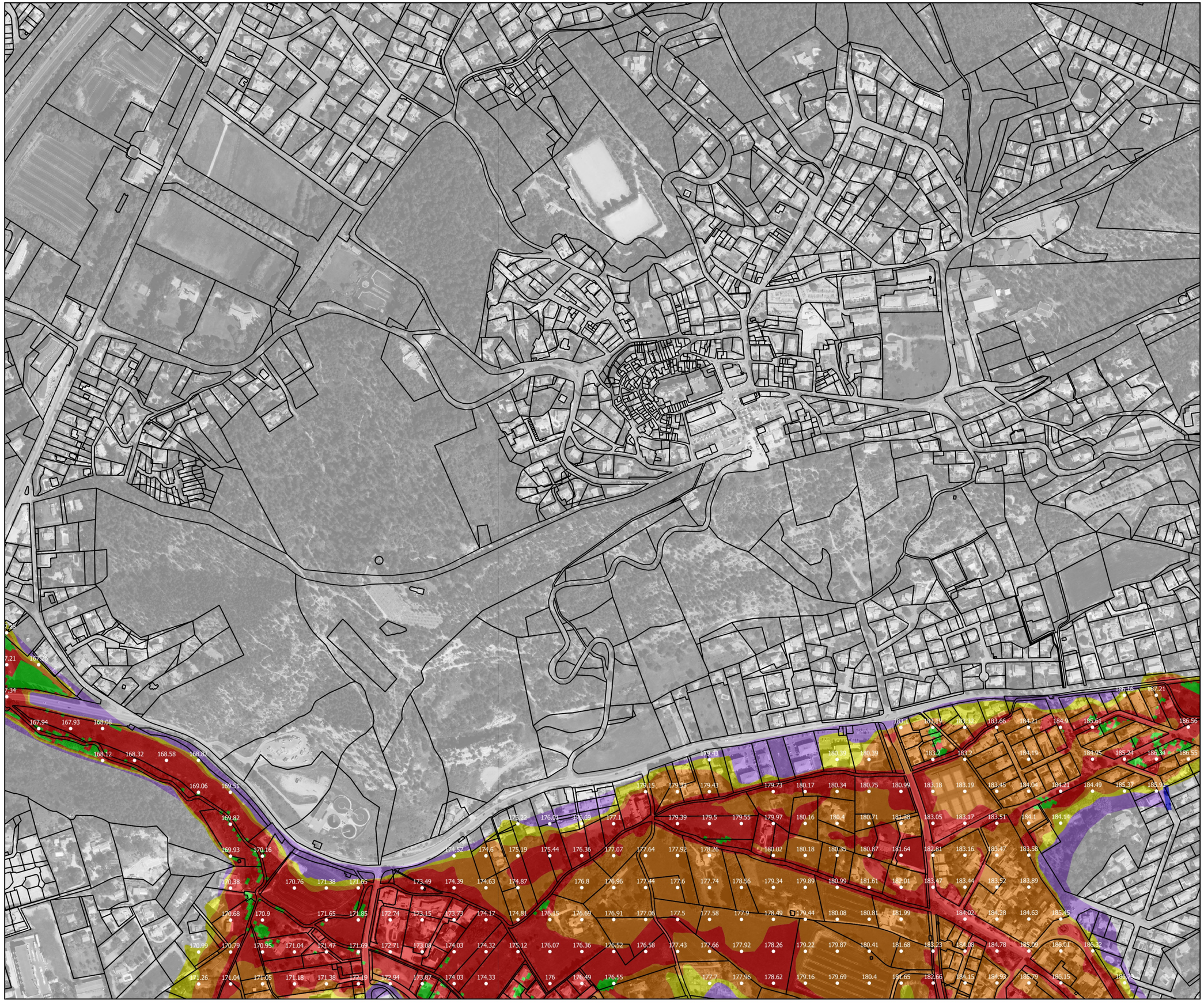
commune
parcelle
Limites de modélisation
83.50 Cote des plus hautes eau
Faible
Fort
Modéré
Résiduel

Echelle : 1 / 5000

Edition :
AVRIL 2020

Sources :
Bd Parcellaire IGN
DDTM 13 / SU / PR





Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

PRÉFET DES
BOUCHES-DU-RHÔNE
Direction départementale
des Territoires et de la Mer

Direction
Départementale des
Territoires et de la Mer

16, rue Antoine Zattara
13332 Marseille Cedex 3

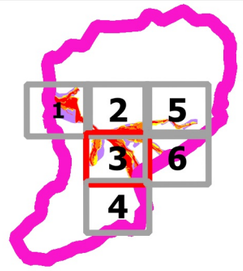
Tél : 04 91 28 40 40
ddtm13@ddtm13.org

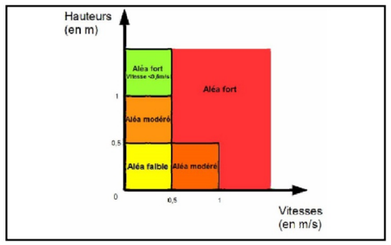
PLAN DE PREVENTION RISQUE INONDATION SUR LA COMMUNE DE BOUC-BEL-AIR

CARTE DES PHE

PLANCHE 3 / 6

APPROUVE LE
27 MARS 2020



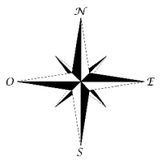


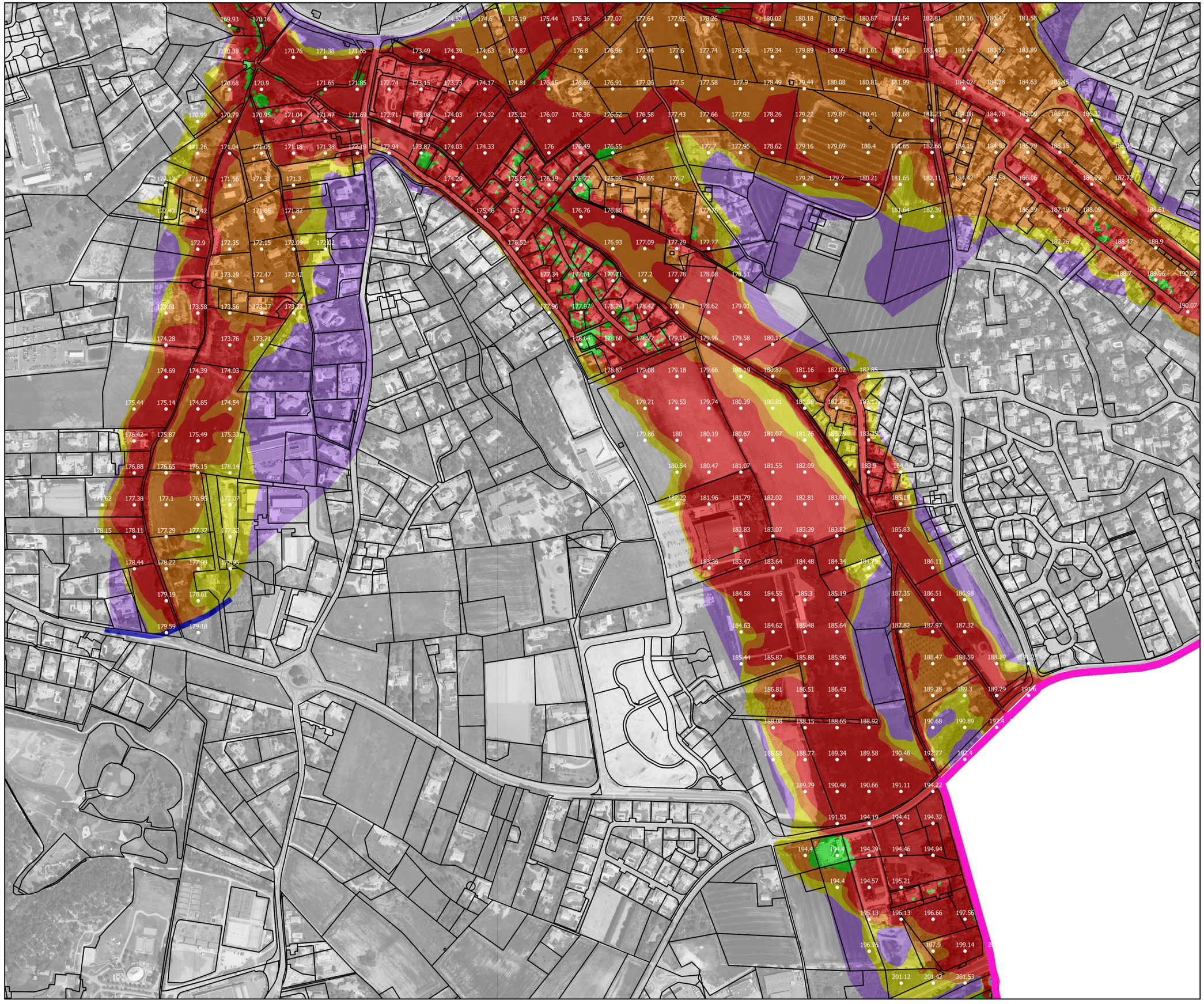
commune
parcelle
Limites de modélisation
83.50 Cote des plus hautes eau
Faible
Fort
Modéré
Résiduel

Echelle : 1 / 5000

Edition :
AVRIL 2020

Sources :
Bd Parcellaire IGN
DDTM 13 / SU / PR





Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

PRÉFET DES
BOUCHES-DU-RHÔNE
Direction départementale
des Territoires et de la Mer

Direction
Départementale des
Territoires et de la Mer

16, rue Antoine Zattara
13332 Marseille Cedex 3

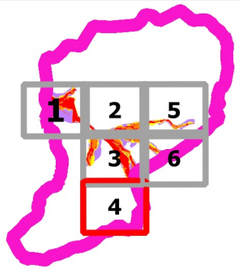
Tél : 04 91 28 40 40
ddtm13@ddtm13.org

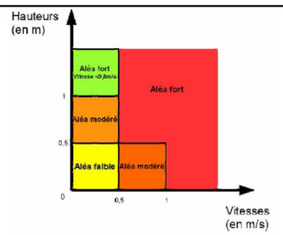
PLAN DE PREVENTION RISQUE INONDATION SUR LA COMMUNE DE BOUC-BEL-AIR

CARTE DES PHE

PLANCHE 4 / 6

APPROUVE LE
27 MARS 2020



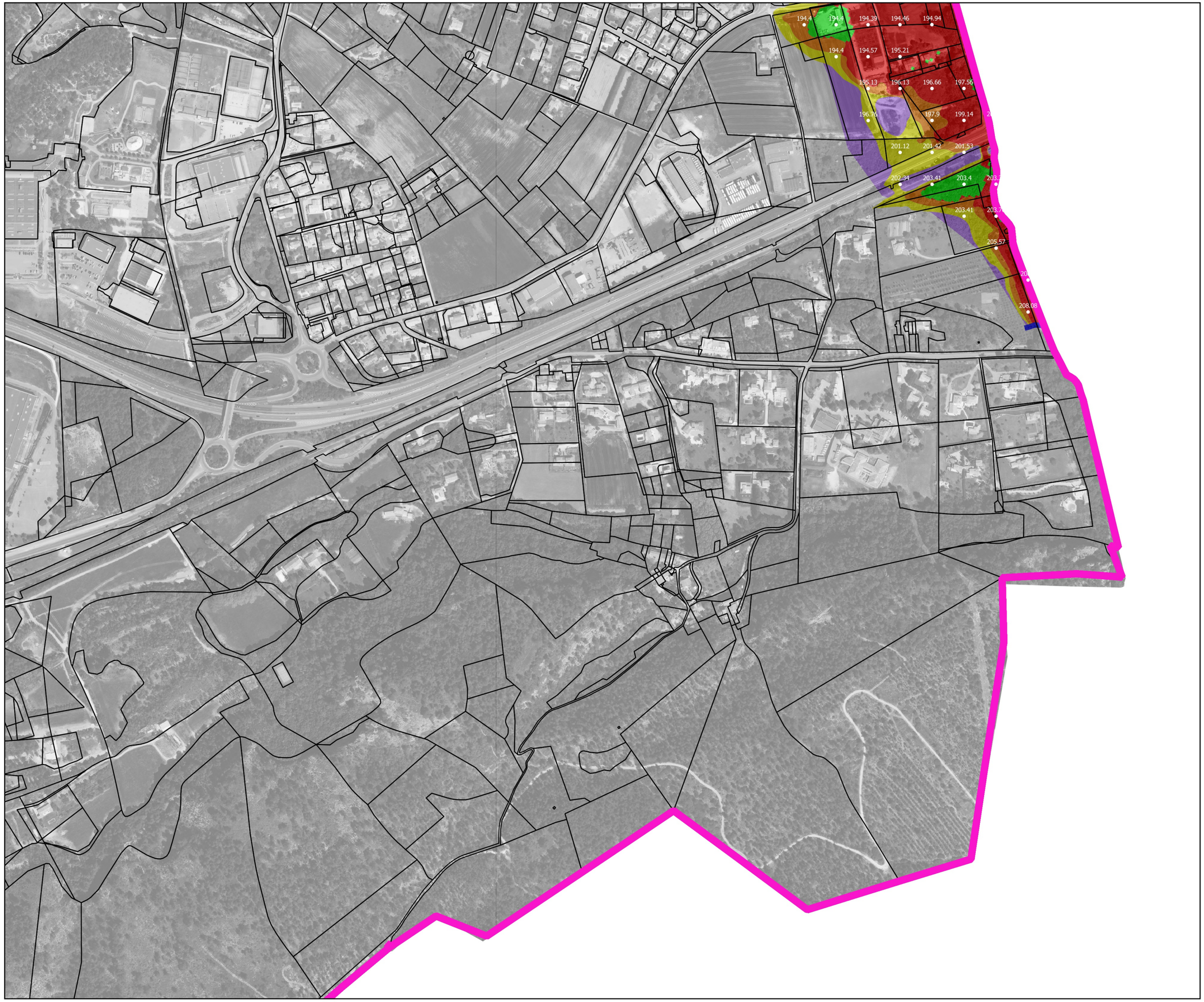


commune
parcelle
Limites de modélisation
83.50 Cote des plus hautes eau
Faible
Fort
Modéré
Résiduel

Echelle : 1 / 5000

Edition :
AVRIL 2020

Sources :
Bd Parcellaire IGN
DDTM 13 / SU / PR



Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

PRÉFET DES
BOUCHES-DU-RHÔNE
Direction départementale
des Territoires et de la Mer

Direction
Départementale des
Territoires et de la Mer

16, rue Antoine Zattara
13332 Marseille Cedex 3

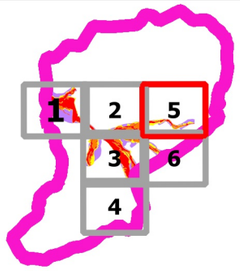
Tél : 04 91 28 40 40
ddtm13@ddtm13.org

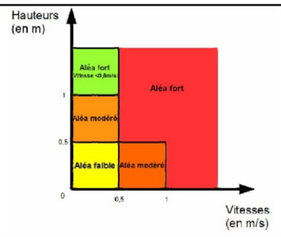
PLAN DE PREVENTION RISQUE INONDATION SUR LA COMMUNE DE BOUC-BEL-AIR

CARTE DES PHE

PLANCHE 5 / 6

APPROUVE LE
27 MARS 2020



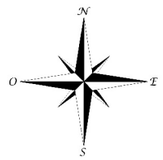


commune
parcelle
Limites de modélisation
83.50 Cote des plus hautes eau
Faible
Fort
Modéré
Résiduel

Echelle : 1 / 5000

Edition :
AVRIL 2020

Sources :
Bd Parcellaire IGN
DDTM 13 / SU / PR





Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

PRÉFET DES
BOUCHES-DU-RHÔNE
Direction départementale
des Territoires et de la Mer

Direction
Départementale des
Territoires et de la Mer

16, rue Antoine Zattara
13332 Marseille Cedex 3

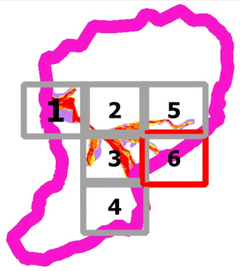
Tél : 04 91 28 40 40
ddtm13@ddtm13.org

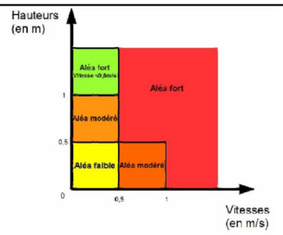
PLAN DE PREVENTION RISQUE INONDATION SUR LA COMMUNE DE BOUC-BEL-AIR

CARTE DES PHE

PLANCHE 6 / 6

APPROUVE LE
27 MARS 2020



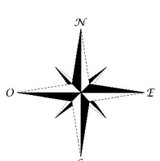


commune
parcelle
Limites de modélisation
83.50 Cote des plus hautes eau
Faible
Fort
Modéré
Résiduel

Echelle : 1 / 5000

Edition :
AVRIL 2020

Sources :
Bd Parcellaire IGN
DDTM 13 / SU / PR



Janvier 2017

MM3496

Définition de l'aléa inondation sur les communes de Cabriès, Bouc-Bel-Air et Simiane-Collongue



INGÉROP
Inventons demain

IDENTIFICATION

INGÉROP Conseil et Ingénierie
Agence de Aix-en-Provence - Domaine du Petit Arbois - Pavillon Laënnec - Hall B - BP 20056 - F-13545 Aix-en-Provence cedex 4
Tél. : (33)4 42 50 83 00 - N° Siret 489 626 135 00250 - ingerop.aix@ingerop.com - ingerop.fr
Siège Social : 18 rue des deux gares - CS 70081 - F-92563 Rueil-Malmaison Cedex
S.A.S. au capital de 5 800 000 € - R.C.S. Nanterre B 489 626 135 - APE 7112B - Code TVA n° FR 454 896 261 35

GESTION DE LA QUALITE

Version	Date	Intitulé	Rédaction	Lecture	Validation
1	01/2017	EH	MC	JF	JF

Observations sur l'utilisation du rapport :

Ce rapport, ainsi que les cartes ou documents, et toutes autres pièces annexées constituent un ensemble indissociable ; en conséquence, l'utilisation qui pourrait être faite d'une communication ou reproduction partielle de ce rapport et annexes ainsi que toute interprétation au-delà des indications et énonciations d'INGEROP ne saurait engager la responsabilité de celle-ci.

La société INGEROP n'est pas responsable de la vérification de la véracité des informations transmises, à l'exception de celles normalement décelables par l'homme de l'art, et celles pour lesquelles le Client a exigé une analyse spécifique.

SOMMAIRE

1 OBJET DE L'ETUDE 9

2 PRESENTATION DU SECTEUR D'ETUDE 10

3 ENQUETES DE TERRAIN ET PHENOMENES D'INONDATION PASSES 13

3.1 COMMUNE DE SIMIANE-COLLONGUE 13

3.1.1 Les crues historiques 14

3.1.2 Les dysfonctionnements propres à chaque cours d'eau 15

3.1.3 Les Secteurs à Enjeux 16

3.2 COMMUNE DE BOUC-BEL-AIR 17

3.2.1 Les crues historiques 17

3.2.2 Les dysfonctionnements propres à chaque cours d'eau 17

3.2.3 Les Secteurs à Enjeux 19

3.3 COMMUNE DE CABRIES 20

3.3.1 Les crues historiques 20

3.3.2 Les dysfonctionnements propres à chaque cours d'eau 20

3.3.3 Les Secteurs à Enjeux 24

3.4 CONCLUSION SUR LES ENQUETES DE TERRAIN 25

4 ANALYSE HYDROLOGIQUE 26

4.1 CLIMATOLOGIE – PLUVIOMETRIE 26

4.1.1 Caractéristiques climatiques générales 26

4.1.2 Précipitations intenses 27

4.2 MODELISATION PLUIE-DEBIT 28

4.2.1 Méthodologie 28

4.2.2 Les paramètres hydrologiques 33

4.2.2.1 Caractéristiques géométriques des sous bassins versants 33

4.2.2.2 Curve Number (indice de ruissellement) 33

4.2.2.3 Absorption initiale 35

4.2.2.4 Temps de concentration 36
4.2.2.5 Temps de transfert et coefficients d'amortissement sur le Grand Vallat 37
4.2.3 Débits de projet et débits de référence 38
4.3 COHERENCE DES RESULTATS 40
4.4 ETUDE COMPLEMENTAIRE SUR CABRIES 41
5 MODELISATION DES ECOULEMENTS 48
5.1 PRESENTATION DES MODELES 48
5.2 TOPOGRAPHIE 53
5.2.1 Modèles numériques de terrain 53
5.2.2 Levés terrestres 53
5.2.3 Profils en travers 54
5.3 MODELISATION DES LITS MINEURS 54
5.3.1 Géométrie des cours d'eau 54
5.3.2 Profils en travers et ouvrages 55
5.3.3 Coefficients de rugosité 56
5.4 MODELISATION DU LIT MAJEUR 56
5.4.1 Emprises des modèles et maillages 56
5.4.2 Coefficients de rugosité 57
5.5 COUPLAGE LIT MINEUR / LIT MAJEUR 58
5.6 CONDITIONS AUX LIMITES 58
5.6.1 Conditions aux limites amont 58
5.6.2 Conditions aux limites aval 59
5.7 MODELISATION DE L'EVENEMENT DE REFERENCE 60
5.7.1 Résultats cartographiques 60
5.7.2 Analyse du fonctionnement en crue de l'évènement de référence 81
5.7.2.1 Simiane-Collongue 81
5.7.2.2 Bouc-Bel-Air 85
5.7.2.3 Cabriès 88
5.7.2.4 Aix-La-Duranne 95
6 CARTOGRAPHIE DE L'ALEA 97

6.1 PRESENTATION GENERALE 97

6.2 HYPOTHESES RETENUES 98

6.3 CARTOGRAPHIES DE SYNTHESE 103

TABLEAUX

Tableau 1 : Liste des cours d'eau étudiés 10
Tableau 2 : Quantiles de pluie en mm pour la station météorologique d'Aix-Les-Milles 27
Tableau 3 : Caractéristiques géométriques des sous bassins versants 33
Tableau 4 : Définition du Curve Number (indice de ruissellement du sol) 34
Tableau 5 : Curve Number pour chaque BV 34
Tableau 6 : Absorption initiale (mm) 36
Tableau 7 : Définition des temps de concentration 36
Tableau 8 : Calage des temps de transfert et coefficients d'amortissement sur le Grand Vallat pour un évènement décennal 37
Tableau 9 : Débit obtenu à la confluence avec l'Arc pour les occurrences 2, 5, 50 ans et pluie de 1993 38
Tableau 10 : Débits de pointe des sous bassins versants 40
Tableau 11 : Comparaison des débits pseudo-spécifiques 41
Tableau 12 : Caractéristiques géométriques et hydrologiques des sous bassins versants sur la commune de Cabriès 45
Tableau 13 : Débits de référence pour les sous bassins versants redécoupés sur la commune de Cabriès 46
Tableau 14 : Débits obtenus pour le bassin versant du Grand Torrent (ou Baume Baragne) 47
Tableau 15 : Linéaire des cours d'eau modélisés 54
Tableau 16 : Coefficients de rugosité retenus en lit mineur 56
Tableau 17 : Coefficients de rugosité retenus en lit majeur 57
Tableau 18 : Conditions aval – Modèle Cabriès 60

FIGURES

Figure 1 : Réseau hydrographique et bassins versants étudiés 11
Figure 2 : Modèle Pluie-Débit 29
Figure 3 : Illustration des temps de transfert et coefficient d'amortissement sur le Grand Vallat 29
Figure 4 : Modèle Pluie-Débit – Découpage en sous bassins versants 31
Figure 5 : Occupation du sol 35
Figure 6 : Pluie de septembre 1993 39
Figure 7 : Hydrogrammes de crue de la Petite Jouïne au niveau de la RD9 (Données SAFEGE) 39
Figure 8 : Redécoupage en sous bassins versants pour l'étude complémentaire sur la commune de Cabriès (réalisée en 2016) 43
Figure 9 : Modèles hydrauliques utilisés pour cartographier l'aléa inondation 51
Figure 10 : Données topographiques 53
Figure 11 : Extrait du modèle unidimensionnel (SABA 2012) 56
Figure 12 : Extrait des modèles 2D – Topographie 57
Figure 13 : Coefficients de rugosité – Secteur vallats de Pibou et Babol à Bouc-Bel-Air 58
Figure 14 : Conditions aux limites amont – Modèle Cabriès 59
Figure 15 : Hauteurs maximales – Evènement de référence – Secteur Simiane-Collongue 61
Figure 16 : Vitesses maximales – Evènement de référence – Secteur Simiane-Collongue 63
Figure 17 : Hauteurs maximales – Evènement de référence – Secteur Bouc-Bel-Air 65
Figure 18 : Vitesses maximales – Evènement de référence – Secteur Bouc-Bel-Air 67
Figure 19 : Hauteurs maximales – Evènement de référence – Secteur Cabriès Grand Vallat 69
Figure 20 : Vitesses maximales – Evènement de référence – Secteur Cabriès Grand Vallat 71
Figure 21 : Hauteurs maximales – Evènement de référence – Secteur Cabriès Ouest 73
Figure 22 : Vitesses maximales – Evènement de référence – Secteur Cabriès Ouest 75
Figure 23 : Hauteurs maximales – Evènement de référence – Secteur Aix-la-Duranne 77
Figure 24 : Vitesses maximales – Evènement de référence – Secteur Aix-la-Duranne 79
Figure 25 : Premiers débordements sur le vallat des Mourgues à Simiane-Collongue 81
Figure 26 : Zone de stockage en amont de l'axe voie ferrée / RD6 82
Figure 27 : Photographies des ouvrages sous l'axe VF / RD6 83
Figure 28 : Vallats de Rajol et des Tilleuls – Fonctionnement en crue 84
Figure 29 : Vallats de Babol et de Pibou – Fonctionnement en crue 85
Figure 30 : Vallat des Tilleuls – Fonctionnement en crue 86
Figure 31 : Vallat de Violési et Grand Vallat – Fonctionnement en crue 87
Figure 32 : Grand Vallat – Surverse par-dessus l'A51 87
Figure 33 : Du vallat de la Mule au vallat de Rans – Fonctionnement en crue 88
Figure 34 : Grand Vallat de la confluence avec le vallat de Rans jusqu'à la RD60 – Fonctionnement en crue 90

Figure 35 : Grand Vallat de la RD60 à Lagremeuse – Fonctionnement en crue 91
Figure 36 : Vallat de la Cluée – Fonctionnement en crue 92
Figure 37 : Vallat de Rans amont – Fonctionnement en crue 92
Figure 38 : Vallat de Calas amont – Fonctionnement en crue 93
Figure 39 : Vallat de Calas et de Champfleury – Fonctionnement en crue 94
Figure 40 : Grand Vallat de Lagremeuse à la Duranne – Fonctionnement en crue 95
Figure 41 : Grand Vallat de la Duranne à la confluence avec l'Arc – Fonctionnement en crue 96
Figure 42 : Grille d'aléa (Source : DDTM 13) 97
Figure 43 : Exemple cartographie aléa brut / aléa lissé 98
Figure 44 : Cartographie de l'aléa – Hypothèse sur les lits mineurs 99
Figure 45 : Cartographie de l'aléa – Hypothèse sur l'enveloppe de la zone inondable 99
Figure 46 : Cartographie de l'aléa – Hypothèse sur les axes d'écoulement 99
Figure 47 : Cartographie de l'aléa – Hypothèse sur les zones d'ombre 100
Figure 48 : Cartographie de l'aléa – Hypothèse sur le vallat de Rans 101

1 OBJET DE L'ETUDE

La Jouïne (issue de la confluence entre le Grand Vallat et la Petite Jouïne) est un affluent de l'Arc. Le Grand Vallat et ses affluents traversent de nombreux secteurs habités sur les communes de Simiane-Collongue, Bouc-Bel-Air, Cabriès et Aix-en-Provence la Duranne. La Petite Jouïne, sur la commune d'Aix-en-Provence uniquement, conflue avec le Grand Vallat à l'aval de la RD9 après son passage dans la zone d'activités des Milles. La superficie du bassin versant de la Jouïne est de 75 km².

Ce secteur connaît, comme beaucoup de communes de l'arc méditerranéen, de nombreux problèmes d'inondation liés à des phénomènes pluvieux intenses sur des sols de plus en plus imperméabilisés du fait de la croissance incessante de l'urbanisation.

Plusieurs études antérieures ont permis d'affiner la connaissance du risque inondation sur ce territoire. La plus récente, l' *« Etude pour la réduction de l'aléa inondation au droit des lieux habités en tenant compte du fonctionnement naturel des cours d'eau »,* a été réalisée par INGEROP en 2012 pour le Syndicat d'Aménagement du Bassin versant de l'Arc (SABA). Cette étude a permis, entre autres, de déterminer les hauteurs d'eau et vitesses d'écoulement pour plusieurs occurrences de pluie, notamment pour l'évènement de référence (type 1993). Le croisement hauteur/vitesse permettant de définir les classes d'aléa n'a pas été réalisé.

En revanche, l'étude *« Synthèse et mise en cohérence des études existantes relatives à l'inondabilité des communes de Bouc-Bel-Air, Cabriès et Simiane-Collongue »* réalisée par IPSEAU INGEROP en 2006 pour la DDE des Bouches-du-Rhône, avait abouti sur la cartographie de l'aléa inondation sur le secteur. L'aléa était issu de modélisations unidimensionnelles, moins précises que celles qui ont été réalisées pour le SABA en 2012.

La Direction Départementale des Territoires et de la Mer des Bouches-du-Rhône souhaite homogénéiser la connaissance de l'aléa inondation sur le bassin versant de l'Arc. Dans la continuité de cette démarche, elle souhaite disposer de cartographies décrivant l'aléa inondation sur le bassin versant du Grand Vallat.

La présente mission a pour objectif de réaliser les cartes d'aléa sur le bassin versant du Grand Vallat et de la Petite Jouïne (secteur Aix la Duranne), en vue de la création d'un Porter-à-Connaissance par le Préfet.

2 PRESENTATION DU SECTEUR D'ETUDE

Les bassins versants du Grand Vallat et de la Petite Jouïne couvrent respectivement une superficie de 60 km² et 15 km² environ. La confluence des deux cours d'eau donne naissance à la Jouïne, qui se jette, quelques centaines de mètres en aval, dans l'Arc, en amont du pont de Saint-Pons.

Le tableau et la figure ci-après présentent le réseau hydrographique ainsi que les bassins versants étudiés.

Tableau 1 : Liste des cours d'eau étudiés

Nom des cours d'eau	Parcours reconnu et nom des lieux dits	Longueur (km)	Surface du bassin versant (km²)	Communes traversées
Grand Vallat	De la confluence entre le Vallat de Babol et le Vallat de Pibou à la confluence avec la Petite Jouïne	9.1	59.2	**Bouc Bel Air Cabriès Aix-en-Provence**
Vallat de Babol	De la source de Roque à la confluence avec le Grand Vallat et le Vallat de Pibou	5.4	11.9	**Simiane-Collongue Bouc Bel Air**
Vallat des Mourgues	De la Fontaine de Venel à la confluence avec le Vallat de Babol	4.2	3.8	**Simiane-Collongue**
Vallat de Rajol	De Simiane – Collongue (village) à la confluence avec le Vallat des Tilleuls	1.3	1.4	**Simiane–Collongue Bouc Bel Air**
Vallat des Tilleuls	De la sortie du vallon de l'Oasis à la confluence avec le Grand Vallat	2.7	10.2	**Simiane–Collongue Bouc Bel Air**
Vallat de Pibou	De la Sèbe à la confluence avec le Grand Vallat et le Vallat de Babol	2.9	3.5	**Bouc Bel Air**
Vallat de Violési	De l'ancien Oppidum à la confluence avec le Grand Vallat	2.7	6.6	**Bouc Bel Air**
Vallat de la Mule	De la Mule (autoroute A51) à la confluence avec le Grand Vallat	1.5	2.6	**Bouc Bel Air**
Vallat de la Cluée (ou Violet)	De Cabriès (centre-ville) à la confluence avec le Grand Vallat	2	1.5	**Cabriès**
Vallat de Rans	De la Malle (amont RD6) à la confluence avec le Grand Vallat	3.9	4.4	**Cabriès**
Vallat de Calas (ou Petit Vallat ou ruisseau de Fontaube)	De la Foraine à la confluence avec le Grand Vallat (Lagremeuse)	5.2	9.5	**Cabriès**
Vallat de Champfleury (ou de Thouin)	Du vallon de Thouin à la confluence avec le Vallat de Calas	2	2.5	**Cabriès (Calas)**
Petite Jouïne	**De la Mounine (amont A51) à la confluence avec le Grand Vallat**	**4.5**	**15**	**Aix-en-Provence**

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Direction Départementale des Territoires et de la Mer

INGÉROP
Inventons demain

Décembre 2016

Cartographie de l'aléa inondation sur le bassin du Grand Vallat

Figure 1 : Réseau hydrographique et bassins versants étudiés

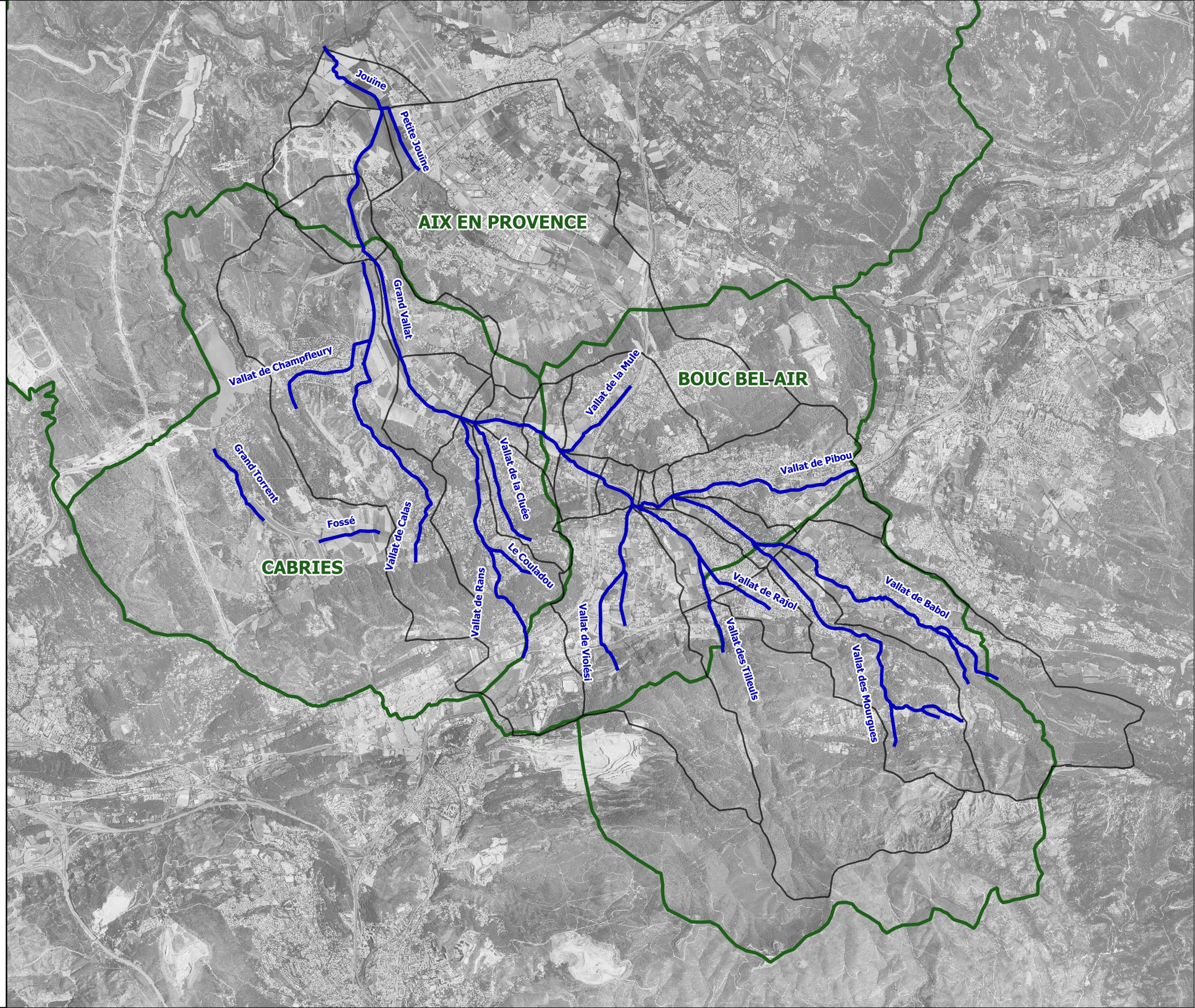
MM3496 - Ind A

Légende :

- Réseau hydrographique
- Bassins versants
- Limite communale

Echelle : 1 / 50 000 e

N



3 ENQUETES DE TERRAIN ET PHENOMENES D'INONDATION PASSES

Dans le cadre de l'étude missionnée par le SABA, des enquêtes de terrain ont été réalisées sur les communes de Simiane-Collongue, Bouc-Bel-Air et Cabriès. Ces enquêtes portaient notamment sur la connaissance des inondations passées et des phénomènes de débordements observés par les riverains et les services concernés des communes. Bien qu'il est peu probable d'observer de mémoire d'homme des inondations provoquées par une crue d'occurrence centennale, l'analyse des débordements pour les crues plus modestes permet de comprendre les mécanismes de débordement et d'identifier les secteurs inondés fréquemment. Généralement, mais cependant de façon non systématique, ce sont ces secteurs qui seront le plus susceptibles de voir un aléa fort en cas d'événement centennal.

Les paragraphes ci-dessous présentent les crues historiques ainsi que les phénomènes de débordements observés par les riverains. Ces informations sont issues des enquêtes de terrain réalisées en 2012 (pour le SABA) et en 2006 (pour la DDE). Notons que l'évènement de référence sur le bassin versant du Grand Vallat est du type 1993. En réalité, lors des fortes pluies de 1993, seule la partie aval du bassin versant a réagi, de Cabriès à l'Arc. Bouc-Bel-Air et Simiane-Collongue n'ont pas connu de fort dommage. L'évènement de 1993 reste néanmoins le plus fort connu sur le secteur. La crue exceptionnelle sur le Grand Vallat correspond à la crue générée par la plus forte pluie mesurée en 1993 appliquée sur l'ensemble du bassin versant du Grand Vallat.

3.1 COMMUNE DE SIMIANE-COLLONGUE

La commune de Simiane-Collongue a été principalement touchée par 4 événements importants :

- 1976 : Déversement d'un très fort débit depuis le canal du Verdon vers le vallon de Babol provoquant ainsi de fortes inondations à l'aval dans le quartier des Migraniers à l'amont de la voie de chemin de fer.
- Janvier 1994 : Fortes pluies entraînant des inondations et des coulées de boues et ayant donné lieu à un arrêté de catastrophe naturelle.
- Aout 1996 : Orage très important sur la chaîne de l'étoile entraînant des inondations et des coulées de boues et ayant donné lieu à un arrêté de catastrophe naturelle.
- Décembre 2003 : Fortes pluies entraînant des inondations et des coulées de boues et ayant donné lieu à un arrêté de catastrophe naturelle.

3.1.1 LES CRUES HISTORIQUES

- **Evènement de 1976**

L'événement de 1976 est très particulier puisqu'il ne correspond pas à un événement dit « naturel » : c'est-à-dire lié à de fortes pluies. Suite à une avarie sur le barrage du Bimont, le niveau de canal du Verdon est monté très fortement. De nombreux déversoirs d'orage, vers le vallon de Babol notamment, ont fonctionné de façon très importante. Ce brusque apport de débit a provoqué de larges inondations sur le vallon de Babol dans le quartier de Cavaillarde.

- **Evénement de Janvier 1994**

Les événements pluvieux de 1994 ont provoqué des coulées de boue qui ont coupé un certain nombre de routes dans la partie amont de la commune (chemin des Marres, Mimet, chemin Jean le Maître, chemin des Frères, chemin des Putis, Chemin de Roque, chemin Croix de Fer, chemin de Gadie, chemin des Vignes, route de Siege). Des débordements du vallon de Babol au droit du quartier de Cournières ont été également observés.

- **Evénement de 1996**

L'événement de 1996 correspond à un orage localisé sur la chaîne de l'étoile de très forte intensité. Cet orage a engendré des débits très importants sur le vallat des Mourgues. A l'entrée du village où le vallat devient souterrain, un embâcle a obstrué la galerie. Très vite, le vallat a débordé inondant ainsi le centre-ville. De nombreux axes d'écoulement se sont formés le long des rues longitudinales à la pente du terrain naturel. Les fortes vitesses ont entraîné de nombreuses voitures. Sur certains secteurs, les hauteurs d'eau ont dépassé localement 1 mètre même si en moyenne elles n'étaient pas supérieures à 50 cm. A l'aval du centre-ville, les écoulements se sont étalés dans la plaine entre le vallat des Mourgues (fossé à nouveau à ciel ouvert) et le vallat de Babol. Dans le lotissement des Migraniers les hauteurs d'eau ont atteint 10 à 20 cm sans vitesse. Les nombreux murs de clôture ont formé des micros rétention. Lors de cet événement, le vallat de Babol a également débordé au niveau des Cournières en amont du pont de franchissement sous le vallat. Les débordements ont touché préférentiellement la rive gauche, 10 à 20 cm d'eau ont été observés.

- **Evénement de 2003**

Les événements de décembre 2003 ont provoqué des inondations sur le vallat de Babol et le vallat des Mourgues à l'aval du centre-ville. Sur le vallat de Babol, des débordements similaires à 1996 se sont passés au niveau des Cournières où le manque d'entretien du vallon a provoqué des larges inondations en rive gauche. En bordure de vallon, 50 cm d'eau ont été observés dans une habitation. Ces

écoulements débordants se sont ensuite étalés et ont franchis le chemin en aval pour retourner progressivement dans le lit du cours d'eau. Juste en amont du franchissement les hauteurs d'eau observées sont de l'ordre de 20 cm en moyenne. A l'aval, les franchissements des vallons de Babol et des Mourgues sous la RD6 (4 voies) sont largement sous dimensionnés. Ceci a provoqué une inondation du secteur situé entre les deux vallons juste en amont de la voie de chemin de fer (30 à 50 cm de hauteur d'eau observée). La RD6, formant une cuvette, a été également submergée pendant plusieurs heures.

3.1.2 LES DYSFONCTIONNEMENTS PROPRES A CHAQUE COURS D'EAU

Hormis les crues historiques, la commune a émis des commentaires quant aux dysfonctionnements des cours d'eau sur leur commune. Ce paragraphe a ainsi pour objectif de retranscrire ses remarques.

- **Vallat de Rajol**

Le vallat de Rajol prend naissance dans le quartier du même nom, dont la configuration topographique présente un point bas en son centre. A l'amont de la RD6, le vallat passe dans un premier bassin de rétention, qui passe en charge très rapidement. La surverse de ce bassin débouche dans un second bassin de rétention, situé entre la RD6 et la voie ferrée. L'ouvrage de fuite de ce bassin étant bouchée, la surverse passe tout de suite en fonctionnement, orientant les eaux de surverse sur un point bas de la RD6, en direction du garage Peugeot. Des terre-pleins centraux, situés sur la RD6, font obstacle aux écoulements.

L'ouvrage de franchissement de la RD8 sous le vallat de Rajol est une zone où confluent plusieurs axes de ruissellement : le vallat ainsi que deux autres fossés longeant la RD8 vers l'ouvrage. Cette zone de confluence semble problématique car la capacité de l'ouvrage n'est pas suffisante. A l'aval de cet ouvrage, il existe un petit bassin de rétention, qui selon la commune, est complètement inutile. Au niveau de cette confluence, une centaine de cochons et une dizaine de poules sont morts lors des inondations de 2003.

- **Vallat des Tilleuls**

Sur le vallat des Tilleuls, l'ouvrage permettant le franchissement de la RD6 ne concentre pas correctement les écoulements.

- **Vallat des Mourgues**

A l'entrée du village, le vallat passe en souterrain. Une grille a été installée pour éviter l'entrée de flottants. En 1996, l'entrée dans le réseau souterrain a été obstruée par un matelas, entraînant le

passage en charge de l'ouvrage. L'eau s'est alors étalée dans les rues, qui constituent divers axes d'écoulement.

Au niveau du quartier des Migraniers, le cours d'eau est à nouveau à ciel ouvert, et déborde préférentiellement en rive droite, inondant le quartier. Dans ce lotissement, de nombreux murs font obstacle aux écoulements et provoquent la rétention d'eau. Au niveau du passage sous la RD6, l'eau est stockée dans la plaine située en amont de la route départementale. Cette zone constitue une zone potentielle d'expansion de crue intéressante.

- **Vallat de Babol**

Le vallat de Babol est constitué de nombreux ouvrages sous dimensionnés. Le passage en charge de ces ouvrages entraîne des débordements particulièrement en rive gauche, vers le quartier des Migraniers.

La commune a également abordé les problèmes de communication sur le risque inondation. Elle souhaiterait avoir un système d'alerte fiable permettant en cas de crue, de mobiliser rapidement l'équipe des services techniques.

3.1.3 LES SECTEURS A ENJEUX

Il existe un certain nombre de bâtiments sensibles accueillant du public, potentiellement inondables. Il s'agit :

- des écoles primaires et maternelles situées en centre-ville à proximité du vallon des Mourgues,
- du récent collège situé en rive gauche du vallat de Babol au lieu-dit le Mûrier,
- le gymnase et la maison de retraite, situés entre le vallat des Mourgues et le vallat de Babol,
- la Mairie, située en rive gauche du vallat des Mourgues.

Concernant les projets d'urbanisation future, la commune avait en projet, lors des enquêtes réalisées en 2012, la réalisation d'un éco-quartier entre le vallat des Mourgues et le vallat de Babol en aval de la RD8.

3.2 COMMUNE DE BOUC-BEL-AIR

3.2.1 LES CRUES HISTORIQUES

La commune de Bouc Bel a été touchée par 4 événements pluvieux principaux :

- Septembre 1993
- Janvier 1994
- Aout 1996 : Orage localisé sur la chaîne de l'étoile
- Décembre 2003.

Selon les secteurs de la commune, ce ne sont pas les mêmes événements qui ont été les plus importants. C'est pourquoi ont été listés, sur chaque vallon, les secteurs où des débordements s'étaient déjà produits.

3.2.2 LES DYSFONCTIONNEMENTS PROPRES A CHAQUE COURS D'EAU

- **Vallat de Babol**

En 1993 et Août 1996, la plupart des ponts sur la vallat de Babol ont été submergés. Une hauteur d'eau de 10 cm a été observée sur la rue Honore Daumier, provoquant ainsi une inondation du quartier situé en amont par remous. A l'aval, les écoles primaire et maternelle n'ont cependant jamais été inondées de mémoire d'homme.
Plus en aval, 20 cm d'eau ont été observés en 1996 au droit des habitations situées en amont du franchissement sous l'avenue Alphonse Daudet. Là encore l'ouvrage limitant semble être la cause directe de ces inondations.
Jute en amont de la confluence entre les vallats de Babol et Pibou, l'ouvrage de franchissement est sous dimensionné, c'est le pont de Chateaubriand. Celui-ci provoque en crue, une inondation par refoulement du quartier du Cougnaou situé en rive droite essentiellement.

- **Vallat de Pibou**

Sur le vallat de Pibou, la plupart des ouvrages de franchissement sont sous dimensionnés, provoquant généralement des inondations sur les secteurs amont (chemin lei morts, rue du petit lac, etc.). Le principal quartier inondé est le secteur de Platanes qui est touché par les débordements du vallat mais également par le ruissellement pluvial en provenance des coteaux. Sur ce secteur, les hauteurs d'eau varient entre 5 à 20 cm.
A l'aval de l'ouvrage de franchissement sous le chemin Joseph Roumanille, le vallat passe en souterrain. L'ouvrage reçoit le vallat, mais également les ruissellements amont en provenance

notamment de la Salle. Pour éviter ce goulot d'étranglement, il a été fait le choix de mettre en place des bassins de rétention en amont, dans le cadre du schéma directeur d'assainissement pluvial. La confluence entre le vallat de Pibou et le vallat de Babol est une zone sensible. Lors de la reconnaissance de terrain, des pierres s'étaient écroulées à l'aval de l'ouvrage.

- **Vallat de Violési**

Aucun problème d'inondation majeure n'a été signalé sur le vallat de Violési, excepté dans le secteur de confluence aval. La commune signale cependant un ruissellement pluvial en provenance du collège et du quartier de Montaury sud très important. Ce ruissellement emprunte des petits talwegs naturels pour rejoindre le secteur de Babol Sud.

- **Vallat des Tilleuls**

En décembre 2003, le vallat des Tilleuls a débordé en de nombreux endroits, inondant ainsi certains quartiers. Dans le secteur amont, la RD8 a été submergée par 30 cm d'eau. Le complexe sportif (gymnase et piscine) situé en aval n'a cependant jamais été inondé. En aval du complexe, le vallat a débordé en rive gauche en créant plusieurs chenaux secondaires d'écoulement (de profondeur pouvant atteindre 1.5 m). Ces axes d'écoulement secondaires ont rejoint à l'aval la rue du Pilon du Roi, dans le quartier de Vaunière, qui a été inondé lors des pluies importantes de 1996 et 2003. En 2003, environ 20 cm d'eau y ont été observés.
L'inondation de ce quartier est provoquée principalement par le refoulement du réseau pluvial se rejetant dans le vallat des Tilleuls. Les grilles du réseau pluvial sont en effet situées sur les trois branches de route situées de part et d'autre de l'ouvrage situé sous la rue Sainte Victoire. De ce fait, lorsque le vallat remonte dans le réseau, avant même d'avoir surversé par-dessus l'ouvrage sous dimensionné, l'eau s'écoule dans les rues via le réseau pluvial.
Cette inondabilité est également accentuée par la présence de merlons en rives droite et gauche du vallat. La berge gauche étant plus basse, les débordements ont lieu préférentiellement sur cette rive, alors que les champs en rive droite, qui constituent une zone d'expansion de crue intéressante, ne sont pas inondés.

Le tronçon en amont de l'ouvrage sous la rue Sainte Victoire connaît d'importants problèmes d'érosion et d'instabilité de berges. Les matériaux érodés se déposent en aval de l'ouvrage, au niveau du coude. Le dépôt de matériaux a pour effet de rehausser la ligne d'eau. Ce coude est une aberration hydraulique qui ne concentre pas correctement les écoulements et qui entraîne le dépôt des matières érodées. Deux grosses pierres ont été posées en amont de l'ouvrage pour permettre de stopper les matériaux érodés à l'amont.
Le tronçon en aval du quartier de Vaunière présente également des problèmes d'érosion et l'ouvrage sous le chemin de Sauvecanne est sous dimensionné.

Dans le cadre de l'étude menée par le SABA, une attention particulière a été portée sur le quartier de Vaunière. Des bassins de rétention, la suppression des merlons ainsi que la suppression du coude font partis des aménagements qui ont été proposés.

- **Grand Vallat**

Certaines habitations du quartier de San Baquis Sud, situé en rive gauche de Grand vallat à l'aval de l'A51, ont été inondées de façon très importante en 1993 où 80 cm à 1 m d'eau ont été observés. Ce phénomène d'inondation semble lié à la fois aux débordements du Grand Vallat mais également au ruissellement pluvial du secteur. En effet, certaines habitations sont situées dans un talweg naturel. En amont de l'A51, le Grand Vallat est très encaissé, aucune habitation ne semble avoir été touchée. La confluence entre le Grand Vallat et la Vallat de Violési est un secteur fréquemment inondé, formant un lac en cas de forte pluie (décembre 2003 notamment).

- **Vallat de la Mule**

Sur le vallat de la mule, la partie basse du quartier des Amandiers est inondée fréquemment par le ruissellement pluvial issu des coteaux amont. En 2003, les franchissements du vallat sous la RD60 ainsi que sous la voie d'accès au lotissement « le Clôt des Pins » ont été également submergés coupant ainsi les routes.
Au droit de son franchissement sous la RD60, l'A51 présente un point bas marqué. Sur ce secteur les eaux de ruissellement issues de la colline n'ont pas d'exutoire, elles sont donc drainées par les fossés de l'A51 et débordent au point bas. Cette surverse, associée aux débordements du vallat de la mule entraîne des inondations importantes du secteur du terrain de sport situé entre la vallat et l'A31. En 2003, jusqu'à 80 cm d'eau y ont été observé.

3.2.3 LES SECTEURS A ENJEUX

Il existe un certain nombre de bâtiments sensibles accueillant du public, potentiellement inondables. Il s'agit :

- des écoles primaires et maternelles ainsi que du centre commercial situé sur le vallat de Babol,
- du complexe gymnase-piscine situé sur le vallat des Tilleuls,
- du collège Montaury,
- des services techniques, situés en rive droite du vallat de Violési,
- du terrain de sport sur la vallat de la Mule.
-

Concernant l'urbanisation future, la commune avait en projet, lors des enquêtes de 2012, de se développer sur l'espace situé entre le vallat de Violési et le vallat des Tilleuls en aval de la RD6.

3.3 COMMUNE DE CABRIES

3.3.1 LES CRUES HISTORIQUES

La commune de Cabriès a été touchée par 4 principaux événements pluvieux récents :

- 1978
- 1993
- Décembre 2003
- Septembre 2005.

La crue de 1978 a touché principalement l'Arc, mais certains secteurs sur la commune de Cabriès ont été sévèrement touchés. La RD60 a été bloquée pendant plusieurs jours et une personne a péri, entraînée par une voiture, au niveau de Lagremeuse.
L'événement de 1993 est le plus important que la commune semble avoir connu. Celui-ci est qualifié d'événement « centennal ». Les événements de 2003 et 2005, plus modestes, se rapprocheraient eux d'un événement dit « décennal ».
Afin d'analyser les événements pluvieux ayant provoqué des débordements sur la commune, les dysfonctionnements observés sur chaque vallon sont décrits ci-dessous.

3.3.2 LES DYSFONCTIONNEMENTS PROPRES A CHAQUE COURS D'EAU

- **Vallat de Rans**

Le vallat de Rans correspond au cours d'eau prenant naissance en amont de l'autoroute A51, longeant le centre-ville de Cabriès, et se rejetant dans le Grand Vallat dans le lieu-dit « La Planque ».

De l'amont vers l'aval, les principaux dysfonctionnements observés sont les suivants.

A l'aval de l'A51, lors de son franchissement dans le lotissement « Le Verger », le ruisseau longeant la RD60d déborde préférentiellement en rive droite du fait d'ouvrages de franchissement limitants. Une habitation a déjà été inondée en 1993 par plus de 80 cm d'eau. Cette hauteur d'eau importante est liée à la présence d'un mur en aval bloquant les écoulements. Par ailleurs, le secteur reçoit également un important ruissellement pluvial en provenance de la colline (Le Bolles). De plus, à l'aval de l'A51, l'ouvrage de franchissement de la RD60 présente un coude ainsi qu'une capacité insuffisante qui est problématique car l'ouvrage ne concentre pas correctement les écoulements. De ce fait, les habitations aval sont inondées fréquemment, quand il pleut en continu.

Plus à l'aval, les débordements reviennent dans le lit, même si le second passage sous la RD60 est obstrué par une canalisation de la Société du Canal de Provence, ce qui a pour effet d'exhausser la ligne d'eau.

Plus généralement, le lotissement « Le Verger » présente d'importants problèmes d'assainissement pluvial. Les rues en forte pente drainent majoritairement les écoulements qui s'accumulent dans les parties basses le long de la RD60d.

Plus à l'aval, les habitations situées entre le vallat et la RD60d sont régulièrement inondées par le ruissellement pluvial d'un talweg amont et l'insuffisance du réseau pluvial de la RD60d. La RD60d a déjà été coupée par les débordements du ruisseau du Couladou (affluent du Vallat de Rans) à l'entrée du centre-ville de Cabriès, ainsi que la RD60e, située plus à l'aval.

Le lieu-dit « Les Patelles » forme une cuvette naturelle au fond de laquelle coule le vallat de Rans. Lors des derniers événements de 2003 et 2005, le vallat n'a pas débordé sur ce secteur, mais de nombreux apports liés au ruissellement des coteaux amont ont été observés. Ceux-ci ont inondé partiellement une habitation située entre la route de Bélandière et la rive droite du vallat. L'ouvrage de franchissement aval du vallat sous la route de Bélandière a été submergé en 1993 mais pas en 2003, ni en 2005.

A l'aval, le secteur de confluence avec le Grand Vallat est le siège d'inondations répétées mais les hauteurs d'eau restent faibles.

- **Vallat de la Cluée**

La vallat de la Cluée est situé parallèlement au vallat de Rans et se rejette également directement dans le Grand Vallat. Ce vallat prend le nom de fossé des Violets en amont du village de Cabriès. En 2003, le pont sur la RD60a a été submergé. Plus à l'aval, une habitation située allée des Lilas a été touchée lors des derniers événements de septembre 2005 du fait d'un embâcle sous un ponceau d'accès.
A l'amont de l'ouvrage permettant le franchissement de la RD60a, un piège à embâcles a été installé pour éviter des débordements à l'aval.
A l'aval, il y a des transferts d'eau entre le vallat de la Cluée et le vallat de Rans, inondant ainsi les bâtiments situés entre les deux.
Le vallat de la Cluée collecte de nombreux fossés d'assainissement pluvial provenant notamment des lotissements en rive droite.

- **Vallat de Calas**

Le vallat de Calas prend sa source au lieu-dit « La Foraine » dans le quartier de Fontaube. A l'aval il traverse le hameau de Calas où il est partiellement canalisé pour rejoindre le vallat de Champfleury.

Les premiers dysfonctionnements sont observés au niveau du hameau du Boulard. Le ruissellement en provenance des coteaux est important et le ruissellement pluvial est essentiellement drainé par les rues. Certaines habitations en fond de talweg sont assez fréquemment inondées. En 2003, 30 à 40 cm d'eau ont été observés localement en point bas dans les axes d'écoulement. Par ailleurs, le réseau pluvial souvent saturé a tendance à refouler dans les points bas.
En aval, l'ouvrage de franchissement sous la route reliant la RD8 et la RD543 a été également submergé en 2003. En amont du hameau de Calas, dans le secteur de plaine, le vallat déborde relativement régulièrement mais sans inonder la RD543. Certains accès privés sont momentanément coupés mais les habitations, toutes relativement éloignées du cours d'eau, ne sont pas touchées.
A l'entrée du hameau de Calas, le vallat devient canalisé (Φ1000). Sa section sous dimensionnées pour des événements courants, provoque des débordements en amont dans les habitations situées en rive droite : 30 à 40 cm d'eau ont été observées localement en 2003 et 2005.
Dans le hameau de Calas, et notamment dans la partie basse du quartier de Champfleury, de nombreux secteurs ont été inondés lors des derniers événements de 2003 et 2005. Ces débordements sont liés à la fois à l'insuffisance du vallat de Calas mais également aux débordements du vallat de Champfleury.

- **<u>Vallat de Champfleury</u>**

Le vallat de Champfleury prend naissance dans le vallon du Thouin et traverse d'Ouest en Est le hameau de Calas. Au droit de son franchissement sous la RD543, un nouveau collecteur pluvial a été mis en place afin de délester l'ouvrage canalisé principal passant dans le quartier de Champfleury. Ce collecteur, dimensionné pour une période de retour supérieure à 50 ans, longe la RD543 vers le nord puis la franchit en sortie du hameau de Calas pour rejoindre le fossé du vallat dans plaine.
Les premiers débordements du vallat apparaissent dans le vallon de Thouin. Le fossé pluvial présente une capacité hydraulique importante, mais celui-ci est localement obstrué par des murs de clôture barrant le fossé pluvial. Ces obstacles forment des rétentions mais qui ne touchent généralement pas les habitations.
A l'aval, la RD9b (Av Jean Moulin) est régulièrement inondée du fait de l'insuffisance de l'ouvrage de franchissement du vallon mais également de l'insuffisance propre de l'assainissement pluvial de la route elle-même. En amont de l'avenue du Pont de Vallat, le cours d'eau est busé (Φ800). La capacité hydraulique étant faible, l'ouvrage passe en charge du fait de la présence d'un mur à l'amont du busage. Cette mise en charge provoque l'inondation d'habitations situées en amont. Par ailleurs, l'excédent de débit contourne également le busage pour rejoindre la vallat au droit de l'avenue Sainte Victoire.
Plus en aval, au droit du franchissement sous l'avenue de l'Etoile, l'ouvrage est insuffisant, la route est ainsi régulièrement coupée. Les écoulements débordant viennent alors se stocker au fond de l'impasse des Genets où 1 m d'eau localement a été observé en 1993 et 30 à 40 cm en 2003 et 2005.
Les hauteurs d'eau importantes sont expliquées par le phénomène de stockage lié aux murs de clôture. Le ruissellement du secteur provient également des apports de l'avenue de l'étoile (qui ne possède pas de réseau pluvial) et de la rue Edgar.

Le lotissement du « Petit Lac » est également régulièrement inondé, à la fois par les débordements du vallat mais également par l'insuffisance de l'assainissement pluvial du secteur. En 1993, 10 à 20 cm ont été observés localement.

En aval de la RD543, la création du nouveau collecteur pluvial a permis d'éviter les débordements du vallat lors des événements de septembre 2005. Cependant, le quartier de Champfleury a été inondé par les débordements du vallat de Calas.
En 1993 (le nouveau collecteur pluvial était alors non construit), 15 cm d'eau ont été observés dans les habitations juste en aval de la RD543 et plus de 1 m dans le square des Bleuets.
Il est important de noter que le quartier de Champfleury, régulièrement inondé par les vallats de Calas et Champfleury, n'a jamais été touché, semble-t-il, par les inondations de plaine du Grand Vallat. En effet, le lit mineur des vallats affluents est bordé par des merlons qui ont, jusqu'à présent, limiter le champ d'inondation du Grand Vallat et protégeant ainsi les lotissements.
Dans le hameau de Calas, les habitations situées en contre bas de l'avenue Jean Moulin sont également régulièrement inondées par le ruissellement pluvial en provenance de la colline. En effet, le réseau pluvial de l'avenue Jean Moulin est largement sous dimensionné.
Les habitations de la rue Van Gogh sont également inondées par le ruissellement en provenance du lotissement du Réaltor.

- **Grand Vallat**

Les débordements du Grand Vallat sur la commune de Cabriès sont relativement fréquents. A l'aval, l'ouvrage de franchissement limitant sous la RD9 a provoqué un bouchon hydraulique en 1993 provoquant ainsi une inondation de la plaine amont par remous hydraulique. Depuis 1993, l'ouvrage a été repris.
En 1996, il a plu pendant près de 3 semaines, la RD60 a été coupée pendant 4 jours.
L'aval du lieu-dit Saint Pierre (Aquarium) est également régulièrement inondé du fait du ruissellement pluvial en provenance des coteaux. Ce ruissellement s'accumule le long de la RD543 située légèrement en remblai.
A l'aval de la RD60, les rares habitations situées dans la plaine n'ont jamais été inondées.
Au droit du Hameau de Calas 10 à 15 cm d'eau ont été observés dans la plaine en 1993.

La RD60 est inondée de part et d'autre de l'ouvrage de franchissement au niveau des points bas à chaque événement important (1993, 2003 et 2005). Les points bas de la RD60 se situent en effet de part et d'autre de l'ouvrage de franchissement. Ces points constituent l'exutoire de deux axes secondaires d'écoulement qui collectent les ruissellements provenant des bassins versants situés de part et d'autre du Grand Vallat. C'est d'ailleurs pour cette raison que les riverains ont pour coutume de dire qu'il existe non pas un mais bien trois vallats. Le pont sous la RD60 est de plus souvent bouché

par des flottants, ce qui créé des embâcles. La capacité du lit mineur à l'aval du pont est quasiment deux fois plus petite qu'en amont.
Le Grand Vallat est bordé par des merlons hétérogènes qui se sont créés au fil du temps, suite à des opérations de curage. Les habitants situés à proximité des berges ont connu, lors de la crue de 2003, des ruptures de ces merlons, en rive droite et en rive gauche, ce qui a eu pour effet d'inonder les plaines de part et d'autre du vallat. Une douzaine de personnes ont été touchées par des débordements du Grand Vallat par les brèches.
L'exhaussement de la ligne d'eau est plus lié à l'endiguement du vallat qu'à la section insuffisante de l'ouvrage sous la RD60. En amont du pont de la RD60, les ponts de Césarde et Mirabelle sont très larges et profonds et présentent une bonne capacité.

En 2006, le lit du Grand Vallat a entièrement été nettoyé par le SABA entre la RD60 et le pont de la Césarde, mais pas à l'aval de la RD60.
Concernant le nettoyage du lit, les riverains se doivent de nettoyer leur propre parcelle. Des problèmes de communication et de sensibilisation des populations ont été soulevés par la commune. Malgré de nombreux essais à l'initiative de la commune et du SABA, certains riverains s'entêtent à ne pas nettoyer leur parcelle, le lit du vallat peut donc être localement encombré.

Récemment, en 2012, une pluie de longue durée (de l'ordre de quelques jours) a augmenté le niveau d'eau dans le Grand Vallat mais ce dernier n'a pas débordé.

Les plaines situées de part et d'autre du Grand Vallat en amont du pont de la RD60 ainsi que les plaines en rive droite à l'aval du Pont de la Césarde constituent des zones d'expansion de crue intéressantes.

3.3.3 LES SECTEURS A ENJEUX

Il existe plusieurs bâtiments sensibles accueillant du public, potentiellement inondables. Il s'agit :

- d'une école située dans le quartier de Champfleury,
- d'une école située dans le centre de Calas,
- de la maison des associations située dans la plaine du Grand Vallat au lieu-dit la Trébillane.

La station d'épuration est également située dans la plaine inondable du Grand Vallat en amont de la RD9. Concernant l'urbanisation future, la commune avait en projet, lors des enquêtes de 2012, la réalisation d'un groupe scolaire dans le centre-ville de Cabriès.

3.4 CONCLUSION SUR LES ENQUETES DE TERRAIN

Cette première phase a permis de mieux connaître les sentiments des communes face aux problèmes d'inondation récurrents qu'elles subissent, de cerner correctement les principaux dysfonctionnements et d'en dégager des priorités.

Une des principales difficultés rencontrées lors de ces enquêtes de terrain est l'absence générale de laisses de crue, connues par les services communaux. Dans ce contexte, les quartiers ainsi que les routes inondés ont été bien repérés mais les hauteurs d'eau observées restent relativement approximatives. Ces hauteurs d'eau ne correspondent d'ailleurs généralement pas à événement centennal. Sur les secteurs de plaine non bâtis, il n'existe aucune mémoire ni mesure des hauteurs d'eau observées. Par ailleurs, les hauteurs d'eau observées sur les vallons affluents (hameau de Calas notamment) sont souvent très locales et dépendent fortement de paramètres anthropiques comme la présence de murs de clôture créant des petites rétentions. Elles ne pourront pas servir d'étalonnage précis mais donnent surtout un ordre de grandeur. Les informations collectées sur les mécanismes et axes d'écoulement sont par contre très précieuses.

Ces enquêtes de terrain ont mis en évidence des secteurs problématiques tels que :

- la zone de stockage d'eau au niveau du quartier des Migraniers sur Simiane-Collongue,
- la zone de confluence entre le vallat de Babol, le vallat de Pibou, le vallat de Violési ainsi que le Grand Vallat sur Bouc Bel Air (quartier de Vaunière),
- la zone de stockage potentielle en amont de la RD60, sur Cabriès,
- la confluence de la Jouïne avec l'Arc.

Afin de représenter finement les écoulements et d'en extraire des cartographiques de l'aléa inondation sur le secteur, un modèle hydraulique unique a été construit, dans le cadre de l'étude menée par le SABA, sur le Grand Vallat et certains de ses affluents, allant de Simiane-Collongue à la confluence entre la Jouïne et l'Arc.

Concernant l'hydrologie, un modèle pluie-débit a été mis en place. Il constitue un outil intéressant pour déterminer en chaque nœud du réseau hydrographique les hydrogrammes de crues dans les conditions actuelles des écoulements.

4 ANALYSE HYDROLOGIQUE

La connaissance des débits de crues et hydrogrammes associés est nécessaire à la quantification des désordres. L' *« Etude pour la réduction de l'aléa inondation au droit des lieux habités en tenant compte du fonctionnement naturel des cours d'eau »* réalisée pour le SABA a permis de définir les débits de référence en plusieurs nœuds du réseau hydrographique et en cohérence avec les débits antérieurement évalués (issus, entre autres, de la *« Synthèse et mise en cohérence des études existantes relatives à l'inondabilité des communes de Cabriès, Simiane-Collongue et Bouc-Bel-Air »,* réalisée par IPSEAU en 2006).

Les débits ont évalué grâce à la mise en place d'un modèle pluie-débit. Ce modèle hydrologique a permis de préciser les débits en chaque nœud de calcul pour différentes occurrences de crue (2, 5, 10, 50 et 100 ans) grâce à une analyse détaillée de l'occupation des sols et le couplage avec le modèle hydraulique bidimensionnel.

Tenant compte des temps de transfert d'un point à un autre du bassin versant et de la concomitance ou pas des débits de chaque affluent, ce modèle pluie-débit constitue un outil intéressant pour déterminer en chaque nœud du réseau hydrographique les hydrogrammes de crue dans les conditions actuelles d'écoulement.

4.1 CLIMATOLOGIE – PLUVIOMETRIE

4.1.1 CARACTERISTIQUES CLIMATIQUES GENERALES

Le secteur d'étude est situé dans une région dont le climat est méditerranéen. Les fréquentes sécheresses estivales et les orages très violents en sont les traits les plus connus. En région méditerranéenne, la présence de la mer et des massifs montagneux proches, associée à la circulation générale des masses d'air d'Europe du Nord, sont à l'origine de situations météorologiques spécifiques, génératrices de champs pluvieux à très fort potentiel de précipitation.

Les pluies, au regard de la lame d'eau annuellement précipitée, sont de l'ordre de 630 mm en moyenne (Station Météo France d'Aix les Milles). Elles sont très irrégulières, tant d'un mois à l'autre que d'une année à l'autre.

Plus particulièrement, le climat méditerranéen se caractérise par l'existence de pluies localisées de très forte intensité (plus de 300 mm en quelques heures) qui provoquent souvent des inondations catastrophiques, mais de courtes durées.

4.1.2 PRECIPITATIONS INTENSES

Les principaux apports proviennent de violentes averses dans le courant de l'automne ; certains en début d'hiver présentent également des précipitations importantes dues à du mauvais temps persistant parfois plusieurs jours. Les dépressions océaniques jouent quelquefois un rôle essentiel dans le comportement des pluies de printemps.

Les précipitations maximales journalières sur des courtes durées (pas de temps inférieurs à la journée) constituent des données fondamentales lorsqu'il s'agit de prévoir le comportement de petits bassins versants (à fortiori s'ils sont urbanisés) sensibles aux précipitations orageuses très intenses, mais de courte durée.

Ces données ne sont disponibles qu'en de très rares postes d'observation, équipés de pluviographes ou de stations automatiques. Parmi le réseau de mesure équipant la région et permettant de disposer d'informations sur un pas de temps inférieur à la journée, on peut retenir notamment la station d'Aix-en-Provence, à Aix-Les-Milles.

Les valeurs des quantiles de pluie pour différentes durées observées à la station météorologique d'Aix-Les-Milles, sur la période d'observation 1993 – 2008, sont présentées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 2 : Quantiles de pluie en mm pour la station météorologique d'Aix-Les-Milles

<Durée	Période de retour						
	2 ans	5 ans	10 ans	20 ans	30 ans	50 ans	100 ans
6 min	*10.81**	11.47	12.55	13.42	13.91	14.38	**14.91**
15 min	*18.35**	20.98	24.22	27.35	29.27	31.56	**34.64**
30 min	*27.39**	33.12	39.80	46.86	51.39	57.21	**65.54**
1 h	*40.86**	52.30	65.43	80.30	90.23	103.69	**124.02**
2 h	*45.22**	59.75	75.91	95.37	108.33	126.49	**155.54**
3 h	*49.86**	65.27	82.38	102.84	116.34	135.13	**164.96**
6 h	*58.93**	75.92	94.77	117.00	131.44	151.29	**182.40**
12 h	*69.65**	88.30	109.01	133.10	148.49	169.39	**201.68**
24 h	*82.31**	102.70	125.39	151.41	167.76	**189.65**	**223.01**

** Les valeurs suivies d'un astérisque ont été extrapolées.*

4.2 MODELISATION PLUIE-DEBIT

4.2.1 METHODOLOGIE

Le modèle pluie-débit a été réalisé sur la base du logiciel « HEC-HMS », conçu aux Etats-Unis, adapté et développé par le Laboratoire d'Hydraulique de Montpellier.
Cette méthode, relativement précise, permet de déterminer un hydrogramme de crue en réponse à une pluie de projet. Ce modèle résulte de combinaisons d'effets élémentaires : la prise en compte de pluies de projet, le calcul des pertes au ruissellement pour la détermination de la pluie efficace, sa transformation en hydrogramme de crue, la propagation de ce dernier dans le réseau hydrographique et la sommation des hydrogrammes aux différents nœuds en tenant compte des décalages du à leur propagation le long du réseau.

Plusieurs méthodes de transformation sont disponibles en fonction des caractéristiques du bassin versant et du cours d'eau.

Pour construire un tel modèle, le secteur d'étude a été découpé en plusieurs sous bassins versants autour du Grand Vallat, lui-même représenté par une quinzaine de tronçons. Chaque sous BV a été défini par certains paramètres hydrologiques :

- un coefficient de ruissellement appelé Curve Number, défini selon l'occupation du sol, qui caractérise le ruissellement,
- l'absorption initiale,
- un temps de concentration.

Les tronçons du Grand Vallat ont été définis par :

- un temps de transfert de débit du nœud amont vers le nœud aval du tronçon,
- un coefficient d'amortissement de la pointe de débit le long du tronçon.

Les figures suivantes illustrent les différentes entités renseignées dans le modèle pluie-débit ainsi que le découpage en sous bassins versants et l'implantation de chaque nœud de calcul.

Figure 2 : Modèle Pluie-Débit

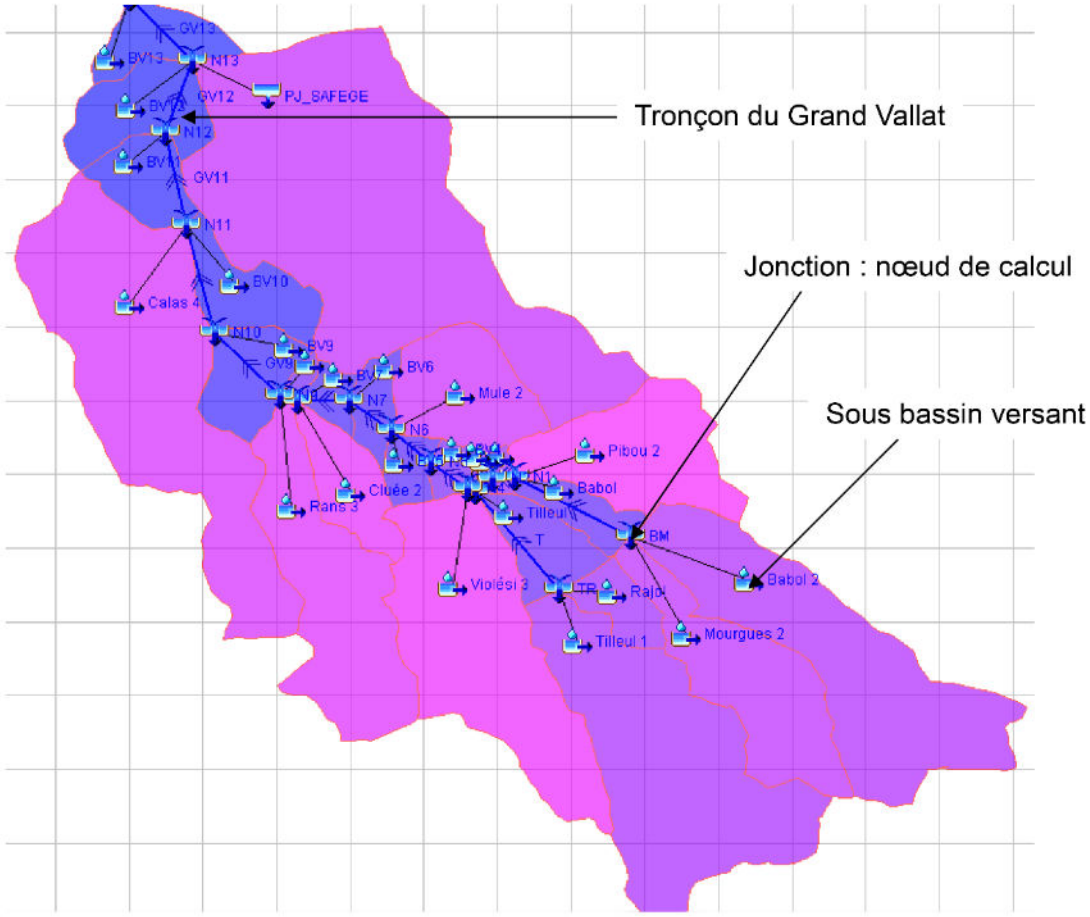
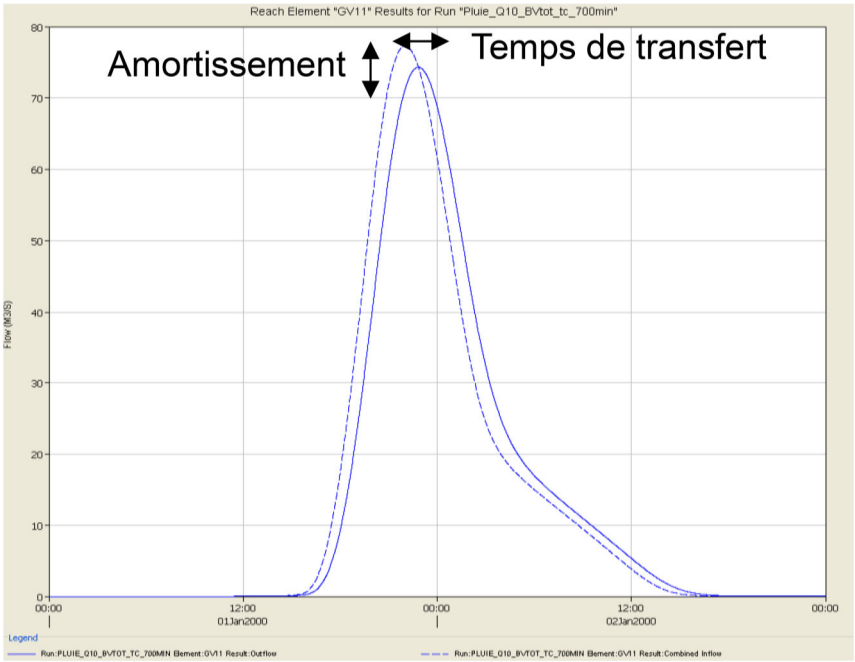


Figure 3 : Illustration des temps de transfert et coefficient d'amortissement sur le Grand Vallat



Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Direction Départementale des Territoires et de la Mer

INGÉROP
Inventons demain

Décembre 2016

Cartographie de l'aléa inondation sur le bassin du Grand Vallat

Figure 4 : Modèle Pluie-Débit – Découpage en sous bassins versants

MM3496 - Ind A

Légende :

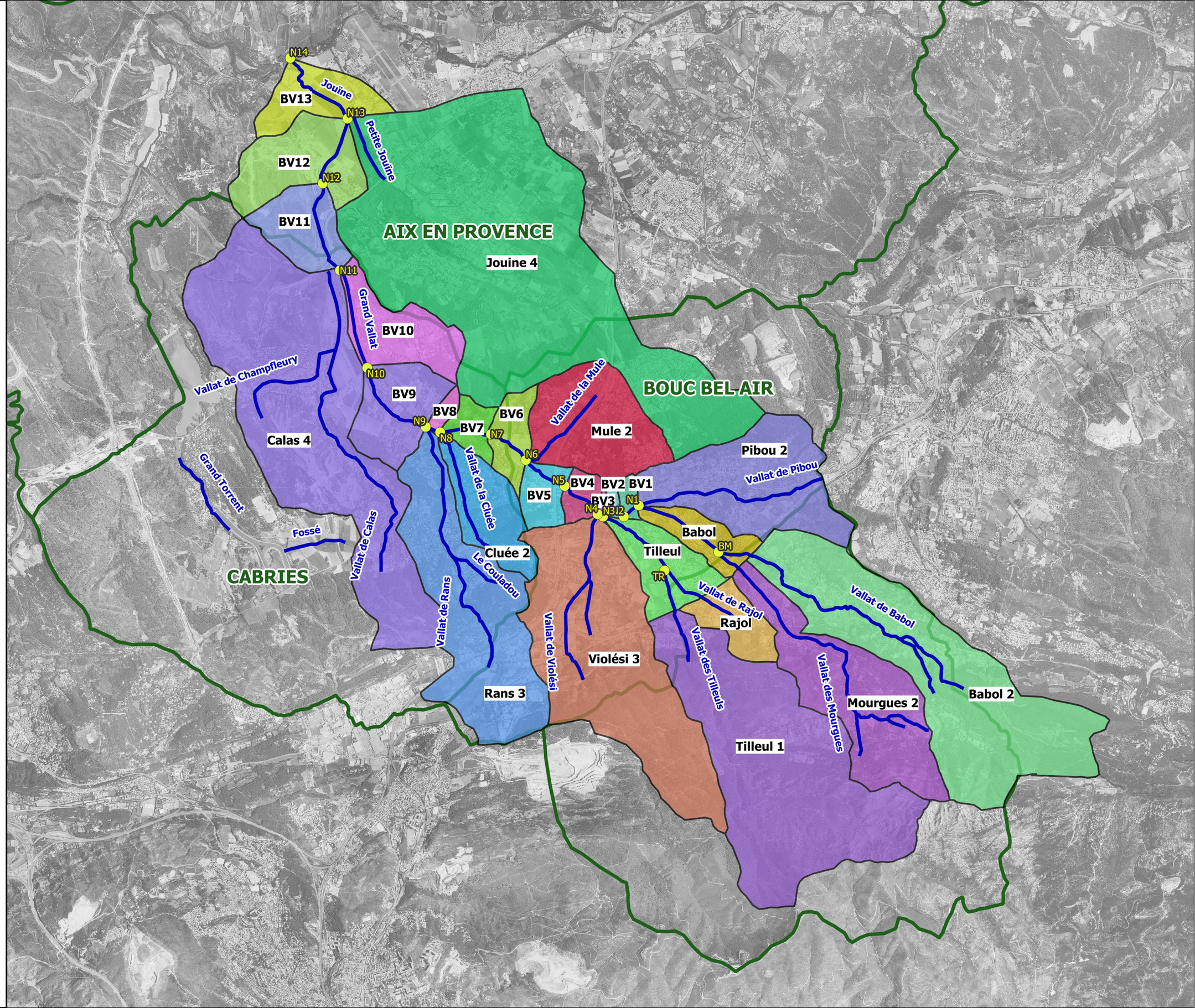
- Réseau hydrographique
- Limite communale
- Noeud de calcul du débit

Sous bassins versants :

- Babol
- Babol 2
- BV3
- Cluée 2
- etc.

Echelle : 1 / 50 000 e

N



4.2.2 LES PARAMETRES HYDROLOGIQUES

4.2.2.1 Caractéristiques géométriques des sous bassins versants

Les caractéristiques géométriques de chaque sous bassin versant sont :

- la superficie S,
- la longueur du plus long chemin hydraulique L (du point le plus haut du bassin versant jusqu'à son exutoire),
- la pente pondérée Ipond.

Elles sont indiquées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 3 : Caractéristiques géométriques des sous bassins versants

Cours d'eau	sous BV	S (km²)	L (km)	Ipond (%)
Vallat de Pibou	Pibou 2	3.52	3.89	2
Vallat de Babol	Babol 2	7.19	5.64	4
Vallat des Mourgues	Mourgues 2	3.82	5.12	5
Vallat des Tilleuls	Tilleul 1	7.99	6.58	4.9
Vallat de Rajol	Rajol	0.88	1.51	6
Vallat de Violési	Violési 3	6.64	5.69	2.9
Vallat de la Cluée	Cluée 2	1.49	2.91	1.7
Vallat de Rans	Rans 3	4.93	5.16	2.3
Vallat de Calas	Calas 4	9.55	6.86	2.1
Vallat de la Mule	Mule 2	2.58	2.69	1.7
La Petite Jouïne	Jouïne 4	14.72	7.94	1.2

4.2.2.2 Curve Number (indice de ruissellement)

Afin d'affecter à chaque sous BV un indice de ruissellement CN, le secteur d'étude a été découpé en plusieurs zones homogènes en termes d'occupation du sol, à l'aide de photographies aériennes.
Les surfaces définies et leur Curve Number associé sont indiquées dans le tableau ci-dessous. Le CN tient compte des caractéristiques et des conditions d'humidité du sol.

Tableau 4 : Définition du Curve Number (indice de ruissellement du sol)

Occupation du sol	CN
surface boisée	55
Surface urbanisée dense lots 0.05 ha ou moins	85
Surface urbanisée peu dense lots 0.1 ha	75
Surface urbanisée peu dense lots 0.13 ha	72
Surface urbanisée peu dense lots 0.2 ha	70
Surface urbanisée peu dense lots 0.3 ha	69
Champs ou prairie	58
Secteur industriel	88

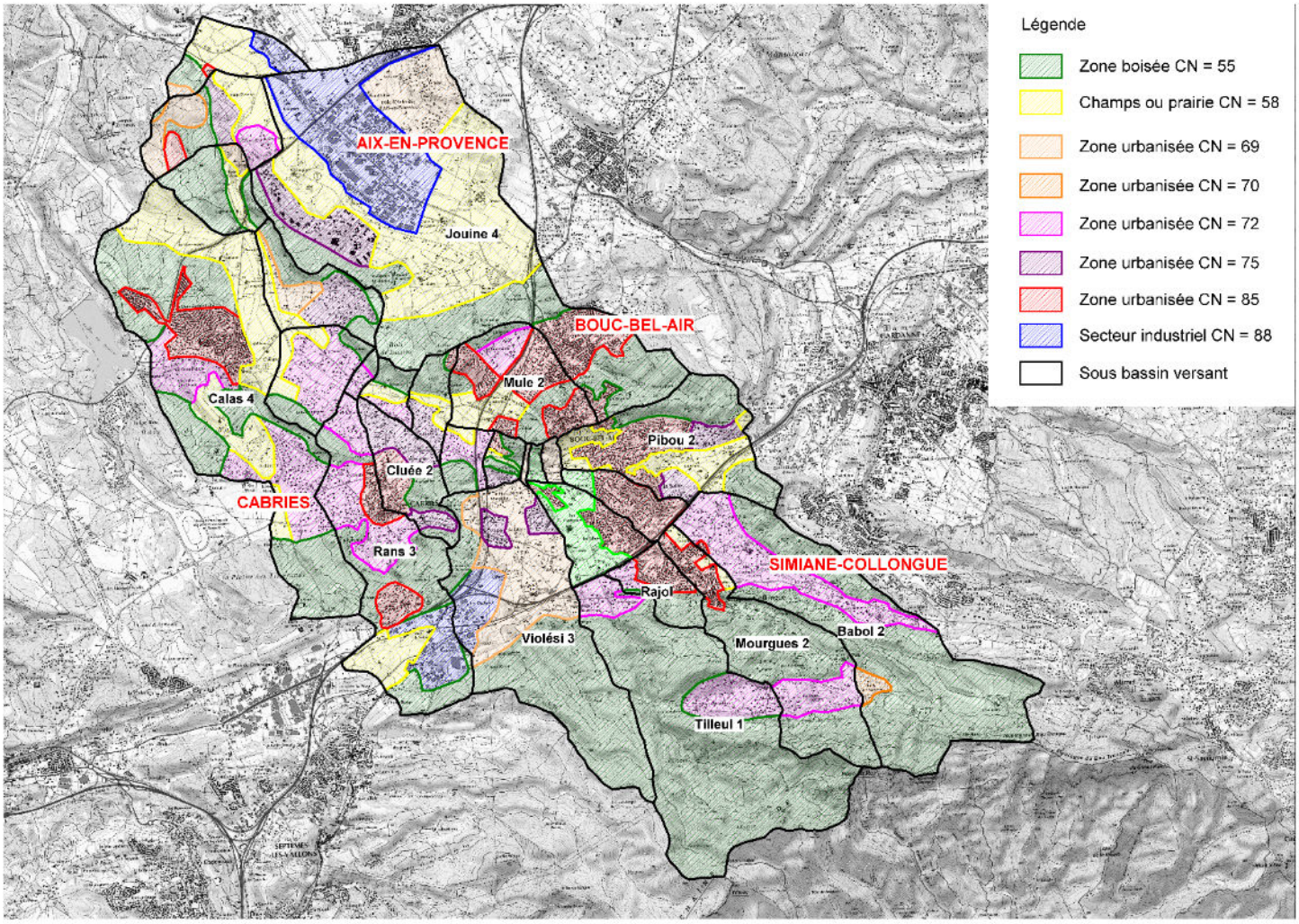
Ces coefficients ont été définis pour un groupe hydrologique du sol type « sols de vitesses d'infiltration intermédiaires » et pour des conditions antécédentes d'humidité moyennes (tableau adapté de Chow et al. (1988), Rivard, 2005).

Ainsi, la répartition de l'occupation du sol est illustrée par la figure ci-après. Les CN moyens calculés pour chaque sous BV figurent dans le tableau ci-dessous.

Tableau 5 : Curve Number pour chaque BV

Sous BV	CN
Pibou 2	66.5
Babol 2	59.4
Mourgues 2	60.7
Tilleul 1	57.4
Rajol	70.3
Violési 3	59.8
Cluée 2	64.0
Rans 3	66.8
Calas 4	62.3
Mule 2	71.4

Figure 5 : Occupation du sol



4.2.2.3 Absorption initiale

L'infiltration initiale (avant que les sols ne commencent à ruisseler) est représentée dans le modèle pluie-débit par un paramètre I_a, exprimé en mm, représentant les pertes initiales par interception du sol. La méthode SCS permet de définir le paramètre Ia d'après la relation suivante :

$$Ia = 0.25 \times S$$

S, exprimé en mm, correspond à la capacité de stockage du sol et du paramètre de ruissellement CN, il est défini par :

$$S = \frac{25400}{CN} - 254$$

Tableau 6 : Absorption initiale (mm)

Sous BV	I_a
Pibou 2	32.0
Babol 2	43.4
Mourgues 2	41.1
Tilleul 1	47.1
Rajol	26.8
Violési 3	42.7
Cluée 2	35.7
Rans 3	31.6
Calas 4	38.4
Mule 2	25.4

4.2.2.4 Temps de concentration

Il correspond au temps que met une goutte d'eau pour traverser le bassin versant de son point le plus haut à son exutoire.

Les temps de concentration ont été définis par plusieurs méthodes de calcul hydrologiques :

- la formulation de Ventura,
- la formulation de Passini,
- la méthode du guide du Setra (consistant à diviser le chemin hydraulique du bassin versant en des tronçons de pente homogène et à calculer un temps d'écoulement sur chaque tronçon par une relation entre la pente et la vitesse, différente selon si les écoulements sont diffus ou concentrés).

Ces trois méthodes ont permis de définir dans un premier temps un intervalle de validité. Les temps ont ensuite été définis précisément de manière à ce que pour une pluie décennale de période intense égale au temps de concentration du sous bassin versant, le débit obtenu à l'exutoire soit cohérent avec les études antérieures.

Tableau 7 : Définition des temps de concentration

Sous BV	Tc (min)	Pic Q10 obtenu (m^3/s)	Pic Q10 – 2006 (m^3/s)
Pibou 2	60	12.1	12.7
Babol 2	100	10.6	10.3
Mourgues 2	73	7.1	7.1
Tilleul 1	67	10.1	10.0
Rajol	30	4.7	4.0
Violési 3	147	9.0	8.9
Cluée 2	91	3.5	2.7
Rans 3	138	11.8	11.5
Calas 4	180	14.7	-
Mule 2	95	10.1	9.1
Jouïne 4	281	21.2	-

Notons que le temps de concentration total bassin versant de la Jouïne a été estimé à 700 min.

4.2.2.5 Temps de transfert et coefficients d'amortissement sur le Grand Vallat

Dans le modèle pluie-débit, le Grand Vallat est représenté par une quinzaine de tronçons, chacun défini par un temps de transfert et un coefficient d'amortissement des hydrogrammes de crue (cf. *Figure 2 : Modèle Pluie-Débit*). Ces paramètres ont été calés pour que les débits obtenus en chaque nœud de calcul du Grand Vallat correspondent aux débits obtenus par la modélisation hydraulique bidimensionnelle d'un **évènement pluvieux décennal** (présentée en §5).

Le tableau ci-après présente les similitudes entre les deux modèles pour un évènement décennal.

Tableau 8 : Calage des temps de transfert et coefficients d'amortissement sur le Grand Vallat pour un évènement décennal

Nœud de calcul	Modèle hydrologique Pluie-Débit Qmax (m3/s)	Modèle hydraulique 2D Qmax (m3/s)
BM	14.2	15.2
B	15.8	15.3
TR	10.8	10.7
T	13.7	12.5
N1	21.7	21.7
N3	36	36
N4	44	45
N6	50	48
N8	53	52
N9	62	54
N10	63	63
N11	78	78
N12	76	72
N13	76	74
N14	77	77

Notons que les coefficients étant calés sur un évènement décennal, les débits obtenus avec le modèle pluie-débit à l'exutoire du bassin versant sont légèrement sous-estimés pour des occurrences supérieures. En effet, plus la crue est rare, plus les coefficients de transfert et d'amortissement diminuent. Le tableau ci-dessous présente les débits obtenus à l'exutoire (confluence avec l'Arc) avec le modèle pluie-débit et avec le modèle hydraulique bidimensionnel pour plusieurs occurrences de crue. Pour la crue de référence, le modèle hydraulique représente mieux les temps de transfert dans le Grand Vallat et nous retiendrons un débit à l'exutoire de **368 m³/s.**

Tableau 9 : Débit obtenu à la confluence avec l'Arc pour les occurrences 2, 5, 50 ans et pluie de 1993

Débit à la confluence avec l'Arc	Modèle Pluie-Débit	Modèle 2D
Q2 (m³/s)	26.8	27.7
Q5 (m³/s)	48.4	50.4
Q50 (m³/s)	188.7	228.8
Q93 (m³/s)	292	368

4.2.3 DEBITS DE PROJET ET DEBITS DE REFERENCE

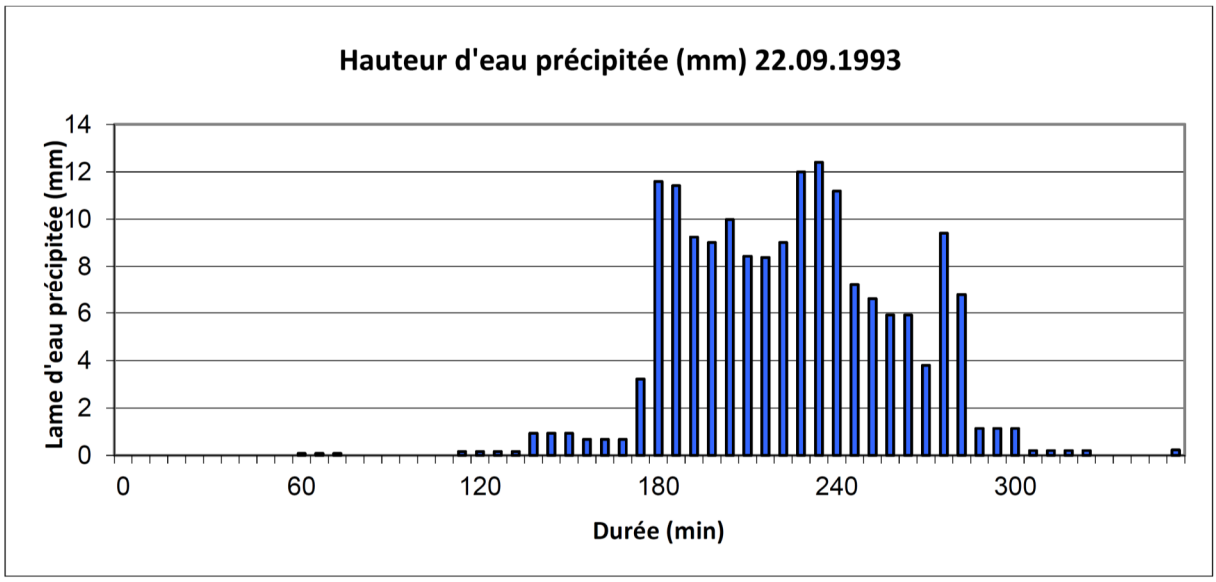
Notons que dans le cadre de la présente analyse visant à cartographier l'aléa inondation, seuls les débits de référence de l'évènement de 1993 ont été utilisés. Les débits de pointe pour des occurrences de crue plus faibles (2, 5, 10 et 50 ans) sont néanmoins présentés.

Les débits de pointe pour les occurrences 2, 5, 10 et 50 ans ont été obtenus en réponse à des pluies de projet, renseignées en entrée du modèle pluie-débit, et définies par utilisation de la station pluviométrique d'Aix-les-Milles (cf. *Tableau 2 : Quantiles de pluie en mm pour la station météorologique d'Aix-Les-Milles*). Ce sont des pluies double-triangle dont la période intense est égale au temps de concentration du bassin versant du Grand Vallat et dont la période totale est égale à trois fois ce temps de concentration. Le temps de concentration du Grand Vallat a été pris égal à 700 min (soit environ 11h).

L'évènement de référence correspond à l'évènement le plus fort entre la plus forte crue connue et la crue centennale. Sur le bassin versant du Grand Vallat, **l'évènement pluvieux de référence est l'évènement de 1993**, plus fort qu'un évènement centennal. La pluie retenue pour obtenir les débits de référence de l'évènement de sur chaque sous bassin versant est présentée ci-dessous. Il s'agit de la pluie enregistrée en septembre 1993 sur la station Aix-les-Milles.

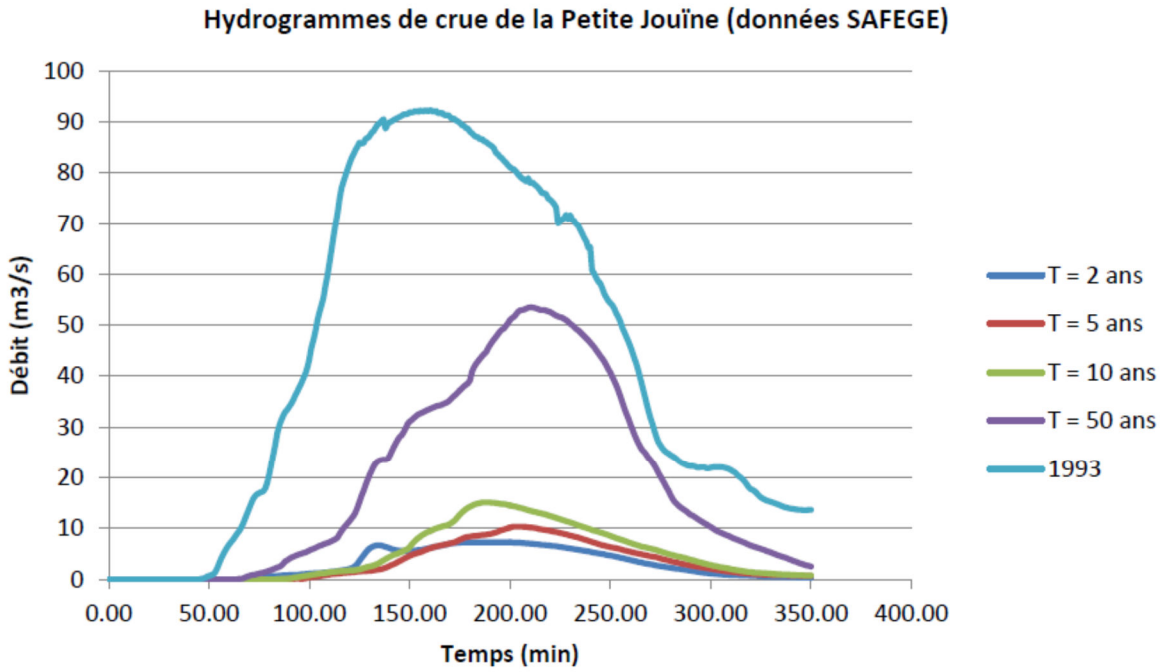
Notons que l'évènement de référence sur le bassin versant du Grand Vallat ne correspond pas à la pluie qui est réellement tombée sur ce territoire en 1993. Il est correspond à la pluie la plus forte enregistrée en 1993 dans les environs (station Aix-les-Milles) appliquée au bassin versant du Grand Vallat.

Figure 6 : Pluie de septembre 1993



N.B : La Petite Jouïne en amont de la RD9 a été renseignée dans le modèle pluie-débit directement par les hydrogrammes de crue fournis par le bureau SAFEGE et obtenus au niveau de la RD9 grâce à une modélisation hydraulique (modèle réalisé par SAFEGE dans le cadre du schéma d'aménagement d'Aix-en-Provence). Ils sont illustrés dans la figure ci-dessous.

Figure 7 : Hydrogrammes de crue de la Petite Jouïne au niveau de la RD9 (Données SAFEGE)



Le tableau suivant présente les débits de pointe obtenus aux exutoires de chaque sous bassin.

Tableau 10 : Débits de pointe des sous bassins versants

Sous bassin versant	Superficie (km²)	Pic Q2 (m³/s)	Pic Q5 (m³/s)	Pic Q10 (m³/s)	Pic Q50 (m³/s)	Pic Q93 (m³/s)
Pibou 2	3.52	2.5	4.3	6.5	14.3	46.2
Babol 2	7.19	2.7	5.5	9.0	22.4	61.2
Mourgues 2	3.82	1.7	3.3	5.3	12.8	38.9
Tilleul 1	7.99	2.5	5.4	9.1	23.7	73.1
Rajol	0.88	0.8	1.3	1.9	4.1	16.2
Violési 3	6.64	2.5	5.0	8.2	20.1	45.0
Cluée 2	1.49	0.9	1.5	2.4	5.5	15.8
Rans 3	4.93	3.3	5.8	8.7	18.9	45.5
Calas 4	9.55	4.3	8.2	13.0	30.5	61.5
Mule 2	2.58	2.4	3.9	5.7	11.6	33.6
Petite Jouïne (SAFEGE)	14.72	7.3	10.4	15.1	53.5	92.3

Par ailleurs, rappelons que le modèle pluie-débit a tendance a légèrement sous-estimer les débits de pointe pour des évènements d'occurrence supérieure à la décennale. Si le modèle hydrologique indique un débit total à l'exutoire du bassin versant de la Jouïne (au droit de la confluence avec l'Arc) pour l'évènement de référence de 292 m³/s, le modèle hydraulique, lui, indique 368 m³/s (cf. *Tableau 9 : Débit obtenu à la confluence avec l'Arc pour les occurrences 2, 5, 50 ans et pluie de 1993*).

4.3 COHERENCE DES RESULTATS

Les analyses réalisées antérieurement ainsi que la comparaison des débits pseudo-spécifiques constituent des outils intéressants pour la vérification de la cohérence des résultats obtenus.

- **Débit pseudo-spécifique**

Le débit pseudo-spécifique, donné par la formule ci-après, permet de comparer des débits générés par des bassins versants similaires, mais de taille différente.

$$Q_{ps} = \frac{Q}{S^{0.8}}$$

Avec Q le débit exprimé en m³/s et S la superficie du bassin versant en km².

Dans le tableau ci-dessous, figurent le débit pseudo-spécifique généré par une pluie type 1993 sur les bassins versants de la Jouïne et du Grand Vallat (résultats du modèle pluie-débit), la Petite Jouïne (données SAFEGE) et la Luynes (données issues d'une étude réalisée par SCE en 2012).

Tableau 11 : Comparaison des débits pseudo-spécifiques

Bassin versant	Grand Vallat	Jouïne		Petite Jouïne (SAFEGE)	Luynes (SCE)
	Modèle QP	modèle QP	modèle 2D		
Superficie (km²)	59.6	75.5	75.5	14.7	55
Q93 (m³/s)	249.00	292	368	92.4	271
Qps (m³/s/km$^{1.6}$)	9.5	9.2	11.6	10.8	11

Le débit pseudo-spécifique sur la Luynes et la Petite Jouïne est d'environ 11 m³/s/km$^{1.6}$. Sur la Jouïne, le débit pseudo-spécifique varie entre 9.2 et 11.6, les valeurs diffèrent entre le modèle hydrologique et le modèle hydraulique. Le débit pseudo-spécifique à l'exutoire de la Jouïne issu du modèle hydraulique est plus en accord avec les valeurs de débit pseudo-spécifique de la Luynes et de la Petite Jouïne. **Ainsi, le débit de référence de 368 m³/s à l'exutoire de la Jouïne est tout à fait cohérent.**

4.4 ETUDE COMPLEMENTAIRE SUR CABRIES

Afin de cartographier l'aléa inondation sur son territoire, la commune de Cabriès a mandaté INGEROP en 2016 pour réaliser une étude hydraulique sur leur territoire. Certains affluents du Grand Vallat n'avaient pas été modélisés en 2012, il était donc nécessaire de réaliser des modélisations complémentaires afin que l'aléa inondation soit cartographié sur l'ensemble des vallats situés sur la commune de Cabriès.

L'analyse hydrologique réalisée en 2012 a donc été affinée sur la commune de Cabriès afin d'obtenir les débits de référence de chaque affluent. En effet, en 2012, le débit de référence du bassin versant « Calas 4 » était calculé à la confluence entre le vallat de Champfleury et le vallat de Calas. En 2016, de nouveaux points de calcul ont été ajoutés afin de connaître la répartition du débit sur chacun de ces deux vallats, mais également sur le Grand Torrent, sur le vallon intitulé « Fossé », sur le Couladou et sur l'amont du vallat de Rans.

Ce secteur a donc été redécoupé plus finement comme l'illustre la figure ci-après.

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Direction Départementale des Territoires et de la Mer

INGÉROP
Inventons demain

Décembre 2016

Cartographie de l'aléa inondation sur le bassin du Grand Vallat

Figure 8 : Redécoupage en sous bassins versants pour l'étude complémentaire sur la commune de Cabriès (réalisée en 2016)

MM3496 - Ind A

Légende :

Réseau hydrographique

Limite communale

Sous bassins versants sur la commune de Cabriès :

Thouin

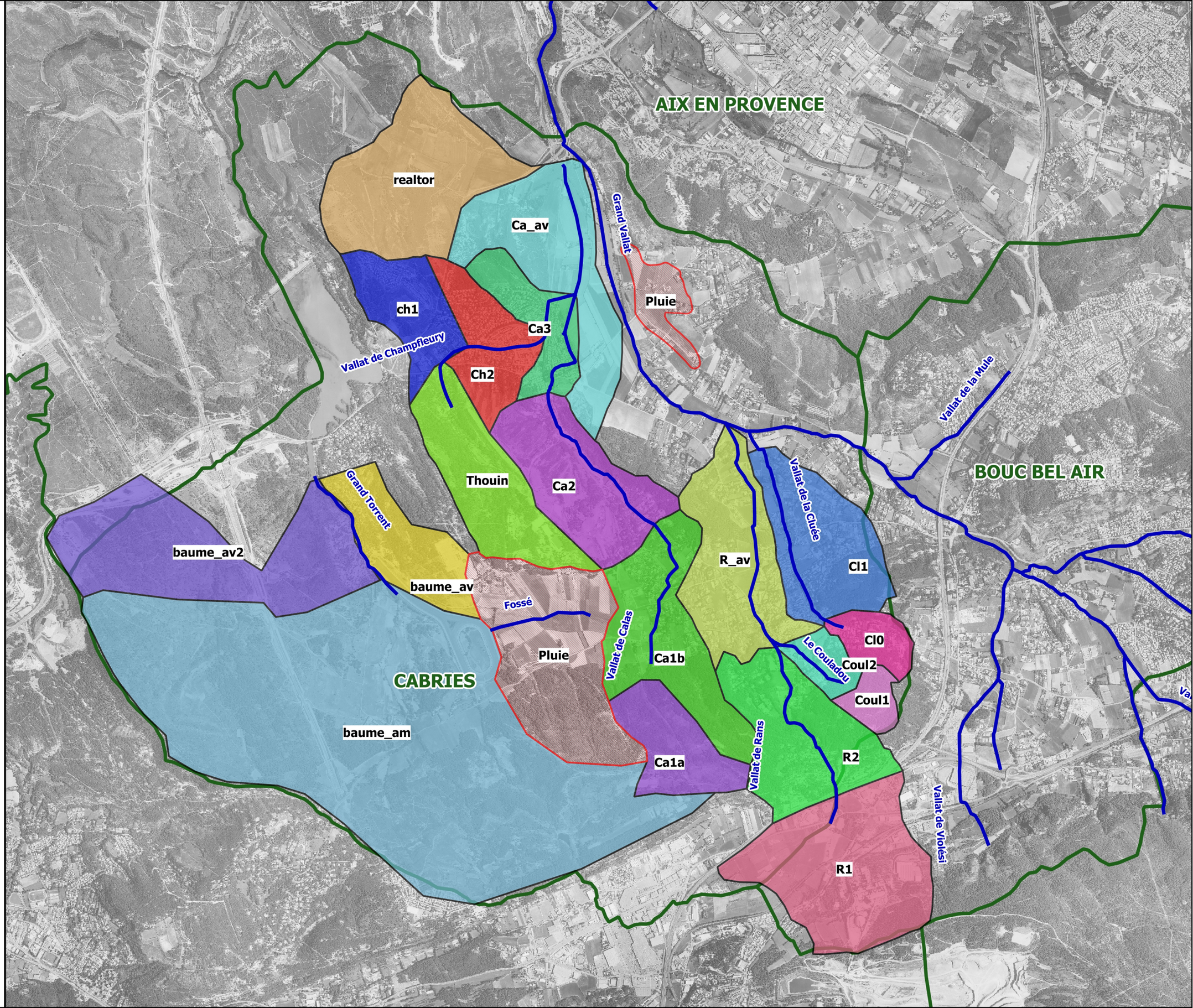
realtor

R1

Pluie (bassins versants sur lesquels une pluie est appliquée)

Echelle : 1 / 30 000 e

N



Les hypothèses retenues pour obtenir les débits de référence sur chaque sous bassin versant sont identiques à celles de l'étude réalisée pour le SABA en 2012 et les paramètres ont été calés afin d'obtenir des hydrogrammes cohérents avec l'étude pour le SABA et d'éviter une augmentation préjudiciable des débits à l'aval.

Sur deux sous bassins versants, il a été choisi d'y appliquer directement une pluie dans le modèle hydraulique (en l'occurrence, la pluie de 1993 pour l'évènement de référence), ils sont intitulés « Pluie » dans la figure précèdent. Ces deux bassins versants n'ont donc pas fait l'objet d'un calcul du débit de référence.

Les figures suivantes illustrent toutes les caractéristiques retenues sur chaque sous bassin versant.

Tableau 12 : Caractéristiques géométriques et hydrologiques des sous bassins versants sur la commune de Cabriès

	sous BV	S (km²)	L (km)	Ipond (%)
Cluée	Cl0	0.3	1.4	4.7
	cl1	1.12	1.8	4.31.8
Calas	ca3	0.6	1.0	1.5
	ca1a	0.7	1.5	3.7
	ch1	0.7	1.4	2.6
	ch2	0.71	1.4	3.0
	ca2	1.25	1.7	2.9
	ca1b	1.34	2.4	3.4
	realtor	1.45	1.9	3.8
	ca_av	1.65	2.5	1.6
Rans	R2	1.3	1.8	4.8
	R1	1.8	1.7	4.0
	coul1	0.2	0.5	8.0
	coul2	0.25	0.8	1.8
	Rav	1.39	2.3	4.1
Baume Baragne	baume_aval	2.08	1.7	2.7
	baume_amont	7.9	4.3	1.8
	baume_aval2	0.8	3.6	1.7

Sous BV	Tc (min)
ba_av2	42.00
ba_av	66.00
ba_am	133.00
ca3	60.00
ca1a	20.00
ch1	30.00
ch2	30.00
ca2	20.00
ca1b	20.00
realtor	60.00
ca_av	60.00
Cl0	22.75
cl1b	68.25
coul1	35.00
coul2	35.00
R2	40.00
Rav	66.67
R1	30.00

Sous BV	CN	Ia
ba_av2	60	12
ba_av	65	30
ba_am	60	36
ca3	68	29,9
ca1a	61	40,6
ch1	65	34,2
ch2	68	29,9
ca2	61	40,6
ca1b	61	40,6
realtor	58	46
ca_av	61	40,6
Cl0	64	35,72
cl1b	64	35,72
coul1	61	37,8
coul2	64	34,8
R2	64	34,8
Rav	73	23,5
R1	70	27

Le tableau suivant présente les débits obtenus pour l'évènement de référence type 1993 grâce au modèle pluie-débit redécoupé sur la base des mêmes hypothèses que celui réalisé pour le SABA.

Tableau 13 : Débits de référence pour les sous bassins versants redécoupés sur la commune de Cabriès

Sous BV	Pic Q93 (m^3/s)
ba_av2	8
ba_av	20.6
ba_am	50.3
ca3	8.3
ca1a	10.2
ch1	10.8
ch2	12.2
ca2	18.3
ca1b	19.6
realtor	13.9
ca_av	17.8
Cl0	4.8
cl1b	13.1
coul1	2.6
coul2	3.6
R2	17.9
Rav	21.5
R1	32.8

- **Cas particulier du bassin versant du Grand Torrent (ou Baume Baragne)**

Le bassin de Baume de Baragne n'ayant pas été modélisé dans les études antérieures, il n'a pas été possible de caler le modèle hydrologique sur des débits existants. Afin de vérifier la cohérence des résultats, une pluie centennale a été modélisée, ainsi que l'évènement type 1993.

La pluie de projet, renseignée en entrée du modèle pluie-débit, a été définie par utilisation de la station pluviométrique d'Aix-les-Milles. C'est une pluie double-triangle dont la période intense est égale au temps de concentration du bassin versant de Baume de Baragne et dont la période totale est égale à trois fois ce temps de concentration. Le temps de concentration de Baume de Baragne a été pris égal à 140 min (soit environ 2h20).

Le tableau ci-après présente les débits obtenus pour ces deux évènements.

Tableau 14 : Débits obtenus pour le bassin versant du Grand Torrent (ou Baume Baragne)

Sous BV	Pic Q93 (m^3/s)	Pic Q100 (m^3/s)
ba_av2	8	12.5
ba_av	20.6	29
ba_am	50.3	64

Il apparaît, contrairement aux autres bassins versants étudiés, que le pic de crue pour un évènement centennale est supérieur au pic de crue pour un évènement type 1993. Ce bassin versant étant plus naturel et son temps de réponse plus court, l'évènement centennal est ici l'évènement de référence.

5 MODELISATION DES ECOULEMENTS

L'objectif de cette partie est de modéliser en situation actuelle la crue de référence afin d'en extraire l'aléa inondation. Pour cela, un modèle numérique bidimensionnel, réalisé dans le cadre de l'étude menée par le SABA, a permis de représenter les écoulements et de définir pour chaque cours d'eau les débits de premiers débordements en rive droite et en rive gauche.

5.1 PRESENTATION DES MODELES

MIKE FLOOD est le logiciel utilisé pour la modélisation des écoulements. Il est développé par la société DHI (Danish Hydraulic Institute). MIKE FLOOD permet le couplage d'une modélisation unidimensionnelle du lit mineur du cours d'eau (représenté par des profils en travers grâce au logiciel MIKE 11) avec une modélisation bidimensionnelle du lit majeur (représenté sous forme de MNT grâce au logiciel MIKE 21). Les logiciels MIKE 11 et MIKE 21 résolvent les équations de Barré Saint-Venant à une et deux dimensions.

Le modèle unidimensionnel représente le lit mineur par son profil en long et par des profils en travers, et prend en considération l'ensemble des ouvrages hydrauliques. Il permet de connaître à chaque instant de la simulation la ligne d'eau et le débit dans les cours d'eau.

Le modèle bidimensionnel se compose d'un découpage fin du secteur d'étude, à l'aide d'un maillage rectangulaire, permettant de connaître à chaque instant de la simulation les hauteurs d'eau et vitesses d'écoulement en chaque maille du modèle.

Le modèle mis en œuvre permet donc d'obtenir une description précise du champ de vitesses et des axes d'écoulement. Autrement dit, il est possible de simuler les crues en temps réel, les vitesses, les directions d'écoulement et les hauteurs d'eau étant connues en tout point et à chaque instant.

Les résultats sont fournis sous forme de cartographies :

- des hauteurs d'eau maximales,
- des vitesses maximales d'écoulement,
- des mécanismes d'écoulement au pic de crue (direction et intensité des écoulements représentés par des vecteurs vitesse).

Des animations des crues simulées permettent de visualiser la dynamique des écoulements et la chronologie des phénomènes.

Dans le cadre de l'étude menée par le SABA, un modèle hydraulique a été construit sur le bassin versant du Grand Vallat. Il avait été retenu, lors de sa réalisation, une limite du modèle hydraulique allant jusqu'à la confluence avec l'Arc, intégrant la Petite Jouïne à partir de la RD9 et partant de la commune de Simiane-Collongue, en amont des vallats de Babol et Mourgues. L'emprise du modèle bidimensionnel représente une superficie de 11.7 km².

En 2016, la commune de Cabriès, souhaitant compléter la connaissance du risque inondation sur son territoire, a missionné INGEROP pour la modélisation d'affluents annexes qui n'avait pas été modélisés dans l'étude pour le SABA.

Dans le cadre de la présente étude visant à cartographier l'aléa inondation sur l'ensemble des trois communes Cabriès, Bouc-Bel-Air et Simiane-Collongue, ces deux modèles hydrauliques ont été utilisés. La figure ci-après présente les linéaires modélisés.

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Direction Départementale des Territoires et de la Mer

INGÉROP
Inventons demain

Décembre 2016

Cartographie de l'aléa inondation sur le bassin du Grand Vallat

Figure 9 : Modèles hydrauliques utilisés pour cartographier l'aléa inondation

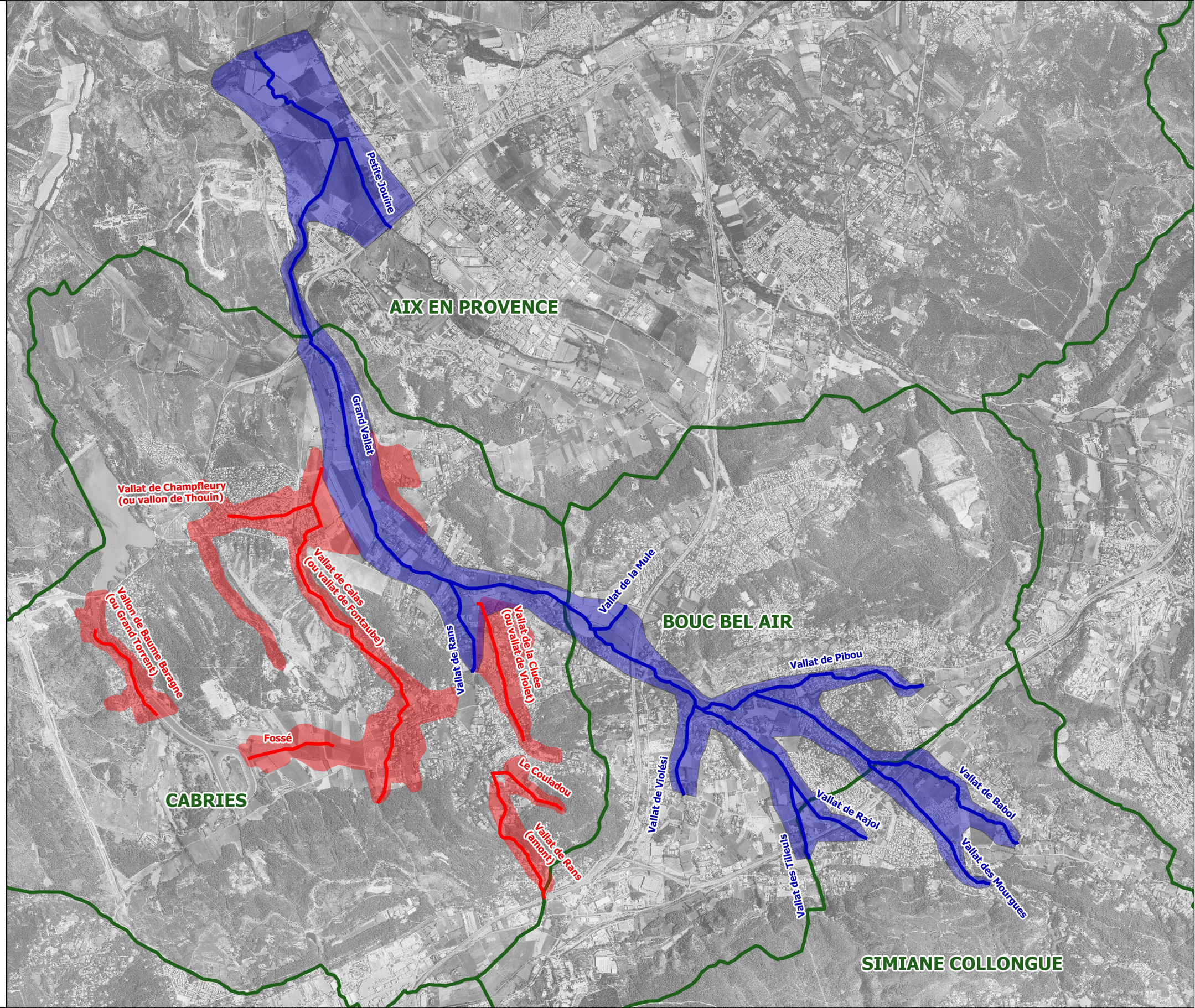
MM3496 - Ind A

Légende :

- Réseau hydraulique modélisé dans le cadre de l'étude menée par le SABA en 2012
- Réseau hydraulique modélisé dans le cadre de l'étude pour la commune de Cabriès en 2016
- Emprise du modèle 2D (étude 2012)
- Emprise du modèle 2D (étude 2016)
- Limite communale

Echelle : 1 / 35 000 e

N



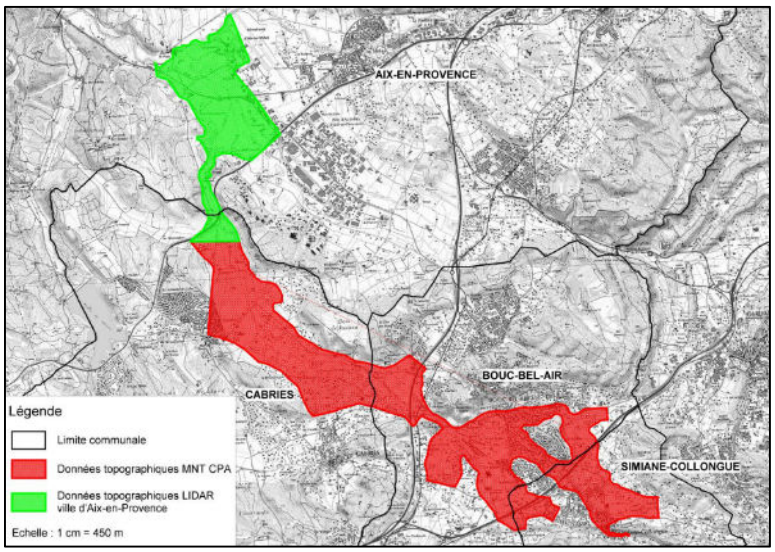
5.2 TOPOGRAPHIE

5.2.1 MODELES NUMERIQUES DE TERRAIN

Plusieurs données topographiques ont été utilisées :
- de l'amont du bassin versant jusqu'au giratoire de Lagremeuse : extrait du MNT fourni par la CPA donnant un point topographique tous les 5 m avec une précision altimétrique de 15 cm.
- de Lagremeuse jusqu'à la confluence avec l'Arc : extrait du LIDAR de la commune d'Aix-en-Provence réalisé en 2009 et fourni par le service SIG de la commune. L'espacement des points topographiques est de 1 m et la précision altimétrique est de l'ordre de 20 cm.

La figure ci-après illustre la délimitation des données topographiques.

Figure 10 : Données topographiques



NB : L'étude réalisée pour la commune de Cabriès est également basée sur les données topographiques MNT CPA.

5.2.2 LEVES TERRESTRES

Les levés terrestres des ouvrages hydrauliques sont issus pour la plupart de « *l'Etude générale sur le bassin versant de la Jouïne et du Grand Vallat* », réalisée par la Société du Canal de Provence en 1999. Certains levés avaient été complétés lors de la « *Synthèse et mise en cohérence des études existantes relatives à l'inondabilité des communes de Simiane, Bouc-Bel-Air et Cabriès* », réalisée par IPSEAU en 2006. Certains ouvrages ont nécessité une réactualisation de leurs levés terrestres, effectués lors des

reconnaissances de terrain. Par ailleurs, de nouveaux levés ont été réalisés entre Lagremeuse et la confluence avec l'Arc, en 2012, lors de l'étude menée par le SABA.

5.2.3 PROFILS EN TRAVERS

La plupart des profils en travers datent de l'étude de la SCP en 1999. Des compléments avaient été effectués en 2006, notamment sur le Vallat de Babol. De nouveaux levés de profils en travers ont été réalisés à l'aval du modèle en 2012, entre Lagremeuse et la confluence avec l'Arc, afin d'affiner ce secteur.
Par ailleurs, sur la commune de Cabriès, des levés terrestres des profils en travers du lit mineur et des ouvrages ont été réalisés en février 2016.

5.3 MODELISATION DES LITS MINEURS

5.3.1 GEOMETRIE DES COURS D'EAU

- **Modèle SABA**

Le modèle unidimensionnel a été établi sous le logiciel MIKE 11. La géométrie des cours d'eau est définie par leur profil en long, les différents profils en travers ainsi que les ouvrages hydrauliques. Le tableau suivant résume les différents cours d'eau modélisés et le linéaire associé.

Tableau 15 : Linéaire des cours d'eau modélisés

Cours d'eau	Description	Linéaire modélisé (m)
Vallat de Babol	De l'amont de Cournière vers la confluence avec le Grand Vallat	3670
Vallat des Mourgues	De l'amont du village de Simiane vers confluence avec le vallat de Babol	1950
Vallat de Pibou	Du chemin Joseph Roumanille vers la confluence avec le Grand Vallat	2305
Vallat de Rajol	De l'amont de la voie ferrée vers la confluence avec le vallat des Tilleuls	820
Vallat des Tilleuls	De l'amont de la voie ferrée vers la confluence avec le Grand Vallat	2210
Vallat de Violési	De la RD8 vers la confluence avec le Grand Vallat	945
Vallat de la Mule	De l'amont du lotissement vers la confluence avec le Grand Vallat	755
Vallat de Rans	Du chemin de Bélandière vers la confluence avec le Grand Vallat	1045
Petite Jouïne	De la RD9 vers la confluence avec le Grand Vallat	1060
Grand Vallat	Jusqu'à la confluence avec l'Arc	10700

Par ailleurs, l'Arc a été modélisé sur environ 3 km afin d'intégrer une condition aval du modèle. Les fossés situés de part et d'autre du Grand Vallat à l'aval de la RD60 ont également été intégrés au modèle car ils participent au ressuyage des terres. La partie aval du Vallat de Calas, en sortie du village, a été intégrée pour les mêmes raisons.
Sans tenir compte des fossés servant au drainage des écoulements entre la RD60 et Lagremeuse (intégrés au modèle unidimensionnel), **un linéaire total de 25.5 km a été modélisé dont environ 10.7 km sur le Grand Vallat.**

- **Modèle Cabriès**

Sur la commune de Cabriès, dans le cadre de l'étude réalisée en 2016, sept cours d'eau ont été modélisés :

- Le vallat de Fontaube (4.5km)
- Le vallat de Rans (1.6km)
- Le Couladou (0.7km)
- Le vallat de la Cluée (1.6km)
- Le vallat de Champfleury (2.1km)
- Le vallon de Baume Baragne (1.1km)
- Un fossé en amont du vallon de Baume Baragne (0.9km).

5.3.2 PROFILS EN TRAVERS ET OUVRAGES

- **Modèle SABA**

Sur le modèle hydraulique du SABA, afin d'améliorer la précision du calcul, les profils en travers ont été interpolés à partir des profils réels de manière à ce que sur chaque cours d'eau, il y ait un profil tous les 25 m environ. 70 ouvrages hydrauliques sont représentés.

- **Modèle Cabriès**

Le modèle hydraulique réalisé pour la commune de Cabriès est constitué de 111 profils en travers et 360 profils interpolés pour une interdistance moyenne entre les profils de 35 m environ. Le linéaire total modélisé est de 12.5 km, 60 ouvrages hydrauliques (ponts, seuils, buses, etc.) ont été intégrés au modèle.

La figure ci-après présente une vue en plan du modèle 1D réalisé pour le SABA.

Figure 11 : Extrait du modèle unidimensionnel (SABA 2012)



5.3.3 COEFFICIENTS DE RUGOSITE

Les coefficients de rugosité retenus dans les lits mineurs sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 16 : Coefficients de rugosité retenus en lit mineur

Type de surface	Coefficient de rugosité
Lit	20
Berge	15
Ouvrage	50

5.4 MODELISATION DU LIT MAJEUR

5.4.1 EMPRISES DES MODELES ET MAILLAGES

- **Modèle SABA**

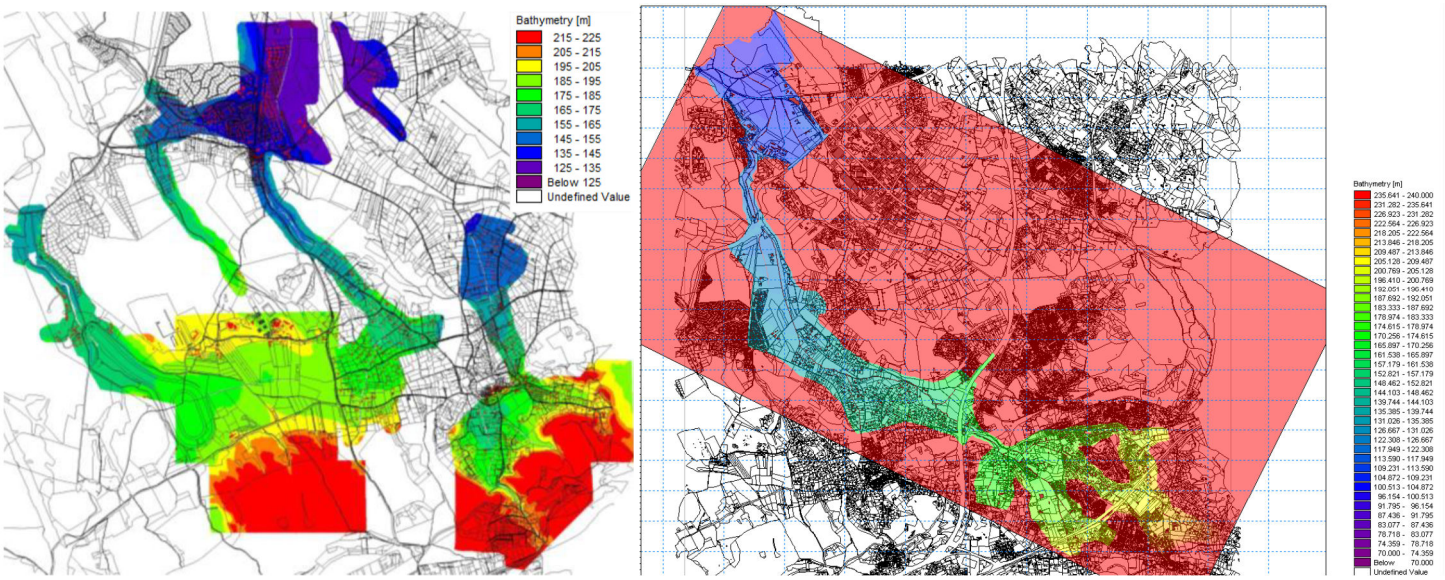
Le modèle réalisé pour le SABA couvre l'étendu de la zone inondable du Grand Vallat. Cela représente une superficie de 11.7 km². Un maillage carré régulier de 5 m x 5 m quadrille cette emprise. Cela représente environ 473 000 mailles de calcul.

- **Modèle Cabriès**

Le modèle réalisé pour la commune de Cabriès couvre une superficie de 9.3 km². Les mailles carrées sont également de 5 m x 5 m, soit un nombre total de mailles égal à 373 000.

En chacun de ces points de calculs est affectée une cote topographique. **Ces maillages intègrent les singularités de la topographie du site : l'ensemble des merlons, remblais ou digues, des bâtiments et obstacles (murs) et des infrastructures, sont représentés.**

Figure 12 : Extrait des modèles 2D – Topographie



5.4.2 COEFFICIENTS DE RUGOSITE

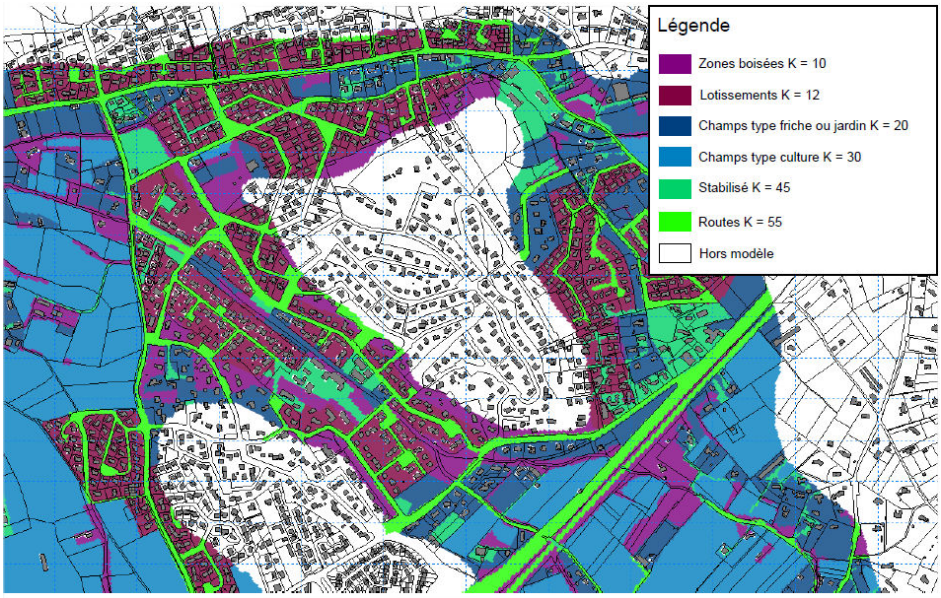
Un coefficient de rugosité a été attribué à chaque maille en fonction de l'occupation du sol. Les coefficients de rugosité retenus pour chaque type d'occupation du sol sont donnés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 17 : Coefficients de rugosité retenus en lit majeur

Occupation du sol	Coefficient de rugosité
Zones boisées	10
Lotissements	12
Champs type friche ou jardin	20
Champs type culture	30
Stabilisé	45
Routes	55

La figure ci-après présente un extrait de la vue en plan des coefficients de rugosité appliqués selon l'occupation du sol de la zone d'étude.

Figure 13 : Coefficients de rugosité – Secteur vallats de Pibou et Babol à Bouc-Bel-Air



5.5 COUPLAGE LIT MINEUR / LIT MAJEUR

Le couplage entre le modèle unidimensionnel des lits mineurs et le modèle bidimensionnel représentant le lit majeur est réalisé sous l'interface MIKE FLOOD. Des liens de déversement latéraux permettent des échanges entre les lits mineurs et le lit majeur pendant toute la durée de la simulation.

5.6 CONDITIONS AUX LIMITES

5.6.1 CONDITIONS AUX LIMITES AMONT

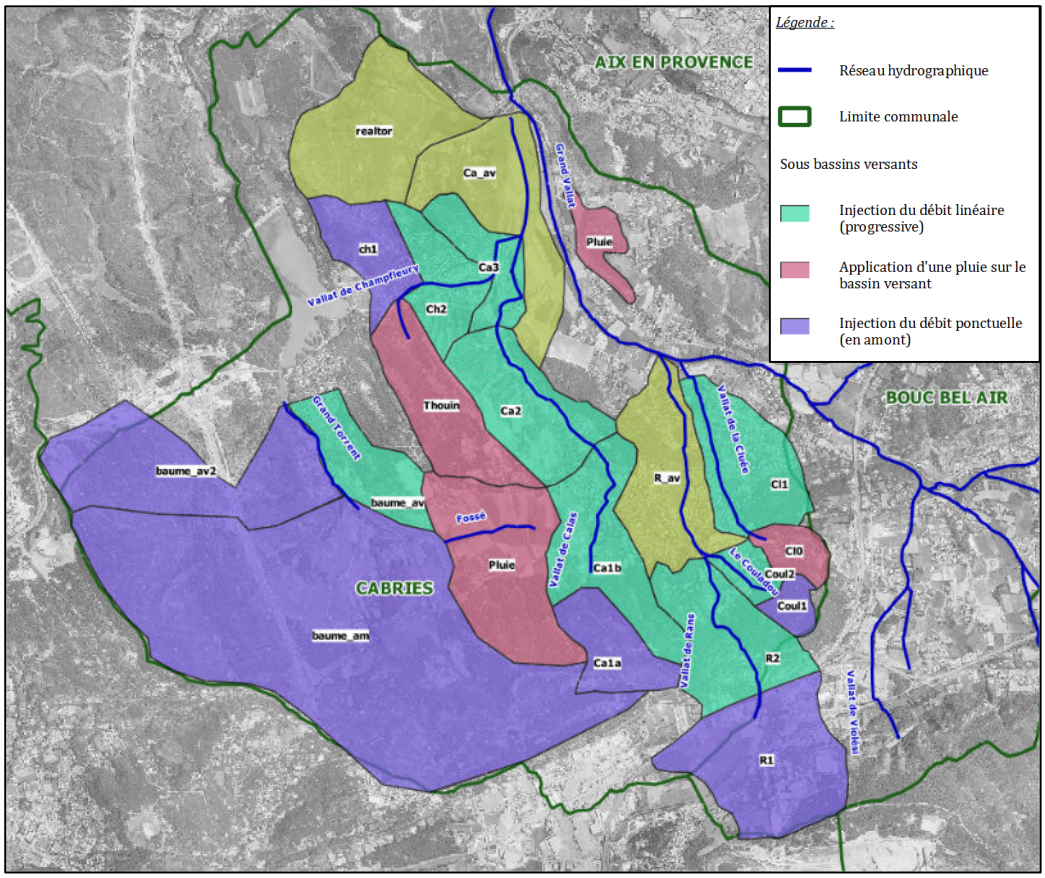
- **Modèle SABA**

Sur le modèle du Grand Vallat, les hydrogrammes calculés dans l'analyse hydrologique par le modèle pluie-débit ont été injectés en limite amont du modèle, en amont de chaque cours d'eau pour les différentes crues étudiées.
Pour l'Arc, un débit faible constant de 20 m³/s a été choisi arbitrairement de manière à ce qu'il n'y ait aucune influence aval.

- **Modèle Cabriès**

Sur le modèle des cours d'eau de Cabriès, les injections de débit se font ponctuellement ou progressivement (réparties sur le linéaire du cours d'eau). Le type d'injection a été défini à partir du réseau hydrographique et des reconnaissances de terrains. Pour certains bassins versants ne possédant pas de thalweg marqué, la pluie a été appliquée directement dans le modèle 2D, en injectant la pluie nette ruisselée sur l'ensemble de ces bassins versants. L'implantation des nœuds d'injection ponctuels ou progressifs de débit est présentée sur la figure suivante.

Figure 14 : Conditions aux limites amont – Modèle Cabriès



5.6.2 CONDITIONS AUX LIMITES AVAL

- **Modèle SABA**

En limite aval du modèle, c'est-à-dire au droit du dernier profil de l'Arc, une loi hauteur – débit est calculée en fonction de la géométrie de ce profil et de la pente du tronçon aval. Elle correspond à une condition libre d'écoulement des eaux.

- **Modèle Cabriès**

Par souci de cohérence avec les études antérieures les niveaux d'eau aval de ces études ont été conservés. Pour les cours d'eau n'ayant pas été modélisé dans les études précédentes, une loi hauteur/débit est calculée en fonction de la géométrie de ce profil et de la pente du tronçon aval. Elle correspond à une condition libre d'écoulement des eaux.
L'étude réalisée pour le SABA donne le niveau aval du vallat de Fontaube. L'étude de « *Synthèse et mise en cohérence des études existantes relatives à l'inondabilité des communes de Cabriès, Simiane-Collongue et Bouc-Bel-Air* » de 2006 indique le niveau aval du Vallat de Rans et de la Cluée.

Le tableau ci-dessous récapitule les différentes conditions aval.

Tableau 18 : Conditions aval – Modèle Cabriès

Cours d'eau	Condition aval
Fontaube	126.66 mNGF
Culée	146.36 mNGF
Rans	169.83 mNGF
Baume Baragne	Libre écoulement
Fossé	Libre écoulement

5.7 MODELISATION DE L'EVENEMENT DE REFERENCE

5.7.1 RESULTATS CARTOGRAPHIQUES

Les cartographies des hauteurs d'eau maximales ainsi que des vitesses d'écoulement maximales obtenues pour l'évènement de référence sont présentées sur les figures suivantes.

Figure 15 : Hauteurs maximales – Evènement de référence – Secteur Simiane-Collongue

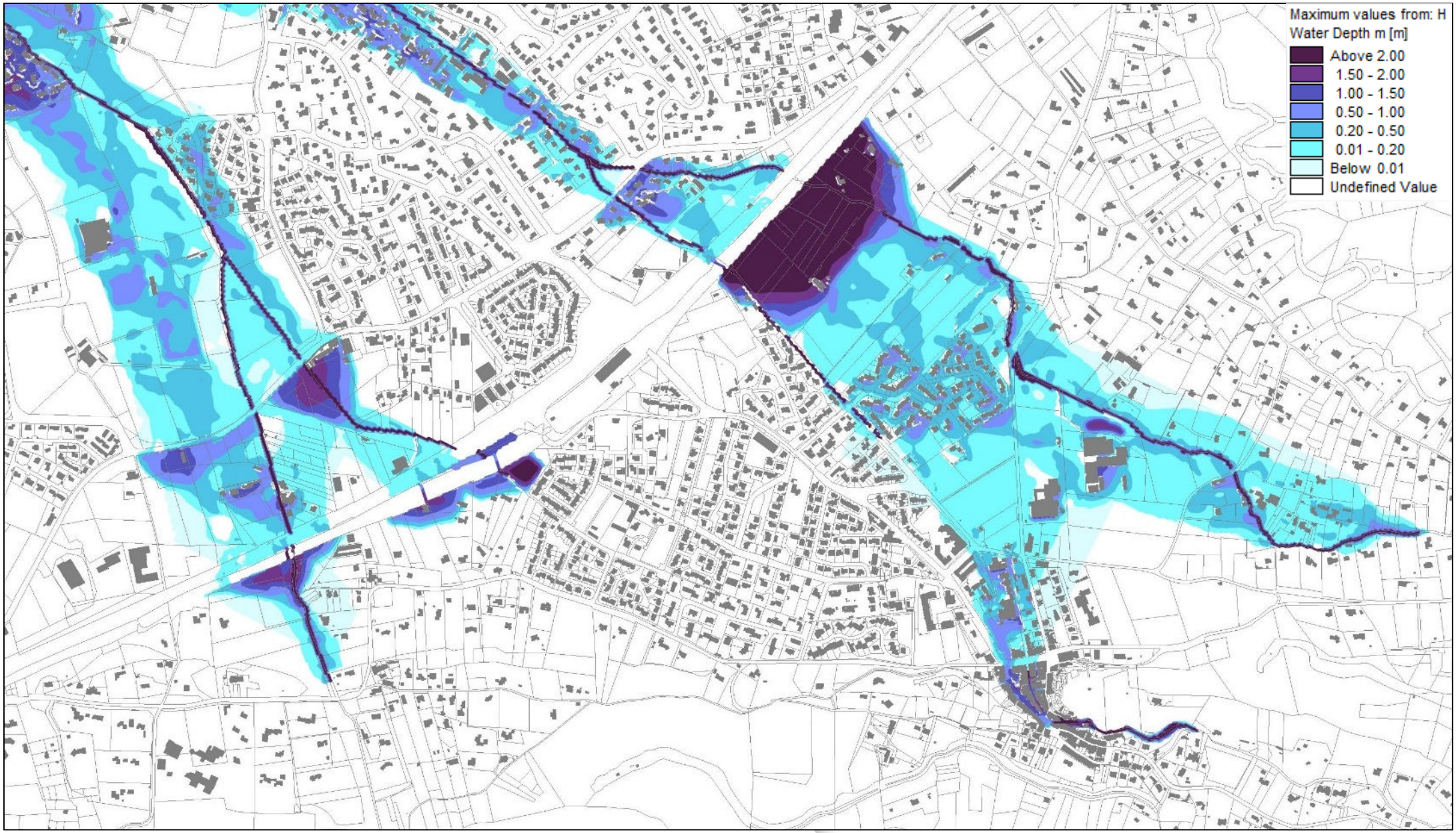


Figure 16 : Vitesses maximales – Evènement de référence – Secteur Simiane-Collongue

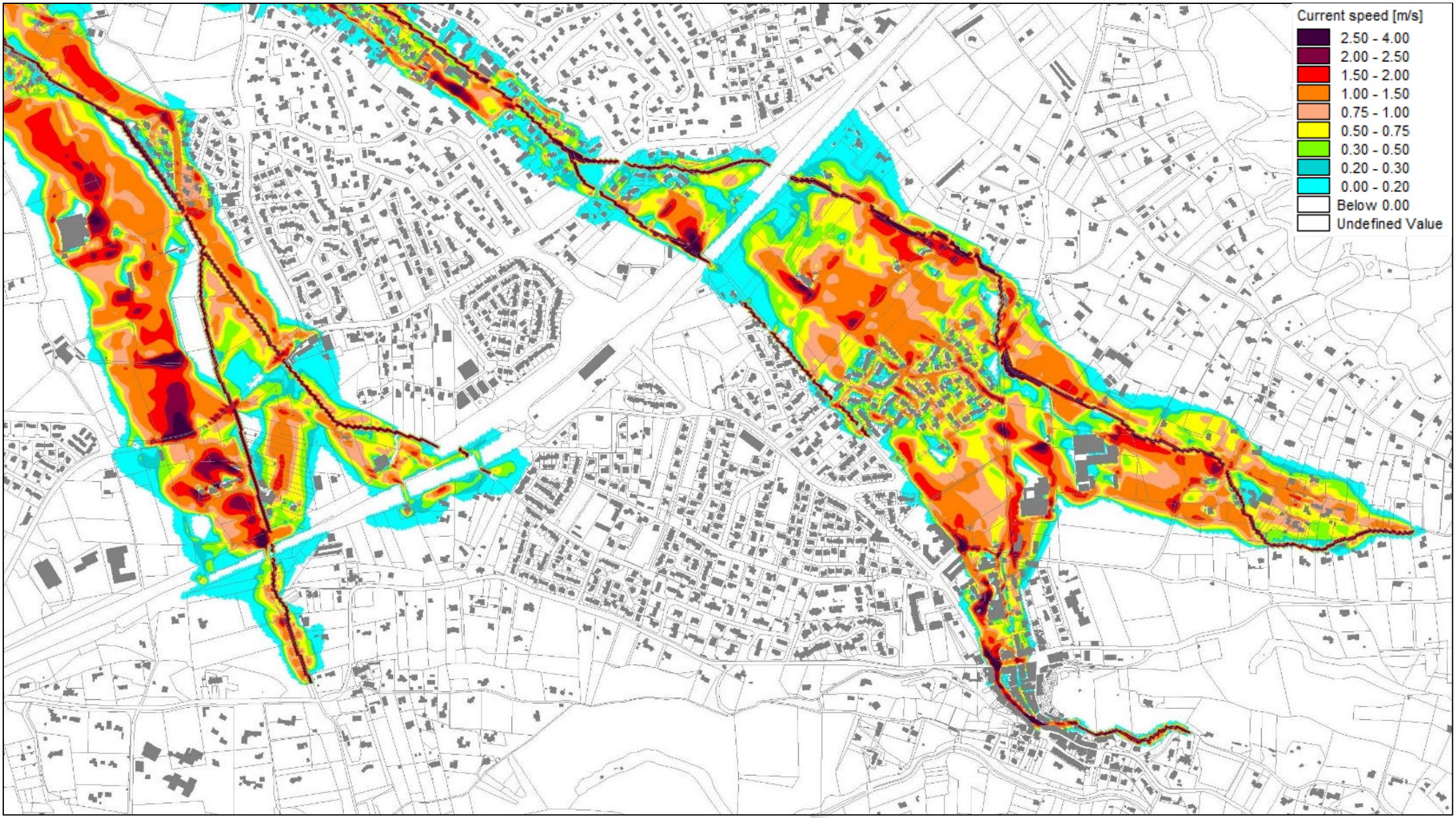


Figure 17 : Hauteurs maximales – Evènement de référence – Secteur Bouc-Bel-Air

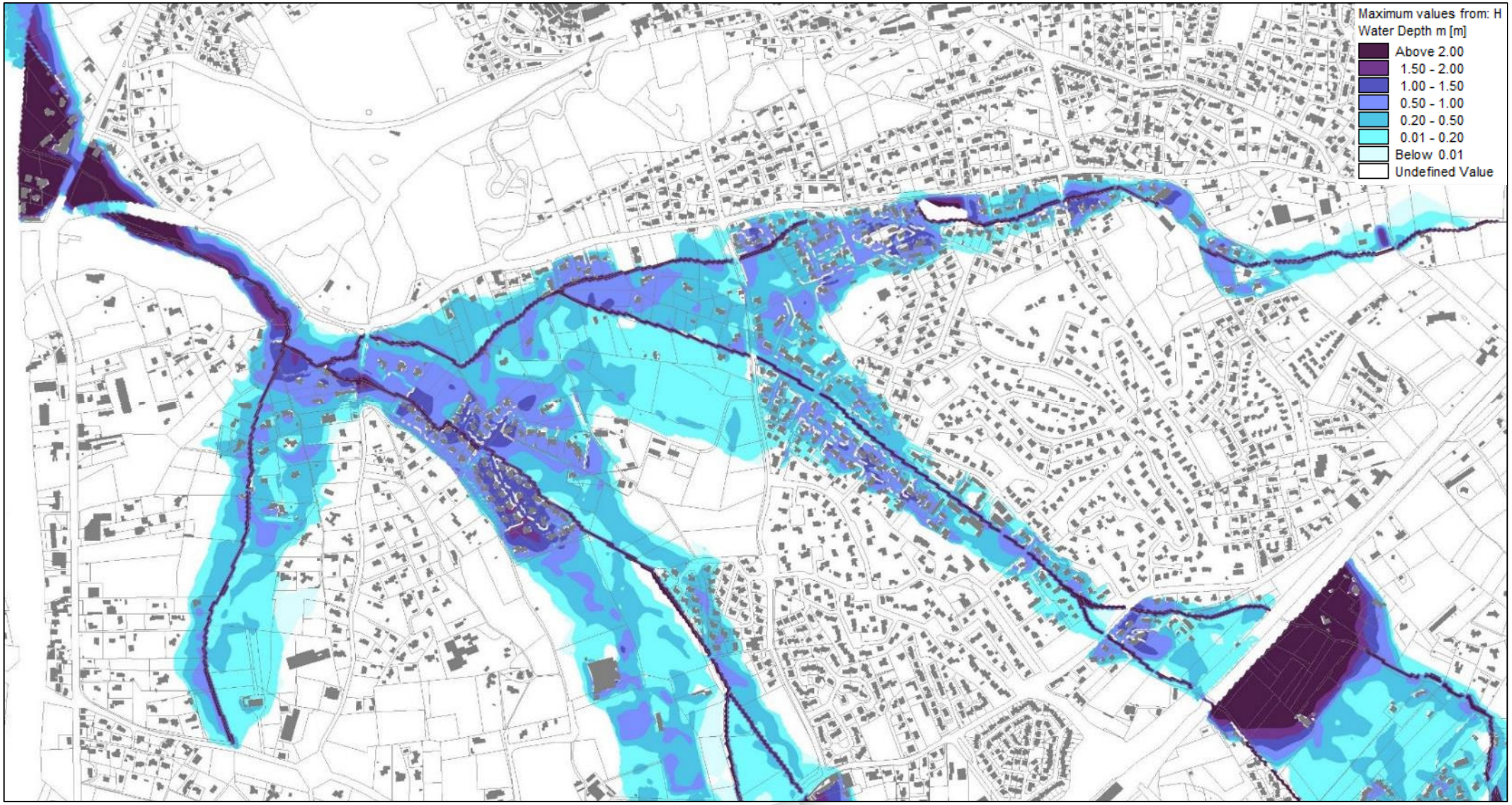


Figure 18 : Vitesses maximales – Evènement de référence – Secteur Bouc-Bel-Air

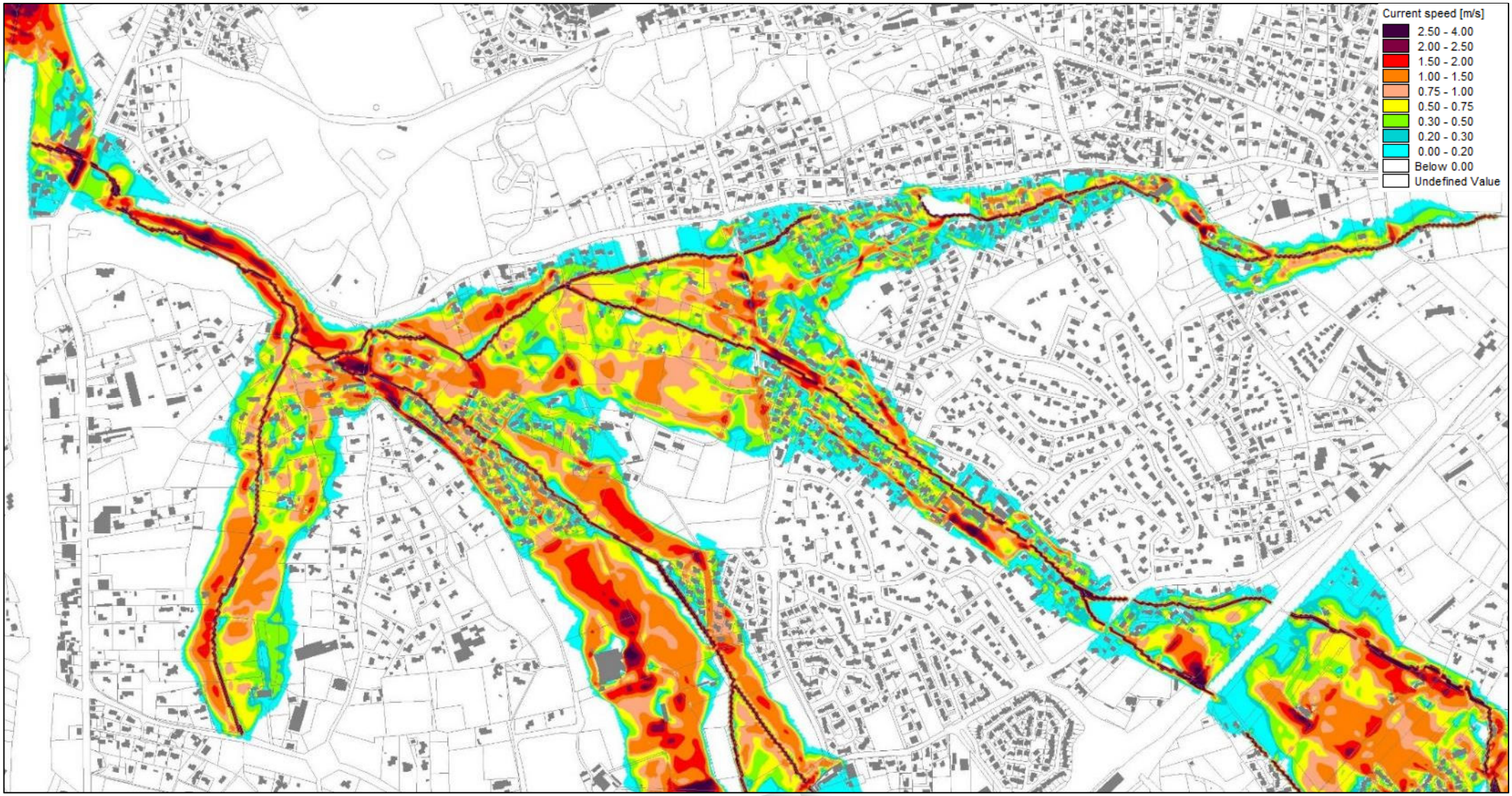


Figure 19 : Hauteurs maximales – Evènement de référence – Secteur Cabriès Grand Vallat

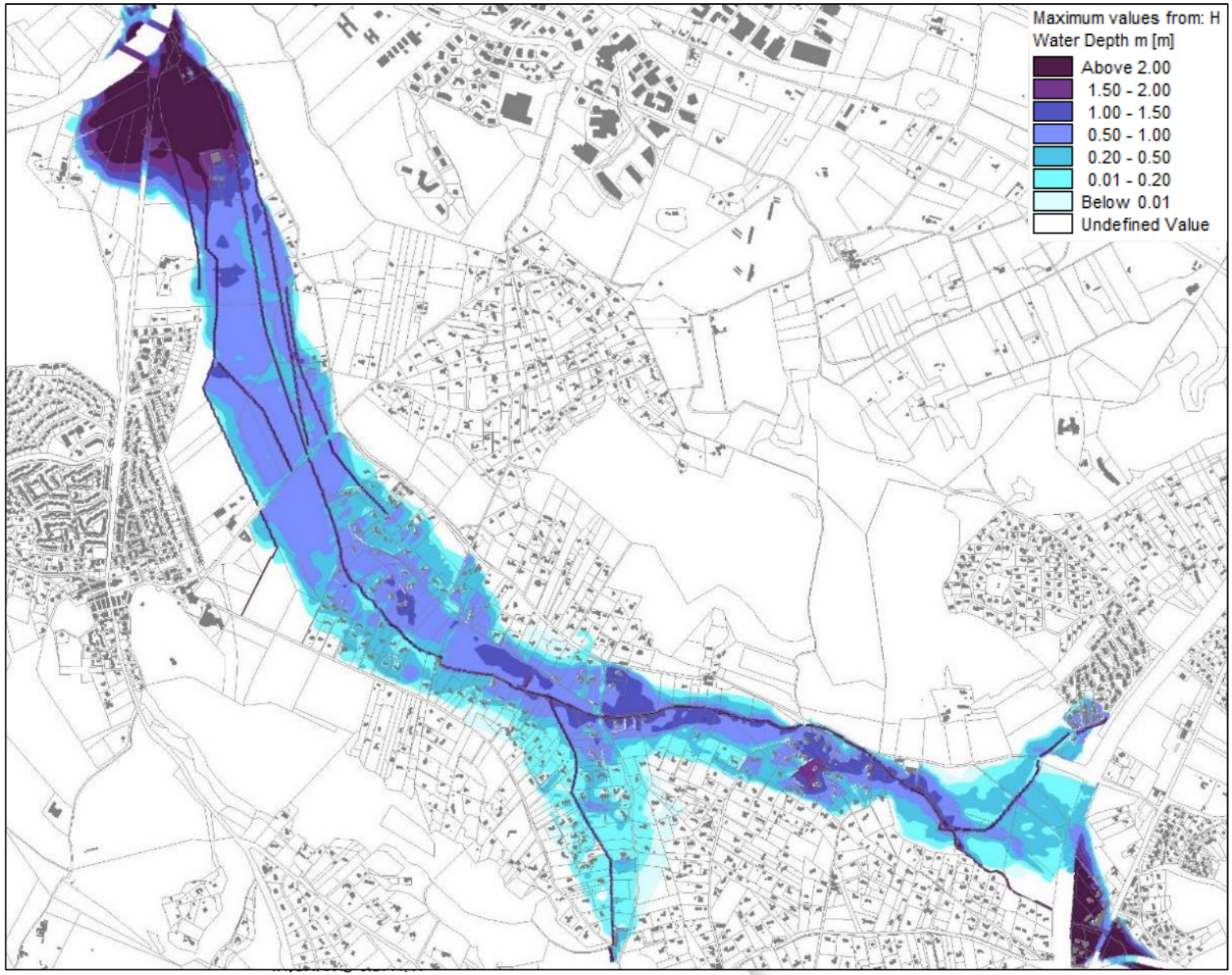


Figure 20 : Vitesses maximales – Evènement de référence – Secteur Cabriès Grand Vallat

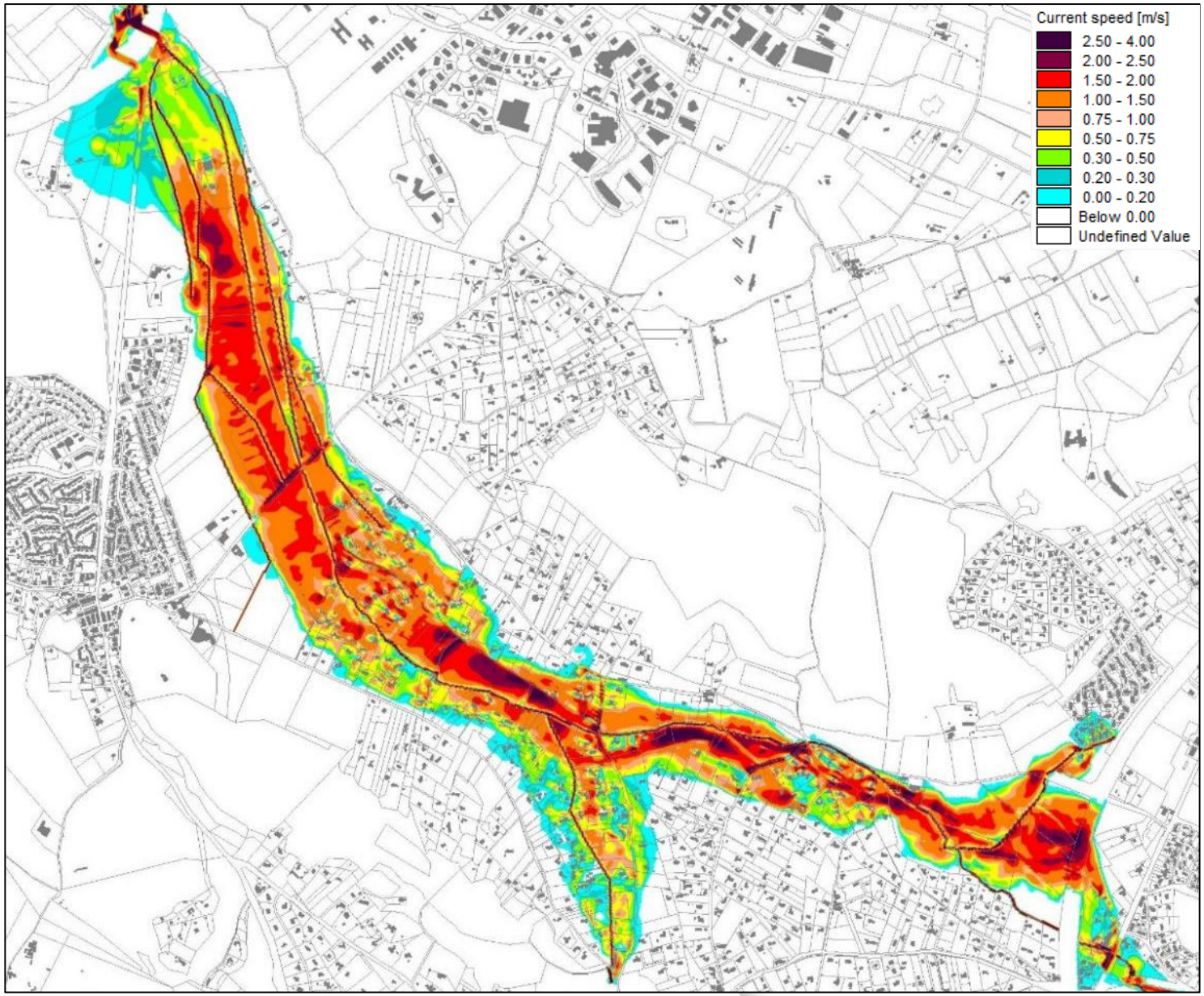


Figure 21 : Hauteurs maximales – Evènement de référence – Secteur Cabriès Ouest

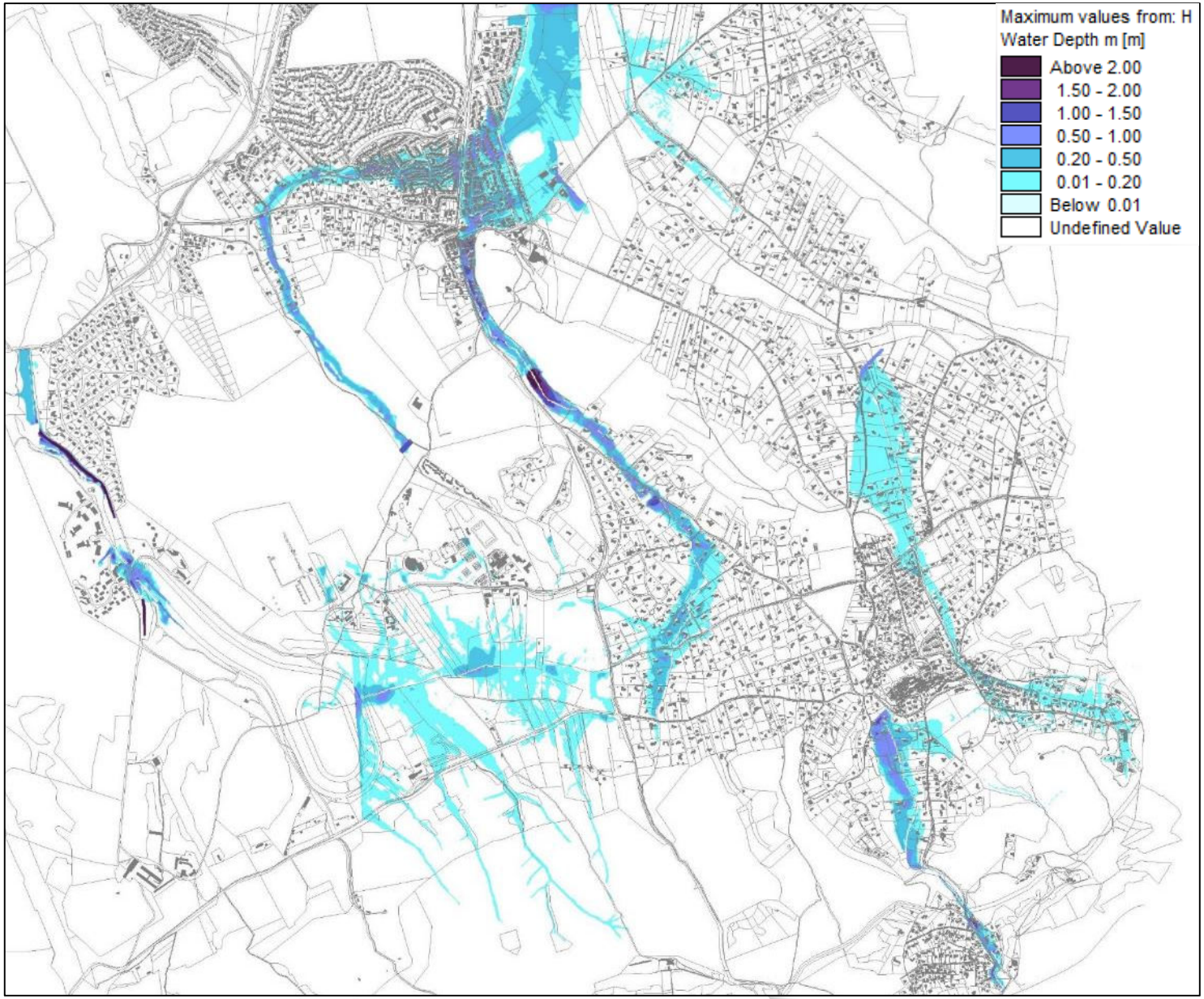


Figure 22 : Vitesses maximales – Evènement de référence – Secteur Cabriès Ouest

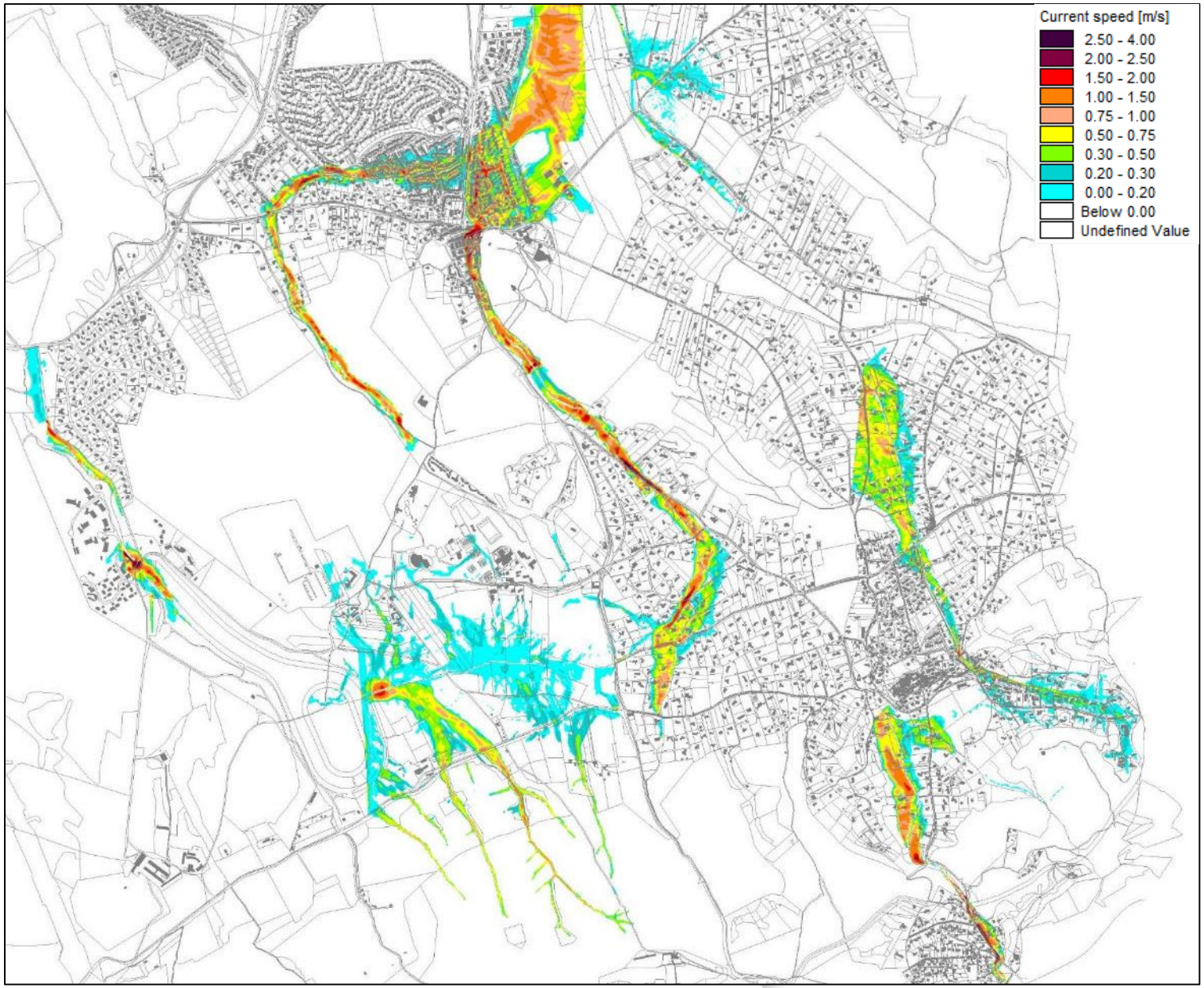


Figure 23 : Hauteurs maximales – Evènement de référence – Secteur Aix-la-Duranne

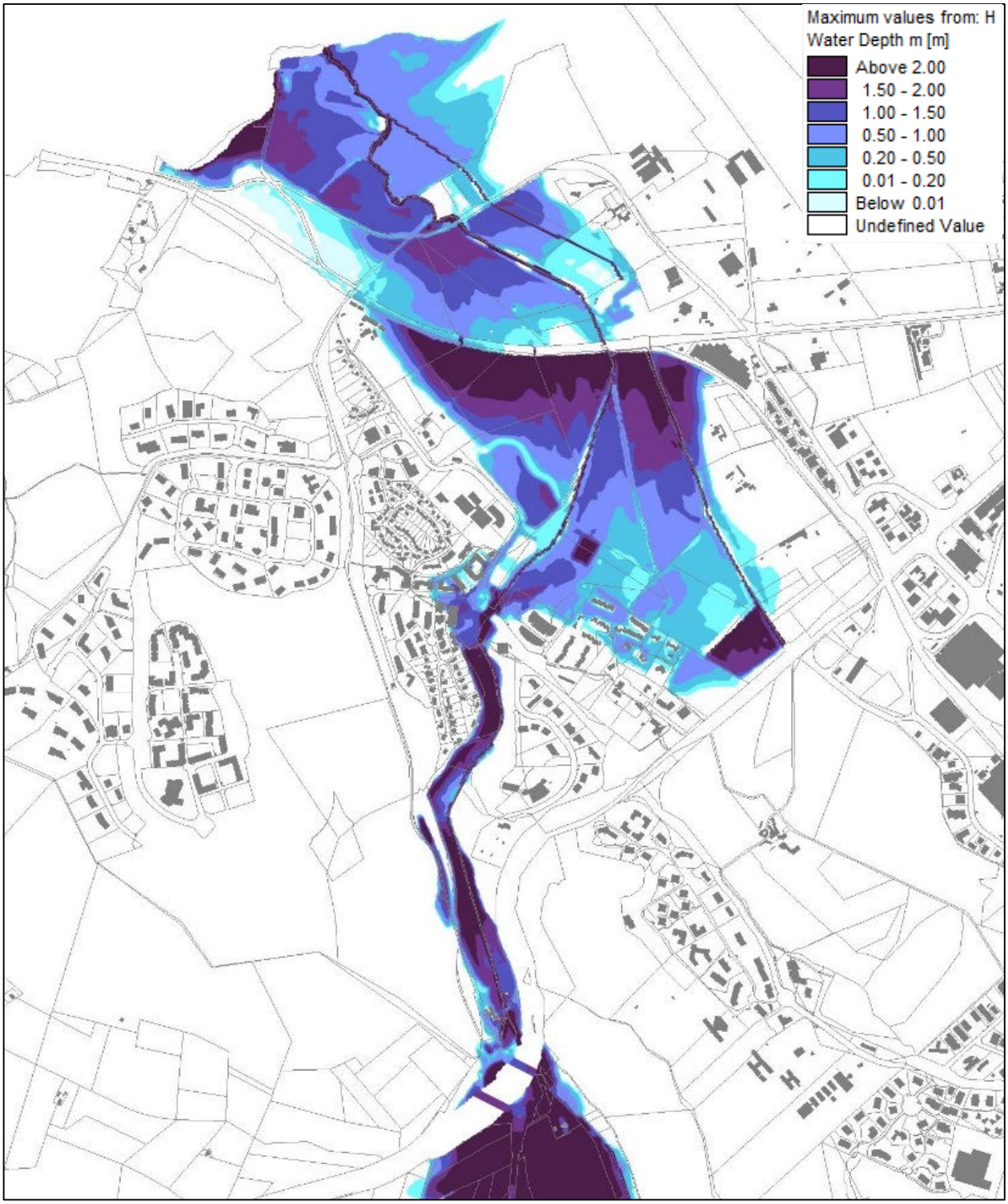
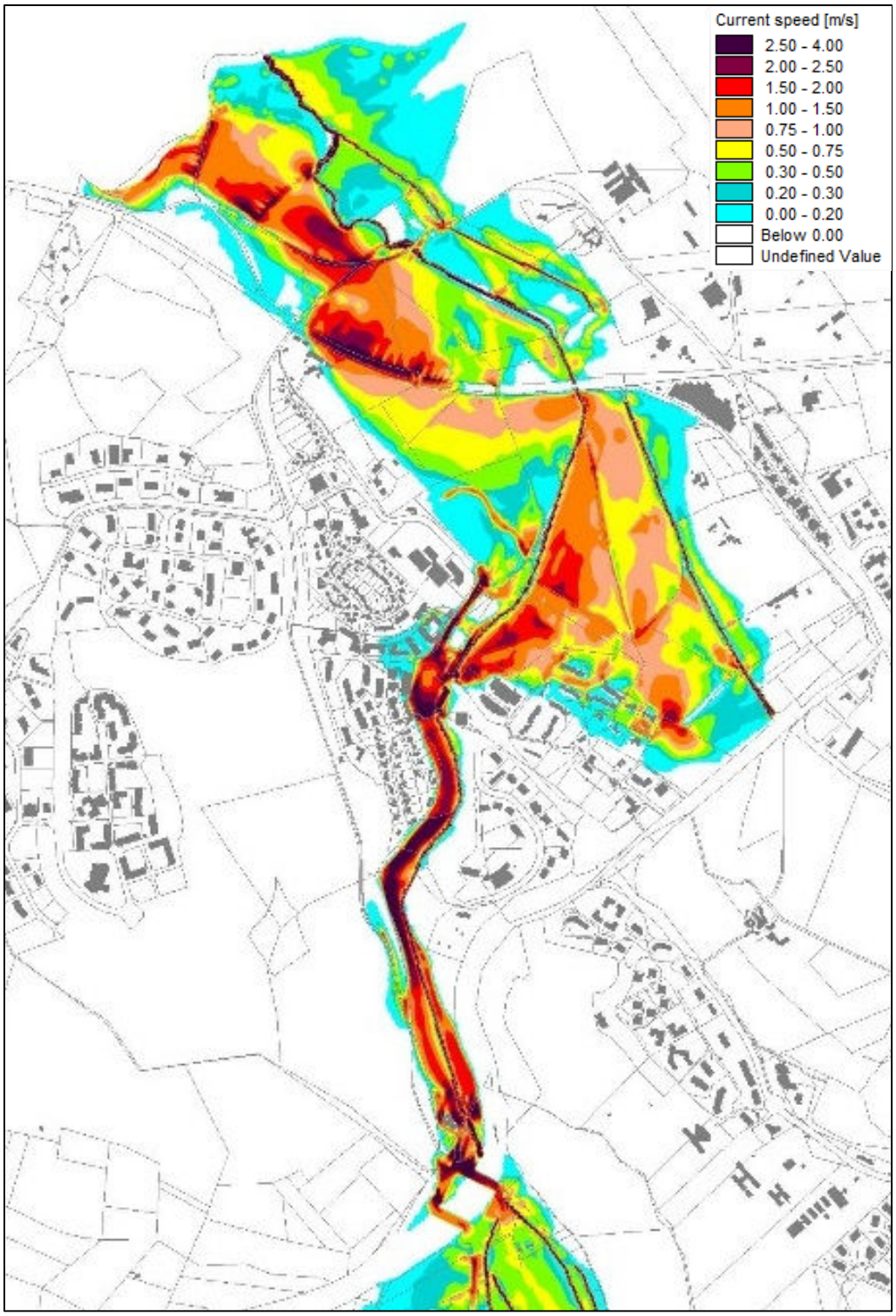


Figure 24 : Vitesses maximales – Evènement de référence – Secteur Aix-la-Duranne



5.7.2 ANALYSE DU FONCTIONNEMENT EN CRUE DE L'EVENEMENT DE REFERENCE

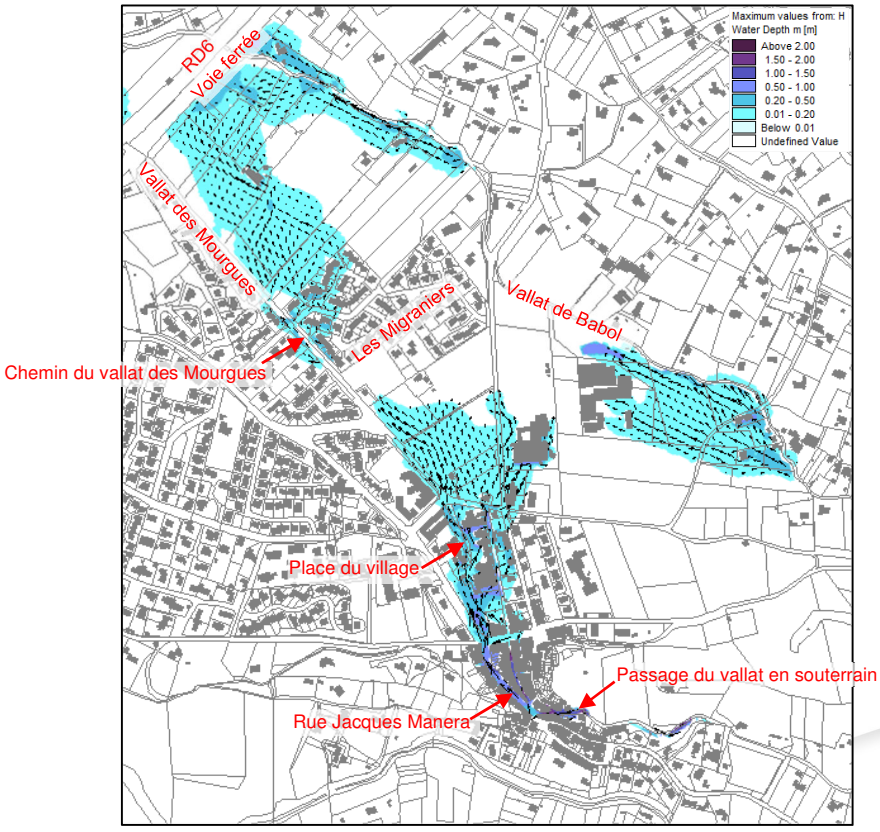
Ce chapitre présente l'analyse qualitative, par commune et par vallat, du fonctionnement en crue de l'évènement de référence sur le Grand Vallat et ses principaux affluents. Il décrit notamment les dynamiques des écoulements et le fonctionnement des ouvrages particuliers.

5.7.2.1 Simiane-Collongue

En amont du centre village de Simiane-Collongue, le vallat des Mourgues passe en souterrain. La capacité du tronçon enterré est de l'ordre du débit décennal. Ainsi, pour la crue de référence, le vallat déborde largement par mise en charge de l'ouvrage marquant le passage en souterrain. Le débit débordant est de l'ordre de 30 m³/s (pour rappel, le débit de référence en amont du vallat des Mourgues est estimé à 38.9 m³/s). L'eau s'écoule dans les rues étroites, les vitesses y sont fortes, pouvant atteindre jusqu'à 5.5 m/s sur la rue Jacques Manera. L'axe d'écoulement traverse ensuite la place du village avant de s'étendre dans la plaine en amont du quartier des Migraniers et de rejoindre les débordements du vallat de Babol.

Simultanément, d'autres débordements ont lieu au niveau du quartier des Migraniers en rive droite et à l'aval de la RD6. Le long du chemin du vallat des Mourgues, il existe en effet plusieurs ouvrages hydrauliques (permettant l'accès à des propriétés ou lotissements) qui contraignent l'écoulement. Le vallat n'a de toute façon pas une capacité suffisante pour absorber une crue de référence.

Figure 25 : Premiers débordements sur le vallat des Mourgues à Simiane-Collongue



Sur le vallat de Babol, les premiers débordements sont observés en rive gauche, comme l'illustre la figure précédente.

Les débordements du vallat de Babol et ceux du vallat des Mourgues se rejoignent sur le quartier des Migraniers, entièrement inondé. Les hauteurs d'eau maximales y sont de l'ordre de 1 m contre les façades des bâtiments ou contre les murs d'enceinte des propriétés. Les vitesses maximales atteintes sont de 2.8 m/s. Compte tenu des fortes vitesses et des fortes hauteurs d'eau, des ruptures de mur présentent ici un risque non négligeable.

La plaine située en amont de la voie ferrée (qui longe la RD6) est une zone de stockage. Il y a seulement deux ouvrages hydrauliques sous la voie ferrée et la RD6 permettant l'évacuation du débit. Les hauteurs d'eau maximales atteignent 4 m en amont du remblai de la voie ferrée. La cote de la ligne d'eau est de 205.7 m NGF, la cote de la voie ferrée au milieu de la plaine est à 207.3 m NGF, au droit du vallat des Mourgues, la voie ferrée est plutôt à la cote 207 m NGF. Ainsi, il y a une revanche minimum de 1.3 m.

Le vallat des Mourgues est souterrain sous la voie ferrée et ne redevient aérien qu'à l'aval de la RD6. Sous la voie ferrée au droit du vallat des Mourgues, un ouvrage arche permet d'évacuer une partie de l'eau stockée. L'eau ruisselle ensuite sur la RD6, plus basse que la voie ferrée (cote moyenne à 202.4 m NGF). Les hauteurs d'eau sur la RD6 atteignent 30 cm environ.
Le vallat de Babol est quant à lui aérien et son passage sous l'axe VF / RD6 n'engendre pas de débordement sur la route.

Figure 26 : Zone de stockage en amont de l'axe voie ferrée / RD6

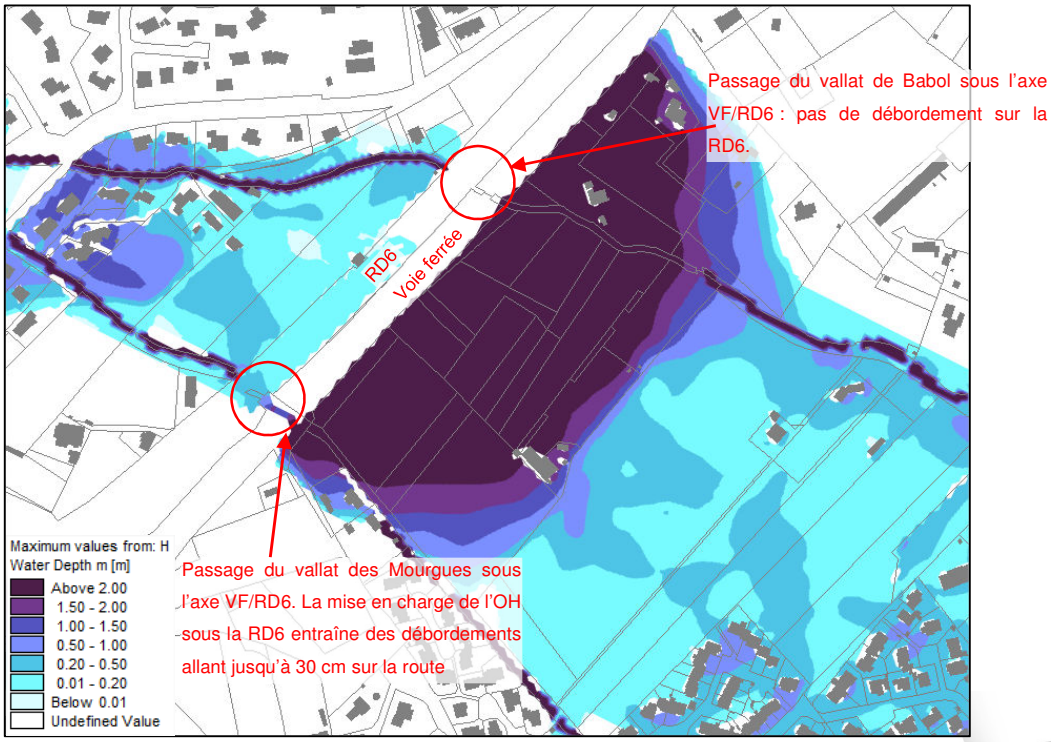


Figure 27 : Photographies des ouvrages sous l'axe VF / RD6



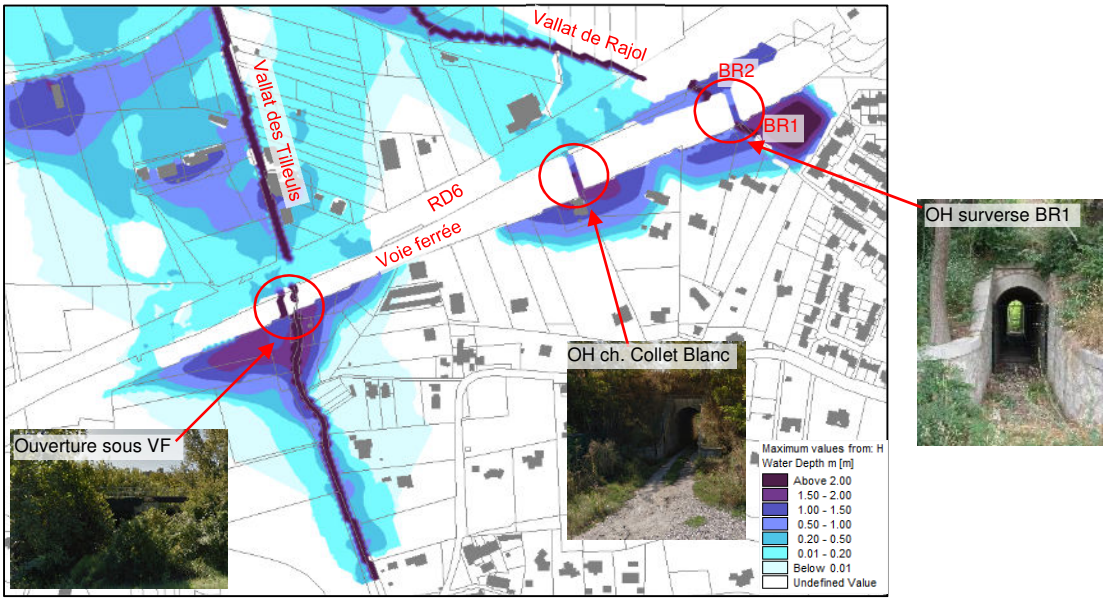
Sur le vallat de Rajol, une petite zone d'accumulation se crée en amont du remblai de la voie ferrée et l'eau s'évacue par les deux ouvrages arches situés sous la voie ferrée (l'ouvrage situé au bout du chemin du Collet Blanc et l'ouvrage situé au droit de la surverse du bassin de rétention BR1 en amont de la voie ferrée).

Le vallat de Rajol traverse un deuxième bassin de rétention BR2 situé entre la voie ferrée et la RD6. Lorsque le bassin est plein, il y a surverse sur la RD6 et l'eau ruisselle en direction du garage Peugeot.

L'eau évacuée par l'ouvrage du chemin du Collet Blanc s'écoule également sur la RD6 puis vers le garage Peugeot. Les hauteurs d'eau sur la RD6 sont comprises entre 20 et 30 cm et les vitesses vont jusqu'à 2.3 m/s en sortie de l'ouvrage du chemin du Collet Blanc.

Le vallat des Tilleuls en amont de la RD6 déborde sur ses deux rives. Une surverse est observée sur la voie ferrée en son point bas en rive gauche du vallat, la lame d'eau n'excède pas les 5 cm d'épaisseur. Une surverse apparaît également sur la RD6 au niveau de l'ouverture située sous la voie ferrée. Les hauteurs d'eau y sont comprises entre 10 et 30 cm et les vitesses atteignent 3.5 m/s.

Figure 28 : Vallats de Rajol et des Tilleuls – Fonctionnement en crue



5.7.2.2 Bouc-Bel-Air

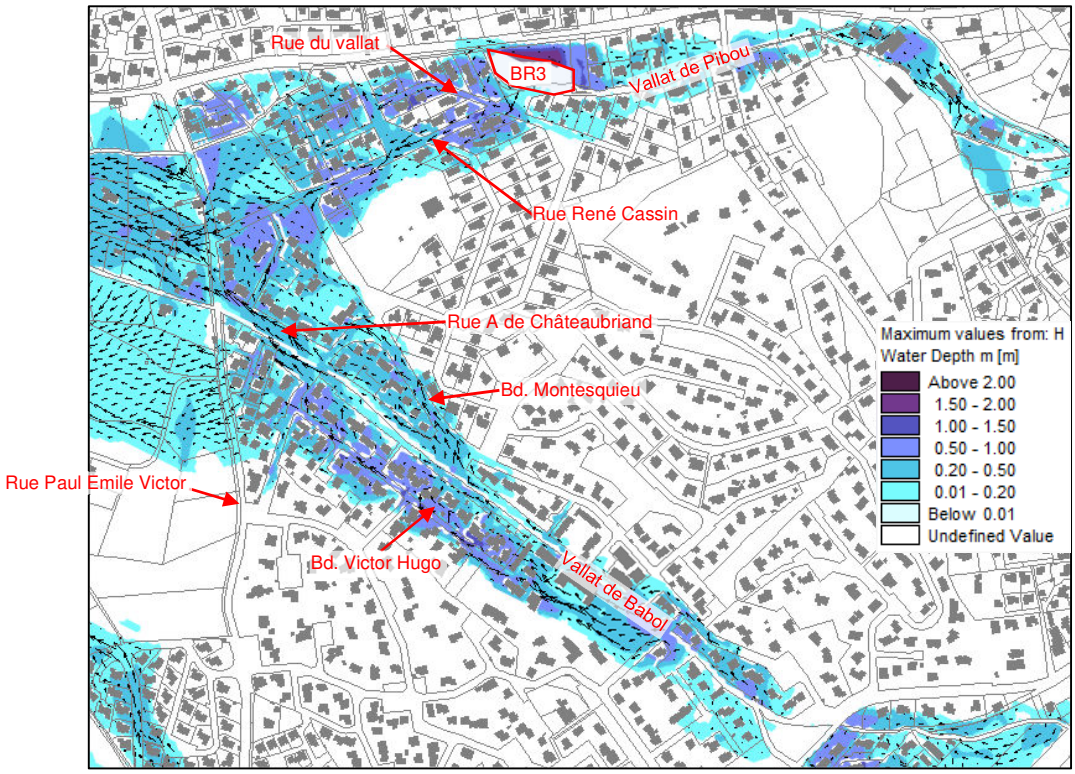
Sur la commune de Bouc-Bel-Air, le vallat des Mourgues se jette dans le vallat de Babol qui traverse une partie de la commune avant de confluer avec le Grand Vallat. La plupart des ouvrages hydrauliques sur le vallat de Babol ne sont pas dimensionnés pour la crue de référence et de nombreux débordements sont issus de la mise en charge de ces ouvrages.

Les débordements, sur les deux rives empreintes des rues avec de fortes vitesses pouvant aller jusqu'à 3 m/s par endroit. Parmi les routes qui génèrent de forts axes d'écoulement, citons le boulevard Victor Hugo, le boulevard Montesquieu et la rue A de Châteaubriand.

Le vallat de Pibou déborde sur ses deux rives en amont du bassin de rétention BR3. A l'aval du bassin, l'eau serpente entre les bâtis et murets et des axes d'écoulement principaux se forment sur la rue du Vallat et la rue René Cassin.

Les débordements en rive droite du vallat de Babol rejoignent ceux du vallat de Pibou au niveau de rue Paul Emile Victor. Celle-ci est submergée avec des vitesses pouvant atteindre 3 m/s par endroit.

Figure 29 : Vallats de Babol et de Pibou – Fonctionnement en crue



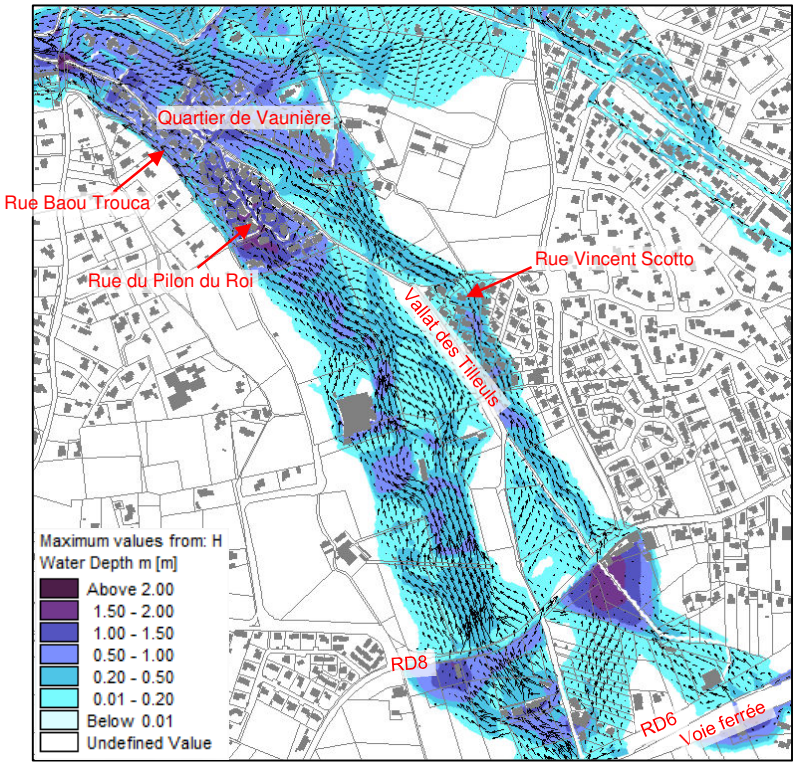
Le vallat de Rajol se jette dans le vallat des Tilleuls qui traverse le quartier de Vaunière avant de confluer avec le Grand Vallat. Dans ce secteur, la RD8 est submergée principalement par des débordements du

vallats des Tilleuls, en rive gauche, qui ont lieu en amont. Les vitesses sur la route sont relativement importantes, jusqu'à 5 m/s et la hauteur maximale sur la route est de 50 cm. Il se crée en rive gauche du vallat des Tilleuls un axe d'écoulement secondaire qui s'écoule en direction du quartier de Vaunière, sur la rue du Pilon du Roi et sur la rue Baou Trouca.

Des débordements ont également lieu en rive droite du vallat des Tilleuls (après la confluence avec le vallat de Rajol qui génère lui aussi des débordements en rive droite). La rue Vincent Scotto devient un axe d'écoulement.

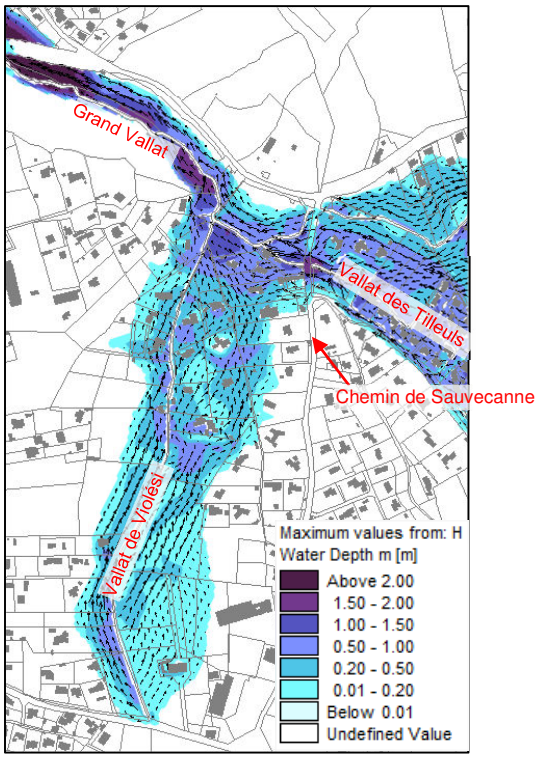
Le quartier de Vaunière est entièrement inondé. Notons que dans ce quartier, le vallat des Tilleuls se caractérise par la présence de merlons, notamment en rive gauche. Tout étant déjà inondé, la rupture d'un de ces merlons pourrait engendrer localement de fortes vitesses mais il n'y aurait pas pour autant de zone nouvellement inondée.

Figure 30 : Vallat des Tilleuls – Fonctionnement en crue



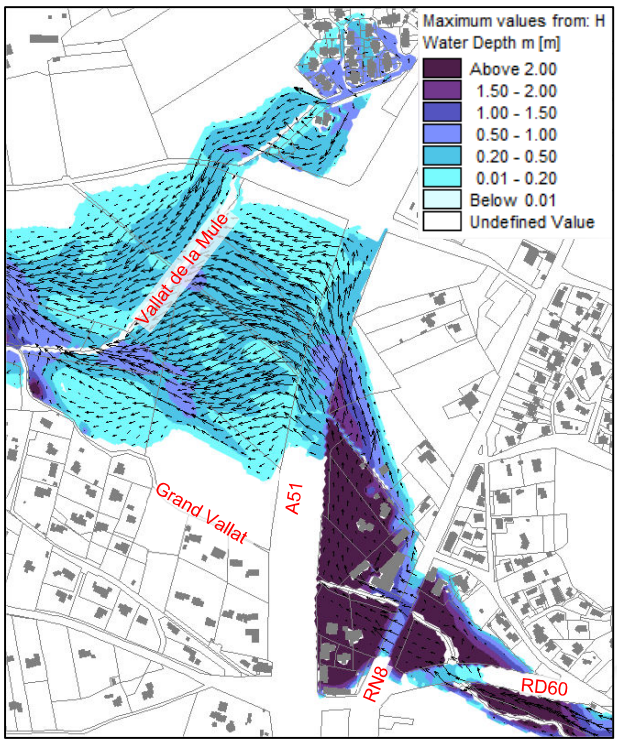
Le vallat de Violési déborde sur ses deux rives et des axes d'écoulement secondaires se créent de part et d'autre du vallat. Quant au Grand Vallat, les débordements en rive gauche en amont de la confluence avec le vallat des Tilleuls engendre la submersion du chemin de Sauvecanne avec de fortes vitesses de 3 m/s. A l'aval de la confluence avec le vallat de Violési, de fortes vitesses apparaissent en rive droite du Grand Vallat, de l'ordre de 3 m/s également.

Figure 31 : Vallat de Violési et Grand Vallat – Fonctionnement en crue



La RD60 est submergée par le Grand Vallat par mise en charge de l'ouvrage sous la RD60, avec des vitesses maximales de l'ordre de 1.8 m/s. La hauteur maximale observée sur la RD60 est de 70 cm, en rive gauche du Grand Vallat. A l'aval, deux axes d'écoulement se créent en rive droite et en rive gauche du Grand Vallat et ceux-là débordent par-dessus la RN8 (vitesses de 3.2 m/s). Enfin, à l'aval de la RN8, le remblai de l'autoroute A51 dévie les eaux sur la rive droite du Grand Vallat jusqu'à atteindre un point bas de l'autoroute sur lequel apparaît une surverse. Sur l'autoroute, la hauteur d'eau maximale est de 70 cm, la vitesse de surverse est élevée, au maximum de 3.3 m/s.

Figure 32 : Grand Vallat – Surverse par-dessus l'A51



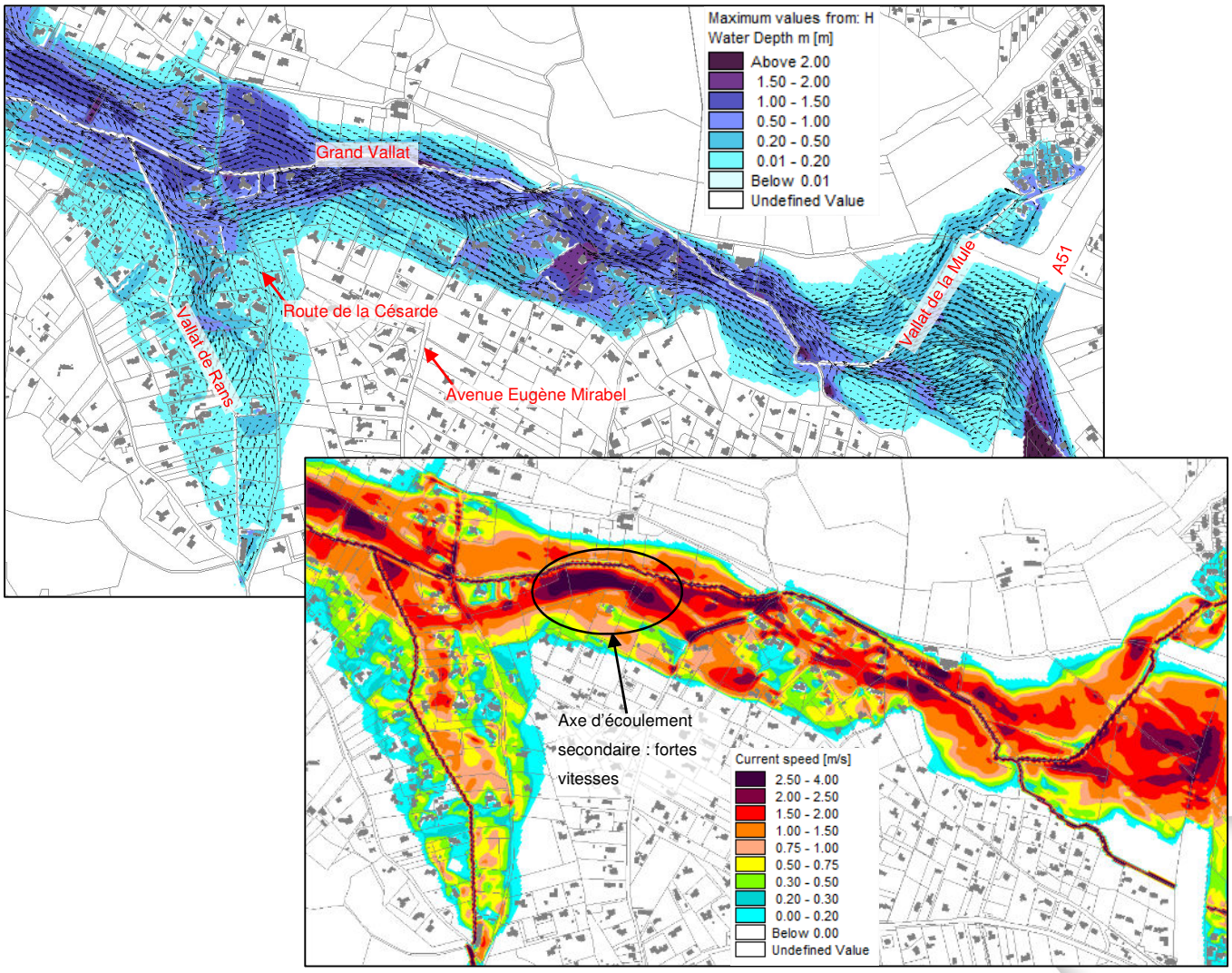
5.7.2.3 Cabriès

A l'aval de l'A51, le vallat de la Mule traverse la RD60 avec des vitesses sur la route de l'ordre de 3 m/s et une hauteur moyenne de 40 cm.

Avant la confluence avec le vallat de Rans, le Grand Vallat a une capacité hydraulique biennale à quinquennale. Il déborde donc largement pour la crue de référence. Parmi les principaux axes routiers inondés, citons l'avenue Eugène Mirabel et la route de la Césarde, également inondée par des débordements en rive droite du vallat de Rans. Au droit du pont de la Césarde, les hauteurs d'eau sur la route dépassent le mètre et la vitesse maximale atteint 3.6 m/s. Sur l'avenue Eugène Mirabel, la vitesse atteint également 3.6 m/s et la hauteur maximale est de 80 cm. Il se crée en rive gauche du Grand Vallat un axe d'écoulement secondaire avec de fortes vitesses d'écoulement, allant jusqu'à 3.2 m/s.

La vallat de Rans déborde sur ses deux rives et la confluence avec le Grand Vallat génère des dysfonctionnements entre le vallat de Rans et la route de la Césarde où de fortes hauteurs d'eau sont observées (jusqu'à 1.3 m).

Figure 33 : Du vallat de la Mule au vallat de Rans – Fonctionnement en crue



A l'aval de la confluence avec le vallat de Rans et jusqu'à la RD60, apparaissent deux axes d'écoulement secondaires, l'un en rive droite du côté du quartier de l'Oratoire, l'autre en rive gauche, côté quartier de la Bellandière. D'après les enquêtes réalisées en 2012 dans le cadre de l'étude menée par le SABA, ces quartiers, en plus d'être inondés par des débordements amont du Grand Vallat, le sont également par ruissellement pluvial provenant des bassins versants latéraux. Dans ce secteur, les habitants ont coutume de dire qu'il existe non pas un mais trois vallats. Les axes secondaires apparaissent en effet dans des points bas. A l'aval de la RD60, plusieurs fossés collectent d'ailleurs ces axes d'écoulement et ce n'est qu'en amont de Lagremeuse qu'ils se rejoignent pour retourner, en partie, dans le lit du Grand Vallat.

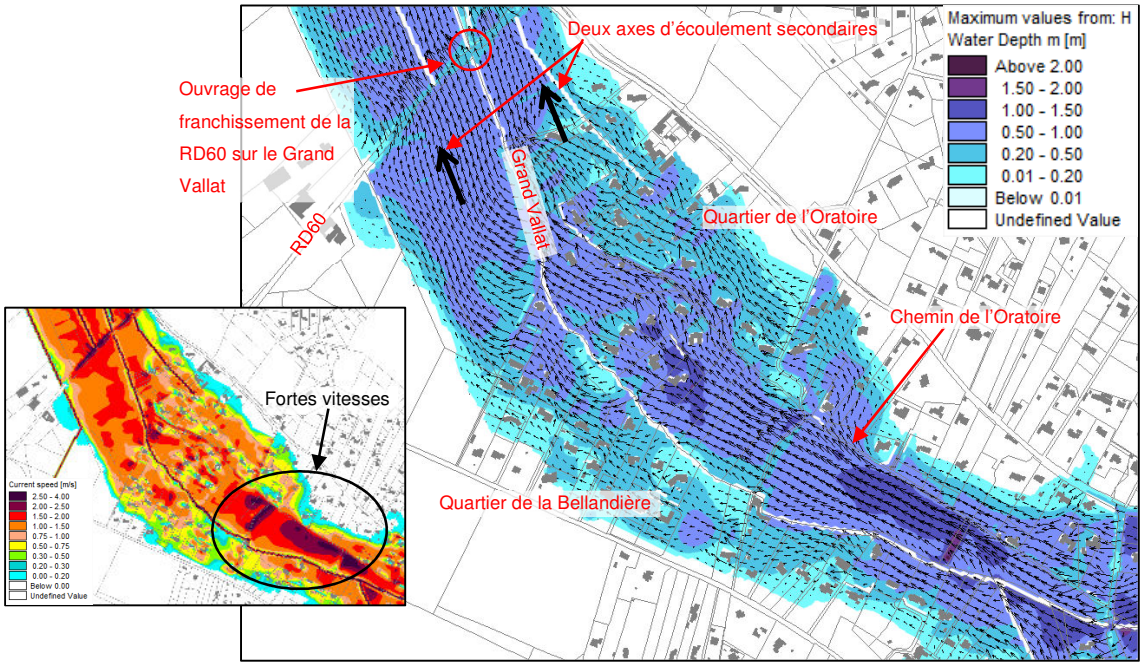
Ces axes d'écoulement se caractérisent par de fortes vitesses, allant jusqu'à 3 m/s en rive droite du Grand Vallat, le long du chemin de l'Oratoire. Les hauteurs d'eau sont majoritairement supérieures à 50 cm et peuvent atteindre 1.3 m sur les points bas.

Notons que le Grand Vallat, sur la quasi-totalité de son linéaire, mais spécifiquement sur ce secteur, est bordé par des merlons plus ou moins entretenus et assez hétérogènes. Les habitants situés à proximité des berges ont connu, lors de la crue de 2003, des ruptures de ces merlons, en rive droite et en rive gauche, ce qui a eu pour effet d'inonder les plaines de part et d'autre du vallat. Une douzaine de personnes ont été touchées. Les habitants situés en amont des brèches ont en revanche constaté un abaissement de la ligne d'eau. Des risques que de nouvelles brèches apparaissent en cas de fortes crues sont donc présents.

La RD60 est submergée avec des hauteurs d'eau pouvant atteindre 60 cm par endroit. Cette route a été bloquée à plusieurs reprises lors d'inondations antérieures. Les vitesses sur la route sont également importantes, 3 m/s pour les valeurs maximales.

L'ouvrage permettant le franchissement de la RD60 sur le Grand Vallat est actuellement un cadre de dimensions 4.40 m x 1.50 m, d'une capacité hydraulique de l'ordre de 20 m^3/s (capacité biennale environ). A l'occasion d'une rencontre avec les services techniques de la commune, lors des enquêtes réalisées pour le SABA en 2012, il avait été évoqué que cet ouvrage pourrait être à l'origine de la création d'une zone de stockage en amont de la RD60, du fait de sa faible capacité hydraulique. Pour lever le doute, il avait été modélisé pour le SABA un recalibrage de l'ouvrage permettant d'assurer le transit du débit décennal de l'ordre de 40 m^3/s. La capacité hydraulique de l'ouvrage était donc doublée. Les résultats de cette analyse avaient montré que ce recalibrage n'avait aucun impact sur la zone inondable. Les débordements du lit mineur du Grand Vallat ne sont donc pas liés à une faible capacité de l'ouvrage de franchissement de la RD60. Ce sont des débordements qui ont lieu en amont, du fait de la présence de merlons et d'une capacité limitée du lit mineur. Ces débordements sont à l'origine de la formation des axes secondaires mentionnés précédemment qui causent la submersion de la RD60.

Figure 34 : Grand Vallat de la confluence avec le vallat de Rans jusqu'à la RD60 – Fonctionnement en crue

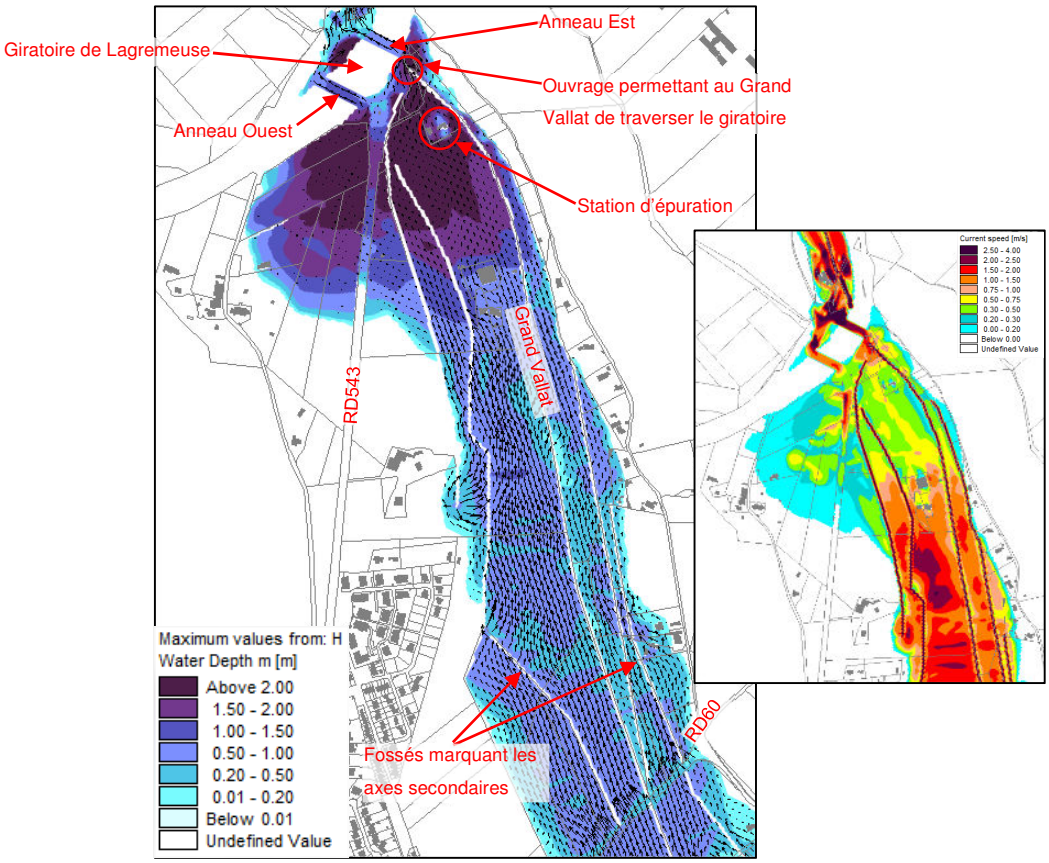


De la RD60 à Lagremeuse, les habitations sont plus rares et seuls quelques bâtis sont inondés. Les axes d'écoulement secondaires continuent leur chemin. La station d'épuration, située en amont de l'ouvrage permettant la traversée du Grand Vallat sous le giratoire, est complètement inondée avec des hauteurs d'eau autour de 2.8 m.

La RD543 est submergée avec de fortes hauteurs d'eau, de l'ordre de 2.4 m au maximum. Dans cette cuvette, les vitesses sont en revanche relativement faibles, en moyenne inférieures à 0.5 m/s mais avec localement des valeurs à 2.8 m/s notamment sur la RD543.

Pour franchir le giratoire de Lagremeuse, l'eau se répartit entre l'ouvrage souterrain dans lequel le débit transitant maximal est de 178.6 m³/s et les deux ouvertures sous la RD9 sur l'anneau du giratoire. Le débit transitant dans l'ouverture Est est de 74.8 m³/s, le débit transitant dans l'ouverture Ouest est de 58.5 m³/s. Les vitesses sur l'anneau du giratoire sont très élevées, elles vont jusqu'à 6.4 m/s en sortie de l'ouverture Est et jusqu'à 5.6 m/s en sortie de l'ouverture Ouest. La hauteur d'eau sur l'anneau du giratoire est d'environ 1.8 m.

Figure 35 : Grand Vallat de la RD60 à Lagremeuse – Fonctionnement en crue

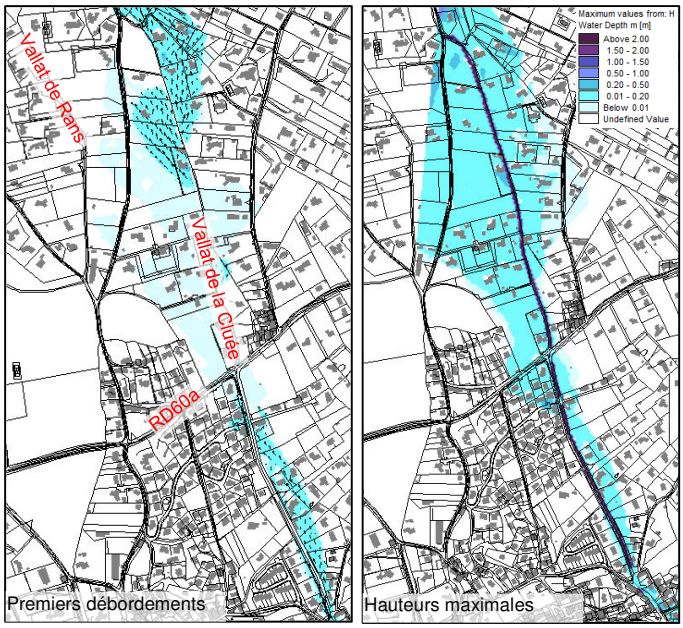


- **<u>Etude complémentaire sur Cabriès</u>**

L'étude complémentaire réalisée en 2016 pour la commune de Cabriès a permis d'affiner la connaissance du risque inondation sur les affluents du Grand Vallat qui n'avaient pas été modélisés dans le cadre de l'étude menée par le SABA.

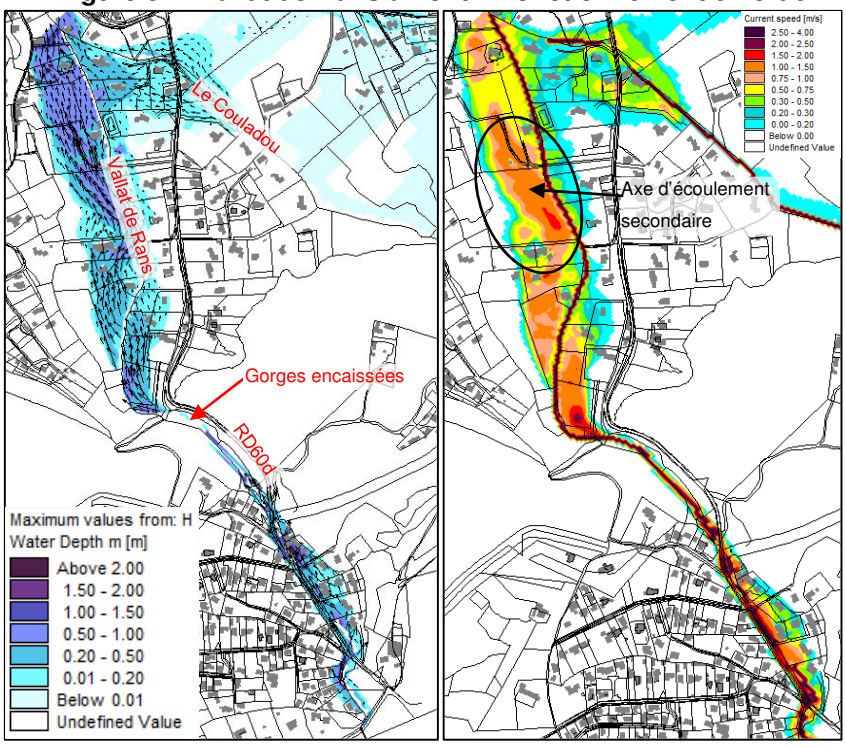
Le vallat de la Cluée déborde dans un premier temps en amont de la RD60a et à l'aval, au niveau de sa confluence avec le Grand Vallat où les débordements en rive gauche rejoignent ceux du vallat de Rans.
La RD60a est submergée par une faible lame d'eau (hauteur maximale de 8 cm et vitesse maximale de 1.1 m/s).

Figure 36 : Vallat de la Cluée – Fonctionnement en crue



La partie amont du vallat de Rans a été modélisée dans le cadre de l'étude complémentaire sur Cabriès. Les résultats montrent qu'à l'aval de l'A51, le vallat déborde sur la RD60d. Les hauteurs d'eau peuvent atteindre 50 cm. Les vitesses sont relativement fortes sur la route, de l'ordre de 3 m/s. A l'aval, en sortie des gorges encaissées, le vallat déborde sur ses deux rives et rejoint le ruisseau du Couladou. Un axe d'écoulement secondaire apparaît en rive gauche avec des vitesses allant jusqu'à 1.7 m/s.

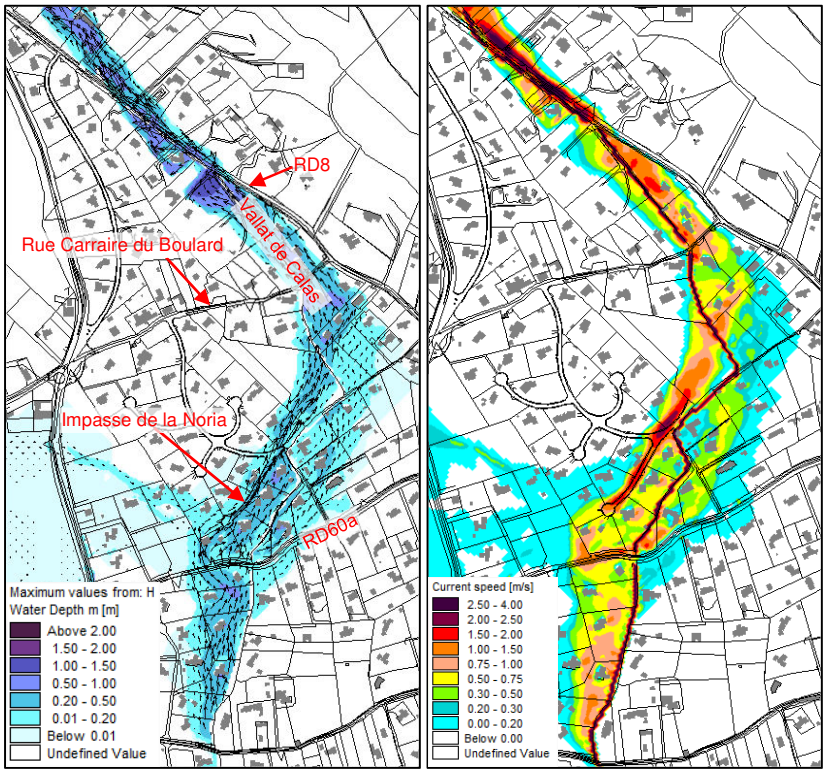
Figure 37 : Vallat de Rans amont – Fonctionnement en crue



Dans sa partie amont, le vallat de Calas (aussi appelé vallat de Fontaube) est relativement encaissé. Quelques bâtis sont néanmoins inondés avec des hauteurs d'eau globalement comprises entre 20 et 50 cm. Les axes d'écoulement empruntent ou traversent certaines rues avec des vitesses relativement fortes :

- sur la RD60a, la vitesse maximale est de 1.7 m/s, la hauteur maximale est de 20 cm ;
- sur la RD8 (ou route de St Martin), la vitesse maximale est de 3.9 m/s, la hauteur maximale est de 80 cm ;
- sur la rue Carraire du Boulard, la vitesse maximale est de 1.2 m/s, la hauteur maximale est de 60 cm ;
- sur l'impasse de la Noria, la vitesse maximale est de 2.6 m/s, la hauteur maximale est de 40 cm.

Figure 38 : Vallat de Calas amont – Fonctionnement en crue

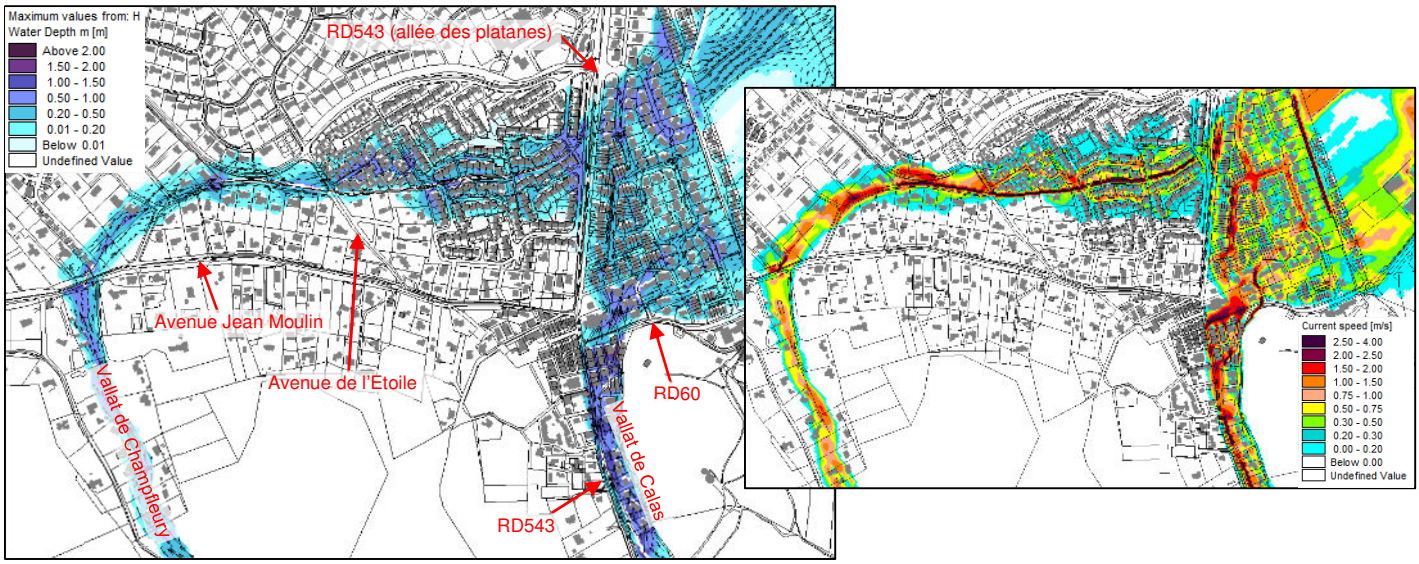


Dans sa partie amont, le vallat de Champfleury (ou vallon de Thouin) reste relativement encaissé et ne submerge pas d'axe routier important. Il rejoint le vallat de Calas dans le centre village de Calas ou les rues servent d'axes d'écoulement préférentiels. La RD543 est submergée par le vallat de Champfleury au niveau de l'allée des platanes (hauteurs d'environ 20 cm et vitesse maximale de 2.8 m/s) et par le vallat de Calas en amont du croisement avec la RD60 (hauteur maximale de 90 cm, vitesse maximale de 2 m/s).

La RD60, au niveau du croisement avec la RD543 est également submergée avec de fortes vitesses et fortes hauteurs d'eau (2.7 m/s, 45 cm).

L'avenue Jean Moulin et l'avenue de l'Etoile sont deux autres axes également inondés avec des hauteurs comprises entre 20 et 40 cm et des vitesses de l'ordre de 1.5 à 1.8 m/s.

Figure 39 : Vallat de Calas et de Champfleury – Fonctionnement en crue



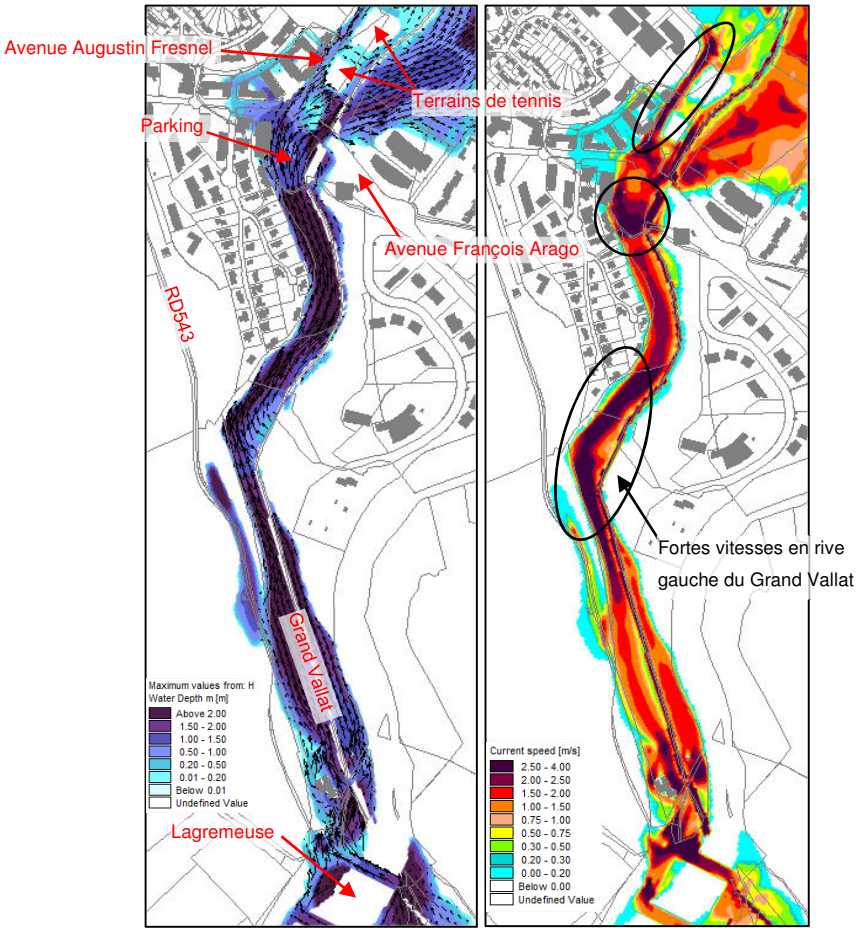
5.7.2.4 Aix-La-Duranne

De Lagremeuse jusqu'au centre de la Duranne, le Grand Vallat est relativement encaissé et déborde essentiellement en rive gauche, sur une largeur assez restreinte. Les vitesses y sont relativement fortes, jusqu'à 5 m/s et la hauteur maximale y est de 2.7 m. La RD543 est légèrement inondée lorsqu'elle affleure le terrain naturel juste après Lagremeuse avant d'être largement en hauteur par rapport aux berges du Grand Vallat.

Dans le centre de la Duranne, le parking situé en rive gauche en amont du pont de l'avenue François Arago est inondé avec des hauteurs allant jusqu'à 1.7 m. L'avenue François Arago est submergée avec des vitesses de 3.2 m/s.

Un axe d'écoulement emprunte l'avenue Augustin Fresnel, avec des vitesses de 3.8 m/s au maximum. Un peu plus loin, les terrains de tennis sont hors d'eau.

Figure 40 : Grand Vallat de Lagremeuse à la Duranne – Fonctionnement en crue



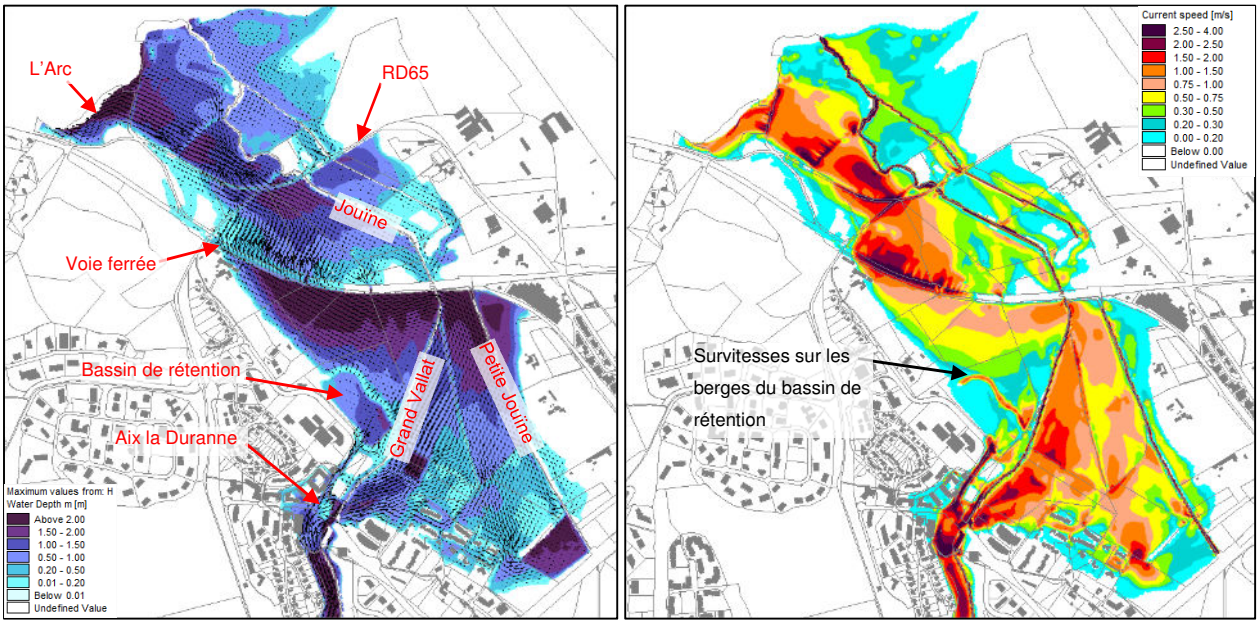
A l'aval des terrains de tennis, des survitesses sont observées sur les berges du bassin de rétention. En effet, celui-ci se remplit (hauteur maximale de 1.6 m) et lorsqu'il est plein, l'eau surverse par-dessus

les berges et des fortes vitesses sont observées localement sur les berges puisque l'eau chute pour retrouver le terrain naturel.

A l'amont de la voie ferrée, une zone de rétention se crée naturellement contre le remblai de la voie ferrée. Les hauteurs d'eau y sont de presque 3 m avec des vitesses relativement faibles. Une partie de la voie ferrée est néanmoins submergée avec des hauteurs allant jusqu'à 50 cm et des vitesses maximales de 4.5 m/s.

Enfin, à l'aval de la voie ferrée, la RD65 est submergée sur un linéaire assez important. Les hauteurs maximales sur la route y sont de 80 cm et les vitesses maximales de 4.6 m/s.

Figure 41 : Grand Vallat de la Duranne à la confluence avec l'Arc – Fonctionnement en crue



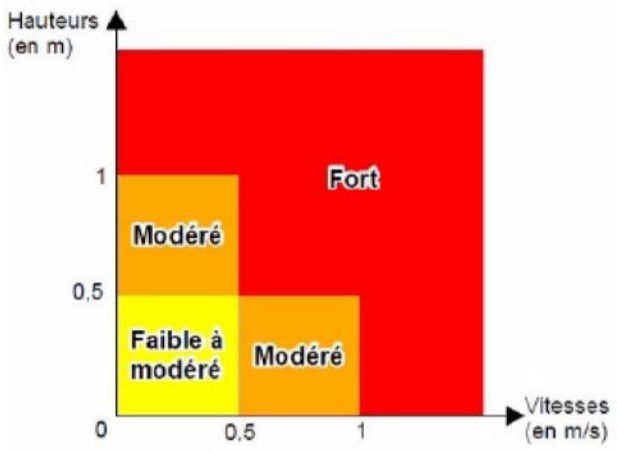
6 CARTOGRAPHIE DE L'ALEA

6.1 PRESENTATION GENERALE

Les niveaux d'aléas sont déterminés en fonction de l'intensité des paramètres physiques de l'inondation de référence qui se traduisent en termes de dommages aux biens et de gravité pour les personnes. Ce sont essentiellement les hauteurs d'eau et les vitesses d'écoulements. Des grilles de qualification de l'aléa ont été élaborées dans le cadre de la réglementation PPRI.

La grille de classification de l'aléa utilisée par les services de l'Etat dans le département des Bouches-du-Rhône est la suivante :

Figure 42 : Grille d'aléa (Source : DDTM 13)



La cartographie de l'aléa inondation est établie en prenant comme référence **la crue centennale ou une crue historique si la période de retour de celle-ci est supérieure à 100 ans.**

Dans le cas présent, <u>la crue de référence est la crue type 1993</u> (évènement pluvieux enregistré en 1993 appliqué au bassin versant du Grand Vallat).

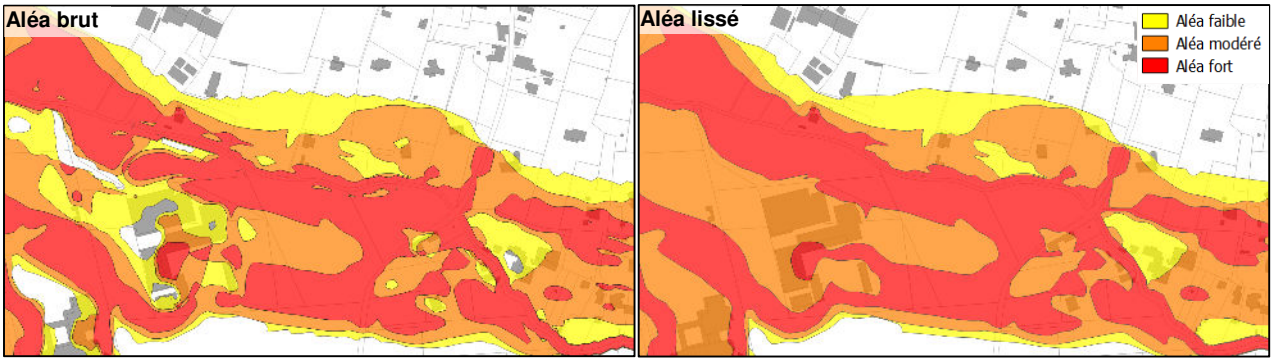
La cartographie de l'aléa inondation (croisement hauteurs / vitesses sur la base des résultats des simulations hydrauliques) sert de base au zonage règlementaire vis-à-vis de l'inondabilité.

6.2 HYPOTHESES RETENUES

La cartographie de l'aléa dite brute est directement issue des résultats du modèle hydraulique. Sur chaque maille de calcul, le croisement hauteur / vitesse permet de définir si l'aléa sur cette maille est faible, modéré ou fort.

Afin d'établir une cartographie exploitable par les services de l'état, la cartographie brute est soumise à un travail d'interprétation (à dire d'expert) menant à une cartographie de synthèse dite « lissée ». Cette dernière assure plus de cohérence de parcelles en parcelles, tient compte des possibles ruptures de merlons ou de murs, et des zones d'ombre derrière les bâtiments. Ce présent paragraphe a pour objectif de présenter les hypothèses retenues permettant d'établir la cartographie de synthèse à partir de la cartographie brute.

Figure 43 : Exemple cartographie aléa brut / aléa lissé



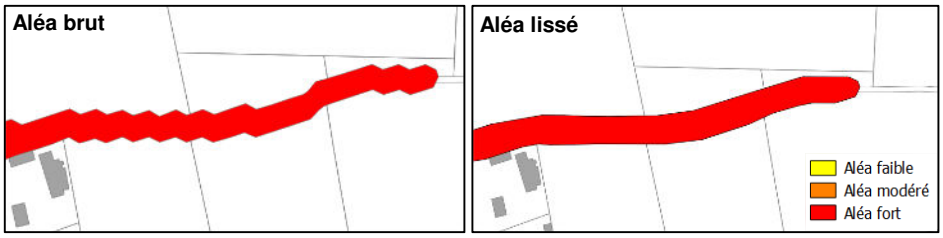
- **<u>Lit mineur</u>**

La modélisation 1D dans les lits mineurs ne permet pas d'obtenir la vitesse et la hauteur discrétisée sur le profil en travers. Ainsi, il est fait l'hypothèse que tous les lits mineurs seront classés en aléa fort. Même si certains cours d'eau font moins d'1 m de profondeur, les vitesses y sont toujours très élevées et cela suffit à justifier le classement en aléa fort en lit mineur.

Par ailleurs, la cartographie brute présente des contours « en dents de scie » du fait de la modélisation à maillage carré. Ainsi, les contours sont lissés afin qu'ils soient parallèles aux berges.

Notons enfin que les mailles de la modélisation hydrauliques font 5 m x 5 m de dimensions. Ainsi, les cours d'eau dont la largeur est inférieure à 5 m sont représentés par une emprise d'aléa fort supérieure à l'emprise réelle du cours d'eau. Cette hypothèse est sécuritaire et permet de sécuriser les abords de cours d'eau en les classant en aléa fort.

Figure 44 : Cartographie de l'aléa – Hypothèse sur les lits mineurs

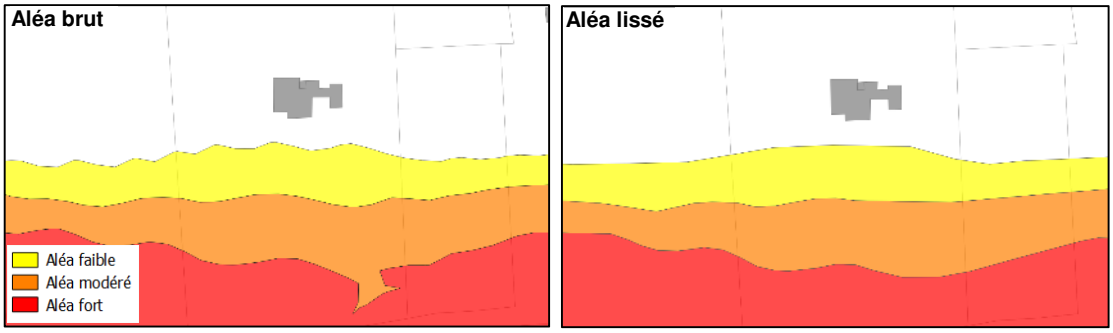


- **Enveloppe de la zone inondable**

De la même manière que les contours du lit mineur, l'enveloppe de la zone inondable apparaît également en « dents de scie » du fait du maillage rectangulaire.

Le lissage permet donc d'avoir une enveloppe plus arrondie et réaliste.

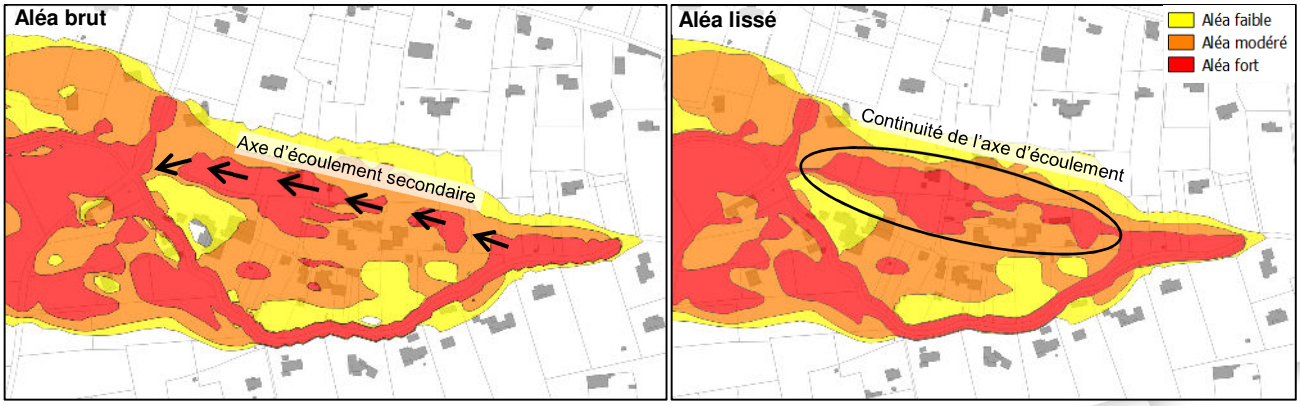
Figure 45 : Cartographie de l'aléa – Hypothèse sur l'enveloppe de la zone inondable



- **Axes d'écoulement**

Afin de mettre en évidence les axes d'écoulement secondaires qui apparaissent en lit majeur, il est fait l'hypothèse de continuité de l'aléa sur ces axes préférentiels.

Figure 46 : Cartographie de l'aléa – Hypothèse sur les axes d'écoulement

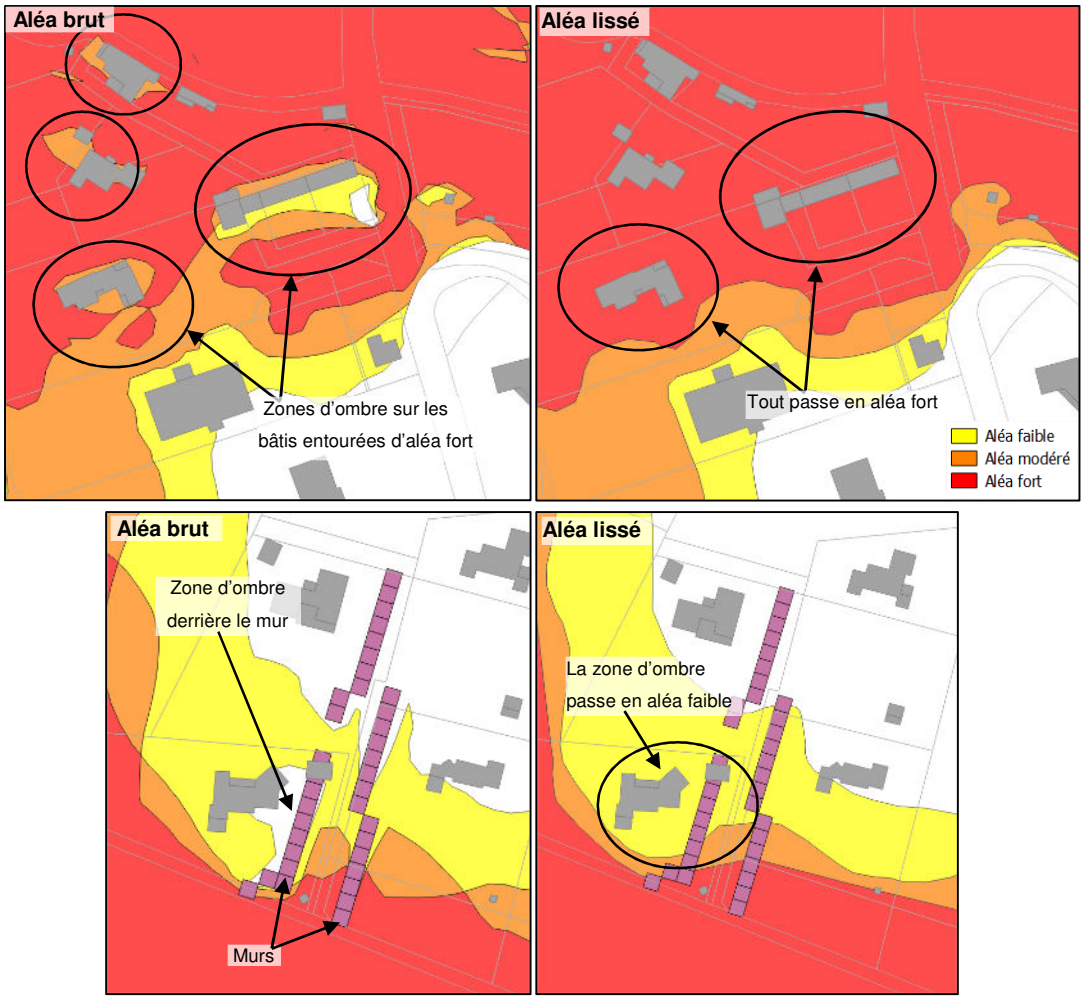


- **<u>Zones d'ombre derrière les obstacles</u>**

Les bâtiments, murs ou merlons font obstacle aux écoulements. Derrières eux, apparaissent des zones d'ombre : les vitesses d'écoulements y sont beaucoup plus faibles, voire nulles, idem pour les hauteurs d'eau. Pourtant, en réalité, les murs ou merlons sont susceptibles de rompre et les écoulements peuvent traverser les bâtis (par les portes ou les fenêtres par exemple). Ainsi, ces zones d'ombre restent des zones à risque et il est important de les faire apparaître sur la cartographie de l'aléa.

Ainsi, si derrière un bâti, un mur ou un merlon, la zone d'ombre est hors d'eau, celle-ci sera automatiquement classée en aléa du type de celui des parcelles environnantes. Si la cartographie brute fait apparaître des zones d'ombre en aléa faible entourées d'aléa moyen ou fort, la zone d'ombre sera « surclassée » en aléa moyen ou fort.

Figure 47 : Cartographie de l'aléa – Hypothèse sur les zones d'ombre

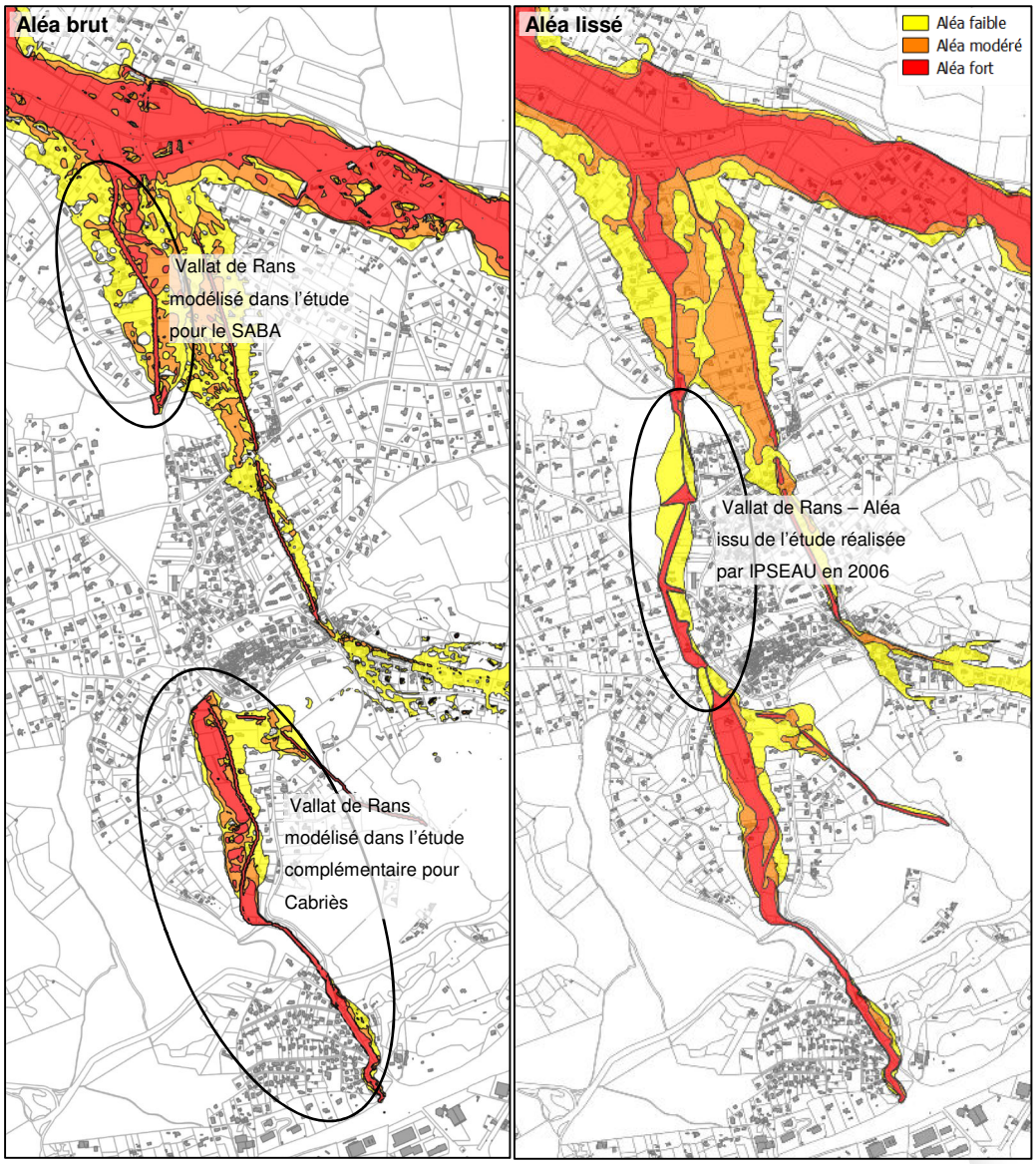


- **Cas particulier du vallat de Rans**

Le vallat de Rans a été modélisé en 2012 dans le cadre de l'étude menée par le SABA de la route de la Bellandière jusqu'à la confluence avec le Grand Vallat.
L'étude complémentaire réalisée pour Cabriès en 2016 a modélisé le vallat de Rans de l'A51 à la confluence avec le Couladou.

De la confluence avec le Couladou jusqu'à la route de la Bellandière, il n'existe donc pas de cartographie récente de l'aléa sur le vallat de Rans. La seule donnée relative à l'aléa date de l'étude réalisée par IPSEAU en 2006. Cette donnée a été retranscrite et adaptée à la nouvelle grille sur la cartographie de synthèse.

Figure 48 : Cartographie de l'aléa – Hypothèse sur le vallat de Rans



- **Etude complémentaire sur Cabriès**

L'étude complémentaire réalisée pour la commune de Cabriès en 2016 a fait l'objet d'une cartographie d'aléa dans le cadre de l'élaboration du Plan Local d'Urbanisme de la commune. La grille d'aléa était alors différente, plus restrictive au niveau de l'aléa modéré (aléa modéré pour les hauteurs inférieures à 1 m et pour les vitesses inférieures à 0.5 m/s ; aléa fort pour les hauteurs supérieures à 1 m et pour les vitesses supérieures à 0.5 m/s).

Ainsi, sur Cabriès, les cartographies d'aléa élaborées pour la DDTM et présentées ci-dessous sont différentes de celles élaborées pour la commune de Cabriès.

6.3 CARTOGRAPHIES DE SYNTHESE

Les cartographies de synthèse de l'aléa sont regroupées par commune et sont présentées dans les planches cartographiques suivantes :

- Planche n°1 : Aléa de référence sur la commune de Cabriès – Secteur Grand Vallat
- Planche n°2 : Aléa de référence sur la commune de Cabriès – Secteur affluents 1/2 (étude complémentaire réalisée en 2012)
- Planche n°3 : Aléa de référence sur la commune de Cabriès – Secteur affluents 2/2 (étude complémentaire réalisée en 2012)
- Planche n°4 : Aléa de référence sur la commune de Bouc-Bel-Air
- Planche n°5 : Aléa de référence sur la commune de Simiane-Collongue
- Planche n°6 : Aléa de référence sur la commune d'Aix-en-Provence (secteur confluence Grand Vallat – Jouïne).

Mai 2018

Cartographie du risque inondation concernant le Grand Vallat et la petite Jouïne sur les communes de Bouc-Bel-Air, Cabriès et Simiane-Collongue

Analyse topographique complémentaire

INGÉROP
Inventons demain

IDENTIFICATION

INGÉROP Conseil et Ingénierie
Agence de Aix-en-Provence - Domaine du Petit Arbois - Pavillon Laënnec - Hall B - BP 20056 - F-13545 Aix-en-Provence cedex 4
Tél. : (33)4 42 50 83 00 - N° Siret 489 626 135 00250 - ingerop.aix@ingerop.com - ingerop.fr
Siège Social : 18 rue des deux gares - CS 70081 - F-92563 Rueil-Malmaison Cedex
S.A.S. au capital de 5 800 000 € - R.C.S. Nanterre B 489 626 135 - APE 7112B - Code TVA n° FR 454 896 261 35

GESTION DE LA QUALITE

Version	Date	Intitulé	Rédaction	Lecture	Validation
1	05/2018	Analyse topographique de l'aléa indifférencié	SP	SH	SH

Observations sur l'utilisation du rapport :

Ce rapport, ainsi que les cartes ou documents, et toutes autres pièces annexées constituent un ensemble indissociable ; en conséquence, l'utilisation qui pourrait être faite d'une communication ou reproduction partielle de ce rapport et annexes ainsi que toute interprétation au-delà des indications et énonciations d'INGEROP ne saurait engager la responsabilité de celle-ci.

La société INGEROP n'est pas responsable de la vérification de la véracité des informations transmises, à l'exception de celles normalement décelables par l'homme de l'art, et celles pour lesquelles le Client a exigé une analyse spécifique.

SOMMAIRE

1 OBJET DE L'ETUDE 7

2 RAPPELS SUR LES ETUDES HYDRAULIQUES EXISTANTES 8

3 ANALYSE COMPLEMENTAIRE VIS-A-VIS DE LA ZONE D'ALEA INDIFFERENCIE 10

3.1 METHODOLOGIE GENERALE 10

3.2 ADAPTATION DE LA CARTOGRAPHIE DE L'ALEA INONDATION 13

3.3 DETAIL PAR SECTEURS 14

3.3.1 Grand Vallat 14

3.3.2 Vallat de la Mule 21

3.3.3 Vallat de Pibou 23

3.3.4 Vallat de Babol 27

3.3.5 Vallat des Mourgues 32

3.3.6 Vallat de Rajol et vallat des Tilleuls 34

3.3.7 Vallat de Violési 37

3.3.8 Vallat Le Couladou et vallat de Rans 39

3.3.9 Vallat de Calas 42

3.3.10 Vallat de Champfleury 49

3.3.11 Grand Torrent 52

FIGURES

Figure 1 : Tronçons de cours d'eau et emprises modélisées lors des études hydrauliques faites par Ingérop en 2012 et 2016 9
Figure 2 : Exemple d'aléa indifférencié entre deux vallons modélisés 10
Figure 3 : Exemple d'aléa indifférentié en amont d'un tronçon modélisé 11
Figure 4 : Exemple d'aléa indifférencié représentant un axe d'écoulement latéral 12
Figure 5 : Légende proposée pour la cartographie de l'aléa inondation 13
Figure 6 : Localisation des secteurs analysés – Grand Vallat 14
Figure 7 : Précision de l'aléa : Grand Vallat – secteur 1 15
Figure 8 : Précision de l'aléa : Grand Vallat – secteur 2 16
Figure 9 : Rappel des zones modélisées dans les études antérieures 17
Figure 10 : Extrait du découpage en sous-bassins versants et des conditions d'injection de débit – Grand Vallat 18
Figure 11 : Précision de l'aléa : Grand Vallat – secteur 3 19
Figure 12 : Précision de l'aléa : Grand Vallat – secteur 3 -zoom 19
Figure 13 : Précision de l'aléa : Grand Vallat – secteur 4 20
Figure 14 : Localisation des secteurs analysés – vallat de la Mule 21
Figure 15 : Organisation des écoulements : vallat de la Mule 22
Figure 16 : Précision de l'aléa : vallat de la Mule 22
Figure 17 : Localisation des secteurs analysés – vallat de Pibou 23
Figure 18 : Localisation des injections de débit dans la modélisation du vallat de Pibou 23
Figure 19 : Précision de l'aléa : vallat de Pibou – secteur 1 24
Figure 20 : Précision de l'aléa : vallat de Pibou – secteur 2 25
Figure 21 : Précision de l'aléa : vallat de Pibou – secteur 3 26
Figure 22 : Localisation des secteurs analysés – vallat de Babol 27
Figure 23 : Organisation des écoulements : vallat de Babol – secteur 1 28
Figure 24 : Précision de l'aléa : vallat de Babol – secteur 1 28
Figure 25 : Organisation des écoulements : vallat de Babol – secteur 2 30
Figure 26 : Précision de l'aléa : vallat de Babol – secteur 2 31
Figure 27 : Localisation des secteurs analysés – vallat des Mourgues 32
Figure 28 : Précision de l'aléa : vallat des Mourgues 33
Figure 29 : Localisation des secteurs analysés – vallat de Rajol et des Tilleuls 34
Figure 30 : Précision de l'aléa : vallat de Rajol 35
Figure 31 : Précision de l'aléa : vallat des Tilleuls 36
Figure 32 : Localisation des secteurs analysés – vallat de Violési 37
Figure 33 : Précision de l'aléa : vallat de Violési 38

Figure 34 : Localisation des secteurs analysés – vallat Le Couladou et vallat de Rans 39
Figure 35 : Précision de l'aléa : vallat Le Coudalou et vallat de Rans – secteurs 1 et 2 40
Figure 36 : Précision de l'aléa : vallat Le Coudalou – secteur 3 41
Figure 37 : Localisation des secteurs analysés – vallat de Calas 42
Figure 38 : Condition d'injection des débits dans le modèle hydraulique de Cabriès 2016 – Vallat de Calas 43
Figure 39 : Organisation des écoulements du vallat de Calas – secteur (modèlisation 2016) 44
Figure 40 : Précision de l'aléa : vallat de Calas – secteur 1 45
Figure 41 : Précision de l'aléa : vallat de Calas – secteur 2 46
Figure 42 : Organisation des écoulements: vallat de Calas – secteur 3 47
Figure 43 : Précision de l'aléa : vallat de Calas – secteur 3 48
Figure 44 : Localisation des secteurs analysés – vallat de Champfleury 49
Figure 45 : Précision de l'aléa : vallat de Champfleury – secteur 1 50
Figure 46 : Précision de l'aléa : vallat de Champfleury – secteur 2 51
Figure 47 : Localisation des secteurs analysés – Grand Torrent 52
Figure 48 : Condition d'injection des débits dans le modèle hydraulique de Cabriès 2016 – Grand Torrent 53
Figure 49 : Précision de l'aléa : Grand Torrent – secteur 1 54
Figure 50 : Précision de l'aléa : Grand Torrent – secteur 2 55
Figure 51 : Limite de la modélisation 1D – Grand Torrent – secteur 3 56
Figure 52 : Extrait de la cartographie de l'aléa présentée dans le rapport d'étude hydraulique de début 2016 – Grand Torrent – secteur 3 56
Figure 53 : Précision de l'aléa : Grand Torrent – secteur 3 57

1 OBJET DE L'ETUDE

INGEROP a réalisé en 2016 la carte d'aléa inondation des communes de Bouc Bel Air, Cabriès et Simiane-Collongue, sur la base d'un modèle hydraulique 1D/2D construit préalablement dans le cadre d'un schéma d'aménagement du Grand Vallat et de ses affluents pour le compte du SABA (2012-2014).

Compte tenu de l'objectif de l'étude initiale, le modèle hydraulique réalisé à l'époque ne couvre pas l'intégralité de tous les affluents. Aussi, l'aléa déterminé précisément dans les zones ayant fait l'objet de modélisation a été complété, dans les autres secteurs inondables non étudiés, par une carte d'aléa indifférencié établie sur la base d'une analyse hydrogéomorphologique.

Afin de compléter le porter à connaissance par le préfet du 06 octobre 2017, la DDTM souhaite une analyse topographique plus fine, qui permette de déterminer précisément et de façon incontestable, au sein de la zone inondable définie par approche hydrogéomorphologique, la limite entre :

- ce qui relève du débordement de cours d'eau et a été modélisé dans le cadre des études hydrauliques : ces zones seront indiquées comme aléa résiduel
- ce qui relève des apports par ruissellement et n'a pas fait l'objet de modélisation hydraulique : ces zones seront indiquées comme aléa indifférencié (approche hydrogéomorphologique).

L'objectif de cette analyse complémentaire est de réaliser la cartographie, pour une exploitation à l'échelle du 1/5000ème, des limites des zones inondables ayant fait l'objet de l'étude et de la caractérisation par modélisation des zones inondables pour l'aléa de référence, dans le cadre de l'étude « Définition de l'aléa inondation sur les communes de Cabriès, Bouc Bel Air et Simiane Collongue » (INGEROP - février 2017).

Le présent rapport constitue la note explicative relative à cette analyse complémentaire, et présente par secteurs, le raisonnement ayant conduit à la délimitation retenue entre l'enveloppe hydrogéomorphologique et l'aléa résiduel.

2 RAPPELS SUR LES ETUDES HYDRAULIQUES EXISTANTES

En 2012, le SABA a missionné Ingérop pour réaliser une « étude pour la réduction de l'aléa inondation au droit des lieux habités en tenant compte du fonctionnement naturel des cours d'eau – Bassin versant Jouïne et Grand Vallat ».

Début 2016, la mairie de Cabriès a missionné Ingérop pour réaliser une « étude hydraulique de cartographie de l'aléa inondation sur le territoire communal de Cabriès ».

Ces deux études comportent des modélisations des cours d'eau réalisées avec le logiciel Mike Flood développé par la société DHI. Ce logiciel permet un couplage entre des modélisations 1D des lits mineurs et des modélisations 2D des lits majeurs.
La figure page suivante présente les limites des modélisations 1D et 2D réalisées dans le cadre de ces deux études.

Fin 2016, la Direction Départementale des Territoires et de la Mer des Bouches du Rhône a missionné Ingérop pour la « définition de l'aléa inondation sur les communes de Cabriès, Simiane-Collongue et Bouc-Bel-Air » sur la base des résultats des deux études précédentes.
La cartographie résultante présente :

- Les zones d'aléa faible, modéré et fort, issues de la modélisation hydraulique de la crue de référence ;
- L'enveloppe de la crue exceptionnelle issue d'une approche hydrogéomorphologique, appelée aussi aléa indifférencié.

Il convient ici de préciser la limite des modélisations utilisées en 2012 et 2016 et ainsi de définir, au sein de l'enveloppe hydrogéomorphologique :

- Les zones où l'aléa inondation relève du débordement d'un cours d''eau dont les écoulements ont fait l'objet d'une modélisation hydraulique : l'aléa peut alors être qualifié d'aléa résiduel ;
- Les zones où l'aléa inondation relève du ruissellement et n'a pas fait l'objet d'une modélisation hydraulique : l'aléa peut alors être qualifié d'aléa indifférencié (approche hydrogéomorphologique).

C'est cette distinction qu'il s'agit de préciser ici.

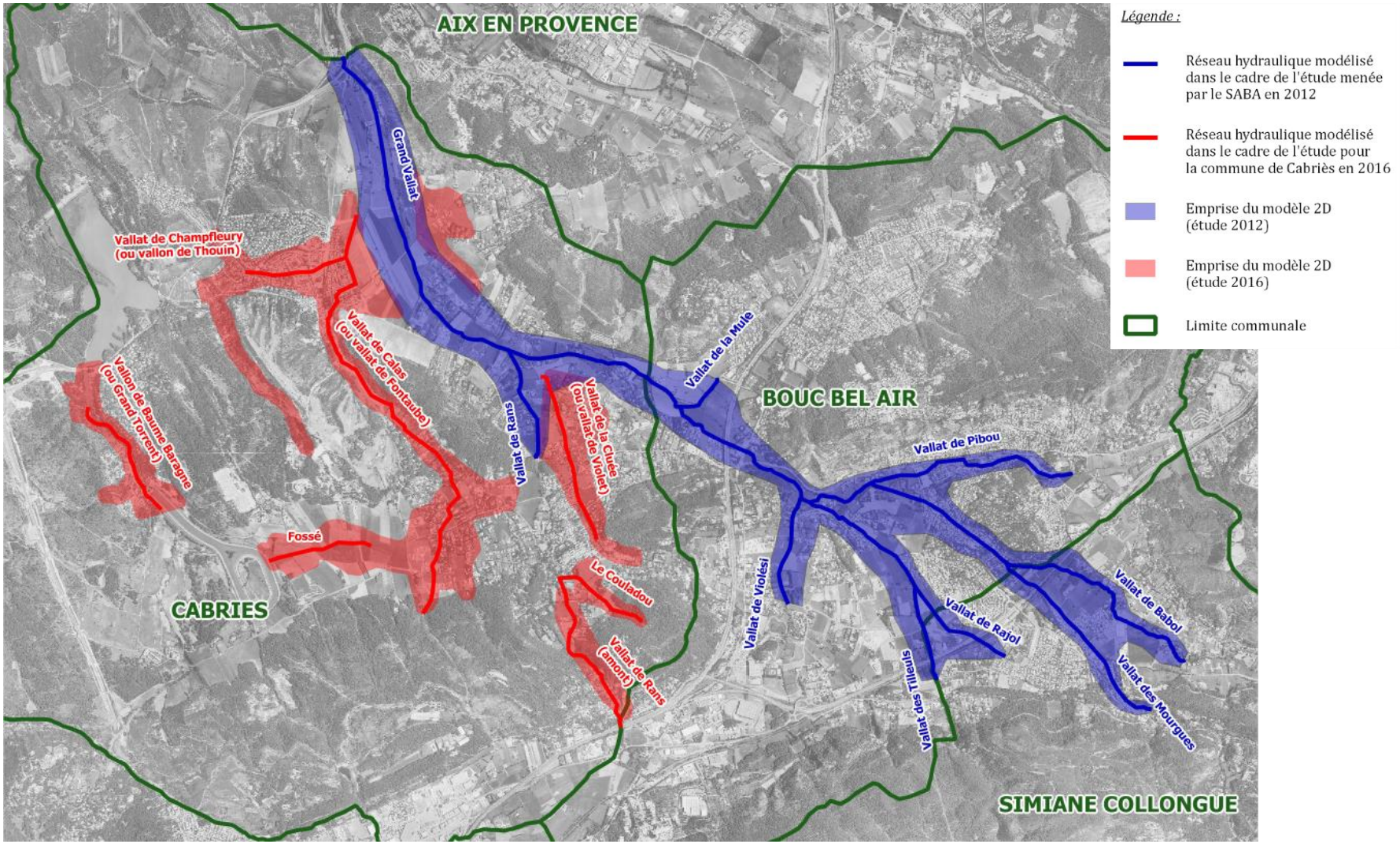


Figure 1 : Tronçons de cours d'eau et emprises modélisées lors des études hydrauliques faites par Ingérop en 2012 et 2016

3 ANALYSE COMPLEMENTAIRE VIS-A-VIS DE LA ZONE D'ALEA INDIFFERENCIE

3.1 METHODOLOGIE GENERALE

La limite de modélisation peut être définie à partir de l'analyse de la construction du modèle :

- Limites des tronçons modélisés en 1D ;
- Emprises du terrain naturel modélisées en 2D
- Type et localisation des injections des hydrogrammes dans le modèle hydraulique.

Ainsi, si un aléa indéterminé concerne un secteur qui n'a pas fait l'objet d'une modélisation 1D ni 2D, alors cet aléa relève d'une analyse hydrogéomorphologique.
On pourrait néanmoins classer une telle zone en aléa résiduel si celle-ci se situe entre deux vallons modélisés, et que l'on considère qu'il y a un risque que le débordement d'un vallon puisse surverser vers le second vallon. Dans ce cas, c'est l'analyse de la topographie qui permettra de juger si cette configuration est réaliste ou non. En cas de doute, l'aléa de type hydrogéomorphologique sera retenu, conformément à la demande du maitre d'ouvrage, afin d'appliquer le règlement le plus sécuritaire.

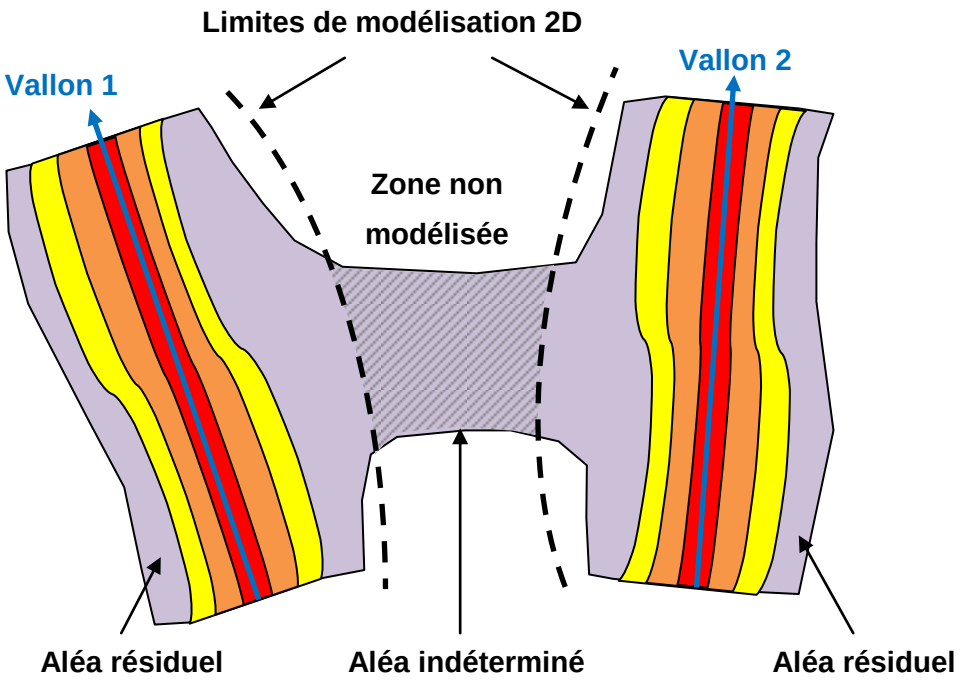


Figure 2 : Exemple d'aléa indifférencié entre deux vallons modélisés

De la même façon, si un aléa indéterminé est représenté en amont des zones d'injection des hydrogrammes dans le modèle hydraulique, alors il relève nécessairement d'une analyse hydrogéomorphologique et représente un apport par ruissellement.
Dans ce cas, il conviendra de tronquer l'extrémité amont du zonage d'aléa différencié pour le laisser en aléa hydrogéomorphologique, afin de tenir compte du délai d'établissement de l'écoulement dans le modèle hydraulique en aval du point d'injection. Il s'agit de ne pas sous-estimer l'aléa inondation sur ces extrémités.

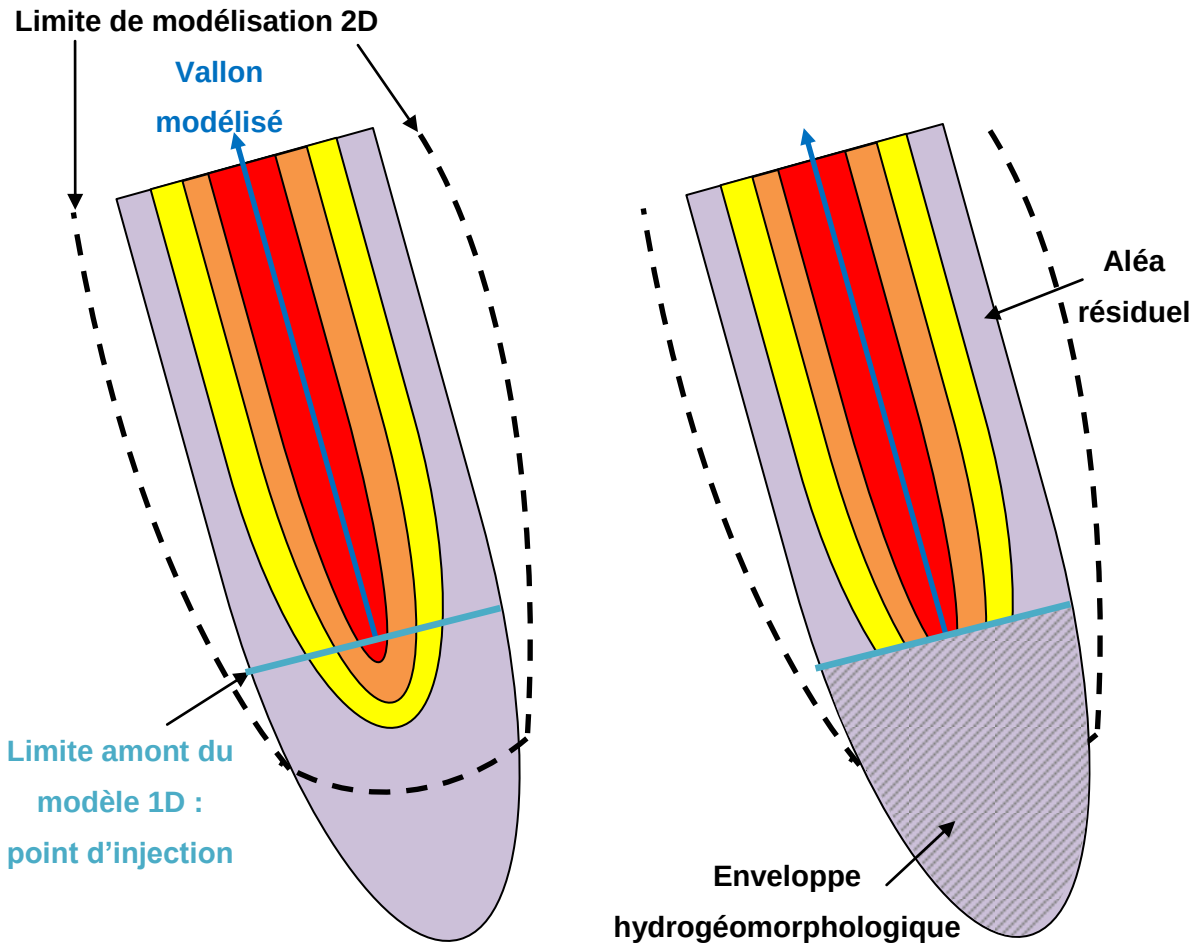


Figure 3 : Exemple d'aléa indifférentié en amont d'un tronçon modélisé

En revanche, lorsque l'aléa indéterminé se situe latéralement par rapport au tronçon de cours d'eau, on peut se demander s'il représente :

- un aléa résiduel, à savoir une zone d'expansion de crue pour une crue supérieure à la crue de référence, non sollicitée par la modélisation hydraulique représentant les débordements du vallon,

- un risque d'inondation par ruissellement latéral, qui relèverait d'une approche hydrogéomorphologique ; ce second choix sera fait si le bassin versant concerné par cet axe d'écoulement latéral est suffisamment significatif, à la lecture de la topographie du secteur.

Dans le cas où il s'agit bien de l'arrivée d'un axe de ruissellement (second choix), les délimitations latérales de l'aléa hydrogéomorphologique seront déterminées sur la base de la topographie, de façon à représenter le cône de déjection de ce ruissellement, jusqu'à rejoindre l'aléa différencié relatif au débordement du cours d'eau modélisé.

De façon générale, par souci de cohérence, on interrompra systématiquement l'aléa résiduel d'un cours d'eau pour représenter la continuité d'un apport par ruissellement latéral en tant qu'aléa indifférencié de type hydrogéomorphologique. Il s'agit là encore de ne pas sous-estimer localement le risque d'inondation.

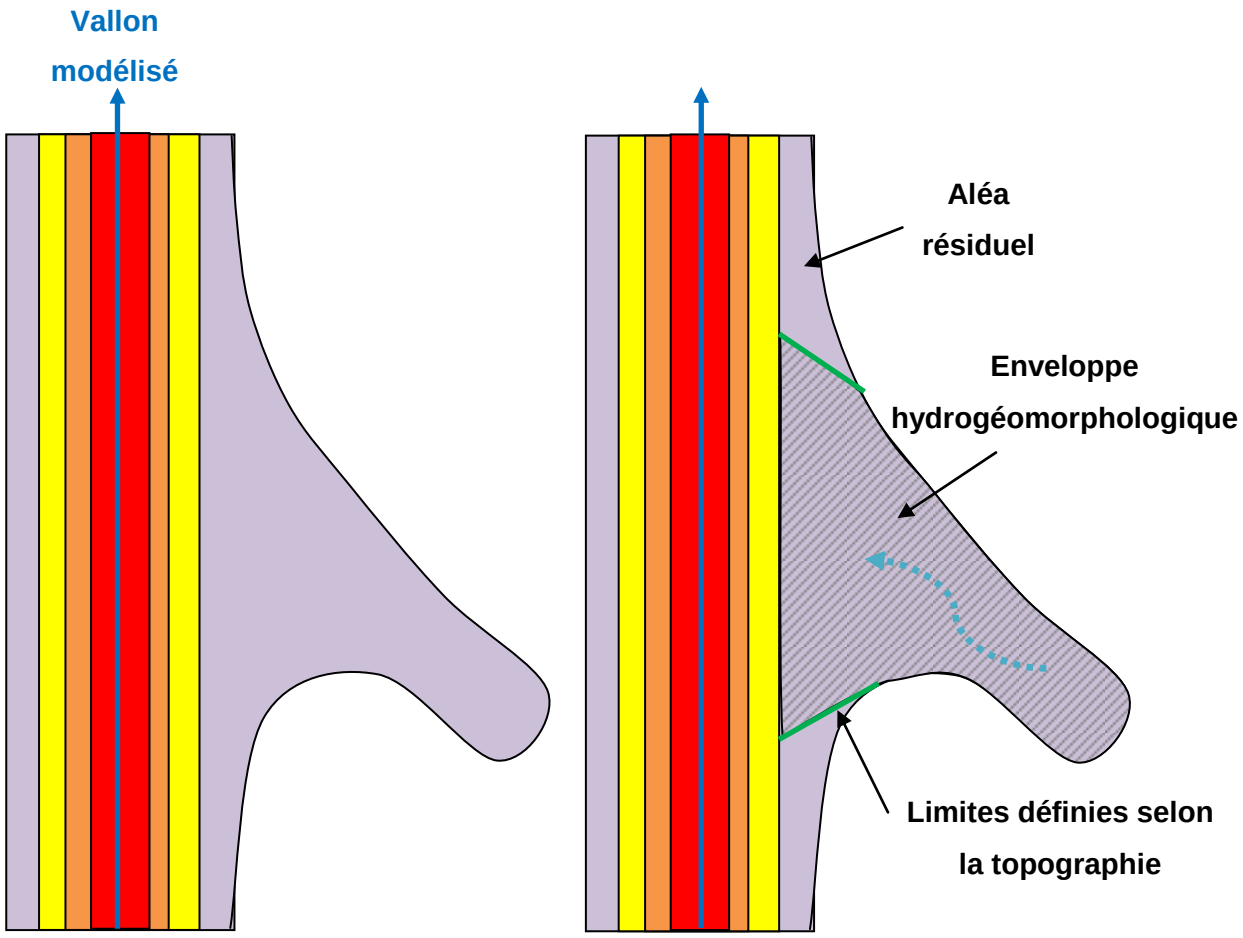


Figure 4 : Exemple d'aléa indifférencié représentant un axe d'écoulement latéral

3.2 ADAPTATION DE LA CARTOGRAPHIE DE L'ALEA INONDATION

A l'issue de l'étude de définition de l'aléa inondation réalisée en 2016 par Ingérop pour la DDTM 13, le zonage de l'aléa comportait 4 classes :

- Les 3 zones d'aléa faible, modéré et fort, issues de la modélisation hydraulique de la crue de référence ;
- L'enveloppe de la crue exceptionnelle issue d'une approche hydrogéomorphologique, appelée aussi aléa indifférencié.

Sur la base de cette cartographie, la DDTM a délimité certains secteurs où les limites de la modélisation doivent être précisées, qu'elle a dénommés « zones d'aléa indéterminé » et qui doivent faire l'objet d'une analyse topographique (présente étude).

A l'issue de la présente mission qui vise à préciser les limites de la modélisation hydraulique et à délimiter les zones d'aléa résiduel et les zones inondables d'après une approche hydrogéomorphologique, la cartographie de l'aléa inondation comportera la légende suivante :

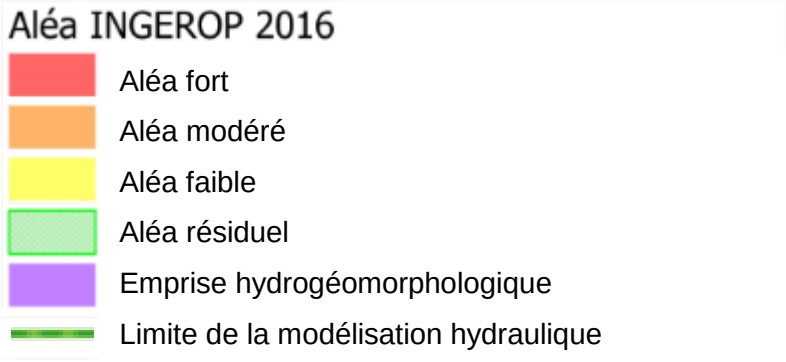


Figure 5 : Légende proposée pour la cartographie de l'aléa inondation

Notons que par défaut, l'enveloppe hydrogéomorphologique initiale (étude 2016) est classée en zone d'aléa résiduel. Seules seront restituées en emprise hydrogéomorphologique les secteurs dont l'analyse des limites du modèle et l'analyse topographique le justifie.
Ainsi, l'analyse demandée par la DDTM sur certains secteurs spécifiques a été élargie à l'ensemble de la zone cartographiée afin d'assurer une bonne cohérence du zonage de l'aléa.

3.3 DETAIL PAR SECTEURS

Les paragraphes suivants présentent les différents secteurs où la délimitation entre l'aléa résiduel et l'enveloppe hydrogéomorphologique a fait l'objet d'une analyse topographique, ainsi que la justification du choix retenu.

Ces secteurs sont présentés par cours d'eau, de l'amont vers l'aval.

3.3.1 GRAND VALLAT

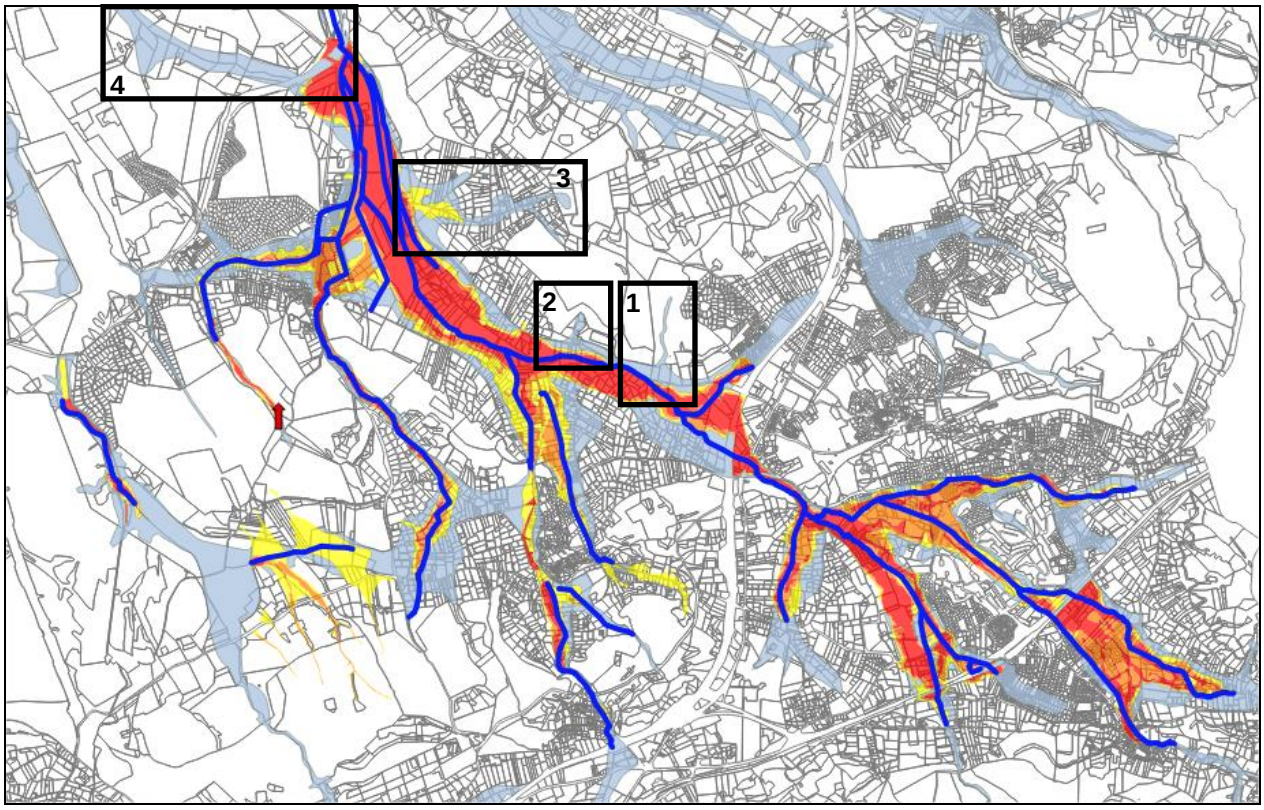


Figure 6 : Localisation des secteurs analysés – Grand Vallat

Le Grand Vallat a fait l'objet d'une modélisation 1D de son lit mineur, couplée à une modélisation 2D de son lit majeur.

L'injection des hydrogrammes se fait à l'extrémité amont des cours d'eau affluents du Grand Vallat.

Sur un sous-bassin versant seulement, au droit de la zone 3 définie sur la figure précédente, la pluie a directement été injectée dans le modèle 2D.

Grand Vallat - Secteur 1

Sur ce secteur, aucune injection de débit ne justifie le panache inondable en rive droite du Grand Vallat. En revanche, les lignes isotopes font bien apparaître un axe préférentiel d'écoulement.

Il est donc proposé de conserver cet apport latéral en aléa de type hydrogéomorphologique. Les limites entre cet aléa et l'aléa résiduel sont déterminées selon la topographie, de façon à représenter l'élargissement potentiel de l'écoulement à la confluence avec le Grand Vallat.

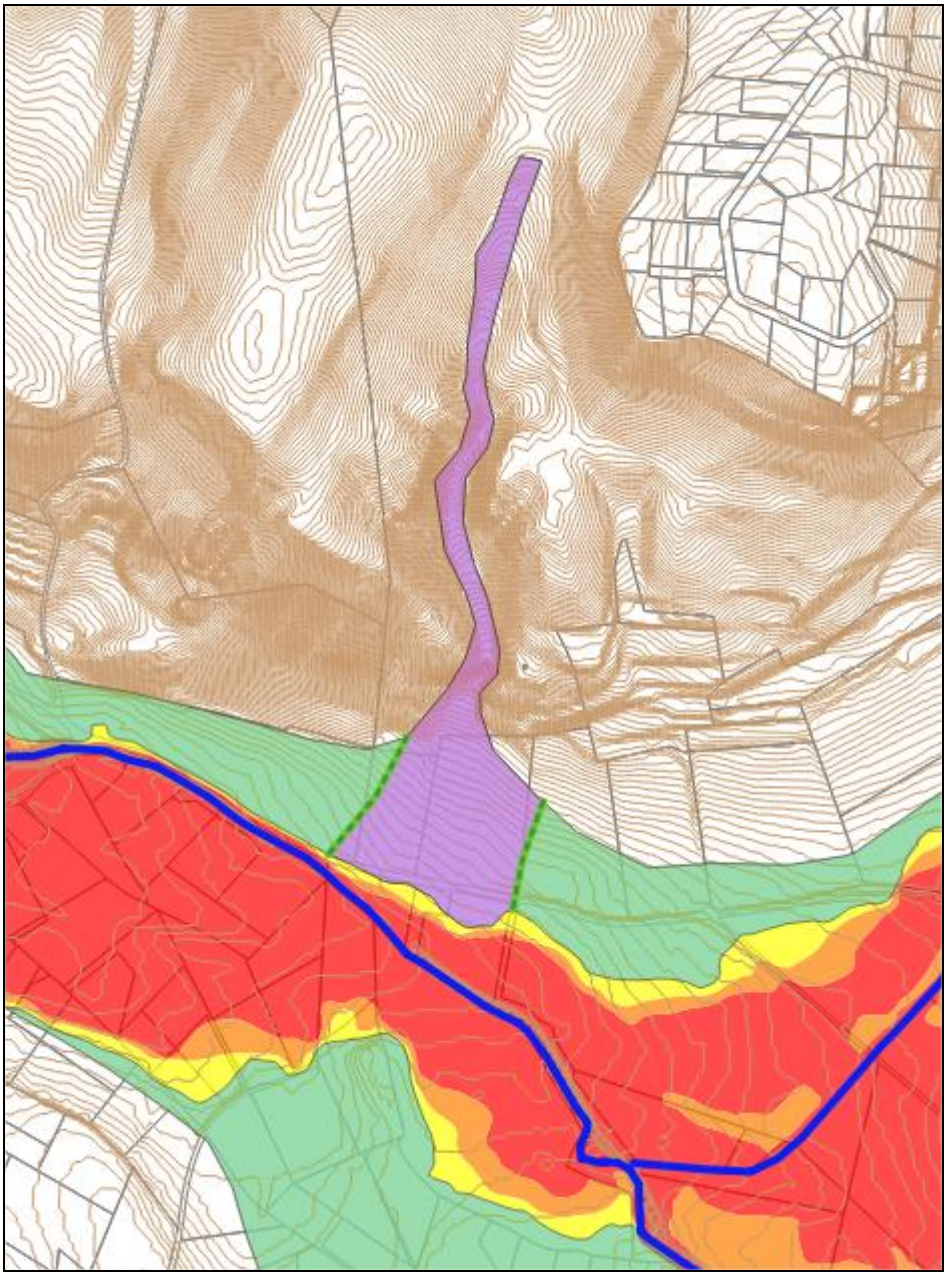


Figure 7 : Précision de l'aléa : Grand Vallat – secteur 1

Grand Vallat - Secteur 2

De la même façon, ce panache inondable représente un axe de concentration du ruissellement qu'il est proposé de conserver dans l'emprise hydrogéomorphologique, selon des limites latérales fixées en fonction de la topographie.

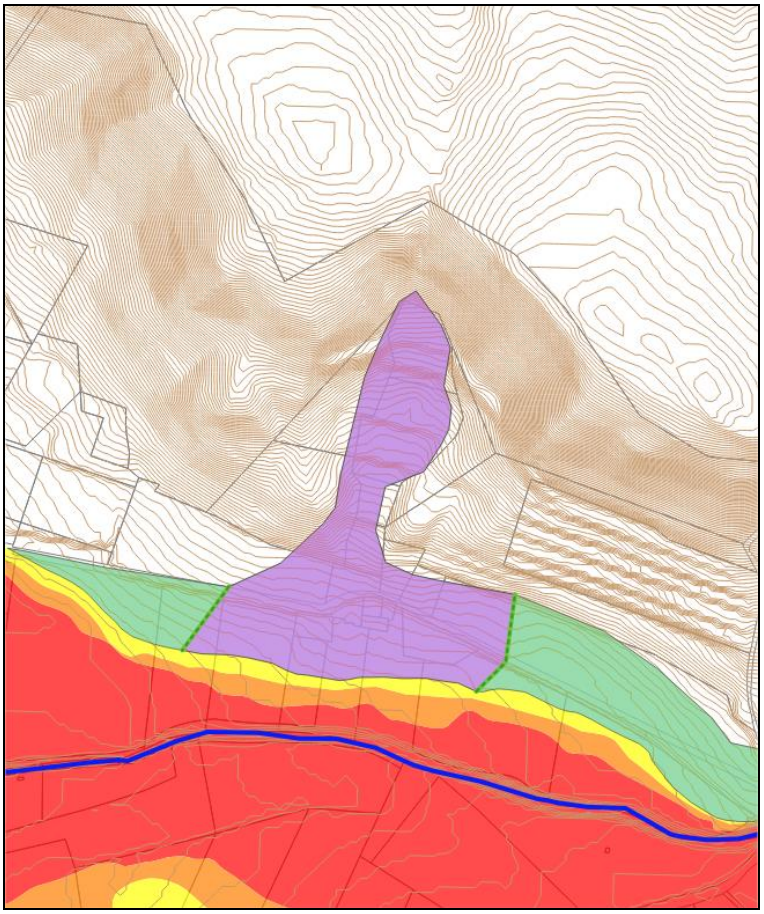
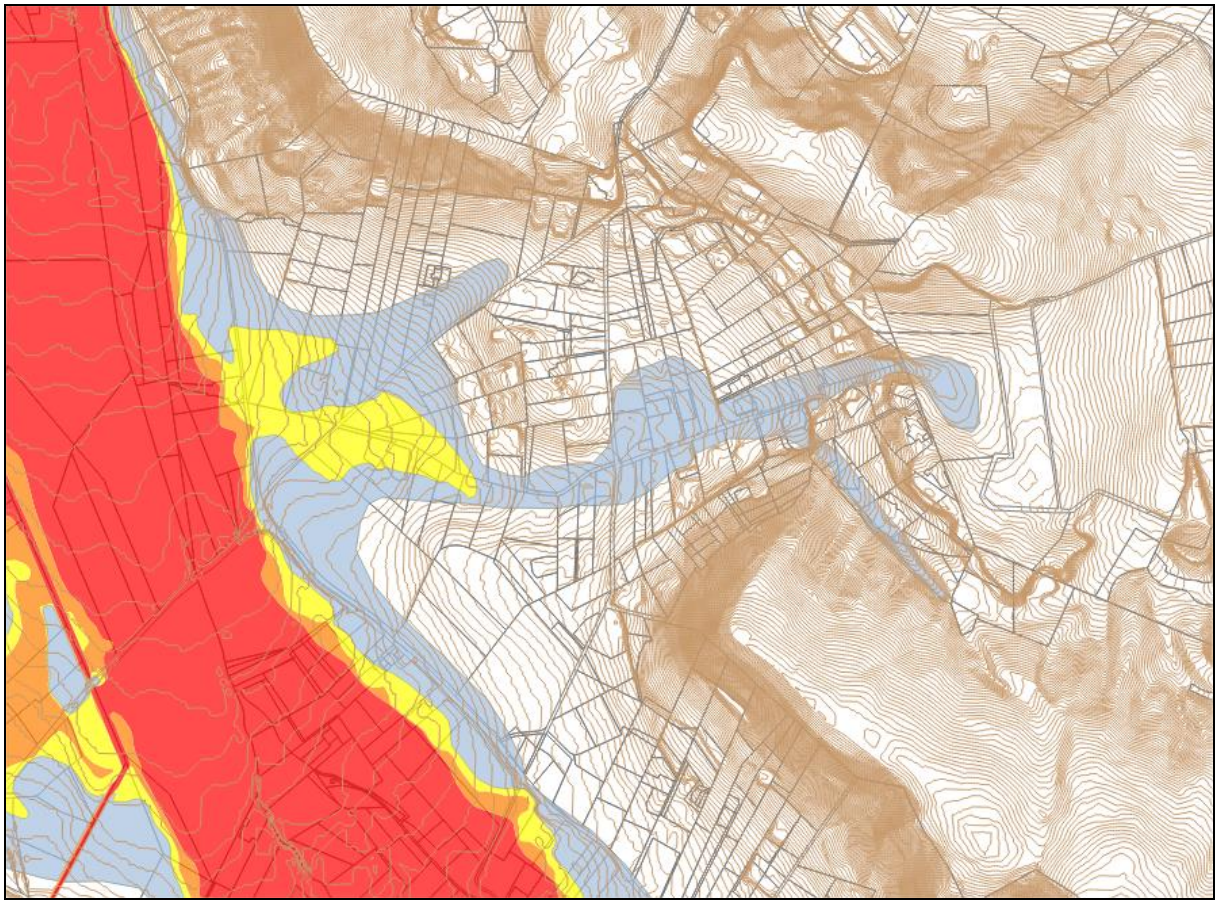


Figure 8 : Précision de l'aléa : Grand Vallat – secteur 2

Grand Vallat - Secteur 3



Le Grand Vallat a été modélisé en 1D (lit mineur) couplé avec du 2D (lit majeur) en 2012 ; le lit majeur modélisé en 2D a été élargi en 2016.

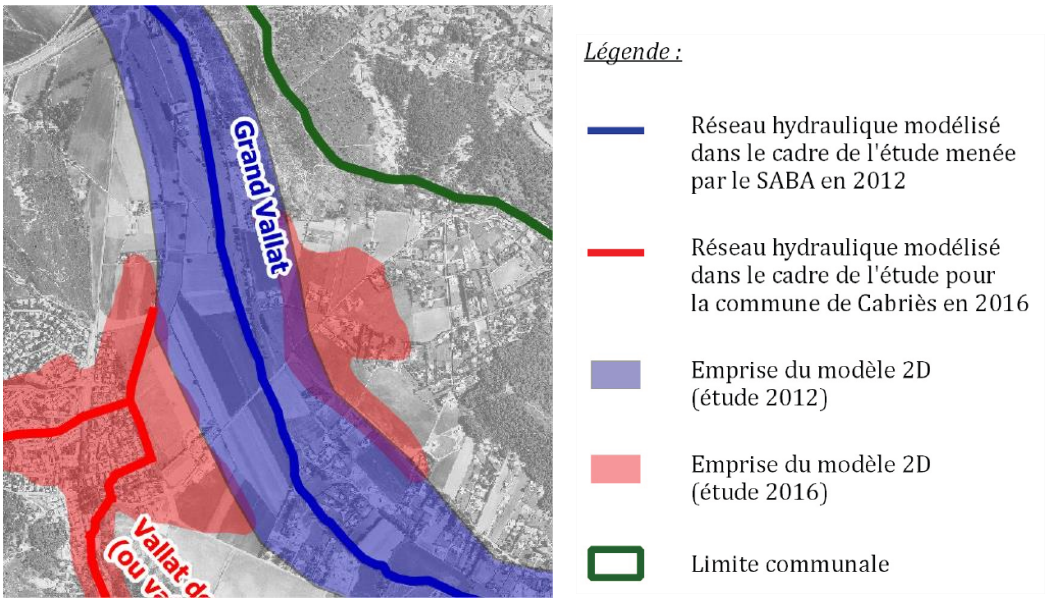


Figure 9 : Rappel des zones modélisées dans les études antérieures

Outre les injections d'hydrogrammes aux extrémités amont des cours d'eau, le modèle hydraulique intègre l'application directe de la pluie sur le secteur en rive droite qui nous intéresse ici.

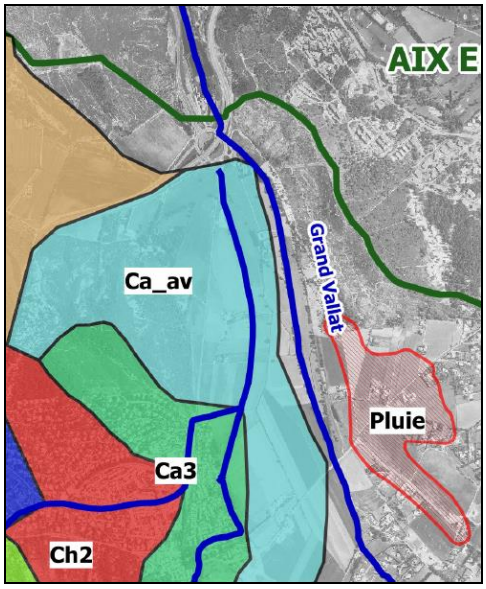


Figure 10 : Extrait du découpage en sous-bassins versants et des conditions d'injection de débit – Grand Vallat

Les deux panaches d'aléa indéterminé représentent des apports latéraux au Grand Vallat. Dans la mesure où ils s'étalent en amont de la zone modélisée en 2D, il est proposé de les conserver en aléa de type hydrogéomorphologique.

La zone intermédiaire entre ces deux axes d'écoulement correspond à la confluence entre les deux cônes de déjection des thalwegs, il est donc proposé de les conserver également en aléa de type hydrogéomorphologique, ce qui va dans le sens de la sécurité.

Les limites latérales proposées pour cette enveloppe hydrogéomorphologique correspondent à des resserrements topographiques qui concentrent les ruissellements vers l'axe principal d'écoulement modélisé.

En dehors de ces zones, les écoulements ayant fait l'objet d'une modélisation 2D, il est proposé de considérer un aléa résiduel, qui relèverait du débordement du cours d'eau.

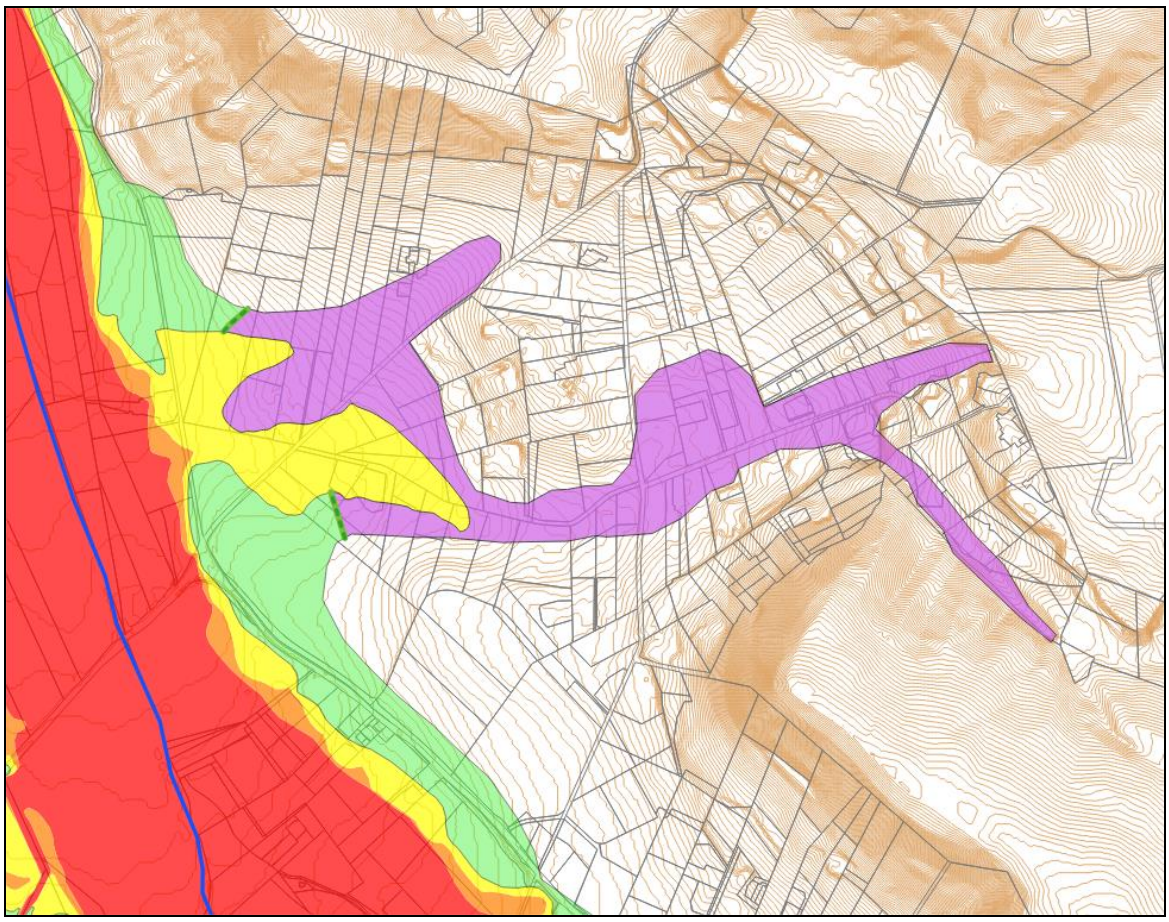


Figure 11 : Précision de l'aléa : Grand Vallat – secteur 3

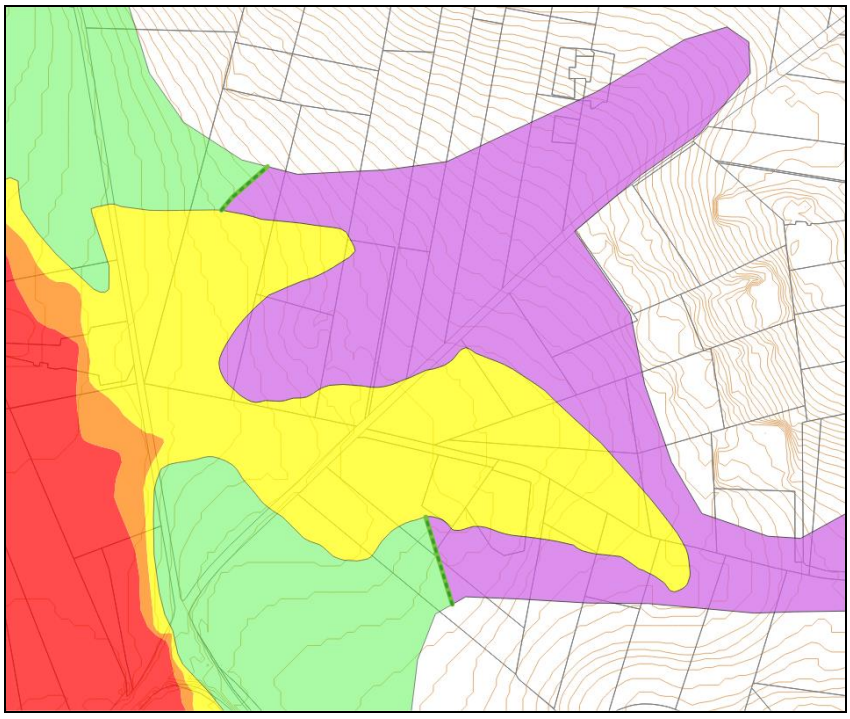
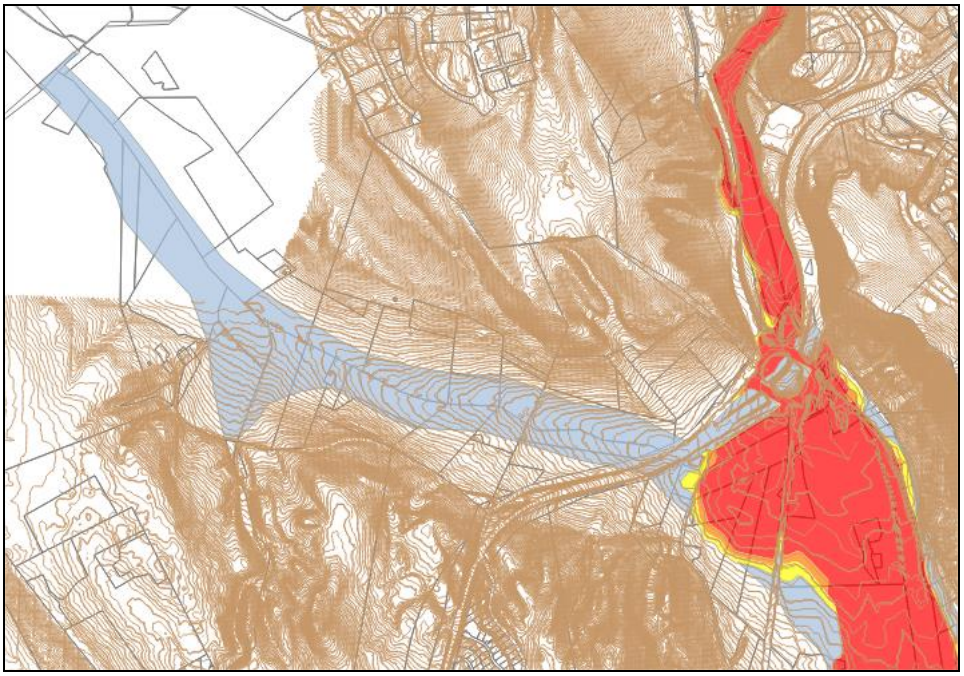


Figure 12 : Précision de l'aléa : Grand Vallat – secteur 3 -zoom

Grand Vallat - Secteur 4



Sur ce secteur, aucun apport latéral n'est intégré dans la modélisation. Le panache d'aléa indéterminé représente un axe d'écoulement concentré, qui apparaît bien avec les courbes de niveau.

Il est donc proposé de représenter ce thalweg en aléa de type hydrogéomorphologique ; les limites latérales du panache peuvent être déterminées à la lecture de la topographie et sachant que l'écoulement est concentré par l'ouvrage de franchissement sous la RD9.

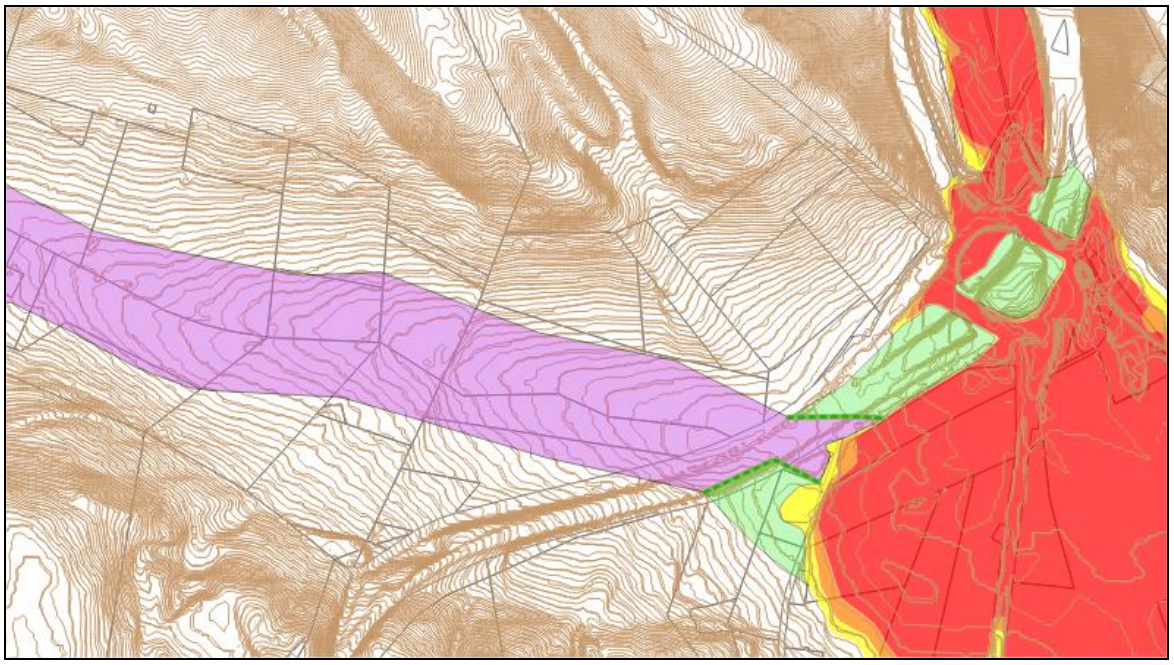


Figure 13 : Précision de l'aléa : Grand Vallat – secteur 4

3.3.2 VALLAT DE LA MULE

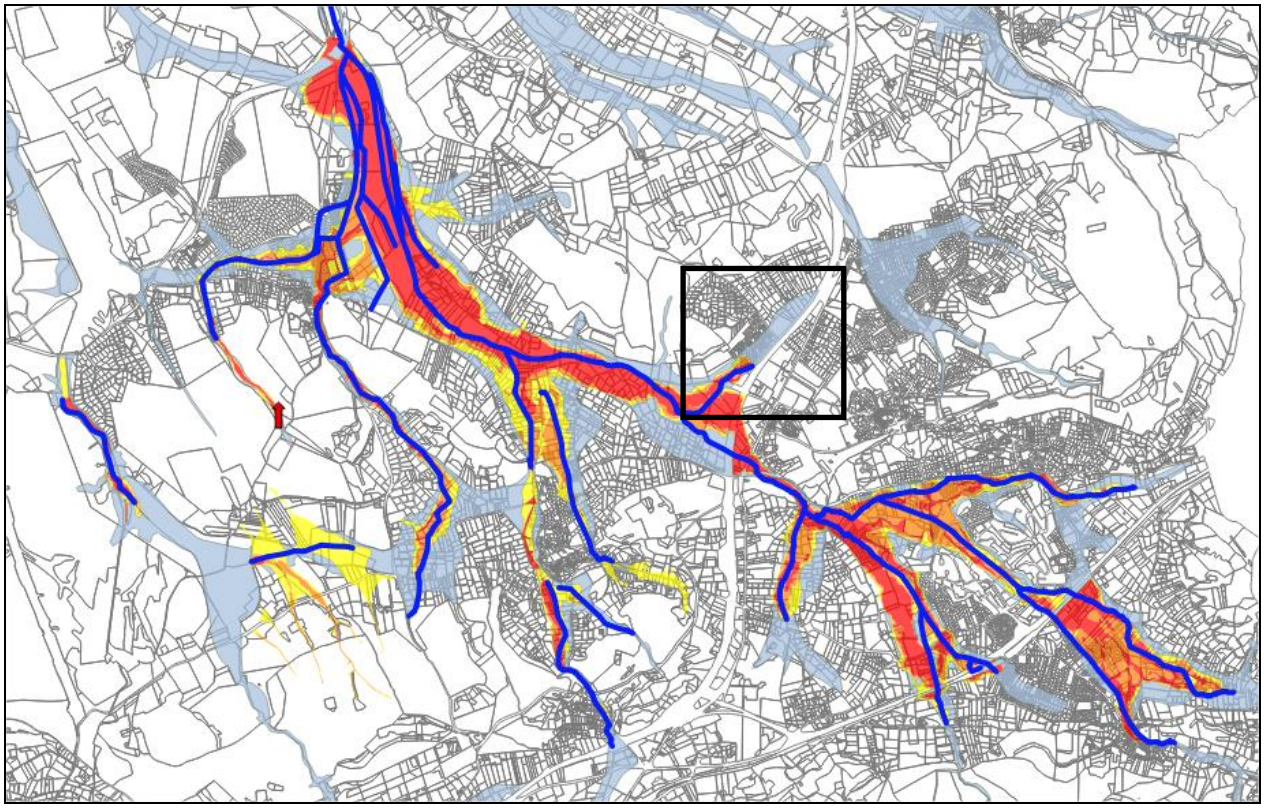


Figure 14 : Localisation des secteurs analysés – vallat de la Mule

Le vallat de la Mule a été modélisé en 1D pour son lit mineur, couplé à un modèle 2D de son lit majeur.

L'injection de l'hydrogramme de crue est faite au profil le plus amont du tronçon modélisé, localisé sur la figure suivante.

La zone d'aléa indéterminé représentée en amont, du fait de la topographie qui remonte, ne peut correspondre à un aléa résiduel. Elle représente la concentration du ruissellement en pied de versant, d'où nait le vallat de la Mule. Il est donc proposé de conserver cette zone d'aléa dans l'emprise hydrogéomorphologique.

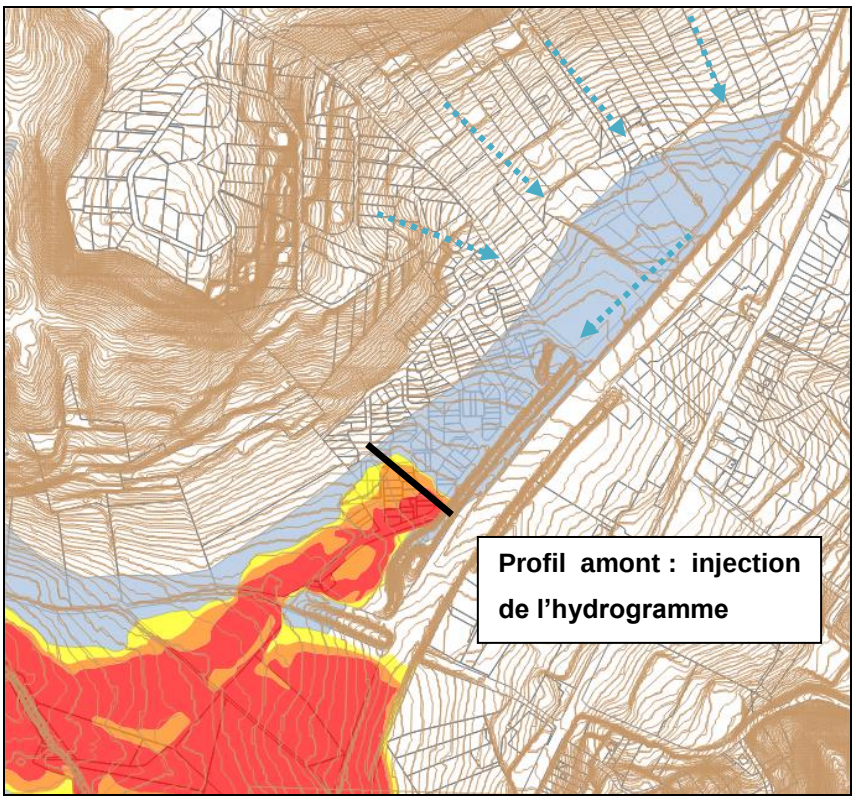


Figure 15 : Organisation des écoulements : vallat de la Mule

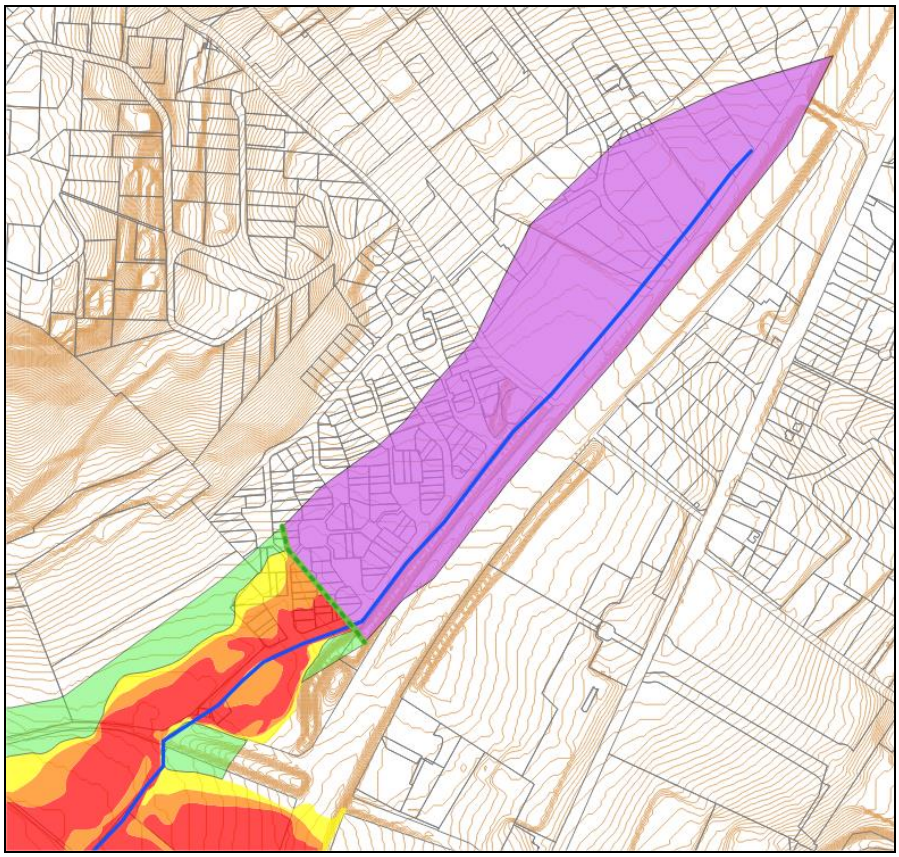


Figure 16 : Précision de l'aléa : vallat de la Mule

3.3.3 VALLAT DE PIBOU

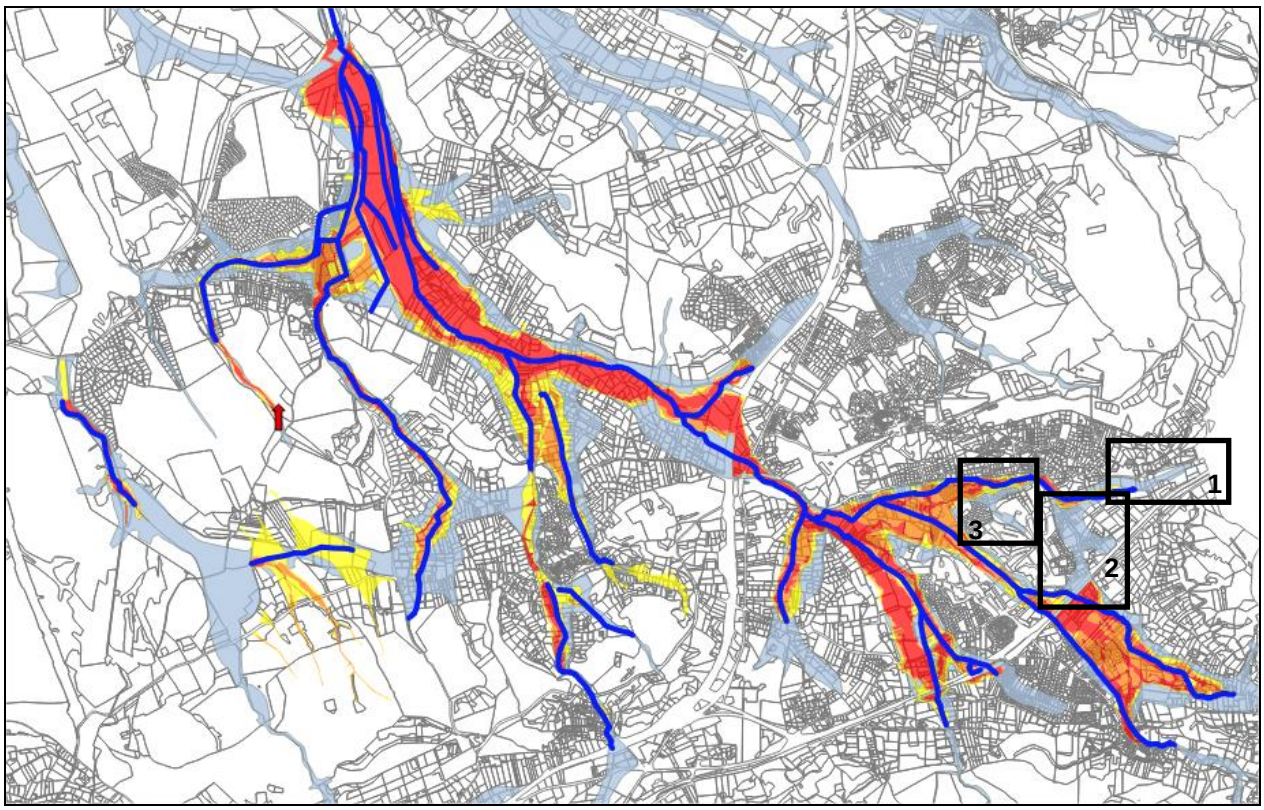


Figure 17 : Localisation des secteurs analysés – vallat de Pibou

Le vallat de Pibou a été modélisé en 2012. Le modèle est constitué d'un couplage entre une modélisation 1D du lit mineur et une modélisation 2D du lit majeur.

L'injection des hydrogrammes se fait d'une part à l'extrémité amont du tronçon modélisé, d'autre part de façon linéaire sur la totalité du tronçon.

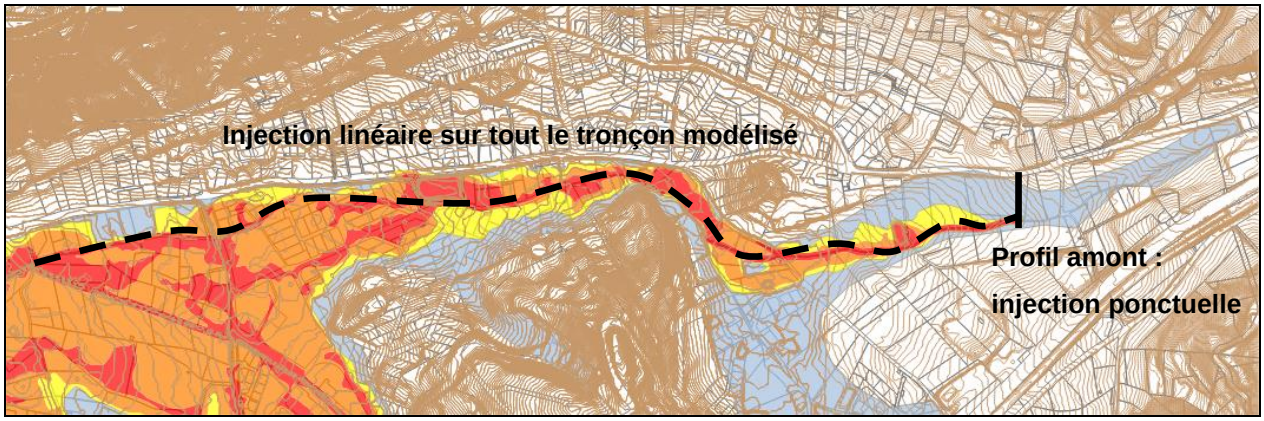


Figure 18 : Localisation des injections de débit dans la modélisation du vallat de Pibou

Vallat de Pibou - Secteur 1

Sur ce secteur, l'aléa indéterminé est situé en amont du point d'injection et correspond à la concentration du ruissellement d'où nait le vallon. Il est proposé de conserver cette zone en aléa hydrogéomorphologique. Une fois que l'on atteint le tronçon modélisé, on peu considérer que l'aléa indéterminé relève de l'aléa résiduel. La limite entre ces deux aléas est décalée légèrement en aval pour attendre le bon établissement des écoulements dans le modèle.

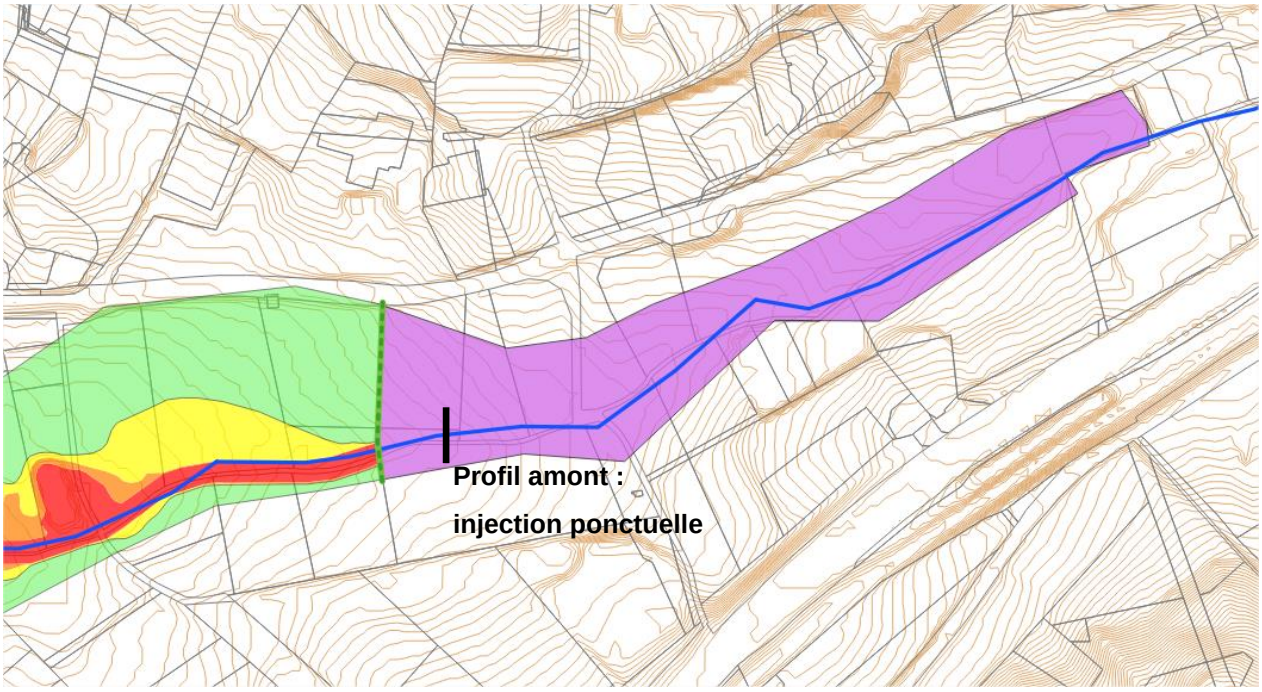


Figure 19 : Précision de l'aléa : vallat de Pibou – secteur 1

Vallat de Pibou - Secteur 2

Sur ce secteur, la zone d'aléa indéterminé en rive gauche du vallat est située en partie en dehors de l'emprise modélisée en 2D. Elle représente du ruissellement latéral, c'est pourquoi il est proposé de la conserver en aléa de type hydrogéomorphologique. Les limites latérales de cet axe d'écoulement peuvent être déterminées à partir de la topographie, au droit de lignes de crêtes.

Au sud de la limite de bassin versant indiquée sur la figure suivante, il est proposé de considérer également la zone d'aléa indéterminé comme emprise hydrogéomorphologique (cf 3.3.4

Vallat de Babol).

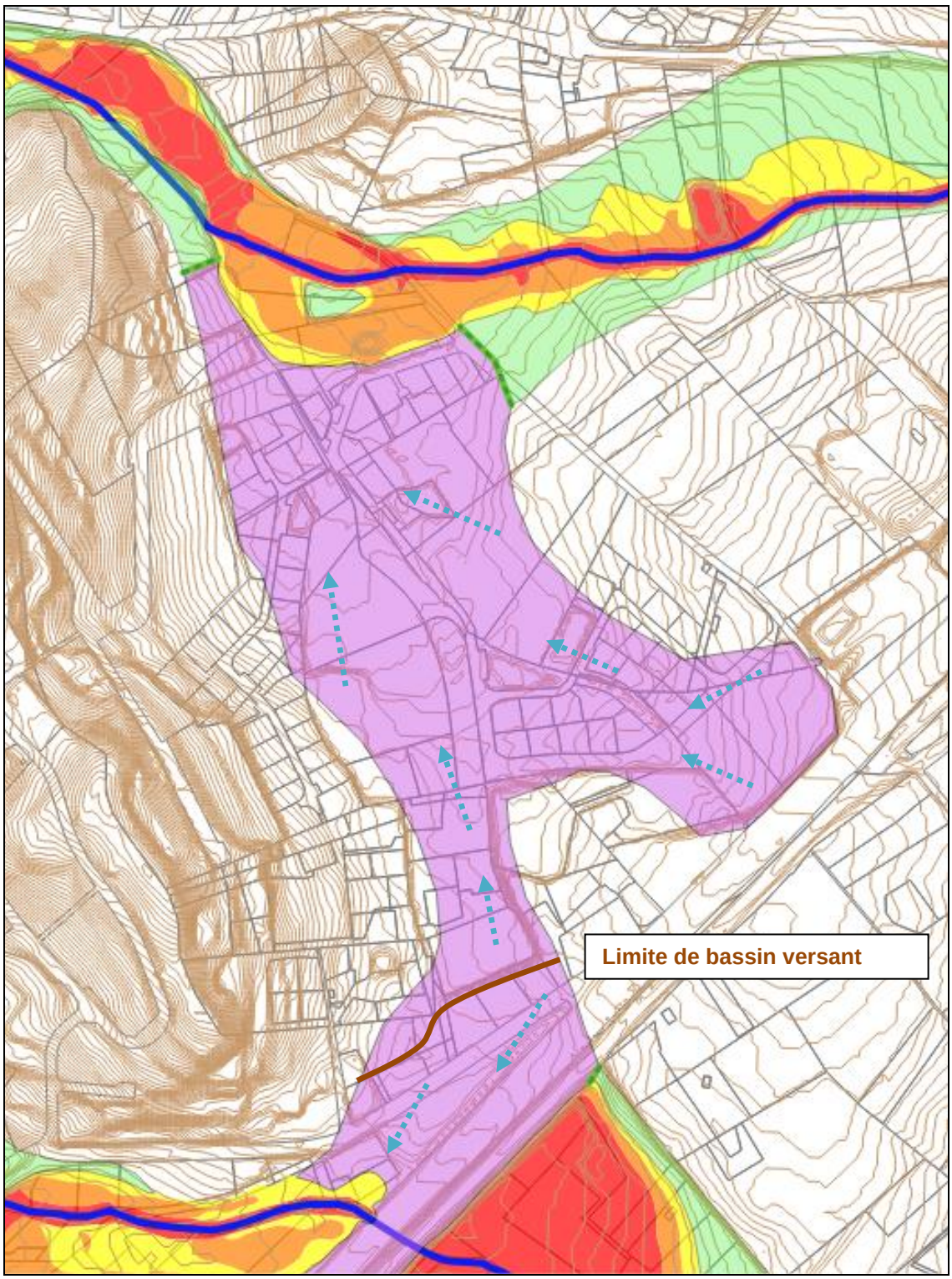


Figure 20 : Précision de l'aléa : vallat de Pibou – secteur 2

Vallat de Pibou - Secteur 3

De la même façon, l'aléa indéterminé représente ici un apport latéral suivant un axe d'écoulement préférentiel. Il est donc proposé de le maintenir en aléa de type dydrogéomorphologique. Les limites latérales avec l'aléa résiduel correspondent à des points de resserrement topographique qui maintiennent le ruissellement vers le vallat.

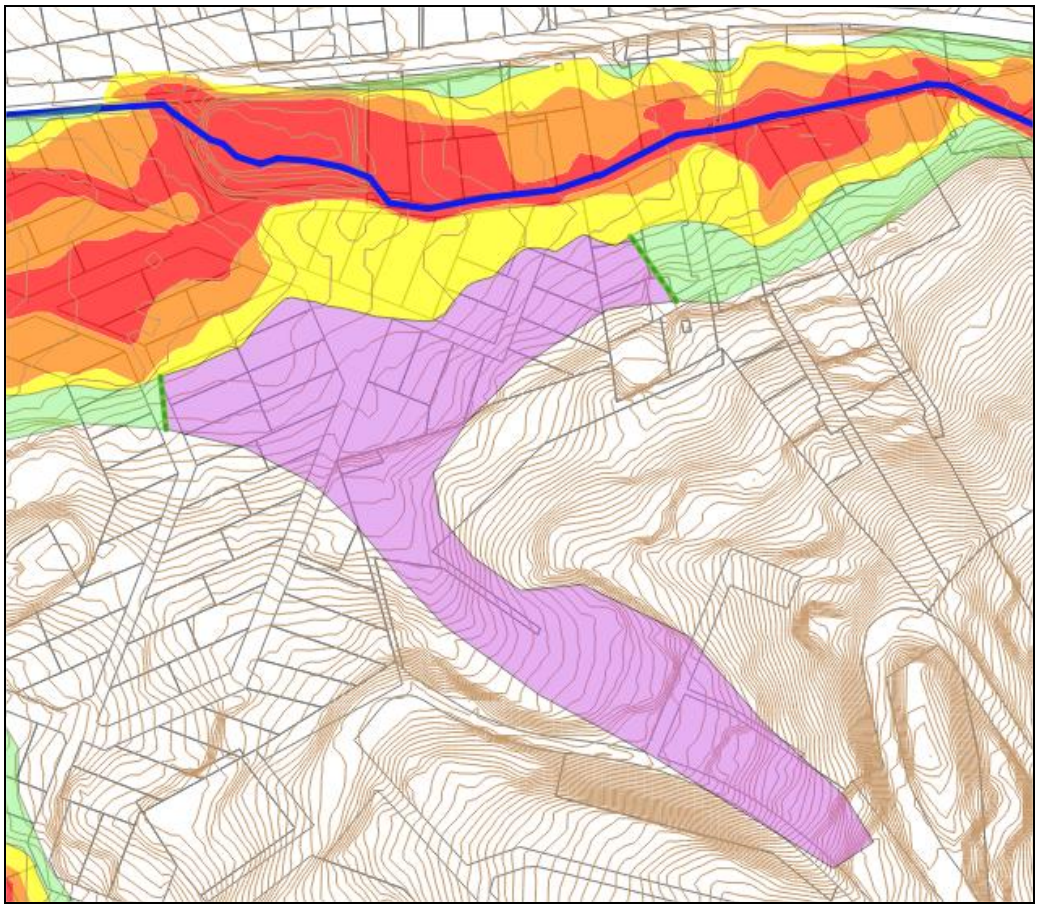


Figure 21 : Précision de l'aléa : vallat de Pibou – secteur 3

3.3.4 VALLAT DE BABOL

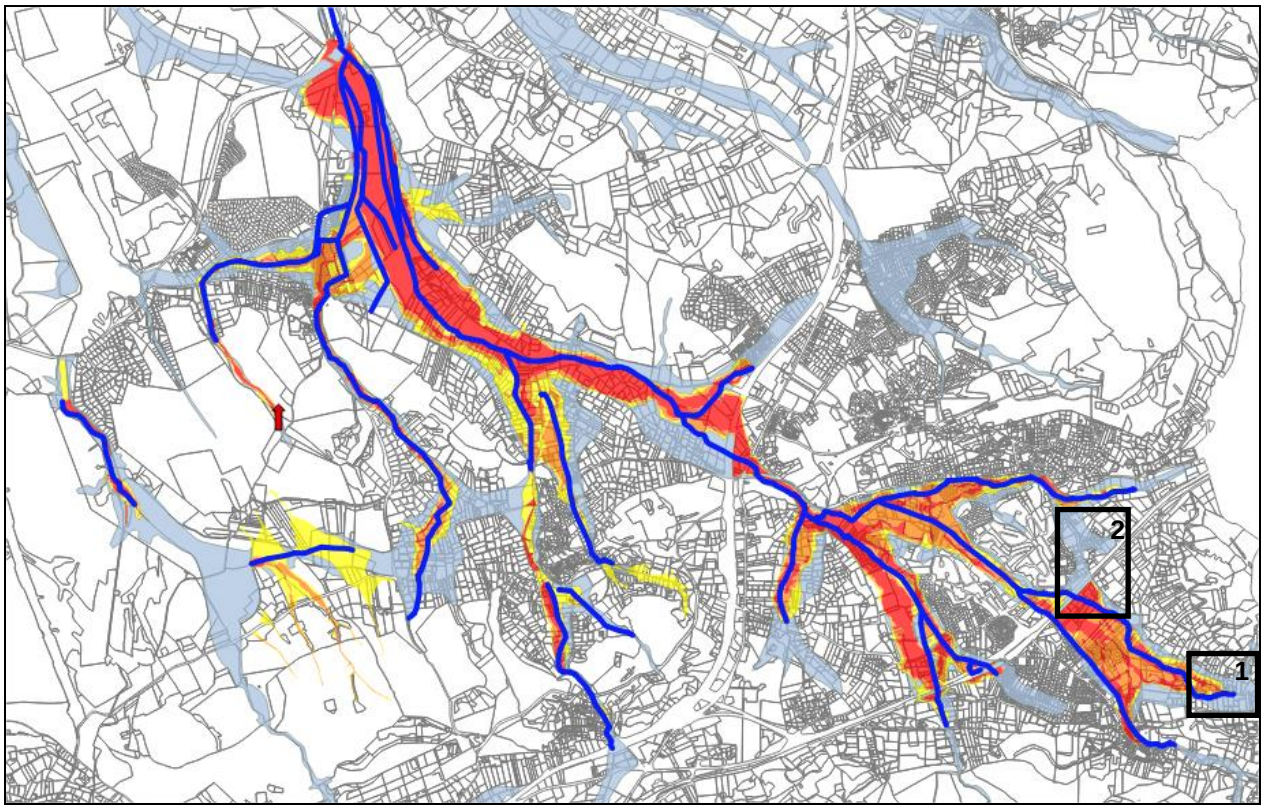


Figure 22 : Localisation des secteurs analysés – vallat de Babol

Le vallat de Babol a fait l'objet d'une modélisation en 1D du lit mineur, couplée à une modélisation 2D du lit majeur.

L'injection des hydrogrammes se fait en extrémité amont du tronçon de cours d'eau modélisé.

Vallat de Babol - Secteur 1

Cette zone d'aléa indéterminé est située en amont du tronçon modélisé du vallat de Babol. Elle ne peut donc correspondre à un aléa résiduel mais représente les apports par ruissellement, avec la confluence de plusieurs axes d'écoulement donnant naissance au vallat.

Il est donc proposé de maintenir cette zone dans l'emprise hydrogéomorphologique. Les limites avec l'aléa résiduel peuvent être positionnées un peu plus en aval que l'extrémité de la modélisation, à partir de la topographie, de façon à :

- inclure le cône de déjection du thalweg confluant en rive droite du vallat
- tenir compte des éventuels écoulements amont qui pourraient s'étendre en rive gauche du vallat.

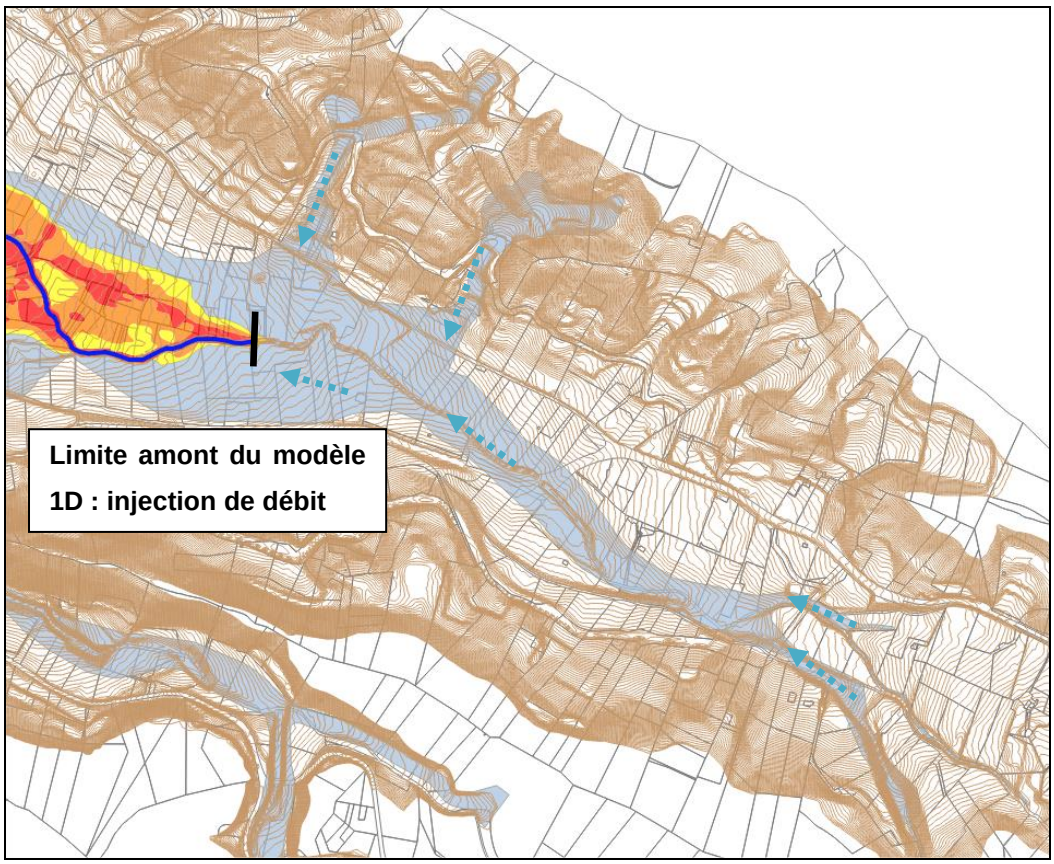


Figure 23 : Organisation des écoulements : vallat de Babol – secteur 1

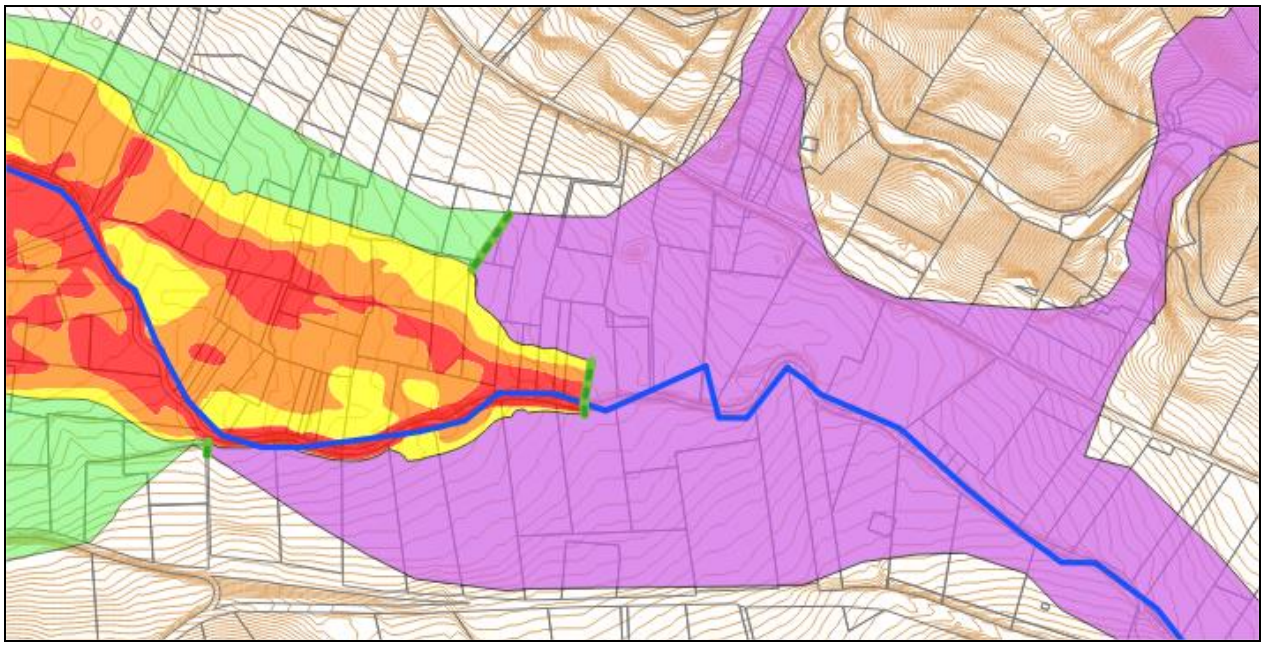


Figure 24 : Précision de l'aléa : vallat de Babol – secteur 1

Vallat de Babol - Secteur 2

Sur ce secteur, commun avec le secteur 2 du vallat de Pibol, au sud de la limite de bassin versant identifée sur la figure ci-dessous, la modélisation hydraulique ne fait apparaître aucun écoulement sur cette zone intermédiaire entre le vallat de Pibol et le vallat de Babol, ce qui tend à ne pas considérer cet aléa comme un aléa résiduel. Cela reviendrait à considérer que les débordements du vallat de Babol peuvent s'étaler en rive droite en contrebas de la RD6. Néanmoins, l'altitude sur ce secteur varie entre 200 et 205 m NGF, alors que la PHE calculée dans le vallon est à 200.8 en aval immédiat de la RD6.

D'autre part, il est peu probable que l'aléa indéterminé, corresponde à des apports amont dans la mesure où le bassin versant concerné est peu significatif.

En revanche, l'analyse hydrogéomorphologique n'intégrant pas les infrastructures anthropiques, l'enveloppe hydrogéomorphologique peut représenter l'étalement possible des eaux en aval de la RD6. En intégrant la route en remblai, on peut considérer que cette enveloppe permet de tenir compte du risque de surverse des écoulements du vallon par-dessus la RD6.

En l'absence de certitude sur la meilleure façon d'interpréter cet aléa indéterminé, il est proposé d'appliquer le principe de précaution et de conserver l'aléa de type hydrogéomorphologique.

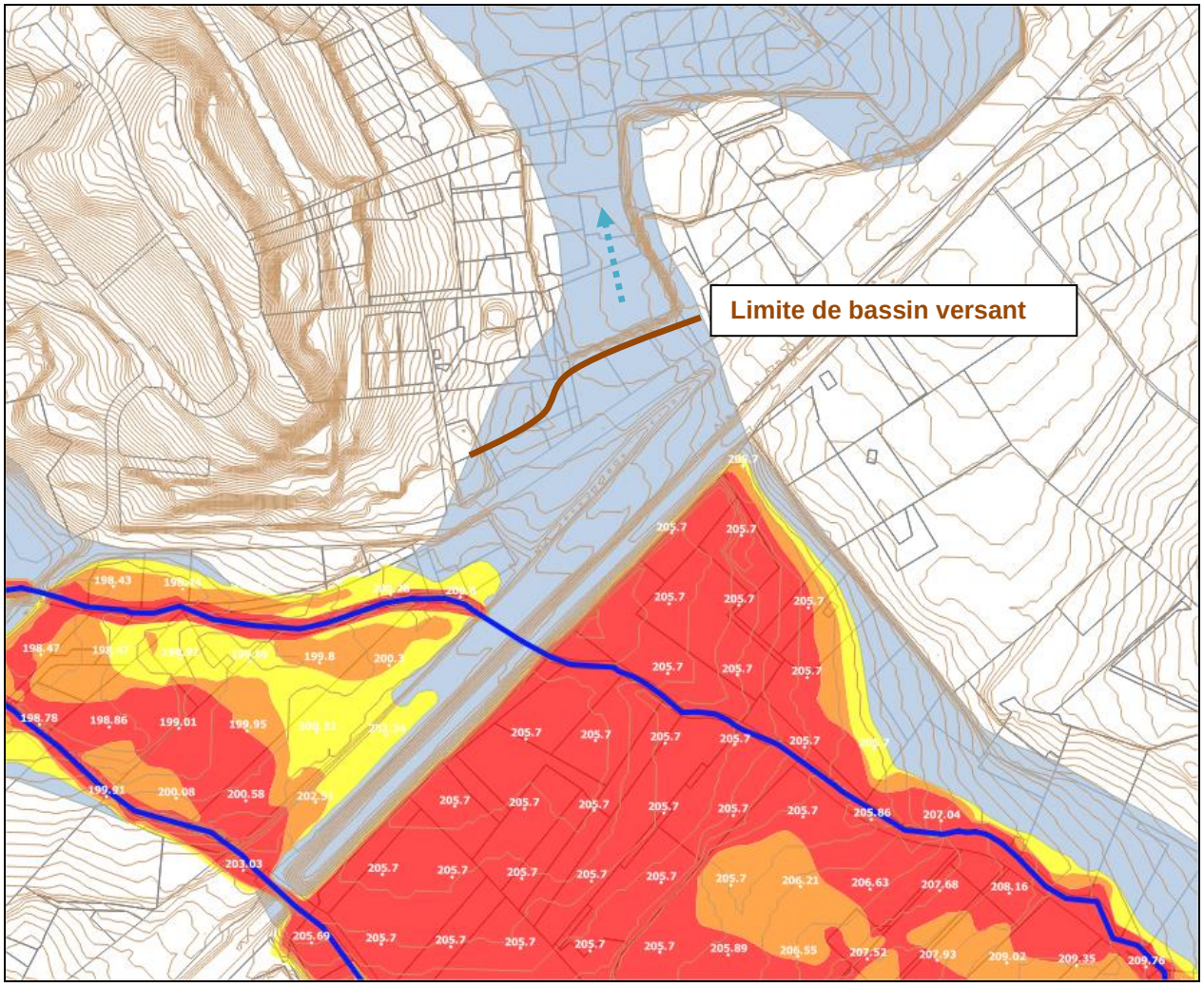


Figure 25 : Organisation des écoulements : vallat de Babol – secteur 2

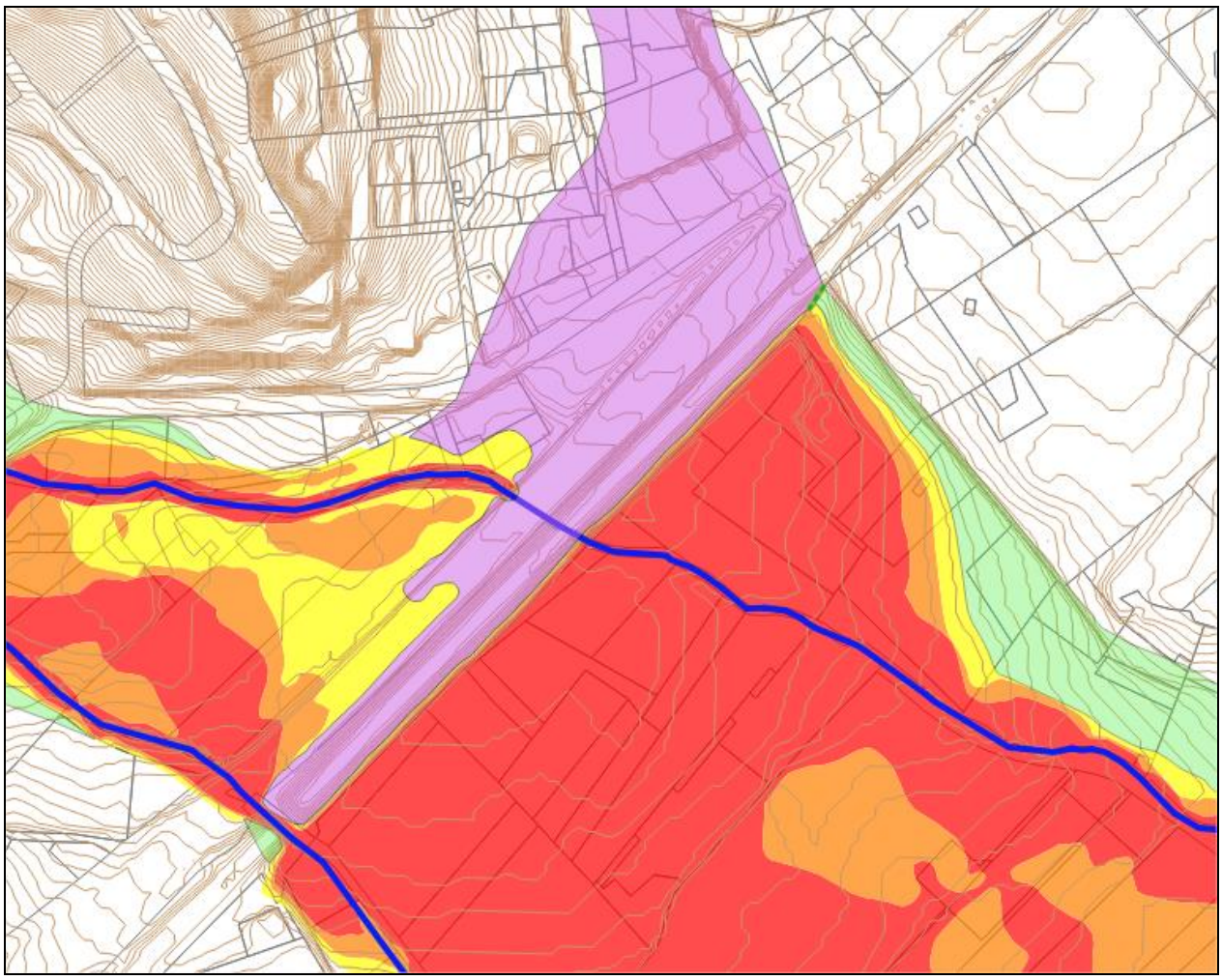


Figure 26 : Précision de l'aléa : vallat de Babol – secteur 2

3.3.5 VALLAT DES MOURGUES

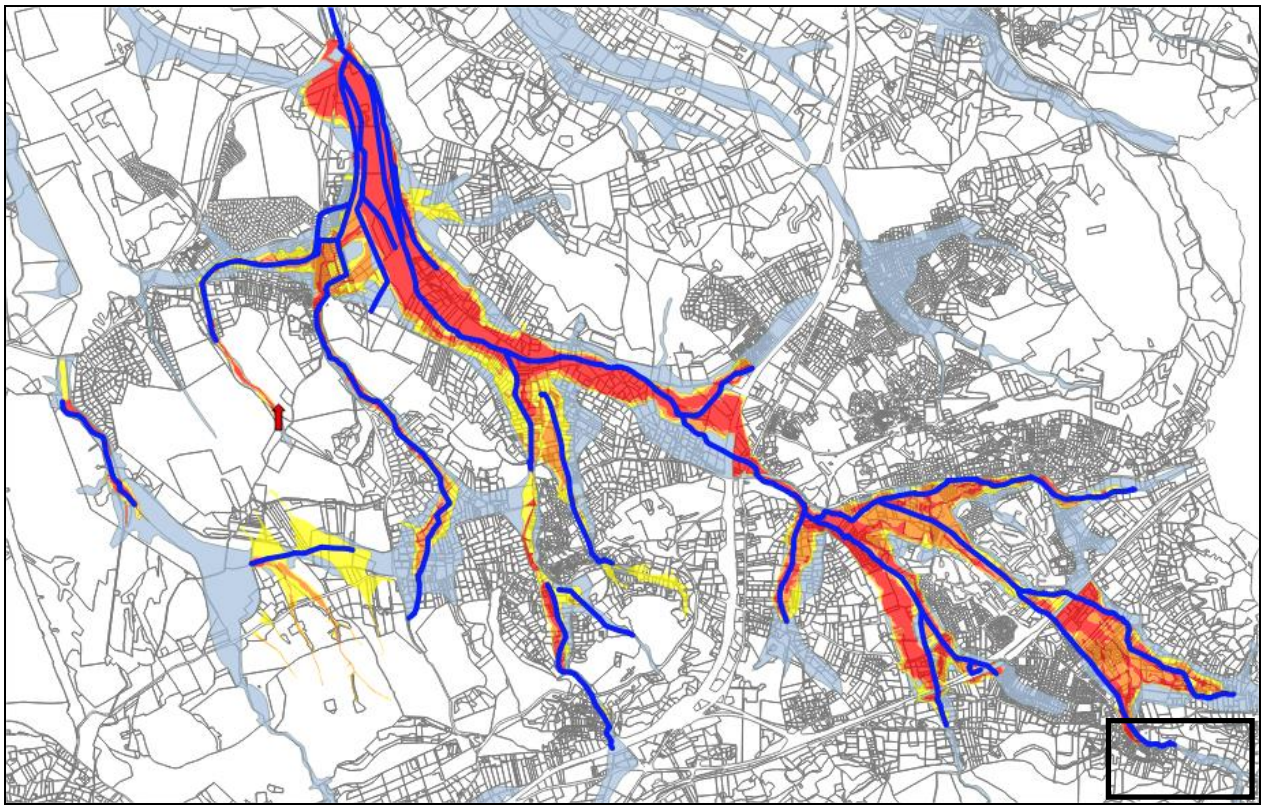


Figure 27 : Localisation des secteurs analysés – vallat des Mourgues

Le vallat des Mourgues a été modélisé par un couplage 1D / 2D, avec une injection de débit en limite amont du tronçon modélisé.

La zone d'aléa indéterminé se situe en amont de ce tronçon modélisé et de l'injection de débit. Elle correspond à la concentration du ruissellement selon un axe d'écoulement préférentiel en tête de vallat.

Il est donc préconisé de conserver l'aléa hydrogéomorphologique sur ce secteur. La limite avec l'aléa résiduel peut alors être placée à l'extrémité amont du tronçon modélisé.

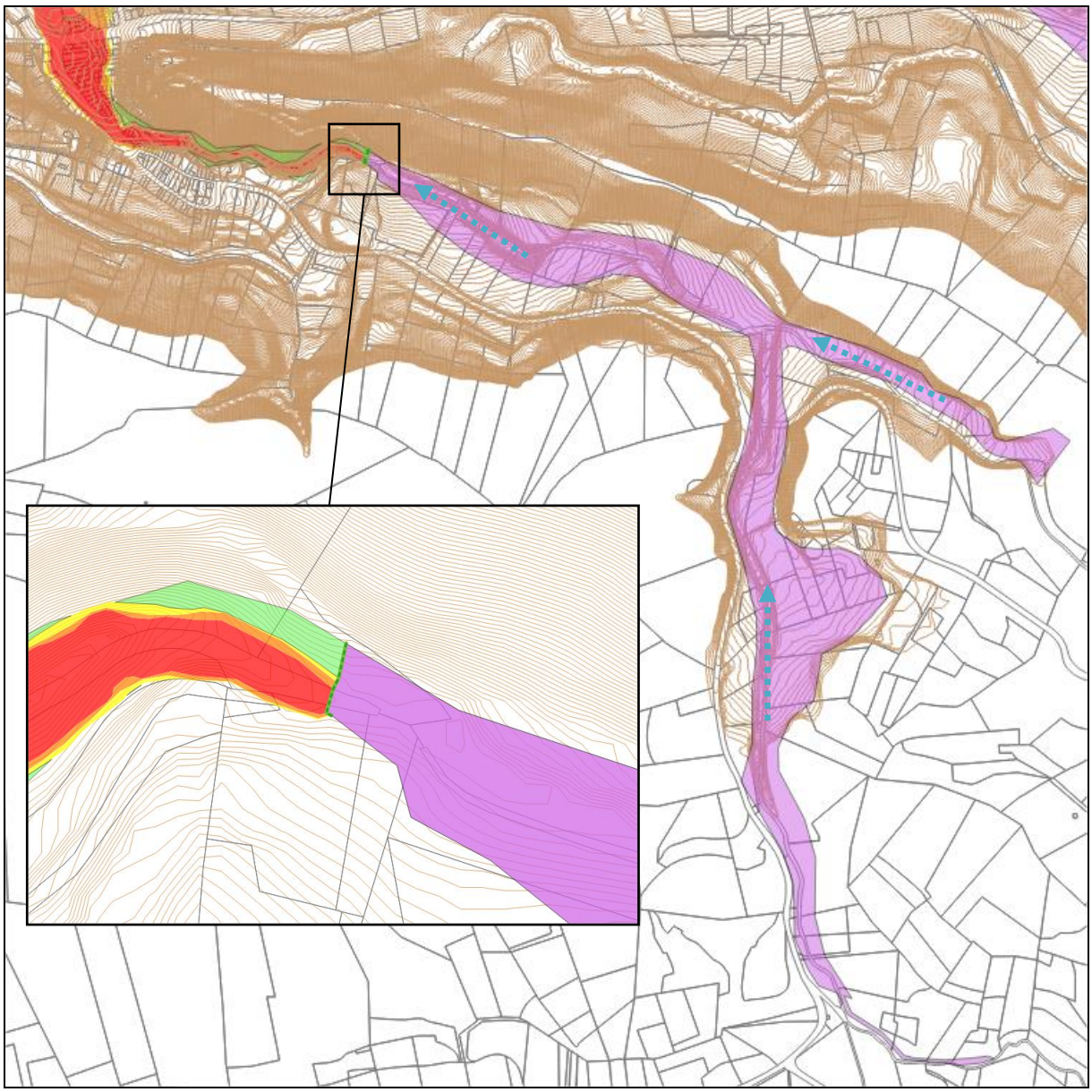


Figure 28 : Précision de l'aléa : vallat des Mourgues

3.3.6 VALLAT DE RAJOL ET VALLAT DES TILLEULS

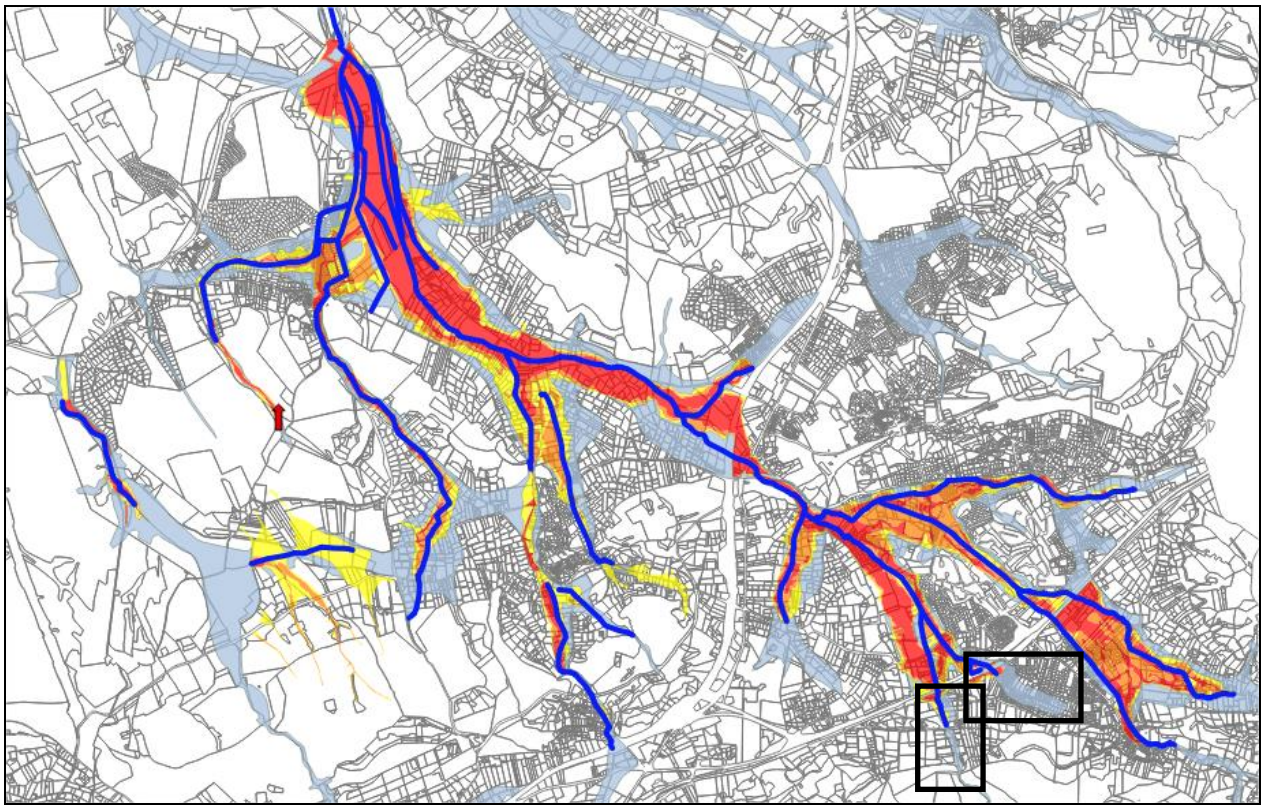


Figure 29 : Localisation des secteurs analysés – vallat de Rajol et des Tilleuls

Vallat de Rajol

Le vallat de Rajol est modélisé par un couplage 1D/2D dont la limite amont se situe entre la zone urbanisée et la RD6. L'injection de débit est faite à l'extrémité amont du tronçon modélisé.

La topographie locale fait apparaitre une zone d'accumulation des eaux en amont de la RD6 mais celle-ci n'atteint pas les habitations amont.

La zone d'aléa indéterminé s'étend en amont du secteur modélisé. Il traduit un apport par ruissellement sur le versant. Il est proposé de conservé ce secteur en aléa de type hydrogéomorphologique.

Notons que l'aléa faible en périphérie sud de la zone de dépression topographique est probablement sous-évalué puisque ces apports amont ne sont pas modélisés. Il est donc proposé de supprimer la bande d'aléa faible sur cette limite sud, au profit de l'emprise hydrogéomorphologique.

Côté Est, l'aléa hydrogéomorphologique peut être délimité au droit de la ligne de crête.

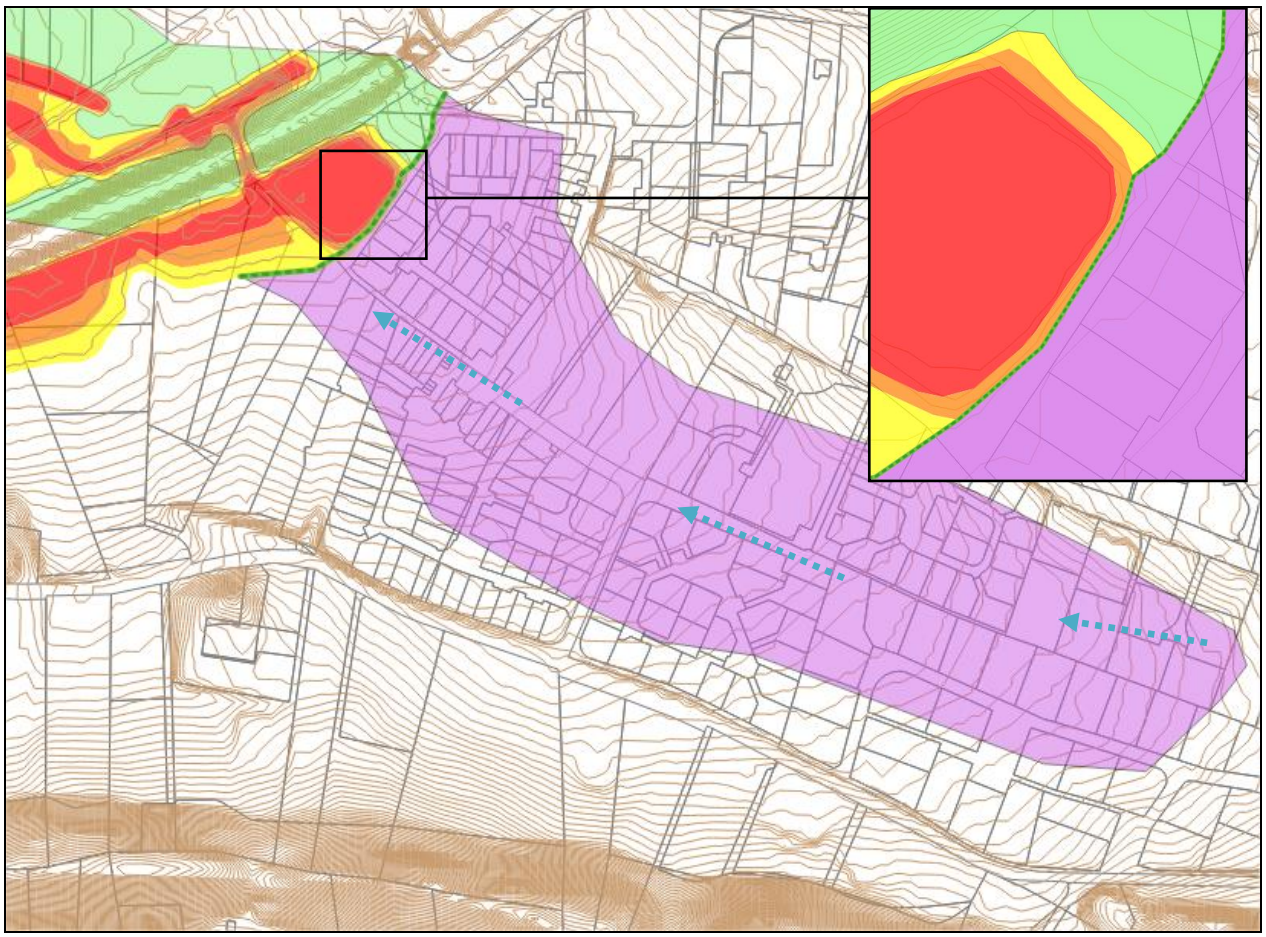


Figure 30 : Précision de l'aléa : vallat de Rajol

Vallat des Tilleuls

L'aléa indéterminé situé en amont du tronçon modélisé du vallat des Tilleuls représente la concentration du ruissellement selon des axes d'écoulement préférentiels.

Il est préconisé de conserver cette zone en aléa de type hydrogéomorphologique. Les limites avec l'aléa résiduel peuvent être positionnées au droit du premier profil en travers modélisé, et ajustées selon la topographie locale.

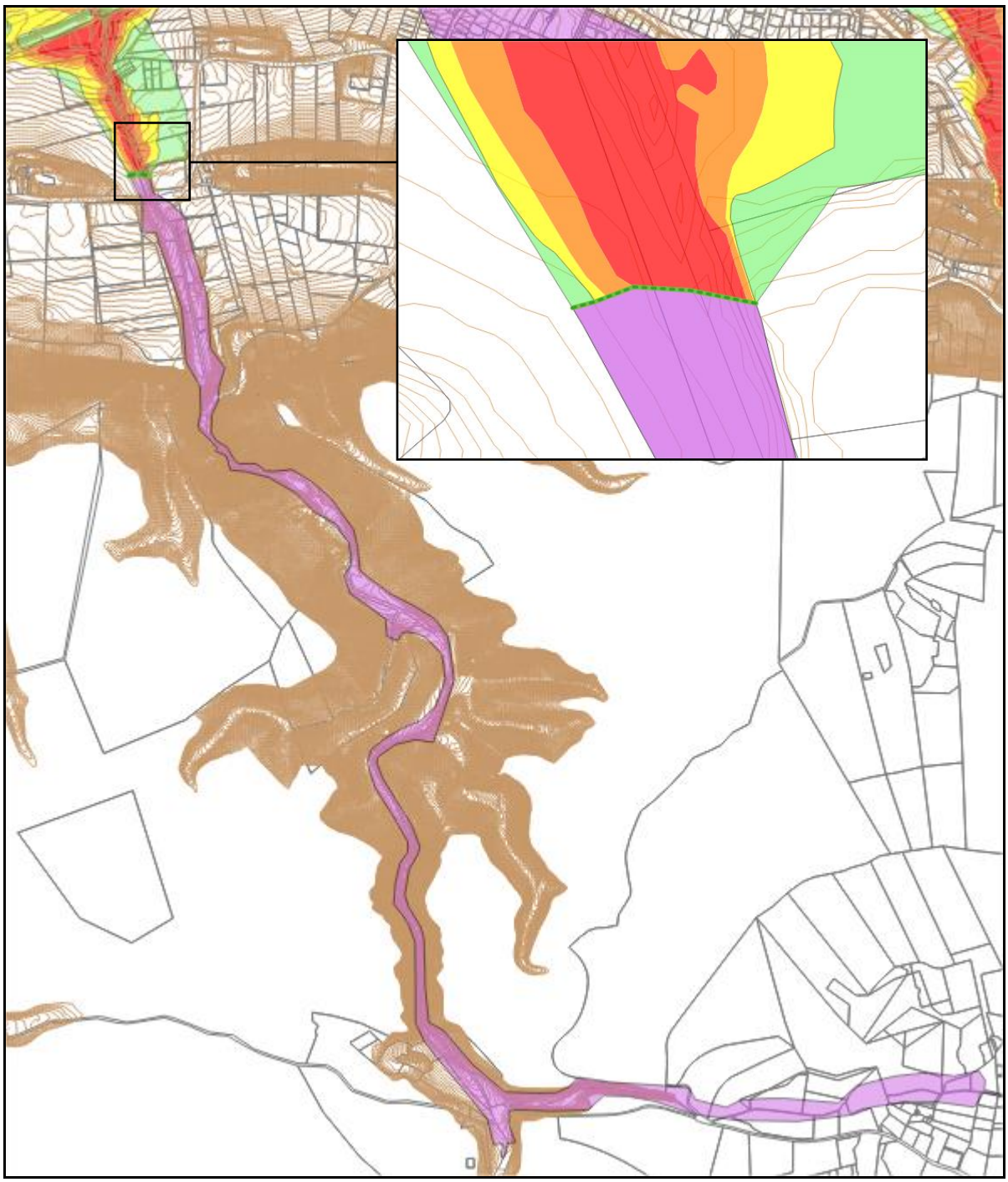


Figure 31 : Précision de l'aléa : vallat des Tilleuls

3.3.7 VALLAT DE VIOLESI

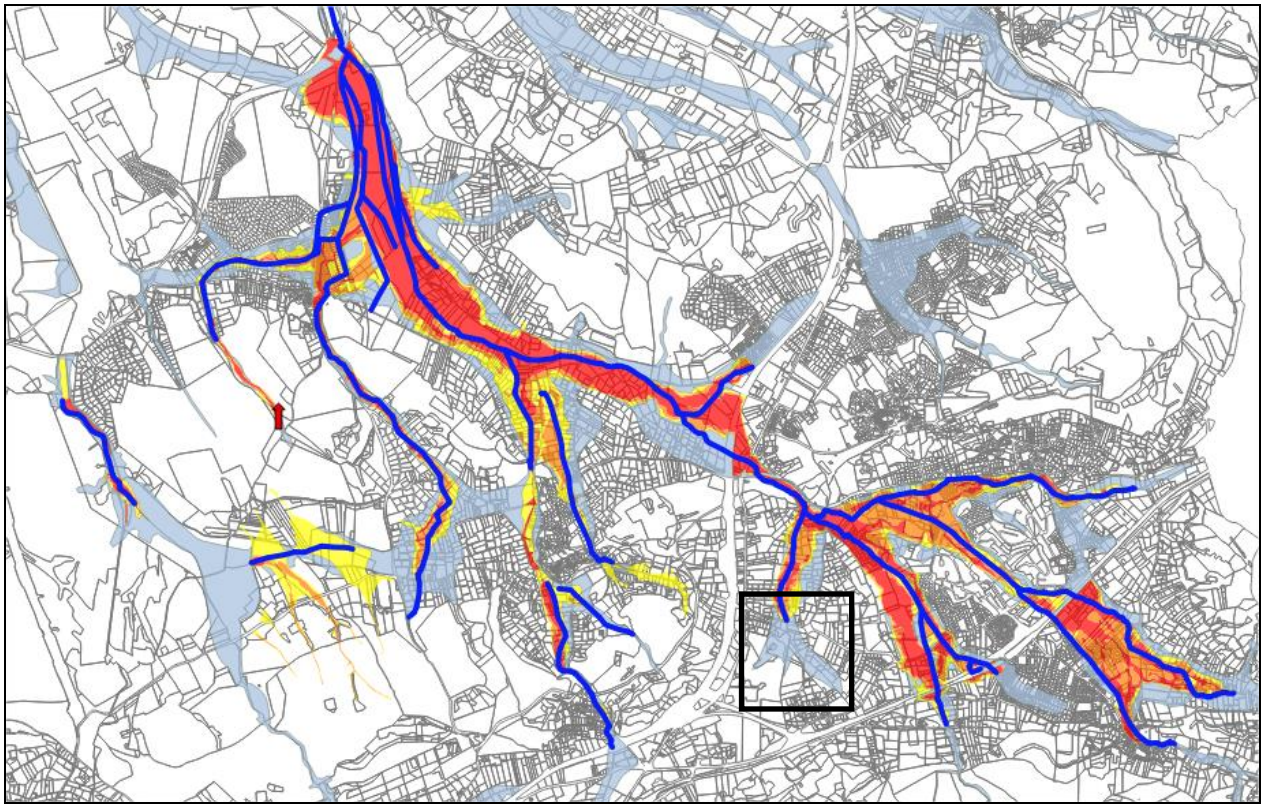


Figure 32 : Localisation des secteurs analysés – vallat de Violési

Une zone d'aléa indéterminé est située en amont du tronçon modélisé du vallat de Violési.
De la même façon, il convient de conserver ce secteur en aléa de type hydrogéomorphologique.
L'extrémité amont de l'aléa déterminé sera tronqué pour compenser de la sous-estimation liée au délai d'établissement de l'écoulement dans le modèle.

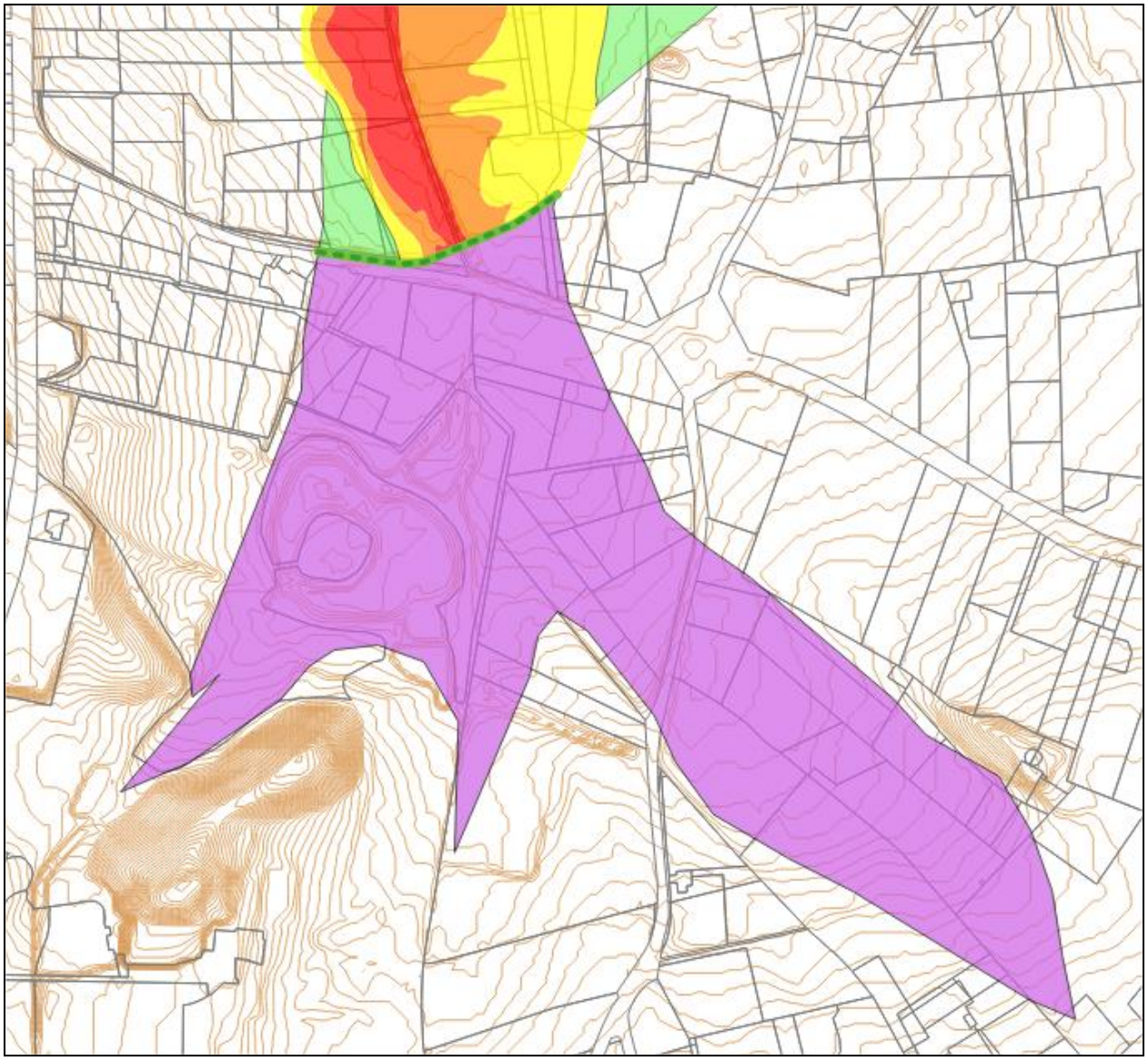


Figure 33 : Précision de l'aléa : vallat de Violési

3.3.8 VALLAT LE COULADOU ET VALLAT DE RANS

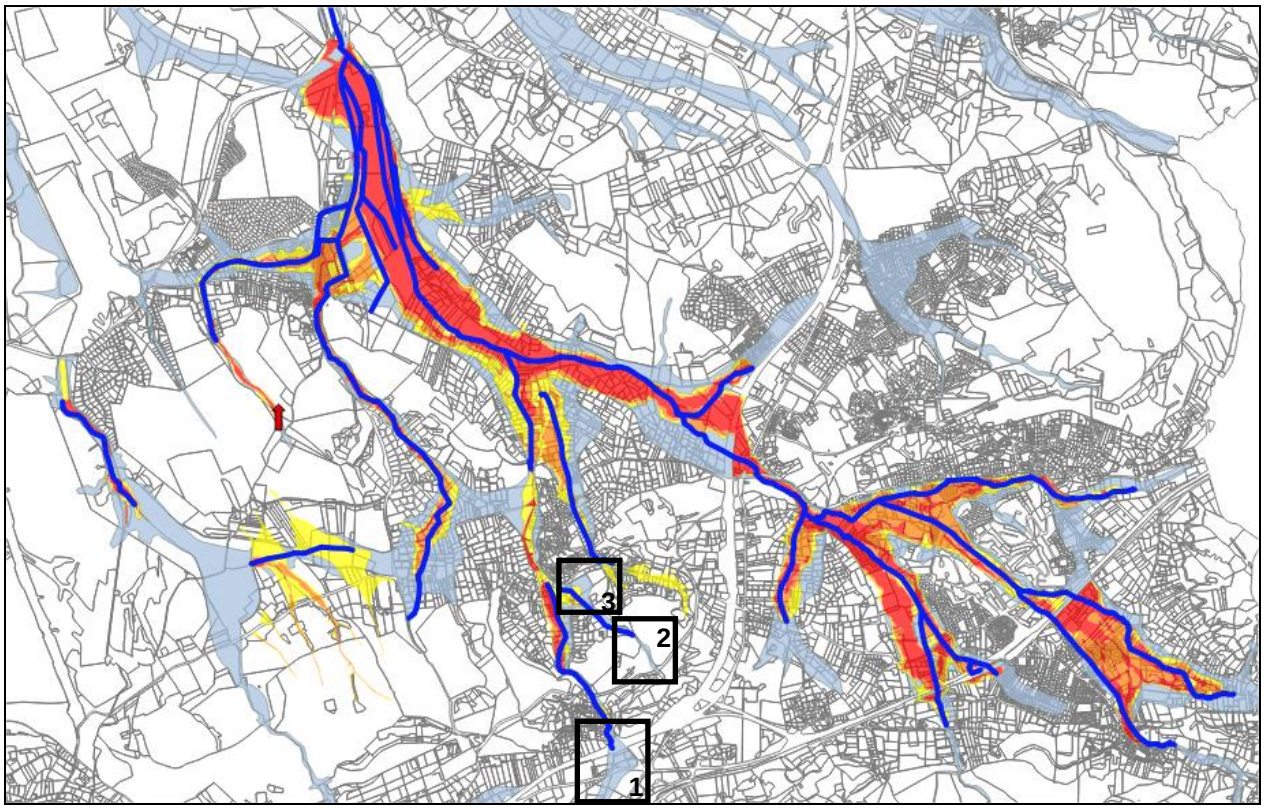


Figure 34 : Localisation des secteurs analysés – vallat Le Couladou et vallat de Rans

Vallats de Couladou et Rans – secteurs 1 et 2

Ces secteurs correspondent également à une concentration du ruissellement selon les axes d'écoulement préférentiels en amont des tronçons de vallons modélisés.

Il est proposé de conserver l'aléa de type hydrogéomorphologique jusqu'à la limite de modélisation, adaptée en fonction de la topographie locale.

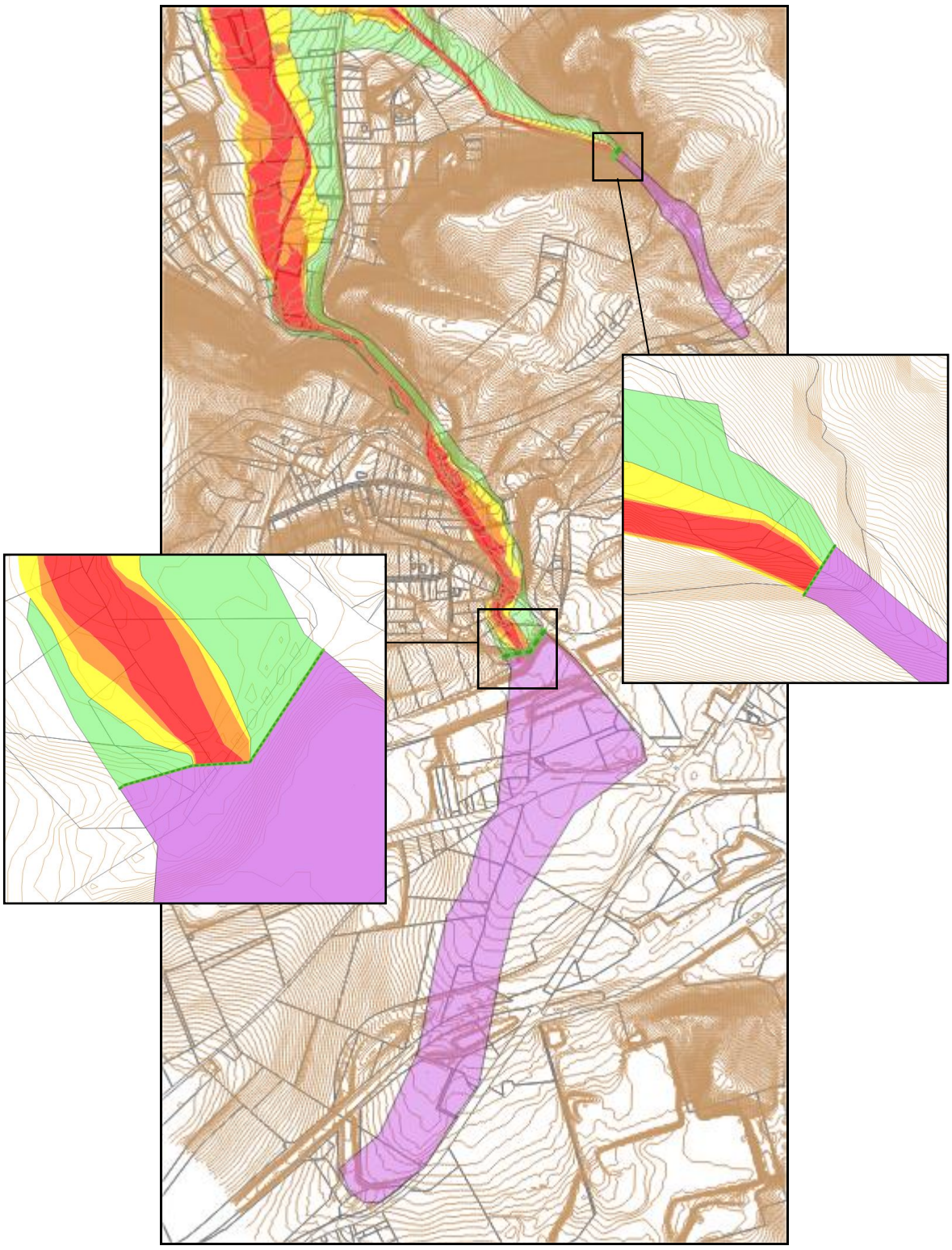


Figure 35 : Précision de l'aléa : vallat Le Coudalou et vallat de Rans – secteurs 1 et 2

Vallat de Couladou – secteur 3

Sur ce secteur, l'aléa indéterminé ne peut être attribué à du ruissellement car il n'y a pas de bassin versant latéral significatif. En revanche, cet aléa représente la zone d'expansion des débordements du vallat Le Couladou, au-delà de ce que les résultats de la modélisation ont pu mettre en évidence. Il est donc proposé de considérer cette zone en aléa résiduel.

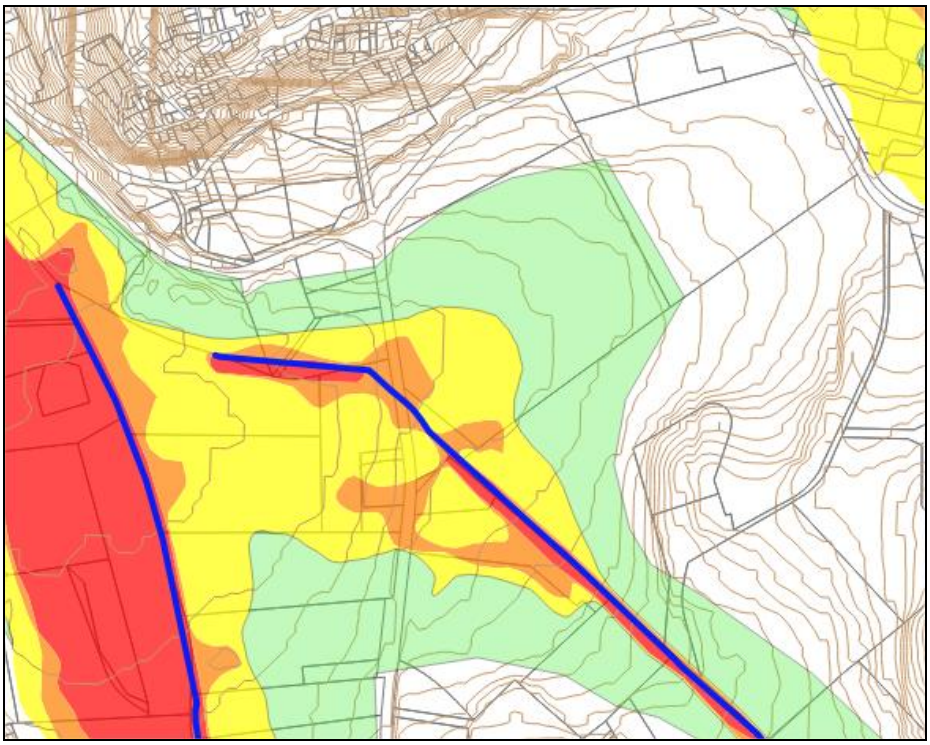


Figure 36 : Précision de l'aléa : vallat Le Coudalou – secteur 3

3.3.9 VALLAT DE CALAS

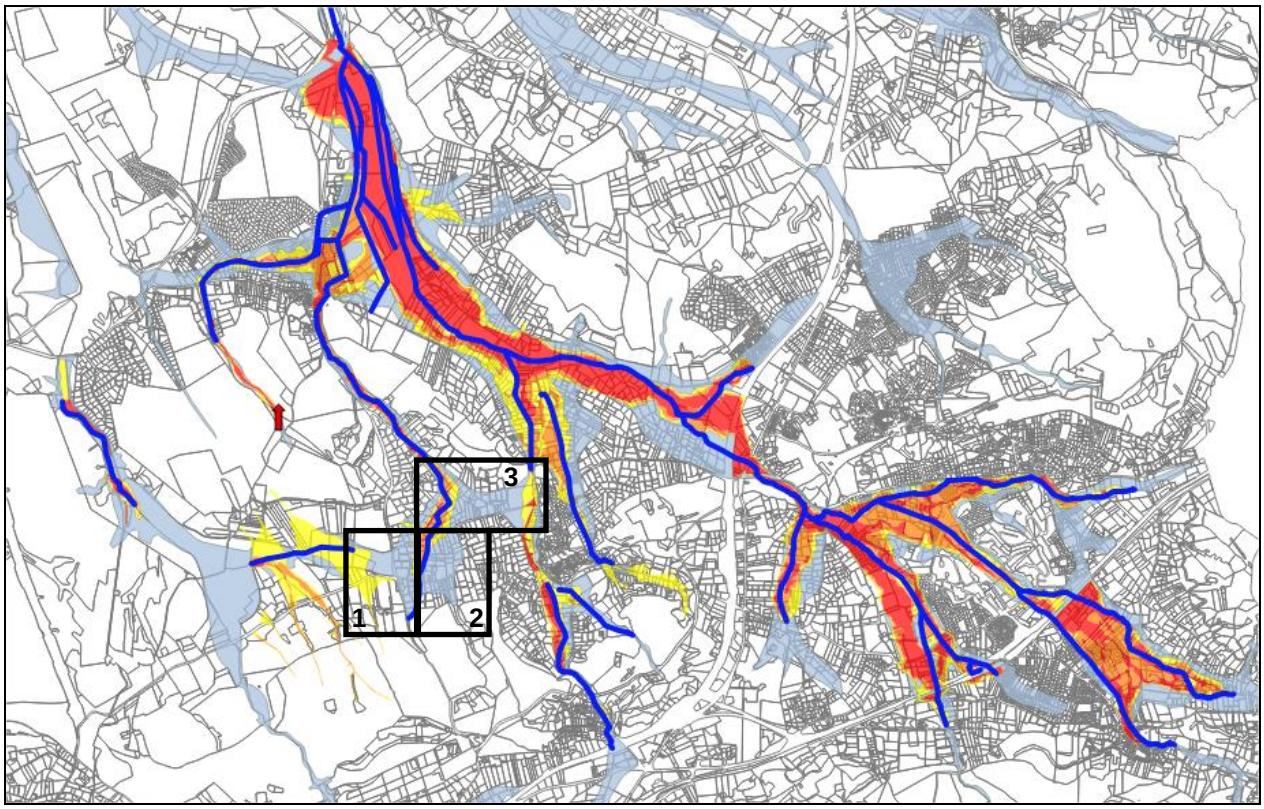


Figure 37 : Localisation des secteurs analysés – vallat de Calas

Le vallat de Calas a fait l'objet d'une modélisation couplée 1D/2D sur tout le linéaire indiqué en bleu sur la figure ci-dessus.
Le vallat de Rans n'a été modélisé en 1D que sur ses extrémités amont (jusqu'à la confluence avec Le Couladou) et aval (tronçons bleus sur la figure ci-dessus), Entre ces deux tronçons, l'écoulement du vallat est représenté par la modélisation 2D du terrain naturel.

En termes d'injections de débit, les hydrogrammes des sous-bassins versants des vallats de Rans et de Calas sont injectés directement dans le modèle 1D, à la fois de façon ponctuelle aux extrémités amont, et de façon linéaire pour les bassins versants intermédiaires. Une injection ponctuelle est également réalisée dans le modèle 2D au droit du vallat de Calas.
Par ailleurs, à l'ouest du vallat de Calas, pour deux bassins versants ne possédant pas de thalweg suffisamment marqué, la pluie a été injectée directement dans le modèle 2D.

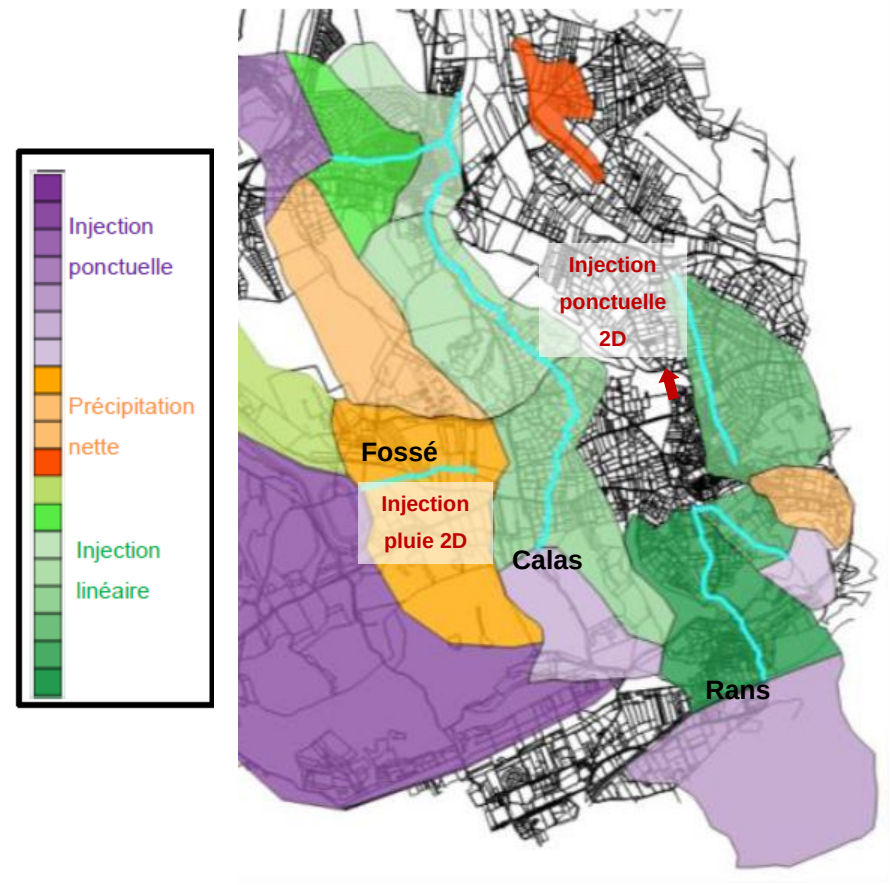


Figure 38 : Condition d'injection des débits dans le modèle hydraulique de Cabriès 2016 – Vallat de Calas

Vallat de Calas – secteur 1

Sur ce secteur, le ruissellement à l'Ouest du vallat de Calas a été modélisé puisque la pluie a été injectée directement sur le bassin versant.

Les résultats de la modélisation montrent qu'une partie du ruissellement surverse par-dessus la route CD60A mais avec des hauteurs d'eau et vitesses d'écoulement insuffisantes pour justifier un classement en aléa faible. Il est donc proposé de classer ce secteur en aléa résiduel, la zone pouvant être délimitée à l'Est par la route RD543 positionnée sur une ligne de crête.

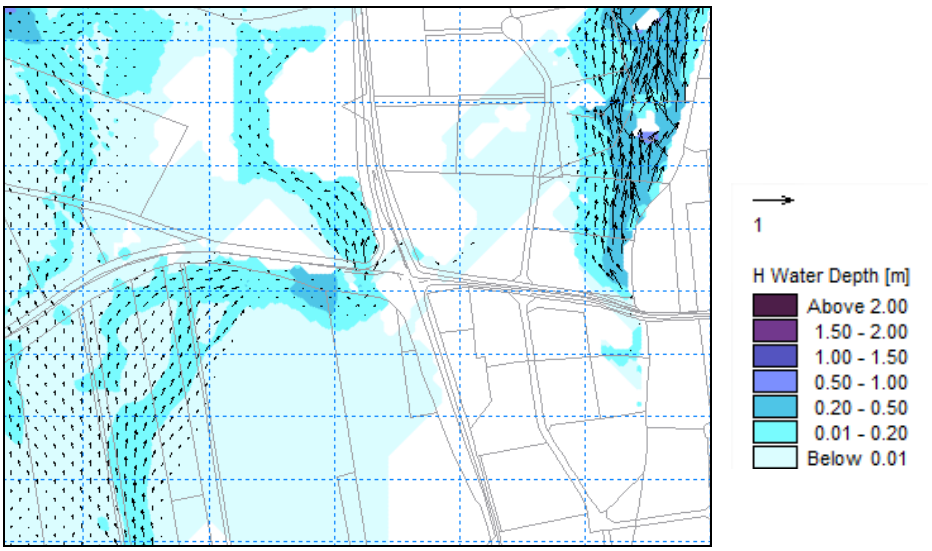


Figure 39 : Organisation des écoulements du vallat de Calas – secteur (modèlisation 2016)

A l'Est de la RD543, le vallat de Calas a bien fait l'objet d'une modélisation. La zone d'aléa indéterminé en rive gauche ne peut être attribuée au ruissellement et donc à une analyse hydrogéomorphologique dans la mesure où le bassin versant latéral n'est pas significatif et ne comporte pas d'axe découlement très marqué. Il est donc proposé de classer cette zone en aléa résiduel, excepté la petite surface située en amont du tronçon modélisé du vallat.

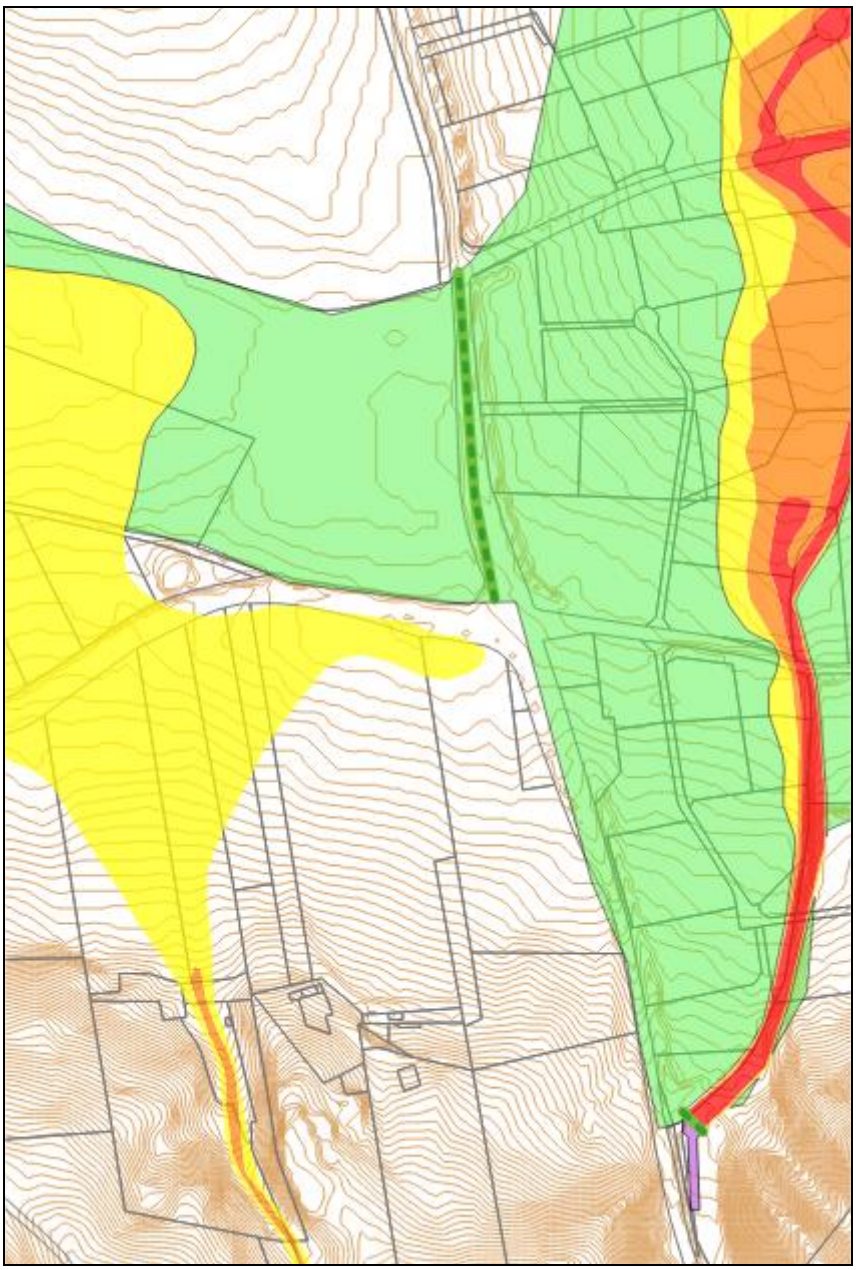


Figure 40 : Précision de l'aléa : vallat de Calas – secteur 1

Vallat de Calas – secteur 2

En rive droite du vallat de Calas, on distingue un thalweg significatif qui conflue avec le vallon, mais dont les apports ne sont pas dissociés de ceux du bassin versant propre au vallat, injectés directement dans le lit mineur. Il est donc proposé de classer la zone d'aléa indéterminé correspondant au panache d'écoulement de ce thalweg en aléa de type hydrogéomorphologique.

La délimitation du panache d'écoulement peut être faite à partir de la topographie, afin de représenter l'étalement possible de ce ruissellement. La zone d'aléa indéterminé restante entre le vallat et le panache de ruissellement ainsi défini peut alors être attribuée au débordement du vallat et donc classée en aléa résiduel.

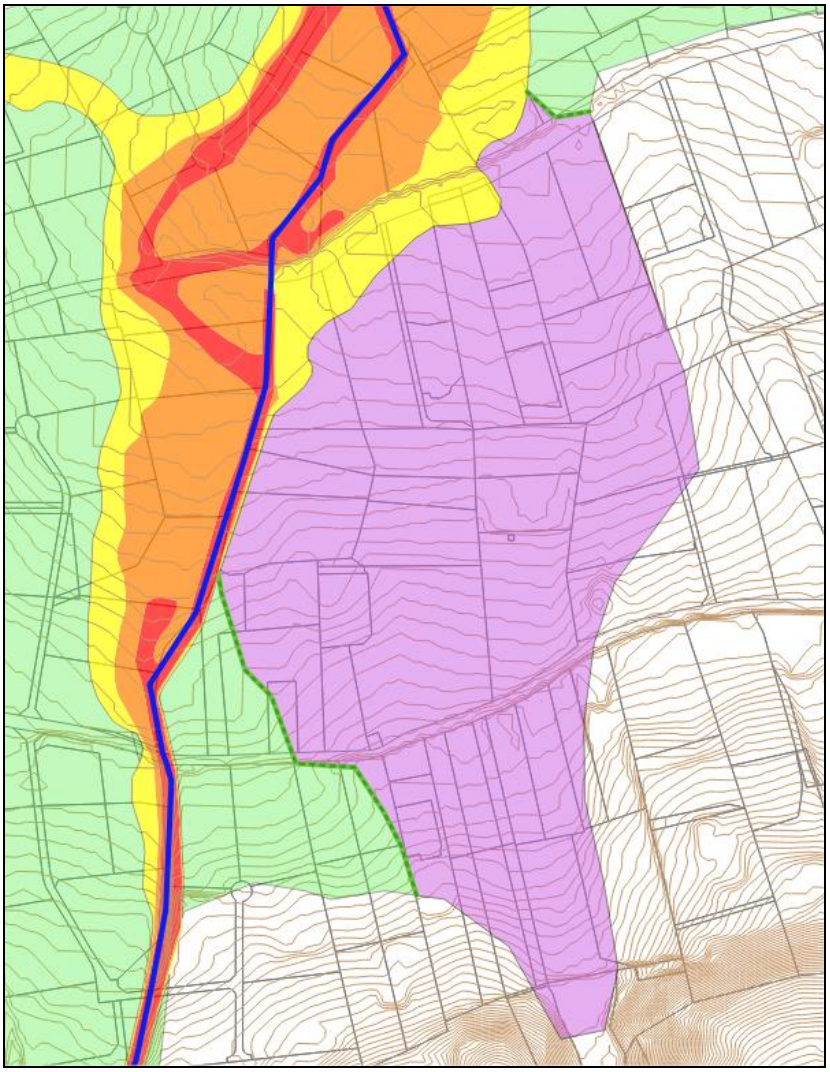


Figure 41 : Précision de l'aléa : vallat de Calas – secteur 2

Vallat de Calas – secteur 3

Sur ce secteur intermédiaire entre les axes d'écoulement modélisés des vallats de Calas et de Rans, il ne semble pas pertinent d'attribuer l'aléa indéterminé au ruissellement latéral dans la mesure où les bassins versants concernés ne sont pas significatifs.

En revanche, la topographie montre que la rive droite du lit majeur du vallat de Calas est peu marquée, laissant la possibilité à un étalement vers l'Est des débordements du cours d'eau. Ceci est particulièrement vrai sur un tronçon du vallat où le niveau des plus hautes eaux modélisées est estimé entre 175.50 et 171.50 m NGF, alors que la cote de déversement vers le versant du vallat de Rans est située entre 172 et 172.50 m NGF. On peut donc considérer que la zone d'aléa indéterminé représente le risque d'expansion des débordements du vallat de Calas et de leur surverse vers le vallat de Rans. D'après la topographie, les eaux qui franchissent ce point haut entre les deux bassins versants rejoignent le vallat de Rans en restant au Nord de la RD60A.

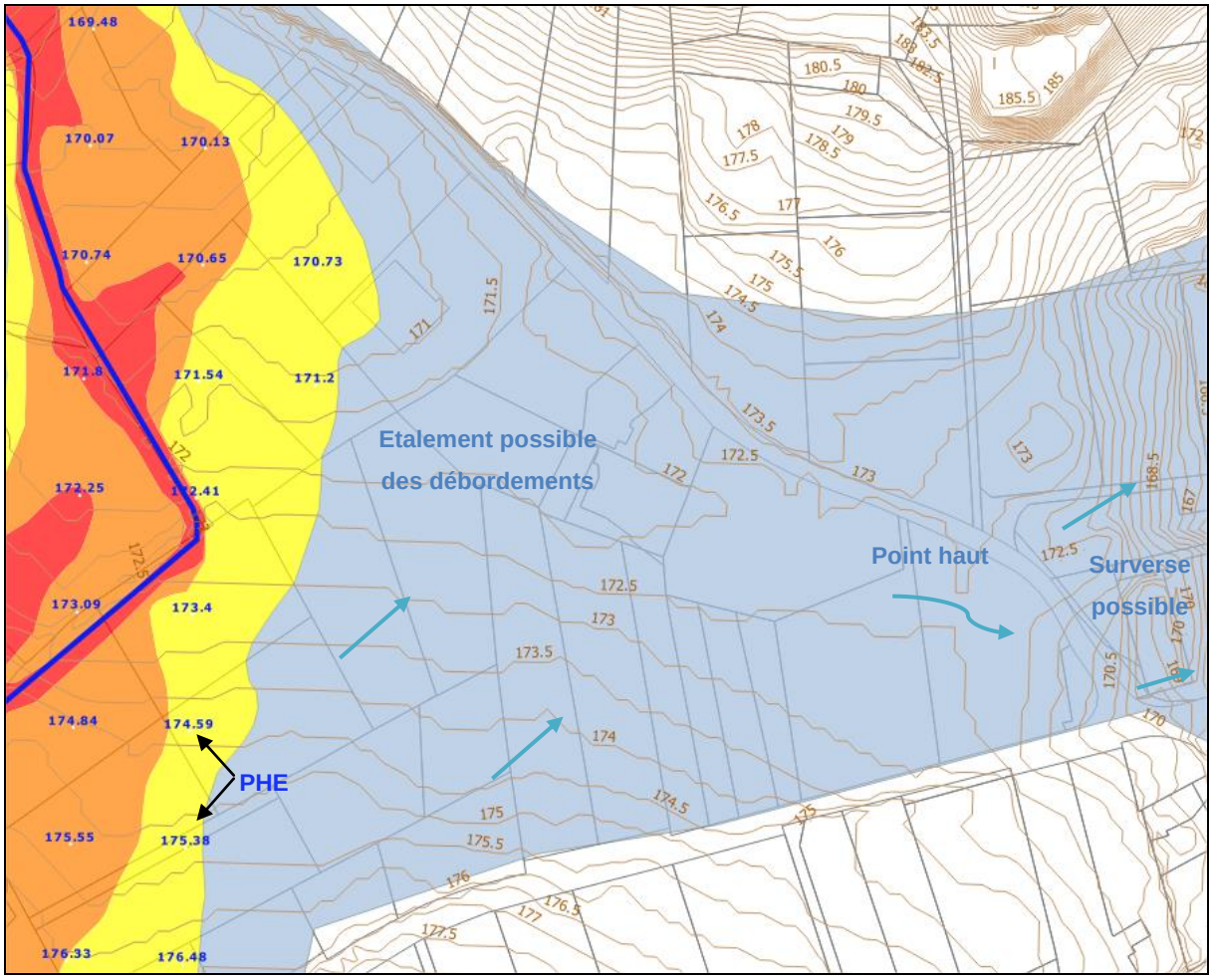


Figure 42 : Organisation des écoulements: vallat de Calas – secteur 3

Pour la zone d'aléa indéterminé située au Sud de la RD60A,en rive gauche du vallat de Rans, on peut de la même façon considérer que cela représente la possibilité d'étalement des débordements du cours d'eau, la rive gauche du lit majeur étant peu marquée selon la topographie.

Ainsi, il est proposé de classer l'ensemble de cette zone intermédiaire entre les deux vallats en aléa résiduel.

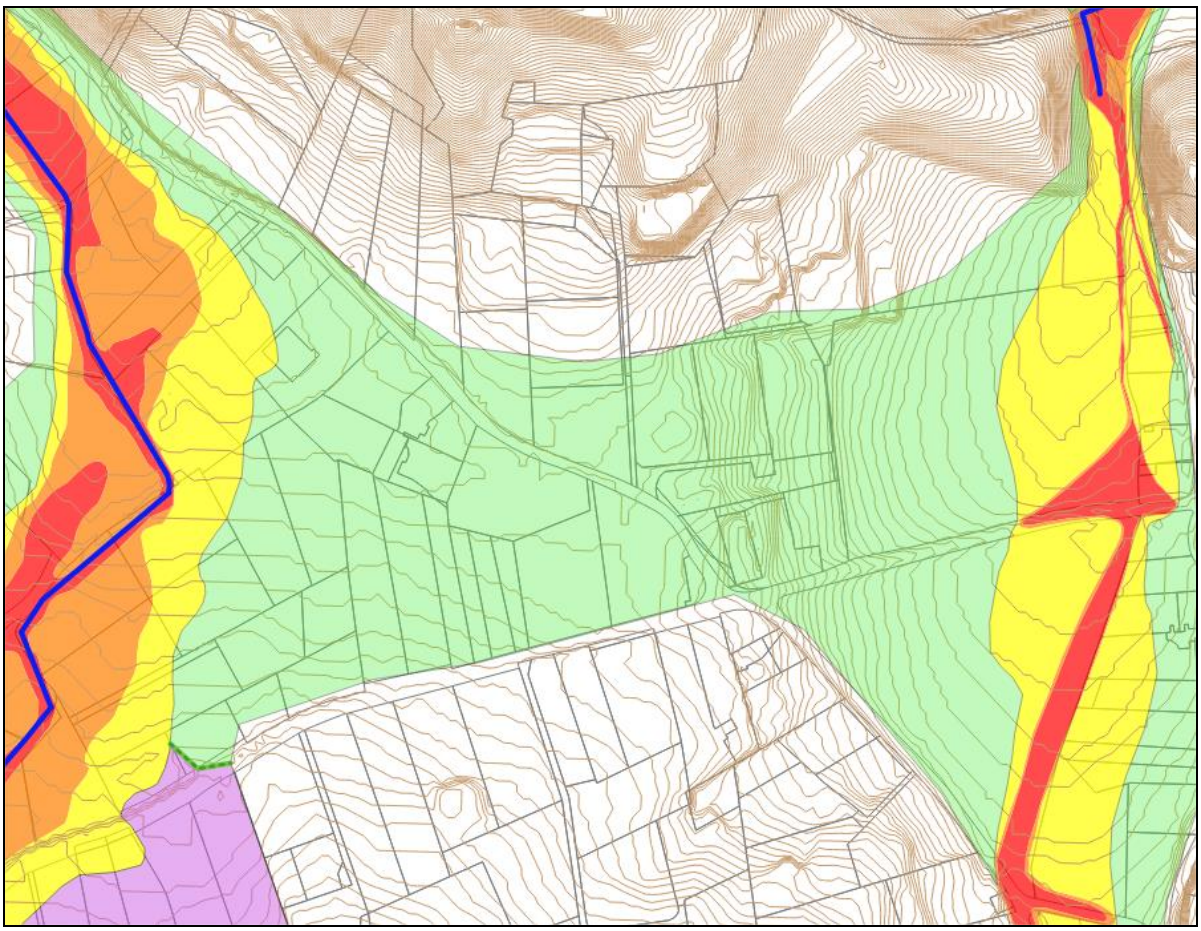


Figure 43 : Précision de l'aléa : vallat de Calas – secteur 3

3.3.10 VALLAT DE CHAMPFLEURY

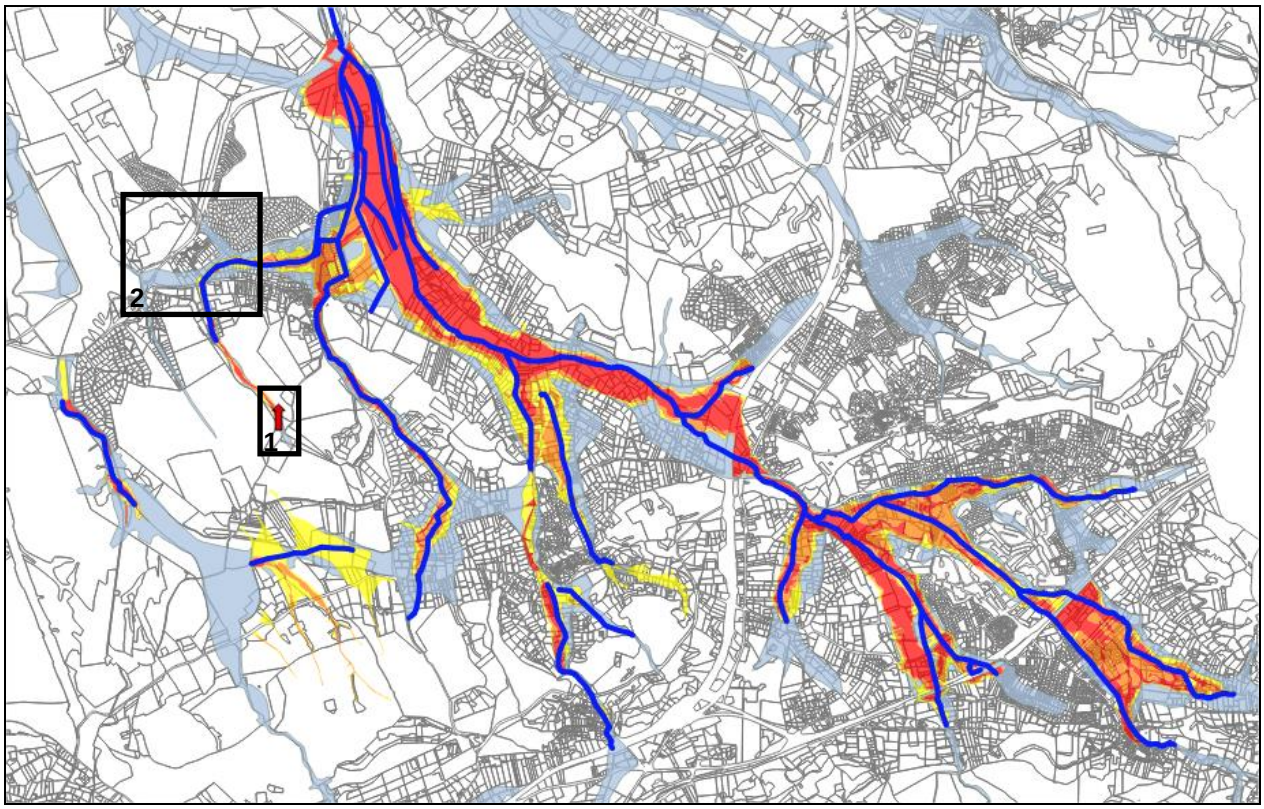


Figure 44 : Localisation des secteurs analysés – vallat de Champfleury

Le vallat de Champfleury a été modélisé par un couplage 1D / 2D, avec une injection de débit en limite amont du tronçon modélisé et une injection linéaire sur le tronçon modélisé.

Vallat de Champfleury – secteur 1

Ce secteur correspond à l'extrémité amont du tronçon modélisé du vallat de Champfleury. Il convient de conserver en aléa de type hydrogéomorphologique la zone située en amont de l'injection du débit dans le modèle hydraulique.

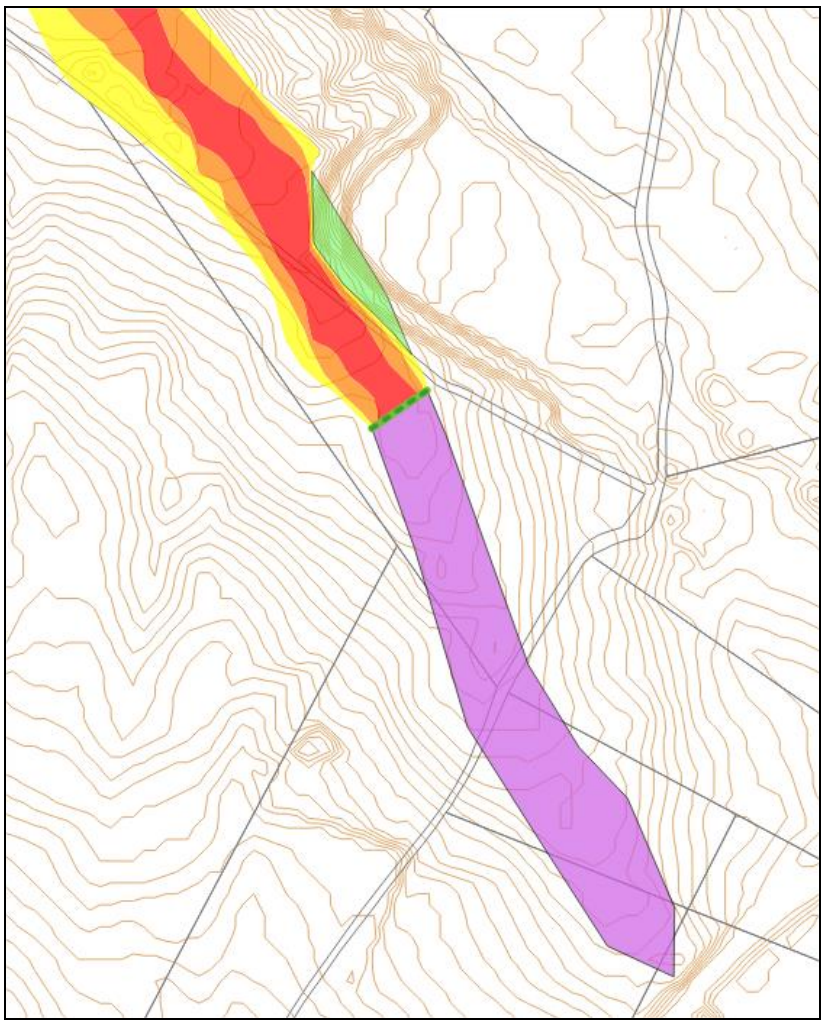


Figure 45 : Précision de l'aléa : vallat de Champfleury – secteur 1

Vallat de Champfleury – secteur 2

Ce secteur concerne deux thalwegs confluant avec le vallat de Champfleury, drainant des bassins versants significatifs, mais dont les apports ne sont pas discrétisés dans la modélisation. Il est donc préconisé de conserver un aléa hydrogéomorphologique au droit de ces axes de ruissellement. Les limites latérales de ces zones peuvent être déterminées suivant la topographie.

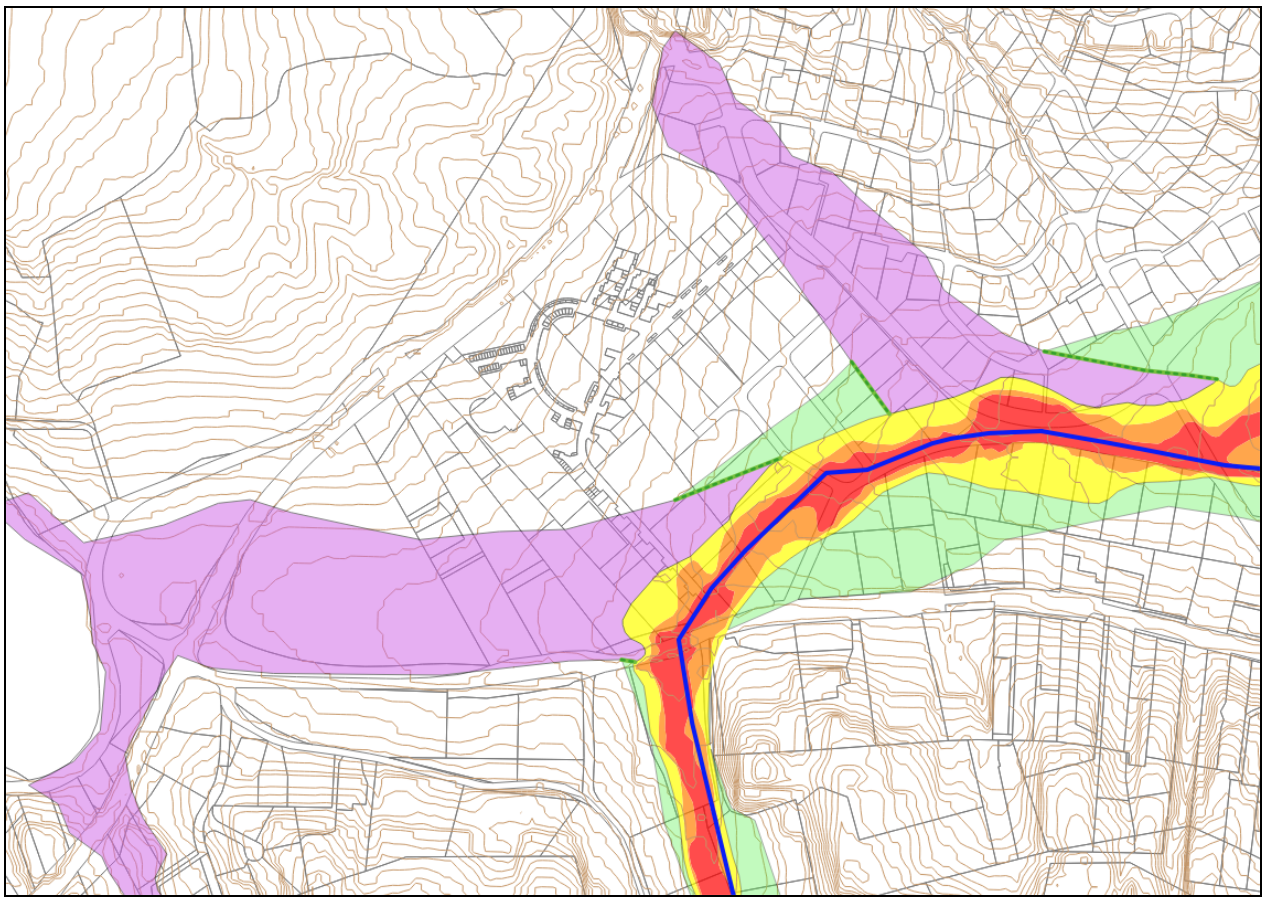


Figure 46 : Précision de l'aléa : vallat de Champfleury – secteur 2

3.3.11 GRAND TORRENT

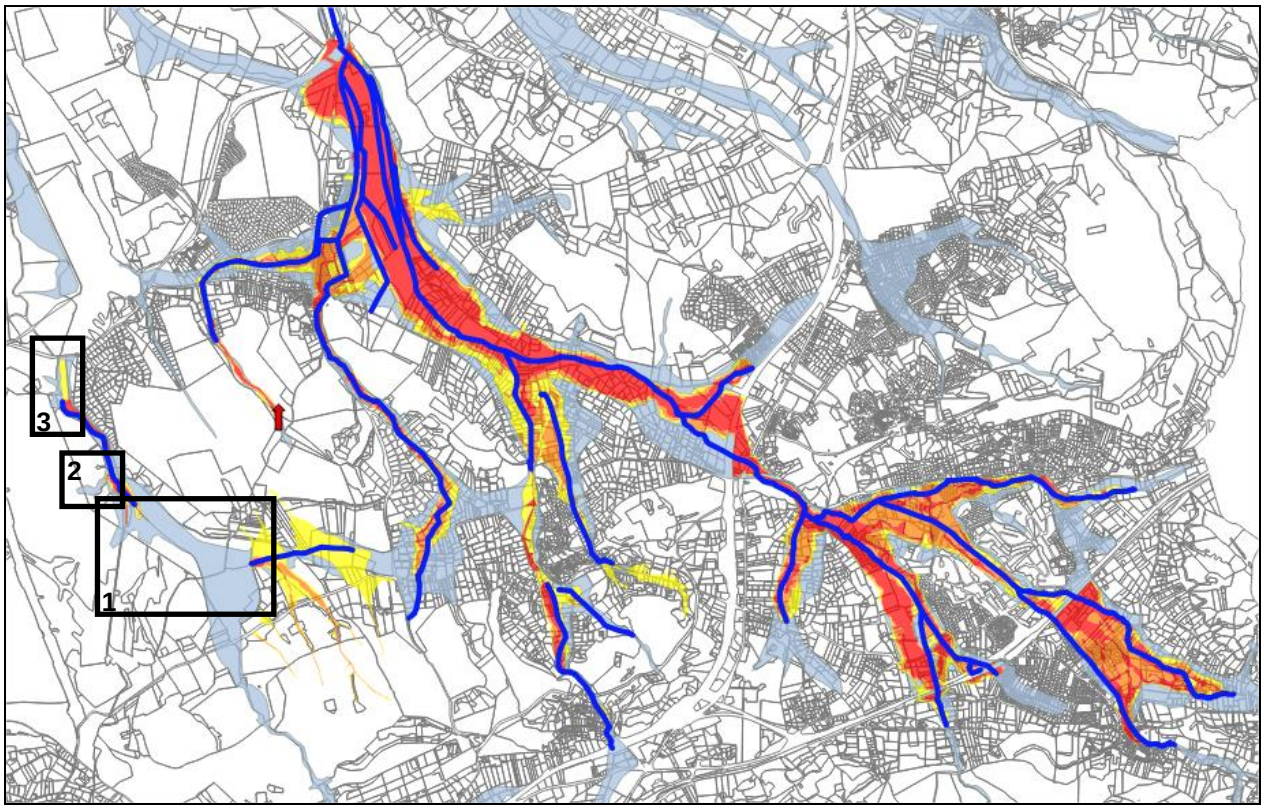


Figure 47 : Localisation des secteurs analysés – Grand Torrent

Le Grand Torrent a été modélisé en 1D couplé 2D sur ses deux extrémités uniquement :

- seul un fossé en amont de l'hippodrome, affluent rive droite du Grand Torrent a été modélisé en 1D / 2D pour la partie amont ;
- puis le Grand Torrent a été modélisé en 1D/2D seulement en aval de l'hippodrome.

La continuité des écoulements entre ces deux tronçons est assurée par la modélisation 2D.

Les injections de débit dans le Grand Torrent sont de plusieurs types :

- Application directe de la pluie dans le modèle 2D pour le bassin versant du fossé amont,
- Injection d'hydrogrammes en tête du tronçon aval,
- Injection de l'hydrogramme de façon linéaire sur le tronçon aval.

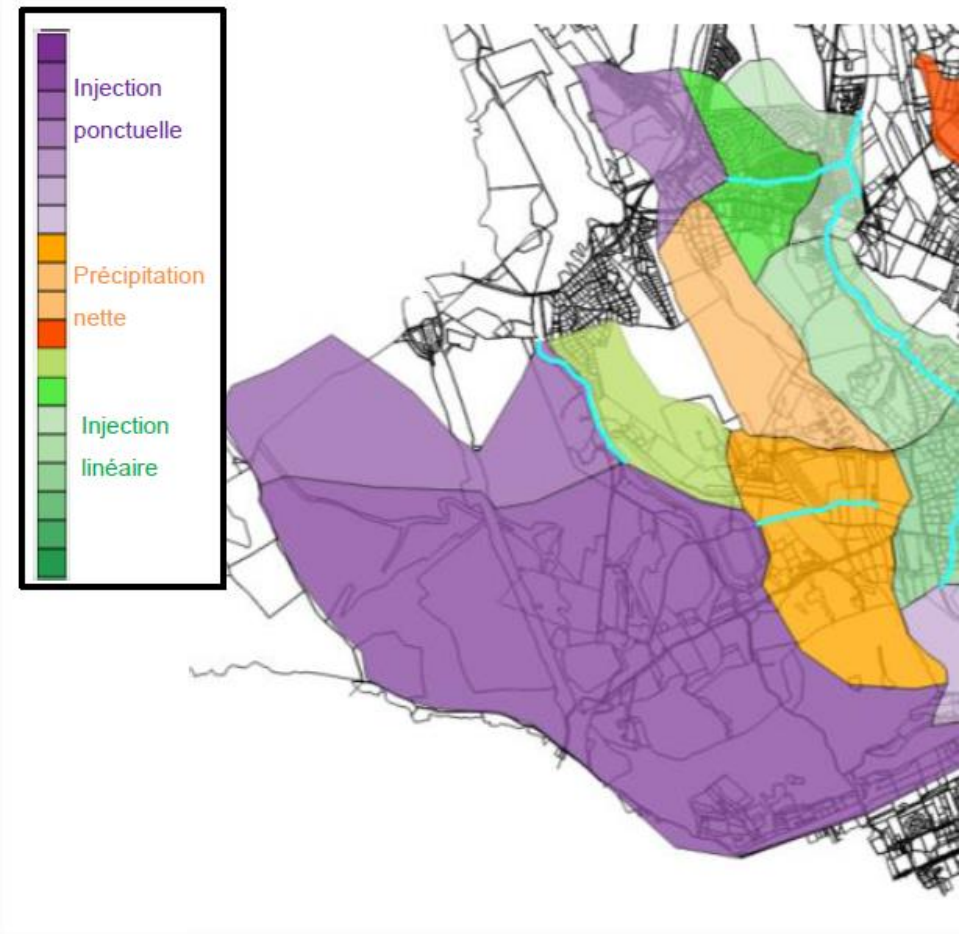


Figure 48 : Condition d'injection des débits dans le modèle hydraulique de Cabriès 2016 – Grand Torrent

Grand Torrent – secteur 1

Sur ce secteur intermédiaire entre les écoulements du fossé amont et ceux du Grand Torrent en aval de l'hippodrome, aucun apport intermédiaire n'est considéré dans la modélisation hydraulique. Ainsi, la partie amont du Grand Torrent en provenance du sud n'a pas fait l'objet d'une modélisation avec une injection de débit propre à ce sous-bassin versant. Il est donc préconisé de conserver cette zone en aléa de type hydrogéomorphologique afin de tenir compte du ruissellement attendu.

En rive droite du vallon, deux axes d'écoulement secondaires apparaissent en aléa différencié car ils représentent la concentration des écoulements résultant de l'application dans le modèle 2D de la pluie du sous-bassin versant à l'Est ; néanmoins l'aléa différentié n'est pas disponible une fois que ces thalwegs rejoignent le vallon principal. Il est préconisé alors de conserver la continuité du ruissellement avec un aléa de type hydrogéomorphologique.

De la même façon, les conditions d'écoulement modélisées suivant le fossé en amont de l'hippodrome ne sont plus réalistes une fois que le fossé conflue avec le Grand Torrent puisque la totalité des apports n'est alors pas prise en compte. Là encore, on conservera un aléa de type hydrogéomorphologique.

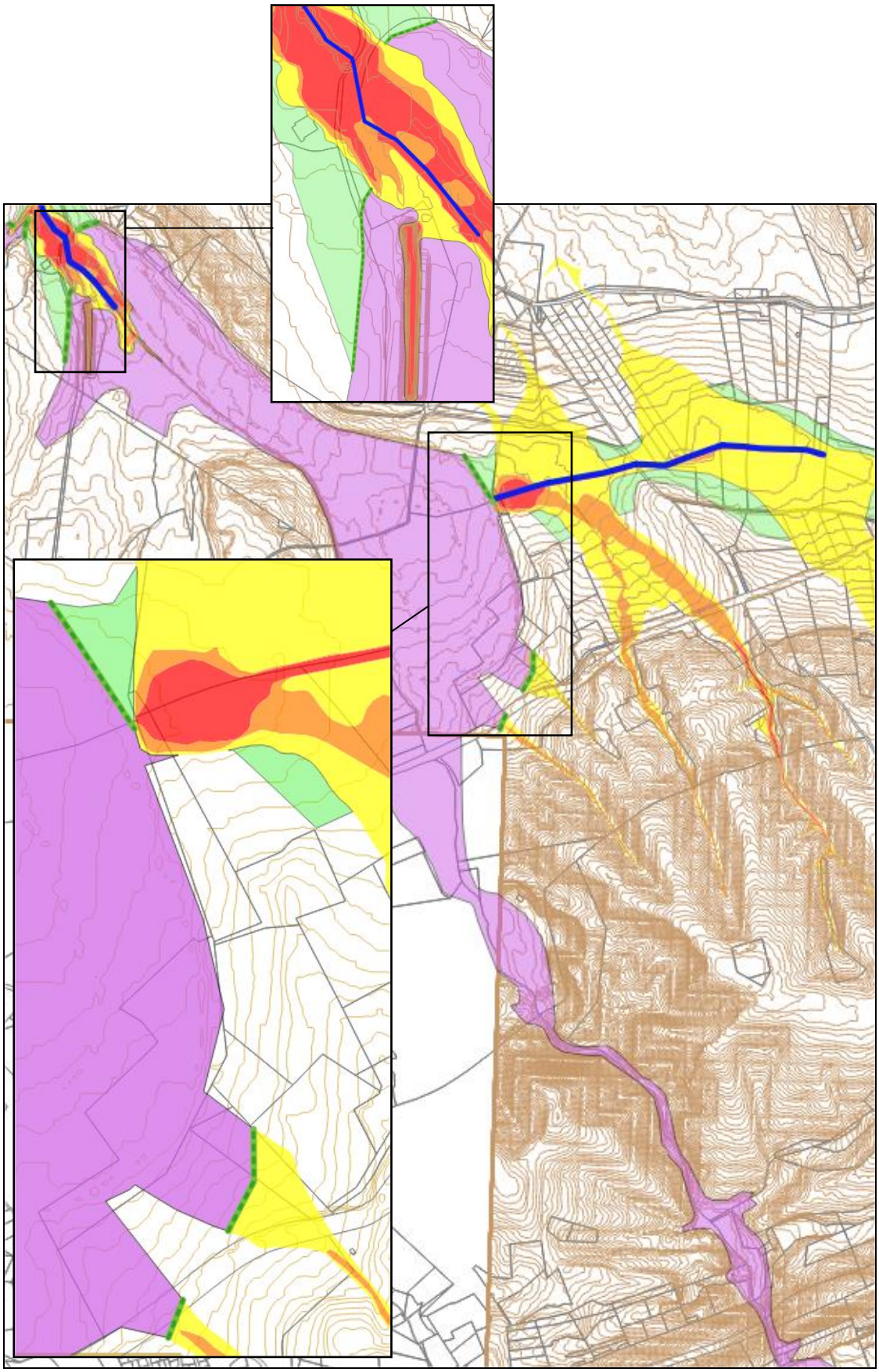


Figure 49 : Précision de l'aléa : Grand Torrent – secteur 1

Grand Torrent – secteur 2

Ce secteur correspond à un apport latéral par ruissellement selon un axe d'écoulement marqué. L'injection de débit n'ayant pas été discrétisée vis-à-vis de cet apport dans le modèle hydraulique, il est préconisé de conserver cette zone en aléa de type hydrogéomorphologique. Les limites latérales peuvent être fixées en fonction de la topographie locale.

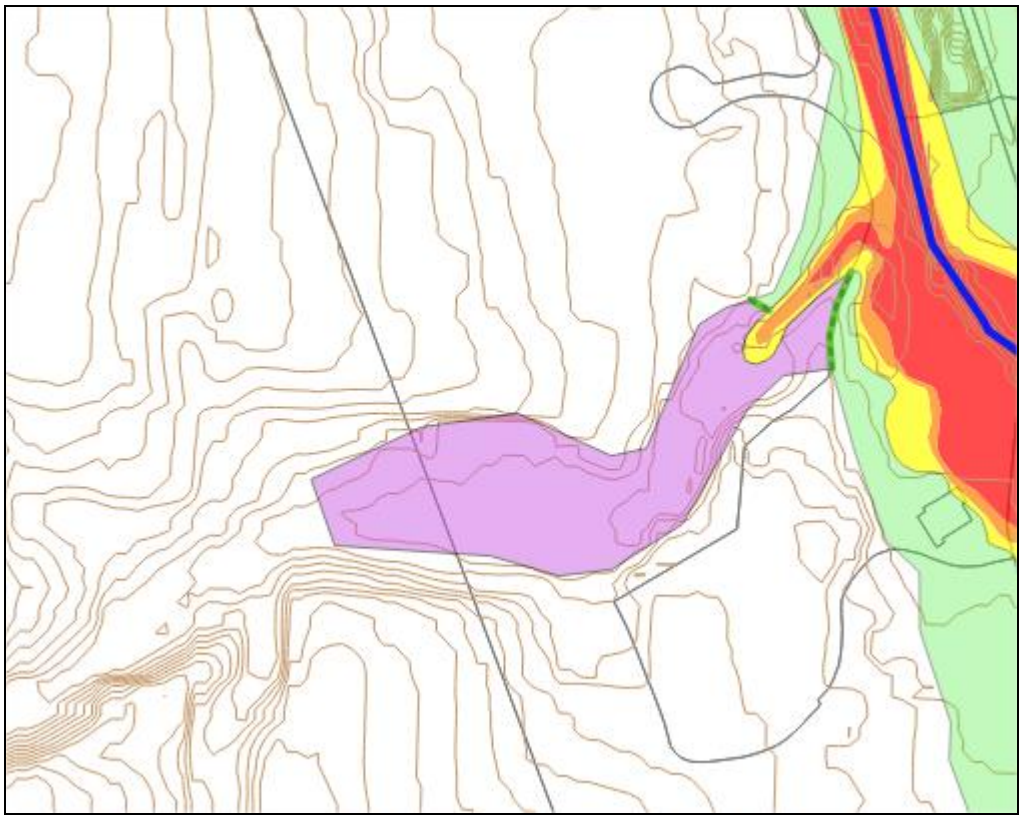


Figure 50 : Précision de l'aléa : Grand Torrent – secteur 2

Grand Torrent – secteur 3

Sur ce secteur, la zone d'aléa faible se situe au droit du canal d'alimentation du bassin Baume Baragne. Cependant, le dernier profil en travers pris en compte dans la modélisation 1D se situe plus en amont, au droit de la limite entre l'aléa fort et l'aléa faible (voir figure ci-dessous). Au droit de ce profil en travers, le modèle 1D intègre en condition de limite aval une loi hauteur/débit, qui permet de faire sortir les eaux de la modélisation. Les écoulements représentés en aval de cette limite correspondent donc uniquement aux écoulements calculés par le modèle 2D, qui ne transitent pas par le lit mineur, soit une très faible part de l'écoulement. Ainsi, les hauteurs d'eau et vitesses d'écoulement calculées par le modèle 2D sont largement sous-estimées et n'ont aucun sens réel.

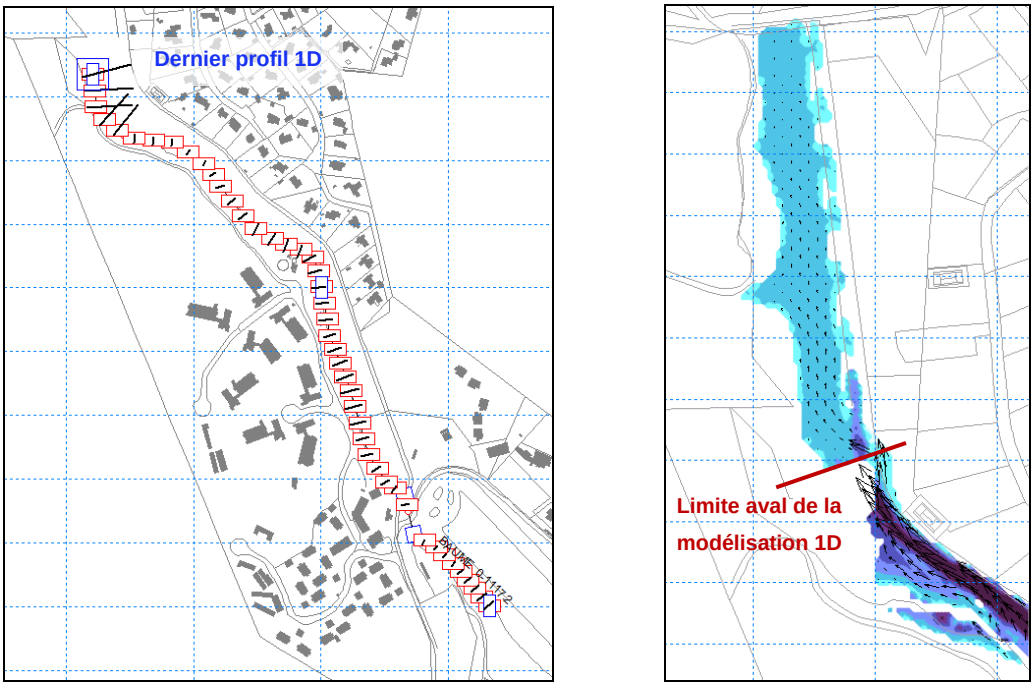


Figure 51 : Limite de la modélisation 1D – Grand Torrent – secteur 3

Il semble donc que l'aléa faible indiqué en aval de la limite de modélisation 1D ne soit pas justifié mais corresponde à un aléa artificiel de modélisation. Dans les résultats de simulation présentés dans le rapport d' « étude hydraulique de cartographie de l'aléa inondation sur le territoire de Cabriès », réalisée début 2016, cette zone aval était d'ailleurs conservée avec un aléa hydrogéomorphologique.
Il semble que l'aléa faible ait été rétabli par erreur lors de la mission globale de définition de l'aléa réalisée fin 2016.

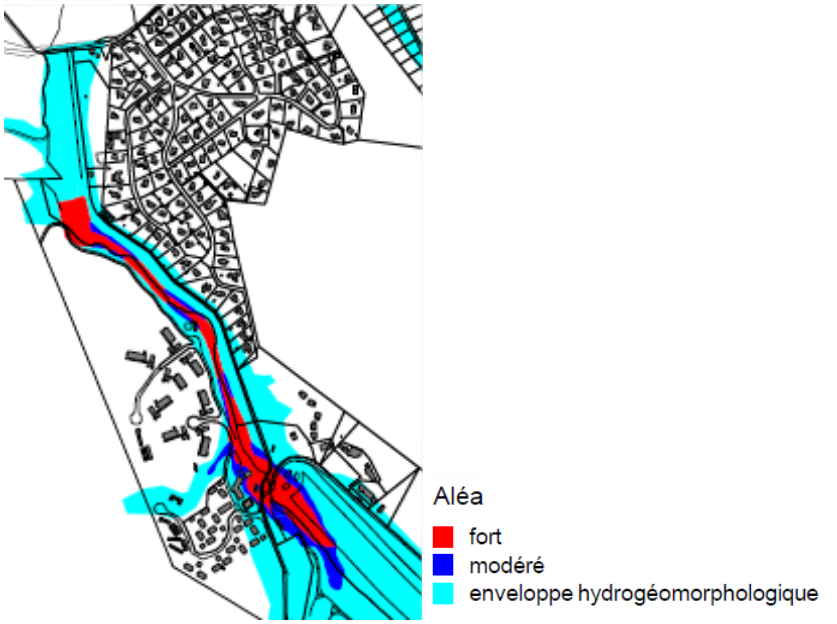


Figure 52 : Extrait de la cartographie de l'aléa présentée dans le rapport d'étude hydraulique de début 2016 – Grand Torrent – secteur 3

Par conséquent, il est proposé de revenir à un aléa de type hydrogéomorphologique sur tout le secteur situé en aval de la limite de modélisation 1D.

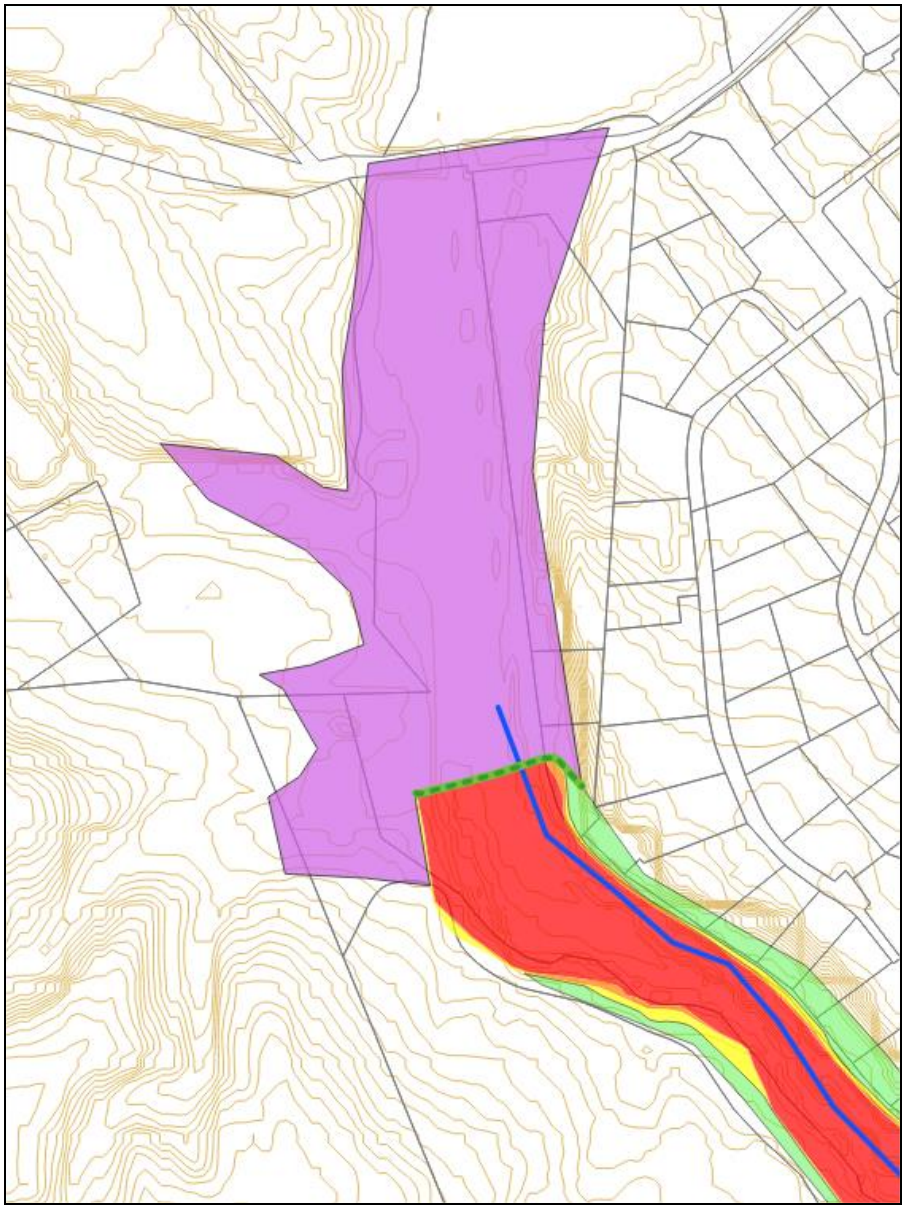


Figure 53 : Précision de l'aléa : Grand Torrent – secteur 3