



PREFECTURE
DES BOUCHES DU RHÔNE

DDTM 13

Direction Départementale
Des Territoires et de la Mer

16 rue Antoine
Zattara 13332
Marseille Cedex 3

**PPRI APPROUVE
PAR ARRETE
PREFECTORAL LE
2 MARS 2020**

Édition Février 2020

PLAN DE PREVENTION DES RISQUES NATURELS PREVISIBLES (P.P.R.) INONDATION SUR LA COMMUNE D'AIX-EN-PROVENCE

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

-1- RAPPORT DE PRÉSENTATION

SOMMAIRE

sommaire.....	2
0 PREAMBULE.....	7
1 LES RISQUES D'INONDATION CONSTATÉS.....	9
1.1 Le territoire d'Aix-en-Provence et le bassin versant de l'Arc.....	9
1.2 Le bassin versant de l'Arc et ses crues.....	16
1.2.1 Les grands types de crues.....	16
1.2.2 Déroulement des principales crues historiques du 20 ^{ème} siècle et conséquences.....	16
1.2.2.1 Inondations de janvier 1978.....	17
1.2.2.2 Inondations de septembre 1993	18
1.3 Résultats des modélisations hydrologiques et hydrauliques.....	20
1.3.1 L'Arc.....	21
1.3.1.1 Hydrologie de la crue de référence – Hypothèse retenue.....	21
1.3.1.2 Modélisation hydraulique de la crue de référence.....	22
1.3.1.3 Résultat de la modélisation hydraulique de la crue de référence.....	25
1.3.2 Le Ruisseau des Corneilles et le Ruisseau des Pinchinats.....	28
1.3.2.1 Analyse hydrologique.....	29
1.3.2.2 Modélisation hydraulique.....	29
1.3.2.3 Résultats de la modélisation 1D/2D de la crue de référence.....	31
1.3.3 La Torse et le Ruisseau des Barets.....	33
1.3.3.1 Analyse hydrologique.....	34
1.3.3.2 Modélisation hydraulique.....	36
1.3.4 La Luynes.....	38
1.3.4.1 Hydrologique : Modélisation pluie-débit.....	38
1.3.4.2 Modélisation hydraulique de la Luynes.....	40
1.3.4.3 Cartographie des caractéristiques d'écoulement.....	41
1.3.5 Le Grand Vallat et la Jouïne.....	43
1.3.5.1 Hydrologie : modélisation pluie-débit.....	43
1.3.5.2 Modélisation des écoulements.....	48
1.3.5.3 Résultats de la modélisation 2D.....	48
1.3.6 La Petite Jouïne, les Milles ZI et la Duranne ZAC.....	50
1.3.6.1 Description des secteurs considérés.....	50
1.3.6.2 Analyse hydrologique.....	51
1.3.6.3 Modélisation hydraulique.....	52
1.3.6.4 Résultats de la modélisation 1D / 2D de la crue de référence.....	53
1.3.7 Le Malvallat, le vallat des Marseillais et le Grand Torrent.....	55
1.3.7.1 Méthode d'identification des zones inondables.....	55
1.3.7.2 Transposition de la méthode hydrogéomorphologique vers la cartographie des aléas.....	55
1.4 Conclusion.....	57
2 LES MESURES DE PROTECTION DES PERSONNES ET DES BIENS.....	58
2.1 L'alerte et la gestion de crise.....	59
2.1.1 La prévision des crues.....	59
2.1.2 Le plan communal de sauvegarde (PCS).....	59
2.2 Les dispositifs de protection sur le bassin versant de l'Arc.....	60
2.2.1 Le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux Rhône Méditerranée (SDAGE).....	60
2.2.2 Le Schéma d'Aménagement de Gestion des Eaux de l'Arc.....	61
2.2.3 Le Plan de Gestion des Risques d'Inondation (PGRI).....	62
2.2.4 La Gestion des Milieux Aquatiques et la Prévention des Inondations (GEMAPI).....	62
2.3 La prévention.....	63
2.3.1 Le Document d'Information Communal sur les RISques Majeurs (DICRIM).....	63
2.3.2 Le Plan Communal de Sauvegarde (PCS).....	63
2.3.3 L'information de la population.....	63
2.3.4 Les Plans de Prévention des Risques Naturels.....	64

2.3.4.1 Objectifs.....	64
2.3.4.2 Pièces constituanes.....	64
2.4 Solidarité et obligations.....	65
2.4.1 L'indemnisation des victimes des catastrophes naturelles.....	65
2.4.2 Sujétions applicables aux particuliers.....	65
2.4.3 Les financements par le Fonds de Prévention des Risques Naturels Majeurs.....	65
3 LE PPRI DE D'AIX-EN-PROVENCE.....	67
3.1 De l'aléa au risque, tenir compte des enjeux.....	67
3.1.1 Caractérisation de l'aléa.....	67
3.1.2 Caractérisation des enjeux.....	69
3.1.2.1 Méthode d'identification des enjeux.....	70
3.1.3 Zonage et règlement.....	71
3.1.3.1 Principe du zonage.....	71
3.1.3.2 Représentation cartographique	72
3.1.3.3 Règlement.....	73
3.2 Procédure.....	75
3.2.1 Élaboration du PPR.....	75
3.2.2 Révision et modification du PPR.....	75
3.3 Portée Réglementaire.....	75
4 ANNEXES.....	76
4.1 Schéma d'élaboration d'un PPRN.....	76
4.2 Archives INA projetées au cours des réunions de concertation.....	77
4.3 Panneaux exposés dans les mairies pendant la phase de concertation (voir pièces numériques).....	78
4.4 Compléments à la modélisation concernant la mise à jour des aléas sur la commune d'Aix-en-Provence dans le cadre de l'élaboration du Plan de Prévention des Risques d'Inondation – Rapport de synthèse hydraulique pédagogique (voir pièces numériques).....	79

Table des matières

Figure 1 : La définition du risque à partir de l'aléa et des enjeux.....	7
Figure 1 : Cours d'eau concernés par l'élaboration du PPRi d'Aix-en-Provence, l'Arc et ses principaux affluents.....	8
Figure 2 : Le territoire d'Aix-en-Provence (sources: IGN, scan 100 et BD CARTHAGE).....	9
Figure 3 : Bassin versant de l'Arc.....	10
Figure 4 : Urbanisation d'Aix-en-Provence en 1925.....	11
Figure 5 : Urbanisation d'Aix-en-Provence en 1970.....	11
Figure 6 : Urbanisation d'Aix-en-Provence en 2015.....	12
Figure 7 : l'Arc à Saint-Pons (1).....	13
Figure 8 : l'Arc à Saint-Pons (2).....	13
Figure 9 : Exploitation agricole en bordure de l'Arc.....	14
Figure 10 : L'Arc et sa ripisylve (1).....	14
Figure 11 : L'Arc et sa ripisylve (2).....	15
Figure 12 : Précipitations quotidiennes sur les Bouches-du-Rhône en janvier 1978 (source : Météo France).....	18
Figure 13 : Inondation de l'Avenue de l'Europe en 1993 (source : vidéo du 20h de France 2 du 13 septembre 1993).....	19
Figure 14 : Caractéristiques principales des études hydrauliques sur Aix-en-Provence (Source : SUEZ Consulting, 2018).....	20
Figure 15 : Lame d'eau précipitée du 14 juin au 16 juin 2010 (source : Étude de mise en cohérence des études hydrologiques et hydrauliques sur le bassin versant de l'Arc, GINGER-SABA, 2010). ..	21
Figure 16 : Épisode du 15 juin 2010 : scénario retenu par tronçon (source : Étude hydraulique sur le bassin versant de l'Arc, SAFEGE – DDTM13, 2016).....	21
Figure 17 : Épisode du 15 juin 2010 : scénario retenu par tronçon (source : Étude hydraulique sur le bassin versant de l'Arc, SAFEGE – DDTM13, 2016).....	22
Figure 18 : Transformation du MNT en maillage (source : Étude hydraulique sur le bassin versant de l'Arc, SAFEGE – DDTM13, 2016).....	23
Figure 19 : Modèle numérique de terrain et création du maillage 2D (source : Étude hydraulique sur le bassin versant de l'Arc, SAFEGE – DDTM13, 2016).....	24
Figure 20 : Hauteurs d'eau de référence (Le Tholonet – Val de l'Arc – Pont de l'Arc) - (source : Étude hydraulique sur le bassin versant de l'Arc, SAFEGE – DDTM13, 2016).....	25
Figure 21 : Hauteurs d'eau de référence (Pont de l'Arc, Beauvalle, La Parade, La Pioline) - (source : Etude hydraulique sur le bassin versant de l'Arc, SAFEGE – DDTM13, 2016).....	26
Figure 22 : Hauteurs d'eau de référence (La Pioline, Les Milles, Saint-Pons) - (source : Étude hydraulique sur le bassin versant de l'Arc, SAFEGE – DDTM13, 2016).....	26
Figure 23 : Hauteurs d'eau de référence (entre la ZEC des Milles et Roquefavour) - (source : Étude hydraulique sur le bassin versant de l'Arc, SAFEGE – DDTM13, 2016).....	27
Figure 24 : Périmètre d'étude et limite du modèle 2D (source : SDEP, SAFEGE – Aix-en-Provence, 2011).....	28
Figure 25 : Pluie du 22-23 septembre 1993 à Aix-en-Provence au pas de temps 6 min (source : SAFEGE – Aix-en-Provence, SDEP, 2011).....	29

Figure 26 : Maillage du modèle 2D – Exemple de la zone San Peyre (source : SAFEGE – Aix-en-Provence, SDEP, 2011).....	30
Figure 27 : Extrait du diagnostic hydraulique des réseaux pour la crue de référence (source : SAFEGE – Aix-en-Provence, SDEP, 2011).....	31
Figure 28 : Extrait du diagnostic hydraulique des réseaux pour la crue de référence – modèle de surface (source : SAFEGE – Aix-en-Provence, SDEP, 2011).....	32
Figure 29 : Emprise d'étude (source : Étude hydraulique, SAFEGE-HORIZON – Aix-en-Provence, 1997).....	33
Figure 30 : Période de retour de l'événement de 1993 (source : Étude hydraulique, SAFEGE-HORIZON – Aix-en-Provence, 1997).....	34
Figure 31 : Découpage des sous-bassins versants (source : Étude hydraulique, SAFEGE-HORIZON – Aix-en-Provence, 1997).....	35
Figure 32 : Débits de pointe de chaque tronçon (source : Étude hydraulique, SAFEGE-HORIZON – Aix-en-Provence, 1997).....	35
Figure 33 : Localisation des débits calculés pour chaque tronçon (source : Étude hydraulique, SAFEGE-HORIZON – Aix-en-Provence, 1997).....	36
Figure 34 : Extrait de la carte des hauteurs d'eau pour la crue de référence (source : Étude hydraulique, SAFEGE-HORIZON – Aix-en-Provence, 1997).....	37
Figure 35 : Emprise d'étude (source : Étude de modélisation de la Luynes, SCE – commune d'Aix-en-Provence, 2012).....	38
Figure 36 : Caractéristiques des pluies de projet (Dint = 1h, Dtot = 7h) à la station d'Aix-en-Provence (source : Étude de modélisation de la Luynes, SCE – Commune d'Aix-en-Provence, 2012).....	39
Figure 37 : Pluies de projet utilisées dans le modèle « Pluie-Débit » (source : Étude de modélisation de la Luynes, SCE – commune d'Aix-en-Provence, 2012).....	39
Figure 38 : Reconstitution de la pluie du 22 au 23 septembre 1993 à Aix Galice (source : étude DARGAON 1998 et Météo France) - (source : Étude de modélisation de la Luynes, SCE – commune d'Aix-en-Provence, 2012).....	40
Figure 39 : Résultats comparés des modélisations Pluie-Débit pour un événement d'occurrence 100 ans et de type 1993 (source : Étude de modélisation de la Luynes, SCE – Commune d'Aix-en-Provence, 2012).....	40
Figure 40 : Les grandes étapes de mise en œuvre du modèle mathématique (source : Etude de modélisation de la Luynes, SCE – commune d'Aix-en-Provence, 2012).....	41
Figure 41 : Conditions de franchissement de l'autoroute par la Luynes suite à un épisode pluvieux de type 1993 (source : Étude de modélisation de la Luynes, SCE – commune d'Aix-en-Provence, 2012).....	42
Figure 42 : 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).....	43
Tableau 43 : Quantités de pluies en mm pour la station météorologique d'Aix-les-Milles (source : INGEROP – SABA, 2013).....	44
Figure 44 : Pluies de projet d'occurrence 2, 5, 10 et 50 ans (source : INGEROP – SABA, 2013)....	44
Figure 45 : Pluie de septembre 1993 (source : INGEROP – SABA, 2013).....	45
Figure 46 : Hydrogrammes de crue de la Petite Jouïne au niveau de la RD9 d'après SAFEGE (source : INGEROP – SABA, 2013).....	45

Tableau 47 : Débits de pointe des sous bassins versant (source : INGEROP – SABA, 2013).....	46
Figure 48 : Débit de pointe retenus sur l'ensemble du réseau hydrographique (source : INGEROP – SABA, 2013).....	47
Figure 49 : Hauteurs maximales pour l'événement type 1993 (source : INGEROP – SABA, 2013)	49
Figure 50 : Structure du réseau d'évacuation des eaux pluviales sur la zone « ZI les Milles – la Duranne » (source : SAFEGE – Aix-en-Provence, SDEP, 2011).....	51
Figure 51 : Pluie du 22-23 septembre 1993 à Aix-en-Provence au pas de temps 6 min (source : SAFEGE – Aix-en-Provence, SDEP, 2011).....	51
Figure 52 : Maillage du modèle 2D – Exemple de la zone Duranne (source : SAFEGE – Aix-en-Provence, SDEP, 2011).....	52
Figure 53 : Extrait du diagnostic hydraulique des réseaux pour la crue de référence (source : SAFEGE – Aix-en-Provence, SDEP, 2011).....	53
Figure 54 : Inondation de surface 2D – ZI Les Milles (source : SAFEGE – Aix-en-Provence, SDEP, 2011).....	53
Figure 55 : Schéma d'une plaine alluviale type © Masson Garry Ballais modifié par SIEE.....	55
Figure 56 : Capture d'écran du site Vigicrues (Source : http://www.vigicrues.gouv.fr).....	59
Figure 57 : Zone stratégique d'expansion de Crue sur le territoire d'Aix-en-Provence (Extrait de l'Atlas cartographique du SAGE de l'Arc).....	61
Figure 58 : Zoom sur la Zone d'Expansion de Crues en bleu sur la carte de gauche (Extrait des cartes d'aléa et de zonage réglementaire du PPRi d'Aix-en-Provence).....	61
Figure 59 : Mobilité en terrain inondé en fonction de la vitesse et de la hauteur d'eau.....	67
Figure 60 : Détermination de l'aléa en fonction de la hauteur d'eau et de sa vitesse d'écoulement..	68
Figure 61 : Aléa sur la commune d'Aix-en-provence.....	68
Figure 62 : Extrait de la carte d'aléa d'Aix-en-provence.....	69
Figure 63 : Caractérisation des enjeux des zones inondables du bassin versant de l'Arc à Aix-en-Provence.....	70
Figure 64 : Matrice de zonage.....	71
Figure 65 : Zonage réglementaire du présent PPRi sur la commune d'Aix-en-Provence.....	72
Figure 66 : Extrait de la carte des Plus Hautes Eaux (PHE) du présent PPRi sur la commune d'Aix-en-Provence.....	73
Figure 67 : Structure du règlement de PPRi.....	74

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.

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.

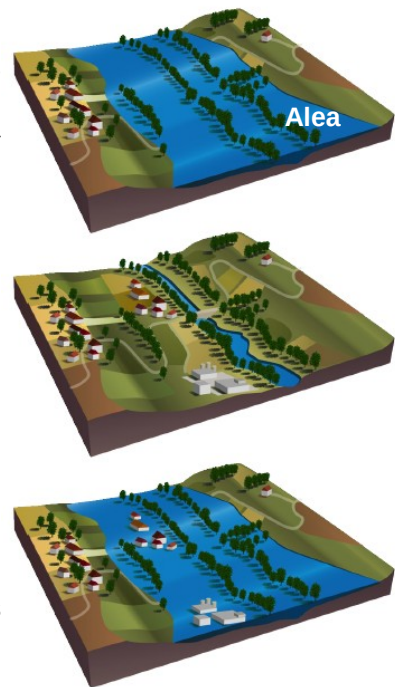


Figure 1 : La définition du risque à partir de l'aléa et des enjeux

Les crues successives historiques ont rappelé la forte vulnérabilité du territoire, notamment à partir de la seconde moitié du 20^{ème} 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 d'Aix-en-Provence 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 d'Aix-en-Provence du 9 avril 2018, le PPRi porte sur l'Arc et ses principaux affluents en s'appuyant sur les études suivantes :

- **L'Arc** : Étude SAFEGE datant de 2016, ayant fait l'objet d'un Porter à Connaissance en date du 25 août 2016 ;
- **La Luynes** : Étude SCE datant de 2012 ;
- **La Torse et ses affluents** : Étude SABA datant de 1996 / 1997 et Étude d'aménagement du Ruisseau des Corneilles / Ruisseau des Pinchinats datant de 2013 ;
- **Le Grand Vallat et la Petite Jouïne** : Étude INGEROP datant de 2017, ayant fait l'objet d'un Porter à Connaissance en date du 25 septembre 2017 ;
- **Le ruisseau Robert (Pôle d'activités d'Aix-en-Provence)** : Étude SAFEGE datant de 2016.
- **Le Malvallat et le Vallat des Marseillais** : Étude IPSEAU, 2004-2005

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.

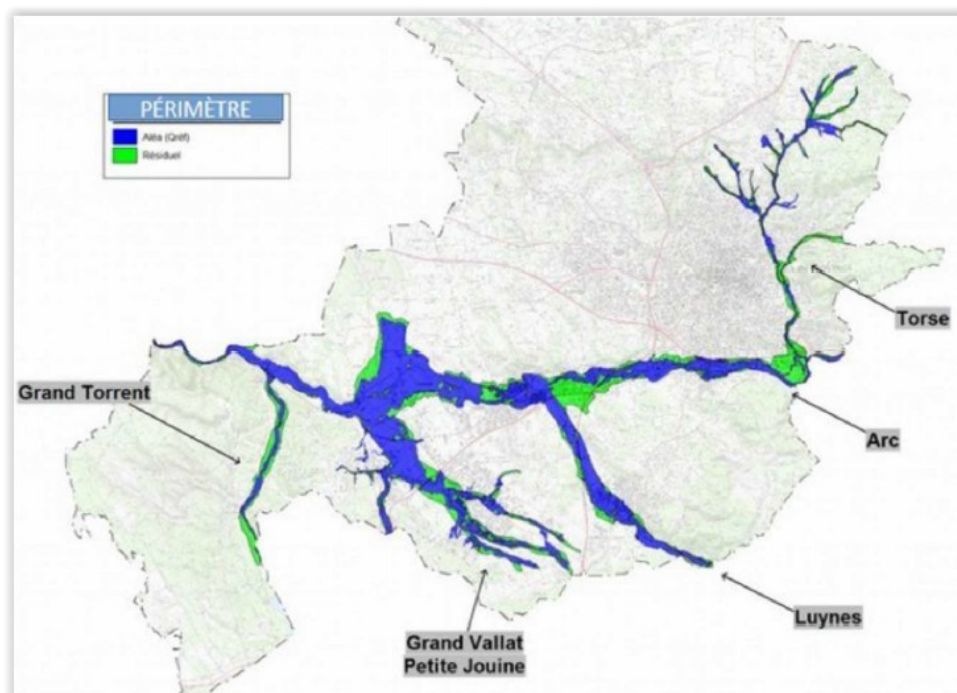


Figure 1 : Cours d'eau concernés par l'élaboration du PPRi d'Aix-en-Provence, l'Arc et ses principaux affluents

1 LES RISQUES D'INONDATION CONSTATÉS

1.1 Le territoire d'Aix-en-Provence et le bassin versant de l'Arc



Figure 2 : Le territoire d'Aix-en-Provence (sources: IGN, scan 100 et BD CARTHAGE)

Les 142 149 habitants d'Aix-en-Provence en 2014 (source INSEE) en font la 24^{ème} commune de France . Elle forme avec Marseille une aire urbaine qui comptait 1 734 277 habitants en 2013, soit la troisième aire urbaine de France (source INSE).

Elle couvre 18 608 hectares, ce qui en fait la 11^e commune la plus vaste de France métropolitaine et la 4^e des Bouches-du-Rhône. Son territoire comprend 6 219 hectares de surfaces boisées et englobe des villages aux alentours de la ville proprement dite : Les Milles, Luynes, Puyricard, Célony, Couteron, Les Granettes.

Aix-en-Provence se situe à 33 kilomètres au nord de Marseille et de la mer Méditerranée, entre le massif de la Sainte-Victoire à l'est et la chaîne de la Trévasse à l'ouest.

En résulte une grande diversité topographique dans laquelle s'inscrit une hydrographie structurée en grande partie par l'Arc et ses affluents dans les parties Est et Sud et par la Touloubre au Nord.

Le cours d'eau de l'Arc est caractéristique du milieu méditerranéen, avec de faibles débits habituels contrebalancés par des crues importantes en cas de pluies intenses.

L'Arc est un fleuve côtier qui prend sa source entre Saint-Maximin-la-Sainte-Beaume et Pourcieux (Var) à 493 mètres d'altitude, au pied du Mont Aurélien et se jette dans l'Étang de Berre. Sa longueur est de 85 km pour une pente moyenne inférieure à 1 %, son bassin versant s'étend sur une superficie de 715 km² couverte pas 30 communes dont 15 riveraines du fleuve, dont Aix-en-Provence.

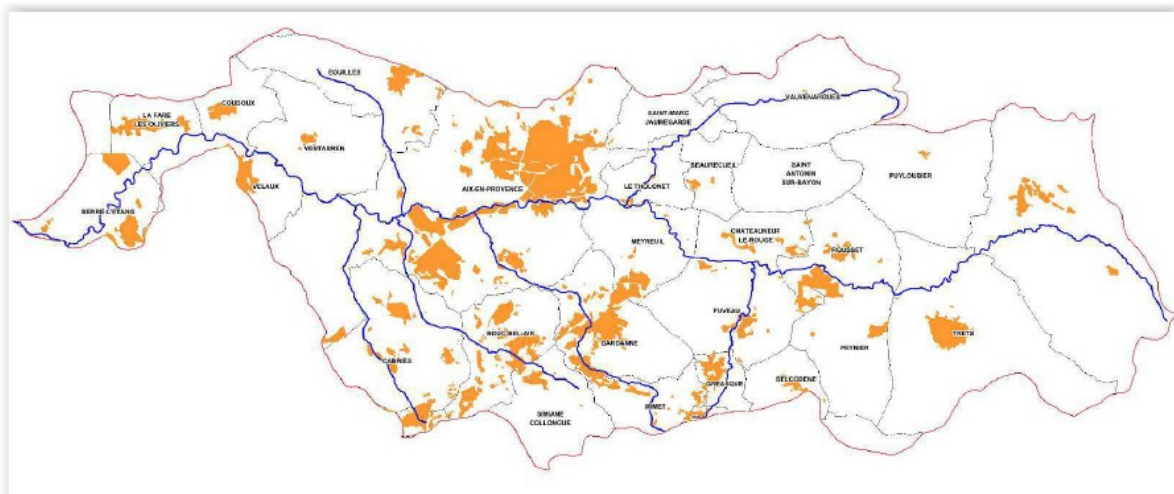


Figure 3 : Bassin versant de l'Arc

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 20 affluents principaux sont temporaires ou permanents:

- En rive droite de l'Arc : la Tune, la Partie, la Croule, l'Aigue Vive, le Bayeux, la Cause, la Torse, le Malvallat, le Vallat des Marseillais, le Vallat des Eyssarettes.
- En rive gauche de l'Arc : le Vallat des Très Cabrès, la Gardi, le Longarel, le Ruisseau de Genouillet, le Ruisseau de la Foux, le Verdalai, le Grand Vallat de Fuveau, la Luynes, la Jouïne, le Grand Torrent.

Les affluents de l'Arc concernant la commune d'Aix-en-Provence sont :

- La Torse ;
- Le Grand Vallat, la Petite Jouïne et le ruisseau Robert ;
- La Luynes ;
- Le Malvallat et le ruisseau des Marseillais ;
- Le Grand Torrent.

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 d'Aix-en-Provence que la hausse continue des surfaces imperméabilisées est la plus grande, ces dernières décennies.

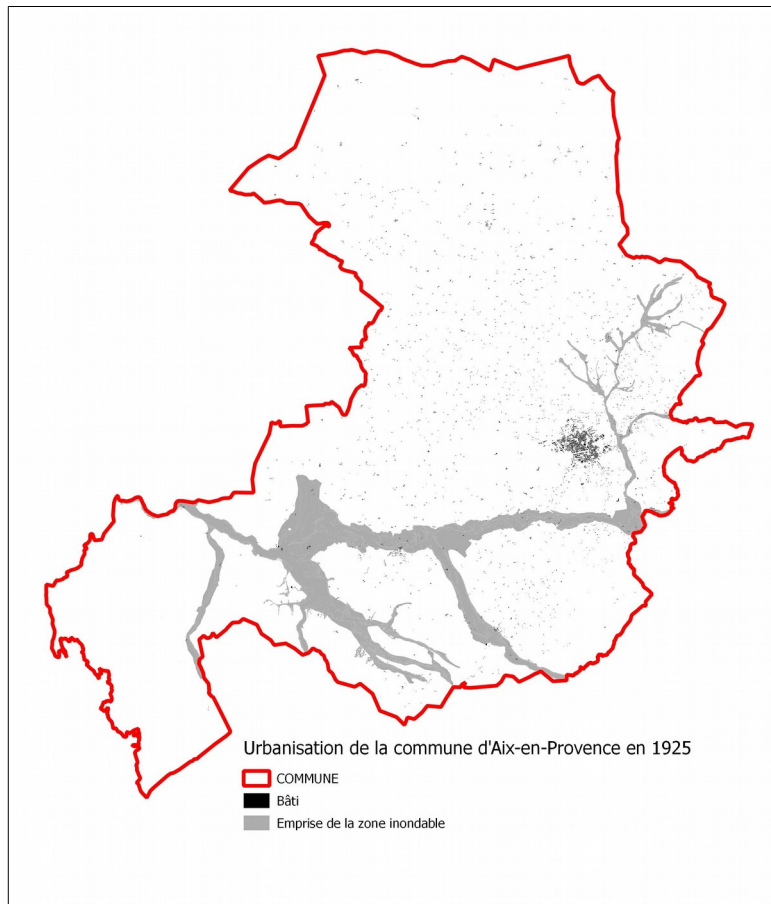


Figure 4 : Urbanisation d'Aix-en-Provence en 1925

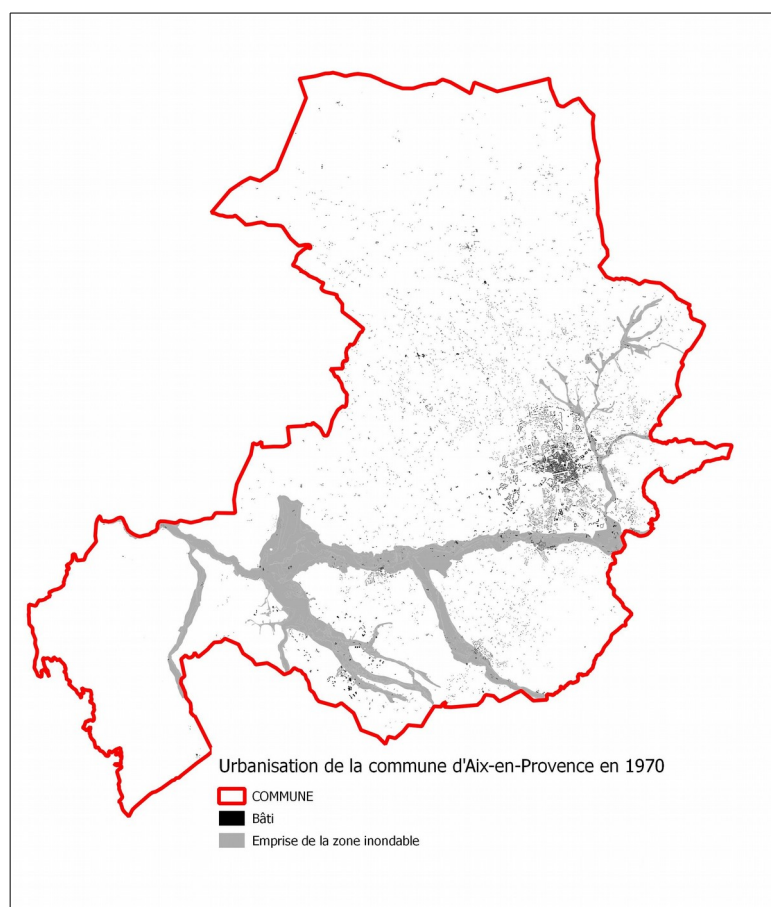


Figure 5 : Urbanisation d'Aix-en-Provence en 1970

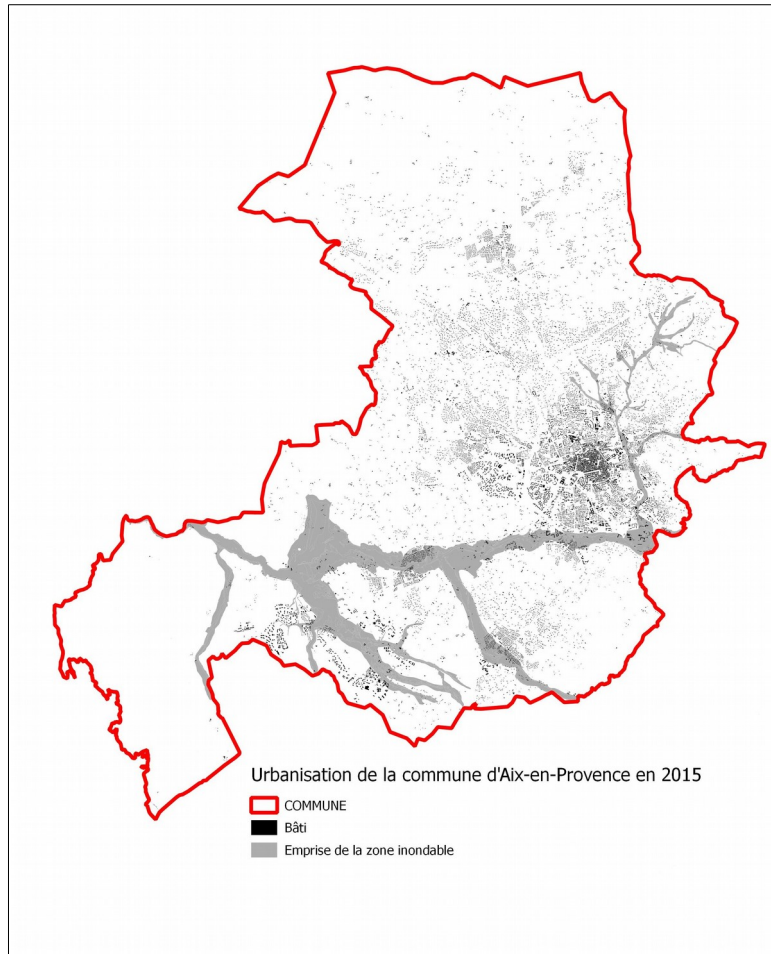


Figure 6 : Urbanisation d'Aix-en-Provence en 2015

À partir des années 1960, les nouveaux enjeux économiques et la poussée démographique aixoise conduisent la ville à s'engager dans de vastes programmes d'urbanisation, d'équipement et d'industrialisation avec la création de la ZAC des Milles. 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.

Ce fleuve côtier et ses affluents ont en effet vu leur environnement évoluer fortement sous l'effet de la croissance urbaine. Le développement des zones d'activités, 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



Figure 7 : l'Arc à Saint-Pons (1)



Figure 8 : l'Arc à Saint-Pons (2)



Figure 9 : Exploitation agricole en bordure de l'Arc



Figure 10 : L'Arc et sa ripisylve (1)



Figure 11 : L'Arc et sa ripisylve (2)

1.2 Le bassin versant de l'Arc et ses crues

L'Arc et ses affluents 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 ses 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 20^{ème} siècle et conséquences

Les techniques permettant la réalisation de mesures hydrauliques ne se sont véritablement développées qu'au cours de la deuxième moitié du 20^{ème} 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 20^e 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 crue majeure récente 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 entraîné 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 m³. 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 traîle 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.

**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 12 : 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.
- Listing des dégâts recensés par la commune :
 - Bâtiments communaux : 3 millions de francs :
 - 50 bâtiments sinistrés dont 30 endommagés et 20 inondés ;
 - Bâtiments les plus touchés : Ecole Jules Issac, école Daudet maternelle, école Giono, crèche les Pâquerettes.
 - Parcs et jardins : 2 millions de francs.
 - Cours d'eau et ouvrages : 12.5 millions de francs :
 - Restauration des cours d'eau : la Torse, le Baret, le ruisseau des Pinchinats, la Touloubre, la Sione, la Jouine, le Verladet, le Malvallat ;

- Restauration des bassins de rétention : la Robole, Jas de Bouffan, les Palombes (Puyricard).
- Réseaux : 2.5 millions de francs :
 - Réseaux d'eaux pluviales touchés ;
 - Réseaux d'eaux usées les plus touchés : Palombes, Brédasque, Lavoir de Grand-Mère ;
 - Réseaux d'eau potable les plus touchés : ZAC de Brédasque, Lavoir de Grand-Mère, Pont de Béraud, rue des Bœufs.
- Voirie : 14.5 millions de francs.
- Terrains de sports : 4 millions de francs. Les plus touchés : stade G. Carcassonne, stade des Milles, stade du Val Saint-André, Stade Jas de Bouffan.



Figure 13 : 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.

1.3 Résultats des modélisations hydrologiques et hydrauliques

Dans le cadre de l'élaboration du Plan de Prévention des Risques d'Inondation de la commune d'Aix-en-Provence, la DDTM13 a piloté une étude hydraulique confiée les aléas d'inondation pour l'Arc et ses affluents pour la crue de référence à partir de l'étude SUEZ Consulting de mise en cohérence des aléas à l'échelle de la commune d'Aix-en-Provence de 2018. Les cours d'eau concernés par cette étude sont :

- L'Arc ;
- La Torse ;
- Le Grand Vallat, la Petite Jouine et le ruisseau Robert ;
- La Luynes ;
- Le Malvallat et le ruisseau des Marseillais ;
- Le Grand Torrent.

Le tableau suivant précise les caractéristiques principales de ces études :

Cours d'eau	Maitre d'ouvrage	Bureau d'études	Année	Type de Modélisation	Crue de référence	Crues modélisées
La Torse et le ruisseau des Barets	Syndicat d'Aménagement du Bassin de l'Arc	Horizon - Safege	1997	1D (débordement pluvial)	Crue de septembre 1993	Q ₁₉₉₃
Le Malvallat, le Vallat des Marseillais et le Grand Torrent	DREAL PACA	IPSEAU – SIEE	2004-2005	Zone hydrogéomorphologique non modélisée	Hydrogéomorphologie correspondant à la crue de septembre 1993	
La petite Jouine, les Milles ZI et la Duranne ZAC	Commune d'Aix-en-Provence	SAFEGE	2011	1D (réseau pluvial) et 2D (débordement fluvial)	Crue de septembre 1993	Q ₁₀ et Q ₁₉₉₃
Affluents amont de la Torse : Ruisseau des Corneille et Ruisseau des Pinchinats	Commune d'Aix-en-Provence	SAFEGE	2011	1D (réseau pluvial) et 2D (débordement fluvial)	Crue de septembre 1993	Q ₁₀ et Q ₁₉₉₃
La Luynes	Commune d'Aix-en-Provence	SCE	2012	2D (débordement fluvial)	Crue de septembre 1993	Q ₁₀ et Q ₁₉₉₃
Le Grand Vallat et la Joine	Syndicat d'Aménagement du Bassin de l'Arc	INGEROP	2013	2D (débordement fluvial)	Crue de septembre 1993	Q ₂ , Q ₅ , Q ₁₀ , Q ₅₀ et Q ₁₉₉₃
Arc	DDTM 13	SAFEGE	2016	2D (débordement fluvial)	Type Juin 2010 du var	Q ₁₀ , Q ₃₀ , Q ₂₀₁₀ (référence) et Qexcept

Figure 14 : Caractéristiques principales des études hydrauliques sur Aix-en-Provence (Source : SUEZ Consulting, 2018)

Les cartographies des hauteurs d'eau, des vitesses d'écoulement et des aléas d'inondation pour la crue de référence reposent sur de nombreuses études hydrauliques 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 ou des bassins versants limitrophes :

- Pour l'Arc, la crue de référence est déterminée à partir des caractéristiques hydrologiques (pluies) de la catastrophe de juin 2010 qui a touché le bassin versant voisin de l'Argens.
- Pour la Torse, le Grand Vallat, la Petite Jouine, le ruisseau Robert, la Luynes, le Malvallat, le ruisseau des Marseillais et le Grand Torrent, 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.

1.3.1 L'Arc

Dans le cadre de la directive européenne sur la gestion du risque inondation d'octobre 2007, le bassin de l'Arc a été identifié comme l'un des territoires à risque important d'inondation (TRI) de la région méditerranéenne. L'étude de 2016 du risque inondation réalisée par le bureau d'études SAFEGE a conduit à la modélisation de l'Arc et à permis d'établir une cartographie détaillée des zones inondables pour plusieurs occurrences dont la crue dite « moyenne » dans le cadre de la Directive Inondation, qui correspond à l'évènement de référence (période de retour 100 ans ou crue historique documentée si elle lui est supérieure) ayant fait l'objet d'un Porter à Connaissance en date du 25 août 2016.

1.3.1.1 Hydrologie de la crue de référence – Hypothèse retenue

L'analyse hydrologique de l'étude de 2016 s'appuie sur une modélisation pluie-débit détaillée, avec réaction du bassin versant de l'Arc à une pluie du type de celle qui s'est abattue en juin 2010 sur le Var. Effectivement, d'après Météo France, cet événement d'une intensité remarquable aurait pu se produire n'importe où autour de la Méditerranée et « il est donc possible d'imaginer un tel événement sur le bassin de l'Arc, soit seulement 60 km à l'Ouest de l'épicentre de la pluie du 15 juin 2010 » (extrait du SAGE de l'Arc). Les résultats ayant montré que les débits résultants étaient très proches des débits centennaux affichés dans le SAGE de l'Arc, il a été décidé de les retenir pour définir l'évènement de référence.

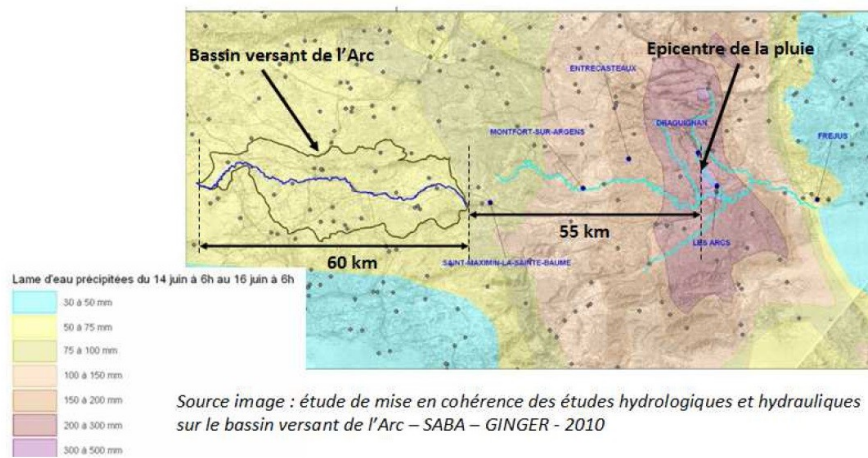


Figure 15 : Lame d'eau précipitée du 14 juin au 16 juin 2010 (source : Étude de mise en cohérence des études hydrologiques et hydrauliques sur le bassin versant de l'Arc, GINGER-SABA, 2010)

La crue de référence correspond au maximum des scénarii 1, 2 et 4 de l'application de l'évènement du Var du 15 juin 2010 sur le bassin versant de l'Arc. La localisation, par tronçon, du scénario retenu est présentée sur la figure suivante.

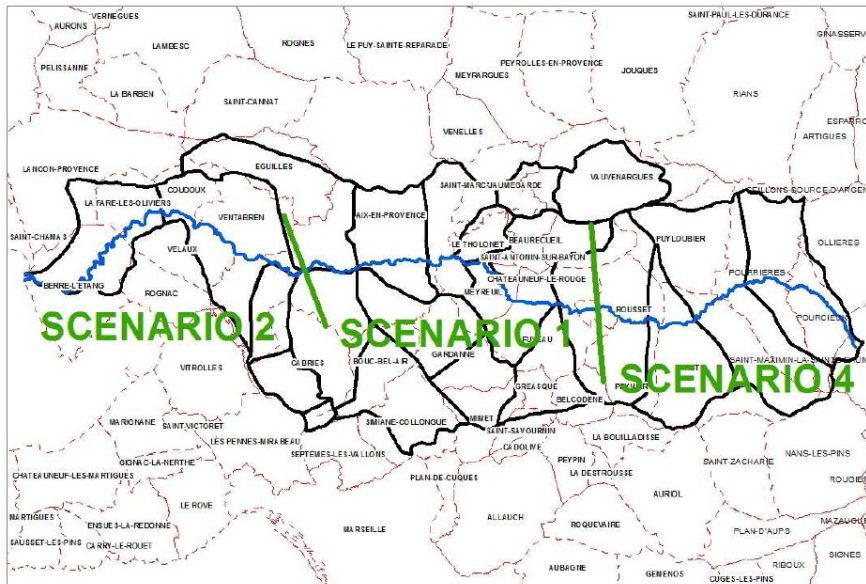


Figure 16 : Épisode du 15 juin 2010 : scénario retenu par tronçon (source : Étude hydraulique sur le bassin versant de l'Arc, SAFEGE – DDTM13, 2016)

Pour le scénario 1, l'épicentre de la pluie est localisé à l'amont du bassin versant. Quant au scénario 2, l'épicentre de la pluie est situé sur la partie centrale du bassin versant. Le scénario 4 correspond à un épisode de juin 2010 dont l'épicentre des pluies est localisé sur l'extrême partie amont du bassin versant.

Les débits de références, correspondant au maximum des scénarii 1, 2 et 4 sont récapitulés dans le tableau suivant.

Localisation du point de calcul	Superficie km ²	Q2010 SC1 m ³ /s	Q2010 SC2 m ³ /s	Q2010 SC4 m ³ /s	Debit de référence retenu m ³ /s
L'Arc à Pourrières	53	38.5	2.7	120	120
L'Arc au niveau du franchissement de la D12	135.1	150	2.7	206	206
L'Arc à Trets, en aval de la confluence avec le Grenouillet	186.3	236	16	290	290
L'Arc à Rousset, en amont de la confluence avec le vallat de Favary	219	355	50	336	355
L'Arc en aval de la confluence avec le Grand Vallat de Fuveau	274.4	420	100	355	420
L'Arc au pont de Bayeux	320	480	165		480
L'Arc au Tholonet en aval de la confluence avec la Cause	379	530	190		530
L'Arc en aval de la confluence avec la Torse	401	540	225		540
L'Arc à la Pioline, en aval de la confluence avec la Luynes	494.9	595	475		595
L'Arc à la jonction Saint Pons	620	635	685		685
L'Arc à l'aqueduc de Roquefavour	652.2	655	760		760

Figure 17 : Épisode du 15 juin 2010 : scénario retenu par tronçon (source : Étude hydraulique sur le bassin versant de l'Arc, SAFEGE – DDTM13, 2016)

1.3.1.2 Modélisation hydraulique de la crue de référence

La modélisation hydraulique de l'Arc a été réalisée sur un modèle 2D. Ce modèle bidimensionnel repose sur une topographie de type LIDAR avec la transformation du Modèle Numérique de Terrain (MNT) en maillage.

Le LIDAR utilisé pour la création du maillage possède 1 point topographique altimétrique au m².

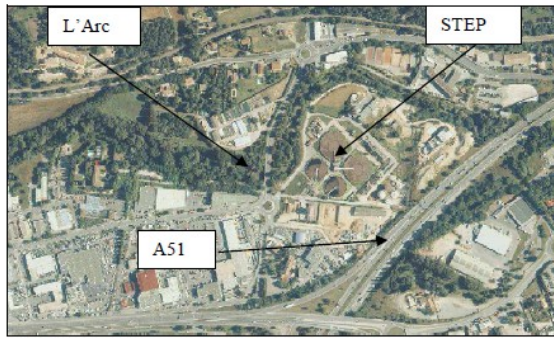
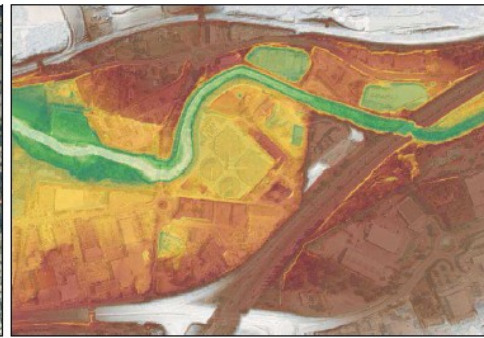
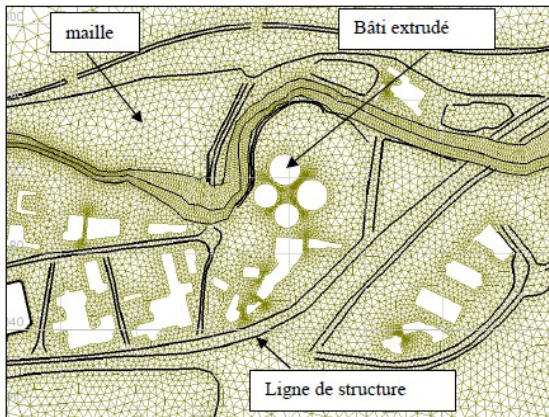


Photo aérienne



Vue lidar du MNT (modèle numérique de terrain) : 1 point tous les mètres –relevé par avion



Création du maillage avec :
extrusion des bâtiments ;
intégration des lignes de structure.



Vue 3 D du maillage créé par interpolation (= affectation d'une valeur altimétrique à chaque nœud du maillage) sur la base du MNT

Figure 18 : Transformation du MNT en maillage (source : Étude hydraulique sur le bassin versant de l'Arc, SAFEGE – DDTM13, 2016)

Le maillage d'un modèle hydraulique est la discrétisation spatiale du territoire étudié en un ensemble de triangles contigus appelés maille.

Les maillages ont été construits sur la base suivante :

- Les lignes de structure en lit mineur et majeur (remblai routier, digue, ...) ont été intégrés ;
- Le maillage est densifié dans les zones à enjeu ;
- Une partie du bâti est extrudé (il n'y a pas de maillage, l'eau ne peut donc pas passer) ;
- En lit mineur, la topographie terrestre est utilisée pour l'interpolation du maillage ;
- En lit moyen et majeur, la topographie lidar est utilisée pour l'interpolation du maillage.

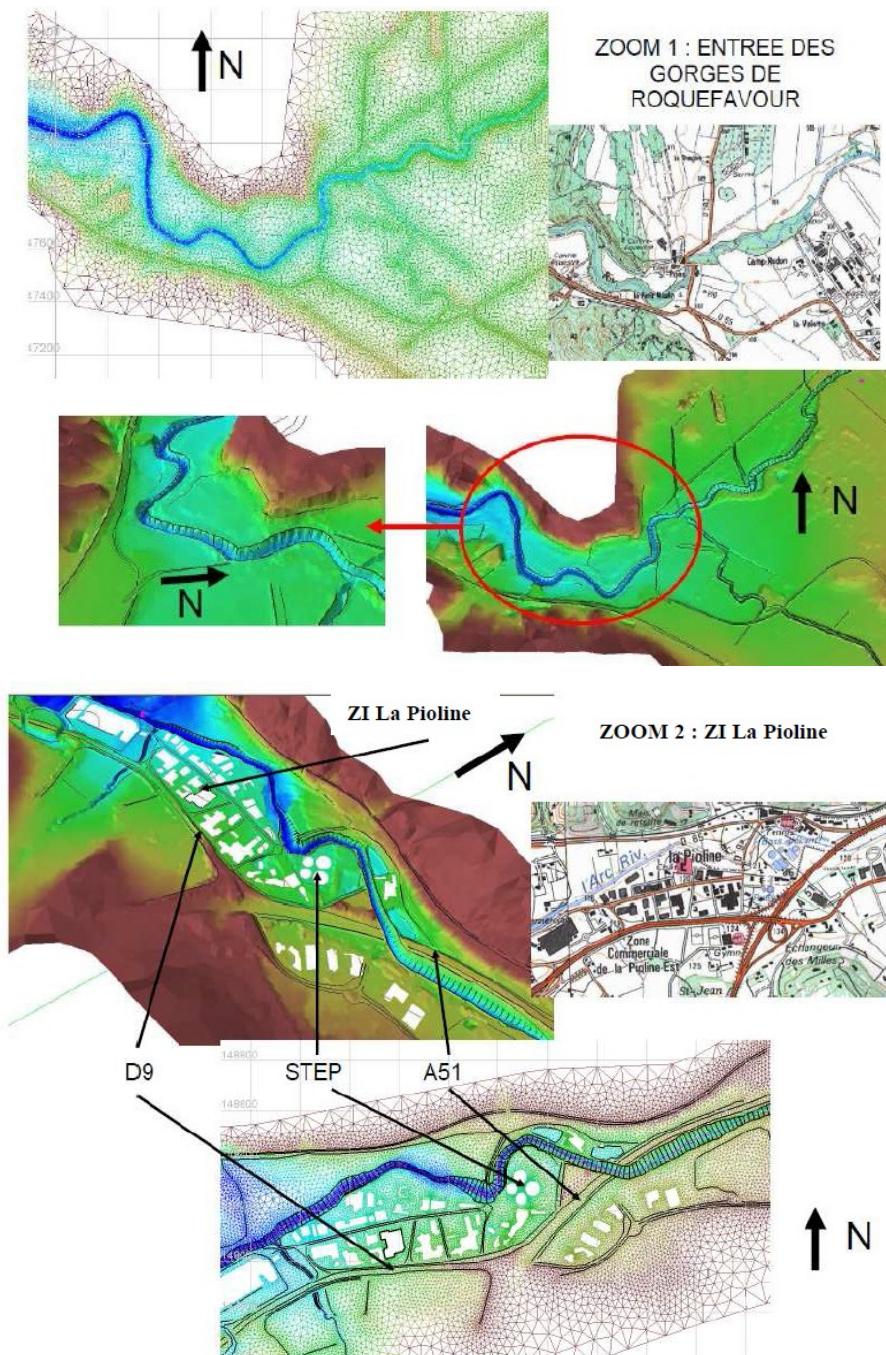


Figure 19 : Modèle numérique de terrain et création du maillage 2D (source : Étude hydraulique sur le bassin versant de l'Arc, SAFEGE – DDTM13, 2016)



Ce qu'il faut retenir...

Le modèle hydraulique couvrant le territoire de la commune d'Aix-en-Provence s'étend des gorges de Langesse aux gorges de Roquefavour.

Pour la crue de référence, les hydrogrammes injectés en entrée du modèle sont issus des modélisations pluie-débit du scénario de l'évènement du Var du 15 juin 2010 sur le bassin versant de l'Arc.

1.3.1.3 Résultat de la modélisation hydraulique de la crue de référence

Les résultats présentés ci-dessous et les cartographies qui en ont découlé concernent uniquement les débordements du cours d'eau de l'Arc. En effet, les affluents, bien que pris en compte pour déterminer les apports hydrologiques, n'ont pas fait l'objet de modélisation hydraulique comme sur l'Arc.

Les cartes de hauteurs d'eau et vitesses d'écoulement de la crue de référence (correspondant à l'application sur le bassin versant de l'Arc de l'épisode pluviométrique qui s'est abattu sur le Var le 15 juin 2010) sont présentées dans les figures suivantes.

La crue de référence est largement débordante sur tout le linéaire de l'Arc. Les quartiers et zone commerciale du Tholonet en bordure de l'Arc, le secteur du Pont des Trois Sautets, le secteur de l'Arc de Meyran et du Pont de l'Arc sont concernés.

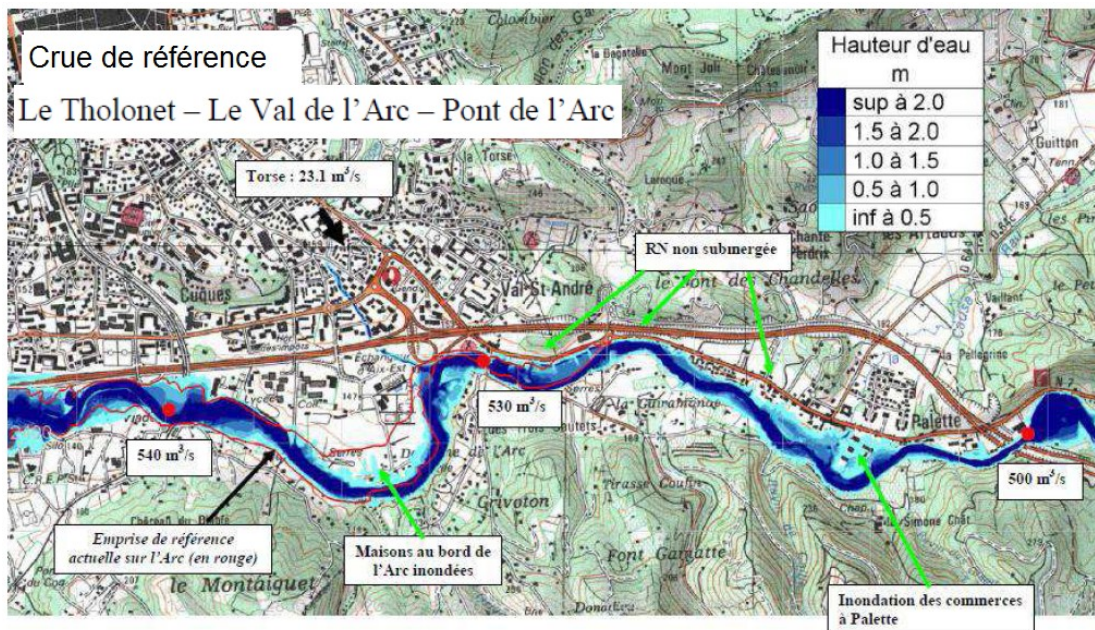


Figure 20 : Hauteurs d'eau de référence (Le Tholonet – Val de l'Arc – Pont de l'Arc) - (source : Étude hydraulique sur le bassin versant de l'Arc, SAFEGE – DDTM13, 2016)

Au niveau de la sortie d'autoroute « Pont de l'Arc », des débordements se produisent en rive gauche et rejoignent l'autoroute A8, les écoulements s'écoulent sur quelques centaines de mètres et rejoignent l'Arc à l'aval du pont.

A l'aval, les quartiers Beauvalle et La Parade sont également fortement impactés par la crue de référence. Il est de même pour la station d'épuration et les activités en rive droite de l'Arc immédiatement après le franchissement de l'A51.

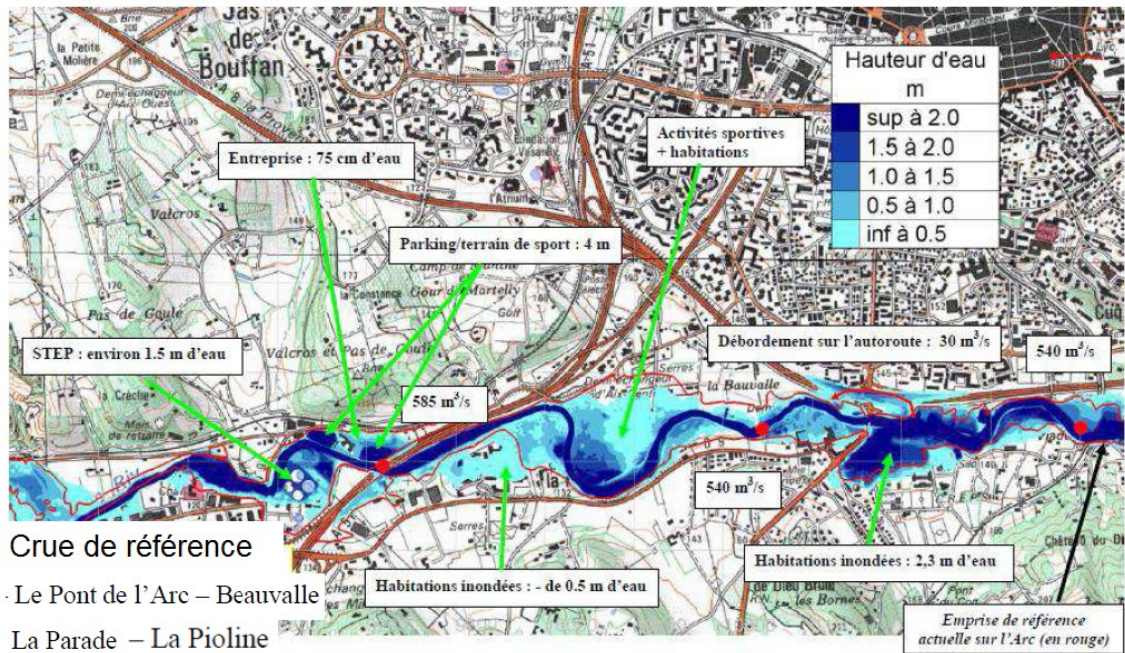


Figure 21 : Hauteurs d'eau de référence (Pont de l'Arc, Beauvalle, La Parade, La Pioline) - (source : Etude hydraulique sur le bassin versant de l'Arc, SAFEGE – DDTM13, 2016)

La rive droite des Milles et les habitats pavillonnaires qui s'y trouvent sont également inondés. Les terrains de sport en rive gauche de l'Arc aux Milles sont inondés par plus de 3 m d'eau. A l'arrivée sur la zone d'expansion de crues (ZEC) de la plaine des Milles, des débordements importants se produisent. La digue de la Badesse n'est pas submergée mais elle est contournée par l'amont. Les quartiers du même nom sont ainsi inondés. La seconde digue, située en rive gauche, à proximité de Saint-Pons, est contournée par l'amont et par l'aval : l'écoulement atteint le nord de l'aérodrome.

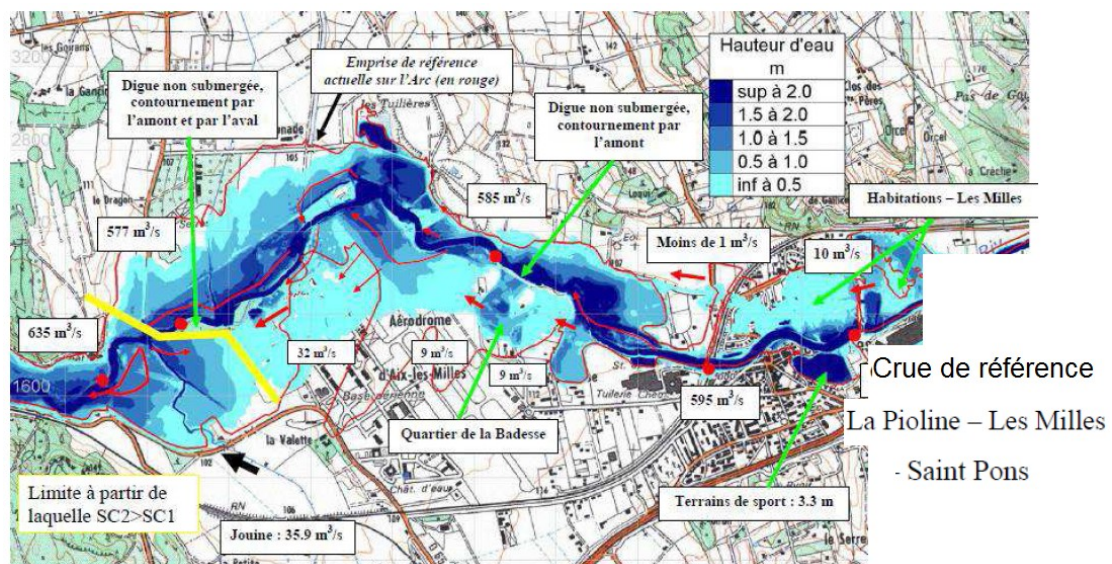


Figure 22 : Hauteurs d'eau de référence (La Pioline, Les Milles, Saint-Pons) - (source : Étude hydraulique sur le bassin versant de l'Arc, SAFEGE – DDTM13, 2016)

A la sortie de la ZEC de la Plaine des Milles, la crue est largement débordante en lit majeur. Les parcelles qui s'y trouvent sont inondées par des hauteurs d'eau qui varient entre 1.5 et 3 m. Des axes d'écoulement secondaire se créent en lit majeur. En amont de Roquefavour, plusieurs habitations sont inondées. A l'hôtel Arquier, la cote d'eau est environ 1.20 m plus haut qu'en 1978.

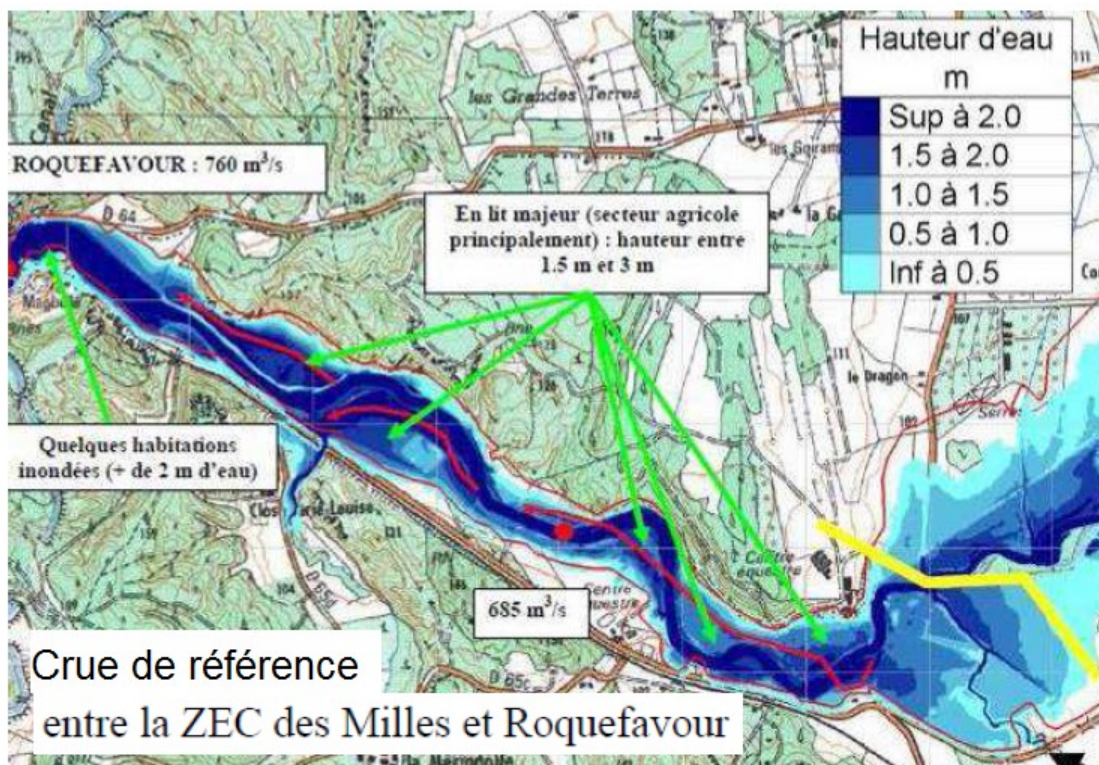


Figure 23 : Hauteurs d'eau de référence (entre la ZEC des Milles et Roquefavour) - (source : Étude hydraulique sur le bassin versant de l'Arc, SAFEGE – DDTM13, 2016)



Ce qu'il faut retenir...

Bureau d'étude : SAFEGE

Année : 2016

Maître d'ouvrage : DDTM13

Type de modélisation : 2D (débordement fluvial)

Crue de référence : type juin 2010 du Var appliqué sur le bassin versant de l'Arc

Crues modélisées dans le cadre de l'étude : Q10 (décennale), Q30 (trentennale), Q2010 (crue de référence) et Qexcept (crue exceptionnelle).

Données topographiques utilisées : LIDAR et profils en travers topo-bathymétriques du cours d'eau.

1.3.2 Le Ruisseau des Corneilles et le Ruisseau des Pinchinats

Dans le cadre du Schéma Directeur des Eaux Pluviales de 2011, la Ville d'Aix-en-Provence a confié à SAFEGE la réalisation d'une étude hydraulique sur les secteurs du Ruisseau des Corneilles et du Ruisseau des Pinchinats qui sont des zones soumises à des aléas ruissellements forts en cas de pluies importantes.

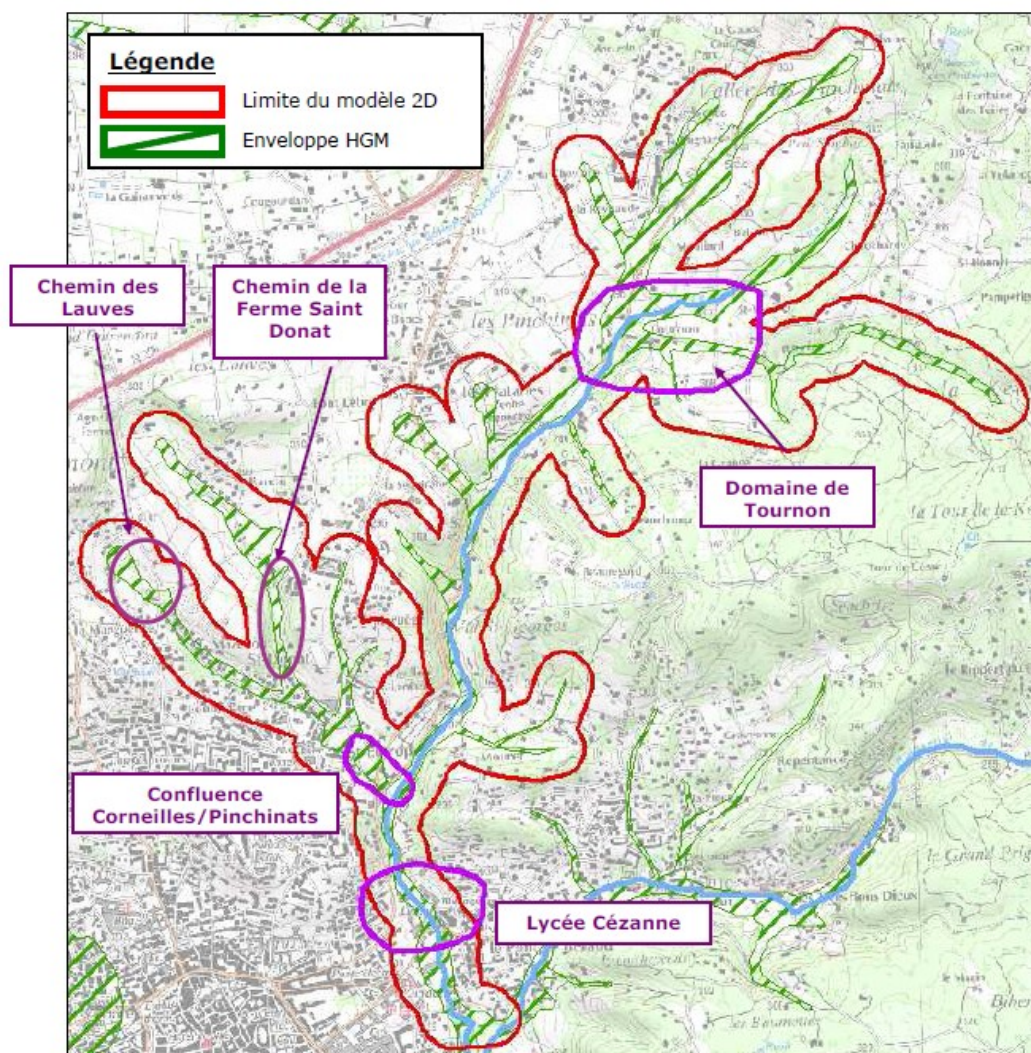


Figure 24 : Périmètre d'étude et limite du modèle 2D (source : SDEP, SAFEGE – Aix-en-Provence, 2011)

1.3.2.1 Analyse hydrologique

Pour ce secteur, l'événement du 22-23 septembre 1993 a été retenu comme pluie historique de référence pour la caractérisation de l'aléa.

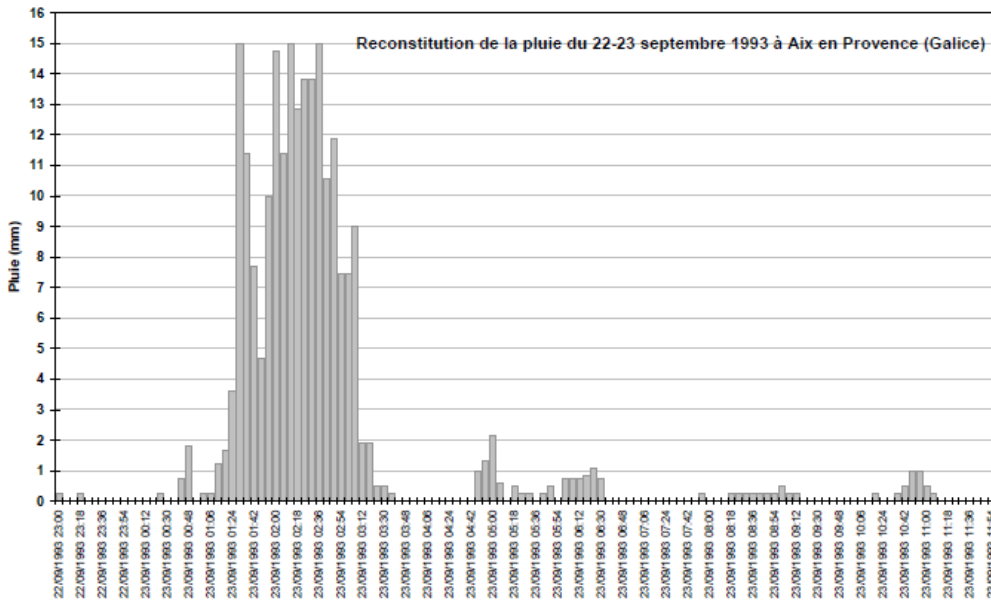


Figure 25 : Pluie du 22-23 septembre 1993 à Aix-en-Provence au pas de temps 6 min (source : SAFEGE – Aix-en-Provence, SDEP, 2011)

1.3.2.2 Modélisation hydraulique

Deux méthodes ont été utilisées pour caractériser l'aléa sur Aix en Provence :

- S'il n'y a pas de réseaux enterrés ou si leur modélisation n'a pas d'intérêt dans la caractérisation de l'aléa, la zone d'étude est modélisée avec TELEMAC 2D ;
- Si la prise en compte des réseaux souterrains se révèle pertinente, la zone d'étude est modélisée sur le logiciel MIKE FLOOD.

L'ensemble de la zone d'étude est représentée en 2D à partir du modèle numérique de terrain créé sur la base des semis de points levés fournis par la Ville d'Aix en Provence (LIDAR - 2009) et les levés terrestres réalisés par BILICKI ou HYDROTOPO (Modélisation 2D de la ZI les Milles).

L'image suivante présente un exemple de traitement de la donnée LIDAR réalisé en vue 3D (le relief est exagéré afin d'être plus visible).

Sur la base du LIDAR précédemment traité, un modèle numérique de terrain composé de mailles triangulaires a été réalisé. La taille des mailles est modulée selon la fonction hydraulique des éléments qu'elles décrivent. La figure suivante présente un exemple de maillage du modèle.

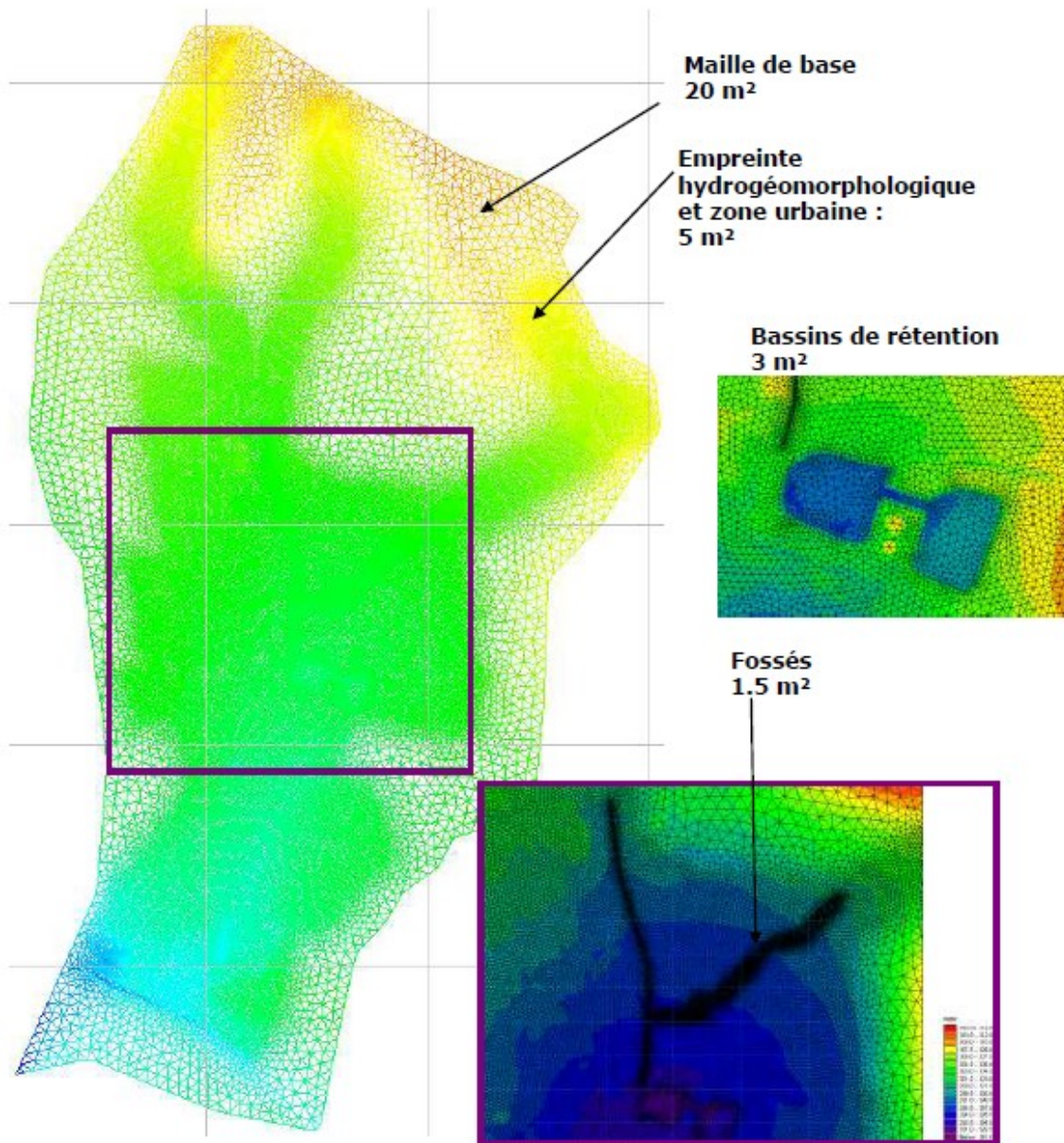


Figure 26 : Maillage du modèle 2D – Exemple de la zone San Peyre (source : SAFEGE – Aix-en-Provence, SDEP, 2011)

1.3.2.3 Résultats de la modélisation 1D/2D de la crue de référence

Pour un événement type 1993, le réseau pluvial est saturé. Des débordements généralisés se produisent sur les voiries et les parcelles avoisinante.

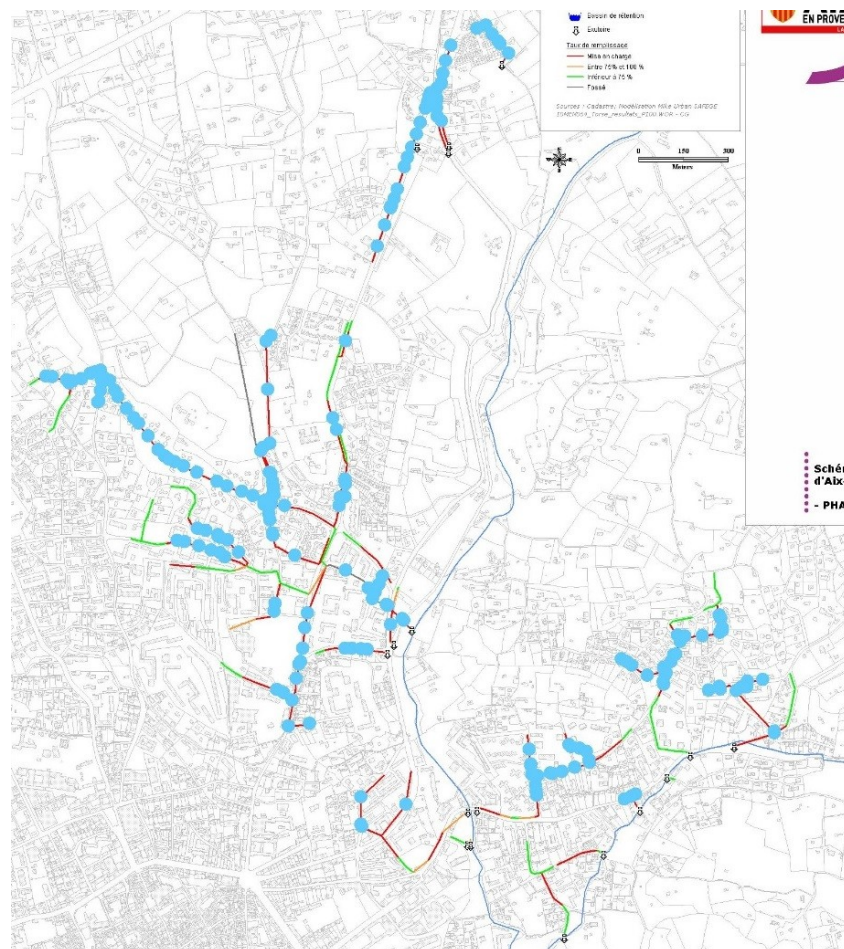


Figure 27 : Extrait du diagnostic hydraulique des réseaux pour la crue de référence (source : SAFEGE – Aix-en-Provence, SDEP, 2011)

Des inondations importantes sont à noter autour de l'avenue Jules Isaac et du Lycée Paul Cézanne.



Figure 28 : Extrait du diagnostic hydraulique des réseaux pour la crue de référence – modèle de surface
(source : SAFEGE – Aix-en-Provence, SDEP, 2011)



Ce qu'il faut retenir...

Bureau d'étude : SAFEGE

Année : 2011

Maître d'ouvrage : Ville d'Aix-en-Provence

Type de modélisation : 1D (réseau pluvial) et 2D (débordement fluvial)

Crue de référence : Septembre 1993

Crues modélisées dans le cadre de l'étude : Q10 (décennale) et 1993

Données topographiques utilisées : LIDAR, relevés topographiques des cotes du réseau pluvial et profils en travers topo-bathymétriques du cours d'eau.

1.3.3 La Torse et le Ruisseau des Barets

A la suite des inondations qui ont touché la région aixoise en septembre 1993, le bureau d'études HORIZONS – SAFEGE a réalisé en 1997 pour le SABA une étude hydraulique sur le ruisseau des Barets et la Torse.



Figure 29 : Emprise d'étude (source : Étude hydraulique, SAFEGE-HORIZON – Aix-en-Provence, 1997)

1.3.3.1 Analyse hydrologique

1.3.3.1.1 Évaluation du débit d'occurrence centennale

L'extrapolation du débit décennal à une occurrence centennale a été réalisée par l'application de la méthode du Gradex. Cette méthode considère qu'à partir de l'occurrence décennale, la distribution des débits à un comportement asymptotiquement comparable à celle des pluies.

La formule de base de cette méthode s'écrit :

$$Q_T = Q_{10} + Gp \times Ln[T / 10]$$

Son application sur la Torse donne le résultat suivant : $Q_{100} = 87.9 \text{ m}^3/\text{s}$.

Si on applique la méthode SOCOSE en considérant les pluies d'occurrence centennale, l'estimation des débits est comparable : $Q_{100} = 88.4 \text{ m}^3/\text{s}$.

1.3.3.1.2 Simulation « pluie-débit » du ruissellement

L'événement de septembre 1993 par son caractère exceptionnel est l'événement de référence sur le bassin versant de la Torse. En effet, la majorité de la hauteur totale de pluie est tombée en 2 heures avec 168 mm.

	Durée de pluie considérée au sein de l'orage de 1993							
	1h	2h	3h	4h	6h	12h	24h	48h
Hauteur de pluie (mm)	87,4	168	171,8	174,8	181,8	189,6	210,2	221,8
Occurrence estimée	270 ans	4000 ans	870 ans	240 ans	100 ans	50 ans	60 ans	50 ans

Figure 30 : Période de retour de l'événement de 1993 (source : Étude hydraulique, SAFEGE-HORIZON – Aix-en-Provence, 1997)

Le bassin versant général a été décomposé en un ensemble de sous-bassins versants. Ainsi, 29 sous-bassins versants ont été identifiés avec des superficies comprises entre 50 et 635 hectares.

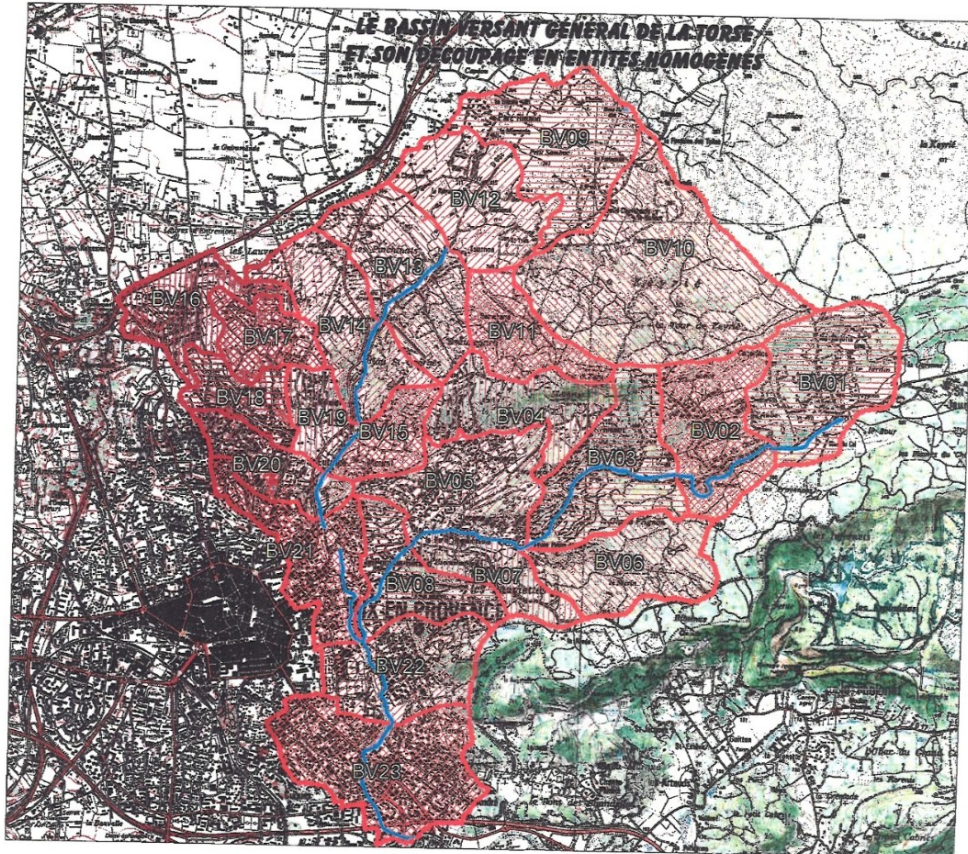


Figure 31 : Découpage des sous-bassins versants (source : Étude hydraulique, SAFEGE-HORIZON – Aix-en-Provence, 1997)

Les débits maximum unitaires instantanés sont contrastés selon les bassins versants. Les fortes valeurs obtenues pour le ruisseau du Barret s'expliquent par la nature des sols qu'elle draine et par le faible linéaire de la rivière même.

La structure du réseau hydrographique et le linéaire de la rivière ont une influence directe sur le coefficient de pointe. Il est plus faible pour le ruisseau des Pinchinats car celui-ci présente le réseau hydrographique le plus développé des trois bassins versants et certains ouvrages induisent un laminage important (Les Corneilles, Lycée Cézanne, ...).

		Q10	Q100
Les Pinchinats	Tronçon P84 à P80	7.5 m ³ /s	15.5 m ³ /s
	Tronçon P79 à P49	12.5 m ³ /s	31.1 m ³ /s
	Tronçon P47 à P44	14.3 m ³ /s	34.8 m ³ /s
	Tronçon P44 à P30	15.6 m ³ /s	39.1 m ³ /s
Le Barret	Tronçon P120 à P108	5.8 m ³ /s	11.7 m ³ /s
	Tronçon P107 à P97	11.7 m ³ /s	29.1 m ³ /s
	Tronçon P97 à P85	14.5 m ³ /s	35.5 m ³ /s
La Torse	Tronçon P29 à P23	30.3 m ³ /s	73.5 m ³ /s
	Tronçon P22 à P6	30.6 m ³ /s	76.5 m ³ /s
	Tronçon P6 à P1	30.3 m ³ /s	75.8 m ³ /s

Figure 32 : Débits de pointe de chaque tronçon (source : Étude hydraulique, SAFEGE-HORIZON – Aix-en-Provence, 1997)



Figure 33 : Localisation des débits calculés pour chaque tronçon (source : Étude hydraulique, SAFEGE-HORIZON – Aix-en-Provence, 1997)

1.3.3.2 Modélisation hydraulique

La modélisation hydraulique a été réalisée sur le logiciel HEC-RAS avec des calculs hydrauliques 1D en régime permanent à partir de profils en travers topo-bathymétriques des cours d'eau et des ouvrages hydrauliques.

L'exploitation du modèle hydrologique « pluie-débit » a permis de constituer les hydrogrammes de ruissellement générés par les 29 sous-bassins versants, pour la pluie d'occurrence 100 ans liée à l'événement de 1993.

Pour le ruisseau Barret, des débordements se produisent en amont sur la D10. Ensuite, l'encaissement du ruisseau limite les débordements avec des inondations ponctuelles dans le lit majeur. La confluence entre le ruisseau des Pinchinats et le ruisseau du Barret occasionne d'importants débordement dans le Parc de la Torse. A l'aval de l'ouvrage du cours Gambetta, des débordements se produisent dans les résidences traversées par le cours d'eau de la Torse.

D'une manière générale, les vitesses d'écoulement dans les ruisseaux étudiés sont importantes et présentent donc un risque élevé pour les riverains et les habitations concernées.



Figure 34 : Extrait de la carte des hauteurs d'eau pour la crue de référence (source : Étude hydraulique, SAFEGE-HORIZON – Aix-en-Provence, 1997)



Ce qu'il faut retenir...

Bureau d'étude : SAFEGE-HORIZON

Année : 1997

Maître d'ouvrage : Ville d'Aix-en-Provence

Type de modélisation : 1D (débordement fluvial)

Crue de référence : Septembre 1993

Crues modélisées dans le cadre de l'étude : 1993

Données topographiques utilisées : Profils en travers topo-bathymétriques du cours d'eau.

1.3.4 La Luynes

En 2012, le bureau d'études SCE a mené pour la commune d'Aix-en-Provence une étude pour caractériser l'aléa inondation affecté à la Luynes. Dans ce cadre, l'étude hydraulique s'est appuyée sur :

- Une analyse hydrologique nouvelle permettant d'établir une estimation des débits de référence notamment le débit d'occurrence 100 ans mais également le débit généré par un événement comparable à celui apparu en 1993 ;
- Le développement d'un modèle mathématique d'écoulement 2D.

Le périmètre de l'étude concerne l'emprise du lit majeur de la Luynes sur le territoire d'Aix-en-Provence, à savoir de la limite communale jusqu'au débouché de la Luynes dans l'Arc au niveau de la Pioline.



Figure 35 : Emprise d'étude (source : Étude de modélisation de la Luynes, SCE – commune d'Aix-en-Provence, 2012)

1.3.4.1 Hydrologique : Modélisation pluie-débit

L'étude hydraulique permettant d'actualiser l'aléa inondation de la Luynes a été réalisée en retenant les hauteurs de pluie caractéristiques de la station météorologique d'Aix-en-Provence, fixées dans le schéma directeur des eaux pluviales de la ville d'Aix-en-Provence réalisé par SAFEGE (2011), pour les durées représentatives de la taille du bassin versant à savoir : 1h pour la période intense et 7 heures pour la durée totale.

Période de retour	Durée intense	Hauteur intense	Durée totale	Hauteur totale
5 ans	60 min	40,6 mm	420 min	64,6 mm
10 ans	60 min	53,1 mm	420 min	82,1 mm
100 ans	60 min	116,2 mm	420 min	184,1 mm

Figure 36 : Caractéristiques des pluies de projet ($D_{int} = 1h$, $D_{tot} = 7h$) à la station d'Aix-en-Provence (source : Étude de modélisation de la Luynes, SCE – Commune d'Aix-en-Provence, 2012)

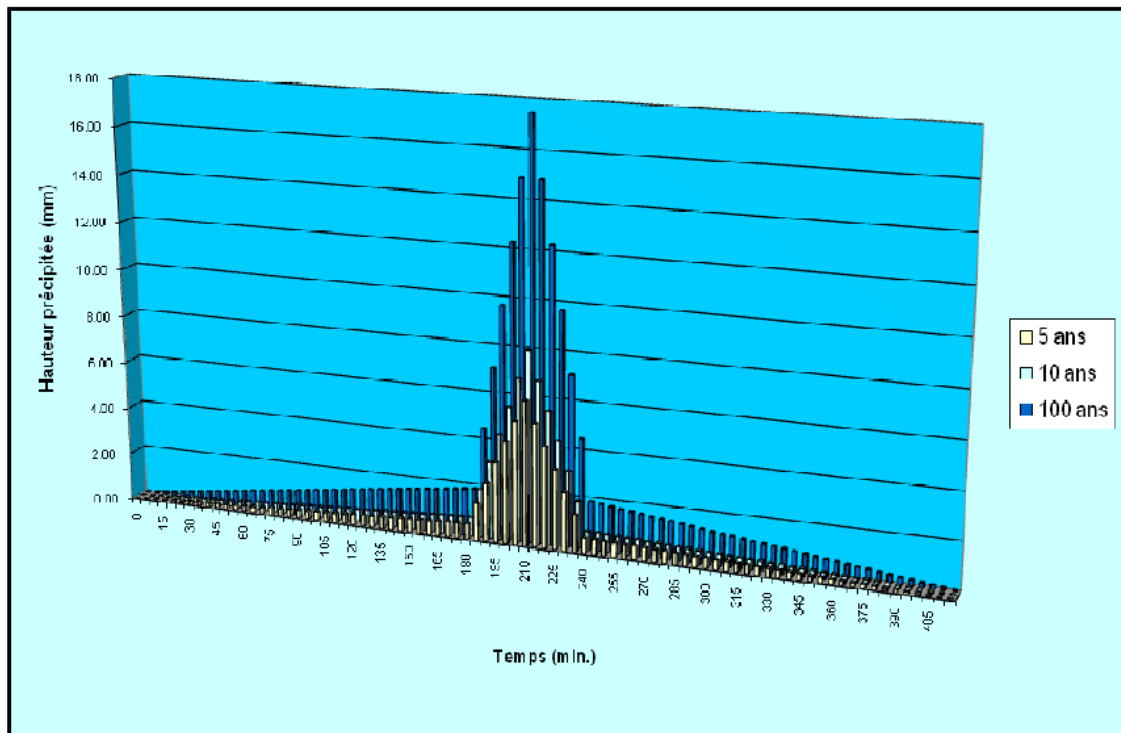


Figure 37 : Pluies de projet utilisées dans le modèle « Pluie-Débit » (source : Étude de modélisation de la Luynes, SCE – commune d'Aix-en-Provence, 2012)

Par rapport aux inondations de septembre 1993, la DDTM13 a souhaité modéliser les conséquences de ce scénario hydrologique.

Les cumuls tombés en septembre 1993 à Aix Galice sont supérieurs aux statistiques centennales, pour toutes les durées considérées à l'exception des durées les plus courtes (inférieures à 30 min). Ces cumuls exceptionnels confèrent à l'événement de septembre 1993 une période de retour supérieure à 100 ans.

La figure suivante issue du Schéma Directeur Pluvial de SAFEGE reconstitue, au pas de temps 6 minutes, la pluie du 22 au 23 septembre 1993.

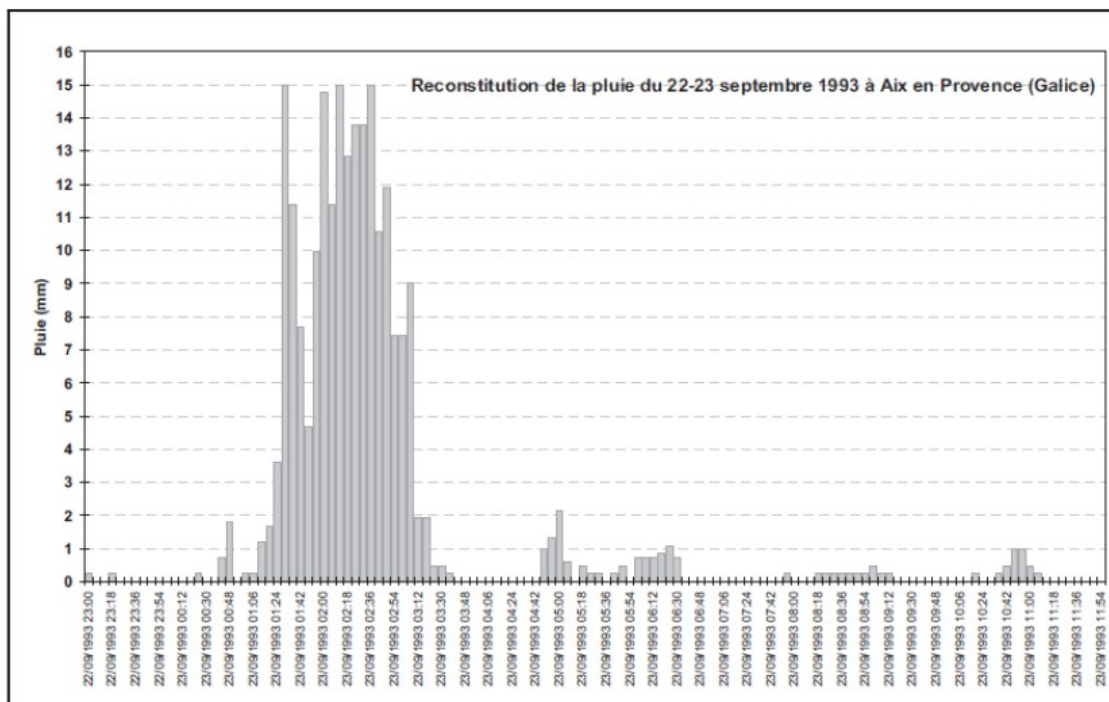


Figure 38 : Reconstitution de la pluie du 22 au 23 septembre 1993 à Aix Galice (source : étude DARGAON 1998 et Météo France) - (source : Étude de modélisation de la Luynes, SCE – commune d’Aix-en-Provence, 2012)

Point de référence	Résultat du modèle Pluie-débit	
	T = 100 ans	Evt type 1993
<i>Luyes à l'amont du territoire d'étude</i>	178	269
<i>Luyes à l'aval commune de Luynes</i>	180	279
<i>Luyes à la Pioline</i>	177	271

Figure 39 : Résultats comparés des modélisations Pluie-Débit pour un événement d'occurrence 100 ans et de type 1993 (source : Étude de modélisation de la Luynes, SCE – Commune d’Aix-en-Provence, 2012)

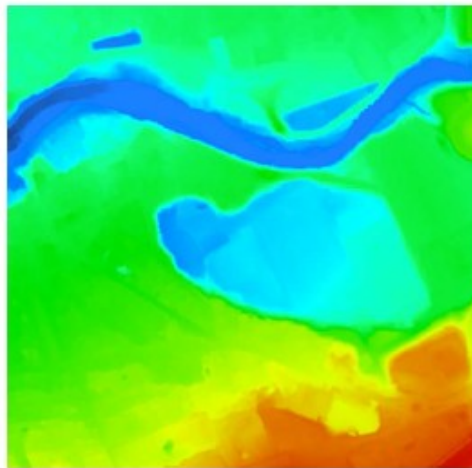
Ces résultats démontrent que l'événement « synthétique » de 1993 aura des conséquences en termes d'aléa inondation supérieures à l'événement centennal. C'est pour cela que cet événement a été retenu pour actualiser l'aléa inondation sur le cours aval de la Luynes.

1.3.4.2 Modélisation hydraulique de la Luynes

L'étude hydraulique a été conduite à l'aide du logiciel de modélisation mathématique d'écoulement XP-SWMM/TUFLOW permettant simultanément :

- De modéliser la propagation des crues au sein du réseau hydrographique de propagation des crues de la Luynes,
- De représenter les conditions de submersion et de ressuyage au moyen d'un modèle 2D au droit de la zone d'étude.

Les grandes étapes de mise en œuvre du modèle mathématique sont présentées sur les quatre figures suivantes.



Analyse du MNT dans le logiciel XP-SWMM



Analyse des conditions d'écoulement à partir des photos aériennes



Définition du maillage de calcul (taille des mailles minimales 5 m), de l'aire d'étude en 2D et caractérisation du lit mineur (1D)



Prise en compte des bâtiments pour calculs hydrauliques de propagation. Définition des coefficients de rugosité.

Figure 40 : Les grandes étapes de mise en œuvre du modèle mathématique (source : Etude de modélisation de la Luyne, SCE – commune d'Aix-en-Provence, 2012)

1.3.4.3 Cartographie des caractéristiques d'écoulement

Les résultats obtenus avec le modèle ont permis d'établir les zones inondables pour un événement hydrologique comparable à 1993 supérieur à l'événement d'occurrence 100 ans.

Pour chaque nœud de calcul, on obtient les hauteurs de submersion et les vitesses d'écoulement. A noter que pour l'occurrence 1993, l'autoroute fait barrage aux écoulements. L'ouvrage de franchissement est insuffisant puisque seulement 69 m³/s transitent par ce dernier. 122 m³/s passent par-dessus l'autoroute et 88 m³/s transitent au Nord par le chemin de la Commanderie – Saint Jean de Malte.

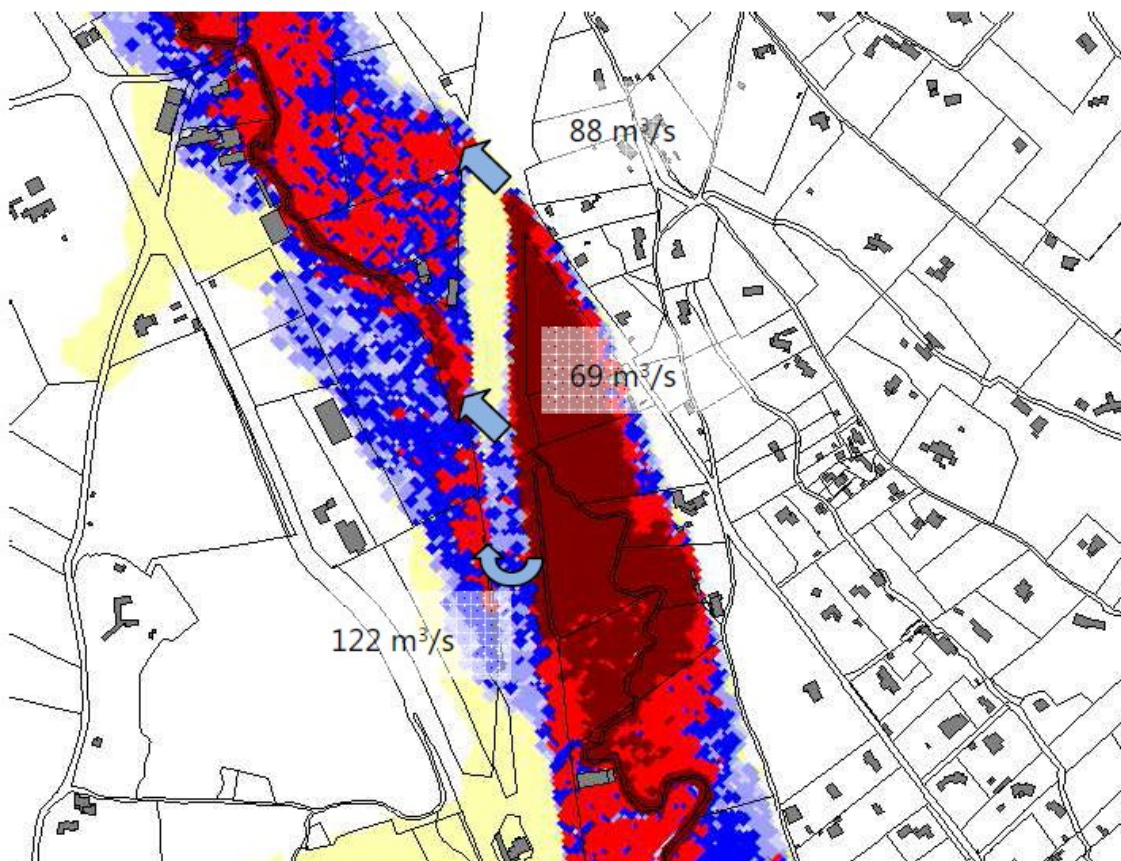


Figure 41 : Conditions de franchissement de l'autoroute par la Luynes suite à un épisode pluvieux de type 1993 (source : Étude de modélisation de la Luynes, SCE – commune d'Aix-en-Provence, 2012)



Ce qu'il faut retenir...

Bureau d'étude : SCE

Année : 2012

Maître d'ouvrage : Ville d'Aix-en-Provence

Type de modélisation : 2D (débordement fluvial)

Crue de référence : Septembre 1993

Crues modélisées dans le cadre de l'étude : Q10 (décennale) et 1993

Données topographiques utilisées : LIDAR et profils en travers topo-bathymétriques du cours d'eau.

1.3.5 Le Grand Vallat et la Jouïne

Le bureau d'études INGEROP a réalisé en 2013 pour le compte du 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.

1.3.5.1 Hydrologie : modélisation pluie-débit

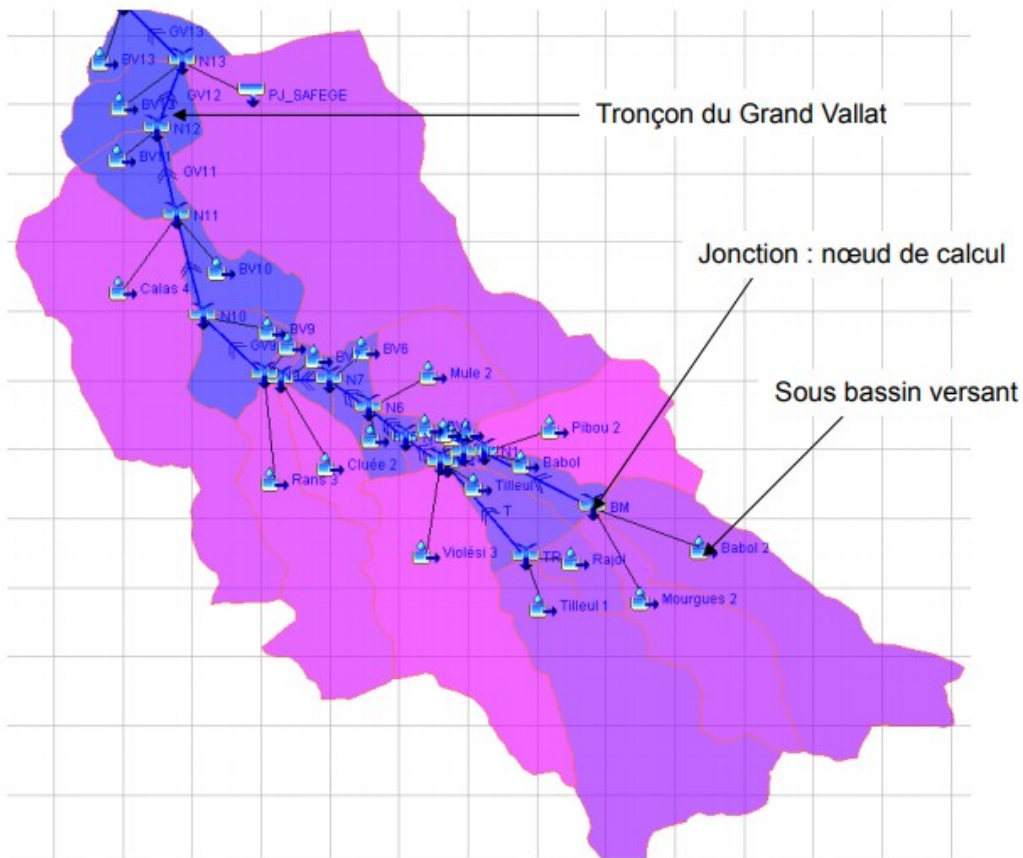


Figure 42 : Modèle Pluie-Débit HEC-HMS (source : Etude pour la réduction de l'aléa inondation au droit des lieux habités en tenant compte du fonctionnement naturel des cours d'eau sur le bassin versant de la Jouïne et du Grand Vallat, INGEROP– SABA, 2013)

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 : 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

Tableau 43 : Quantités de pluies en mm pour la station météorologique d'Aix-les-Milles (source : INGEROP – SABA, 2013)

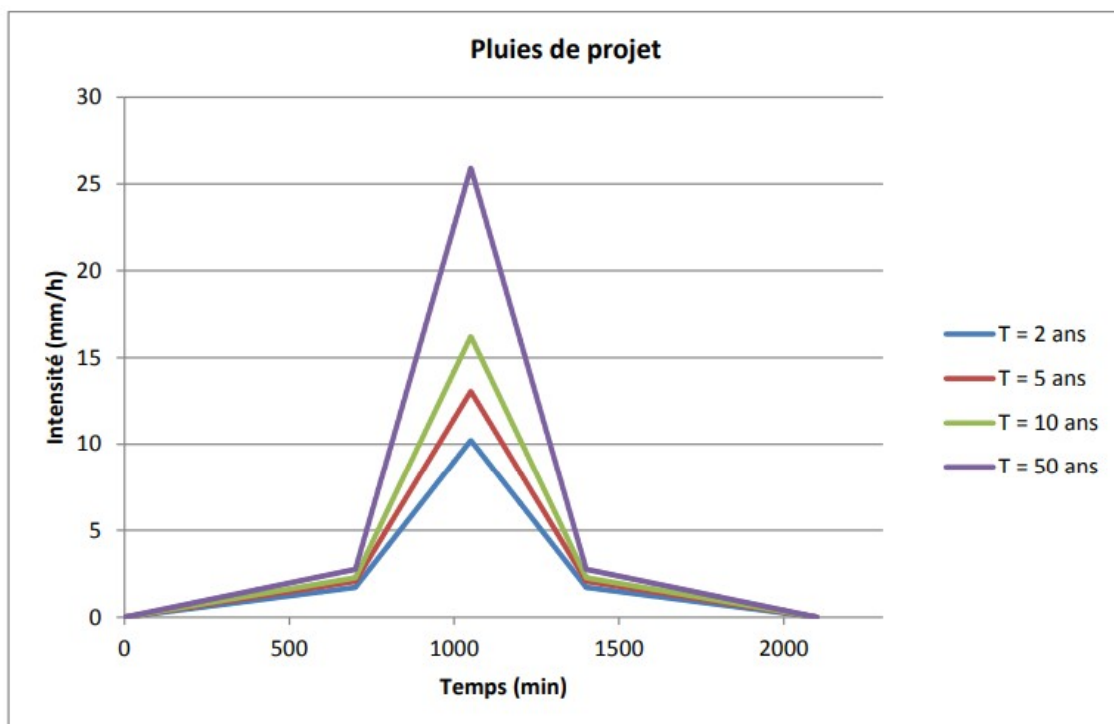


Figure 44 : Pluies de projet d'occurrence 2, 5, 10 et 50 ans (source : INGEROP – SABA, 2013)

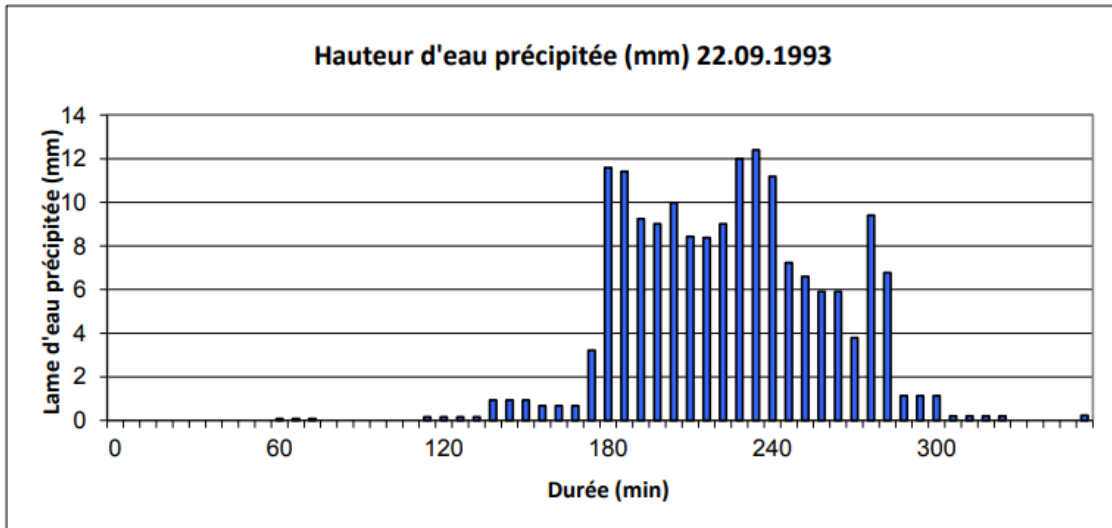


Figure 45 : Pluie de septembre 1993 (source : INGEROP – SABA, 2013)

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.

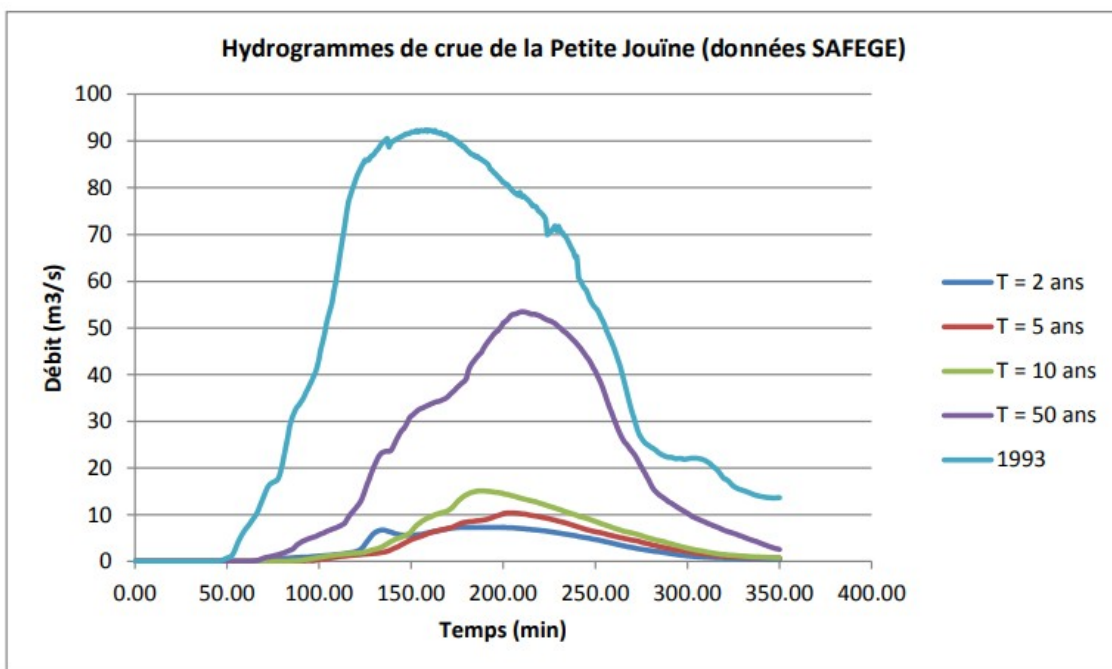


Figure 46 : Hydrogrammes de crue de la Petite Jouïne au niveau de la RD9 d'après SAFEGE (source : INGEROP – SABA, 2013)

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 (km ²)	Pic Q2 (m ³ /s)	Pic Q5 (m ³ /s)	Pic Q10 (m ³ /s)	Pic Q50 (m ³ /s)	Pic Q93 (m ³ /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

Tableau 47 : Débits de pointe des sous bassins versant (source : INGEROP – SABA, 2013)

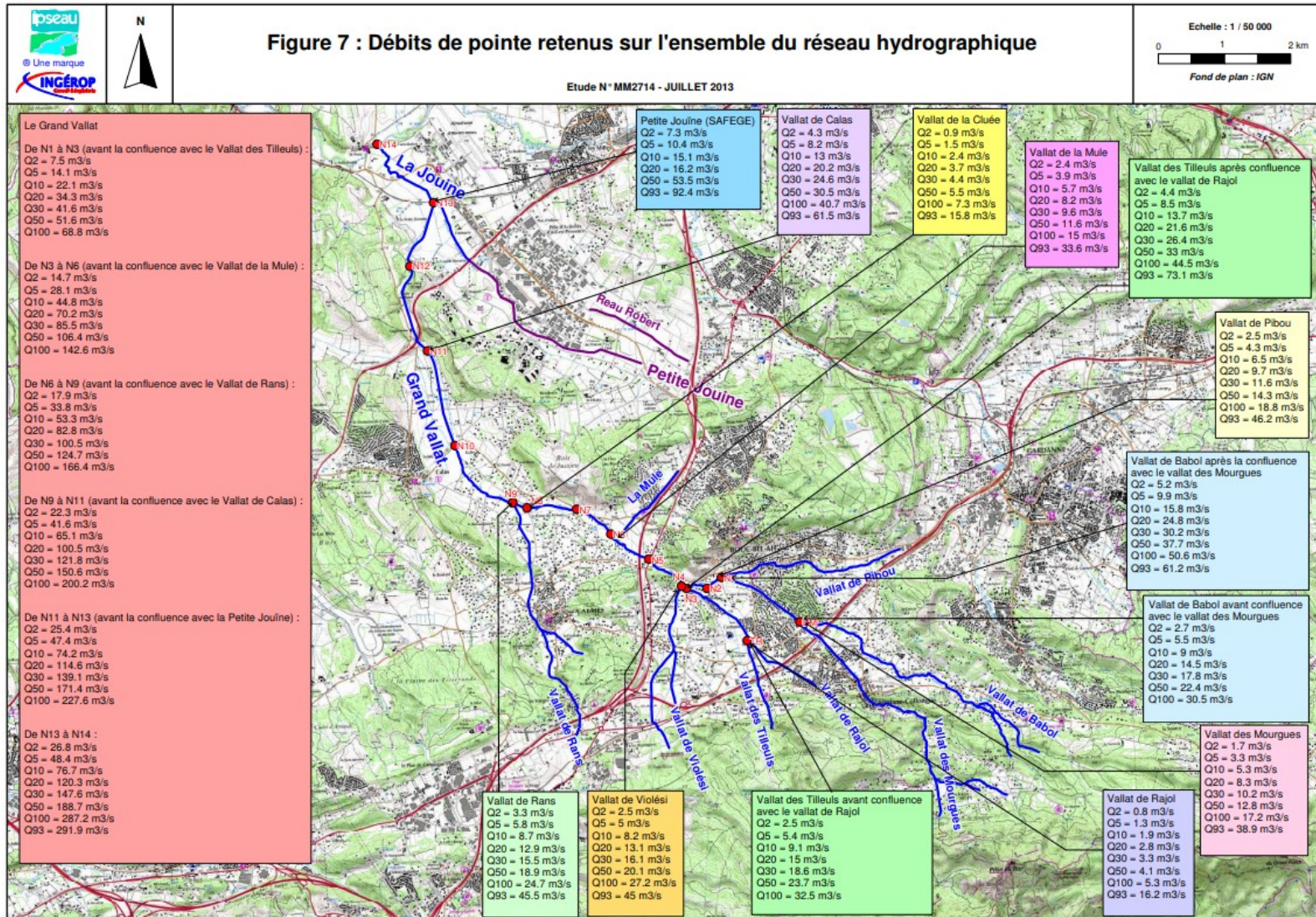


Figure 48 : Débit de pointe retenus sur l'ensemble du réseau hydrographique (source : INGEROP – SABA, 2013)

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

1.3.5.2 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.

1.3.5.3 Résultats de la modélisation 2D

La figure ci-après présente les hauteurs maximales obtenues pour la crue de référence.

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

Les principaux secteurs à enjeux sont les mêmes que pour les évènements plus fréquents, sur Aix-en-Provence, dans la partie basse du quartier de la Duranne, quelques habitations et des commerces sont exposés au risque d'inondation.

Les zones de stockage sont localisées en amont des remblais d'infrastructures qui barrent perpendiculairement le lit majeur du cours d'eau, générant des hauteurs importantes :

- En amont de Lagremeuse : hauteur maximale de 4.6 m ;
- En amont de la voie ferrée à l'aval d'Aix-La-Durance : hauteur maximale de 3.2 m.

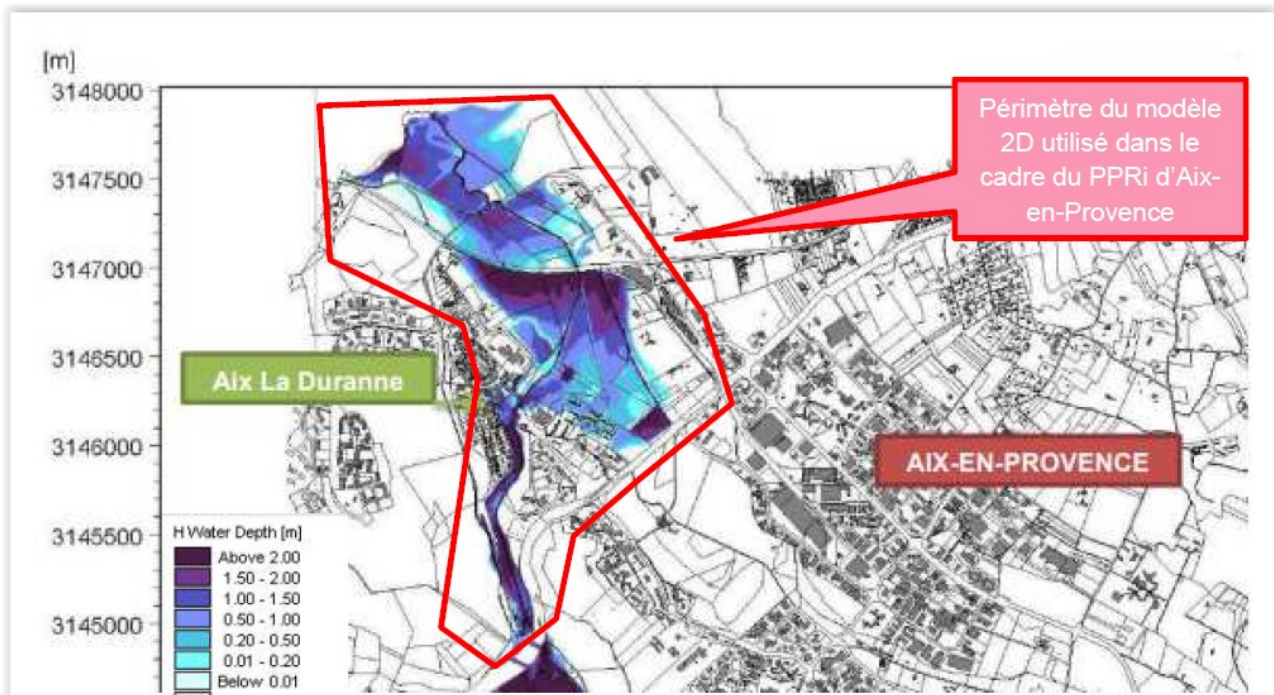


Figure 49 : Hauteurs maximales pour l'événement type 1993 (source : INGEROP – SABA, 2013)



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.

1.3.6 La Petite Jouïne, les Milles ZI et la Duranne ZAC

Dans le cadre de la réalisation du Schéma Directeur des Eaux Pluviales en 2011, la commune a souhaité que l'aléa inondation soit précisé par modélisation sur les secteurs actuellement urbanisés ou à urbaniser. Les secteurs de la zone industrielle des Milles, la Petite Jouïne et la zone d'activités de la Duranne ont été modélisés dans le cadre de cette étude de 2011.

Ainsi, sur ces zones, la modélisation hydraulique du fonctionnement des réseaux a été couplée avec l'étude du ruissellement de surface, permettant la réalisation d'un modèle 2D et d'obtenir des cartes d'aléa par débordement ou ruissellement.

1.3.6.1 Description des secteurs considérés

Le réseau d'évacuation des eaux pluviales de la zone d'étude se décompose en 10 principaux secteurs correspondant aux 10 exutoires retenus :

- 2 se jetant dans le Grand Vallat, d'Ouest en Est :
 - Fresnel ;
 - Newton.
- 8 dans la Petite Jouïne, affluent du Grand Vallat :
 - Foucault ;
 - Guimarand ;
 - RD9 ;
 - STEP ;
 - Lavoisier ;
 - Lauzière ;
 - Perrin ;
 - Golf.
- 3 bassins versants se jettent directement dans la Petite Jouïne sans transiter via des réseaux d'eaux pluviales. Ils sont regroupés dans un bassin versant « Jouïne ». Ne disposant pas de réseau, ces bassins versants ne sont pris en compte que dans l'étude du ruissellement de surface en amont de la RD9.

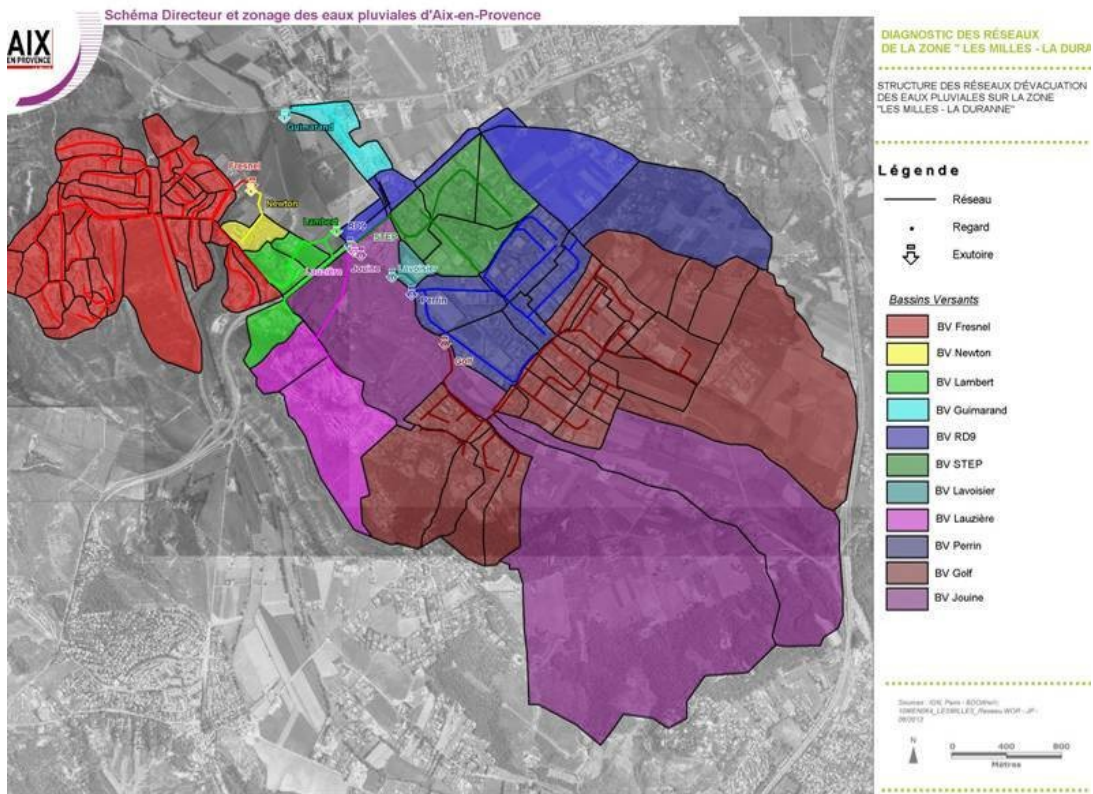


Figure 50 : Structure du réseau d'évacuation des eaux pluviales sur la zone « ZI les Milles – la Duranne » (source : SAFEGE – Aix-en-Provence, SDEP, 2011)

1.3.6.2 Analyse hydrologique

La pluie du 22-23 septembre 1993 a été retenue comme pluie historique de référence pour la caractérisation de l'aléa.

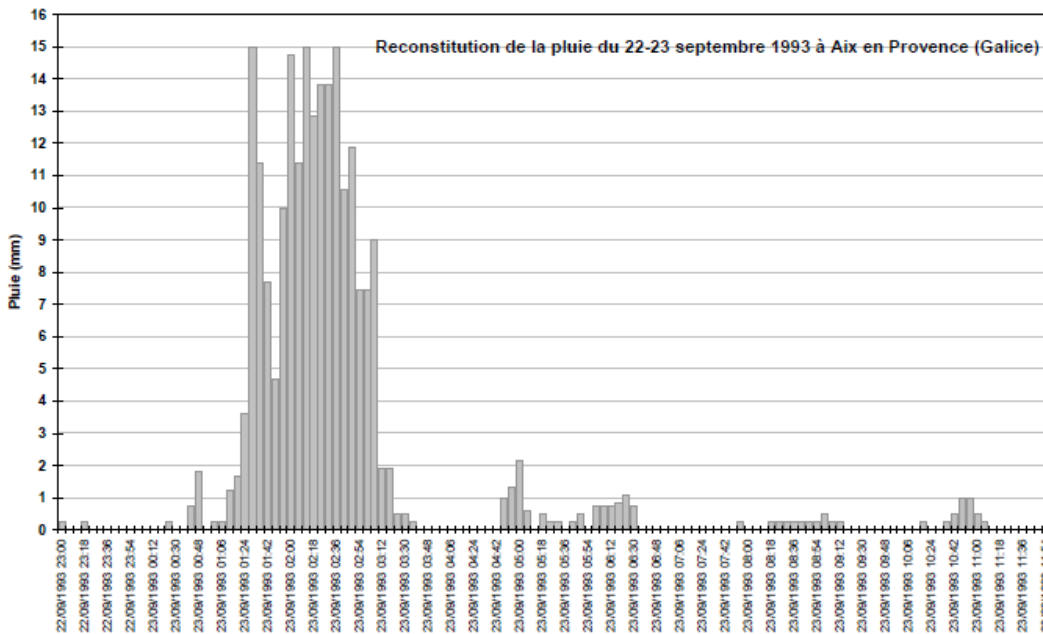


Figure 51 : Pluie du 22-23 septembre 1993 à Aix-en-Provence au pas de temps 6 min (source : SAFEGE – Aix-en-Provence, SDEP, 2011)

La transformation des pluies de projet en débit de pointe a été réalisée pour chaque bassin versant par la méthode de transformation pluie-débit.

1.3.6.3 Modélisation hydraulique

Deux méthodes ont été utilisées pour caractériser l'aléa sur Aix en Provence :

- S'il n'y a pas de réseaux enterrés ou si leur modélisation n'a pas d'intérêt dans la caractérisation de l'aléa, la zone d'étude est modélisée avec TELEMAC 2D ;
- Si la prise en compte des réseaux souterrains se révèle pertinente, la zone d'étude est modélisée sur le logiciel MIKE FLOOD 1D.

L'ensemble de la zone d'étude est représentée en 2D à partir du modèle numérique de terrain créé sur la base des semis de points levés fournis par la Ville d'Aix en Provence (LIDAR - 2009) et les levés terrestres réalisés par BILICKI ou HYDROTOPO (Modélisation 2D de la ZI les Milles).

Sur la base du LIDAR précédemment traité, un modèle numérique de terrain composé de mailles triangulaires a été réalisé. La taille des mailles est modulée selon la fonction hydraulique des éléments qu'elles décrivent. La figure suivante présente un exemple de maillage du modèle.

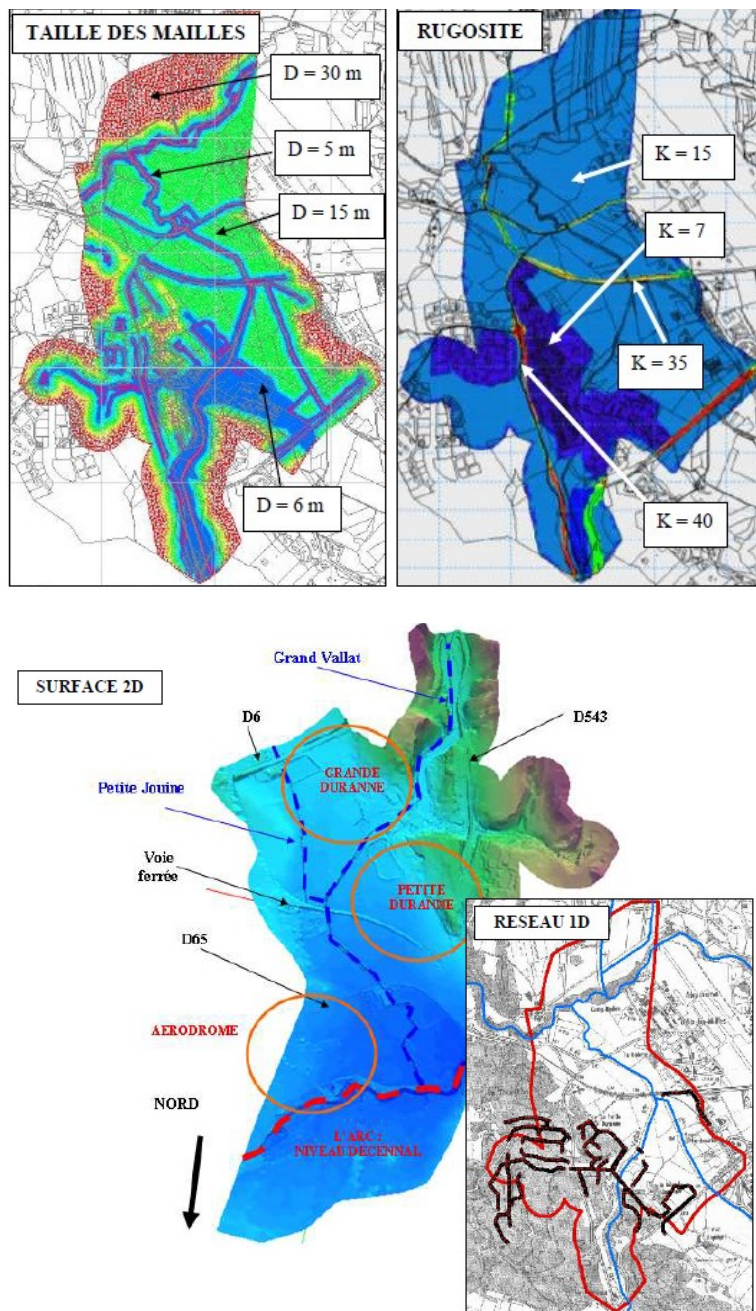


Figure 52 : Maillage du modèle 2D – Exemple de la zone Duranne (source : SAFEGE – Aix-en-Provence, SDEP, 2011)

1.3.6.4 Résultats de la modélisation 1D / 2D de la crue de référence

Pour la crue de référence « type 1993 », les débordements sont généralisés pour le réseau pluvial de la ZI des Milles et sur le quartier de la Duranne.

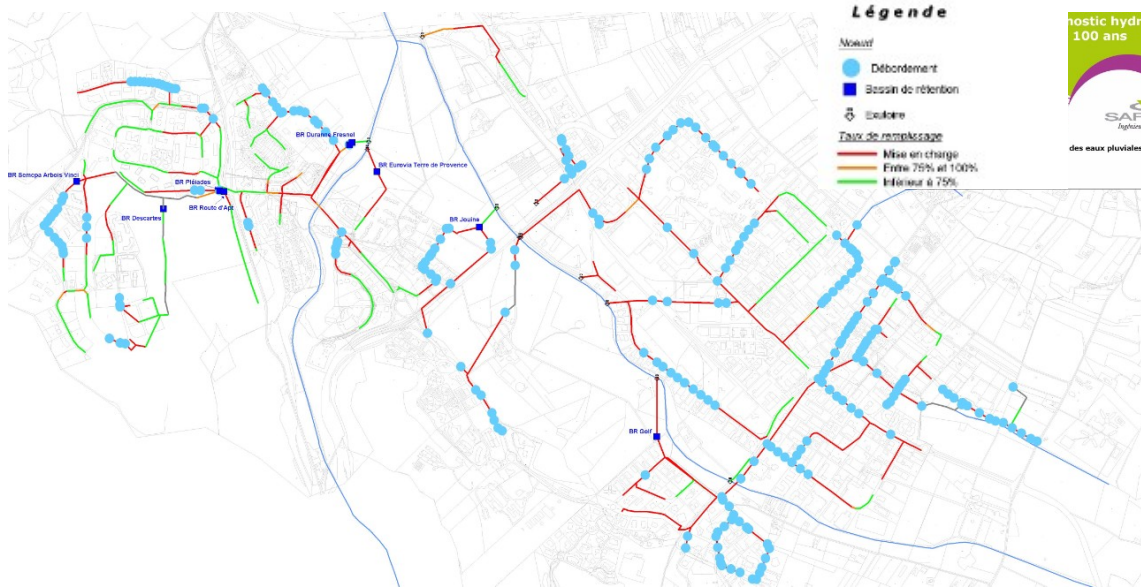


Figure 53 : Extrait du diagnostic hydraulique des réseaux pour la crue de référence (source : SAFEGE – Aix-en-Provence, SDEP, 2011)

Les inondations se produisent principalement sur les voiries et les parcelles avoisinantes. Le ruisseau de la Petite Jouine connaît également des débordements notamment en amont de la RD9 où la formation d'un vaste plan d'eau dans le lit majeur est lié à la charge hydraulique générée par l'association du remblai barrant les écoulements et l'ouvrage hydraulique dont la capacité est limitante.

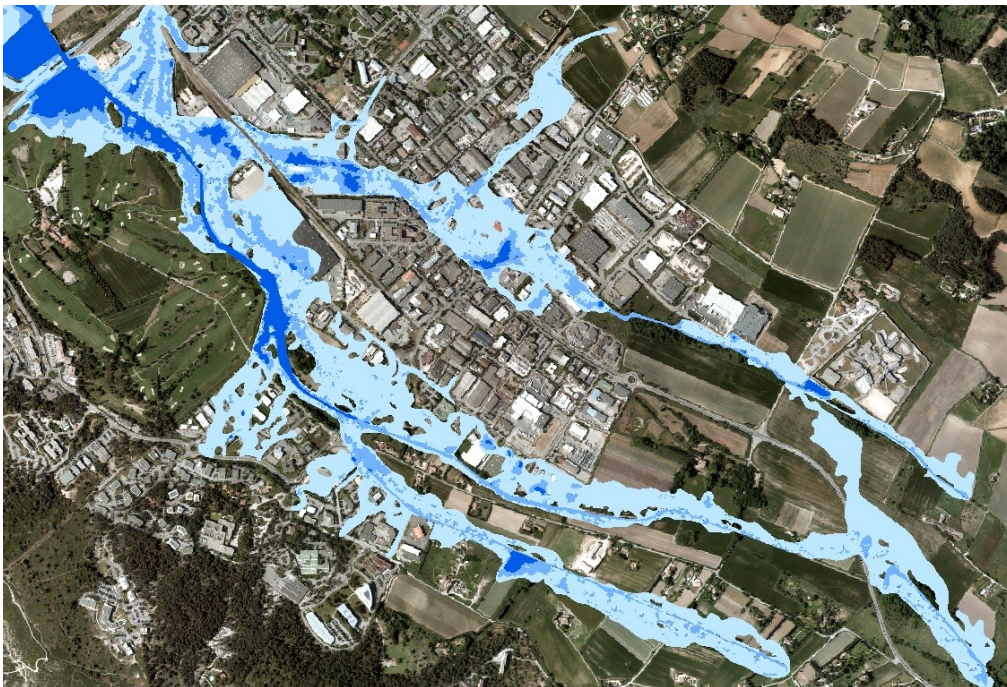


Figure 54 : Inondation de surface 2D – ZI Les Milles (source : SAFEGE – Aix-en-Provence, SDEP, 2011)



Ce qu'il faut retenir...

Bureau d'étude : SAFEGE

Année : 2011

Maître d'ouvrage : Ville d'Aix-en-Provence

Type de modélisation : 1D (réseau pluvial) et 2D (débordement fluvial)

Crue de référence : Septembre 1993

Crues modélisées dans le cadre de l'étude : Q10 (décennale) et 1993

Données topographiques utilisées : LIDAR, relevés topographiques des cotes du réseau pluvial et profils en travers topo-bathymétriques du cours d'eau.

1.3.7 Le Malvallat, le vallat des Marseillais et le Grand Torrent

1.3.7.1 Méthode d'identification des zones inondables

Ces vallons ont fait l'objet d'études de détermination des zones inondables par analyse hydrogéomorphologique dans le cadre de l'étude IPSEAU en 2004, repris dans l'étude SIEE de 2005.

La méthode hydrogéomorphologique permet d'identifier le fonctionnement naturel de la dynamique des cours d'eau (érosion, transport, sédimentation) au cours de l'histoire. Elle consiste à étudier finement la morphologie des plaines alluviales et à retrouver sur le terrain les limites physiques façonnées par les crues passées.

La cartographie produite par l'analyse hydrogéomorphologique permet de disposer d'une vision globale et homogène des champs d'inondation sur l'ensemble des secteurs traités en pointant à un premier niveau les zones les plus vulnérables au regard du bâti et des équipements existants.

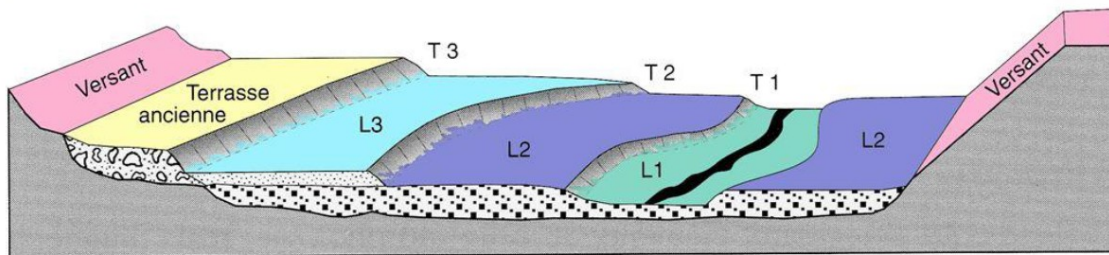


Figure 55 : Schéma d'une plaine alluviale type © Masson Garry Ballais modifié par SIEE

1.3.7.2 Transposition de la méthode hydrogéomorphologique vers la cartographie des aléas

1.3.7.2.1 Le Malvallat et le Vallat des Marseillais

Le Malvallat est la réunion de plusieurs petits ruisseaux (ruisseaux des Granettes, des Figons, du Valadet, du Château de Galice) qui drainent des bassins versants peu imperméabilisés mais dont l'urbanisation croît régulièrement, notamment sur la commune d'Eguilles. Le Malvallat rejoint l'Arc en rive droite face à l'aérodrome des Milles.

Le Vallat des Marseillais draine une grande partie des rejets pluviaux d'Eguilles et rejoint l'Arc quelques centaines de mètres à l'aval du Malvallat.

L'emprise cartographiée par la méthode hydrogéomorphologique correspond à la zone inondée lors de la crue de septembre 1993. Le secteur de la Courounade n'a pas fait l'objet d'une modélisation hydraulique et par conséquent les cotes des plus hautes eaux (PHE) n'ont pas été déterminées. Ce secteur correspond donc à une zone hydrogéomorphologique non modélisée. A ce titre, cette zone doit être considérée comme une zone d'aléa fort.

1.3.7.2.2 Le Grand Torrent

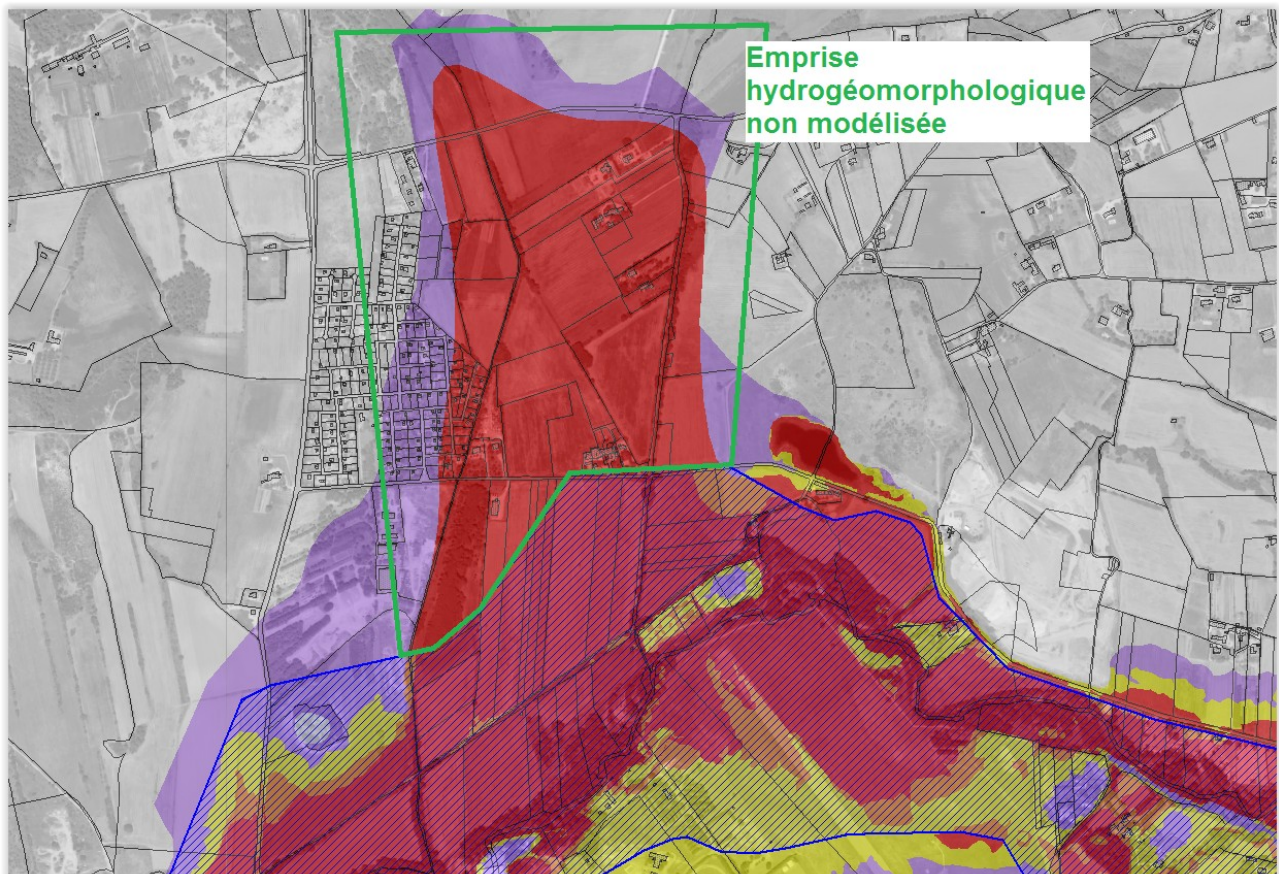
Dans la partie médiane du bassin (de la Garde à cheval au hameau de la Mérindole) des débordements se produisent pour la crue de type centennale (ou au moins égale à la crue de septembre 1993).

En amont immédiat du hameau de la Mérindole, les débordements sont limités en rive gauche par la proximité des dépôts de versant. Ils inondent quelques vignes (moins de 40 m pour une crue de type 1993) et le chemin d'exploitation longeant le cours d'eau peut être coupé en plusieurs points dès la crue décennale (réduction de la capacité des lits mineur et moyen). Les débordements du grand Torrent n'affectent que des terrains sans enjeux particuliers (friches, paddocks, prairies du domaine du Conseil Général).

La crue de septembre 1993 a par ailleurs montré les capacités érosives des courants débordants. Les écoulements de crue se concentrent en arrivant sur le hameau de la Mérindole. Ici, les débordements sont limités et les vitesses d'écoulement peuvent être élevées.

Vers l'aval du hameau de la Mérindole, la configuration de la vallée se modifie sensiblement : la capacité du lit mineur est plus faible, la limite des lits moyen et majeur ordinaire et/ou exceptionnel est plus nettement marquée (talus). Les zones inondables s'étalent plus largement et affectent essentiellement la rive gauche (actuel champ de blé). Ils sont latéralement limités par la RD 65d ou les dépôts de versant. Le versant calcaire limite l'extension des débordements en rive droite.

En résumé, en dehors du hameau de la Mérindole, les inondations du Grand Torrent sont d'extension limitée. Aucune infrastructure ou habitation n'est menacée directement par les crues les plus fortes (excepté le pont reliant la vallée au Petit Arbois).



1.4 Conclusion

Dans le cadre de l'élaboration du Plan de Prévention des Risques d'Inondation de la commune d'Aix-en-Provence, la DDTM13 a finalisé les aléas d'inondation pour l'Arc et ses affluents pour la crue de référence à partir de l'étude SUEZ Consulting de mise en cohérence des aléas à l'échelle de la commune d'Aix-en-Provence de 2016.

Les cours d'eau concernés par cette étude sont :

- L'Arc ;
- La Torse ;
- Le Grand Vallat, la Petite Jouïne et le ruisseau Robert ;
- La Luynes ;
- Le Malvallat et le ruisseau des Marseillais
- Le Grand Torrent.

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

Concernant la définition de la crue de référence, deux scénarios hydrologiques ont été choisis en fonction des phénomènes historiques qui ont affecté le bassin versant ou des bassins versants limitrophes :

- Pour l'Arc, la crue de référence est déterminée à partir des caractéristiques hydrologiques (pluies) de la catastrophe de juin 2010 qui a touché le bassin versant voisin de l'Argens.
- Pour la Torse, le Grand Vallat, la Petite Jouïne, le ruisseau Robert, la Luynes, le Malvallat, le ruisseau des Marseillais et le Grand Torrent, 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 ces différents scénarios hydrologiques à partir de modèles hydrologiques ont été injectés dans des modélisations hydrauliques reproduisant la propagation de la crue, les niveaux d'eau et les zones inondées pour l'événement de référence retenu pour chaque cours d'eau.

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 d'Aix-en-Provence l'information est disponible en permanence sur le site : <http://www.vigicrues.gouv.fr> concernant le fleuve l'Arc.

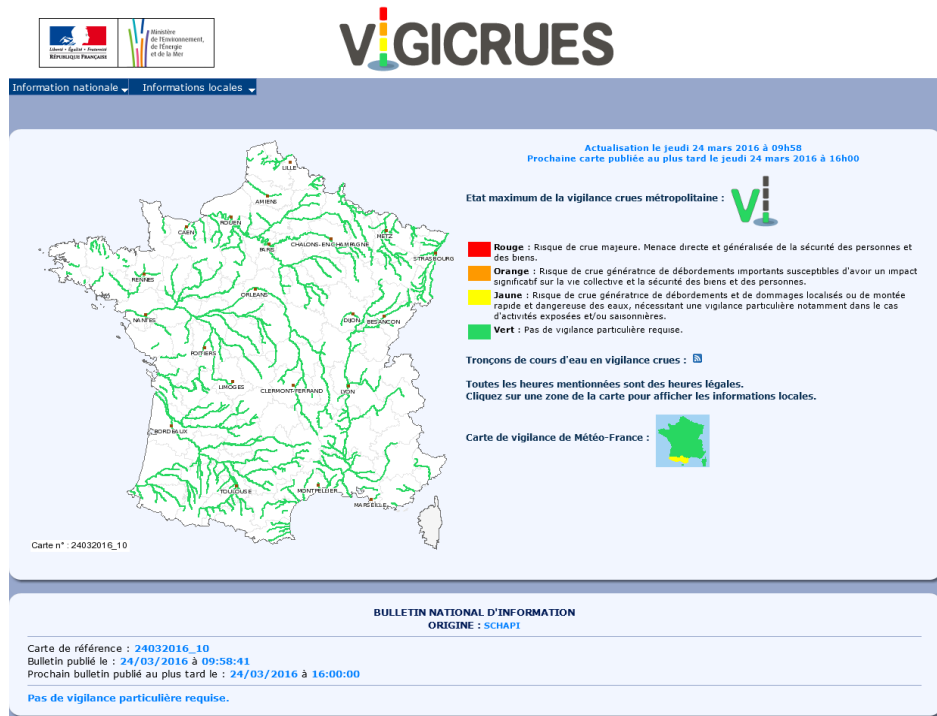


Figure 56 : Capture d'écran du site Vigicrues (Source : <http://www.vigicrues.gouv.fr>)

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 définit 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.

Le Plan Communal de Sauvegarde de la Ville d'Aix-en-Provence en vigueur a été arrêté [le 29 juin 2011](#) par le Maire.

Le PCS devra 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 toutes 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-Méditerranée.

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.

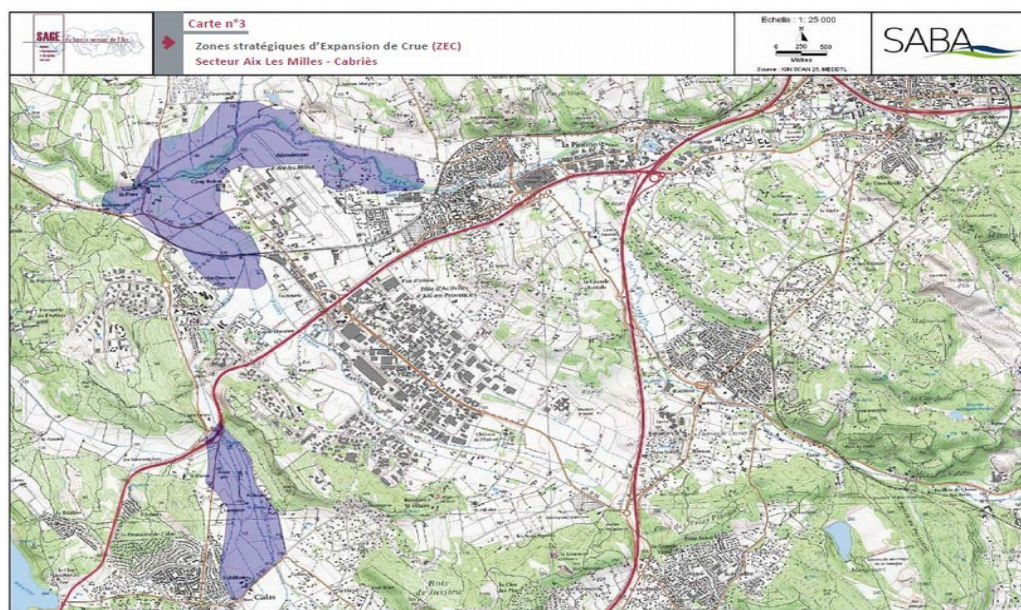


Figure 57 : Zone stratégique d'expansion de Crue sur le territoire d'Aix-en-Provence (Extrait de l'Atlas cartographique du SAGE de l'Arc)

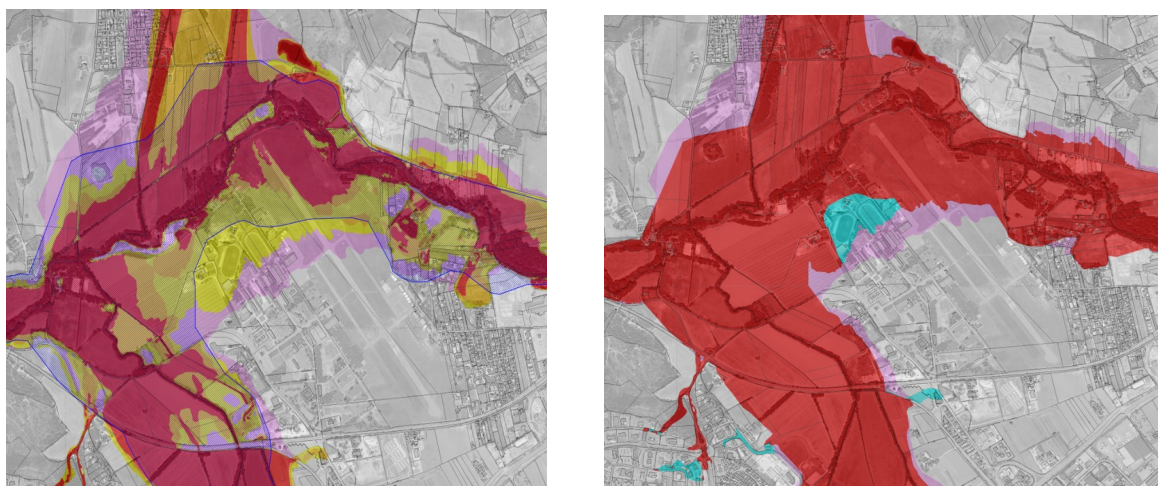


Figure 58 : Zoom sur la Zone d'Expansion de Crues en bleu sur la carte de gauche (Extrait des cartes d'aléa et de zonage réglementaire du PPRi d'Aix-en-Provence)

Conformément aux principes du SAGE, dans l'enveloppe de la zone inondable compris dans la Zone d'Expansion de Crues de la Plaine des Milles, identifiée dans le SAGE, la réglementation interdira toute nouvelle construction y compris pour le bâti agricole. (Voir la Figure 64 : Matrice de zonage au paragraphe 3.1.3. Zonage et règlement)

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 prioritaires 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-Méditerranée 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 PGRI d'Aix-en-Provence :

- préserve les Zones d'Expansions de Crues définies par le SAGE de l'ARC ;
- interdit les constructions en zone d'aléa fort (sauf exception justifiée en centre urbain pour assurer le renouvellement de la ville sur la ville) ;
- 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 stratégiques dans les zones inondables afin de ne pas compliquer la gestion de crise et 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 au 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 ;
- Entretien et aménagement 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 public est informé de l'existence du DICRIM par le biais d'un avis affiché en mairie pendant deux mois au moins. Le DICRIM est consultable sans frais à la mairie.

Le DICRIM d'Aix-en-Provence est disponible depuis le 28 octobre 2010.

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'événements 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 dpartement) et des moyens disponibles (communaux ou privés) sur la commune.

Il prévoit l'organisation nécessaire pour assurer l'alerte, l'information, la protection et le soutien de la population au regard des risques.

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 régit 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 constitutives

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 D'AIX-EN-PROVENCE

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

3.1.1 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 hydraulique de l'Arc réalisée par le bureau d'études SAFEGE a conclu qu'aucune crue historique d'ampleur et généralisée ne pouvait servir de base à la définition de l'événement de référence.

L'étude réalisée par le bureau d'études GINGER en 2010 pour le compte du SABA (« étude et mise en cohérence des études hydrologiques et hydrauliques sur le bassin versant de l'Arc ») s'est intéressée à définir, via l'application d'une modélisation pluie-débit détaillée, la réaction du bassin versant de l'Arc à une pluie du type de celle qui s'est abattue en juin 2010 sur le Var. Effectivement, d'après Météo France cet événement d'une intensité remarquable aurait pu se produire n'importe où autour de la Méditerranée et « il est donc possible d'imaginer un tel événement sur le bassin versant de l'Arc, soit seulement à 60 km à l'ouest de l'épicentre de pluie du 15 juin 2010 » (extrait du SAGE de l'Arc). Les résultats ayant montré que les débits résultants étaient très proches des débits centennaux affichés dans le SAGE de l'Arc, il a été décidé de les retenir pour définir l'événement de référence.

La crue de référence est donc définie comme la réaction du cours d'eau principal de l'Arc à l'application de la pluie du var de juin 2010.

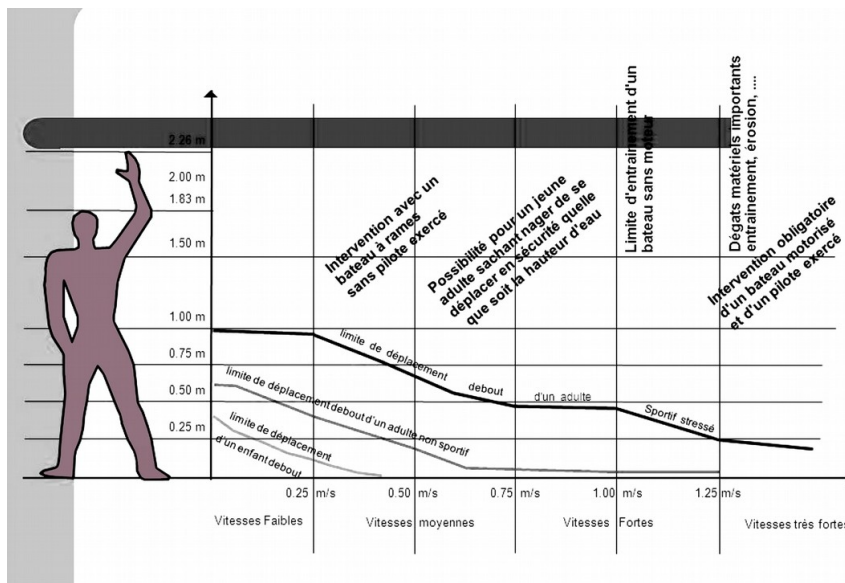


Figure 59 : Mobilité en terrain inondé en fonction de la vitesse et de la hauteur d'eau

Une crue exceptionnelle (Q_{exp}) est liée à un événement hydrologique (météorologique) d'une forte intensité dont la période de retour est supérieure à 100 ans. Dans le cadre du PPRI d'Aix-en-Provence, le débit de la crue exceptionnelle est égal à 2 fois au débit de la crue centennale (Q_{100}).

En ce qui concerne les affluents de l'Arc, les choix des crues de référence sont explicités précédemment au paragraphe 1.2.

A 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 où 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.

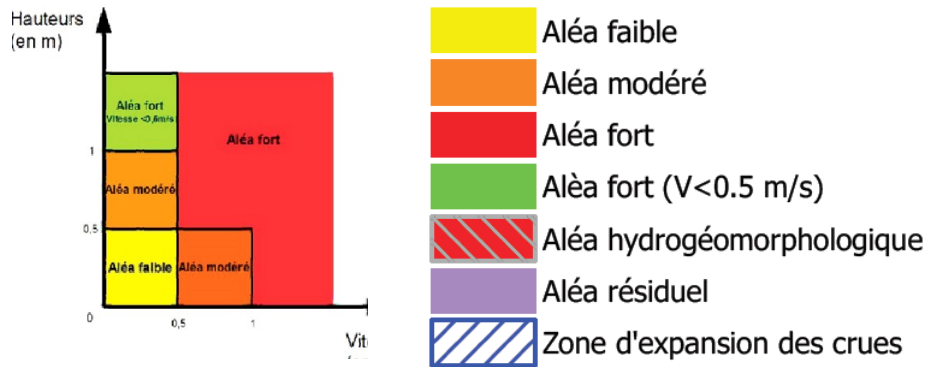


Figure 60 : Détermination de l'aléa en fonction de la hauteur d'eau et de sa vitesse d'écoulement

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 événement supérieur à la crue de référence.

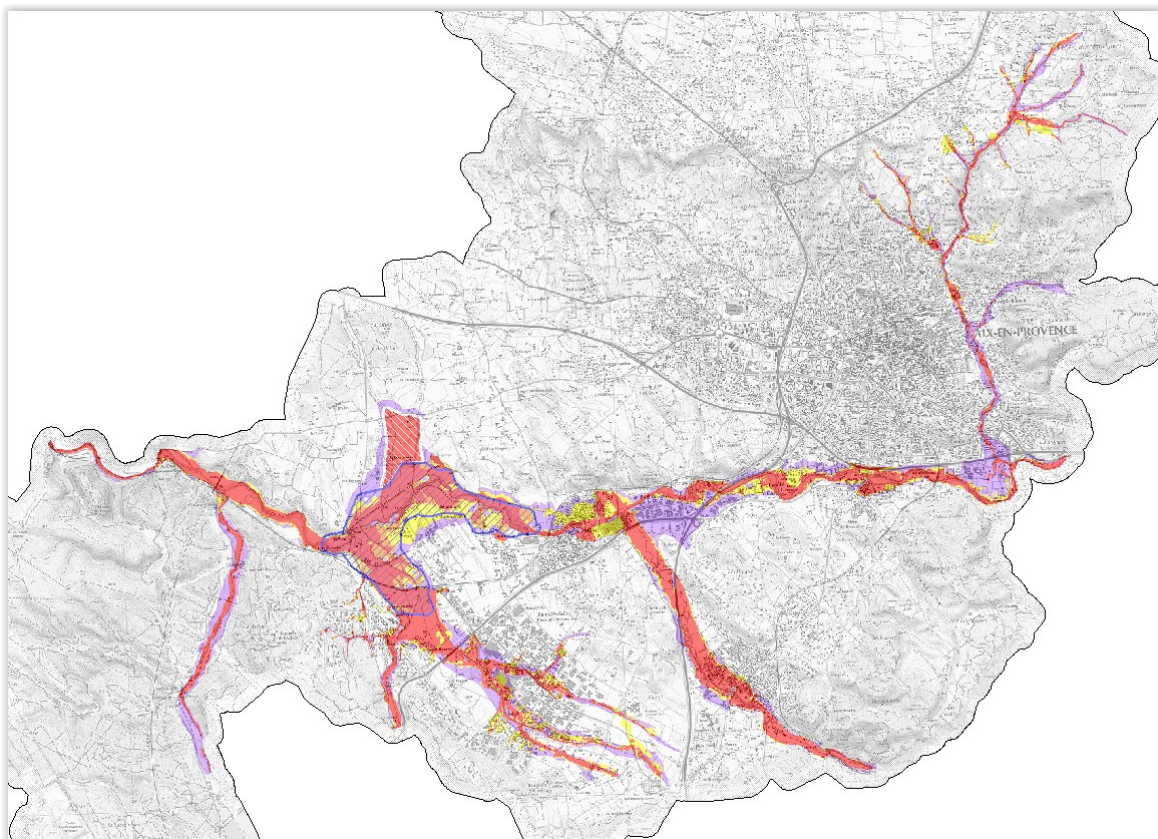


Figure 61 : Aléa sur la commune d'Aix-en-provence

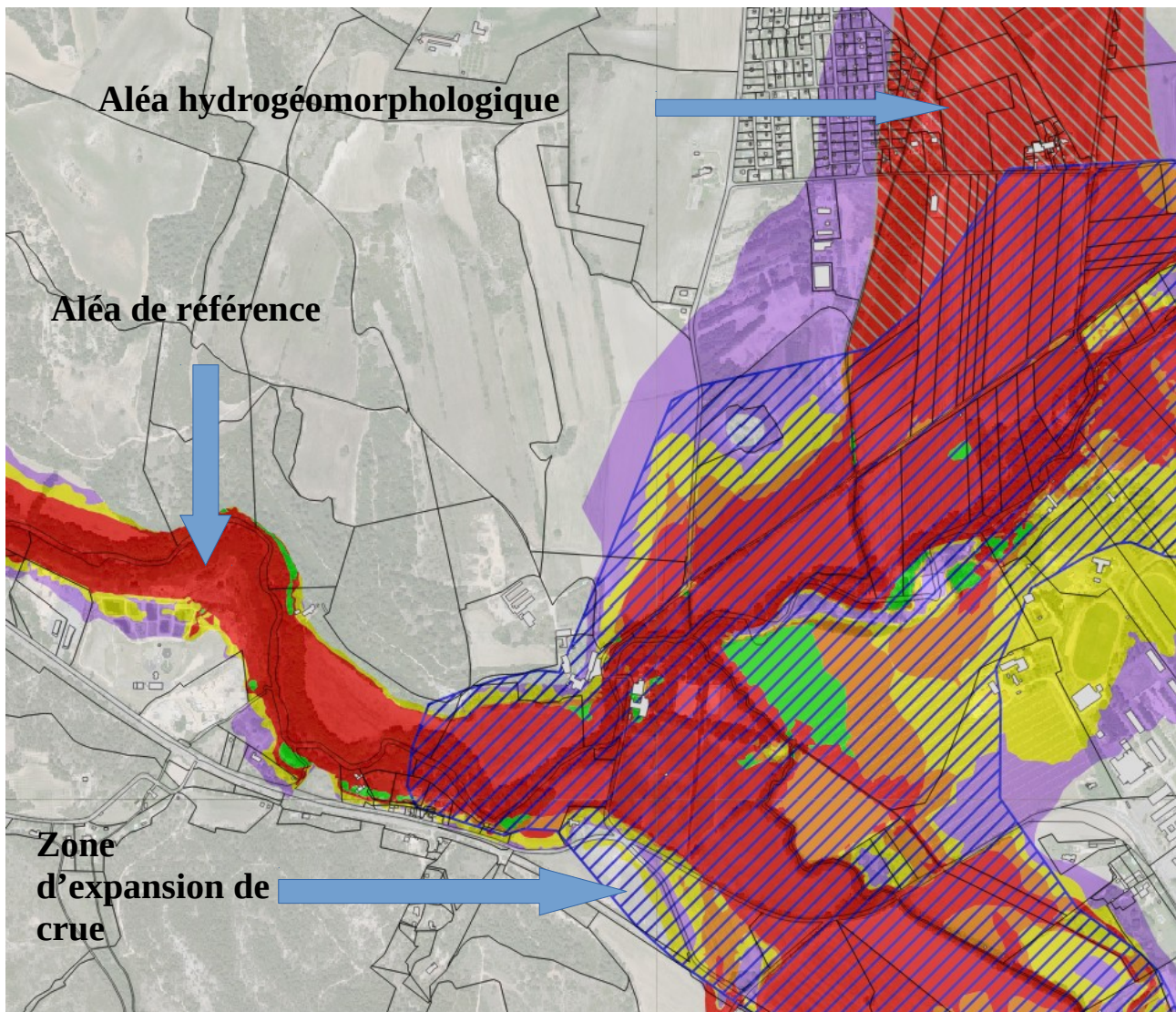


Figure 62 : Extrait de la carte d'aléa d'Aix-en-provence

3.1.2 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.

3.1.2.1 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 zonage de prévention. Il s'attache à croiser, à l'échelle de l'îlot urbain, des critères qualitatifs avec des données quantitatives.

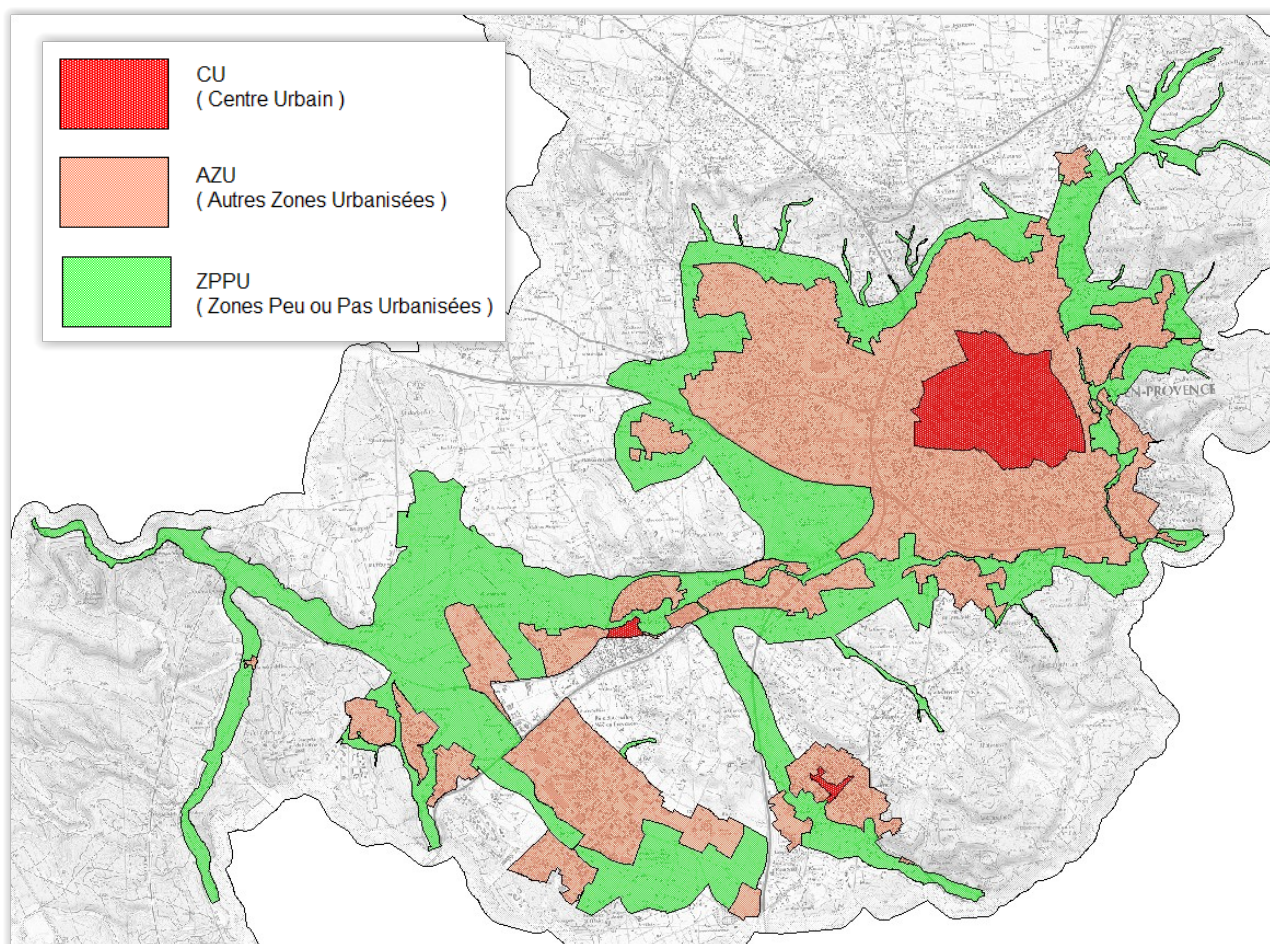


Figure 63 : Caractérisation des enjeux des zones inondables du bassin versant de l'Arc à Aix-en-Provence

3.1.3 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.

		ZEC (SAGE)	ALEA			
			HGM Non modélisé	Fort	Faible et modéré	Résiduel
ENJEUX	CU (Centre Urbain)	Rouge	Rouge	Bleu foncé	Bleu foncé	Violet
	AZU (Autres Zones Urbanisées)	Rouge	Rouge	Rouge	Bleu clair	Violet
	ZPPU (Zones Peu ou Pas urbanisées)	Rouge	Rouge	Rouge	Rouge	Violet

Figure 64 : Matrice de zonage

3.1.3.1 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 d'Aix-en-Provence, 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 R, 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 centre urbain, quel que soit l'aléa la zone bleu foncé impose un principe de constructibilité avec prescriptions de manière à permettre le renouvellement urbain tout en réduisant la vulnérabilité des projets neufs ;
- En zone peu ou pas urbanisée, quel que soit l'aléa, le zonage rouge impose un principe d'inconstructibilité pour préserver les champs d'ex
- pansion 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 ;
- En Zone d'Expansion des Crues : quel que soit l'aléa, le zonage rouge impose un principe d'inconstructibilité pour être compatible avec le SAGE de l'Arc qui identifie sept ZEC à préserver sur le linéaire de l'Arc.

- La zone dite HGM non modélisée issue des études hydrogéomorphologiques correspond à la limite du lit majeur du cours d'eau. Cette zone est considérée comme de l'aléa fort ou s'impose un principe général d'inconstructibilité.
- 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 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.

3.1.3.2 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).

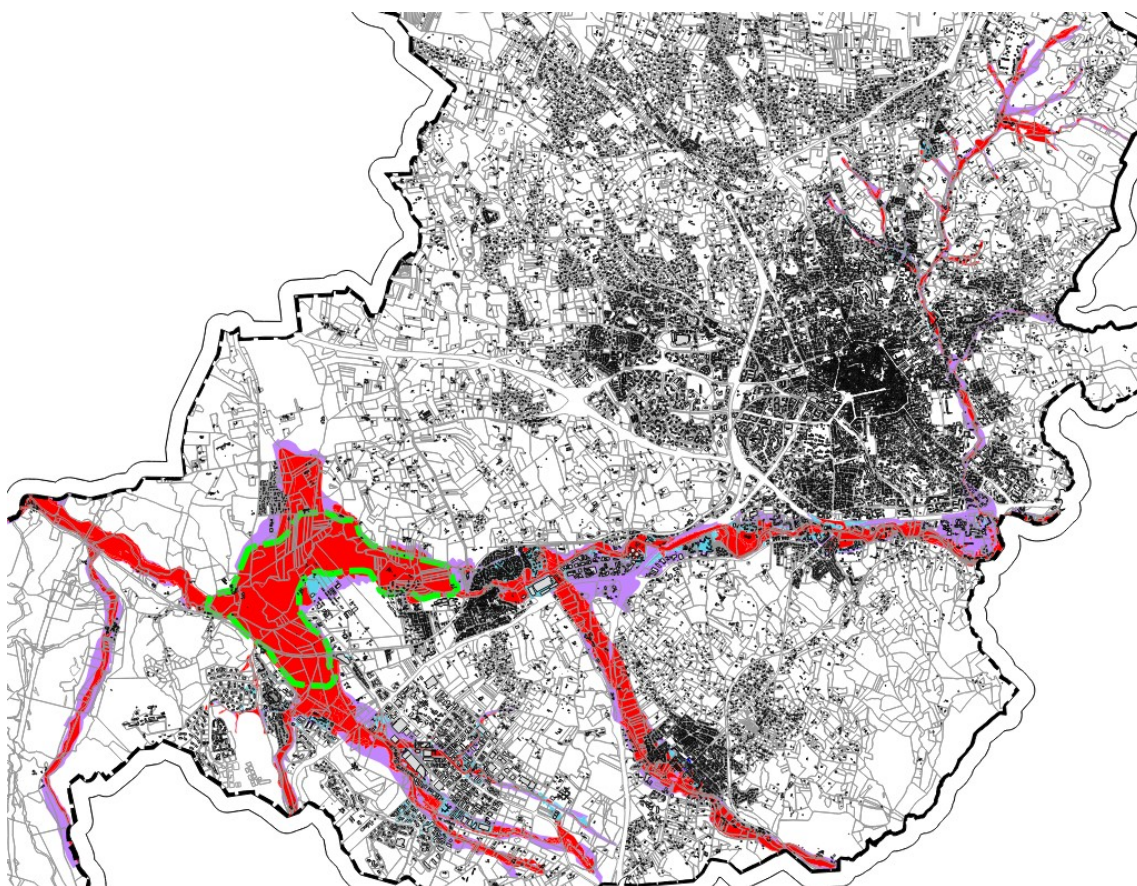


Figure 65 : Zonage réglementaire du présent PPRi sur la commune d'Aix-en-Provence

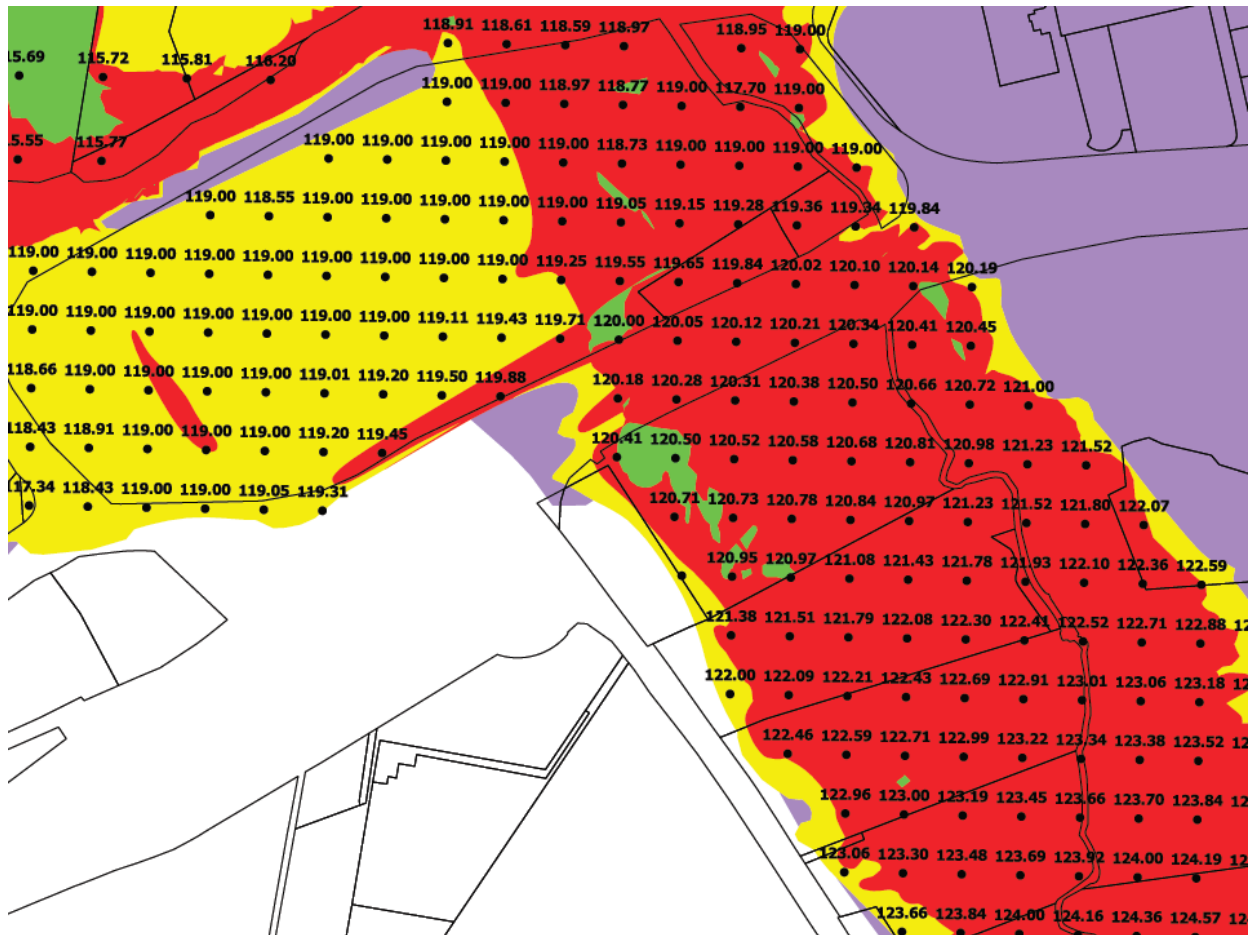


Figure 66 : Extrait de la carte des Plus Hautes Eaux (PHE) du présent PPRi sur la commune d'Aix-en-Provence

3.1.3.3 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.

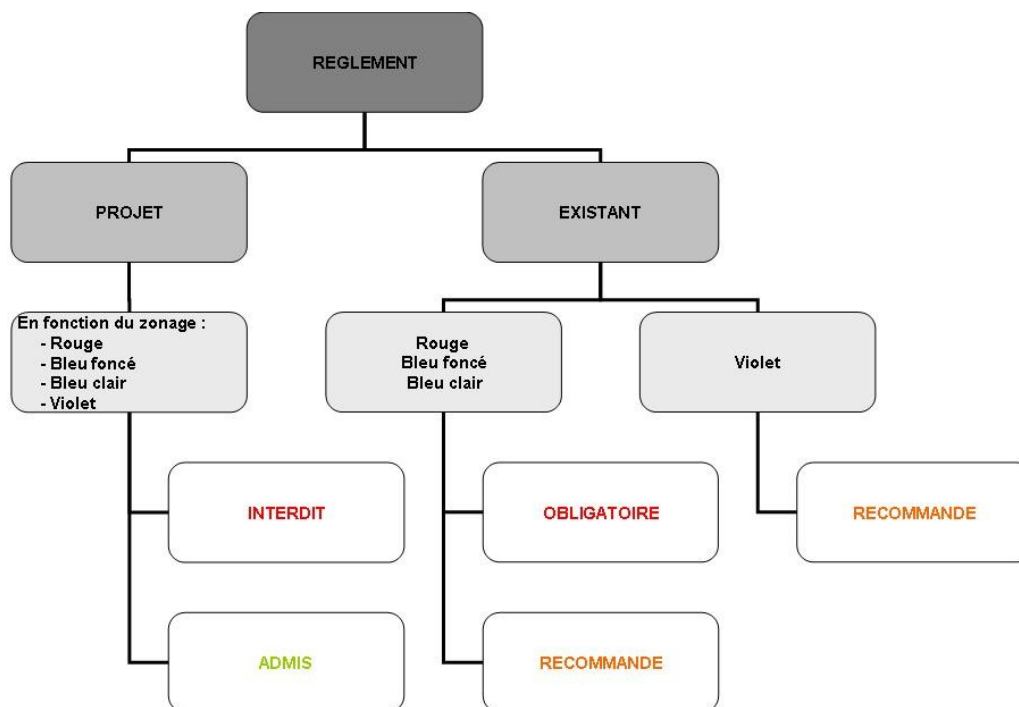


Figure 67 : Structure du règlement de PPRi

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 9 avril 2018 l'établissement du PPRi pour la commune d'Aix-en-Provence (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

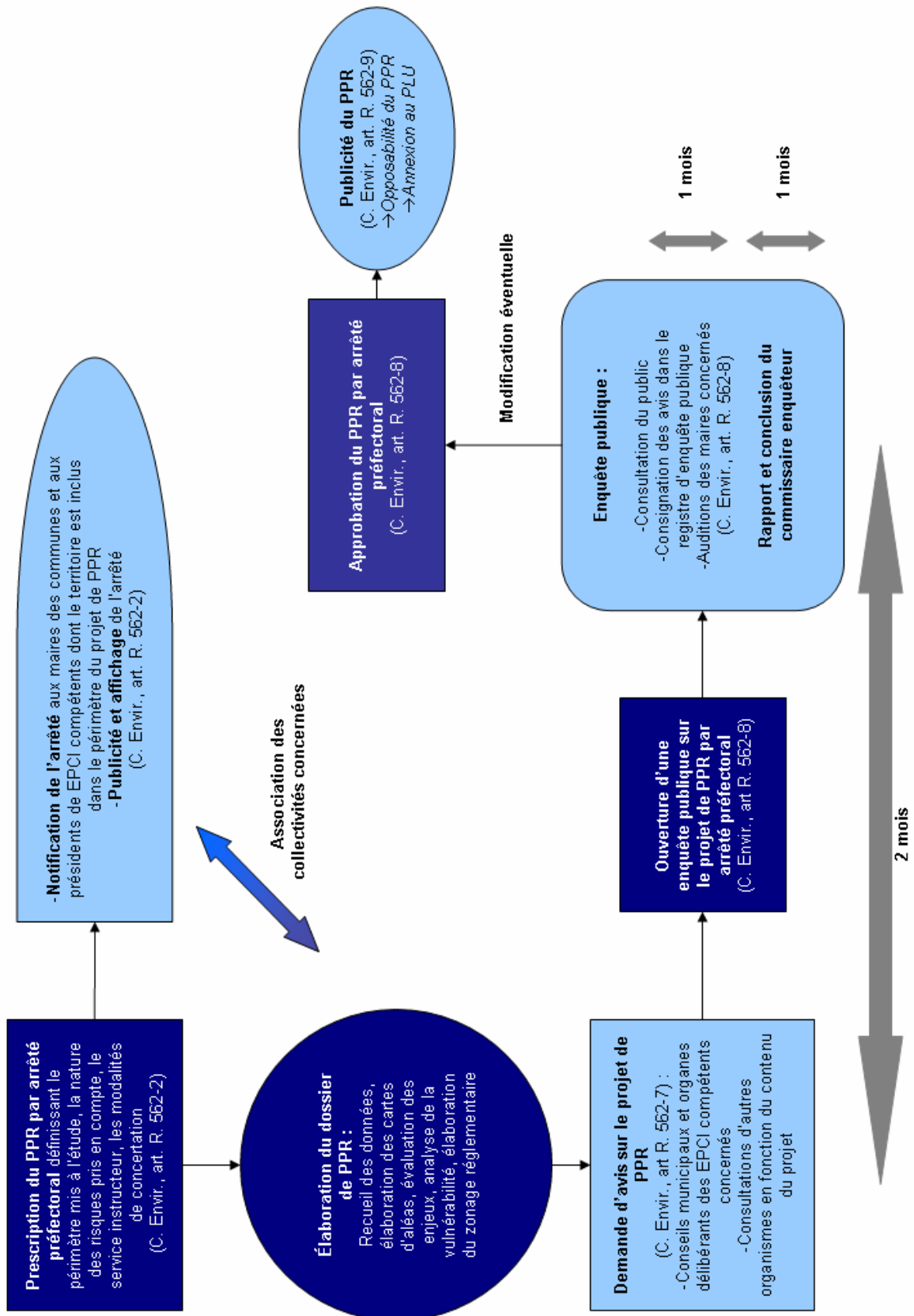
Le PPR vaut servitude d'utilité publique en application de l'article L 562-4 du Code de l'Environnement. Il doit à ce titre être annexé au Plan Local d'Urbanisme (PLU) lorsqu'il existe. Dès lors, le règlement du P.P.R. est opposable à toute personne publique ou privée qui désire entreprendre des constructions, 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
MA93015932.01	Journal France 2 20h	Information	05/02/19	2 min	Information	
CAA93060776	Journal TF1 20h	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 Compléments à la modélisation concernant la mise à jour des aléas sur la commune d'Aix-en-Provence dans le cadre de l'élaboration du Plan de Prévention des Risques d'Inondation – Rapport de synthèse hydraulique pédagogique (voir pièces numériques)
