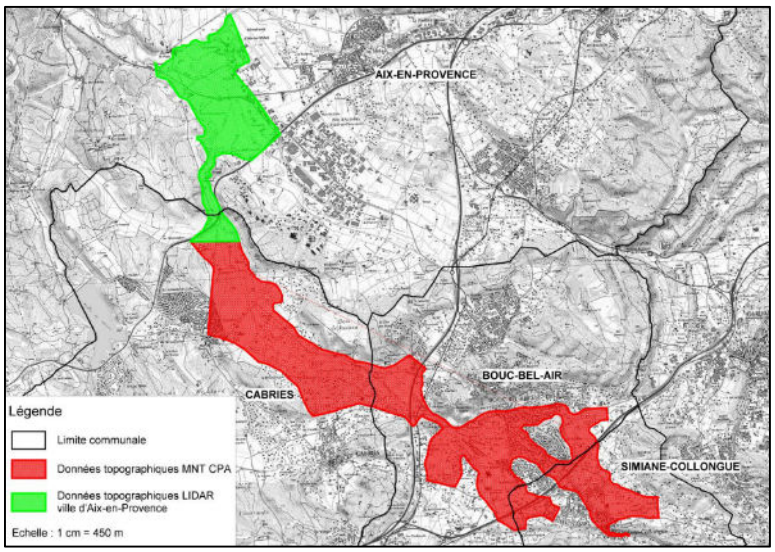
5.2 TOPOGRAPHIE

5.2.1 MODELES NUMERIQUES DE TERRAIN

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

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

Figure 10 : Données topographiques



NB : L'étude réalisée pour la commune de Cabriès est également basée sur les données topographiques MNT CPA.

5.2.2 LEVES TERRESTRES

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

reconnaissances de terrain. Par ailleurs, de nouveaux levés ont été réalisés entre Lagremeuse et la confluence avec l'Arc, en 2012, lors de l'étude menée par le SABA.

5.2.3 PROFILS EN TRAVERS

La plupart des profils en travers datent de l'étude de la SCP en 1999. Des compléments avaient été effectués en 2006, notamment sur le Vallat de Babol. De nouveaux levés de profils en travers ont été réalisés à l'aval du modèle en 2012, entre Lagremeuse et la confluence avec l'Arc, afin d'affiner ce secteur.
Par ailleurs, sur la commune de Cabriès, des levés terrestres des profils en travers du lit mineur et des ouvrages ont été réalisés en février 2016.

5.3 MODELISATION DES LITS MINEURS

5.3.1 GEOMETRIE DES COURS D'EAU

- **Modèle SABA**

Le modèle unidimensionnel a été établi sous le logiciel MIKE 11. La géométrie des cours d'eau est définie par leur profil en long, les différents profils en travers ainsi que les ouvrages hydrauliques. Le tableau suivant résume les différents cours d'eau modélisés et le linéaire associé.

Tableau 15 : Linéaire des cours d'eau modélisés

Cours d'eau	Description	Linéaire modélisé (m)
Vallat de Babol	De l'amont de Cournière vers la confluence avec le Grand Vallat	3670
Vallat des Mourgues	De l'amont du village de Simiane vers confluence avec le vallat de Babol	1950
Vallat de Pibou	Du chemin Joseph Roumanille vers la confluence avec le Grand Vallat	2305
Vallat de Rajol	De l'amont de la voie ferrée vers la confluence avec le vallat des Tilleuls	820
Vallat des Tilleuls	De l'amont de la voie ferrée vers la confluence avec le Grand Vallat	2210
Vallat de Violési	De la RD8 vers la confluence avec le Grand Vallat	945
Vallat de la Mule	De l'amont du lotissement vers la confluence avec le Grand Vallat	755
Vallat de Rans	Du chemin de Bélandière vers la confluence avec le Grand Vallat	1045
Petite Jouïne	De la RD9 vers la confluence avec le Grand Vallat	1060
Grand Vallat	Jusqu'à la confluence avec l'Arc	10700

Par ailleurs, l'Arc a été modélisé sur environ 3 km afin d'intégrer une condition aval du modèle. Les fossés situés de part et d'autre du Grand Vallat à l'aval de la RD60 ont également été intégrés au modèle car ils participent au ressuyage des terres. La partie aval du Vallat de Calas, en sortie du village, a été intégrée pour les mêmes raisons.
Sans tenir compte des fossés servant au drainage des écoulements entre la RD60 et Lagremeuse (intégrés au modèle unidimensionnel), **un linéaire total de 25.5 km a été modélisé dont environ 10.7 km sur le Grand Vallat.**

- **Modèle Cabriès**

Sur la commune de Cabriès, dans le cadre de l'étude réalisée en 2016, sept cours d'eau ont été modélisés :

- Le vallat de Fontaube (4.5km)
- Le vallat de Rans (1.6km)
- Le Couladou (0.7km)
- Le vallat de la Cluée (1.6km)
- Le vallat de Champfleury (2.1km)
- Le vallon de Baume Baragne (1.1km)
- Un fossé en amont du vallon de Baume Baragne (0.9km).

5.3.2 PROFILS EN TRAVERS ET OUVRAGES

- **Modèle SABA**

Sur le modèle hydraulique du SABA, afin d'améliorer la précision du calcul, les profils en travers ont été interpolés à partir des profils réels de manière à ce que sur chaque cours d'eau, il y ait un profil tous les 25 m environ. 70 ouvrages hydrauliques sont représentés.

- **Modèle Cabriès**

Le modèle hydraulique réalisé pour la commune de Cabriès est constitué de 111 profils en travers et 360 profils interpolés pour une interdistance moyenne entre les profils de 35 m environ. Le linéaire total modélisé est de 12.5 km, 60 ouvrages hydrauliques (ponts, seuils, buses, etc.) ont été intégrés au modèle.

La figure ci-après présente une vue en plan du modèle 1D réalisé pour le SABA.

Figure 11 : Extrait du modèle unidimensionnel (SABA 2012)

5.3.3 COEFFICIENTS DE RUGOSITE

Les coefficients de rugosité retenus dans les lits mineurs sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 16 : Coefficients de rugosité retenus en lit mineur

Type de surface	Coefficient de rugosité
Lit	20
Berge	15
Ouvrage	50

5.4 MODELISATION DU LIT MAJEUR

5.4.1 EMPRISES DES MODELES ET MAILLAGES

- **<u>Modèle SABA</u>**

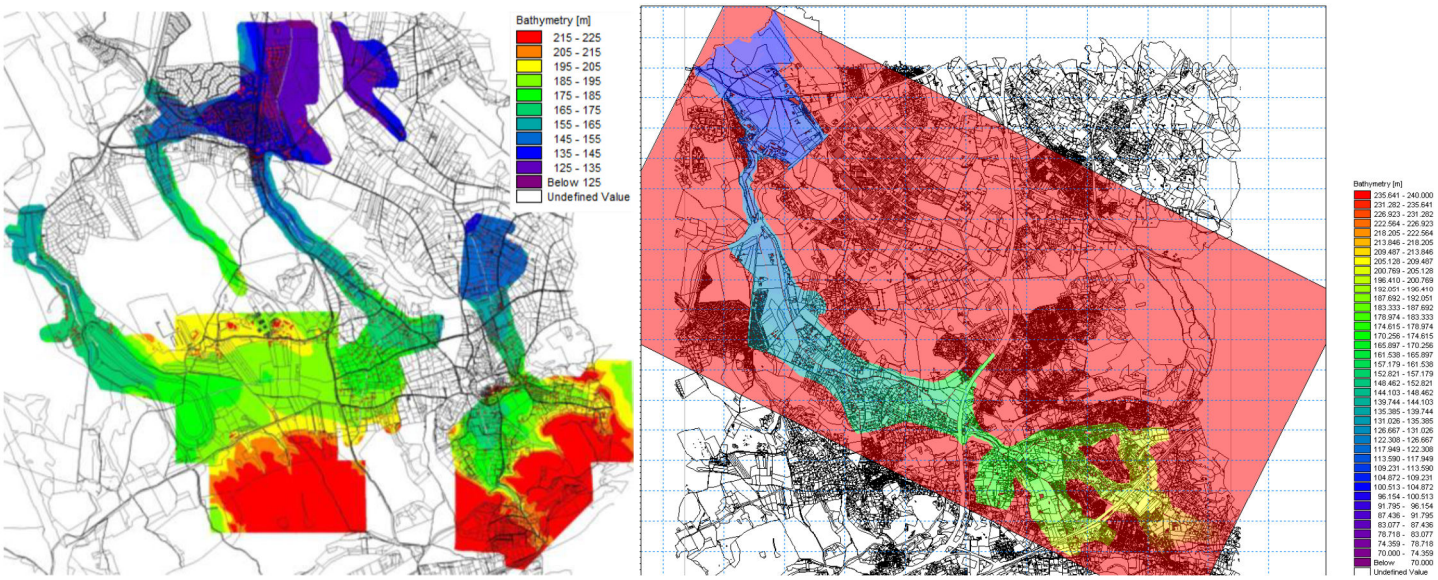
Le modèle réalisé pour le SABA couvre l'étendu de la zone inondable du Grand Vallat. Cela représente une superficie de 11.7 km². Un maillage carré régulier de 5 m x 5 m quadrille cette emprise. Cela représente environ 473 000 mailles de calcul.

- **Modèle Cabriès**

Le modèle réalisé pour la commune de Cabriès couvre une superficie de 9.3 km². Les mailles carrées sont également de 5 m x 5 m, soit un nombre total de mailles égal à 373 000.

En chacun de ces points de calculs est affectée une cote topographique. **Ces maillages intègrent les singularités de la topographie du site : l'ensemble des merlons, remblais ou digues, des bâtiments et obstacles (murs) et des infrastructures, sont représentés.**

Figure 12 : Extrait des modèles 2D – Topographie



5.4.2 COEFFICIENTS DE RUGOSITE

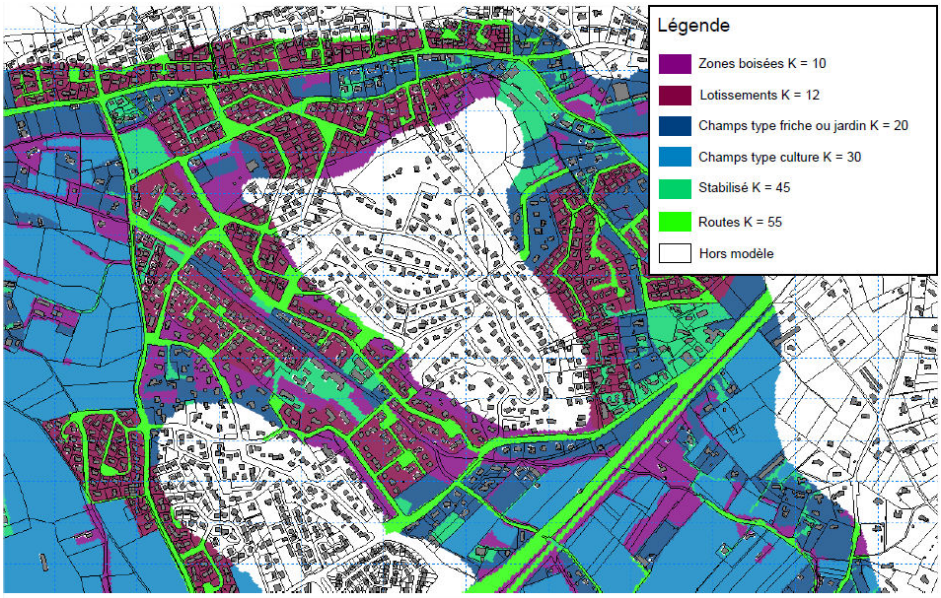
Un coefficient de rugosité a été attribué à chaque maille en fonction de l'occupation du sol. Les coefficients de rugosité retenus pour chaque type d'occupation du sol sont donnés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 17 : Coefficients de rugosité retenus en lit majeur

Occupation du sol	Coefficient de rugosité
Zones boisées	10
Lotissements	12
Champs type friche ou jardin	20
Champs type culture	30
Stabilisé	45
Routes	55

La figure ci-après présente un extrait de la vue en plan des coefficients de rugosité appliqués selon l'occupation du sol de la zone d'étude.

Figure 13 : Coefficients de rugosité – Secteur vallats de Pibou et Babol à Bouc-Bel-Air



5.5 COUPLAGE LIT MINEUR / LIT MAJEUR

Le couplage entre le modèle unidimensionnel des lits mineurs et le modèle bidimensionnel représentant le lit majeur est réalisé sous l'interface MIKE FLOOD. Des liens de déversement latéraux permettent des échanges entre les lits mineurs et le lit majeur pendant toute la durée de la simulation.

5.6 CONDITIONS AUX LIMITES

5.6.1 CONDITIONS AUX LIMITES AMONT

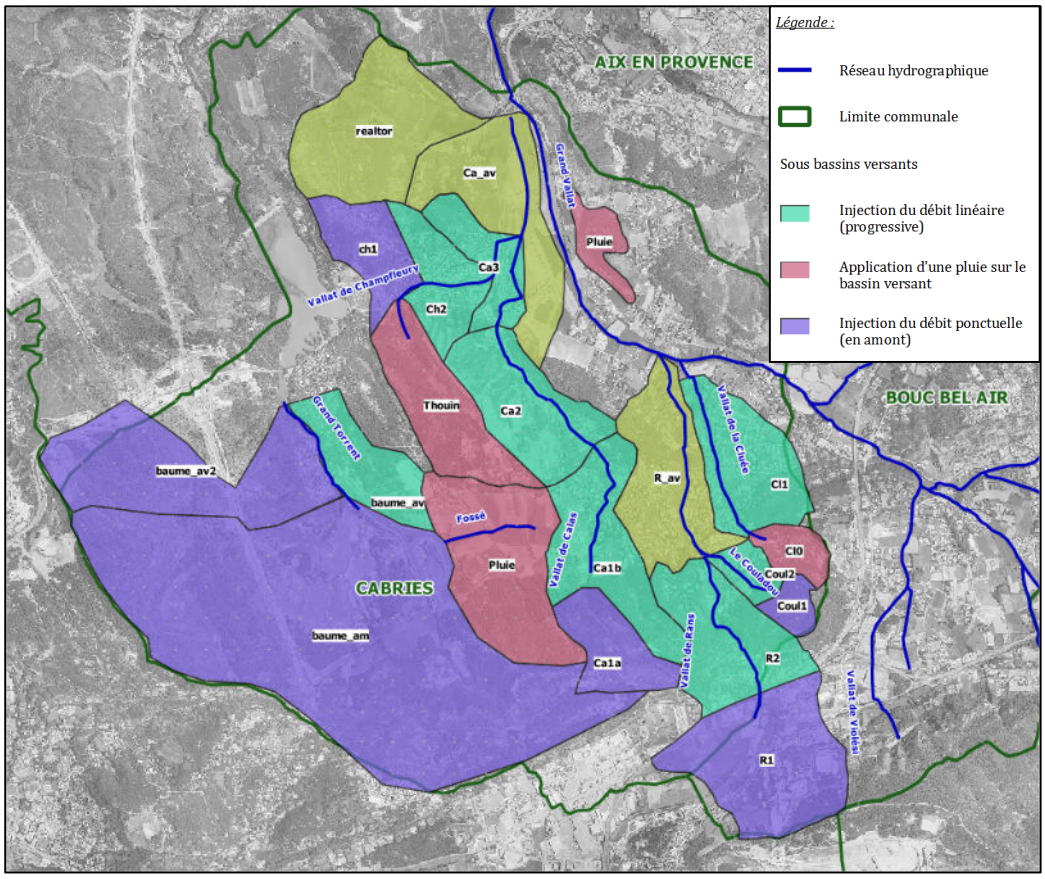
- **<u>Modèle SABA</u>**

Sur le modèle du Grand Vallat, les hydrogrammes calculés dans l'analyse hydrologique par le modèle pluie-débit ont été injectés en limite amont du modèle, en amont de chaque cours d'eau pour les différentes crues étudiées.
Pour l'Arc, un débit faible constant de 20 m³/s a été choisi arbitrairement de manière à ce qu'il n'y ait aucune influence aval.

- **Modèle Cabriès**

Sur le modèle des cours d'eau de Cabriès, les injections de débit se font ponctuellement ou progressivement (réparties sur le linéaire du cours d'eau). Le type d'injection a été défini à partir du réseau hydrographique et des reconnaissances de terrains. Pour certains bassins versants ne possédant pas de thalweg marqué, la pluie a été appliquée directement dans le modèle 2D, en injectant la pluie nette ruisselée sur l'ensemble de ces bassins versants. L'implantation des nœuds d'injection ponctuels ou progressifs de débit est présentée sur la figure suivante.

Figure 14 : Conditions aux limites amont – Modèle Cabriès



5.6.2 CONDITIONS AUX LIMITES AVAL

- **Modèle SABA**

En limite aval du modèle, c'est-à-dire au droit du dernier profil de l'Arc, une loi hauteur – débit est calculée en fonction de la géométrie de ce profil et de la pente du tronçon aval. Elle correspond à une condition libre d'écoulement des eaux.

- **Modèle Cabriès**

Par souci de cohérence avec les études antérieures les niveaux d'eau aval de ces études ont été conservés. Pour les cours d'eau n'ayant pas été modélisé dans les études précédentes, une loi hauteur/débit est calculée en fonction de la géométrie de ce profil et de la pente du tronçon aval. Elle correspond à une condition libre d'écoulement des eaux.
L'étude réalisée pour le SABA donne le niveau aval du vallat de Fontaube. L'étude de « *Synthèse et mise en cohérence des études existantes relatives à l'inondabilité des communes de Cabriès, Simiane-Collongue et Bouc-Bel-Air* » de 2006 indique le niveau aval du Vallat de Rans et de la Cluée.

Le tableau ci-dessous récapitule les différentes conditions aval.

Tableau 18 : Conditions aval – Modèle Cabriès

Cours d'eau	Condition aval
Fontaube	126.66 mNGF
Culée	146.36 mNGF
Rans	169.83 mNGF
Baume Baragne	Libre écoulement
Fossé	Libre écoulement

5.7 MODELISATION DE L'EVENEMENT DE REFERENCE

5.7.1 RESULTATS CARTOGRAPHIQUES

Les cartographies des hauteurs d'eau maximales ainsi que des vitesses d'écoulement maximales obtenues pour l'évènement de référence sont présentées sur les figures suivantes.

Figure 15 : Hauteurs maximales – Evènement de référence – Secteur Simiane-Collongue

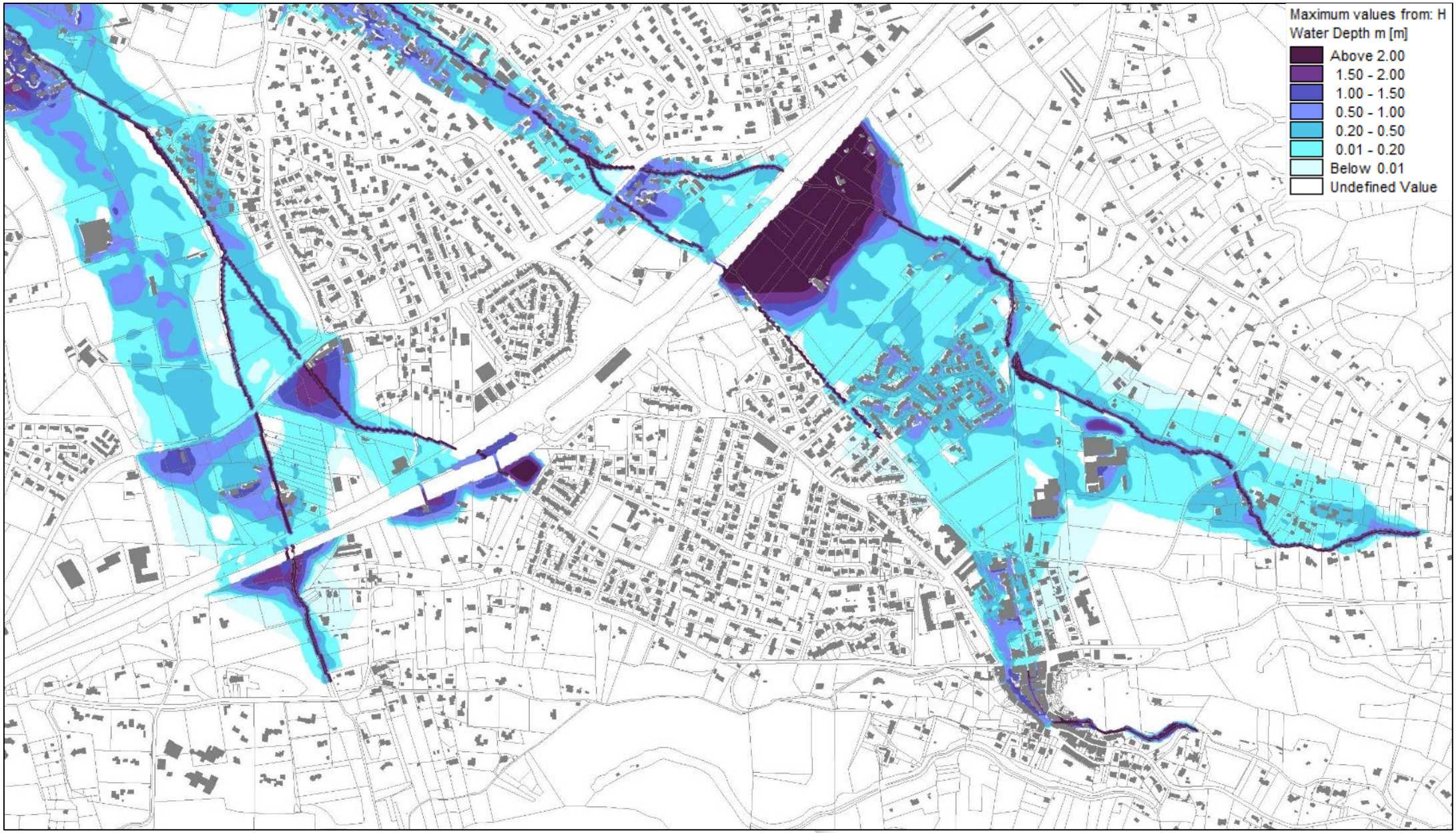


Figure 16 : Vitesses maximales – Evènement de référence – Secteur Simiane-Collongue

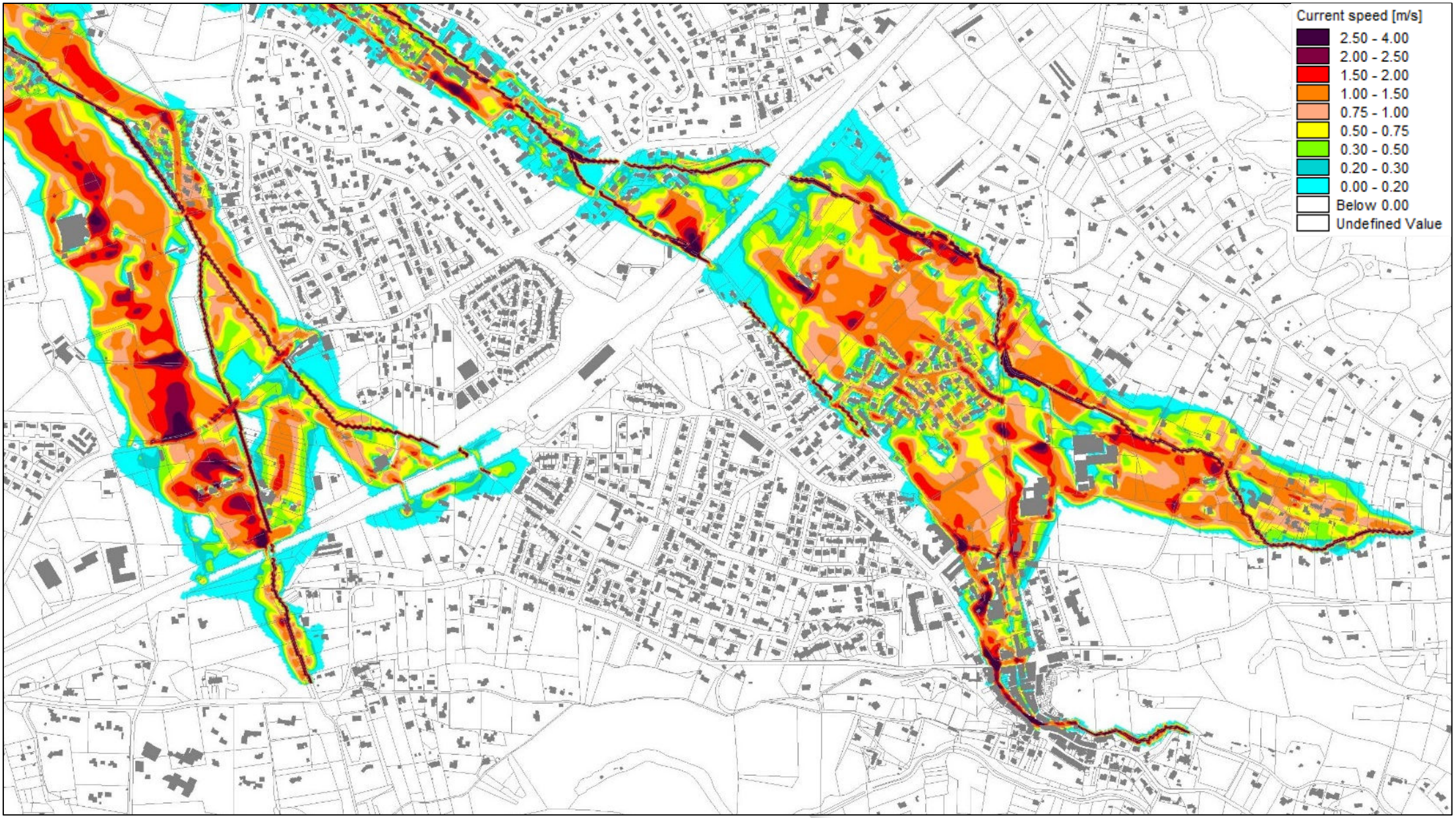


Figure 17 : Hauteurs maximales – Evènement de référence – Secteur Bouc-Bel-Air

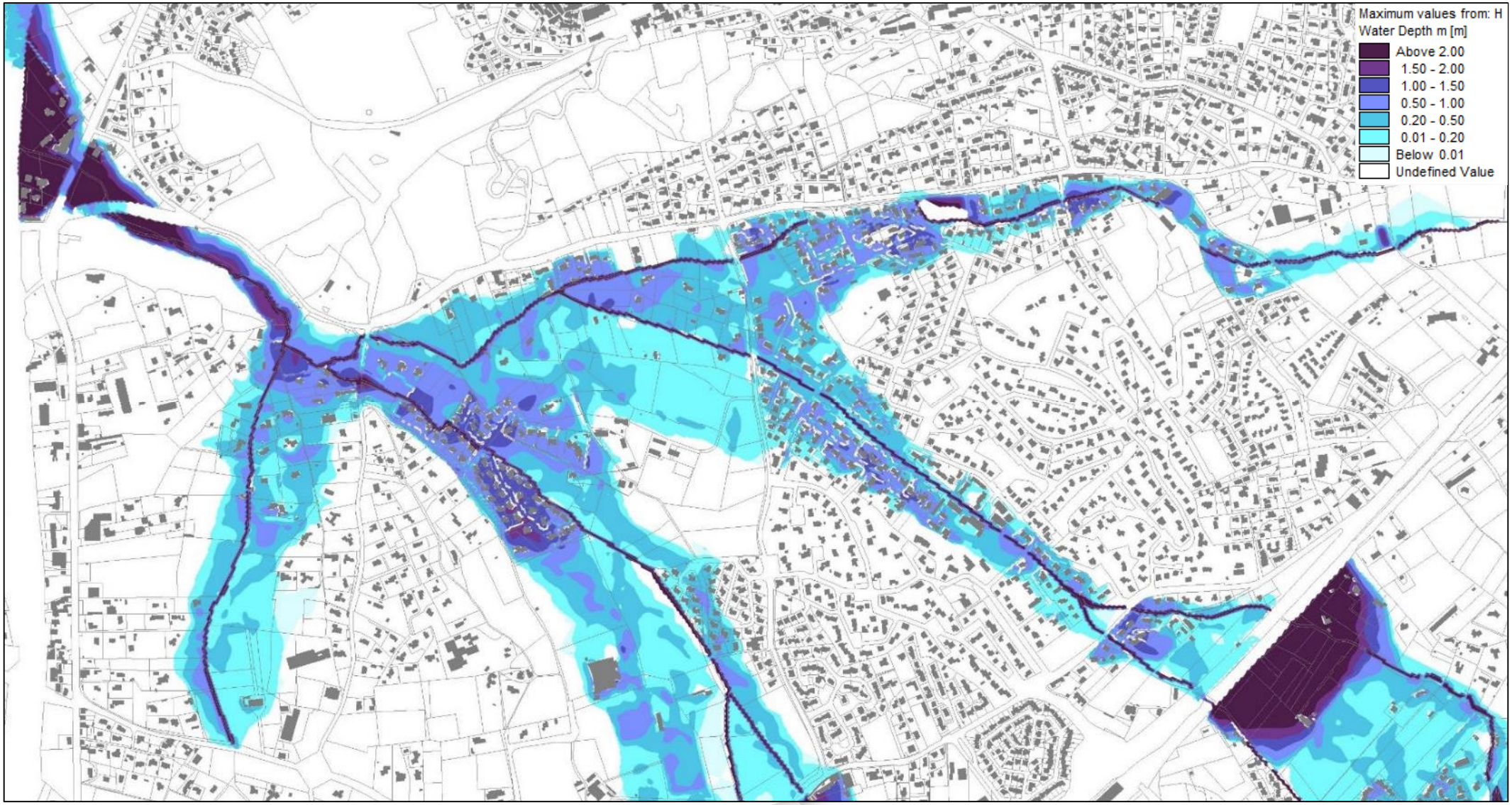


Figure 18 : Vitesses maximales – Evènement de référence – Secteur Bouc-Bel-Air

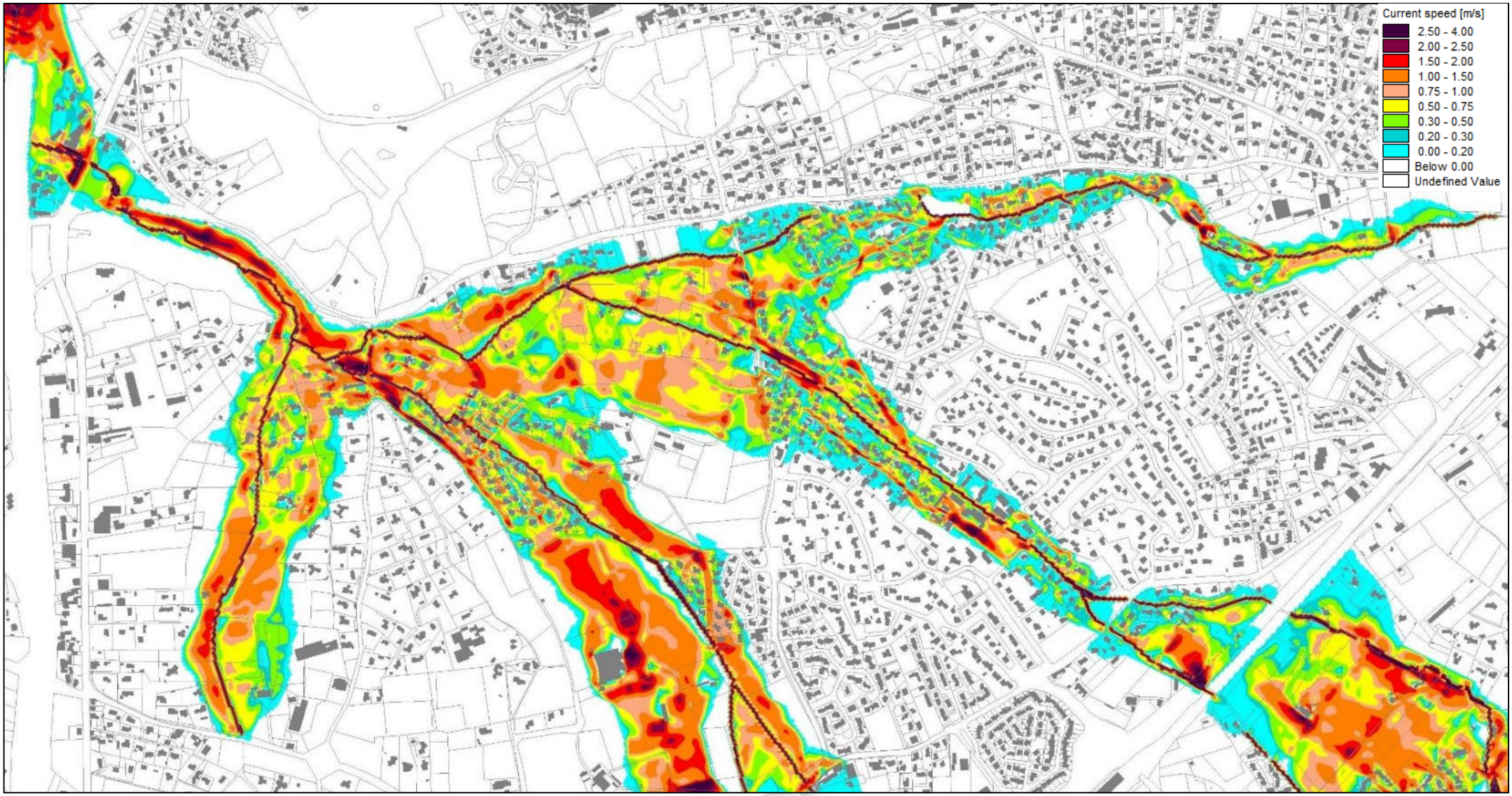


Figure 19 : Hauteurs maximales – Evènement de référence – Secteur Cabriès Grand Vallat

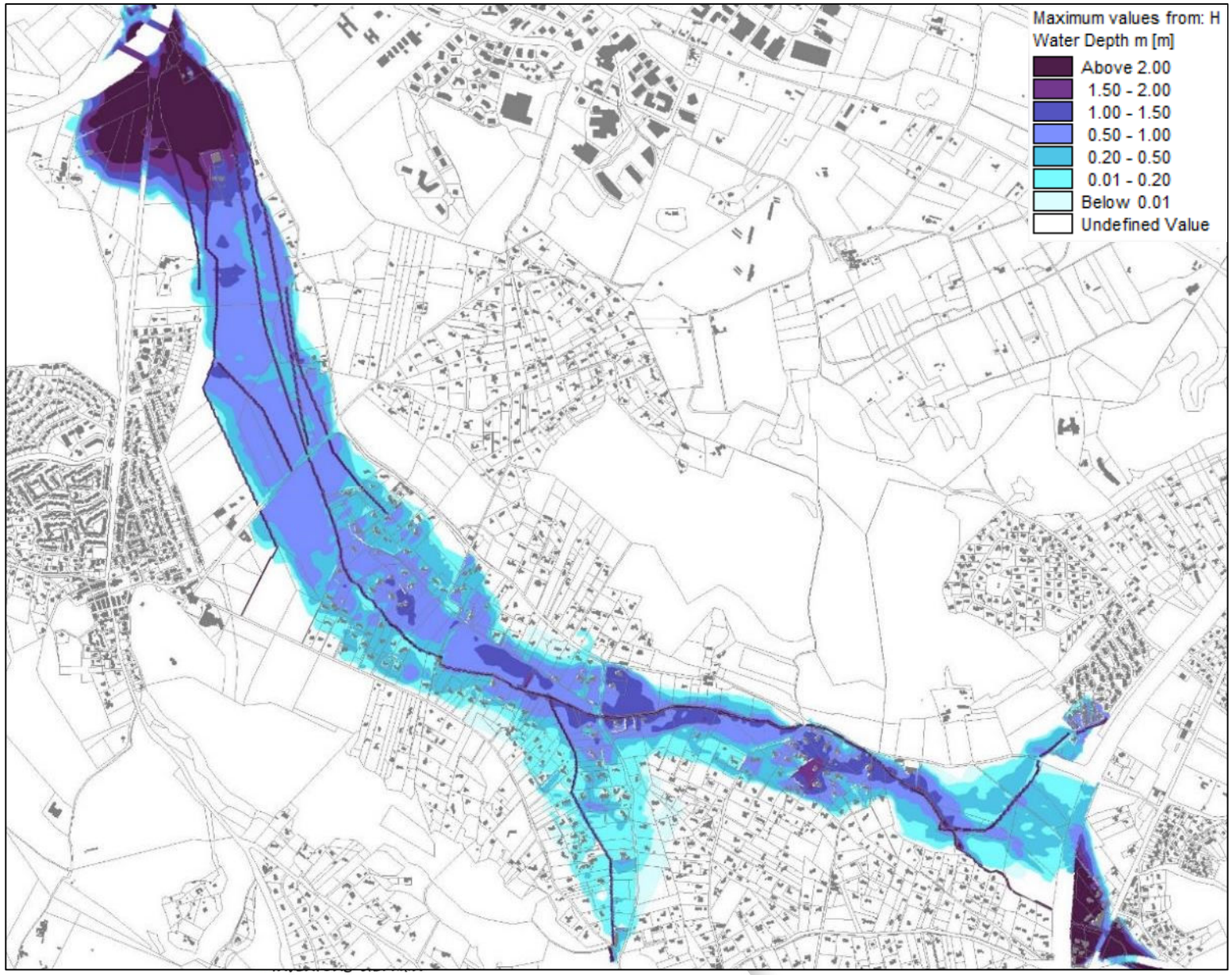


Figure 20 : Vitesses maximales – Evènement de référence – Secteur Cabriès Grand Vallat

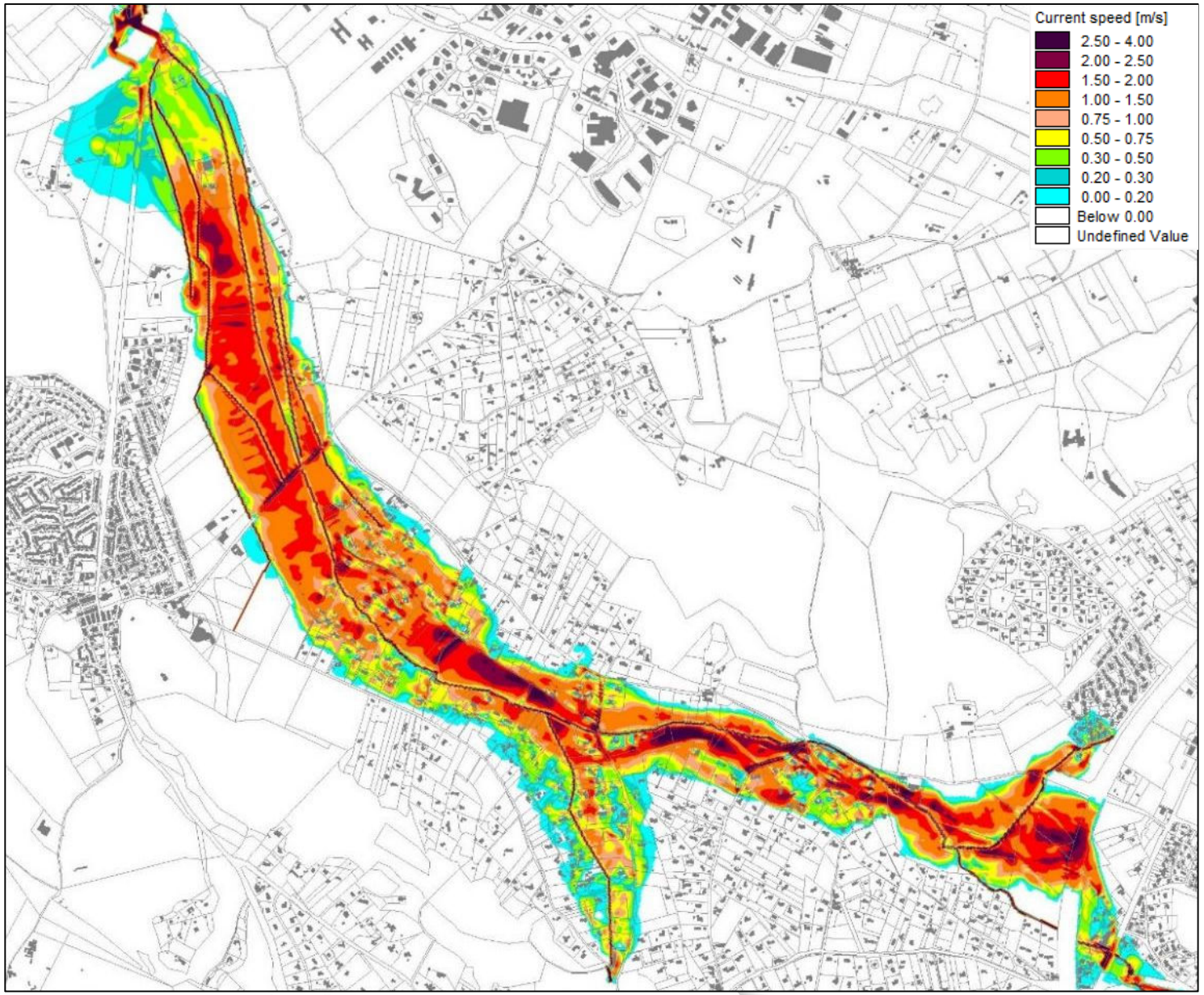


Figure 21 : Hauteurs maximales – Evènement de référence – Secteur Cabriès Ouest

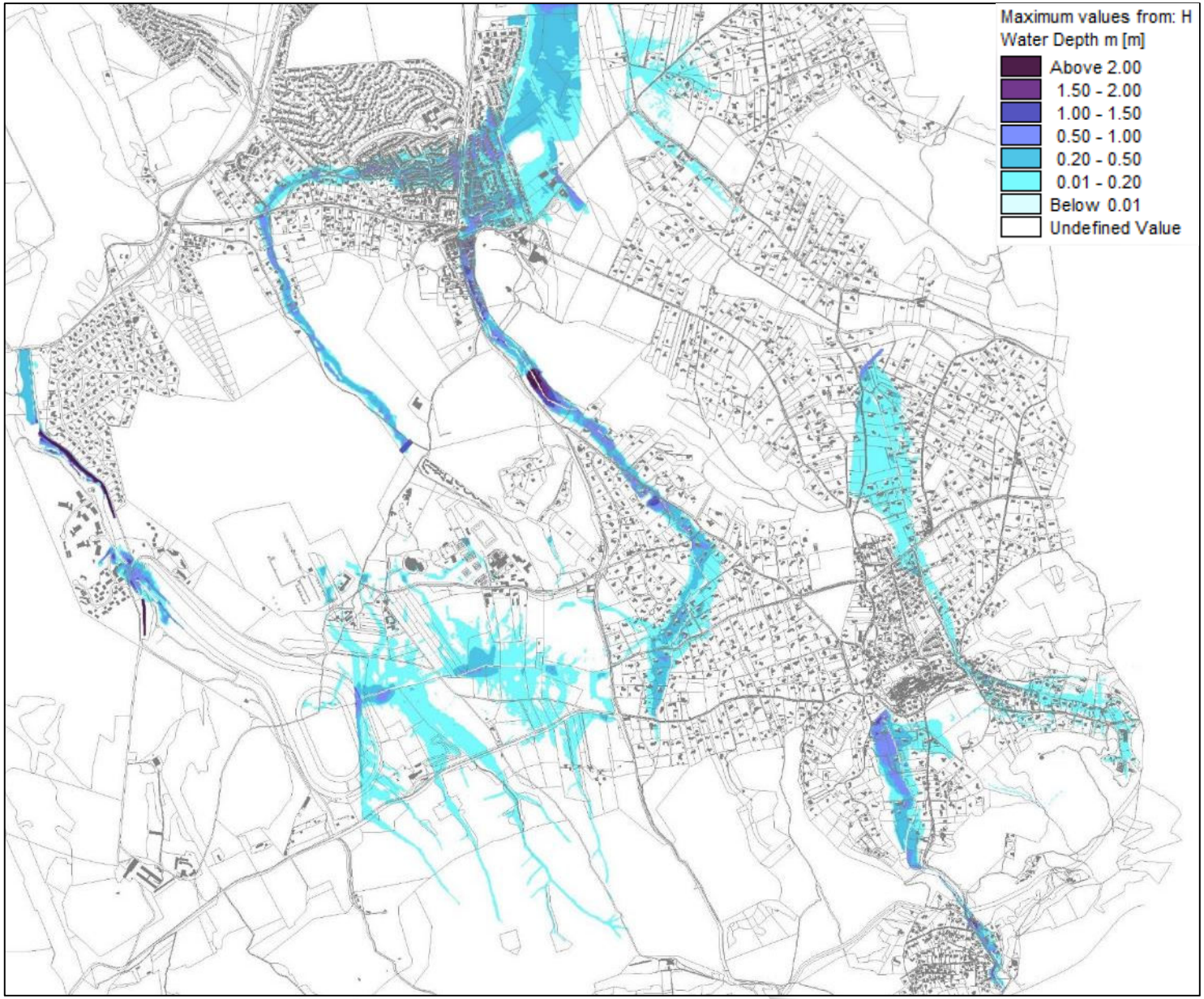


Figure 22 : Vitesses maximales – Evènement de référence – Secteur Cabriès Ouest

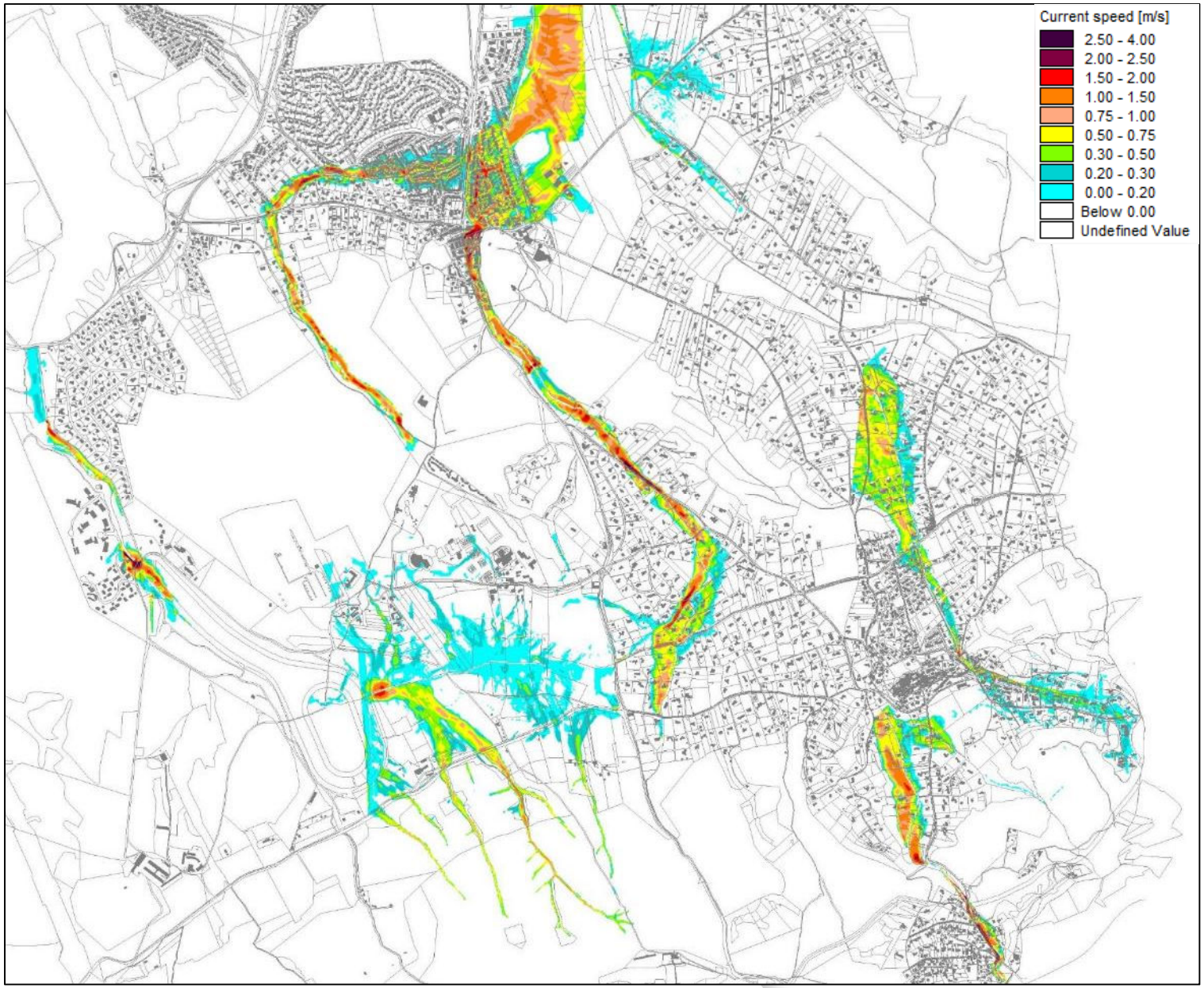


Figure 23 : Hauteurs maximales – Evènement de référence – Secteur Aix-la-Duranne

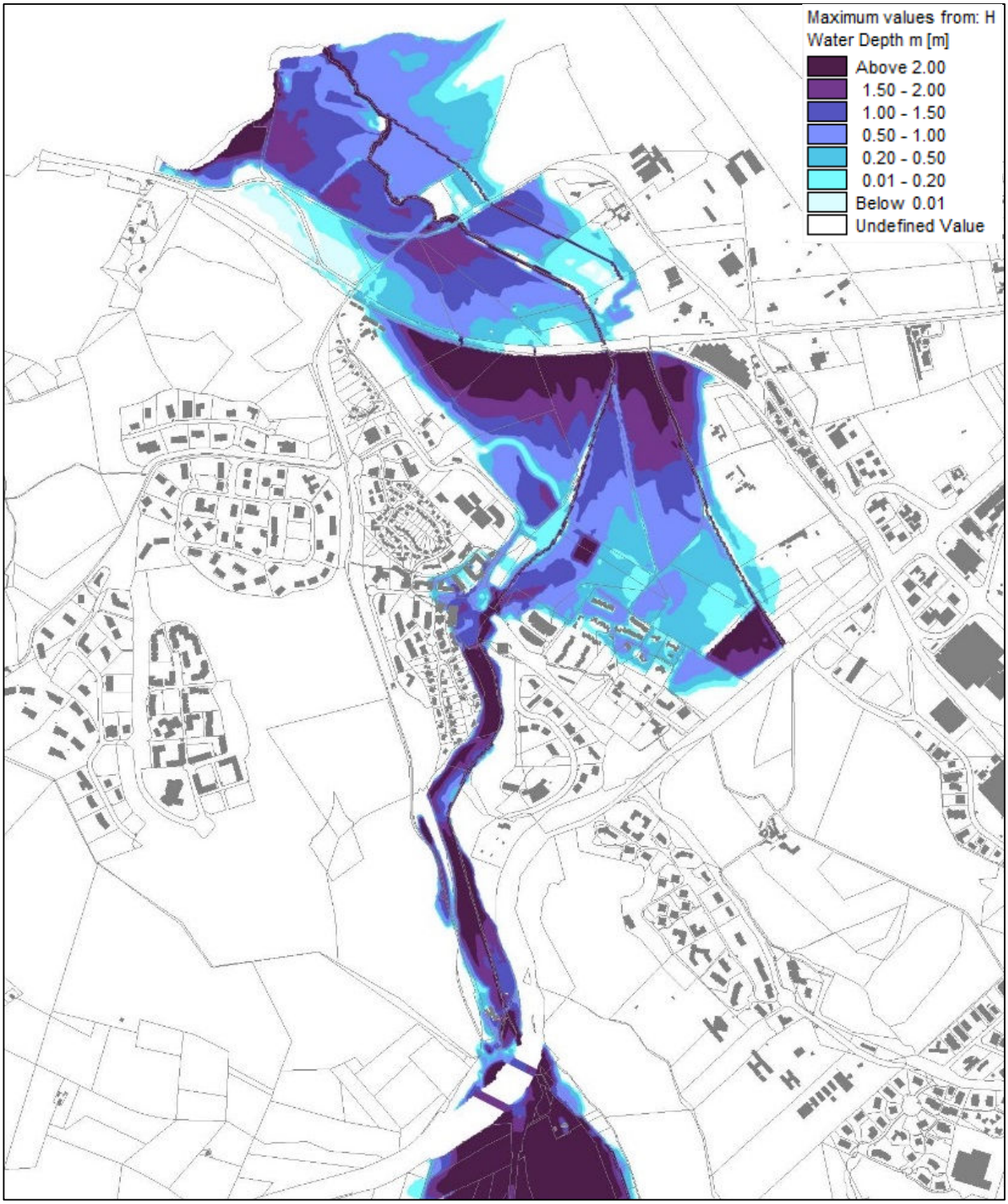
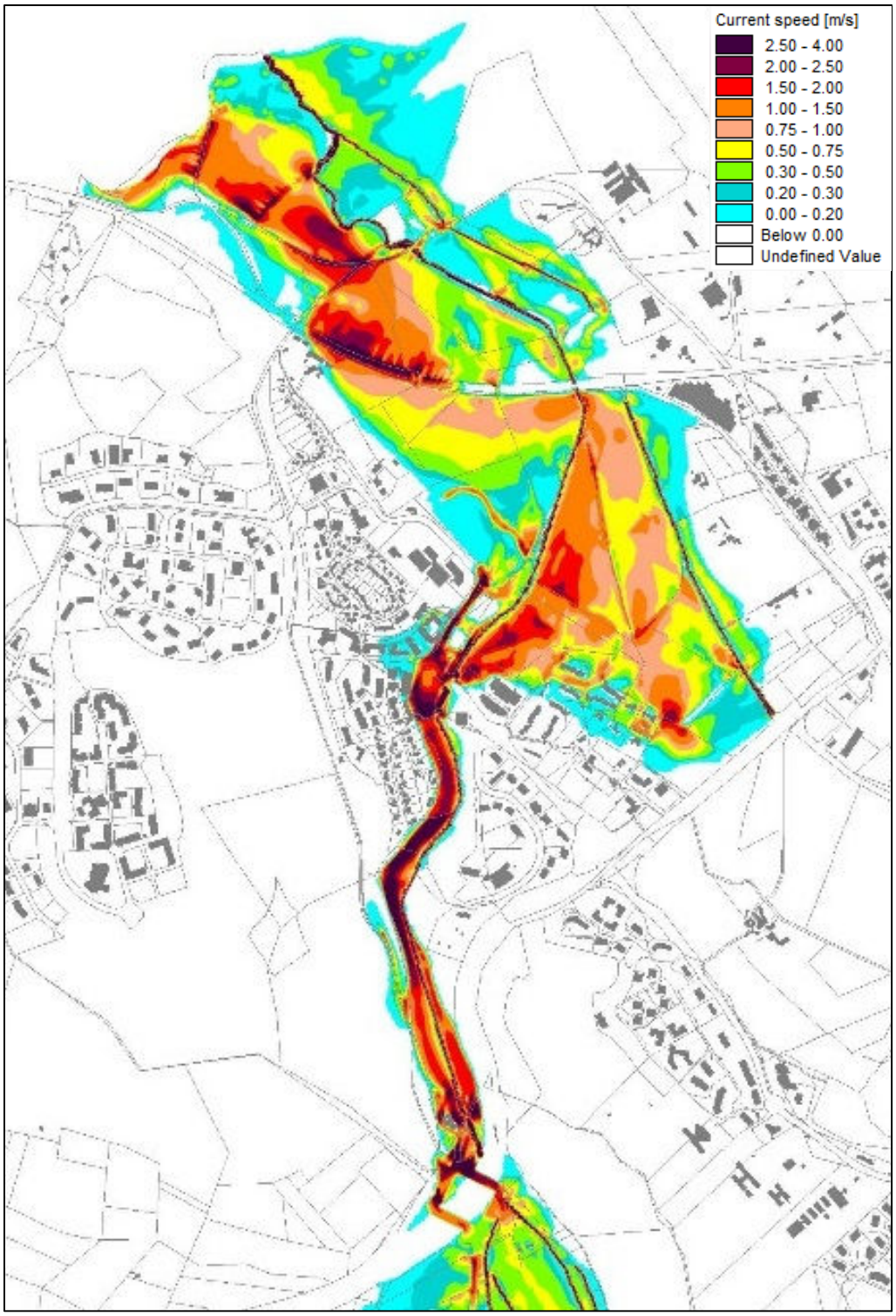


Figure 24 : Vitesses maximales – Evènement de référence – Secteur Aix-la-Duranne



5.7.2 ANALYSE DU FONCTIONNEMENT EN CRUE DE L'EVENEMENT DE REFERENCE

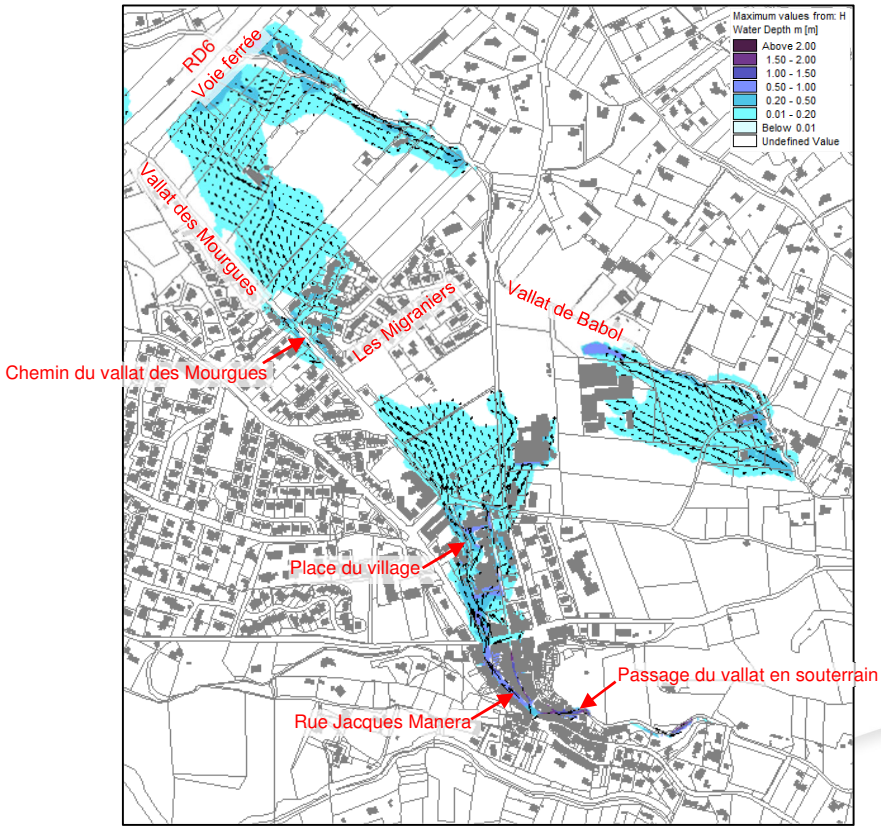
Ce chapitre présente l'analyse qualitative, par commune et par vallat, du fonctionnement en crue de l'évènement de référence sur le Grand Vallat et ses principaux affluents. Il décrit notamment les dynamiques des écoulements et le fonctionnement des ouvrages particuliers.

5.7.2.1 Simiane-Collongue

En amont du centre village de Simiane-Collongue, le vallat des Mourgues passe en souterrain. La capacité du tronçon enterré est de l'ordre du débit décennal. Ainsi, pour la crue de référence, le vallat déborde largement par mise en charge de l'ouvrage marquant le passage en souterrain. Le débit débordant est de l'ordre de 30 m³/s (pour rappel, le débit de référence en amont du vallat des Mourgues est estimé à 38.9 m³/s). L'eau s'écoule dans les rues étroites, les vitesses y sont fortes, pouvant atteindre jusqu'à 5.5 m/s sur la rue Jacques Manera. L'axe d'écoulement traverse ensuite la place du village avant de s'étendre dans la plaine en amont du quartier des Migraniers et de rejoindre les débordements du vallat de Babol.

Simultanément, d'autres débordements ont lieu au niveau du quartier des Migraniers en rive droite et à l'aval de la RD6. Le long du chemin du vallat des Mourgues, il existe en effet plusieurs ouvrages hydrauliques (permettant l'accès à des propriétés ou lotissements) qui contraignent l'écoulement. Le vallat n'a de toute façon pas une capacité suffisante pour absorber une crue de référence.

Figure 25 : Premiers débordements sur le vallat des Mourgues à Simiane-Collongue



Sur le vallat de Babol, les premiers débordements sont observés en rive gauche, comme l'illustre la figure précédente.

Les débordements du vallat de Babol et ceux du vallat des Mourgues se rejoignent sur le quartier des Migraniers, entièrement inondé. Les hauteurs d'eau maximales y sont de l'ordre de 1 m contre les façades des bâtiments ou contre les murs d'enceinte des propriétés. Les vitesses maximales atteintes sont de 2.8 m/s. Compte tenu des fortes vitesses et des fortes hauteurs d'eau, des ruptures de mur présentent ici un risque non négligeable.

La plaine située en amont de la voie ferrée (qui longe la RD6) est une zone de stockage. Il y a seulement deux ouvrages hydrauliques sous la voie ferrée et la RD6 permettant l'évacuation du débit. Les hauteurs d'eau maximales atteignent 4 m en amont du remblai de la voie ferrée. La cote de la ligne d'eau est de 205.7 m NGF, la cote de la voie ferrée au milieu de la plaine est à 207.3 m NGF, au droit du vallat des Mourgues, la voie ferrée est plutôt à la cote 207 m NGF. Ainsi, il y a une revanche minimum de 1.3 m.

Le vallat des Mourgues est souterrain sous la voie ferrée et ne redevient aérien qu'à l'aval de la RD6. Sous la voie ferrée au droit du vallat des Mourgues, un ouvrage arche permet d'évacuer une partie de l'eau stockée. L'eau ruisselle ensuite sur la RD6, plus basse que la voie ferrée (cote moyenne à 202.4 m NGF). Les hauteurs d'eau sur la RD6 atteignent 30 cm environ.
Le vallat de Babol est quant à lui aérien et son passage sous l'axe VF / RD6 n'engendre pas de débordement sur la route.

Figure 26 : Zone de stockage en amont de l'axe voie ferrée / RD6

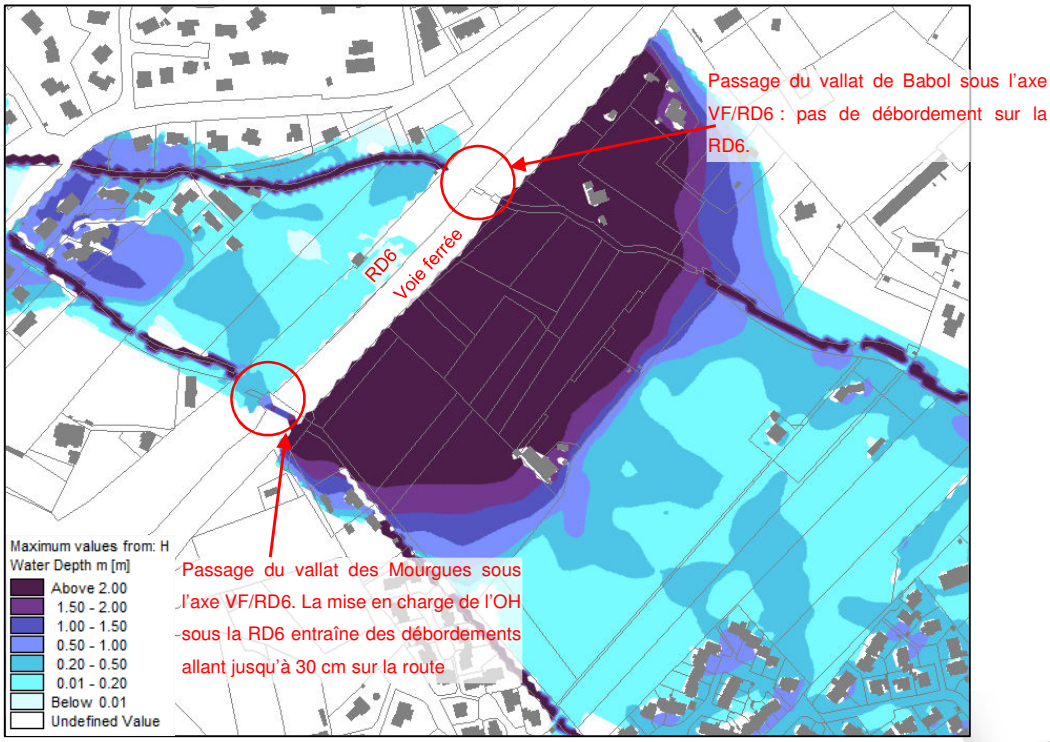


Figure 27 : Photographies des ouvrages sous l'axe VF / RD6

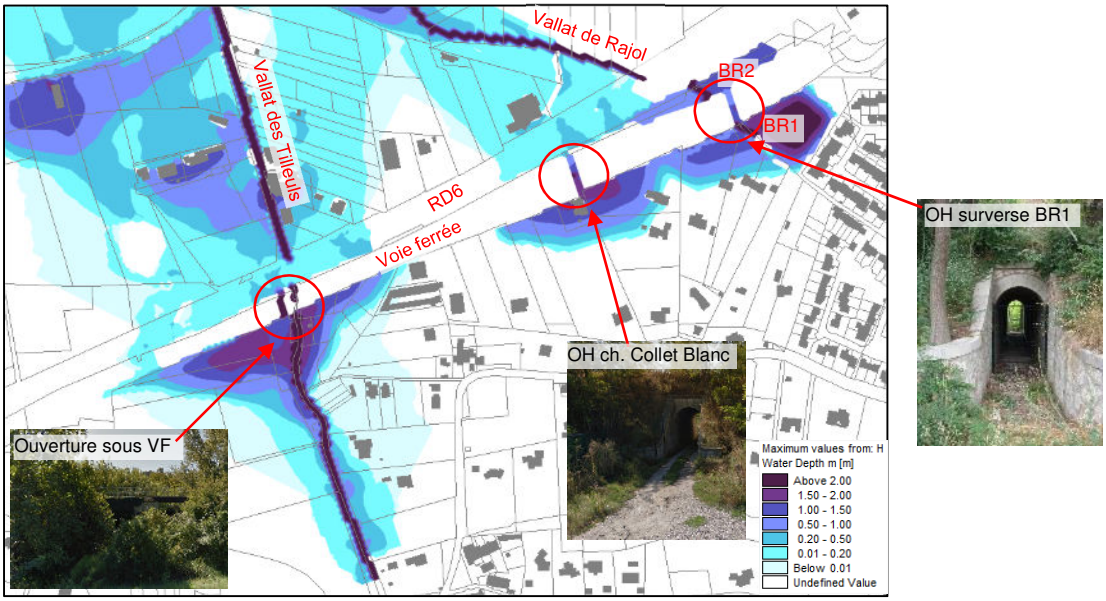
Sur le vallat de Rajol, une petite zone d'accumulation se crée en amont du remblai de la voie ferrée et l'eau s'évacue par les deux ouvrages arches situés sous la voie ferrée (l'ouvrage situé au bout du chemin du Collet Blanc et l'ouvrage situé au droit de la surverse du bassin de rétention BR1 en amont de la voie ferrée).

Le vallat de Rajol traverse un deuxième bassin de rétention BR2 situé entre la voie ferrée et la RD6. Lorsque le bassin est plein, il y a surverse sur la RD6 et l'eau ruisselle en direction du garage Peugeot.

L'eau évacuée par l'ouvrage du chemin du Collet Blanc s'écoule également sur la RD6 puis vers le garage Peugeot. Les hauteurs d'eau sur la RD6 sont comprises entre 20 et 30 cm et les vitesses vont jusqu'à 2.3 m/s en sortie de l'ouvrage du chemin du Collet Blanc.

Le vallat des Tilleuls en amont de la RD6 déborde sur ses deux rives. Une surverse est observée sur la voie ferrée en son point bas en rive gauche du vallat, la lame d'eau n'excède pas les 5 cm d'épaisseur. Une surverse apparaît également sur la RD6 au niveau de l'ouverture située sous la voie ferrée. Les hauteurs d'eau y sont comprises entre 10 et 30 cm et les vitesses atteignent 3.5 m/s.

Figure 28 : Vallats de Rajol et des Tilleuls – Fonctionnement en crue



5.7.2.2 Bouc-Bel-Air

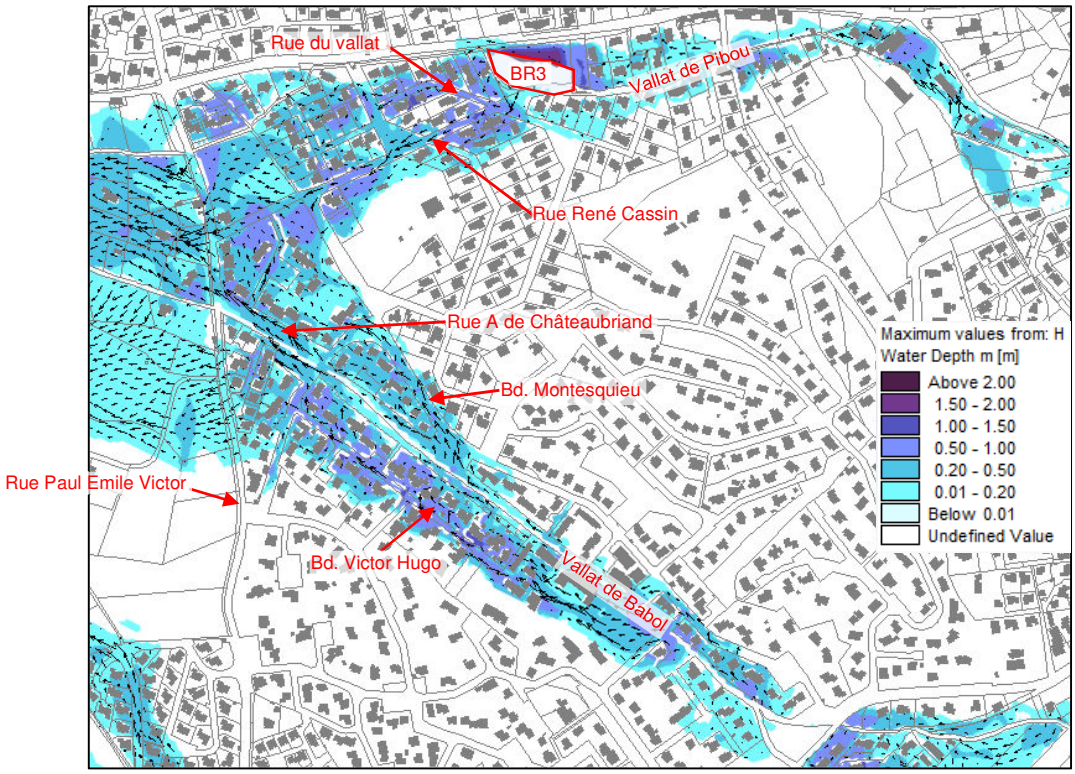
Sur la commune de Bouc-Bel-Air, le vallat des Mourgues se jette dans le vallat de Babol qui traverse une partie de la commune avant de confluer avec le Grand Vallat. La plupart des ouvrages hydrauliques sur le vallat de Babol ne sont pas dimensionnés pour la crue de référence et de nombreux débordements sont issus de la mise en charge de ces ouvrages.

Les débordements, sur les deux rives empreintes des rues avec de fortes vitesses pouvant aller jusqu'à 3 m/s par endroit. Parmi les routes qui génèrent de forts axes d'écoulement, citons le boulevard Victor Hugo, le boulevard Montesquieu et la rue A de Châteaubriand.

Le vallat de Pibou déborde sur ses deux rives en amont du bassin de rétention BR3. A l'aval du bassin, l'eau serpente entre les bâtis et murets et des axes d'écoulement principaux se forment sur la rue du Vallat et la rue René Cassin.

Les débordements en rive droite du vallat de Babol rejoignent ceux du vallat de Pibou au niveau de rue Paul Emile Victor. Celle-ci est submergée avec des vitesses pouvant atteindre 3 m/s par endroit.

Figure 29 : Vallats de Babol et de Pibou – Fonctionnement en crue



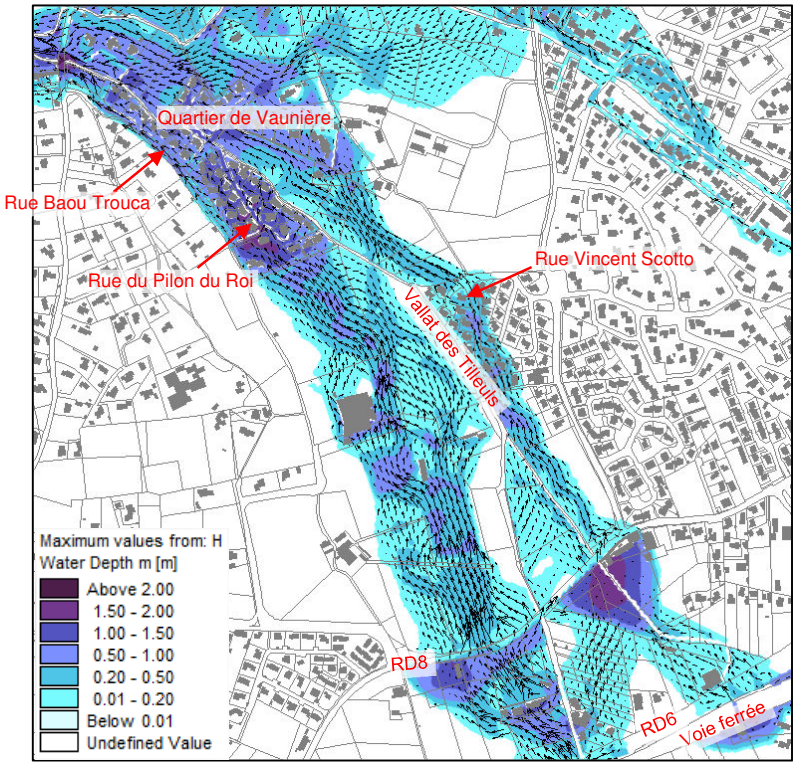
Le vallat de Rajol se jette dans le vallat des Tilleuls qui traverse le quartier de Vaunière avant de confluer avec le Grand Vallat. Dans ce secteur, la RD8 est submergée principalement par des débordements du

vallats des Tilleuls, en rive gauche, qui ont lieu en amont. Les vitesses sur la route sont relativement importantes, jusqu'à 5 m/s et la hauteur maximale sur la route est de 50 cm. Il se crée en rive gauche du vallat des Tilleuls un axe d'écoulement secondaire qui s'écoule en direction du quartier de Vaunière, sur la rue du Pilon du Roi et sur la rue Baou Trouca.

Des débordements ont également lieu en rive droite du vallat des Tilleuls (après la confluence avec le vallat de Rajol qui génère lui aussi des débordements en rive droite). La rue Vincent Scotto devient un axe d'écoulement.

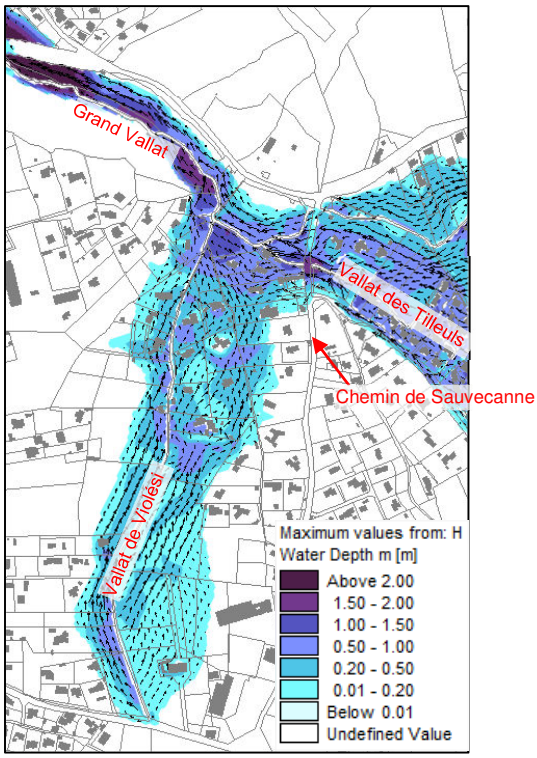
Le quartier de Vaunière est entièrement inondé. Notons que dans ce quartier, le vallat des Tilleuls se caractérise par la présence de merlons, notamment en rive gauche. Tout étant déjà inondé, la rupture d'un de ces merlons pourrait engendrer localement de fortes vitesses mais il n'y aurait pas pour autant de zone nouvellement inondée.

Figure 30 : Vallat des Tilleuls – Fonctionnement en crue



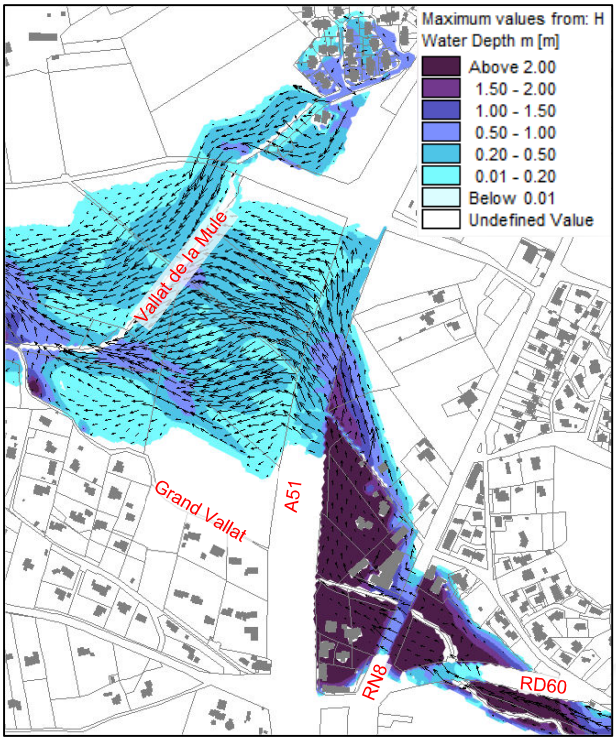
Le vallat de Violési déborde sur ses deux rives et des axes d'écoulement secondaires se créent de part et d'autre du vallat. Quant au Grand Vallat, les débordements en rive gauche en amont de la confluence avec le vallat des Tilleuls engendre la submersion du chemin de Sauvecanne avec de fortes vitesses de 3 m/s. A l'aval de la confluence avec le vallat de Violési, de fortes vitesses apparaissent en rive droite du Grand Vallat, de l'ordre de 3 m/s également.

Figure 31 : Vallat de Violési et Grand Vallat – Fonctionnement en crue



La RD60 est submergée par le Grand Vallat par mise en charge de l'ouvrage sous la RD60, avec des vitesses maximales de l'ordre de 1.8 m/s. La hauteur maximale observée sur la RD60 est de 70 cm, en rive gauche du Grand Vallat. A l'aval, deux axes d'écoulement se créent en rive droite et en rive gauche du Grand Vallat et ceux-là débordent par-dessus la RN8 (vitesses de 3.2 m/s). Enfin, à l'aval de la RN8, le remblai de l'autoroute A51 dévie les eaux sur la rive droite du Grand Vallat jusqu'à atteindre un point bas de l'autoroute sur lequel apparaît une surverse. Sur l'autoroute, la hauteur d'eau maximale est de 70 cm, la vitesse de surverse est élevée, au maximum de 3.3 m/s.

Figure 32 : Grand Vallat – Surverse par-dessus l'A51



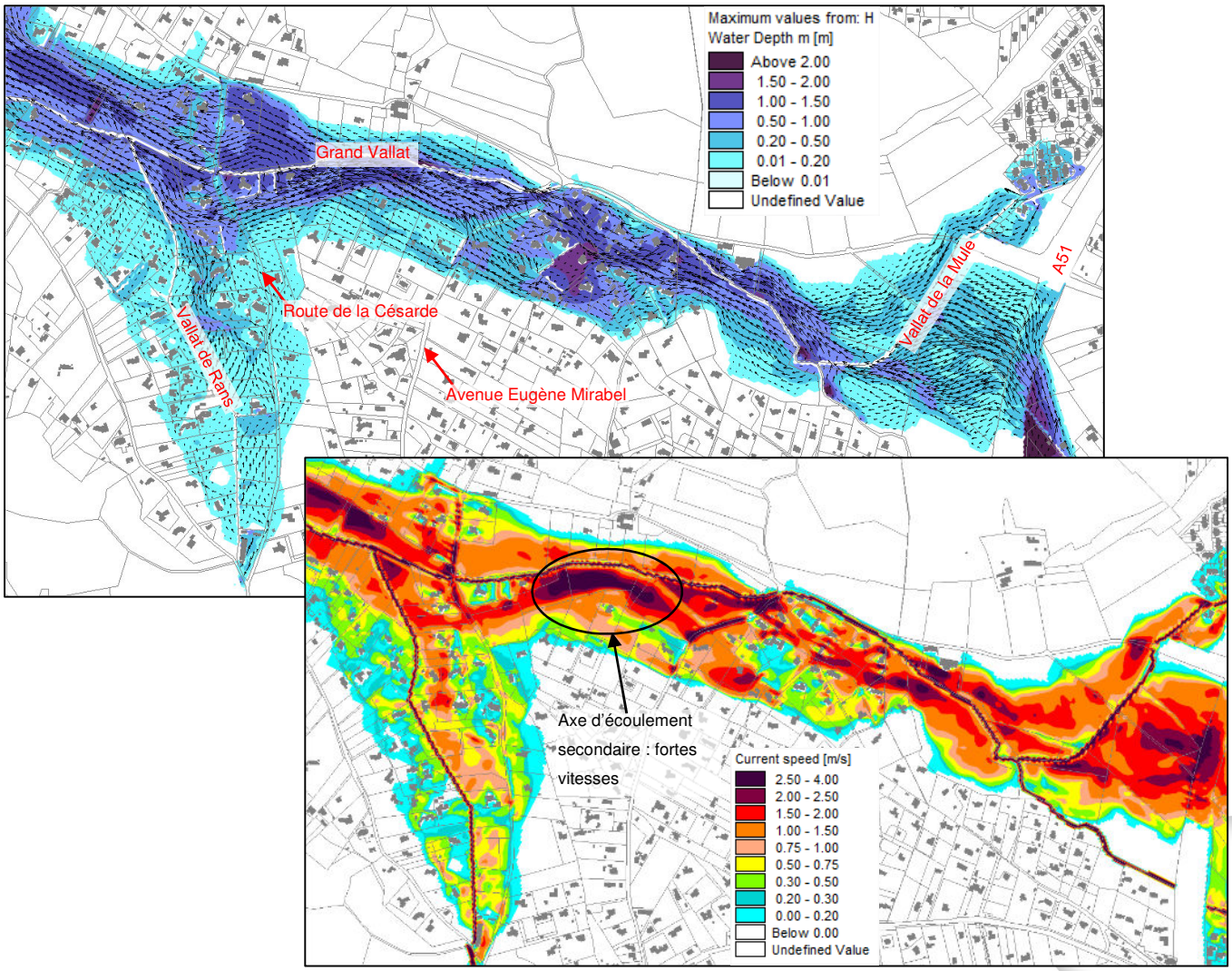
5.7.2.3 Cabriès

A l'aval de l'A51, le vallat de la Mule traverse la RD60 avec des vitesses sur la route de l'ordre de 3 m/s et une hauteur moyenne de 40 cm.

Avant la confluence avec le vallat de Rans, le Grand Vallat a une capacité hydraulique biennale à quinquennale. Il déborde donc largement pour la crue de référence. Parmi les principaux axes routiers inondés, citons l'avenue Eugène Mirabel et la route de la Césarde, également inondée par des débordements en rive droite du vallat de Rans. Au droit du pont de la Césarde, les hauteurs d'eau sur la route dépassent le mètre et la vitesse maximale atteint 3.6 m/s. Sur l'avenue Eugène Mirabel, la vitesse atteint également 3.6 m/s et la hauteur maximale est de 80 cm. Il se crée en rive gauche du Grand Vallat un axe d'écoulement secondaire avec de fortes vitesses d'écoulement, allant jusqu'à 3.2 m/s.

La vallat de Rans déborde sur ses deux rives et la confluence avec le Grand Vallat génère des dysfonctionnements entre le vallat de Rans et la route de la Césarde où de fortes hauteurs d'eau sont observées (jusqu'à 1.3 m).

Figure 33 : Du vallat de la Mule au vallat de Rans – Fonctionnement en crue



A l'aval de la confluence avec le vallat de Rans et jusqu'à la RD60, apparaissent deux axes d'écoulement secondaires, l'un en rive droite du côté du quartier de l'Oratoire, l'autre en rive gauche, côté quartier de la Bellandière. D'après les enquêtes réalisées en 2012 dans le cadre de l'étude menée par le SABA, ces quartiers, en plus d'être inondés par des débordements amont du Grand Vallat, le sont également par ruissellement pluvial provenant des bassins versants latéraux. Dans ce secteur, les habitants ont coutume de dire qu'il existe non pas un mais trois vallats. Les axes secondaires apparaissent en effet dans des points bas. A l'aval de la RD60, plusieurs fossés collectent d'ailleurs ces axes d'écoulement et ce n'est qu'en amont de Lagremeuse qu'ils se rejoignent pour retourner, en partie, dans le lit du Grand Vallat.

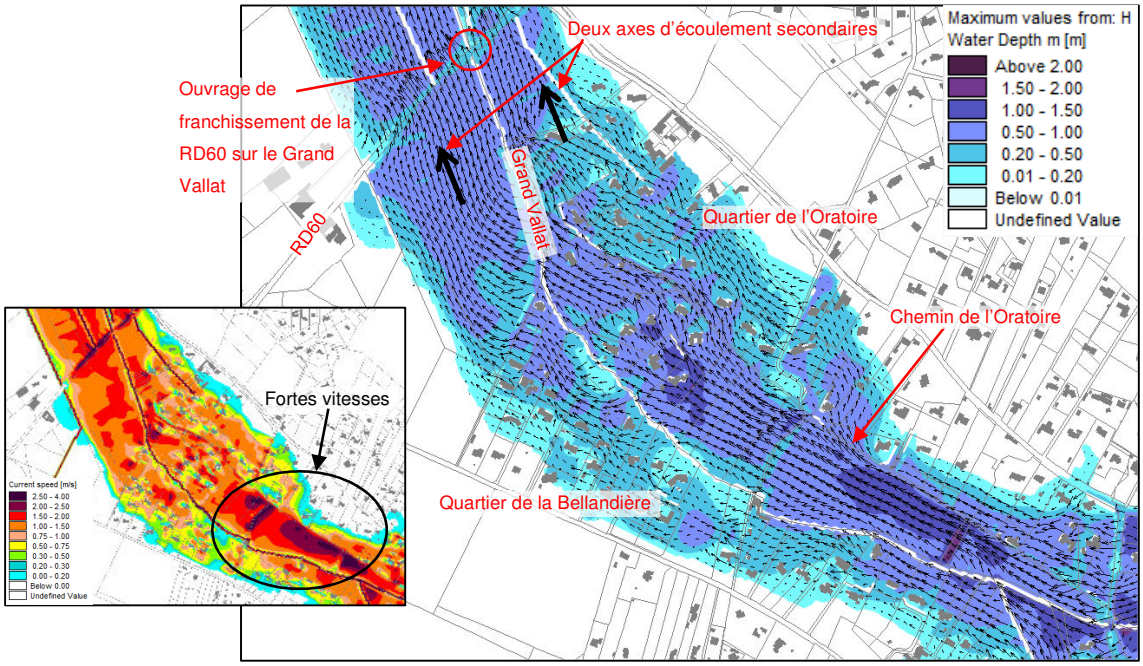
Ces axes d'écoulement se caractérisent par de fortes vitesses, allant jusqu'à 3 m/s en rive droite du Grand Vallat, le long du chemin de l'Oratoire. Les hauteurs d'eau sont majoritairement supérieures à 50 cm et peuvent atteindre 1.3 m sur les points bas.

Notons que le Grand Vallat, sur la quasi-totalité de son linéaire, mais spécifiquement sur ce secteur, est bordé par des merlons plus ou moins entretenus et assez hétérogènes. Les habitants situés à proximité des berges ont connu, lors de la crue de 2003, des ruptures de ces merlons, en rive droite et en rive gauche, ce qui a eu pour effet d'inonder les plaines de part et d'autre du vallat. Une douzaine de personnes ont été touchées. Les habitants situés en amont des brèches ont en revanche constaté un abaissement de la ligne d'eau. Des risques que de nouvelles brèches apparaissent en cas de fortes crues sont donc présents.

La RD60 est submergée avec des hauteurs d'eau pouvant atteindre 60 cm par endroit. Cette route a été bloquée à plusieurs reprises lors d'inondations antérieures. Les vitesses sur la route sont également importantes, 3 m/s pour les valeurs maximales.

L'ouvrage permettant le franchissement de la RD60 sur le Grand Vallat est actuellement un cadre de dimensions 4.40 m x 1.50 m, d'une capacité hydraulique de l'ordre de 20 m^3/s (capacité biennale environ). A l'occasion d'une rencontre avec les services techniques de la commune, lors des enquêtes réalisées pour le SABA en 2012, il avait été évoqué que cet ouvrage pourrait être à l'origine de la création d'une zone de stockage en amont de la RD60, du fait de sa faible capacité hydraulique. Pour lever le doute, il avait été modélisé pour le SABA un recalibrage de l'ouvrage permettant d'assurer le transit du débit décennal de l'ordre de 40 m^3/s. La capacité hydraulique de l'ouvrage était donc doublée. Les résultats de cette analyse avaient montré que ce recalibrage n'avait aucun impact sur la zone inondable. Les débordements du lit mineur du Grand Vallat ne sont donc pas liés à une faible capacité de l'ouvrage de franchissement de la RD60. Ce sont des débordements qui ont lieu en amont, du fait de la présence de merlons et d'une capacité limitée du lit mineur. Ces débordements sont à l'origine de la formation des axes secondaires mentionnés précédemment qui causent la submersion de la RD60.

Figure 34 : Grand Vallat de la confluence avec le vallat de Rans jusqu'à la RD60 – Fonctionnement en crue

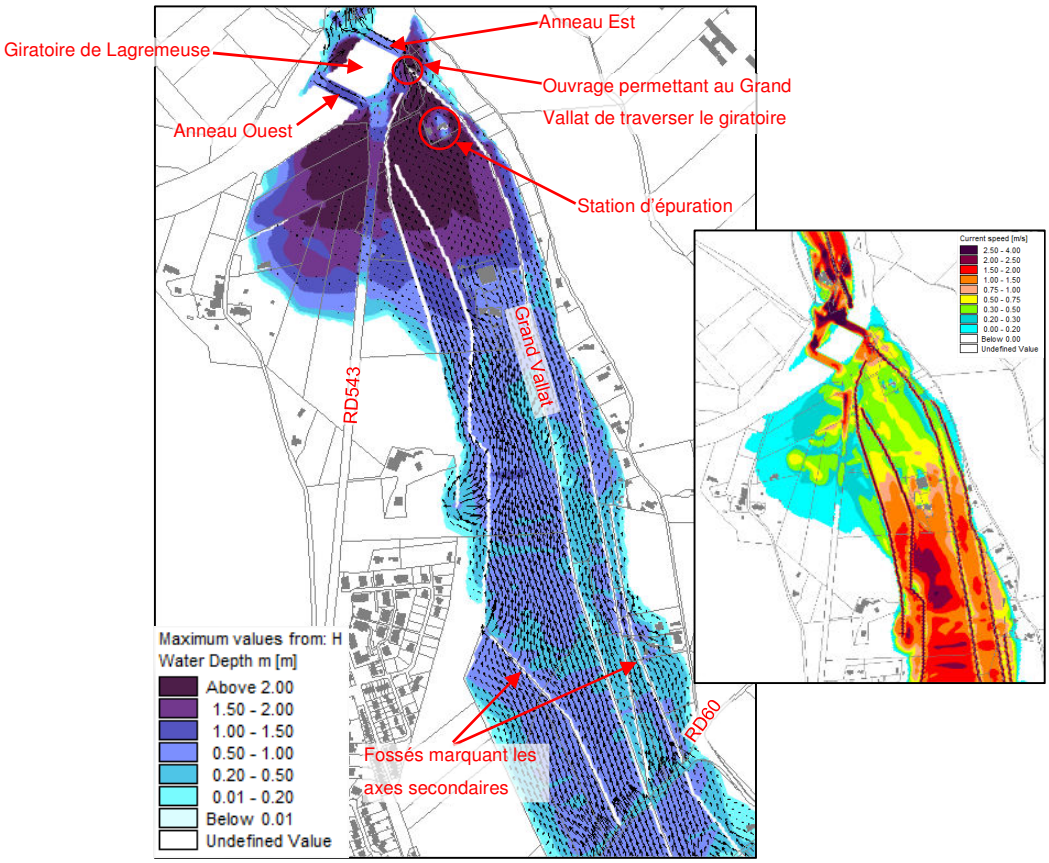


De la RD60 à Lagremeuse, les habitations sont plus rares et seuls quelques bâtis sont inondés. Les axes d'écoulement secondaires continuent leur chemin. La station d'épuration, située en amont de l'ouvrage permettant la traversée du Grand Vallat sous le giratoire, est complètement inondée avec des hauteurs d'eau autour de 2.8 m.

La RD543 est submergée avec de fortes hauteurs d'eau, de l'ordre de 2.4 m au maximum. Dans cette cuvette, les vitesses sont en revanche relativement faibles, en moyenne inférieures à 0.5 m/s mais avec localement des valeurs à 2.8 m/s notamment sur la RD543.

Pour franchir le giratoire de Lagremeuse, l'eau se répartit entre l'ouvrage souterrain dans lequel le débit transitant maximal est de 178.6 m³/s et les deux ouvertures sous la RD9 sur l'anneau du giratoire. Le débit transitant dans l'ouverture Est est de 74.8 m³/s, le débit transitant dans l'ouverture Ouest est de 58.5 m³/s. Les vitesses sur l'anneau du giratoire sont très élevées, elles vont jusqu'à 6.4 m/s en sortie de l'ouverture Est et jusqu'à 5.6 m/s en sortie de l'ouverture Ouest. La hauteur d'eau sur l'anneau du giratoire est d'environ 1.8 m.

Figure 35 : Grand Vallat de la RD60 à Lagremeuse – Fonctionnement en crue

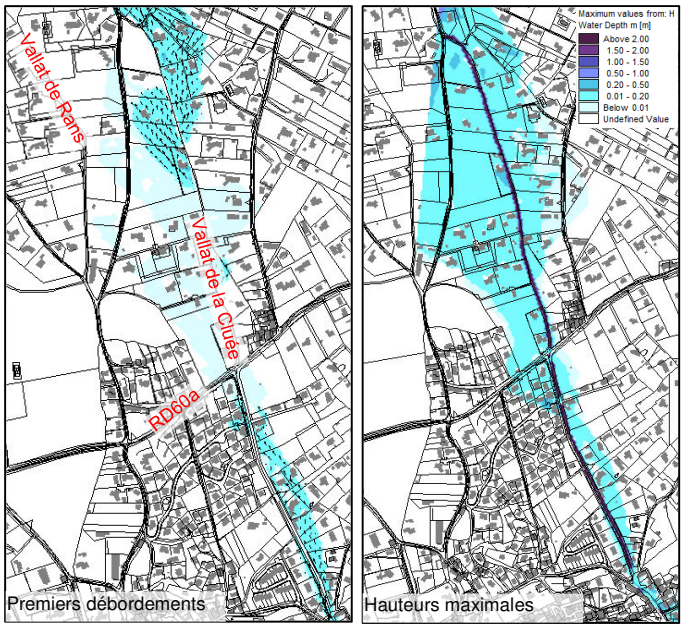


- **<u>Etude complémentaire sur Cabriès</u>**

L'étude complémentaire réalisée en 2016 pour la commune de Cabriès a permis d'affiner la connaissance du risque inondation sur les affluents du Grand Vallat qui n'avaient pas été modélisés dans le cadre de l'étude menée par le SABA.

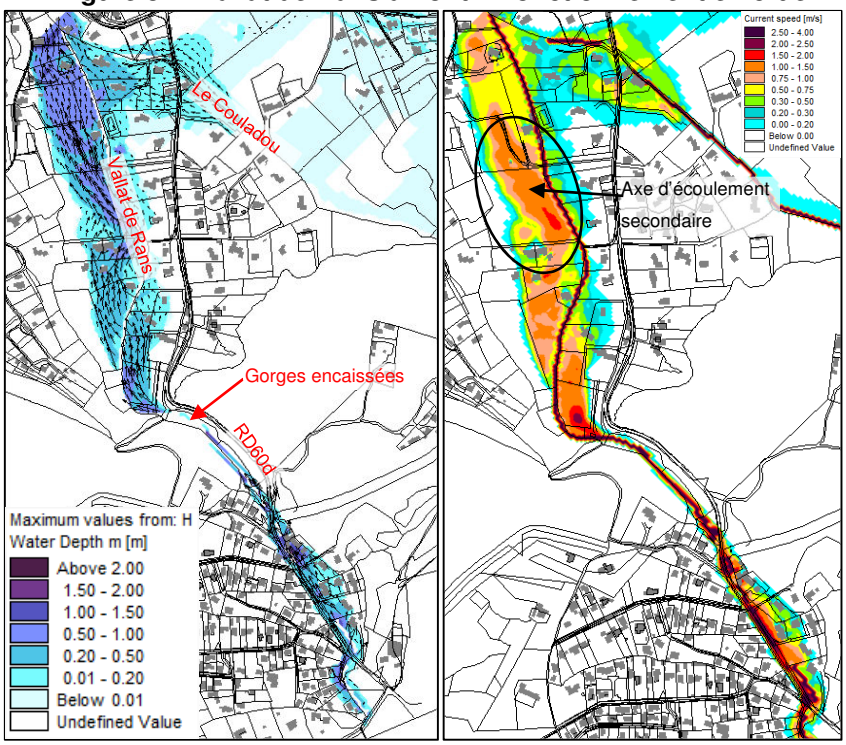
Le vallat de la Cluée déborde dans un premier temps en amont de la RD60a et à l'aval, au niveau de sa confluence avec le Grand Vallat où les débordements en rive gauche rejoignent ceux du vallat de Rans.
La RD60a est submergée par une faible lame d'eau (hauteur maximale de 8 cm et vitesse maximale de 1.1 m/s).

Figure 36 : Vallat de la Cluée – Fonctionnement en crue



La partie amont du vallat de Rans a été modélisée dans le cadre de l'étude complémentaire sur Cabriès. Les résultats montrent qu'à l'aval de l'A51, le vallat déborde sur la RD60d. Les hauteurs d'eau peuvent atteindre 50 cm. Les vitesses sont relativement fortes sur la route, de l'ordre de 3 m/s. A l'aval, en sortie des gorges encaissées, le vallat déborde sur ses deux rives et rejoint le ruisseau du Couladou. Un axe d'écoulement secondaire apparaît en rive gauche avec des vitesses allant jusqu'à 1.7 m/s.

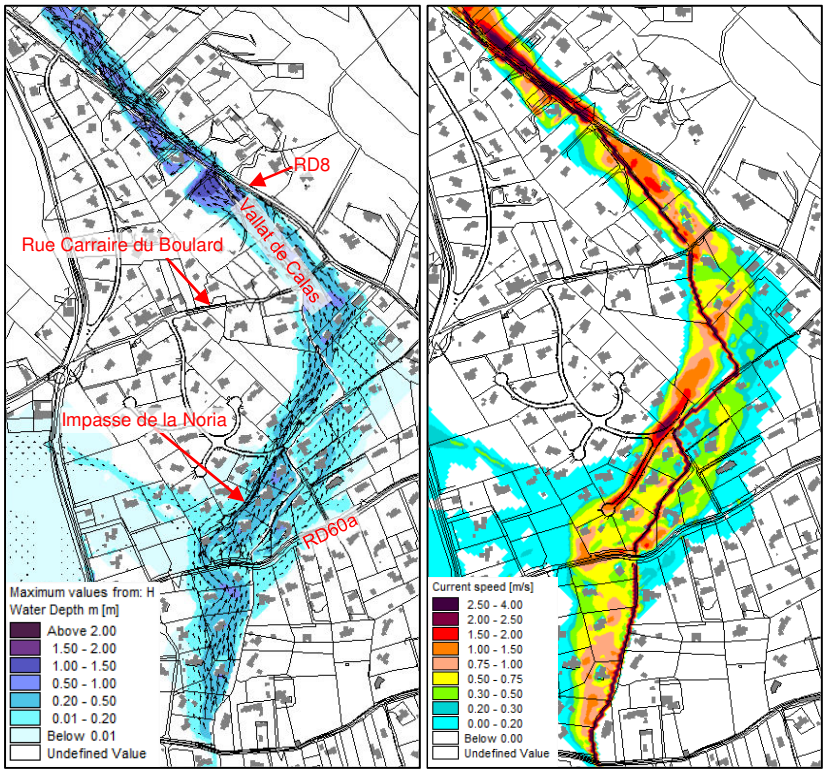
Figure 37 : Vallat de Rans amont – Fonctionnement en crue



Dans sa partie amont, le vallat de Calas (aussi appelé vallat de Fontaube) est relativement encaissé. Quelques bâtis sont néanmoins inondés avec des hauteurs d'eau globalement comprises entre 20 et 50 cm. Les axes d'écoulement empruntent ou traversent certaines rues avec des vitesses relativement fortes :

- sur la RD60a, la vitesse maximale est de 1.7 m/s, la hauteur maximale est de 20 cm ;
- sur la RD8 (ou route de St Martin), la vitesse maximale est de 3.9 m/s, la hauteur maximale est de 80 cm ;
- sur la rue Carraire du Boulard, la vitesse maximale est de 1.2 m/s, la hauteur maximale est de 60 cm ;
- sur l'impasse de la Noria, la vitesse maximale est de 2.6 m/s, la hauteur maximale est de 40 cm.

Figure 38 : Vallat de Calas amont – Fonctionnement en crue

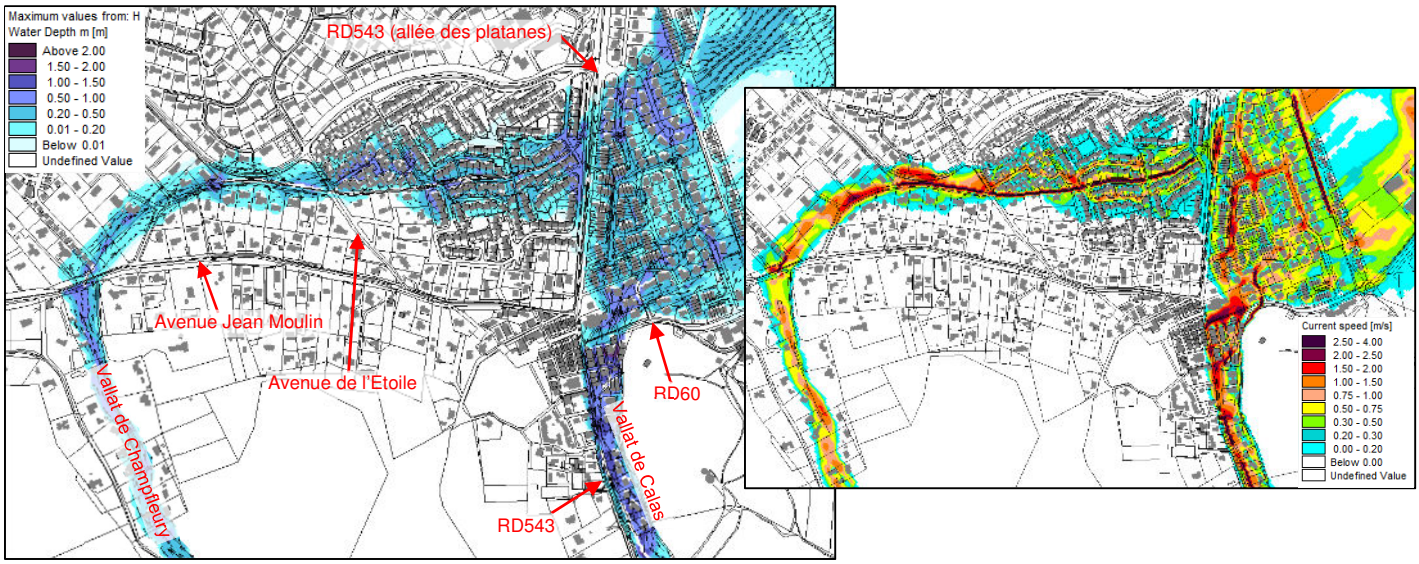


Dans sa partie amont, le vallat de Champfleury (ou vallon de Thouin) reste relativement encaissé et ne submerge pas d'axe routier important. Il rejoint le vallat de Calas dans le centre village de Calas ou les rues servent d'axes d'écoulement préférentiels. La RD543 est submergée par le vallat de Champfleury au niveau de l'allée des platanes (hauteurs d'environ 20 cm et vitesse maximale de 2.8 m/s) et par le vallat de Calas en amont du croisement avec la RD60 (hauteur maximale de 90 cm, vitesse maximale de 2 m/s).

La RD60, au niveau du croisement avec la RD543 est également submergée avec de fortes vitesses et fortes hauteurs d'eau (2.7 m/s, 45 cm).

L'avenue Jean Moulin et l'avenue de l'Etoile sont deux autres axes également inondés avec des hauteurs comprises entre 20 et 40 cm et des vitesses de l'ordre de 1.5 à 1.8 m/s.

Figure 39 : Vallat de Calas et de Champfleury – Fonctionnement en crue



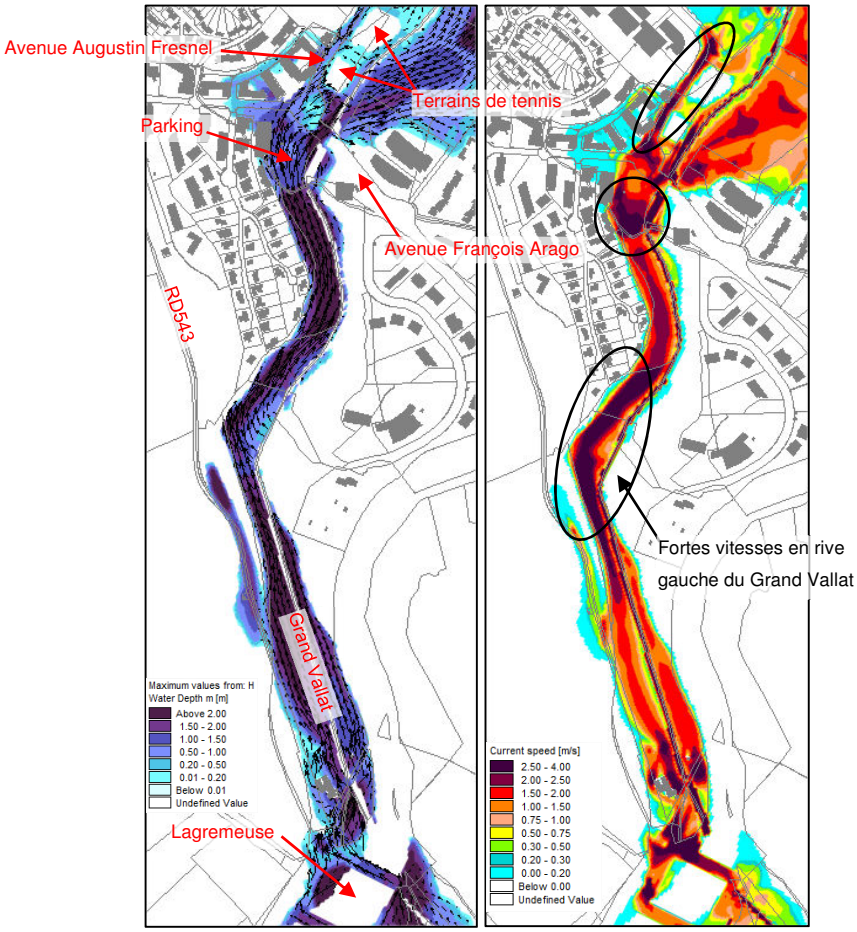
5.7.2.4 Aix-La-Duranne

De Lagremeuse jusqu'au centre de la Duranne, le Grand Vallat est relativement encaissé et déborde essentiellement en rive gauche, sur une largeur assez restreinte. Les vitesses y sont relativement fortes, jusqu'à 5 m/s et la hauteur maximale y est de 2.7 m. La RD543 est légèrement inondée lorsqu'elle affleure le terrain naturel juste après Lagremeuse avant d'être largement en hauteur par rapport aux berges du Grand Vallat.

Dans le centre de la Duranne, le parking situé en rive gauche en amont du pont de l'avenue François Arago est inondé avec des hauteurs allant jusqu'à 1.7 m. L'avenue François Arago est submergée avec des vitesses de 3.2 m/s.

Un axe d'écoulement emprunte l'avenue Augustin Fresnel, avec des vitesses de 3.8 m/s au maximum. Un peu plus loin, les terrains de tennis sont hors d'eau.

Figure 40 : Grand Vallat de Lagremeuse à la Duranne – Fonctionnement en crue



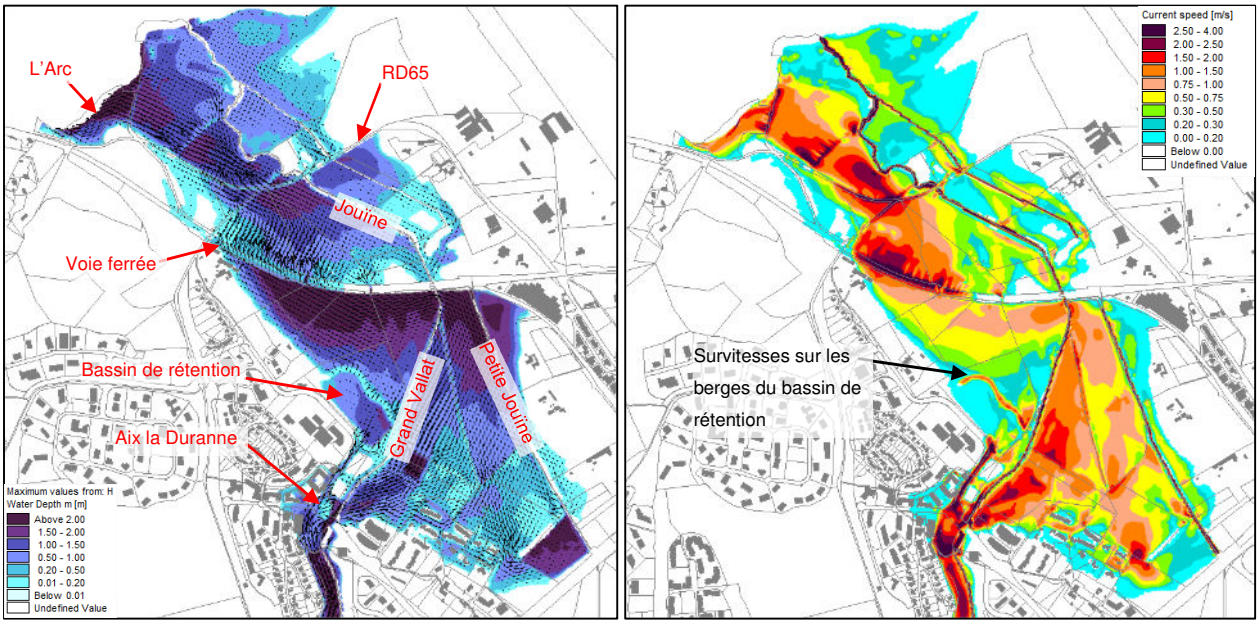
A l'aval des terrains de tennis, des survitesses sont observées sur les berges du bassin de rétention. En effet, celui-ci se remplit (hauteur maximale de 1.6 m) et lorsqu'il est plein, l'eau surverse par-dessus

les berges et des fortes vitesses sont observées localement sur les berges puisque l'eau chute pour retrouver le terrain naturel.

A l'amont de la voie ferrée, une zone de rétention se crée naturellement contre le remblai de la voie ferrée. Les hauteurs d'eau y sont de presque 3 m avec des vitesses relativement faibles. Une partie de la voie ferrée est néanmoins submergée avec des hauteurs allant jusqu'à 50 cm et des vitesses maximales de 4.5 m/s.

Enfin, à l'aval de la voie ferrée, la RD65 est submergée sur un linéaire assez important. Les hauteurs maximales sur la route y sont de 80 cm et les vitesses maximales de 4.6 m/s.

Figure 41 : Grand Vallat de la Duranne à la confluence avec l'Arc – Fonctionnement en crue



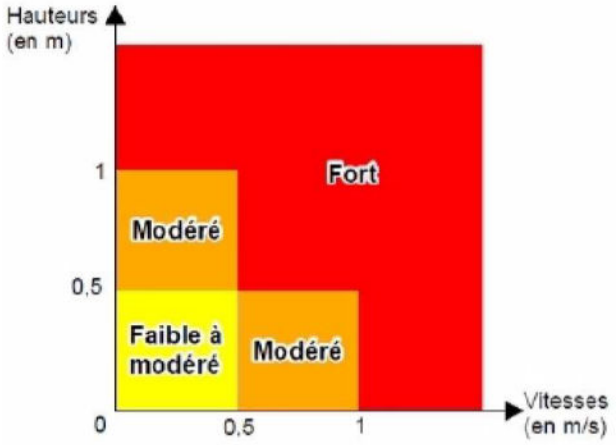
6 CARTOGRAPHIE DE L'ALEA

6.1 PRESENTATION GENERALE

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

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

Figure 42 : Grille d'aléa (Source : DDTM 13)



La cartographie de l'aléa inondation est établie en prenant comme référence **la crue centennale ou une crue historique si la période de retour de celle-ci est supérieure à 100 ans.**

Dans le cas présent, <u>la crue de référence est la crue type 1993</u> (évènement pluvieux enregistré en 1993 appliqué au bassin versant du Grand Vallat).

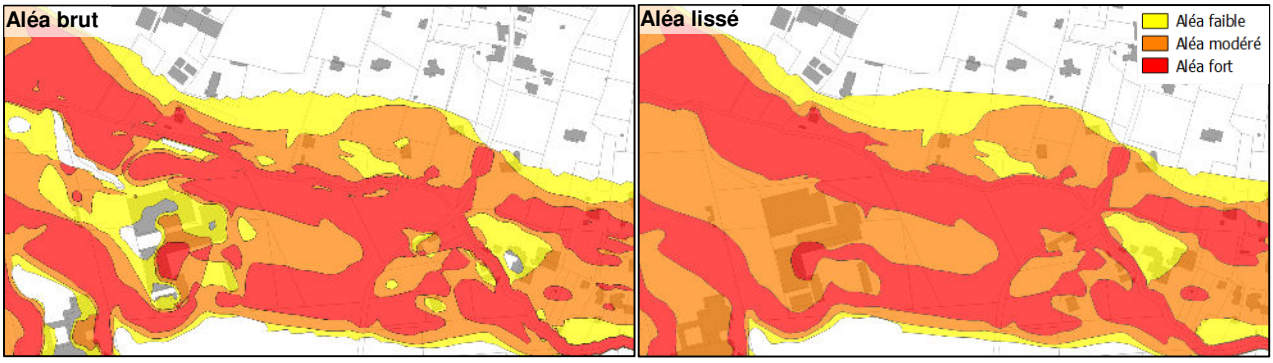
La cartographie de l'aléa inondation (croisement hauteurs / vitesses sur la base des résultats des simulations hydrauliques) sert de base au zonage règlementaire vis-à-vis de l'inondabilité.

6.2 HYPOTHESES RETENUES

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

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

Figure 43 : Exemple cartographie aléa brut / aléa lissé



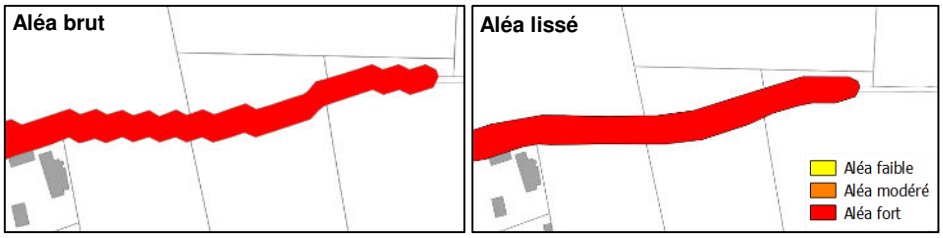
- **<u>Lit mineur</u>**

La modélisation 1D dans les lits mineurs ne permet pas d'obtenir la vitesse et la hauteur discrétisée sur le profil en travers. Ainsi, il est fait l'hypothèse que tous les lits mineurs seront classés en aléa fort. Même si certains cours d'eau font moins d'1 m de profondeur, les vitesses y sont toujours très élevées et cela suffit à justifier le classement en aléa fort en lit mineur.

Par ailleurs, la cartographie brute présente des contours « en dents de scie » du fait de la modélisation à maillage carré. Ainsi, les contours sont lissés afin qu'ils soient parallèles aux berges.

Notons enfin que les mailles de la modélisation hydrauliques font 5 m x 5 m de dimensions. Ainsi, les cours d'eau dont la largeur est inférieure à 5 m sont représentés par une emprise d'aléa fort supérieure à l'emprise réelle du cours d'eau. Cette hypothèse est sécuritaire et permet de sécuriser les abords de cours d'eau en les classant en aléa fort.

Figure 44 : Cartographie de l'aléa – Hypothèse sur les lits mineurs

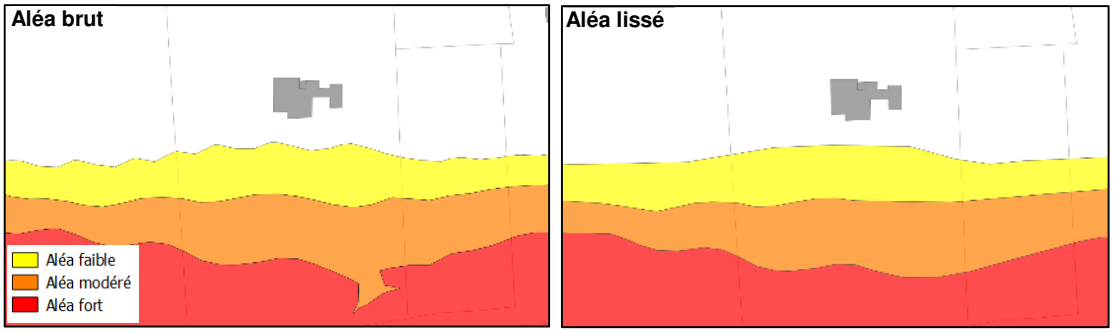


- **<u>Enveloppe de la zone inondable</u>**

De la même manière que les contours du lit mineur, l'enveloppe de la zone inondable apparaît également en « dents de scie » du fait du maillage rectangulaire.

Le lissage permet donc d'avoir une enveloppe plus arrondie et réaliste.

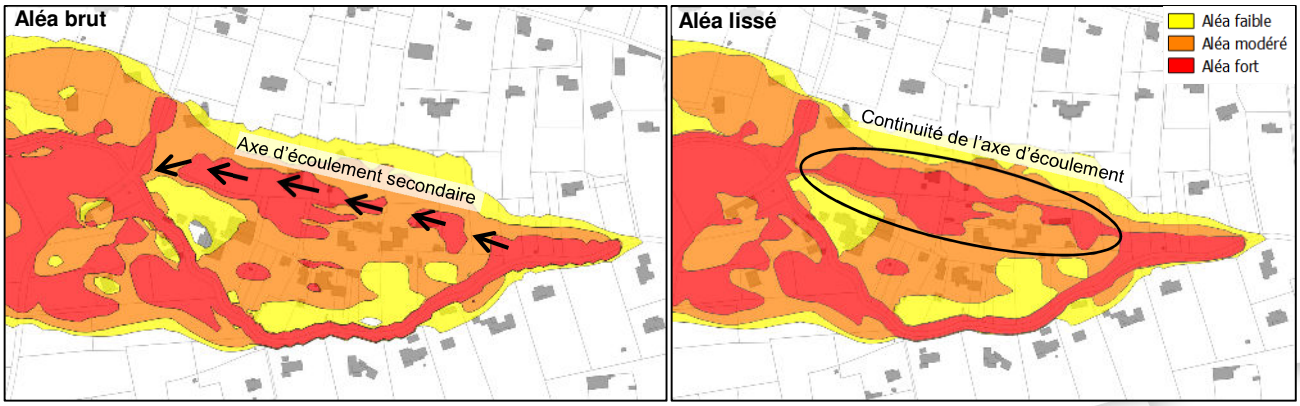
Figure 45 : Cartographie de l'aléa – Hypothèse sur l'enveloppe de la zone inondable



- **<u>Axes d'écoulement</u>**

Afin de mettre en évidence les axes d'écoulement secondaires qui apparaissent en lit majeur, il est fait l'hypothèse de continuité de l'aléa sur ces axes préférentiels.

Figure 46 : Cartographie de l'aléa – Hypothèse sur les axes d'écoulement

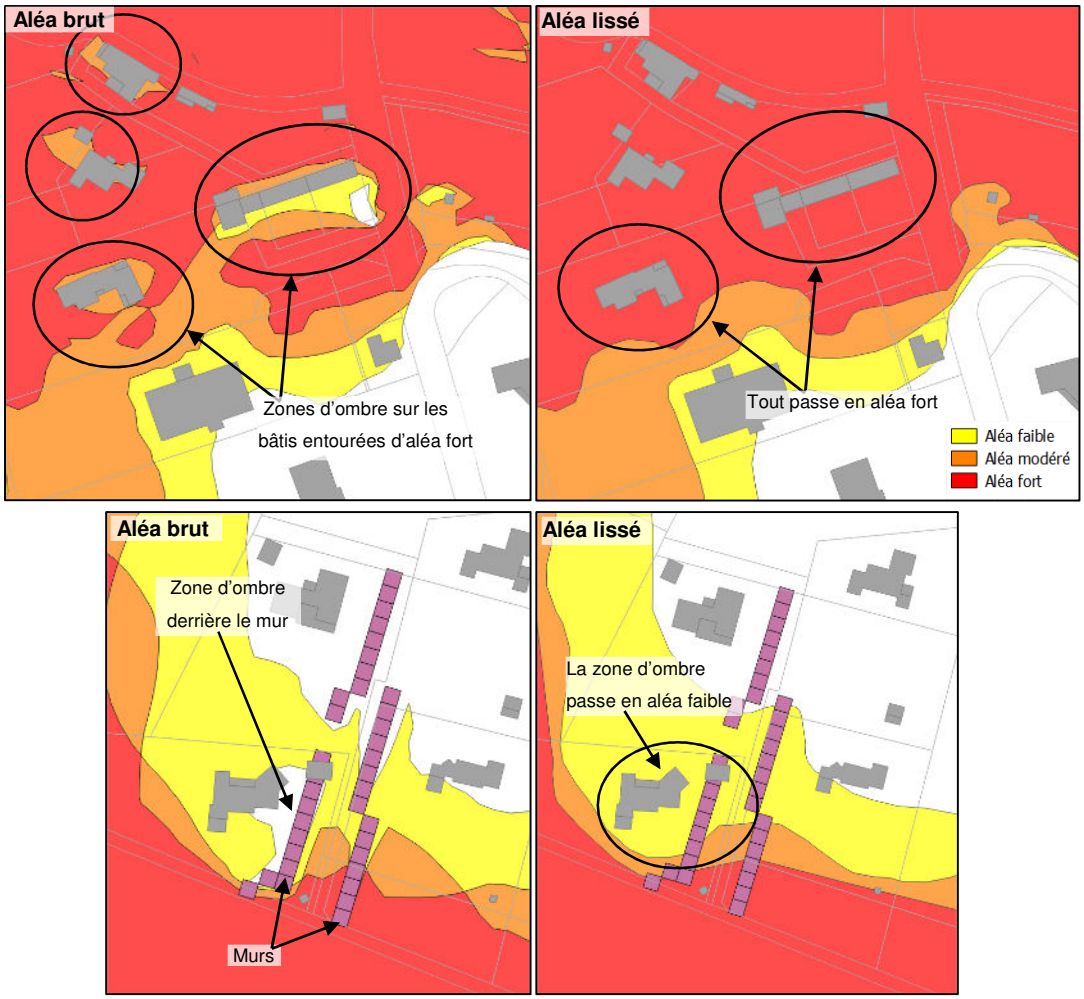


- **<u>Zones d'ombre derrière les obstacles</u>**

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

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

Figure 47 : Cartographie de l'aléa – Hypothèse sur les zones d'ombre

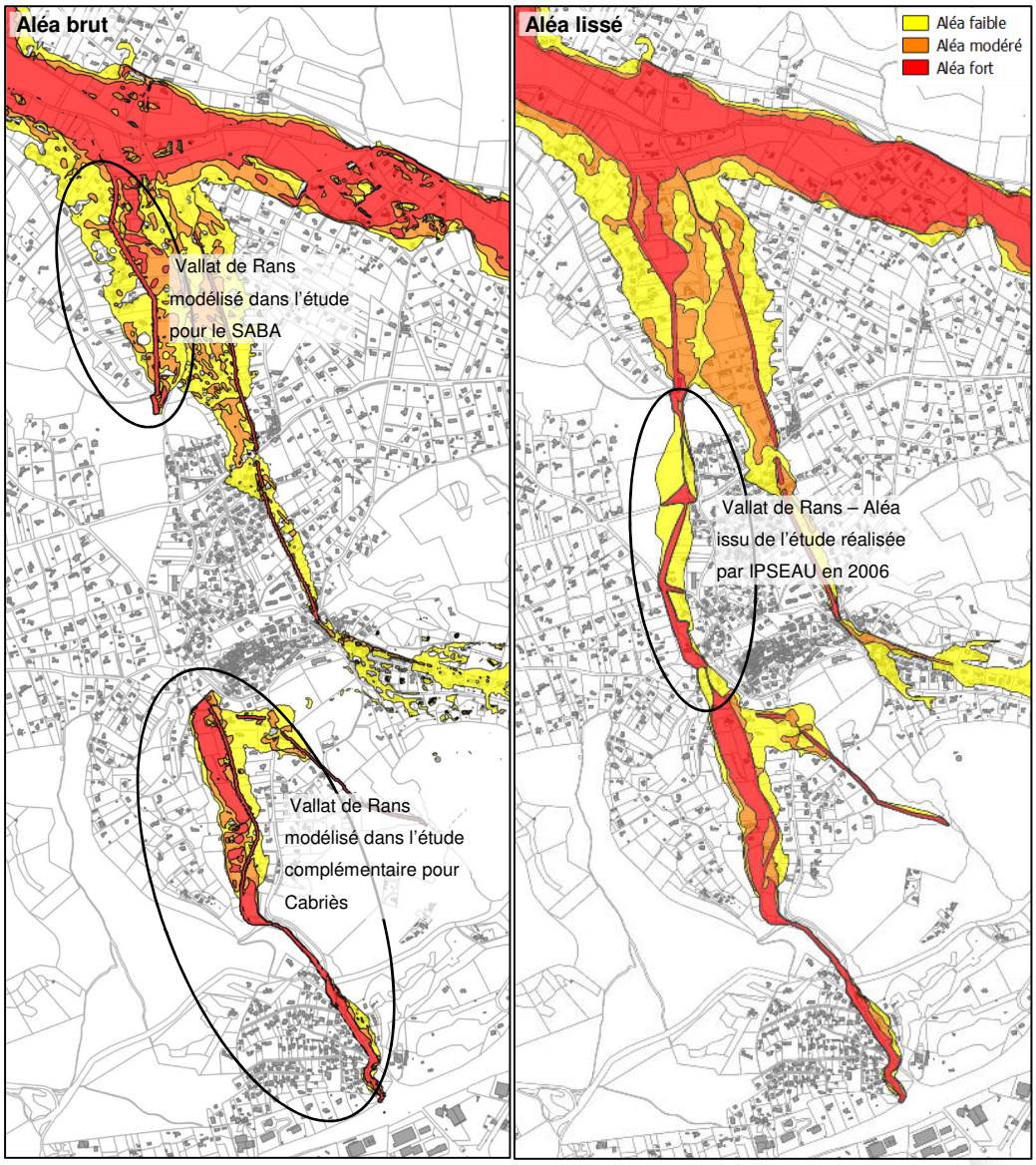


- **<u>Cas particulier du vallat de Rans</u>**

Le vallat de Rans a été modélisé en 2012 dans le cadre de l'étude menée par le SABA de la route de la Bellandière jusqu'à la confluence avec le Grand Vallat.
L'étude complémentaire réalisée pour Cabriès en 2016 a modélisé le vallat de Rans de l'A51 à la confluence avec le Couladou.

De la confluence avec le Couladou jusqu'à la route de la Bellandière, il n'existe donc pas de cartographie récente de l'aléa sur le vallat de Rans. La seule donnée relative à l'aléa date de l'étude réalisée par IPSEAU en 2006. Cette donnée a été retranscrite et adaptée à la nouvelle grille sur la cartographie de synthèse.

Figure 48 : Cartographie de l'aléa – Hypothèse sur le vallat de Rans



- **<u>Etude complémentaire sur Cabriès</u>**

L'étude complémentaire réalisée pour la commune de Cabriès en 2016 a fait l'objet d'une cartographie d'aléa dans le cadre de l'élaboration du Plan Local d'Urbanisme de la commune. La grille d'aléa était alors différente, plus restrictive au niveau de l'aléa modéré (aléa modéré pour les hauteurs inférieures à 1 m et pour les vitesses inférieures à 0.5 m/s ; aléa fort pour les hauteurs supérieures à 1 m et pour les vitesses supérieures à 0.5 m/s).

Ainsi, sur Cabriès, les cartographies d'aléa élaborées pour la DDTM et présentées ci-dessous sont différentes de celles élaborées pour la commune de Cabriès.

6.3 CARTOGRAPHIES DE SYNTHESE

Les cartographies de synthèse de l'aléa sont regroupées par commune et sont présentées dans les planches cartographiques suivantes :

- Planche n°1 : Aléa de référence sur la commune de Cabriès – Secteur Grand Vallat
- Planche n°2 : Aléa de référence sur la commune de Cabriès – Secteur affluents 1/2 (étude complémentaire réalisée en 2012)
- Planche n°3 : Aléa de référence sur la commune de Cabriès – Secteur affluents 2/2 (étude complémentaire réalisée en 2012)
- Planche n°4 : Aléa de référence sur la commune de Bouc-Bel-Air
- Planche n°5 : Aléa de référence sur la commune de Simiane-Collongue
- Planche n°6 : Aléa de référence sur la commune d'Aix-en-Provence (secteur confluence Grand Vallat – Jouïne).