

Juin 2021



**Opération d'aménagement
« Phares et balises »
Encagnane – Aix-en-Provence**

Dossier de Déclaration au titre de la loi sur l'eau

IDENTIFICATION



INGÉROP Conseil et Ingénierie

Agence de Aix-en-Provence - Domaine du Petit Arbois - Pavillon Laënnec - Hall B - BP 20056 - F-13545 Aix-en-Provence cedex 4

Tél. : (33)4 42 50 83 00 - N° Siret 489 626 135 00250 - ingerop.aix@ingerop.com - ingerop.fr

Siège Social : 18 rue des deux gares - CS 70081 - F-92563 Rueil-Malmaison Cedex

S.A.S. au capital de 5 800 000 € - R.C.S. Nanterre B 489 626 135 - APE 7112B - Code TVA n° FR 454 896 261 35



GESTION DE LA QUALITE

Version	Date	Intitulé	Rédaction	Lecture	Validation
1 - PROVISOIRE	01/2021	DLE	SSN	ES	SH
2 - PROVISOIRE	02/2021	DLE	SSN	ES	SH
3 – PROVISOIRE	02/2021	DLE	SSN/JF	ES	SH

Observations sur l'utilisation du rapport :

Ce rapport, ainsi que les cartes ou documents, et toutes autres pièces annexées constituent un ensemble indissociable ; en conséquence, l'utilisation qui pourrait être faite d'une communication ou reproduction partielle de ce rapport et annexes ainsi que toute interprétation au-delà des indications et énonciations d'INGÉROP ne saurait engager la responsabilité de celle-ci.

La société INGÉROP n'est pas responsable de la vérification de la véracité des informations transmises, à l'exception de celles normalement décelables par l'homme de l'art, et celles pour lesquelles le Client a exigé une analyse spécifique.



SOMMAIRE

PIECE 1 – RESUME NON TECHNIQUE	10
PIECE 2 – DEMANDEUR	12
PIECE 3 - EMLACEMENT PROJET	13
PIECE 4 - NATURE DU PROJET ET RUBRIQUES REGLEMENTAIRES	15
1 PRESENTATION DU PROJET	15
2 RUBRIQUES LOI SUR L'EAU APPLICABLES AU PROJET	18
PIECE 5 – NOTICE D'INCIDENCES	19
1 ANALYSE DE L'ETAT INITIAL DU SITE ET DE SON ENVIRONNEMENT	19
1.1 CONTEXTE PLUVIOMETRIQUE	19
1.1.1 Contexte climatique	19
1.1.2 Précipitations intenses	19
1.2 CONTEXTE TOPOGRAPHIQUE	20
1.3 EAUX SUPERFICIELLES	22
1.3.1 Contexte hydrographique général	22
1.3.2 Contexte hydrographique au droit du projet	23
1.3.3 Contexte hydraulique	23
1.3.4 Contexte Hydrologique	25
1.3.4.1 Bassin versant topographique	25
1.3.4.2 Paramètres hydrologiques	26
1.3.4.3 Estimation des débits de pointe	27
1.4 CONTEXTE PEDOLOGIQUE	27
1.5 CONTEXTE GEOLOGIQUE	30
1.6 EAUX SOUTERRAINES	31
1.6.1 Masses d'eau souterraines	31
1.6.2 QUALité des eaux souterraines	31
1.7 USAGES DE LA RESSOURCE EN EAU	31
1.7.1 Production hydroélectrique	31
1.7.2 La pêche	31
1.7.3 Captages pour l'alimentation en eau potable	32

1.7.4 La baignade	32
1.8 ANALYSE DES RISQUES NATURELS	32
1.8.1 Risque inondation	32
1.8.1.1 Carte des risques d'inondation du PLU	32
1.8.1.2 Aléa inondation	34
1.8.1.3 Règlement du PLU	36
a) Dispositions particulières applicables dans les secteurs repérés en rouge foncé et rouge clair au document graphique.	37
b) Dispositions particulières applicables dans les secteurs repérés en bleu, et en jaune, au document graphique.	38
1.8.1.4 Situation de la zone d'étude vis-à-vis du risque inondation	40
1.8.1.5 Volume soustrait à la zone inondable	41
1.8.1.6 Modélisation hydraulique du risque d'inondation par ruissellement à l'état initial	43
1.8.1.6.1 Méthodologie générale et cohérence avec l'étude de référence du PLU	43
1.8.1.6.2 Construction du modèle	43
1.8.1.6.3 Conditions aux limites du modèle	48
1.8.1.6.4 Calage du modèle - vérification de cohérence par rapport au PLU	50
1.8.1.6.5 Résultats de la simulation de l'évènement de référence à l'état initial	53
1.8.2 Risque lié à la remontée de nappe	55
2 SDAGE, SAGE ET CONTRAT DE RIVIERE	57
2.1 SDAGE RM 2016-2021	57
2.2 LE SAGE DE L'ARC ET LE CONTRAT DE MILIEU	60
2.2.1 Sage de l'Arc	60
2.2.1.1 Dispositions D10, D18 et D29 du PAGD du SAGE	61
2.2.1.2 Disposition D12 et D13 du PAGD du SAGE	61
2.2.2 Contrat des milieux	63
3 INCIDENCES DU PROJET SUR LE MILIEU RECEPTEUR	64
3.1 INCIDENCES QUANTITATIVES DU PROJET SUR LE MILIEU SUPERFICIEL	64
3.1.1 Incidence sur le ruissellement des eaux pluviales	64
3.1.2 Incidences sur les zones inondables lors des évènements de pluie exceptionnels	66
3.1.2.1 Modélisation hydraulique du risque d'inondation par ruissellement à l'état projeté	66
3.1.2.1.1 Intégration du projet au modèle hydraulique	66
3.1.2.1.2 Résultats de la simulation de l'évènement de référence à l'état projeté	70
3.1.2.1.3 Incidence du projet sur les conditions d'écoulement	71
3.1.2.2 Volume soustrait aux zones inondables à l'état projet	76
a) Volume soustrait à la zone inondable par les bâtiments	76
b) Volume soustrait à la zone inondable par le merlon paysager	77
c) Incidences des voies de circulation (piétonnes et circulées)	77
d) Volume total soustrait à la zone inondable à l'état projet	77

3.1.2.3 Incidences sur l'aléa ruissellement en aval du projet	78
3.2 INCIDENCES QUALITATIVES DU PROJET SUR LE MILIEU SUPERFICIEL	79
3.2.1 Incidence des eaux de ruissellement	79
3.2.1.1 Pollution des eaux superficielles en phase travaux	79
3.2.1.2 Pollution des eaux superficielles saisonnière	79
3.2.1.3 Pollution accidentelle	79
3.2.1.4 Pollution chronique : incidence effective du projet sur la qualité des eaux avant traitement	79
a) Caractérisation et quantification de la pollution chronique	80
b) Flux de pollution chronique générés par le projet - au droit des espaces publics (voies de circulation, parkings publics)	81
c) Flux de pollution chronique générés par le projet - au droit des lots privés	82
3.2.2 Autres rejets	82
3.2.2.1 Eaux usées domestiques	82
3.3 INCIDENCES QUANTITATIVES DU PROJET SUR LES EAUX SOUTERRAINES	82
3.3.1 Phase travaux	82
3.3.2 Phase exploitation	83
3.4 INCIDENCES QUALITATIVES DU PROJET SUR LES EAUX SOUTERRAINES	83
3.4.1 Phase de travaux	83
3.4.2 Phase d'exploitation	83
3.4.2.1 Au droit des espaces publics (voies de circulation, parkings publics)	83
3.4.2.2 Au droit des lots privés	83
4 MESURES D'EVITEMENT, DE REDUCTION ET DE COMPENSATION EN PHASE D'EXPLOITATION	84
4.1 MISE EN ŒUVRE DES MESURES D'EVITEMENT, DE REDUCTION ET DE COMPENSATION	84
4.1.1 Equipements publics	84
4.1.2 Lots privés	84
4.2 MESURES D'EVITEMENT	84
4.2.1 Evitement d'implantation des bâtiments en zone rouge	84
4.2.2 Préservation de la qualité des eaux souterraines	84
4.3 MESURES DE REDUCTION	85
4.3.1 Réduction des surfaces imperméabilisées	85
4.3.2 Transparence hydraulique au droit de certains bâtiments implantés en zones inondables	85

4.3.3 Traitement qualitatif des eaux de ruissellement	86
4.3.3.1 Au droit des espaces publics	86
4.3.3.2 Au droit des ilots privatifs	87
4.4 MESURES DE COMPENSATION	87
4.4.1 Compensation des surfaces imperméabilisées	87
4.4.1.1 Contexte réglementaire	87
a) PLU	87
Zonage des eaux pluviales	87
Principes généraux de compensation	88
Dispositions relatives au dimensionnement des ouvrages de rétention	88
b) Loi sur l'eau – Doctrine 2.1.5.0	89
c) SAGE DE L'ARC	89
4.4.1.2 Principes de gestion des eaux pluviales retenus dans le cadre du projet	92
4.4.1.3 Mise en œuvre des volumes de rétention au droit des ilots privatifs	92
a) Débits de fuite des bassins de rétention	92
b) Estimation des volumes des ouvrages de rétention au droit des ilots privatifs	93
4.4.1.4 Mise en œuvre des volumes de rétention au droit des espaces publics	93
a) Estimation des volumes de compensation	93
b) Caractéristiques techniques des bassins envisagées en phase esquisse	94
4.4.2 Gestion des eaux de ruissellement – Evenements exceptionnels	96
4.4.2.1 Au droit des ilots privatifs	96
4.4.2.2 Au droit des espaces publics	97
4.4.2.3 Calage des premiers planchers et des niveaux des accès aux sous-sols	97
4.4.3 Compensation des remblais en zone inondable	97
5 MESURES D'EVITEMENT, DE REDUCTION ET DE COMPENSATION PHASE TRAVAUX	98
6 COMPATIBILITE DU PROJET AVEC LES DOCUMENTS DE GESTION ET PROTECTION DE LA RESSOURCE EN EAU	100
6.1 COMPATIBILITE AVEC LE SDAGE 2016 - 2021	100
6.2 COMPATIBILITE DU PROJET AVEC LE PGRI DU BASSIN RHONE-MEDITERRANEE	103
6.3 COMPATIBILITE AVEC LE SAGE DE L'ARC ET CONTRAT DE RIVIERE	105
6.4 COMPATIBILITE AVEC LE PLU DE LA COMMUNE D'AIX-EN-PROVENCE	105
7 JUSTIFICATION DU PROJET	106
PIECE 6 – DOCUMENTS GRAPHIQUES	107
PIECE 7 - ANNEXES	108

TABLEAUX

Tableau 1 – Quantiles de pluie (source : zonage pluvial Aix-en-Provence)	20
Tableau 2 – Coefficients de Montana (source : zonage pluvial Aix-en-Provence)	20
Tableau 3 - Capacité estimée de la canalisation existante sous l'avenue Dr. Schweitzer (exutoire du projet).....	23
Tableau 4 - Coefficients d'imperméabilisation et de ruissellement à l'état actuel	26
Tableau 5 - Paramètres hydrologiques du bassin versant du projet à l'état actuel	26
Tableau 6 -Débits de pointe drainés par le bassin versant de projet à l'état actuel (m ³ /s)	27
Tableau 7 - Sondages réalisées au droit de la zone de projet (source : Banque du Sous-sol du BRGM)	29
Tableau 8 - Masse d'eau souterraine au droit de la zone d'étude	31
Tableau 9 - Etats des milieux	31
Tableau 10 : Croisement aléa / enjeux (source : Rapport de présentation du PLU d'Aix-en-Provence)	33
<i>Tableau 11 - Bilan de volumes soustraits à la zone inondable à l'état actuel.....</i>	<i>41</i>
Tableau 12: Coefficients de Strickler du modèle 2D par type d'occupation du sol	46
Tableau 13 : Objectifs du SDAGE 2016 – 2021 pour les masses d'eaux souterraines concernées par le projet.....	59
Tableau 14 : Objectifs du SDAGE 2016 – 2021 pour les eaux superficielles concernées par le projet	60
Tableau 15 - Impluvium de projet - occupation du sol à l'état projet (plan d'esquisse)	64
Tableau 16 - CI et CR à l'état actuel et à l'état projet.....	64
Tableau 17 - Caractéristiques de l'impluvium de projet à l'état actuel et à l'état projet (plan d'esquisse)	65
Tableau 18 - Bilan des volumes soustraits à la zone inondable - Etat projet – Hypothèse de bâtiments « classiques »	76
<i>Tableau 19 - Bilan des volumes - Etat projet et état actuel - Volumes à compenser</i>	<i>77</i>
Tableau 20 - Charges unitaires annuelles par hectare imperméabilisée (Source : SETRA - Juillet 2006)	80
Tableau 21 - Flux de pollution annuelle générés par le projet	81
Tableau 22 - Flux de pollution générés par le projet lors d'un événement ponctuel critique	82
Tableau 23 - CI et CR à l'état actuel et à l'état projet (plan d'esquisse)	85
Tableau 24 - Débits de pointe à l'état actuel et à l'état projet (plan d'esquisse)	85
Tableau 25 - Abattement de la pollution pour une vitesse de décantation de 1 m/s (Source : SETRA)	86
Tableau 26 - Calcul de la surface minimale nécessaire pour assurer une vitesse de décantation maximale de 1 m/s	86



Tableau 27 - Dispositions en matière de volume minimum de compensation et de débit maximum de fuite (source : Zonage des eaux pluviales).....	88
Tableau 28 - Préconisation sur la période de retour de dimensionnement des dispositifs pluviaux	89
Tableau 29 - Préconisations du SAGE de l'ARC pour le dimensionnement des ouvrages de rétention	91
Tableau 30 - Dimensionnement des ouvrages de rétentions des ilots (plan d'esquisse).....	93
Tableau 31 - Dimensionnement des ouvrages de rétention sous voirie	94
Tableau 32 - Caractéristiques des bassins de rétention enterrés sous voiries – Esquisse.....	95
Tableau 33 - Compatibilité avec les objectifs du PGRI	103

PROVISOIRE

FIGURES

Figure 1 : Situation du projet sur fond IGN.....	13
Figure 2 - Zoom sur le secteur "Phares et Balises".....	14
Figure 3 – Projet d'aménagement de l'opération "Phares et balises" (esquisse).....	16
Figure 4 - Merlon paysager projeté le long de l'autoroute (image au droit de la passerelle piétonne) .	17
Figure 5 - Coupe du merlon au droit de la passerelle piétonne	17
Figure 6 - Coupe du merlon à l'extrême Sud du projet	17
Figure 7 - Topographie de la zone d'étude.....	21
Figure 8 - Contexte hydrographique.....	22
Figure 9 - Réseau EP au droit de la zone de projet.....	24
Figure 10 - Bassin versant intercepté par le projet.....	25
Figure 11 - Localisation des études de sol de la Banque du Sous-sol (source : BRGM).....	28
Figure 12 - Contexte géologique (source : BRGM).....	30
Figure 13 - Zonage d'inondation au droit de la zone de projet (source : PLU d'Aix-en-Provence - approuvé le 23 juillet 2015 - modification n°5 approuvée le 18 octobre 2018)	33
Figure 14 - Aléa ruissellement (source : Note méthodologique de l'aléa inondation du PLU d'Aix-en- Provence)	34
Figure 15 - Synthèse des aléas inondation et enveloppe morphologique (source : PLU d'Aix-en- Provence)	35
Figure 16 - Bâtiments existants à l'état actuel.....	42
Figure 17 : Modèle topographique	45
Figure 18 : Modèle de rugosité.....	47
Figure 19 : Extrait du modèle de rugosité (Source : SAFEGE, Caractérisation de l'aléa inondation -Note méthodologique, version n°3, juillet 2015)	47
Figure 20 : Extrait de la cartographie des aléas du PLU.....	49
Figure 21 : Positionnement des conditions aux limites du modèle	49
Figure 22 : Illustrations de l'étape itérative de calage du modèle	52
Figure 23 : Cartographies des hauteurs d'eau maximales et des vitesses maximales d'écoulement à l'état initial	53
Figure 24 : Cartographie de l'aléa inondation pour l'évènement de référence à l'état initial	54
Figure 25 : Grille d'aléa (croisement hauteur x vitesse).....	54
Figure 26 - Risque de remontée de nappe au droit du projet (source : BRGM)	56
Figure 27 : Périmètre administratif du bassin Rhône-Méditerranée.....	58
Figure 28 : Traitement et densification de la donnée topographique « source » transmise concernant l'état projet.....	68
Figure 29 : Modèle topographique à l'état projeté.....	69
Figure 30 : Modèle de rugosité à l'état projeté	69



Figure 31 : Cartographies des hauteurs d'eau maximales et des vitesses maximales d'écoulement à l'état projeté	70
Figure 32 : Cartographies des hauteurs d'eau maximales et des vitesses maximales d'écoulement à l'état projeté	71
Figure 33 : Cartographie des différences de hauteurs d'eau pour l'évènement de référence – Zoom au droit du projet.....	72
Figure 34 : Cartographie des différences de vitesses d'écoulement pour l'évènement de référence – Zoom au droit du projet	73
Figure 35 : Codification des aléas afin de permettre la comparaison	74
Figure 36 : Cartographie des différences de classes d'aléa pour l'évènement de référence – Zoom au droit du projet.....	75
Figure 37 - Extrait de la carte "Zonage Pluvial" annexée au PLU d'Aix-en-Provence	87
Figure 38 - Régulateur effet vortex pour faibles débits de fuite	96

PROVISOIRES

PIECE 1 – RESUME NON TECHNIQUE

La SPLA Pays d'Aix Territoires est concessionnaire de la Métropole Aix-Marseille Provence pour le projet de renouvellement urbain du quartier d'Encagnane d'Aix-en-Provence. Ce projet intègre la réalisation d'une opération d'ensemble sur le secteur « Phares et Balises », à dominante résidentielle, mixant habitat, activités et espaces publics.

Le projet initial concerne principalement :

- La démolition de locaux existants (ancienne école Giono, bâtiment CETMEF aussi appelé Phares et Balises) ainsi que la démolition d'environ 200 logements appartenant à Pays d'Aix Habitat (PAH) ;
- La création de nouvelles voiries publiques, d'espaces et de parkings publics ;
- L'aménagement et la création de cheminements piétons au droit d'un merlon paysager le long du mur anti-bruit de l'autoroute ;
- La construction d'un équipement public numérique d'environ 1 700 m² ;
- La construction d'environ 400 logements dont environ 100 logements sociaux, des logements en accession maîtrisée et du locatif intermédiaire ;
- En termes de stationnement, sont prévus :
 - o la construction de plusieurs parkings silo de 400 places environ pour les besoins des résidents,
 - o environ 80 places de parking de surface,

Gestion des eaux pluviales

Le projet réduit les surfaces imperméabilisées existantes à l'état actuel. Afin d'améliorer la gestion des écoulements pour les événements courants par rapport à la situation actuelle, le projet prévoit la compensation des surfaces imperméabilisées jusqu'à une occurrence trentennale sur la totalité de la zone de projet.

Afin de gérer de manière différenciée les eaux de ruissellement en provenance du domaine public et du domaine privé, comme demandé par la ville d'Aix-en-Provence, les ouvrages de rétention seront divisés en deux groupes :

- Les ouvrages collectant les eaux de voiries et du merlon paysager (domaine public), avec rejet dans le réseau de collecte des eaux pluviales existant.
- Les ouvrages collectant les eaux de ruissellement des lots (domaine privé), dont la vidange se fera par infiltration et / ou via un raccordement au réseau public EP à débit de fuite régulé, si les capacités d'infiltration du sol sont défavorables.



Deux ouvrages de rétention enterrés permettront de réaliser la compensation de l'imperméabilisation des espaces publics :

- Bassin Nord : volume utile 720 m³ ;
- Bassin Sud : volume utile 560 m³.

Ils seront aménagés enterrés sous voirie et seront étanches, afin d'empêcher que les charges polluantes en provenance des voiries atteignent la masse d'eau souterraine.

Risque inondation

D'après la Carte des Risques d'Inondation du PLU d'Aix-en-Provence, la zone de projet est située en zone inondable.

Afin de réduire la vulnérabilité des bâtiments et des parkings, les préconisations du règlement du PLU concernant le calage des planchers et les niveaux d'accès aux parkings sont respectées.

Le projet soustrait au total environ 838 m³ à la zone inondable. Pour ne pas aggraver la situation à l'aval du projet, le projet prévoit la compensation totale de ces volumes.

PIECE 2 – DEMANDEUR



SPLA Pays d'Aix Territoires

Siège Social : 2, rue Lapierre – 13100 – Aix-en-Provence

Tel : 04 42 16 09 69

SIRET : 52066844300010

Affaire suivie par : M. Sébastien SCARAMELLI

scaramelli@paysdaix-territoires.fr

PIECE 3 - EMPLACEMENT PROJET

Le quartier d'Encagnane se trouve au Sud-Ouest de la ville d'Aix-en-Provence, entre l'avenue de l'Europe et l'avenue H. Mouret. Les parcelles à l'étude sont recensées au cadastre sous les numéros CO 25, 26, 27, 28 et CL 22, 23, 24.

L'opération d'aménagement en étude concerne le secteur « Phares et Balises ». Ce secteur est situé au Sud-Ouest du quartier d'Encagnane, à proximité immédiate d'un important nœud autoroutier, constitué des autoroutes A8 et A51.

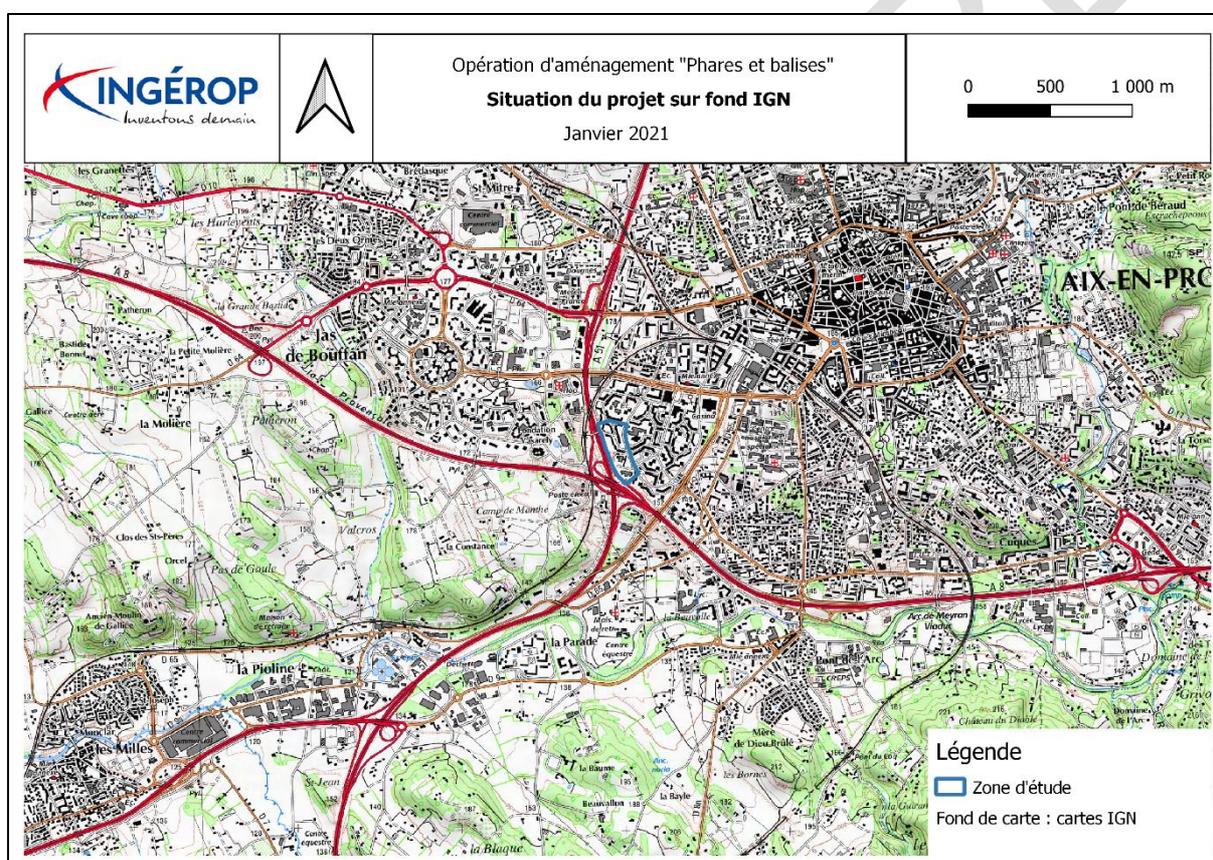


Figure 1 : Situation du projet sur fond IGN

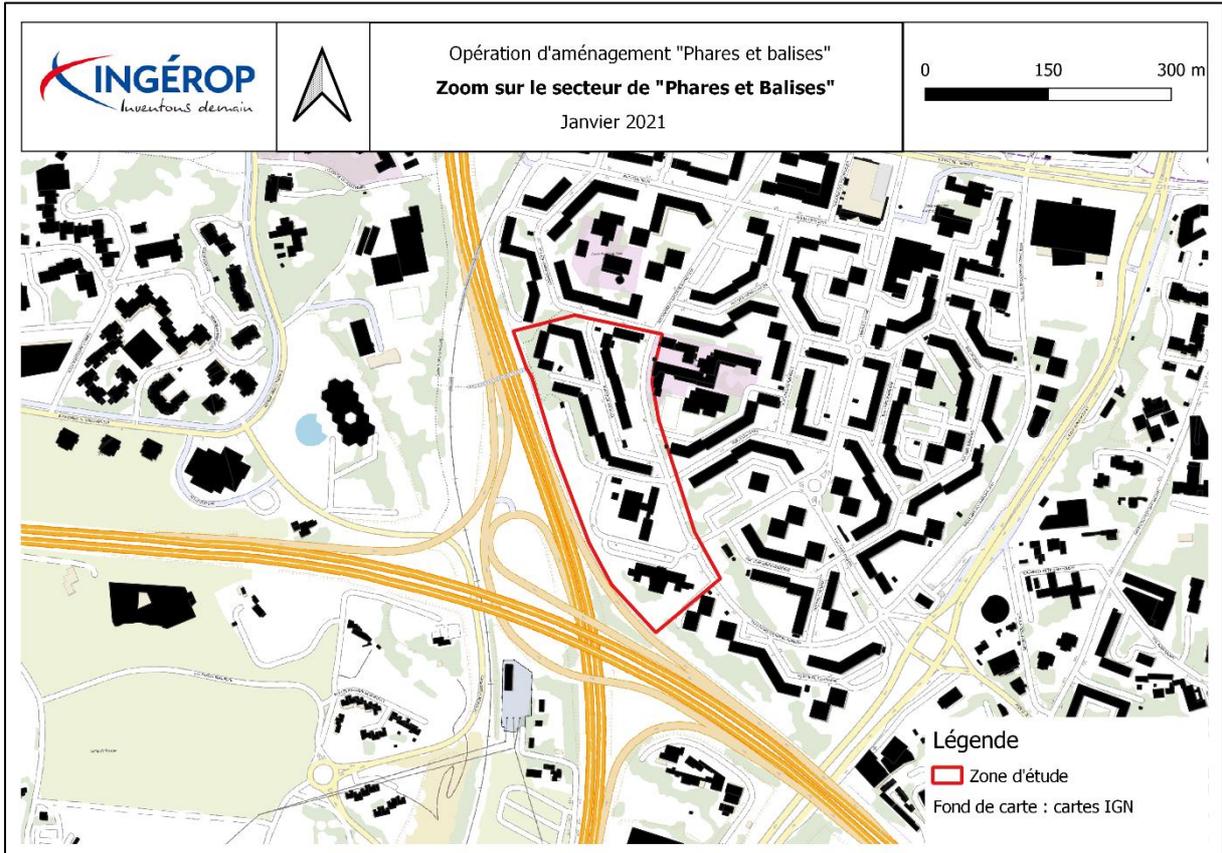


Figure 2 - Zoom sur le secteur "Phares et Balises"

PROVINCIA



PIECE 4 - NATURE DU PROJET ET RUBRIQUES REGLEMENTAIRES

1 PRESENTATION DU PROJET

Le projet concerne principalement :

- La démolition de locaux existants (ancienne école Giono, bâtiment CETMEF aussi appelé Phares et Balises) ainsi que la démolition d'environ 200 logements appartenant à Pays d'Aix Habitat (PAH) ;
- La création de nouvelles voiries publiques, d'espaces et de parkings publics ;
- L'aménagement et la création de cheminements piétons au droit d'un merlon paysager le long du mur anti-bruit de l'autoroute ;
- La construction d'un équipement public numérique d'environ 1 700 m² ;
- La construction d'environ 400 logements dont environ 100 logements sociaux, des logements en accession maîtrisée et du locatif intermédiaire ;
- En termes de stationnement, sont prévus :
 - o la construction de plusieurs parkings silo de 400 places environ places pour les besoins des résidents,
 - o environ 80 places de parking de surface,

Le plan de masse du projet et des images du merlon paysager projeté sont présentées dans les Figures suivantes :



Figure 3 – Projet d'aménagement de l'opération "Phares et balises" (esquisse)



Figure 4 - Merlon paysager projeté le long de l'autoroute (image au droit de la passerelle piétonne)



Figure 5 - Coupe du merlon au droit de la passerelle piétonne



Figure 6 - Coupe du merlon à l'extrême Sud du projet

2 RUBRIQUES LOI SUR L'EAU APPLICABLES AU PROJET

Les ouvrages et travaux projetés relèvent des rubriques suivantes de la nomenclature des opérations soumises à autorisation ou déclaration, définies par les articles R.214-1 à R.214-5 du Code de l'Environnement.

LA NOMENCLATURE		LE PROJET	
N°	Rubrique	Caractéristiques principales	Régime concerné
2.1.5.0	Rejet d'eaux pluviales dans les eaux douces superficielles ou sur le sol ou dans le sous-sol, la surface totale du projet, augmentée de la surface correspondant à la partie du bassin naturel dont les écoulements sont interceptés par le projet, étant :	<p>La surface totale du projet, augmentée de la surface correspondant à la partie du bassin naturel dont les écoulements sont interceptés par le projet est de 4.44 ha.</p> <p>Le projet rejette ses eaux de ruissellement des voiries dans le réseau public existant ; les eaux de ruissellement des ilots se vidangent en partie par infiltration dans le sol.</p>	Déclaration
	1. Supérieure ou égale à 20 ha (A)		
	2. Supérieure à 1 ha mais inférieure à 20 ha (D)		
3.2.2.0	Installations, ouvrages, remblais dans le lit majeur d'un cours d'eau :	<p>Le projet est localisé en zone inondable d'après le PLU de la Ville d'Aix-en-Provence.</p> <p>Cependant, il s'agit d'un aléa inondation par ruissellement.</p> <p>Le projet se trouve à l'extérieur de tout lit majeur de cours d'eau.</p>	Non classable
	1. Surface soustraite supérieure ou égale à 10 000 m ² (A)		
	2. Surface soustraite supérieure ou égale à 400 m ² et inférieure à 10 000 m ² (D)		
	Au sens de la présente rubrique, le lit majeur du cours d'eau est la zone naturellement inondable par la plus forte crue connue ou par la crue centennale si celle-ci est supérieure. La surface soustraite est la surface soustraite à l'expansion des crues du fait de l'existence de l'installation ou ouvrage, y compris la surface occupée par l'installation, l'ouvrage ou le remblai dans le lit majeur.		



PIECE 5 – NOTICE D'INCIDENCES

1 ANALYSE DE L'ETAT INITIAL DU SITE ET DE SON ENVIRONNEMENT

1.1 CONTEXTE PLUVIOMETRIQUE

1.1.1 CONTEXTE CLIMATIQUE

Le climat des Bouches-du-Rhône est méditerranéen : les fréquentes sécheresses estivales et les violents orages d'automne en sont les traits les plus connus.

En région méditerranéenne, la présence de la mer et des massifs montagneux proches, associée à la circulation générale des masses d'air sur l'Europe du Nord, sont à l'origine de situations météorologiques spécifiques, génératrices de champs pluvieux à très fort potentiel de précipitation.

Ces événements pluvieux sont donc caractérisés par des précipitations très intenses, mais généralement de courte durée.

1.1.2 PRECIPITATIONS INTENSES

La hauteur moyenne des précipitations annuelles est de l'ordre de 630 mm, d'après les données de la station d'Aix-Les-Milles.

Les principaux apports proviennent de violentes averses à la fin de l'automne ; certains en début d'hiver présentent également des précipitations importantes dues à du mauvais temps persistant parfois plusieurs jours. Les dépressions océaniques jouent quelques fois un rôle essentiel dans le comportement des pluies de printemps.

La superficie du bassin versant naturel concerné par le projet est relativement restreinte, il est donc nécessaire de connaître les précipitations sur de courtes durées (inférieures à la journée). Elles constituent en effet des données fondamentales lorsqu'il s'agit de prévoir le comportement de petits bassins versants (à fortiori s'ils sont urbanisés) sensibles aux précipitations orageuses très intenses mais relativement courtes.

Les données pluviométriques de référence sont celles indiquées dans le règlement du zonage pluvial de la ville d'Aix-en-Provence. Elles sont issues des données Météo France d'Aix en Provence sur la période 1979-2009.

Période de retour	Hauteur estimée (mm) pour un événement de										
	6 mn	15 mn	30 mn	1 heure	2 heures	3 heures	4 heures	6 heures	12 heures	24 heures	48 heures
2 ans	12	18	24	29	35	39	42	48	58	70	86
5 ans	12	19	28	38	46	51	55	62	75	90	109
10 ans	15	24	36	51	61	67	72	79	93	110	130
30 ans	19	33	49	74	100	107	112	119	133	148	165
50 ans	21	38	58	89	122	128	133	141	154	169	185
100 ans	23	44	72	116	164	170	175	181	192	205	218

Tableau 1 – Quantiles de pluie (source : zonage pluvial Aix-en-Provence)

		2 ans		5 ans		10 ans	
Tc en heures		GEV AIX		GEV AIX		GEVAIX	
de	à	a	b	a	b	a	b
0,1h	1h	32,32	0,58	40,61	0,47	53,09	0,44
1 h	96 h	28,67	0,72	38,17	0,73	51,47	0,76

		30 ans		50 ans		100 ans	
Tc en heures		GEV AIX		GEV AIX		GEVAIX	
de	à	a	b	a	b	a	b
0,1h	2h	73,66	0,42	89,38	0,37	116,22	0,31
2 h	96 h	89,77	0,84	111,00	0,87	154,56	0,91

Tableau 2 – Coefficients de Montana (source : zonage pluvial Aix-en-Provence)

1.2 CONTEXTE TOPOGRAPHIQUE

La zone de projet est délimitée par le boulevard Schweitzer à l'Est et par le mur de protection acoustique de l'A51 à l'Ouest.

Pour la caractérisation topographique du site d'étude, nous disposons des données issues de la technologie LiDAR. Il s'agit des données qui ont une précision altimétrique de +/- 30 cm et qui ont été levées en 2011.

La zone de projet présente une altimétrie qui varie entre 159.70 et 150.3 mNGF. Le terrain présente une pente moyenne de 1.8% du Nord-Ouest vers le Sud-Est.

La Figure suivante présente le modèle numérique du terrain (MNT), issu de l'interpolation des données LiDAR, et les courbes de niveau équidistantes de 1 mètre.

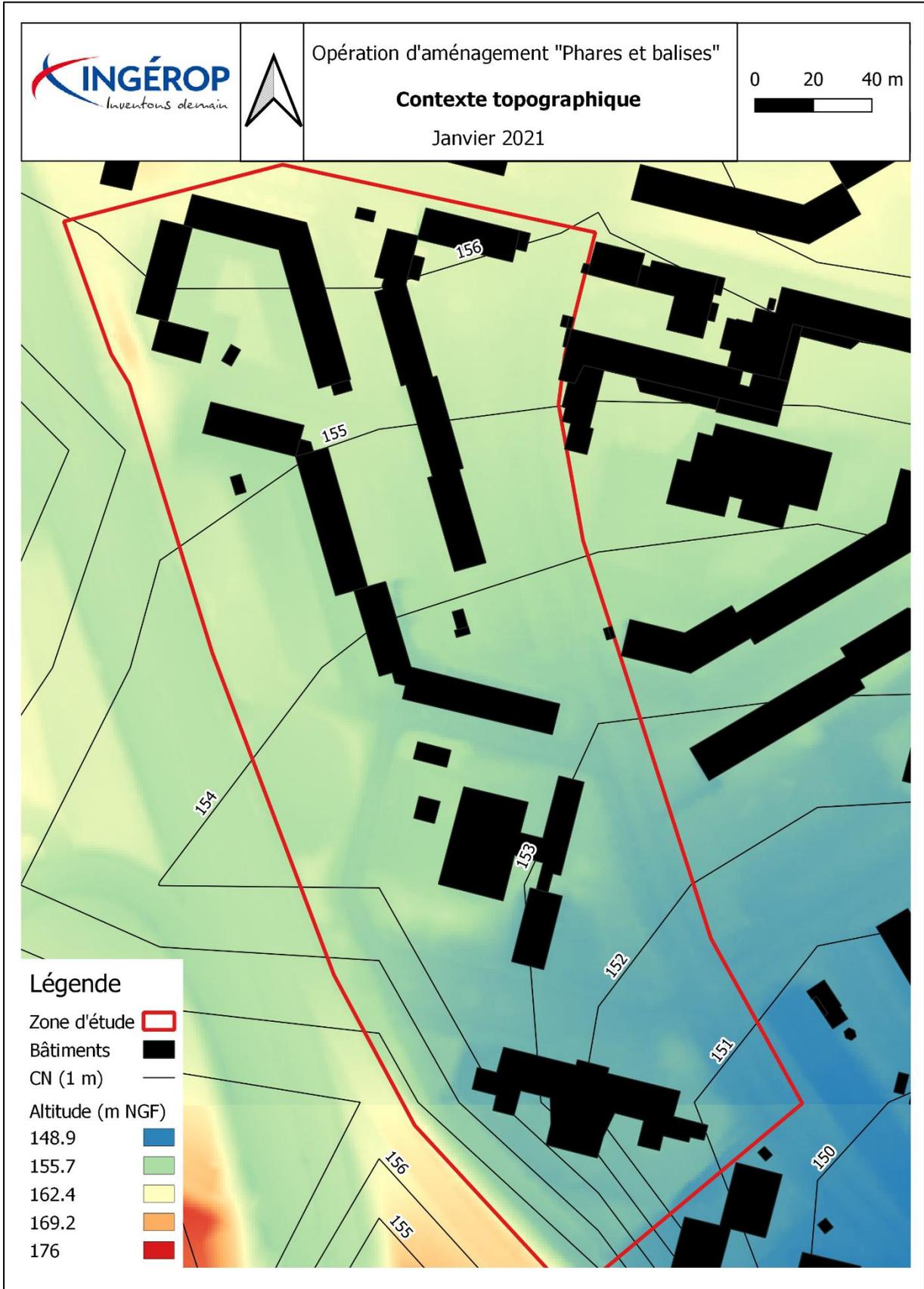


Figure 7 - Topographie de la zone d'étude

1.3 EAUX SUPERFICIELLES

1.3.1 CONTEXTE HYDROGRAPHIQUE GENERAL

Le périmètre d'étude se trouve dans le bassin hydrographique de l'Arc.

L'Arc est une rivière de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur, se jetant dans l'étang de Berre. Long de 83 km, il prend sa source près du village de Pourcieux dans le Var. Son bassin versant représente une superficie de 727 km². La vallée de l'Arc comme celle de l'Argens occupent une dépression de direction est-ouest formée entre la Sainte-Victoire et les plateaux du Haut Var d'une part, la Sainte-Baume et le massif des Maures d'autre part. Elles constituent ensemble un couloir de communication important entre la vallée du Rhône et la Côte d'Azur, emprunté notamment par la route nationale 7 et l'autoroute A8. Les risques d'inondation (jusqu'à 700 m³/s), très présents dans le bassin, sont aggravés par le développement urbain.

L'Arc reçoit de nombreux affluents, provenant du massif de la Sainte-Victoire (la Cause, le Bayon, l'Eau-Vive) et du versant nord de la chaîne de l'Étoile principalement la Luynes, le Grand Vallat, le Grand Torrent.

L'Arc présente une quantité importante de nutriments (NH₄, NO₂, PO₄, etc.) favorisant une eutrophisation du milieu en été. L'oxygène dissous vient alors à manquer en été.

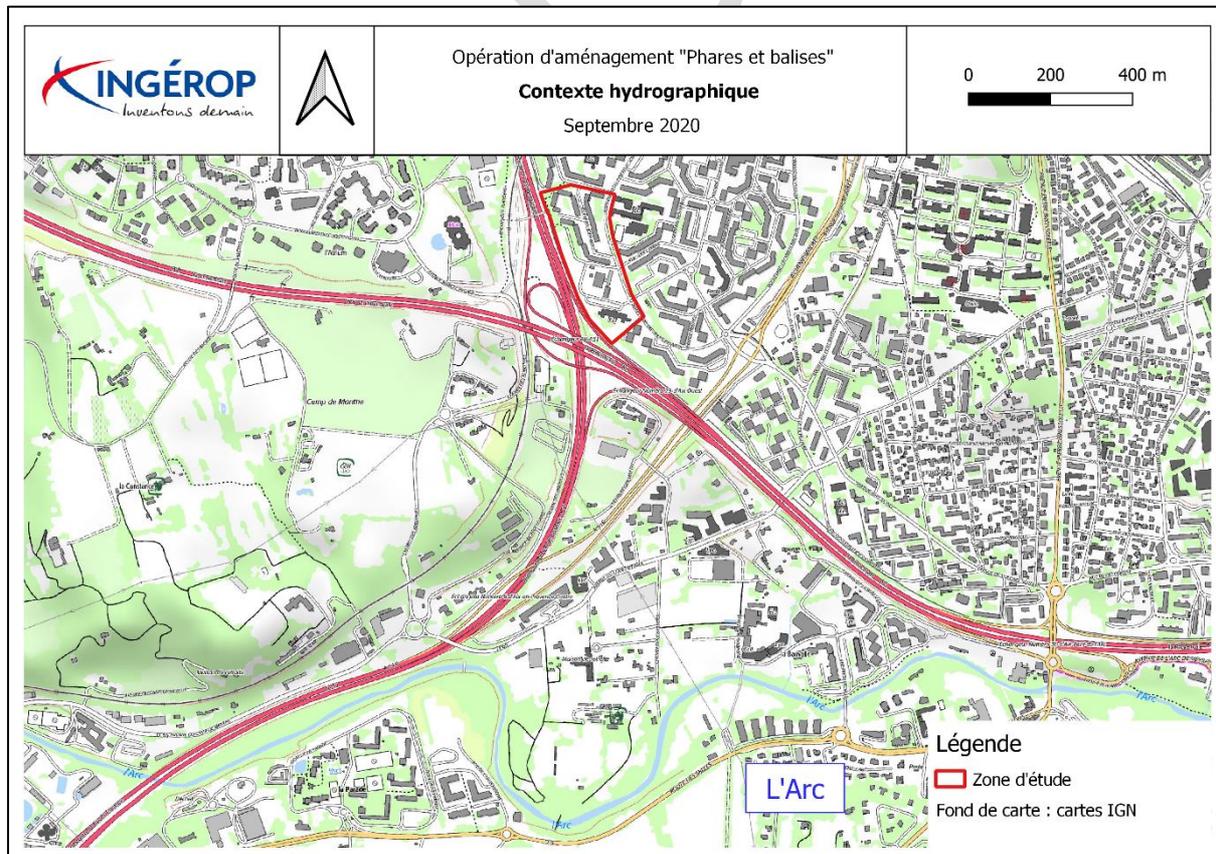


Figure 8 - Contexte hydrographique

1.3.2 CONTEXTE HYDROGRAPHIQUE AU DROIT DU PROJET

Il n'existe sur la parcelle assiette de projet aucun talweg marqué drainant les eaux de pluie. La zone d'étude fait partie d'un bassin versant urbain, les eaux de ruissellement sont collectées par un réseau pluvial public.

L'exutoire final des eaux est l'Arc, situé à 850 mètres au Sud de la zone d'étude.

1.3.3 CONTEXTE HYDRAULIQUE

Les eaux de ruissellement au droit des toitures des bâtiments et des espaces verts sont collectées par un réseau pluvial qui est raccordé au réseau de l'Avenue Dr. Schweitzer.

Le réseau existant sous l'avenue Dr. Schweitzer constitue donc l'exutoire du projet. Il est matérialisé par une buse béton DN 1200 mm avec 1.1% de pente. Sa capacité maximale est estimée avec la formule de Manning-Strickler en considérant un coefficient K égal à 70 (caractéristique des canalisations en béton).

Tableau 3 - Capacité estimée de la canalisation existante sous l'avenue Dr. Schweitzer (exutoire du projet)

Données d'entrée

Diamètre conduite	Ø 1200
Coefficient Strickler	70
Pente écoulement	0.0110 m/m

Synthèse résultats

Débit max	4.003 m³/s
Vitesse max	3.75 m/s

Par ailleurs, la Rue Edouard Herriot possède son propre réseau des eaux pluviales. Lors des évènements courants, les eaux de ruissellement n'atteignent pas les parcelles de projet.

Enfin, un cadre béton de dimensions 2500 x 1800 mm franchit l'A51 et traverse la zone Ouest du projet. Cet ouvrage se raccorde ensuite à une buse béton DN 1000 mm.

Un extrait du plan des réseaux des eaux pluviales existants au droit de la zone de projet est présenté sur la Figure 9.

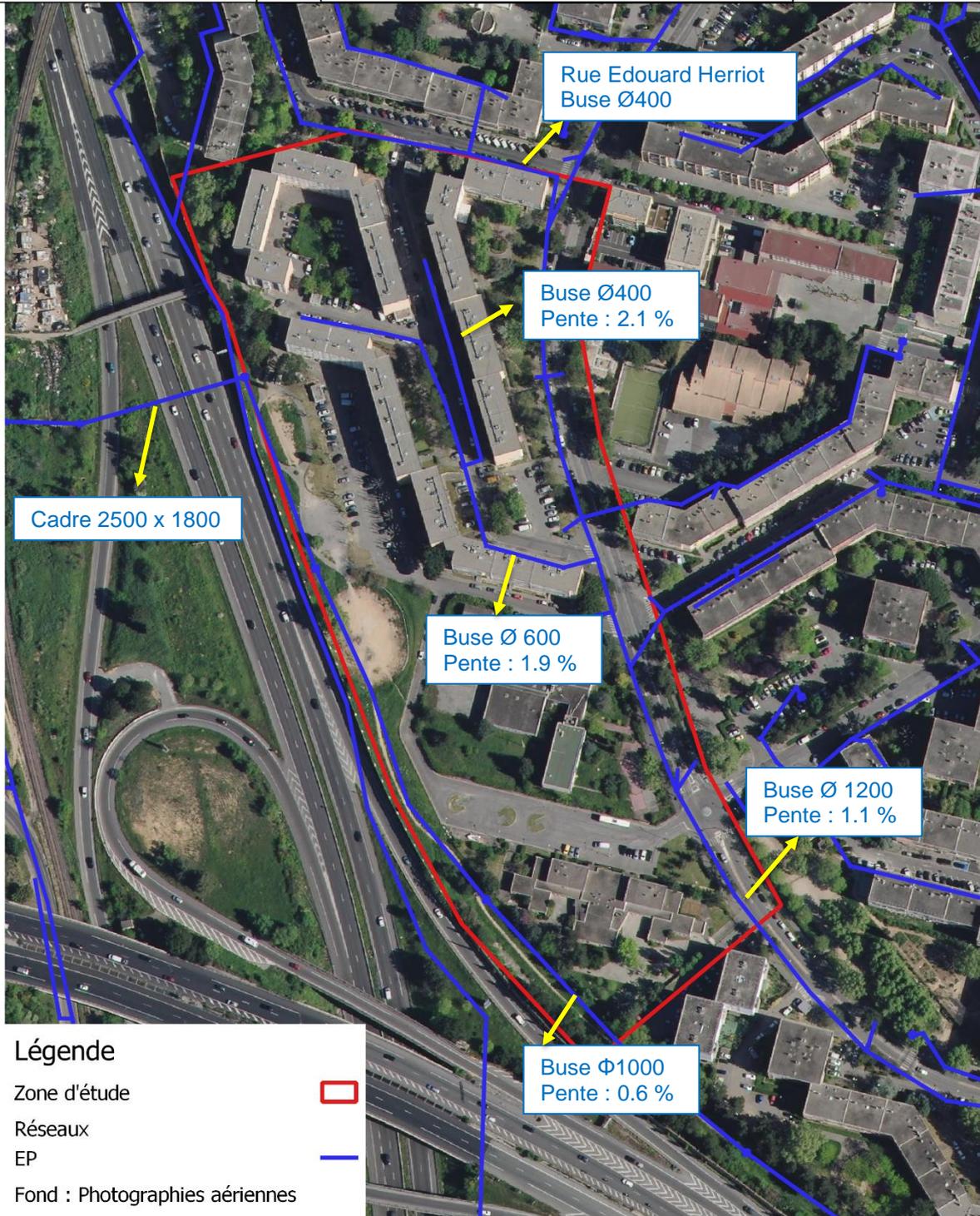


Figure 9 - Réseau EP au droit de la zone de projet

1.3.4 CONTEXTE HYDROLOGIQUE

1.3.4.1 Bassin versant topographique

En raison du fonctionnement hydraulique expliqué dans le chapitre précédent, le bassin versant intercepté par le projet est considéré égal à son propre impluvium. Il s'agit d'un bassin versant urbain de 44 400 m².

L'Avenue Dr. Schweitzer, qui possède son propre réseau d'assainissement pluvial, ne fait pas partie du projet.



Figure 10 - Bassin versant intercepté par le projet

1.3.4.2 Paramètres hydrologiques

Les caractéristiques **morphologiques** du bassin versants sont :

- la superficie S,
- la longueur du plus long chemin hydraulique L (du point le plus haut du bassin versant jusqu'à son exutoire),
- la pente,

Les caractéristiques **hydrologiques** de chaque sous-bassin versant sont :

- le coefficient de ruissellement, défini selon l'occupation du sol, qui caractérise le ruissellement,
- le temps de concentration : il correspond au temps que met une goutte d'eau pour parcourir le bassin versant de son point le plus haut à son exutoire.

Les coefficients d'imperméabilisation (CI) et de ruissellement (CR) à l'état actuel sont estimés dans le tableau suivant :

Tableau 4 - Coefficients d'imperméabilisation et de ruissellement à l'état actuel

	Surfaces (ha)	CI	CR
Imperméables	2.87	1	1
Perméables	1.57	0	0.25
Total	4.44	0.65	0.73

Le tableau ci-dessous regroupe les différents paramètres pour le bassin versant de la zone de projet à l'état actuel :

Tableau 5 - Paramètres hydrologiques du bassin versant du projet à l'état actuel

Caractéristiques du bassin versant		BV - EA
Superficie	ha	4.44
Plus long chemin hydraulique	km	175
Pente moyenne	%	1.8
C ruissellement décennal	%	73
C ruissellement centennal	%	76
Cote exutoire (mini)	m NGF	150.30
Cote maxi	m NGF	153.50
Temps de concentration centennal	min	8

1.3.4.3 Estimation des débits de pointe

Les débits de pointe générés par le bassin versant à l'état actuel ont été estimés par la méthode rationnelle particulièrement adaptée aux petits bassins versants :

$$Q_T = C_T \times S \times \frac{I(T, t_c)}{3.6}$$

Avec :

- Q_T : débit de période de retour T, en m^3/s
- C_T : coefficient de ruissellement pondéré pour la période de retour T
- $I(T)$: intensité moyenne en mm/h, pour la période de retour T pendant le temps de concentration t_c .
- S : surface totale du bassin versant en km^2

Le tableau suivant présente les débits de pointe drainés par le bassin versant de projet :

Tableau 6 -Débits de pointe drainés par le bassin versant de projet à l'état actuel (m^3/s)

Q2 (calcul avec Tc10)	0.90
Q5 (calcul avec Tc10)	0.92
Q10	1.16
Q30	1.64
Q50	1.82
Q100	2.14

1.4 CONTEXTE PEDOLOGIQUE

La Banque du Sous-sol du BRGM dispose de 6 sondages réalisées au droit de la zone de projet. Ces études permettent d'avoir une idée de la constitution du sol et de la perméabilité du terrain.

Sur 5 sondages, on observe l'existence d'une nappe peu profonde, voir potentiellement affleurante (cf. chapitre 1.8).

Pour la plupart de points, les couches de sol les plus superficielles sont constituées par des argiles ou des limons. La seule exception est le point 2, qui présente une couche de sable de 1.5 m avant d'atteindre la couche d'argile.

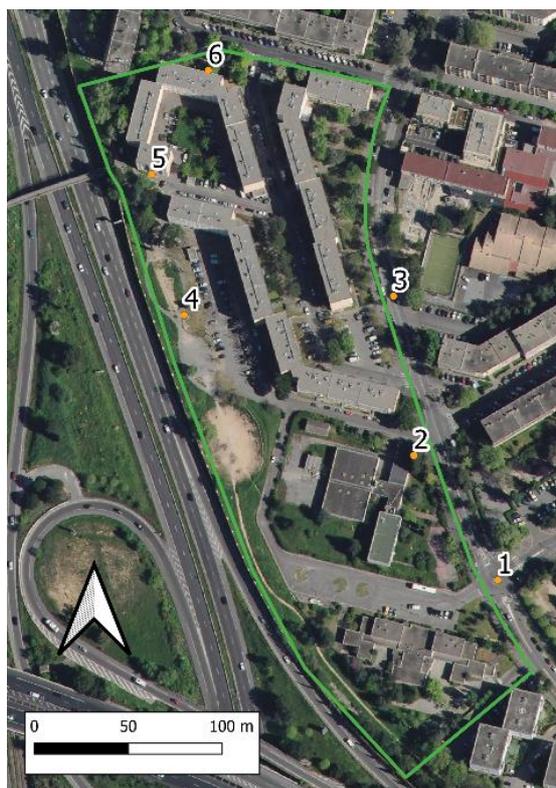
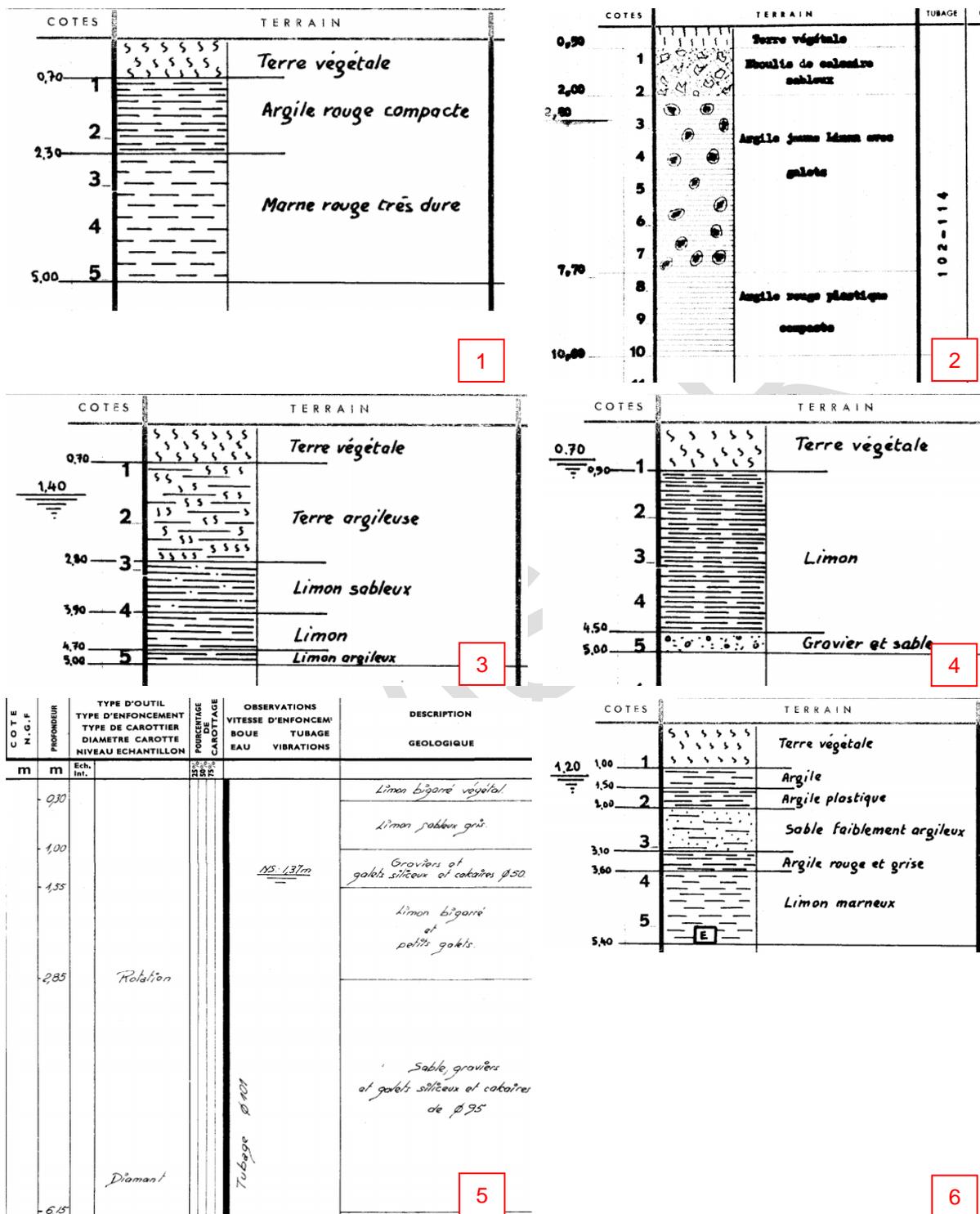


Figure 11 - Localisation des études de sol de la Banque du Sous-sol (source : BRGM)

Le tableau suivant permet de visualiser les différents sondages :

Tableau 7 - Sondages réalisées au droit de la zone de projet (source : Banque du Sous-sol du BRGM)



Du fait du contexte de nappe affleurante, les capacités d'infiltration du sol seront à priori limitées. Les capacités d'infiltration du sol devront être estimées via la réalisation de tests d'infiltration au droit des bassins d'infiltration des lots privés.

1.5 CONTEXTE GEOLOGIQUE

L'analyse géologique du périmètre d'étude a été réalisée à partir de la carte géologique de Aix-en-Provence au 1/50 000^{ème}. Les principales formations géologiques affleurantes au droit du périmètre d'étude sont composées par les argiles de l'Oligocène moyen.

- L'OLIGOCÈNE MOYEN : la formation des Milles

Argiles plus ou moins sableuses à passées microconglomératiques ; 5 passées conglomératiques à ciment argilo-sableux.

- LE QUATERNAIRE : Colluvions wurmiennes

Dépôts de fond de vallons, d'origine latérale. Il s'agit surtout de limons soliflués, voire géliflués, accompagnés d'éléments gélivés.

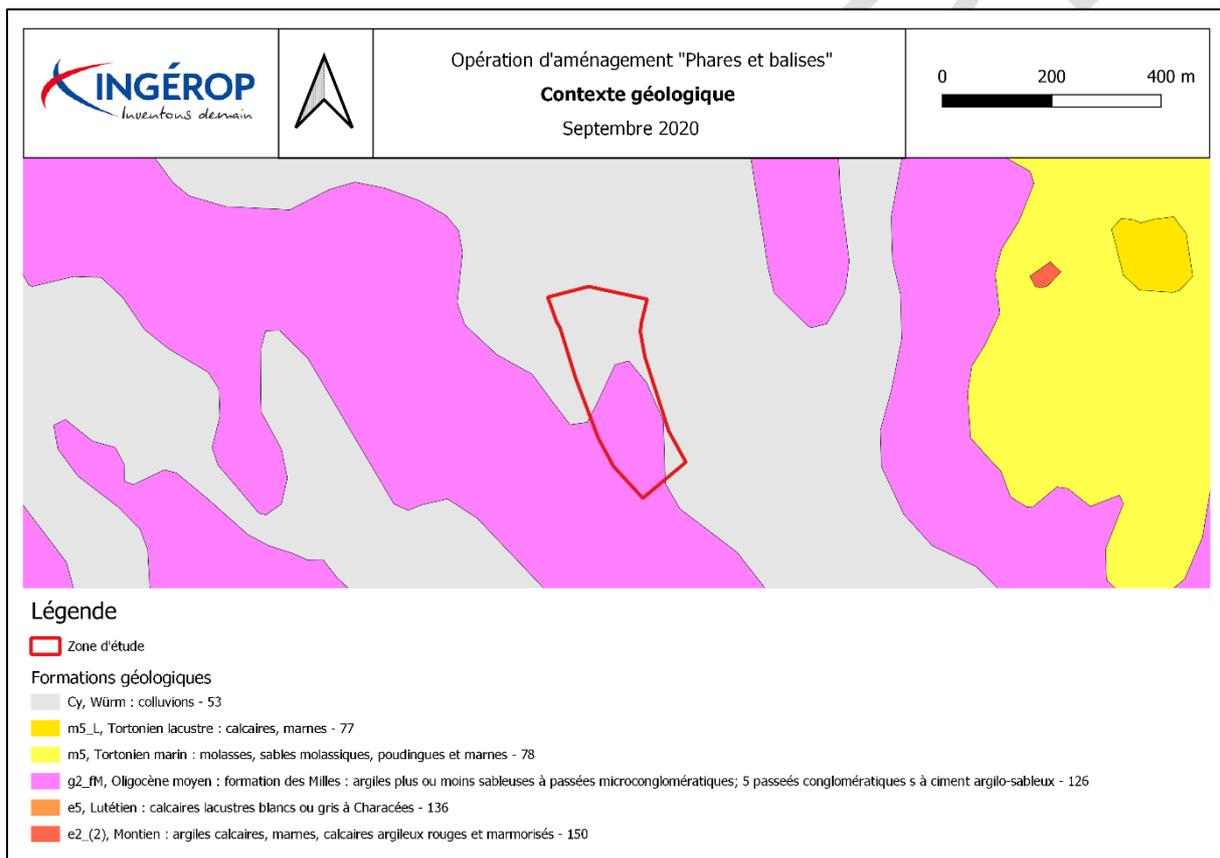


Figure 12 - Contexte géologique (source : BRGM)

1.6 EAUX SOUTERRAINES

1.6.1 MASSES D'EAU SOUTERRAINES

Le secteur de projet se situe au droit d'une masse d'eau souterraine (MESO). Une masse d'eau souterraine est un volume distinct d'eau souterraine constituant une unité d'évaluation de la directive-cadre européenne sur l'eau (DCE, 2000/60/CE).

Tableau 8 - Masse d'eau souterraine au droit de la zone d'étude

Code de la masse d'eau	Libellé
FRDG210	Formations variées et calcaires fuvéliens et jurassiques du bassin de l'Arc

1.6.2 QUALITE DES EAUX SOUTERRAINES

La dernière actualisation de la fiche de référence de la masse d'eau FRDG210 date de l'année 2014. Elle fait partie de l'état des lieux du SDAGE Rhône-Méditerranée 2016-2021.

Tableau 9 - Etats des milieux

Code	Libellé	Etat quantitatif	Etat chimique
FRDG210	Formations variées et calcaires fuvéliens et jurassiques du bassin de l'Arc	Bon	Bon

1.7 USAGES DE LA RESSOURCE EN EAU

1.7.1 PRODUCTION HYDROELECTRIQUE

Aucun barrage de production hydroélectrique notable n'est recensé sur le cours de l'Arc.

1.7.2 LA PECHE

Les procédés et modes de pêche autorisés diffèrent en fonction de la catégorie du site (nombre de lignes, balances à écrevisses, etc.), la catégorie 1 étant plus contraignante. Le cours de l'Arc est classé en rivière de 2^e catégorie.

1.7.3 CAPTAGES POUR L'ALIMENTATION EN EAU POTABLE

Le périmètre d'étude n'est pas concerné par une aire d'alimentation des captages prioritaires pour la protection de la ressource en eau potable au titre du S.D.A.G.E (Source : données ARS PACA – Août 2020).

Aucun captage d'eau souterraine déclaré ni aucun périmètre de protection ne concerne directement le périmètre d'étude.

1.7.4 LA BAIGNADE

La commune d'Aix-en-Provence ne compte pas de site de baignade d'après les données du ministère de la santé.

1.8 ANALYSE DES RISQUES NATURELS

1.8.1 RISQUE INONDATION

1.8.1.1 Carte des risques d'inondation du PLU

En l'absence de PPRI applicable sur le territoire, c'est le PLU de la ville qui régit la prise en compte des risques inondation.

La Carte des Risques d'Inondation (CRI) naît du croisement de l'aléa inondation (cf. 1.8.1.1) et des enjeux existants sur le territoire. Ce croisement permet de moduler les prescriptions en meilleure adéquation avec la réalité de l'occupation des sols et le projet de territoire.

On distingue ainsi 3 catégories d'enjeux sur le territoire aixois :

- **Les zones à enjeu faible** : il s'agit des **zones peu ou pas occupées par l'activité humaine** et les constructions, ce qui correspond aux zones agricoles, naturelles ou encore à urbaniser mais non encore aménagées.
- **les zones à enjeu fort** qu'on peut distinguer selon qu'il s'agit d'une zone urbaine de type **centre urbain** avec un bâti en ordre continu, des équipements et services, une mixité des fonctions et des usages, une animation de coeurs de ville ou village ...,
- les **autres zones urbaines** (tissus discontinus, résidentiels ou d'activités).

Le croisement des aléas (cf. 1.8.1.2) et des enjeux détermine des niveaux de risques pour lesquels les objectifs et les principes de prise en compte peuvent être modulés.

Le terrain de projet est considéré une zone à « enjeux forts ». Le tableau suivant présente le croisement aléa/enjeux utilisé lors de la création de la CRI.

Tableau 10 : Croisement aléa / enjeux (source : Rapport de présentation du PLU d'Aix-en-Provence)

ENJEU	FORT (zones urbaines)		FAIBLE
	Centres Urbains (CU)	Autres Zones Urbaines (AZU)	Zones Non Urbanisées (NU)
ALEA			
Fort à très fort ruissellement	Important (TF-CU)	Important (TF-AZU)	Important (TF-NU)
Moyen Ruissellement hauteur	Modéré (MH-CU)	Modéré (MH-AZU)	Moyen (MH-NU)
Moyen Ruissellement vitesse	Modéré (MV-CU)	Modéré (MV-AZU)	Modéré (MV-NU)
Faible Ruissellement	Faible (F-CU)	Faible (F-AZU)	Faible (F-NU)
Fort fluvial	Important (FFL-CU)	Important (FFL-AZU)	Important (FFL-NU)
Modéré « fluvial »	Modéré (MFL-CU)	Modéré (MFL-AZU)	Modéré (MFL-NU)
Résiduel	Faible (R-CU)	Faible (R-AZU)	Faible (R-NU)
HGM non modélisée	Zone de précaution	Zone de précaution	Zone de précaution

Un extrait de la CRI, au droit de la zone de projet, est présentée sur la Figure suivante :

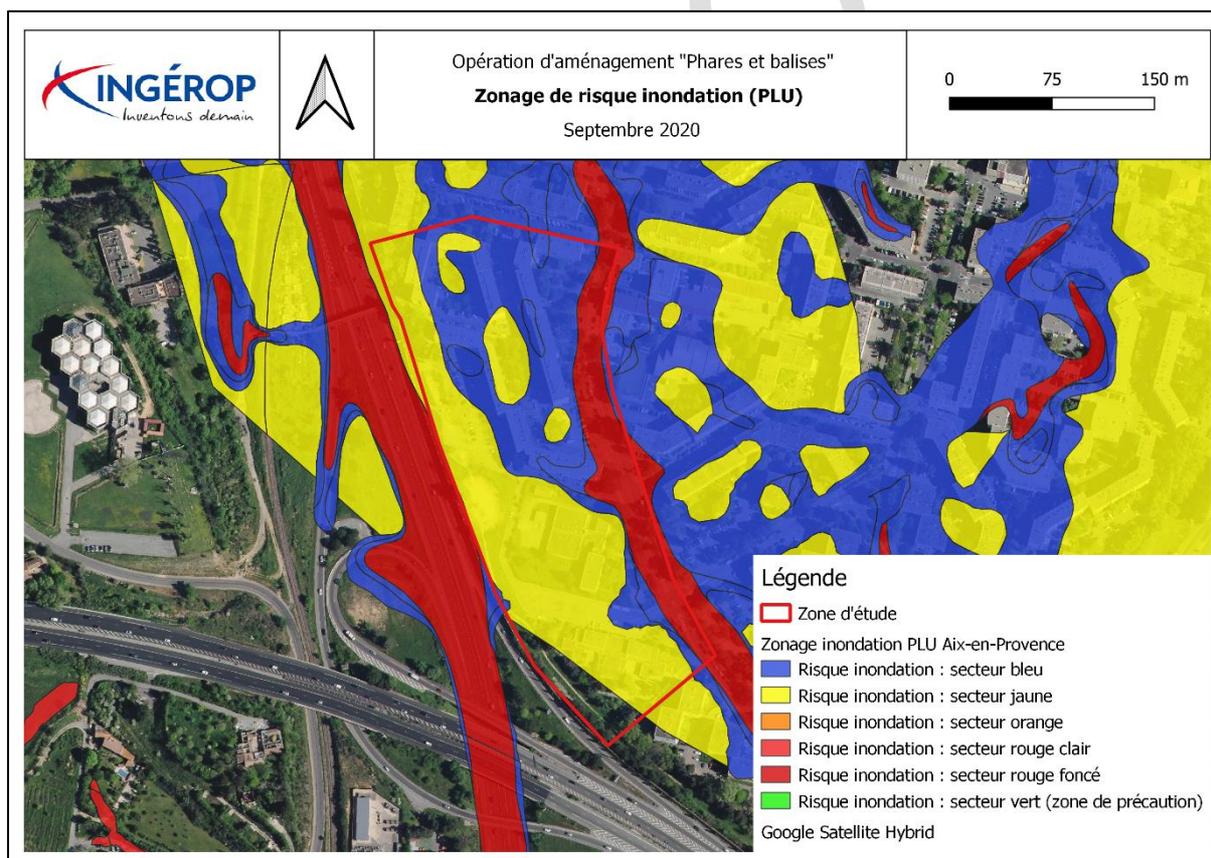


Figure 13 - Zonage d'inondation au droit de la zone de projet (source : PLU d'Aix-en-Provence - approuvé le 23 juillet 2015 - modification n°5 approuvée le 18 octobre 2018)

La zone de projet est concernée majoritairement par les secteurs « bleu foncé » et « jaune ». L'avenue Docteur Schweitzer, voie d'accès aux bâtiments de la zone, est en secteur « rouge foncé ».

Les principes à respecter pour la prise en compte de l'inondation du PLU (cf. 1.8.1.3) sont issus du SDAGE Rhône Méditerranée et du SAGE de l'Arc, et des textes nationaux tels que les guides PPR. Les principes sont de ne pas développer d'urbanisation nouvelle et ne pas aggraver les enjeux dans les zones à risques, et de préserver les écoulements de toute entrave.

1.8.1.2 Aléa inondation

Un modèle des écoulements en deux dimensions a permis de caractériser l'aléa au droit de la zone de projet. La pluie de référence utilisée dans le modèle est celle de septembre 1993.

L'aléa inondation au droit de la zone de projet a été déterminé par le croisement des valeurs maximales des hauteurs et des vitesses.

Deux grilles de caractérisation de l'aléa ont été créées afin de caractériser au mieux l'aléa en fonction de la cause de l'inondation :

- Si les inondations sont majoritairement engendrées par des débordements de réseaux pluviaux (conduites ou fossés) et des débordements de vallons urbains.
- Si les inondations sont principalement engendrées par des débordements de talwegs en milieu naturel.

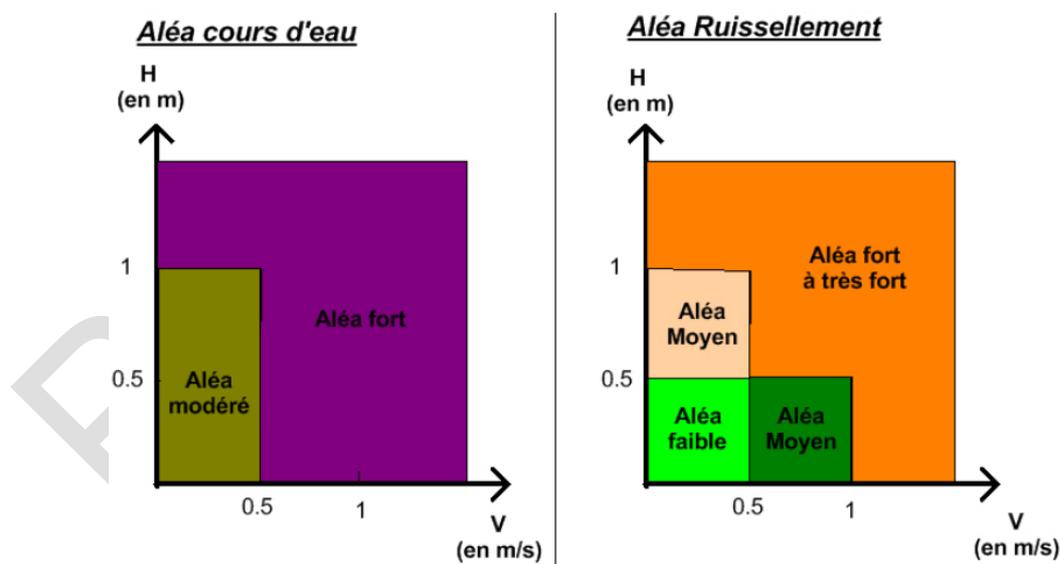


Figure 14 - Aléa ruissellement (source : Note méthodologique de l'aléa inondation du PLU d'Aix-en-Provence)

Au regard de cette classification, la zone d'étude est soumise à **l'aléa inondation par ruissellement**. La zone de projet est concernée par les aléas faible à modéré, modéré, fort et résiduel

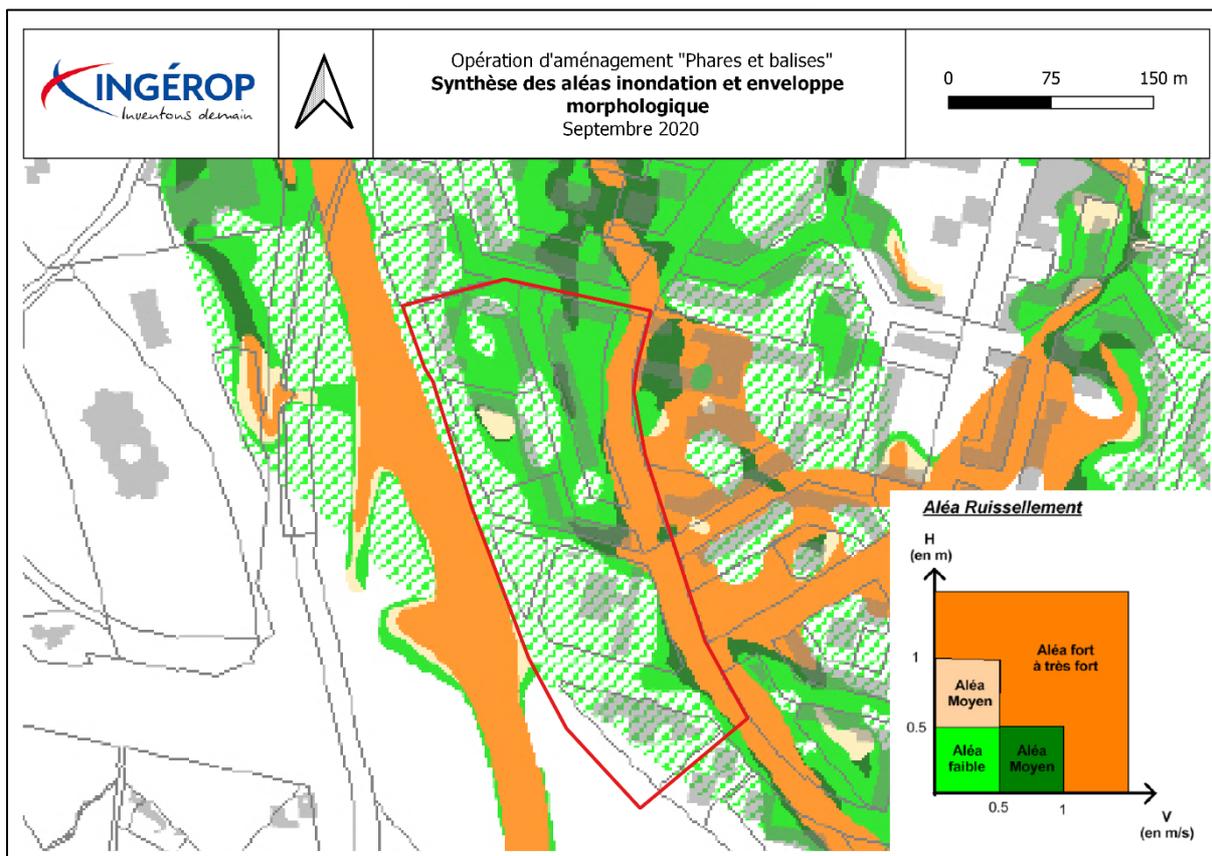


Figure 15 - Synthèse des aléas inondation et enveloppe morphologique (source : PLU d'Aix-en-Provence)

Comme le montre la Figure ci-dessus, les zones concernées par les aléas les plus forts sont situées au droit des axes routiers (A51 et l'avenue Docteur Schweitzer).

Le mur antibruit existant le long de l'A51 protège le quartier des débordements en provenance de l'autoroute. Cependant, les eaux en provenance de l'avenue Docteur Schweitzer s'étalent sur le secteur d'étude. Les écoulements se font du Nord vers le Sud, avec une légère inclinaison vers l'Est.

Les zones à aléa résiduel correspondent aux secteurs non atteints par l'évènement de référence mais qui, étant donné sa configuration topographique, pourraient être atteints par un évènement d'occurrence supérieure.

1.8.1.3 Règlement du PLU

Les chapitres suivants présentent les dispositions applicables dans les zones inondables présentées sur la Carte des Risques d'Inondation (CRI) du PLU d'Aix-en-Provence.

1. DISPOSITIONS COMMUNES EN ZONE INONDABLE

- Sont interdits :
 - o Toute construction nouvelle et les changements de destination des constructions existantes qui auraient pour destination ou usage d'accueillir une population vulnérable à l'aléa inondation (crèches, hôpitaux, maisons de retraite, écoles élémentaires, collèges, lycées et établissements avant l'enseignement supérieur...), ainsi que les installations et constructions utiles à la gestion de crise et notamment celles utiles à la sécurité civile et au maintien de l'ordre public, sauf à démontrer l'impossibilité d'une implantation alternative. En tout état de cause, ces constructions et installations doivent rester aisément accessibles par la route même en cas de crise grave ;
 - o Les remblais non limités à l'emprise des constructions et aux accès et non protégés contre l'érosion et le ruissellement et ceux qui ne sont pas directement liés à des travaux d'infrastructure ou d'aménagement de terrain autorisés.
 - o Les installations classées pour la protection de l'environnement susceptibles de provoquer une pollution importante en cas d'inondation ;
- Sont autorisés sous conditions :
 - o - Clôtures :

Les clôtures doivent être perméables pour ne pas gêner l'écoulement des eaux en cas de crue. Des dispositions plus précises sont imposées dans certains secteurs selon le niveau de l'aléa et la nature des enjeux.

En cas de création de murs bahuts, ils doivent être inférieurs à 0,20 mètre de haut, munis d'ouvertures régulières laissant passer les écoulements et surmontés d'un grillage à larges mailles de 15x15 centimètres, ou de grilles espacées d'au minimum 15 centimètres.
 - o - Aires de stationnement :

Les aires de stationnement hors voiries publiques ou privées ouvertes à la circulation publique, situées au niveau du terrain naturel, doivent avoir un dispositif évitant l'emportement des véhicules en cas de crue, qui ne modifie pas le libre écoulement des eaux. Pour les parkings situés sous la cote inondation un affichage devra préciser le risque inondation et les consignes de secours.



- Aménagements

- Les ouvrages d'infrastructure et les aménagements hydrauliques doivent assurer d'une part la transparence hydraulique et d'autre part, sauf impossibilité technique majeure, les écoulements à l'air libre.
- Les aménagements destinés à réduire la vulnérabilité des constructions et installations existantes peuvent être autorisés s'ils ne gênent pas l'écoulement des eaux.
- Les aménagements de terrain destinés à des activités de plein air

2. DISPOSITIONS PARTICULIERES EN ZONE INONDABLE

Les prescriptions particulières décrites dans les paragraphes suivants sont celles applicables aux zones inondables concernées par le projet.

Les couleurs des secteurs correspondent aux différentes zones inondables présentées dans la Carte des Risques d'Inondation annexée au PLU d'Aix-en-Provence (cf. 1.8.1.1)

a) Dispositions particulières applicables dans les secteurs repérés en rouge foncé et rouge clair au document graphique.

Sont autorisés sous condition :

- Pour les constructions et activités existantes et sous réserves de préserver les axes d'écoulement :
 - La surélévation des bâtiments existants d'hébergements et d'activités sans création d'emprise au sol sous réserve qu'elle ne crée ni hébergement supplémentaire, ni activité supplémentaire.
 - L'extension de l'emprise au sol des locaux d'hébergement dans la limite de 20 m² supplémentaires, sous réserve que le 1^{er} plancher aménagé soit calé au minimum à la cote PHE + 0,20 mètre. Cette extension pourra être autorisée au niveau du plancher existant (et non plus à la cote PHE + 0,20 mètre) dans le cas de locaux d'hébergement disposant d'un étage accessible au-dessus de la cote PHE + 0,20 mètre ou si l'extension* est nécessaire à la création d'une zone refuge.
 - La démolition/reconstruction des bâtiments est autorisée sous réserve :
 - de ne pas augmenter la vulnérabilité*,
 - que l'emprise au sol projetée à l'échelle de l'unité foncière soit inférieure ou égale à l'emprise au sol démolie,
 - que le 1^{er} plancher aménagé soit calé au minimum à la cote des PHE + 0,20 mètre.



- Les changements de destination n'entraînant pas une augmentation de la vulnérabilité d'usage et permettant une réduction de la vulnérabilité du bâtiment.

- La création ou la modification d'ouverture sous la cote de référence est autorisée sous réserve du respect des dispositions générales des présentes prescriptions et de disposer d'un accès à une zone refuge située au-dessus de la PHE + 0.20 mètre accessible depuis l'intérieur.

- Les extensions et aménagements d'équipements publics ou d'intérêt collectif existants et des constructions et installations nécessaires aux services publics ou d'intérêt collectif, sous réserves de ne pas aggraver la vulnérabilité* et de prendre les mesures de mitigation adaptées.
- Les clôtures doivent être constituées uniquement de 3 fils distants de 0,50 mètre, les poteaux supports étant distants d'au moins 2 mètres entre eux. Pour des motifs de sécurité avérés, des clôtures à maille 15x15 centimètres minimum peuvent être admises.
- Les travaux d'aménagements destinés à des activités de plein air à condition que les éventuels remblais nécessaires à ces aménagements soient impérativement compensés et n'aient pas d'impact sur l'écoulement des crues.

b) Dispositions particulières applicables dans les secteurs repérés en bleu, et en jaune, au document graphique.

Sont autorisés sous conditions :

- Les constructions nouvelles, les changements de destination, extensions et aménagements des équipements publics ou d'intérêt collectif et des bâtiments existants, sous réserves de ne pas aggraver la vulnérabilité, de prendre les mesures de mitigation adaptées, et que le niveau des planchers créés soit calé à la cote PHE + 0.20 mètres pour les zones en bleu et à la TN + 0.20 pour les zones en jaune.
- Pour les constructions devant s'implanter obligatoirement à l'alignement d'une voie ou d'un espace public, le premier plancher à destination d'activités (bureaux, commerces...) peut être situé en dessous de la cote PHE si ce dernier comporte au moins une zone refuge située au-dessus de la cote PHE +0,20 mètre pour les zones en bleu et au-dessus du TN + 0,20 mètre pour les zones en jaune, et d'une capacité d'accueil des personnes compatible avec l'occupation des locaux.
- En bleu et en jaune, les aires de stationnement en sous-sols sous réserves que les entrées soient situées en dehors de l'emprise de la crue de référence ou au-dessus de la cote PHE.



- Les changements de destination des locaux n'aggravant pas la vulnérabilité d'usage, sous réserve que les ouvertures situées sous la cote de terrain naturel le plus haut sous l'emprise de la construction soient équipées de batardeaux.

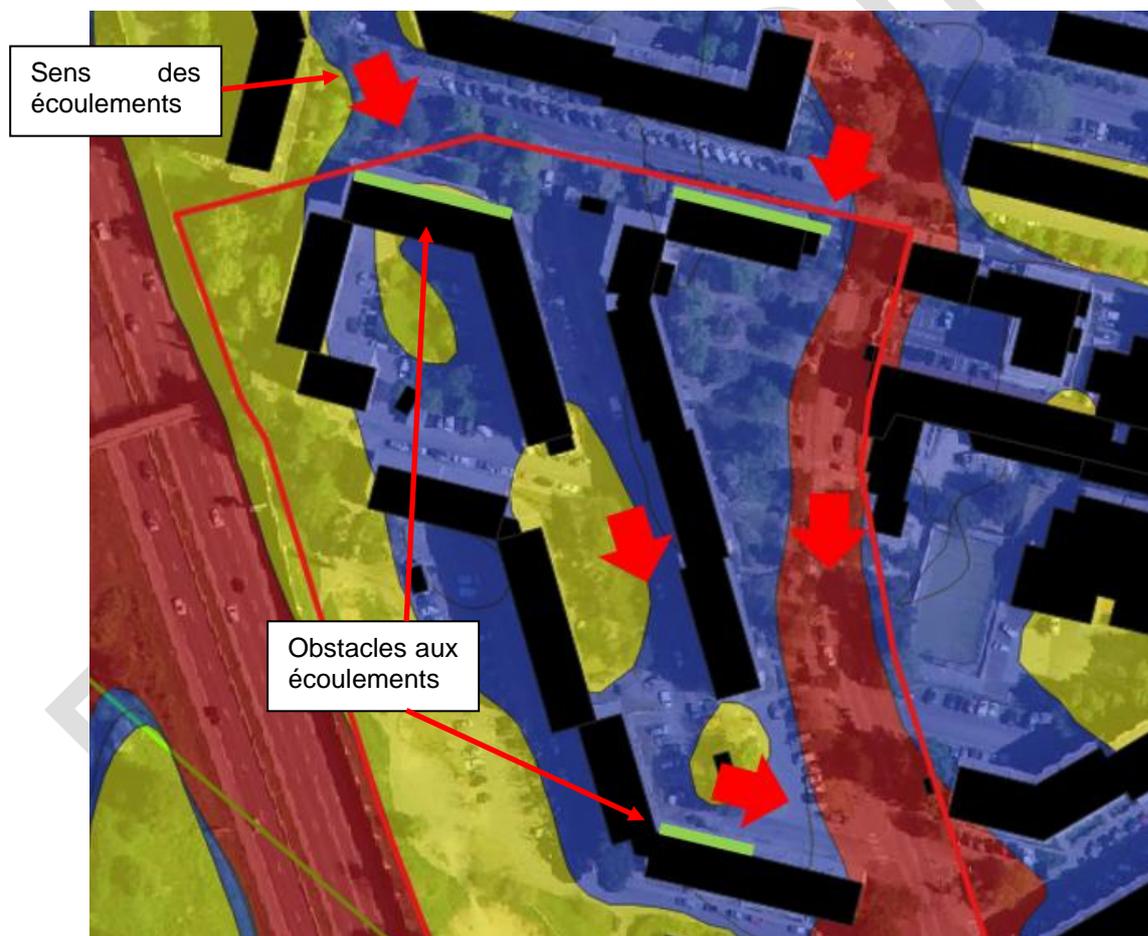
PROVISOIRE

1.8.1.4 Situation de la zone d'étude vis-à-vis du risque inondation

Le quartier d'Encagnane a vu le jour en 1960, il répondait alors à un besoin urgent de nouveaux logements causé par une hausse soudaine de la population et une forte urbanisation.

Les bâtiments existants sur le secteur « Phares et balises » sont majoritairement implantés au droit des zones bleue et jaune de la carte CRI du PLU. Seules deux extrémités des bâtiments situées au Sud de la zone d'étude se trouvent en zone rouge.

Actuellement, les bâtiments ne permettent pas la transparence hydraulique vis-à-vis des écoulements amonts : ils ne sont pas construits sur pilotis ou sur vide sanitaire. Par ailleurs, même si une grande partie des bâtiments existants a été construite dans le sens d'écoulement des crues, on constate que certains sont perpendiculaires à l'axe d'écoulement (cf. Figure ci-dessous).



Concernant le respect des préconisations du PLU, plusieurs garages sont situés sous le niveau du terrain naturel.

1.8.1.5 Volume soustrait à la zone inondable

Le tableau suivant présente un bilan de surfaces et volumes de l'état actuel qui permet d'établir le volume soustrait à l'espace inondable à l'état actuel.

Les préconisations du SAGE de l'Arc, présentées dans sa disposition 13, ont été prises en compte pour le calcul du volume soustrait en zone jaune (cf. 2.2.1.1).

Tableau 11 - Bilan de volumes soustraits à la zone inondable à l'état actuel

	Surface (m ²)	Cote TN moyenne (m NGF)	Cote NPHE maximal (m NGF)	Delta (m)	Volume (m ³)
Bâtiment 1	1434	151.82	Zone jaune	0.25	358.5
Bâtiment 2	1561	153.07	Zone jaune	0.25	390.25
	60		153.26	0.19	11.4
Bâtiment 3 (a)	600	153	153.79	0.79	474
Bâtiment 3 (b)	35	153.5	Zone jaune	0.25	8.75
	301		154.51	1.01	304.01
Bâtiment 3 (c)	267	154.3	Zone jaune	0.25	66.75
	323		154.76	0.46	148.58
Bâtiment 3 (d)	73	154	Zone jaune	0.25	18.25
	298		155.2	1.2	357.6
Bâtiment 4 (a)	364	154.4	154.86	0.46	167.44
Bâtiment 4 (b)	365	154.4	155.72	1.32	481.8
Bâtiment 4 (c)	370	155.5	156.58	1.08	399.6
Bâtiment 4 (d)	193	156.4	156.56	0.16	30.88
Bâtiment 4 (e)	389	156.1	156.24	0.14	54.46
Bâtiment 5	935	155.5	Zone jaune	0.25	233.75
	630		156	0.5	315
					3821

A l'état actuel les bâtiments existants soustraient au total 3 821 m³ à la zone inondable, dont 2 703 m³ en secteur « bleu foncé » et 41 m³ en secteur « rouge foncé » correspondant à l'enveloppe de l'évènement de référence.

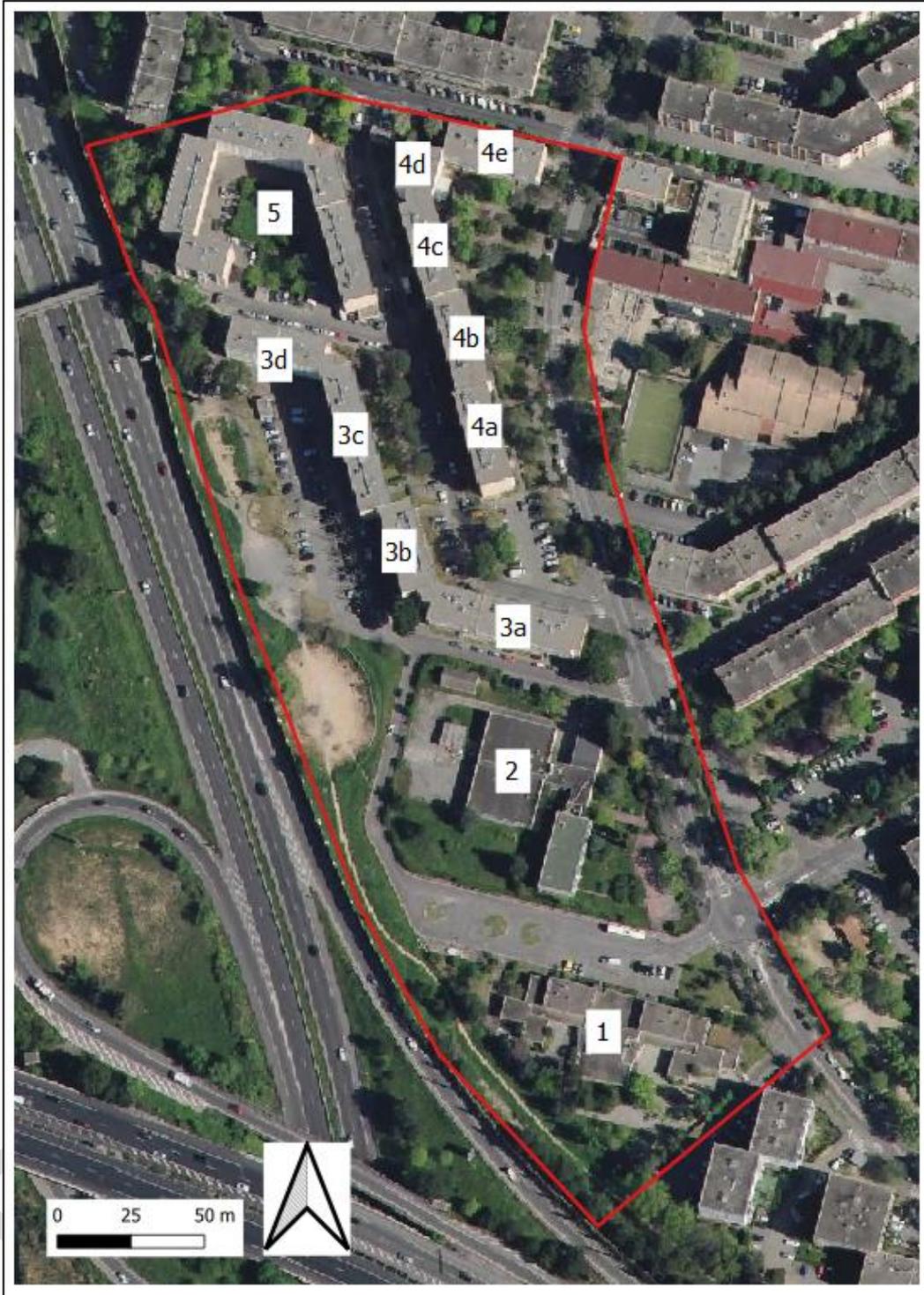


Figure 16 - Bâtiments existants à l'état actuel

1.8.1.6 Modélisation hydraulique du risque d'inondation par ruissellement à l'état initial

Compte tenu d'une part des enjeux du projet d'aménagement et, d'autre part, pour pouvoir s'assurer que le projet ne présente pas d'incidence sur les conditions d'écoulement au droit des enjeux avoisinants, une modélisation du risque d'inondation par ruissellement a été réalisée dans le cadre de la présente étude.

1.8.1.6.1 Méthodologie générale et cohérence avec l'étude de référence du PLU

L'objectif de la présente modélisation hydraulique à l'état initial est de disposer de résultats cohérents avec ceux de l'étude hydraulique préalable à la cartographie du PLU, tout en ayant une bonne finesse de représentation pour pouvoir intégrer les aménagements projetés.

Il a été construit un modèle hydraulique local et de haute résolution (maillage de 1 m x 1 m). Le modèle hydraulique vise à représenter aux mieux les phénomènes de ruissellement. Pour cela, un modèle 2D de surface a été construit via le logiciel **MIKE 21** (version 2020 SP1) distribué par la société DHI (Danish Hydraulic Institute). Le modèle se compose d'un découpage fin du secteur et permet donc d'obtenir une description précise des écoulements. Autrement dit, **ce modèle permet de simuler les ruissellements issus d'un orage violent « en temps réel », les vitesses, les directions d'écoulement et les hauteurs d'eau étant connues en tout point et à chaque instant.**

En comparaison avec l'étude de caractérisation de l'aléa inondation du PLU, il est important de noter qu'il s'agit du même logiciel, du même type de modélisation de surface (modèle 2D). En revanche, la précision du présent modèle local est bien plus importante (mailles de 1m contre des mailles de 15 à 20 m dans « l'étude PLU »).

1.8.1.6.2 Construction du modèle

La construction d'un modèle 2D des écoulements repose sur la définition d'un maillage caractérisant la topographie du secteur d'étude ainsi que la rugosité du sol. Ce modèle est constitué de mailles carrées de **1 m x 1 m sur l'ensemble de l'emprise du modèle**. Chaque maille correspond à un point de calcul pour lequel le modèle fournit une valeur de hauteur d'eau ainsi qu'une vitesse et une direction d'écoulement à chaque instant de simulation.

Le choix de la taille des mailles résulte d'un compromis entre la bonne représentation des écoulements et le temps de calcul. Ainsi, toutes les mailles du maillage ont la même dimension (il s'agit d'un maillage régulier), ce qui permet également au logiciel de calcul de résoudre plus rapidement les équations.

La superficie modélisée en 2D est de **50 ha**, ce qui correspond à un nombre total de mailles potentiellement inondables d'environ **500 000**. Le choix de modéliser sur une emprise bien plus étendue



que la stricte emprise du projet est rendu nécessaire par la volonté que les conditions aux limites du modèles (amont et aval) n'aient aucune influence préjudiciable sur les conditions d'écoulement au droit du projet. Les limites du modèle sont ainsi placées suffisamment « loin » de la zone d'intérêt.

La qualité d'un modèle 2D repose en grande partie sur la qualité de représentation topographique du secteur modélisé. L'importance de la bonne représentation topographique est d'autant plus marquée dans le cadre de cette étude car la modélisation du ruissellement peut être caractérisée par le calcul de lames d'eau faibles, sensibles aux variations locales du relief.

La donnée topographique utilisée pour bâtir le modèle topographique est le levé LIDAR de la ville d'Aix (même donnée que celle ayant servi à l'étude préalable à la cartographie du PLU). Il s'agit d'une donnée précise, datant de 2011, au pas de 1 m (comme la résolution du modèle hydraulique construit).

La figure ci-après présente une vue en plan du modèle topographique réalisé.

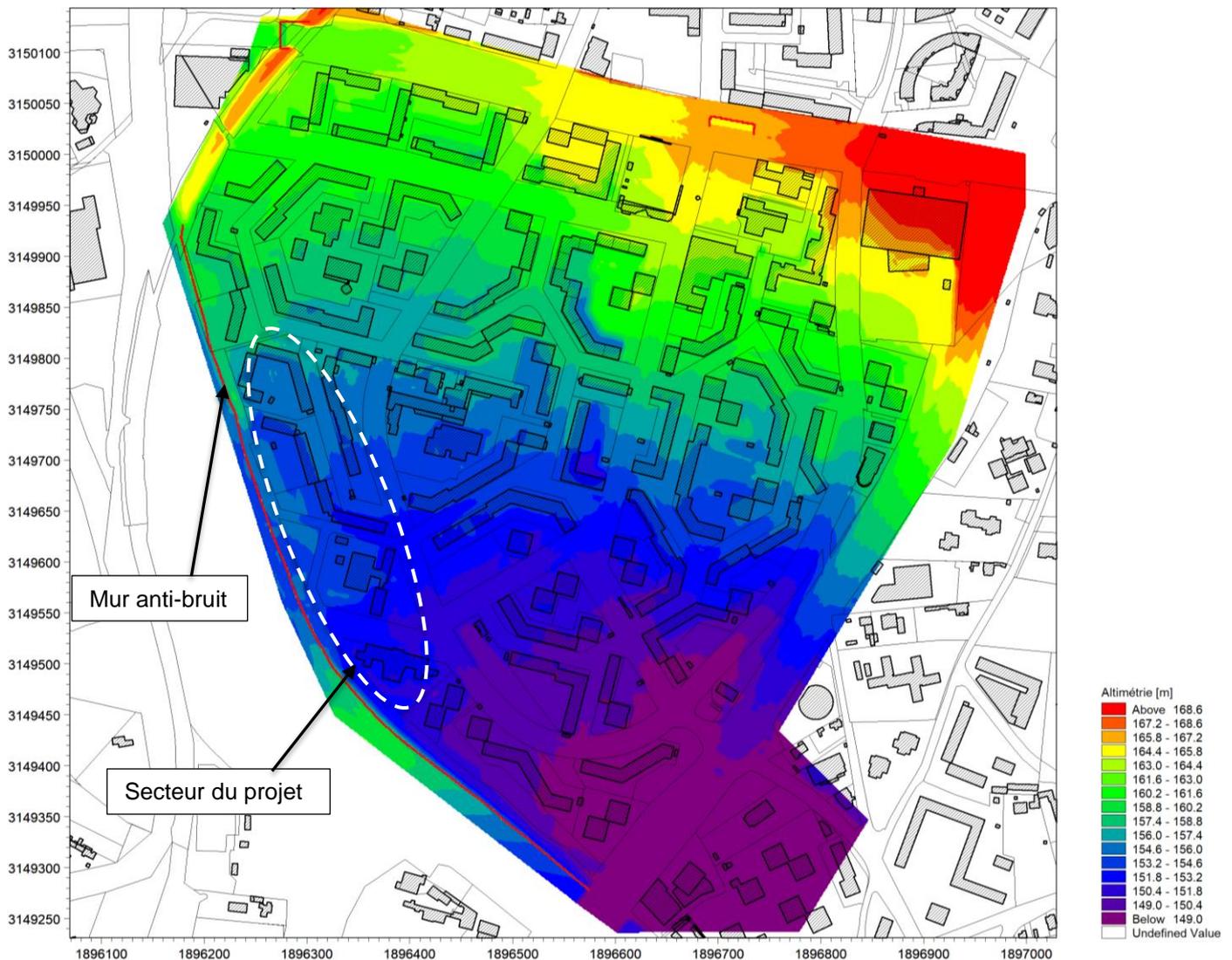


Figure 17 : Modèle topographique

Par souci de cohérence avec les hypothèses retenues dans l'étude hydraulique préalable à la cartographie du PLU, les bâtiments ont été pris en compte au travers du coefficient de rugosité (coefficient de Strickler égal à $5 \text{ m}^{1/3} \cdot \text{s}^{-1}$, voir figure ci-après), et le modèle topographique intègre le mur anti-bruit le long de l'autoroute (trait rouge sur la figure ci-dessus).

Il est important de noter que **le modèle topographique est construit par défaut selon la méthodologie appliquée dans le cadre des études type « PPRI » ou cartographies des zones inondables intégrées dans les PLU, à savoir qu'il ne tient pas compte des potentiels murs et murets existants**. En zone urbaine, cela tend à favoriser l'étalement des eaux sur les parcelles et donc à minimiser les hauteurs d'eau calculées. D'un autre côté, cette approche permet de tenir compte du caractère non pérenne des murs (qui peuvent être détruits au gré des aménagements urbains) et du risque d'effondrement en cas de crue, et ainsi d'évaluer l'aléa inondation essentiellement sur la base de la topographie « naturelle ».

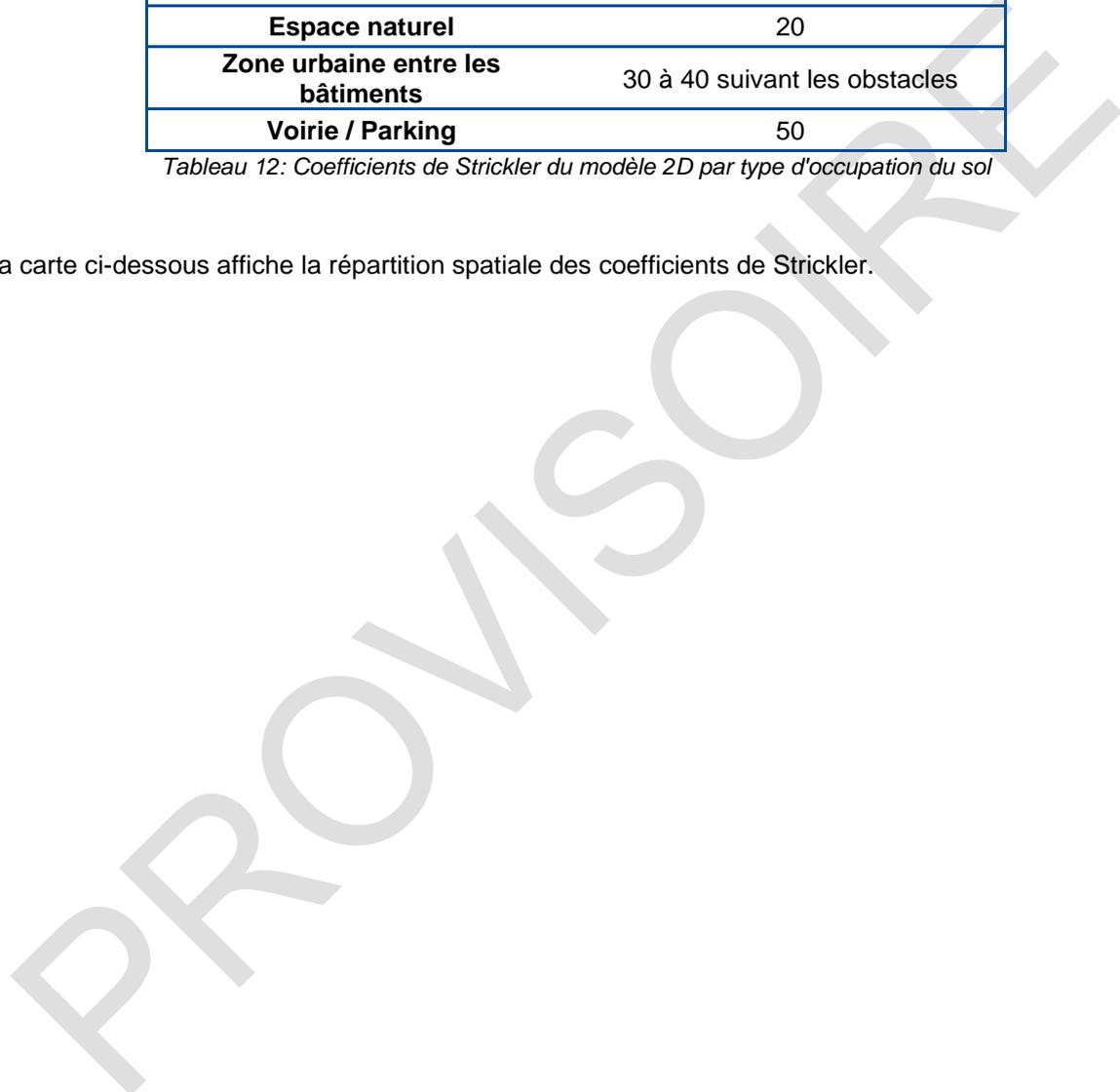


Le modèle 2D est également défini par des coefficients caractérisant la rugosité du sol, nommés coefficients de Strickler. Ils sont estimés à partir des reconnaissances de terrain, des valeurs théoriques issues de la bibliographie et de l'expérience du modélisateur. Le tableau suivant présente les valeurs des coefficients de Strickler retenus pour chaque type d'occupation du sol.

Type d'occupation du sol	Coefficient de Strickler [$m^{1/3}.s^{-1}$]
Bâtiments	5
Espace naturel	20
Zone urbaine entre les bâtiments	30 à 40 suivant les obstacles
Voirie / Parking	50

Tableau 12: Coefficients de Strickler du modèle 2D par type d'occupation du sol

La carte ci-dessous affiche la répartition spatiale des coefficients de Strickler.



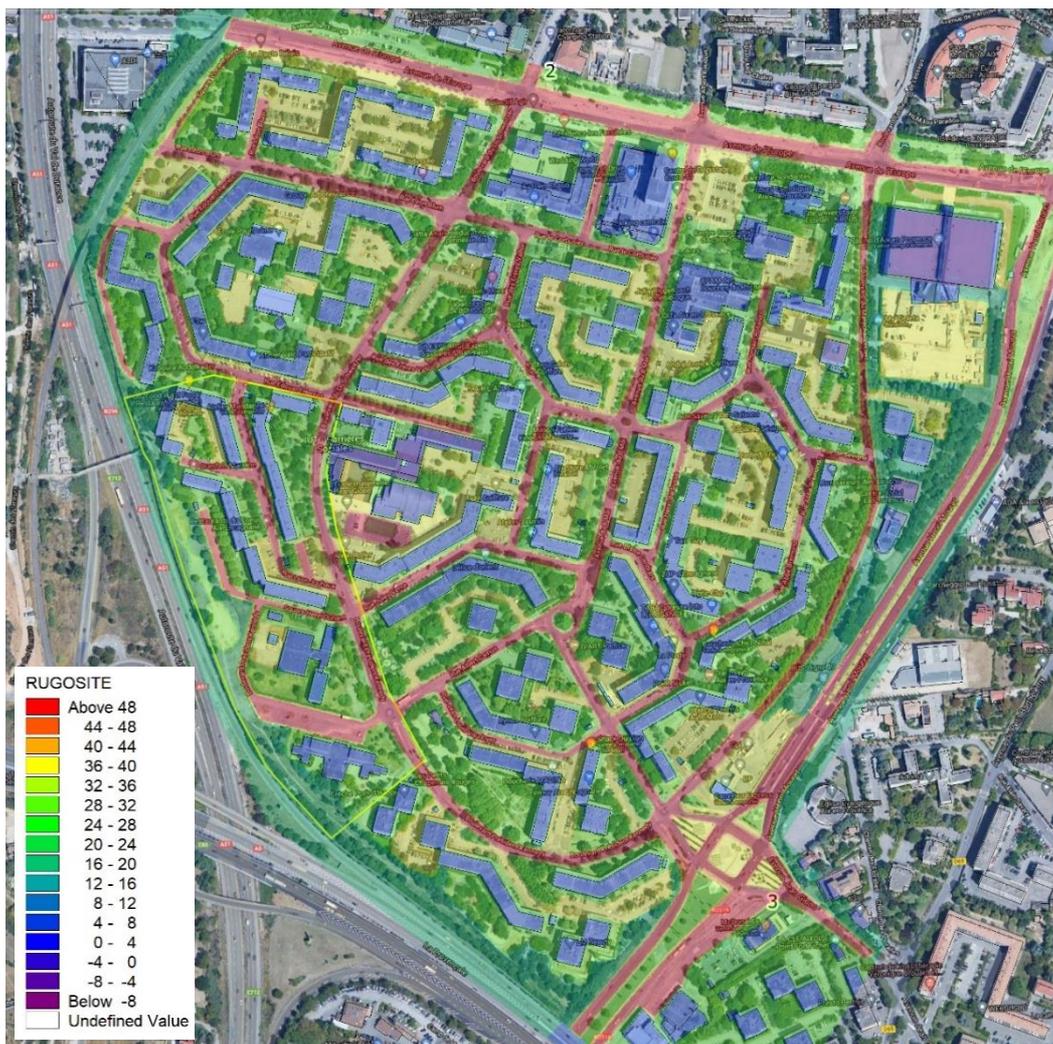


Figure 18 : Modèle de rugosité

Tout en proposant une représentation plus fine, ces valeurs sont cohérentes avec celles retenues dans le cadre de l'étude hydraulique préalable à la cartographie du PLU, présentées ci-dessous.

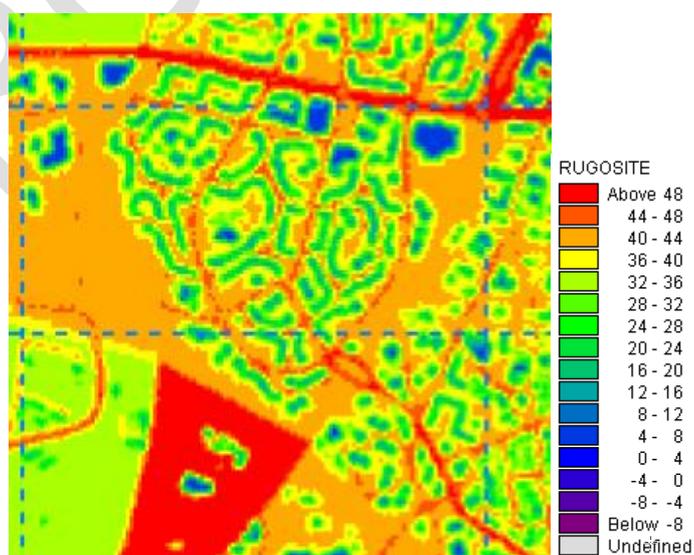


Figure 19 : Extrait du modèle de rugosité (Source : SAFEGE, Caractérisation de l'aléa inondation -Note méthodologique, version n°3, juillet 2015)

1.8.1.6.3 Conditions aux limites du modèle

La ville d'Aix-en-Provence ne dispose pas des débits ou hydrogrammes de crues en différents points du territoire, calculés dans le cadre de l'étude préalable à la cartographie du PLU. Les écoulements dans le secteur du projet ne peuvent pas être définis par une simple analyse hydrologique, car la cartographie de l'aléa inondation met en évidence une répartition hydraulique de ces ruissellements sous l'effet des éléments topographiques présents (plusieurs axes d'écoulement, des recoupements, des diffluences...).

En l'absence des données d'entrée concernant les apports en eau à considérer pour l'évènement de référence au droit de la zone d'étude, les résultats obtenus par la présente modélisation ont été comparés aux résultats de l'étude de référence, sur 3 aspects :

- Emprise des zones inondées pour l'évènement de référence
- Carte des aléas (emprise des différentes zones)
- Cotes PHE du PLU - cotes maximales modélisées

Il s'agit ainsi d'une analyse itérative avec modification des apports en eau du modèle et analyse de sensibilité sur les résultats de manière à retrouver au mieux les résultats de référence.

La figure ci-après illustre le positionnement des zones d'injection des apports en eau du modèle ainsi que la sortie d'eau (pont sous l'A8) où il est considéré une sortie libre des écoulements. Le positionnement des 2 injections résulte directement de la cartographie des aléas, comme présenté ci-après.

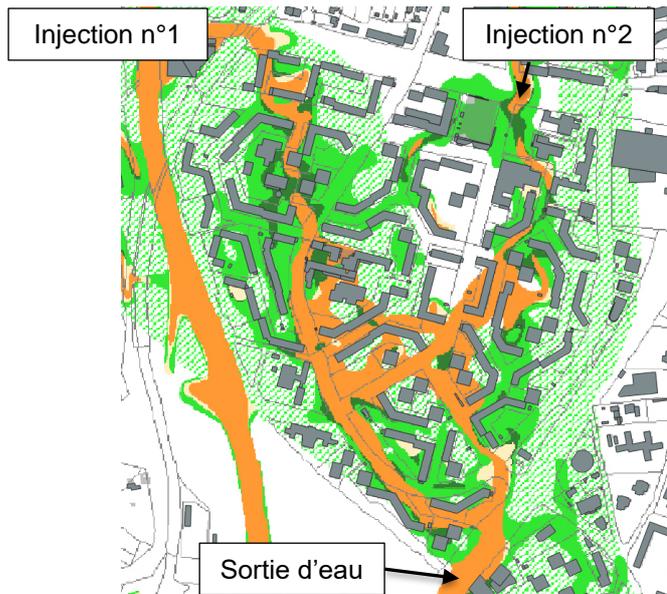


Figure 20 : Extrait de la cartographie des aléas du PLU

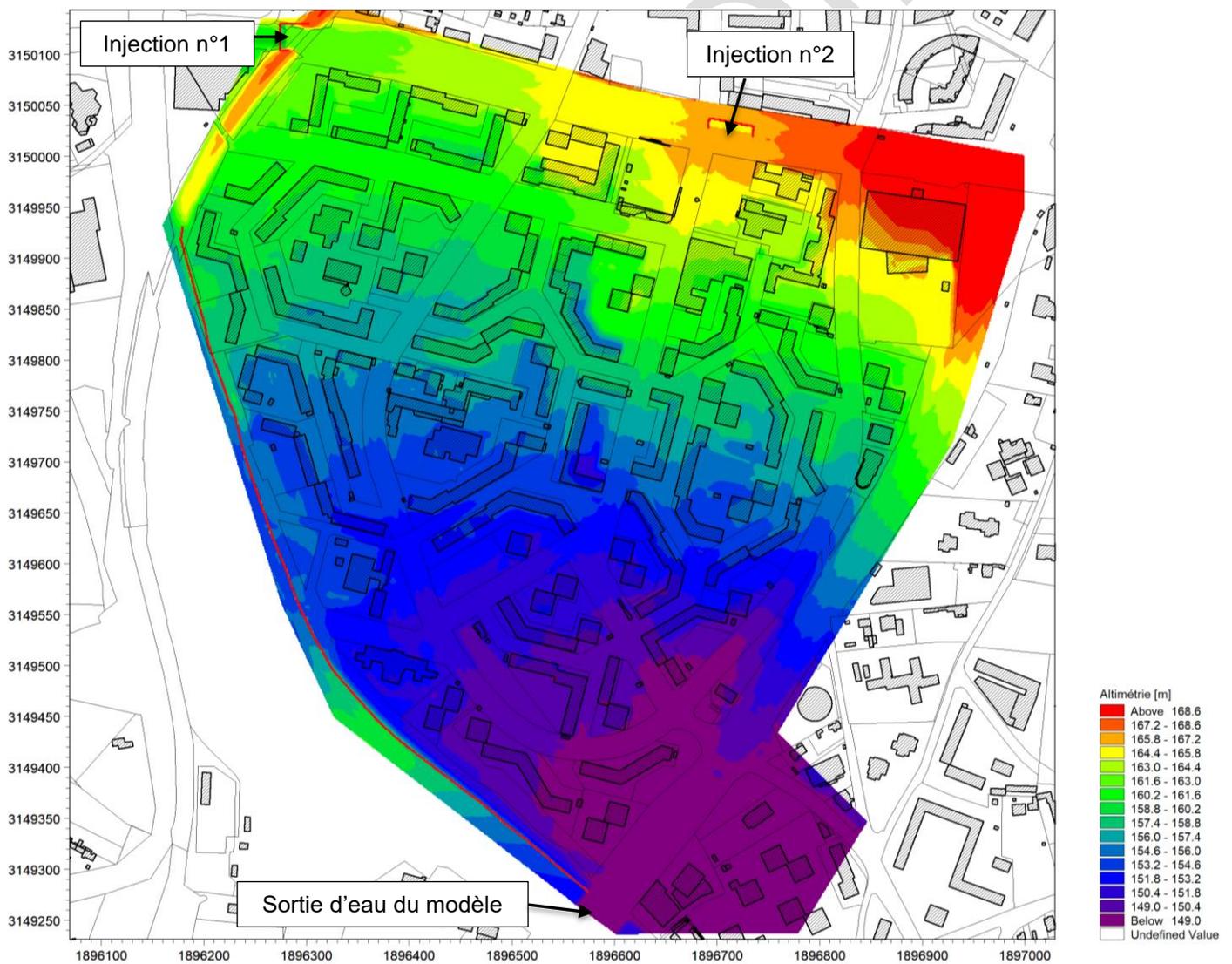


Figure 21 : Positionnement des conditions aux limites du modèle

1.8.1.6.4 Calage du modèle - vérification de cohérence par rapport au PLU

Les simulations ont été faites en régime permanent (débit constant). Dans un 1^{er} temps, de manière à bien appréhender l'ordre de grandeur des débits de référence, les simulations ont été réalisées entre 0 et 65 m³/s, par pas de 5 m³/s. Dans un second temps, les injections ont été faites par pas de 2 m³/s autour de la valeur pré-identifiée comme représentative des bonnes conditions d'écoulement.

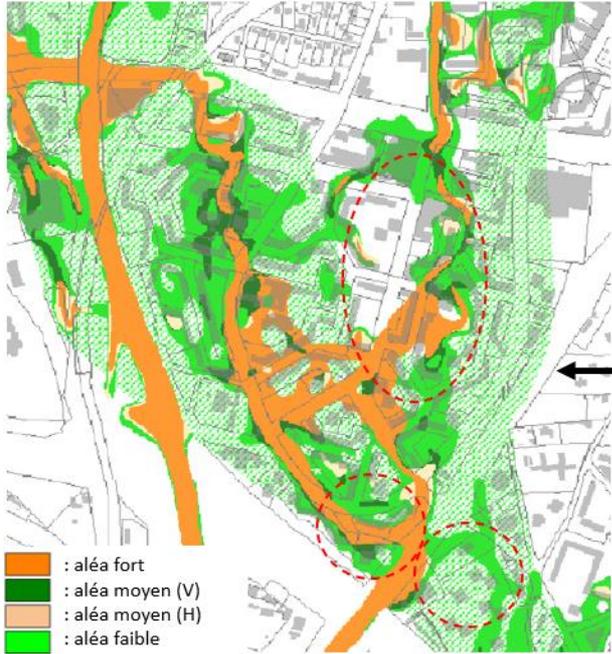
Les conclusions de ces premiers tests sont les suivantes :

- **Peu de variabilité des emprises suivant le débit injecté** : l'augmentation du débit injecté se traduit davantage par une augmentation des vitesses d'écoulement (et donc de l'aléa) que par une différence d'expansion de crue
- **Comparaison aux cotes PHE non adaptée** : même avec des injections très fortes de débit, les lignes d'eau calculées sont bien plus faibles que les cotes PHE du PLU, par exemple :
Pour la solution proposée (injection 6 m³/s + 3 m³/s) : écart moyen de -26 cm
Avec une injection de 20 m³/s sous la voie ferrée : écart moyen de -16 cm
Avec une injection de 65 m³/s (débit testé mais démesurément élevé) sous la voie ferrée : écart moyen de -7 cm
- **Comparaison de la carte d'aléa** : il ressort de l'analyse que les apports en eau qui semblent les plus proches des conditions d'écoulement cartographiés dans le PLU sont les suivantes
Av. de l'Europe sous la voie ferrée : 6 m³/s
Av. de l'Europe au Nord-Est du projet : 3 m³/s

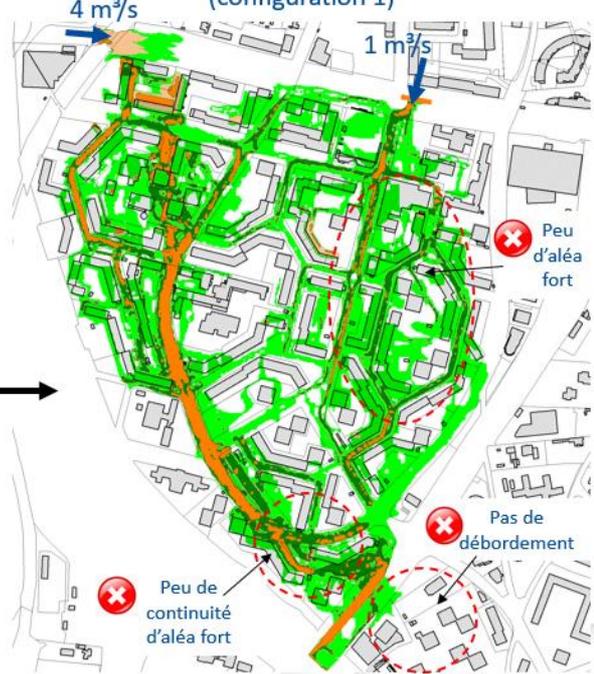
Le principal élément de comparaison semble ainsi être la carte d'aléa. Les figures comparatives ci-dessous illustrent quelques-unes des étapes itératives, ayant permis de retenir les valeurs d'injection citées ci-dessus (6 m³/s sous la voie ferrée et 3 m³/s au Nord-Est du projet).



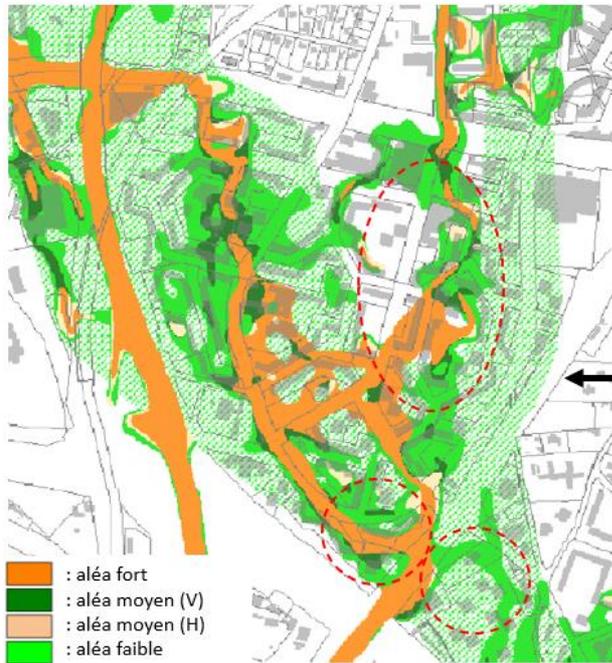
Extrait carte aléa PLU



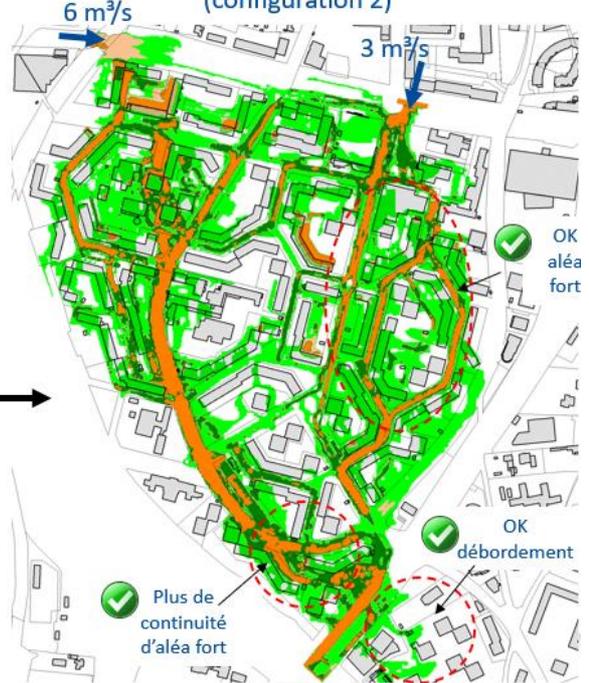
Extrait résultat modèle INGEROP (configuration 1)



Extrait carte aléa PLU



Extrait résultat modèle INGEROP (configuration 2)



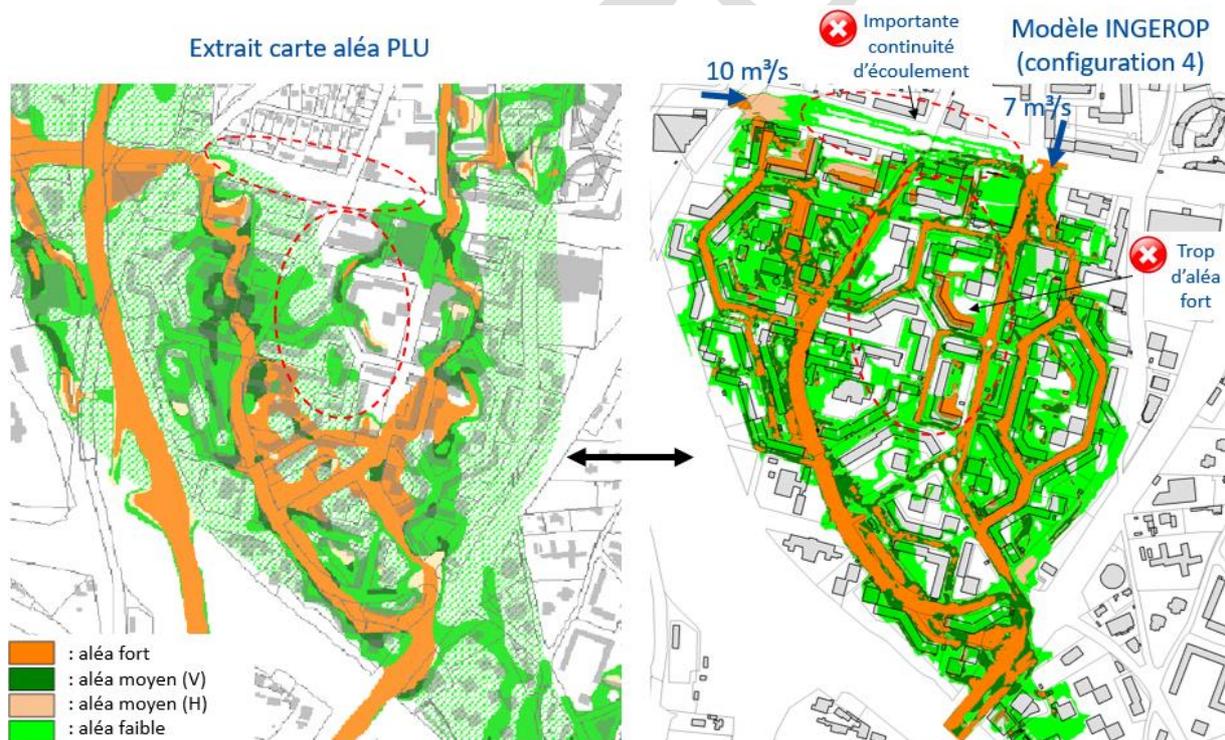
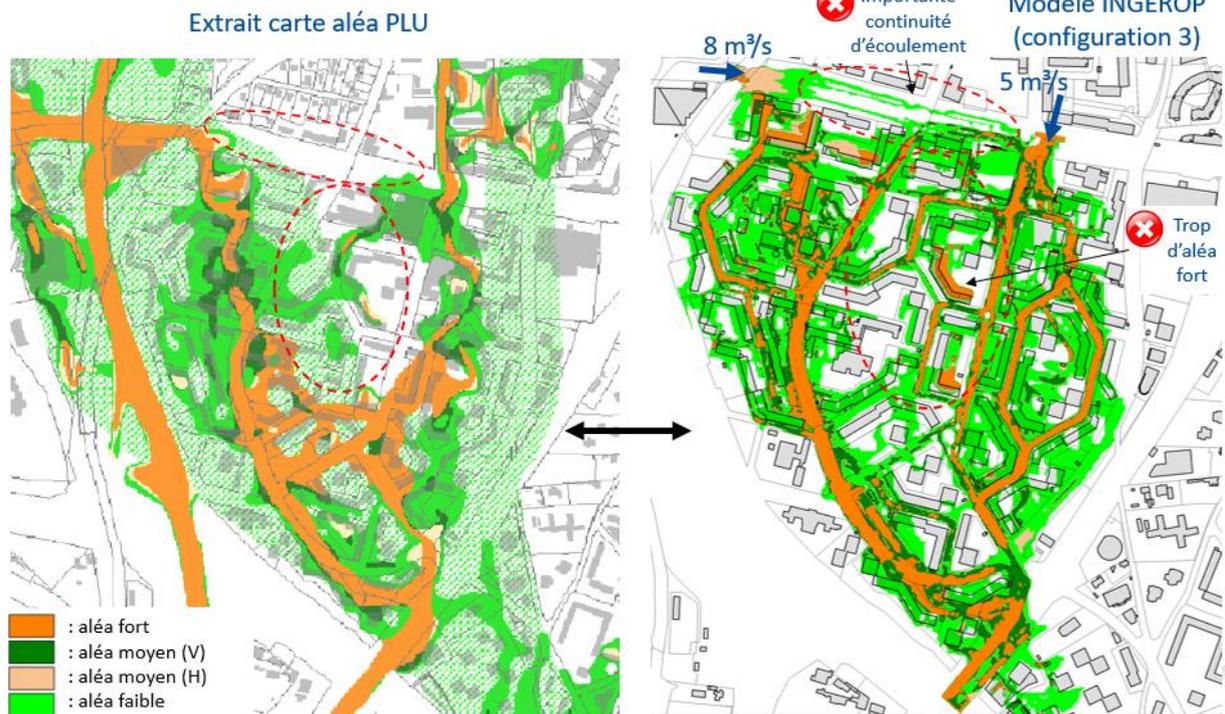


Figure 22 : Illustrations de l'étape itérative de calage du modèle

Dans la configuration n°2 (6 m³/s sous la voie ferrée et 3 m³/s au Nord-Est du projet), le modèle semble ainsi calé et représentatif des conditions d'écoulement de référence du PLU. Les figures ci-après présentent les résultats de cette modélisation (hauteurs d'eau maximales et vitesses maximales d'écoulement).

1.8.1.6.5 Résultats de la simulation de l'évènement de référence à l'état initial

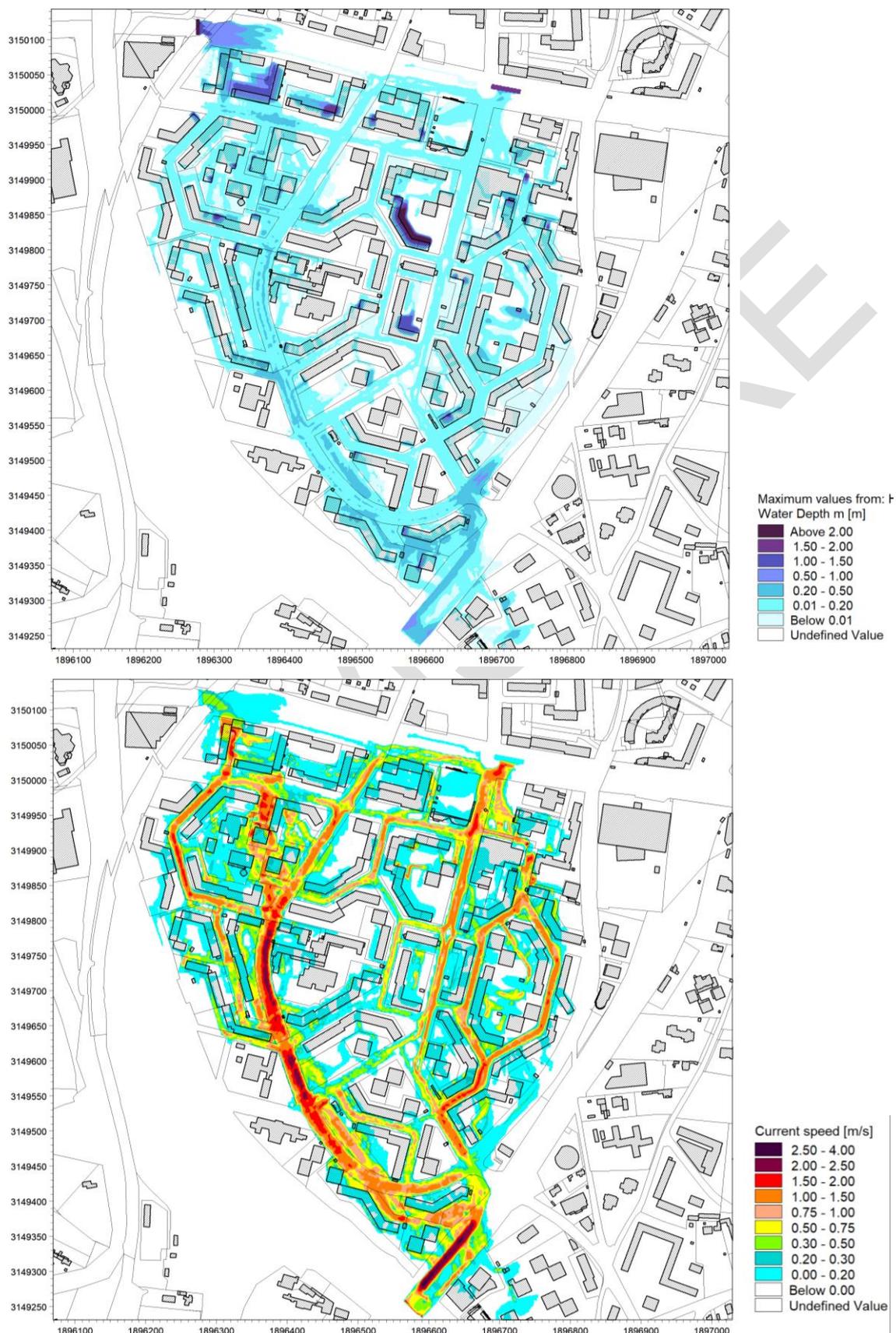


Figure 23 : Cartographies des hauteurs d'eau maximales et des vitesses maximales d'écoulement à l'état initial



Figure 24 : Cartographie de l'aléa inondation pour l'évènement de référence à l'état initial

Aléa Ruissellement

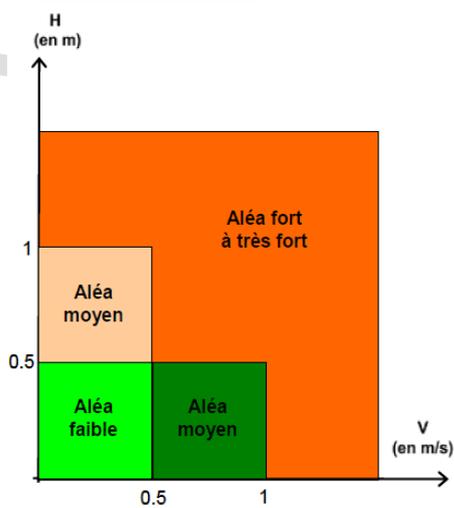


Figure 25 : Grille d'aléa (croisement hauteur x vitesse)

1.8.2 RISQUE LIÉ À LA REMONTÉE DE NAPPE

La carte nationale de sensibilité de remontée de nappe a été élaborée par le BRGM en janvier 2018 sur la base de données piézométriques et altimétriques. L'interpolation spatiale des niveaux d'eau souterrains a permis de définir les isopièzes des cotes maximales probables. Une comparaison de ces dernières avec l'altimétrie a permis d'obtenir les valeurs de débordements potentiels des nappes souterraines.

La cartographie résultante permet d'identifier les **zones où il existe un risque de débordement par remontée de nappe**. En raison du manque d'homogénéité des données disponibles (géologie, relief, durée des mesures), l'interpolation a abouti à un maillage du territoire relativement grossier avec des mailles de 250 m de côté (1/100 000). L'objectif est de fournir une appréciation générale de la problématique de remontée de nappe sans sur-interpréter les données et d'inciter à la réalisation d'études complémentaires.

On distingue ainsi les « zones potentiellement sujettes aux débordements de nappe » qui correspondent aux emplacements où le niveau maximal de la nappe est supérieur au terrain naturel, et les « zones potentiellement sujettes aux inondations de cave » qui correspondent aux emplacements où le niveau maximal de la nappe est compris entre 0 et 5 m sous le terrain naturel (nappe sub-affleurante).

Il convient de noter que la carte de sensibilité n'est pas représentative de la réalité dans les situations suivantes :

- Etudes locales avec une résolution fine (échelle inférieure à 1/100 000) ;
- Secteurs avec terrains affleurants imperméables ;
- Zones karstiques ;
- Zones urbaines.

La figure suivante montre que le projet se situe en partie en zone à risque d'inondation par remontée de nappe (niveau de fiabilité des données faible).

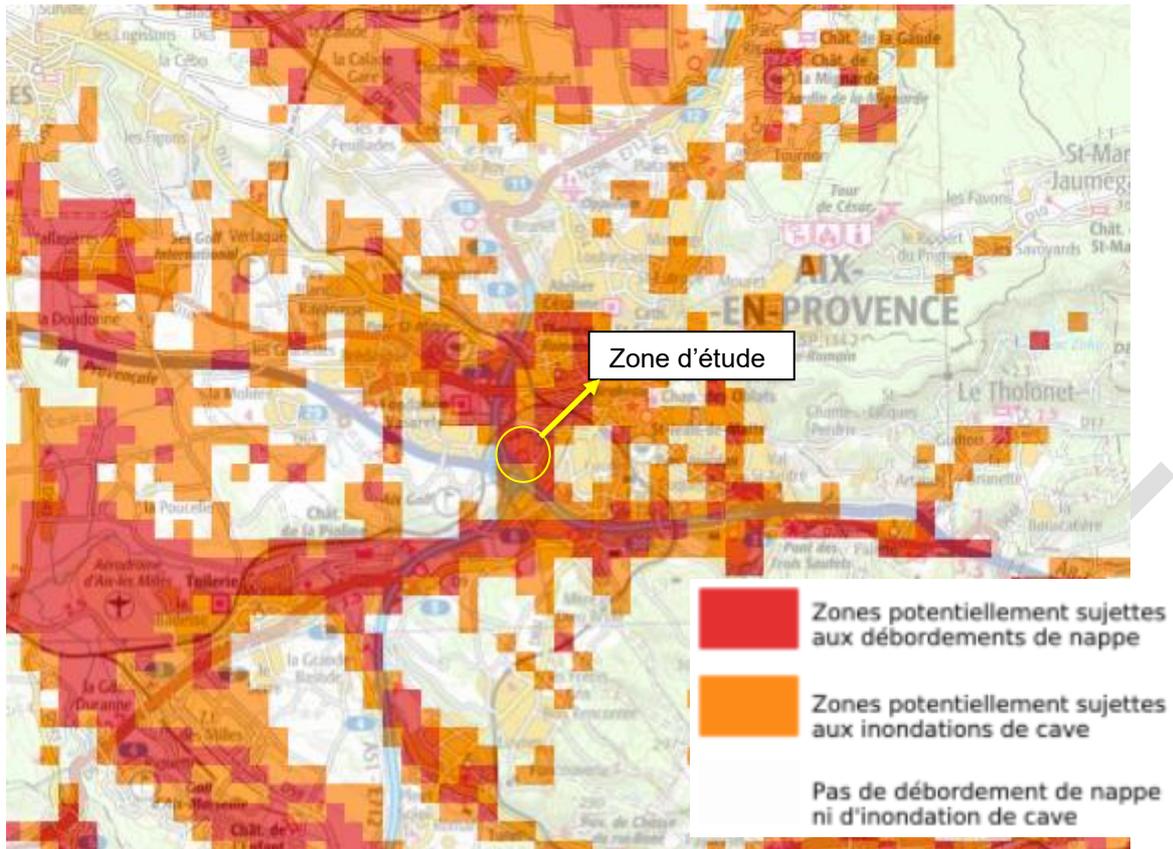


Figure 26 - Risque de remontée de nappe au droit du projet (source : BRGM)

PROVINC

2 SDAGE, SAGE ET CONTRAT DE RIVIERE

Les documents de planification relatifs à la zone d'étude répondent à une nécessité de maîtrise de l'extension de l'urbanisation, à une meilleure prise en compte des risques naturels ainsi qu'à la mise en place de mesures de protection de sites, des paysages et du patrimoine de la commune. Dans le présent dossier, une attention spécifique est portée sur la gestion de la ressource en eau et des milieux aquatiques.

2.1 SDAGE RM 2016-2021

Pour atteindre ses objectifs environnementaux, la **directive cadre sur l'eau (DCE)** préconise la mise en place d'un plan de gestion. Pour la France, le SDAGE et ses documents d'accompagnement correspondent à ce plan de gestion. Il a pour vocation d'orienter et de planifier la gestion de l'eau à l'échelle du bassin. Il bénéficie d'une légitimité politique et d'une portée juridique. Révisé tous les 6 ans, il fixe les **orientations fondamentales** pour une gestion équilibrée de la ressource en eau **et intègre les obligations définies par la DCE** ainsi que les orientations de la conférence environnementale.

Le 20 novembre 2015, le comité de bassin a adopté le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) 2016-2021 et a donné un avis favorable au Programme de mesures qui l'accompagne.

Ces deux documents ont été arrêtés par le Préfet coordonnateur de bassin le 3 décembre 2015¹ et sont entrés en vigueur le 21 décembre 2015 consécutivement à la publication de l'arrêté au Journal officiel de la République française.

Ils fixent la stratégie 2016-2021 du bassin Rhône-Méditerranée pour l'atteinte du bon état des milieux aquatiques ainsi que les actions à mener pour atteindre cet objectif.

¹ Arrêté du 3 décembre 2015 portant approbation du schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux du bassin Rhône-Méditerranée et arrêtant le programme pluriannuel de mesures correspondant.

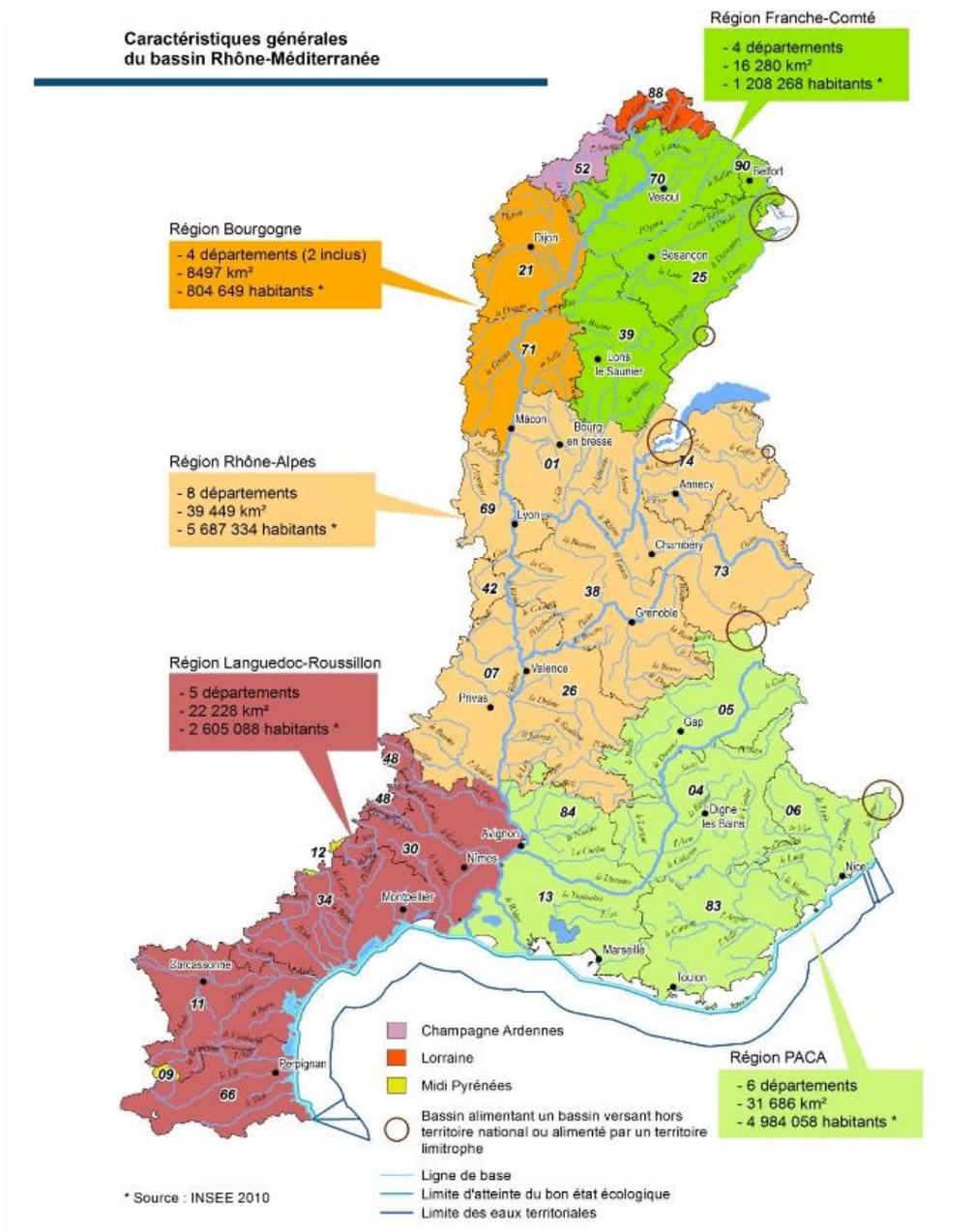


Figure 27 : Périmètre administratif du bassin Rhône-Méditerranée

Le SDAGE 2016-2021 fixe des objectifs de qualité des eaux à atteindre à travers neuf orientations fondamentales :

- **OF 0** – S'adapter aux effets du changement climatique,
- **OF 1** - Privilégier la prévention et les interventions à la source pour plus d'efficacité,
- **OF 2** - Concrétiser la mise en œuvre du principe de non-dégradation des milieux aquatiques,
- **OF 3** - Prendre en compte les enjeux économiques et sociaux des politiques de l'eau et assurer une gestion durable des services publics d'eau et d'assainissement,
- **OF 4** - Renforcer la gestion de l'eau par bassin versant et assurer la cohérence entre aménagement du territoire et gestion de l'eau,
- **OF 5** - Lutter contre les pollutions, en mettant la priorité sur les pollutions par les substances

dangereuses et la protection de la santé,

- OF 5A : Poursuivre les efforts de lutte contre les pollutions d'origine domestique et industrielle,
 - OF 5B : Lutter contre l'eutrophisation des milieux aquatiques,
 - OF 5C : Lutter contre les pollutions par les substances dangereuses,
 - OF 5D : Lutter contre la pollution par les pesticides par des changements conséquents dans les pratiques actuelles,
 - OF 5E : Evaluer, prévenir et maîtriser les risques pour la santé humaine.
- o **OF6** - Préserver et restaurer le fonctionnement naturel des milieux aquatiques et des zones humides,
 - OF 6A : Agir sur la morphologie et le décloisonnement pour préserver et restaurer les milieux aquatiques,
 - OF 6B : Préserver, restaurer et gérer les zones humides,
 - OF 6C : Intégrer la gestion des espèces de la faune et de la flore dans les politiques de gestion de l'eau.
 - o **OF 7** - Atteindre l'équilibre quantitatif en améliorant le partage de la ressource en eau et en anticipant l'avenir,
 - o **OF 8** - Augmenter la sécurité des populations exposées aux inondations en tenant compte du fonctionnement naturel des milieux aquatiques.

Ces 9 orientations fondamentales et leurs dispositions concernent l'ensemble des diverses masses d'eau du bassin. Leur bonne application doit permettre de contribuer à l'atteinte des objectifs environnementaux du SDAGE.

Code masse d'eau	Libellé masse d'eau	Objectif d'état	Échéance état quantitatif	Objectif d'état	Échéance état chimique
FRDG210	Formations variées et calcaires fuvéliens et jurassiques du bassin de l'Arc	Bon état	2015	Bon état	2015

Tableau 13 : Objectifs du SDAGE 2016 – 2021 pour les masses d'eaux souterraines concernées par le projet

Code sous bassin	Nom sous bassin	Code masse d'eau	Nom de la masse d'eau	Objectif d'état	Statut	Échéance état écologique	Paramètres état écologique	Motivations état écologique	Échéance état chimique sans	Échéance état chimique avec ubiquiste
LP_16_01	Arc provençal	FRDR130	L'Arc de la Cause à Luynes	Bon état	MEN	2027	Substances dangereuses, matières organiques et oxydables, pesticides, ichtyofaune	CN, FT	2015	2027

Tableau 14 : Objectifs du SDAGE 2016 – 2021 pour les eaux superficielles concernées par le projet

2.2 LE SAGE DE L'ARC ET LE CONTRAT DE MILIEU

2.2.1 SAGE DE L'ARC

Le Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SAGE) est un outil de planification et de réglementation élaboré de manière collective par la Commission Locale de l'Eau (CLE).

Il fixe des objectifs de gestion durable des milieux aquatiques, de gestion des inondations et de la ressource en eau, de lutte contre les pollutions et de préservation des milieux naturels. Le SAGE doit être compatible avec le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) élaboré en l'occurrence à l'échelle du grand bassin hydrographique Rhône – Méditerranée.

Le SAGE est constitué d'un plan d'aménagement et de gestion durable de la ressource en eau et des milieux aquatiques (PAGD), dans lequel sont définis les objectifs partagés par les acteurs locaux, d'un règlement fixant les règles permettant d'atteindre ces objectifs et d'un rapport environnemental.

Le projet est inclus dans le SAGE de l'Arc. En 1998, démarre l'élaboration du S.A.G.E., un processus qui aboutira par son approbation préfectorale en 2001. Il a été modifié et sa dernière approbation date du 13/03/2014.

Il fixe des mesures de compensation de l'imperméabilisation des sols notamment par hectare nouvellement imperméabilisé. En ce qui concerne l'amélioration de la qualité des eaux, le S.A.G.E. exige la mise en conformité des stations d'épuration (comme la loi sur l'Eau de 1992) du bassin versant. Mais, du fait de l'eutrophisation des eaux de l'Arc, le S.A.G.E. exige un traitement de l'azote et du



phosphore pour les stations de plus de 4 000 Équivalents-Habitants au lieu des 10 000 exigés par la loi, afin que la majorité des communes du bassin soit concernée.

Il aborde également les pollutions industrielles, les pollutions par les eaux pluviales, l'assainissement non collectif, et la protection des réservoirs d'eau du bassin. Enfin, il s'intéresse également aux aquifères du bassin versant de manière qualitative et quantitative.

Les enjeux sont les suivants :

- La gestion des inondations ;
- la qualité des eaux et des milieux aquatiques ;
- la fonctionnalité des milieux naturels ;
- la ressource en eau ;
- la réappropriation des cours du territoire.

L'opération d'aménagement du secteur « Phares et Balises » est impacté par le SAGE par le biais de son règlement, et nommant l'article 4 de ce dernier « Modalités de compensation des effets de l'imperméabilisation nouvelle – cas des projets soumis à déclaration ou autorisation au titre de la loi sur l'eau » (cf.4.4.1.1).

Le projet est également impacté par la PAGD du SAGE, avec lequel il doit être compatible, notamment sur les objectifs développés dans les dispositions D10 (Limiter l'imperméabilisation des sols sur le bassin versant et ralentir les eaux de ruissellement), D11 (Compenser les effets de l'imperméabilisation), D12 (Préserver les axes naturels d'écoulement), D13 (Préserver les zones inondables des cours d'eau), D18 (Ralentir les ruissellements sur les versants) et D29 (Structurer les espaces à aménager autour de la gestion de l'eau pour limiter les risques de pollution par les eaux pluviales).

2.2.1.1 Dispositions D10, D18 et D29 du PAGD du SAGE

Le PAGD du SAGE de l'Arc insiste fortement sur la nécessité de concevoir les nouveaux projets de façon à limiter l'imperméabilisation, à ralentir les eaux de ruissellement, et à gérer les eaux pluviales en privilégiant la rétention de l'eau sur site, au plus près de là où elle tombe. Ces choix opérés par la CLE avaient pour objectif de proposer une alternative à une gestion « tuyaux – bassins », plus proche du fonctionnement « naturel » des bassins versants aménagés, et ainsi limiter une concentration des eaux pluviales, génératrice de ruissellements importants, et de concentration de pollutions initialement diffuses.

2.2.1.2 Disposition D12 et D13 du PAGD du SAGE

Dans un contexte d'urbanisation et de fort développement du territoire, préserver l'espace de bon fonctionnement hydraulique des cours d'eau s'avère primordial pour ne pas dégrader les conditions



d'écoulement, et aggraver le risque d'inondation. Ainsi, dans cet objectif, la CLE a souhaité inscrire dans le SAGE la préservation des espaces inondables et des axes d'écoulement de tout remblaiement ou tout obstacle.

Le SAGE de l'Arc, dans sa disposition D13 concernant les remblais en zone inondable, préconise de préserver les zones inondables des cours d'eau du bassin versant de tout remblaiement.

« Dans le cas où des remblais seraient réalisés, à l'exception des projets répondant à des exigences de sécurité publique au regard du risque inondation et entraînant volontairement une rétention des eaux ou une sur-inondation, le SAGE propose de retenir les mesures compensatoires suivantes :

- Si le projet soustrait de l'espace inondable au sein de l'enveloppe de la crue centennale (ou de la plus forte crue connue si celle-ci est supérieure à la crue centennale), le remblaiement ne pourrait être réalisé qu'à condition d'une compensation totale des impacts jusqu'à la crue de référence (Q100 ou la plus forte crue connue si celle-ci est supérieure à Q100), soit :
 - La compensation volume par volume totale,
 - La transparence hydraulique totale.
- Si le projet soustrait de l'espace inondable entre la limite du lit majeur hydrogéomorphologique et l'enveloppe de la crue centennale (ou l'enveloppe de la plus forte crue connue si celle-ci est supérieure), le remblaiement ne pourrait être autorisé qu'à condition d'une compensation volume par volume totale, en prenant comme hypothèse de calcul, en l'absence de modélisation pour une crue exceptionnelle, une hauteur d'eau de 50 cm en lit majeur ordinaire et 25 cm en lit majeur exceptionnel.

On entend par compensation volume par volume totale, la compensation correspondant à 100% du volume soustrait à la zone inondable. Cette compensation doit être conçue de façon à être progressive et également répartie pour les événements d'occurrence croissante : compensation cote pour cote. Il s'agit de recréer une zone inondable correspondant à la surface et au volume soustraits par le projet. On entend par transparence hydraulique totale, l'absence d'exhaussement de la ligne d'eau, l'absence d'impact sur les vitesses d'écoulement, sur la durée de submersion, sur la zone inondée, jusqu'à la crue de référence (Q100 ou la plus forte crue connue si celle-ci est supérieure à Q100). »

Le projet n'est pas situé en zone inondable par débordement de cours d'eau. Cependant, il se doit de respecter les préconisations de la disposition 13 concernant les remblais en zone inondable.

2.2.2 CONTRAT DES MILIEUX

Un contrat de milieu (généralement contrat de rivière ou de baie, mais également de lac et de nappe) est un accord technique et financier entre partenaires concernés pour une gestion globale, concertée et durable à l'échelle d'une unité hydrographique cohérente.

Avec le SAGE, le contrat de milieu est un outil pertinent pour la mise en œuvre des SDAGE et des programmes de mesures approuvés en 2009 pour prendre en compte les objectifs et dispositions de la directive cadre sur l'eau. Il peut être une déclinaison opérationnelle d'un SAGE.

C'est un programme d'actions volontaire et concerté sur 5 ans avec engagement financier contractuel (désignation des maîtres d'ouvrage, du mode de financement, des échéances des travaux, etc).

Ces contrats sont signés entre les partenaires concernés : préfet(s) de département(s), agence de l'eau et les collectivités locales (Conseil Général, Conseil Régional, communes, syndicats intercommunaux ...).

Le projet est inclus dans le Contrat de rivière de l'Arc. Le Contrat de Rivière « Arc & Affluents » est un programme d'action destiné à répondre aux objectifs fixés par le S.D.A.G.E. Rhône-Méditerranée et le S.A.G.E. du bassin versant de l'Arc.

Il constitue un document opérationnel :

- de planification sur 5 ans,
- de définition des financements et des maîtres d'ouvrage ;
- d'échéancier des travaux ;
- de modalités de réalisation des études ;
- des travaux nécessaires pour atteindre ces objectifs.

3 INCIDENCES DU PROJET SUR LE MILIEU RECEPTEUR

3.1 INCIDENCES QUANTITATIVES DU PROJET SUR LE MILIEU SUPERFICIEL

3.1.1 INCIDENCE SUR LE RUISSELLEMENT DES EAUX PLUVIALES

Les bâtiments et aménagements existants du secteur seront démantelés dans le cadre du projet au droit du périmètre aménagé.

Les nouveaux bâtiments d'habitations, les parkings et les aménagements connexes seront ensuite construits.

L'occupation des parcelles de projet est détaillée ci-dessous ; les surfaces ont été calculées sur la base du plan d'esquisse en phase d'études de faisabilité :

Tableau 15 - Impluvium de projet - occupation du sol à l'état projet (plan d'esquisse)

V2	Surfaces (ha)	Coefficient d'imperméabilisation	Coefficient de ruissellement décennal
Bâtiments	1.12	1	1
Places de parking, cheminements, voiries	1.33	1	1
Espaces verts sur dalle	0	0	0.5
Espaces verts	1.98	0	0.25
Total	4.44	0.55	0.66

La détermination des débits de ruissellement sur l'emprise des parcelles après aménagement permet de mettre en évidence la différence entre le débit généré par le projet et l'état actuel.

Tableau 16 - CI et CR à l'état actuel et à l'état projet

	Surfaces (ha)	Coefficient d'Imperméabilisation	Coefficient de Ruissellement
Etat actuel	4.44	0.65	0.73
Etat projet – V		0.54	0.66
Variation EP/EA		- 16 %	- 9.5 %

Le réaménagement envisagé contribuera à la désimperméabilisation de l'espace urbain par rapport à l'état actuel.

Les caractéristiques de l'impluvium à l'état projet sont résumées dans le tableau ci-après :

Tableau 17 - Caractéristiques de l'impluvium de projet à l'état actuel et à l'état projet (plan d'esquisse)

Caractéristiques du bassin versant		BV - EA	BV - EP
Superficie	ha	4.44	4.44
Plus long chemin hydraulique	km	175	181
Pente moyenne	%	1.8	1.8
C ruissellement décennal	%	73	66
C ruissellement centennal	%	76	72
Temps de concentration centennal	min	8	8

Les débits de pointe générés par le projet sont estimés par la **méthode rationnelle**. Les résultats des débits sont consignés dans le tableau ci-après :

Débits de pointe	BV - EA	BV - EP
Q2 (calcul avec Tc10)	0.90	0.78
Q5 (calcul avec Tc10)	0.92	0.80
Q10	1.16	1.03
Q30	1.64	1.51
Q50	1.82	1.70
Q100	2.14	2.03

On constate une diminution des débits de pointe générés par l'impluvium du projet pour toutes les occurrences de pluie. **L'impact du projet sur les débits ruisselés est donc positif.**

Afin de renforcer l'amélioration de la situation existante, des mesures d'accompagnement du projet sont prévues en termes de gestion des eaux de ruissellement. Ces mesures permettront de réduire la charge du réseau exutoire et d'éviter l'inondation de la zone de projet par son impluvium propre.

3.1.2 INCIDENCES SUR LES ZONES INONDABLES LORS DES EVENEMENTS DE PLUIE EXCEPTIONNELS

3.1.2.1 Modélisation hydraulique du risque d'inondation par ruissellement à l'état projeté

3.1.2.1.1 Intégration du projet au modèle hydraulique

Sur la base du plan de masse de l'opération transmis par le Maître d'Ouvrage, plusieurs modifications ont été apportées au modèle hydraulique de l'état de référence afin de simuler la configuration après aménagements :

- suppression des coefficients de rugosité initiaux sur l'emprise du projet, en vue d'un remplacement par des coefficients adaptés au plan de masse du projet
- intégration des emprises des bâtis futurs avec un coefficient de Strickler $K_s = 5 \text{ m}^{1/3} \cdot \text{s}^{-1}$ (même hypothèse que pour les bâtis de l'état initial)
- les parkings silos seront transparents hydrauliquement. Ils ont ainsi été renseignés avec un coefficient de rugosité $K_s = 20 \text{ m}^{1/3} \cdot \text{s}^{-1}$, traduisant le fait qu'il y aura les appuis de la structure ainsi que des potentiels divers obstacles.
- partout ailleurs sur l'emprise du projet, application un coefficient de Strickler fonction de l'occupation du sol (entre $20 \text{ m}^{1/3} \cdot \text{s}^{-1}$ pour les espaces verts et $50 \text{ m}^{1/3} \cdot \text{s}^{-1}$ pour les voiries pour les valeurs extrêmes, ainsi que des valeurs intermédiaires...)
- intégration des modifications de nivellement dans le secteur du merlon uniquement, comme indiqué par le Maître d'Ouvrage.

Au stade d'avancement du projet, le nivellement projeté est défini par un semis de points peu dense (cf. figure suivante, partie de gauche).

Nota bene : dans les phases ultérieures du projet, il sera nécessaire de vérifier par le modèle hydraulique que le nivellement définitif n'induit aucun impact préjudiciable (avoisinants, cotes de 1er plancher...)

Afin d'intégrer les modifications de nivellement au modèle hydraulique, dont les mailles ont une résolution de 1 m^2 , il est nécessaire de densifier cette donnée topographique afin d'éviter toute interpolation qui ne serait pas conforme à l'esprit des aménagements projetés.

Un traitement manuel a ainsi été réalisé, sous un logiciel CAO/DAO, afin d'interpoler la donnée topographique source transmise. La figure suivante illustre cette étape.

Une fois la topographie densifiée, le secteur du merlon (partie ouest du projet) et la voirie attenante en partie ouest du projet ont été renseignés dans le modèle topographique.



Compte tenu du stade de définition du nivellement projeté, il est à noter que le raccordement entre ces cotes et le terrain naturel n'est pas parfait sur le pourtour de ce secteur du merlon.

PROVISOIRE

Fichier DWG source :

Fichier DWG avec traitement topo :

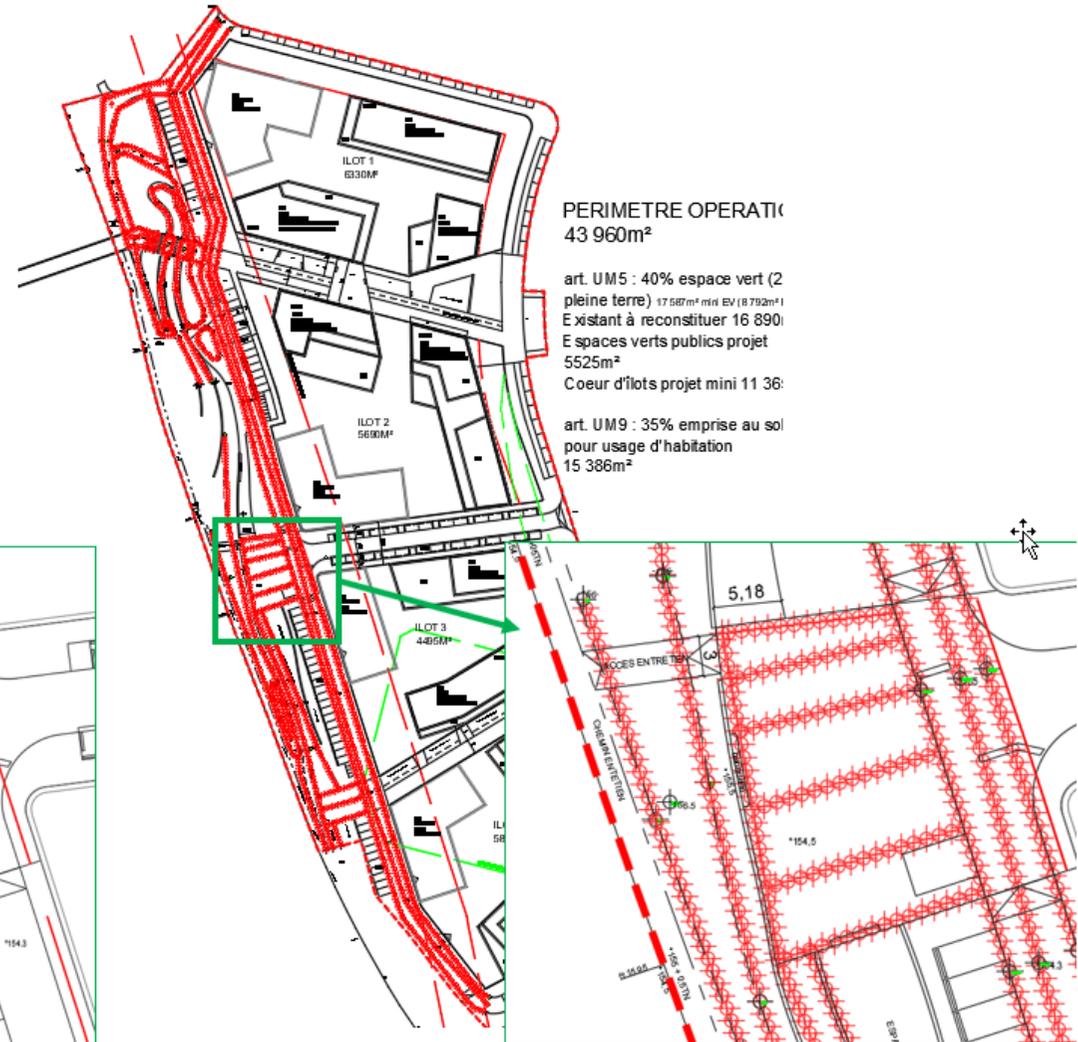
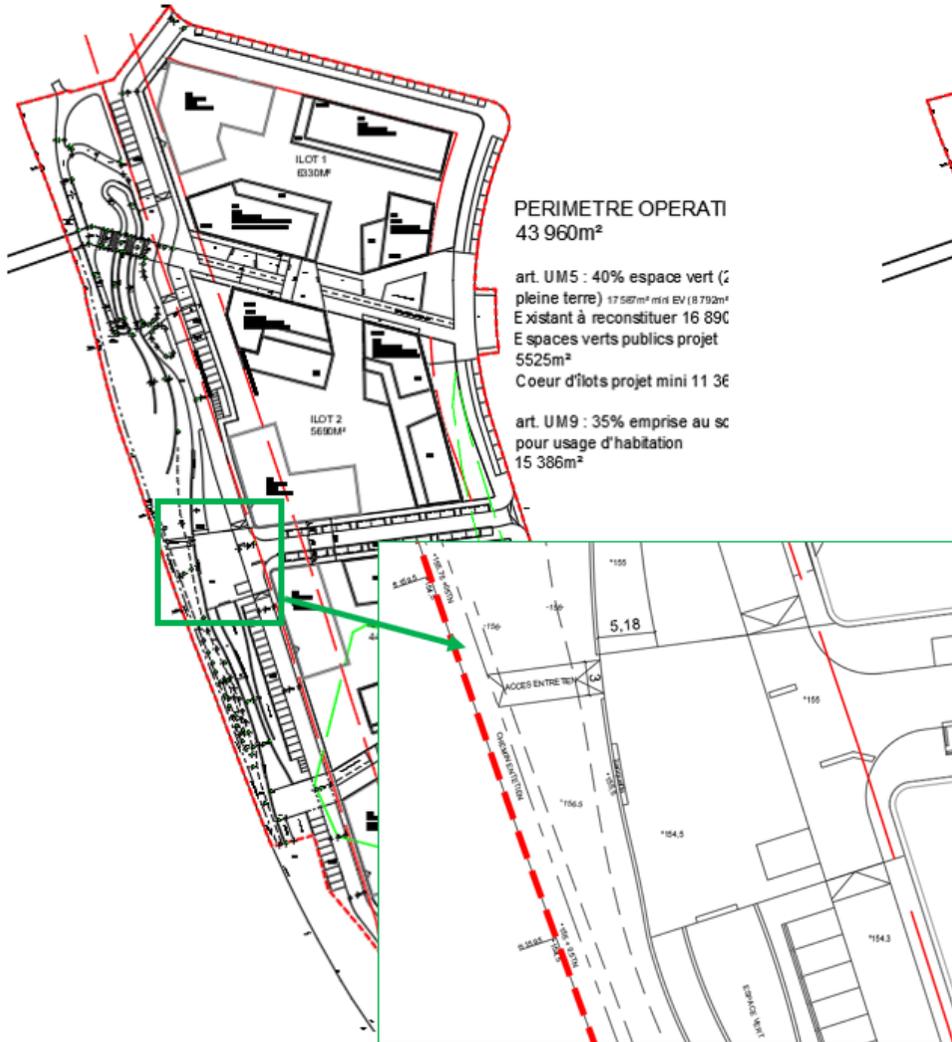


Figure 28 : Traitement et densification de la donnée topographique « source » transmise concernant l'état projet

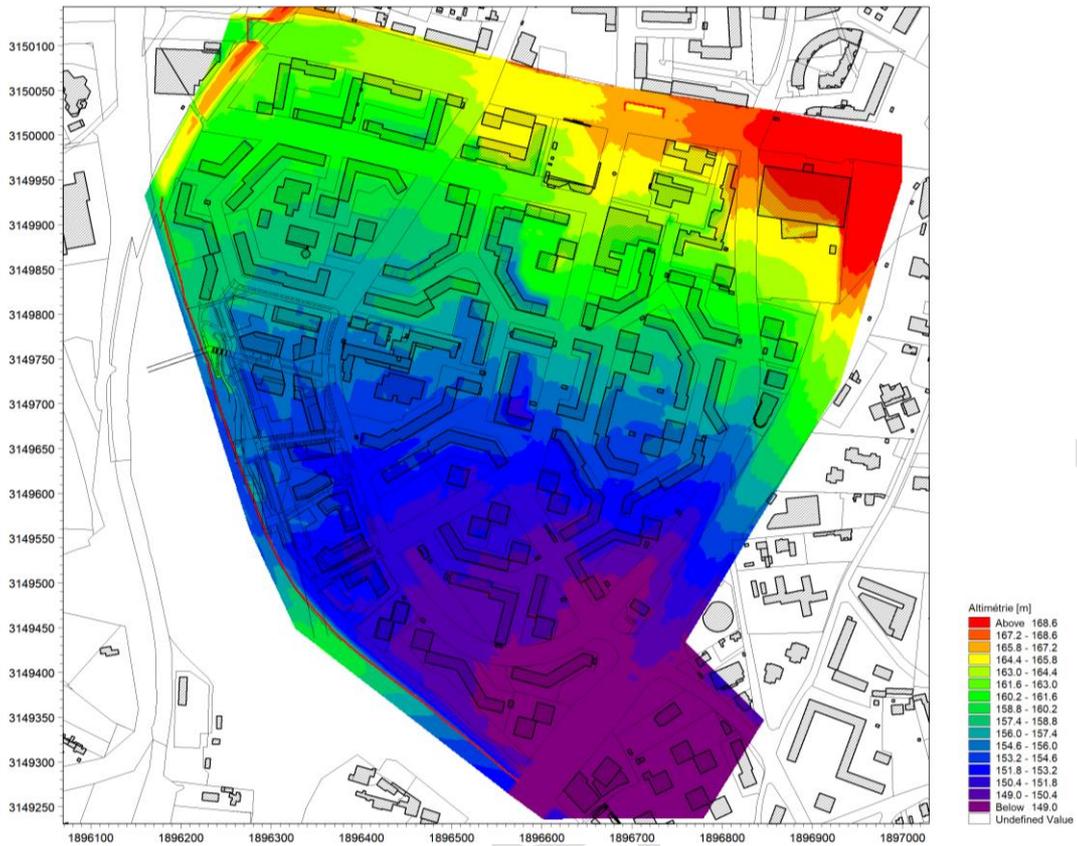


Figure 29 : Modèle topographique à l'état projeté



Figure 30 : Modèle de rugosité à l'état projeté



3.1.2.1.2 Résultats de la simulation de l'évènement de référence à l'état projeté

Les résultats de la simulation de l'évènement de référence à l'état projeté sont présentés sur les figures ci-après.

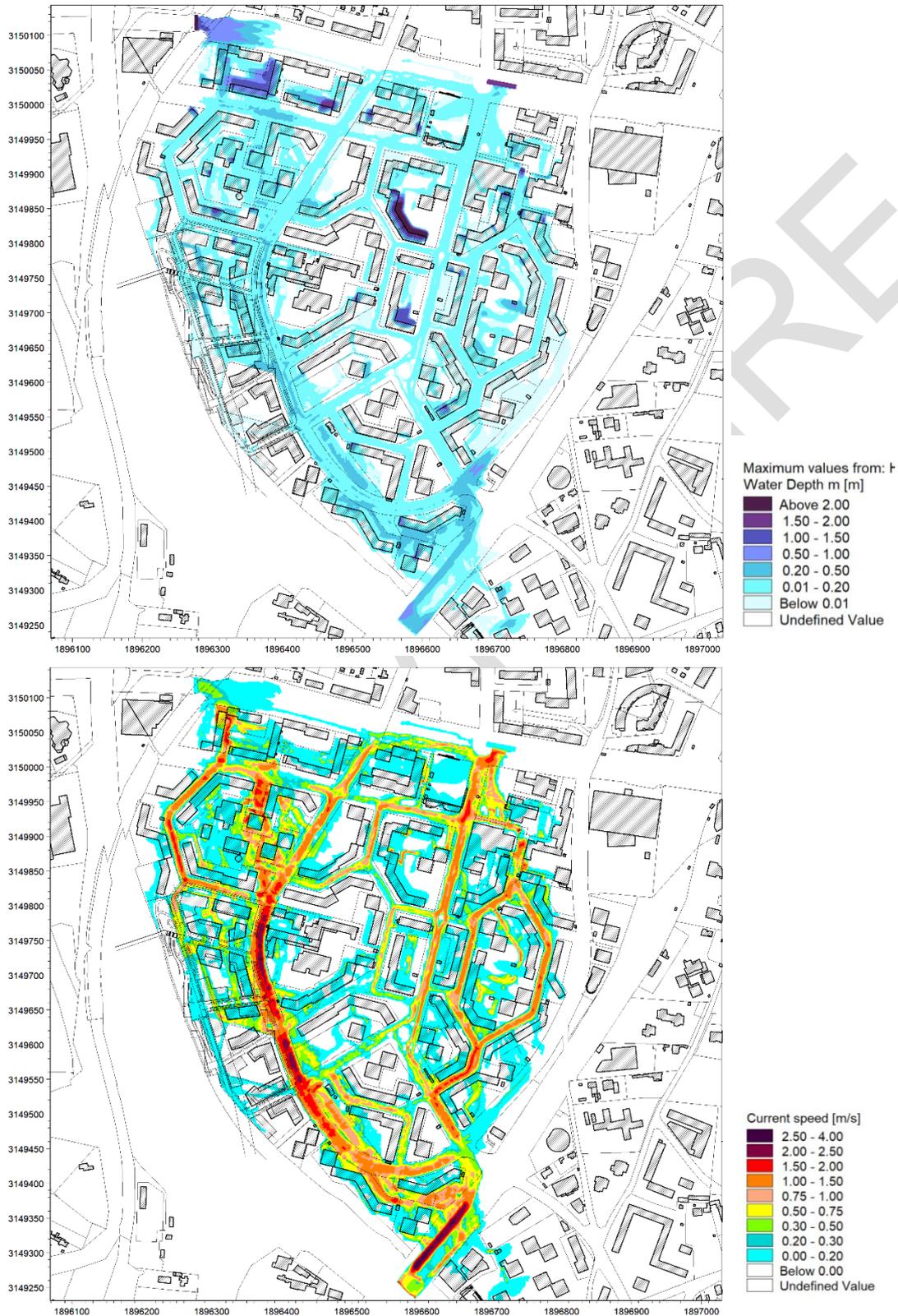


Figure 31 : Cartographies des hauteurs d'eau maximales et des vitesses maximales d'écoulement à l'état projeté



Figure 32 : Cartographies des hauteurs d'eau maximales et des vitesses maximales d'écoulement à l'état projeté

3.1.2.1.3 Incidence du projet sur les conditions d'écoulement

En complément des résultats présentés au paragraphe précédent, afin de mieux visualiser les éventuels impacts du projet, des cartographies différentielles ont été réalisées.

Ces cartographies présentent une comparaison des résultats entre la situation projetée et la situation initiale. Sur ces figures, les couleurs chaudes (jaune à rouge) indiquent une augmentation des hauteurs d'eau (respectivement des vitesses ou des niveaux d'eau) à l'état projet par rapport à l'état initial. A l'inverse, les couleurs froides (vert à bleu) indiquent une diminution des hauteurs d'eau (respectivement des vitesses ou des niveaux d'eau).

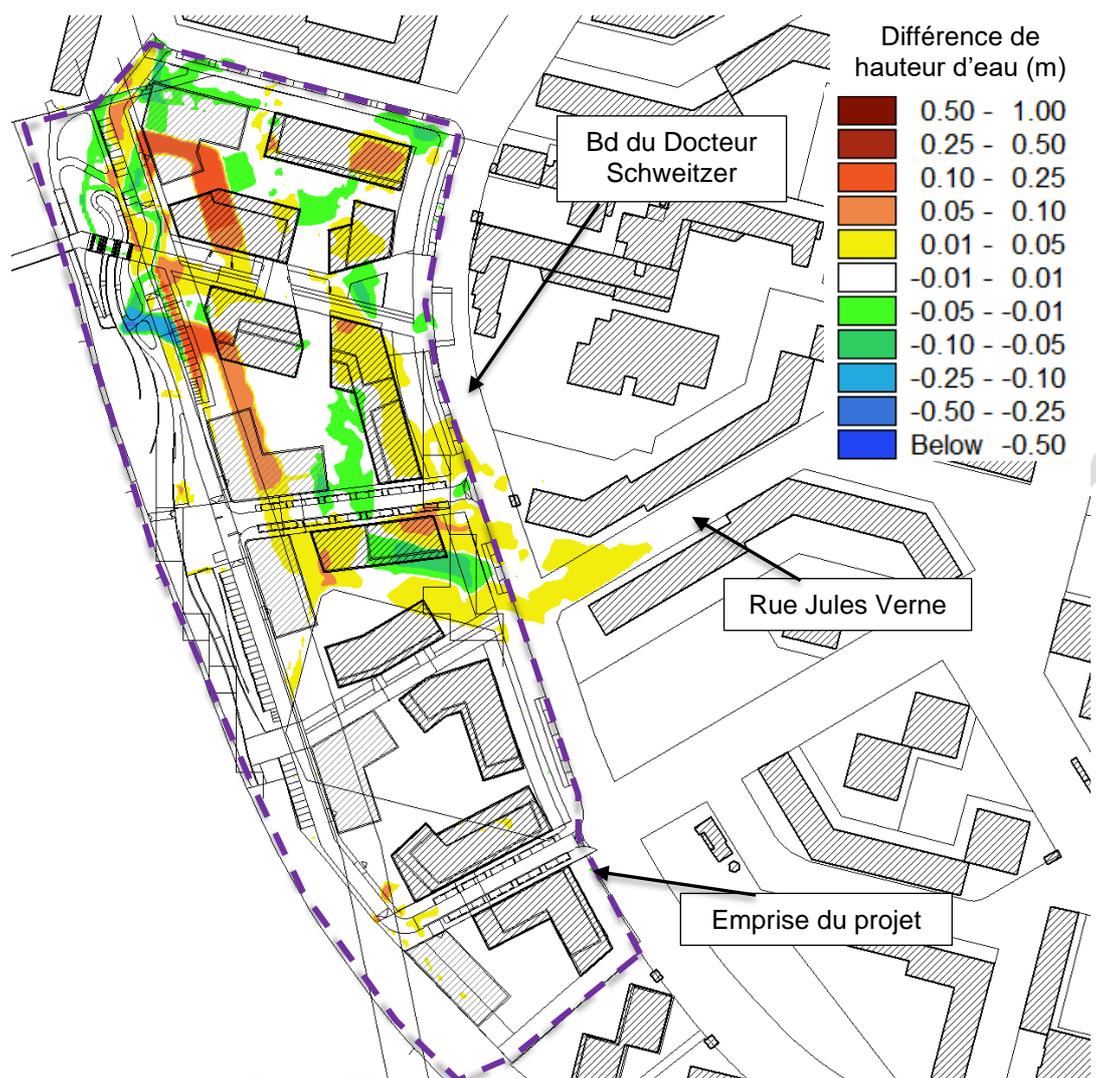


Figure 33 : Cartographie des différences de hauteurs d'eau pour l'évènement de référence – Zoom au droit du projet

Nota Bene : il est important de noter que ces cartographies comparatives ont été extraites sur une vue zoomée au droit du projet, car les impacts sont très locaux (meilleure lisibilité qu'en affichant une vue d'ensemble). Cela est également le cas pour les cartographies différentielles à venir dans la suite du document.

D'un point de vue général, il est important de noter que **les aménagements projetés ne présentent aucun impact préjudiciable sur les conditions d'écoulement vis-à-vis des enjeux avoisinants et notamment ceux situés en aval.**

Les impacts quantifiés par le modèle hydraulique sont des impacts très faibles et spatialement très limités. Ces impacts concernent exclusivement l'emprise du projet (modifications comprises entre -25cm et +15cm) ainsi qu'une petite portion de voirie (Bd du Docteur Schweitzer et rue Jules Verne), dont l'impact est en limite de précision du modèle (impact limité à +1 cm).

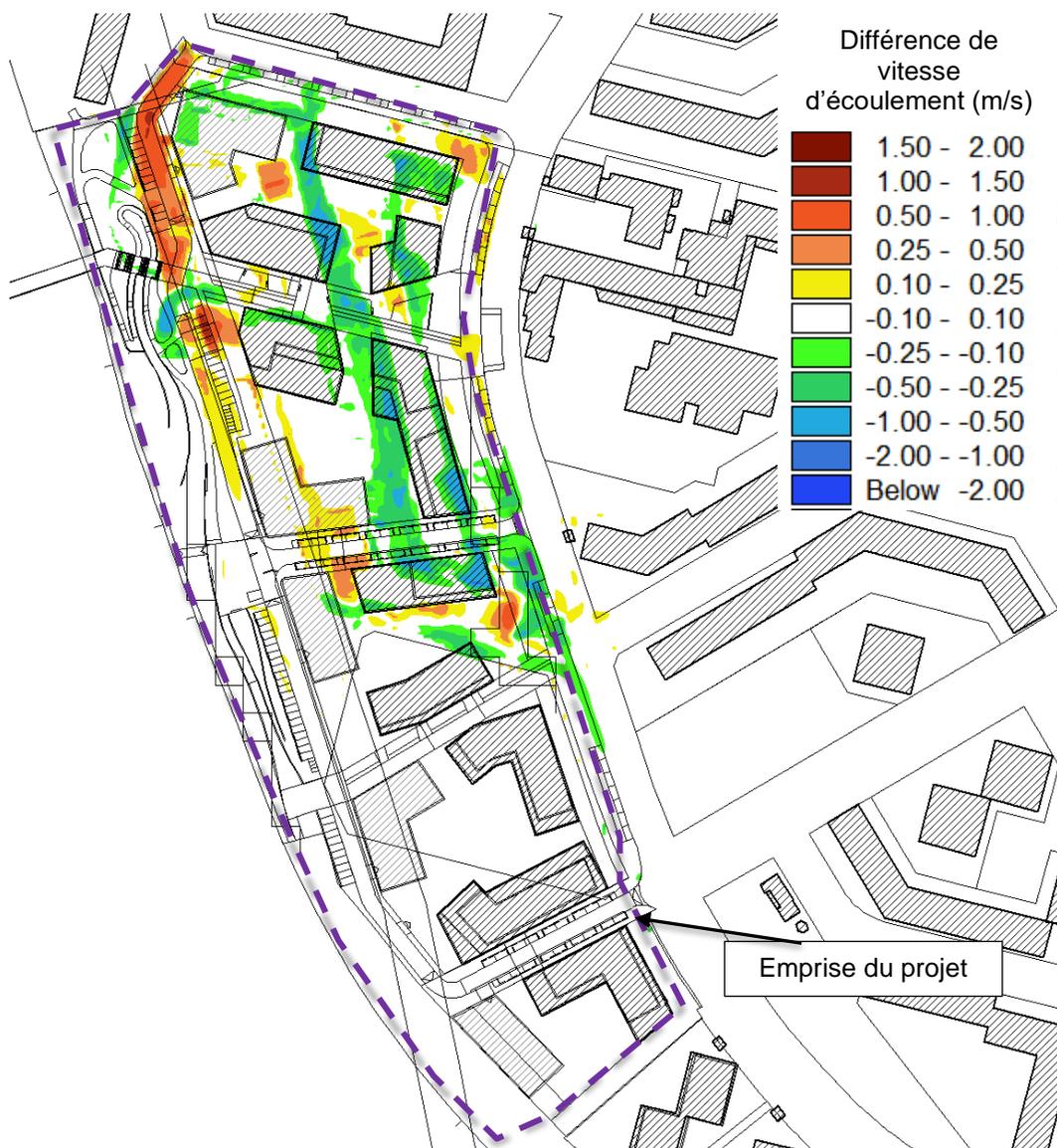


Figure 34 : Cartographie des différences de vitesses d'écoulement pour l'évènement de référence – Zoom au droit du projet

En ce qui concerne les vitesses d'écoulement, **les aménagements projetés ne présentent aucun impact préjudiciable sur les vitesses d'écoulement vis-à-vis des enjeux avoisinants.**

Les impacts quantifiés par le modèle hydraulique sont des impacts très faibles et spatialement très limités, ils ne concernent que l'emprise du projet.

Le secteur sur lequel les impacts sont les plus prononcés concernent un tronçon de voirie projetée, au Nord-Ouest du projet. Il s'agit d'une zone où il n'y a pas ou peu de ruissellement en situation initiale, et qui connaît un écoulement à l'état projet du fait du nivellement (en déblai) de la future voie. Les vitesses sont alors comprises entre 0.5 m/s et 1 m/s, gamme de vitesse très fréquemment atteinte sur les voiries du quartier déjà en situation initiale.

Afin de pouvoir comparer les classes d'aléa résultant du croisement hauteur / vitesse, il a été attribué une valeur numérique à chaque classe d'aléa, comme présenté ci-dessous :

- Zone sans aléa : valeur « 0 »
- Aléa faible : valeur « 1 »
- Aléa moyen hauteurs : valeur « 2 »
- Aléa moyen vitesses : valeur « 3 »
- Aléa fort à très fort : valeur « 4 »

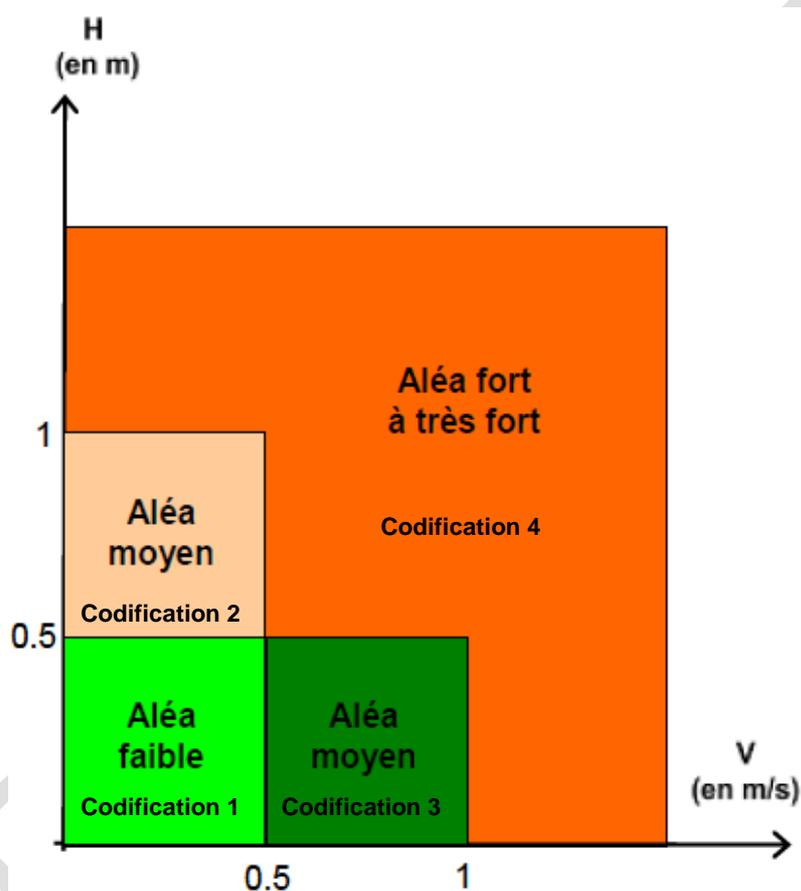


Figure 35 : Codification des aléas afin de permettre la comparaison

Autrement dit, le passage d'un « aléa faible » à un « aléa moyen hauteur » du fait du projet se verra attribué une différence de +1 ; le passage d'un « aléa faible » à un « aléa fort à très fort » du fait du projet se verra attribué une différence de +3 ; le passage d'un « aléa moyen vitesse » à une « zone hors d'eau » du fait du projet se verra attribué une différence de -3 ; etc...

La figure ci-dessous compare ainsi, pour chaque maille de 1 m², la classe d'aléa obtenue à l'état projet par rapport à celle de l'état initial.

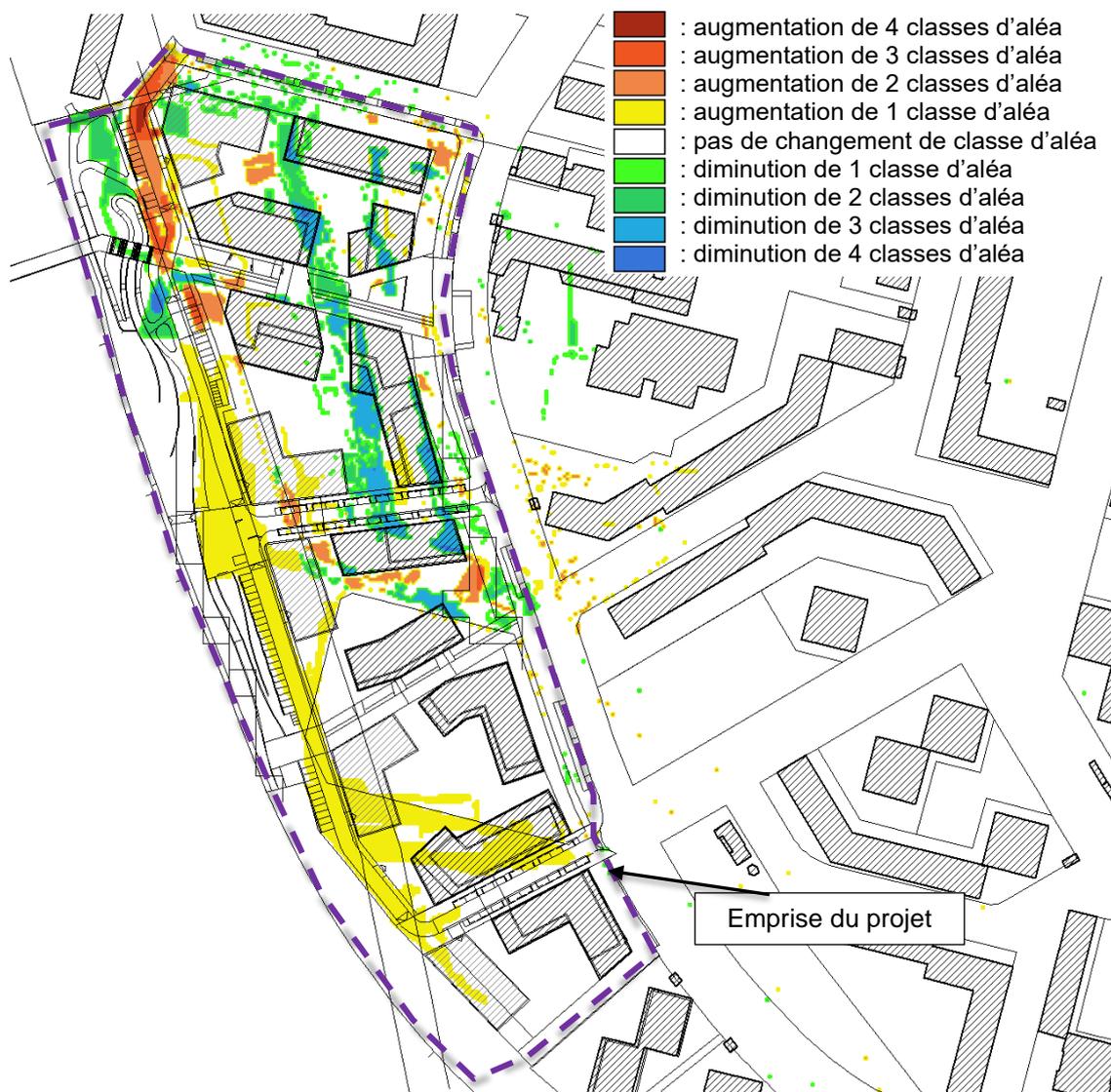


Figure 36 : Cartographie des différences de classes d'aléa pour l'évènement de référence – Zoom au droit du projet

Les aménagements projetés n'induisent aucun changement significatif de classe d'aléa en dehors de l'emprise du projet.

En lien avec les cartographies différentielles précédentes, les impacts quantifiés par le modèle hydraulique sont des impacts très faibles et spatialement très limités. Le secteur sur lequel les impacts (dans le sens de l'aggravation) sont les plus prononcés concernent un tronçon de voirie projetée, en partie Ouest du projet. Il convient de noter que cela correspond à une très faible lame d'eau, de l'ordre du centimètre, qui s'écoule sur la voirie projetée alors qu'il n'y avait pas systématiquement de ruissellement, à cet emplacement, à l'état initial.

En conclusion, le projet n'induit aucune modification significative des conditions d'écoulement sur la parcelle du projet, pour l'évènement de référence centennal, ni aucun impact sur les ruissellements au niveau des parcelles avoisinantes.



3.1.2.2 Volume soustrait aux zones inondables à l'état projet

a) Volume soustrait à la zone inondable par les bâtiments

Le tableau suivant présente les volumes soustraits à la zone inondable à l'état projet.

Tableau 18 - Bilan des volumes soustraits à la zone inondable - Etat projet – Hypothèse de bâtiments « classiques »

		Surface (m2)	Cote TN (m NGF)	Cote NPHE (m NGF)	Delta (m)	Volume (m3)
Ilot 1	Logement (A)	121	155.9	Zone jaune	0.25	30.25
		681		156.35	0.45	306.45
	Logement (B)	737	156.2	156.87	0.67	493.8
	Logement (C)	356	155.7	156.14	0.44	156.6
	Parking (A)	340	157	Zone jaune	0.25	85
		147		157.28	0.28	41.16
	Parking (B)	110	155	Zone jaune	0.25	27.5
		127		155.31	0.31	39.37
Ilot 2	Parking	245	153.5	Zone jaune	0.25	61.25
		680		154.67	1.17	795.6
	Logement	944	154.5	Zone jaune	0.25	236
		888		154.86	0.36	319.68
Ilot 3	Logement (A)	618	153.3	153.92	0.66	407.88
	Logement (B)	473	153.14	Zone jaune	0.25	118.25
		66		153.35	0.21	13.86
	Parking (A)	383	153.7	Zone jaune	0.25	95.75
		91		153.94	0.24	21.84
	Parking (B)	390		Zone jaune	0.25	97.5
Ilot 4	Parkings	933	153	Zone jaune	0.25	233.25
	Logements (A et B)	953	153	Zone jaune	0.25	238.25
	Logement (C)	365	151.5	Zone jaune	0.25	91.25
		273		151.7	0.2	54.6
Ilot 5	Parking	109	151.8	Zone jaune	0.25	27.25
	Logement	762	151.9			190.5
						4183

Ensuite, ces volumes doivent être comparés avec les volumes soustraits à la zone inondable à l'état actuel (cf. 1.8.1.5). Le tableau suivant présente les volumes supplémentaires soustraits à la zone inondable par les nouveaux bâtiments projetés.

Tableau 19 - Bilan des volumes - Etat projet et état actuel - Volumes à compenser

Bilan de volumes soustraits à la zone inondable (m ³)	
Etat actuel	Etat projet
Volume occupé par les bâtiments existants	
3 821 m ³	4 183 m ³
Surplus de volume soustrait à la zone inondable à l'état projet A compenser	362 m ³

En l'absence de mesures d'évitement, la création des bâtiments dans le périmètre de l'opération « Phares et Balises » entraîne l'augmentation du volume soustrait à la zone inondable par rapport à l'état actuel d'environ 362 m³.

b) Volume soustrait à la zone inondable par le merlon paysager

La construction du merlon est prévue quasi entièrement dans le secteur jaune d'aléa résiduel. Il s'agit d'une zone qui n'est pas inondable par l'événement de référence mais qui pourrait l'être pour un événement pluvieux supérieur.

Le maître d'ouvrage nous a fourni le plan des surfaces à remblayer/déblayer pour la construction du merlon. Ce plan possède également la hauteur moyenne de remblais/déblais pour chaque zone du projet. A l'aide de ce plan nous avons pu estimer le volume qui sera soustrait à la zone inondable lors de la création du merlon.

Au regard des éléments connus à ce jour, le volume à compenser pour la création du merlon serait d'environ **476 m³**.

c) Incidences des voies de circulation (piétonnes et circulées)

Les chemins et voiries créés dans le cadre du projet suivront le terrain naturel et ne seront pas construits en remblais.

d) Volume total soustrait à la zone inondable à l'état projet

Le volume total extrait par le projet à la zone inondable est de 838 m³.

Afin d'éviter des désordres dans le fonctionnement hydraulique de la zone d'étude, le volume total soustrait à la zone inondable sera compensé (cf. chapitre 4.4.3).



3.1.2.3 Incidences sur l'aléa ruissellement en aval du projet

L'implantation projetée des bâtiments en zone inondable vise à recréer les obstacles et les transparences existants à l'état actuel.

L'orientation des bâtiments projetés suit l'orientation des bâtiments existants. Les parties des bâtiments qui seront perpendiculaires aux sens d'écoulements seront construites sur pilotis.

L'incidence du projet sur l'aléa ruissellement en aval du projet devrait donc être faible.

Paragraphe à valider/compléter avec le plan de masse modifié du projet.

PROVISOIRE

3.2 INCIDENCES QUALITATIVES DU PROJET SUR LE MILIEU SUPERFICIEL

3.2.1 INCIDENCE DES EAUX DE RUISSELLEMENT

Les différents types de pollution engendrés par les rejets d'eaux pluviales issues de secteurs bâtis peuvent être classés en quatre catégories :

- pollution liée aux travaux de construction,
- pollution saisonnière,
- pollution chronique,
- pollution accidentelle.

3.2.1.1 Pollution des eaux superficielles en phase travaux

La pollution liée aux travaux de construction, correspond à un risque ponctuel dans le temps puisque strictement limité à la durée du chantier ; il se concrétise essentiellement par un risque d'entraînement de matières en suspension (lessivage des sols et talus mis à nu) ou de fuites accidentelles de produits polluants (huile...) issus des engins et de leur entretien ou des matériaux stockés sur le site.

Dans le cas du projet, les risques de pollution des eaux superficielles liés aux travaux de construction restent limités dans la mesure où ces risques peuvent être aisément réduits à néant, par l'aménagement d'aires de confinement et de bacs de rétention installés à l'aval immédiat des zones de terrassement et de manipulation ou stockage de produits polluants.

3.2.1.2 Pollution des eaux superficielles saisonnière

La pollution saisonnière est liée à l'entretien hivernal des chaussées par les produits de déverglçage et de sablage (essentiellement : fondants chimiques tels que chlorures de sodium et de calcium et saumures). **Elle peut également être considérée comme très faible compte tenu de la fréquence et des faibles quantités déversées dans la région PACA (gelées rares).**

3.2.1.3 Pollution accidentelle

La pollution accidentelle correspond aux possibilités d'accidents de poids lourds transportant des produits toxiques ou dangereux susceptibles de rejoindre le réseau hydrographique ou les nappes souterraines. **Etant donné le caractère résidentiel du projet, ce type de trafic sera très limité, le risque de pollution accidentelle est très faible.**

3.2.1.4 Pollution chronique : incidence effective du projet sur la qualité des eaux avant traitement

Dans le cas du projet, l'impact susceptible d'être le plus important pour le milieu récepteur est lié à la pollution chronique générée par le trafic routier.

La pollution chronique est essentiellement due au lessivage des voiries (chemin de desserte et aires de stationnement) par les pluies et est produite par la circulation des véhicules : usure de la chaussée et des pneumatiques, émission de gaz d'échappement, corrosion des éléments métalliques... Elle est proportionnelle au trafic routier.

a) Caractérisation et quantification de la pollution chronique

Du fait de leur origine variée, les polluants sont de nature chimique différente :

- des matières organiques (gommes de pneumatiques)
- des hydrocarbures
- des métaux (Zn, Fe, Cu, Cr, Cd, Ni)

Il s'agit surtout de matières en suspension sur lesquelles sont fixées la plus grande partie des autres polluants. Si la nature des éléments caractéristiques de cette pollution est assez bien connue, les quantités peuvent être variables selon les sites (micro climat, nature de la surface de la chaussée, fréquence des épisodes pluvieux...).

Le tableau suivant synthétise les données issues de flux annuels recueillies au cours de campagne de mesures au niveau des plates-formes routières (SETRA – Juillet 2006).

Tableau 20 - Charges unitaires annuelles par hectare imperméabilisée (Source : SETRA - Juillet 2006)

		MES (kg)	DCO (kg)	Zn (kg)	Cu (kg)	Cd (g)	HC Totaux (g)	HAP (g)
Pour 1 000 véh/j	Site ouvert	40	40	0.4	0.02	2	600	0.08
	Site restreint	60	60	0.2	0.02	1	900	0.15
Pour 1 000 véh/j au-delà de 10 000 véh/j	Site ouvert et restreint	10	4	0.0125	0.011	0.3	400	0.05

En outre, il est admis qu'un seul événement pluvieux (événement de pointe lessivant la chaussée après une période sèche suffisante ayant permis l'accumulation des polluants sur l'infrastructure) peut à lui seul entraîner et apporter au milieu naturel une fraction de la charge annuelle Fr telle que

- $Fr = 2.3 \times h$.

h étant la hauteur de pluie de l'évènement critique.

b) Flux de pollution chronique générés par le projet - au droit des espaces publics (voies de circulation, parkings publics)

En termes de stationnement, sont prévus :

- la construction de plusieurs parkings silo d'environ 400 places pour les besoins des résidents,
- environ 80 places de parking de surface,

Dans les parkings couverts, les surfaces circulées susceptibles d'être lessivées par les eaux de pluies se limiteront aux voies de dessertes des parkings et aux quelques stationnement extérieurs.

Un réseau de collecte séparatif est prévu pour les eaux de ruissellement de voiries publiques et les eaux des ilots.

Les incidences du projet sur la charge polluante du milieu récepteur, ont été calculées avec les hypothèses suivantes :

- o le trafic maximal est estimé à **1 645 véhicules par jour** (d'après l'étude de circulation du projet élaboré par Horizon Conseil),
- o la surface des voiries circulées sera de **4 575 m²**,
- o les teneurs en éléments polluants sont approchées par rapport à la charge moyenne annuelle attendue (pluie moyenne annuelle de **630 mm**),
- o le site est considéré comme **un site ouvert**. Les abords du projet ne s'opposent pas à la dispersion de la charge polluante par voie aérienne.

L'évènement ponctuel critique de référence est une pluie biennale de durée 120 mn.

Les flux de pollution ainsi calculés en suivant la méthodologie du SETRA sont donnés dans les tableaux suivants :

Tableau 21 - Flux de pollution annuelle générés par le projet

	Ca [kg/ha]	Ca [kg]	Cm [mg/l]
MES	66	3	1.2
DCO	66	3	1.2
Zn	0.7	0.03	0.01
Cu	0.03	0.001	0.001
Cd	0.003	0.0001	0.00006
Hc totaux	0.99	0.04	0.02
HAP	0.00013	0.000006	0.000002

Tableau 22 - Flux de pollution générés par le projet lors d'un événement ponctuel critique

	Ca [kg/ha]	Ca [kg]	Cm [mg/l]
MES	5.27	0.2	2
DCO	5.27	0.2	2
Zn	0.05	0.002	0.02
Cu	0.003	0.0001	0.001
Cd	0.0003	0.000012	0.00008
Hc totaux	0.08	0.004	0.02
HAP	0.00001	0.0000005	0.000003

Les eaux de ruissellement des voiries seront traitées par décantation dans les bassins de rétention. Ces eaux ne seront pas infiltrées.

c) Flux de pollution chronique générés par le projet - au droit des lots privatifs

Au regard du plan d'esquisse, les ilots ne disposeraient pas de voiries circulées. Il n'y aurait donc pas de pollution chronique associée aux ilots.

3.2.2 AUTRES REJETS

3.2.2.1 Eaux usées domestiques

Les eaux résiduaires domestiques seront déversées dans le réseau public de collecte des eaux usées de la commune d'Aix-en-Provence.

Le traitement de ces rejets sera effectué directement au niveau de la station d'épuration communale.

Il faudra joindre au DLE l'autorisation de raccordement du projet aux réseaux publics EP/EU.

3.3 INCIDENCES QUANTITATIVES DU PROJET SUR LES EAUX SOUTERRAINES

3.3.1 PHASE TRAVAUX

Les incidences quantitatives potentielles dans le cadre du projet pourraient être liées à la phase de réalisation des travaux, si des opérations de pompage des eaux souterraines s'avèrent nécessaires (ressuyage des eaux d'exhaure ou rabattements temporaires de la nappe).

A ce stade de l'étude, aucune opération de pompage n'est prévue. **Si les phases postérieures de l'étude démontrent que ce type d'opération s'avère nécessaire, les documents réglementaires correspondants seront présentés à la Police de l'Eau.**

3.3.2 PHASE EXPLOITATION

En phase d'exploitation, aucun prélèvement d'eau souterraine n'est prévu à ce jour. Les nouveaux bâtiments seront alimentés pour tous les usages de l'eau, à partir du réseau public de distribution d'eau potable.

Les eaux de toitures et des espaces verts des ilots privés pourront être directement infiltrées (cf. chapitre 4).

3.4 INCIDENCES QUALITATIVES DU PROJET SUR LES EAUX SOUTERRAINES

3.4.1 PHASE DE TRAVAUX

Concernant la phase travaux, compte-tenu de la vulnérabilité forte de la nappe au droit du projet, des précautions particulières devront être prises pour éviter les risques de pollution des eaux souterraines.

Il conviendra notamment de :

- Eviter l'installation de la base de chantier sur les secteurs décapés et surtout d'y interdire le stationnement et l'entretien des engins et le stockage de carburant ;
- Mettre en œuvre des dispositifs spécifiques pour écarter tout risque de départ significatif de produit du ciment vers le sous-sol.

Les autres mesures de protection prises dans le but de protéger la ressource en eau souterraine dans son ensemble, sont communes aux mesures de protection des eaux superficielles, nous renvoyons par conséquent au chapitre 5.

3.4.2 PHASE D'EXPLOITATION

3.4.2.1 Au droit des espaces publics (voies de circulation, parkings publics)

En phase d'exploitation, les eaux de ruissellement des voiries circulées seront susceptibles d'être polluées.

Compte tenu de la forte vulnérabilité de la nappe souterraine, ces eaux ne seront pas infiltrées dans la nappe, les rejets d'eaux pluviales s'effectueront dans le réseau public d'eau pluvial (cf. chapitre 4).

3.4.2.2 Au droit des lots privés

Au regard des plans d'esquisse, les ilots ne disposeront pas de voiries circulées. Les eaux de toitures et des espaces verts pourront être directement infiltrées. (cf. chapitre 4).



4 MESURES D'ÉVITEMENT, DE RÉDUCTION ET DE COMPENSATION EN PHASE D'EXPLOITATION

4.1 MISE EN ŒUVRE DES MESURES D'ÉVITEMENT, DE RÉDUCTION ET DE COMPENSATION

4.1.1 EQUIPEMENTS PUBLICS

Les dispositions retenues au droit des espaces publics seront directement mises en œuvre par la SPLA qui restera maître d'ouvrage de ces aménagements.

4.1.2 LOTS PRIVATIFS

Les dispositions à mettre en œuvre sur les lots privés seront reprises dans les règles d'aménagements des lots et seront imposées aux futurs aménageurs par voie contractuelle.

Les constructions seront créées dans le cadre d'un lotissement. Le règlement du lotissement fixera les règles de construction en plus du PLU.

4.2 MESURES D'ÉVITEMENT

4.2.1 ÉVITEMENT D'IMPLANTATION DES BATIMENTS EN ZONE ROUGE

La réflexion sur la séquence EVITER de la démarche « ERC » est faite en recherchant la préservation des zones inondables et la préservation du fonctionnement hydraulique actuel.

Les dispositions constructives du projet ont ainsi cherché à éviter toute modification de l'axe principal d'écoulements situé en limite Est de la parcelle du projet, aucun nouveau bâtiment ne sera donc aménagé en zone rouge de la CRI.

4.2.2 PRÉSERVATION DE LA QUALITÉ DES EAUX SOUTERRAINES

Au droit des lots privés, les eaux de toitures des ilots privés pourront être directement infiltrées.

Au droit des espaces publics, les eaux en provenance des voiries circulées seront rejetées dans le réseau pluvial public après décantation dans des bassins souterrains étanches.

4.3 MESURES DE REDUCTION

4.3.1 REDUCTION DES SURFACES IMPERMEABILISEES

Le projet envisage la réduction des surfaces imperméabilisées par rapport aux aménagements existants, ce qui entraîne une diminution des débits de pointe ruisselés à l'état projet.

Le tableau suivant permet de rappeler les coefficients d'imperméabilisation, les coefficients de ruissellement et les débits du projet à l'état projet et à l'état actuel :

Tableau 23 - CI et CR à l'état actuel et à l'état projet (plan d'esquisse)

	Surfaces (ha)	Coefficients d'Imperméabilisation	Coefficients de Ruissellements
Etat actuel	4.44	0.65	0.73
Etat projet		0.54	0.66
Variation EP/EA		- 16 %	- 9,5 %

Tableau 24 - Débits de pointe à l'état actuel et à l'état projet (plan d'esquisse)

Débits de pointe	BV - EA	BV - EP	Variation EP/EA
Q2 (calcul avec Tc10)	0.90	0.78	- 13 %
Q5 (calcul avec Tc10)	0.92	0.80	- 13 %
Q10	1.16	1.03	- 11.2 %
Q30	1.64	1.51	- 7.9 %
Q50	1.82	1.70	- 6.5 %
Q100	2.14	2.03	- 5.1 %

4.3.2 TRANSPARENCE HYDRAULIQUE AU DROIT DE CERTAINS BATIMENTS IMPLANTES EN ZONES INONDABLES

Certains bâtiments projetés en zone inondable seront partiellement aménagés perpendiculaires au sens d'écoulement actuel. Afin de garantir la transparence de ces bâtiments et de ne pas modifier le fonctionnement hydraulique de la zone de projet, ces bâtiments seront partiellement construits sur pilotis.

A valider/compléter avec le plan de masse modifié du projet.

4.3.3 TRAITEMENT QUALITATIF DES EAUX DE RUISSELLEMENT

4.3.3.1 Au droit des espaces publics

Les bassins de rétention enterrés (cf. chapitre 4.4.1.4) seront étanches et permettront le traitement de la pollution chronique par décantation. Une cloison siphonide avec bac de décantation sera également aménagée en sortie de l'ouvrage.

Le principe de base de la décantation est de limiter la vitesse horizontale pour favoriser la chute des particules dans un piège. D'après les données du SETRA, une vitesse de décantation de 1 m/s permet d'assurer l'abattement de la pollution suivante :

Tableau 25 - Abattement de la pollution pour une vitesse de décantation de 1 m/s (Source : SETRA)

Paramètre	MES	DCO	Cu/Cd/Zn	Hc/Hap
% d'abattement de la pollution	85	75	80	65

Les paramètres significatifs pour le dimensionnement de l'ouvrage de décantation sont :

- la surface (longueur x largeur),
- les débits caractéristiques d'entrée-sortie,
- la taille de la particule de référence à décanter (on retient généralement 50µm pour les eaux pluviales).

La formule suivante permet de calculer la surface minimum S nécessaire (m²) pour assurer une vitesse de décantation maximale de 1 m/s.

$$\text{Décanteur à niveau variable : } S > (0.8Q_e - Q_f) / (V_s * \ln(0.8Q_e / Q_f))$$

L'application numérique compte tenu des paramètres de projet est la suivante :

Tableau 26 - Calcul de la surface minimale nécessaire pour assurer une vitesse de décantation maximale de 1 m/s

Vs vitesse de sédimentation des particules les plus fines dont la décantation est souhaitée	Bassin Nord	Bassin Sud	m/s
Qe débit entrée	0.18	0.17	m ³ /s
Qf débit sortie régulé	0.009	0.008	m ³ /s
S minimale de fond à prévoir	176	172	m²
Surface du BR	720	560	m²

Les deux ouvrages de rétention enterrés envisagés en phase esquisse auront une surface au fond assez grande pour permettre la décantation des particules fines et assurer un important degré de décantation.

4.3.3.2 Au droit des ilots privés

Au droit des lots privés, seules les eaux de toitures des ilots privés pourront être directement infiltrées. Au regard du plan d'esquisse, les ilots ne disposeront pas de voiries circulables.

4.4 MESURES DE COMPENSATION

4.4.1 COMPENSATION DES SURFACES IMPERMEABILISEES

4.4.1.1 Contexte réglementaire

a) PLU

Zonage des eaux pluviales

Le Plan Local d'Urbanisme de la Ville d'Aix-en-Provence a été approuvé le 23 juillet 2015, sa dernière modification (n° 6) date du 19 décembre 2019.

Le PLU dispose d'un **Zonage des eaux pluviales**. En accord avec ce document, la zone de projet est située en secteur 3 du zonage pluvial : « secteur Jouïne, Ouest et Pinchinats ». Il s'agit des zones avec un aléa de ruissellement existant important et avec des enjeux urbains sérieux.

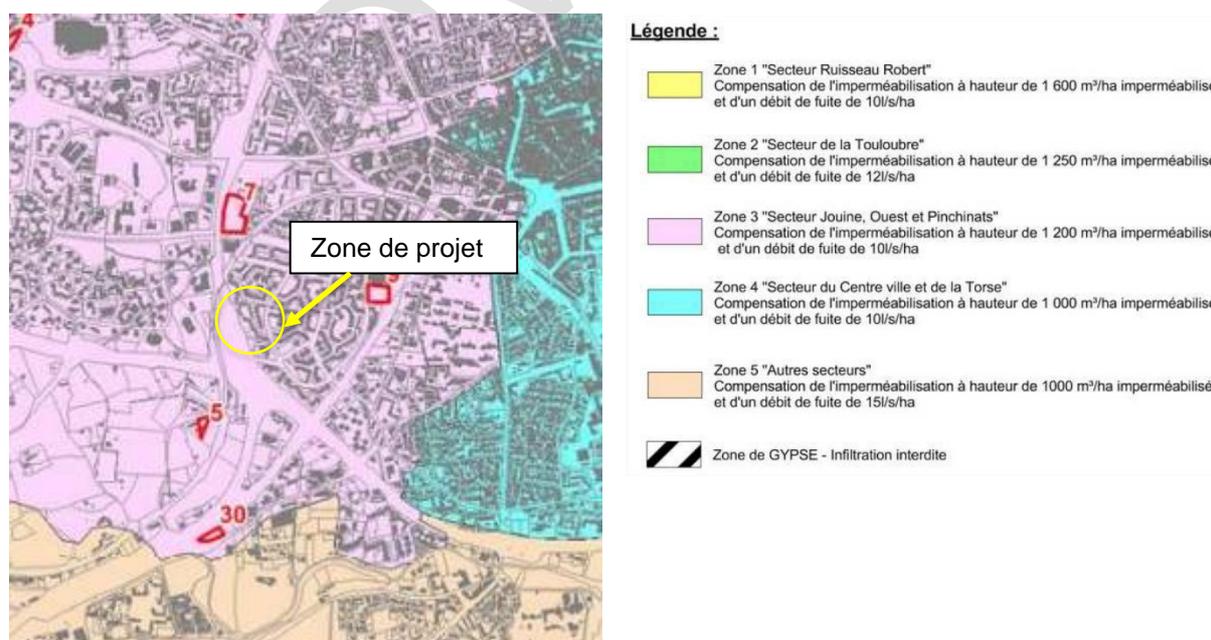


Figure 37 - Extrait de la carte "Zonage Pluvial" annexée au PLU d'Aix-en-Provence

Principes généraux de compensation

« Il est demandé aux porteurs d'opérations d'aménagement, d'urbanisation ou de construction de **compenser l'augmentation du ruissellement induite par de nouvelles imperméabilisations de sols.** »

Les aménagements devront comporter :

- Un système de collecte des eaux ;
- Un ou plusieurs ouvrages permettant la compensation de l'imperméabilisation de la totalité des surfaces imperméabilisées de l'unité foncière ;
- Un dispositif d'évacuation des eaux pluviales, soit par infiltration ou épandage sur la parcelle soit par déversement dans les réseaux publics, talweg ou fossés. »

Dispositions relatives au dimensionnement des ouvrages de rétention

« Dans le cas où les documents d'urbanisme autorisent un projet engendrant une surface nouvellement aménagée supérieure ou égale à 50 m² les dispositions applicables en matière de volume de compensation de l'imperméabilisation et de débit de fuite sont les suivantes :

Tableau 27 - Dispositions en matière de volume minimum de compensation et de débit maximum de fuite (source : Zonage des eaux pluviales)

Bassin versant	Volume minimum de compensation utile *	Débit maximum de fuite **
Zone 1 : Secteur Ruisseau Robert	1600 m ³ / ha	10 l/s/ha
Zone 2 : Secteur de la Touloubre	1250 m ³ / ha	12 l/s/ha
Zone 3 : Secteur Jouine, Ouest et Pinchinats	1200 m ³ / ha	10 l/s/ha
Zone 4 : Secteur du Centre ville et de la Torse	1000 m ³ / ha	10 l/s/ha
Zone 5 : Autres secteurs	1000 m ³ / ha	15 l/s/ha

* Volume utile : par hectare de surface aménagée (c'est à dire hors espaces verts).

** Débit de fuite : par hectare de bassin versant drainé par la rétention

Les réseaux de collecte seront dimensionnés pour une occurrence de 30 ans minimale.

Les aménagements seront pensés de manière à prévoir le trajet des eaux de ruissellement vers le volume de rétention, sans mettre en péril la sécurité des biens ou des personnes, lors d'un événement pluvieux exceptionnel ».

L'opération d'aménagement du secteur « Phares et Balises » réduit les surfaces imperméabilisées existantes. Cependant, la Ville d'Aix-en-Provence souhaiterait que le projet prévienne la création d'ouvrages de rétention pour assurer un degré de protection trentennale. Le projet assurera également un traitement différencié des eaux publiques et des eaux des lots.

b) Loi sur l'eau – Doctrine 2.1.5.0

Le bassin versant intercepté par le projet est de 4.4 ha. Les eaux en provenance des ilots seront en partie infiltrées dans le sol. Les eaux en provenance des espaces publics seront rejetées dans le réseau existant.

Pour le choix de la période de retour de dimensionnement du dispositif pluvial, la MISE se réfère au guide du CERTU « la ville et son assainissement » et à la norme NF EN 572 : réseaux d'évacuation et d'assainissement à l'extérieur des bâtiments, synthétisée dans le tableau suivant.

Tableau 28 - Préconisation sur la période de retour de dimensionnement des dispositifs pluviaux

Lieu d'installation	Période de retour	Probabilité de dépassement pour une année
Zones rurales	10 ans	10 %
Zones résidentielles	20 ans	5 %
Centres-villes / ZI / ZA	30 ans	3 %
Passages souterrains	50 ans	2 %

En tant qu'opération d'aménagement programmée, et compte tenu du contexte très urbanisé de la zone de projet, **le présent dossier retient le degré de protection trentennal.**

Pour le choix du débit de fuite, la MISE préconise de retenir un débit de fuite dans la limite de 20 l/s/ha aménagé, et avec un minimum de 5 l/s pour limiter le risque d'obstruction (le diamètre de l'orifice doit être au minimum de 100 mm).

c) SAGE DE L'ARC

La commune d'Aix-en-Provence s'inscrit sur le territoire du SAGE du bassin versant de l'Arc, dont la dernière version a été approuvée en janvier 2014.

Le Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SAGE) comporte un règlement définissant des règles précises permettant la réalisation des enjeux et objectifs exprimés dans le Plan d'Aménagement et de Gestion Durable de la ressource en eau et des milieux aquatiques (PAGD).



Ce règlement comporte plusieurs règles relatives aux volets inondation et qualité :

- **Volet inondation :**
 1. Contrôle des installations, ouvrages, remblais dans le lit majeur
 2. Contrôle de la construction des digues de protections contre les inondations et submersions
 3. Modalités de compensation des effets de l'imperméabilisation nouvelle : cas des projets NON soumis à déclaration ou autorisation au titre de la loi sur l'eau (article L. 214-1 du Code de l'environnement)
 4. Modalités de compensation des effets de l'imperméabilisation nouvelle : cas des projets SOUMIS à déclaration ou autorisation au titre de la loi sur l'eau (article L. 214-1 du Code de l'environnement)
- **Volet qualité :**
 5. Performances minimales pour : $240 \text{ kg/j} < \text{stations d'épuration} \leq 6\,000 \text{ kg/j}$ de DB05
 6. Performances minimales pour : $30 \text{ kg/j} < \text{stations d'épuration} \leq 240 \text{ kg/j}$ de DB05
 7. Équipements et aménagements de mesures des : $30 \text{ kg/j} < \text{stations d'épuration} < 600 \text{ kg/j}$ de DB05
 8. Connaissance du rejet pour les stations d'épuration $> 120 \text{ kg/jour}$ de DB05
 9. Connaissance du rejet pour : $30 \text{ kg/j} < \text{stations d'épuration} \leq 120 \text{ kg/j}$ de DB05

Le projet est concerné par l'article 4 du règlement dont l'énoncé est présenté ci-dessous.

Tableau 29 - Préconisations du SAGE de l'ARC pour le dimensionnement des ouvrages de rétention

Tout rejet d'eaux pluviales dans les eaux douces superficielles, soumis à déclaration ou autorisation en application de la nomenclature IOTA définie à l'article R. 214-1 du Code de l'environnement (rubrique 2.1.5.0) ou de la nomenclature ICPE définie à l'article R.511-9 du Code de l'environnement EST TEMPORAIREMENT STOCKÉ.

Les "ouvrages" de rétention doivent CUMULATIVEMENT respecter les conditions suivantes :

- **Volume à stocker : 800 m³ au minimum / ha de surface nouvellement aménagée.** La surface aménagée est définie comme étant la surface du site d'accueil du projet hors espaces verts. Dans le cas où le POS ou le PLU de la commune autorise l'aménagement d'une surface plus importante que celle présentée dans le projet, c'est cette surface potentiellement aménageable qui sera retenue comme surface aménagée. **La mise en œuvre du volume de rétention est laissée à l'appréciation du maître d'ouvrage. Le coefficient de ruissellement de la surface aménagée est considéré comme égal à 1.**

+

- **La période de retour de référence** pour le dimensionnement du système de rétention est **au minimum de 30 ans.**

+

- L'ouvrage de rétention est implanté **à l'extérieur de l'enveloppe de la crue de période de retour 30 ans** (sauf impossibilité technique démontrée). S'il est implanté en *lit majeur**, l'ouvrage devra être transparent (absence d'impact sur la ligne d'eau, sur les vitesses d'écoulement et sur la durée de submersion) jusqu'à la crue de référence (Q100 ou la plus forte crue connue si celle-ci est supérieure à Q100).

+

- **Le réseau de collecte** (enterré ou de surface) permet **l'acheminement des eaux pluviales vers l'aménagement en toutes circonstances**



4.4.1.2 Principes de gestion des eaux pluviales retenus dans le cadre du projet

Le projet n'entraîne pas d'augmentation de surfaces imperméabilisées. Néanmoins, afin d'éviter l'inondation du terrain par son impluvium propre et d'améliorer la situation existante par rapport à l'état actuel, la construction des ouvrages de rétention est envisagée.

A la suite d'une concertation avec la mairie d'Aix-en-Provence, les ouvrages de gestion des eaux pluviales ont été dimensionnés sur un évènement d'occurrence trentennale, en accord avec les préconisations du SAGE de l'ARC, de la DDTM 13 et du PLU d'Aix-en-Provence.

Afin de gérer de manière différenciée les eaux de ruissellement en provenance du domaine public et du domaine privé, les ouvrages de rétention seront divisés en deux groupes :

- Les ouvrages collectant les eaux de voiries et du merlon paysager (domaine public), avec rejet dans le réseau des eaux pluviales existant.
- Les ouvrages collectant les eaux des lots (domaine privé), avec vidange par infiltration.

Afin de ne pas multiplier les raccordements dans le réseau public, les ouvrages de surverse des bassins de rétention des ilots seront raccordés aux bassins de rétention enterrés sous-voirie.

Compte tenu de la topographie du projet, les eaux ruisselant sur le trottoir Ouest de l'avenue Dr. Schweitzer ne seront pas dirigées vers les ouvrages de rétention du projet.

4.4.1.3 Mise en œuvre des volumes de rétention au droit des ilots privatifs

a) Débits de fuite des bassins de rétention

Les ouvrages de rétention recevant les eaux en provenance des ilots seront prioritairement vidangés par infiltration. En effet, ses eaux proviennent majoritairement des toitures des bâtiments et ne sont donc pas polluées.

Les plans d'esquisse du projet ne prévoient pas de création de voiries circulées dans les ilots. Cependant, si cette condition est modifiée et compte tenu de la forte vulnérabilité de la nappe au droit de la zone de projet, les eaux en provenance des voiries circulées devront être préalablement traitées ou directement dirigées vers le réseau des eaux pluviales public sous l'avenue Dr. Schweitzer.

Des tests d'infiltration seront réalisées lors des phases postérieures d'étude afin d'estimer la capacité de vidange des bassins d'infiltration. Si le débit d'infiltration ne permet pas la vidange complète des bassins, le raccordement au réseau public de collecte des EP sera possible à débit régulé.

A ce stade d'étude, les volumes de rétention au droit des ilots ont été estimés en considérant un débit maximal de fuite égal à 10 l/s/ha, en accord avec les préconisations du Zonage Pluvial du PLU.

b) Estimation des volumes des ouvrages de rétention au droit des ilots privés

La mise en œuvre des ouvrages de rétention sera laissée à l'appréciation des aménageurs des ilots, avec obligation de respecter un degré de protection équivalent à celui préconisé dans le cadre de la présente étude, et de respecter les débits estimés dans le tableau ci-après :

Tableau 30 - Dimensionnement des ouvrages de rétentions des ilots (plan d'esquisse)

Zone	Lot 1	Lot 2	Lot 3	Lot 4	Lot 5
Surface totale (ha)	0.65	0.55	0.43	0.56	0.37
Surface imperméabilisée (ha)	0.32	0.29	0.22	0.27	0.15
Surface non imperméabilisée (ha)	0.32	0.25	0.21	0.28	0.22
Coefficient d'apport	0.62	0.66	0.63	0.61	0.56
Débit de fuite maximal (l/s)	6.5	5.5	4.3	5.6	3.7
Débit de fuite moyen* (l/s)	5	4	3	4	3
Degré de protection	30 ans				
Volume utile (m ³) ratio PLU (1200 m ³ / ha imperméabilisée)	384	348	263	324	180
Volume utile (m ³) calculé via la méthode de pluies pour T 30	412	370	263	351	207
Volume utile retenu (m ³)	412	370	263	351	207

(*) Le débit de fuite a été minoré par un coefficient égal à 0.707 qui prend en compte les variations de charges dans les bassins de rétention.

4.4.1.4 Mise en œuvre des volumes de rétention au droit des espaces publics

a) Estimation des volumes de compensation

Deux bassins de rétention enterrés sous voirie permettront de compenser les surfaces actives du merlon et des voiries.

Le tableau suivant présente les hypothèses prises en compte pour le calcul du volume des ouvrages de rétention :

Tableau 31 - Dimensionnement des ouvrages de rétention sous voirie

Zone	Merlon + voiries NORD	Merlon + voiries SUD
Surface totale (ha)	0.96	0.82
Surface imperméabilisée (ha)	0.60	0.46
Surface non imperméabilisée (ha)	0.36	0.36
Coefficient d'apport	0.72	0.67
Débit de fuite maximal	9.6	8.2
Débit de fuite moyen* (l)	7	6
Degré de protection	30 ans	
Volume utile (m ³) ratio PLU (1200 m ³ / ha imperméabilisée)	720	552
Volume utile (m ³) calculé via la méthode de pluies pour T 30	712	560
Volume utile retenu (m ³)	720	560

(*) Le débit de fuite a été minoré par un coefficient égal à 0.707 qui prend en compte les variations de charges dans les bassins de rétention.

Ces ouvrages, qui permettent également d'abattre la pollution chronique avant rejet au milieu récepteur, seront conçus respectant les préconisations du SETRA en matière de traitement de la pollution d'origine routière.

b) Caractéristiques techniques des bassins envisagés en phase esquisse

Les ouvrages sous voiries seront visitables et nettoyables, équipés de regards d'accès pour la visite et l'entretien par hydrocurage. Les bassins enterrés seront réalisés dans les règles de l'art, notamment en termes de déblais, préparation de fond de fouille, hauteur de couverture, ainsi que le raccordement gravitaire de l'ouvrage de sortie vers l'aval.

Les voiries projetées seront calées au niveau du terrain naturel, par conséquent, les données issues de la technologie LiDAR ont été utilisées pour le calage altimétrique des bassins. **Il devra être confirmé lors des phases postérieures de l'étude, quand le calage précis des voiries sera réalisé.**

Le tableau suivant présente les dimensions préconisées pour les ouvrages :

Tableau 32 - Caractéristiques des bassins de rétention enterrés sous voiries – Esquisse

	Bassin Nord	Bassin Sud
Volume utile	720 m ³	560 m ³
Emprise au sol	720 m ²	560 m ²
Hauteur utile	1 m	1 m
Hauteur de surverse	0.30 m	0.30 m
TN	153 mNGF	151 mNGF
Niveau NPHE ² exceptionnelles	152.2 mNGF	150.2 mNGF
Niveau NPHE	151.90 mNGF	149.90 mNGF
Fond du bassin	150.90 mNGF	148.90 mNGF
Débit de fuite maximal	9.6 l/s	8.2 l/s
Débit de fuite moyen	7 l/s	6 l/s
Ajutage	70 mm	60 mm
Débit de surverse (Q30)	1.00 m ³ /s	0.72 m ³ /s
Longueur de la surverse	3.50 m	2.50 m
Diamètre de la buse de sortie / pente minimale	800 mm / 1%	800 mm / 1%
Exutoire	Réseau pluvial public (sous l'avenue Dr Schweitzer)	

Le débit régulé est très faible et l'ajutage qui permettrait d'atteindre ces débits est inférieur à 100 mm. Les risques d'obturation étant trop important, il sera nécessaire de prévoir un appareil régulateur à débit vortex au niveau de l'orifice de régulation en sortie de bassin, suivant les instructions de mise en œuvre du constructeur retenu à terme. Les **systèmes de régulation de débit de type « à effet vortex »** permettent de garantir la régulation de faibles débits de fuite, de la gamme de ceux préconisés pour les bassins au Nord du projet, tout en se prémunissant au mieux contre les risques d'obturation de l'orifice de régulation.

² Niveau de plus hautes eaux

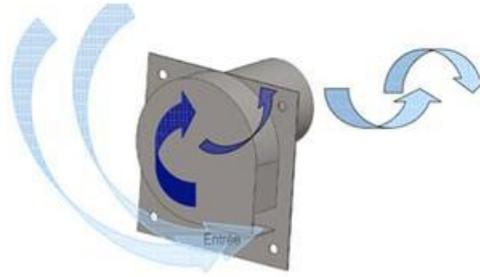
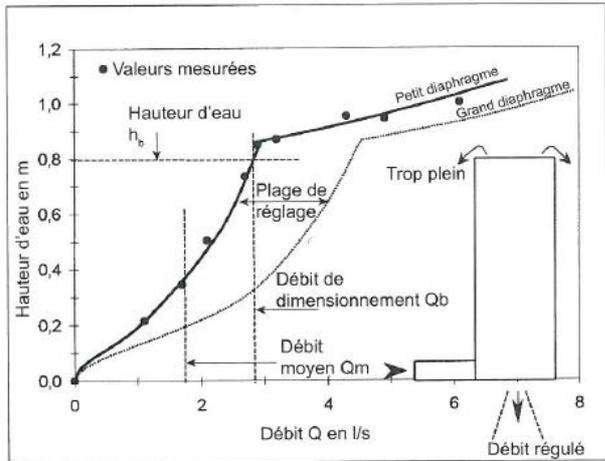


Figure 38 - Régulateur effet vortex pour faibles débits de fuite

Le synoptique d'assainissement et les coupes types sont présentées dans la Partie 7 du DLE.

4.4.2 GESTION DES EAUX DE RUISSELLEMENT – EVENEMENTS EXCEPTIONNELS

4.4.2.1 Au droit des ilots privés

Les ouvrages de rétention aériens devront disposer d'ouvrages de surverse qui permettront d'évacuer le débit généré par la zone de projet lors d'un événement trentennal.

La surverse devra être conçue de manière à éviter la sur-inondation des enjeux situés à l'aval.



4.4.2.2 Au droit des espaces publics

Lors des évènements d'occurrence supérieure à la trentennale, les ouvrages de rétention seront saturés.

Une partie des eaux continuera à transiter par les ouvrages de surverse des bassins enterrés et rejoindra le réseau public de collecte de EP au droit de l'avenue du Dr. Schweizer, dont le débit capable est estimé à 4 m³/s.

Une autre partie des eaux de ruissellement débordera par les grilles et par les avaloirs du réseau.

4.4.2.3 Calage des premiers planchers et des niveaux des accès aux sous-sols

Avec l'objectif de réduire la vulnérabilité des habitations vis-à-vis du risque inondation et selon les règles du PLU d'Aix-en-Provence, les premiers planchers seront surélevés selon les préconisations suivantes :

- Secteur bleu : premier plancher à PHE (Plus Hautes Eaux) +0.20m de la totalité de l'emprise du bâtiment
- Secteur jaune : premier plancher TN (Terrain Naturel) +0.20m de la totalité de l'emprise du bâtiment.

Concernant les parkings silos, chaque ouverture (entrée véhicules, piétons, etc) sera située à +0.50 m au-dessus du niveau NPHE. Les rampes d'accès des venues amont seront également protégées par le moyen des murets.

Les cartes des PHE au droit des différents bâtiments sont insérées en Annexes.

4.4.3 COMPENSATION DES REMBLAIS EN ZONE INONDABLE

Le volume total soustrait à la zone inondable est compensé par le décaissement du terrain au niveau des voies créées. Il s'agit d'un décaissement d'environ 30 cm sur une surface totale d'environ 2800 m², soit un linéaire de voirie d'environ 230 m (les voies de projets étant d'environ 12 m de largeur).

S'il s'avérait nécessaire, des dépressions dans les îlots pourront être demandées dans le cadre du règlement du lotissement.

A compléter avec les plans de décaissement.

5 MESURES D'ÉVITEMENT, DE RÉDUCTION ET DE COMPENSATION PHASE TRAVAUX

Les mesures préventives ou correctrices à mettre en place sont essentiellement liées à la préservation de la qualité du milieu aquatique, aux usages ou à la mise en place du chantier lui-même.

Dans tous les cas, la conduite normale du chantier et le respect des règles de l'art doivent être de nature à éviter tout déversement susceptible de polluer le sous-sol et les eaux superficielles.

D'une manière générale, il conviendra de prévoir des emplacements de stockage de matériaux sur les zones les moins vulnérables au ruissellement. Les éventuelles aires de stockage de produits polluants seront étanches.

Pour réduire les risques de pollution accidentelle, inhérent à tous travaux lourds, les entreprises respecteront les règles courantes de chantier :

- interdiction de tout entretien ou réparation mécanique sur l'aire du chantier,
- maintien en parfait état des engins intervenant sur le chantier,
- remplissage des réservoirs des engins de chantier avec des pompes à arrêt automatique,
- récupération des huiles usées de vidange et les liquides hydrauliques et évacuation au fur et à mesure dans des réservoirs étanches, conformément à la législation en vigueur,
- interdiction de stocker sur le site des hydrocarbures ou des produits polluants susceptibles de contaminer la nappe souterraine et les eaux superficielles,
- interdiction de laisser tout produit, toxique ou polluant sur site en dehors des heures de travaux, évitant ainsi tout risque de dispersion nocturne, qu'elle soit d'origine criminelle (vandalisme) ou accidentelle (perturbation climatique, renversement),
- mise en œuvre des ouvrages de génie civil avec précaution : la pollution par des fleurs de béton sera réduite grâce à une bonne organisation du chantier lors du banchage et à l'exécution hors épisode pluvieux. Ces travaux seront réalisés hors d'eau.

Le site sera remis en état en fin de chaque période de chantier afin d'évacuer les matériaux et déchets de toutes sortes (dans un lieu approprié conforme à la réglementation en vigueur) dont ceux susceptibles de nuire à la qualité paysagère du site ou de créer ultérieurement une pollution physique ou chimique du milieu naturel.

Les itinéraires des engins de chantier seront organisés de façon à limiter les risques d'accident en zone sensible.

En cas de pollution accidentelle, les modalités de récupération et d'évacuation des substances polluantes seront adaptées en fonction de l'incident rencontré. De plus, ces modalités seront



manifestement supervisées par les pompiers, l'entreprise mettant alors ses moyens, en matériel notamment, à la disposition de ce service.

Après réception des travaux et dans un délai de 3 mois, le maître d'ouvrage adressera un plan de recollement des travaux au secrétariat de la MISE des Bouches-du-Rhône.

PROVISOIRE

6 COMPATIBILITE DU PROJET AVEC LES DOCUMENTS DE GESTION ET PROTECTION DE LA RESSOURCE EN EAU

La zone de projet est concernée par les outils de gestion et de planification suivants :

- La Directive Cadre sur l'Eau, dont les objectifs sont retranscrits dans le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux Rhône Méditerranée (SDAGE RM) ;
- Le SAGE de l'Arc et le Contrat de rivière de l'Arc ;
- Le PLU de la Commune d'Aix-en-Provence et la carte des risques d'inondation annexée ;
- Compatibilité du projet avec le PGRI du bassin Rhône-Méditerranée

6.1 COMPATIBILITE AVEC LE SDAGE 2016 - 2021

L'ensemble des paramètres définis dans ce document a été pris en compte dans l'élaboration même du projet : état des lieux du bassin, ensemble des problèmes et des enjeux relatifs à la qualité des eaux, aux ressources en eau, aux milieux aquatiques remarquables, etc....

Afin de juger de la compatibilité du projet avec les orientations fondamentales du SDAGE, celles-ci sont reprises ci-dessous et des réponses synthétiques renvoyant aux différentes pièces du présent dossier sont formulées dans le tableau ci-après :



Orientations SDAGE	Mesures du projet	Compatibilité avec le SDAGE
<ul style="list-style-type: none">○ Concrétiser la mise en œuvre du principe de non-dégradation des milieux aquatiques (orientation 2)○ Privilégier la prévention et les interventions à la source pour plus d'efficacité (orientation 1)○ Lutter contre les pollutions, en mettant la priorité sur les pollutions par les substances dangereuses et la protection de la santé (orientation 5)	<p><u>En phase d'exploitation :</u></p> <ul style="list-style-type: none">- Eaux souterraines : les eaux souterraines au droit de la zone de projet présentent une vulnérabilité forte ; afin de les protéger, les eaux pluviales ruisselant sur les voiries seront collectées par des bassins de rétention étanches avant rejet dans le réseau pluvial public.- Eaux superficielles : les eaux de ruissellement feront l'objet d'un traitement quantitatif et qualitatif avant rejet dans le réseau pluvial public ; ce traitement permettra notamment l'abattement des HAP, qui sont des substances considérées comme ubiquistes. <p><u>En phase travaux</u></p> <p>La mise en œuvre de mesures (cf. paragraphe 5) permettra d'éviter les risques pollution des eaux souterraines et superficielles.</p>	<p>Les réponses apportées dans ces analyses conduisent à définir une compatibilité du projet avec ces exigences du SDAGE.</p>



Orientations SDAGE	Mesures du projet	Compatibilité avec le SDAGE
<ul style="list-style-type: none">○ Préserver et restaurer le fonctionnement naturel des milieux aquatiques et des zones humides (orientation 6)○ Atteindre l'équilibre quantitatif en améliorant le partage de la ressource en eau et en anticipant l'avenir (orientation 7)○ Augmenter la sécurité des populations exposées aux inondations en tenant compte du fonctionnement naturel des cours d'eau (orientation 8)	<p>Le projet ne détruira aucune zone humide.</p> <p>Aucun prélèvement ne sera effectué dans les eaux souterraines ; les besoins en eau seront couverts à partir du réseau AEP public.</p> <p>Le risque inondation est pris en compte dans le cadre du projet : les volumes soustraits à la zone inondable seront compensés, les premiers planchers des bâtiments et les niveaux d'accès aux parkings seront calés en-dehors des niveaux inondables (selon les préconisations du PLU d'Aix-en-Provence – cf. 4.4.2.3°.</p>	<p>Les éléments techniques de gestion des écoulements répondent aux objectifs de gestion du risque et de respect des milieux naturels, préconisés par les orientations du SDAGE.</p>
<ul style="list-style-type: none">○ Prendre en compte les enjeux économiques et sociaux des politiques de l'eau et assurer une gestion durable des services publics d'eau et d'assainissement (orientation 3)○ Renforcer la gestion locale de l'eau par bassin versant et assurer la cohérence entre aménagement du territoire et gestion de l'eau (orientation 4)	<p>D'un point de vue technique, les bassins versants concernés par le projet ont été pris en compte dans le cadre d'une gestion globale des incidences et de la protection de la ressource en eau.</p> <p>La présente procédure au titre de la loi sur l'eau est soumise à l'instruction des services de l'Etat garants de la préservation des ressources en eau. Cette procédure constitue donc à la fois une opération de gestion locale et concertée, et une procédure d'information.</p>	<p>La cohérence du projet avec les enjeux environnementaux locaux est le témoin d'une démarche de gestion globale du projet faisant intervenir la concertation des différents acteurs. Cette démarche est en conformité avec les orientations du SDAGE.</p>

Le projet est compatible avec les orientations du SDAGE et l'est donc de fait avec la DCE.





6.2 COMPATIBILITE DU PROJET AVEC LE PGRI DU BASSIN RHONE-MEDITERRANEE

Le tableau suivant retranscrit les objectifs du PGRI applicables au projet et présente les éléments de justification de compatibilité du projet.

Tableau 33 - Compatibilité avec les objectifs du PGRI

Objectif du PGRI	Mesures applicables au projet (les mesures relevant strictement des collectivités ne sont pas reprises dans ce tableau).	Justification de la compatibilité
« Mieux prendre en compte le risque dans l'aménagement et maîtriser le coût des dommages liés à l'inondation »	D.1-3 Maîtriser le coût des dommages aux biens exposés en cas d'inondation en agissant sur leur vulnérabilité	Conformément à la réglementation, pour la sécurité des personnes, les premiers planchers des bâtiments projetés doivent être calés à la cote PHE (plus hautes eaux) pour la crue de référence augmentée d'une revanche de 20 cm. Conformément à la réglementation, les accès et émergences aux parkings des bâtiments projetés devront être calés à la cote PHE (plus hautes eaux) pour la crue de référence augmentée d'une revanche de 50 cm.
	D.1-5 Caractériser et gérer le risque lié aux installations à risque en zones inondables	L'ensemble immobilier ne constituera pas une Installation classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE).
	D.1-9 Renforcer la prise en compte du risque dans les projets d'aménagement	La prise en compte du risque inondation est effective dans le projet, dès la phase de conception. L'orientation des bâtiments projetés cherche à ne pas générer des nouveaux obstacles aux écoulements et la compensation des surfaces soustraites à la zone inondable est prévue.



Objectif du PGRI	Mesures applicables au projet (les mesures relevant strictement des collectivités ne sont pas reprises dans ce tableau).	Justification de la compatibilité
« Augmenter la sécurité des populations exposées aux inondations en tenant en compte du fonctionnement naturel des milieux aquatiques ».	D.2-13 Limiter l'exposition des enjeux protégés	La partie inondable de la parcelle du projet est principalement concernée par de l'aléa résiduel et de faible à modéré. Aucun des bâtis projetés n'est situé ou n'empiète dans une zone d'aléa fort.
	D.2-14 Assurer la performance des systèmes de protection	Le projet ne prévoit pas la création d'un ouvrage de protection.
	D.2-15 Garantir la pérennité des systèmes de protection	Le projet ne prévoit pas la création d'un ouvrage de protection.
« Améliorer la résilience des territoires exposés ».	Les mesures relatives à cet objectif sont applicables aux collectivités.	Sans objet.
« Organiser les acteurs et les compétences. »	Les mesures relatives à cet objectif sont applicables aux collectivités.	Sans objet.
« Développer la connaissance sur les phénomènes et les risques d'inondation »	Les mesures relatives à cet objectif sont applicables aux collectivités.	Sans objet.

6.3 COMPATIBILITE AVEC LE SAGE DE L'ARC ET CONTRAT DE RIVIERE

Le projet respectera l'état écologique et fonctionnel des milieux aquatiques en assurant la réduction à la source des flux de pollution (traitement des eaux de ruissellement routières avant rejet au milieu récepteur)

La gestion de l'assainissement des eaux pluviales proposée répond aux critères les plus contraignants parmi les documents de gestion et de protection de la ressource en eau, à savoir les prescriptions du SAGE de l'Arc, les documents d'urbanisme de la commune et aux préconisations de la Police de l'Eau des Bouches-du-Rhône en termes de gestion eaux pluviales.

Le projet prévoit la diminution des surfaces imperméabilisées, en accord avec la Disposition 10 du PAGD du SAGE, et la compensation de l'imperméabilisation en accord avec la Disposition 11.

Par ailleurs, la compensation des volumes soustraits à la zone inondable a été réalisée en considérant la Disposition 13 du SAGE de l'Arc.

Le projet est donc compatible avec le SAGE de l'Arc.

6.4 COMPATIBILITE AVEC LE PLU DE LA COMMUNE D'AIX-EN-PROVENCE

La zone de projet est classifiée comme zone UM par le PLU d'Aix-en-Provence. Il s'agit d'une zone qui a comme vocation d'optimiser le tissu urbain compte tenu de sa localisation privilégiée en termes de desserte et de proximité des équipements. Elle concerne un tissu urbain où les parcelles et les constructions sont sous-utilisées par rapport à leur environnement immédiat et permet d'optimiser le tissu existant sans changer la physionomie générale du quartier. Il s'agit de renformer le bâti existant en le complétant.

Le projet de renouvellement du secteur « Phares et Balises » dans le quartier d'Encagnane vise justement l'optimisation de l'occupation du sol vis-à-vis de l'environnement immédiat du quartier. Le projet a comme objectif de favoriser la diversification des fonctions urbaines et la mixité de l'habitat

Les préconisations du PLU concernant les projets situés en zone inondable sont bien pris en compte dans la conception du projet (calage des planchers, niveaux d'accès aux parkings, etc.).

Le projet est donc compatible avec le PLU d'Aix-en-Provence.



7 JUSTIFICATION DU PROJET

Le projet de renouvellement du quartier Encagnane est inscrit dans le Nouveau Programme National de Rénovation Urbaine (NPNRU).

Le projet permettra de :

- Désenclaver le secteur Phares et Balises en le connectant au reste du quartier ;
- Diversifier l'offre habitat ;
- Apporter de la qualité de vie et se protéger des nuisances de l'autoroute, avec des espaces verts structurants : merlon paysager, mise à distance des logements de l'autoroute, recomposition d'îlots constructibles ouverts intégrant des espaces verts et création d'espaces publics dans le respect de la charte paysagère ;
- Ouvrir le quartier d'Encagnane vers la Constance et la Fondation Vasarely par un traitement qualitatif et ambitieux des espaces publics, avec le parvis comme espace public majeur et articulé avec la passerelle ;



PIECE 6 – DOCUMENTS GRAPHIQUES

PROVISOIRE



PIECE 7 - ANNEXES

PROVISOIRE