



LA CIOTAT SHIPYARDS

46, Quai François MITTERRAND
13703 LA CIOTAT CEDEX

Département : Bouches-du-Rhône

Commune : La Ciotat

Lieu : Chantiers Navals

Nature du document

Étude hydraulique

Objet

Aménagement du Yachting Village



PRESTATAIRE



RÉFÉRENCES

N° dossier : 13021/04
Version : C
Date : 8 juillet 2019

RÉDACTEUR

V. DOUARRE

VÉRIFICATEUR

S. RIGAUD

APPROBATEUR

P. BOURRAS

Sommaire

CHAPITRE 1	Préambule	6
CHAPITRE 2	Collecte de données	8
2.1	Documents consultés	8
2.2	Investigations de terrain	8
CHAPITRE 3	Analyse hydrologique	9
3.1	Hydrographie	9
3.2	Données pluviométriques exploitées	10
3.2.1	Intensité pluviométrique	10
3.2.2	Pluie de projet double triangle dite de Desbordes	10
3.3	Bassins versants interceptés	12
3.4	Coefficients de ruissellements et débits de pointes	14
CHAPITRE 4	Modélisation hydraulique couplée 1D/2D	15
4.1	Choix du modèle hydraulique	15
4.2	Construction du modèle	15
4.2.1	Périmètre de modélisation	15
4.2.2	Modèle numérique de terrain et maillage	15
4.2.3	Linéaire de réseau pluvial modélisé	16
4.2.4	Conditions aux limites	16
CHAPITRE 5	Analyse de l'état actuel	17
5.1	Fonctionnement hydraulique actuel	17
5.1.1	Apports des BV amont	17
5.1.2	Ruissellement sur l'emprise projet	20
5.1.3	Situation à l'aval du projet	21
5.2	Débits débordés	21
CHAPITRE 6	Situation projetée	24
6.1	Principe de protection	24
6.2	Bassins versants en situation projetée	24
6.3	Assainissement pluvial du projet	25
6.4	Mesures d'accompagnement	25
6.5	Mesure compensatoire	28
6.6	Synthèse des aménagements hydrauliques	31
6.7	Comportement en crue centennale	31
6.8	Impact de l'opération sur l'inondabilité des chantiers navals	32

CHAPITRE 7	Traitement qualitatif des eaux pluviales	34
7.1	Evaluation des flux de polluants	34
7.2	Traitement proposé	36
7.3	Estimation des flux après traitement.....	38
7.4	Remarque	39
CHAPITRE 8	Conclusion.....	40
ANNEXES		42

Liste des figures

Figure 1 : Plan de localisation	6
Figure 2 : Périmètre du projet.....	7
Figure 3 : Localisation de l'exutoire des eaux issues du projet	9
Figure 4 : Exemple d'une pluie de projet double triangle de type Desbordes	11
Figure 5 : Bassins versants étudiés	13
Figure 6 : Photo du point d'entrée n°1.....	18
Figure 7 : Photo du point d'entrée n°2	18
Figure 8 : Photos du point d'entrée n°3.....	19
Figure 9 : Photo des points d'entrées secondaires.....	20
Figure 10 : Localisation des points d'entrée des eaux au projet.....	22
Figure 11 : Profil en long du réseau pluvial existant - T10 ans.....	23
Figure 12 : Localisation des débordements - État actuel - T10 ans	27
Figure 13 : Localisation des débordements - État projeté sans mesure compensatoire - T10 ans.....	27
Figure 14 : Plan du réseau pluvial projeté	29
Figure 15 : Situation projetée avec mesure compensatoire - Pluie T10ans	30
Figure 16 : Carte des hauteurs - État actuel - T100 ans	33
Figure 17 : Carte des hauteurs - État projeté avec mesures compensatoires - T100 ans.....	33
Figure 18 : Schéma de principe d'un décanteur-dépollueur	37
Figure 19 : Localisation de l'implantation du système de traitement qualitatif	38

Liste des tableaux

Tableau 1 : Paramètres de Montana – Station de Marignane (1960-2014).....	10
Tableau 2 : Paramètres retenus des pluies double triangle de type Desbordes.....	11
Tableau 3 : Caractéristiques des bassins versants à l'état actuel	12
Tableau 4 : Coefficients de ruissellement retenus et débits de pointe des bassins versants en état actuel	14
Tableau 5 : Débits et volumes d'inondation à l'état actuel – Périodes de retour T10 ans.....	21
Tableau 6 : Caractéristiques du BV projet à l'état projeté	24
Tableau 7 : Comparaison des débits et volumes ruisselés selon les différents états d'aménagement.	31
Tableau 8 : Débits et volumes d'inondation – Périodes de retour T100 ans.....	31
Tableau 9 : Fraction de polluants fixés au MES des eaux de ruissellement (Source : TRACTEBEL)	35
Tableau 10 : Comparaison des flux de polluant générés par le projet avec les seuils réglementaires.....	35
Tableau 11 : Coefficients multiplicateurs de l'indice Métox.....	36
Tableau 12 : Paramètres de dimensionnement de l'ouvrage de traitement qualitatif.....	37
Tableau 13 : Caractéristiques des ouvrages	37
Tableau 14 : Concentration estimée en polluants après traitement	39
Tableau 15 : Rubriques de la nomenclature concernées	40

Acronymes et abréviations

BV / SBV	Bassin versant / Sous bassin versant
Cr	Coefficient de ruissellement
DBO5	Demande biologique en oxygène sur 5 jours
DCO	Demande chimique en oxygène
EP	Eau(x) pluviale(s)
Fe	Fil d'eau
MES	Matières en suspension
MNT	Modèle numérique de terrain
PLCH	Plus long cheminement hydraulique
Q100 ans	Débit de période de retour 100 ans
T100 ans	Période de retour de l'évènement, 100 ans
TN	Terrain naturel

CHAPITRE 1 PREAMBULE

La Ciotat Shipyards projette la création d'un village d'entreprises tourné vers le yachting sur un espace de 3,7 ha au sein des chantiers navals de La Ciotat. Cet espace sera dédié majoritairement à reloger dans des locaux neufs et adaptés des entreprises déjà implantées sur les chantiers navals de La Ciotat.

Ce projet, réfléchi depuis 10 ans, s'inscrit sur une friche industrielle indépendante de tout autre projet d'aménagement des chantiers navals. Il intègre la conservation de 3 éléments patrimoniaux présents actuellement sur le site : la Nef de transit, la Nef de Fabrication et une Cintreuse.

En vue de cette réhabilitation, une étude hydraulique est nécessaire afin d'identifier le risque inondation encouru par l'opération et de proposer des aménagements pour assurer l'assainissement pluvial du projet.

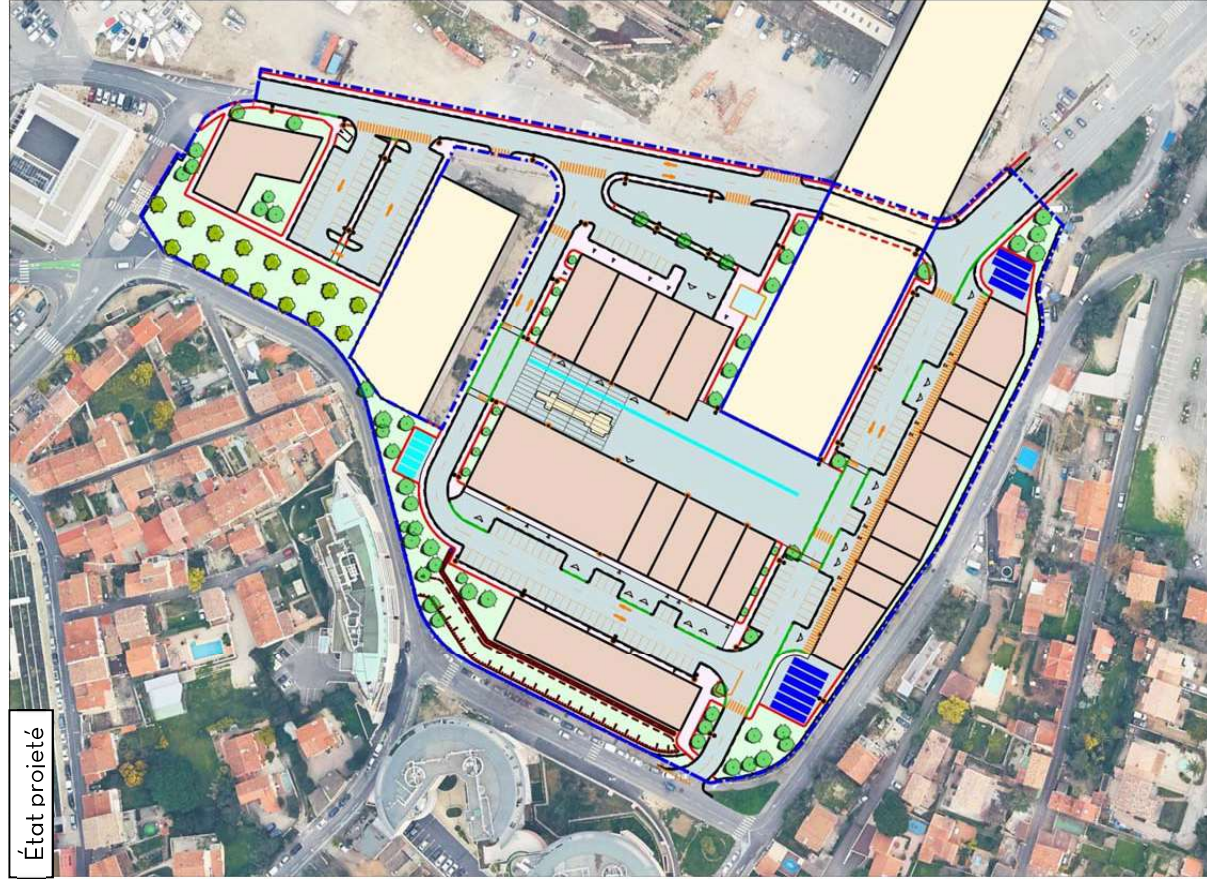
Figure 1 : Plan de localisation



Dans un souci de cohérence, plusieurs hypothèses de calcul sont reprises de l'étude hydraulique menée par les bureaux d'études CEREG-TRACTEBEL dans le cadre de l'élaboration du dossier de Demande d'Autorisation Environnementale au titre du Code de l'Environnement, relatif à la réalisation d'une plateforme de réparation pour méga-yach de 4000 tonnes, en cours d'instruction auprès des services de l'Etat.

La source de l'information est précisée pour chaque document.

Figure 2 : Périmètre du projet



CHAPITRE 2 COLLECTE DE DONNEES

2.1 Documents consultés

Dans le cadre de la mission, plusieurs documents ont été exploités :

- Note hydraulique du projet Plateforme 4000T - TRACTEBEL - 2018
- Étude d'impact du projet plateforme 4000T - TRACTEBEL - Avril 2019
- Plan des réseaux humides - Phase études préliminaires - OPSIA Méditerranée - 2018
- Plan topographique d'état des lieux initial - Phase études préliminaires - OPSIA Méditerranée - 2018

2.2 Investigations de terrain

Les investigations de terrain ont consisté en :

- l'identification du réseau pluvial de la zone d'étude au sens large et la définition des bassins versants mis en jeux ;
- l'identification des superficies à l'amont dont les eaux sont susceptibles de ruisseler sur l'emprise de l'opération, ainsi que les points de pénétration des eaux sur le projet ;
- l'identification des levés topographiques à réaliser et nécessaires pour modéliser les écoulements de crue au droit du projet ;

CHAPITRE 3 ANALYSE HYDROLOGIQUE

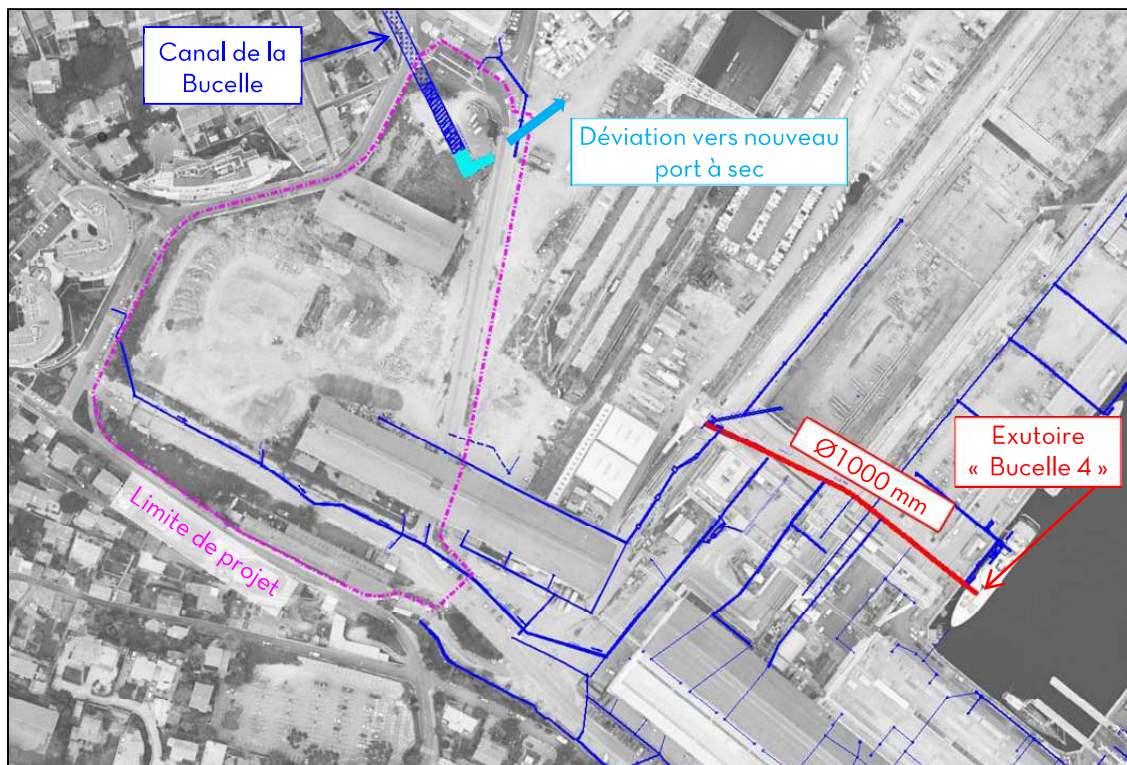
3.1 Hydrographie

La zone de projet s'inscrit dans le bassin versant du ruisseau de la Bucelle.

Le ruisseau prend sa source au lieu-dit de « La Grande Tête ». Après un parcours de 2 km, le ruisseau devient canalisé. Le canal de la Bucelle possède 2 exutoires dans le Vieux Port. Il se poursuit vers le sud et recoupe le nord de la zone de projet avant de rejoindre un troisième exutoire au droit du nouveau port à sec.

Actuellement, une partie des eaux pluviales s'écoulant sur la zone de projet sont drainées par un réseau pluvial trouvant son exutoire dans la grande darse des chantiers navals. L'exutoire en question est correspondant au déversoir d'orage de la Bucelle (nommé « Bucelle 4 »), abandonné pour la création de la plateforme d'accueil des mégayachts. Cette conduite est une buse Ø1000 mm.

Figure 3 : Localisation de l'exutoire des eaux issues du projet



3.2 Données pluviométriques exploitées

3.2.1 Intensité pluviométrique

L'estimation des débits ruisselés repose sur l'application de formules fondées sur la pluviométrie locale.

Le temps de concentration des bassins versants étudiés étant très inférieur à 24 heures, l'estimation des débits de pointe durant un violent orage, nécessite une analyse de la pluviométrie locale, **à des pas de temps inférieurs à 24 heures** (données pluviographiques).

Par soucis de cohérence, la pluviométrie retenue est reprise de la note hydraulique réalisée par les bureaux d'études CEREG-TRACTEBEL.

Elle est déterminée par la loi de Montana :

$$I(T, t_c) = a(T) t_c^{-b(T)}$$

avec :

$I(T, t_c)$	= intensité de la pluie (mm/h)
$a(T)$ et $b(T)$	= coefficients de Montana pour la période de retour T
t_c	= temps de concentration du bassin versant étudié (h)

Les paramètres a et b de la formule de Montana traduisent l'intensité des pluies de projet en fonction de la période de retour statistique de l'intempérie.

Tableau 1 : Paramètres de Montana - Station de Marignane (1960-2014)

Marignane	6'<d<2h		2h<d<6h	
1960 - 2014	a	b	a	b
5 ans	34.96	0.48	38.80	0.766
10 ans	43.54	0.445	48.74	0.766
20 ans	53.12	0.407	59.88	0.761
30 ans	59.11	0.384	67.10	0.759
50 ans	67.64	0.354	77.20	0.754
100 ans	80.42	0.311	92.50	0.746

3.2.2 Pluie de projet double triangle dite de Desbordes

L'estimation des débits de ruissellement repose sur une méthode de transformation pluie/débit construite à partir d'une pluie de projet.

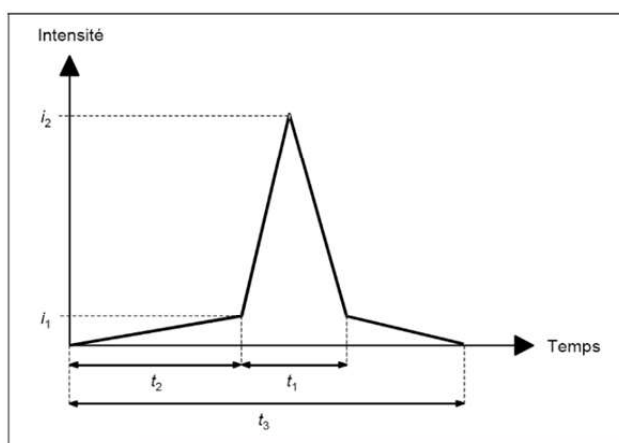
L'application de la pluie de Desbordes est particulièrement adaptée aux petits bassins versants. Sa forme de double triangle fournit des formes d'hydrogrammes et des valeurs de débit maximum peu sensibles à des erreurs sur le paramètre principal du modèle de ruissellement : le *lag time*.

La construction de la pluie de Desbordes s'appuie sur les paramètres de pic intense, pluie globale et position du pic intense dans l'évènement pluvieux global. Le ruissellement maximum est produit par le pic intense qu'il est nécessaire de placer dans la construction de la pluie de façon à simuler une situation pénalisante. La pluie globale est d'ordre secondaire.

Cette pluie de projet est entièrement définie par cinq paramètres :

- la durée de la période de pluie intense : t_1 . Sa valeur varie de 15 minutes à 1 heure en fonction de la taille des bassins versants étudiés. Les courtes durées sont pénalisantes sur les petits bassins versants ;
- la durée totale t_3 . Dans 60 % des cas, t_3 est inférieure ou égale à 4 h ;
- la position de la pointe d'intensité par rapport au début de la pluie. Les études menées par Desbordes montrent que les positions au 2/4 ou 3/4 sont sécuritaires.
- l'intensité atteinte au début de la période intense : i_1 ;
- l'intensité maximale atteinte pendant la période intense : i_2 .

Figure 4 : Exemple d'une pluie de projet double triangle de type Desbordes



Par souci de sécurité, seront retenues :

- une durée intense (t_1) de 15 minutes
- une durée totale de pluie (t_3) égale à 120 minutes
- une position du pic intense au 3/4

Tableau 2 : Paramètres retenus des pluies double triangle de type Desbordes

Paramètres	Période de retour	
	T10 ans	T100 ans
Hauteur durant le pic intense (mm)	20	31
Hauteur totale (mm)	57	110

3.3 Bassins versants interceptés

La **délimitation des bassins versants** identifiés dans l'étude hydraulique CERE-TRACTEBEL (cf. annexe 1) **est adaptée et affinée** au zonage du projet de Yachting Village à partir des levés topographiques et des investigations de terrain. Leur dénomination est conservée :

■ L'emprise de projet concerne :

- Le **BV10** dans son intégralité
- 91 % du **BV11** soit 2,61 ha.

Pour les besoins de la modélisation hydraulique, le BV11 est subdivisé en **BV11-A et BV11-B**.

■ Le projet intercepte également plusieurs bassins versants urbains :

- 68 % du BV6 soit 1,47 ha.

Pour les besoins de la modélisation hydraulique, le BV6 est subdivisé en **BV6-A et BV6-B**.

- L'intégralité du **BV7**
- 98 % du **BV8**, soit 21,12 ha.

Ce bassin versant provoque l'entrée d'eau sur la zone de projet en 3 points majeurs. Pour les besoins de l'étude, le BV8 est subdivisé en 3 sous bassins versants : **BV8-A, BV8-B et BV8-C**.

■ Une superficie mineure de 1700 m² de la zone de projet, située au nord, n'est pas interceptée par les BV identifiées. La topographie actuelle provoque le ruissellement des eaux vers le port à sec.

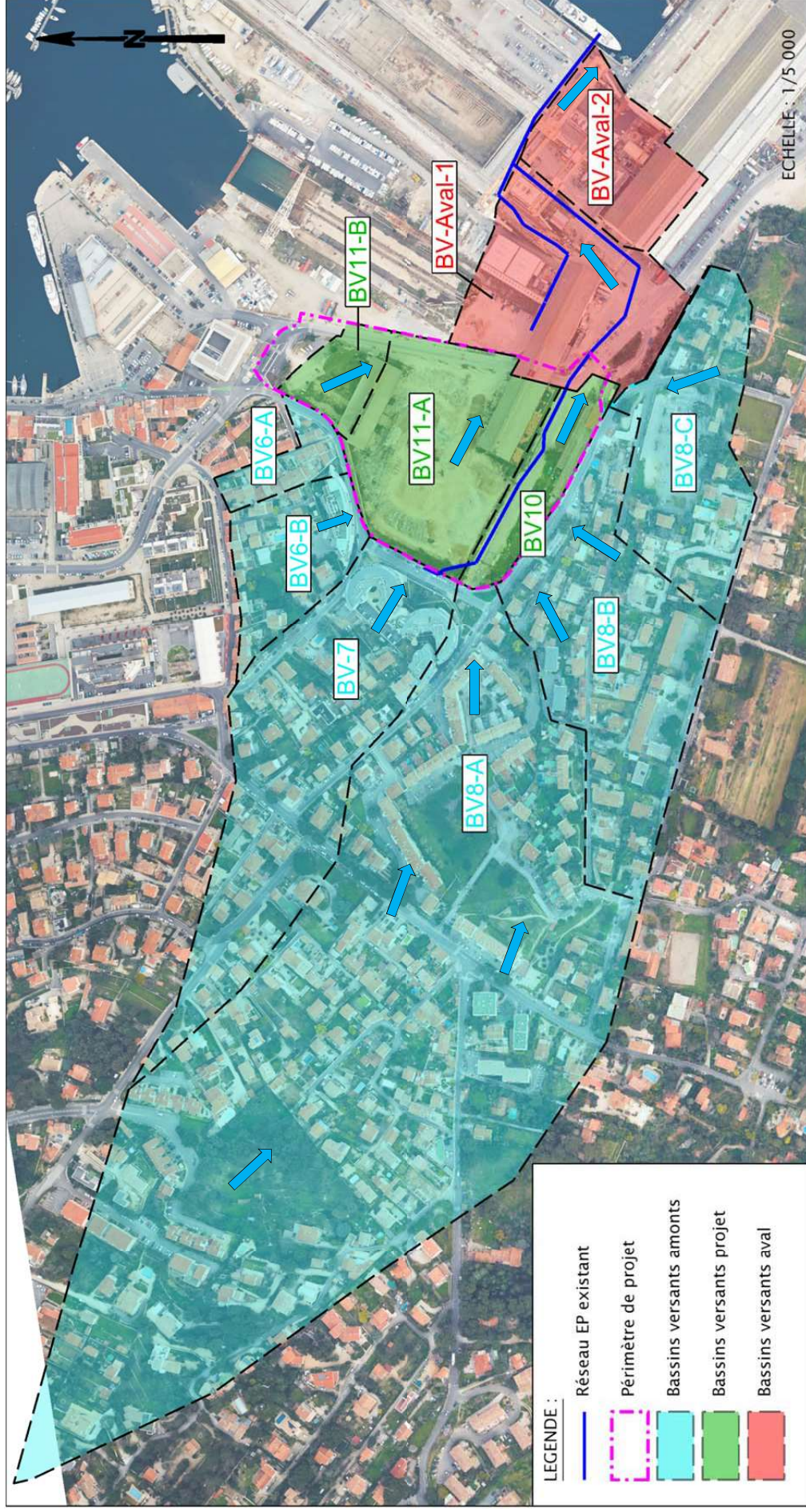
Afin de s'assurer de l'innocuité de l'opération, l'incidence hydraulique des aménagements est étudiée jusqu'à l'exutoire en mer de son réseau pluvial. Dans ce cadre, deux bassins versants complémentaires sont étudiés : **BV-Aval-1** et **BV-Aval-2**. Ces derniers ne sont pas issus de l'étude TRACTEBEL mais de l'analyse OPSIA.

Les caractéristiques des BV sont les suivantes :

Tableau 3 : Caractéristiques des bassins versants à l'état actuel

Paramètres		Surface (ha)	PLCH (m)	Pente (%)	Temps de concentration (h)
Bassins versants interceptés	BV6-A	0,4	80	6,0	0,1
	BV6-B	1,07	110	6,0	0,1
	BV7	3,75	510	10,0	0,1
	BV8-A	15,71	900	10,0	0,15
	BV8-B	3,35	330	10,0	0,1
	BV8-C	2,06	200	10,0	0,1
Bassins versants projet	BV10	0,72	180	2,0	0,1
	BV11-A	2,17	160	1,0	0,1
	BV11-B	0,44	90	1,0	0,1
Bassins versants aval	BV-Aval-1	2,06	230	1,0	0,1
	BV-Aval-2	1,37	180	1,0	0,1

Figure 5 : Bassins versants étudiés



3.4 Coefficients de ruissellements et débits de pointes

Les coefficients de ruissellement des bassins versants sont repris pour la majorité de l'étude TRACTEBEL (cf. Tableau 4 de l'annexe 2).

Les coefficients des BV8-A, BV8-B et BV8-C sont réajustés par rapport à ceux du BV8, par pondération des types d'occupation des sols de chacun des 3 bassins versants.

Les coefficients correspondants à la « zone portuaire imperméabilisée » (Tableau 3 de l'annexe 2) sont appliqués pour les BV-Aval-1 et BV-Aval-2.

Tableau 4 : Coefficients de ruissellement retenus et débits de pointe des bassins versants en état actuel

Paramètres		Surface (ha)	Coefficient de ruissellement (%)		Débits de pointe (m ³ /s)	
			T10 ans	T100ans	T10 ans	T100ans
Bassins versants interceptés	BV6-A	0,4	50	65	0,12	0,17
	BV6-B	1,07	50	65	0,32	0,44
	BV7	3,75	50	65	0,77	1,35
	BV8-A	15,71	50	65	1,30	2,81
	BV8-B	3,35	54	67	0,48	0,95
	BV8-C	2,06	80	90	0,40	0,71
Bassins versants projet	BV10	0,72	95	100	0,22	0,31
	BV11-A	2,17	80	90	0,65	0,91
	BV11-B	0,44	80	90	0,13	0,18
Bassins versants aval	BV-Aval-1	2,06	95	100	0,58	0,83
	BV-Aval-2	1,37	95	100	0,39	0,55

CHAPITRE 4 MODELISATION HYDRAULIQUE COUPLEE 1D/2D

4.1 Choix du modèle hydraulique

La modélisation de l'inondabilité du site de projet par ruissellement est réalisée à l'aide du logiciel PCSWMM 2017 EU 2D.

Ce logiciel de modélisation permet notamment d'établir les débits de ruissellement de bassins versants, le diagnostic des réseaux pluviaux, le remplissage des zones d'écrêtement de crue, les tests d'aménagement, (dilatation et modification du profil des réseaux, création de dispositif de rétention...).

Un modèle couplée 1D/2D est réalisée. Le modèle 1D permet en effet de simuler le comportement des réseaux pluviaux (débit et capacités des canalisations enterrées, des fossés, etc.), tandis que le modèle 2D permet de simuler l'emprise des ruissellements de surface et des zones inondables. Le couplage 1D/2D permet de simuler les échanges d'eaux entre les 2 modèles et donc de représenter plus précisément la réalité.

4.2 Construction du modèle

4.2.1 Périmètre de modélisation

La modélisation 2D s'étend sur l'intégralité du projet, augmenté de l'avenue Victor Giraud et de l'avenue des Calanques, où convergent les eaux de ruissellements des bassins versants amont.

A l'aval du projet, seul le réseau pluvial principal est modélisé (modèle 1D).

4.2.2 Modèle numérique de terrain et maillage

Un **modèle numérique de terrain (MNT)** du périmètre est réalisé.

Les données LIDAR employées pour sa réalisation sont issues d'une campagne réalisée en 2018 par le Cabinet de géomètres-experts OPSIA.

A partir du MNT, le maillage du modèle est fixé à une résolution de 2 m en plan et de moins de 5 cm en altimétrie.

La rugosité attribuée aux mailles (coefficient de Manning-Strickler) est établie en fonction du type d'occupation des sols en situation actuelle et projeté :

- Friche actuelle : $K = 30$
- Voirie : $K=40$

Les haldes présentes actuellement sur site et les futurs bâtiments sont modélisés en tant qu'obstructions aux ruissellements, forçant leur contournement et permettant la mise en jeu d'éventuels axes d'écoulement.

4.2.3 Linéaire de réseau pluvial modélisé

Le modèle 1D est réalisé sur la base du relevé des réseaux existants. Le linéaire modélisé est celui du réseau principal traversant la zone de projet depuis l'avenue Giraud, jusqu'à l'exutoire de la Grande Darse. La longueur modélisée est de 570 m.

Les déversements d'eaux par-delà les murs bahut (cf. *Point d'entrée n°1*, § 5.1.1) sont modélisés par une loi de seuil.

4.2.4 Conditions aux limites

■ Conditions amont

Les hydrogrammes d'entrées dans le modèle sont issus de l'analyse hydrologique des bassins versants réalisée précédemment.

Les scénarios de crue sont réalisés pour les débits de période de retour T10 ans et T100 ans.

■ Conditions aval

Le réseau pluvial existant de l'opération trouve son exutoire dans la Grande Darse. Le modèle est influencé par la cote d'eau dans la canalisation exutoire Ø1000mm.

Le fil d'eau de la canalisation est à -0,62 mNGF, pour une cote d'eau à 0 mNGF, soit un remplissage fixe de 60 % de la canalisation.

CHAPITRE 5 ANALYSE DE L'ETAT ACTUEL

5.1 Fonctionnement hydraulique actuel

Il apparaît dès la pluie d'occurrence décennale des inondations par ruissellement de surface sur l'emprise du projet à l'état actuel.

Ce phénomène s'explique notamment par 2 caractéristiques principales :

- Un apport en débit ruisselé important issu des bassins versants urbains interceptés ;
- Le sous-dimensionnement des réseaux pluviaux existants sur l'emprise de l'opération face à ces débits.

5.1.1 Apports des BV amont

Avant leur pénétration sur l'emprise de projet, les eaux de ruissellement des BV amont se concentrent sur l'avenue Victor Giraud, pour les BV6-A, BV6-B et BV-7, et sur l'avenue des Calanques pour les BV8-B, et BV-8C. Concernant le BV8-A, la topographie au droit du croisement entre l'avenue Victor Giraud et l'avenue des Calanques provoque la répartition des eaux du BV8-A vers les 2 avenues.

Des murs de clôture au nord, et des murs bahut à l'ouest et au sud empêchent les eaux de pénétrer directement sur l'emprise de projet.

On distingue ainsi **3 points d'entrées** des eaux issues des BV amont sur l'emprise de projet (cf. Figure 10) :

- **Point d'entrée n°1** : L'avenue Victor Giraud présente un point bas vers lequel les eaux des BV6-A, BV6-B, BV7 et une partie des eaux du BV8-A se concentrent. Des avaloirs pluviaux sont présents sur la voirie. Ils constituent le point de départ du réseau pluvial traversant le projet. Le diamètre du réseau est de 400 mm, et passe directement en Ø300 mm sur l'emprise du projet. Puis le réseau se dilate à nouveau au fur et à mesure de son cheminement vers son exutoire.

Le faible diamètre à l'amont du réseau provoque rapidement la saturation de celui-ci. Il en résulte une montée en haut sur la voirie. Au droit du point bas, la topographie de l'avenue présente une forte différence altimétrique (delta z de 1,0 m sur 25,0 m de distance).

La voirie agit telle une cuvette de rétention (cf. Figure 12) et monte en charge jusqu'au déversement théorique des eaux au-delà du mur bahut, vers la zone de projet.

La durée totale de déversement est de 40 min. Le débit de pointe déversé est de 115 l/s.

Une fois l'épisode pluvieux passé, le réseau pluvial résorbe lentement les eaux stockées sur la voirie.

Figure 6 : Photo du point d'entrée n°1



- **Point d'entrée n°2** : Le cheminement des ruissellements du BV8-A se répartit entre l'avenue Victor Giraud et l'avenue des Calanques. La partie des ruissellements empruntant l'avenue Giraud se dirigent ensuite vers une entrée véhicules des chantiers navals, qui constitue le point d'entrée n°2.

Figure 7 : Photo du point d'entrée n°2



- **Point d'entrée n°3** : L'avenue des Calanques présente un point bas vers lequel se concentrent l'intégralité des ruissellements du BV8-B, une partie des eaux du BV8-A et une partie des eaux du BV8-C (cf. ci-dessous).

Plusieurs grilles-avaloir sont disposées sous la voirie, connectées à un ouvrage pluvial renvoyant les eaux directement sur le terrain du projet, en contre-bas. L'**ouvrage de type arche** est conséquent : environ 1,0 m de largeur sur 1,30 m de hauteur. Lors des investigations de terrain, il est apparu un dépôt très important de sédiments, branchages et détritiques, provoquant l'obstruction partielle de l'ouvrage (obstruction sur 0,90 m de hauteur, sur toute la largeur).

Malgré la taille conséquente de l'ouvrage arche, un flaquage apparaît en ce point bas de la voirie. Ceci est dû alors à une capacité d'engouffrement des eaux des avaloirs insuffisante. Les

eaux parvenant jusqu'à ce point bas mettent du temps à s'évacuer via l'ouvrage. Pour la pluie décennale, celui-ci est utilisé à la moitié de sa capacité totale.

Ainsi, les eaux stagnent sur la voirie avant de se déverser sur le projet en contre-bas, une fois la cote de trottoir dépassée.

En résumé, au point d'entrée n°3, les eaux pénètrent sur l'emprise projet de 2 manières :

- via des avaloirs et un ouvrage pluvial sous voirie ;
- par déversement par-delà le trottoir vers le terrain en contre-bas.

Figure 8 : Photos du point d'entrée n°3

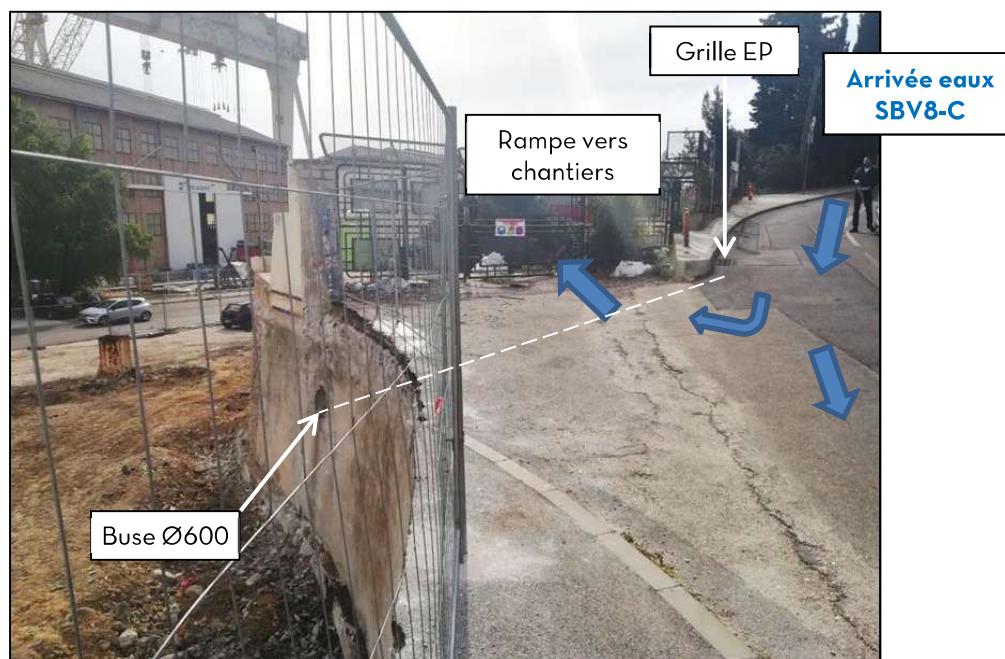


- Points d'entrée secondaires : Les chantiers navals disposent d'une entrée véhicules depuis l'avenue des Calanques. Une partie des ruissellements issus du SBV8-C cheminent via cette rampe d'accès et atteignent les terrains des chantiers navals, sans transiter par l'emprise de projet.

Il également a été identifié lors des investigations de terrain une grille pluviale avenue des Calanques au droit de ce point d'entrée d'eau sur les chantiers navals. Une buse Ø600 mm renvoyait initialement les eaux au droit de l'ancienne école de soudure. Les données récoltées

ne permettent pas de connaître le cheminement des eaux après ce point. Cette buse n'est pas représentée dans la modélisation de l'état actuel et l'on considère que les eaux ruissellent sur les voiries tel que présenté ci-dessus. Cette buse existante est cependant prise en compte dans les solutions proposées au Chapitre 6.

Figure 9 : Photo des points d'entrées secondaires



5.1.2 Ruissellement sur l'emprise projet

5.1.2.1 Ruissellements au BV10

Le BV10 présente un axe d'écoulement d'Ouest en Est, symbolisée par la voirie existante.

Une partie des eaux météoriques du BV10 sont captées par le réseau pluvial sous cette voirie. Ce réseau est rapidement saturé par les eaux captées au point d'entrée n°1, et par les ruissellements issus du point d'entrée n°2.

Les eaux issues du point d'entrée n°3 ruissellent en surface du BV10 jusqu'à rejoindre l'axe de la voirie, et participent à la saturation du réseau.

Finalement, une majeure partie du BV10 est soumise à inondation par ruissellement urbains. Excepté une poche au droit de l'ancienne école de soudure, la hauteur d'eau reste inférieure à 0,25 m sur le BV10 en pluie décennale.

5.1.2.2 Ruissellements au BV 11-A et BV11-B

Les eaux ruisselées au BV11-A et BV11-B ainsi que les eaux déversées par-delà le mur bahut au point d'entrée n°1 ruissellent sur l'emprise de terrain selon l'axe Ouest -Est. La voirie d'axe Nord-Sud traversant le projet agit comme un obstacle pour les ruissellements. Ceux-ci se contentent finalement au droit de la Nef de fabrication. Les eaux stagnent et atteignent une hauteur d'environ 25 cm avant de se déverser sur la voirie et vers l'aval.

5.1.3 Situation à l'aval du projet

Les ruissellements des BV-Aval-1 et BV-Aval-2 sont en partie interceptés par les réseaux pluviaux existant.

La simulation hydraulique réalisée fait apparaître la saturation du réseau principal dès la pluie décennale, sur la partie du linéaire dimensionné en Ø800mm. Les tronçons en Ø1000 mm en dernière partie de réseau ne sont saturés ni en pluie décennale, ni en pluie centennale.

Cette zone à l'aval du projet est donc également concernée par les inondations par ruissellement urbains :

- De par le trop-plein du réseau Ø800mm ;
- Et de par les ruissellements identifiés précédemment issus de la surface de projet.

Remarque : contrairement à la modélisation 1D/2D réalisée sur l'emprise projet, la modélisation à l'aval ne prend pas compte des échanges d'eau entre la surface et le réseau (modèle 1D uniquement).

Une cartographie est réalisée pour représenter les résultats de simulation et accompagner l'analyse hydraulique.

Une carte des hauteurs et une carte des vitesses des ruissellements urbains sont présentées pour chacune des occurrences T10 ans et T100 ans dans la suite du dossier. Les cartes des vitesses sont présentées en annexe 3.

5.2 Débits débordés

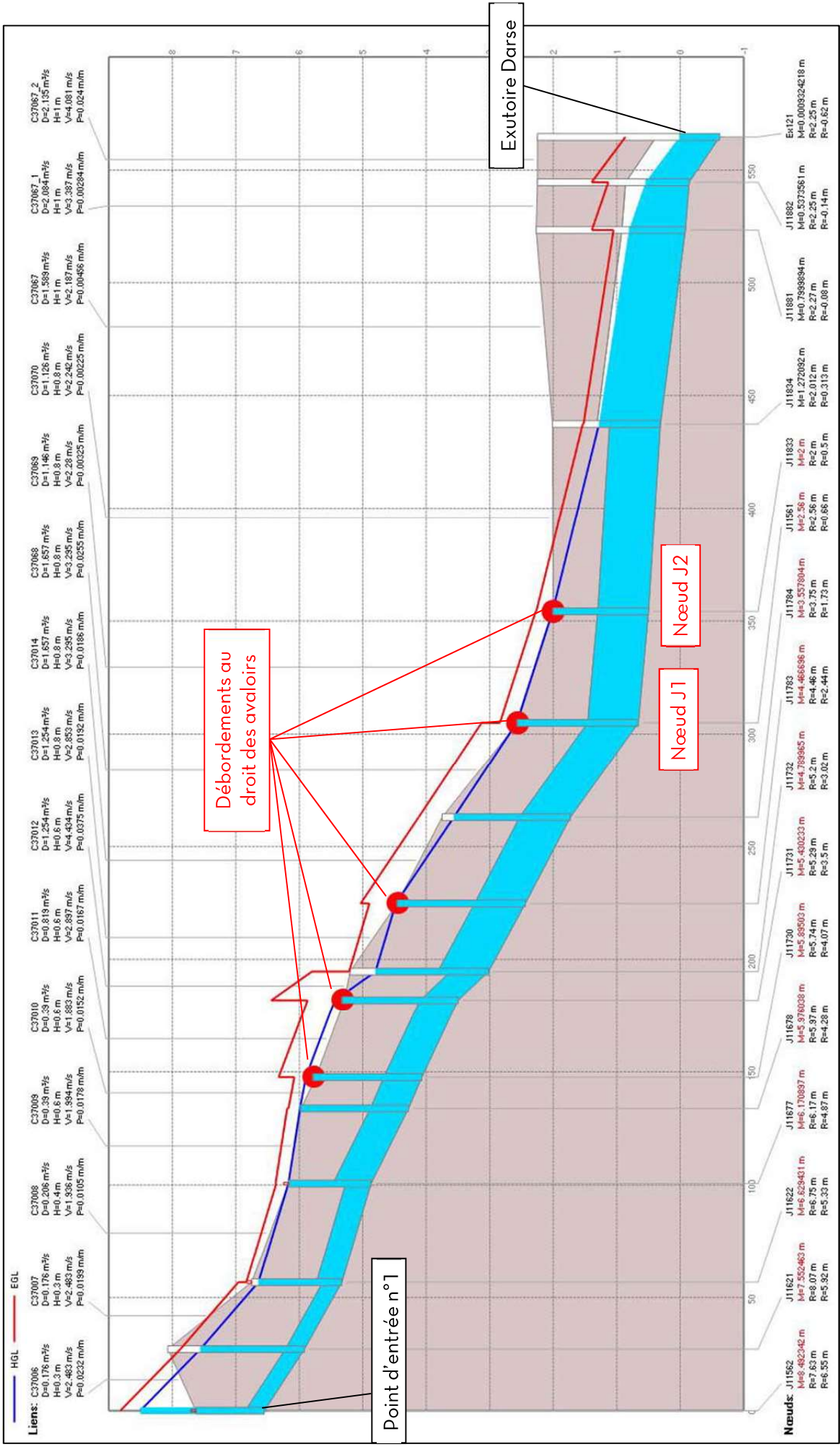
Tableau 5 : Débits et volumes d'inondation à l'état actuel - Périodes de retour T10 ans

Localisation		Occurrence T10 ans	
		Débit (m ³ /s)	Volume (m ³)
Débordements issus de la zone de projet	Nef-nord	0,71	1 420
	Nef-sud	0,60	560
Débordements secteur aval J1 + J2		0,65	480

Figure 10 : Localisation des points d'entrée des eaux au projet



Figure 11 : Profil en long du réseau pluvial existant - T10 ans



CHAPITRE 6 SITUATION PROJETEE

6.1 Principe de protection

Les aménagements hydrauliques prévus sont dimensionnés pour apporter le **niveau de protection décennal (T10 ans)** sur l'intégralité de l'emprise de projet.

Les aménagements sont conçus de façon à ne pas augmenter ni aggraver le volume des débordements pour les pluies supérieures à T10 ans et ce jusqu'à T100 ans.

6.2 Bassins versants en situation projetée

A l'état projet, les BV amont et BV aval restent identiques. Seul le BV projet est modifié par les aménagements réalisés.

Les caractéristiques du BV projet en situation aménagé sont les suivantes :

Tableau 6 : Caractéristiques du BV projet à l'état projeté

Paramètres		BV projet à l'état aménagé
Surface totale (ha)		3,7
Répartition des surfaces (m ²)	Toitures	1,26
	Voiries	1,36
	Allées piétonnes	0,45
	Espaces verts pleine terre	0,63
Imperméabilisation totale	Surface (m ²)	3,07
	Taux (%)	83
PLCH (m)		200
Pente moy. (%)		1,2
Temps de concentration (h)		0,1
Coefficient de ruissellement(%)	T10 ans	80
	T100 ans	90
Débits de pointe (m ³ /s)	T10 ans	1,00
	T100 ans	1,43

6.3 Assainissement pluvial du projet

L'assainissement pluvial du projet consiste en la mise en œuvre de nouveaux réseaux de canalisations enterrées et au remplacement du réseau principal existant.

Les buses à mettre en œuvre varient du Ø600mm au Ø1000mm. Le dimensionnement est réalisé en considérant des buses en **béton**. Des caniveaux et grilles permettront d'intercepter les eaux pluviales et de les renvoyer au réseau souterrain.

■ Réseau principal

La branche principale du réseau existant sera redimensionnée, déconnectée et détournée pour être raccordée au nord-est de la nef de Fabrication. Cette branche sera utilisée :

- D'une part pour le transit des eaux des BV amont (PE n°1 et PE n°2) ;
- D'autre part pour la collecte des eaux de toitures des bâtiments projetés et de la partie Ouest de la Nef de Fabrication, excepté des toitures de la Nef de Transit et du bâtiment « tertiaire 2 ».

■ Réseau décanteurs

Afin d'éviter le surcharge du système de traitement qualitatif mis en œuvre (décanteur-dépollueur, cf. Chapitre 7), un réseau uniquement dédié à la collecte des plateformes sera créé. Celui-ci interceptera donc les eaux issues des voiries, trottoirs et espaces verts. Pour des raisons techniques, les eaux issues des toitures de la Nef de Transit et du bâtiment « tertiaire 2 » seront également récupérées par ce réseau.

Ces eaux seront renvoyées aux décanteurs mis en place.

Ces deux réseaux se rejoindront à l'aval des décanteurs en un réseau unique, pour ensuite se repiquer sur le réseau Ø1000 existant à l'aval.

6.4 Mesures d'accompagnement

Les mesures d'accompagnement concernent la gestion des ruissellements urbains depuis l'amont du projet.

6.4.1.1 Points d'entrée n°1 et n°2

La branche du réseau principal fera transiter, tel qu'à l'état actuel, les eaux ruisselées issues des points d'entrée n°1 et n°2. Le redimensionnement du réseau permettra de faire transiter les débits décennaux. Ce principe devra être accompagné :

- De la **mise en œuvre de nouveaux avaloirs au droit du point bas de l'avenue Giraud, ainsi qu'une canalisation Ø600 mm** de pente minimum 2,3 % ou équivalent (2xØ600mm de pente 0,7 ou 1xØ800 mm de pente 0,7%) renvoyant les eaux au réseau principal précité.
- De la **mise en œuvre de 2 rangées de grilles-avaloirs en travers de la voirie** d'entrée depuis l'avenue Giraud (point d'entrée n°2)

6.4.1.2 Point d'entrée n°3

A l'état actuel, les eaux pénétrant sur le projet via le point d'entrée n°3 ruissellent à même le terrain et inondent celui-ci.

Le principe d'accompagnement est ici de créer un **canal bétonné à ciel ouvert** entre le futur bâtiment et le mur de soutènement de l'avenue des Calanques sur environ 100 ml. Ensuite, le canal passe en souterrain afin de rejoindre le réseau existant à l'aval. La dimension du canal est de 1,5 m de largeur sur 1,0 m de hauteur.

En cas de surverse des eaux par-delà le mur de soutènement de l'avenue des Calanques, les eaux seront interceptées par ce canal à ciel ouvert.

Par ailleurs, une descente d'eau vers le canal sera créée pour les rejets issus de la grille et buse existante (Ø600mm) interceptant les eaux du BV8-C.

Remarque : afin de garantir l'interception des eaux des BV amont par le canal créé, le réseau pluvial en partie public (avaloirs + arche) devra être régulièrement et correctement entretenu par les services compétents.

Remarque bis : A l'état projeté, des ruissellements sont toujours présents au sud de la Nef de Fabrication ($Q = 100 \text{ l/s}$). Il s'agit des eaux issues du BV8-C empruntant la rampe d'accès aux chantiers navals.

Figure 12: Localisation des débordements - État actuel - T10 ans

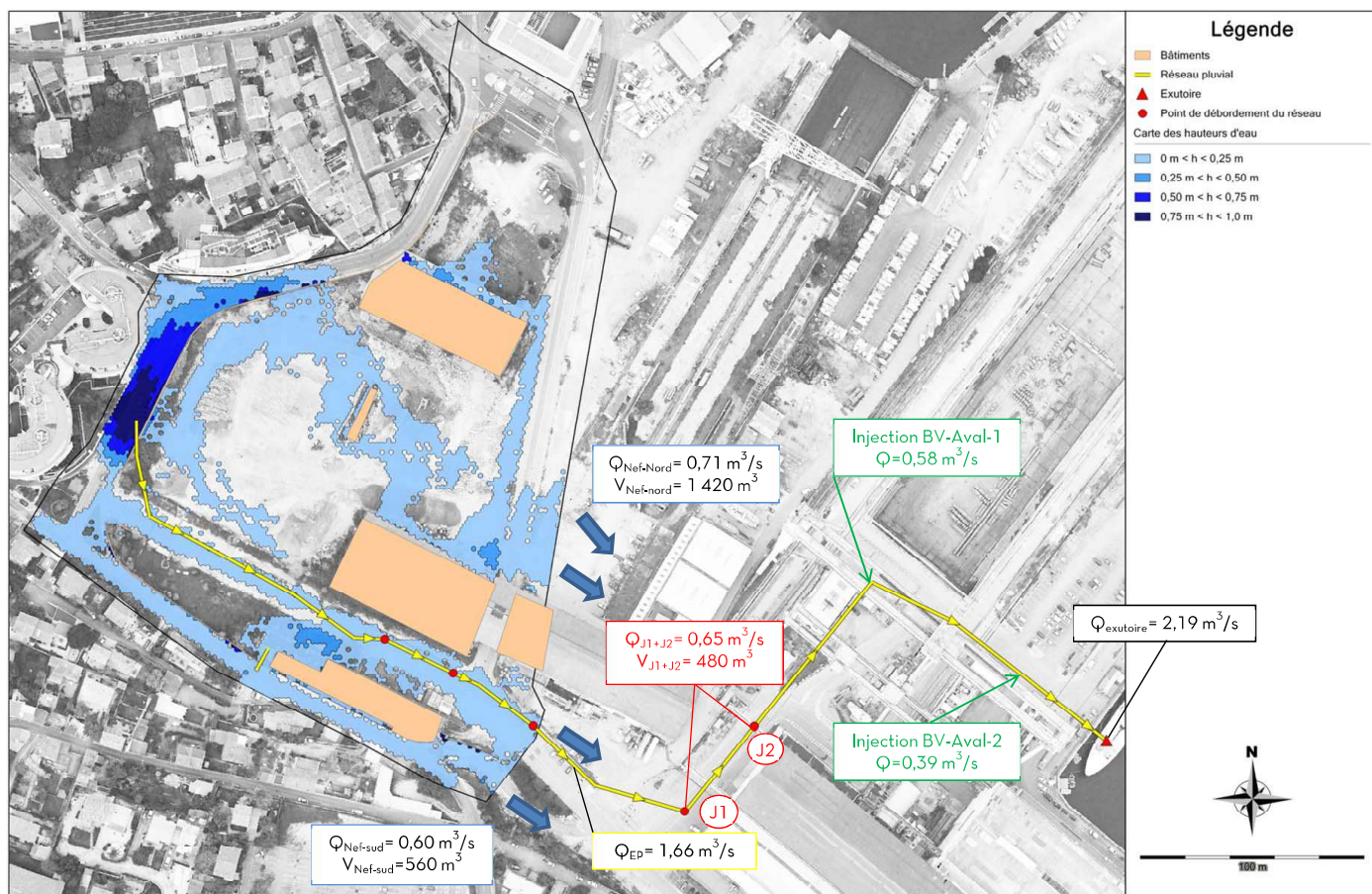
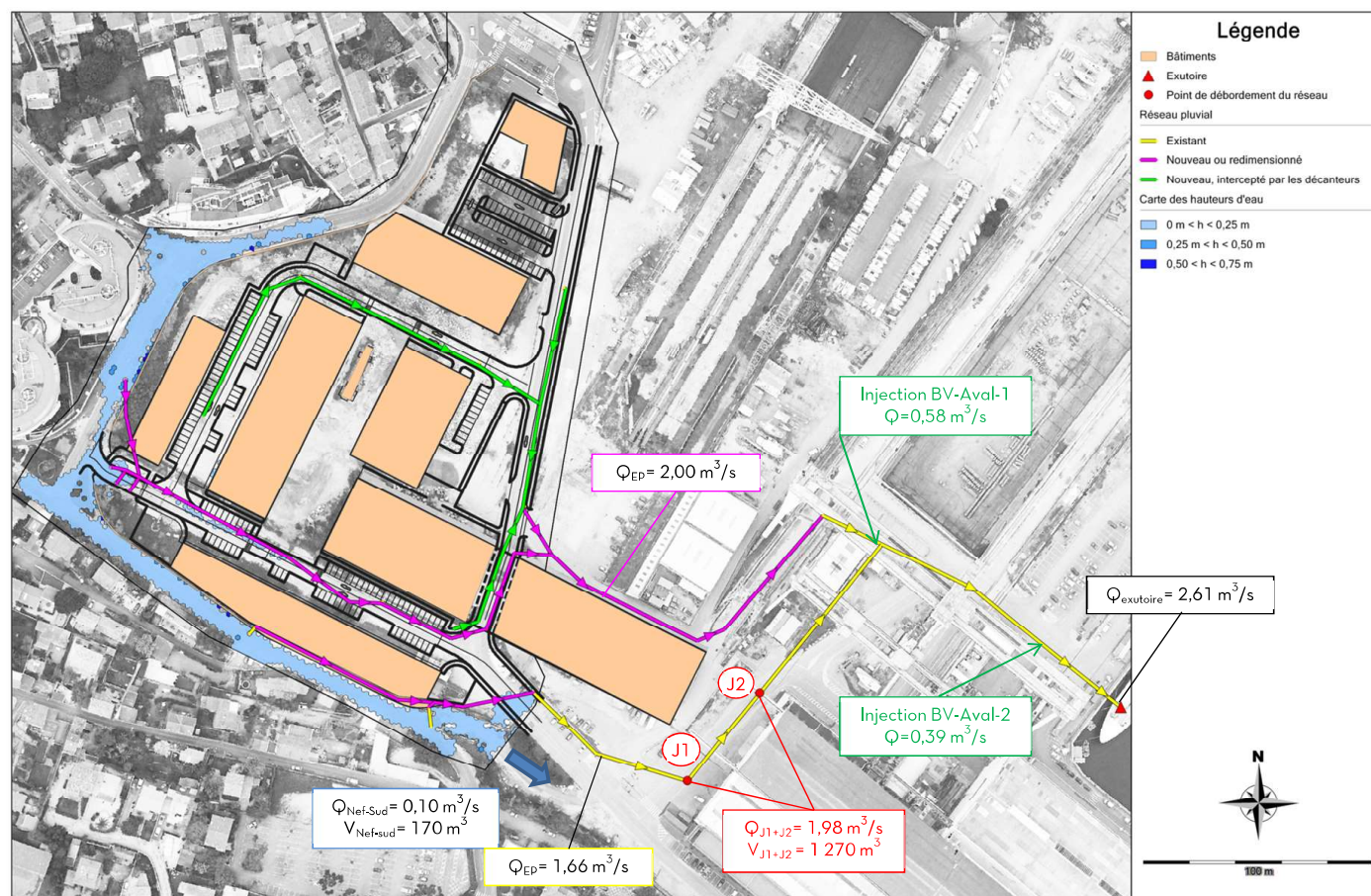


Figure 13: Localisation des débordements - État projeté sans mesure compensatoire - T10 ans



6.5 Mesure compensatoire

Les schémas en page précédente montrent que les aménagements pluviaux créés et les mesures d'accompagnement mises en place permettent d'obtenir un assainissement quantitatif des eaux pluviales de la zone de projet efficace : pour la période de retour T10 ans, les eaux des BV amont sont interceptées et aucun débordement sur la zone de projet ne se produit pour la période de retour T10 ans.

Les débordements au droit du Nord de la Nef de Fabrication sont résorbés.

Cependant, on observe au sud de la Nef, des débordements aux nœuds J1 et J2 pour des volumes supérieurs à l'état actuel.

Des mesures sont proposées pour compenser ce phénomène, afin de respecter le principe de non-aggravation hydraulique par rapport à l'actuel.

La mesure compensatoire consiste au **dédoublement du réseau aval**, dimensionné de façon à supprimer tout débordement à l'aval du projet, pour la période de retour T10 ans.

Un réseau Ø1000 mm béton, sur un linéaire de 200 m environ est nécessaire pour assurer cette fonction.

Figure 14 : Plan du réseau pluvial projeté

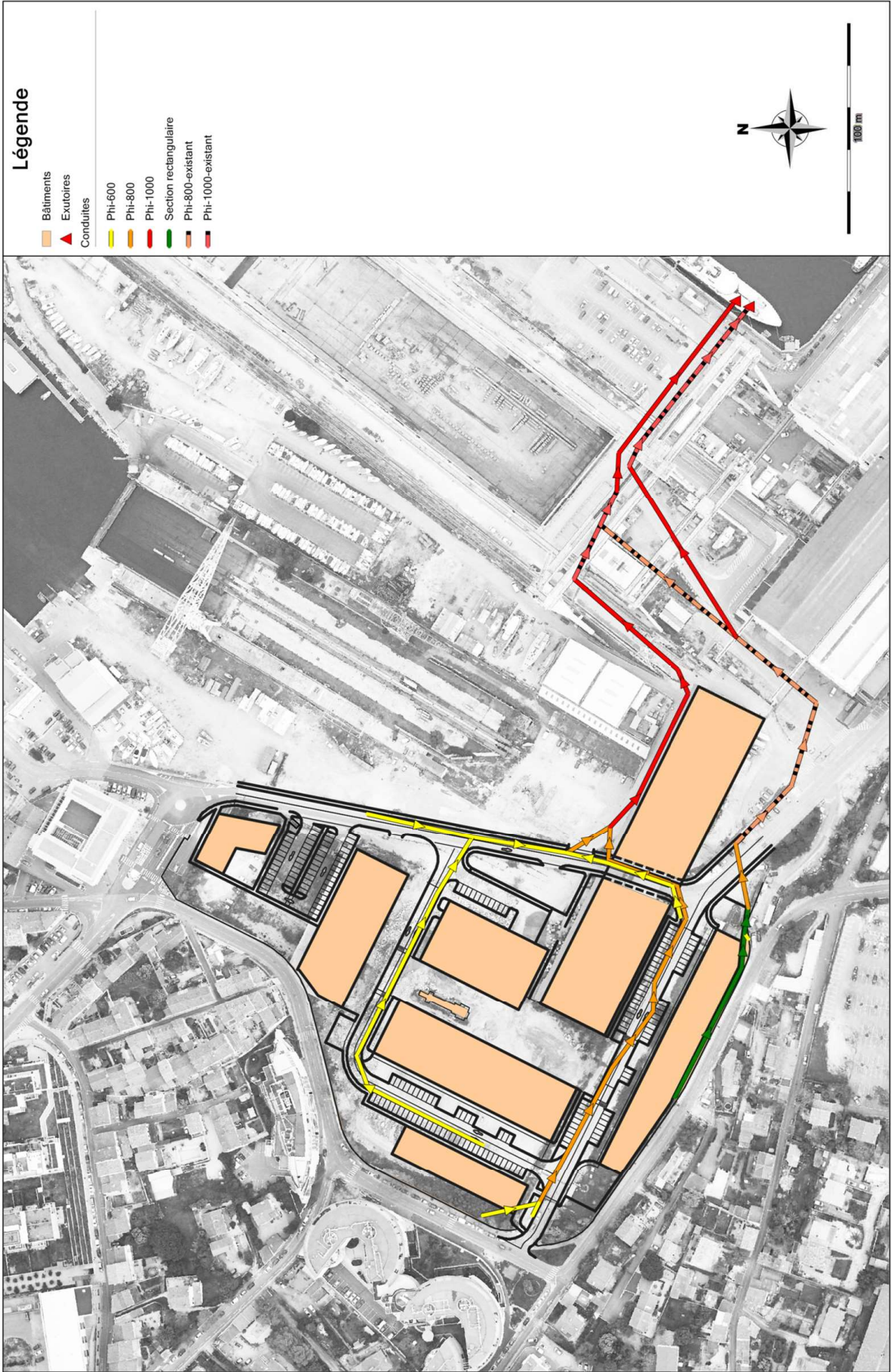
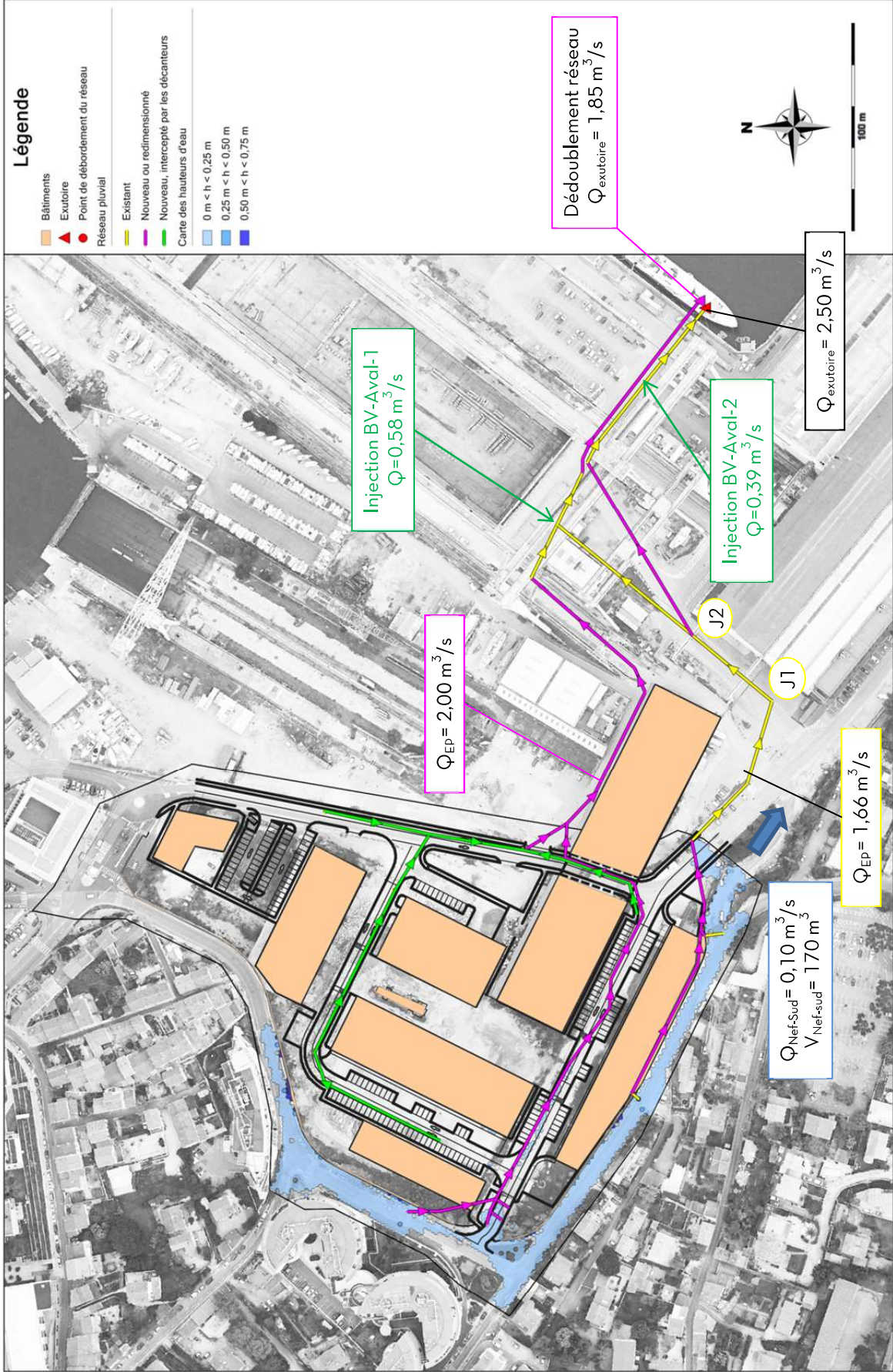


Figure 15 : Situation projetée avec mesure compensatoire - Pluie T10ans



6.6 Synthèse des aménagements hydrauliques

Le tableau ci-dessous synthétise les valeurs de débits de volumes débordés en fonction des simulations réalisées.

Tableau 7 : Comparaison des débits et volumes ruisselés selon les différents états d'aménagement.

État	Localisation	Occurrence T10 ans	
		Débit (m ³ /s)	Volume (m ³)
Actuel	Ruissellements Nef-nord	0,71	1 420
	Ruissellements Nef-sud	0,60	560
	Débordements secteur aval J1+J2	0,65	480
Projeté	Ruissellements Nef-nord	0	0
	Ruissellements Nef-sud	0,10	170
	Débordements secteur aval J1+J2	1,98	1 270
Projeté avec mesure compensatoire	Ruissellements Nef-nord	0	0
	Ruissellements Nef-sud	0,10	170
	Débordements secteur aval J1+J2	0	0

La mesure compensatoire permet de réduire la quasi-totalité des débordements du réseau EP pour la pluie T10 ans.

Tel que décrit précédemment, des ruissellements sont toujours présents au sud de la Nef de Fabrication (Q= 100 l/s). Il s'agit des eaux issues du BV8-C empruntant la rampe d'accès aux chantiers navals.

6.7 Comportement en crue centennale

Les simulations sont effectuées en période de crue T100 ans pour l'état actuel et pour l'état projeté avec mesure compensatoire.

Tableau 8 : Débits et volumes d'inondation – Périodes de retour T100 ans

Localisation		État actuel		État projeté avec mesure compensatoire	
		Débit (m ³ /s)	Volume (m ³)	Débit (m ³ /s)	Volume (m ³)
Débordements issus de la zone de projet	Nef-nord	2,37	5 050	0	0
	Nef-sud	3,00	4 000	0,83	780
Débordements secteur aval J1 + J2		1,34	3 640	0,50	500

6.8 Impact de l'opération sur l'inondabilité des chantiers navals

Les aménagements hydrauliques préconisés permettent de supprimer les débordements qui inondent actuellement le secteur en aval de la zone de projet, ce jusqu'à une pluie de période de retour décennale.

Pour les périodes de retour supérieures, des débordements sont conservés, mais très fortement réduits par rapport à l'état initial du site.

Pour une pluie centennale, ces débordements résiduels seront présents au sud de la Nef de fabrication, pour un débit total de pointe de $1,33 \text{ m}^3/\text{s}$, et pour un volume débordé total de 1280 m^3 .

Pour rappel, en situation actuelle, le volume débordé parvenant au même endroit est de 7640 m^3 .

Par approche qualitative, on peut estimer qu'en cas de pluie centennale, la lame d'eau s'écoulant en surface au sud de la Nef de fabrication entre les nœuds J1 et J2 sera de l'ordre de **5 cm**.

En comparaison, la lame d'eau à l'état actuel à cet endroit est d'environ **10 cm**. **Les aménagements hydrauliques créés permettent une réduction de 50 % de la hauteur d'inondation au sud de la Nef de fabrication, et une réduction de 100 % au Nord-Est de celle-ci.**

Figure 16 : Carte des hauteurs - État actuel - T100 ans

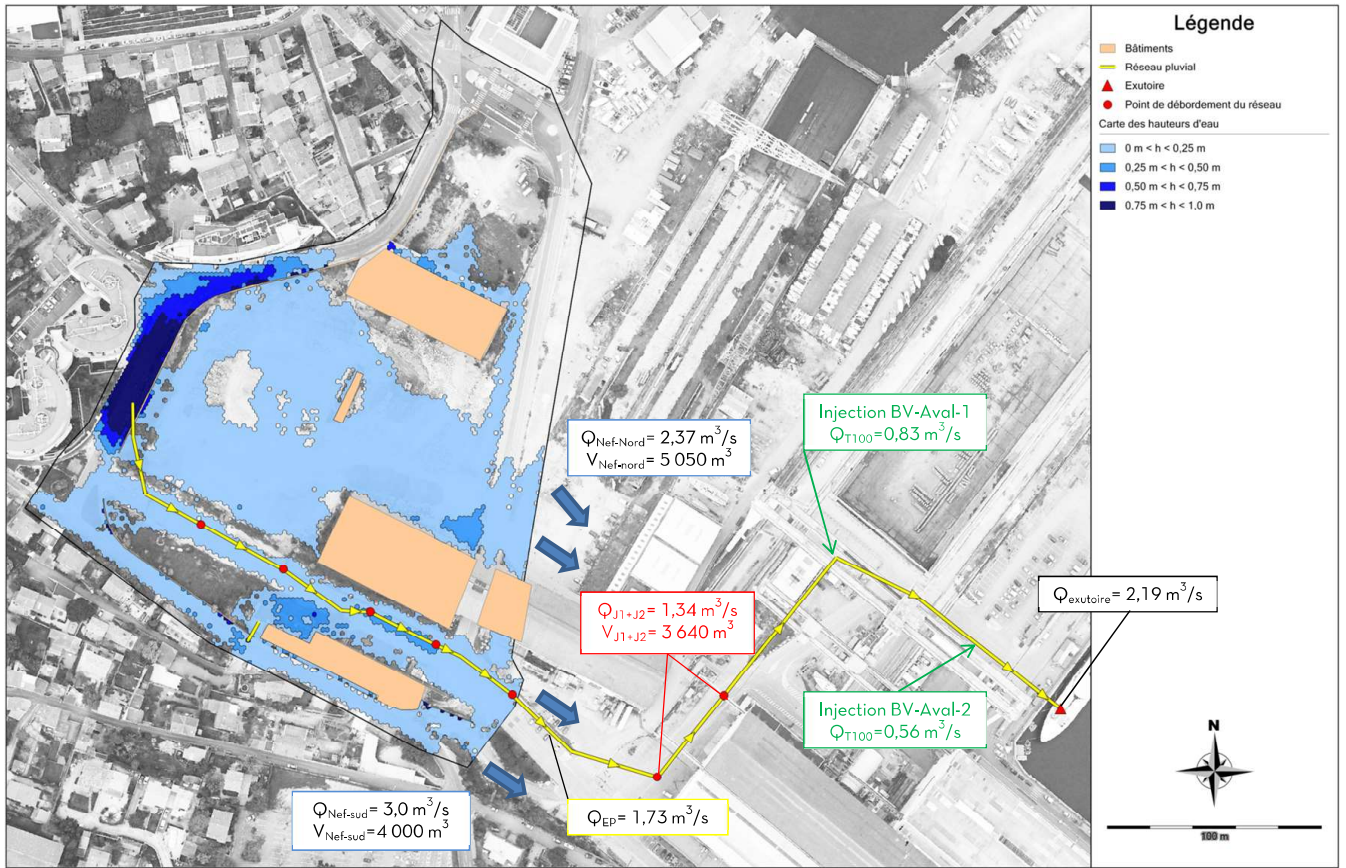
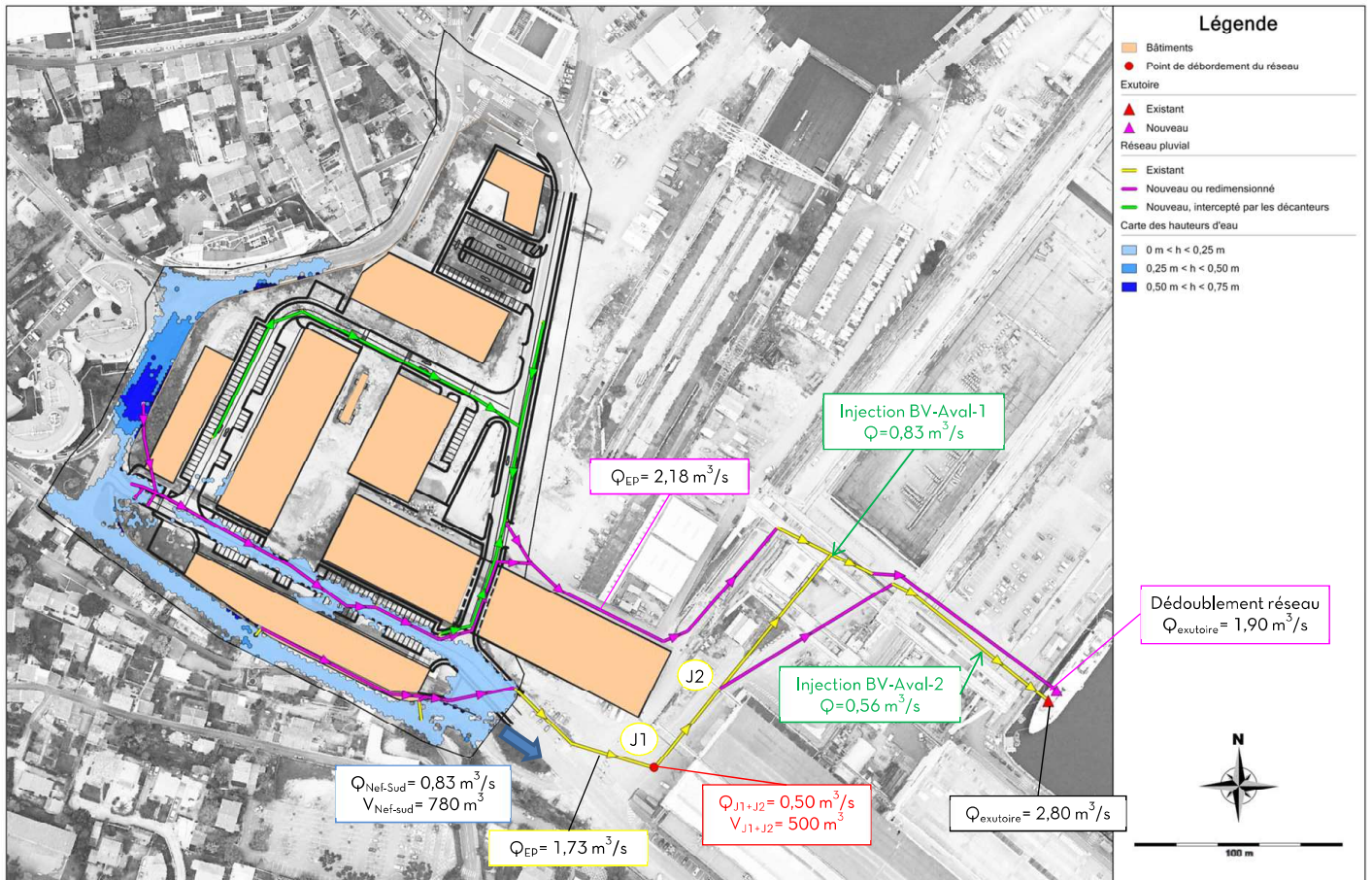


Figure 17 : Carte des hauteurs - État projeté avec mesures compensatoires - T100 ans



CHAPITRE 7 TRAITEMENT QUALITATIF DES EAUX PLUVIALES

7.1 Evaluation des flux de polluants

Le projet comprend une superficie de voirie de 13 600 m².

L'évaluation des flux de pollution générée par ces surfaces est reprise de l'étude d'impact réalisée par TRACTEBEL en avril 2019.

« L'eau ruisselée va se charger de différents dépôts polluants, notamment sous forme particulaire. Ces particules vont générer des matières en suspension qui augmentent la turbidité de l'eau. Environ 75 % à 85 % de la pollution contenue dans l'eau pluviale sont imputables au ruissellement (15 % à 25 % sont déjà contenus dans la pluie météorique). La pollution est à plus de 90 % sous forme solide, et non sous forme dissoute.

L'estimation des flux de polluants générés par la plateforme en période pluvieuse est développée dans la note hydraulique présentée en annexe¹. Les résultats de cette analyse sont synthétisés ci-après.

Lors des pluies, le lessivage mobilise des particules accumulées sur le sol et/ou le réseau. La pollution mobilisée dépend des activités réalisées sur les différentes zones de la plateforme. Il y a lieu de distinguer :

- *Les zones de parking et chaussées : le lessivage associé aux pluies mobilise des huiles, hydrocarbures et particules liés au trafic routier ;*
- *Les postes de travail : il y a lessivage des revêtements et mobilisation des particules éventuellement sédimentées au sein du réseau de collecte. Selon la configuration des averses et l'accumulation des particules, les eaux peuvent être très chargées particulièrement en début d'épisode pluvieux (premier flot d'orage) ;*
- *Les toitures : En l'absence d'activités spécifiques, les eaux issues des toitures sont réputées très peu polluées. Elles peuvent être rejetées sans traitement spécifique.*

*Compte tenu des activités présentes sur la plateforme et hormis le carénage des coques, les eaux de ruissellement peuvent être assimilées à des eaux pluviales urbaines en réseau séparatif. Sur la base des éléments détaillés lors des études précédentes (Cf. Note hydraulique en Annexe 3)², nous proposons de retenir un ratio de **600 kg de MES/ha/an** soit un niveau qui se situe dans la fourchette basse des « zones industrielles » et un niveau médian en « circulation routière » (le trafic « routier » restant très modeste sur la plateforme).*

Par ailleurs, l'ensemble des auteurs s'accorde pour noter que :

- *Une part importante des polluants est fixée sur les particules en suspension : plus de 85 % pour les hydrocarbures et les matières organiques et plus de 95 % pour les métaux lourds ;*
- *Une pollution se fixe plus particulièrement sur les petites particules : 60 à 80 % de la pollution est associée à la fraction granulométrique 50 µm ;*

¹ Annexe à la Note hydraulique du projet Plateforme 4000T - Tractebel - 2018

² Idem

- Dans le cas de la plateforme, nous retiendrons les fractions de polluants suivantes (retenues pour l'étude de la moyenne plaisance) très chargées particulièrement en début d'épisode pluvieux (premier flot d'orage). »

Tableau 9 : Fraction de polluants fixés au MES des eaux de ruissellement (Source : TRACTEBEL)

Paramètres de pollution (en % de MES)							
DCO	DBO5	NTK	Pt	HC	Pb	Zn	DCO
87	86	74.5	75	86.5	94	94	87

Le tableau suivant donne les flux annuels et les flux totaux générés par le ruissellement avant traitement.

Ils sont comparés aux seuils réglementaires définis dans l'arrêté du 9 août 2006 relatif au rejet dans les eaux de surface ou de sédiments marins relevant des rubriques 2.2.3.0 de la nomenclature des opérations soumises à autorisation ou à déclaration, en application des articles L.214-1 à L.214-3 du code de l'environnement.

Tableau 10 : Comparaison des flux de polluant générés par le projet avec les seuils réglementaires

Paramètre	Ratio en kg/an/ha de voirie	Flux total généré par les surfaces de voirie, avant traitement	Seuil réglementaire	
			Niveau R1	Niveau R2
MES	600	2,24 kg/j	9 kg/j	90 kg/j
DCO	460	1,71 kg/j	6 kg/j	60 kg/j
DBO5	40	0,15 kg/j	12 kg/j	120 kg/j
Matières inhibitrices	-	-	25 équitox/j	100 équitox/j
Azote total NTK	3,7	0,014 kg/j	1,2 kg/j	12 kg/j
Phosphore total Pt	2,3	0,01 kg/j	0,3 kg/j	3 kg/j
AOX	-	-	7,5 g/j	25 g/j
Plomb	0,9	0,003	-	-
Zinc	0,9	0,003	-	-
Métaux et métalloïdes - Métox	9,9	36,89 g/j	30 g/j	125 g/j
Hydrocarbures	9,2	0,03 kg/j	0,1 kg/j	0,5 kg/j

Le flux de pollution généré par les voiries du futur village d'entreprises est supérieur au niveau R1 pour le paramètre Métox. Un traitement des eaux pluviales est à prévoir.

■ Remarques

- Indice Métox

L'indice **Métox** quantifie la pollution due aux 8 métaux et métalloïdes suivant : mercure (Hg), cadmium (Cd), arsenic (As), plomb (Pb), nickel (Ni), cuivre (Cu), chrome (Cr) et le zinc (Zn). Chacun de ses éléments est affecté d'un coefficient d'autant plus élevé que sa toxicité est importante.

Tableau 11 : Coefficients multiplicateurs de l'indice Métox

Élément	Coefficient
Mercure	50
Cadmium	50
Arsenic	10
Plomb	10
Nickel	5
Cuivre	5
Chrome	1
Zinc	1

Le calcul de l'indice est réalisé selon cette formule :

$$[METOX] = 50x[Hg] + 50x[Cd] + 10x[As] + 10x[Pb] + 5x[Cu] + 5x[Ni] + 1x[Cr] + 1x[Zn]$$

Les valeurs sont préalablement ramenées aux mêmes unités.

- Paramètres non pris en compte

Les paramètres de *matières inhibitrices* et d'*AOX*, mais également les métaux tels que le *chrome*, le *mercure*, l'*arsenic* et le *nickel*, ne sont pas caractéristiques d'une pollution dite routière, ils caractérisent en général les rejets industriels divers. Il est très peu probable, mais pas impossible, de les retrouver dans les flux de pollutions chroniques routières. Ils ne sont pas pris en compte dans le présent calcul de flux de polluants du projet de village d'entreprises.

7.2 Traitement proposé

Lors d'un évènement pluvieux, les premières eaux provoquent le lessivage des sols. Ce faible débit est particulièrement chargé en polluants. Ce débit est en termes de probabilité le plus fréquent puisqu'il caractérise les faibles pluies et le débit des épisodes plus intenses.

Afin de garantir une qualité de traitement de la pollution chronique optimale, **le dispositif retenu devra être capable d'accepter le débit de pointe décennal**. Au-delà, un système de by-pass déviara les eaux vers l'aval du réseau.

Le dispositif proposé est un **décanteur-dépollueur en polyester** permettant :

- Dans un premier compartiment, le dessablage des éléments grossier
- En second lieu, la floculation et la décantation des matières en suspension et des polluants associés, par un système lamellaire dimensionné pour une charge hydraulique de l'ordre de 2 m/h, traitant 95 % du volume décennal des ruissellements. Les 5 % restant seront traités avec une charge hydraulique progressive jusqu'à 4,5 m/h.
- Dans un dernier compartiment équipé d'une lame siphonée, le déshuilage des eaux.

Ce type d'ouvrage permet un **abattement d'au minimum 80 % de la charge polluante liée aux MES**.

Le débit dimensionnant est calculé par méthode rationnelle pour une pluie décennale 1h avec les coefficients de Montana présentés précédemment. Afin de connaître le débit nominal de traitement (Q_1 ans), le débit décennal est ensuite divisé de moitié, en accord avec la littérature hydraulique classique ($Q_1 = Q_{10} \cdot 0,5$).

Tableau 12 : Paramètres de dimensionnement de l'ouvrage de traitement qualitatif

Paramètres		Valeurs
$H_{T10,1h}$ (mm)		43,5
Superficie drainée au droit du décanteur (ha)	Totale	2,67
	Dont voirie chargée en polluants	1,36
Coefficient de ruissellement pondéré de la surface concernée		0,76
Débit décennal 1h (l/s)		246
Débit nominal 1 h (l/s)		123

En fonction des ouvrages proposés par les différents constructeurs, 1 ou plusieurs ouvrages de traitement type décanteur-dépollueur en parallèle seront à prévoir.

Figure 18 : Schéma de principe d'un décanteur-dépollueur

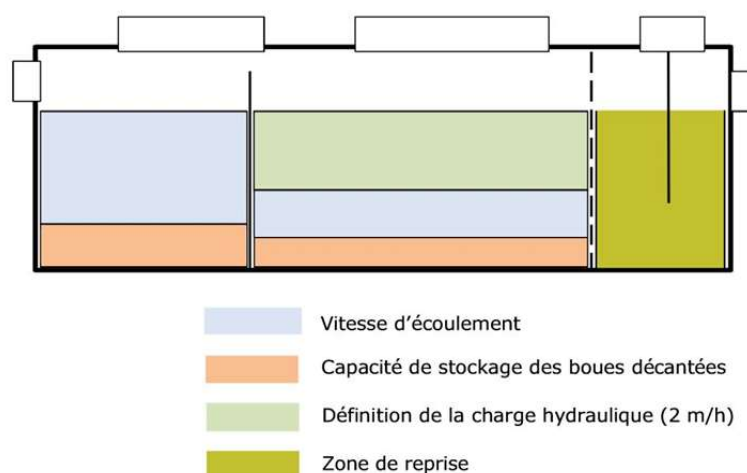


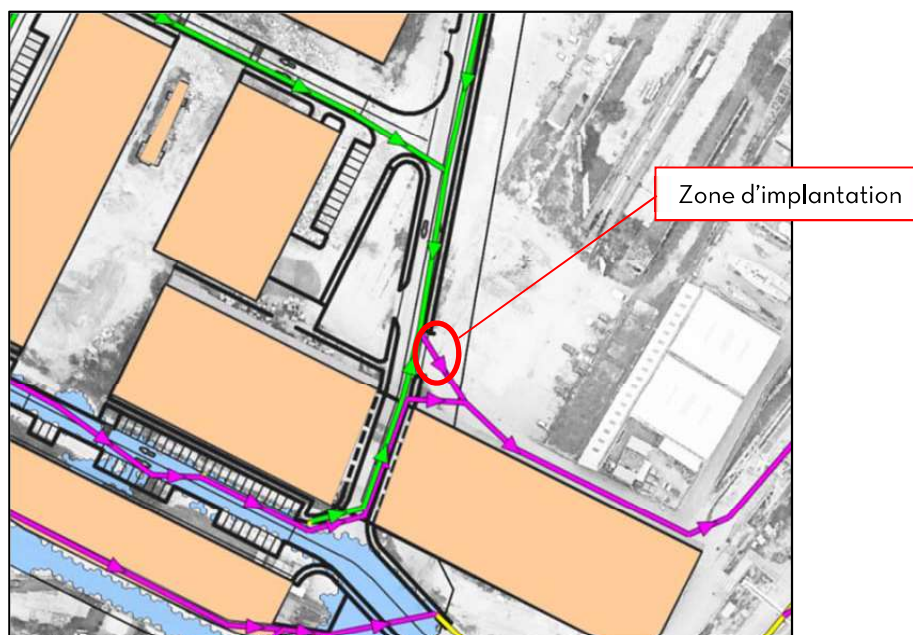
Tableau 13 : Caractéristiques des ouvrages

Paramètres	Valeurs
Volume total de l'ouvrage	72 m ³
Volume utile	53 m ³
Volume de stockage des boues (tout compartiment confondu)	16 m ³

- Implantation du/des ouvrage(s)

Le système de traitement qualitatif sera implanté à l'aval du réseau pluvial créé.

Figure 19 : Localisation de l'implantation du système de traitement qualitatif



- By-pass

Au-delà du débit de pointe pour la pluie décennale 1 heure acceptée par le système de traitement qualitatif ($Q_{T10ans,1h} = 0,246 \text{ m}^3/\text{s}$), les débits supplémentaires issus du réseau devront pouvoir être acheminés vers l'aval sans contraintes. Un by-pass devra être associé au système de traitement.

Il sera dimensionné pour accepter le débit décennal donné par modélisation avec la pluie de type Desbordes (cf. § 3.2.2), en ce point du réseau, soit $Q_{\text{by-pass}} = Q_{T10ans,15min} = 0,690 \text{ m}^3/\text{s}$.

7.3 Estimation des flux après traitement

Le tableau ci-dessous présente les concentrations de polluants susceptibles d'être rejetées après traitement au décanteur.

Lors d'un évènement pluvieux, les premières eaux provoquent le lessivage des sols. On considère que ce faible débit particulièrement chargé en polluants correspond à une pluie annuelle de durée 1h.

On considère que la pluie annuelle va récupérer 10 % du flux annuel de polluants.

La concentration initiale est la résultante de la quantité de polluant mobilisé lors de la pluie annuelle 1h, sur le volume d'eau total produit par cette pluie, soit :

$$C_i = \frac{M_{\text{Polluant}}}{Q_{T1ans,1h} \times 3600 \text{ s}} = \frac{M_{\text{Polluant}}}{0,123 \text{ m}^3/\text{s} \times 3600 \text{ s}} = \frac{M_{\text{Polluant}}}{443 \text{ m}^3}$$

Tableau 14 : Concentration estimée en polluants après traitement

Paramètre	Polluants Ratio en kg/an/ha de voirie	Quantité de polluant mobilisé lors de la pluie annuelle (kg)	Concentration initiale Ci (mg/l)	% d'abattement (avec prise en compte du % de polluants sur les MES)	Concentration résiduelle après traitement (mg/l)
MES	600	81,60	184,1	80,0 %	36,8
DCO	460	62,56	141,1	69,6 %	42,9
DBO5	40	5,440	12,3	68,8 %	3,8
Azote total NTK	3,7	0,503	1,1	59,6 %	0,5
Phosphore total Pt	2,3	0,313	0,7	60,0 %	0,3
Plomb	0,9	0,122	0,3	75,2 %	0,1
Zinc	0,9	0,122	0,3	75,2 %	0,1
Hydrocarbures	9,2	1,250	2,8	69,2 %	0,9

7.4 Remarque

Les entreprises présentant des activités polluantes auront l'obligation de mettre en œuvre des ouvrages de collecte et/ou de traitement qualitatif de leurs effluents, appropriés à leur activité.

CHAPITRE 8 CONCLUSION

L'opération projetée du Yachting Village consiste en la réalisation d'un village d'entreprises tourné vers le yachting et dédié majoritairement à reloger dans des locaux neufs et adaptés des entreprises déjà implantées sur les chantiers navals de La Ciotat.

Ce projet, réfléchi depuis 10 ans, s'inscrit sur une friche industrielle indépendante de tout autre projet d'aménagement des chantiers navals. Le bassin versant correspondant à l'aménagement du Yachting Village et au versant urbain intercepté représente une surface globale de l'ordre de 30 ha.

Les rejets pluviaux de l'opération s'effectueront en mer via un réseau pluvial correspondant au bief terminal de la Bucelle, abandonné pour la création de la plateforme d'accueil des mégayachts.

Les ouvrages hydrauliques projetés permettront outre le drainage des ruissellements produits par le village d'entreprises, la diminution de l'inondabilité actuelle des chantiers navals et ce pour les événements pluvieux les plus fréquents jusqu'à des pluies d'intensité centennale.

Le rejet en mer n'aura aucune influence quantitative sur les eaux marines (milieu récepteur immédiat). Dans ce cas particulier, aucune compensation de l'imperméabilisation n'est requise par la DEAP.

L'activité, le stationnement et la circulation attendus seront responsables d'une pollution chronique traitée à hauteur d'une pluie décennale à l'aide de plusieurs ouvrages préfabriqués de type décanteur-dépollueur avant tout rejet au milieu marin. Au-delà de débit de pointe décennal accepté par les dispositifs retenus, un système de by-pass déviara les eaux vers l'aval du réseau.

Le projet est concerné par l'article L214-3 du code de l'environnement et soumis à la nomenclature de l'article R214-1 de ce même code. Au regard de cette nomenclature, le projet répond aux rubriques suivantes :

Tableau 15 : Rubriques de la nomenclature concernées

Rubrique	Intitulé, paramètres et seuils	Régimes	Caractéristiques du projet	Procédure appliquée
2.1.5.0	<p>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> <ul style="list-style-type: none"> ■ Supérieure ou égale à 20 ha ; ■ Supérieure à 1 ha mais inférieure à 20 ha. 	<p>A</p> <p>D</p>	Le débit d'eau ruisselé sur l'emprise du Yachting Village sera renvoyé dans les eaux du port de La Ciotat.	Non concerné

Rubrique	Intitulé, paramètres et seuils	Régimes	Caractéristiques du projet	Procédure appliquée
2.2.3.0	<p>Rejet dans les eaux de surface, à l'exclusion des rejets visés aux rubriques 4.1.3.0, 2.1.1.0, 2.1.2.0 et 2.1.5.0 :</p> <p>1° Le flux total de pollution brute étant :</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ <u>Supérieur ou égal au niveau de référence R2 pour l'un au moins des paramètres qui y figurent</u> ■ <u>Compris entre les niveaux de référence R1 et R2 pour l'un au moins des paramètres qui y figurent</u> <p>2° Le produit de la concentration maximale d'<i>Escherichia coli</i>, par le débit moyen journalier du rejet situé à moins de 1 km d'une zone conchylicole ou de culture marine, d'une prise d'eau potable ou d'une zone de baignade, au sens des articles D. 1332-1 et D. 1332-16 du code de la santé publique, étant :</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ <u>Supérieur ou égal à 10^{11} <i>E coli</i>/j</u> ■ <u>b) Compris entre 1010 à 10^{11} <i>E coli</i>/j</u> 	<p>A</p> <p>D</p> <p>A</p> <p>D</p>	<p>Les rejets d'eau en milieu marin sont concernés par cette rubrique.</p> <p>Les eaux de ruissellement de l'opération seront collectées puis rejetées dans le milieu marin.</p> <p>Le stationnement et la circulation attendus seront responsables d'une pollution chronique de niveau R1.</p> <p>Les eaux de ruissellement du parking projeté transiteront par un ouvrage préfabriqué de type décanteur-dépollueur avant rejet au milieu marin.</p>	<p>Déclaration</p>

ANNEXES



**ANNEXE 1 : BASSINS VERSANT INTERCEPTES PAR LE PROJET -
EXTRAIT NOTE HYDRAULIQUE TRACTEBEL - 2018**

2.4.1.2. BASSINS VERSANTS INTERCEPTES PAR LE PROJET

Comme indiqué dans le paragraphe précédent, la zone de projet n'est pas touchée par les écoulements de surface en provenance du bassin versant de la Bucelle.

La délimitation des bassins versants interceptés par le projet a été réalisée sur la base des données topographique Litto3D de 2015.

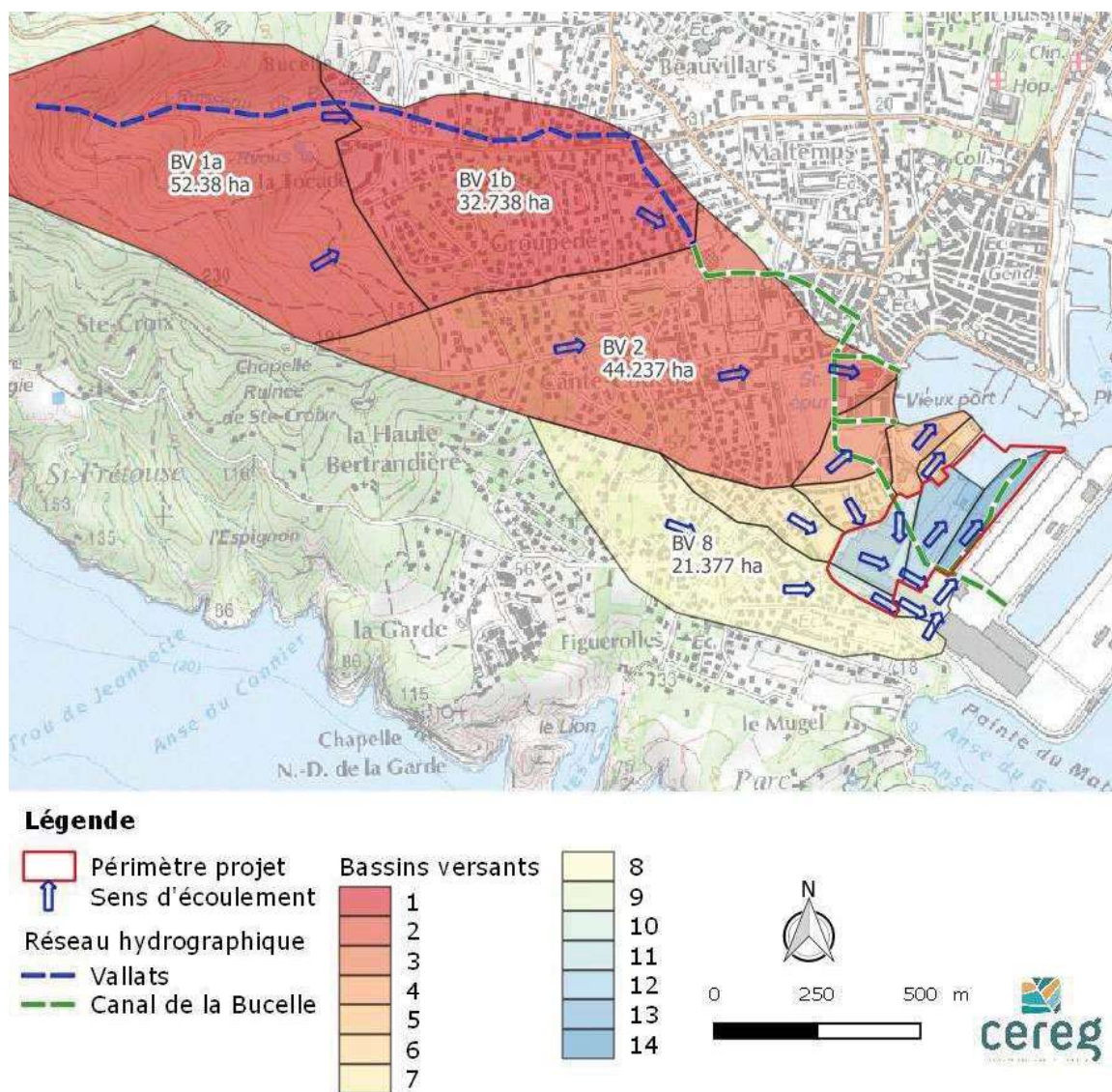


Figure 11 : Délimitation des bassins versants topographiques

Au niveau du site des Chantiers Navals, la délimitation des bassins versants est détaillée sur la figure suivante.

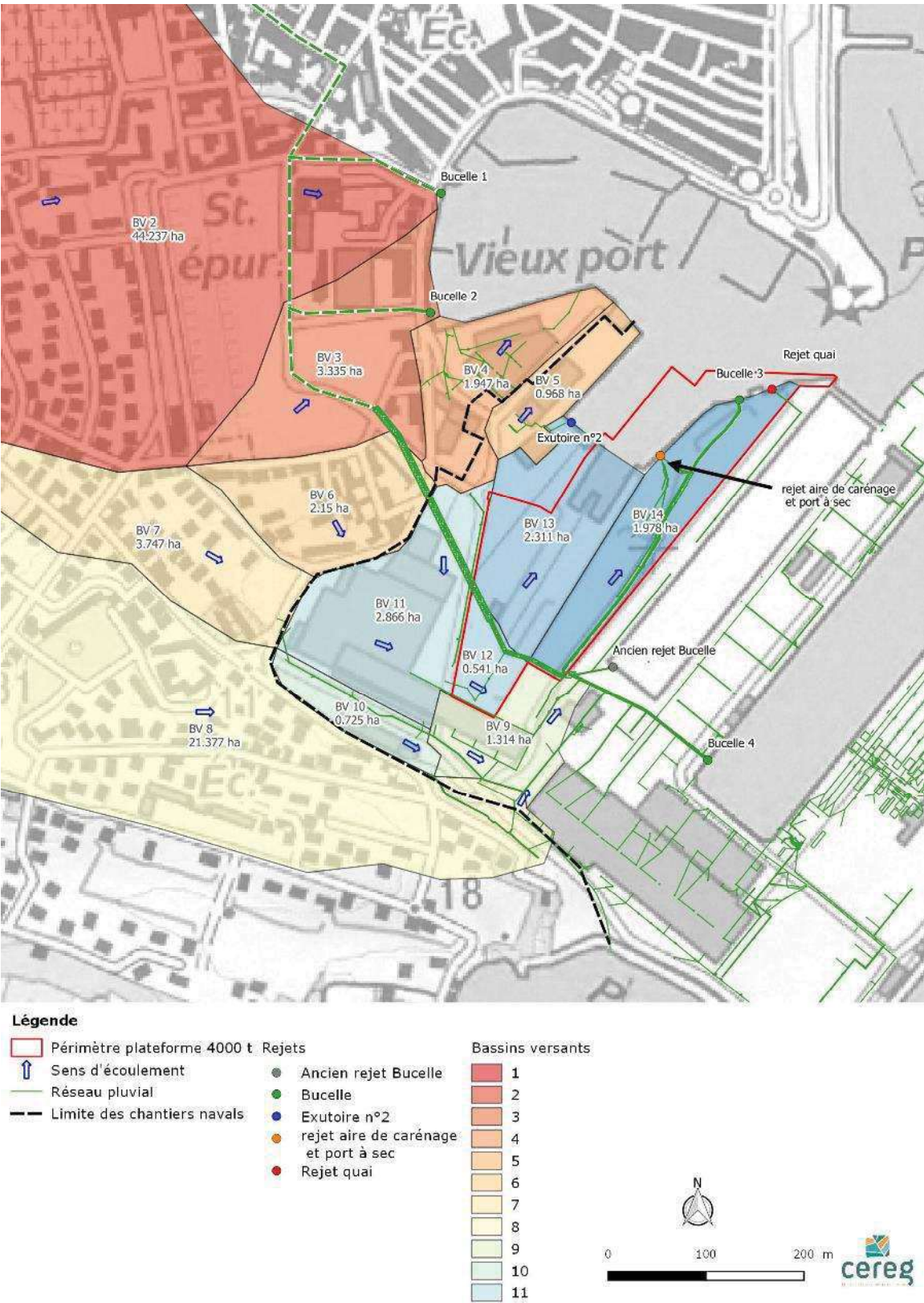


Figure 12 : Bassins versant et réseaux pluviaux existants

- Un réseau pluvial est présent le long de la voirie au Sud du BV 11, les eaux pluviales transitant dans ce réseau se déversent dans le canal de la Bucelle ;
- La zone de l'actuel Port à Sec (BV14) et le secteur de la cale 1 (BV 13) sont indépendants hydrauliquement du reste de la zone de projet. Les eaux pluviales sont collectées dans les réseaux et traitées avant leur rejet dans le Port Vieux (Cf. rejet aire de carénage et Port à Sec sur la figure précédente) ;
- L'exutoire n°2 évacue les eaux de ruissellement de la zone de parking située au niveau des bâtiments « Entretien » et « Moyen » (BV5). Les eaux ne sont pas traitées ;
- Un réseau draine l'extrémité Ouest de la zone de projet (limite BV10 et 11), dans le sens Nord-Ouest → Sud-Est. Les eaux sont traitées par un séparateur à hydrocarbures. Les eaux sont rejetées dans le tronçon de canalisation (ϕ 1000) du canal de la Bucelle compris entre la zone de projet et la grande darse et débouchant dans cette dernière (BV9) (rejet Bucelle 4) ;
- A l'extérieur du périmètre du projet, un réseau est présent le long de la grande forme. L'exutoire de ce réseau se situe au niveau du quai (voir « rejet quai » sur la figure suivante). Ce rejet n'est pas traité ;
- Le projet du village d'entreprise (BV10 et 11) intercepte les bassins versant 6, 7 et 8 situé en amont. En cas de forte pluie, au-delà de la capacité des réseaux pluviaux, les écoulements issus de ces bassins versants ruisselleront jusqu'au niveau du BV12 (extrémité Sud-Ouest de la plateforme) puis rejoindront le BV9 vers l'ancien rejet du canal de la Bucelle ;
- La zone de projet de la plateforme 4 000t et du Port à Sec (BV 13 et 14) est donc indépendante hydrauliquement du reste de la zone d'étude.

Ce découpage met en évidence les éléments suivants :

- Les eaux ruisselant sur le bassin versant de la Bucelle (BV1a, BV1b, BV2 et BV3) peuvent soit rejoindre les réseaux pluviaux puis le canal de la Bucelle, soit ruisseler en surface lorsque ces réseaux sont saturés. Dans ce cas , compte tenu de la topographie du terrain les écoulements rejoindront le Port Vieux puis la mer, sans impacter la plateforme 4000 t ;
- Le projet d'aménagement global et en particulier, le site du village d'entreprises intercepte un bassin versant de 27 ha composé des bassins versants BV6, BV7 et BV8. Les eaux ruisselant sur ces bassins versants transitent sur le site du village d'entreprises (BV 10 et 11) en direction du Sud-Est et de la grande darse.

Le temps de concentration des bassins versants a été défini à partir des méthodes suivantes selon leur domaine d'application :

- **Méthode de Richards** pour le bassin versant BV1a correspondant à la partie rurale du bassin topographique de la Bucelle
- **Méthode de Caquot** pour le reste des bassins versants qui sont de type urbain

Une valeur minimale de 6 minutes a été retenue.

Bassin Versant	Superficie (ha)	Longueur (m)	Pente (%)	Temps de concentration (min)	Exutoire
BV 1a	52.41	1 060	21%	23	Rejet dans la Bucelle (en cas de débit excédents la capacité du réseau pluvial, rejet dans le Port Vieux)
BV 1b	32.72	986	7%	6	
BV 2	44.24	1 519	12%	6	
BV 3	3.34	313	6%	6	
BV 4	1.95	255	3%	6	
BV 5	0.97	190	0%	6	Port vieux
BV 6	2.15	180	6%	6	Exutoire au Sud-Est dans la grande darse
BV 7	3.75	510	20%	6	
BV 8	21.38	1 150	1%	16	
BV 9	1.31	213	3%	6	
BV 10	0.72	178	2%	6	
BV 11	2.87	200	1%	6	
BV 12	0.54	136	1%	6	
BV 13	2.31	218	3%	6	Quais
BV 14	1.98	400	0%	11	

Tableau 1 : Caractéristiques des bassins versants en situation actuelle (définis à partir des levés topographique Litto3D)

2.4.2. Données pluviométriques

Traditionnellement, l'intensité de la pluviométrie est reliée à sa durée au moyen des courbes Intensité-Durée-Fréquence (IDF) qui se présente sous la forme :

$$I = a. t^{-b}$$

a et b sont dits coefficients de montana, t représente la durée de la pluie.

Il existe plusieurs stations pluviométriques autour de la zone d'étude qui fournissent des coefficients de montana :

- Aubagne (1991 – 2014)
- Marignane (1960 - 2014)
- Toulon (1982 – 2013)

Par ailleurs, dans le cadre du schéma directeur pluvial réalisé sur le territoire de Marseille Provence Métropole, des coefficients de Montana spécifiques ont été estimés afin de constituer une nouvelle référence sur le territoire.

ANNEXE 2 : CARACTERISTIQUES DES BV - EXTRAIT NOTE HYDRAULIQUE TRACTEBEL - 2018



2.4.3. Coefficients de ruissellement

Les coefficients de ruissellement des sous-bassins versants sont estimés à partir d'une moyenne pondérée des coefficients de ruissellement unitaires des différentes occupations et nature des sols rencontrés.

De plus, ils varient selon l'occurrence de la pluie et sont étroitement liés à la nature des sols, aux couches géologiques sous-jacentes ainsi qu'à leur niveau d'urbanisation.

Dans le cas présent, l'occupation du sol des bassins versants est composée de zones de garrigues, et de zones urbanisées (friches industrielles, zones d'activité et zones urbaines plus ou moins denses).

Les coefficients de ruissellement retenus pour les différentes occupations du sol sont donnés dans le tableau suivant. Ils sont issus de la doctrine pluviale de la DDTM des Bouches du Rhône, précisant les principes de gestion des eaux pluviales dans les projets d'aménagement dans le département.

Occupation des sols	Coefficients de ruissellement (%) pour une pluie décennale
Zones de garrigues	0.30
Zones urbaines peu dense d'habitat individuel (Zones UD1 et UD2 du PLU)	0.50
Zone d'habitat collectif peu dense (Zones UC1 a et UC2 du PLU)	0.70
Zone d'activité et zone urbaine dense (ZAC de la source du pré et zone UA2 du PLU)	0.80
Zone portuaire imperméabilisée	0.95

Tableau 3 : Coefficients de ruissellement retenus

Pour des périodes de retour supérieure à 10 ans, les coefficients de ruissellement sont définis par la formule du GTAR (ex SETRA) :

$$C_{(T)} = 0,8 \left(1 - \frac{P_{(0)}}{P_{j(T)}} \right) \quad \text{avec} \quad P_{(0)} = \left(1 - \frac{C_{(10)}}{0,8} \right) P_{j(10)}$$

- $C_{(T)}$: Coefficient de ruissellement pour la période de retour T
- $P_{j(T)}$: Pluie journalière en mm pour la période de retour T,

On rappelle qu'en référence aux études antérieures menées sur le site des Chantiers Navals, nous avons convenu d'utiliser les mêmes données pluviométriques soit celles de la station de Marignane.

Pour chaque sous bassin versant, le coefficient de ruissellement global est obtenu en réalisant une moyenne pondérée par la surface en fonction du type d'occupation du sol.

Bassin Versant	Superficie (ha)	Coefficient de ruissellement %			Exutoire
		10 ans	30 ans	100 ans	
BV 1a	52.41	30	44	55	Rejet dans la Bucelle et le Port Vieux
BV 1b	32.72	50	59	65	
BV 2	44.24	61	66	65	
BV 3	3.34	80	85	90	
BV 4	1.95	95	100	100	Port Vieux
BV 5	0.97	95	100	100	
BV 6	2.15	50	59	65	Exutoire au Sud- Est dans la grande darse
BV 7	3.75	50	59	65	
BV 8	21.38	54	61	67	
BV 9	1.31	95	100	100	
BV 10	0.72	95	100	100	
BV 11	2.87	80	85	90	
BV 12	0.54	95	100	100	
BV 13	2.31	95	100	100	Quais
BV 14	1.98	95	100	100	

Tableau 4 : Coefficient de ruissellement des bassins versants en situation initiale

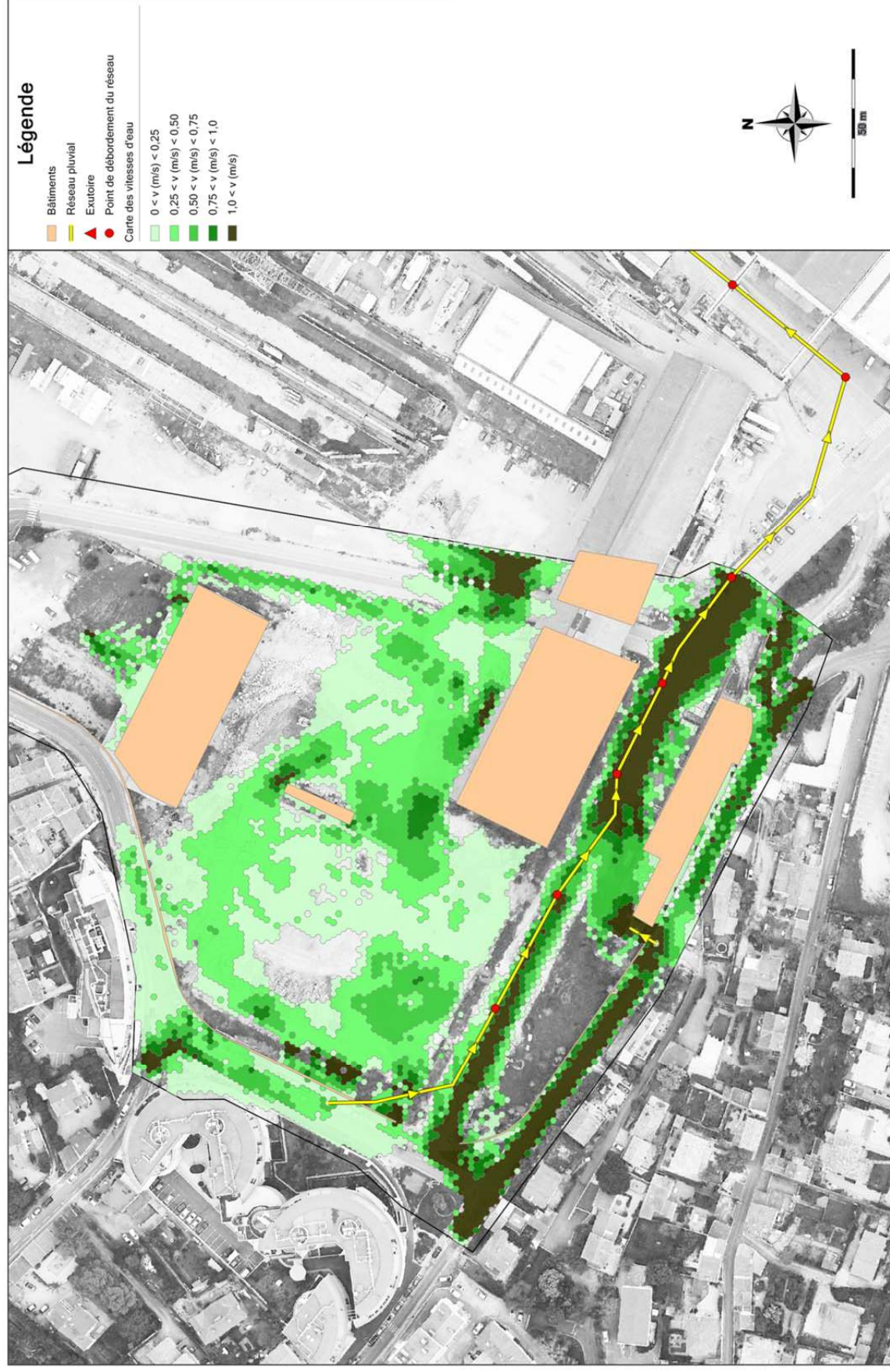
ANNEXE 3 : CARTES DES VITESSES DE RUISSELLEMENTS



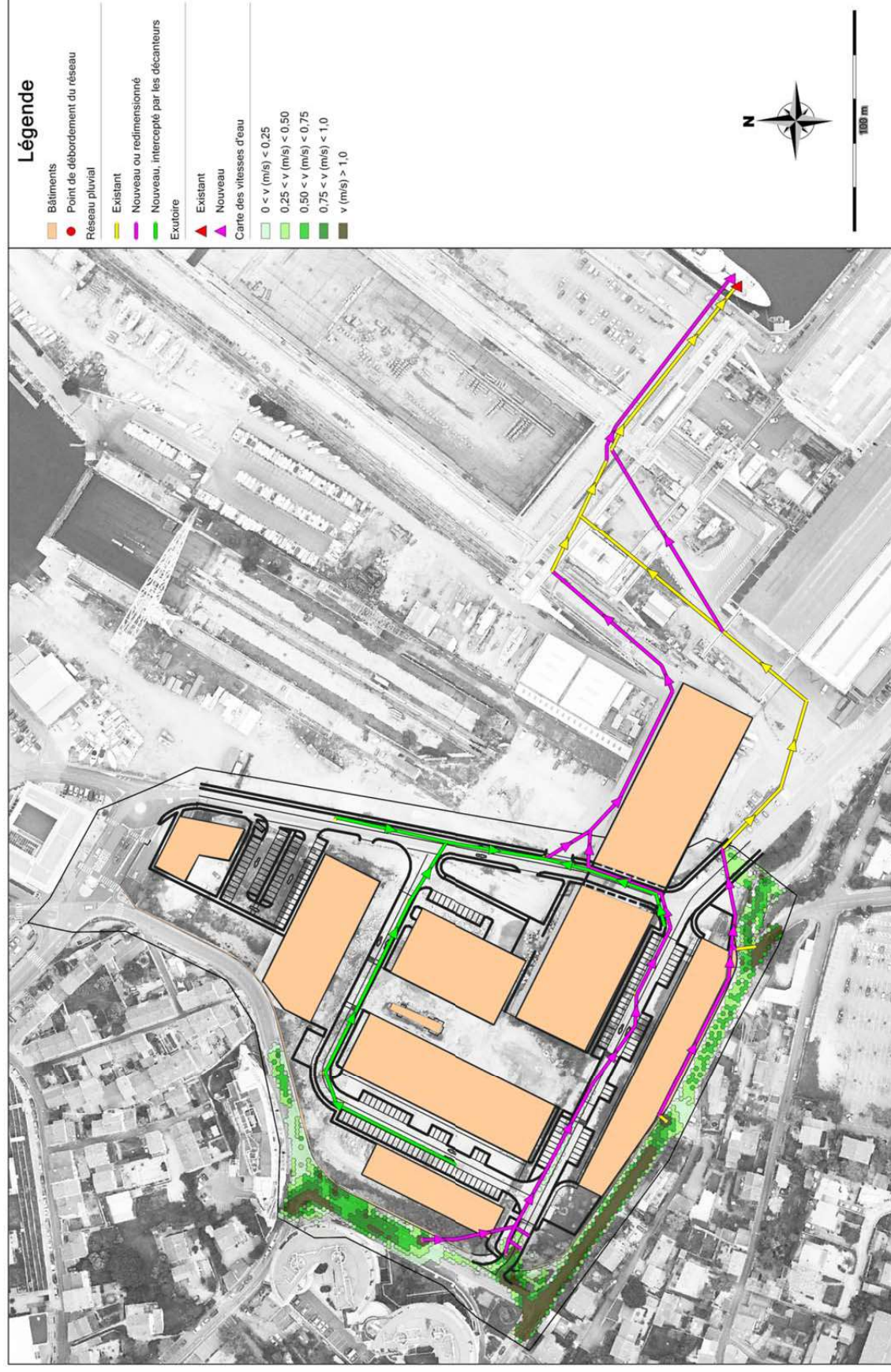
Carte des vitesses - État actuel - T10 ans



Carte des vitesses – État actuel – T100 ans



Carte des vitesses - État projeté avec mesure compensatoire - T10 ans



Carte des vitesses - État projeté avec mesure compensatoire - T100 ans

