

Projet d'aménagement du siège EDF Boulevard Schloësing – Marseille

Analyse hydraulique

V6



MED0227

Novembre 2023

Informations qualité

Contrôle qualité

Version	Date	Rédigé par	Visé par :
V1	19/10/2021	IV	LF
V2	08/12/2021	IV	LF
V3	23/03/2022	IV	LF
V4	20/10/2023	IV	LF
V5	24/10/2023	IV	LF
V6	28/11/2023	IV	LF

Destinataires

Envoyé à :		
Nom	Organisme	Envoyé le :
Emilie SENES	INGEROP	19/10/2021
Ulrich ETCHE	INGEROP	08/12/2021
Ulrich ETCHE	INGEROP	23/03/2022
Emilie SENES	INGEROP	20/10/2023
Ulrich ETCHE	INGEROP	20/10/2023
Emilie SENES	INGEROP	24/10/2023
Ulrich ETCHE	INGEROP	28/11/2023

Table des matières

1.	Cadre et objet de la mission	1
1.1	Localisation du projet	1
1.2	Vis-à-vis du PPRI.....	1
1.3	Objectifs de l'étude	4
2.	Visite de site	6
3.	Modélisation hydraulique	9
3.1	Logiciel utilisé et hypothèse de modélisation.....	9
3.1.1	InfoWorks ICM.....	9
3.1.2	Hypothèses de simulation	9
3.2	Etat initial	10
3.2.1	Topographie de l'état initial	10
3.2.2	Résultats de modélisation	11
3.3	Etat projet	17
3.3.1	Topographie état projet.....	17
3.3.2	Résultats de modélisation projet	18
3.3.3	Impact du projet vis-à-vis de l'état initial.....	22
3.4	Synthèse	27
4.	Annexes	28

Liste des figures

Figure 1: Localisation du projet	1
Figure 2 : Localisation du projet sur la carte de zonage règlementaire du PPRI de l’Huveaune.....	3
Figure 3 : Localisation du projet sur la carte d’aléa du PPRI de l’Huveaune	4
Figure 4 : Emprise de modélisation précisée.....	5
Figure 5 : Cartographie des sens d’écoulement et des caractéristiques de la zone d’étude	9
Figure 6 : MNT au droit de l’état initial	10
Figure 7 : Cartographie des hauteurs maximales à l’état initial – T = 100 ans.....	11
Figure 8 : Zone de débordement et axes de ruissellement - Etat initial.....	12
Figure 9 : Axes d’écoulements des eaux débordées au droit du projet - Etat initial.....	13
Figure 10 : Cartographie des vitesses maximales à l’état initial – T = 100 ans	14
Figure : Cartographie de l’aléa du PPRI à l’état initial – T = 100 ans.....	15
Figure 12 : Cartographie de l’aléa du Décret 2019 à l’état initial – T = 100 ans	16
Figure 13 : MNT et plan de masse projet.....	17
Figure 14 : Cartographie des hauteurs maximales à l’état projet – T = 100 ans.....	18
Figure 15 : Cartographie des vitesses maximales à l’état projet– T = 100 ans.....	19
Figure 16 : Cartographie de l’aléa du PPRI à l’état projet – T = 100 ans.....	20
Figure 17 : Cartographie de l’aléa du Décret 2019 à l’état projet – T = 100 ans.....	21
Figure 18 : Cartographie de l’impact du projet sur la hauteur vis-à-vis de l’état initial.....	22
Figure 19 : Cartographie de l’impact du projet sur la vitesse (m/s) vis-à-vis de l’état initial	23
Figure 20 : Cartographie de l’impact du projet sur la vitesse (%) vis-à-vis de l’état initial.....	24
Figure 21 : Cartographie de l’impact du projet sur l’aléa PPRI vis-à-vis de l’état initial	25
Figure 22 : Cartographie de l’impact du projet sur l’aléa du Décret 2019 vis-à-vis de l’état initial.....	26

Liste des annexes

Annexe 1 : Cartographie de l’impact du projet sur la hauteur d’eau vis-à-vis de l’état initial	29
Annexe 2 : Cartographie de l’impact du projet sur la vitesse d’écoulement vis-à-vis de l’état initial.....	30
Annexe 3 : Cartographie de l’impact du projet sur la vitesse d’écoulement (%)vis-à-vis de l’état initial.....	31
Annexe 4 : Cartographie de l’impact du projet sur l’aléa PPRI vis-à-vis de l’état initial	32
Annexe 5 : Cartographie de l’impact du projet sur l’aléa du Décret 2019 vis-à-vis de l’état initial	33

1. Cadre et objet de la mission

1.1 Localisation du projet

Cette étude vise le projet d'aménagement du siège EDF situé le long du Boulevard Schloësing en rive droite de l'Huveaune et rive gauche du Jarret.

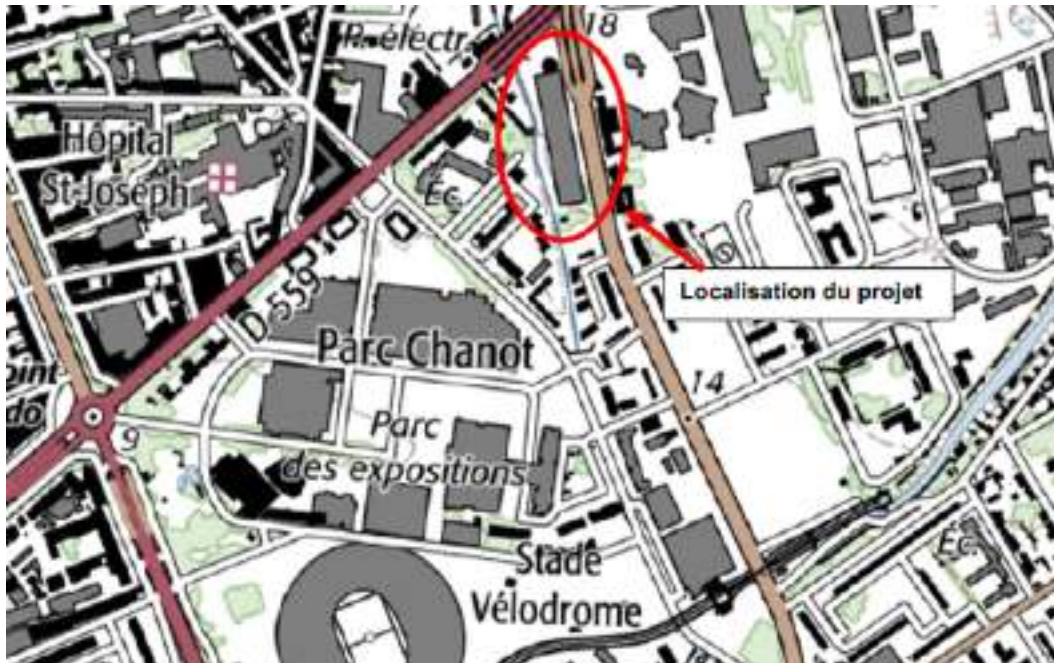


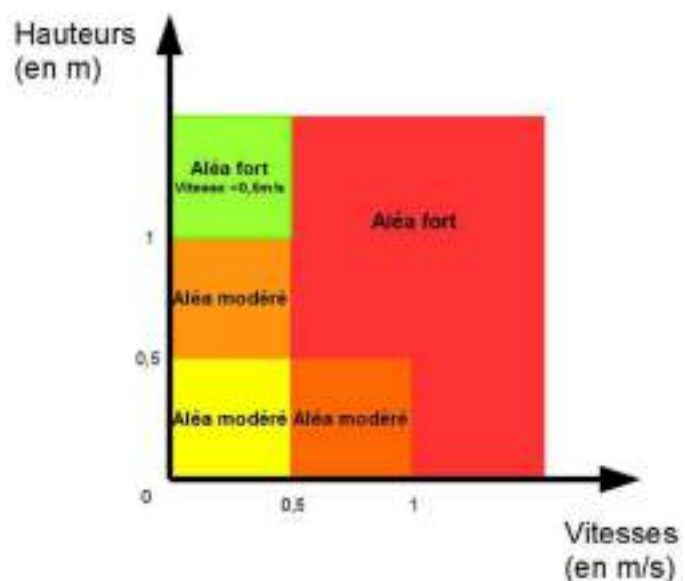
Figure 1: Localisation du projet

1.2 Vis-à-vis du PPRI

Pour la crue de référence (période de retour 100 ans) les hauteurs et les vitesses d'eau sont croisées pour définir des niveaux d'aléa.

L'aléa est donc considéré comme :

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



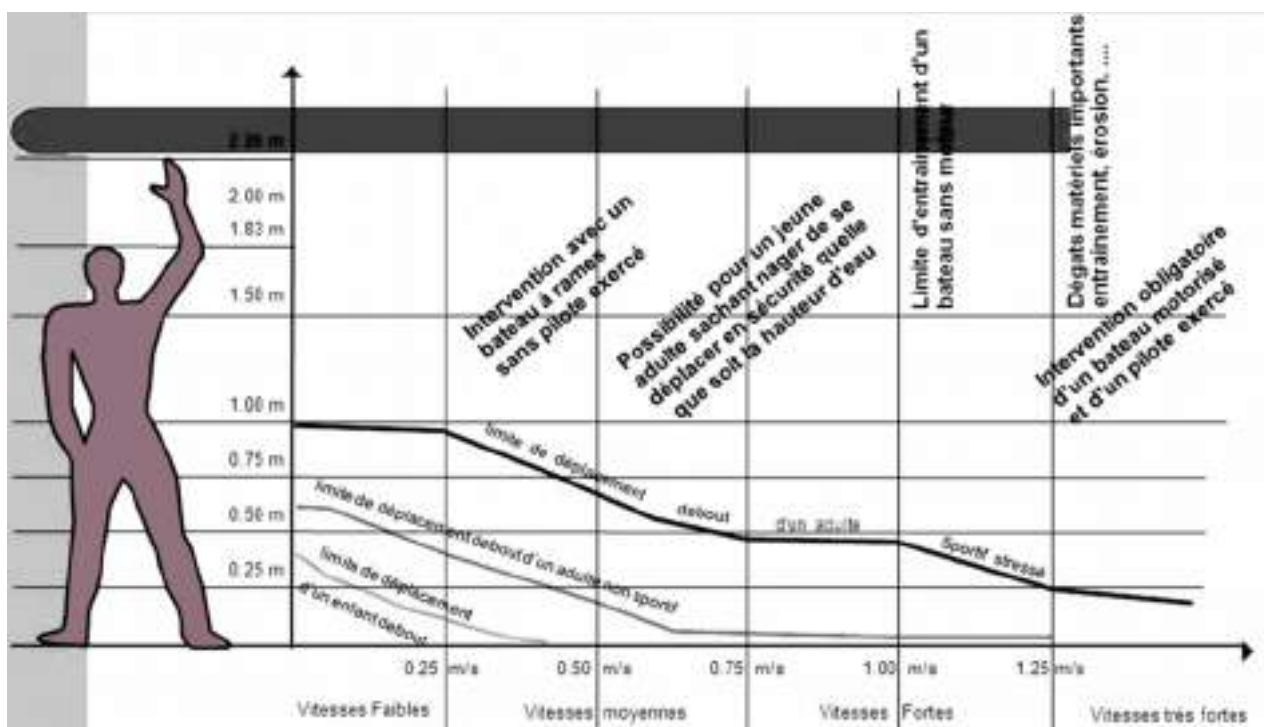
Le nouveau PPRi de l'Huveaune est en cours d'élaboration. En 2019 a été développée une grille de croisement pour la caractérisation de l'aléa risque inondation par débordement. Cette grille a fait l'objet d'un Décret pour sa mise en place.

L'aléa est considéré comme

- Modéré - hauteur extrêmement faible lorsque $H < 0,2$ m ;
- Modéré lorsque $H > 0,2$ m ;
- ou lorsque $H < 1$ m et $v < 0,5$ m/s ;
- Très fort lorsque $H > 2$ m ou lorsque $H > 1$ m et $V > 0,5$ m/s ;
- Fort dans les autres cas.

Hauteur	2 m <	Très fort	Très fort	Très fort
	1 - 2 m	Fort	Très fort	Très fort
	0,5 - 1 m	Modéré	Fort	Fort
	0,2 - 0,5 m	Modéré	Fort	Fort
	< 0,2 m	Modéré - hauteur extrêmement faible	Modéré - hauteur extrêmement faible	Modéré - hauteur extrêmement faible
	ALEA	< 0,5 m/s	0,5 - 1 m/s	1 m/s <
	dynamique moyenne	dynamique forte		

Le schéma suivant permet de rendre cette notion d'aléa plus concrète vis-à-vis de l'enjeu humain.



Le zonage réglementaire est issu du croisement entre l'aléa et l'enjeu selon le classement suivant :

ENJEUX	ALEA	Fort	Modéré	Résiduel
Centre urbain (CU)		Bleu foncé	Bleu foncé	
Autres Zones urbanisées (AZU)		Rouge	Bleu clair	Violet
Zones peu ou pas urbanisées (ZPPU)		Rouge	Rouge	

Le PPRI de l'Huveaune approuvé le 24/02/2017 montre que le programme se trouve majoritairement en zone réglementaire bleue claire.

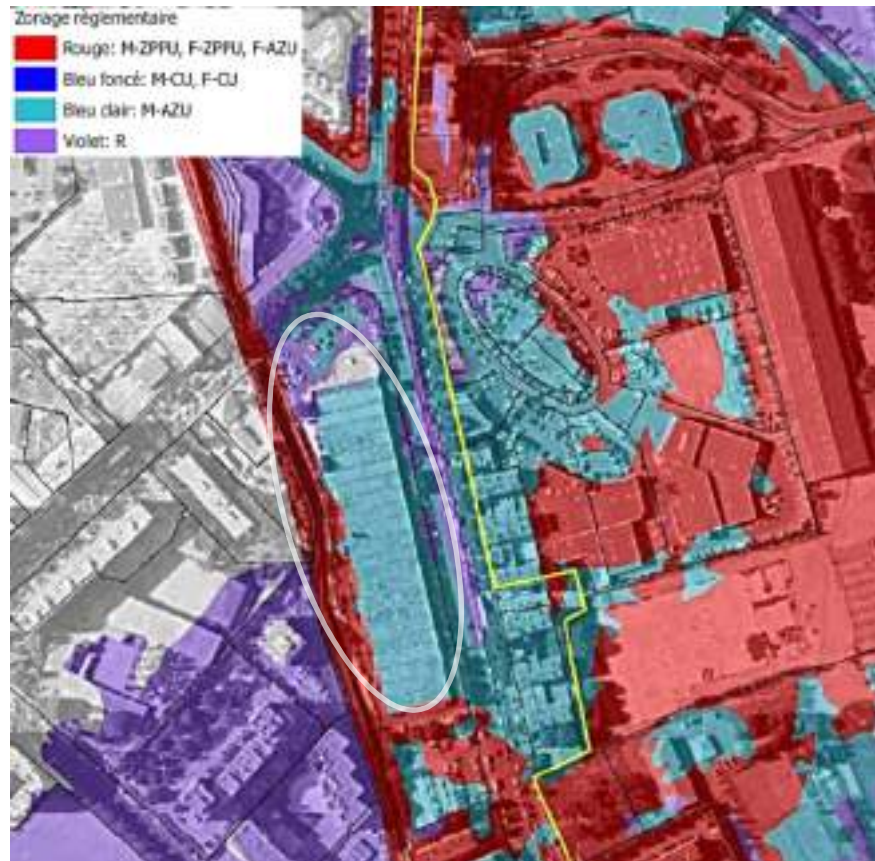


Figure 2 : Localisation du projet sur la carte de zonage réglementaire du PPRI de l'Huveaune



Figure 3 : Localisation du projet sur la carte d'aléa du PPRI de l'Huveaune

Selon le PPRI, le projet se trouve majoritairement en aléa modéré jaune soit des hauteurs d'eau inférieures à 0,5 m et des vitesses d'eau inférieures à 0,5 m/s.

1.3 Objectifs de l'étude

A la demande de la DDTM13, et au regard de la rubrique 3.2.2.0, il est nécessaire d'étudier l'impact hydraulique du projet et définir les mesures permettant :

- De limiter l'impact sur les hauteurs d'eau à 1 cm sur les zones à enjeux,
- De limiter l'impact sur les hauteurs d'eau à 5 cm hors des zones à enjeux,
- De ne pas majorer les vitesses d'écoulement de plus de 5%.

Les objectifs de l'étude de modélisation hydraulique sont de :

- Préciser la modélisation de l'état initial au droit du projet (cf. emprise en figure 4)
- Analyser l'impact du projet sur les hauteurs et vitesses d'eau aux alentours et au droit du projet
- Analyser l'exposition du projet actuellement prévu face à la crue de référence
- Optimiser le projet et/ou rechercher des mesures compensatoires le cas échéant.



Figure 4 : Emprise de modélisation précisée

2. Visite de site

Une visite de site a été réalisée le 22/09/2021. L'objet est de définir les axes d'écoulements principaux aux alentours de la parcelle projet. La planche photographique suivante met en évidence les axes d'écoulements observés sur site ainsi que quelques murs et murets qui conditionnent l'écoulement. Les photographies sont localisées sur la figure 5.







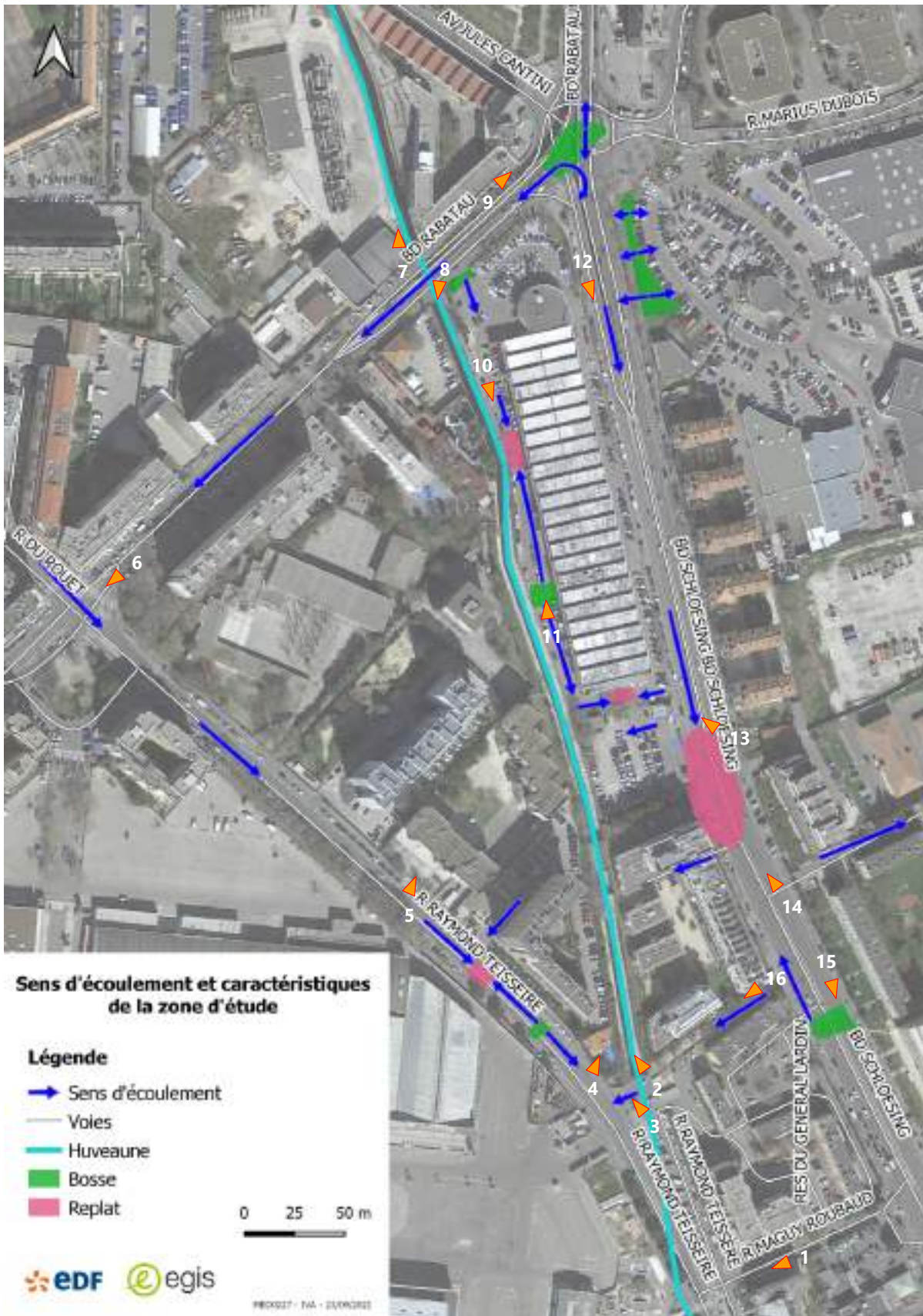


Figure 5 : Cartographie des sens d'écoulement et des caractéristiques de la zone d'étude

3. Modélisation hydraulique

3.1 Logiciel utilisé et hypothèse de modélisation

3.1.1 InfoWorks ICM

Egis ayant réalisé le PPRI de l'Huveaune, le modèle hydraulique et hydrologique utilisé est celui du PPRI.

La modélisation est réalisée à l'aide du logiciel d'écoulements bidimensionnels INFOWORKS-ICM.

Ce type de logiciel 2D réalise un calcul des écoulements à surface libre bidimensionnels en résolvant les équations complètes de Barré de Saint Venant sur un maillage triangulaire.

La modélisation 2D se justifie pour représenter finement les écoulements bidimensionnels à surface libre comme c'est le cas en zone urbaine, et de calculer précisément le fonctionnement sur les secteurs particuliers (perte de charge au droit des entonnements, ouvrages fonctionnant à surface libre...).

Le couplage 1D/2D permet de représenter le lit mineur de façon classique en 1D (permettant une bonne représentation bathymétrique des sections hydrauliques ainsi que les ouvrages en rivière) et les zones inondables en 2D, ce qui permet une représentation précise des obstacles aux écoulements (digues, remblais, bâtis...) à partir d'un modèle numérique de terrain (MNT). Le champ d'inondation est représenté alors par un maillage triangulaire avec des tailles de maille adaptée au terrain et à l'occupation des sols. En milieu urbain, cette modélisation permet de bien représenter les écoulements dans les rues.

3.1.2 Hypothèses de simulation

La condition limite amont du modèle considérée est le débit maximum sur le Jarret provoqué par la pluie épisodes 4.1, 4.2 du PPRI, soit un débit de plus de 100 m³/s. La condition limite aval marine considérée est à 1,5 m NGF.

A noter : un ouvrage de traversée est présent en amont du site projet. Ce dernier contrôle le débit du Jarret puisqu'il est en charge et cause déjà des débordements pour la crue décennale. Alors, à l'aval de l'ouvrage, le débit centennal dans le lit mineur du Jarret est de 39,8 m³/s.

3.2 Etat initial

3.2.1 Topographie de l'état initial

Le PPRI a été réalisé sur la base d'une topographie type Lidar de 2010. Afin d'évaluer l'impact du projet d'aménagement vis-à-vis d'un état témoin de référence, la topographie du PPRI est corrigée grâce à la topographie de l'état actuel qui permet d'affiner le MNT.

Le projet consiste en une démolition et reconstruction d'un nouveau bâtiment. La Doctrine de la DDTM13 relative à la rubrique 3.2.2.0 préconise de considérer l'unité foncière après démolition comme état initial.

Pour cela EGIS a supprimé du MNT de l'état actuel, le bâtiment qui va être démoli pour faire apparaître la topographie initiale de la parcelle avant reconstruction.

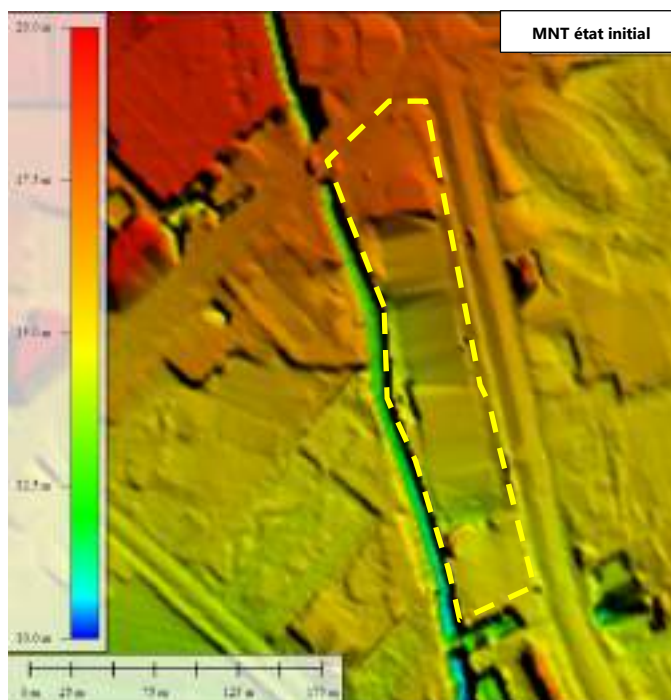


Figure 6 : MNT au droit de l'état initial

La modélisation de cet état initial permettra d'évaluer les axes d'écoulement sur le terrain naturel en fonction de la topographie initiale. Cette connaissance justifiera la position des ouvrages d'engouffrement des eaux afin d'optimiser la transparence hydraulique du bâtiment.

3.2.2 Résultats de modélisation

Les hauteurs d'eau seraient en moyenne comprises entre 0,5 et 1 m au niveau du bâtiment. Localement la hauteur d'eau dépasserait les 1 m. Sur la parcelle projet, les plus hautes eaux pour l'état initial se situent à 15,31 m NGF.

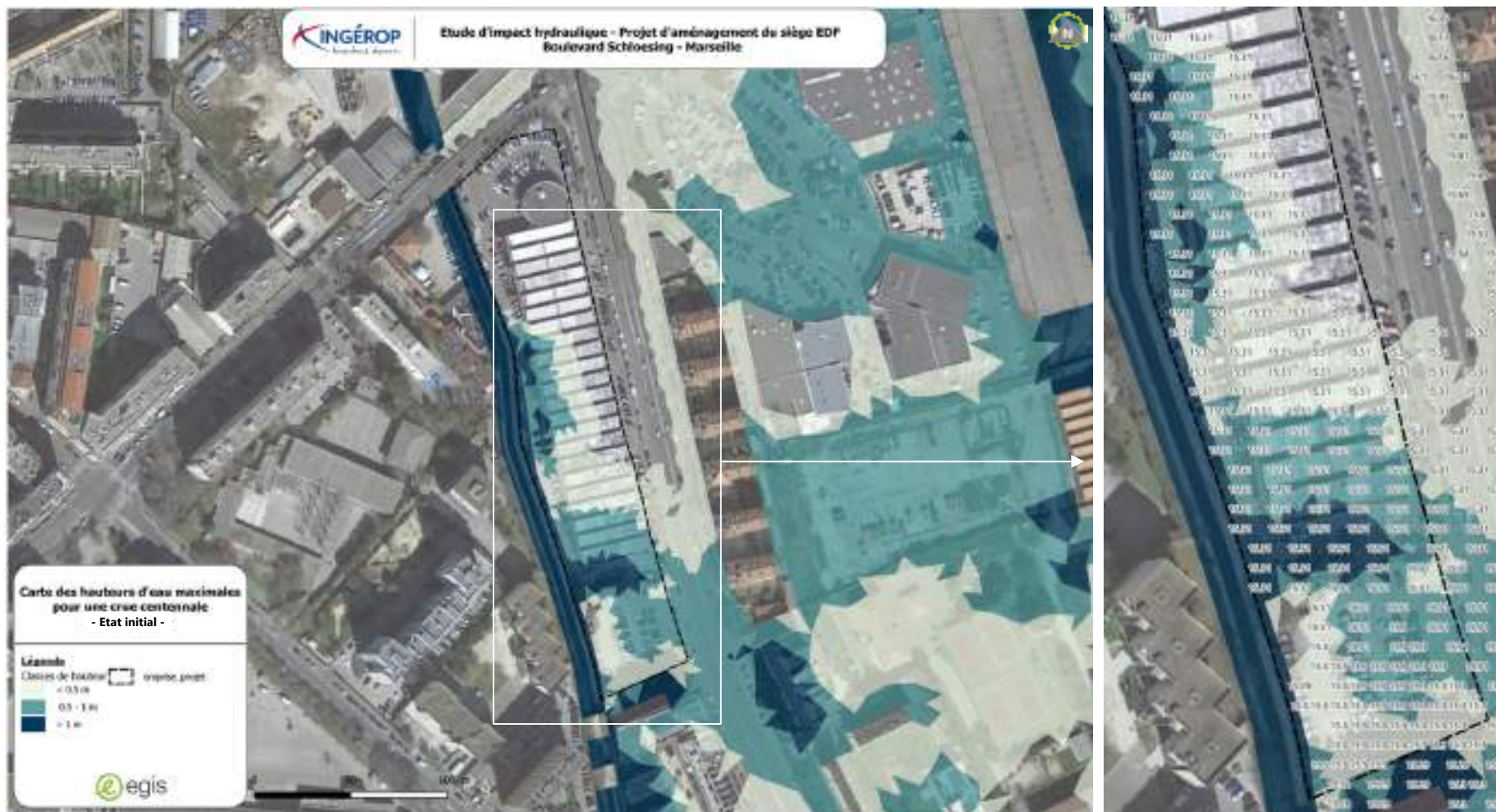


Figure 7 : Cartographie des hauteurs maximales à l'état initial – T = 100 ans

La figure suivante présente les vecteurs vitesse qui représentent les écoulements de l'eau sur la surface du sol. Chacune des flèches présentes est assimilée à un écoulement dépassant la vitesse de 0,1 m/s, aussi les zones bleues qui ne présentent aucune flèche sont inondées mais ne participent pas aux écoulements du fait d'une vitesse extrêmement faible.

Le débordement du Jarret à l'amont de la zone d'étude (encadré rouge), provoquent un ruissellement sur la voirie du boulevard Schlœsing. La topographie du site (sans bâtiment) favorise un axe de ruissellement est-ouest au niveau de la partie sud de la parcelle projet. L'eau s'engouffre dans la parcelle du projet et rejoint le Jarret gravitairement.

Au sein de la future emprise du bâtiment projet, les écoulements s'étalent du sud au nord avant de rejoindre le Jarret en contrebas.

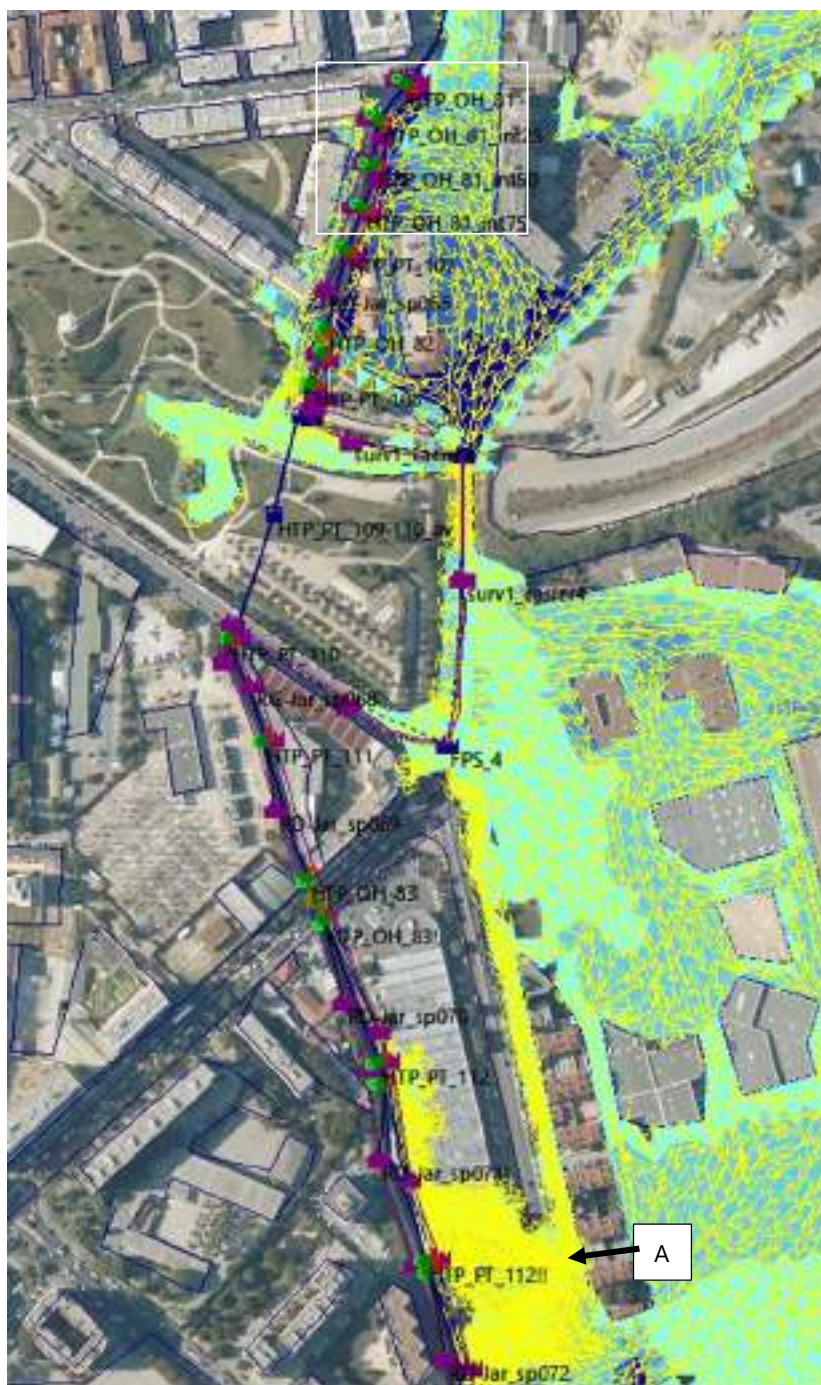


Figure 8 : Zone de débordement et axes de ruissellement - Etat initial

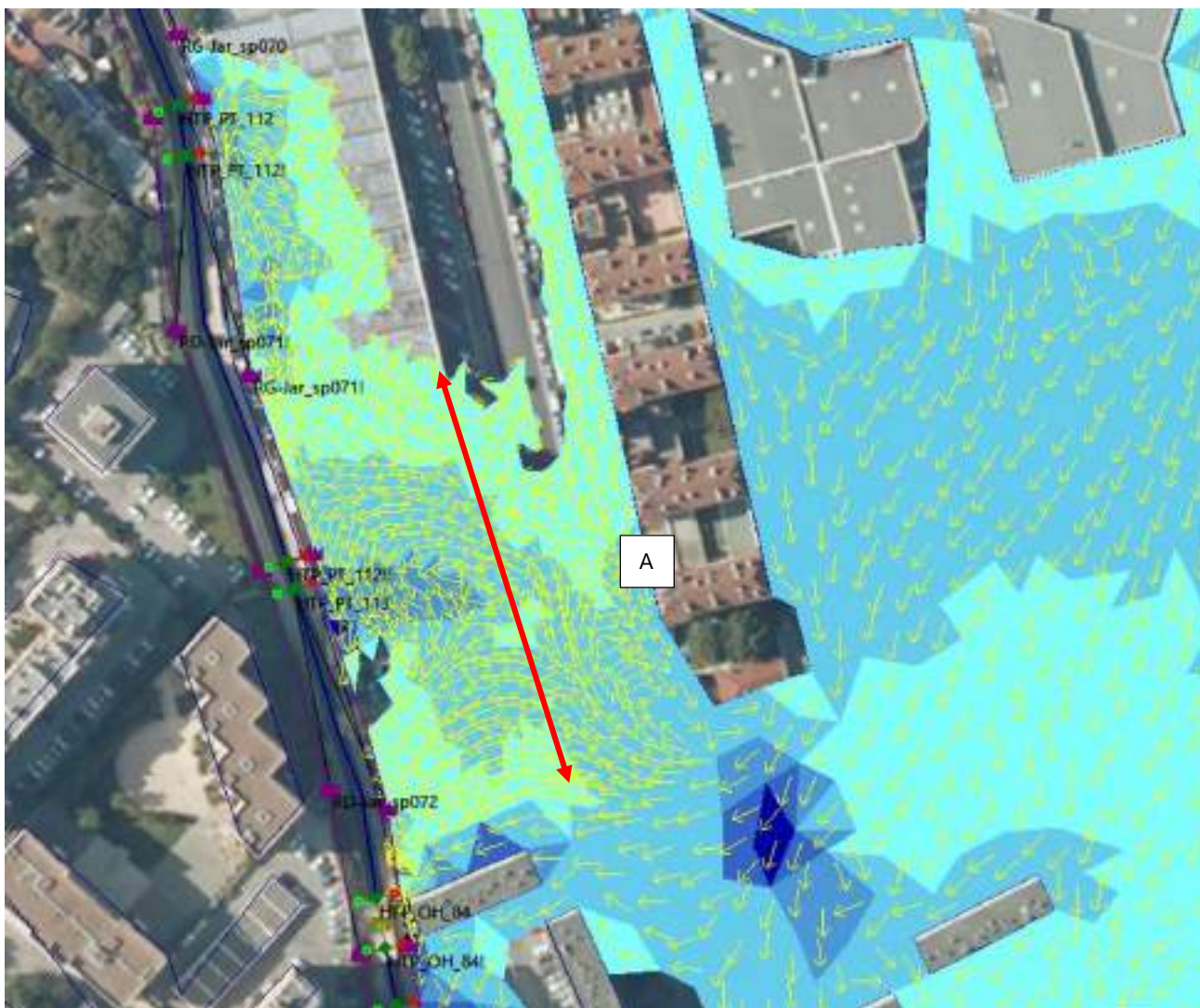


Figure 9 : Axes d'écoulements des eaux débordées au droit du projet - Etat initial

Afin de rendre le bâtiment projet transparent hydrauliquement, ce dernier ne doit causer aucun obstacle à l'axe de ruissellement présenté ci-dessus. Pour cela, les zones d'engouffrement des eaux à mettre en place devraient être placées sur le linéaire du plan de ruissellement (double flèche rouge). Ce linéaire est de 100 m environ.

Les vitesses d'écoulement sont de l'ordre de 0,5 à 1 m/s voire supérieur à 1 m/s localement au niveau du principal axe d'écoulement au sein de la parcelle projet. Sur le reste de la parcelle en eau, la vitesse d'écoulement est majoritairement inférieure à 0,5 m/s. En bordure du Jarret, la vitesse est de l'ordre de 0,5 à 1 m/s.



Figure 10 : Cartographie des vitesses maximales à l'état initial – T = 100 ans

D'après la grille du PPRI en vigueur, l'aléa est modéré sur le Boulevard Schœsing à proximité du projet. Dans la parcelle projet, l'aléa est modéré à fort. En bordure du Jarret l'aléa est fort également.

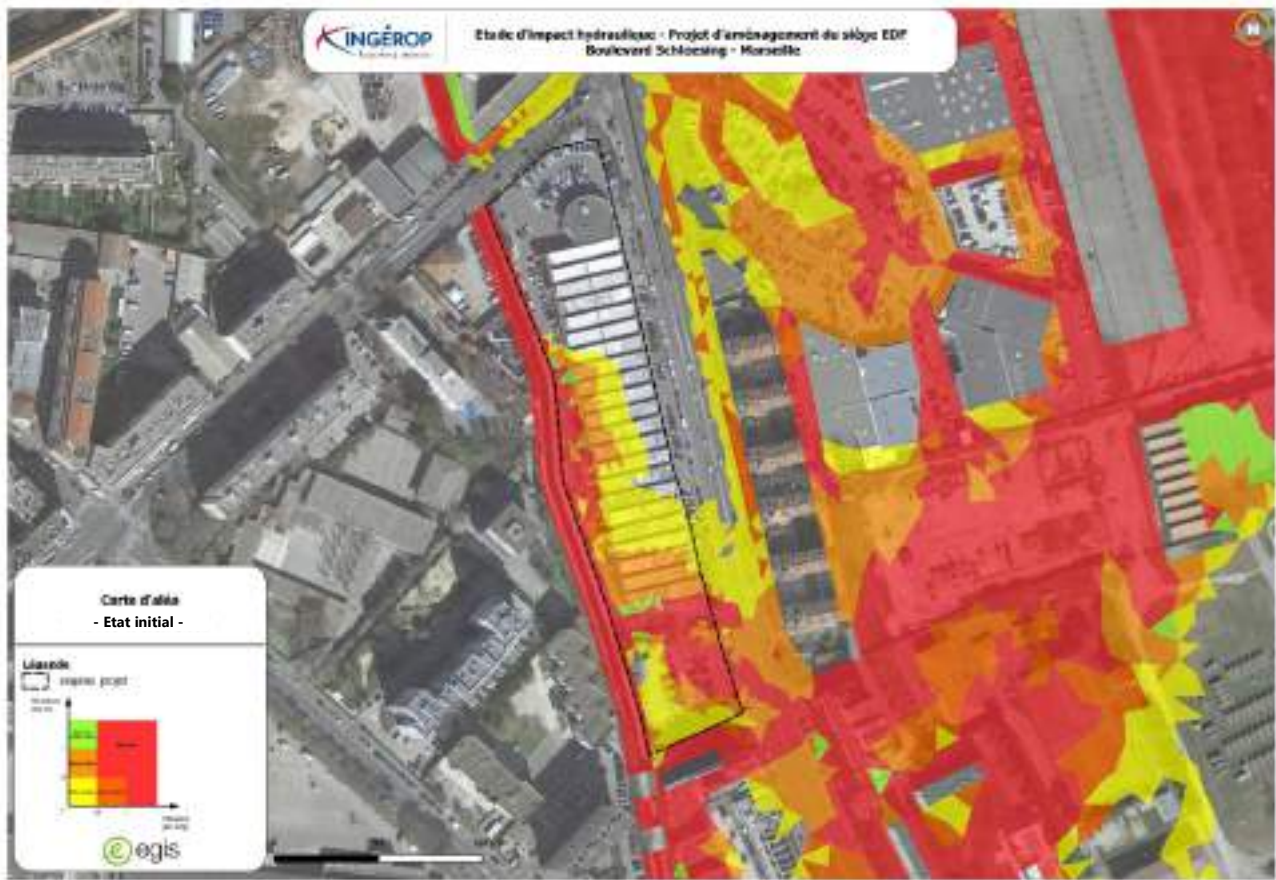


Figure 11 : Cartographie de l'aléa du PPRI à l'état initial – T = 100 ans

D'après la nouvelle grille d'aléa, au niveau de l'axe principal d'écoulement au sein de la parcelle projet, l'aléa est fort et localement très fort. Tout comme en bordure du Jarret en rive gauche. Sinon l'aléa est modéré.

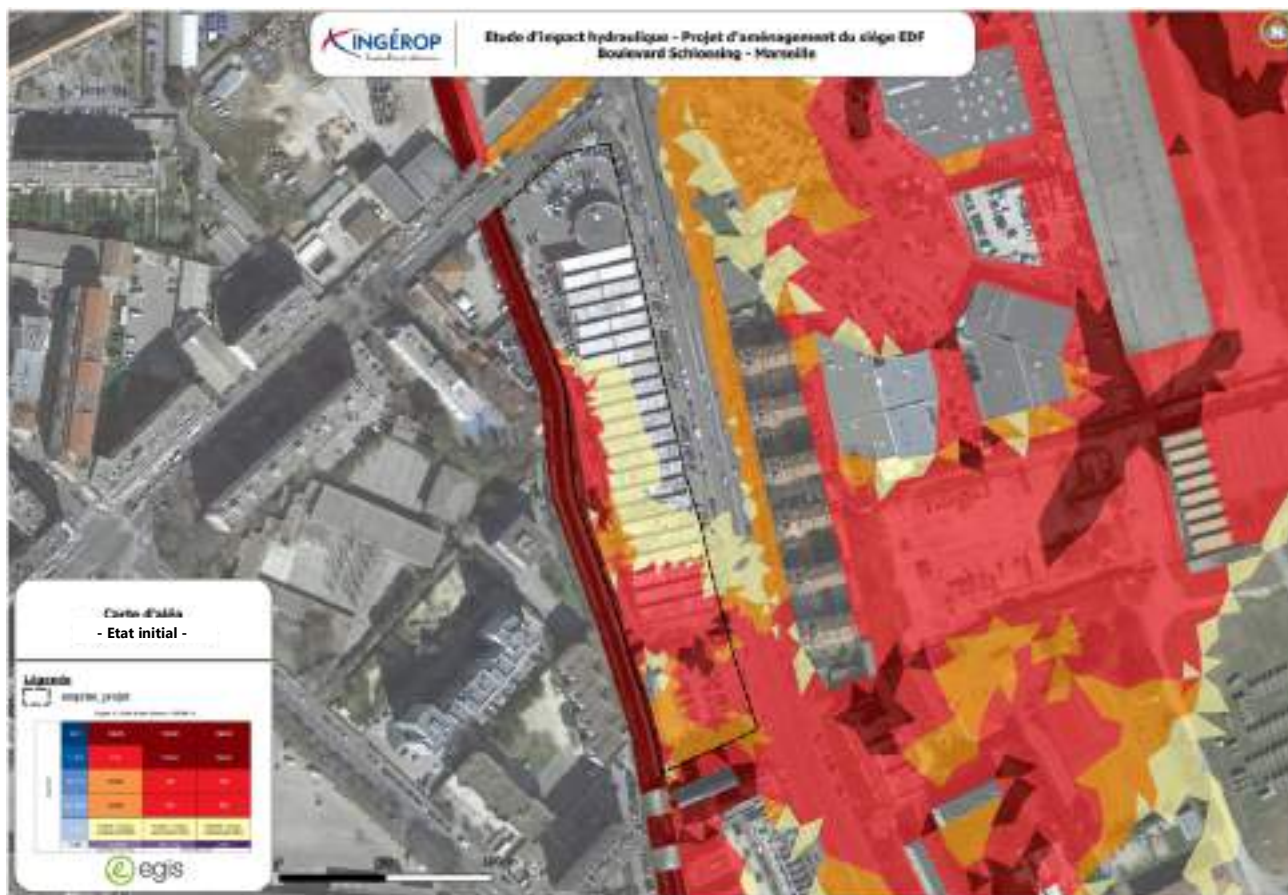


Figure 12 : Cartographie de l'aléa du Décret 2019 à l'état initial – T = 100 ans

3.3 Etat projet

3.3.1 Topographie état projet

La topographie de l'état projet est intégrée au MNT grâce aux plans de masse 3D fournis par le MOA.

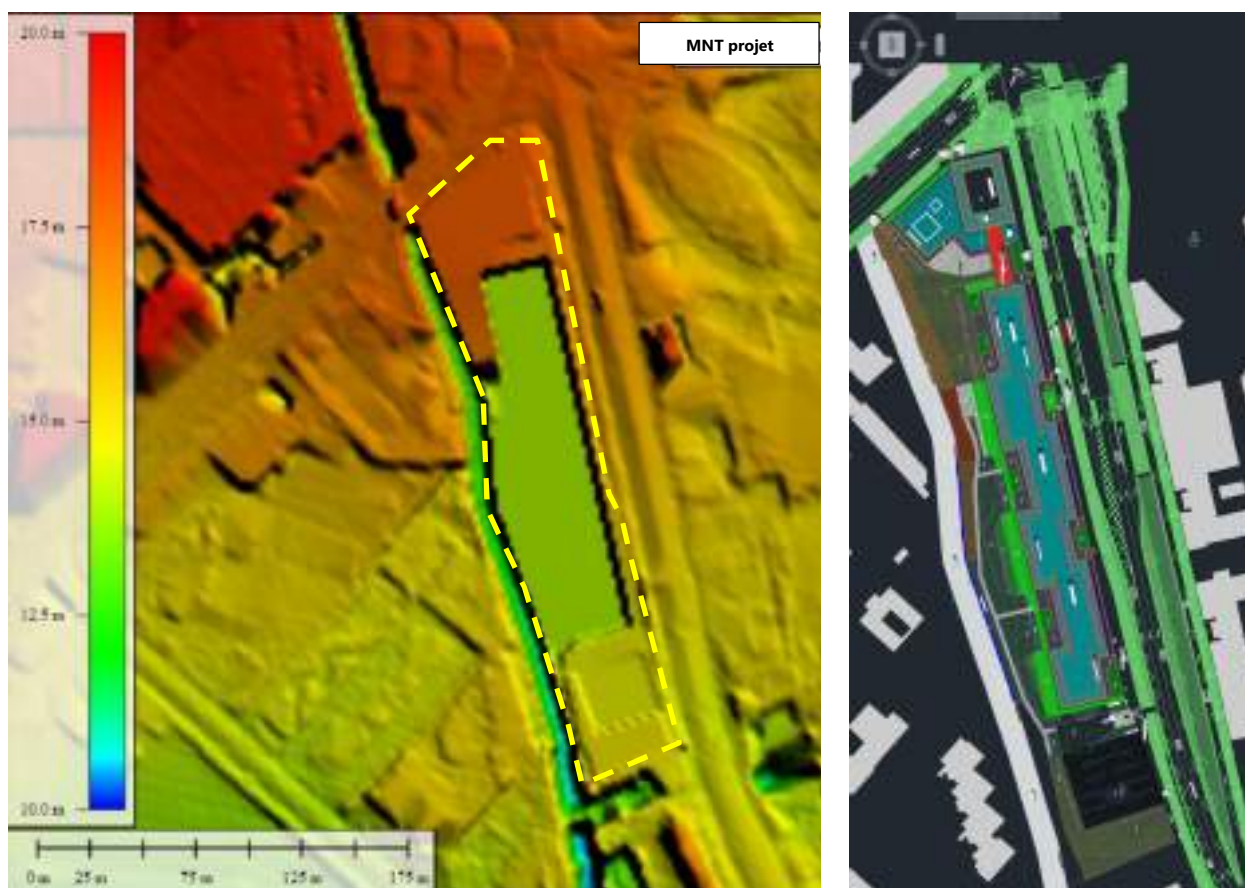


Figure 13 : MNT et plan de masse projet

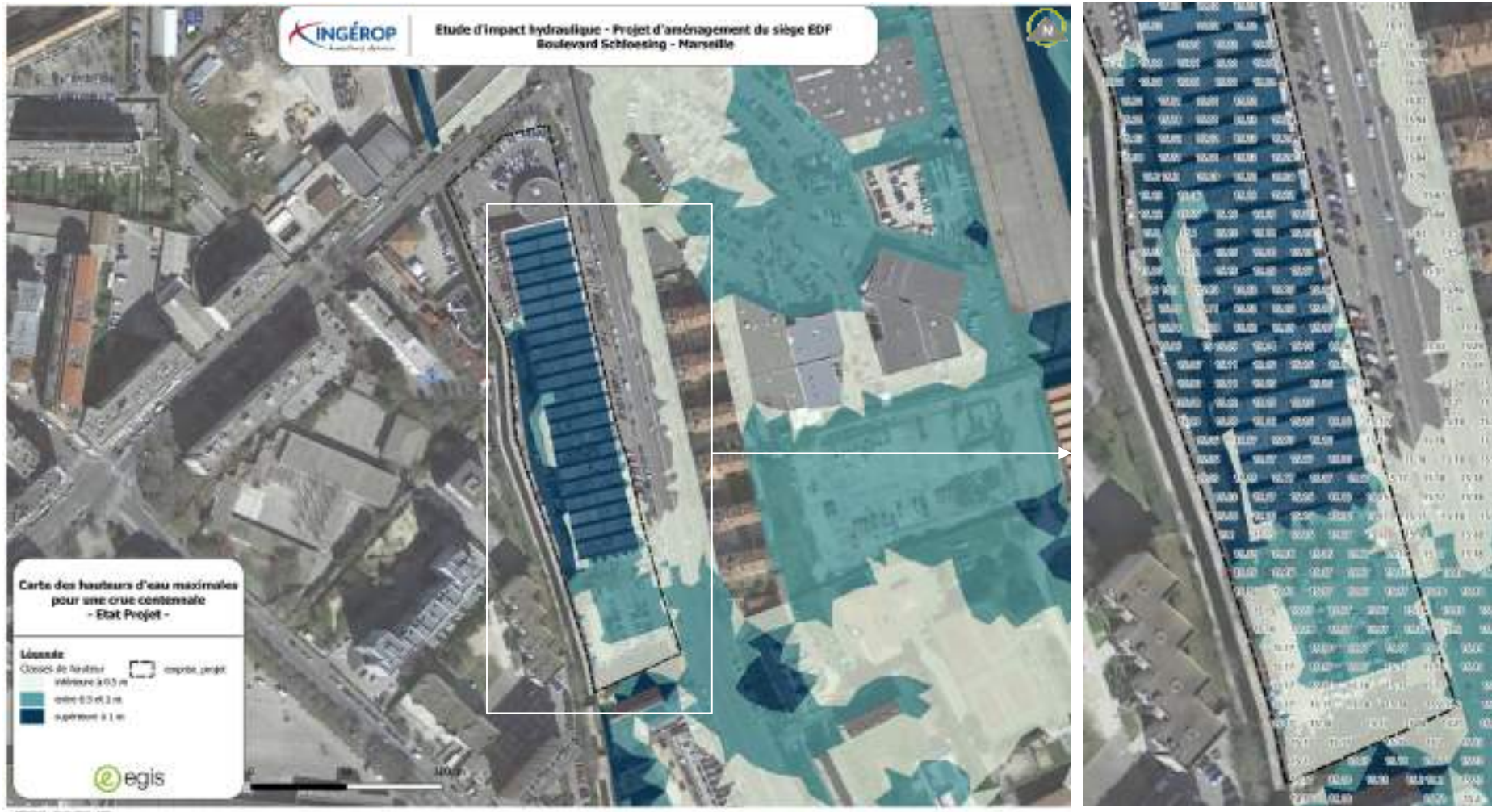
Le plancher du sous-sol est fixé à la cote 13,90 m NGF, quant au planché du rez-de-chaussée bas, la cote est fixée à 17 m NGF, soit 1,69 m au-dessus des plus hautes eaux identifiées à l'état initial.

Le sous-sol, qui accueillera un parking, est décaissé pour créer une zone d'expansion de crue rendant le bâtiment transparent aux écoulements et permettant le retour des eaux de ruissellement au Jarret par la suite.

Le plancher du parking silo est à la cote 14,55 m NGF.

3.3.2 Résultats de modélisation projet

Du fait du décaissement du terrain sous le bâtiment projet, les hauteurs d'eau sont supérieures à 1 m. Les plus hautes eaux se situent à 15,24 m NGF, une hauteur d'eau maximal d'1,34 m. Au niveau du parking silo, la hauteur d'eau varie entre 0,3 m et 0,63 m, les plus hautes eaux sont à la cote 15,18 m NGF.



La vitesse varie entre 0,2 m/s à plus de 1 m/s sous le bâtiment principal. La vitesse au sein du parking silo est en moyenne comprise entre 0,5 m/s et 1 m/s.

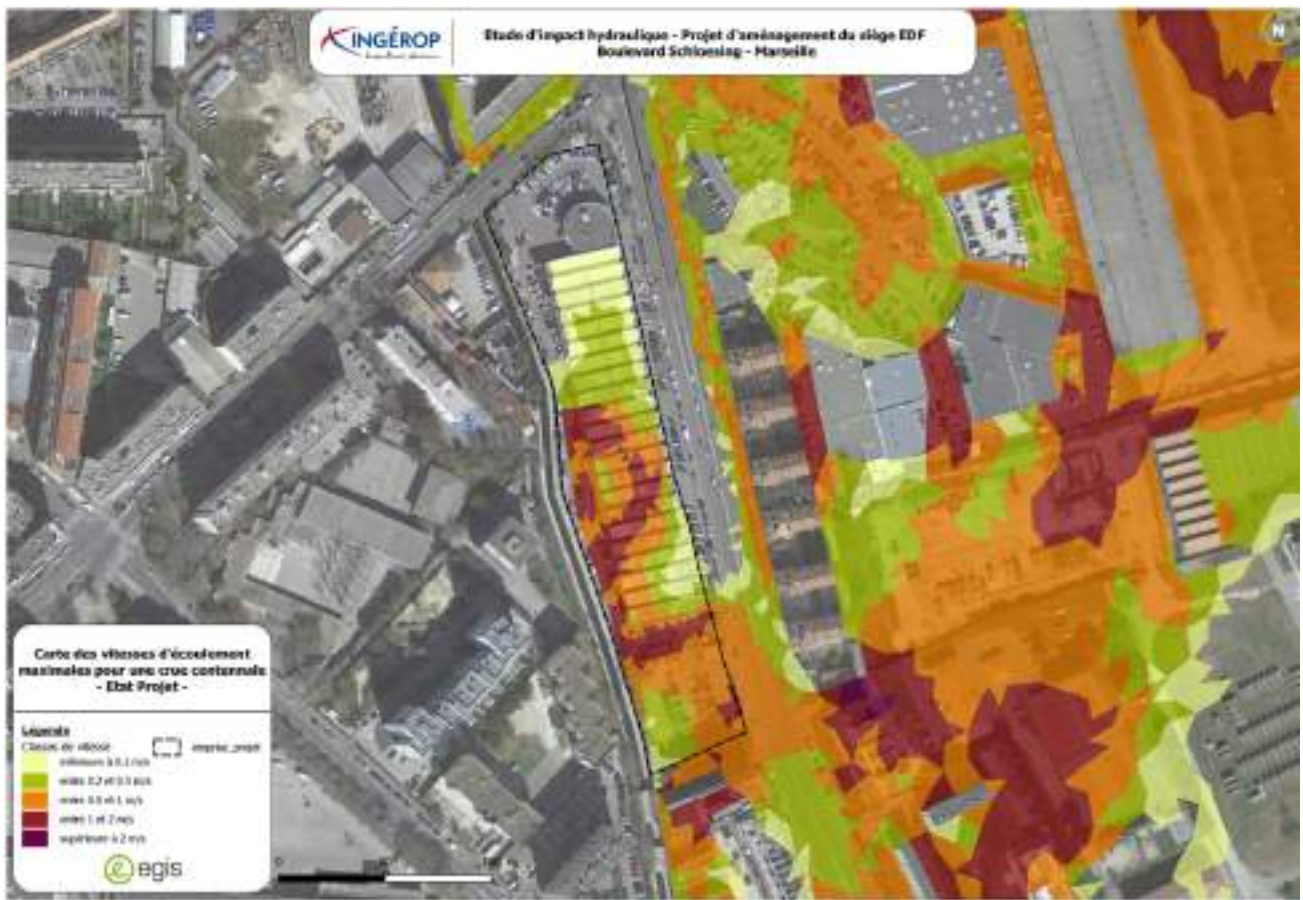


Figure 15 : Cartographie des vitesses maximales à l'état projet- T = 100 ans

D'après la grille du PPRI en vigueur, l'aléa est modéré sur le Boulevard Schloësing à proximité du projet, mais devient fort au niveau de l'accès au parking silo. Dans la parcelle projet et en bordure du Jarret l'aléa est fort.

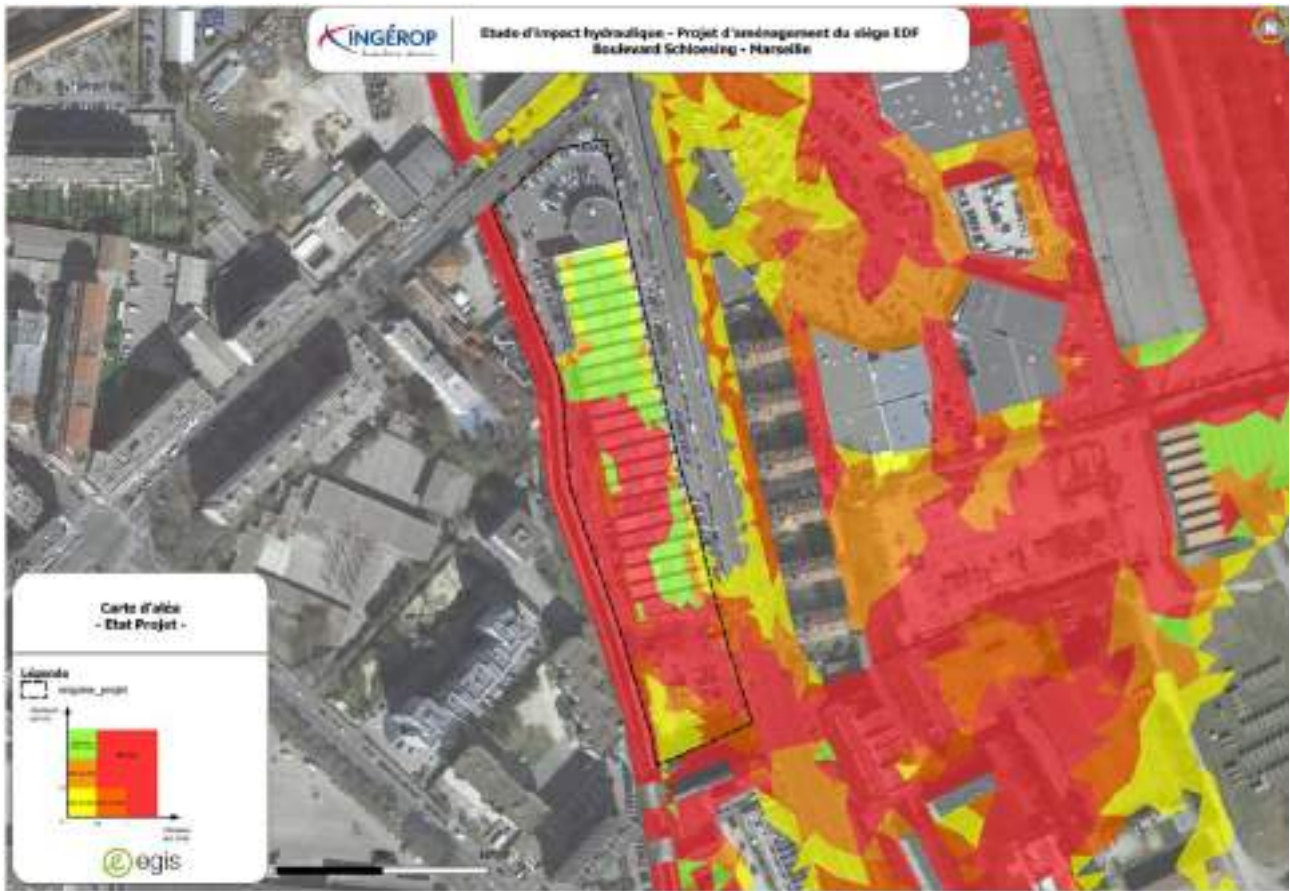


Figure 16 : Cartographie de l'aléa du PPRI à l'état projet – T = 100 ans

D'après la nouvelle grille d'aléa, l'aléa inondation par débordement est fort à très fort sous le bâtiment et modéré à fort au niveau du parking silo, dû aux hauteurs d'eau et vitesses d'écoulement importantes. Sur le Boulevard Schœsing, l'aléa est modéré, sauf devant l'entrée du parking silo.

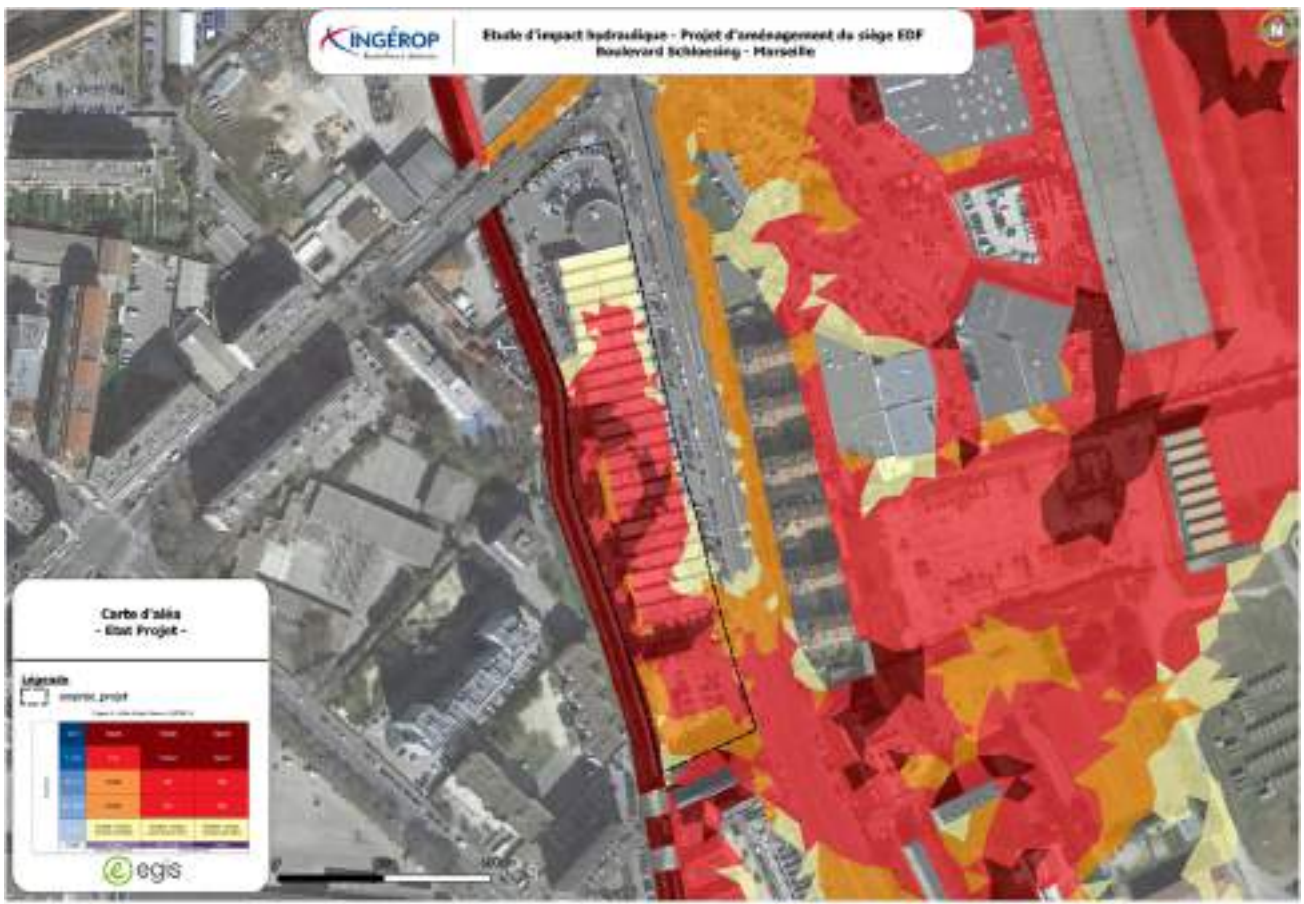
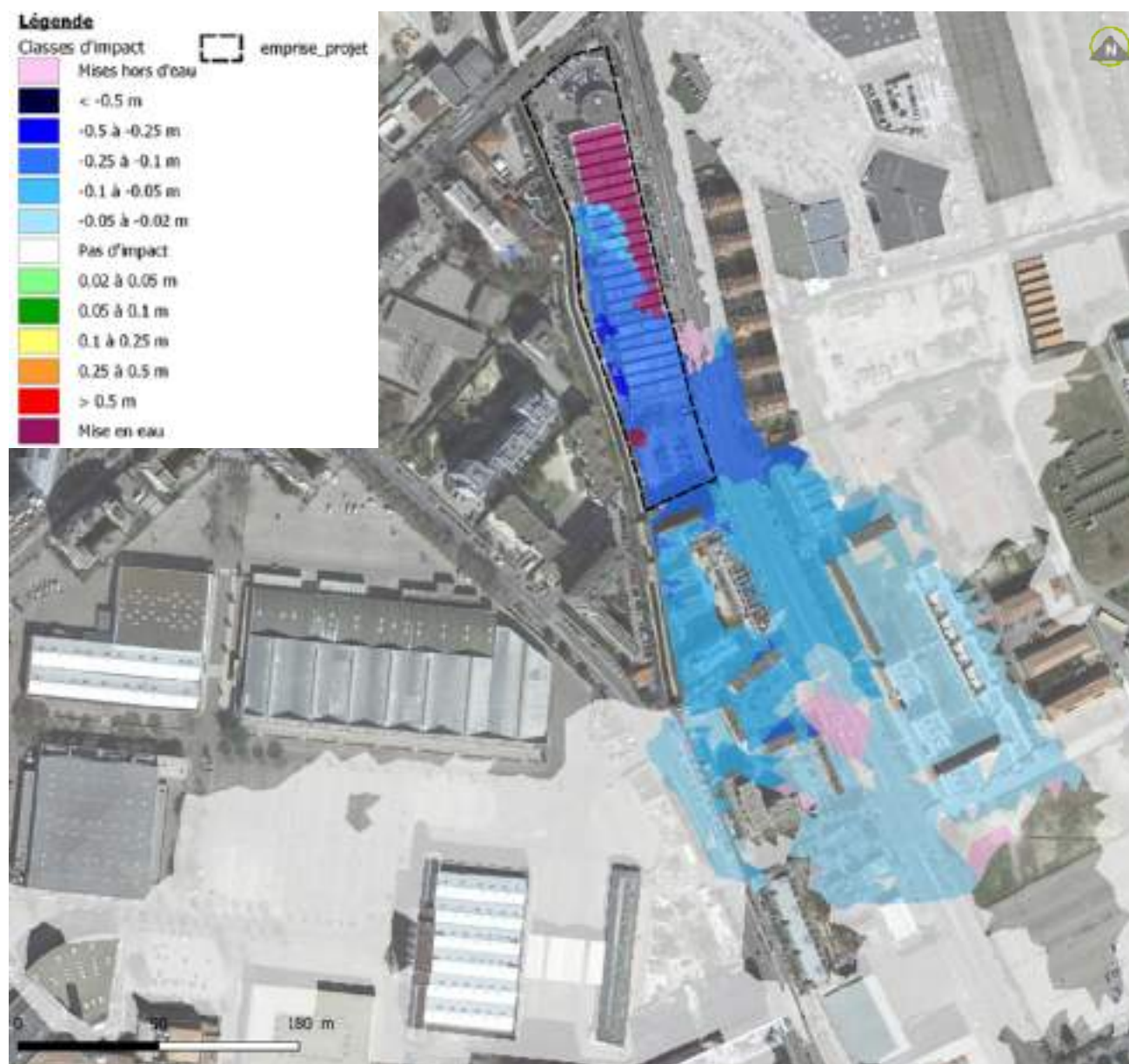


Figure 17 : Cartographie de l'aléa du Décret 2019 à l'état projet – T = 100 ans

3.3.3 Impact du projet vis-à-vis de l'état initial

Les cartographies complètes de l'impact du projet en termes de hauteur, vitesse et aléa se trouvent en annexe 1 à 5.

Sur l'emprise projet, la cote d'eau diminue du fait du décaissement. La mise en transparence du projet permet de réduire les côtes d'eau jusqu'à 25 cm sur la voirie du Boulevard Schloësing voire de mettre hors d'eau des zones actuellement inondées. L'impact du projet est positif sur les hauteurs d'eau, l'impact se ressent assez loin dans le boulevard Schloësing.



Vis-à-vis de la vitesse d'écoulement, le projet réduit en moyenne de 0,25 m/s aux alentours de la parcelle projet. Cet impact positif se répercute assez loin au sud-ouest du projet. Sur le Boulevard Schœsing la vitesse est augmentée jusqu'à 0,25 m/s localement. Un impact de 0,05 à 0,25 m/s local est également à recenser au sud-est du projet. Malgré ces augmentations de vitesse localisées, l'état général du Boulevard Schœsing est amélioré.

Sous le bâtiment projet, du fait du décaissement et de l'engouffrement des eaux pour optimiser la transparence du bâtiment, la vitesse est augmentée de 0,5 m/s au maximum sur la majorité de la zone inondée.

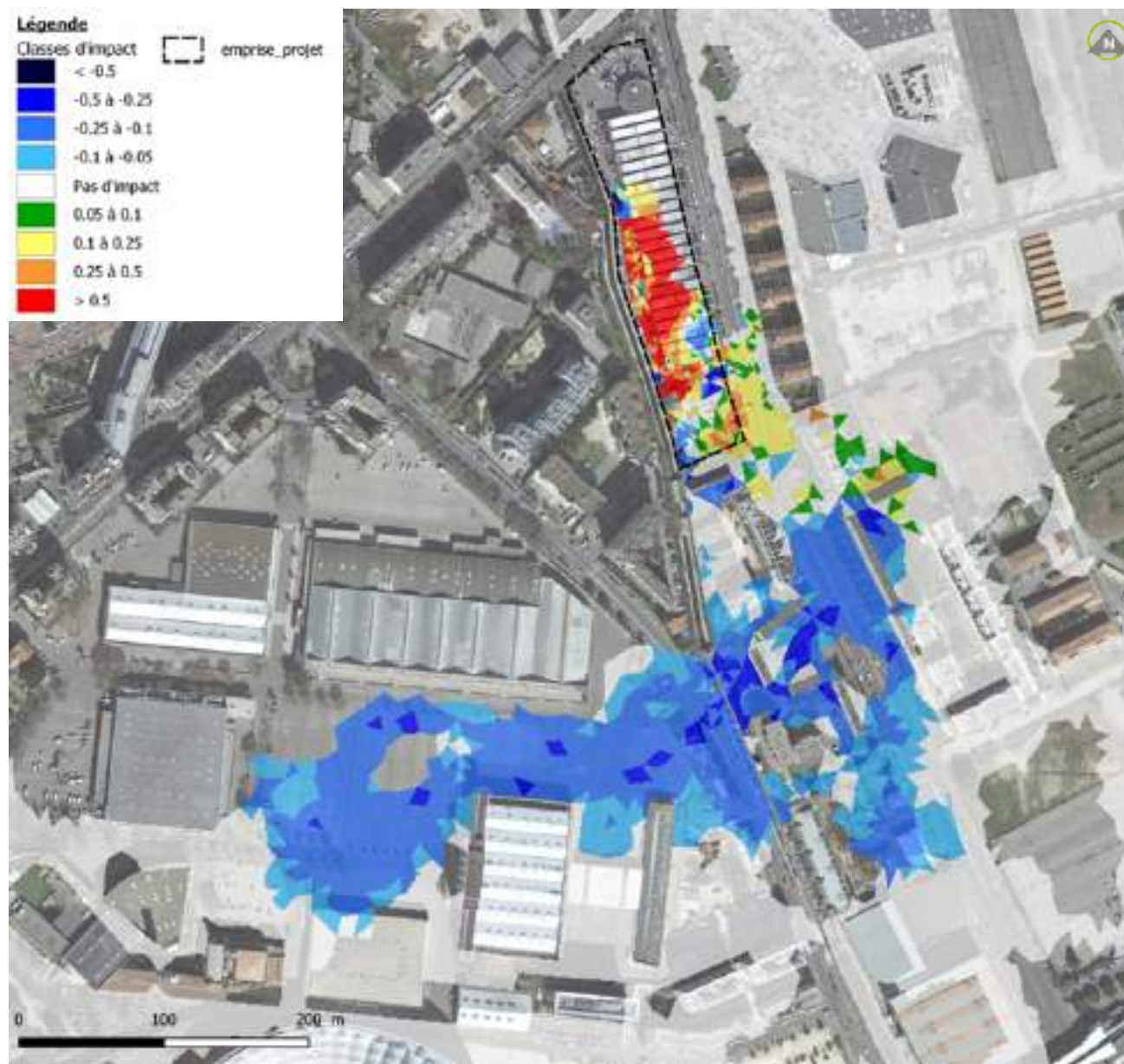


Figure 19 : Cartographie de l'impact du projet sur la vitesse (m/s) vis-à-vis de l'état initial

L'impact en vitesse est également caractérisé en pourcentage d'après les attentes de la DDTM13. L'impact est positif sur une grande partie des alentours du projet, les vitesses sont réduites. Néanmoins, au niveau du Boulevard Schœsing la vitesse est augmentée jusqu'à 50 % localement et en moyenne de 25 %. Comme mentionné précédemment, l'état général est nettement amélioré sur le Boulevard.

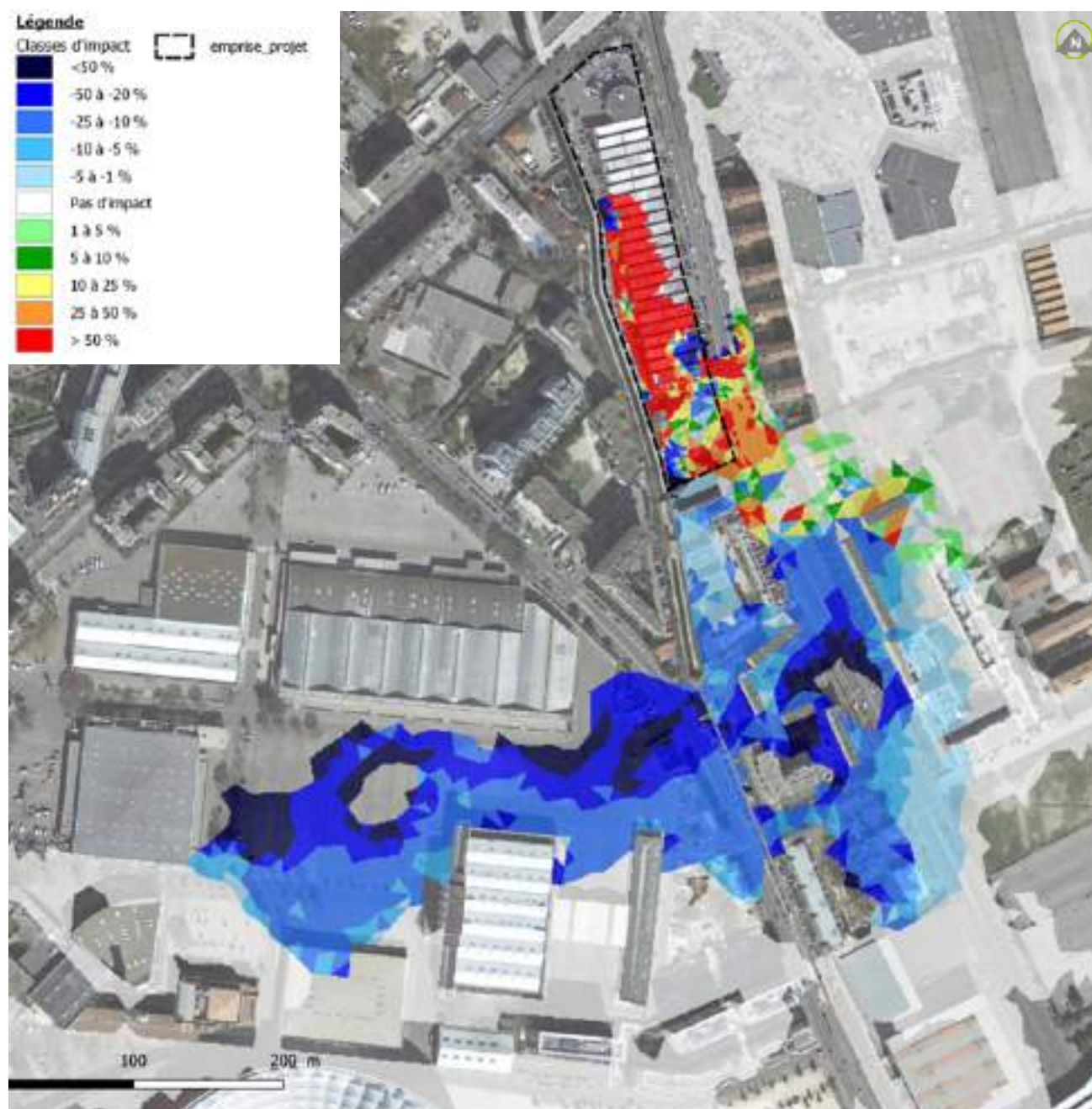


Figure 20 : Cartographie de l'impact du projet sur la vitesse (%) vis-à-vis de l'état initial

Le projet crée un sur-aléa dans la parcelle projet du fait des hauteurs importantes sous le bâtiment et les vitesses d'écoulement augmentées. Au niveau de l'accès au bâtiment et parking silo, l'aléa augmente localement sur la voirie, dû à l'accélération des vitesses créée par l'engouffrement des eaux dans le projet.

Néanmoins, aux alentours de la parcelle, le projet améliore la situation initiale générale en faisant fait passer l'aléa de fort à modéré sur plusieurs secteurs aux alentours du projet.

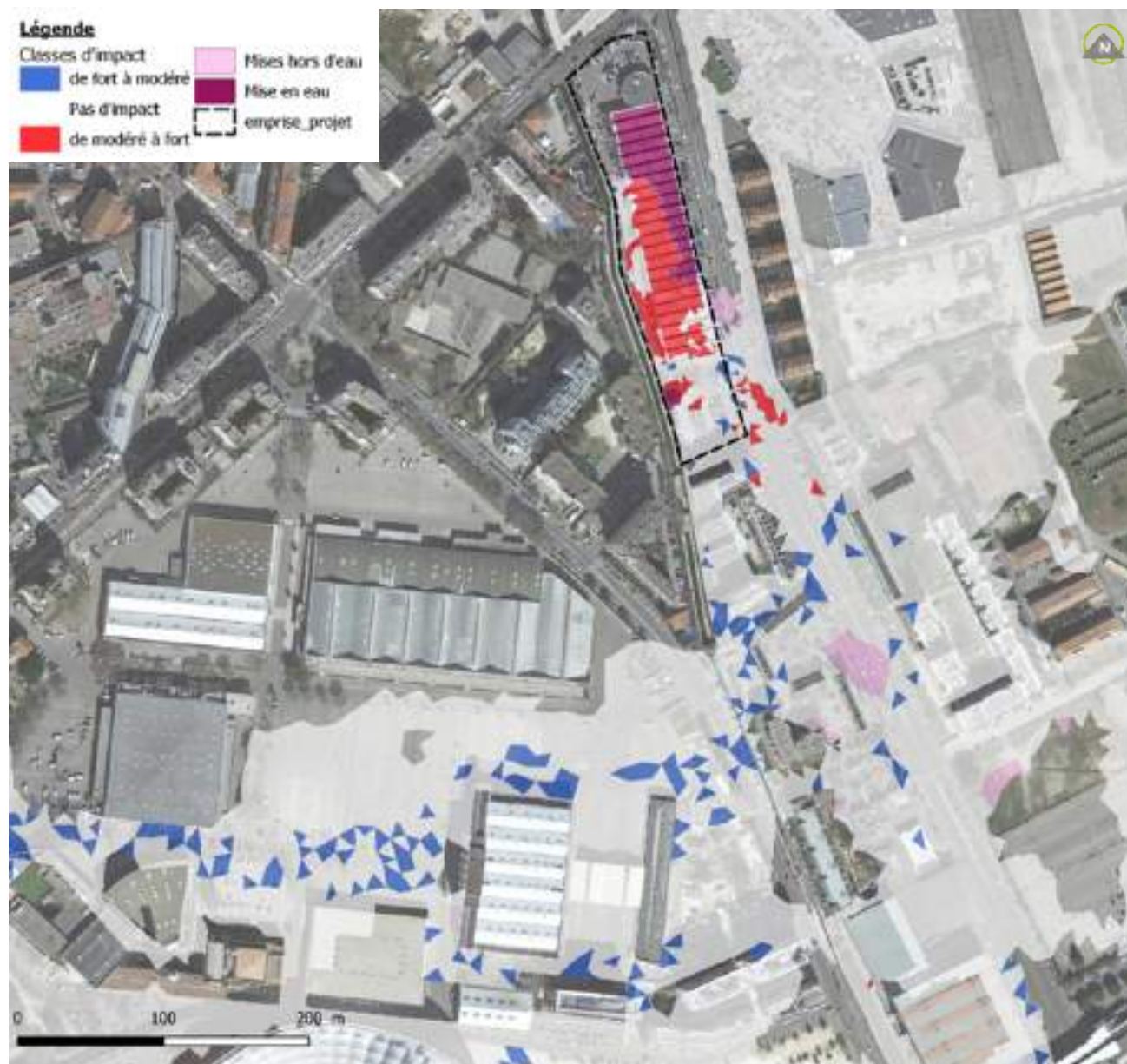


Figure 21 : Cartographie de l'impact du projet sur l'aléa PPRi vis-à-vis de l'état initial

A noter : L'impact est cartographié pour une différence de hauteur d'eau supérieures à 1 cm et une différence de vitesse d'écoulement de 0,05 m/s.

La grille de croisement de l'aléa du Décret 2019, permet de produire un impact sur l'aléa plus précis. La conclusion sur l'aléa est la même mais elle permet de visualiser quand un impact est faible vis-à-vis des hauteurs inférieures à 0,2 m.

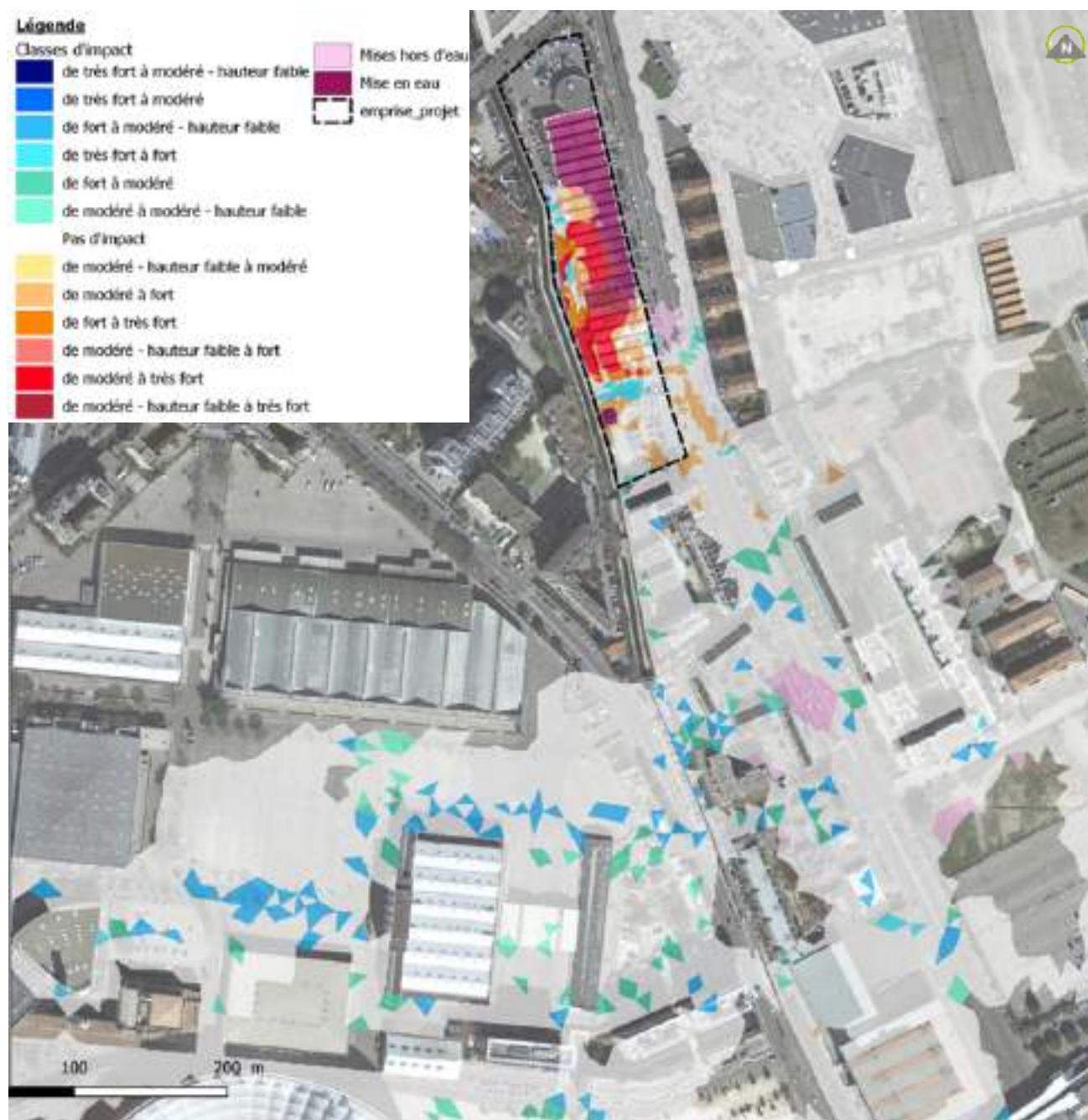


Figure 22 : Cartographie de l'impact du projet sur l'aléa du Décret 2019 vis-à-vis de l'état initial

A noter : L'impact est cartographié pour une différence de hauteur d'eau supérieures à 1 cm et une différence de vitesse d'écoulement de 0,05 m/s.

3.4 Synthèse

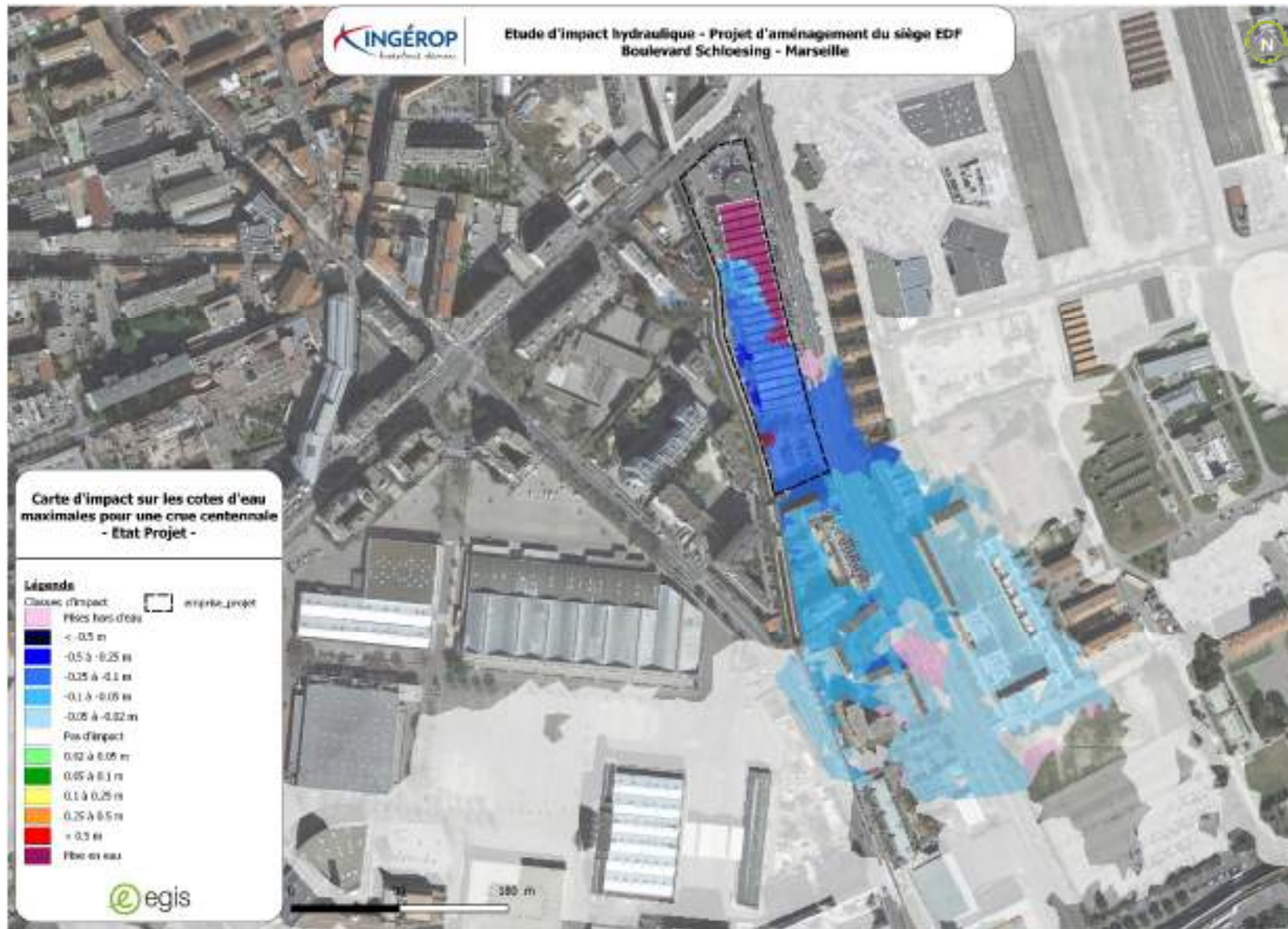
En conclusion, la mise en place de zones d'engouffrement des eaux et l'abaissement de berge du Jarret, permet de diminuer les côtes d'eau et les vitesses sur une large zone à enjeux qui se situe en aval.

Néanmoins, l'aléa passe localement de modéré à fort, sur la voirie du Boulevard Schloësing en face du projet de parking silo. Cet impact sur l'aléa n'est pas lié à un impact sur les hauteurs ce qui n'aggraverait pas les dommages sur les commerces et habitations bordant le Boulevard.

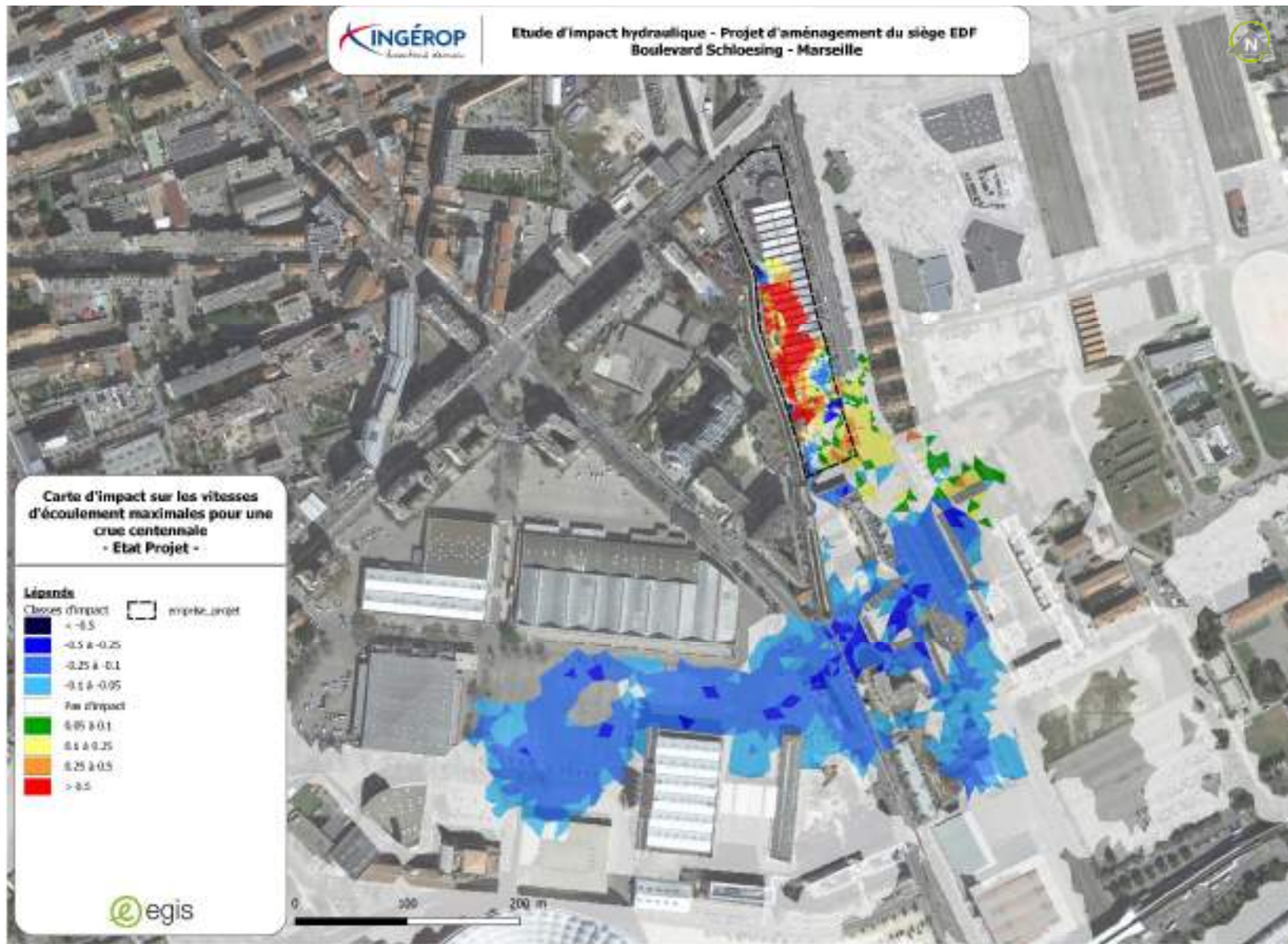
Au sein de l'emprise du projet, au droit du rez-de-chaussée, la hauteur d'eau est importante en cas de crue du Jarret (de l'ordre de 1,3 m). EGIS recommande la mise en place d'un système d'alerte de crue afin d'évacuer les véhicules stationnant dans le parking pour les épisodes de pluie pouvant engendrer un débordement du Jarret.

4. Annexes

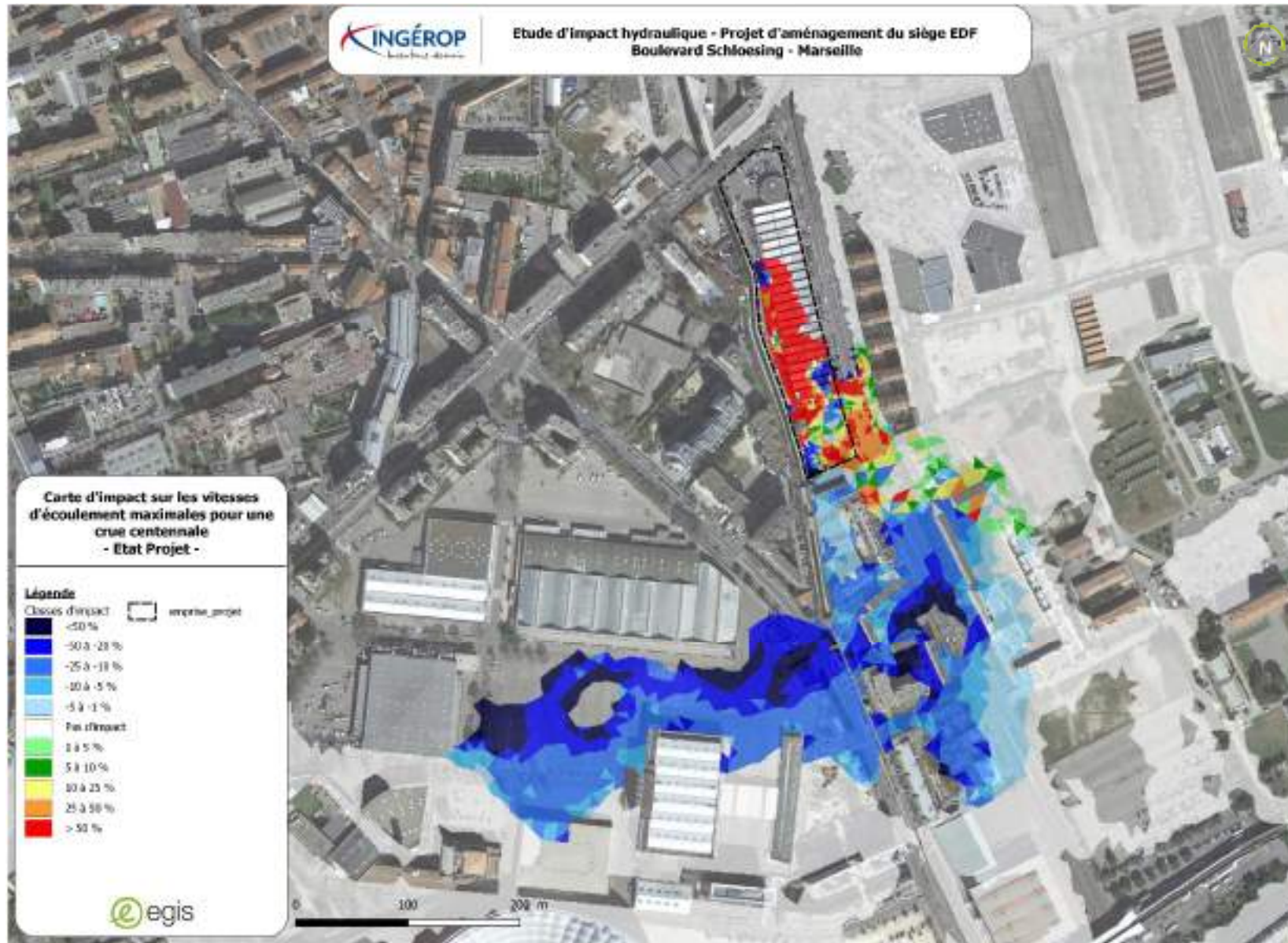
Annexe 1 : Cartographie de l'impact du projet sur la hauteur d'eau vis-à-vis de l'état initial



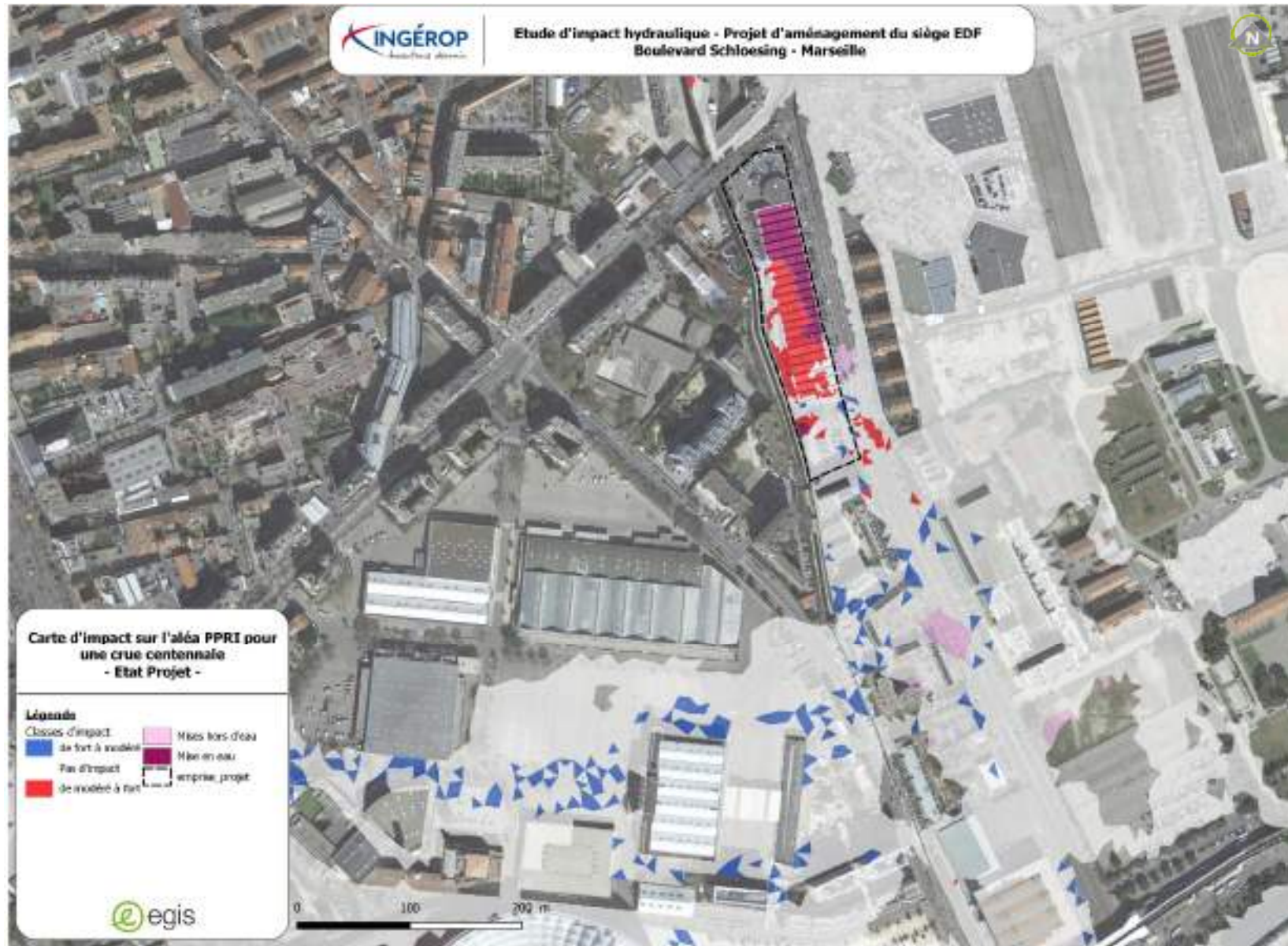
Annexe 2 : Cartographie de l'impact du projet sur la vitesse d'écoulement vis-à-vis de l'état initial



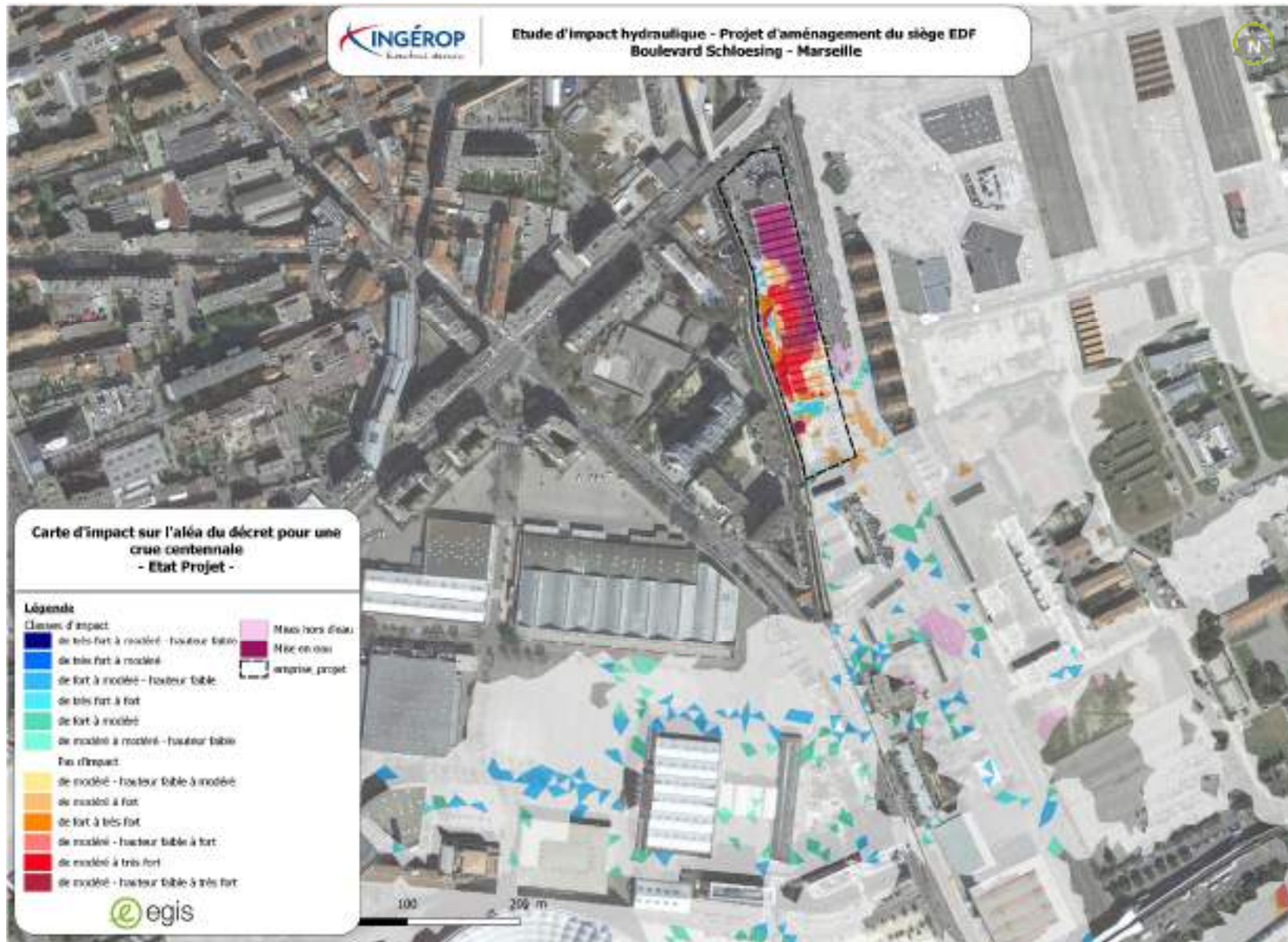
Annexe 3 : Cartographie de l'impact du projet sur la vitesse d'écoulement (%) vis-à-vis de l'état initial



Annexe 4 : Cartographie de l'impact du projet sur l'aléa PPRi vis-à-vis de l'état initial



Annexe 5 : Cartographie de l'impact du projet sur l'aléa du Décret 2019 vis-à-vis de l'état initial





- Études générales
- Assistance au Maître d'Ouvrage
- Maîtrise d'œuvre conception
- Maîtrise d'œuvre travaux
- Formation

Egis Eau Siège social
889 Rue de la vieille poste
CS 89017
34965 - Montpellier Cedex 2

Tél. : 04 67 139 000
Fax : 04 67 139 393
riv.egis-eau@egis.fr
<http://www.egis-eau.fr>