

2502 MARSEILLE _CARSAT
35 Rue George, 13 386 Marseille

RAPPORT HYDRAULIQUE

Construction du nouveau siège social de la Carsat Sud-Est, y/c déconstruction, réhabilitation et rénovation énergétique

MAITRISE D'OUVRAGE
Carsat du Sud-Est
35 Rue George, 13 386 Marseille, Cedex 20

Carsat Retraite & Santé au travail Sud-Est

AMO
SETEC ORGANISATION
Immeuble TOTEM, 40 boulevard de Dunkerque,13002 Marseille

AMO REEMPLOI
RAEDIFICARE
8, Allée Léon Gambetta, 13001 Marseille

AMO QEB
OASIIS
391 avenue de Jouques, ZI Les Paluds - CS 71120, 13782 Aubagne
04 42 186 186

ARCHITECTE MANDATAIRE
BFV Architectes
2 Rue Labois-Rouillon, 75019 Paris
01 86 95 92 00

ARCHITECTE ASSOCIÉ
NM2A Architecture
62 Traverse du Mas Rouge, Immeuble le A, 34970 Lattes
04 67 58 53 86

BET STRUCTURE, FLUIDE, ECONOMIE, CSSI et COÛT EM
EDEIS
29 Ave. Auguste Vérola, 06 200 Nice
04 92 29 57 90

BET ENVIRONNEMENT
TRIBU
103 Ave. Maréchal de Saxe, 69 003 Lyon
04 26 03 48 20

BET ACOUSTIQUE
GAMBA
163 Rue du Colombier, 31670 Labège
05 62 24 36 176

BET RESTAURATION
RESTAU CONSEIL
26 Bd. Paul Vaillant Couturier, 94854 Ivry sur Seine
01 46 70 15 12

BET VRD et HYDRAULIQUE
SEIRI
43 Rue de l'Evêché, 13002 Marseille
04 91 54 25 42

COMMISSIONNEMENT
LA MEDIOSPHERE
4 Rue Victor Lagrange, 69007 Lyon
04 81 06 00 20

PAYSAGISTE
RICHIER PAYSAGISTE
Centre d'affaires, 20 Trav. de la Montre, 13011 Marseille
06 51 48 51 59

RÉEMPLOI
BELLASTOCK
24 Av. du Prado, 13006 Marseille
06 62 16 62 81

POLLUTION
GINGER BURGEAP
143 Av. de Verdun, 92442 Issy-les-Moulineaux
01 46 10 25 70

DÉSAMIANTAGE
GINGER DELEO
1030 Rue J.R.G.G de la Lauzière, 13290 Aix-en-Provence
04 13 91 01 50

BUREAU CONTROLE
APAVE
8 Rue Jean-Jacques Vernazza Z.A.C,Trav. de Saumaty Séon, 13016 Marseille - 04 96 15 22 60

CSPS
SOCOTEC
7A Allée Marcel Leclerc, Le Virage, 13008 Marseille
04 91 17 01 00

GÉOMÈTRE EXPERT
GEOFIT
350 Av. JRG Gauthier de la Lauzière 13290 Aix-en-Provence
04 86 76 03 22

APD

EMETTEUR
BFV
Indice 01
Juin 2026

SOMMAIRE

I - PREAMBULE 4

II - LOCALISATION 6

III - ANALYSE DES DONNEES D'ENTREES ET DU FONCTIONNEMENT DE L'ETAT INITIAL 7

III - 1 - ANALYSE DU PLAN DE PREVENTION DU RISQUE INONDATION DE MARSEILLE 7

III - 2 - ANALYSE DU PORTER A CONNAISSANCE DU BASSIN VERSANT DE L'HUVEAUNE 9

III - 3 - ANALYSE DU FONCTIONNEMENT HYDRAULIQUE DU SITE A L'ETAT INITIAL 11

III - 4 - ETUDE HYDROLOGIQUE DU COURS D'EAU DU JARRET 13

IV - PARAMETRES DU MODELE HYDRAULIQUE 14

IV - 1 - PRINCIPE DE LA MODELISATION HYDRAULIQUE 14

IV - 2 - PRESENTATION DU LOGICIEL DE MODELISATION 14

IV - 3 - ARCHITECTURE DU MODELE 14

IV - 4 - CONDITIONS AUX LIMITES 16

V - MODELISATION DE L'ETAT INITIAL 18

V - 1 - CONTEXTE DE LA MODELISATION DE L'ETAT INITIAL 18

V - 2 - ANALYSE ETAT INITIAL AVANT DEMOLITION DES BATIMENTS 18

V - 3 - ANALYSE ETAT APRES DEMOLITION DES BATIMENTS 19

V - 4 - COMPARAISON ENTRE L'ETAT INITIAL ET L'ETAT INITIAL APRES DEMOLITION 21

V - 5 - CONCLUSION ANALYSE DE L'ETAT INITIAL 21

VI - PRESENTATION DE LA SOLUTION DE TRANSPARENCE 23

VI - 1 - MESURES MISE EN PLACE POUR LIMITER L'IMPACT DU PROJET SUR L'INONDABILITE 23

VI - 1 - 1. Mesures d'évitement 23

VI - 1 - 2. Mesures de réduction 23

VI - 1 - 3. Mesures de compensation 23

VI - 2 - DETAIL FONCTIONNEL DE LA SOLUTION DE TRANSPARENCE 24

VII - MODELISATION DE L'ETAT PROJET 26

VII - 1 - CONTEXTE DE LA MODELISATION DE L'ETAT PROJET 26

VII - 2 - ANALYSE DE L'ETAT PROJET SANS MESURES 26

VII - 3 - ANALYSE DE L'ETAT PROJET AVEC MESURE POUR LIMITER L'IMPACT 27

VII - 4 - CARACTERISATION DE L'ALEA EN ETAT PROJET 29

VIII - MESURES POUR LA REDUCTION DE LA VULNERABILITE DU BATIMENT 31

TABLE DES ANNEXES

ANNEXE 1 : PLAN DU RESEAU PLUVIAL UNITAIRE DES RUES AVOISINANTES ET DE LA CARSAT SUD-EST 32

ANNEXE 2 : CARTOGRAPHIE DES HAUTEURS ET VITESSES A L'ETAT INITIAL – AVANT DEMOLITION..... 33

ANNEXE 3 : CARTOGRAPHIE DES HAUTEURS ET VITESSES A L'ETAT INITIAL - APRES DEMOLITION 34

ANNEXE 4 : PLAN ET COUPES DES REMBLAIS/DEBLAIS DU PROJET (SEIRI, MARS 2026) 35

ANNEXE 5 : CARTOGRAPHIE DES HAUTEURS ET VITESSES D'ECOULEMENT A L'ETAT PROJET – SANS MESURES..... 36

ANNEXE 6 : CARTOGRAPHIE DES HAUTEURS ET VITESSES D'ECOULEMENT A L'ETAT PROJET – AVEC MESURES 37

ANNEXE 7 : NOTE POUR L'ELABORATION DU PLAN DE GESTION DE CRISE (BUREAU D'ETUDE MAYANE, JUIN 2026)..... 38

TABLEAUX ET FIGURES

Figure 1 : Détail et localisation des emprises concernées par l'étude hydraulique. 4
Figure 2 : Schéma de principe d'aménagement de l'opération. 5
Figure 3 : Localisation du projet sur fond IGN et du cours d'eau à proximité (source : Cours d'eau IOTA - DDTM13) 6
Figure 4 : Cartographie de l'aléa inondation du bassin de l'Huveaune (source : DDTM 13) 7
Figure 5 : Croisement des variables aléa et urbanisation. 8
Figure 6 : Zonage du PPRi de la ville de Marseille. 8
Figure 7 : Cartographie des débits de pointe en différents points du réseau hydrographique (source : PàC, EGIS Eau) 10
Figure 8 : Profil en travers du Jarret (source Hydrotopo) 10
Figure 9 : Sens d'écoulement en surface à l'état initial. 12
Figure 10 : Terrain du modèle 2D sous logiciel HEC-RAS 2D 15
Figure 11 : Coefficient de rugosité par type d'aménagement en situation après démolition. 16
Figure 12 : Conditions aux limites du modèle 2D 17
Figure 13 : Comparaison des classes d'aléa de l'état initial modélisé et du PPRI. 19
Figure 14 : Classe d'aléa état démolition - nouvel état initial. 20
Figure 15 : Cartographie des différences de hauteur entre l'état initial avant démolition et après démolition. 21
Figure 16 : Sens d'écoulement en surface à l'état initial et l'état démolition pour le champ des hauteurs. 22
Figure 17 : Image de référence d'aménagement d'une structure pilotis d'un bâtiment. 23
Figure 18 : Plan et coupes des remblais/déblais du projet. 24
Figure 19 : Identification des emprises bâtie en transparence et non transparence (niveau RDC - Plan masse APD) 25
Figure 20 : Cartographie des différences de hauteur entre l'état initial après démolition et l'état projet sans mesures. 27
Figure 21 : Cartographie des différences de hauteurs entre l'état initial et l'état projet. 28
Figure 22 : Coupe bâtiment état projet avec cote PHE. 29
Figure 23 : Caractérisation de l'aléa en état projet. 30

Tableau 1 : Rugosité en fonction du type de sol. 16

I - PREAMBULE

Dans le cadre de la mission de maîtrise d'œuvre relative à l'opération de construction du nouveau siège social de la CARSAT Sud-Est, une étude hydraulique doit être menée afin de démontrer la transparence hydraulique du futur projet, conformément aux exigences de l'arrêté n° AE-F09322P0199 du 27/07/2022, portant décision d'examen au cas par cas.

À l'échelle de cette étude, le projet comprend notamment la déconstruction du bâtiment Sakakini, et du bâtiment Chave, la construction d'un nouveau bâtiment, ainsi que le réaménagement des espaces extérieurs, dont le parking Doria. L'emprise du projet sera délimitée en fonction de ces aménagements susceptibles d'avoir un impact en situation future, ceux-ci étant situés dans une zone inondable identifiée par le Plan de Prévention du Risque inondation (PPRi).



Figure 1 : Détail et localisation des emprises concernées par l'étude hydraulique.

Finalement, la conception du projet en phase APS/APD, a permis d'élaborer une solution technique présenté aux services GEMAPI et pluvial de la ville de Marseille et aux services instructeur de la DDTM des Bouches-du-Rhône.

Cette approche a permis également d'identifier les premières contraintes d'un point de vue structurel et hydraulique. En effet, le bâtiment nouveau sera construit sur l'emprise du site en zone inondable et devra faire l'objet d'une étude hydraulique pour démontrer leur transparence hydraulique vis-à-vis de la crue du Jarret.

Les autres aménagements du projet (accès, voirie, piétonnier, espaces verts extérieurs, parking) seront prévus au maximum niveau du terrain naturel de façon à ne pas constituer de remblai pouvant impacter la crue du Jarret. Le cas échéant, les remblais identifiés seront compensés en déblai, conformément à la doctrine de la DDTM des Bouches-du-Rhône.

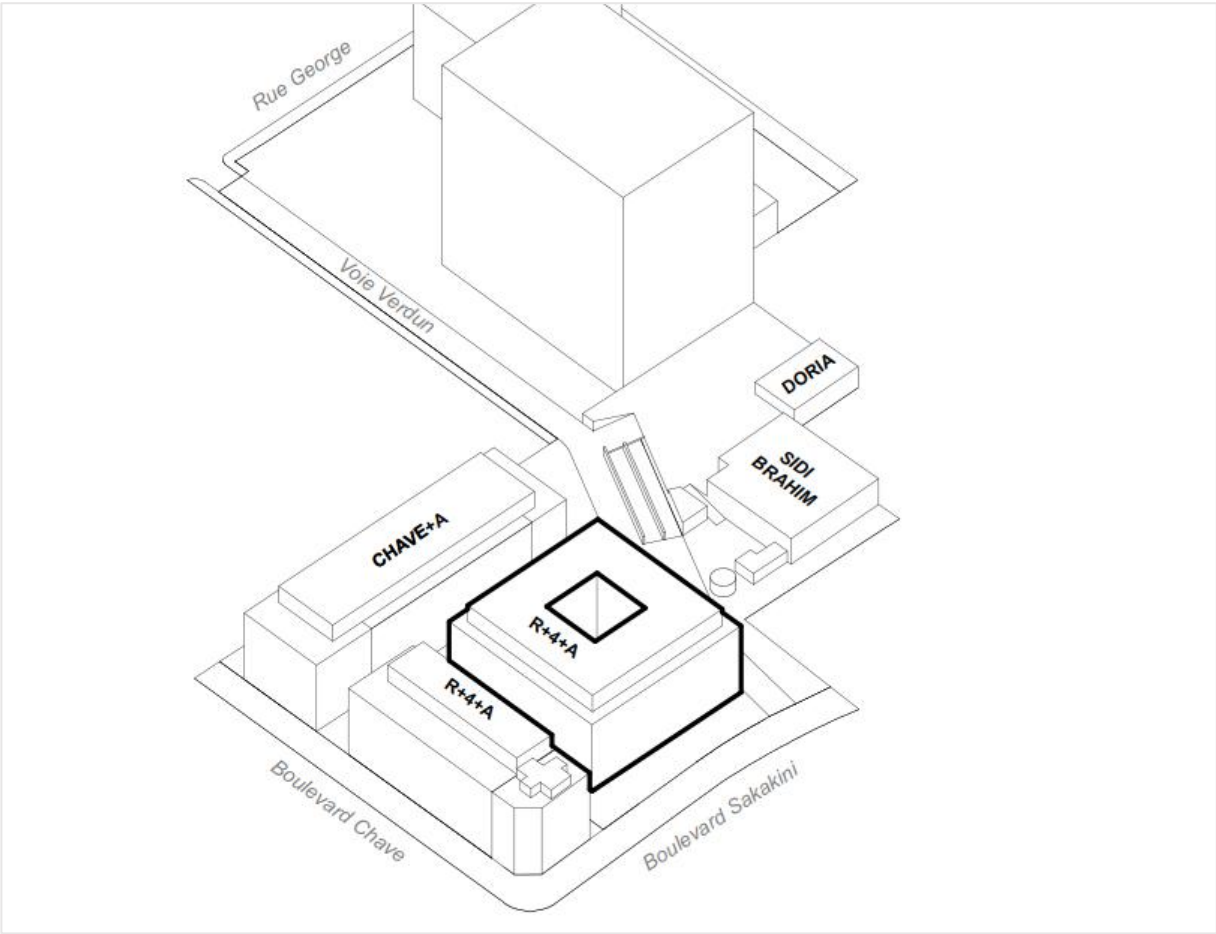


Figure 2 : Schéma de principe d'aménagement de l'opération.

Cette note présentera donc l'étude hydraulique à l'échelle des aménagements pouvant avoir un impact sur la crue du Jarret à savoir : la démolition du bâtiment Chave et Sakakini et la construction du nouveau bâtiment. Dans le cadre du diagnostic vulnérabilité pour démontrer la transparence hydraulique du futur bâtiment le présent rapport présentera :

- La modélisation hydraulique de l'état initial,
- La solution technique mise en place afin d'assurer la transparence hydraulique du bâtiment projet et les mesures d'évitement, de réduction et de compensation mise en place pour limiter l'impact du projet,
- La modélisation hydraulique de l'état projet avec implantation de la solution pour garantir la transparence hydraulique du bâtiment projet,
- Les mesures de réduction de la vulnérabilité du bâtiment et de ses usagers.

II - LOCALISATION

L'étude concerne le projet de construction du nouveau siège social de la CARSAT Sud-Est, localisé entre le boulevard Chave au Sud, le boulevard Sakakini à l'Est et la rue George à l'Ouest.

L'adresse de la Carsat est 35 Rue George.

L'emprise est située à l'Ouest de l'ouvrage souterrain du cours d'eau du Jarret, sous le boulevard Sakakini.

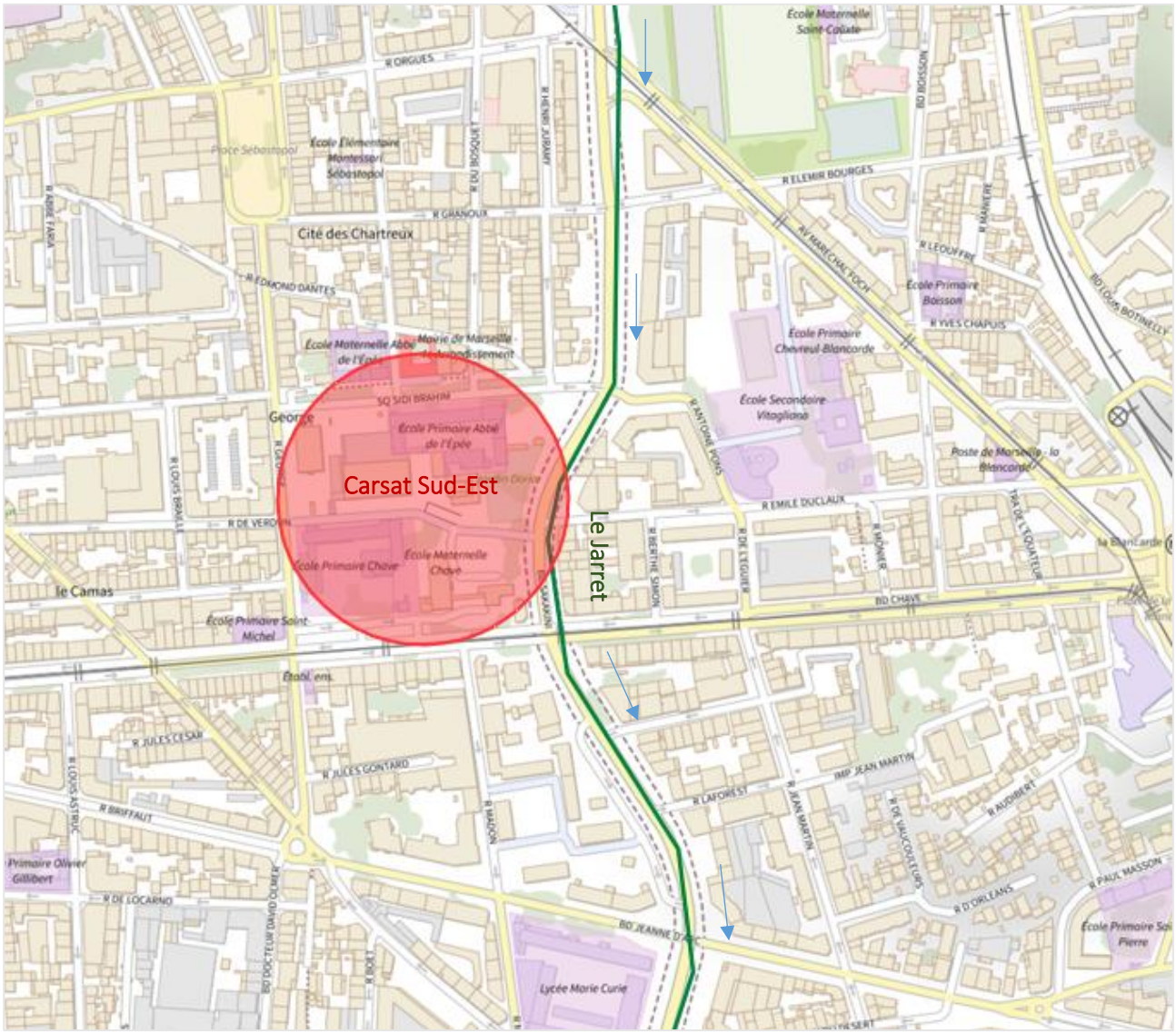


Figure 3 : Localisation du projet sur fond IGN et du cours d'eau à proximité (source : Cours d'eau IOTA - DDTM13)

III - ANALYSE DES DONNEES D'ENTREES ET DU FONCTIONNEMENT DE L'ETAT INITIAL

Dans le cadre de la présente étude hydraulique, un recueil et une analyse des données d'entrée ont été réalisés à partir des documents suivants :

- Le Plan de Prévention du Risque Inondation (PPRi) de la ville de Marseille, relatif aux débordements de l'Huveaune et de ses affluents, approuvé en février 2017.
- Le porter à connaissance sur le risque d'inondation du bassin versant de l'Huveaune, réalisé par EGIS Eau en mars 2014 ;

Cette analyse a permis de contextualiser les enjeux et de cibler les données pertinentes qui seront utilisées dans le cadre de la modélisation hydraulique à l'état initial, notamment pour le calage du modèle.

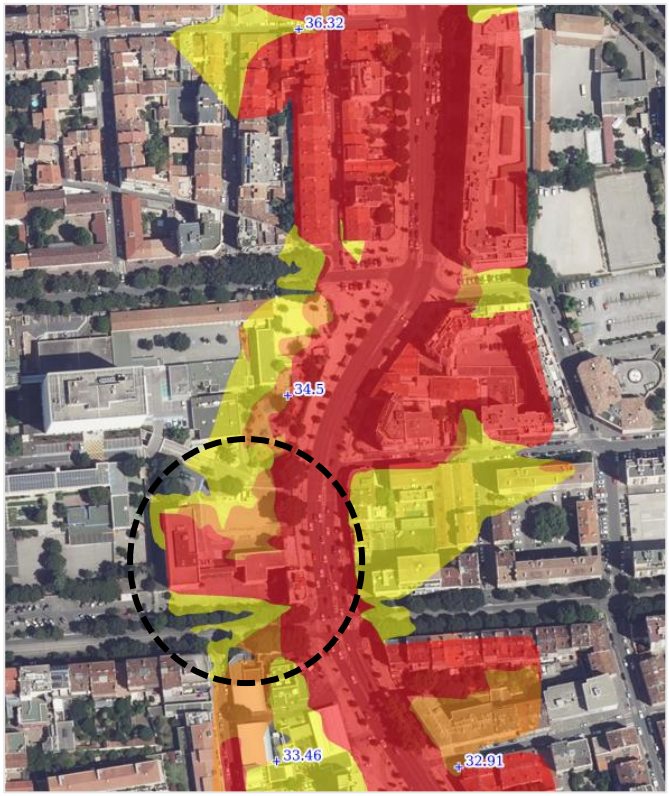
III - 1 - Analyse du Plan de Prévention du Risque Inondation de Marseille

Le plan de prévention du risque inondation de l'Huveaune sur la commune de Marseille a été approuvé le 24 février 2017, et se base sur l'étude réalisée par EGIS dans le cadre du porter à connaissance de mars 2014.

L'analyse de ce document permet d'identifier les contraintes réglementaires qui s'applique au projet. Il précise notamment les zones inondables, les niveaux d'aléas ainsi que les prescriptions applicables en fonction de la vulnérabilité des secteurs concernés.

L'objectif de cette analyse est de mieux comprendre le contexte réglementaire et territorial dans lequel s'inscrit le projet, et d'en extraire les éléments techniques pertinents pour la modélisation hydraulique de l'état initial. Elle permettra également d'anticiper les exigences en matière de transparence hydraulique imposées par le PPRi, notamment dans les zones à risque identifié.

Le projet est concerné par l'aléa modéré à fort, pour la crue de référence modélisée (période de retour 100 ans). La PHE de référence retenue sur l'emprise du projet est de 34,5 mNGF.



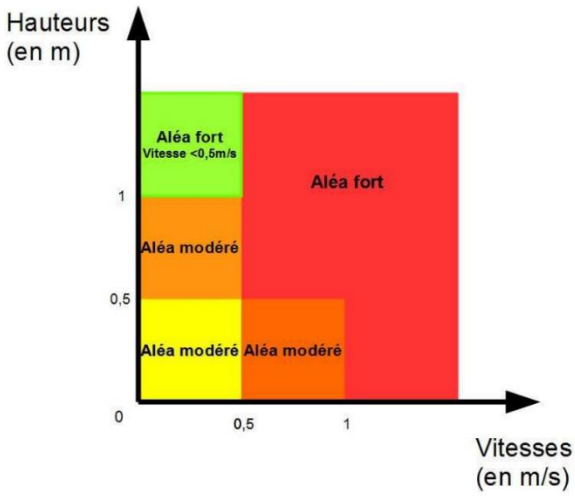


Figure 4 : Cartographie de l'aléa inondation du bassin de l'Huveaune (source : DDTM 13)

D'après les cartographies du PPRi mise à disposition, le projet se situe en zone bleu foncé M-CU, F-CU et violet R du zonage règlementaire.

	ZPPU	zones urbanisées	
		AZU	CU
aléa fort	rouge	rouge	bleu foncé
aléa modéré	rouge	bleu clair	bleu foncé
aléa résiduel	violet	violet	violet

Figure 5 : Croisement des variables aléa et urbanisation.



Figure 6 : Zonage du PPRi de la ville de Marseille.

De manière générale, tout projet doit être conçu de façon à ne pas aggraver le risque inondation sur le site même du projet et sur les sites environnants. Il devra être conçu, réalisé et exploité afin d'assurer une transparence hydraulique à l'axe d'écoulement de la crue du Jarret, de limiter autant que possible les obstacles à l'écoulement des eaux, de présenter une résistance suffisante aux pressions.

La zone bleu foncé correspond au secteur de centre urbain soumis à un aléa fort ou modéré. La zone violette correspond aux secteur soumis à l'aléa résiduel.

En zone bleu foncé, il est autorisé **la création de bâtiments et l'extension de bâtiment existant** sous réserve :

- Que le premier plancher aménagé soit construit à la cote **PHE+20 cm,** ou a défaut au moins 50 cm au-dessus du terrain naturel.
- Que le bâtiment ne soit pas destiné à des locaux d'hébergement,
- Qu'il dispose d'un accès depuis l'intérieur à une **zone refuge située au-dessus de la PHE+20 cm.**

Pour les zones d'aléa fort, **un diagnostic de vulnérabilité** devra être réalisé, afin de :

- Démontrer que le projet assure une transparence hydraulique,
- Démontrer l'absence d'impact hydraulique à l'aval,
- Définir les conditions de mise en sécurité des occupants.

Les **constructions et installations techniques sont autorisés**. Les équipements sensibles à l'eau (tels que les transformateurs, les postes de distribution, les relais et antennes, etc.) doivent être situés au minimum à la cote PHE + 20 cm.

Il est également autorisé, la **création d'aire de stationnement collectives** sous réserve que le site fasse l'objet d'un affichage et d'un **plan de gestion de crise** permettant d'organiser l'évacuation ou la fermeture d'urgence en cas d'alerte.

Par dérogation également, **la création d'aire de stationnement collectives souterraines** sous réserve :

- Que les **accès et émergences soient implantés au minimum à la côte PHE +50 cm** et, en cas d'implantation en zone d'aléa fort, qu'un diagnostic de vulnérabilité atteste de la non-dangerosité de l'aménagement.
- Qu'une étanchéité suffisante et des moyens d'assèchement adéquats soient mis en œuvre,
- Que le site fasse l'objet d'un affichage et d'un plan de gestion de crise permettant d'organiser l'évacuation ou la fermeture d'urgence en cas d'alerte

En finalité, il sera retenu la côte PHE de 34,50 mNGF pour le calage du premier plancher aménagé du futur bâtiment. Les règles décrites seront appliquées au projet pour tenir compte du risque sur les biens et les personnes. Le diagnostic vulnérabilité démontrant la transparence hydraulique du bâtiment construit face au risque inondation est l'objet de cette étude, auquel sera annexé un plan de gestion de crise.

III - 2 - Analyse du porter à connaissance du bassin versant de l'Huveaune

Dans le cadre du présent diagnostic hydraulique, le porter à connaissance relatif au bassin versant de l'Huveaune, élaboré par EGIS Eau en mars 2014, fait l'objet d'une analyse spécifique. Ce document apporte des éléments cartographiques et techniques sur les zones exposées au risque d'inondation, les caractéristiques des événements de référence, ainsi que les niveaux d'aléa identifiés à l'échelle du bassin.

L'objectif de cette analyse est de compléter la compréhension des dynamiques hydrauliques du secteur, en lien avec les données réglementaires du PPRi, et de sélectionner les éléments pertinents qui serviront à l'élaboration et au calage du modèle hydraulique en situation actuelle.

D'après les données mise à disposition dans l'étude réalisée par EGIS Eau, il sera retenu pour le calage du modèle :

- Les coefficients de Manning-Strickler en fonction du type de revêtement soit ;
  - Pour le lit majeur urbain dense sur Marseille Ks = 40 pour les rues
  - Pour les bâtiments Ks = 50
  - Pour le cours d'eau du Jarret Ks = 20
- Le débit de la crue centennale utilisé est celui du bassin versant Huveaune et Jarret à Marseille, pour l'épisode générant le débit centennal maximal 4.1. Soit un débit considéré au niveau de La Bégude de 205 m³/s *(cf Figure 6*).
- Le débit du cours d'eau considéré est celui du bassin versant de St Just à Capelette, soit entre 110 et 130 m³/s pour la crue centennale *(cf Figure 6).*

- Le profil en travers n°97 de la section canalisée du Jarret, au droit du projet *(cf Figure 7).*

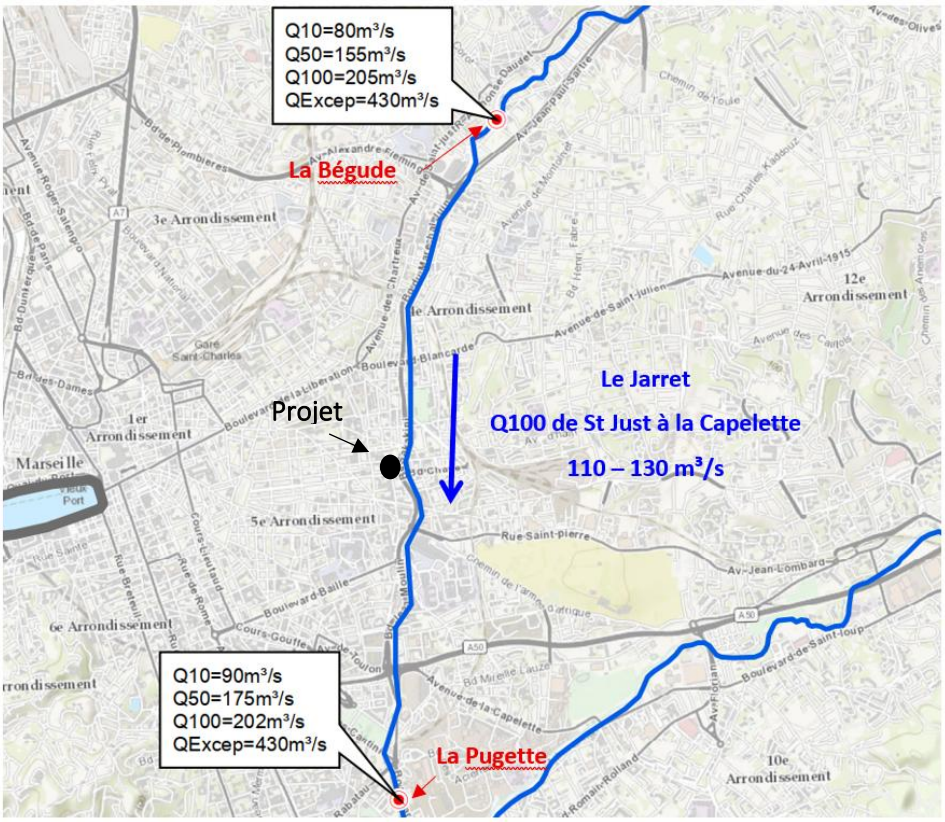


Figure 7 : Cartographie des débits de pointe en différents points du réseau hydrographique (source : PàC, EGIS Eau)

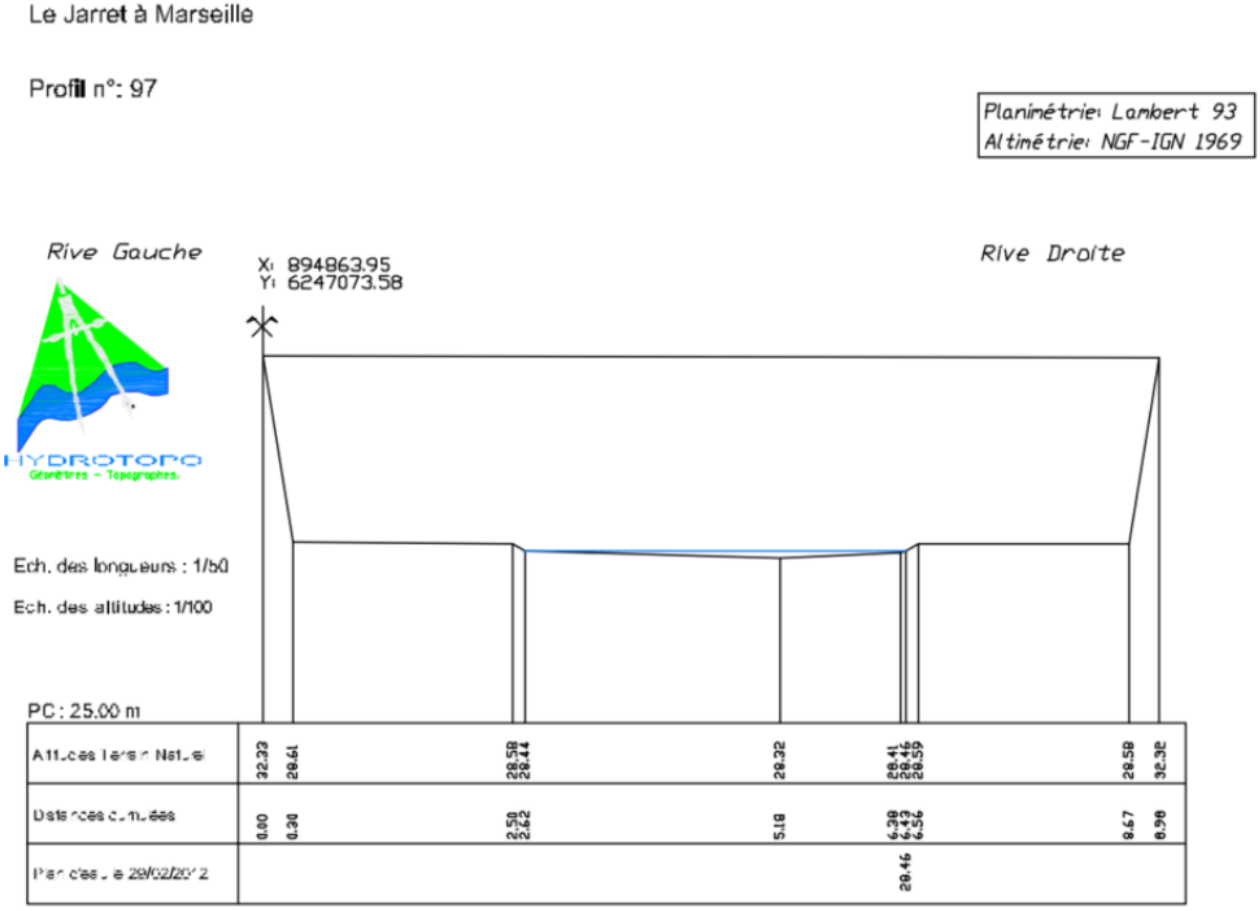


Figure 8 : Profil en travers du Jarret (source Hydrotopo).

III - 3 - Analyse du fonctionnement hydraulique du site à l'état initial

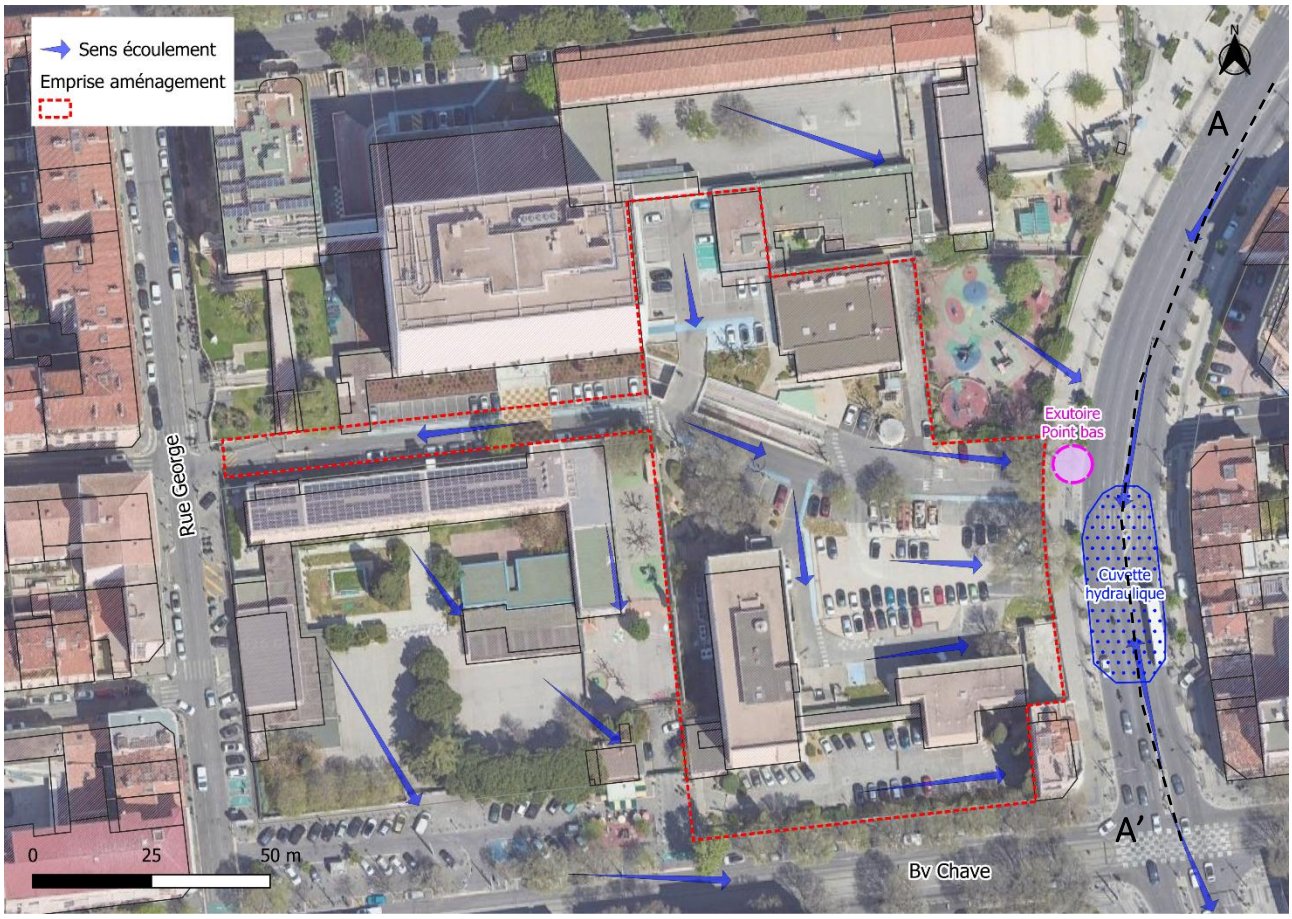
Le site présente une topographie en pente douce, d'environ 2 % orientée globalement d'Ouest en Est, depuis la rue Verdun vers le boulevard Sakakini, en traversant l'emprise de la Carsat Sud-Est. L'altimétrie moyenne sur la zone d'aménagement du futur bâtiment est de 33,9 mètres NGF.

Aucun ouvrage de rétention ou d'infiltration n'est présent sur le site, ce qui accentue la vulnérabilité face aux épisodes pluvieux. Les eaux pluviales ruissellent librement sur les surfaces imperméabilisées (voiries, parkings, toitures) et sont collectées par le réseau pluvial unitaire interne de la Carsat, avant de rejoindre le réseau d'eaux pluviales unitaire public situé le long du boulevard Sakakini et du boulevard Chave.

Le ruissellement pluvial constitue un facteur aggravant du fonctionnement hydraulique local, en particulier lors d'épisodes orageux intenses.

Le réseau d'eau pluvial existant, n'est pas entretenu suffisamment et ne dispose pas de la capacité hydraulique suffisante pour absorber l'ensemble du débit de crue de ruissellement. De plus, il s'agit d'un réseau unitaire. Il se retrouve donc rapidement saturé par temps de pluie, pouvant entrainer des phénomènes de stagnation au niveau des points bas, qui se comportent alors comme des zones de cuvette ou de concentration des écoulements. Le plan du réseau pluvial unitaire du projet est disponible en *Annexe 1*. Ces ruissellements de surface, non évacué par le réseau local augmente significativement le risque d'inondation, même en dehors d'un débordement direct du cours d'eau du Jarret. De plus, au droit du boulevard Sakini, la topographie de la voirie créé une cuvette, ou les eaux issue du Nord du boulevard s'accumulent et ne s'évacue pas directement vers l'aval, au sud du boulevard.

La figure ci-après schématise le fonctionnement hydraulique du site, et le profil altimétrique du boulevard Sakakini à partir des données du LIDAR :



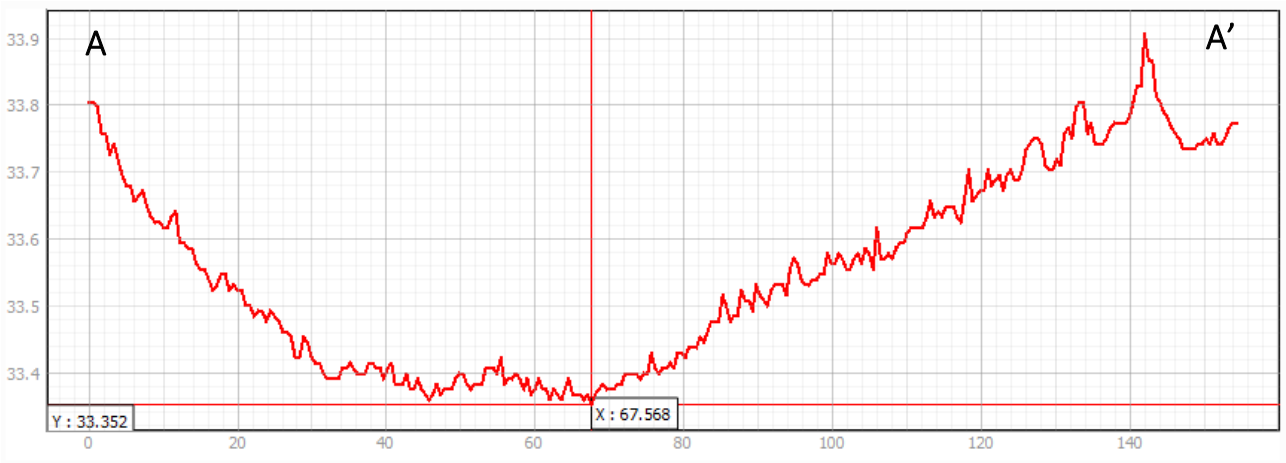


Figure 9 : Sens d'écoulement en surface à l'état initial.

III - 4 - Etude hydrologique du cours d'eau du Jarret

Le cours d'eau du Jarret s'écoule dans un ouvrage souterrain à proximité de l'emprise du projet, sous le boulevard Sakakini, dont la capacité d'écoulement doit être évaluée.

La géométrie de l'ouvrage souterrain du cours d'eau du Jarret est représentée à partir d'un seul profil en travers *(cf Figure 7)* relevé au droit de l'emprise du projet. Cette donnée ponctuelle impose de recourir à un certain nombre d'hypothèses simplificatrices afin de permettre la modélisation des écoulements et l'estimation des débits de crue.

Les hypothèses suivantes sont retenues :

- Il est supposé que la géométrie de l'ouvrage (forme, dimensions, pente) reste constante sur l'ensemble du tronçon étudié. De même, les conditions d'écoulement sont considérées comme uniformes, ce qui justifie l'utilisation d'un modèle simplifié de type canal à section constante.

  Le canal est représenté par une section trapézoïdale divisée en deux parties :

  - Lit supérieur : largeur en gueule de 8,98 m, largeur au fond de 8,37 m, hauteur de 3,72 m ;
  - Lit inférieur : largeur en gueule de 4 m, largeur au fond de 3,76 m, hauteur de 0,20 m.

- Le coefficient de rugosité est fixé à Ks = 20, conformément aux valeurs renseignées dans le porter à connaissance pour le lit majeur du Jarret. Cette valeur correspond à un revêtement bétonné ou maçonné avec un état de surface rugueux.

- Enfin, La pente du fond de l'ouvrage est supposée équivalente à la pente topographique moyenne observée localement, soit environ 2 %, estimée à partir des données altimétriques disponibles.

Ces hypothèses permettent une approche simplifiée mais cohérente pour estimer la capacité d'écoulement de l'ouvrage souterrain, en vue d'alimenter les scénarios hydrauliques de l'étude.

À partir du calcul du débit transitant dans l'ouvrage souterrain, il sera possible d'estimer la part du débit de ruissellement excédentaire, qui sera injectée dans le modèle hydraulique 2D pour la simulation de la crue de référence. Ce débit injecté correspondra à la différence entre le débit total estimé dans le porter à connaissance d'EGIS Eau pour le point du réseau hydrographique de la Bégude et le débit que peut admettre l'ouvrage souterrain au droit du site.

Ainsi, à partir des hypothèses précédemment formulées, la formule de Manning-Strickler permet de déterminer le débit s'écoulant dans l'ouvrage souterrain du cours d'eau du Jarret. Le débit Q dans un canal est donné par :

$$Q = K_S \times A \times R^{2/3} \times i^{1/2}$$

Q : débit (m³/s)	Ks : coefficient de Strickler
A : section mouillée (m²)	R : rayon hydraulique = A/P
i : pente du fond du canal (m/m)	P : périmètre mouillé (m)

En application de la formule de Manning-Strickler, le débit capable de l'ouvrage souterrain du cours d'eau du Jarret a été estimé à 147 m³/s. En comparaison avec le débit total estimé au point du réseau hydrographique de la Bégude soit 205 m³/s, un débit de ruissellement résiduel de **58 m³/s** est ainsi identifié. Ce débit excédentaire, ne pouvant transiter par l'ouvrage souterrain, sera injecté en surface dans le modèle hydraulique 2D.

IV - PARAMETRES DU MODELE HYDRAULIQUE

IV - 1 - Principe de la modélisation hydraulique

Au total, quatre modèles hydrauliques seront présentés dans cette étude.

1. Le premier correspond à la **modélisation de l'état initial**. Il a pour objectif de recaler le modèle hydraulique à partir des données d'entrée préalablement analysées. Il servira de référence pour valider les hypothèses de calage du modèle.
2. Le deuxième concerne la **modélisation de l'état démolition.** Basé sur les mêmes données d'entrée que l'état initial, il permettra d'établir une comparaison avec les états projet afin d'identifier les impacts du projet sur la crue du Jarret, conformément à la doctrine de la DDTM13, et sera défini comme nouvel état initial.
3. Le troisième correspond à la **modélisation de l'état projet sans compensation**. Il mettra en évidence les impacts du projet en l'absence de toute mesure d'évitement, de réduction ou de compensation.
4. Enfin, le quatrième et dernier modèle correspond à **l'état projet final**, intégrant l'ensemble des mesures ERC mises en œuvre dans le cadre du projet.

IV - 2 - Présentation du logiciel de modélisation

Le logiciel HEC-RAS 1D/2D, développé par le corps des ingénieurs de l'armée des Etats-Unis, résout les équations de Barré de Saint-Venant (1871) à deux dimensions d'espaces horizontales. Ses résultats principaux sont, en chaque point du maillage de résolution, la hauteur d'eau et la vitesse moyenne sur la verticale. HEC-RAS 2D trouve ses applications en hydraulique à surface libre, maritime ou fluviale, et est capable de prendre en compte les phénomènes physiques suivants :

- Propagation des ondes longues avec prise en compte des effets non linéaires ;
- Frottement sur le fond ;
- Turbulence ;
- Ecoulements torrentiels et fluviaux.

Les domaines d'applications du logiciel sont nombreux. Dans le domaine fluvial, on peut citer : l'étude de l'impact de la construction d'ouvrages (ponts, seuils, épis), les ruptures de barrages, les études d'inondation …etc.

L'exploitation du modèle hydraulique du projet de la CARSAT Sud-Est, sur la ville de Marseille a été réalisé sur le logiciel HEC-RAS, afin de quantifier et déterminer les conditions d'écoulements du site en état actuel et futur (projet).

IV - 3 - Architecture du modèle

Le modèle hydraulique mis en œuvre est un modèle de type 2D avec une densité de maillage uniforme sur l'étendue du domaine

Au total, le maillage de la géométrie du modèle permet de discréditer la zone d'étude sur environ 1 046 865 mailles de taille 0.5 x 0.5m.

Un raffinement du maillage sur les enjeux situés à proximité de l'opération et sur celle-ci a été réalisé afin d'appréhender plus finement les résultats. Le MNT est issu d'un relevé topographique géomètre sur l'emprise totale de l'opération. A cette donnée, nous avons couplé le LIDAR disponible sur la commune de Marseille, afin de couvrir un périmètre de modélisation élargie.

Afin de caractériser au mieux les résultats dans la modélisation, un maillage de 0,5 m du MNT sur les emprises aux abords de l'opération, issue des données du LIDAR et de 0,1 m au droit du site, issue des données topographiques, a été considéré sur l'emprise totale modélisée en phase projet. Sur les phases intermédiaires de modélisation, été initial et état démolition, le maillage du MNT est de 0,5 m. Ce maillage très fin permet d'estimer finement, sur l'ensemble du projet, les zones d'accumulation potentielle des hauteurs d'eau.

On notera que les limites du modèle ont été mises en place avec les éléments de topographie disponibles.

Les différents MNT pour les quatre modèles hydrauliques réalisé sont les suivants :

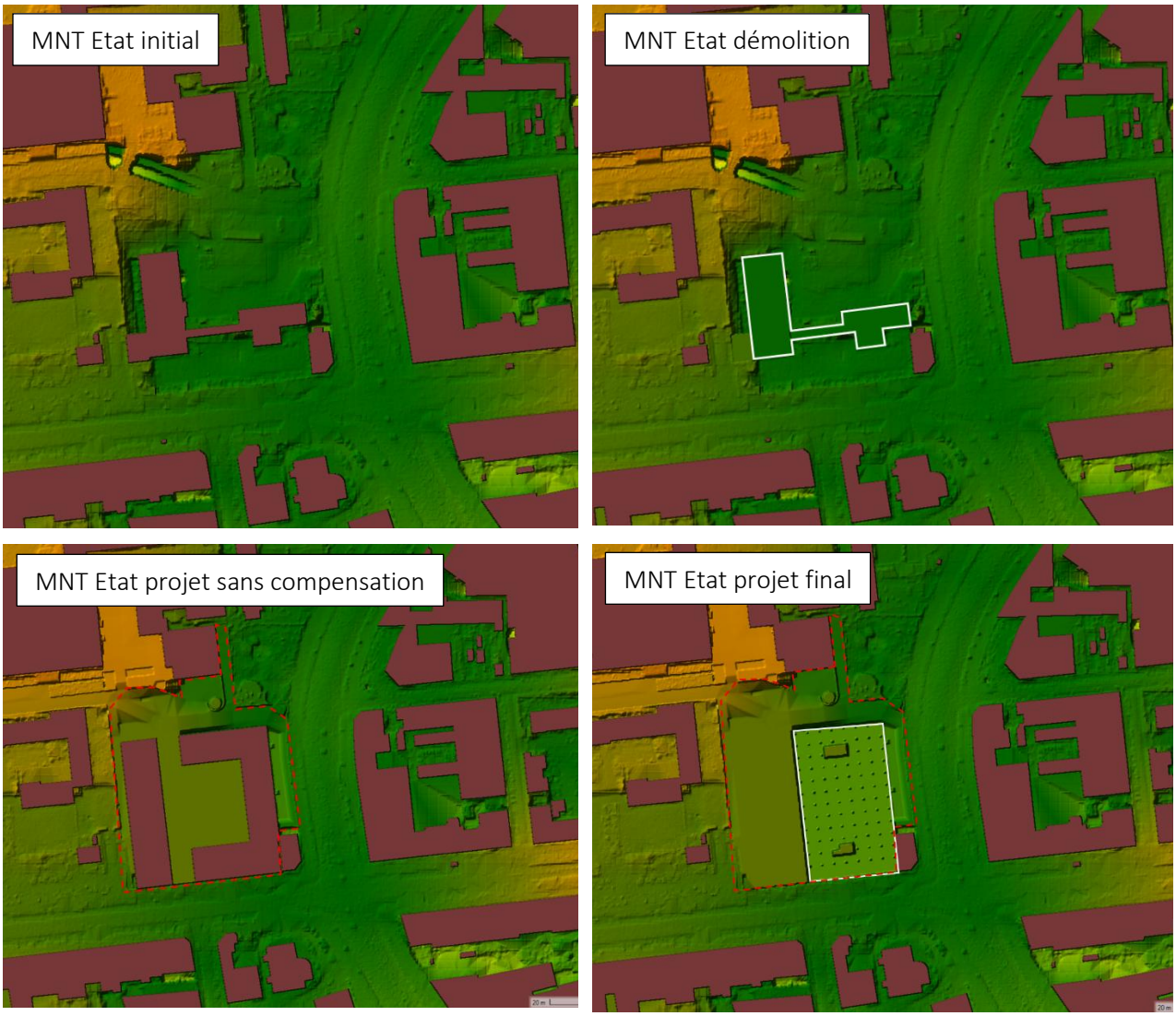


Figure 10 : Terrain du modèle 2D sous logiciel HEC-RAS 2D

Le projet concerne principalement la démolition du bâtiment Sakakini et Chave puis la reconstruction d'un bâtiment sur une même unité foncière. Conformément à la doctrine de la DDTM13, relative à la rubrique 3.2.2.0 du Code de l'environnement, l'état initial à considérer pour l'étude hydraulique est l'unité foncière après démolition, c'est-à-dire avant reconstruction. Le terrain du modèle 2D a donc été décaissé sur l'emprise du bâtiment Sakakini et Chave qui seront démoli, à une cote moyenne de 33,70 NGF et 33,90 NGF.

Le terrain projet sans compensation intègre le bâtiment projeté en remblai sans mesure de compensation et de transparence hydraulique.

Le terrain projet final intègre le volume de compensation en déblai, ainsi que la structure en transparence du bâtiment et les divers remblais (voie accès, rampes, escaliers, ascenseur …).

Les aménagements anthropiques tels que les bâtiments ont été considérés dans la modélisation comme des entités insubmersibles, afin de refléter leur impact sur l'écoulement des eaux et le comportement hydrologique du site.

Il a également été considéré pour chaque type d'occupation du sol (bâtiment – urbanisation et voirie) une rugosité différente. La rugosité correspond au paramètre d'un écoulement se produisant sur un matériau de manière générale.

Un tableau regroupant ces informations est disponible ci-après, les données sont issues du porter à connaissance d'EGIS Eau :

Occupation du sol	n (rugosité) s. $m^{1/3}$	Ks (coefficient manning) $m^{1/3}/s$
Urbanisation	0.02	50
Voiries	0.025	40
Transparence hydraulique	0.1	10
Espaces verts	0.033	30

Tableau 1 : Rugosité en fonction du type de sol.

La cartographie ci-après met en évidence les coefficients de rugosité appliqué par type d'aménagements en état projet :

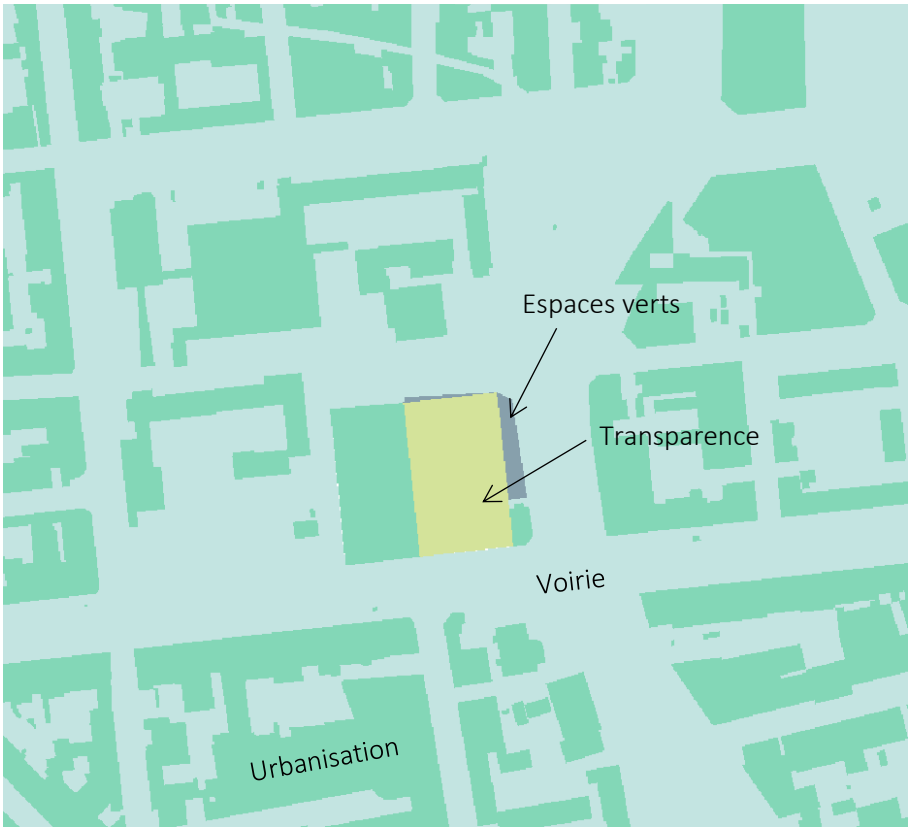


Figure 11 : Coefficient de rugosité par type d'aménagement en situation après démolition.

IV - 4 - Conditions aux limites

Afin de construire le modèle hydraulique, il est nécessaire de mettre en place des conditions aux limites.

Ces conditions aux limites imposées pour la résolution du calcul hydraulique sont en général : le débit d'entrée (en amont du modèle) et une condition aval (pente de la topographie ou encore hauteur d'eau fixée).

Le modèle a été constitué avec deux conditions aux limites, pour l'état initial et projet à savoir :

- Le débit de la crue de référence, calculé précédemment, qui ruisselle en surface (58 m³/s) ;
- Une condition aval permettant de simuler les pentes naturelles en aval de l'opération (1%).

La condition du débit injecté a été placé sur l'axe de ruissellement préférentiel du boulevard Sakakini, identifié par le nombre de Strahler et les courbes IGN issus du Modèle Numérique de Terrain.

Le point d'injection du débit est schématisé sur la figure ci-dessous :



Figure 12 : Conditions aux limites du modèle 2D

V - MODELISATION DE L'ETAT INITIAL

V - 1 - Contexte de la modélisation de l'état initial

Dans le cadre de la présente étude, deux états successifs ont été pris en compte pour la modélisation de l'état initial :

1. Etat initial avant démolition du bâtiment Sakakini et Chave ;
2. Etat après démolition du bâtiment Sakakini et Chave.

La modélisation de l'état initial avant démolition a été effectuée sur la base de la configuration actuelle du site, incluant le bâtiment existant et ses abords aménagés. Cette étape a permis :

- D'intégrer les effets de blocage, de déviation ou de concentration des écoulements induits par la construction en place,
- D'analyser les écoulements observés sur site en contexte bâti,
- De caler le modèle hydraulique en confrontant les résultats simulés aux PHE issus du PPRi, afin d'assurer la cohérence hydraulique du modèle avec les données réglementaires de référence.

Cette modélisation constitue une étape essentielle pour garantir la fiabilité des simulations dans les phases suivantes. Conformément à la doctrine de la DDTM13 (rubrique 3.2.2.0), l'état initial réglementaire pris en compte pour l'analyse du projet est celui de l'unité foncière après démolition, soit un terrain libre de toute construction. Cette modélisation permet de :

- Restituer la topographie naturelle du site, obtenue par retrait du volume bâti de Sakakini,
- Identifier l'impact sur les vitesses et hauteurs d'eaux à l'aval,
- Identifier les axes préférentiels d'écoulement sur le terrain avec la démolition du bâtiment,
- Fournir une référence hydraulique indépendante des effets du bâtiment existant.

Cette configuration constitue la base de comparaison pour évaluer les impacts hydrauliques du projet futur et dimensionner le volume d'inondabilité qui sera mis en place sous le bâtiment afin de préserver la transparence hydraulique du site.

V - 2 - Analyse état initial avant démolition des bâtiments

La modélisation de l'état initial avant démolition du bâtiment Sakakini sert principalement au calage du modèle hydraulique, dans le but de vérifier la cohérence du modèle en comparant les niveaux des PHE du PPRi avec celles obtenus par le modèle.

Ainsi, on assure que le modèle simule correctement le comportement réel de l'écoulement de surface pour la crue de référence, et que la condition aux limites amont, à savoir le débit injecté issu des hypothèses hydrologiques retenues, est correct.

D'après la cartographie de l'aléa de la crue de référence (*Cf Figure 3*), issue du PPRi de la ville de Marseille, on retiendra les PHE de 36,32 NGF à l'amont du projet et 34,5 NGF au droit du projet pour le calage du modèle. L'état initial avant démolition devra s'en rapprocher le plus possible. De même pour l'emprise de la zone inondable, délimité sur la cartographie du zonage du PPRi (*Cf Figure 4*).

Finalement, grâce à la précision du modèle hydraulique, fondé sur un relevé topographique détaillé et l'intégration des bâtiments existants, ainsi qu'à l'utilisation d'un maillage plus fin au niveau de l'emprise du

projet, il est possible d'obtenir une cartographie des zones inondables plus fidèle à la réalité. Cette approche permet de reproduire une emprise d'inondation cohérente et directement comparable à celle définie dans le PPRi.

Les résultats de la modélisation montrent une très bonne correspondance avec les côtes des plus hautes eaux déterminées dans le PPRi, on note une différence de seulement -2 cm pour la PHE en amont et +2 cm pour la PHE au droit de l'emprise du projet. Ces écarts très faibles s'expliquent notamment par la topographie considérée, les hypothèses de rugosité, ainsi que la précision du maillage appliqué à la zone d'étude.

Néanmoins, ces résultats confirment la robustesse du calage du modèle, qui peut ainsi servir de référence fiable pour évaluer les impacts hydrauliques du projet futur.

Les cartographies des hauteurs d'eau et vitesses d'écoulement sont disponibles en *Annexe 2.*

La comparaison entre la cartographie de l'aléa issue de l'état initial modélisé et celle du PPRi met en évidence des zones d'aléas globalement similaires. Certaines différences sont toutefois observées, notamment en raison de la précision du modèle, basée sur un maillage de l'ordre de 0,5 × 0,5 m, contre 2 × 2 m pour le PPRi. Par ailleurs, les bâtiments sont intégrés dans notre modélisation, contrairement au PPRi.

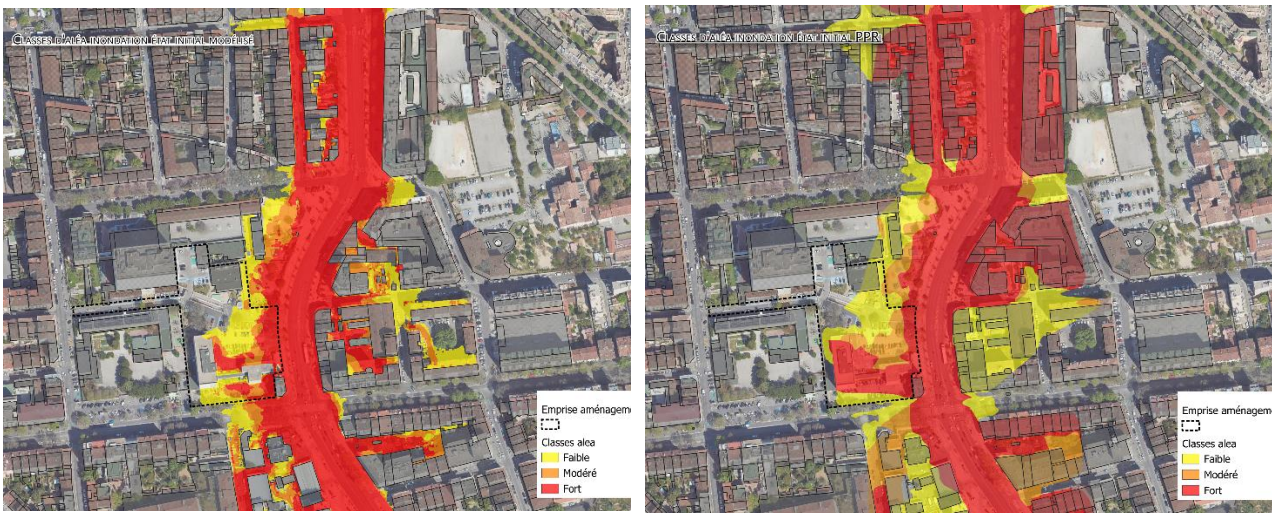


Figure 13 : Comparaison des classes d'aléa de l'état initial modélisé et du PPRI.

V - 3 - Analyse état après démolition des bâtiments

La modélisation de l'état initial, après démolition du bâtiment Sakakini, vise à évaluer l'impact de la suppression de cette emprise bâtie sur l'écoulement des eaux en crue. Elle permet, dans un premier temps, d'analyser les sens d'écoulement ainsi que les effets induits sur les hauteurs d'eau en aval et à proximité immédiate du projet, en l'absence de l'obstacle que constituait le bâtiment. Cette étape met en évidence les éventuelles évolutions du champ d'inondation liées à la libération d'espace. Dans un second temps, cette modélisation définit un nouvel état de référence du terrain qui servira de base pour le dimensionnement et l'évaluation des aménagements futurs, en particulier dans le cadre de la vérification de la transparence hydraulique du projet.

Conformément à la doctrine de la DDTM13 (rubrique 3.2.2.0), l'état initial retenu pour la comparaison avec l'état projet doit correspondre à la situation réelle à venir, c'est-à-dire après démolition, afin de tenir compte d'éventuels effets défavorables en cas de crue en phase chantier, et de mettre en œuvre les mesures compensatoires ou d'adaptation nécessaires, telles que le maintien de zones d'écoulement préférentiel.

Les résultats obtenus mettent en évidence une légère redistribution des hauteurs d'eau sur l'emprise du projet, en lien avec la disparition de l'obstacle bâti. De manière générale, la démolition libère de l'espace, ce qui permet une diffusion plus homogène de l'écoulement en surface.

On observe ainsi une extension de la zone inondable à l'aval, notamment au niveau du parking situé côté boulevard Chave et sur le boulevard lui-même, où les hauteurs d'eau augmentent de +5 à +10 cm, ainsi que dans la rue Madon, où l'élévation des niveaux est plus modérée, de +1 à +3 cm. Ces augmentations restent localisées et sont compensées par une baisse des vitesses d'écoulement dans ces mêmes zones, du fait de l'élargissement de la section d'écoulement induit par la démolition.

Par ailleurs, en amont du projet, on constate une baisse des hauteurs d'eau significative, de l'ordre de -1 à -10 cm, principalement au niveau du boulevard Sakakini, de l'école maternelle adjacente, ainsi qu'à l'entrée Est de la CARSAT.

À titre d'illustration, la cote de la PHE modélisée au droit du repère de référence atteint 34,46 m NGF, soit une diminution de 4 cm par rapport à la cote PHE issue du PPRi et 6 cm par rapport à la cote simulée dans l'état initial avant démolition.

Les cartographies des hauteurs d'eau et vitesses d'écoulement en état initial après démolition sont disponibles en *Annexe 3*.

La cartographie représentant l'aléa de référence après démolition du bâtiment Sakakini et Chave, suivant les classes de croisement des aléas hauteurs d'eau et vitesses d'écoulement décrit dans le PPRi est disponible ci-après, et constituera la nouvelle cartographie de classe d'aléa pour l'analyse de la vulnérabilité du bâtiment :

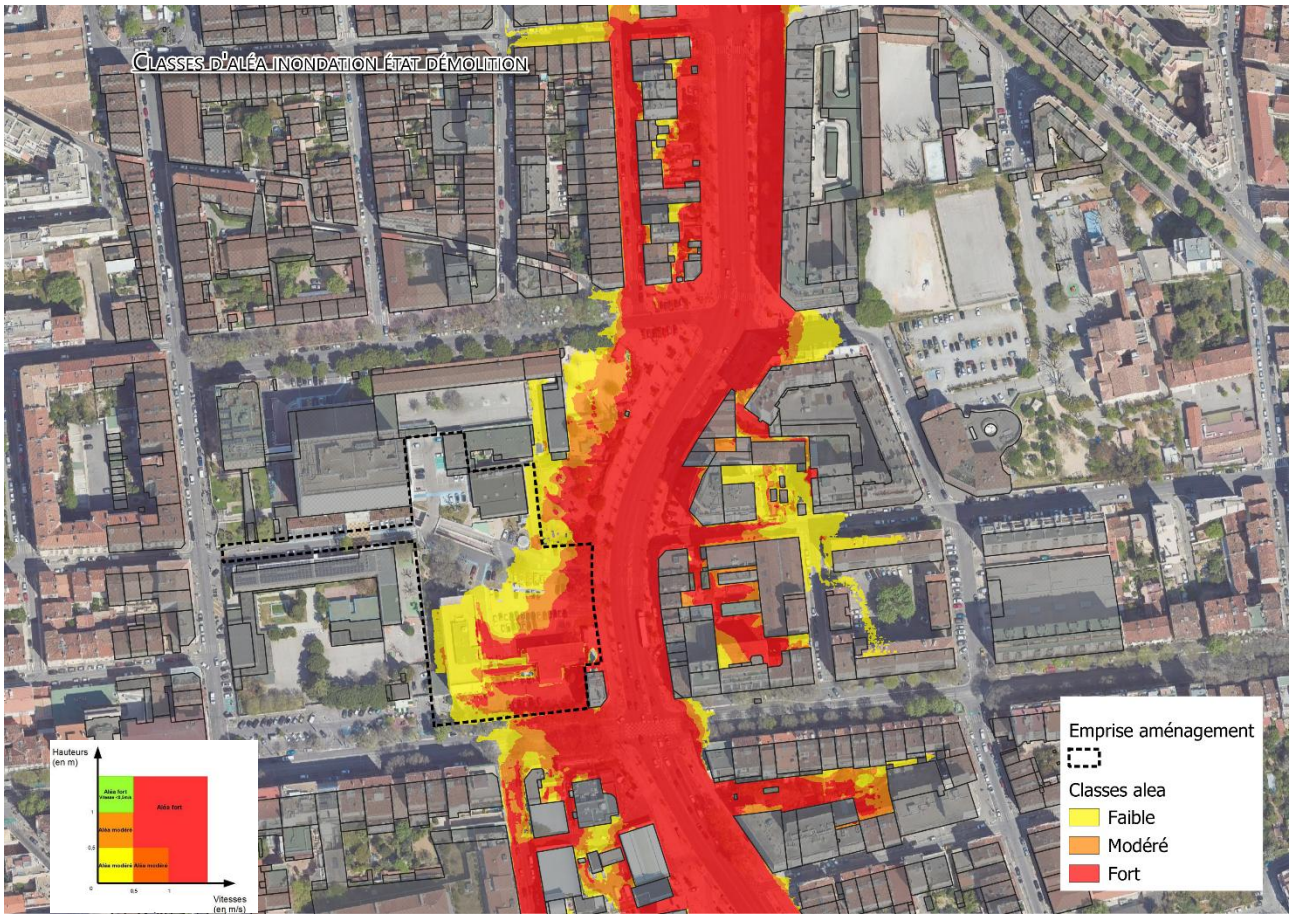


Figure 14 : Classe d'aléa état démolition - nouvel état initial.

V - 4 - Comparaison entre l'état initial et l'état initial après démolition

La cartographie ci-après permet de mettre en évidence les différences de hauteurs d'eau et vitesses d'écoulement entre l'état initial avant démolition et après démolition du bâtiment Sakakini et Chave :



Figure 15 : Cartographie des différences de hauteur entre l'état initial avant démolition et après démolition.

Ces résultats confirment que la suppression du bâtiment Sakakini a un effet globalement favorable à l'amont, en réduisant la contrainte sur l'écoulement et en diminuant localement les niveaux d'eau.

À l'aval, bien que l'on observe des hausses de côtes, celles-ci restent modérées et sont accompagnées d'une dissipation plus progressive des flux. L'ensemble confirme la cohérence hydraulique de la configuration post-démolition, qui servira de base fiable pour l'analyse comparative avec l'état projet.

V - 5 - Conclusion analyse de l'état initial

L'emprise du projet se situe en zone inondable identifiée dans le PPRI de l'Huveaune, correspondant à un aléa modéré à fort selon les secteurs. Les modélisations hydrauliques réalisées, tant dans l'état initial avant démolition que dans l'état post-démolition du bâtiment Sakakini, ont permis d'établir une base solide pour l'analyse hydraulique du projet. Le calage du modèle sur des données de terrain précises et sur les hauteurs d'eau de référence du PPRI a assuré la fiabilité des simulations.

La modélisation en état initial après démolition du bâtiment Sakakini révèle une augmentation des hauteurs d'eau à l'aval, notamment au niveau du boulevard Chave, ainsi qu'une diminution des vitesses d'écoulement en amont du projet, sur le boulevard Sakakini, ce qui modifie temporairement le comportement hydraulique sur le site.



Figure 16 : Sens d'écoulement en surface à l'état initial et l'état démolition pour le champ des hauteurs.

Afin de maîtriser ces effets et prévenir tout risque d'aggravation à l'aval pendant la phase chantier, il est indispensable de réaliser une zone de déblai dimensionnée pour compenser les remblais du projet et assurer la transparence hydraulique.

Cette zone devra être intégrée au phasage des travaux afin de garantir la continuité hydraulique tout au long du chantier. Cette solution permettra d'absorber les volumes d'eau supplémentaires, limitant ainsi la propagation des inondations en aval en cas de crue survenant durant la phase chantier et la phase exploitation.

VI - PRESENTATION DE LA SOLUTION DE TRANSPARENCE

VI - 1 - Mesures mise en place pour limiter l'impact du projet sur l'inondabilité

VI - 1 - 1. Mesures d'évitement

La création de remblai en zone inondable a été évité au maximum. Les remblais du projet sont limités à leur nécessité fonctionnelle (rampe accès PMR, cage d'escalier, ascenseur, remodelage voirie, bâtiment Chave). Ils ont majoritairement été positionnés en dehors de la zone inondable :

- Bâtiment Chave reproduit sur la même emprise existante pour éviter toute nouvelle occupation de zones sensibles et avec une diminution de sa vulnérabilité actuelle.
- Voirie calée au niveau du terrain naturel. Seuls les remblais nécessaires à la réalisation de la pente d'accès à l'aire de livraison ont été réalisés, et autant que possible en dehors de la zone inondable.
- Accès au parking souterrain a été déplacé hors zone inondable pour limiter toute intrusion d'eau.

Outre les mesures d'évitements citées, le projet ne peut être envisagé vers une autre emprise, le secteur étant déjà impacté par l'aléa inondation sur près de la moitié du foncier de l'opération, et la disponibilité foncière étant très limité.

VI - 1 - 2. Mesures de réduction

Les remblais en zone inondable ont été réduit au maximum. Le projet a été optimisé de façon à réduire son impact vis-à-vis du champ d'expansion de la crue. Les parties de bâtiment situées en aléa moyen et fort sont conçues en transparence hydraulique, avec des structures sur pilotis, afin de ne pas gêner l'écoulement des eaux.

Le plancher bas est calé à la cote 35,50 NGF, soit 1 mètre au-dessus de la cote plus haute eau, pour éviter tout obstacle au passage de la crue, et permettre de réduire le risque sur les biens et les personnes mettant hors d'eau toutes les entrées et surfaces de plancher exploitées.

Aucun obstacle ne sera placé dans le sens d'écoulement naturel des eaux l'axe Nord-Sud sera conservé, avec des ouvertures suffisantes dans l'emprise de transparence pour garantir la libre circulation de la crue.



Figure 17 : Image de référence d'aménagement d'une structure pilotis d'un bâtiment.

VI - 1 - 3. Mesures de compensation

Les remblais en zone inondable qui n'ont pas pu être évités ou réduits feront l'objet d'une compensation à 100 % du volume prélevé sur le champ d'expansion de crue.

La compensation sera réalisée par un décaissement sous la partie de bâtiment en transparence hydraulique, garantissant que le volume total disponible pour l'expansion de crue est conservé (3 232 m³ de déblai pour 1 192 m³ de remblai soit une compensation de 271% du volume prélevé).

Le plan et les coupes des remblais/déblais du projet sont schématisés ci-après et disponible en *Annexe 4* au format à l'echelle.

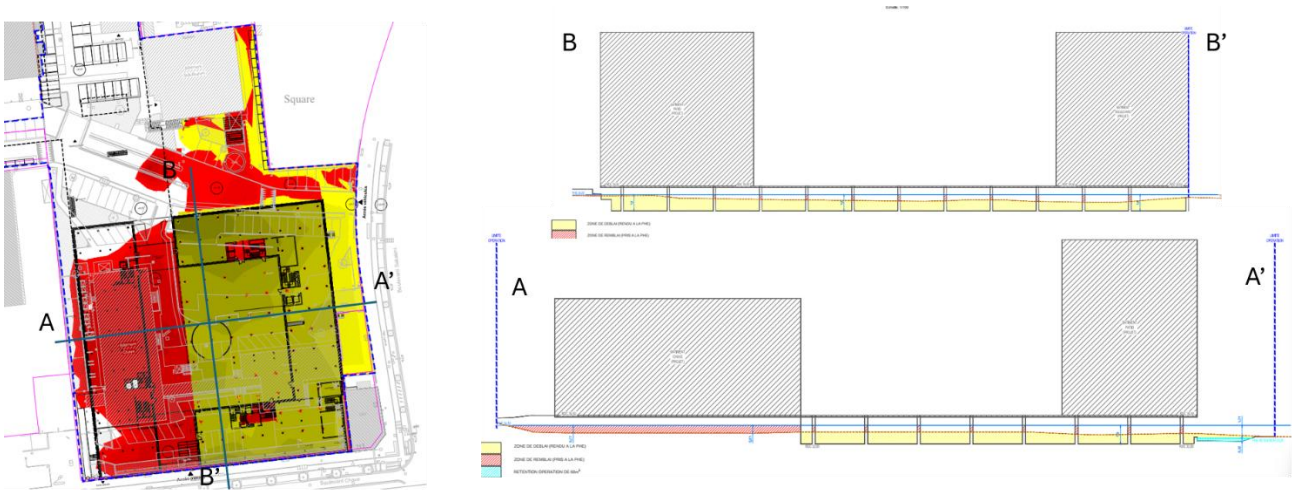


Figure 18 : Plan et coupes des remblais/déblais du projet.

VI - 2 - Détail fonctionnel de la solution de transparence

La solution retenue prévoit la construction d'une partie du nouveau bâtiment sur une structure sur pilotis, permettant l'aménagement d'un parking. L'autre partie du bâtiment reposera quant à lui sur une emprise étanche intégrant un parking souterrain de deux niveaux.

Dans le parking situé au sein du volume de transparence hydraulique, certains ouvrages ont été considérés comme non transparents aux écoulements, notamment les cages d'escaliers, les pilotis ainsi qu'une portion de la voie Verdun rehaussée afin de permettre l'accès au bâtiment, dont le niveau de référence est fixé à la cote 35,50 m NGF.

Ces éléments ont été intégrés au modèle numérique de terrain de l'état projet et pris en compte dans l'évaluation des mesures compensatoires associées *(cf. partie IV-3. Architecture du modèle)*.

La figure ci-après présente de manière schématique les emprises considérées comme transparentes hydrauliquement, permettant le libre passage des écoulements de crue, ainsi que les emprises faisant obstacle à l'écoulement.

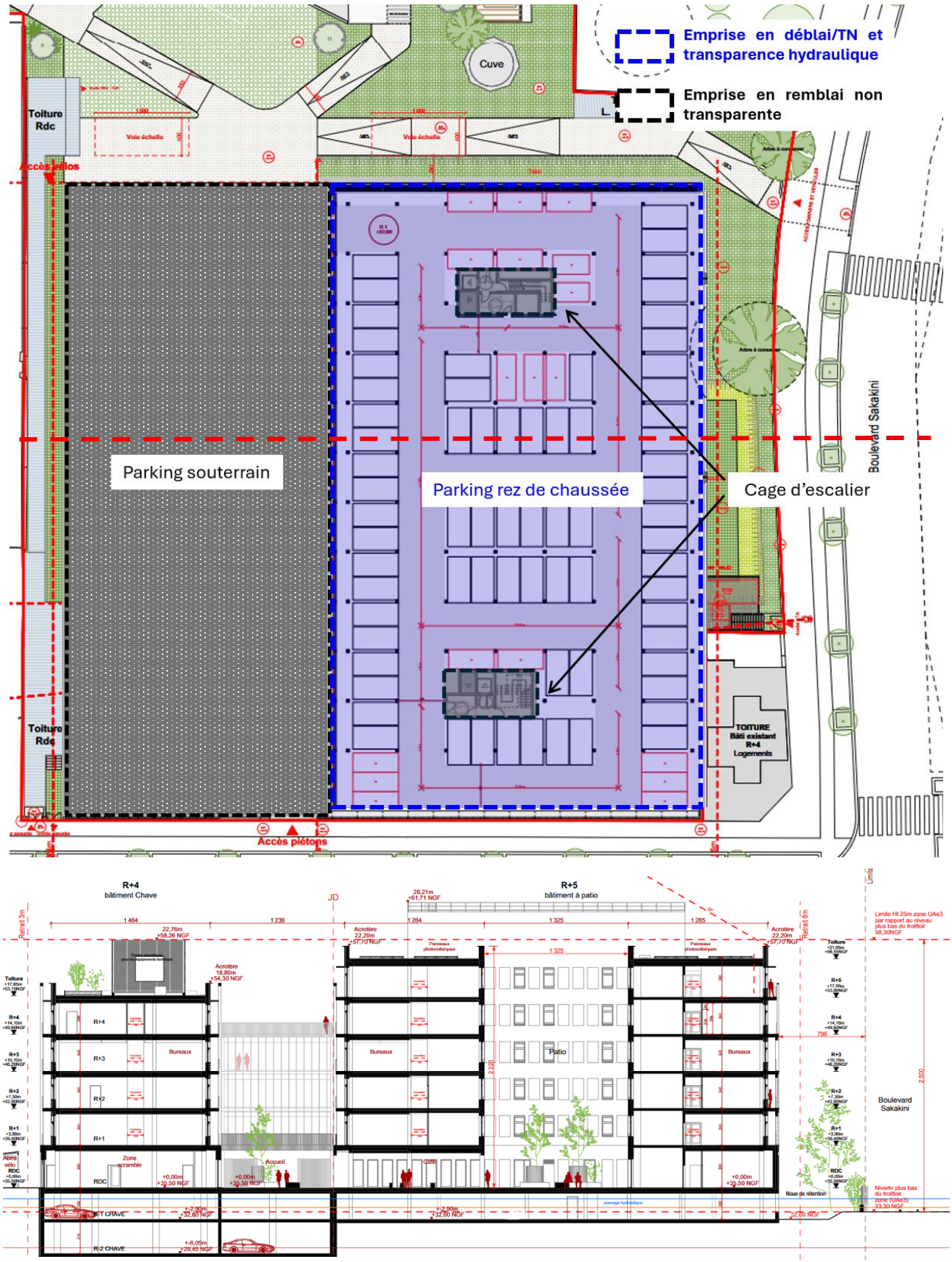


Figure 19 : Identification des emprises bâtie en transparence et non transparence et coupe transversale du bâtiment (niveau RDC - Plan masse APD)

VII - MODELISATION DE L'ETAT PROJET

VII - 1 - Contexte de la modélisation de l'état projet

L'opération de construction du nouveau siège social de la Carsat prévoit l'implantation de nouveaux bâtiments dans un secteur soumis à des aléas d'inondation allant de faible à fort, selon la cartographie des aléas issue de la modélisation de l'état de référence après la démolition des bâtiments Chave et Sakakini.

Afin d'évaluer l'impact hydraulique de cet aménagement, une première modélisation de l'état projet sera réalisée sans prise en compte des mesures pour limiter l'impact du projet.

Une seconde modélisation intégrera les mesures prévues pour limiter les incidences du projet sur les écoulements et sur l'inondabilité du site ainsi que des secteurs avoisinants.

Cette approche permettra d'apprécier l'efficacité des dispositifs mis en œuvre et de vérifier la compatibilité du projet avec les enjeux hydrauliques du secteur et l'objectif de transparence et de non-aggravation de l'état actuel.

VII - 2 - Analyse de l'état projet sans mesures

La modélisation de l'état projet sans mise en œuvre de mesures de réduction ou de compensation hydraulique vise à évaluer l'impact brut du projet sur les conditions d'écoulement de la crue, notamment sur les hauteurs d'eau et les vitesses d'écoulement, par comparaison avec l'état initial de référence (après démolition des bâtiments Chave et Sakakini).

Cette simulation considère le bâtiment comme un obstacle plein au sein de la zone inondable, sans dispositif de transparence hydraulique permettant le libre passage des écoulements. Cette approche permet d'identifier les incidences potentielles du projet et de caractériser les perturbations engendrées par l'implantation du bâtiment dans le champ d'expansion des crues, en aléa fort.

Les résultats obtenus mettent en évidence une augmentation des hauteurs d'eau en amont immédiat du projet ainsi que dans les secteurs situés en aval, notamment au droit des bâtiments riverains du boulevard Sakakini. En faisant obstacle aux écoulements dirigés vers la rue Chave en état initial, le bâtiment provoque un effet de retenue hydraulique se traduisant par une augmentation de la ligne d'eau.

Les augmentations de hauteur d'eau observées sont de l'ordre de +10 cm dans la partie amont du projet et au niveau de la cuvette topographique du boulevard Sakakini, ainsi que dans les secteurs situés à l'aval de la rue Madon. Des impacts plus marqués sont observés en rive Est du Jarret, où les surélévations peuvent atteindre localement +40 cm.

Ces résultats confirment que, en l'absence de mesures de transparence hydraulique, le projet engendre une modification significative de la répartition des écoulements et du stockage des eaux de crue, susceptible d'accentuer l'exposition au risque d'inondation des secteurs environnants.

La cartographie ci-après permet de mettre en évidence ces impacts sur les hauteurs d'eau par rapport à l'état initial de référence.

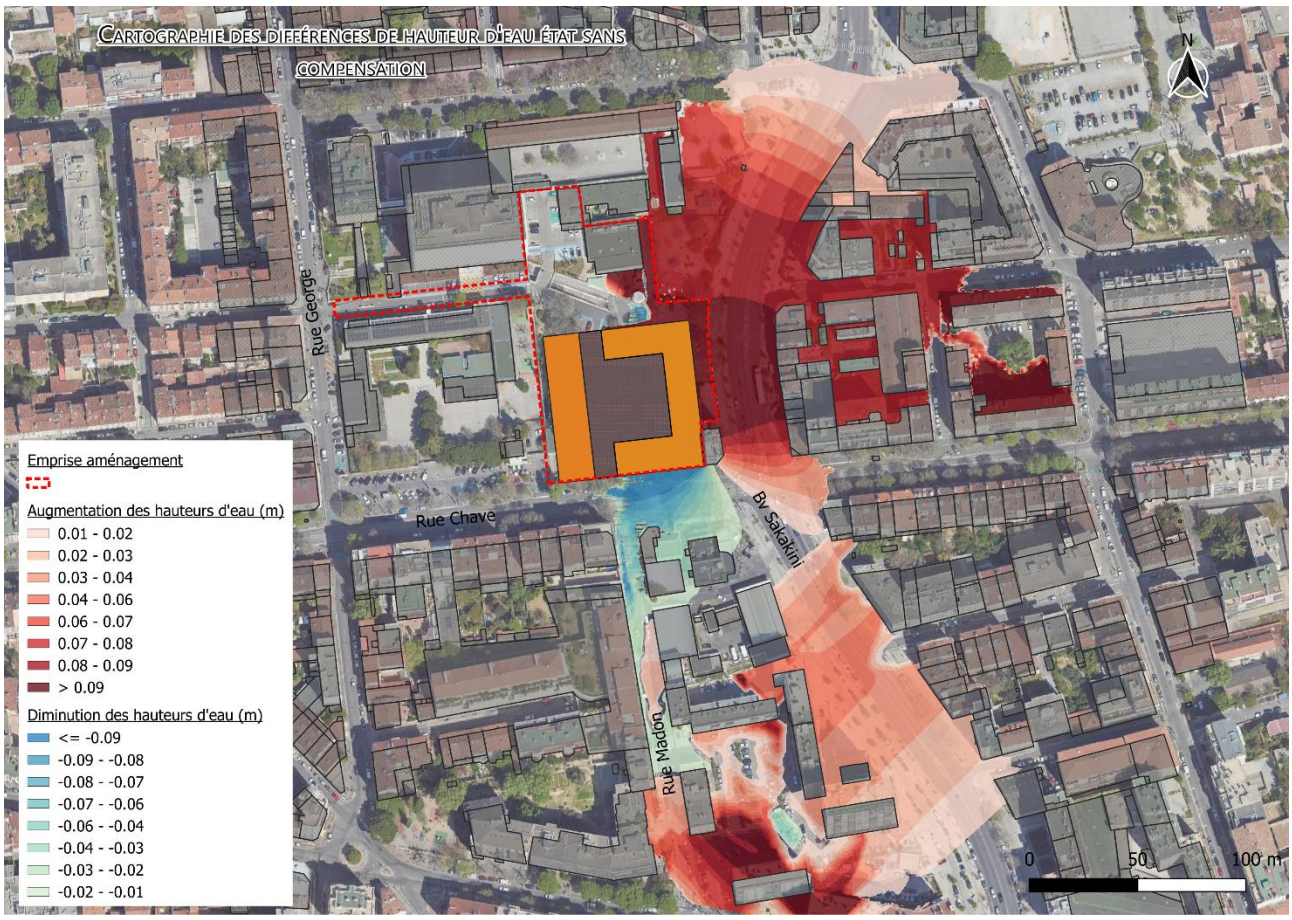


Figure 20 : Cartographie des différences de hauteur entre l'état initial après démolition et l'état projet sans mesures.

La cartographie des hauteurs et des vitesses pour l'état modélisé sont disponibles en *Annexe 5*.

VII - 3 - Analyse de l'état projet avec mesure pour limiter l'impact

La mise en œuvre de mesures compensatoires apparaît donc nécessaire afin de garantir le respect des objectifs de transparence hydraulique du projet et l'absence d'aggravation des conditions d'écoulement en amont comme en aval du site.

La modélisation de l'état projet intégrant ces mesures met en évidence que le volume soustrait au champ d'expansion des crues par les remblais nécessaires à la réalisation du projet et compensé par les zones décaissées créées sur le site n'aggrave pas l'inondabilité du site. Associée à la conception des bâtiments sur pilotis, cette configuration permet de préserver les capacités d'écoulement des eaux de crue du Jarret et contribue localement à ne pas impacter des conditions hydrauliques par rapport à l'état de référence.

Les résultats montrent notamment que les aménagements retenus permettent de maintenir l'axe principal d'écoulement Nord-Sud traversant le site. Celui-ci est conservé depuis l'entrée nord du boulevard Sakakini, via la rue Verdun, jusqu'à ses exutoires situés au sud vers la rue Chave et à l'est vers le boulevard Sakakini. La continuité hydraulique du secteur est ainsi assurée malgré l'implantation du nouveau bâtiment.

La modélisation de l'état projet met en évidence une diminution des hauteurs d'eau en aval du projet de l'ordre de -0.1 à -0.2 m, garantissant ainsi l'absence d'aggravation du risque d'inondation pour ces secteurs.

On observe également une optimisation du champ d'expansion des crues, conduisant à une réduction locale de l'emprise inondable du Jarret sur certaines parties du site et de ses abords ainsi qu'une diminution de la cote des plus hautes eaux au droit de la zone de transparence hydraulique, qui atteint 34.38 m NGF, soit une baisse d'environ 10 cm par rapport à l'état de référence.

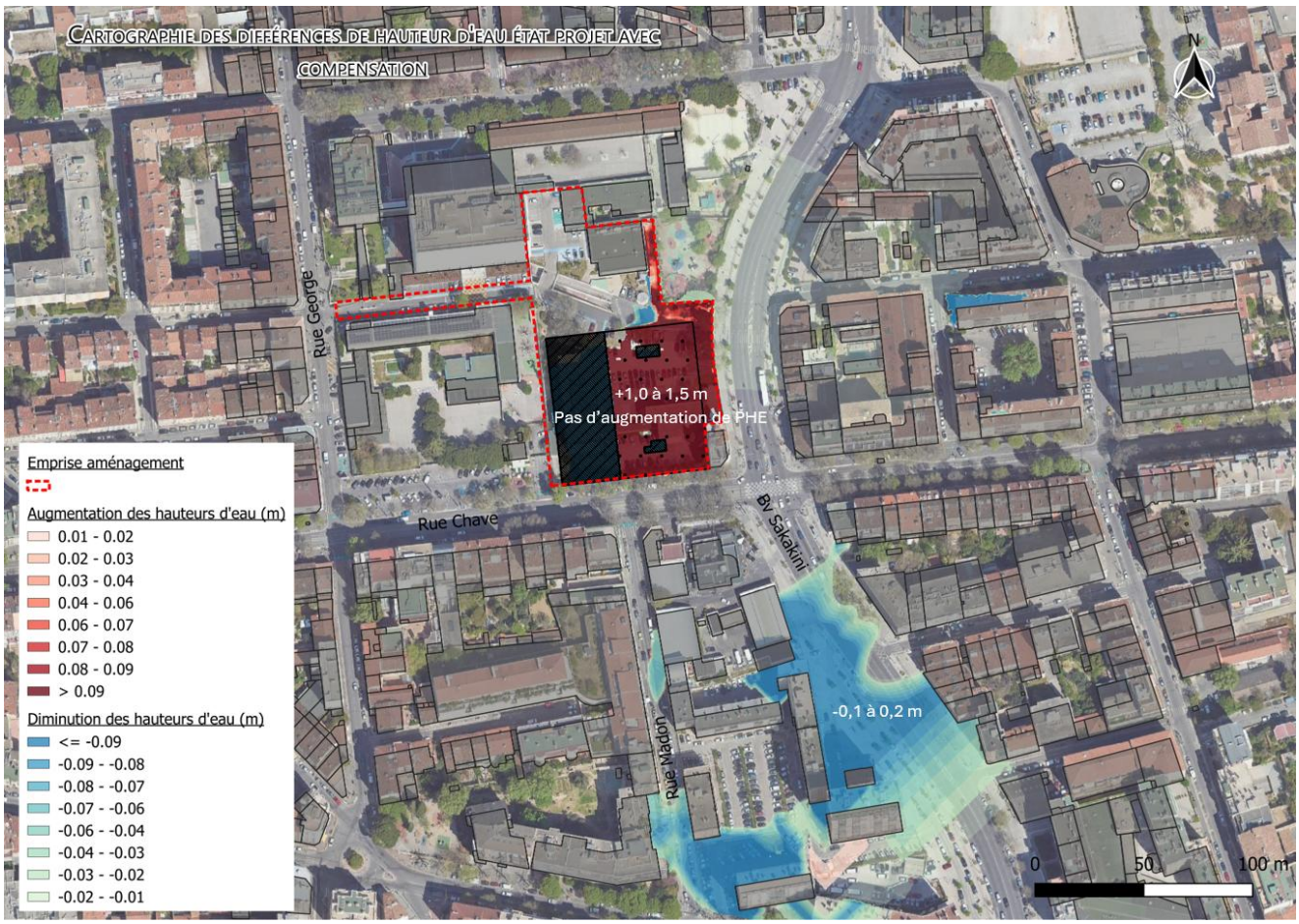
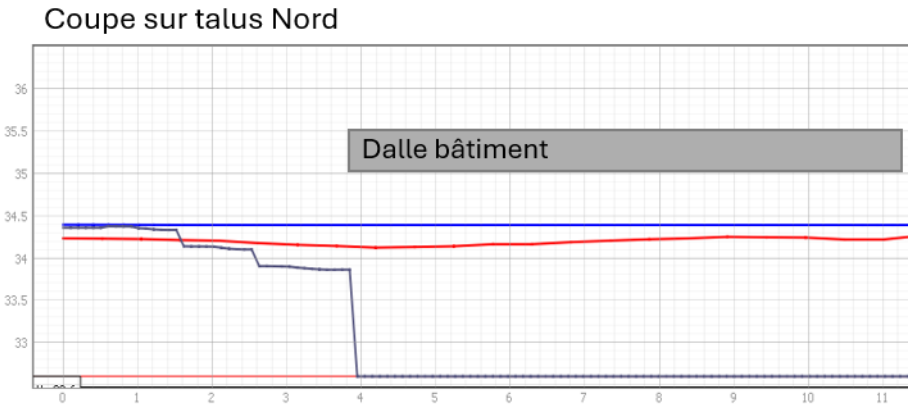


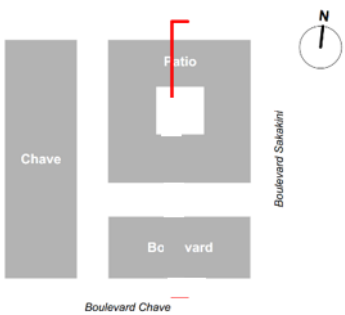
Figure 21 : Cartographie des différences de hauteurs entre l'état initial et l'état projet.

La cartographie des hauteurs et des vitesses pour l'état modélisé sont disponibles en *Annexe 6*.

Il convient toutefois de noter que les hauteurs d'eau augmentent localement au sein des zones décaissées du projet. Cette augmentation résulte de l'abaissement du terrain naturel réalisé dans le cadre des mesures compensatoires et ne traduit pas une aggravation de l'aléa hydraulique. Au contraire, ces secteurs constituent des volumes de stockage supplémentaires participant à la compensation des remblais et à l'amélioration du fonctionnement hydraulique global du site.

Les coupes présentées ci-après illustrent les modifications apportées à la topographie du terrain entre l'état initial et l'état projet, ainsi que les relations entre le terrain aménagé et les cotes de plus hautes eaux modélisées.





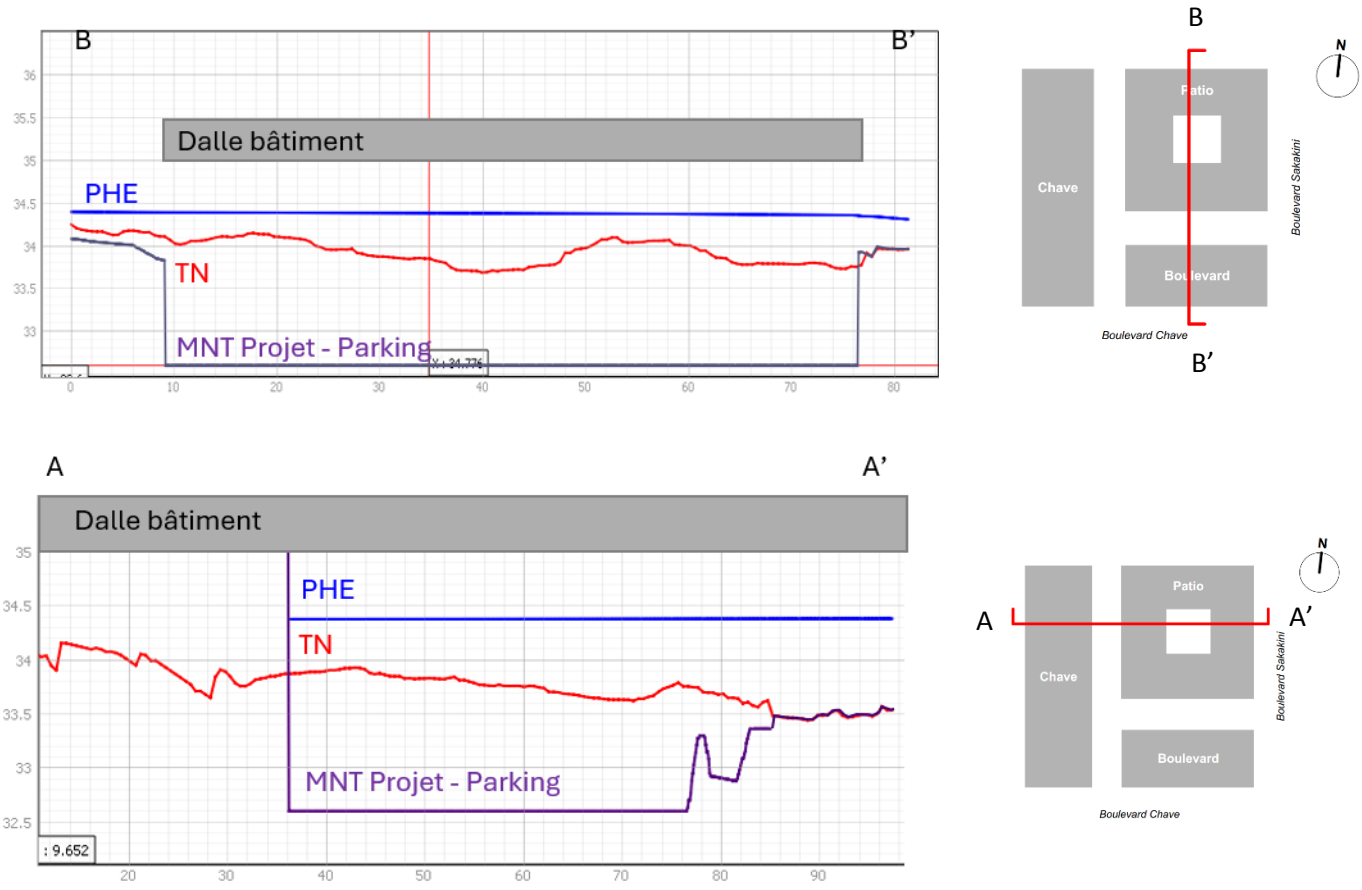


Figure 22 : Coupe bâtiment état projet avec cote PHE.

VII - 4 - Caractérisation de l'aléa en état projet

La cartographie de l'aléa inondation en situation projet, établie conformément aux classes d'aléa définies par le PPRi à partir du croisement des hauteurs d'eau et des vitesses d'écoulement, est présentée ci-après.

La comparaison entre les cartographies de l'état initial et de l'état projet met en évidence une réduction significative de l'aléa au droit de l'ancienne emprise du bâtiment Chave. Cette évolution s'explique par la mise en œuvre des mesures d'adaptation et de réduction de la vulnérabilité intégrées au projet, notamment le rehaussement des constructions, la création de zones de transparence hydraulique et les mesures compensatoires associées.

Ainsi, les secteurs précédemment soumis à un aléa d'inondation au niveau de l'emprise bâtie présentent désormais une diminution, voire une suppression de l'aléa pour les futurs bâtiments, sans report significatif du risque sur les zones environnantes. Cette évolution traduit l'amélioration de la résilience du projet face au risque d'inondation tout en préservant le fonctionnement hydraulique global du site.



Figure 23 : Caractérisation de l'aléa en état projet.

VIII - MESURES POUR LA REDUCTION DE LA VULNERABILITE DU BATIMENT

Afin de garantir la sécurité des personnes et de réduire la vulnérabilité du projet face au risque d'inondation, plusieurs mesures de prévention, de protection et d'adaptation ont été intégrées à sa conception.

- Réhausse des planchers « habitables »

Le projet prévoit notamment la création d'une zone refuge permettant la mise en sécurité temporaire des occupants en cas d'événement exceptionnel dépassant les hypothèses de dimensionnement retenues. L'ensemble des planchers habitables seront implantés à une cote supérieure à la cote des plus hautes eaux de référence avec une rehausse de 1.00 m, soit 35.50 NGF assurant ainsi la protection des personnes et des biens vis-à-vis de la crue de référence.

- Pérennité structurelle et transparence

Les bâtiments seront réalisés sur une structure de type pilotis garantissant la transparence hydraulique de l'aménagement. Cette disposition permet de préserver les capacités d'écoulement des eaux de crue, de maintenir les axes hydrauliques existants et de limiter tout impact sur les secteurs situés en amont et en aval du projet. La conception constructive retenue assure par ailleurs la pérennité de l'ouvrage en situation d'inondation grâce à l'utilisation de matériaux résistants à l'eau, peu sensibles à l'immersion et facilement réhabilitables après un épisode de submersion.

- Préservation des équipements sensibles

L'ensemble des équipements techniques sensibles à l'eau, tels que les tableaux électriques, les installations de chauffage, de ventilation ou les équipements de sécurité, seront implantés au même niveau que la zone refuge, soit 1.00 m au-dessus de la cote PHE afin de garantir leur maintien en fonctionnement ou leur protection en période de crue.

L'accès au parking souterrain sera implanté hors de la zone inondable afin de réduire les risques d'intrusion d'eau dans les niveaux enterrés.

- Plan de gestion de crise

Le projet intègre également un plan de gestion de crise spécifique au risque inondation. Celui-ci comprendra un dispositif d'alerte, des procédures adaptées d'information et d'évacuation des occupants, les modalités de fermeture préventive des parkings et des accès sensibles, ainsi que l'organisation des interventions en phase de vigilance et de crise. Une note présentant le contenu de ce PGC est disponible en *Annexe 7* du présent rapport. Il sera établi de façon plus détaillée en phase opérationnelle.

Cette démarche s'accompagnera d'actions d'information et de sensibilisation destinées aux futurs usagers, afin de leur permettre de connaître les consignes de sécurité et les comportements à adopter en cas d'alerte ou d'inondation.

- Gestion des eaux pluviales

Afin d'améliorer la gestion des eaux pluviales et de limiter les ruissellements de surface, les aménagements extérieurs privilégieront des revêtements perméables et drainants permettant de diminuer le phénomène de ruissellement local. Le projet prévoit également la mise en œuvre d'aménagements paysagers participant au stockage temporaire et à la régulation des eaux pluviales à l'échelle du site.

En complément, le réseau de gestion des eaux pluviales fera l'objet d'une reprise et d'un redimensionnement afin d'améliorer le fonctionnement hydraulique global du site pour les événements pluvieux courants à intermédiaires.

ANNEXE 1 : PLAN DU RESEAU PLUVIAL UNITAIRE DES RUES AVOISINANTES ET DE LA CARSAT SUD-EST

Légende Réseaux existants

UN Ex — Réseau de réseau unitaire existant
EP ex — Réseau d'eaux pluviales existant
EU ex — Réseau d'eaux usées existant
AEP ex — Réseau A.E.P. existant
SPK ex — Réseau Sprinklage existant
INC ex — Réseau Incendie existant

HTA ex — Réseau Électrique HTA existant
BT ex — Réseau Électrique ENEDIS existant
CFO ex — Réseau Courant Fort existant
ECL ex — Réseau Éclairage existant

Tel ex — Fourreau Télécommunication existant
Fo ex — Fourreau Réseau Fibre optique existant
SLT ex — Fourreau Réseau SLT existant
Cfa ex — Fourreau Courants Faibles existant

MP ex — Réseau Moyenne Pression existant
GRDF ex — Réseau GRDF existant

Fioul ex — Réseau Fioul existant

?? — Réseau inconnu existant
?? — Position supposée du réseau existant (suivant couleur)

Transformateur HTA existant

Chambre de tirage Télécommunication existante
Chambre de tirage Fibre optique existante
Chambre de tirage SLT existante
Chambre de tirage Courants Faibles existante

Réseau à déposer
Réseau à abandonner
Dépose de mâts

Légende divers

Périmètre réaménagement
Emprise sous-sol projet (plan du 10/06/2025)

Carsat Retraite & Santé au travail Sud-Est

CARSAT
Sud-Est

35 Rue George
13 386 MARSEILLE CEDEX 20
Tél:

Departement	Commune	N°dossier
Bouches du Rhône	Marseille	25040

Adresse : 35 Rue George

Opération :

Construction du nouveau siège social de la Carsat Sud-Est

DIAG

1.3. Etat Des Lieux Réseaux existants

Echelle : 1/200 Date: 07/07/2025

SEIRI
Groupe DIEGO

SEIRI
Études - Ingénierie - Maîtrise d'oeuvre
43 rue de l'Evêché
13002 MARSEILLE
Tél: 04 13 06 34 80
E_Mail: seiri13@seiri.fr

	MODIFICATIONS:	DATE:	INDICE:	AUTEUR:
DRESSE PAR: T.P.	Diffusion initiale	07/07/2025	A	T.P.
VERIFIE PAR: J-P.J.				

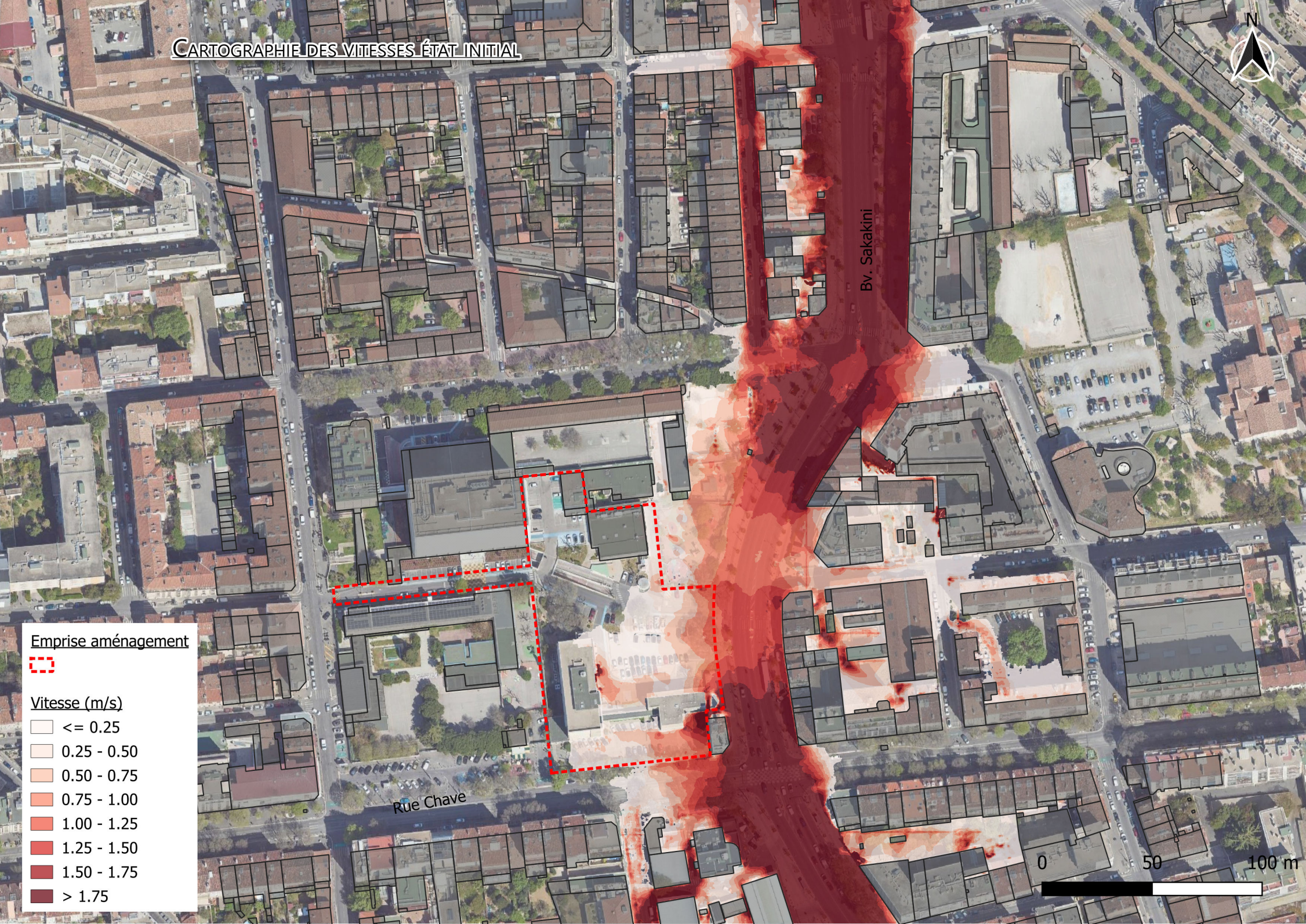
REFERENCES INFORMATIQUES:
C:\Users\t.parlanti\Desktop\25040_CARSAT SUD-EST\2_PROJET\02_DIAG\25040_MARSEILLE_CARSAT_DIAG_IND-A_17-06-25.dwg

ANNEXE 2 : CARTOGRAPHIE DES HAUTEURS ET VITESSES A L'ETAT INITIAL – AVANT DEMOLITION

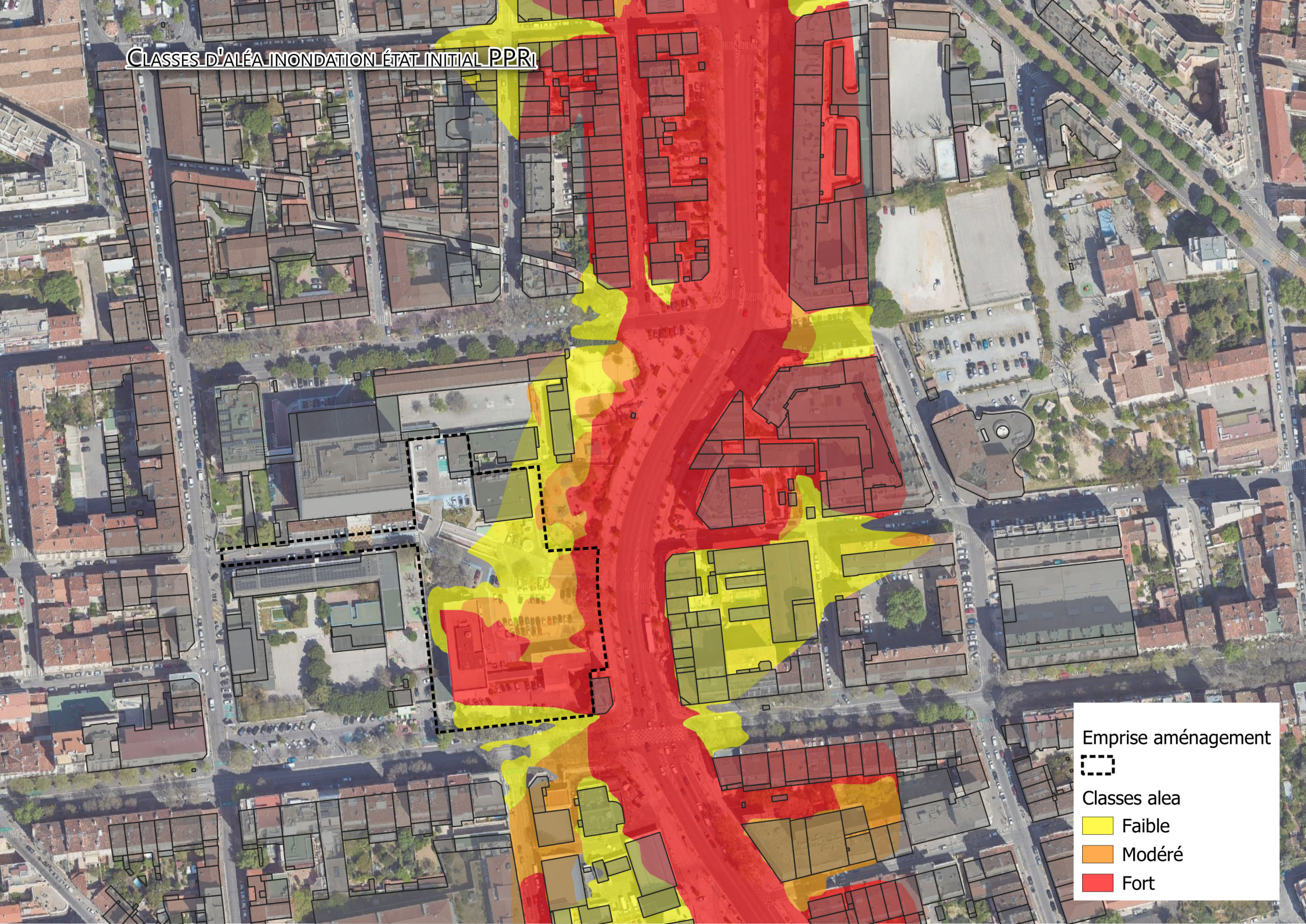
Cartographie des hauteurs d'eau état initial



Cartographie des vitesses état initial



Classes d'aléa inondation état initial PPRi



ANNEXE 3 : CARTOGRAPHIE DES HAUTEURS ET VITESSES A L'ETAT INITIAL – APRES DEMOLITION

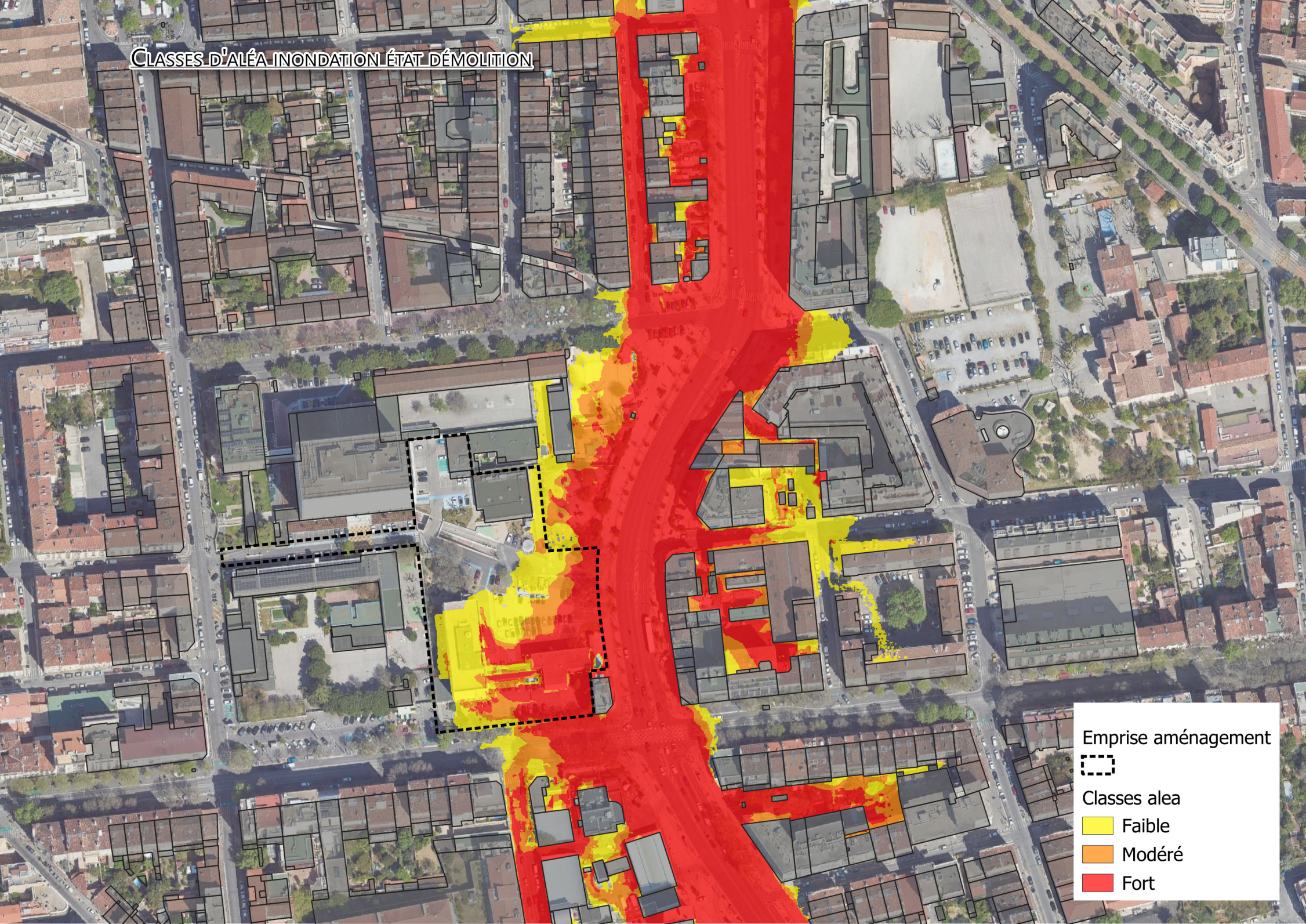
Cartographie des hauteurs d'eau état démolition



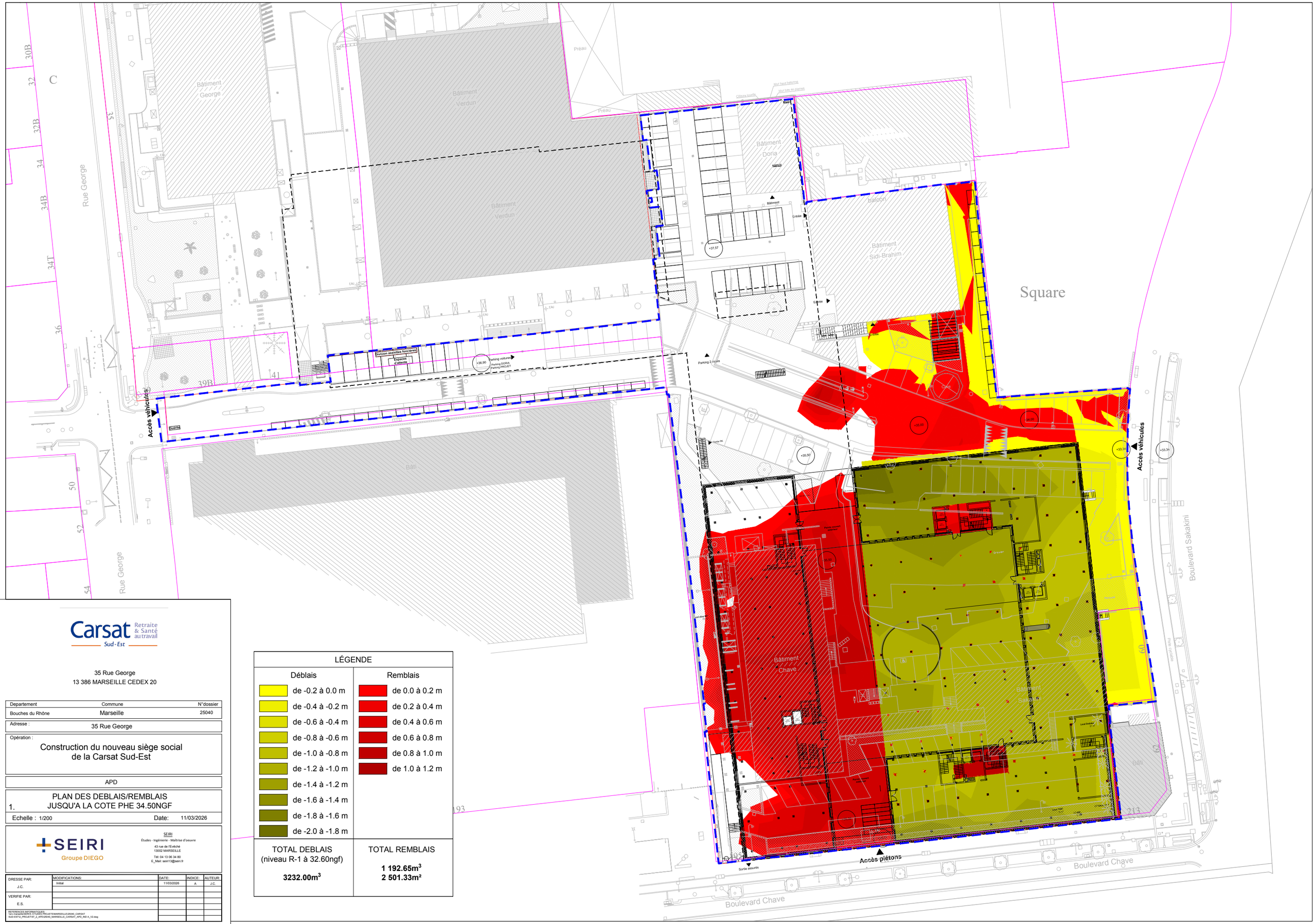
Cartographie des vitesses état démolition



Classes d'aléa inondation état démolition



ANNEXE 4 : PLAN ET COUPES DES REMBLAIS/DEBLAIS DU PROJET (SEIRI, MARS 2026)



Carsat Retraite & Santé au travail Sud-Est

35 Rue George
13 386 MARSEILLE CEDEX 20

Departement	Commune	N°dossier
Bouches du Rhône	Marseille	25040

Adresse : 35 Rue George

Opération :

Construction du nouveau siège social
de la Carsat Sud-Est

APD

1. PLAN DES DEBLAIS/REMBLAIS
JUSQU'A LA COTE PHE 34.50NGF

Echelle : 1/200 Date: 11/03/2026

SEIRI
Groupe DIEGO

SEIRI
Études - Ingénierie - Maîtrise d'oeuvre
43 rue de l'Evêché
13002 MARSEILLE
Tél: 04 13 06 34 80
E_Mail: seiri13@seiri.fr

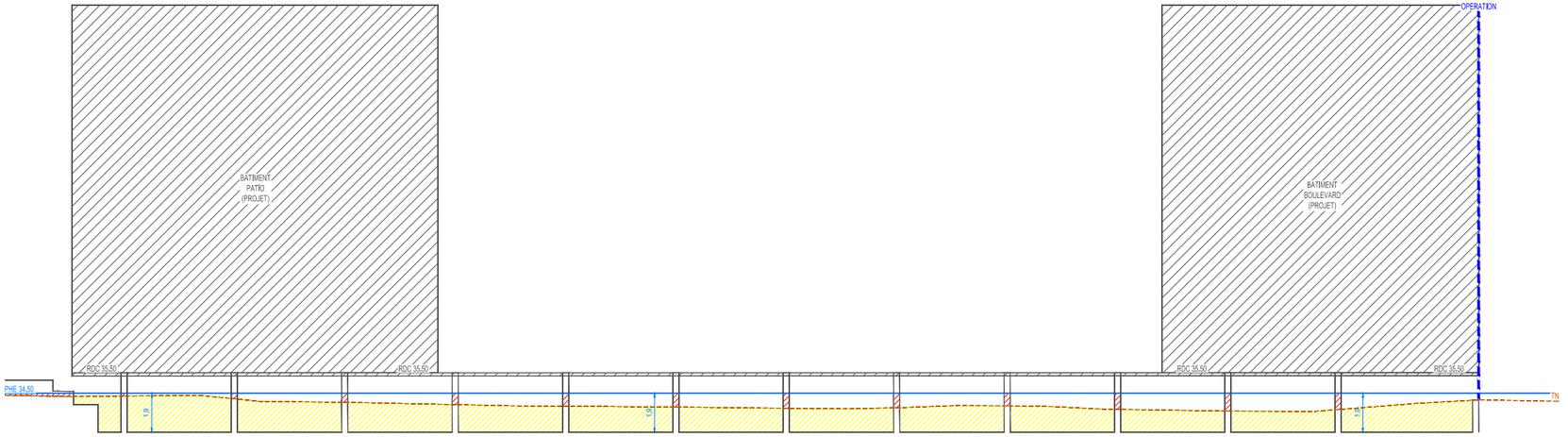
DRESSE PAR:	MODIFICATIONS:	DATE:	INDICE:	AUTEUR:
J.C.	Initial	11/03/2026	A	J.C.
VERIFIE PAR:				
E.S.				

REFERENCES INFORMATIQUES:
\\prv-marseille\SEIRI\5_ETUDES PROJET\MARSEILLE\25040_CARSAT SUD-EST\2_PROJET\07_2_APD\25040_MARSEILLE_CARSAT_APD_IND A_V2.dwg

LÉGENDE

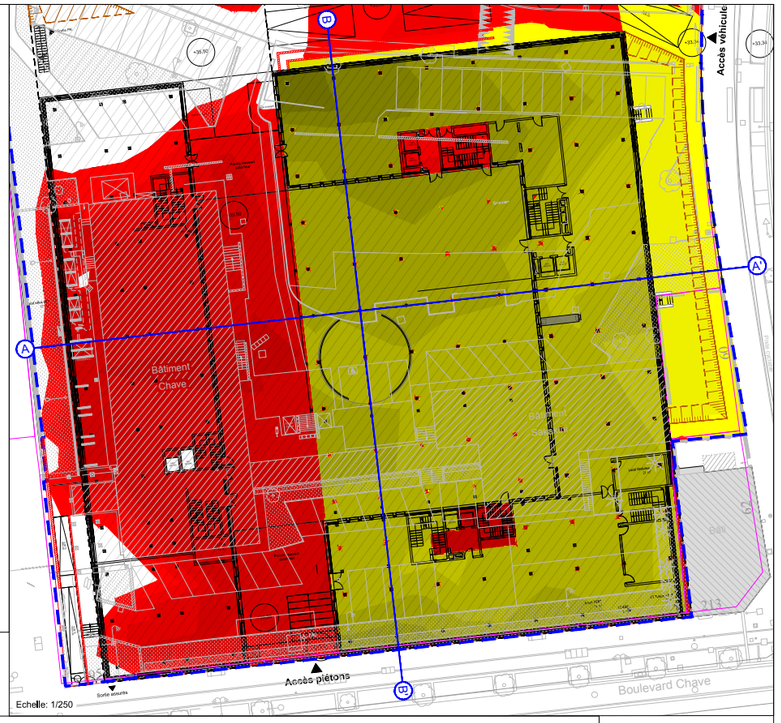
Déblais	Remblais
de -0.2 à 0.0 m	de 0.0 à 0.2 m
de -0.4 à -0.2 m	de 0.2 à 0.4 m
de -0.6 à -0.4 m	de 0.4 à 0.6 m
de -0.8 à -0.6 m	de 0.6 à 0.8 m
de -1.0 à -0.8 m	de 0.8 à 1.0 m
de -1.2 à -1.0 m	de 1.0 à 1.2 m
de -1.4 à -1.2 m	
de -1.6 à -1.4 m	
de -1.8 à -1.6 m	
de -2.0 à -1.8 m	
TOTAL DEBLAIS (niveau R-1 à 32.60ngf) **3232.00m³**	TOTAL REMBLAIS **1 192.65m³** **2 501.33m²**

Profil B-B'
Echelle: 1/100

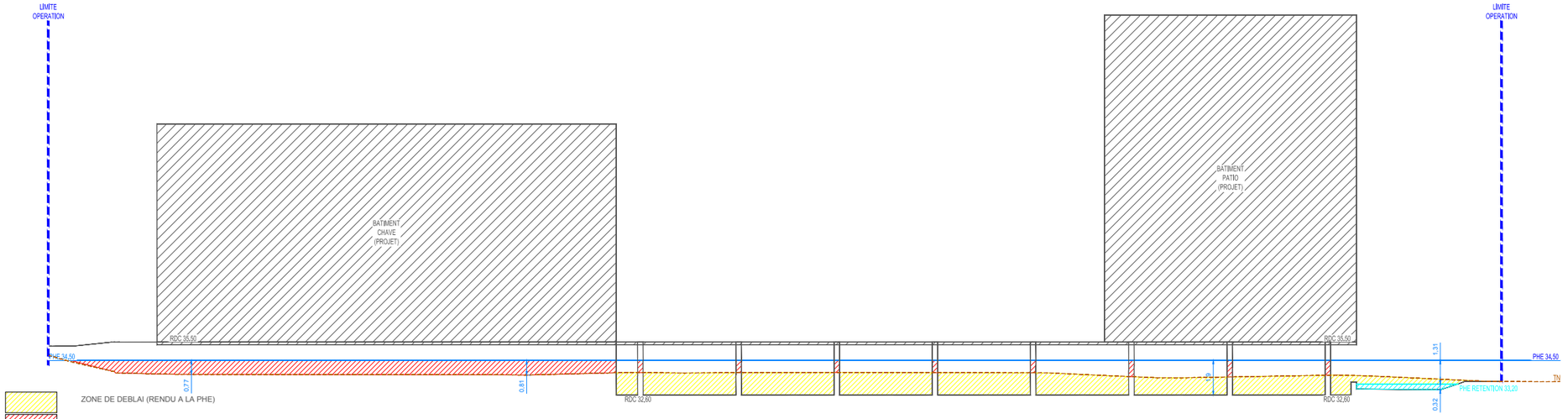


ZONE DE DEBLAI (RENDU A LA PHE)

ZONE DE REMBLAI (PRIS A LA PHE)



Profil A-A'
Echelle: 1/100



ZONE DE DEBLAI (RENDU A LA PHE)

ZONE DE REMBLAI (PRIS A LA PHE)

RETENTION OPERATION DE 60m^3

Carsat Retraite & Santé au travail
Sud-Est

35 Rue George
13 386 MARSEILLE CEDEX 20

Departement	Commune	N°dossier
Bouches du Rhône	Marseille	25040

Adresse : 35 Rue George

Opération :

Construction du nouveau siège social
de la Carsat Sud-Est

APD

PLAN DE COUPES DES DEBLAIS/REMBLAIS
2. JUSQU'A LA COTE PHE 34.50NGF

Echelle : 1/200 Date: 11/03/2026

SEIRI
Groupe DIEGO

SEIRI
Études - Ingénierie - Maîtrise d'oeuvre
43 rue de l'Evêché
13002 MARSEILLE
Tél: 04 13 06 34 80
E_Mail: seiri13@seiri.fr

	MODIFICATIONS:	DATE:	INDICE:	AUTEUR:
DRESSE PAR: J.C.	Initial	11/03/2026	A	J.C.
VERIFIE PAR: E.S.				

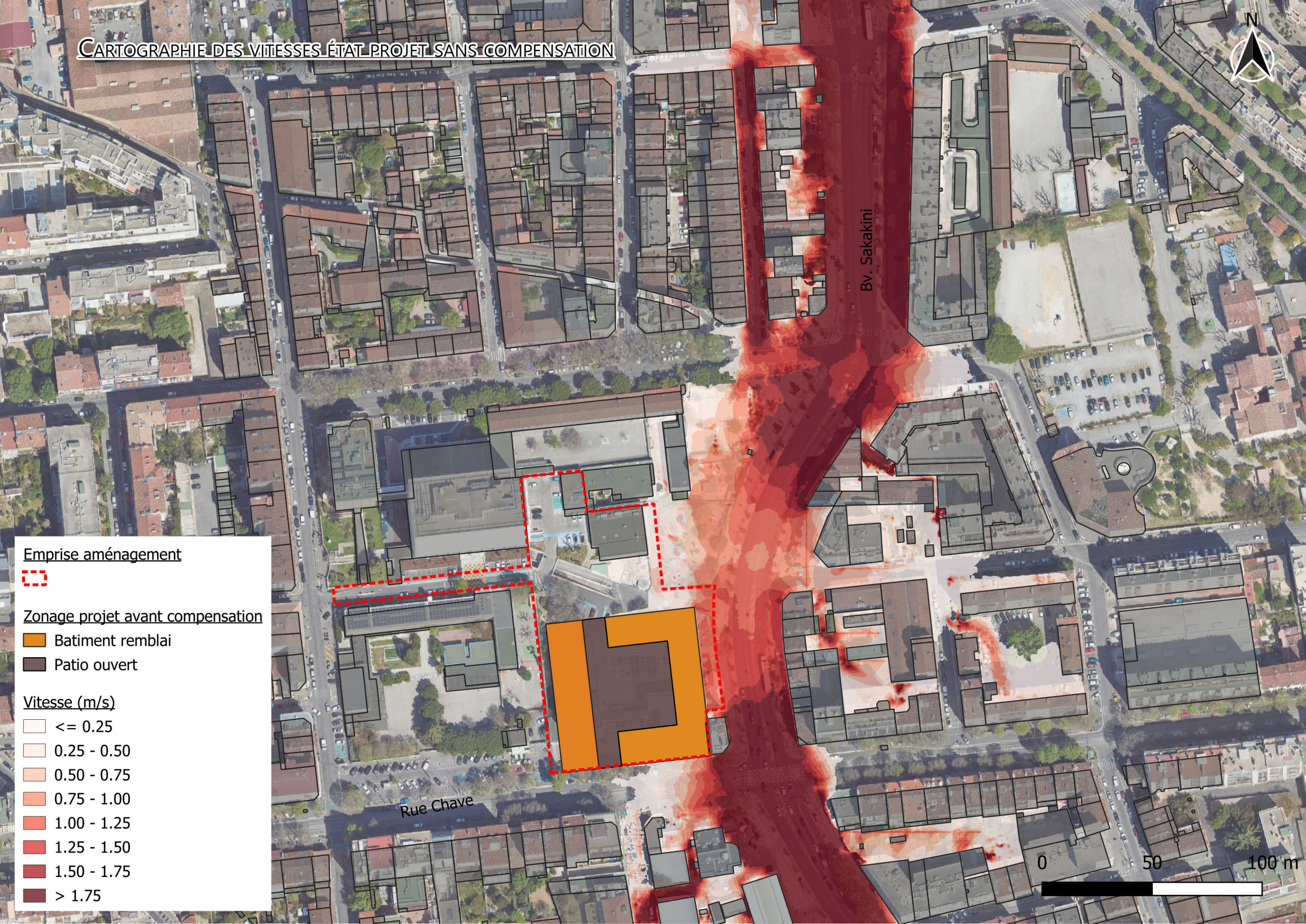
REFERENCES INFORMATIQUES:
\\srv-marseille\SEIRI\5_ETUDES PROJETS\MARSEILLE\25040_CARSAT
SUD-EST\2_PROJET\SF_2_APD\25040_MARSEILLE_CARSAT_APD_IND A_V2.dwg

ANNEXE 5 : CARTOGRAPHIE DES HAUTEURS ET VITESSES D'ECOULEMENT A L'ETAT PROJET – SANS MESURES

Cartographie des hauteurs d'eau état projet sans compensation

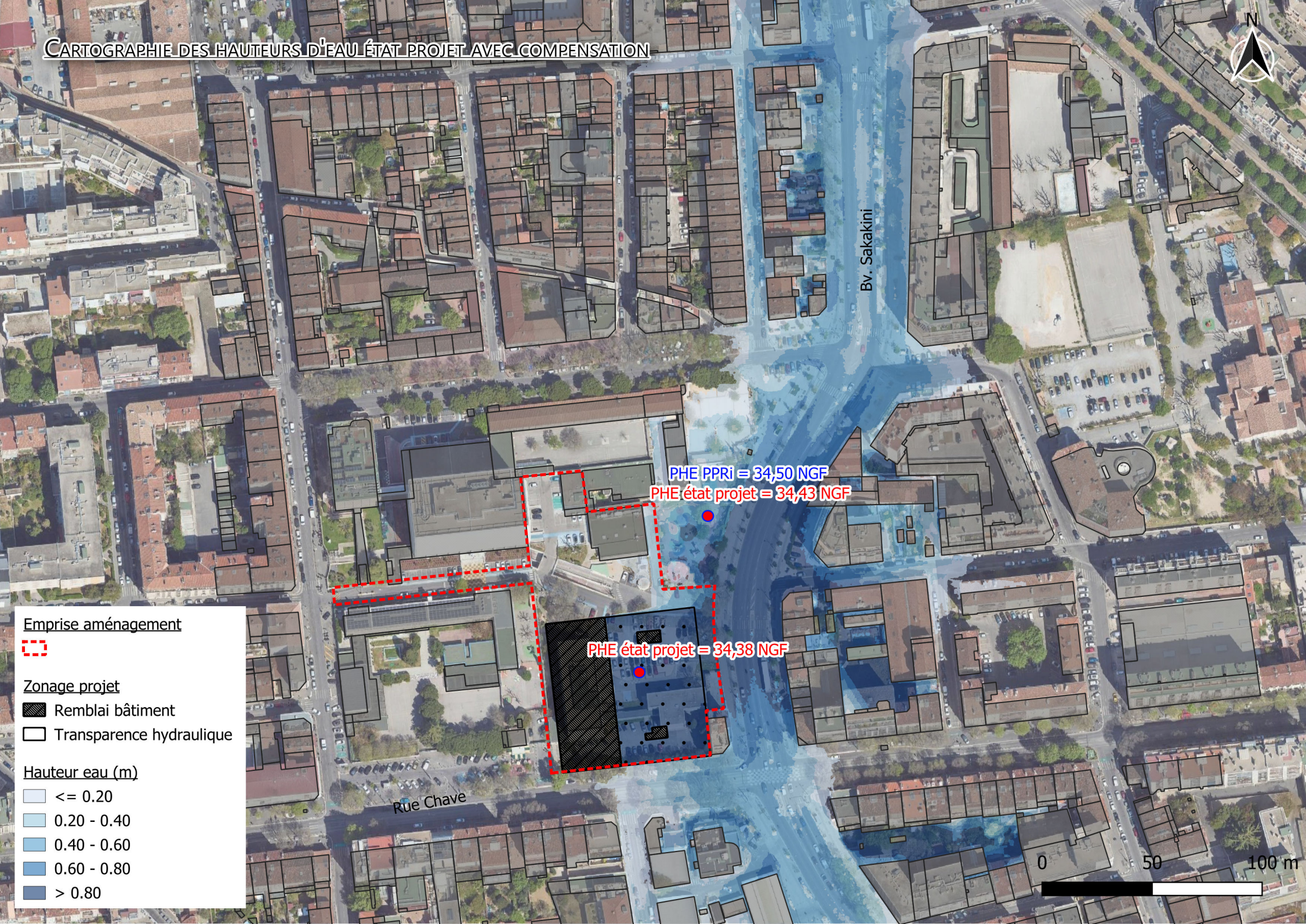


Cartographie des vitesses état projet sans compensation

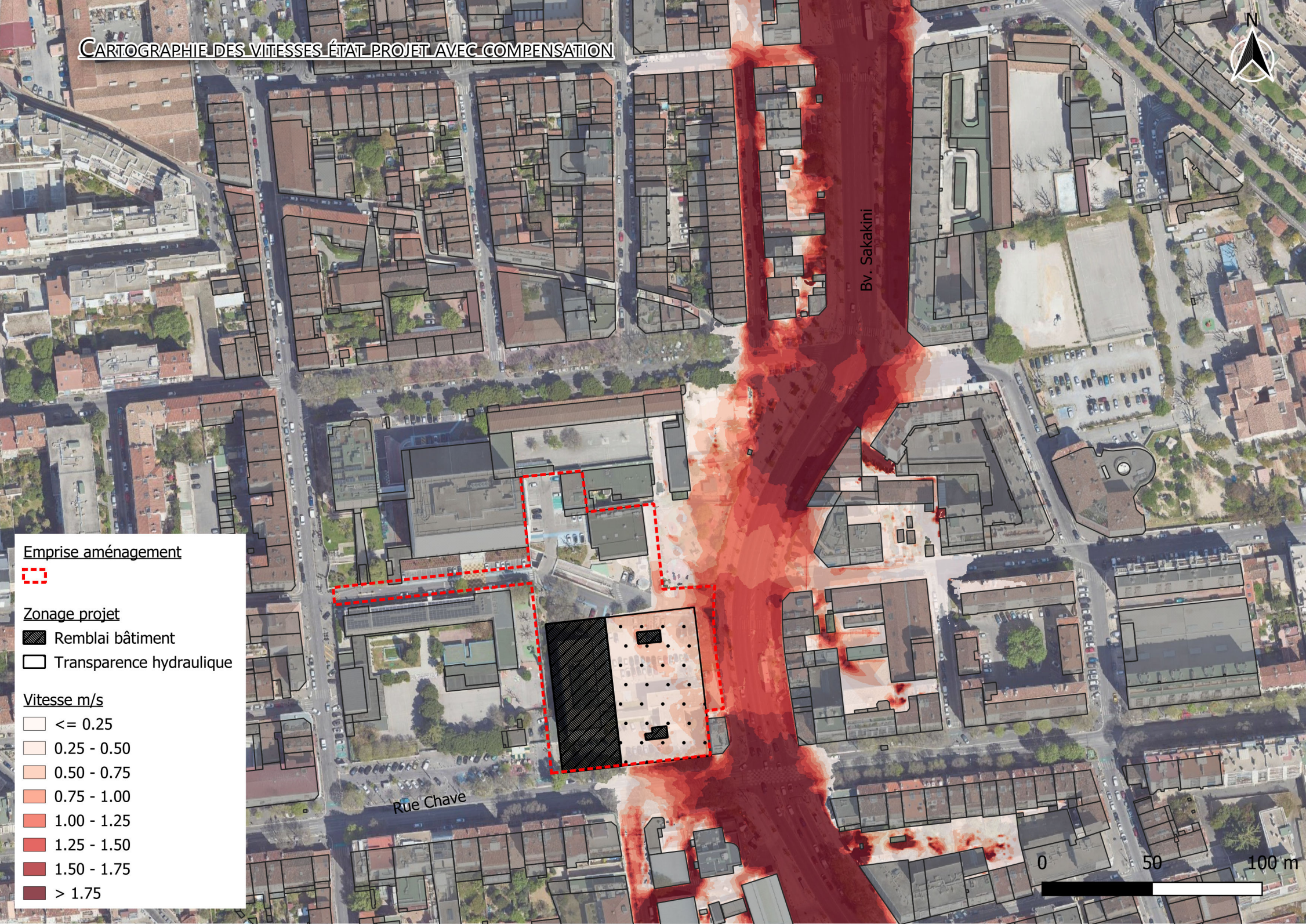


ANNEXE 6 : CARTOGRAPHIE DES HAUTEURS ET VITESSES D'ECOULEMENT A L'ETAT PROJET – AVEC MESURES

Cartographie des hauteurs d'eau état projet avec compensation



Cartographie des vitesses état projet avec compensation



ANNEXE 7 : NOTE POUR L'ELABORATION DU PLAN DE GESTION DE CRISE (BUREAU D'ETUDE MAYANE, JUIN 2026)

Mayane
Resilience Center

NOTE TECHNIQUE

REDACTION D'UN PLAN DE GESTION DE CRISE SUR LE FUTUR SIEGE SOCIAL DE LA CARSAT SUD-EST

Version du document : 1	Date : Juin 2026
Rédacteur : Maxime HORGUES	
Relecteur : Nicolas BOURGEOIS	



Carsat Retraite & Santé au travail Sud-Est

BFV

TABLE DES MATIERES

1 PRESENTATION ____ 3

2 CARACTERISTIQUES DU SITE ET DES ENJEUX ____ 4

3 CONTENU DU FUTUR PLAN DE GESTION DE CRISE ____ 5

3.1 DETAILS DES PARTIES DU FUTUR PLAN DE GESTION DE CRISE ____ 5

3.2 PARTICULARITES PRISES EN COMPTE ____ 6

3.2.1 Dispositif de veille et d'alerte ____ 6

3.2.2 Articulation avec le Plan Communal de Sauvegarde ____ 6

3.2.3 Scénarios de gestion selon les régimes d'occupation ____ 6

3.2.4 Zones refuge ____ 7

3.2.5 Protection des parkings souterrains ____ 7

3.2.6 Sensibilisation et culture du risque ____ 7

3.2.7 Finalisation du Plan de Gestion de Crise ____ 7

1 PRESENTATION

La présente note a pour objet d'informer les autorités compétentes des dispositions qui seront mises en œuvre dans le cadre du futur Plan de Gestion de Crise (PGC) du futur siège social de la CARSAT Sud-Est.

Elle est annexée au dossier de demande de permis de construire conformément aux exigences du Plan de Prévention des Risques d'Inondation (PPRi) de l'Huveaune et de ses affluents, approuvé le 24 février 2017, qui impose l'élaboration d'un PGC pour tout projet situé en zone inondable dès lors qu'il comprend des parkings souterrains, des établissements recevant du public ou des bâtiments d'activité de plus de 20 salariés en aléa fort.

Le projet réunit l'ensemble de ces critères. À ce stade de l'avant-projet détaillé (APD), les études de conception ne permettent pas encore de produire un PGC opérationnel complet. La présente note décrit donc les engagements du maître d'ouvrage et les éléments méthodologiques qui structureront l'élaboration du PGC définitif.

2 CARACTERISTIQUES DU SITE ET DES ENJEUX

À la suite d'échanges avec la CARSAT, les caractéristiques du futur site, à ce stade du projet, pourraient être les suivants :

POPULATION	EFFECTIF	OBSERVATIONS
Salariés (siège social)	1 050 ETP	Taux d'occupation journalier : 45 % à 75 % soit 470 à 790 personnes présentes
Usagers parkings souterrains	330 places max. (dont 84 places dans le parking semi-enterré)	3 niveaux de parking.
Assurés (agence de retraite)	Flux continu	Accès et zone dédiés, séparés du site salariés
Visiteurs / prestataires	~30 personnes/jour (personnes ext.) ~30 personnes/mois (instances)	Accès contrôlé
Événements exceptionnels	100 à 200 personnes	4 à 6 fois par an — public externe non familier du site — pas d'accès parking

Les horaires d'exploitation du site sont les suivants :

- Bureaux et zones salariés : 7h à 19h, du lundi au vendredi ;
- Agence de retraite (accueil public) : 9h à 17h ;
- Restaurant : usage interne exclusif, fermé au public.

Le bâtiment ne sera pas occupé en dehors des horaires ouvrés : aucune présence nocturne ni de week-end n'est prévue (absence de gardiennage permanent et de PC sécurité 24h/24). Cette configuration définit deux régimes distincts dans le PGC :

- un scénario d'évacuation de personnes en journée,
- un autre de protection des biens et des infrastructures hors heures ouvrées.

3 CONTENU DU FUTUR PLAN DE GESTION DE CRISE

Conformément à la définition du PPRi Huveaune (article Lexique), le PGC définira et formalisera l'ensemble des procédures à mettre en œuvre en cas de danger afin d'assurer : l'information des usagers, l'alerte et l'évacuation/le confinement du site, la fermeture anticipée de l'établissement, la mise en sécurité des personnes, et la limitation des dommages aux biens. L'ensemble des mesures sera établi en lien avec le Plan Communal de Sauvegarde (PCS) de la Ville de Marseille.

3.1 DETAILS DES PARTIES DU FUTUR PLAN DE GESTION DE CRISE

Le tableau ci-après détaille les différentes parties du plan final avec les éléments qui devront y être intégrés.

ETAT DE LIEUX	• Présentation du **Plan de Gestion de Crise (PGC)** et des différentes parties • Détail sur la **réception de l'alerte** – lien avec le PCS de Marseille : ○ Qui reçoit l'alerte ? par quels moyens ? Comment passer le message sur le site ? • Comment s'organise le **suivi météorologique** ? (Lien avec les vigilances de Météo France) • Comment s'organise le **suivi hydrologique** ? (Lien avec les vigilances de Vigicrues : stations sur le Jarret à Marseille [Rabeteau] et sur l'Huveaune à Aubagne et Marseille [Collége]) • Lien avec les **phénomènes de « ruissellement »** (APIC, Vigicrues Flash = lien avec le PCS)
S'ORGANISER	• Mette en place une **« cellule de crise »** pour gérer l'événement : ○ Définir un organigramme de crise ○ Rédiger des fiches missions par cellules opérationelles ○ Lier un annuaire de crise à cette cellule de crise
SURVEILLER	• Rédiger un **Plan d'Intervention Gradué (PIG)** inondation : permettre d'associer des paramètres (niveau de vigilance, hauteurs d'eau, alerte de la commune, etc.) à la mise en place d'actions précises.
DECIDER / AGIR	• Rédiger des **fiches actions précises** en lien avec les membres de la cellule de crise (ex : activer le PGC, alerte les partenaires extérieurs, évacuer le site ou fermer de manière anticiper le site, installer les batardeaux, arrêter le fonctionnement des machines, etc.)
S'APPUYER	• Constituer une **boîte à outil** dans laquelle sont détaillés des procédures/outils (liste non exhaustive) : ○ Localisation d'un PC crise dans les niveaux supérieurs ○ **Procédure de fermeture du parking** ○ Numérotation des batardeaux, lieu de stockage, responsable et temps d'installation ○ Main courante, Retour d'Expérience (RETEX)

ANNUAIRE DE CRISE	• Lister **l'ensemble des contacts et des coordonnées utiles** en gestion de crise : *commune de Marseille, SDIS, Gendarmerie/Police Nationale, réseaux (électricité, gaz, eau / assainissement, etc.), prestataires privés, moyens techniques du site, etc.*

3.2PARTICULARITES PRISES EN COMPTE

3.2.1 Dispositif de veille et d'alerte

Le PGC définira le dispositif de veille météorologique et hydrologique permettant d'anticiper un épisode à risque. En raison de la cinétique rapide du phénomène, la veille pourra être calée sur les vigilances de niveau orange et rouge de Météo-France pour le département 13, ainsi que sur les niveaux Vigicrues relatifs à l'Huveaune et au Jarret. Une discussion avec la ville de Marseille permettra peut-être de faire évoluer ces paramètres.
Le cas échéant, il pourra être proposé d'équiper directement la CARSAT d'outils permettant le suivi de l'aléa au plus proche du site si besoin.

Une procédure d'astreinte sera définie pour les périodes hors heures ouvrées, désignant un responsable joignable et habilité à déclencher les mesures de protection à distance (diffusion de messages, fermeture préventive des accès parkings, activation des systèmes de protection passive) ou à mobiliser une intervention physique sur site. *A l'état du permis de construire, des portes étanches sont prévus entre les parkings sous-sol et le parking semi-enterré.*

3.2.2 Articulation avec le Plan Communal de Sauvegarde

Le PGC sera élaboré en cohérence avec le Plan Communal de Sauvegarde (PCS) de la Ville de Marseille, conformément à l'obligation réglementaire du PPRi. Cette articulation impliquera notamment :

- données sur le risque inondation sur cette partie de la ville,
- identification des canaux d'alerte officiels (numéro d'urgence de la Ville, système d'alerte automatisé) et intégration dans la chaîne d'alerte interne CARSAT,
- transmission du PGC finalisé à la Ville de Marseille, en tant qu'information complémentaire au PCS.

3.2.3 Scénarios de gestion selon les régimes d'occupation

Le PGC distinguera au minimum deux scénarios :

- **Scénario 1 — Crue en journée, bâtiment occupé** : activation de la chaîne d'alerte interne, fermeture préventive des accès parkings SS1 et SS2, information des assurés en agence de retraite et des salariés, décision d'évacuation vers zones refuge ou sortie du site selon le niveau d'alerte atteint. Ce scénario est le plus complexe compte tenu du nombre de personnes potentiellement présentes (470 à 790 salariés, flux assurés, visiteurs).
    - Lors d'événements exceptionnels (100 à 200 invités sur site), certains actions spécifiques pourront être mises en place : vérification météorologique systématique préalable à tout événement, désignation d'un référent sécurité sur site, procédure d'évacuation simplifiée adaptée à un public externe non familier des locaux.

- **Scénario 2 — Crue hors heures ouvrées :** activation à distance des systèmes de protection passive (batardeaux, obturation accès souterrains), mise en sécurité automatique ou télécommandée des équipements sensibles (TGBT, onduleurs, serveurs), déclenchement de la procédure d'astreinte. Pas d'évacuation de personnes.

3.2.4 Zones refuge

Conformément au règlement du PPRi, le bâtiment disposera de zones refuge accessibles depuis l'intérieur, situées au-dessus de la cote PHE + 20 cm soit 34,70 m NGF. L'ensemble des niveaux R+1 et supérieurs satisfont à cette exigence (le RDC reste hors d'eau également puisque situé 1m au-dessus de la cote de référence). Le dimensionnement des zones refuge sera établi sur la base du tableau d'effectifs par niveau à raison de 1 m² par personne conformément au règlement PPRi.

3.2.5 Protection des parkings souterrains

Ce sont les parties du bâtiment situées en dessous de la cote du PPRi. Le futur PGC précisera le protocole de fermeture préventive des accès véhicules (seuils de déclenchement, responsable d'action, délais), la procédure d'évacuation des usagers éventuellement présents dans les niveaux souterrains, ainsi que les consignes d'affichage aux entrées.

La question du statut public éventuel du parking fera l'objet d'un traitement spécifique si l'instruction le requiert, impliquant des obligations d'information renforcées vis-à-vis d'un public non averti.

Une attention particulière sera portée à la gestion du parking semi-enterré de 84 places qui représente la principale vulnérabilité du site. Des moyens d'alertes spécifiques, un suivi des accès et des véhicules présents seront intégrés dans les procédures du futur plan de gestion de crise.
À noter que la gestion du risque inondation dans ce parking sera facilité si son usage est exclusivement destiné aux salariés de la CARSAT et non au public.

3.2.6 Sensibilisation et culture du risque

Sur la base des réflexions et des échanges ayant permis l'établissement du Plan de Gestion de Crise, Mayane proposera des moyens et des dispositifs permettant la diffusion de la culture du risque sur le site.
En effet, pour que les messages soient bien reçus et entendus par les utilisateurs en cas d'alerte, nous veillerons à ce que ces derniers comprennent de quel risque il s'agit. Plusieurs dispositifs simples peuvent permettre cette sensibilisation (affichage, remise d'un document, pose de repères de crues pédagogiques, etc.).

3.2.7 Finalisation du Plan de Gestion de Crise

Lors de la livraison du PGC, Mayane s'engage à former les futurs utilisateurs à la compréhension, à l'utilisation et à la mise à jour du document.
La formation continue dans le temps sera assurée par la CARSAT.



Carsat Retraite & Santé au travail Sud-Est

BFV