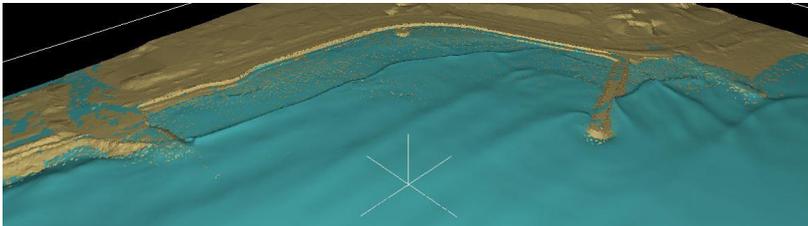




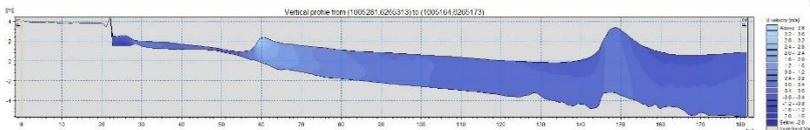
REQUALIFICATION DES ESPACES PUBLICS DU CENTRE-VILLE DE SAINT-RAPHAËL

Mission étude et maîtrise d'œuvre



PLAGE DU VEILLAT

NOTE TECHNIQUE AEA SUBMERSION PRISE EN COMPTE DANS LE DESIGN DES FAÇADES, DU PLATELAGE, ET DU VOILE DE PROTECTION EN PHASE PROVISoire



Affaire : CORVG 126-2021

Référence du document : NT-01-02

Juin 2023

Edition du document

	Nom	Date
Rédigé par	Sébastien BERNARD	19/06/2023
Vérifié par	Etienne SAVIGNY	19/06/2023
Validé par	Stephan LENORMAND	19/06/2023

Versions et modifications

Version	Date	Description	Modifications
00	21/03/2023	Note technique sur l'aléa submersion et la conception des façades de bâtiment	
01	27/04/2023	Complément « phase provisoire » (définition de principe du voile de protection en phase travaux)	Ajout du chapitre 7 (pp.44 à 48)
02	19/06/2023	MàJ de la note vis-à-vis de l'ajustement du projet aux recommandations du PAC submersion	

SOMMAIRE

1	Contexte de projet.....	5
2	Le phénomène de submersion marine.....	7
2.1	Les mécanismes physiques en présence.....	7
2.2	Le PAC submersion marine de 2019	8
2.3	confrontation du projet au PAC submersion 2019	12
2.4	Intérêt d'une étude sur modèle numérique du phénomène de submersion	14
3	Résumé de l'étude de submersion dynamique.....	15
3.1	Conditions simulées et emprise du modèle.....	15
3.2	Principaux résultats de simulation : niveau de submersion	16
3.3	Principaux résultats de simulation : pression hydrodynamique en façade	19
3.4	Principaux résultats de simulation : débits moyens de franchissement le long du platelage de la promenade.....	21
4	Recommandations pour la phase définitive	25
5	Répartition des cellules du projet d'Ouest en Est	26
5.1	Local 1	27
5.2	Local 2.....	28
5.3	Local 3.....	29
5.4	Local 4.....	30
5.5	Local 5.....	31
5.6	Local 6.....	32
5.7	Local 7.....	34
6	Exemples de solutions techniques amovibles de protection des ouvertures	36
7	Phase travaux & protection provisoire	46
7.1	Principaux résultats de modélisation	46
7.2	Recommandations pour la phase travaux provisoire.....	47
7.3	Principe de conception du voile de protection provisoire	47

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Figure 1	: Aménagement de l'arrière-plage du Veillat	5
Figure 2	: Processus physiques en action lors d'une tempête ; agitation et surélévation du plan d'eau (source BRGM)	7
Figure 3	: Niveau marin statique de référence (sans contribution des vagues) selon l'horizon considéré (source BRGM)	8
Figure 4	: Sectorisation du littoral régional et niveaux statiques (sans la contribution des vagues) retenus pour la situation actuelle à horizon 2030-2050 et pour la situation à horizon 2100 (source BRGM) ...	9
Figure 5	: Cartographie de l'aléa submersion marine sur la commune de Saint Raphaël (PAC submersion marine 2019)	11

Figure 6 : Niveaux marins de référence sur la plage du Veillat - commune de Saint Raphaël (source : étude BRGM/DREAL 2017)	12
Figure 7 : reconstitution de la cartographie d'aléa submersion conforme au PAC submersion 2019 et superposition du projet (promenade sur platelage en front de bâtiment et locaux à l'intérieur du bâti)	13
Figure 8 : contribution de chaque composante dans le niveau d'eau atteint par la mer sur le littoral (plage) et phénomènes physiques côtiers considérés par l'étude du BRGM et considérés par une étude sur modèle numérique vague-vague.....	14
Figure 9 : Emprise du modèle hydrodynamique 3D local MIKE 3 WAVE et bathymétrie interpolée sur le maillage.....	15
Figure 10 : Extrait d'animation 3D de la houle de PR 50 ans.....	16
Figure 11 : Profil illustrant la submersion de la plage par un jet de rive atteignant le bâtiment en situation projet (conditions de PR 50 ans)	16
Figure 12 : pic de pression en zone ouest de la façade	19
Figure 13 : pic de pression en zone est de la façade.....	20
Figure 14 : tracé de la frontière de contrôle du débit moyen de franchissement le long de la promenade en haut de plage. Cette frontière est divisée en 45 segments de contrôle de 10 m chacun.	21
Figure 15 : Répartition schématique des franchissements et de leur intensité en conditions de PR 1 an	23
Figure 16 : Répartition schématique des franchissements et de leur intensité en conditions de PR 50 ans	24
Figure 17 : détail de la cartographie d'aléa submersion reconstituée (PAC submersion 2019) et superposition de la séquence du programme (répartition des locaux 1 à 7)	26
Figure 18 : Position en plan et en façade du local 1 du programme proposé (source : Agence GUILLERMIN)	27
Figure 19 : Position en plan et en façade du local 2 du programme proposé (source : Agence GUILLERMIN)	28
Figure 20 : Position en plan et en façade du local 3 du programme proposé (source : Agence GUILLERMIN)	29
Figure 21 : Position en plan et en façade du local 4 du programme proposé (source : Agence GUILLERMIN)	30
Figure 22 : Position en plan et en façade du local 5 du programme proposé (source : Agence GUILLERMIN)	31
Figure 23 : Position en plan et en façade du local 6 du programme proposé (source : Agence GUILLERMIN)	33
Figure 24 : Position en plan et en façade du local 7 du programme proposé (source : Agence GUILLERMIN)	35
Figure 25 : Profil de plage modélisé en phase travaux (ajout du voile de protection).....	46
Figure 26 : Profil transversal de pression sur le voile provisoire de protection en zone ouest de la plage	46
Figure 27 : Profil transversal de pression sur le voile provisoire de protection en zone est de la plage	47
Figure 28 : exemple de glissières GS2 mises en œuvre en protection routière (éléments de 2 m)	48
Figure 29 : poteau HEB 300 fiché et surmonté de la protection provisoire en phase travaux	49
Figure 30 : poteau HEB 300 fiché et surmonté de la structure supportant le platelage bois de la promenade en phase définitive.....	50

TABLEAUX

Tableau 1 : Caractéristiques des environnements de projet {houle / niveau d'eau} retenus pour les simulations.....	15
Tableau 2 : Pressions sur la façade du bâtiment.....	21

1 CONTEXTE DE PROJET

Esterel Côte d'Azur Agglomération a lancé un ambitieux projet de requalification de la façade littorale de Fréjus à Saint-Raphaël suivant les dispositions suivantes :

- ✓ Sur le secteur central de Saint-Raphaël centre, le projet d'aménagement propose une hiérarchisation des espaces publics au sein d'un centre-ville à la circulation largement apaisée. Le mode doux de déplacement, TCSP, navette électrique et piste cyclable, sera très largement privilégié dans la nouvelle composition urbaine et paysagère. L'artère principale assurant la liaison du centre ancien au front de mer est le Boulevard Félix Martin.
- ✓ La requalification urbaine se structure autour d'une re-végétalisation structurante majeure du Centre-Ville et du front de mer, en affirmant, voire en complétant des alignements structurants, ou en qualifiant par de nouvelles typologies végétales des espaces, aujourd'hui très fortement minéralisés.
- ✓ En partie centrale de la nouvelle promenade du front de mer, entre le casino de jeux et le secteur Beurivage, se situe la plage du Veillat et son ouvrage de génie civil datant des années 70. Ce secteur de plage est très prisé des riverains et des touristes, malgré la petite taille de la plage publique.

Globalement, l'infrastructure en place est obsolète et ne donne pas une image très valorisante de ce secteur.

C'est pour répondre à ce projet ambitieux que le cabinet Architecte Paysagiste Concepteur GUILLERMIN, Maître d'œuvre de l'opération a été retenu par la commune de Saint-Raphaël.



Figure 1 : Aménagement de l'arrière-plage du Veillat

L'agence GUILLERMIN, Maître d'œuvre de l'opération d'aménagements du Boulevard de la Mer, s'est rapprochée du BET CORINTHE Ingénierie pour assurer deux missions spécifiques sur les aménagements maritimes et les moyens de limitation ou d'adaptation à la submersion marine :

- ✓ Mission de maîtrise d'œuvre complète pour l'aménagement de l'épi Diana ;
- ✓ Mission d'assistance technique pour la gestion des phases provisoires et définitives de l'aménagement des cellules commerciales sous le boulevard, de la façade et du platelage bois en arrière-plage.

Ces deux missions ont un axe physique commun : la submersion.

CORINTHE Ingénierie a donc réalisé une étude de submersion afin de fixer les hypothèses à prendre en compte pour la conception des aménagements de l'épi Diana, des façades des locaux commerciaux, du platelage bois et des ouvrages provisoires en phase travaux.

Cette note récapitule les principaux éléments d'analyse et de conclusion de l'étude de submersion ainsi que les recommandations de conception et leur application au projet d'aménagement des locaux situés à l'arrière de la plage du Veillat.

2 LE PHENOMENE DE SUBMERSION MARINE

2.1 LES MECANISMES PHYSIQUES EN PRESENCE

Les processus physiques mis en jeu lors des phénomènes de tempêtes sont liés principalement à l'action de la pression atmosphérique et du vent sur le plan d'eau (voir Figure 2) :

- ✓ la chute de la pression atmosphérique entraîne une surélévation du niveau du plan d'eau. C'est le phénomène de baromètre inverse. Une diminution de 1 hPa équivaut approximativement à une élévation de 1 cm du plan d'eau
- ✓ le vent a un double effet sur le plan d'eau :
 - il est à l'origine de l'agitation du plan d'eau et de la formation des vagues dont les caractéristiques, hauteur, période, secteur de provenance, sont directement liées à celles du vent et au *fetch* du bassin maritime (distance sur laquelle souffle le vent à la surface du plan d'eau) ;
 - il exerce une contrainte à la surface de l'eau en générant une modification du niveau du plan d'eau statique (surcote ou décote) et des courants.

Les vagues, générées au large par le vent, se propagent vers la côte. Lorsqu'elles déferlent au niveau du littoral, elles transfèrent leur énergie sur la colonne d'eau, ce qui provoque une surélévation moyenne du niveau de la mer (le *wave set-up*, ou *set-up*, ou surcote liée aux vagues) pouvant s'élever à plusieurs dizaines de centimètres.

Ainsi, dans ces conditions de tempête, le niveau d'eau à la côte est alors déterminé par :

- ✓ le niveau de la marée : il reste faible dans le contexte méditerranéen mais avec un marnage pouvant atteindre environ 0.5 m au maximum, il peut se cumuler à la surcote et ainsi favoriser la pénétration des eaux marines sur les terres émergées ;
- ✓ l'importance de la « surcote atmosphérique » ou « surcote de tempête » qui résulte de l'effet baromètre inverse et de l'élévation du niveau du plan d'eau sous l'effet du vent ;
- ✓ le niveau de surcote liée au déferlement des vagues (*wave set-up*) ;
- ✓ le niveau maximal atteint par la mer, qui est défini comme la limite du « jet-de-rive » (*swash*). On appelle *run-up*, le niveau maximal atteint par le jet-de-rive par rapport au niveau marin au repos.

C'est la détermination de l'ensemble de ces composantes (marée, surcote, *wave set-up*, *run-up*), et leur addition qui permet de calculer les niveaux de référence du niveau marin pour la caractérisation d'un aléa « submersion marine » pour une période de retour et une échéance donnée.

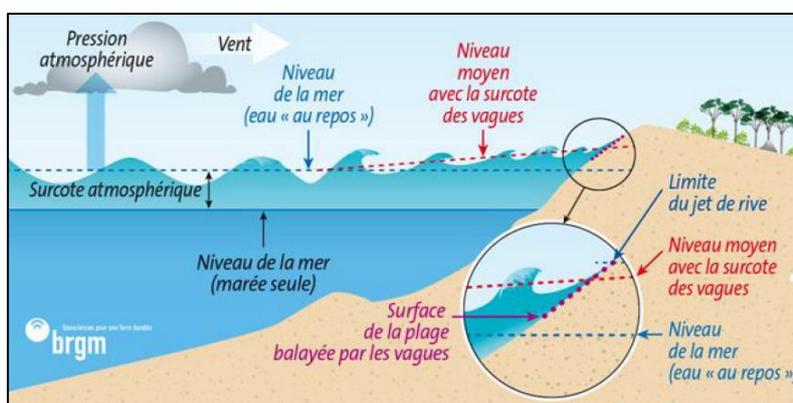


Figure 2 : Processus physiques en action lors d'une tempête ; agitation et surélévation du plan d'eau (source BRGM)

2.2 LE PAC SUBMERSION MARINE DE 2019

Afin d'affiner la compréhension des dynamiques de submersion et d'intégrer les spécificités locales, tout en veillant à une cohérence de façade inter-départementale, la DREAL PACA a commandé une étude permettant d'intégrer les caractéristiques locales du rivage avec une méthode homogène sur le littoral s'étendant de Menton à la Camargue.

Cette étude, réalisée par le BRGM, a fourni dès la fin de l'année 2017 une cartographie sur l'ensemble du littoral, selon deux déclinaisons d'aléas :

- ✓ l'aléa de référence centennal (entrée de gamme de l'évènement moyen au sens de la directive inondation [100 ans – 300 ans]) intégrant déjà 20 cm de surcote marine dus aux effets actuels du changement climatique (horizon 2030 à 2050 selon les travaux du GIEC)
- ✓ l'aléa de référence centennal 2100 intégrant 40 cm de surcote supplémentaires (soit 60 cm au total) liés aux effets du changement climatique à l'horizon 2100.

Les composantes constituant l'aléa de référence sont définies comme suit dans le PAC :

II.1 - La période de retour de l'évènement

En application de la disposition D.1.6 du PGRI, l'aléa de référence retenu dans le présent PAC est l'aléa de référence centennal 2100 intégrant 60 cm de surcote liés aux effets du changement climatique à l'horizon 2100.

Ainsi, la cote du niveau d'eau a été obtenue par addition :

- d'une composante de marée, correspondant à une cote de pleine mer pour une marée moyenne de vives eaux (PMVE) ;
- d'une composante liée à la surcote centennale (surcote atmosphérique ou surcote de tempête) ;
- d'une composante liée à la surcote liée aux vagues ;
- d'une composante liée à la prise en compte du changement climatique à l'horizon 2100, estimée à 0,60 m.

Le schéma suivant illustre le niveau marin de référence (hors surcote liée aux vagues donc) intégré à chaque aléa de référence (qui, lui, intègre en plus la surcote liée aux vagues, le *wave set-up*) :

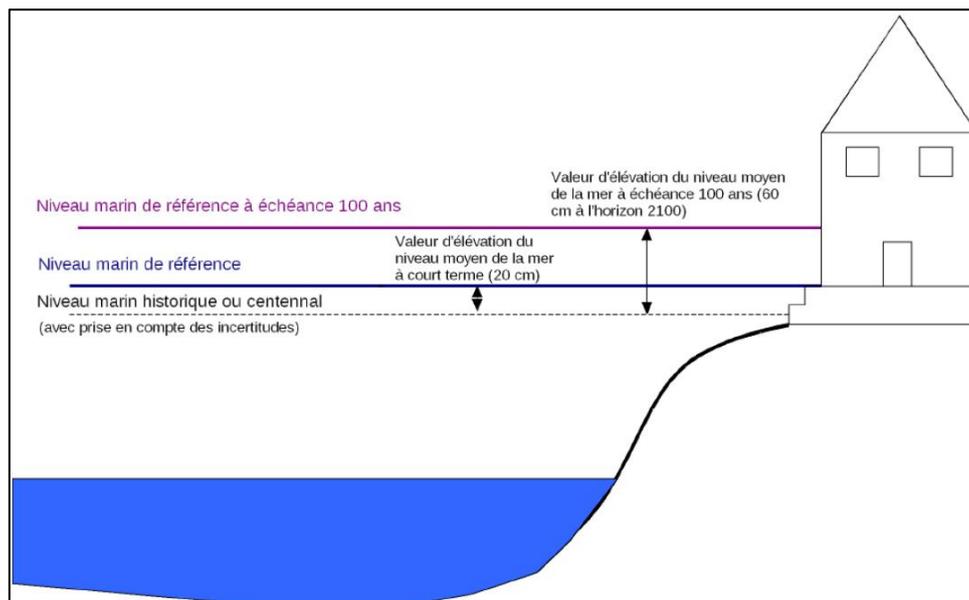


Figure 3 : Niveau marin statique de référence (sans contribution des vagues) selon l'horizon considéré (source BRGM)

L'étude du BRGM sur laquelle s'appuie le « PAC submersion marine 2019 » de la commune reprend donc les niveaux statiques de référence suivants selon la zone littorale considérée :

	PMVE	Surcote centennale T ₁₀₀	Niveau marin centennal NM T ₁₀₀	Aléa actuel NMT ₁₀₀ + 0,2 m	Aléa 2100 NM T ₁₀₀ + 0,6 m
	m NGF/IGN69	m	m NGF/IGN69	m NGF/IGN69	m NGF/IGN69
Marseille	+ 0,25	0,64	+ 0,89	+ 1,09	+ 1,49
Toulon	+ 0,24	0,64	+ 0,88	+ 1,08	+ 1,48
Nice	+ 0,24	0,65	+0,89	+1,09	+ 1,49

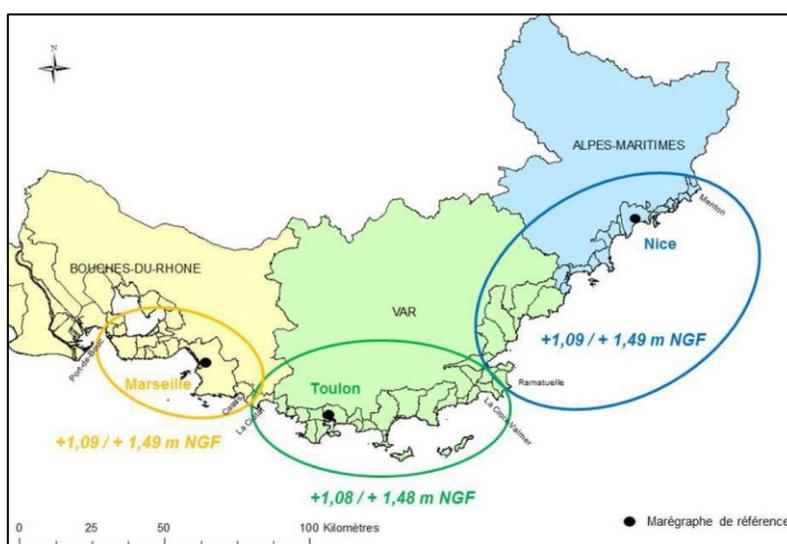


Figure 4 : Sectorisation du littoral régional et niveaux statiques (sans la contribution des vagues) retenus pour la situation actuelle à horizon 2030-2050 et pour la situation à horizon 2100 (source BRGM)

Une reconstitution des chroniques de vagues sur 30 ans (1979-2009) a été réalisée sur un modèle vent-houle (SWAN) à l'échelle de l'ensemble du littoral PACA, ce qui a permis d'établir la contribution locale des vagues à l'aléa de référence (la composante « wave set-up »).

Pour calculer et cartographier l'aléa sur chaque commune, une sectorisation des calculs a été réalisée en fonction de la nature des environnements littoraux, plages ouvertes, linéaire rocheux et domaine portuaire. Les effets des vagues (wave set-up uniquement) n'ont été calculés que sur les zones de plage (formules analytiques qui dépendent des caractéristiques de la houle au large et de la topographie littorale).

Dans le cadre de l'étude du BRGM, la composante du run-up des vagues (hauteur atteinte sur le littoral par le jet de rive) n'a pas été prise en compte en raison des incertitudes qui pèsent sur son estimation dans le cadre de cette étude à portée régionale. En effet, la grande diversité des aménagements du haut de plage (murs, falaises, perrés) conditionnent fortement la propagation des submersions par franchissement et l'extension maximale du run-up calculé n'est donc pas représentative des phénomènes.

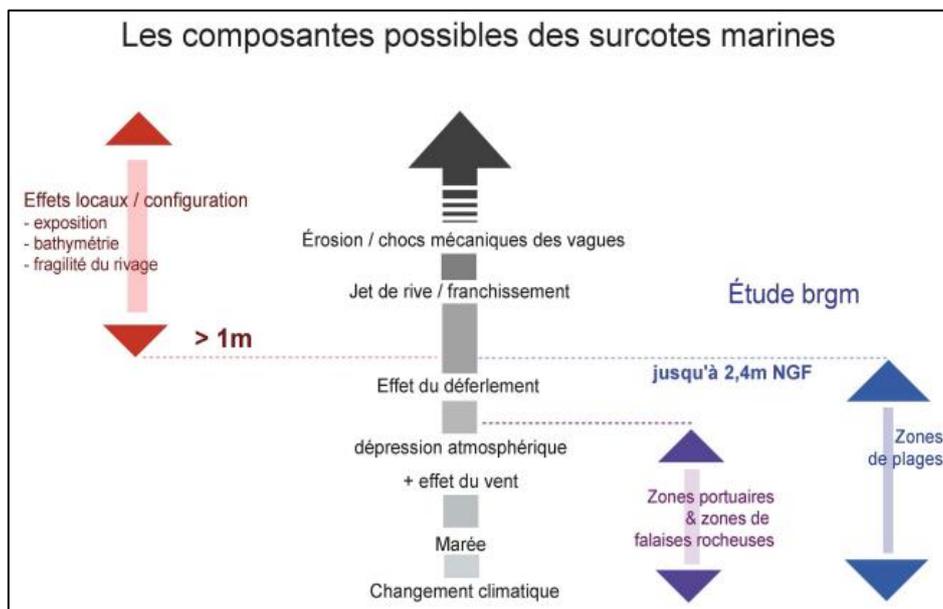
Pour les zones portuaires et de falaises, c'est la cote du niveau statique de référence sans la contribution des vagues (donc sans run-up ni wave set-up) qui est retenue.

En résumé, le niveau d'eau à la côte retenu pour le PAC est déterminé par sa composante statique qui intègre :

- ✓ le niveau de la marée ;
- ✓ la « surcote atmosphérique » ou « surcote de tempête », due à la dépression atmosphérique, y compris l'effet du vent ;
- ✓ le niveau de surcote lié au déferlement des vagues (*wave set-up*) / sauf pour les zones portuaires et de falaises ;
- ✓ la prise en compte du changement climatique (+20 cm à horizon 2030-2050 ; +60 cm à horizon 2100) ;

Pour rappel, la composante dynamique, qui intègre le niveau maximal atteint par la mer (défini comme la limite du jet de rive ou du franchissement), n'a pas été calculée.

L'illustration ci-dessous schématise les phénomènes physiques à l'œuvre et les différentes composantes considérées dans l'étude du BRGM :



Sur la commune de Saint Raphaël, les résultats sont les suivants (PMVE et surcote centennale à Nice) :

Code	Nom	Marée	Surcote	Setup moyen	Evènement moyen	Evènement moyen 2100	Ecart-type
83E_20	Saint_Raphael	0.24	0.65	0.59	1.68	2.08	0.10

La hauteur finale de l'évènement moyen (actuel et 2100) est ensuite comparée au Modèle Numérique de Terrain (MNT) pour déterminer les zones terrestres côtières (et portuaires) submergées et les hauteurs d'eau (H) qui y sont attendues (différence entre niveau d'eau de l'évènement moyen et altitude du terrain) pour cartographier l'aléa en 3 classes :

Hauteur de submersion (H)	classe d'aléa
$H < 0,5 \text{ m}$	faible
$0,5 \text{ m} \leq H < 1 \text{ m}$	moyen
$1 \text{ m} \leq H$	fort à très fort

Sur la commune de Saint Raphaël, la cartographie obtenue est la suivante :

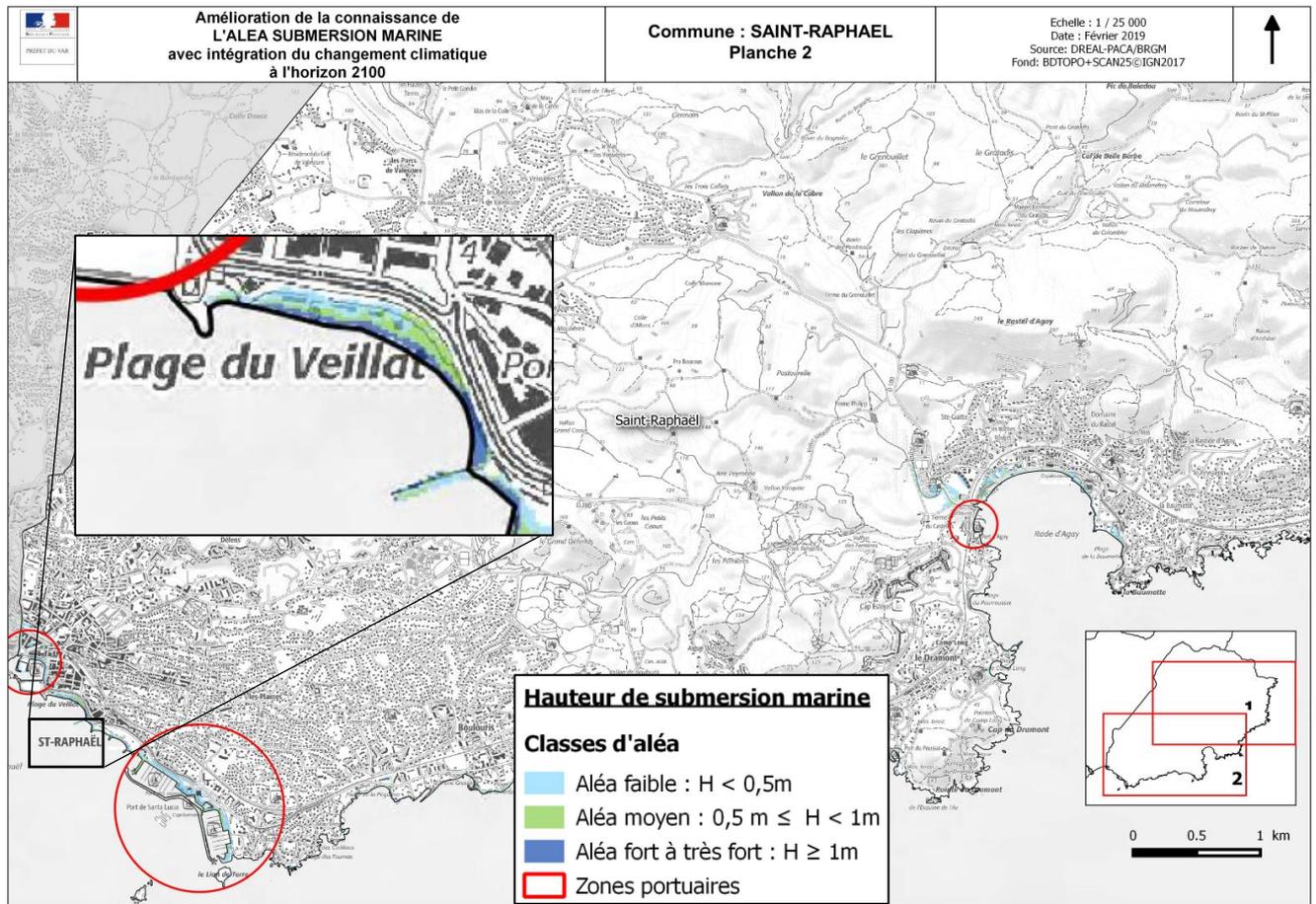


Figure 5 : Cartographie de l'aléa submersion marine sur la commune de Saint Raphaël (PAC submersion marine 2019)

Le PAC submersion marine sur la commune de Saint Raphaël semble indiquer d'Ouest en Est sur la plage du Veillat :

- ✓ un aléa moyen sur la petite plage confinée entre l'épi Bonaparte et le « point dur » ;
- ✓ un aléa faible en haut de plage sur la partie ouest de la plage ;
- ✓ un aléa moyen à l'Est de l'actuelle tour de surveillance, sur la zone de plage la plus large avant le rétrécissement et la zone d'aléa fort/très fort située plus à l'Est jusqu'à l'enracinement de l'épi Diana.

2.3 CONFRONTATION DU PROJET AU PAC SUBMERSION 2019

Afin de connaître précisément le niveau d'aléa considéré par le PAC submersion 2019 au droit de chaque cellule prévue au projet, la cartographie de l'aléa a été reconstituée dans le strict respect de la méthodologie appliquée par le BRGM dans son étude de 2017 sur la base des éléments suivants :

- ✓ Niveau marin de référence dressé par le BRGM indiqué sur chacun des 7 profils couvrant la plage du Veillat, en conditions de surcote centennale, de vagues de PR 100 ans, de hausse du niveau marin à 2100 (+0.6 m) et en retenant la borne supérieure de chaque intervalle de la légende (la valeur précise de calcul du *set-up* étant inconnue) ;
- ✓ Modèle Numérique de Terrain (MNT) de la plage en situation existante (données Litto3D de résolution 1x1 m).

La carte ci-dessous présente les niveaux marins de référence retenus sur chaque profil de plage utilisé pour calculer le *set-up* dû au déferlement des vagues de PR 100 ans :

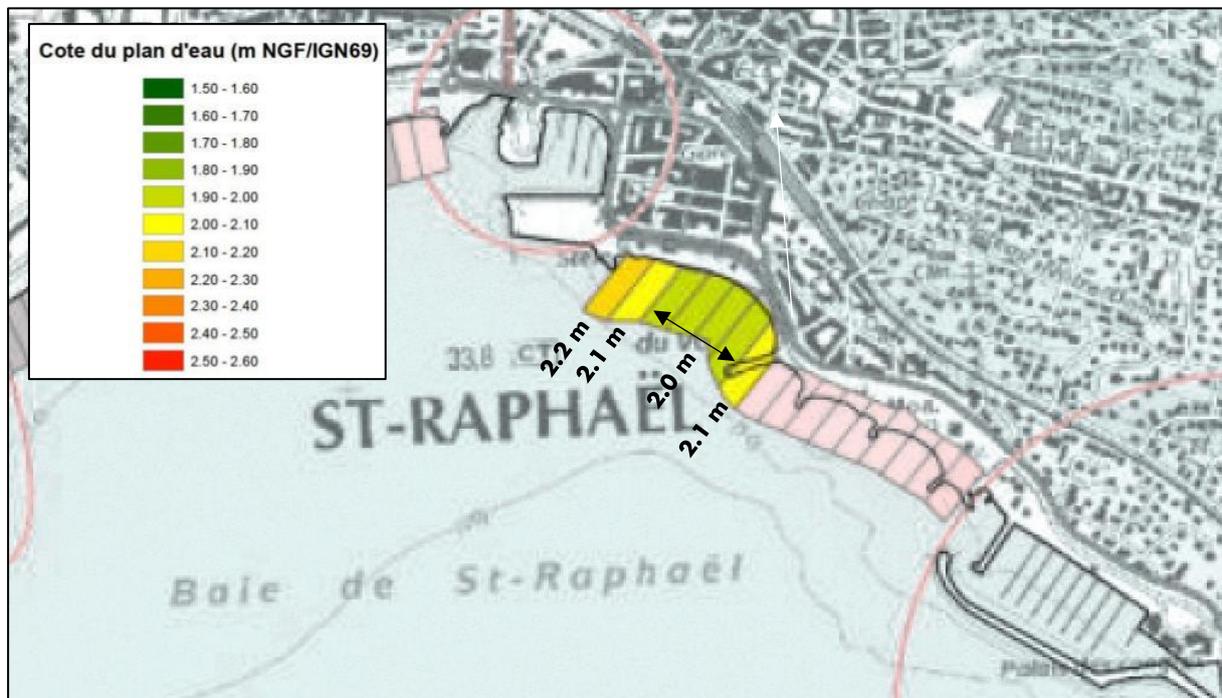


Figure 6 : Niveaux marins de référence sur la plage du Veillat - commune de Saint Raphaël
(source : étude BRGM/DREAL 2017)

A chacune des 7 bandes couvrant la plage du Veillat a été associé la borne supérieure de l'intervalle correspondant en légende :

- ✓ 2.0 m pour les bandes vertes
- ✓ 2.1 m pour les bandes jaunes
- ✓ 2.2 m pour la seule bande orange en extrémité Ouest de la plage

Le MNT Litto3D (résolution 1x1 m) de la plage du Veillat a été découpé en 7 secteurs correspondant aux 7 bandes associées chacune à un niveau marin de référence en lien avec le profil de plage correspondant (discrétisation de la côte issue de l'étude régionale BRGM/DREAL).

Sur chaque bande a été quantifié l'écart entre altitude du TN et niveau marin de référence.

Il en ressort la cartographie ci-dessous en reprenant la même classification d'aléa que pour le PAC submersion 2019 :

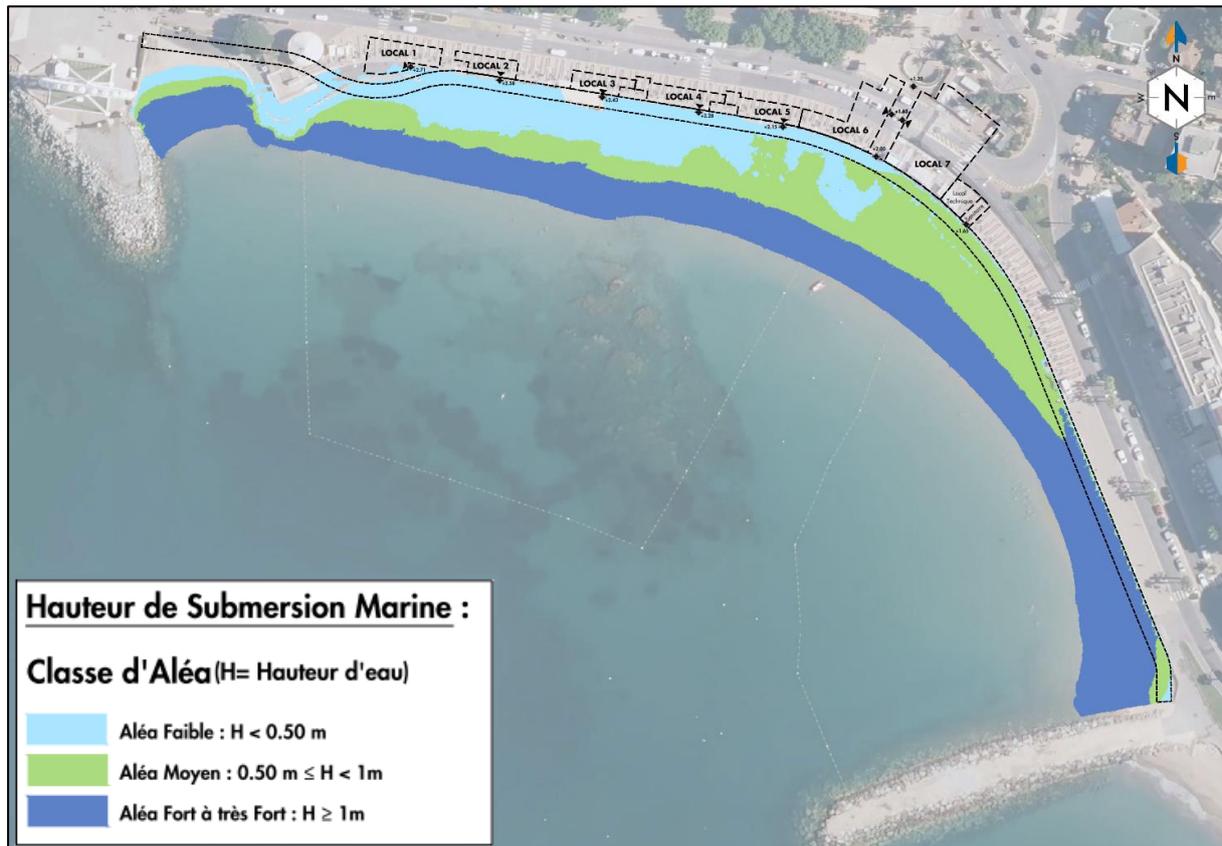


Figure 7 : reconstitution de la cartographie d'aléa submersion conforme au PAC submersion 2019 et superposition du projet (promenade sur platelage en front de bâtiment et locaux à l'intérieur du bâti)

L'implantation du projet superposée à la cartographie de l'aléa permet de constater ce qui suit :

- ✓ Les locaux 1 à 6 se situent en arrière d'une zone d'aléa faible ;
- ✓ Le local 7 se situe en arrière d'une zone d'aléa moyen ;
- ✓ Aucun local n'est présent en arrière de la zone d'aléa fort/très fort.

Ce constat est établi sur la base de niveaux marins statiques intégrant le *set-up* induit par les vagues sans l'effet dynamique de flux/reflux du jet de rive : il permet de qualifier la classe d'aléa associée à chaque partie du projet afin de leur appliquer les recommandations émises par le PAC submersion 2019.

Néanmoins, l'action dynamique des vagues à travers l'impact hydrodynamique induit par le jet de rive sur un ouvrage qui lui fait obstacle a une incidence sur le dimensionnement de ce dernier (effort de pression) et doit donc être étudié lorsqu'un projet d'aménagement est envisagé en zone littorale comme c'est le cas pour la plage du Veillat.

2.4 INTERET D'UNE ETUDE SUR MODELE NUMERIQUE DU PHENOMENE DE SUBMERSION

Les études menées spécifiquement sur la plage du Veillat ont permis d'apporter une connaissance plus précise du phénomène de submersion vis-à-vis de l'action dynamique des vagues pour des événements synthétiques dimensionnants spécifiques.

La contribution dynamique des vagues (*wave set-up* et *run-up*) a été entièrement considérée puisque le modèle hydrodynamique 3D mis en œuvre (MIKE 3 WAVE) permet de simuler la propagation de la houle sur la zone, le déferlement des vagues, le jet de rive sur les plages, le franchissement des ouvrages (digue, épi, mur en haut de plage, etc.) et même l'agitation qui peut en découler à l'arrière d'un ouvrage.

Le schéma ci-dessous illustre les phénomènes en jeu pris en compte par l'étude du BRGM (niveau marin de référence + *wave set-up* calculé analytiquement) et ceux qu'une étude sur modèle 3D « vague-vague » permet d'ajouter (*wave set-up* et *run-up* simulés numériquement) :

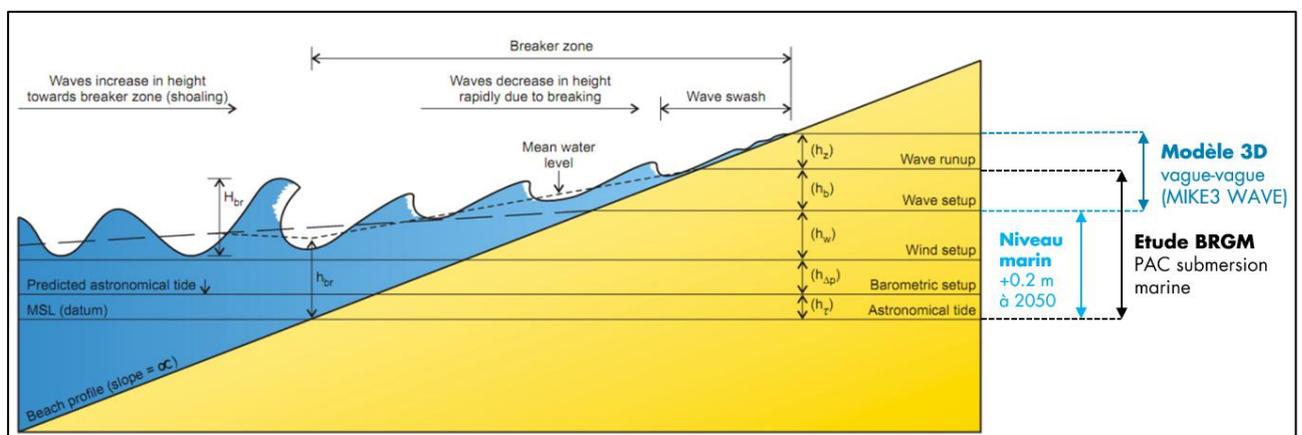


Figure 8 : contribution de chaque composante dans le niveau d'eau atteint par la mer sur le littoral (plage) et phénomènes physiques côtiers considérés par l'étude du BRGM et considérés par une étude sur modèle numérique vague-vague

Une modélisation hydrodynamique 3D du phénomène de submersion de la plage du Veillat a ainsi été réalisée dans le cadre du projet de réaménagement global du front de mer. Cette étude a fait l'objet d'un rapport spécifique duquel sont extraits ici les principales conclusions et recommandations adoptées pour la conception des aménagements prévus pour la plage du Veillat.

3 RESUME DE L'ETUDE DE SUBMERSION DYNAMIQUE

3.1 CONDITIONS SIMULEES ET EMPRISE DU MODELE

Les conditions de houle et de niveau d'eau simulées sont regroupées dans le tableau ci-dessous. Les caractéristiques de houle indiquées sont simulées au niveau de la zone de génération.

Les conditions de houle simulées sont accompagnées du niveau d'eau moyen de même période de retour.

Les conditions de houle de PR 50 ans ont également été simulées en intégrant au niveau d'eau une élévation du niveau marin de +0.2 m à horizon 2050 portant à +1.0 m NGF le niveau d'eau de PR 50 ans actuellement estimé à +0.8 m NGF.

Période de retour	Hs (m)	T _p (s)	Direction	Niveau d'eau
Tempête du 4 mai 2010	1.8	10.0	N180°	+0.5 m NGF
1 an	1.7	8.5	N180°	+0.6 m NGF
50 ans	2.6	9.3	N180°	+0.8 m NGF
50 ans (2050)	2.6	9.3	N180°	+1.0 m NGF

Tableau 1 : Caractéristiques des environnements de projet {houle / niveau d'eau} retenus pour les simulations.

L'emprise du modèle couvre d'Ouest en Est environ 800 m de bande littorale au milieu de laquelle se trouve la plage du Veillat.

Le maillage comporte environ 3 millions d'éléments (300k éléments x 10 couches verticales) et sa résolution est d'environ 1 m au niveau de la plage et des épis.

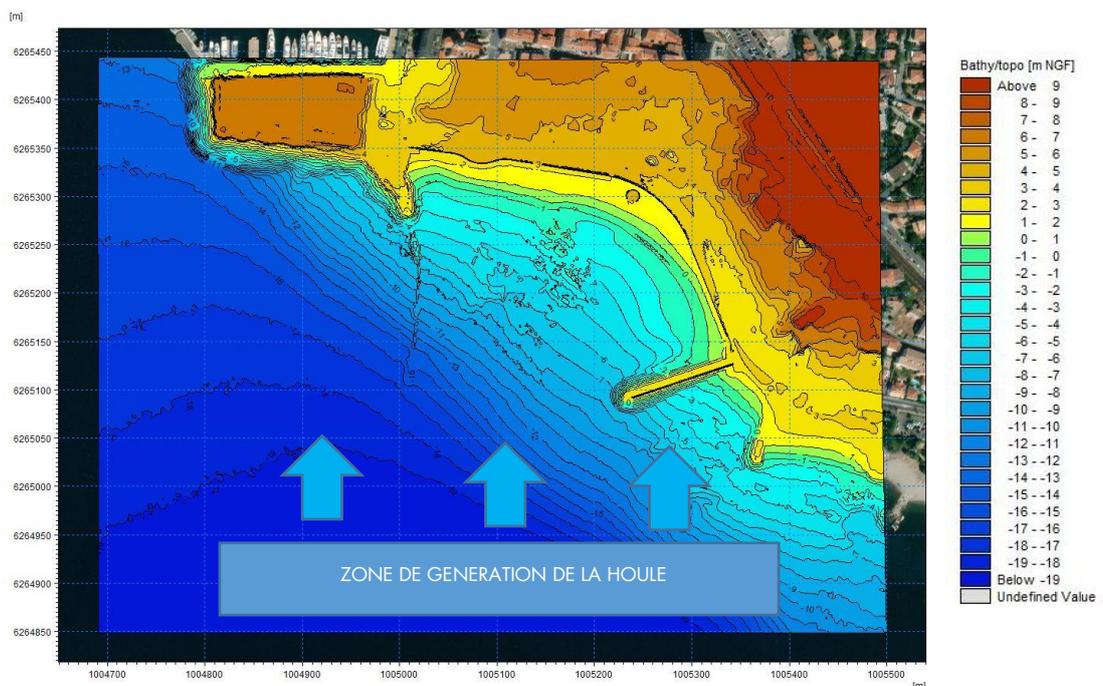


Figure 9 : Emprise du modèle hydrodynamique 3D local MIKE 3 WAVE et bathymétrie interpolée sur le maillage

3.2 PRINCIPAUX RESULTATS DE SIMULATION : NIVEAU DE SUBMERSION

Les simulations 3D ont permis d'analyser l'impact des trains de vagues produisant un jet de rive sur la plage.

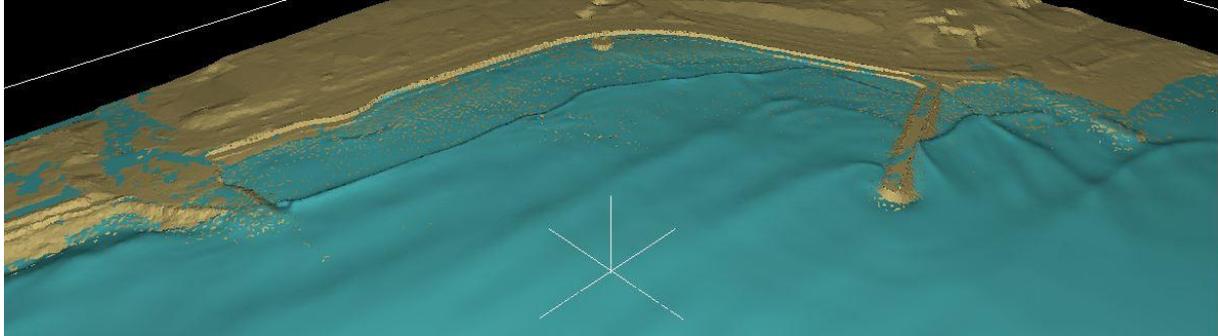


Figure 10 : Extrait d'animation 3D de la houle de PR 50 ans

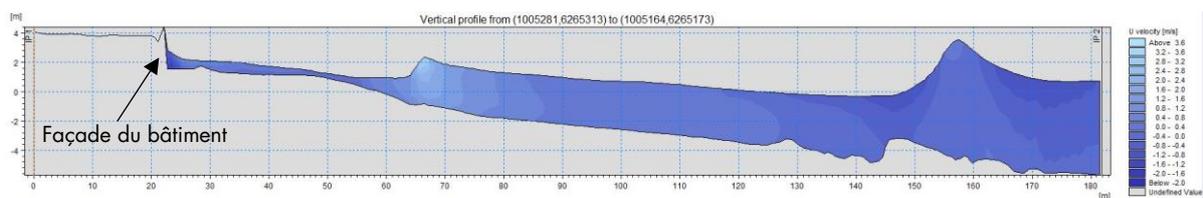
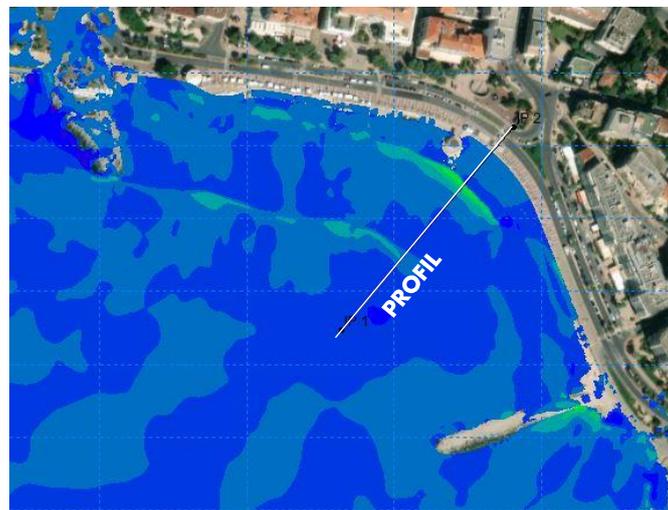
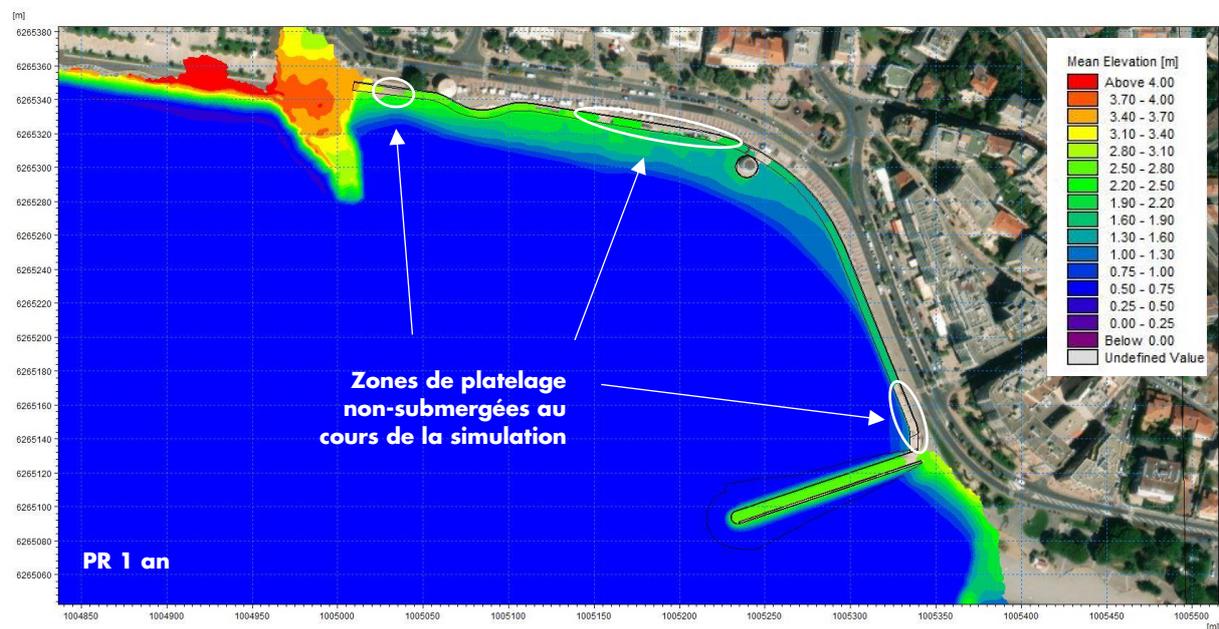
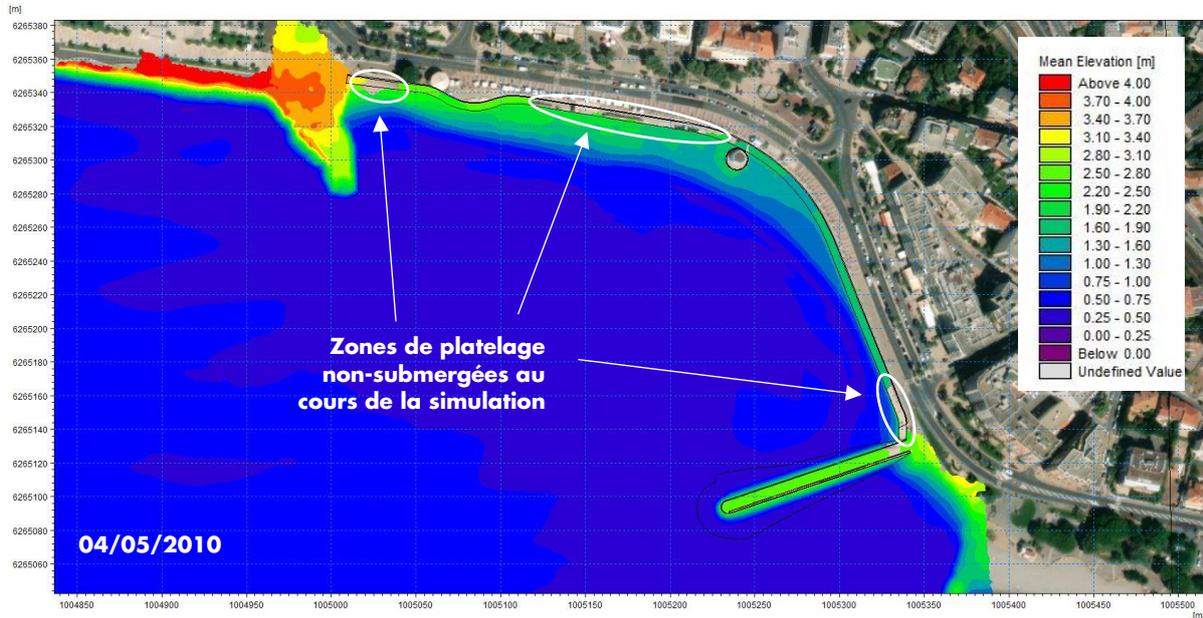
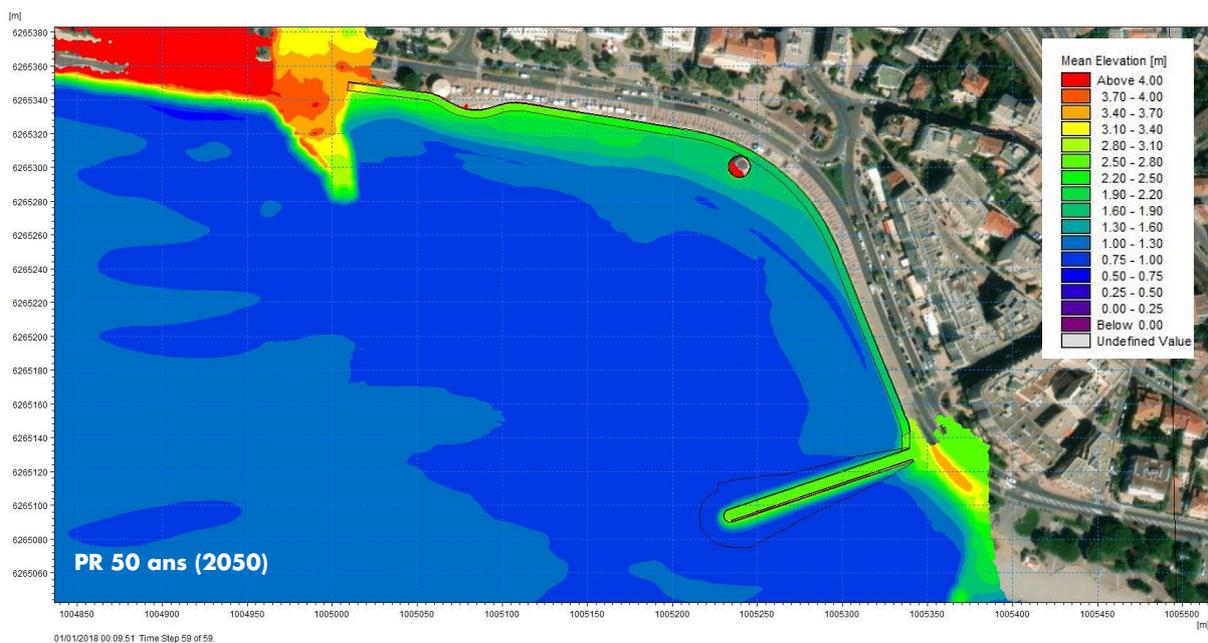
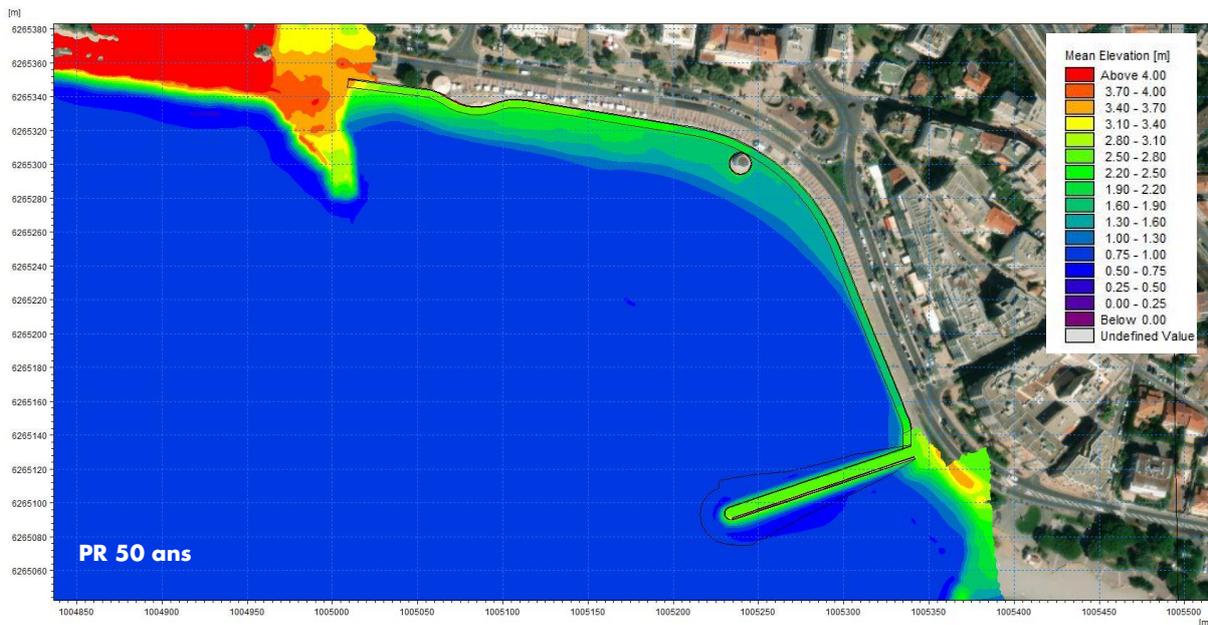


Figure 11 : Profil illustrant la submersion de la plage par un jet de rive atteignant le bâtiment en situation projet (conditions de PR 50 ans)

Les images suivantes cartographient en situation projet l'étendue de terrain littoral submergé en fonction des conditions simulées. L'échelle indique l'altitude moyenne (m NGF) atteinte par la surface libre sur la durée de simulation.





Sur les simulations de la tempête du 4 Mai 2010 et des conditions de PR 1 an, certaines zones localisées de la promenade basse sur platelage sont épargnées par les submersions : sur ces zones, la façade du bâtiment n'est donc pas atteinte (voir l'analyse des débits franchissements au niveau de la promenade au paragraphe 3.4)

En conditions de PR 50 ans, l'ensemble de la plage et du platelage de la promenade est submergé au cours de la simulation : les jets de rive atteignent la façade du bâtiment en haut de plage. Il en va de même pour les conditions de houle identiques simulées à horizon 2050 intégrant une hausse du niveau marin de +0.2 m.

3.3 PRINCIPAUX RESULTATS DE SIMULATION : PRESSION HYDRODYNAMIQUE EN FAÇADE

Les pressions ont été extraites du modèle au niveau de la façade du bâtiment de haut de plage.

Un profil longitudinal a permis d'identifier les zones atteintes par les plus fortes pressions à l'instant où le jet de rive rencontre l'obstacle que constitue la façade de bâtiment. Des profils transversaux extraits au droit de cette façade au niveau de chaque zone de forte sollicitation ont permis d'établir le profil de pression sur l'ouvrage (hauteur atteinte, intensité, etc.).

Les illustrations suivantes sont extraites de la simulation des conditions de PR 50 ans à horizon 2050.

Pic de pression sur la partie ouest du bâtiment en arrière de plage

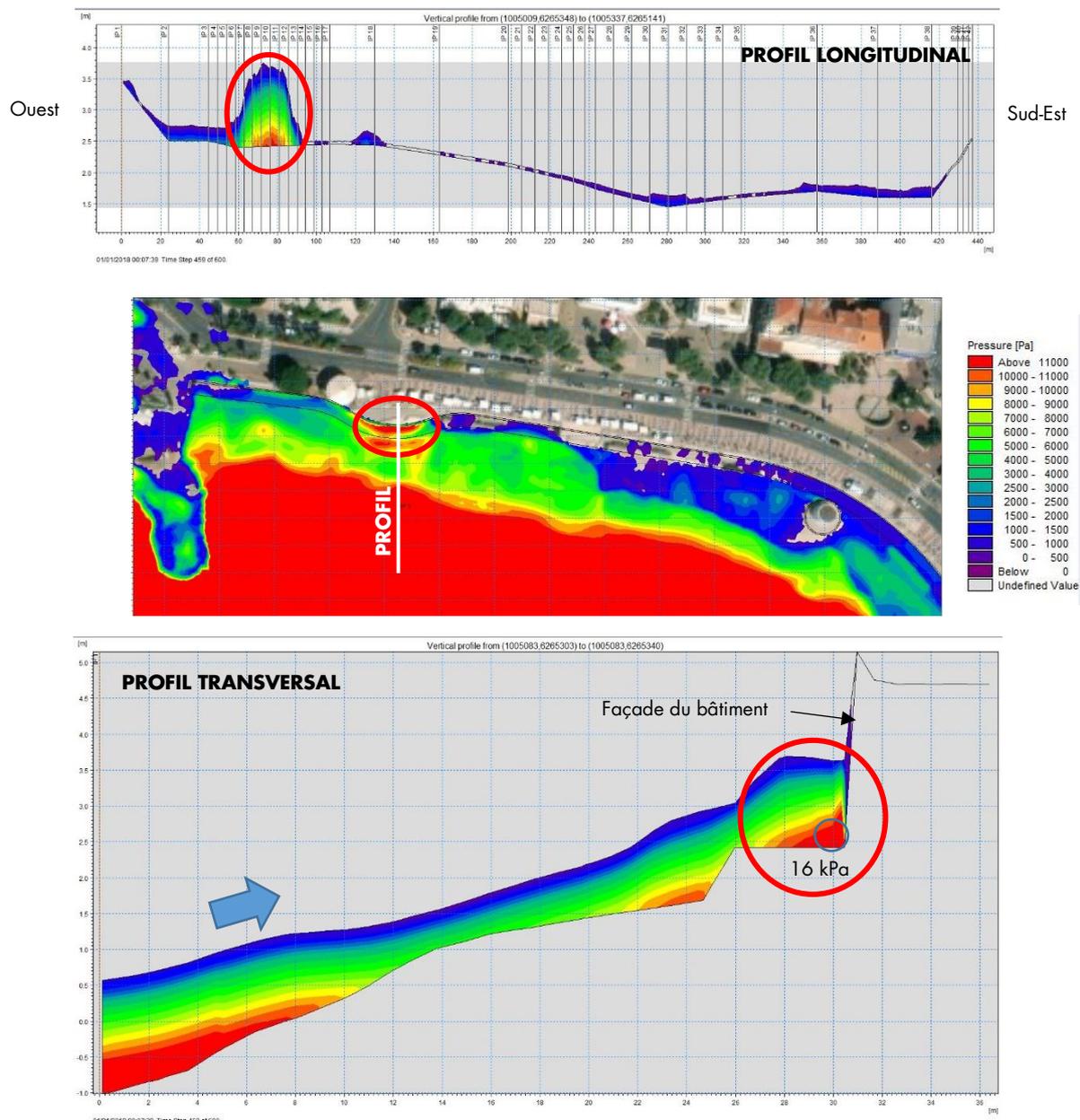


Figure 12 : pic de pression en zone ouest de la façade

Pic de pression sur la partie est du bâtiment en arrière de plage

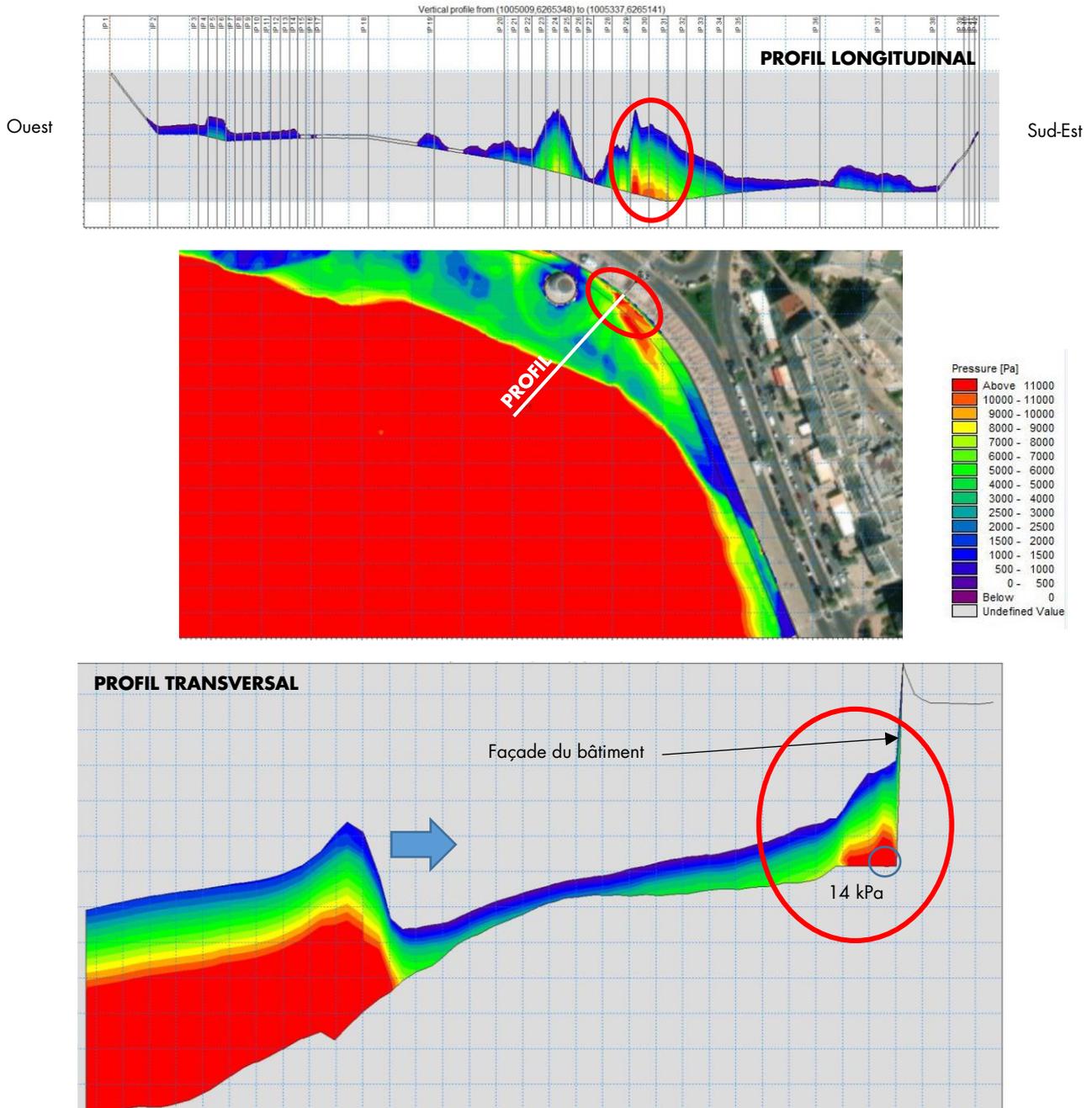


Figure 13 : pic de pression en zone est de la façade

Pour des conditions simulées de PR 50 ans à horizon 2050 :

- Zone ouest : pression moyenne en façade de l'ordre de 8 kPa (soit 8 kN/m², équivalent à environ 800 kg/m²) sur 1.3 m de hauteur. La pression atteint localement 16.0 kPa (environ 1.6 T/m²).
- Zone est : pression moyenne en façade de l'ordre de 7 kPa (soit 7 kN/m², équivalent à environ 700 kg/m²) sur 1.5 m de hauteur. La pression atteint localement 14.0 kPa (environ 1.4 T/m²).

Période de retour	Zone ouest			Zone est		
	Pression moyenne (kPa)	Pression maximum (kPa)	Hauteur atteinte (m)	Pression moyenne (kPa)	Pression maximum (kPa)	Hauteur atteinte (m)
4 mai 2010	5.0	8.5	0.8	3.0	5.0	0.7
1 an	6.0	12.0	0.7	2.0	3.5	0.4
50 ans	6.0	11.0	1.2	7.0	13.0	1.5
50 ans GIEC	8.0	16.0	1.3	7.0	14.0	1.5

Tableau 2 : Pressions sur la façade du bâtiment

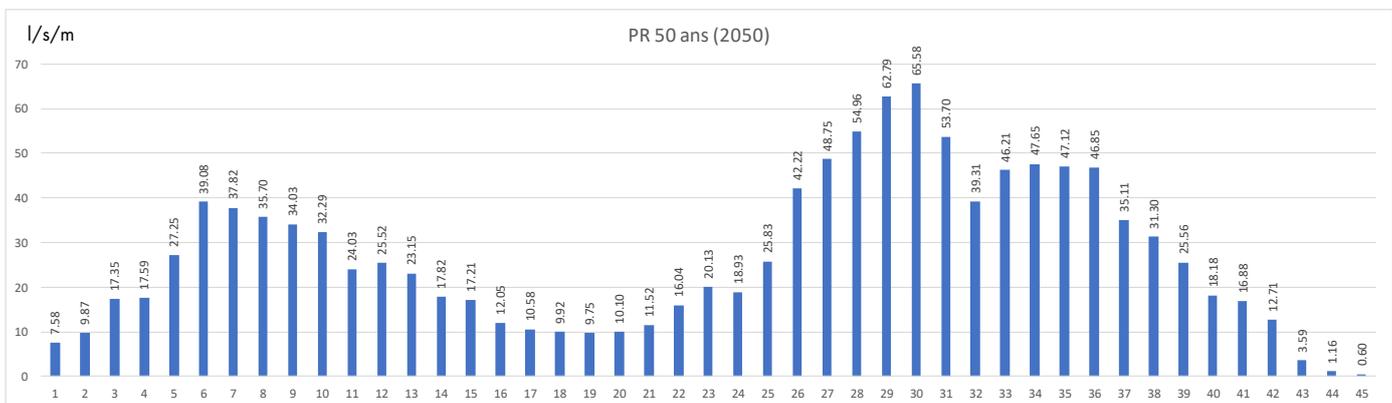
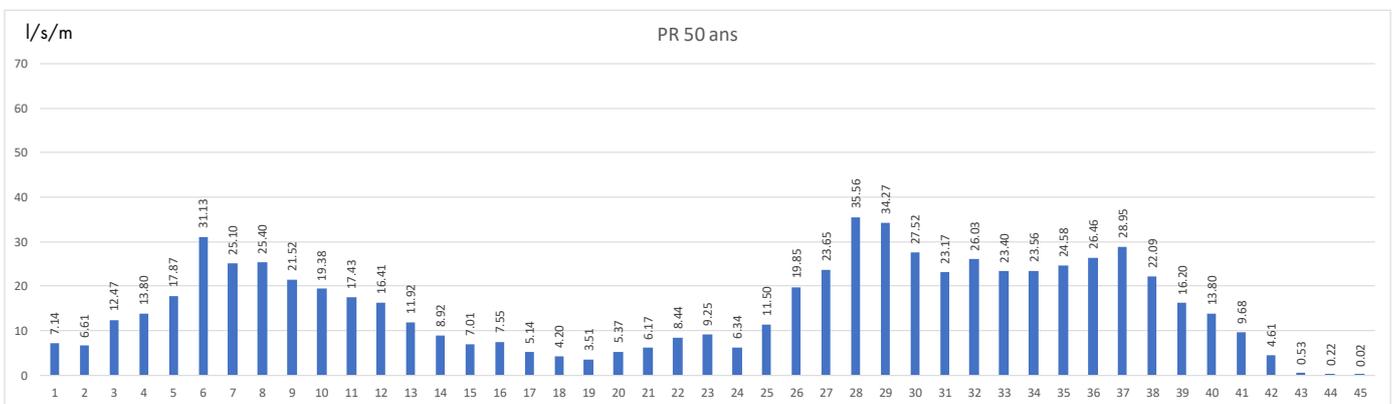
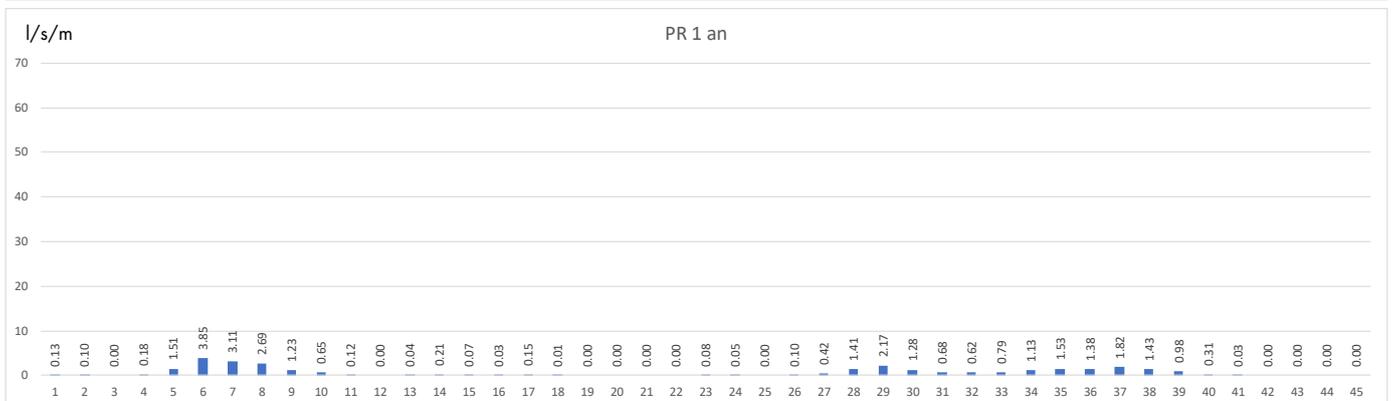
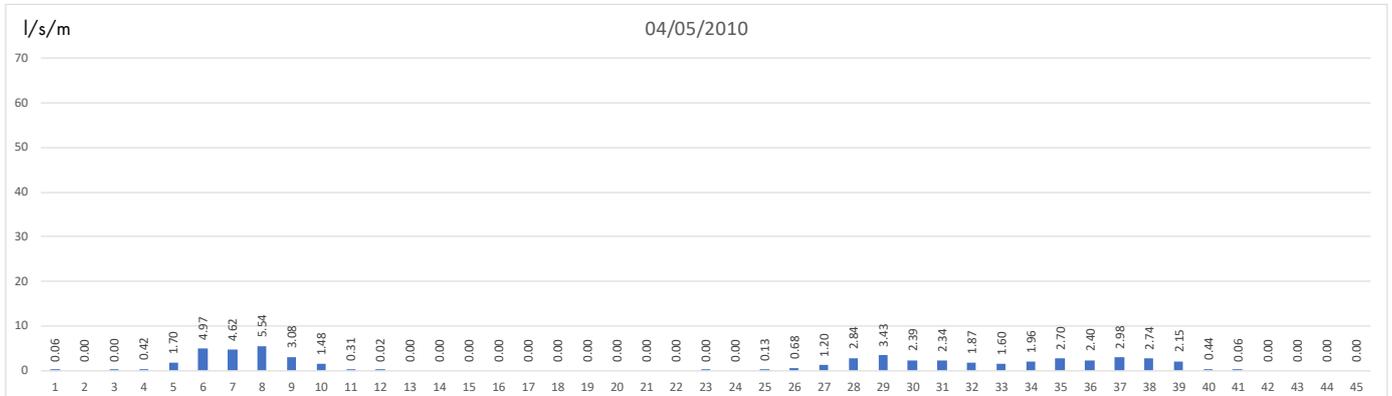
3.4 PRINCIPAUX RESULTATS DE SIMULATION : DEBITS MOYENS DE FRANCHISSEMENT LE LONG DU PLATELAGE DE LA PROMENADE

Les débits moyens de franchissement ont été quantifiés en bordure de platelage de promenade le long d'une frontière divisée en 45 segments de 10 m chacun.



Figure 14 : tracé de la frontière de contrôle du débit moyen de franchissement le long de la promenade en haut de plage. Cette frontière est divisée en 45 segments de contrôle de 10 m chacun.

Les graphiques ci-dessous présentent les débits moyens de franchissement (l/s/m) sur chacun des 45 segments de 10 m répartis d'Ouest en Est le long du platelage de haut de plage (configuration projet) pour les différentes conditions simulées :



Pour l'évènement type du 4 mai 2010 comme pour les conditions synthétiques de PR 1 an, les débits moyens de franchissement localement supérieurs à 1.0 l/s/m sur certains segments dénotent le passage de lames d'eau d'intensité relativement significative qui atteignent dans ce cas la façade. Néanmoins, certaines zones du linéaire de platelage ne sont pas ou peu franchies comme observé sur les cartographies des submersions présentées au paragraphe 3.2.

Pour les conditions de PR 50 ans actuelles et de PR 50 ans à horizon 2050, les débits moyens de franchissement sont importants sur l'ensemble du linéaire de la promenade avec des variations significatives concordant avec les zones franchies/non-franchies des conditions de PR 1 an et du 4 mai 2010.

Ces zones présentent une exposition plus marquée aux jets de rive et sont donc plus vulnérables aux submersions et aux impacts hydrodynamiques.

On peut schématiquement représenter la répartition des franchissements au niveau du platelage comme suit :

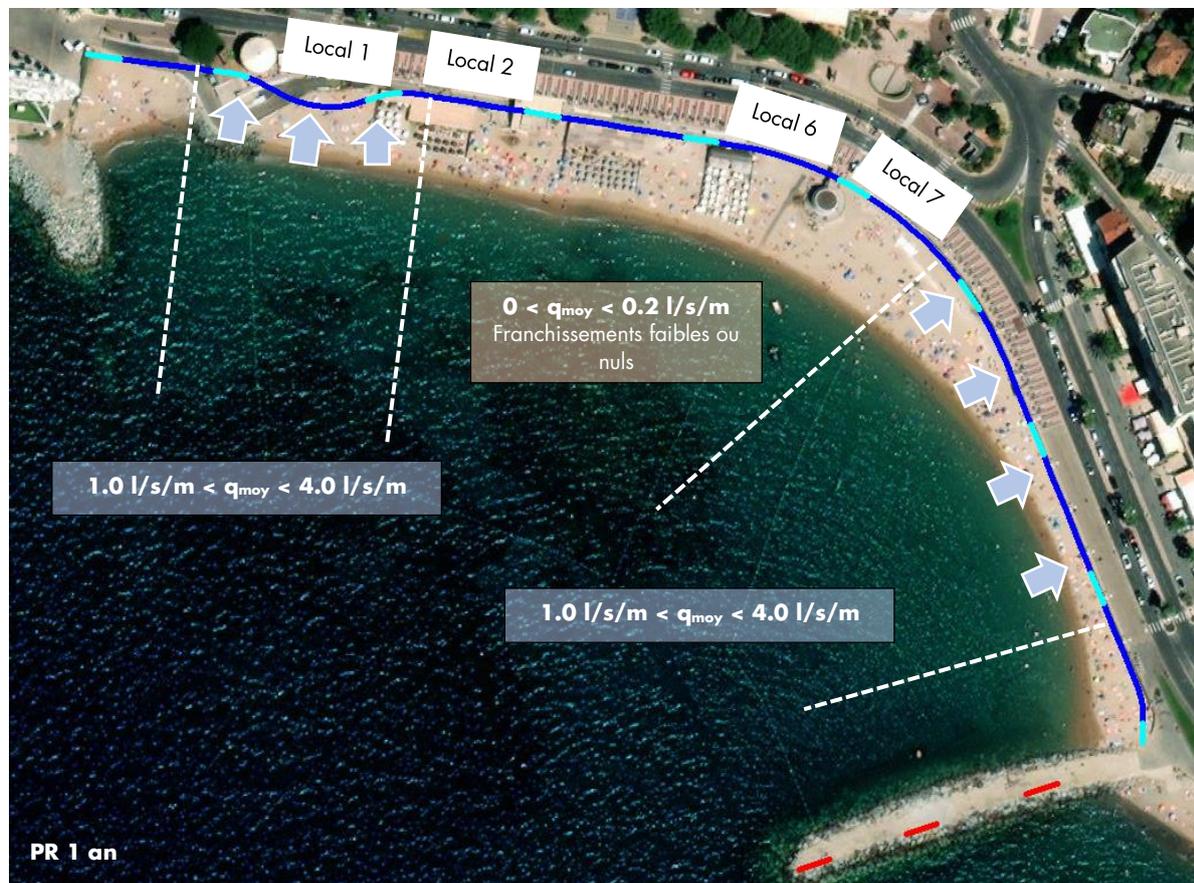


Figure 15 : Répartition schématique des franchissements et de leur intensité en conditions de PR 1 an



Figure 16 : Répartition schématique des franchissements et de leur intensité en conditions de PR 50 ans

D'après les résultats des simulations réalisées et la répartition des débits moyens de franchissement :

- ✓ Seul le local 1 se situe dans la zone de franchissements plus intenses à l'Ouest et comportera un accès conçu en conséquence afin d'optimiser son efficacité face aux jets de rive.
- ✓ Les locaux 2 à 6 sont situés le long du linéaire soumis à des franchissements faibles à nul en conditions de PR 1 an. Les ouvertures seront néanmoins pourvues de dispositifs amovibles renforçant leur étanchéité et assurant leur protection mécanique en situation de tempête exceptionnelle.
- ✓ Le local 7 est situé sur la zone soumise à des franchissements nuls à faibles en conditions de PR 1 an mais néanmoins importants en conditions de PR 50 ans. Par conséquent, ce local ne comportera pas d'ouvertures d'accès en façade côté plage de manière à être totalement étanche aux jets de rive.

4 RECOMMANDATIONS POUR LA PHASE DEFINITIVE

Les recommandations suivantes ont été intégrées à la phase de conception des façades du bâtiment de haut de plage.

L'altimétrie des seuils et planchers des locaux du projet a été ajustée pour respecter au mieux **les recommandations du PAC submersion de 2019** (surcote centennale, vagues de PR 100 ans, hausse du niveau marin de +0.6 m à horizon 2100) :

- ✓ Locaux 1 à 5 au droit de la zone d'aléa faible : cote seuil & plancher @ TN + 0.7 m (minimum)
- ✓ Local 6 au droit de la zone d'aléa faible : absence d'ouverture ou d'accès côté plage (contrainte de hauteur sous plafond)
- ✓ Local 7 au droit de la zone d'aléa moyen : absence d'ouverture ou d'accès côté plage (contrainte de hauteur sous plafond)
- ✓ Aucun local au droit de la zone d'aléa fort/très fort

Les efforts dimensionnants retenus se basent sur les simulations dynamiques des conditions de **PR 50 ans à horizon 2050**.

Sur l'ensemble du **génie civil** (façade en béton armé) :

- ✓ Effort dimensionnant horizontal s'appliquant sur tout élément vertical :
valeur forfaitaire de 15 kN/m² ($\approx 1.5 \text{ t/m}^2$) sur la totalité de la hauteur d'ouvrage

Sur les **ouvertures en pied** (menuiseries, vitrage et/ou tout dispositif amovible de protection/renfort des accès) :

- ✓ Effort dimensionnant horizontal s'appliquant sur tout élément vertical :
valeur forfaitaire de 15 kN/m² ($\approx 1.5 \text{ t/m}^2$) sur la totalité de la hauteur de l'élément

Sur les **ouvertures en hauteur** (menuiseries, vitrage et/ou tout dispositif amovible de protection/renfort des fenêtres et passe-plats) :

- ✓ Effort dimensionnant horizontal s'appliquant sur tout élément vertical :
valeur forfaitaire de 10 kN/m² ($\approx 1.0 \text{ t/m}^2$) sur la totalité de la hauteur de l'élément

5 REPARTITION DES CELLULES DU PROJET D'OUEST EN EST

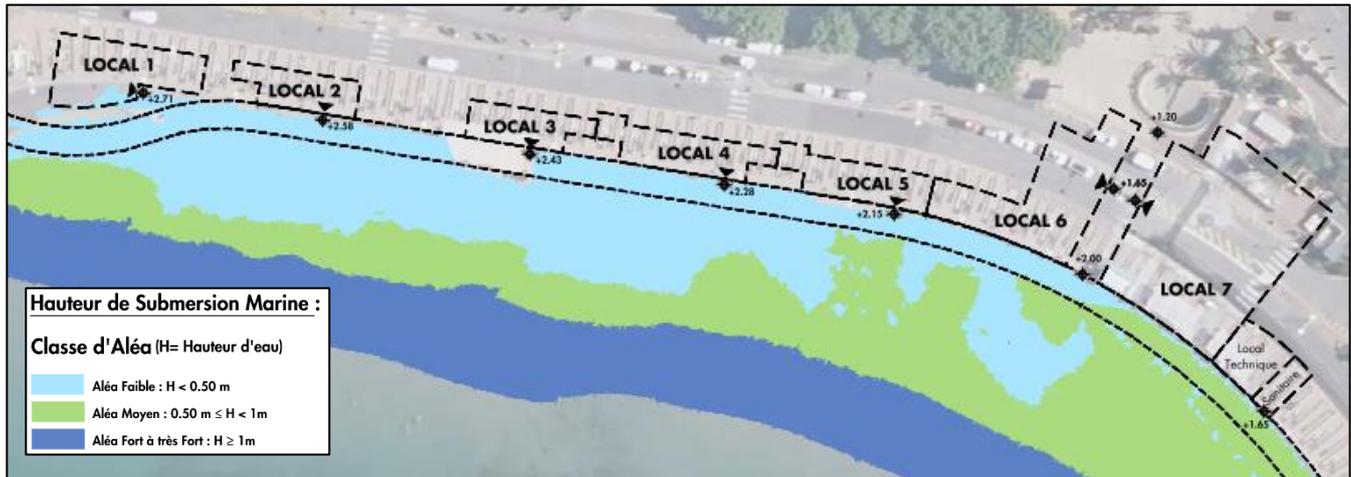


Figure 17 : détail de la cartographie d'aléa submersion reconstituée (**PAC submersion 2019**) et superposition de la séquence du programme (répartition des locaux 1 à 7)

L'implantation du projet expose les locaux aux classes d'aléa suivantes :

- ✓ Les locaux 1 à 6 se situent en arrière d'une zone d'aléa faible ;
- ✓ Le local 7 se situe en arrière d'une zone d'aléa moyen ;
- ✓ Aucun local n'est présent en arrière de la zone d'aléa fort/très fort.

Au regard des **simulations dynamiques** réalisées dans le cadre de l'étude du phénomène de submersion sur la plage du Veillat, les locaux sont essentiellement répartis dans la zone de franchissement faible à nul constaté sur la simulation des conditions de PR 1 an. **Cela signifie que la façade des locaux ne devrait être atteinte que très localement en partie basse par quelques jets de rive** en fin de course lors des conditions de coup de mer qui se présentent environ une fois par an en moyenne.

Dès lors que l'on ne soit pas sur un élément de paroi en béton armé, les ouvertures et vitrages, qu'ils soient en pied (portes et passage d'accès aux cellules) ou en hauteur (passe-plats, fenêtres) seront cependant pourvus de dispositifs amovibles qui devront être mis en place pour assurer une protection étanche capable de résister aux efforts de pression hydrodynamique face aux conditions de tempêtes plus rares qui conduiraient les jets de rive à atteindre la façade sur une zone plus étendue de linéaire comme en hauteur.

5.1 LOCAL 1

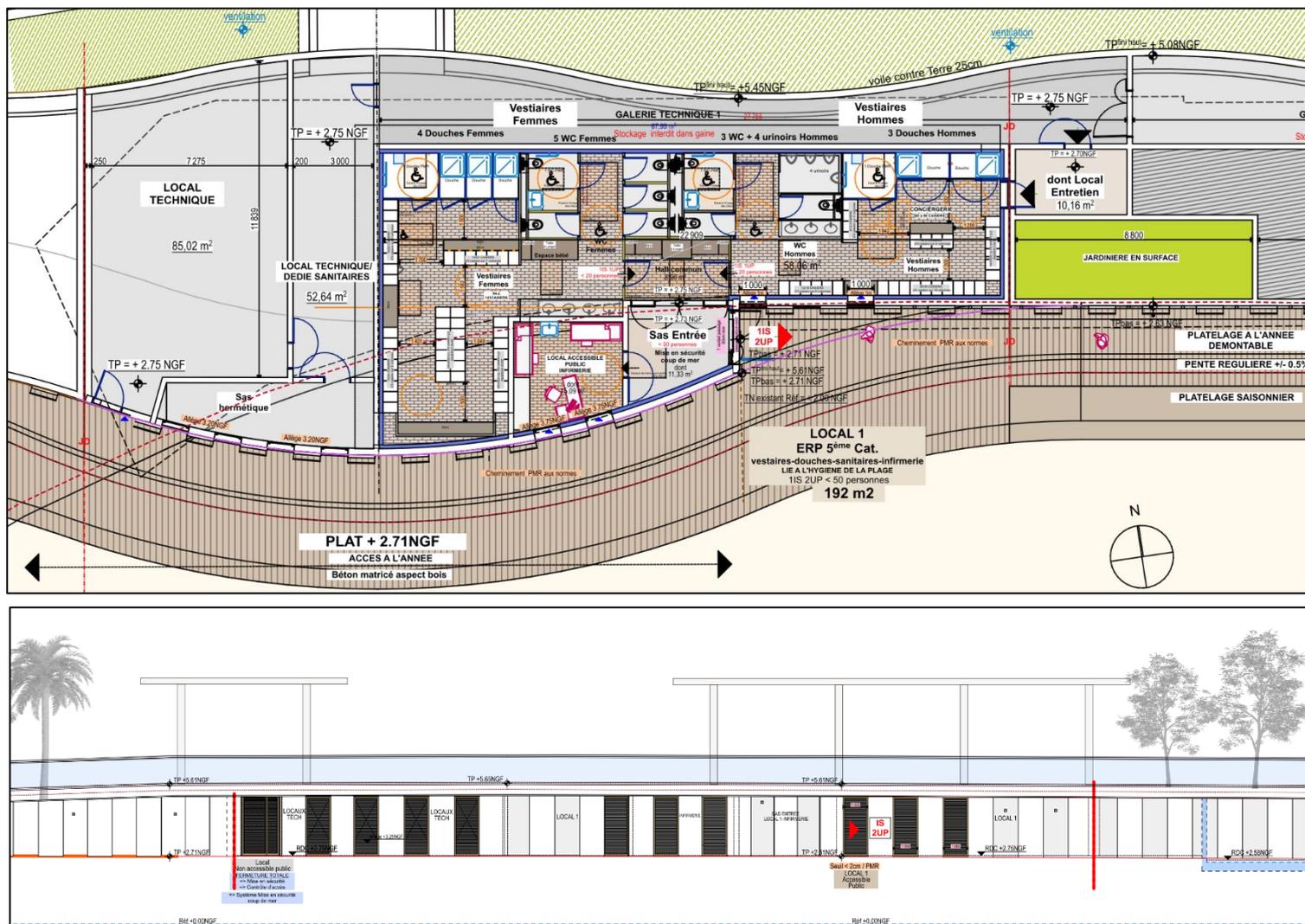


Figure 18 : Position en plan et en façade du local 1 du programme proposé (source : Agence GUILLERMIN)

Le local 1 est situé en arrière d'une zone d'aléa faible (PAC submersion 2019).

La cote seuil/plancher du local 1 est +2.71 m NGF pour un niveau de référence TN à +2.00 m NGF sur la plage, soit une cote TN+0.71 m conforme aux recommandations du PAC submersion 2019.

L'ouverture d'accès au sas d'entrée du local 1 (vestiaires/sanitaires/infirmierie) n'est pas alignée en continuité de façade de manière à ne pas être atteinte frontalement par les jets de rive. Elle sera néanmoins pourvue d'un dispositif amovible de protection afin de renforcer son étanchéité propre et assurer sa protection mécanique en cas de tempête exceptionnelle.

5.2 LOCAL 2

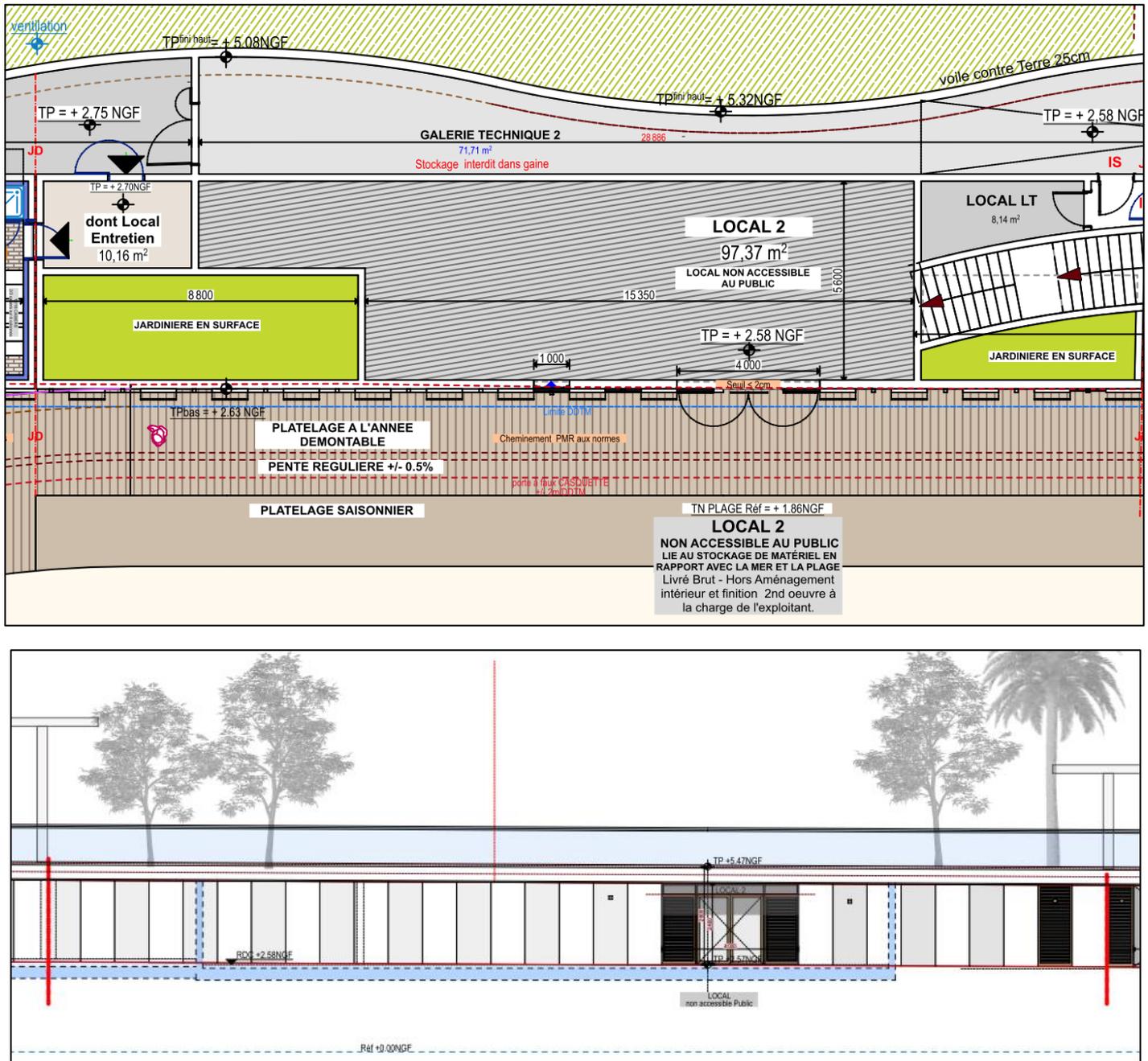


Figure 19 : Position en plan et en façade du local 2 du programme proposé (source : Agence GUILLERMIN)

Le local 2 est situé en arrière d'une zone d'aléa faible (PAC submersion 2019).

La cote seuil/plancher du local 2 est +2.58 m NGF pour un niveau de référence TN à +1.86 m NGF sur la plage, soit une cote TN+0.72 m conforme aux recommandations du PAC submersion 2019.

Les ouvertures seront pourvues de dispositifs amovibles renforçant leur étanchéité et assurant leur protection mécanique en situation de tempête exceptionnelle.

5.3 LOCAL 3

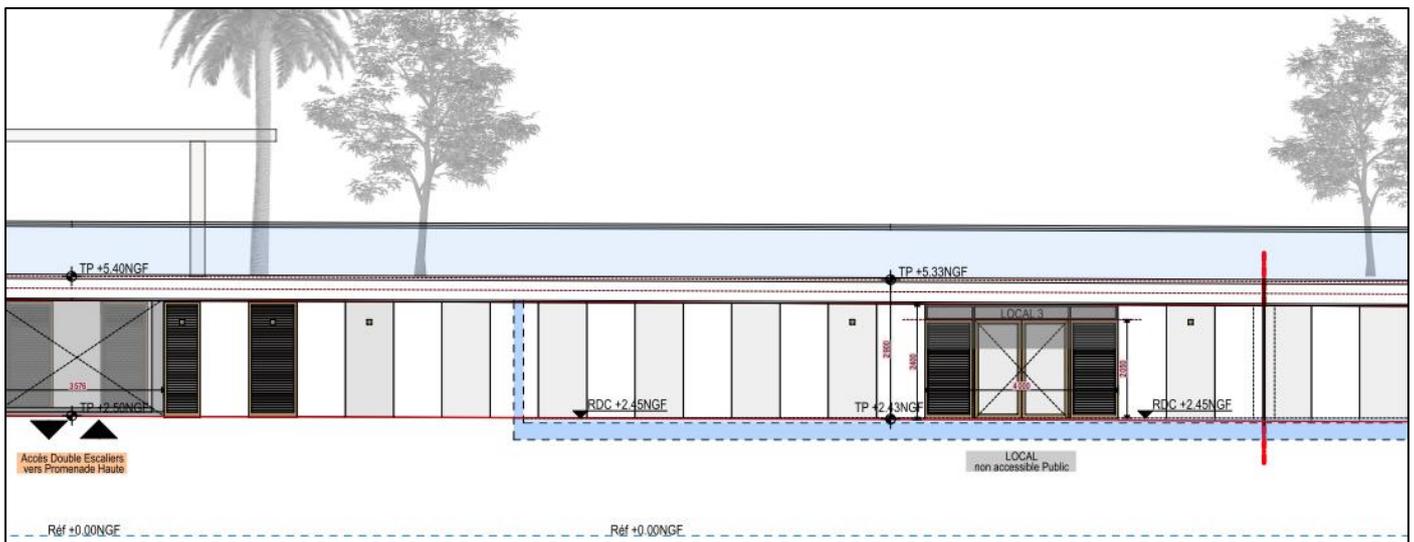
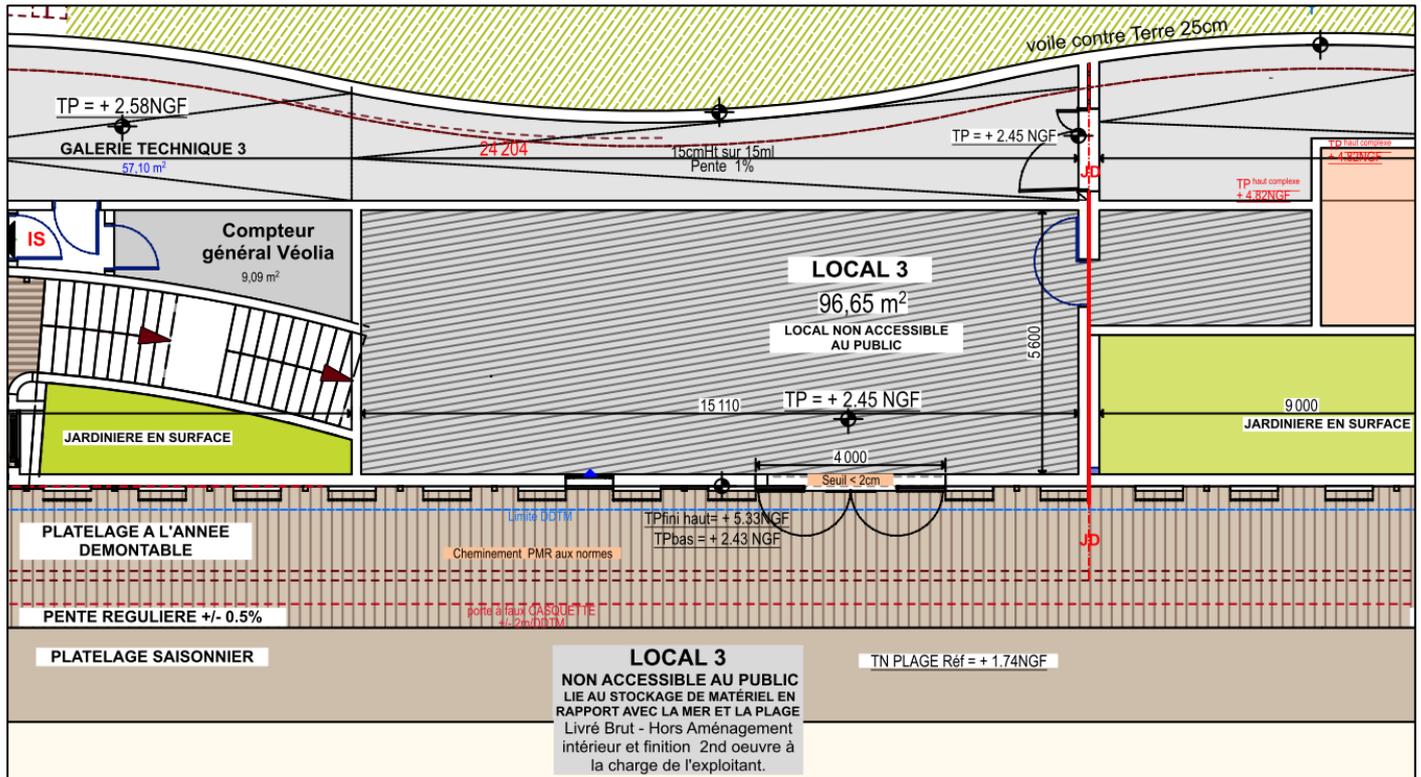


Figure 20 : Position en plan et en façade du local 3 du programme proposé (source : Agence GUILLERMIN)

Le local 3 est situé en arrière d'une zone d'aléa faible (PAC submersion 2019).

La cote seuil/plancher du local 3 est +2.45 m NGF pour un niveau de référence TN à +1.74 m NGF sur la plage, soit une cote TN+0.71 m conforme aux recommandations du PAC submersion 2019.

Les ouvertures seront pourvues de dispositifs amovibles renforçant leur étanchéité et assurant leur protection mécanique en situation de tempête exceptionnelle.

5.5 LOCAL 5

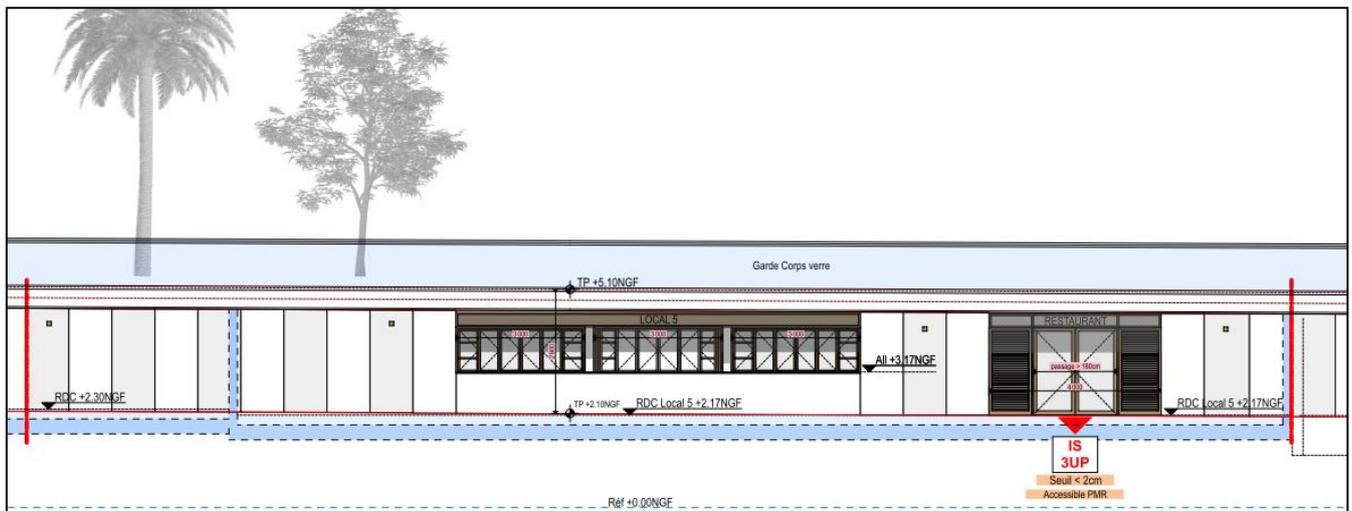
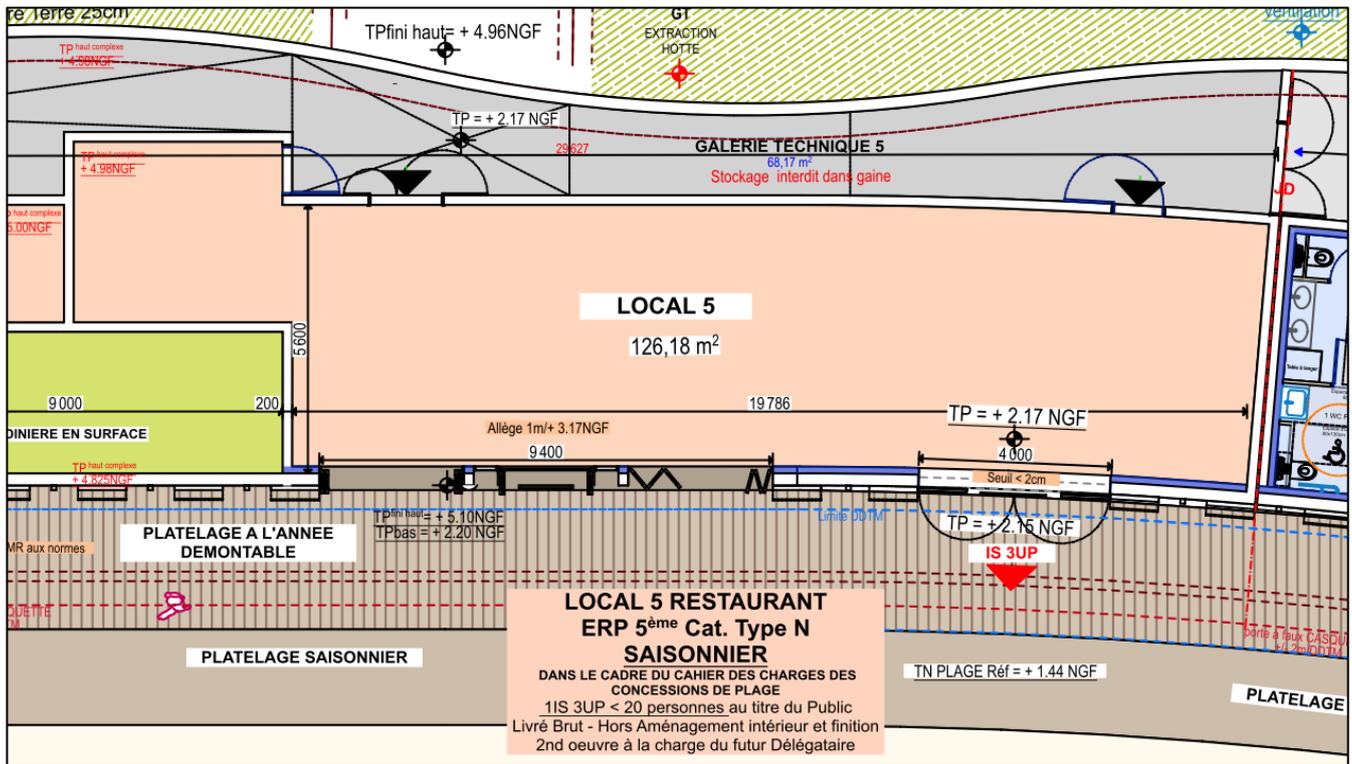


Figure 22 : Position en plan et en façade du local 5 du programme proposé (source : Agence GUILLERMIN)

Le local 5 est situé en arrière d'une zone d'aléa faible (PAC submersion 2019).

La cote seuil/plancher du local 5 est +2.17 m NGF pour un niveau de référence TN à +1.44 m NGF sur la plage, soit une cote TN+0.73 m conforme aux recommandations du PAC submersion 2019.

Les ouvertures seront pourvues de dispositifs amovibles renforçant leur étanchéité et assurant leur protection mécanique en situation de tempête exceptionnelle.

5.6 LOCAL 6

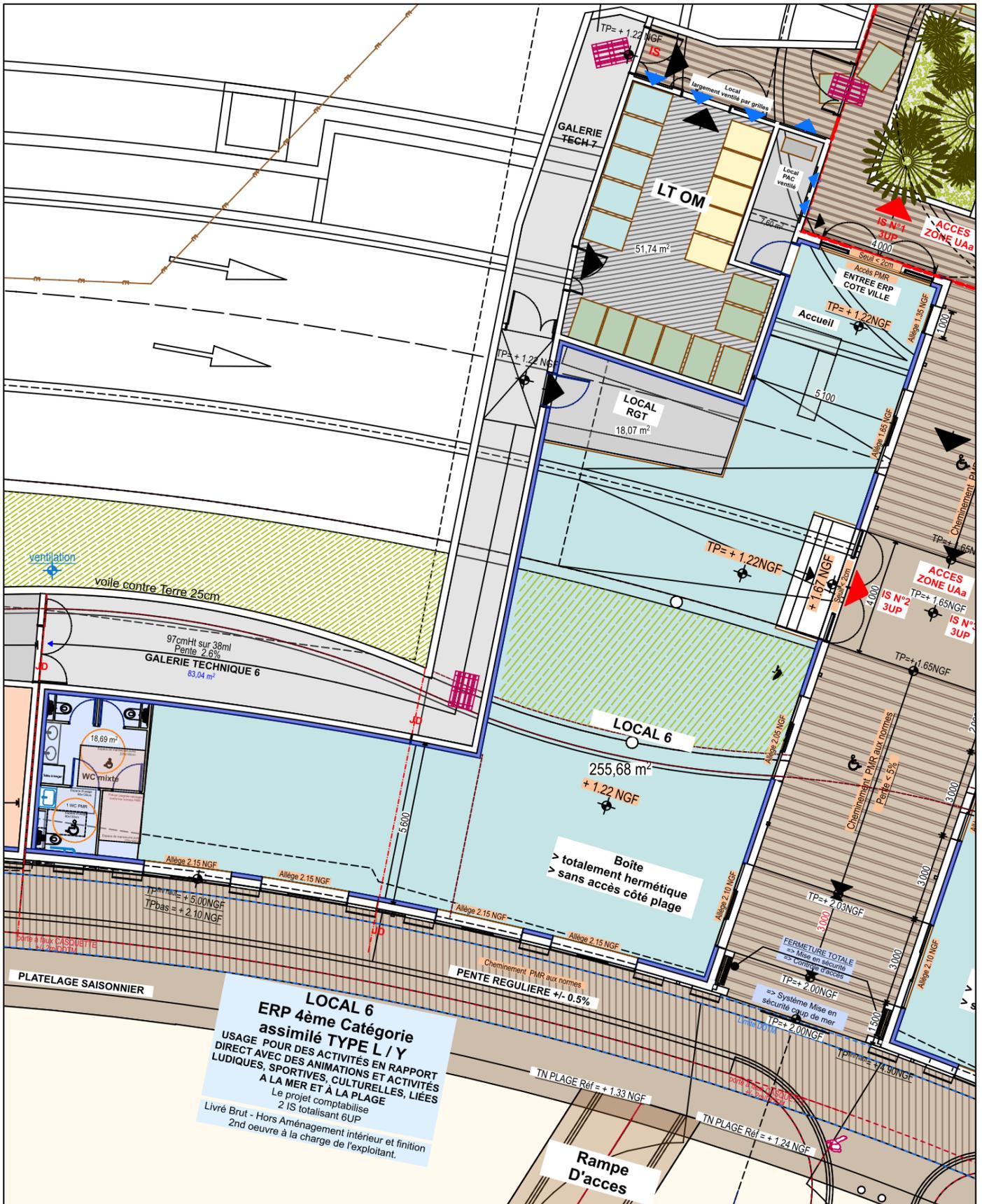




Figure 23 : Position en plan et en façade du local 6 du programme proposé (source : Agence GUILLERMIN)

Le local 6 est situé en arrière d'une zone d'aléa faible (PAC submersion 2019). Néanmoins, en raison de contraintes de hauteur sous plafond ne permettant pas de respecter une cote plancher à TN+0.7 m, son accès se fera par l'intérieur de la coursive centrale qui relie le patio à la plage et sa façade côté plage ne comportera aucune ouverture mais uniquement des vitrages sur châssis fixes, étanches et capables de résister aux efforts de pression hydrodynamique. Des dispositifs amovibles supplémentaires renforçant leur protection mécanique en situation de tempête exceptionnelle sont également prévus.

L'entrée de la coursive se situe côté plage en arrière d'une zone d'aléa faible.

Le seuil d'accès à la coursive est à +2.00 m NGF pour un niveau de référence TN à +1.24 m NGF sur la plage, soit une cote TN+0.76 m conforme aux recommandations du PAC submersion 2019.

Un dispositif de fermeture étanche de la coursive est prévu côté plage en cas de coup de mer.

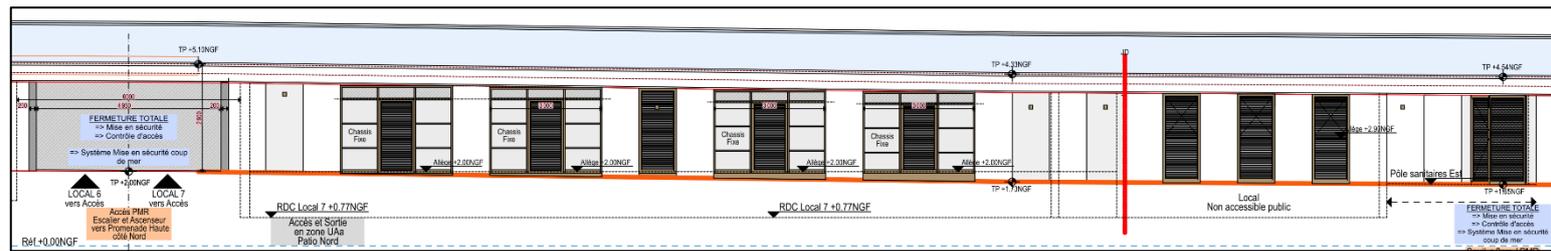


Figure 24 : Position en plan et en façade du local 7 du programme proposé (source : Agence GUILLERMIN)

Le local 7 est situé en arrière d'une zone d'aléa moyen (PAC submersion 2019). En raison de contraintes de hauteur sous plafond ne permettant pas de respecter une cote plancher à TN+1.2 m, son accès se fera comme pour le local 5 par l'intérieur de la coursive centrale qui relie le patio à la plage et sa façade côté plage ne comportera aucune ouverture mais uniquement des vitrages sur châssis fixes, étanches et capables de résister aux efforts de pression hydrodynamique. Des dispositifs amovibles supplémentaires renforçant leur protection mécanique en situation de tempête exceptionnelle sont également prévus.

L'entrée de la coursive se situe côté plage en arrière d'une zone d'aléa faible.

Le seuil d'accès à la coursive est à +2.00 m NGF pour un niveau de référence TN à +1.24 m NGF sur la plage, soit une cote TN+0.76 m conforme aux recommandations du PAC submersion 2019.

Un dispositif de fermeture étanche de la coursive est prévu côté plage en cas de coup de mer.

NOTA : un local sanitaire est prévu en aile droite du local technique après le local 7. Des sanitaires existent déjà aujourd'hui dans cette cellule : les travaux d'aménagement sont donc prévus sans changement de destination et sont ainsi admis sans contrainte de cote minimale de plancher. Un système de porte étanche pour une mise en sécurité en cas de coup de mer est en outre prévu.

6 EXEMPLES DE SOLUTIONS TECHNIQUES AMOVIBLES DE PROTECTION DES OUVERTURES

FRONTBLADE

Ils'agit d'une série de modules spécifiquement développés pour protéger les ouvertures des bâtiments directement exposés au risque de submersion marine et aux aléas cycloniques. Cette innovation consiste en une série de modules conçus et fabriqués à l'unité qui viennent s'adosser à la façade du bâti. Ces modules transforment l'édifice en une digue résistante durant toute la période cyclonique, tout en restant amovibles et réutilisables.

CARACTÉRISTIQUES

Matériaux composites

Pour une ouverture de :
1000 x 3000 mm

FRONTBLADE de :
1000 x 3200 x 1500 mm

Amovible

Fixé au bâti

Coloris 

± 80 kg

SPÉCIFICITÉS

Résiste aux aléas océaniques et cycloniques (vent, déchets flottants, etc.)

Résiste aux altérations physiques (UV, sable, sel, etc.)

Faible empreinte au sol

Livré avec les instructions d'utilisation

OPTIONS

- ✓ Forme modulable
- ✓ Personnalisation possible



ON VOUS PROTÈGE CONTRE

- ✓ Submersion
- ✓ Ouragan, cyclone, typhon

FLATFRONT

Protection dite de seconde ligne, adaptée aux plus petites ouvertures et à celles qui ne sont pas directement face à la houle. Leur forme convexe, en matériaux composites, permet leur fixation sur une surface sans ancrage au sol.

CARACTÉRISTIQUES

Matériaux composites

Pour une ouverture de :
1000 x 1000 mm

FLATFRONT de :
1300 x 1300 x 300 mm

Amovible

Fixé au bâti

Coloris 

± 70 kg

SPÉCIFICITÉS

Anti-submersion

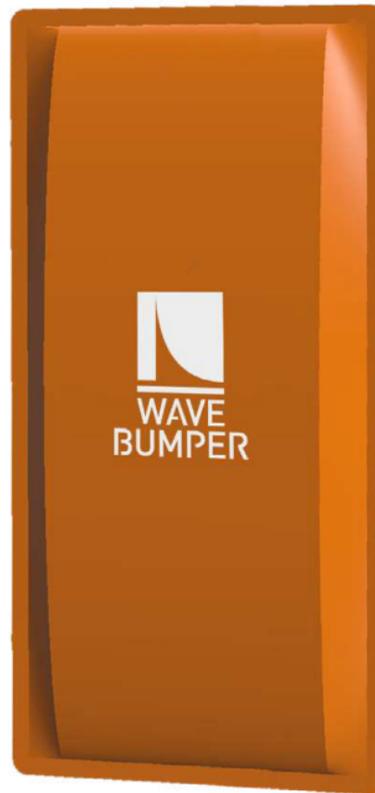
Anti-ouragan

Résiste aux aléas océaniques et cycloniques (vent, déchets flottants, etc.)

Résiste aux altérations physiques (UV, sable, sel, etc.)

Faible empreinte au sol

Livré avec les instructions d'utilisation



OPTIONS

- ✓ Forme modulable
- ✓ Joint d'étanchéité
- ✓ Personnalisation possible

ON VOUS PROTÈGE CONTRE

- ✓ Submersion
- ✓ Ouragan, cyclone, typhon



FENCEBLADE

Cette protection composée de panneaux en matériaux composites reprenant la courbe brevetée est insérée au sol grâce à des poteaux amovibles.

Positionnée en avant de la zone à protéger, cette barricade permet de résister aux vagues de submersion.

Totalement démontables, les éléments sont légers, manipulables et facilement stockables.



CARACTÉRISTIQUES

Courbe en matériaux composites	Poteaux en acier galvanisé
Sur-mesure	
Amovible	
Inséré au sol	
Coloris	
Poids sur-mesure	

SPÉCIFICITÉS

Anti-submersion
Résiste aux aléas océaniques (vent, déchets flottants, etc.)
Résiste aux altérations physiques (UV, sable, sel, etc.)
Faible empreinte au sol
Livré avec les instructions d'utilisation

OPTIONS

- ✓ Forme modulable
- ✓ Personnalisation possible

ON VOUS PROTÈGE CONTRE

- ✓ Submersion marine
- ✓ Érosion

**WAVE
BUMPER**
www.wave-bumper.com
9 rue Pierre Georges Latécoère
64100 BAYONNE - FRANCE - +33 5 64 11 54 31
f in @
contact@wave-bumper.com



FICHE PRODUIT

FLO-COV Z



Mono- panneau anti-inondation



DESSCRIPTIF

Le FLO-COV Z est un panneau amovible de protection temporaire qui se positionne à la main dans un cadre inox, chevillé à demeure dans l'ouverture. L'étanchéité s'effectue par gonflage manuel d'un joint continu 3 cotés.

Son verrouillage se fait en verrouillant des loquets cotés SEC et parfois au sol.

Plusieurs types de poses sont possible selon la configuration de l'entrée.



PRINCIPAUX AVANTAGES

100% étanche grâce au joint gonflable

Une pompe à vélo suffit pour le gonflage du joint

Fabrication sur mesure

Aspect esthétique soigné

Extrêmement rapide à mettre en place (mono-panneau)



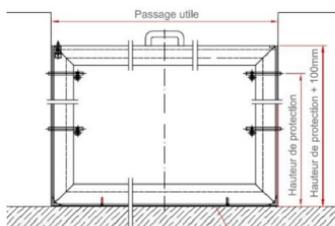
DONNEES TECHNIQUES

Hauteur de protection : 50 cm, 80 cm ou 110 cm

Longueur max : 6 m

Matériaux : aluminium anodisé

Poids : de 14kg à 85kg (varie selon le modèle)



27, rue Paul Verlaine · 69100 VILLEURBANNE · Tél. +33 (0)4 78 95 09 74 · contact@esthifrance.com
www.esthifrance.com

ESTHI



FICHE PRODUIT

FLO-SECUR LT



Protection directe sur bâtiment



DESSCRIPTIF

Porte à simple ou double battant assurant l'étanchéité face à l'eau grâce à un joint gonflage par pompe manuelle ou au compresseur automatique (en option). Celle-ci permet la protection contre le risque d'inondation des entrées directe de locaux ou entrée de pavillons. Ce modèle existe en mono vantail ou double vantail.

PRINCIPAUX AVANTAGES

- 100% étanche grâce au joint gonflable
- Différents coloris possibles
- Peut être installée dans des bureaux, des habitations, des sites industriels
- Porte conçue pour une fréquence d'utilisation quotidienne
- Option d'automatisation de gonflage du joint possible
- Esthétique similaire à une porte classique - discrète



DONNEES TECHNIQUES

	LT1	LT2	LT5
Longueur de protection	800 à 1200 mm pour mono vantail		
	1400 à 2500 mm pour double vantail		
Hauteur de protection	2000 à 2200 mm		
Poids	50kg/m ²	57kg/m ²	57kg/m ²
Matériaux	Aluminium		Acier, aluminium

27, rue Paul Verlaine · 69100 VILLEURBANNE · Tél. +33 (0)4 78 95 09 74 · contact@esthifrance.com
www.esthifrance.com

ESTHI



FICHE PRODUIT

FLO-SECUR ST



Porte anti-inondation légère



DESRIPTIF

La porte FLO-SECUR ST est un dispositif installé à long terme permettant une protection en permanence des entrées contre les infiltrations d'eau.

Bien qu'elle soit conçue pour résister aux inondations, elle sert également de porte de sécurité standard en acier, y compris l'incendie et l'évacuation.

Deux modèles différents sont proposés.

PRINCIPAUX AVANTAGES

Option coupe-feu disponible (2h et 4h)

Anti-intrusion SR1 (SR2 en option)

Porte conçue pour une fréquence d'utilisation quotidienne

Option hublot et barre antipanique et ferme-porte disponible

Différentes couleurs de finition possibles (RAL)



DONNEES TECHNIQUES

Nom	Mono-Vantail	Tiercée
Largeur max	1,1 m	3 m
Hauteur de protection inondation max	2 m	
Poids	40kg / m ²	
Matériaux	Acier, inox	

27, rue Paul Verlaine · 69100 VILLEURBANNE · Tél. +33 (0)4 78 95 09 74 · contact@esthifrance.com
www.esthifrance.com

ESTHI

FICHE TECHNIQUE

FLO-DEM 100 - 4 COTES

Dispositif anti-inondation démontable non-mobile

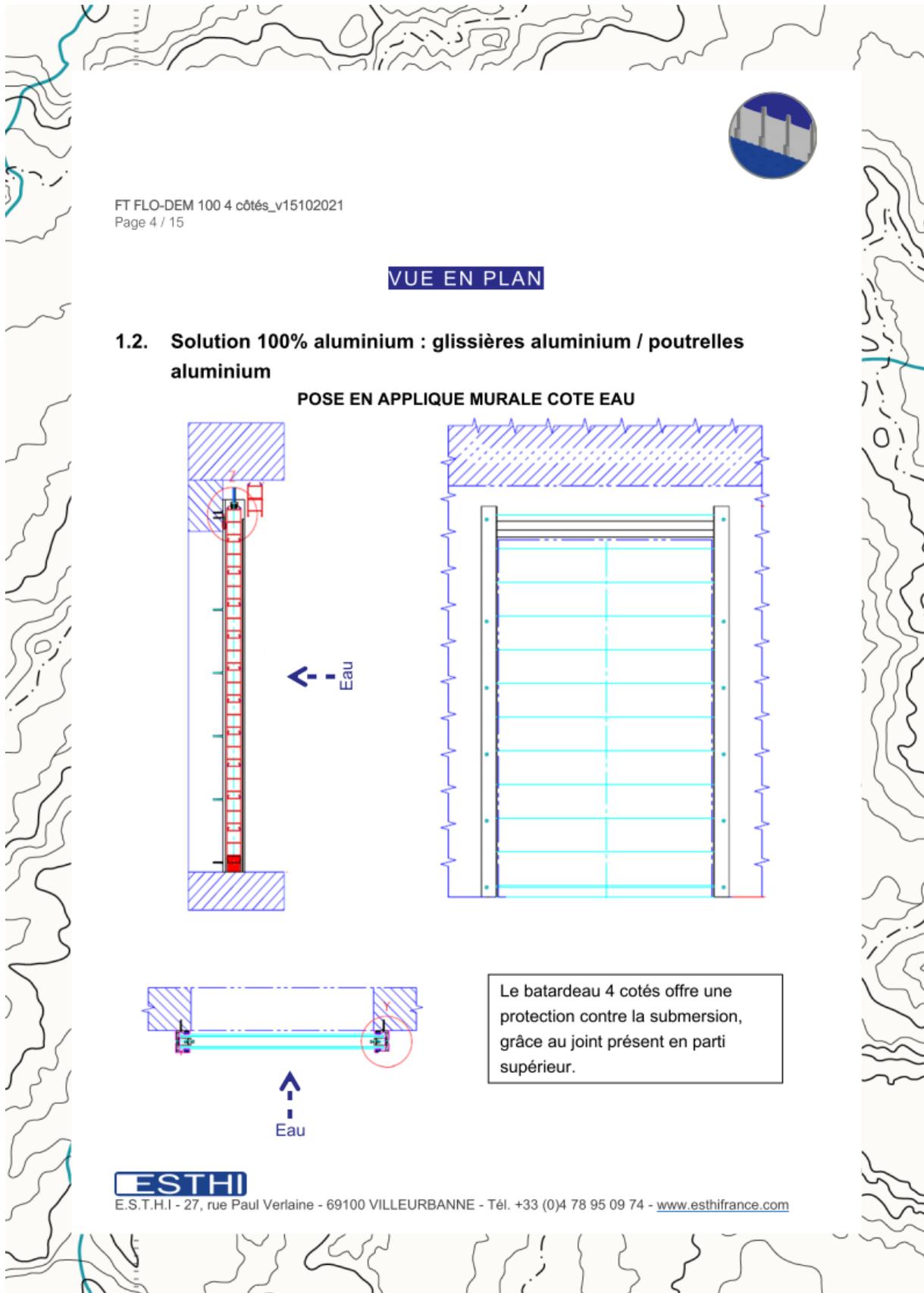


PROTECTION
INONDATION

Hauteur de protection maximale : sur demande
Largeur maximale : illimitée

ESTHI

FLO[®]
GAMME ANTI-INONDATION





EXEMPLE DE STOCKAGE DES POUTRELLES

7 PHASE TRAVAUX & PROTECTION PROVISOIRE

Durant les travaux, un voile sera mis en place pour séparer la zone de travaux du reste de la plage, au niveau du pied du futur platelage bois. Le voile protégera le chantier du bâtiment en haut de plage et sera retiré en fin de chantier.

Ce chapitre présente les caractéristiques de principe de cette protection.

7.1 PRINCIPAUX RESULTATS DE MODELISATION

La situation provisoire en phase travaux a été modélisée afin d'estimer les efforts sur le voile de protection :

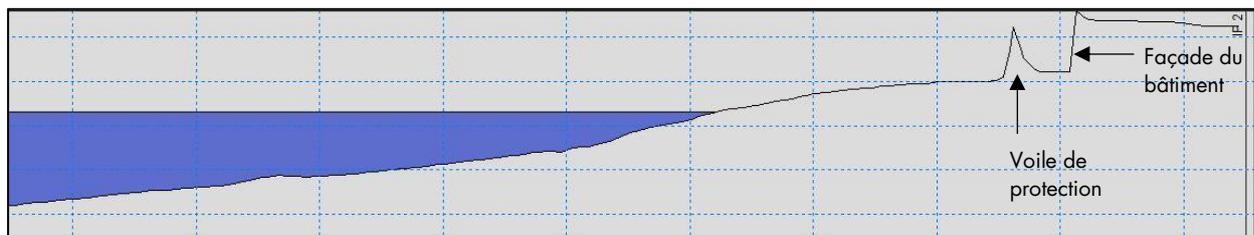


Figure 25 : Profil de plage modélisé en phase travaux (ajout du voile de protection)

Les conditions dimensionnantes retenues pour la phase provisoire sont de période de retour 1 an.

Les pics de pression maximale observés respectivement sur la zone ouest et sur la zone est de la plage durant la simulation des conditions de PR 1 an sont rappelés ci-dessous :

ZONE OUEST

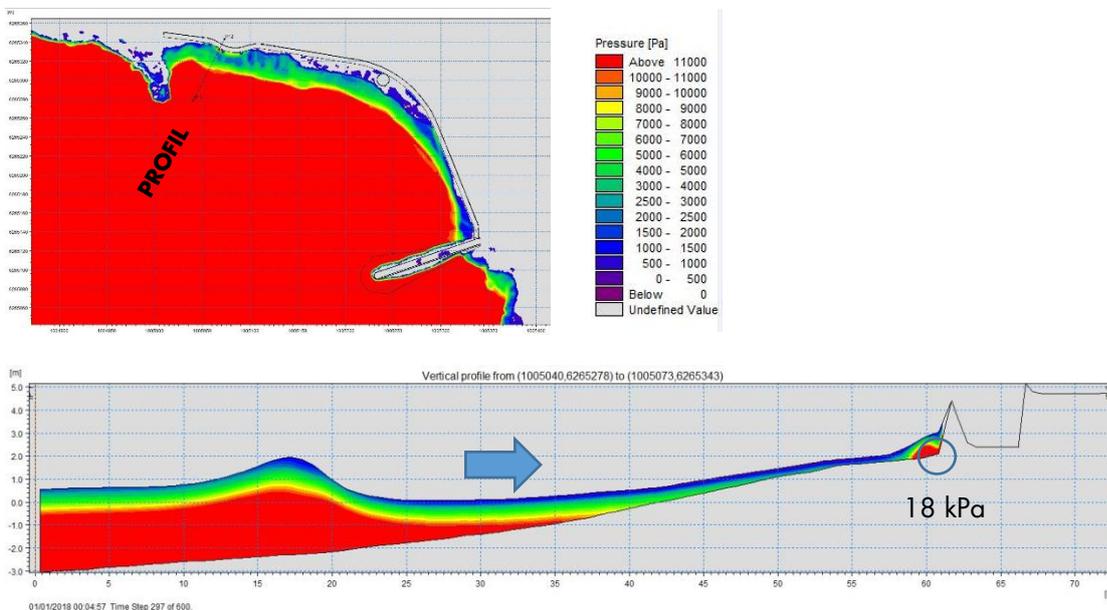


Figure 26 : Profil transversal de pression sur le voile provisoire de protection en zone ouest de la plage

La lame d'eau atteint le voile de protection et applique sur lui une pression moyenne de l'ordre de 9 kPa (soit 9 kN/m², équivalent à environ 900 kg/m²) sur environ 1.2 m de hauteur. La pression peut atteindre localement 18.0 kPa (environ 1.8 T/m²).

ZONE EST

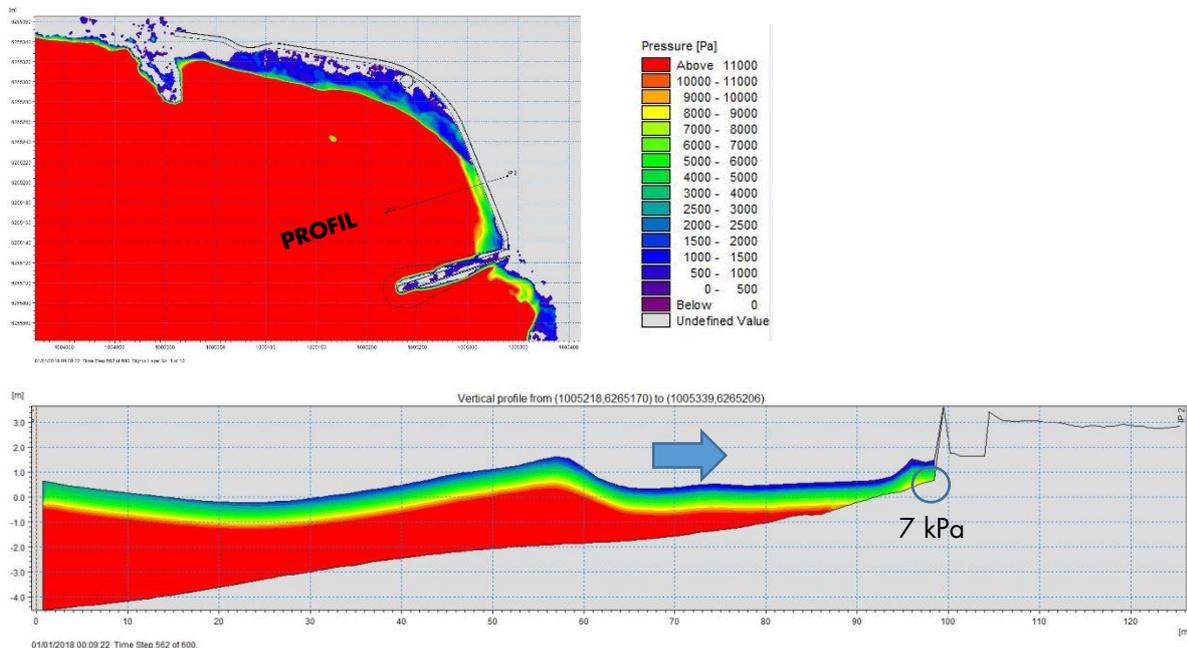


Figure 27 : Profil transversal de pression sur la voile provisoire de protection en zone est de la plage

La lame d'eau atteint le voile de protection et applique sur lui une pression moyenne de l'ordre de 4 kPa (soit 4 kN/m², équivalent à environ 400 kg/m²) sur environ 0.8 m de hauteur. La pression peut atteindre localement 7.0 kPa (environ 700 kg/m²).

7.2 RECOMMANDATIONS POUR LA PHASE TRAVAUX PROVISOIRE

Les recommandations suivantes sont à intégrer à la phase de conception/dimensionnement du voile de protection provisoire et de son soubassement.

Les efforts dimensionnants retenus pour la phase provisoire se basent sur des conditions de **PR 1 an sans rehausse du niveau marin (situation actuelle)**.

Sur l'ensemble du bardage et les poteaux de reprise d'effort du **voile de protection provisoire** :

- ✓ Effort dimensionnant horizontal s'appliquant sur le voile vertical :
valeur forfaitaire de 10 kN/m² (≈ 1 t/m²) sur la totalité de la hauteur d'ouvrage (2 m)

7.3 PRINCIPE DE CONCEPTION DU VOILE DE PROTECTION PROVISOIRE

Le voile sera constitué de glissières GS2 qui pourront être approvisionnées par les stocks de renouvellement des autoroutes cumulant des quantités importantes revendues à des prix très compétitifs.

La résistance de telles glissières sera suffisante même si les éléments issus des opérations de renouvellement routier présentent de la corrosion et un aspect vieillissant. Ce sera un moyen efficace et économique de constituer le voile de protection provisoire en évitant de produire et consommer des matériaux neufs.

Les glissières pourront recevoir une peinture de protection pouvant faire office d'apprêt pour constituer un support à des éléments décoratifs (fresque, couleur unie, ou autre).

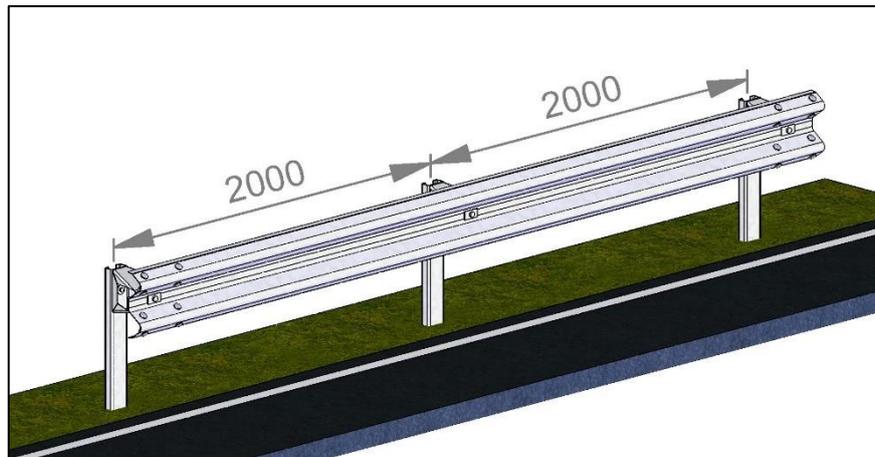


Figure 28 : exemple de glissières GS2 mises en œuvre en protection routière (éléments de 2 m)

Les glissières seront empilées sur 2 m de hauteur entre 2 poteaux de type HEB 300 auxquels elles seront fixées.

Les poteaux HEB 300 seront installés tous les 2 m (axe-axe). Chaque poteau sera constitué de 2 parties :

- ✓ Une partie fichée verticalement jusqu'à 3.5 m dans le sable sous la surface de la plage, surmontée d'une platine qui pourra accueillir ultérieurement le nez de la structure supportant la promenade en platelage bois ;
- ✓ Une partie aérienne culminant à 2 m au-dessus du sable, fixée sur platine en prolongement vertical de la partie fichée sous le sable + jambe de force en renfort éventuel

Au regard des recommandations pour la phase provisoire (effort de pression hydrodynamique dû aux jets de rive), le voile en GS2, les poteaux HEB 300, les platines, la profondeur de fiche, devront permettre de reprendre un **effort horizontal dimensionnant total de 20 kN/ml en conditions de PR 1 an.**

Chaque poteau devra ainsi être capable de reprendre un effort de 40 kN considéré comme réparti uniformément sur ses 2 m de hauteur au-dessus du sable (+ effort de réaction de la fiche sous le sable).

En cas de gros coup de mer durant la phase travaux, les jets de rive qui atteindront le voile de protection pourront engendrer des affouillements au pied de celui-ci. Ce phénomène doit être pris en compte et conduire à ajouter quelques rangs de glissières en dessous du niveau du sable pour laisser le niveau de la plage évoluer autant que possible sans que ne se forme de passage sous le voile.

En phase définitive, le niveau de la plage affleura au mieux le platelage bois et noiera le nez de la structure. En cas de coup de mer et de récession du niveau de la plage, un dispositif anti-affouillement en nez de platelage devra maintenir au mieux la continuité de la plage avec le dessus de la promenade. Ce dispositif devra préférentiellement conduire les jets de rive à passer au-dessus du platelage et favoriser une sollicitation par descente de charge plutôt que par sous-pression dans le cas où un passage permettrait aux lames d'eau de cheminer sous le platelage. Dans tous les cas, face à un évènement exceptionnel et là où il sera maintenu en place (démontage hors saison côté est), le platelage se conduira comme un élément fusible à remettre en place ou à remplacer après le coup de de mer selon son état.

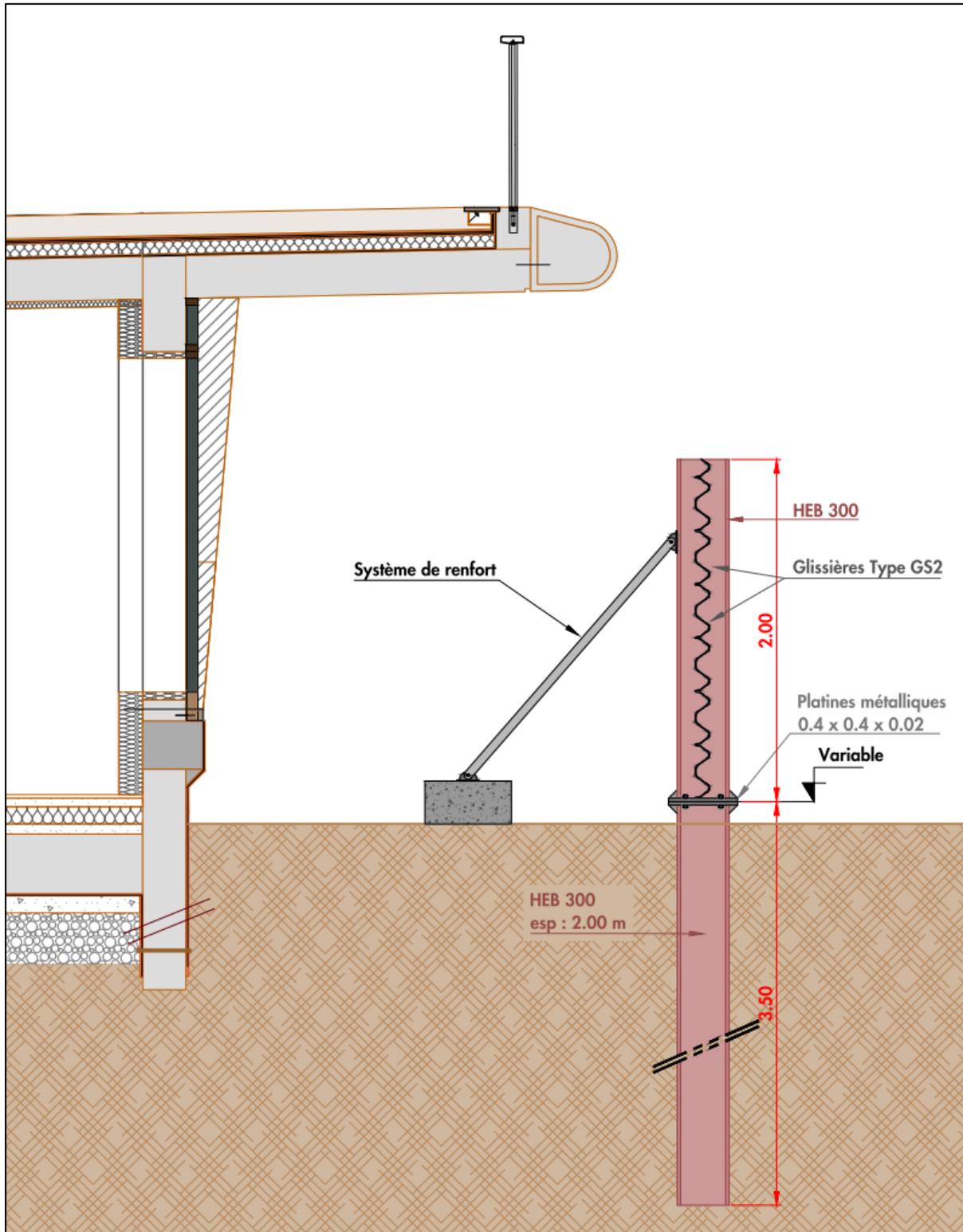


Figure 29 : poteau HEB 300 fiché et surmonté de la protection provisoire en phase travaux

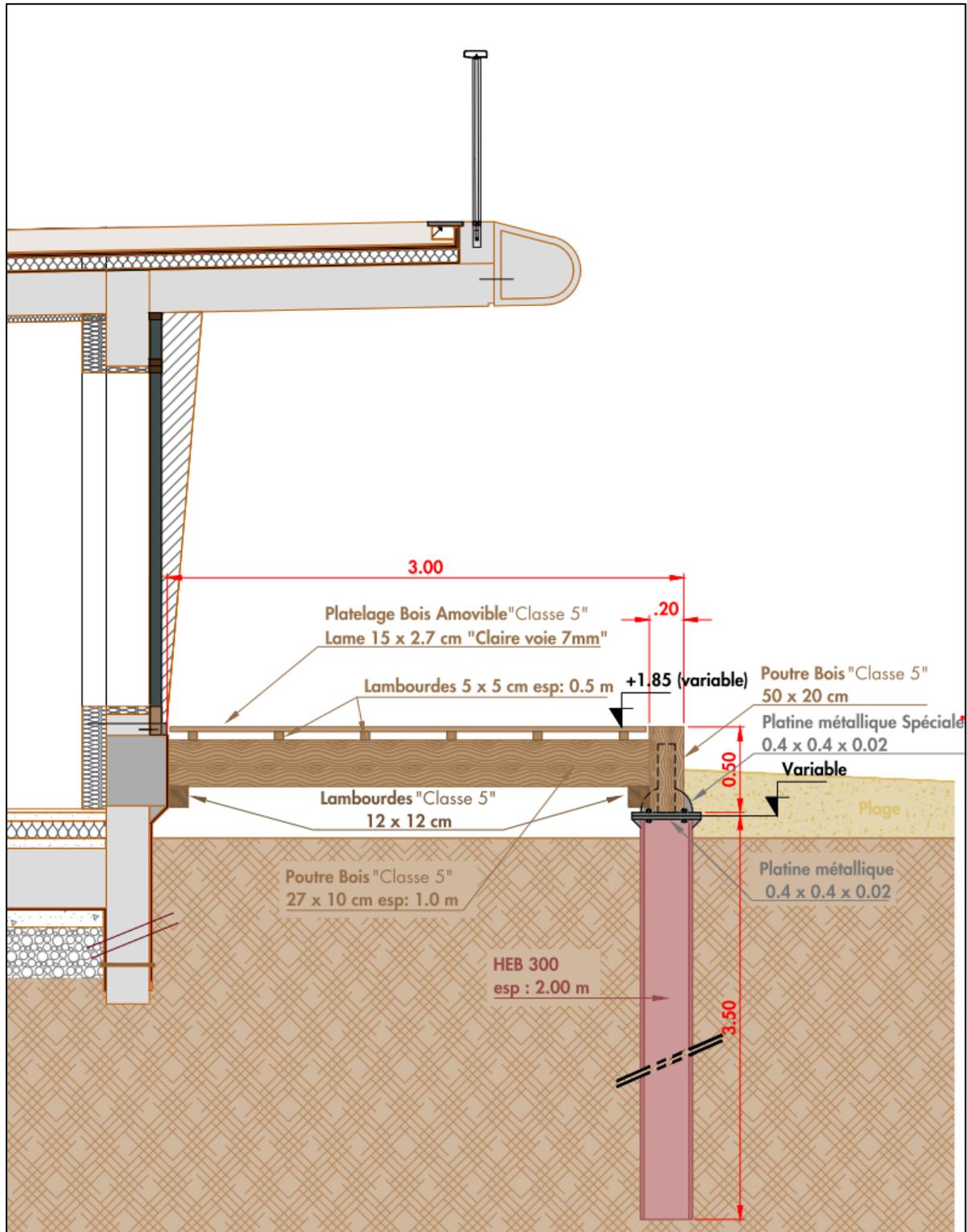


Figure 30 : poteau HEB 300 fiché et surmonté de la structure supportant le platelage bois de la promenade en phase définitive