



PROJET DE CONSTRUCTION DE 11 LOTS A BATIR HARFLEUR | ROUTE D'ORCHER – ROUTE D'LOUDALLE



DIAGNOSTIC DE VULNERABILITE AUX INONDATIONS (SUBMERSION MARINE – REMONTEE DE NAPPE)

PERMIS D'AMENAGER 25

SEPTEMBRE 2024



Table des matieres

1	CONTEXTE & OBJECTIFS	1
1.1	CONTEXTE GENERAL	1
1.2	NATURE DU PROJET	2
1.3	OBJECTIFS.....	2
2	LOCALISATION CADASTRALE	3
3	OCCUPATION DU SOL	4
4	LEVE TOPOGRAPHIQUE	5
5	VULNERABILITES AUX INONDATIONS	6
5.1	REGLEMENTATION DU PPRL PANES.....	6
5.1.1	<i>Définition du zonage de référence (bleu clair)</i>	6
5.1.2	<i>Définition de l'aléa de référence</i>	7
5.1.3	<i>Prescriptions du zonage bleu clair</i>	8
5.1.4	<i>Respect des prescriptions</i>	9
5.2	RISQUE DE SUBMERSION MARINE	10
5.2.1	<i>Etude hydraulique – situation initiale</i>	10
5.2.2	<i>Etude hydraulique –situation finale</i>	10
5.3	RISQUE DE REMONTEE DE NAPPE	12
5.3.1	<i>Vulnérabilités du site</i>	12
5.3.2	<i>Contexte hydrogéologique</i>	12
5.3.3	<i>Investigation hydrogéologique</i>	13
6	REDUCTION DE LA VULNERABILITE	15
6.1	AMELIORATION DE LA SECURITE DES PERSONNES	15
6.2	LIMITATION DES DOMMAGES LIES AUX BIENS ET AUX ACTIVITES	16
6.2.1	<i>Mesures générales</i>	16
6.2.2	<i>Prescriptions béton</i>	18
6.3	MESURES DE PREVENTION ET D'INFORMATION	19
7	IMPACT DU CHANGEMENT CLIMATIQUE	22
	CONCLUSION	23

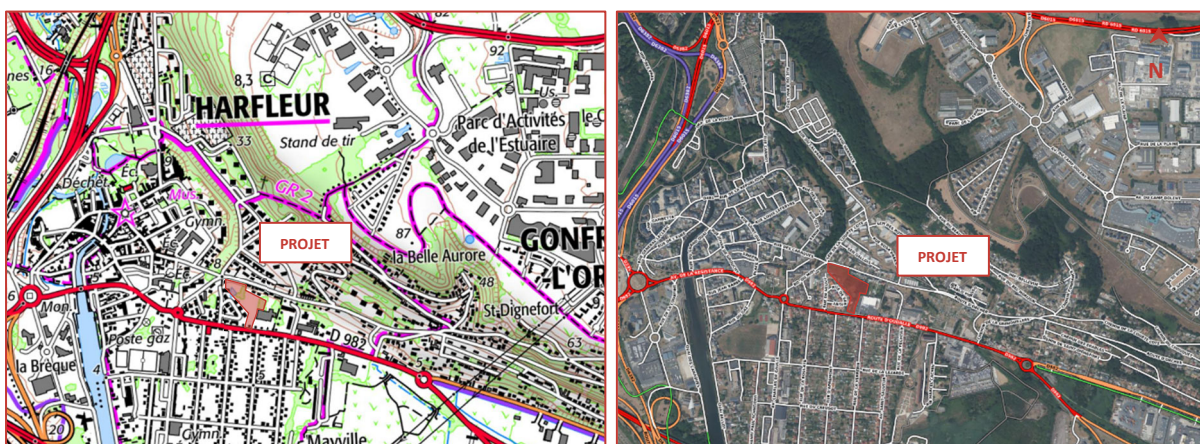
1 CONTEXTE & OBJECTIFS

1.1 CONTEXTE GENERAL

Au sein de la Normandie, dans le département de la Seine-Maritime (76), une ville côtière s'est développée depuis sa fondation en 1517, demandée par le Roi de France François I^{er}, sous le nom de Le Havre. Elle s'est construite en deux parties, la ville basse repose sur les marais salants drainés et les alluvions de l'estuaire de la Seine formant un polder (moins de 15mNGF) et la ville haute repose sur le plateau crayeux cachois de la bordure Ouest du Bassin de Paris (plus de 100mNGF). La ville côtière s'est entourée de nombreux bassins portuaires historiques dans laquelle une vaste zone industrialo-portuaire a pu s'installer et être de grande importance pour la France puisqu'elle représente le deuxième plus grand port de France après Marseille. Sa présence au niveau du continuum terre-mer a pour effet **de combiner les nombreux enjeux existants avec les aléas de risques naturels**, Le Havre a connu trois submersions marines dans les années 1981, 1983 et 1984. La tempête Xynthia en février 2010 a mis en évidence la nécessité d'améliorer la prévention du risque du littoral, c'est pourquoi la ville du Havre a été inscrite comme **Territoire à Risque Important en 2012** au niveau national et qu'un **Plan de Prévention des Risques Littoraux de la Plaine Alluviale au Nord-Est de la Seine** (PPRL PANES) s'étendant du Havre à Tancarville concernant la prise en compte du risque de submersion marine a été prescrit.

La réalisation d'un projet de construction ou d'aménagement situé sur le territoire d'une commune dotée d'un plan de prévention des risques a pour obligation de réaliser une étude de vulnérabilité intégrant l'attestation (PCMI14, PC13 et PA25) et certifiant que le projet prend en compte les exigences des Plans de Prévention des Risques (PPR), selon le E de l'article R.431-16 du code de l'Urbanisme. C'est pourquoi le **projet de construction de 11 lots à bâtir, localisé Route d'Orcher/Route d'Oudalle** sur la commune de Harfleur, nécessite une **étude préalable** dans laquelle les conditions de réalisation, d'utilisation ou d'exploitation du projet respectent les **PPR subordonnés au stade de la conception** de celui-ci.

Le présent rapport est un **diagnostic des vulnérabilités du projet aux risques d'inondations incluant les aléas de submersion marine et de remontée de nappe**. Ce rapport d'expertise comprend la combinaison des analyses effectuées avec les études bibliographiques permettant d'appréhender au mieux la complexité des problématiques étudiées.



↑ LOCALISATION DU PROJET SUR FOND IGN CLASSIQUE ET SUR FOND ORTHO-PHOTOGRAPHIQUE

1.2 NATURE DU PROJET

Le projet a pour nature de créer un lotissement de 11 lots à bâtir entre la route d'Oudalle et d'Orcher sur la commune de Harfleur. Il comprend la mise en disponibilité de 11 lots à bâtir avec une charte graphique conforme au PLU de la commune.

Le projet comprend des niveaux de premier plancher surélevés à la cote 5,70mNGF au minimum afin de ne pas augmenter le risque de vulnérabilité des populations sur le site. Cette surélévation sera réalisée sur vides sanitaires (présence de grille d'évacuation) ou avec des garages inondables pour limiter la réduction du volume disponible en cas d'inondation. A cela s'ajoute un ensemble de préconisation détaillé ultérieurement pour faciliter les délais de retour à la normale et réduire les dommages aux biens et aux personnes.

Le plan masse du projet, dont un extrait est présenté ci-dessous, donne les cotes suivantes :

- ✓ **5,70 mNGF pour la cote de rez-de-chaussée des bâtiments (premier plancher surélevé),**
- ✓ **4,50 mNGF pour la cote moyenne du terrain naturel pour les lots 5 à 10,**
- ✓ **5,00 mNGF pour la cote moyenne du terrain naturel pour les lots 1 à 4 et 11,**
- ✓ **+1,00m/TN pour l'aléa de submersion marine à l'horizon 2100 en zone bleu foncé,**
- ✓ **+0,50m/TN pour l'aléa de submersion marine à l'horizon 2100 en zone bleu clair.**



↑ EXTRAIT DU PLAN DE COMPOSITION DU PROJET D'AMENAGEMENT

1.3 OBJECTIFS

Afin d'appréhender au mieux les risques d'inondations et d'assurer la pérennisation du projet dans le cadre de la prévention des inondations tout en prenant compte des conditions du futur aménagement et des prescriptions définies par la base réglementaire des PPR ; on se questionne sur la faisabilité du projet vis-à-vis des inondations (submersion marine et remontée de nappe) où l'on s'assure que les exigences des PPR soient respectées ?

2 LOCALISATION CADASTRALE

Dans la ville basse de Harfleur, entre les routes d'Orcher et d'Oudalle, le terrain d'assiette du projet comprend les parcelles cadastrales numérotées N°1190, 1427, 1428, 1429, 1441, 1271 (respectivement 1 556, 3 210pp, 1 111pp, 1 219, 710, 6 000pp m²) appartenant au secteur AI. L'emprise du projet à aménager est de **7 089m²**.



↑ EXTRAIT DU PLAN CADASTRAL (DONNEES CADASTRE.GOUV.FR)

Le site du projet est classé en zone UB2a du PLU et le terrain ne fait pas l'objet d'une OAP. De plus, un indice de cavités figurant sur le plan de zonage a été réduit.

3 OCCUPATION DU SOL

Le retraçage de l'historique du site à l'aide des photographies aériennes ou satellitaires depuis les années 1950 permet d'apprécier l'évolution du site dans le temps (données IGN sur remonterletemps.ign.fr).

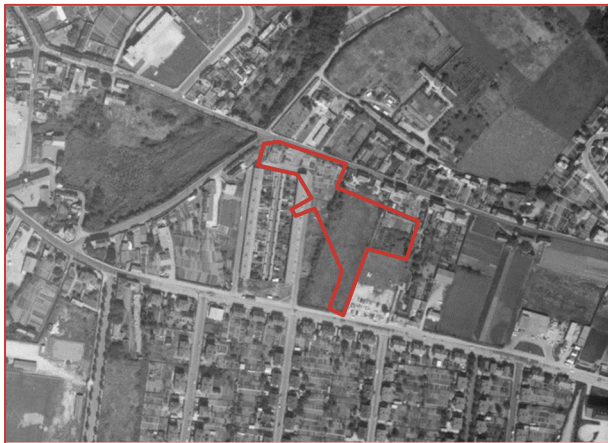
Historiquement, le fond de vallée de la Seine au niveau de l'estuaire était un polder formé par des marais salants qui a été urbanisé par l'homme au cours du temps. Depuis les années 50s, le site d'étude présente la même occupation du sol : secteur très urbanisé à vocation résidentielle. La zone Sud du site était encore utilisée comme champ puis prairie dans les années 70s avant de devenir un terrain en friche.



↑ PHOTOGRAPHIE AERIENNE DE 1945



↑ PHOTOGRAPHIE AERIENNE DE 1956



↑ PHOTOGRAPHIE AERIENNE DE 1966



↑ PHOTOGRAPHIE AERIENNE DE 1978



↑ PHOTOGRAPHIE AERIENNE DE 1986

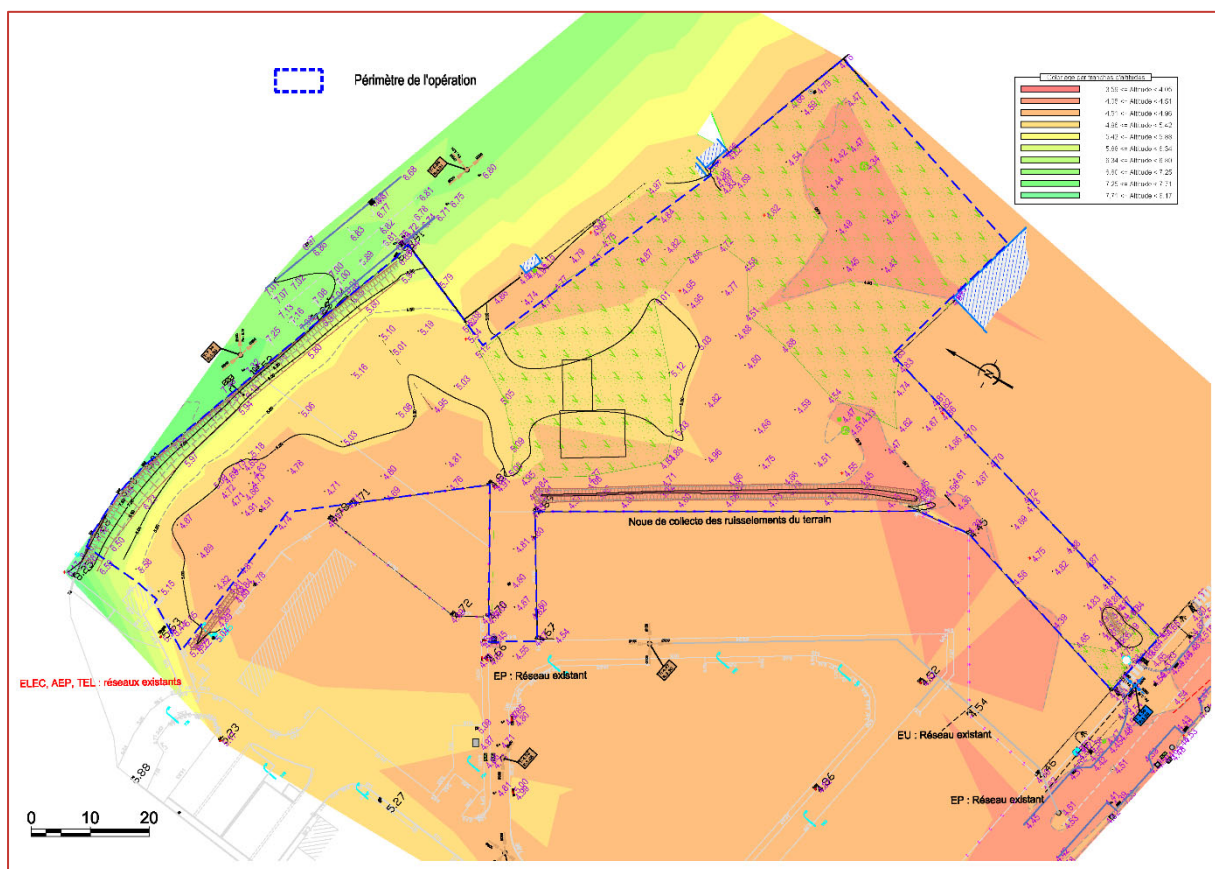


↑ IMAGERIE SATELLITAIRE DE 2022

4 LEVE TOPOGRAPHIQUE

Au vu du contexte et des objectifs de cette étude, il a été nécessaire d'obtenir un levé topographique plus fin permettant de mieux visualiser les zones les plus vulnérables et par la suite de préciser les volumes d'eau générés par les différents types d'inondations. Ainsi il a été pris en compte un levé topographique réalisé par un cabinet de géomètre en 2022 répertoriant le site d'étude avec des côtes existantes situées à :

- ✓ **3,54 mNGF pour la cote du terrain naturel (noue de collecte au centre),**
- ✓ **8,12 mNGF pour la cote du terrain naturel (haut du talus à l'Est – route d'Orcher),**
- ✓ **4,50 mNGF pour la cote moyenne du terrain naturel au centre,**
- ✓ **5,00 mNGF pour la cote moyenne du terrain naturel au Nord.**



↑ DETAILS DES COTES ISSU DU RELEVÉ TOPOGRAPHIQUE REALISE EN 2022

5 VULNERABILITES AUX INONDATIONS

5.1 REGLEMENTATION DU PPRL PANES

5.1.1 Définition du zonage de référence (bleu clair)

L'appartenance à une zone spécifique est définie d'après la grille réglementaire qui est la résultante du **croisement entre les enjeux** (soit l'occupation du sol de type zone urbaine, industrielle et portuaire, naturelle ...) **avec les niveaux d'aléas modélisés par la submersion marine** selon un référentiel actuel et un référentiel 2100.



↑ EXTRAIT DE CARTE DE ZONAGE REGLEMENTAIRE DU PPRL PANES & DE L'ALEA DE SUBMERSION MARINE A L'HORIZON 2100

Le site d'étude se trouve en zone urbaine définis par le PPRL PANES avec un niveau d'aléa faible-moderé ainsi il est placé sous le **zonage de type bleu clair hachuré et non-hachuré** dont l'usage est réglementé comme suit : **« où toutes les constructions à vocation urbaine (logements, commerces, activités tertiaires...) sont autorisées sous prescription aléa 2100 sauf les établissements sensibles ou difficilement évacuables ».**

Occupation du sol	Aléa actuel	Aléa 2100				Aléa chocs vagues et bande de protection Fort /très fort
		Faible	Modéré	Fort	Très fort	
Zone urbaine dense Zone classée Zone urbaine intermédiaire Zone économique	Nul	hachuré				
	Faible					
	Modéré					
	Fort					
	Très fort					

↑ TABLEAU DE DEFINITION DU ZONAGE SELON LES ENJEUX ET LA RESULTANTE ENTRE L'ALEA ACTUEL ET 2100

5.1.2 Définition de l'aléa de référence

Le couplage des deux niveaux d'aléas permet de définir un niveau de sensibilité croissant dans le temps provoqué par l'impact du changement climatique sur l'élévation du niveau marin et donc un réhaussement de l'aléa de submersion marine, définis pour la zone régis par le PPRL PANES.

Les niveaux d'aléas ont été catégorisé (après une première modélisation) comme **nul pour l'aléa actuel et fort à très fort pour l'aléa 2100**.

La modélisation pour l'ensemble de la zone du PPRL PANES visualisable sur la carte de l'enquête publique indique une **hauteur d'eau estimée entre +0,2, +0,2 à 0,5 et +0,5 à 1,0m au droit du site** que l'on doit additionner au **niveau altimétrique caractéristique** du site à **4,5mNGF** (données géoportail). La somme des deux niveaux fixe une cote à 5,50mNGF, soit le niveau de référence **pour l'aléa de submersion marine à l'horizon 2100**.



↑ EXTRAIT DE CARTE DE HAUTEUR REGLEMENTAIRE DU PPRL PANES POUR L'ALEA DE SUBMERSION MARINE A L'HORIZON 2100

✓ **Le niveau de référence de l'aléa submersion marine à l'horizon 2100 est déterminé à 5,50mNGF.**

5.1.3 Prescriptions du zonage bleu clair

Le zonage bleu clair représente une zone de précaution dont l'objectif est de limiter voire réduire la vulnérabilité des personnes et des biens existants tout en maintenant une évolution de son secteur. Ainsi, en zonage bleu clair, sont réglementés tous les biens et activités existantes, les changements de destination, la relocalisation et les projets nouveaux avec extensions ; dans notre cas, le projet s'intègre dans la **catégorie des projets nouveaux et extensions** pour lesquels sont interdits :

- Les projets nouveaux qui ne respecteraient pas les dispositions communes et prescriptions complémentaires prévues dans la zone bleu clair ;
- Les extensions, annexes ou constructions de moins de 5m² peuvent être réalisées au niveau du terrain naturel (abris bois, cabanons de jardins...) ;
- Les structures légères (abri voiture, bois...) qu'elles soient privatives ou collectives peuvent se faire au niveau du terrain naturel ;
- Les établissements sensibles accueillants : des personnes à mobilité réduite et/ou dépendantes : il peut s'agir de résidences pour personnes âgées médicalisées, centres pour personnes en situation de handicap, établissements hospitaliers, ... ; des personnes vulnérables telles que les jeunes enfants : crèches, jardins d'enfants, halte-garderie, écoles maternelles, écoles primaires ; des personnes nécessitant des moyens spécifiques d'évacuation en cas d'inondation (prisons, hôpitaux psychiatriques, centres de détention...) ;
- Les installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE) ;
- L'emprise au sol des locaux sous la cote de l'aléa 2100 ne dépasse pas 30 m². Les espaces ouverts sur 3 côtés laissant libre le passage de l'eau ne sont pas comptabilisés dans les 30 m² (ex : stationnement) ;
- Les clôtures gênant le libre écoulement de l'eau ;
- Les stationnements sous la cote du terrain naturel à l'exception des stationnements à destination d'usage portuaire (notamment les parcs transporteurs, les parcs conteneurs, les centres roulier) ;
- Les stationnements sur remblais à l'exception des stationnements à destination d'usage portuaire (notamment les parcs transporteurs, les parcs conteneurs, les centres roulier).

	Aléa	Faible ou modéré	Fort	Très fort
Zones urbanisées	Centre urbain	Constructions nouvelles	Constructions nouvelles dents creuses Renouvellement urbain	Renouvellement urbain
	Hors centre urbain	Constructions nouvelles	Renouvellement urbain	
Zones non urbanisées				

↑ TABLEAU DE SYNTHESE DES ACTIONS D'AMENAGEMENT/CONSTRUCTION POSSIBLES FONCTION DU ZONAGE DU PPRL

✓ Au vu de la réglementation en vigueur, le projet de construction de 11 lots à bâtir s'inscrit dans une opération de construction nouvelle, se devant de respecter les prescriptions expliquées dans le PPRL PANES pour le zonage bleu clair.

Mais sont autorisées, les nouvelles constructions sous prescriptions complémentaires, telles que :

- ✓ Justifier de l'étude des alternatives de localisations possibles pour le projet (hors zone d'aléa ou en aléa moindre) et des incidences hydrauliques le concernant ;
- ✓ Retenir le meilleur compromis technique, économique et environnemental où la gêne à l'écoulement et à l'emprise des ouvrages seront particulièrement limités afin de préserver le libre écoulement des eaux ;
- ✓ Toutes les mesures de limitation du risque seront prises tout en maintenant la viabilité économique du projet ;
- ✓ Ne prévoir aucun logement ou local à sommeil en dessous de la cote de l'aléa 2100 ;
- ✓ Prendre en compte l'aléa submersion pour l'évacuation des eaux sans aggraver le risque en garantissant le bon fonctionnement des installations en cas d'évènement, c'est-à-dire que des dispositions doivent être prises pour empêcher le risque de pollution lors de la submersion sur l'ensemble de l'installation et que les événements soient placés au minimum sous la cote aléa 2100 le cas échéant ;
- ✓ Les installations ouvertes au public, les équipements et accessoires d'infrastructures, le mobilier urbain, les espaces verts, les aires de jeux, les terrains en plein air, de sport et de loisir soient réalisés sans remblais ;
- ✓ Les parcs de stationnement résidentiels ou nécessaires au bon fonctionnement d'une activité soient sans remblais afin de ne pas perturber l'écoulement et l'emprise des ouvrages particulièrement limités, de disposer d'une signalisation indiquant leur inondabilité de façon visible pour tout utilisateur et de mettre en place un système d'interdiction de l'accès et l'évacuation rapide de tous les véhicules en cas d'alerte de submersion marine.

5.1.4 Respect des prescriptions

Une fois que le projet envisage uniquement des infrastructures conformes avec ces conditions, les dispositions communes suivantes se doivent d'être considérées :

- Non aggravation du risque : assurer la sécurité des personnes et des biens ;
- Attestation de prise en compte du PPRL et son étude : certification de la prise en compte du PPRL ;
- Remblaiement de la future zone bâtie pour le modelage de terrain : mise hors d'eau du projet ;
- Respect de la cote de premier plancher : pas d'habitat, pas de stockage de produits dangereux, pas de réseaux (électriques, eau potable et eaux usées) sous la cote aléa 2100 ;
- Affichage du risque : développement de la culture et conscience du risque ;
- Ancrage : toute structure fixe doit être ancrée au sol pour résister à l'aléa 2100 ou être démontable/évacuable en moins de 5h.

- ✓ **Le projet respecte ces critères de non-aggravation du risque puisque l'objectif de cette étude est de prendre compte de la submersion marine au travers d'une mise hors d'eau du projet afin de ne pas avoir d'habitat, de stockage de produits dangereux ou de réseau non protégé sous la cote aléa 2100. Elle nécessite de réaliser une surélévation des habitations, des réseaux ainsi que de maintenir les voiries, les accès et les parkings au plus proche du terrain naturel. De plus, la culture du risque de submersion marine sera mise en pratique via un affichage permanent de fonctionnement de celle-ci.**

5.2 RISQUE DE SUBMERSION MARINE

Le PPRL PANES coordonne l'aménagement du territoire vis-à-vis de la prise en compte du risque de submersion marine et prescrit des mesures à réaliser pour diminuer la vulnérabilité du site, des mesures obligatoires pour tout projet s'inscrivant dans la zone réglementaire du PPRL PANES et susceptible de rencontrer l'aléa de submersion marine.

5.2.1 Etude hydraulique – situation initiale

L'étude hydraulique a porté sur la simulation d'une submersion marine à une cote de référence de 5,50mNGF afin de se rendre compte des volumes d'eaux générés et de dimensionner les bâtiments pour les rendre résilients via des niveaux du futur projet suffisants pour résister au phénomène marin.

La masse d'eau pour l'état actuel du site d'étude, apportée par l'inondation, s'étend sur 94% de la surface projet (7 089m²) ; l'inondation par submersion engendre un **volume de 4 763m³** sur une **surface de 6 655m²**. Le visuel est disponible sur le plan masse du projet (PA25).

5.2.2 Etude hydraulique –situation finale

En prenant une cote de référence de 5,50mNGF, le projet a été configuré pour recevoir un volume d'eau par l'inondation marine équivalente à **4 823m³** réparti sur **6 655m²**. Le gain de volume s'explique par une perte de 40m³ au travers des murs nécessaires à la surélévation du niveau de premier plancher et un gain de 100m³ au travers du surdimensionnement des ouvrages hydrauliques pour la gestion des eaux pluviales. Le visuel est disponible sur le plan masse du projet (PA25).

Cette non augmentation du risque inondation est valable à condition que les futurs aménageurs

- Mettent en place des vides sanitaires sous les bâtiments (ouverts avec l'extérieur et grillagées pour éviter l'entrée d'obstacles conséquents) permettant d'avoir une cote de premier plancher à 5,70mNGF minimum. Le volume d'eau entre le terrain naturel et l'intra dalle sera maintenu disponible à l'accueil de submersion marine.
- Présentent des parkings aux rez-de-chaussée inondables et disposant d'ouvertures grillagées en partie basse pour permettre une bonne évacuation des eaux après la submersion marine ainsi que des auvents en partie haute pour éviter la saturation en CO² des garages (retenue d'eau sans mouvement dans un espace clos).

Quand la submersion marine se produira, le site sera inondé à 5,50mNGF pour l'aléa 2100 où le retour à la normale sera facilité par une gestion diffuse de la « vidange » du site en direction des zones Sud en maintenant la pente naturelle du terrain naturel.

En cas de submersion marine, la quasi-totalité du site sera inondé excepté les niveaux de premier plancher au-dessus de la cote 5,50mNGF et la partie du terrain naturel au Nord du site déjà positionné à une altimétrie supérieure à 5,50mNGF.

Etant donné que les niveaux de vie (premier plancher) des bâtiments seront au-dessus de la cote de l'aléa à l'horizon 2100, alors on peut considérer que les premiers niveaux pourront servir comme espaces de refuge. Les personnes devront se réfugier chez eux et éviter d'appeler les secours sauf cas majeur puisqu'ils seront à l'abri des inondations.

Ainsi, les volumes d'eaux par inondation du futur projet sont améliorés par rapport à la condition initiale puisque le projet va pouvoir recevoir 288m³ supplémentaire, soit un maintien du volume inondable par rapport à la situation actuelle. De plus, près de 6 500m² sur 7 089m² du projet sont utiles au libre écoulement des eaux, soit plus de 40% de la surface du projet (94%).

En ce qui concerne le libre écoulement des eaux, les futurs résidents ne pourront inclure de clôtures pleines qui auront un impact sur l'écoulement des eaux en cas d'inondation. Afin d'éviter les embâcles et les discontinuités hydrauliques, il sera obligatoire de mettre en place des clôtures transparentes hydrauliquement afin de permettre la continuité hydraulique du site avec son environnement.

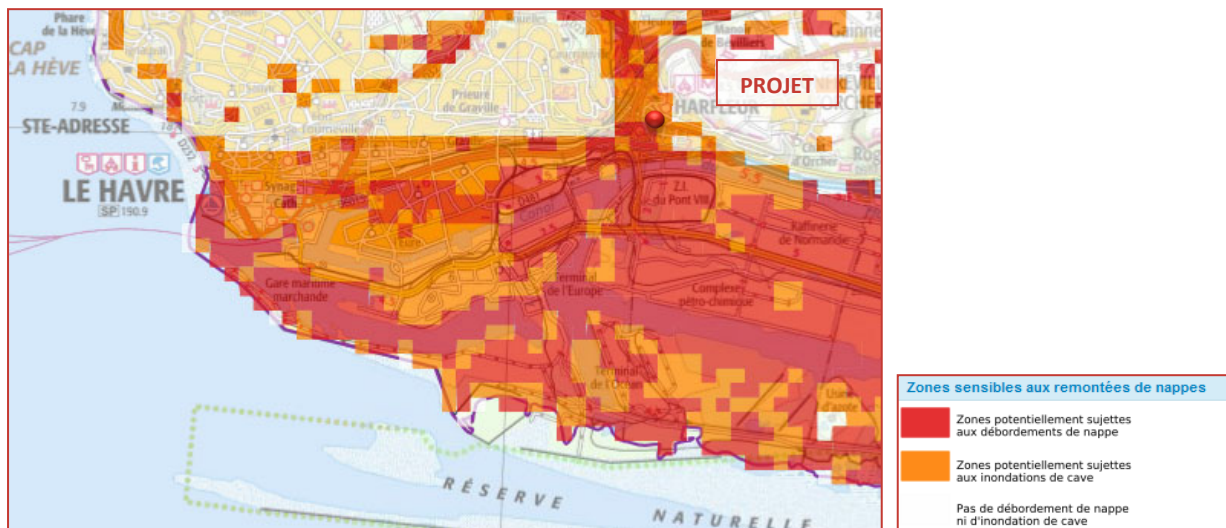
- ✓ L'étude hydraulique permet de garder une surface inondable de 94% tout en mettant le projet hors d'eau afin de pouvoir résister à la submersion marine pour un aléa 2100.
- ✓ Le projet prévoit des ouvrages hydrauliques surdimensionnés (environ 100m³) pour compenser la perte des 40m³ pris à la crue par l'élaboration des murs des futures habitations.
- ✓ Le projet n'incorpore aucun excédent de terre : pas de question sur les remblai/déblai.
- ✓ Le fonctionnement hydraulique actuel sera maintenu avec une évacuation en direction du point bas soit au Sud vers la route d'Oudalle.
- ✓ La partie des réseaux étant sous la côte de submersion marine, devra prendre en compte l'érosion saline et se devra d'avoir une meilleure protection que pour les réseaux « classiques ».
- ✓ Le retour à la normale est donc facilité par tous ces principes énoncés.

5.3 RISQUE DE REMONTEE DE NAPPE

Le projet « Utopia » se positionne au niveau du lit majeur dans l'estuaire de la Seine, localisé sur la formation géologique des alluvions modernes, la nappe alluviale la plus proche de la surface appartient à **l'aquifère des alluvions actuelles à anciennes de la Seine moyenne et avale** (référéncée MESO FRHGOO1). Cette nappe alluviale, de type poreux, est très influencée par l'encassement crayeux et reconnu pour son caractère particulièrement karstique sur l'ensemble de la Seine. Les écoulements coïncident grossièrement avec ceux du cours d'eau néanmoins les directions d'écoulement de la nappe sont extrêmement variables pour des laps de temps relativement courts, le fonctionnement hydrologique global peut être influencé par la marée et/ou par les pompages industriels. La transmissivité de l'aquifère alluvial varie est estimé entre $2 \text{ et } 4 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$.

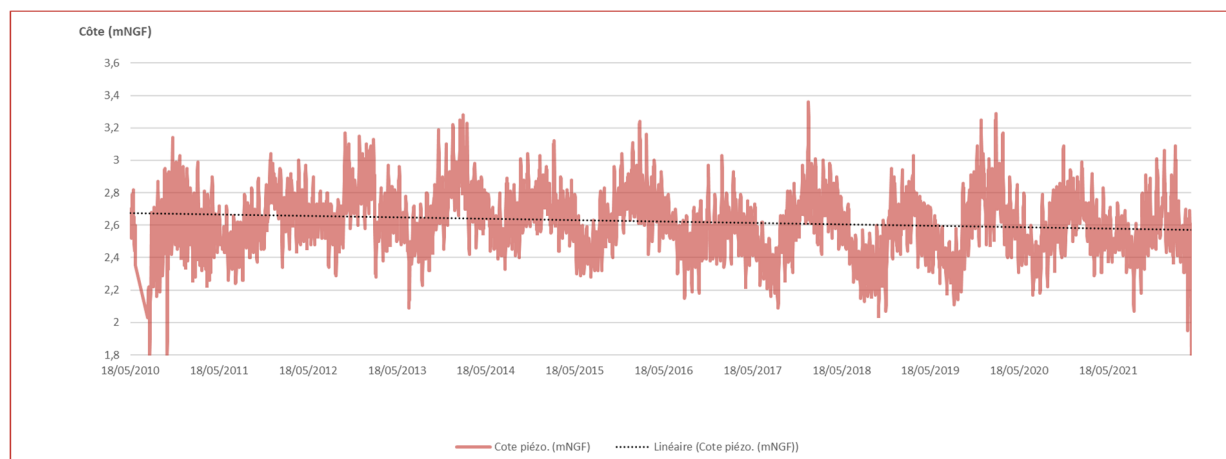
5.3.1 Vulnérabilités du site

Le site se trouve en zone potentiellement sujette aux inondations de caves et donc serait sujet aux phénomènes de remontées de nappe et les conséquences de la présence en eau sur les fondations.



5.3.2 Contexte hydrogéologique

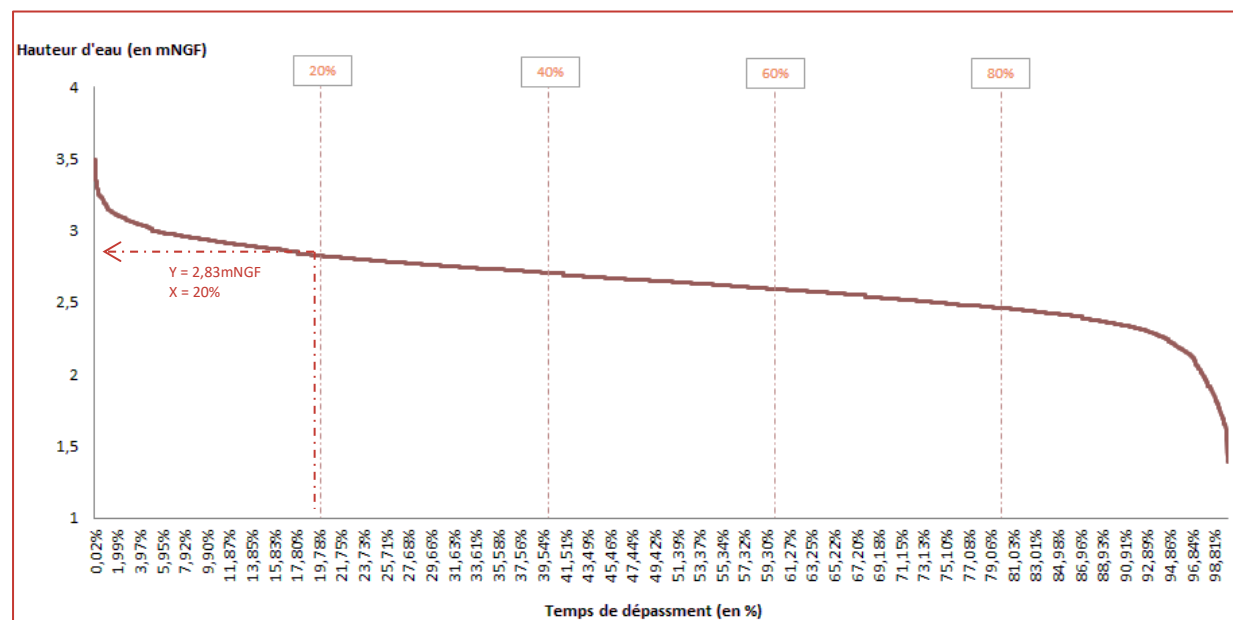
D'après les éléments de l'Atlas hydrogéologique du département de la Seine-Maritime de 1990 et de l'Atlas hydrogéologique régional de 2010 concernant les hautes, moyennes et basses pour les niveaux piézométriques, la nappe alluviale est contenue entre les isopièzes **+0mNGF** et **+10mNGF**, aussi bien pour les basses, moyennes et hautes eaux. Au vu de la topographie du site d'étude, plus précisément avec des niveaux de **terrain naturel de 4,50mNGF et 5,00mNGF en moyenne**, cette nappe alluviale peut donc être qualifiée de subaffleurante au vu de la fine épaisseur de la zone non-saturée. Le battement de la nappe génère un aléa naturel qui couplé avec l'enjeu du projet fait naître la possibilité d'un risque de remontée de nappe, ce qui nécessite d'être pris en compte pour les inondations lors d'une évaluation du risque associé.



↑ **DONNEES DU PIEZOMETRE INDICE BSS000GHQF (DONNEES ADES)**

- ✓ **Le niveau maximal atteint par la nappe alluviale présente au droit du projet a atteint son niveau maximal en près d'une dizaine d'année à 3,50mNGF donc au vu de la différence avec le terrain naturel (hors noue de collecte).**
- ✓ **Les ouvrages de gestion des eaux pluviales auront une profondeur maximale à 3,60mNGF pour éviter de croiser la nappe alluviale.**
- ✓ **Le projet prendra compte principalement des mesures de réduction de vulnérabilités concernant le risque d'inondation par remontée de nappe.**

Le prochain graphique représente un quota de jour dans l'année dans lequel une hauteur d'eau (ou niveau piézométrique) est atteinte. En prenant l'exemple de 20% dans l'axe X, on obtient une valeur de 2,83 en Y ; cela signifie que le niveau piézométrique atteint une hauteur d'eau de **2,83mNGF** pendant 20% du temps de l'année.



↑ **RETOUR D'UN NIVEAU PIEZOMETRIQUE DE LA NAPPE ALLUVIALE EN FONCTION D'UN RAPPORT DE TEMPS DE DEPASSEMENT ANNUEL EXPRIME EN %**

- ✓ **Le niveau piézométrique maximal atteint par la nappe alluviale est de 3,50mNGF depuis 2005 et n'a été atteint qu'uniquement deux fois, la remontée de nappe est très rare avec un battement d'environ 1m (niveau de basses eaux à 2,80mNGF).**

6 REDUCTION DE LA VULNERABILITE

La politique de l'Etat en matière de gestion des risques se repose sur quatre principes : la protection qui tend à limiter les conséquences du phénomène naturel sur les personnes et les biens, la prévention qui vise à limiter les enjeux dans les zones soumises à l'aléa naturel, la gestion de crise qui souhaite rendre les secours, l'évacuation et la gestion du phénomène le plus efficace possible et l'information préventive qui vise à informer et responsabiliser le citoyen. Cela se manifeste dans le PPRL au travers de trois grands objectifs : améliorer la connaissance et la conscience du risque, la prise en compte du risque inondation dans l'urbanisme et la réduction de la vulnérabilité des personnes et des biens.

6.1 AMELIORATION DE LA SECURITE DES PERSONNES

De fait, la **vulnérabilité** liée à la **sécurité des personnes** est la dimension la plus importante à prendre en compte. On entend par sécurité des personnes : **la protection des personnes contre toutes les atteintes physiques**. Il s'agit non seulement des personnes présentes dans le bâtiment au moment de l'inondation mais aussi du personnel des services de secours et des bénévoles qui seraient amenés à intervenir lors de l'inondation ou après l'inondation.

Ces établissements vont pouvoir accueillir **aussi bien des personnes autonomes et valides, que des personnes sensibles ou présentant des difficultés** étant donné que les étages de chaque bâtiment vont accueillir des résidents.

Le projet doit **prévoir une zone de refuge au-dessus de la côte référence de submersion marine à l'intérieur de chaque bâtiment** et qui a été pris en compte lors de la conception du projet où la côte de premier plancher (5,70mNGF) est au-dessus de la côte de référence de l'aléa de submersion marine à 5,50mNGF. **Les espaces de premier plancher (RDC surélevé à 5,70mNGF) constitueront des refuges en cas d'inondation.**

Depuis mai 2021, Le Havre Seine Métropole s'est doté d'un système multicanal d'alerte de la population en cas de risque naturel ou technologique nommé « RISQUES MAJEURS ». Une personne inscrite peut ainsi être alertée, connaître les consignes à respecter et être informée de l'évolution de l'événement via sms, e-mail,... c'est pourquoi **les membres du syndicat de l'immeuble comme les habitants pourront s'y inscrire afin de se tenir informé d'un risque majeur** et plus particulièrement de submersion marine dans le cas présent (plus d'information au lien : <https://www.lehavreseinemetropole.fr/inscription-alertes-risques-majeurs>).

L'ensemble de ces dispositifs et mesures mis en place pour faire face au risque d'inondation et de submersion ont pour objectifs de :

- ✓ Prévenir et lutter contre les risques
- ✓ Assurer la sécurité des occupants.

- ✓ **Toutes ces mesures préventives figureront bien évidemment dans le règlement de l'établissement et transmettent à chaque personnel habitant les lieux.**
- ✓ **Le projet prend compte du risque de submersion en établissant des mesures avec pour objectif de réduire la vulnérabilité des personnes et d'assurer au mieux la sécurité des personnes.**

6.2 LIMITATION DES DOMMAGES LIES AUX BIENS ET AUX ACTIVITES

6.2.1 Mesures générales

La vulnérabilité d'un bâtiment au risque d'inondation se mesure à l'importance des conséquences des agressions que vont subir le bâtiment et ce qu'il contient, lorsqu'il est partiellement ou totalement immergé.

Réduire la vulnérabilité d'un bâtiment, c'est faire en sorte que les risques d'atteintes aux personnes, les délais de retour à la normale du fonctionnement du bâtiment et les effets domino soient les plus faibles possibles.

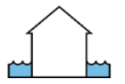


↑ PHOTO D'UNE ROUTE INONDEE

Il existe trois stratégies principales pour réduire la vulnérabilité d'un bâtiment :



“ Éviter ” : soit la mise hors d'atteinte de l'eau, en s'implantant hors zone inondable ou en surélevant l'habitation de telle sorte que le plancher soit au-dessus de la cote de référence ;



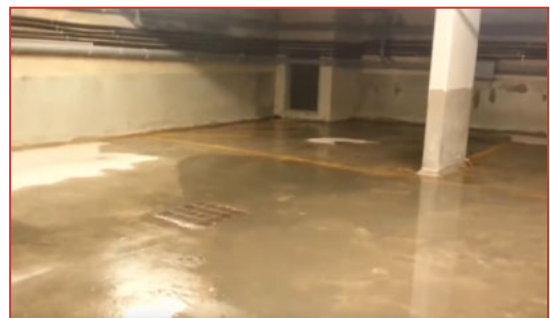
“ Résister ” : c'est-à-dire empêcher la pénétration de l'eau dans le bâtiment ;



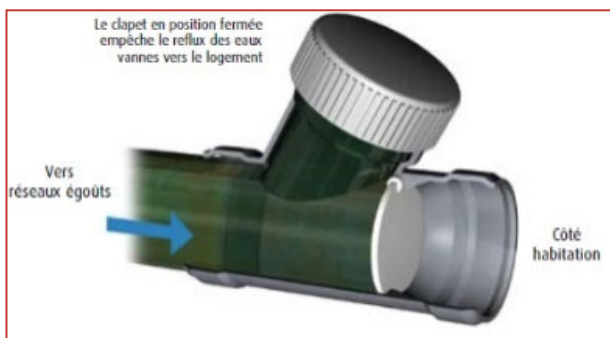
“ Céder ” : c'est-à-dire laisser l'eau entrer dans le bâtiment et prendre toutes les dispositions nécessaires à la limitation de l'endommagement et à la réduction du délai de retour à la normale.

Dans certaines circonstances, il devient impossible d'empêcher l'eau d'entrer dans le bâtiment (sous-sol, vide sanitaire, etc..). La seule solution qui demeure alors est de laisser l'eau pénétrer dans le bâtiment et de prendre en contrepartie toutes les dispositions nécessaires à la limitation de l'endommagement et à la réduction du délai de retour à la normale (surélévation des équipements électriques ou électroménagers, utilisation des matériaux les moins altérables possibles, facilitation de la restauration des ouvrages du bâtiment et des abords extérieurs, etc.). Il existe des adaptations d'ordre général et des adaptations spécifiques à chaque partie du bâtiment comme :

- Ancrage (toute structure, installation ou équipement fixe doit être ancré au sol pour résister).
- Assurer l'étanchéité à l'eau de l'extrémité des fourreaux susceptibles d'être sous les eaux (Calfeutrer les entrées des fourreaux des réseaux à l'aide de joints spécifiques permet de limiter la pénétration de l'eau dans le bâtiment).
- Privilégier les planchers en béton armé (un plancher en béton armé est peu susceptible de subir des dommages du seul fait de son immersion). Du fait des risques de submersion marine, nous préconisons l'emploi de béton marin et de fourreaux inox 316.
- Mettre hors d'eau les tableaux électriques de répartition, les dispositifs de protection et les différents équipements courant faible et régulation/programmation thermique (Il s'agit ici d'éviter un éventuel remplacement de ces dispositifs et leur dysfonctionnement).



- Pas de stockage de produits dangereux en dessous de la cote d'aléa 2100.
- Mettre en oeuvre des circuits électriques (courant fort et courant faible) descendants pour éviter les retentions d'eau dans les gaines et conduits.
- Utilisation de joint anti-capillarité (bande d'arase apr exemple) pour la protection des maçonneries contre les remontées d'humidité. Elles sont constituées d'un matériau imperméable et résistant qui empêche l'eau de s'infiltrer dans les murs et les sols.
- Trappes et regards de visiste verouillés pour permettre les visites d'entretien ou d'urgence des vides sanitaires.
-
- Équiper les réseaux enterrés d'évacuation (eaux usées) de clapets antiretour repérables et facilement accessibles pour la vérification et l'entretien (En cas d'inondation, l'eau peut remonter par les canalisations et entrer ainsi dans le bâtiment).



- Privilégier les portes en acier ou en PVC, à commande manuelle ou électrique débrayable (Le PVC ou l'acier subissent a priori peu de dégâts du fait de la seule immersion).
- Eviter le plancher bois et les revêtements sur lambourdes et parquet collé pour recouvrir le sol du rez-de-chaussée afin de faciliter les retours à la normale si jamais le sol venait à être en contact avec de l'eau.
- Placer les installations de chauffage, chauffe eau, de gaz, électriques de façon à être surélevé pour diminuer d'autant plus la vulnérabilité du projet.
- Les véhicules et engins mobiles garés au niveau inférieur à la cote des PHEC devront être stationnés de façon à conserver leur mobilité et leurs capacités de manoeuvre en vue de permettre à tout moment leur évacuation rapide.
- Un affichage permanent à l'entrée du lotissement informant du risque inondation.
- La mise en place d'un plan d'alerte afin d'anticiper le risque et les sinistres.

6.2.2 Prescriptions béton

- **Phénomènes agressifs typiques du milieu marin**

Le milieu marin est particulièrement agressif envers les œuvres en béton armé. Les mécanismes agressifs et les pathologies dégénératives qui en découlent sont les conséquences d'interactions d'actions agressives de type chimique ou électrochimique résultant de la présence des sulfates, des composés de magnésium et des chlorures, par des actions physiques, en rapport avec la dissolution des liants, avec les pressions osmotiques des processus de cristallisation/recristallisation des sels hygroscopiques.



↑ PHOTO DE L'IMPACT DU MILIEU MARIN SUR UN BETON NON SPECIFIQUE

L'agression chimique de l'eau de mer, dans son contact direct ou indirect avec le béton, est principalement due au sulfate de magnésium ($MgSO_4$) qui réagit avec l'hydroxyde de calcium libre de ciment hydraté ($Ca(OH)_2$) pour former du calcium de sulfate et en précipitant l'hydroxyde de magnésium, réagit avec l'aluminate tricalcique hydraté afin de former du calcium de sulfoaluminate, expansif, avec un effet perturbateur. L'attaque chimique/électrochimique s'explique aussi par la réaction du dioxyde de carbone (CO_2) avec l'hydroxyde de calcium (carbonatation).

Le béton utilisé en milieu marin est soumis aux environnements les plus agressifs de notre planète, et concerne la plupart du temps des applications critiques. Le béton doit affronter les attaques chimiques de l'eau de mer. Cette abrasion peut provoquer l'éclatement du béton et la corrosion des armatures conventionnelles en métal, ce qui, en fin de compte conduira à une défaillance structurelle.

- **Matériaux pour la reconstruction**

Le choix du système de ciment le plus approprié pour la reconstitution et/ou le revêtement est d'une importance fondamentale. La morphologie de la dégradation, en particulier en termes de taille, oriente les premières indications de sélection. Les épaisseurs de reconstruction, par exemple, déterminent le choix entre un système coulable (sections élevées) et un thixotrope (pour des épaisseurs plus réduites), en orientant autant en ce qui concerne le diamètre maximal de l'agrégat.

Pour les autres caractéristiques, il est nécessaire de se référer aux causes et aux mécanismes à l'origine de la dégradation et aux performances essentielles de type chimique, physique et mécanique mentionnées ci-dessous :

- Imperméabilité.
- Résistance à la pénétration des chlorures.
- Résistance à l'attaque sulfatée.
- Résistance électrique.
- Développement réduit en hydroxyde de calcium (capacité superpouzzolanique élevée).
- Adhérence aux supports.
- Cohésion élevée de mélange (capacité antidiluvienne).
- Stabilité dimensionnelle (fonction de contrôle du retrait).
- Module élastique correct.
- Structure composite, renforcée de fibres, avec une isotropie plus favorable.

En application de l'article 2.1.1. du fascicule 70 du CCTG, les ciments utilisés seront conformes aux normes NFP 15 300 et NFP 15 301. Les prescriptions relatives aux mortiers et bétons sont explicitées ci-après. Les qualités et dosages de ciment à employer dans les différentes utilisations des mortiers et bétons sont les suivants :

CLASSE D'EXPOSITION	CLASSE DE RESISTANCE MINIMALE
X0	-
XC1 - XC2	C20/25
XC3 - XC4 - XD1 - XF1 - XF2	C25/30
XD2 - XS1 - XS2 - XF3 - XF4 - XA1	C30/37
XD3 - XS3 - XA2	C35/45
XA3	C40/50

↑ TABLEAU DE CIMENTS A PREFERE POUR LA CONSTRUCTION DES BATIMENTS EN ZONE INONDABLE PAR LA MER

6.3 MESURES DE PREVENTION ET D'INFORMATION


La culture du risque est un élément primordial pour que la population prennent en compte les vulnérabilités aux alentours de chez soi afin de se prémunir et de se préparer au risque. En effet une population déjà mise en garde face à un risque majeur, sera mieux préparée à un tel phénomène et plus apte à gérer la crise engendrée.

Cela se traduit par la mise en place de panneaux d'affichage au niveau du hall, et à côté des plans de sécurité incendie bâtiment par exemple, expliquant aux occupants les consignes à respecter en cas d'inondation et où se diriger pour se mettre à l'abri.

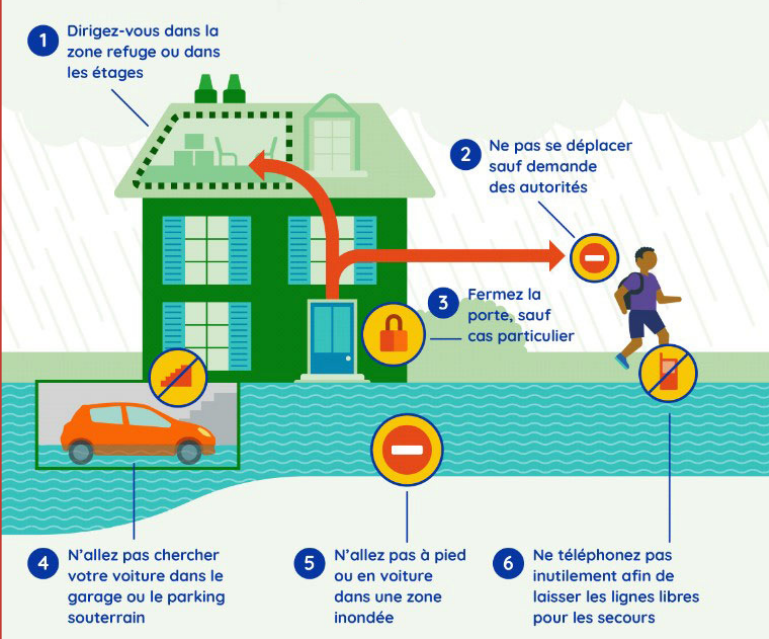
Un immeuble avec plus de 15 logements ou un établissement recevant du public, au sens de l'article R.123-2 du code de la construction et de l'habitation, lorsque l'effectif (public et personnel) est supérieur à 50 personnes, devront mettre en place une organisation interne à l'établissement en lien avec le plan communal de sauvegarde (PCS) et de procéder à l'affichage du risque.

Le projet concerne l'aménagement de 11 lots à bâtir, la Maîtrise d'Ouvrage n'a pas obligation de mettre en place une organisation interne dont un document joint atteste de la réalisation future, après acceptation du permis de construire.

Néanmoins il sera bien indiqué au moment de la vente que le terrain est en zone inondable et que le niveau de premier plancher (espace de vie devra être situé au minimum à la cote 5,70mNGF. Cette surélévation ne pourra se faire que par vides sanitaires ou par un garage inondable : aucun remblai et bâtiment en pleine terre n'est autorisé.



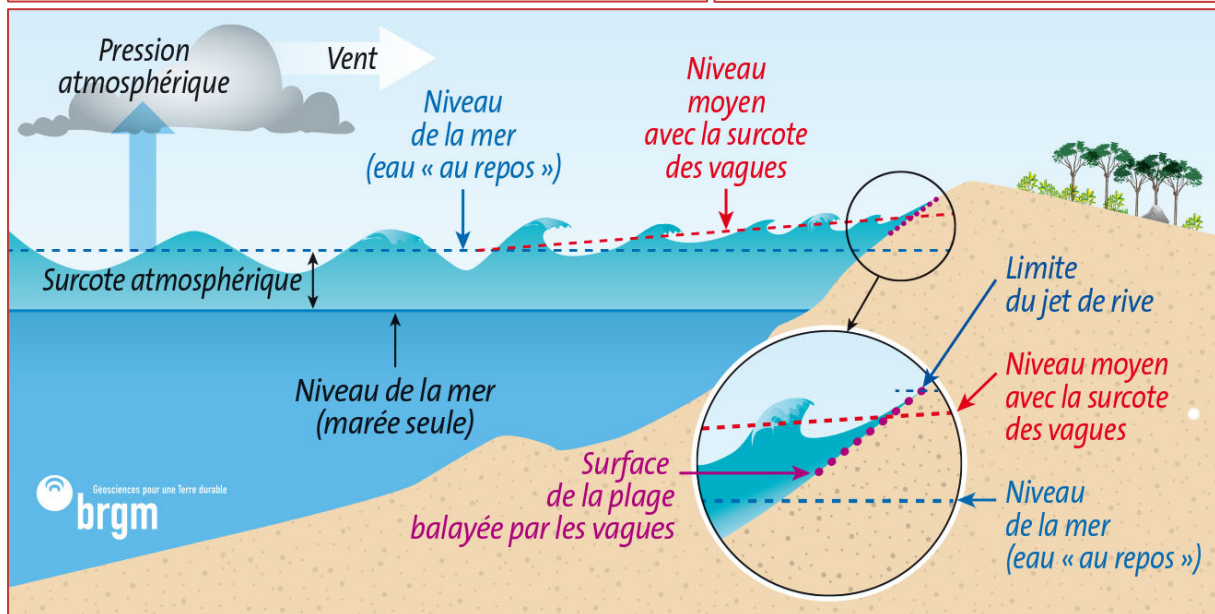
submersion marine



- 1 Dirigez-vous dans la zone refuge ou dans les étages
- 2 Ne pas se déplacer sauf demande des autorités
- 3 Fermez la porte, sauf cas particulier
- 4 N'allez pas chercher votre voiture dans le garage ou le parking souterrain
- 5 N'allez pas à pied ou en voiture dans une zone inondée
- 6 Ne téléphonez pas inutilement afin de laisser les lignes libres pour les secours





† SCHEMAS DE PREVENTION ET D'EXPLICATION DU RISQUE DE SUBMERSION MARINE (DONNEES RISQUES MAJEURS, BRGM, ASSURANCE-PREVENTION.FR, SIGNALITIQUE RISQUE INONDATION)

En cas d'inondation



limiter les accidents chez soi
(électrocution, pollution, explosion)

Adopter les bons comportements



Éviter noyade et contusions

Ne pas sortir et suivre les consignes des secours



Faire face à l'isolement

Garder avec soi le matériel nécessaire

 <p>Si l'eau monte, je coupe sans attendre le gaz, le chauffage et l'électricité.</p>	 <p>Je ne sors pas. Je suis plus en sécurité à l'abri. Je m'installe en hauteur et n'évacue les lieux qu'en cas de grand danger...</p>	 <p>Réserve d'eau et d'aliments, de lait pour les nourrissons.</p>
 <p>Je n'utilise surtout pas d'équipements électriques : ascenseurs, portes automatiques...</p>	 <p>... Les secours sauront plus facilement où me trouver. J'attends qu'ils viennent me chercher.</p>	 <p>Vêtements chauds et couvertures.</p>
 <p>Je ferme les poubelles et je les mets dans un placard pour éviter qu'elles ne flottent.</p>	 <p>Je ne vais pas chercher mes enfants à l'école ou à la crèche. Ils seront les premiers pris en charge par les secours.</p>	 <p>Radio avec des piles chargées, lampe de poche et téléphone portable.</p>
 <p>Je mets les produits toxiques en hauteur.</p>	 <p>Je ne prends pas ma voiture. Ce n'est pas un abri.</p>	 <p>Médicaments, ordonnances et carnets de santé.</p>
 <p>Les animaux et notamment les rongeurs (rats, souris, etc.) fuient l'eau. Je ne les touche pas.</p>	 <p>Je ne retourne jamais chercher quelque chose dans un lieu inondé.</p>	 <p>Papiers importants, photos, doudous des enfants.</p>



Je m'informe et je respecte les consignes des secours en écoutant régulièrement Radio France.



Je n'appelle les secours qu'en cas de réel danger, afin de laisser les lignes libres pour les personnes en grand danger.
Pompiers : 18 – Samu : 15

Je fais attention aux personnes en difficulté près de chez moi.

.....

www.prim.net • www.interieur.gouv.fr • www.solidarites-sante.gouv.fr




↑ GESTES A AVOIR EN CAS D'INONDATION (DONNEES SANTEPUBLIQUEFRANCE.FR)

7 IMPACT DU CHANGEMENT CLIMATIQUE

La véracité changement climatique n'est plus questionnable pour autant son ampleur n'est toujours pas bien définie. Selon les hypothèses d'accroissement des émissions anthropiques de gaz à effet de serre dans l'atmosphère, le scénario le plus optimiste du GIEC permettrait d'être en accord avec une **légère augmentation de la température de +1,1°C** alors que des projections mettent en évidence le « **coup de chaud de +3,7°C** si aucune politique de réduction des Gaz à Effet de Serre n'est entreprise à l'échelle mondiale » (DREAL Normandie, 2020). Cet effet d'incidences empiriques fonction de l'ampleur des émissions de GES concerne aussi les précipitations avec de faibles modifications du régime pluviométrique jusqu'à des conséquences beaucoup plus notables où **une diminution des cumuls annuels pourrait atteindre entre -50 et -150mm tout comme les jours de précipitations** (DREAL Normandie, 2020). A cela s'additionne une **déstructuration saisonnière du régime hydrologique où les écarts entre saisons chaudes et froides seront plus accentués**, de fait, le temps sera plus sec entre avril et septembre et plus arrosé entre octobre et mars ; avec une variation de **l'ordre de 4%** pour le scénario optimiste et **d'environ 10 à 12 %** pour le scénario pessimiste pour l'horizon 2100. (DREAL Normandie, 2020; Ducharne *et al.*, 2009). La combinaison de l'augmentation des températures et de la baisse des précipitations provoque un assèchement du milieu qui se traduirait également par une **diminution de la recharge annuelle des aquifères de 33 %** (même ordre de grandeur que les prélèvements réalisés actuellement dans le bassin de la Seine) ainsi **que par une baisse des niveaux piézométriques et du débit moyen annuel de la Seine à Poses d'environ 28 %**.

L'**augmentation des occurrences de situations météorologiques extrêmes** fait aussi craindre une **augmentation des risques de submersion dus aux effets conjugués de l'apport massifs d'eau douce (liés à des pluies intenses) et des états de la mer (montée du niveau et tempête)**. Les risques liés à la montée du niveau de la mer sont si considérables, qu'ils deviennent de plus en plus difficilement mesurables. De fait, l'élévation du niveau de la mer, qui s'accélère notamment sous l'effet du réchauffement climatique, **la vulnérabilité aux risques de submersions périodiques lors de tempêtes est donc très forte**.

Actuellement, selon les hypothèses d'émissions de GES dans l'atmosphère, les scénarios « optimistes » envisagent une augmentation de **32 à 62cm** et des élévations entre **44 à 74 cm du niveau moyen de la mer à l'horizon 2100** pour les scénarios intermédiaires (IPCC, 2021). Cependant l'élévation pourrait atteindre **2 à 7 m** (Bamber *et al.*, 2019) ou **2 à 5m pour le scénario très défavorable et le plus pessimiste** (IPCC, 2021). Chaque nouveau rapport du GIEC, l'affinage des modèles et l'augmentation du jeu de données permet de préciser l'évolution du niveau marin auquel cas on constate que l'augmentation est toujours de plus en plus importante. A ne pas oublier que ces études ne concernent que l'élévation du niveau de la mer jusqu'à l'horizon 2100 et que cela ne va pas s'arrêter là, cela va se poursuivre bien au-delà, où tout dépendra des trajectoires futures des émissions.

Bamber, J. L., Oppenheimer, M., Kopp, R. E., Cooke, R. M., & Aspinall, W., 2019. Ice sheet contributions to future sea level rise from a structured expert judgement approach. Proceedings of the National Academy of Sciences, 201817205; DOI: 10.1073/pnas.1817205116

Ducharne A., Habets F., Déqué M., Evaux L., Hachour A., Lepaillier A., Lepelletier T., Martin E., Oudin L., Pagé C., Ribstein P., Sauquet E., Thiéry D., Terray L., Viennot P., Boé J., Bourqui M., Crespi O., Gascoin S., & Rieu J., 2009. Impact du changement climatique sur les Ressources en eau et les Extrêmes Hydrologiques dans les bassins de la Seine et la Somme. Programme GICC Rapport de fin de contrat, 62p.

DREAL Normandie., 2020. Le climat en Normandie. Profil environnemental de Normandie, 94p.

IPCC., 2021. Summary for Policymakers. In: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 3–32p.

CONCLUSION

Le projet de construction de 11 lots à bâtir, situé entre les routes d'Oudalle et d'Orcher sur la commune de Harfleur, correspond actuellement à un terrain vague qui va être transformé en un lotissement. Le but de ce diagnostic de vulnérabilité a été de s'assurer que les exigences des PPR soient respectées et que le projet soit pérenne vis-à-vis des risques d'inondations en se basant sur les conditions d'aménagement et des prescriptions définies par la base réglementaire des PPR.

L'aléa de submersion marine a été défini à l'aide des cartes de hauteur d'eau qui fixe au final une cote d'inondation à 5,50mNGF à l'horizon 2100.

En raison de ces objectifs et du respect des prescriptions établies par le PPRL PANES pour une création nouvelle sur un zonage bleu clair, on peut donc confirmer que le projet prend en compte le risque de submersion marine au travers :

- ✓ de la mise hors d'eau des bâtiments : surélévation des maisons sur vides sanitaires ou avec un garage inondable où la cote minimum de premier plancher sera de 5,70mNGF,
- ✓ de laisser plus de 40% de la surface au libre écoulement : 94% de la surface disponible aux libres écoulements des eaux,
- ✓ d'établir une partie du réseau hors d'eau et de mieux protéger la partie submersible,
- ✓ de l'ancrage du bâtiment,
- ✓ de la création d'une culture du risque avec un affichage du risque inondation, une communication du risque inondation au moment de la vente des lots, ...
- ✓ de la non-aggravation du risque par l'amélioration de la sécurité des personnes et des biens,
- ✓ de ne pas accueillir de stockage de produits dangereux sous la cote de référence.

↓ TABLEAU DE SYNTHÈSE

	Avant-projet	Après-projet	Respect de la prescription
Surface inondable selon l'aléa 2100 (m ²)	6 566	6 566	Oui car plus de 40% de libre écoulement (94%)
Volume inondable selon l'aléa 2100 (m ³)	4 763	4 823	Oui car maintien du volume inondable
Gestion des eaux pluviales	Noe de collecte	Noes tampons paysagères en débit de fuite	Surdimensionnement des ouvrages