

ÉVALUATION DE LA VULNÉRABILITÉ AU CHANGEMENT CLIMATIQUE DU PROJET PHARE

Aléa submersion

19/01/2024

Annexe 8.13

SOMMAIRE

I. Périmètre de l'étude

A. Périmètre géographique

B. Horizon et scénario climatique

II. Analyse de l'aléa submersion

A. Définition des facteurs responsables de la submersion

B. Les niveaux d'eau extrêmes actuels à Marseille

C. Extrapolation des niveaux d'eau futurs

Surélévation du niveau de la mer à horizon 2100

Évolution des niveaux d'eau extrêmes à horizon 2100

III. Présentation des niveaux d'eau retenus et suite de l'étude



I. **PÉRIMÈTRE DE L'ÉTUDE**

Périmètre géographique



Périmètre temporel et scénarios de projection climatique

Nous proposons de retenir **2100** comme horizon pour les projections climatiques

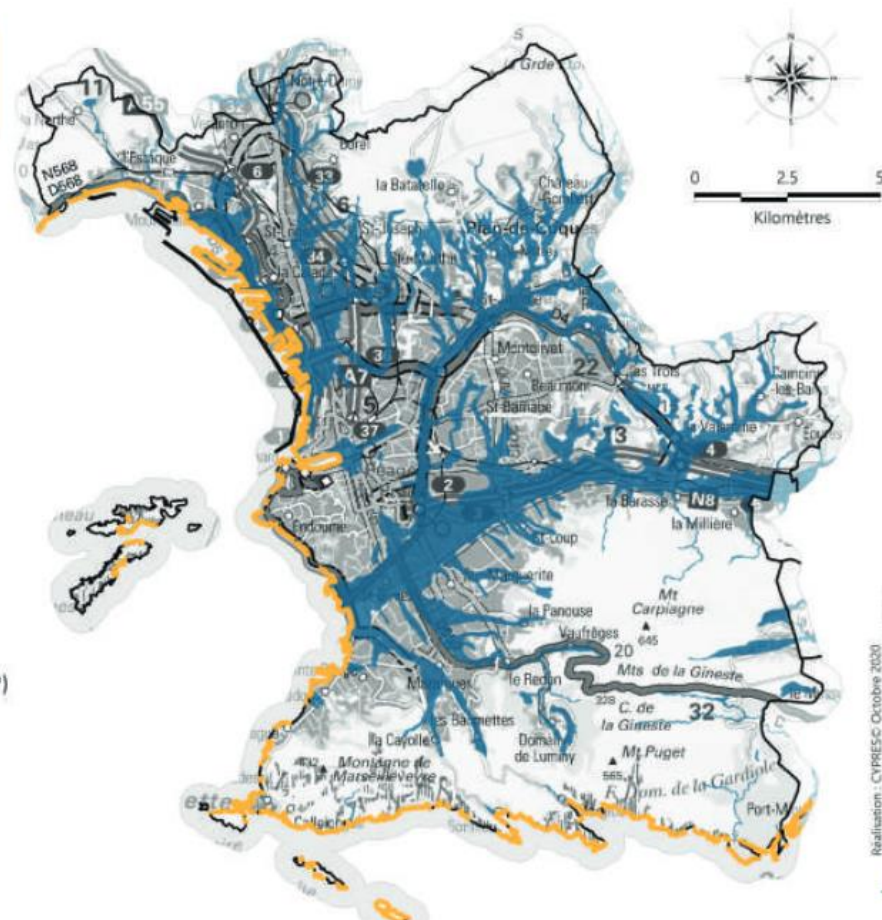
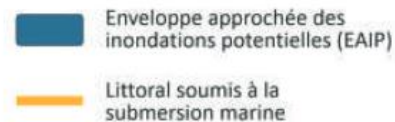
Les effets d'emballlement liés au changement climatique engendrent très peu de différence à des horizons plus court (ex 2050)

Nous proposons de retenir **deux scénarios** :

- **Scénario climatique RCP 8.5** : cette trajectoire ne prévoit pas de baisse significative à l'échelle mondiale des émissions de gaz à effet de serre ;
- **Scénario climatique: RCP 6.0** : cette trajectoire prévoit la stabilisation à l'échelle mondiale des émissions de gaz à effet de serre en 2060.

A noter la présence d'une « zone d'information submersion marine » au PLU :

- Zones soumises au
risque d'inondation



II. ANALYSE DE L'ALÉA SUBMERSION

Définition des facteurs responsables de la submersion – Généralité

Facteur « constant » et global

Élévation tendancielle du niveau des mers

Autre facteur

Tsunami

Facteurs locaux et temporaires

Marée astronomique (élévation liée à l'attraction gravitationnelle)

Marrée barométrique (surcote)

Les vents (surcote)

Le ruissellement urbain

Etat de mer (vague / clapot)

C'est la **concomitance d'au moins deux de ces événements qui est susceptible d'engendrer un épisode de submersion marine**, ou l'évènement seul dans le cas du tsunami.

Niveau d'eau extrêmes actuels à Marseille

Période de retour	GPD	Loi Exp.		Loi Exp.	
		Int. Conf. 70%	Int. Conf. 95%	Int. Conf. 70%	Int. Conf. 95%
5 ans	0,97 m	0,92 m à 1,01 m	0,88 m à 1,06 m	0,96 m	0,93 m à 1,00 m
10 ans	1,05 m	0,98 m à 1,11 m	0,93 m à 1,19 m	1,04 m	1,00 m à 1,08 m
20 ans	1,14 m	1,04 m à 1,21 m	0,97 m à 1,33 m	1,12 m	1,07 m à 1,16 m
50 ans	1,25 m	1,11 m à 1,37 m	1,02 m à 1,53 m	1,22 m	1,17 m à 1,27 m
100 ans	1,33 m	1,16 m à 1,49 m	1,06 m à 1,72 m	1,29 m	1,24 m à 1,36 m
200 ans	1,42 m	1,21 m à 1,61 m	1,09 m à 1,93 m	1,37 m	1,31 m à 1,44 m
500 ans	1,53 m	1,27 m à 1,80 m	1,13 m à 2,24 m	1,47 m	1,40 m à 1,55 m
1 000 ans	1,62 m	1,31 m à 1,95 m	1,15 m à 2,51 m	1,55 m	1,47 m à 1,63 m

Les niveaux donnés dans ce tableau incluent tous les phénomènes ayant une action sur les niveaux d'eau :

- La marée ;
- Les surcotes ;
- Un éventuel *wave set-up* (surélévation due à l'action de la houle).

II. EXTRAPOLATION DES NIVEAUX D'EAU FUTURS

Extrapolation des niveaux d'eau futurs

Indice de confiance : **fort**

Hausse tendancielle du niveau de la mer à horizon 2100

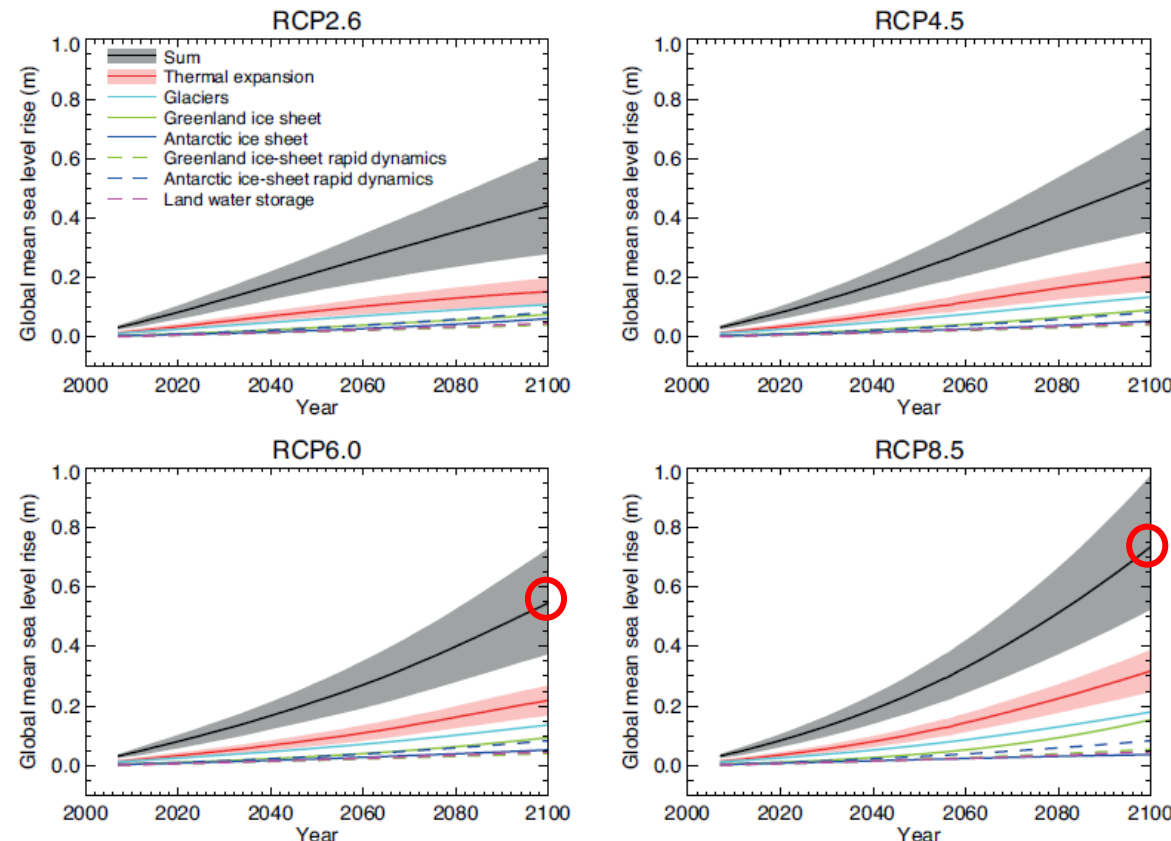
Valeur médiane des scénarios à horizon 2100 :

- +74cm pour le RCP 8.5 ;
- +55cm pour le RCP6.0.

Prédictions sont réalisées sur l'élévation du niveau moyen global de la mer par rapport à la période 1986-2005.

Valeur retenue pour l'étude :

Soit **+64cm pour le RCP 8.5** et **+45cm pour le RCP6.0**



Projection de la hausse tendancielle des océans (évaluation globale) selon les différents scénarios d'émissions (Source GIEC)

Extrapolation des niveaux d'eau extrêmes futurs

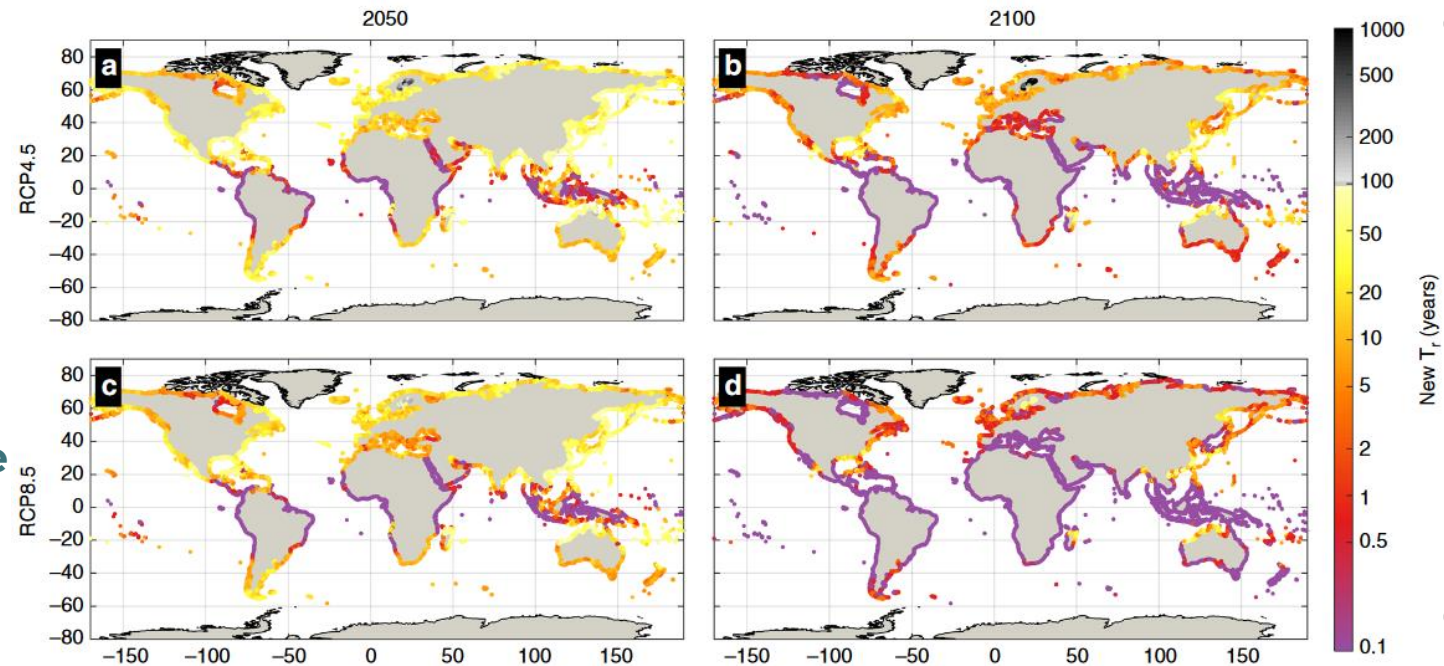
Indice de confiance : **faible**

Niveau d'eau extrêmes à horizon 2100

Selon *Vousdoukas et al.* il est prévu en Méditerranée que les événements qui sont aujourd'hui considérés comme centennaux arrivent annuellement à l'horizon 2100.

Valeur retenue pour l'étude :

Soit **+30% pour le RCP 8.5** et **+20% cm pour le RCP6.0**



Représentation des futures périodes de retour d'un événements centennale (hauteur d'eau) pour les horizons 2050 et 2100 sous deux scénarios d'émission (RCP 4.5 et 8.5) (source : Vousdoukas et al., 2018)

Extrapolation des niveaux d'eau futurs

Niveaux d'eau extrêmes pour le RCP 8.5 à horizon 2100

Période de retour +30%*	Niveau d'eau extrême pour RCP 8.5	Niveaux d'eau extrême + surélévation du niveau de la mer (RCP 8.5 en 2100)
5 ans	+ 1,26 m NGF	+ 1,90 m NGF
10 ans	+ 1,36 m NGF	+ 2,00 m NGF
20 ans	+ 1,48 m NGF	+ 2,12 m NGF
50 ans	+ 1,62 m NGF	+ 2,26 m NGF
100 ans	+ 1,72 m NGF	+ 2,36 m NGF
200 ans	+ 1,84 m NGF	+ 2,48 m NGF
500 ans	+ 1,98 m NGF	+ 2,62 m NGF
1000 ans	+ 2,10 m NGF	+ 2,74 m NGF

Niveaux d'eau extrêmes pour le RCP 6.0 à horizon 2100

Période de retour +20%*	Niveau d'eau extrême pour RCP 6.0	Niveaux d'eau extrême + surélévation du niveau de la mer (RCP 6.0 en 2100)
5 ans	+ 1,16 m NGF	+ 1,61 m NGF
10 ans	+ 1,26 m NGF	+ 1,71 m NGF
20 ans	+ 1,37 m NGF	+ 1,82 m NGF
50 ans	+ 1,50 m NGF	+ 1,95 m NGF
100 ans	+ 1,59 m NGF	+ 2,04 m NGF
200 ans	+ 1,70 m NGF	+ 2,15 m NGF
500 ans	+ 1,83 m NGF	+ 2,28 m NGF
1000 ans	+ 1,94 m NGF	+2,39 m NGF

* Les hypothèses de période de retour présentées dans ce tableau sont très conservatrices, et représentent un cas très défavorable des projections de l'influence du changement climatique sur les niveaux d'eau extrêmes.

Discussion des résultats

Les prédictions sur les évolutions des niveaux d'eau extrêmes en lien avec le changement climatique sont sujettes à de **nombreuses incertitudes**. Nous proposons aussi de considérer deux données pour lesquels nous avons un indice de confiance plus élevé :

RCP 6.0 : Projection excluant les incertitudes liées aux effets du CC sur les fréquence et intensité des niveaux d'eau extrêmes	Elévation	RCP 8.5 : Projection excluant les incertitudes liées aux effets du CC sur les fréquence et intensité des niveaux d'eau extrêmes	Elévation
Elévation liée à la hausse tendancielle du niveau de la mer (RCP 6.0)	+ 0,45 m	Elévation liée à la hausse tendancielle du niveau de la mer (RCP 8.5)	+ 0,64 m
Elévation liée au niveau d'eau d'événements centennaux actuels	+ 1,33 mNGF	Elévation liée au niveau d'eau d'événements centennaux actuels	+ 1,33 mNGF
Total	+ 1,78 mNGF	Total	+ 1,97 mNGF

II. NIVEAU D'EAU RETENU POUR LES PROJECTIONS

Niveaux d'eau retenues pour les rendus graphiques

Projections des hauteurs d'eau pour un événement centennal, intégrant tous les effets du changement climatique

Projection pour RCP 6.0	
Elévation liée à la surélévation tendancielle du niveau de la mer	+ 0,45m
Niveau d'eau extrême centennal horizon 2100	+ 1,59mNGF
Total	+ 2,04mNGF

Projection pour RCP 8.5	
Elévation liée à la surélévation tendancielle du niveau de la mer	+ 0,64m
Niveau d'eau extrême centennal horizon 2100	+ 1,72mNGF
Total	+ 2,36mNGF

Projections des hauteurs d'eau pour un événement centennal, n'intégrant pas les incertitudes du changement climatique

RCP 6.0 : Projection excluant les incertitudes liées aux effets du CC sur les fréquence et intensité des niveaux d'eau extrêmes	Elévation	RCP 8.5 : Projection excluant les incertitudes liées aux effets du CC sur les fréquence et intensité des niveaux d'eau extrêmes	Elévation
Elévation liée à la hausse tendancielle du niveau de la mer (RCP 6.0)	+ 0,45 m	Elévation liée à la hausse tendancielle du niveau de la mer (RCP 8.5)	+ 0,64 m
Elévation liée au niveau d'eau d'événements centennaux actuels	+ 1,33 mNGF	Elévation liée au niveau d'eau d'événements centennaux actuels	+ 1,33 mNGF
Total	+ 1,78 mNGF	Total	+ 1,97 mNGF



RCP 6.0

Submersion des bords à quai (max 20cm environ).

Pas d'impact sur la halle J0 ou l'emprise du futur bâtiment.



- Périmètre d'étude
- Emplacement du futur siège social du GPMM
- Halle J0
- Représentation des hauteurs d'eau pour une submersion de 2,04 mètres NGF
- Hauteur d'eau NGF - RCP 6.0**
- Projection des niveaux d'eau avec indice de confiance fort : +1,78 mètres NGF
- Projection des niveaux d'eau avec indice de confiance faible : +2,04 mètres NGF
- Intervalle d'incertitude pour une projection des niveaux d'eau (RCP 6.0)



RCP 8.5

Submersion des bords à quai (max 50cm environ).

Légère vulnérabilité à la submersion pour la halle J0 et le futur bâtiment.

Le point le plus vulnérable : **flanc est, au niveau de la rue.**

En cause : point bas au niveau de la gare maritime

Selon ce scénario, des mesures doivent être prises pour l'atteinte de la résilience à l'aléa submersion.



IV. RECOMMANDATION POUR L'ATTEINTE DE LA RÉSILIENCE

RECOMMANDATIONS FAITES SUR LA BASE DU RCP 8.5 : CAS DÉFAVORABLE

Bâtiment PHARE

Entresol / accès RDC

- Accès et prises d'air à placer en dehors des zones identifiées comme vulnérable.
- Dispositifs d'étanchéité temporaires



Entresol / accès RDC

- Programme de mise en place des Dispositifs d'étanchéité temporaires (+ formation)
- Système d'élimination des eaux résiduelles (en cas d'infiltration)



Entresol / accès RDC

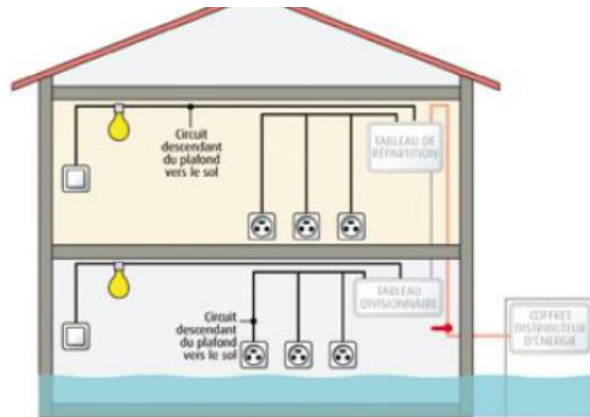
- Mise en sécurité des équipements de génie climatique



Bâtiment PHARE

Entresol / accès RDC

- Mise en sécurité des installations électriques.



Principe de séparation des installations électriques situées au-dessus et en dessous du niveau des PHF

Entresol / accès RDC

- Programme de maintenance et de surveillance des espaces bas (surveillance des pathologies susceptibles d'accentuer la vulnérabilité).



Entresol / accès RDC

- Mise en sécurité du système d'ascenseur;
- Conservation d'une sortie de secours à un emplacement non vulnérable.



HALLE J0

Poteau flanc sud

- Peinture industrielle destinée aux ouvrages d'art en milieu maritime ;
- Cette solution devra aussi être accompagnée d'un programme de maintenance adéquat.



Dalle halle J0

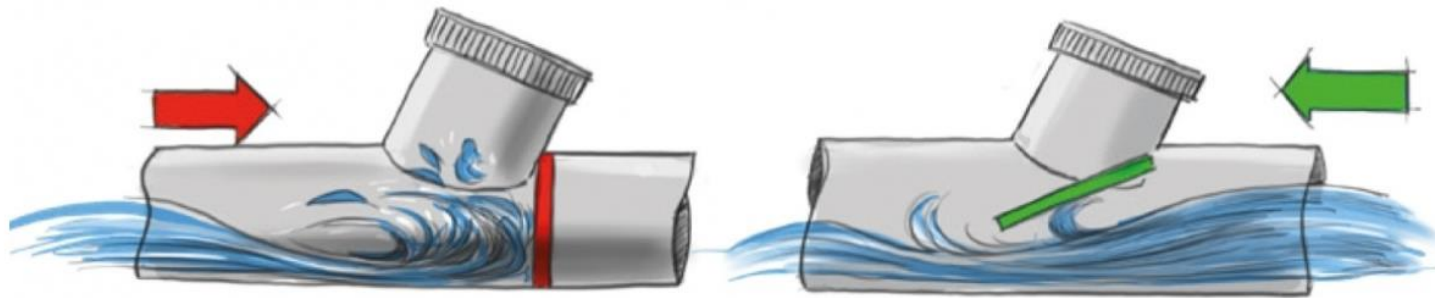
- Une réfection intégrale de la dalle de la halle J0 : au vu de son âge, des pathologies tel que le faïençage sont susceptibles de générer des infiltrations d'eau salée sous la dalle avec un impact sur les fondations.



RÉSEAUX EP

Exutoire réseau sous dalle J0

- Installation d'un clapet anti-retour pour prévenir les impacts potentiels d'une surélévation du niveau d'eau dans les canalisations EP



V. CONCLUSION

CONCLUSION

*Nous avons établi que les parties basses (entresol et RDC) du projet PHARE sont **légèrement sensibles à l'aléa submersion**, selon un scénario pessimiste à horizon 2100.*

Pour autant, ce scénario représente un cas très défavorable qui dépend d'une trajectoire climatique qui n'est pas encore avérée aujourd'hui.

Discussion des conclusions :

- Incertitudes du modèle liées à une projection lointaine (+70 ans) ;
- 2nd évaluation de la vulnérabilité, à une échéance plus lointaine, permettant de réduire les incertitudes.

Aujourd'hui, il faut prévoir pour le projet :

- L'espace nécessaire à la mise en œuvre des solutions adaptatives (affinées sur la base de la 2nd évaluation).
- Certains éléments dimensionnants qui doivent être mis en œuvre en même temps que la construction du bâtiment :
 - Travaux de mise en protection de la halle JO ;
 - Réseau EP ;
 - Choix du positionnement des accès bâtiment et prises d'air.

MERCI

