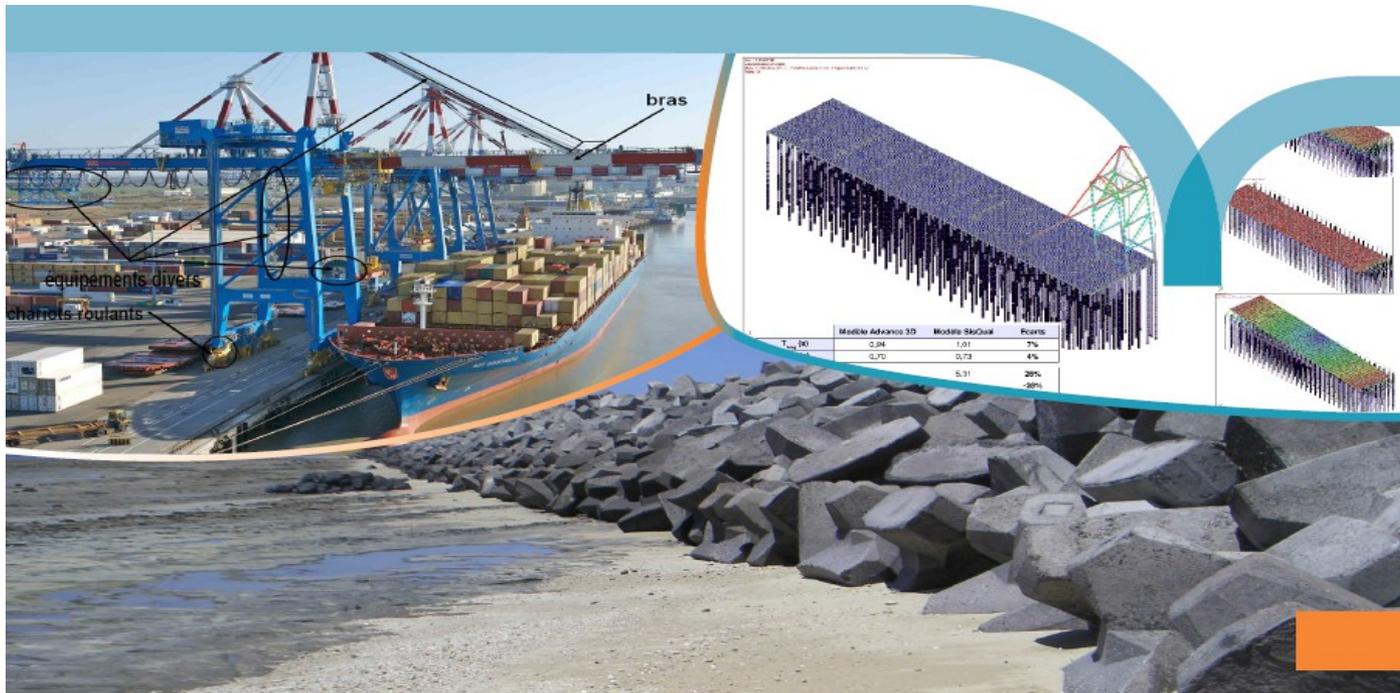


Impact du changement climatique



Plan de la présentation

- Les experts du changement climatique
- Le changement climatique
- Les observations
- Les projections
- Les solutions d'adaptation des infrastructures portuaires et côtières

Les experts du changement climatique

Groupe du GIEC (Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat)

ONERC (Observatoire National sur les Effets du Réchauffement Climatique)

PNACC (Plan National d'Adaptation Au Changement Climatique)

Le changement climatique

Hausse des températures

Évolution des précipitations

Modification des tempêtes et des cyclones

Acidification de l'eau

Hausse du niveau moyen des mers

→ grande hétérogénéité mondiale

Le changement climatique

Hausse des températures

Évolution des précipitations

Modification des tempêtes et des cyclones

Acidification de l'eau

Hausse du niveau moyen des mers

→ grande hétérogénéité mondiale

La hausse du niveau moyen des mers

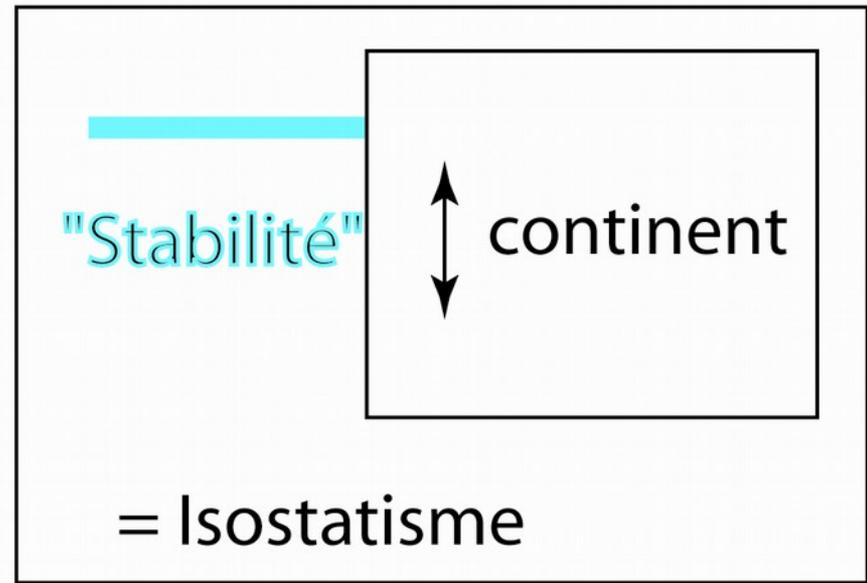
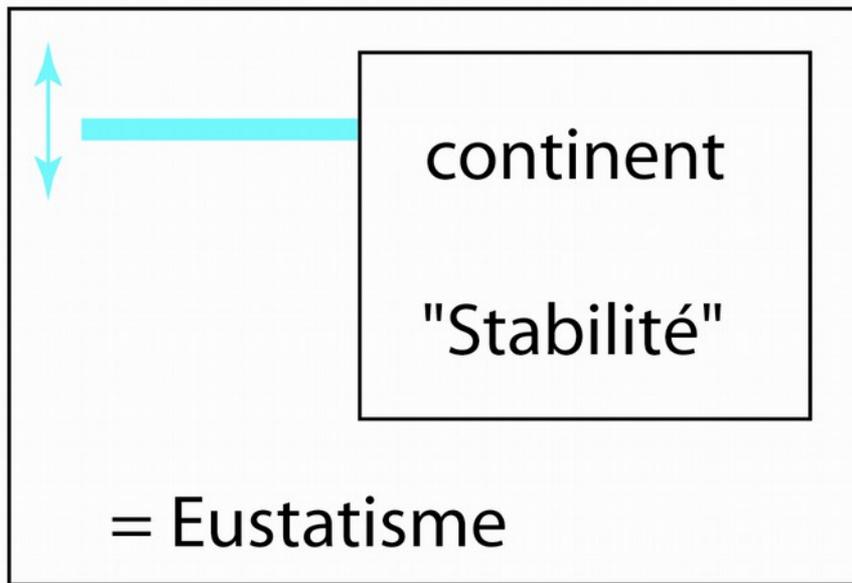
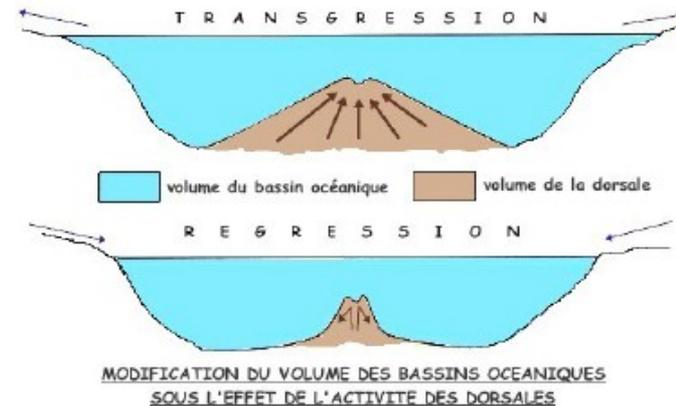


Schéma de S Costa

La hausse du niveau moyen des mers

Les causes :

- 1 - Dilatation thermique des eaux océaniques (effet stérique)
- 2 - Transferts d'eau depuis la cryosphère vers l'océan mondial
- 3 - La géométrie des bassins océaniques : l'influence de l'activité et du nombre de dorsales océaniques



2003
26 juin 2016

s infrastructures maritimes confrontées aux
aléas naturels

La hausse du niveau moyen des mers

| | Échelle de temps | Vitesse d'élévation | Amplitude verticale maximale |
|--|---|---|-------------------------------|
| L'effet stérique | qqs centaines d'années | <u>Rapide</u> (qqs cm/an) | qqs mètres |
| Destruction calotte glaciaire | qqs dizaines à la centaine de milliers d'années | <u>Modeste</u> (qqs mm/an) | La centaine de mètre |
| Variation du volume du bassin océanique | qqs dizaines de millions d'années | <u>Lente</u> (qqs dixièmes de mm/an) | Plusieurs centaines de mètres |

La hausse du niveau moyen des mers – Les observations

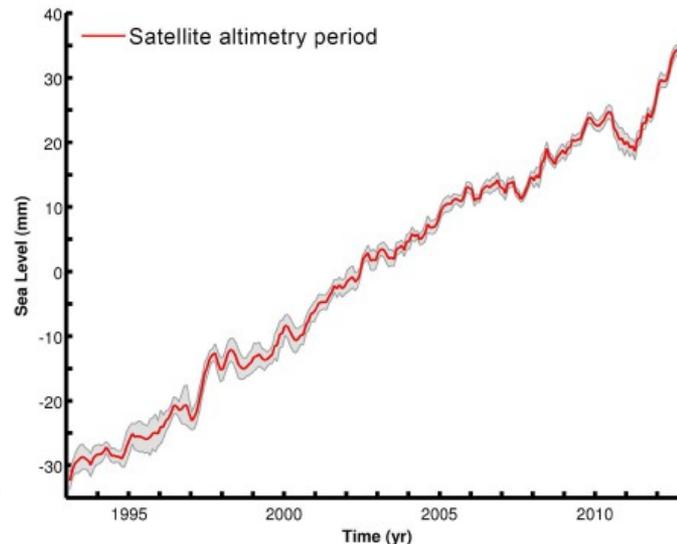
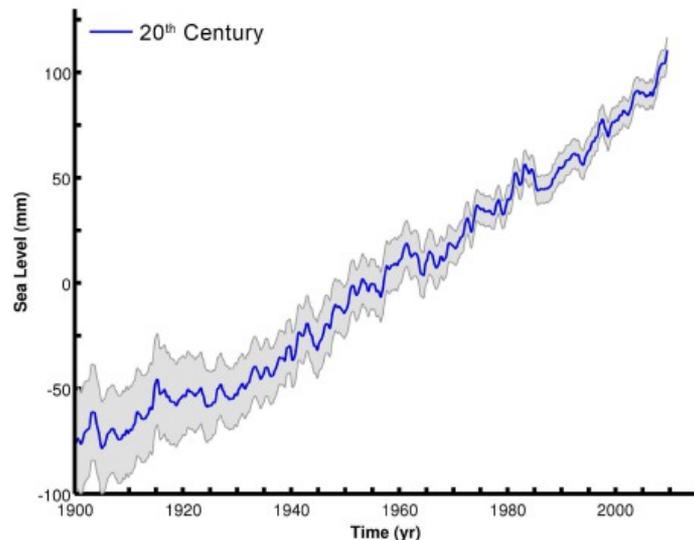
A l'échelle mondiale

Données marégraphiques :

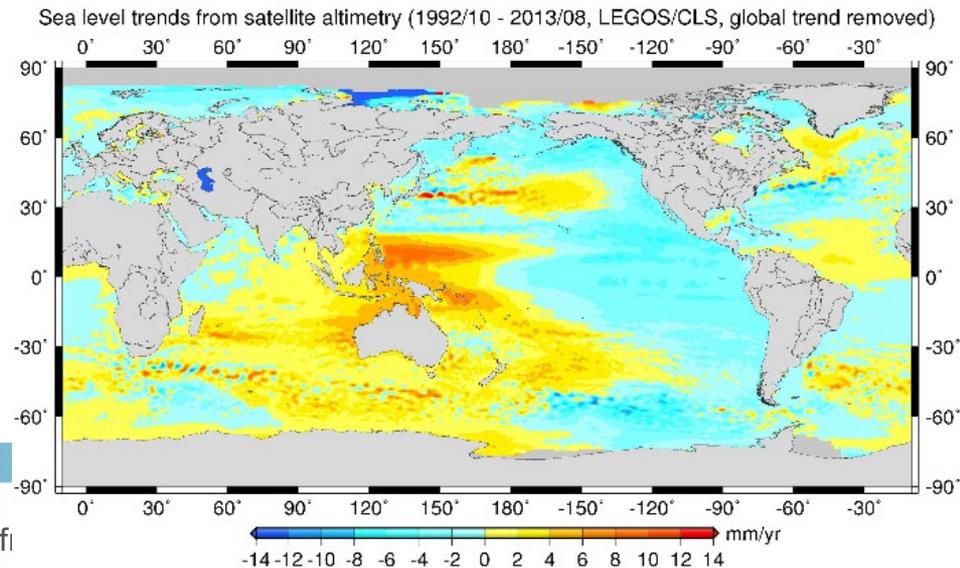
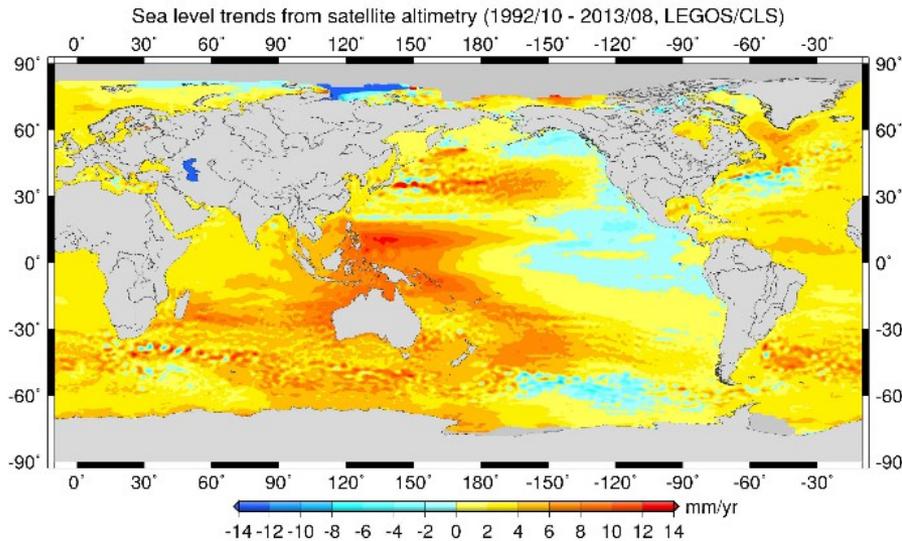
1.7 mm/an (± 0.2 mm) 1901-2010

Données altimétriques :

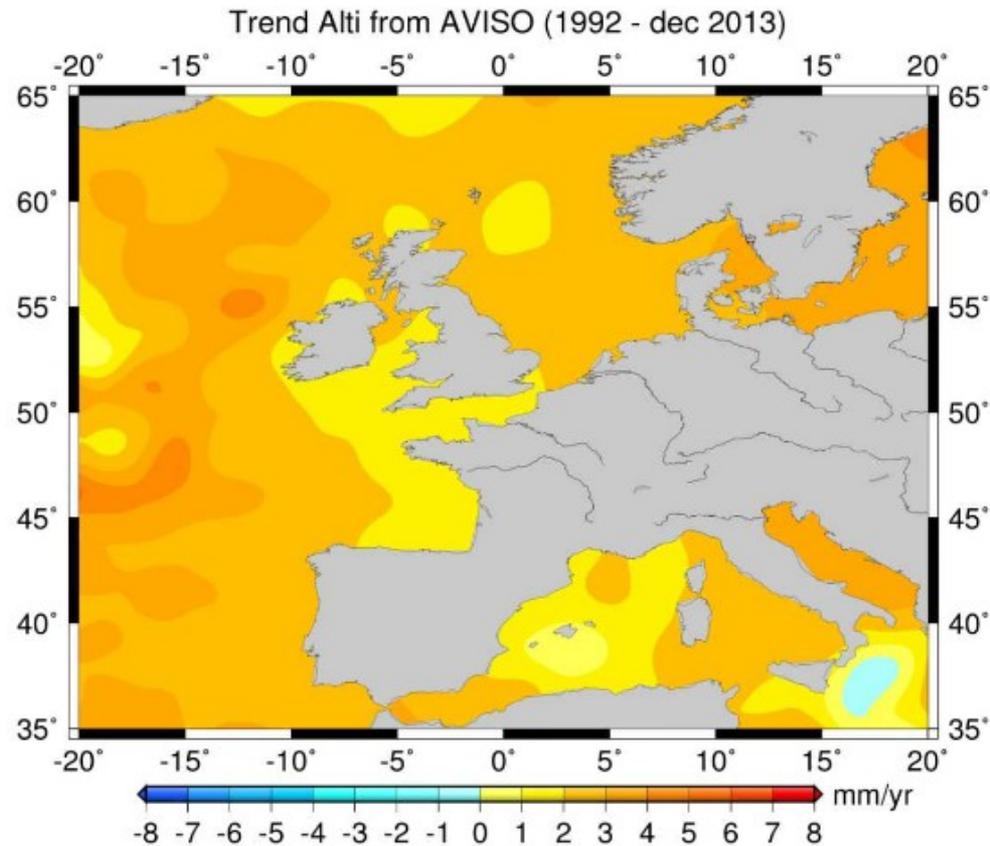
3.2 mm/an (± 0.4 mm) 1993-2014



La hausse du niveau moyen des mers – Les observations



La hausse du niveau moyen des mers – Les observations



La hausse du niveau moyen des mers – Les projections

A l'échelle mondiale d'ici fin du XXIe siècle

4e rapport GIEC (2007) : 18 et 59 cm

5e rapport GIEC (2014) : 26 et 82 cm

- prise en compte de nouveaux scénarios (RCP)
- nouvelles méthodologies de calcul
- représentation plus complète de la contribution de l'écoulement de la glace des calottes polaires

Modifications des houles – Les projections

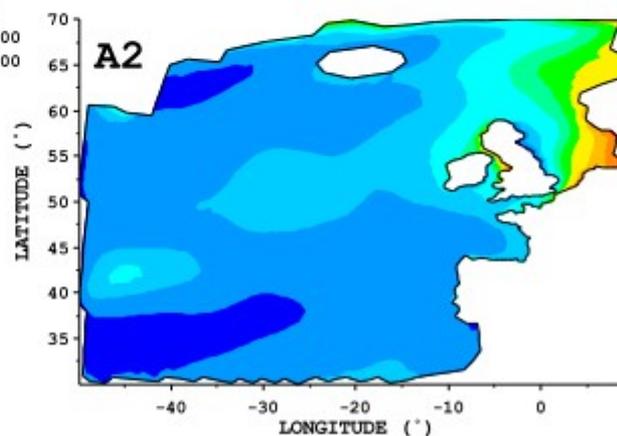
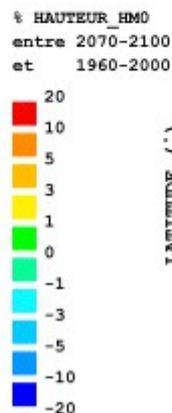
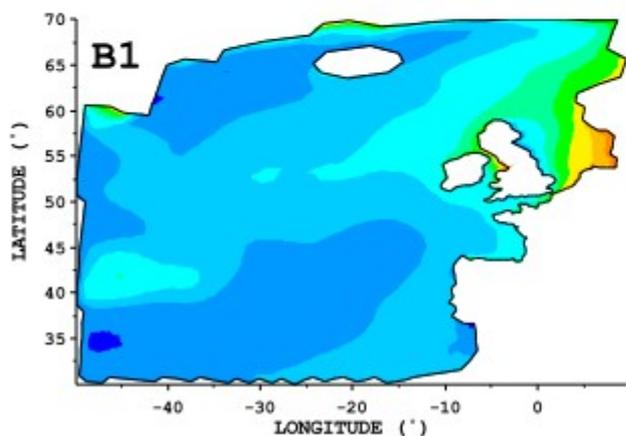
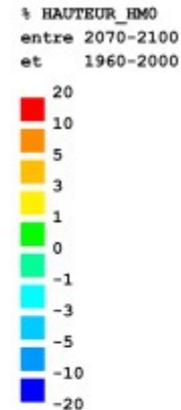
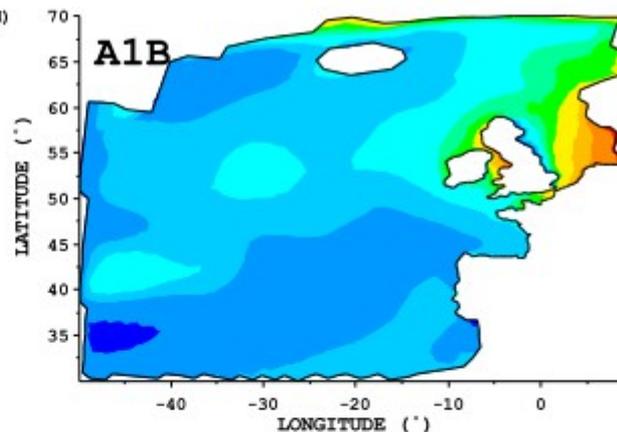
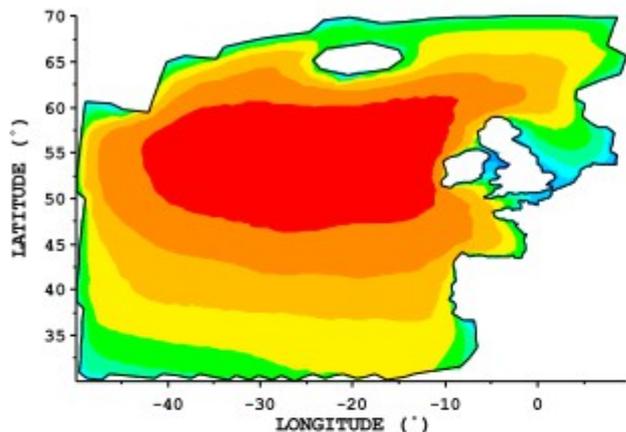
Pas de consensus scientifique

Comparaison des états de mer moyens et extrêmes sur 1960-2000 et 2040-2070 et 2070-2100

Morellato D., Benoit M., Tiberi-Wadier A.-L. (2010) *États de mer et changement climatique. Simulation des états de mer dans l'océan atlantique de 1960 à 2100 pour trois scénarios de changement climatique*. Journées "Impacts du Changement Climatique sur les Risques Côtiers", 15-16 Novembre 2010, BRGM, Orléans (France)

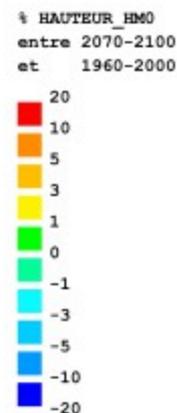
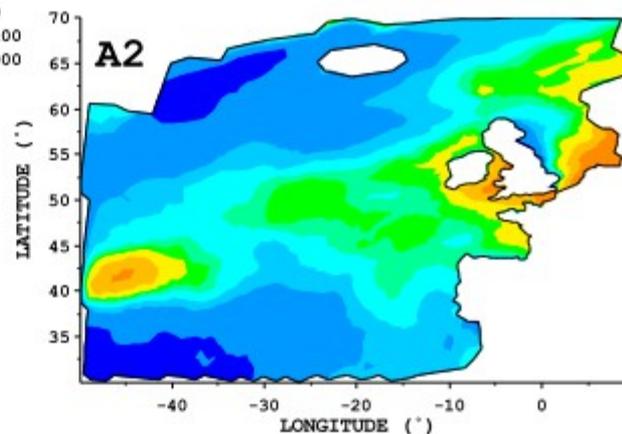
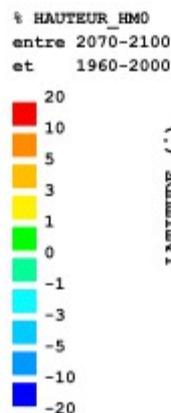
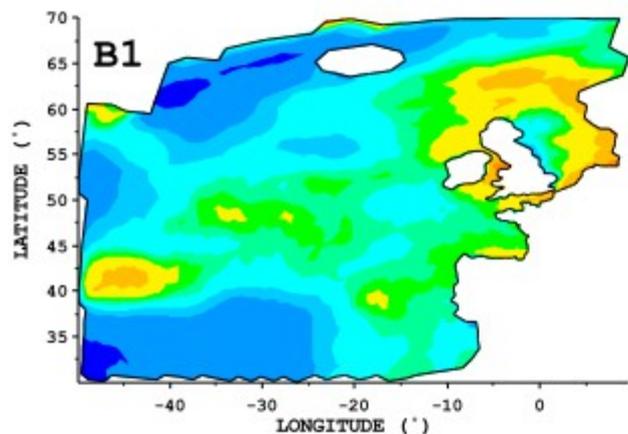
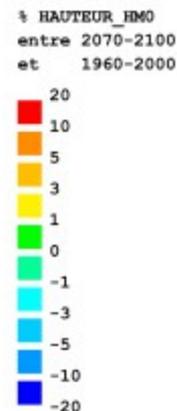
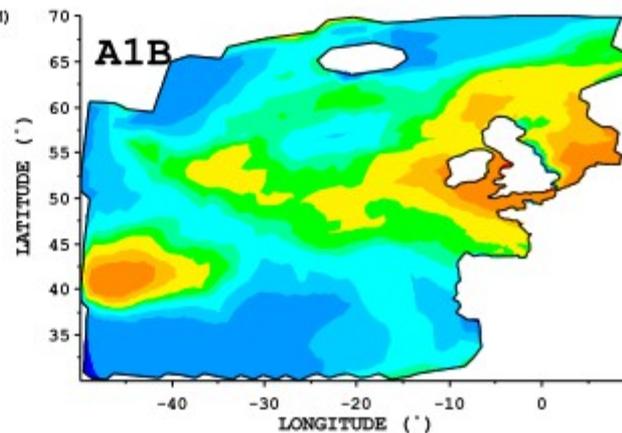
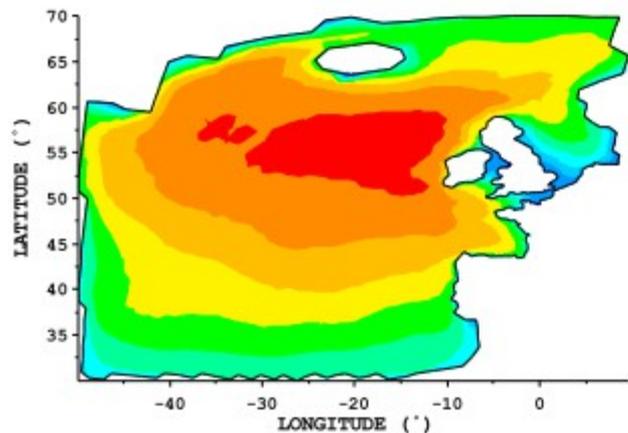
Modifications des houles – Les projections

Différence entre les moyennes de la hauteur des vagues sur la période 2070-2100 et la période 1960-2000



Modifications des houles – Les projections

Différence entre les QUANTILE-99 de la hauteur des vagues sur la période 2070-2100 et la période 1960-2000



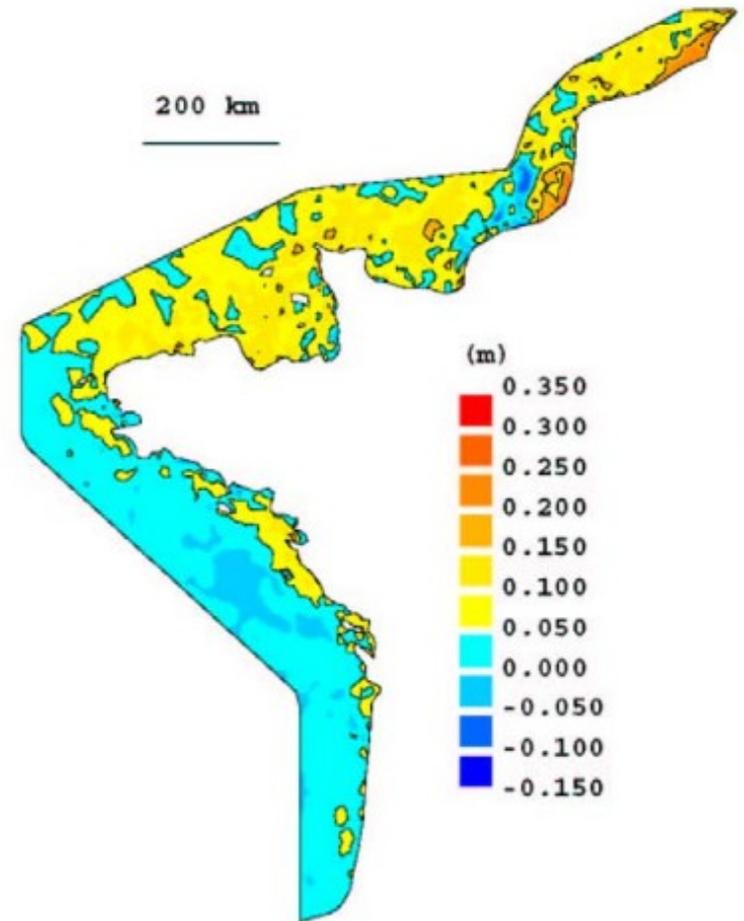
Modifications des surcotes – Les projections

Comparaison des surcotes extrêmes sur 1979-2003 et 2087-2111

Programme DISCOBOLE

Données pour le dimensionnement des Structures Côtières et des Ouvrages de Bord de mer à Longue Echéance

Boulet T., Violeau D. (2007). *Détermination de l'évolution des surcotes extrêmes à l'horizon 2100 par simulation numérique*, Contribution à la tâche 1 du projet Discole, EDF LNHE



Modifications des houles – Les projections

Attention en proche côtier

Hauteur de vagues limitée par la profondeur d'eau

$$H / d \approx 0.8$$

La prise en compte dans les dimensionnements ou les règlements

Rapport de l'ONERC 2010 (Prise en compte de l'élévation du niveau de la mer en vue de l'estimation des impacts du changement climatique et des mesures d'adaptation possibles)

Hausse des niveaux des mers

3 hypothèses :

- hypothèse optimiste : 0,40 m
- hypothèse pessimiste : 0,60 m
- hypothèse extrême : 1 m

Pas de prises en compte des évolutions des houles

La prise en compte dans les dimensionnements ou les règlements

Plan de Prévention des Risques Littoraux

Orientations en zone urbanisée

Hypothèse pessimiste de l'ONERC
 + 20 cm pour l'aléa de référence actuel
 + 40 cm en prospection (aléa 2100)

| Aléa de référence | Aléa 2100 | | |
|-------------------|--|---------------|-----------------|
| | Faible | Modéré | Fort |
| Nul | Constructible (prescriptions le cas échéant) | Prescriptions | Prescriptions |
| Faible | Constructible (prescriptions le cas échéant) | Prescriptions | Prescriptions |
| Modéré | | Prescriptions | Prescriptions |
| Fort | | | Inconstructible |

Orientations en zone non urbanisée

| Aléa de référence | Aléa 2100 | | |
|-------------------|---|----------------------------------|-----------------|
| | Faible | Modéré | Fort |
| Nul | Constructible (prescriptions le cas échéant) | Prescriptions ou inconstructible | Inconstructible |
| Faible | Inconstructible (non aggravation de la vulnérabilité) | Inconstructible | Inconstructible |
| Modéré | | Inconstructible | Inconstructible |
| Fort | | | Inconstructible |

Extrait circulaire 27 juillet 2011

 Zone urbanisée d'intérêt stratégique (ex: centre urbain dense)

 Zone urbanisée

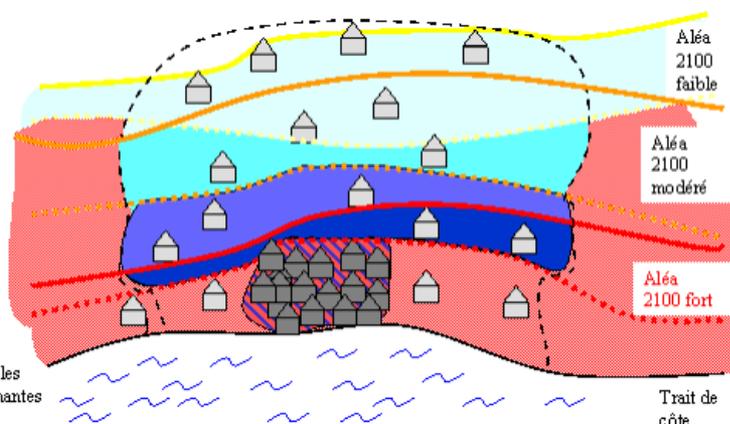
Zonage réglementaire:

 inconstructible

 Zone stratégique où le développement urbain est permis sous conditions

 constructible avec prescription
 Plus le bleu est clair, moins les prescriptions sont contraignantes

Prise en compte de l'aléa 2100



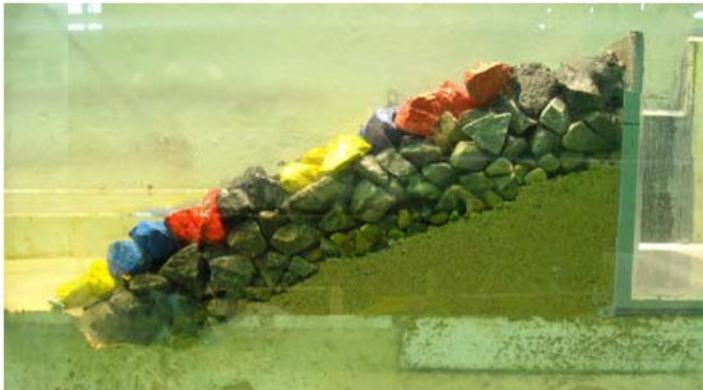
Les solutions d'adaptation des infrastructures portuaires et côtières

Projet Sao Polo 2012

(Stratégie d'adaptation des ouvrages de protection marine ou des modes d'occupation du littoral vis-à-vis de la montée du niveau des mers et des océans)

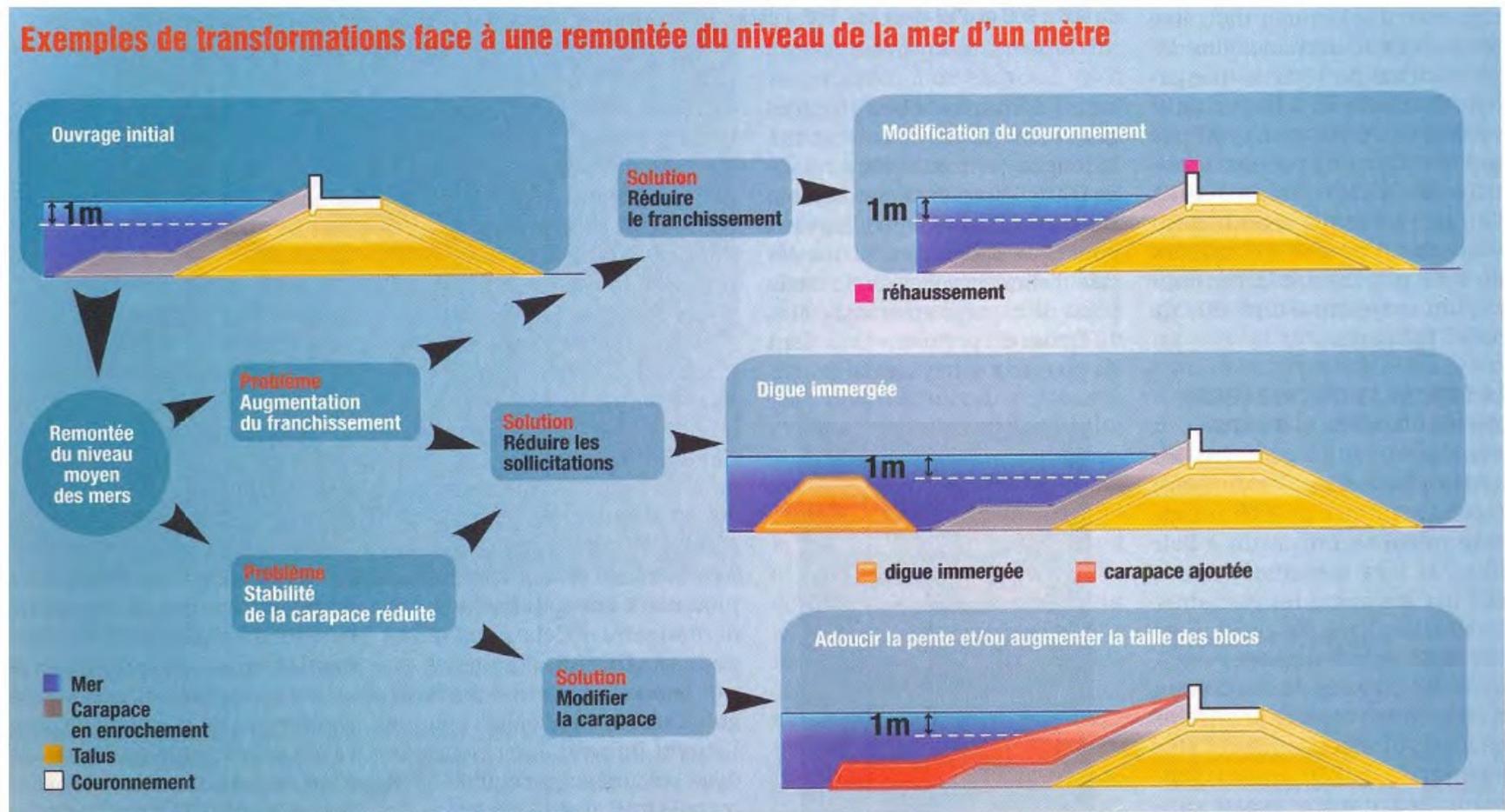
Études de plusieurs solutions pour assurer un même niveau de service de l'ouvrage

Les solutions d'adaptation des infrastructures portuaires et côtières



Les solutions d'adaptation des infrastructures portuaires et côtières

Exemples de transformations face à une remontée du niveau de la mer d'un mètre



Les solutions d'adaptation des infrastructures portuaires et côtières

| | | Laisser - faire | Renforcement | Redimensionnement | Repli |
|---|--|--|---|---|---|
| Méthodologie | |  |  |  |  |
| Dommages aux ouvrages |  <ol style="list-style-type: none"> 1) Calcul de la houle 2) Dommage à la carapace 3) Dommage au couronnement 4) Annualisation des coûts | fort | moyen | faible | faible |
| Dommages aux biens |  <ol style="list-style-type: none"> 1) Calcul des volumes 2) Hauteur d'eau devant l'enjeu 3) Dommage aux biens 4) Annualisation des coûts | fort | moyen | faible | faible |
| Coût de renforcement / reconstruction |  <ol style="list-style-type: none"> 1) Choix du renforcement ou redimensionnement 2) Redimensionnement 3) Calcul des coûts 4) Annualisation des coûts | | moyen | fort | |
| Coût du repli |  <ol style="list-style-type: none"> 1) Choix de la zone de repli 2) Calcul des coûts 3) Annualisation des coûts | | | | fort |
| Stratégie à privilégier sur le quartier Malraux en fonction de l'élévation du niveau moyen de la mer | | 0 – 1 m | 1 – 2 m | > 2 m | > 2 m |

Liens utiles

Les rapports du Giec

<http://www.developpement-durable.gouv.fr/-GIEC-et-expertise-climatique-.html>

L'ONERC

<http://www.developpement-durable.gouv.fr/Presentation-et-missions.html>

PNACC

<http://www.developpement-durable.gouv.fr/Contenu-du-plan-national-d>

Rapport climat de la France au XXIe siècle – Volume 5 – Changement climatique et niveau de la mer

<http://www.developpement-durable.gouv.fr/Volume-5-Changement-climatique-et.html>

Portail Drias

<http://www.drias-climat.fr/>

Merci de votre attention

Céline TRMAL

Cerema Méditerranée