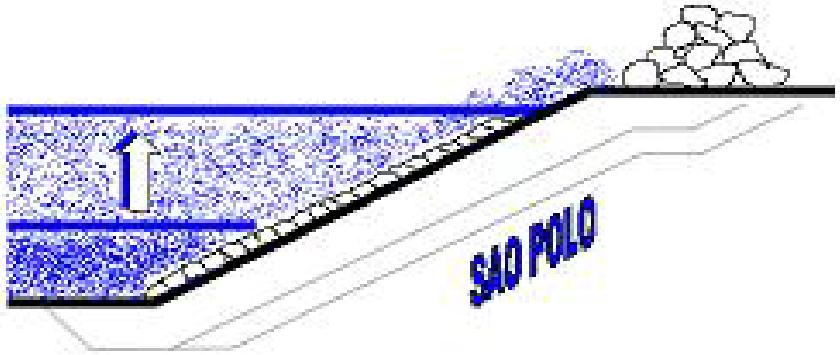
Projet SAO POLO

Stratégies 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



Guirec PREVOT
Centre d'Etudes Techniques Maritmes et Fluviales
Division Ouvrages Portuaires Maritimes
Guirec.Prevot@developpement-durable.gouv.fr

Ressources, territoires, habitats et logement
Énergie et climat
Développement durable
Prévention des risques
Infrastructures, transports et mer

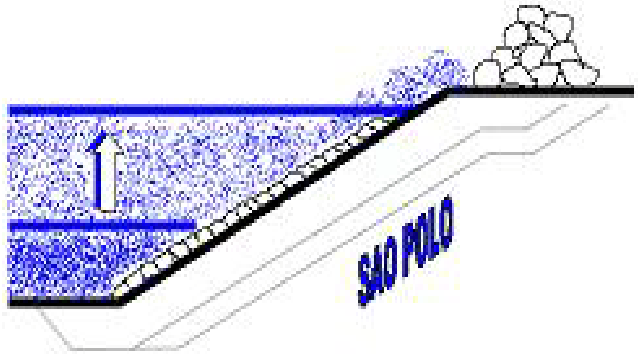
Présent pour l'avenir

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de la Mer

PARTENAIRES

LOMC



LNHE

REPORTEX
R&D Ingénierie Maritime et Fluviale

Objectifs

Avec la remontée du niveau moyen de la mer, il s'agit

- D'évaluer l'exposition des ouvrages de protection aux effets du changement climatique
- De définir une méthode d'adaptation et de renforcement des ouvrages
- De développer un système d'aide à la décision relatif au mode d'occupation des zones protégées par l'ouvrage

Déroulement du projet

- 5 tâches
  - Tâche 1 : Définition des paramètres d'études
  - Tâche 2 : Estimations des performances actuelles et futures d'un ouvrage
  - Tâche 3 : Études des renforcements des structures
  - Tâche 4 : Chiffrage et coûts de la sécurité
  - Tâche 5 : Outils d'aide à la décision pour orienter la stratégie d'adaptation

Tâche 1 : Définition des paramètres d'études

- **Inventaire linéaire d'ouvrages présents en France métropolitaine**
  - **Ouvrages portuaires**
  - 53% de digues en enrochements naturels
  - 14% de digues en enrochements artificiels
  - 22% de digues verticales
  - **Ouvrages côtiers**
  - 80% d'ouvrages de hauts de plages
  - Dont 27% en enrochements, 33% perrés imperméables (maçonnerie ou béton), 17% de murs à parement vertical
- **Données environnementales**
  - **Études sur les trois façades maritimes (Manche/Mer du Nord, Atlantique, Méditerranée)**
  - Pentes des fonds fortes en Méditerranée
  - Marnage important en Manche

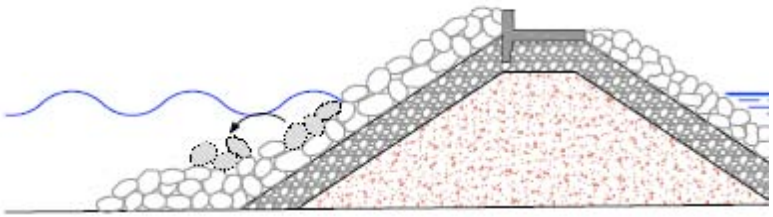
Tâche 1 : Définition des paramètres d'études

- **Inter-comparaison des modèles numériques**
  - Houle (H) donnée importante dans le dimensionnement des ouvrages
  - Utilisation de logiciel de propagation pour déterminer la houle à l'ouvrage
  - Comparaison entre modèle numérique REEF 2000 – BEACH – FUN WAVE – SWAN et un modèle analytique Goda (2000)
  - Le modèle de Goda (2000) est choisi pour nos calculs. Il s'agit d'une méthode relativement précise et facile d'emploi

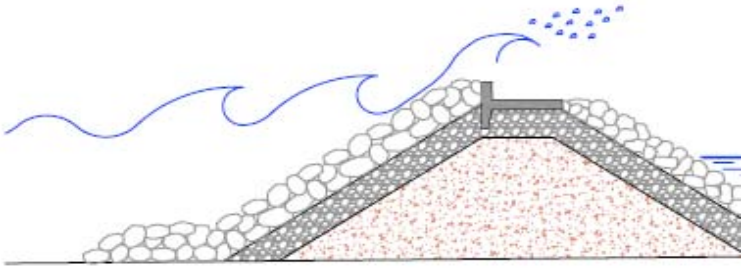
- **Les corrélations Houle-Surcôte**
  - Le niveau d'eau (N) est aussi important dans le dimensionnement des ouvrages
  - Actuellement, pour le dimensionnement d'un ouvrage, on fixe un niveau d'eau de dimensionnement associé à une période de retour donnée. On fait de même pour la houle de dimensionnement. On dimensionne à l'aide de ces deux évènements disjoints
  - La période de retour de l'évènement conjoint (Houle de dimensionnement, Niveau de dimensionnement) est beaucoup plus importante
  - L'étude des corrélations permettra sur une méthode analogue à celle développée en Angleterre, de déterminer les couples (H,N) pour des périodes de retour d'événements conjoints et/ou déterminer la période de retour des évènements qui ont été choisis pour dimensionner certains ouvrages.

Tâche 2 : Estimations des performances actuelles et futures d'un ouvrage

- **Travail à partir des formules semi-empiriques existantes**.
- **Méthodologie :**
  - Sous l'effet du changement climatique, quelles seront les performances de l'ouvrage sans modifications ?
  - Quelles caractéristiques de l'ouvrage faut-il modifier pour conserver les mêmes performances ?
- **Deux axes d'études :**
  - Analyse de la stabilité des carapaces en enrochements
  - Analyse des franchissements



Stabilité



Franchissement

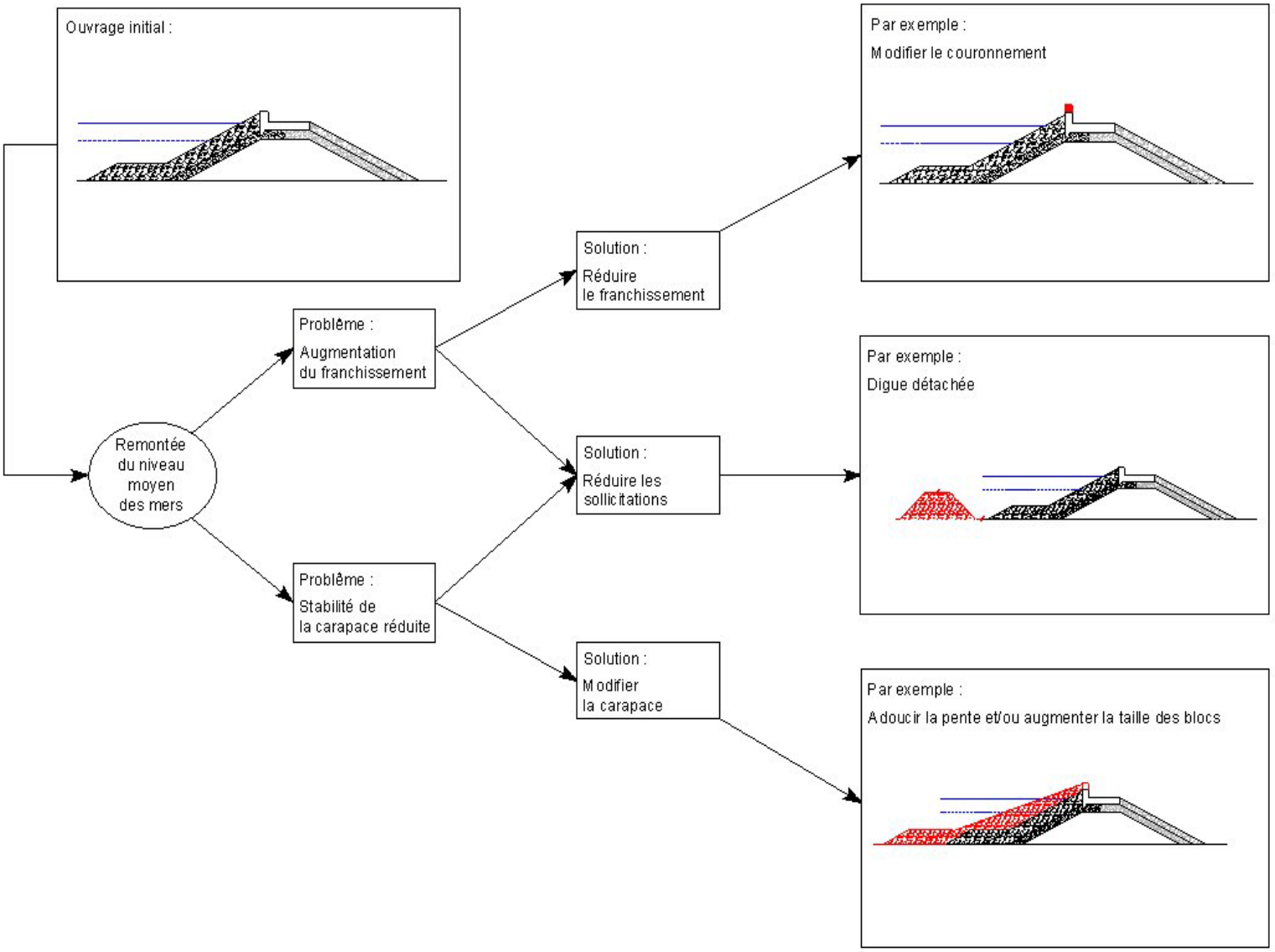
Tâche 2 : Estimations des performances actuelles et futures d'un ouvrage

- **Conditions testées :**
  - Plusieurs niveaux d'eau : [1m, 10m] en pied d'ouvrage
  - Trois pentes des fonds : 1%, 5%, 10%
  - Trois hauteurs de houles : 4m, 8m et 12 m au large (propagées ensuite)
- **Résultats**
  - Les ouvrages situées en très faible profondeur sont les plus sensibles.
  - Par exemple, l'augmentation d'un mètre du niveau moyen de la mer nécessiterait :
    - de surélever des ouvrages d'au moins deux mètres pour conserver les performances hydrauliques initiales (franchissements)
    - de doubler la masse des enrochements dans de telles conditions
    - Sous l'hypothèse de houles déferlées sur l'ouvrages, des formules simplifiées sont proposées

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de la Mer

Stratégie d'adaptation des ouvrages



Tâche 3 : Études des renforcements des structures

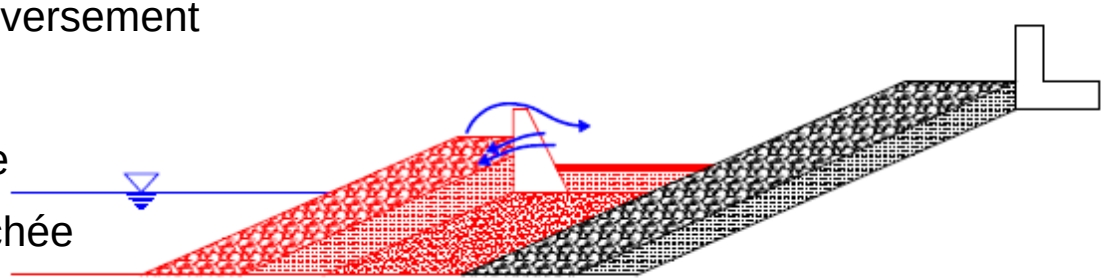
Modèles en canal à houle réalisé au LNHE (EDF) et à l'Université du Havre

Débuts des essais en Octobre 2010

- 2 protections côtières :
  - 1 talus en enrochements
  - 1 perré maçonné imperméable
- 1 digue maritime enrochements

Plusieurs configurations testées

- Hauteur du parapet du mur de couronnement
- Ajout d'une couche d'enrochement de diamètre plus important
- Ajout d'un bassin de déversement
- Ajout d'une berme
- Modification de la pente
- Ajout d'une digue détachée

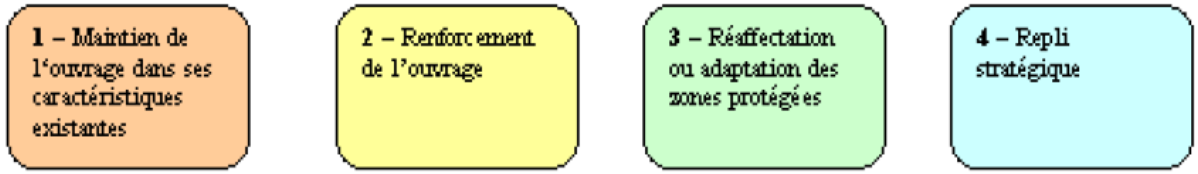


Tâche 4 : Chiffrage et coûts de la sécurité

- Évaluation économique des travaux de renforcement
- Estimation de la valeur des biens protégés ainsi que les autres coûts (ex. coûts de déménagement)
- Estimation de la vulnérabilité avant travaux
- Estimation de la vulnérabilité résiduelle aprés travaux

Tâche 5 : Outils d'aide à la décision pour orienter la stratégie d'adaptation

- Développement d'une méthodologie visant à orienter le choix entre le maintien de l'ouvrage dans ces caractéristiques existantes, son renforcement, ou la réaffectation des zones anciennement protégées



- Problèmes : diversité et complexité des données à prendre en compte (coût, territoire, ouvrages...)

- Proposition de mise en place d'indicateurs facilitant la compréhension et l'analyse des différents scénarios possibles

- Ces indicateurs permettront d'aboutir à un guide de recommandations pour accompagner les acteurs locaux dans la prise de décision