

Méthode de couplage vague-morphodynamisme du littoral par principe de minimisation

Ronan Dupont

▶ **To cite this version:**

Ronan Dupont. Méthode de couplage vague-morphodynamisme du littoral par principe de minimisation. Journée Des Doctorants de Géosciences Montpellier, Jun 2022, Montpellier, France. hal-03696035

HAL Id: hal-03696035
https://hal.science/hal-03696035

Submitted on 15 Jun 2022

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

MÉTHODE DE COUPLAGE VAGUE-MORPHODYNAMIQUE DU LITTORAL PAR PRINCIPE DE MINIMISATION

R. Dupont [1, 2, 3]

[1] GEOSCIENCES-M, Univ Montpellier, CNRS, Montpellier, France, ronan.dupont@umontpellier.fr
[2] IMAG, Univ Montpellier, CNRS, Montpellier, France
[3] GLADYS, Univ Montpellier, CNRS, Le Grau du Roi, France

Introduction

• Un nouveau modèle de morphodynamique du littoral a été développé sur la base de la **minimisation de l'énergie** sous contrainte. C'est le **premier modèle** à création de barre sédimentaire. Cette approche pourrait à terme s'étendre dans de nouvelles disciplines.

• Opti-Morph est un code **robuste** qui a été validé numériquement en terme de stabilité et sensibilité.

• Opti-Morph a été validé à travers des cas comparant des données expérimentales de canal et des simulations numériques avec XBeach.

• Le modèle est **rapide** et de **faible complexité**.

• Les calculs peuvent être exécutés en parallèle sur un cluster HPC.

• Ce modèle peut utiliser des données réelles allant du 1D au 2D (multi-1D).

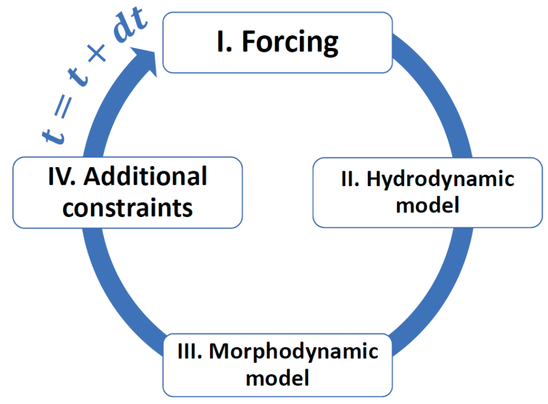


Fig. 1. *Schéma de fonctionnement d'OptiMorph*

Modèle numérique

1) Fonction coût:

L'évolution du fond marin ψ est obtenu par principe de minimisation de la fonction coût J. Ici on minimise l'énergie d'une vague avant le déferlement.

$$J(\psi, t) = \frac{1}{16} \int_{\Omega_S} \rho_w g H^2(\psi, x, t) dx \quad [J.m^{-1}]$$

Ω_s : zone avant déferlement [m]
ρ_w : densité de l'eau [kg.m^{-3}]
g : accélération gravitationnelle [m.s^{-2}]
H : hauteur significative de la vague [m].

2) Équation du système:

Le fond marin ψ est obtenu grâce à l'équation suivante résultant du principe de descente du gradient.

$$\begin{cases} \psi(t=0) = \psi_0 \\ \psi_t = \Upsilon \Lambda d \end{cases}$$

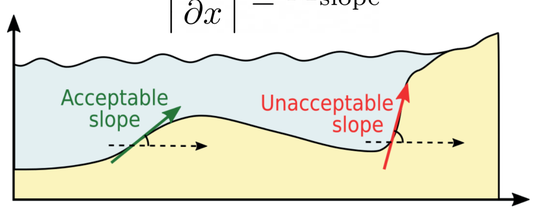
ψ_t : évolution du fond marins en temps [m.s^{-1}]
Υ : abrasion du sable [m.s. kg^{-1}]
Λ : excitation du fond marin par les vagues
ψ_0 : élévation initiale du fond de la mer [m].

Des contraintes sont ajoutées à $d = -\nabla_\psi \mathcal{J}$ afin que le modèle soit le plus réaliste possible.

3) Contraintes:

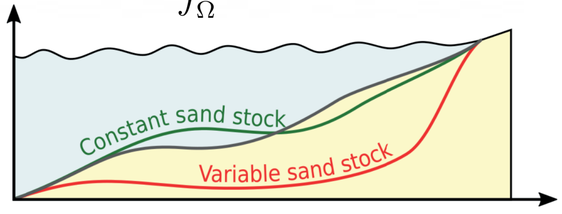
La pente du fond marin est conditionnée par un seuil *Mslope* limitant un scénario où les grains ne tomberaient pas.

$$\left| \frac{\partial \psi}{\partial x} \right| \leq M_{\text{slope}}$$



On considère bien souvent la conservation du sable au cours du temps.

$$\int_\Omega \psi(t,x)dx = \int_\Omega \psi_0(x)dx \quad \forall t \in [0, T]$$



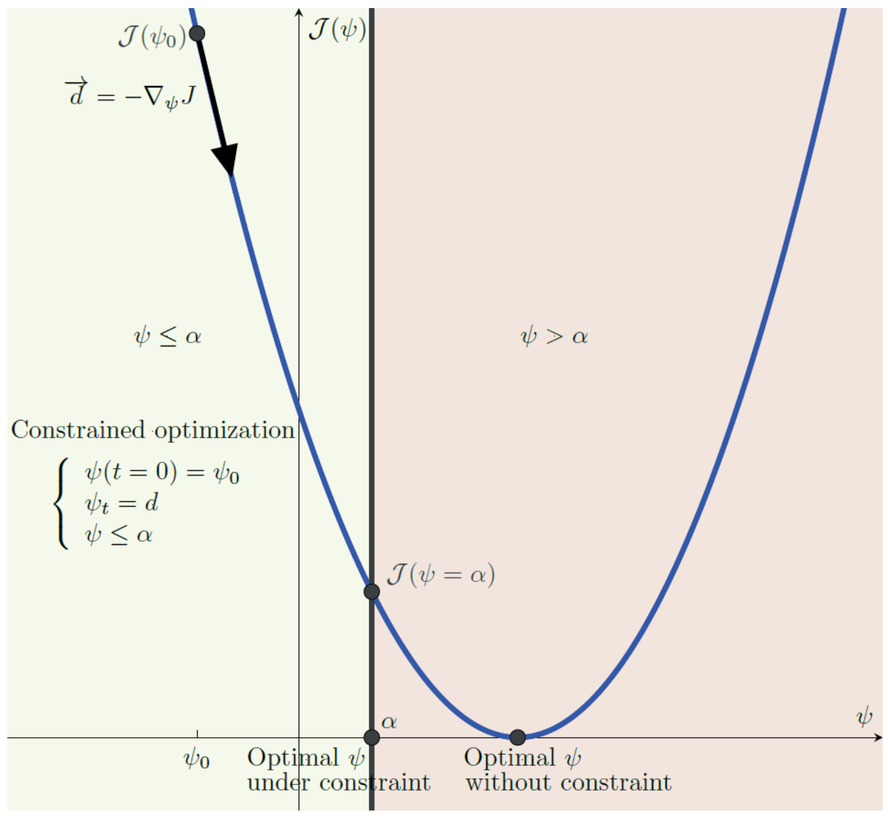


Fig. 2. *Illustration de descente du gradient avec des contraintes de conservation sableuse et de pente représentés par $\alpha \leq \psi$. L'optimum ne correspond pas nécessairement au point critique.*

Applications à un cas Multi-1D sur le Golfe d'Aigues-Mortes

• Simulation d'une tempête de plusieurs jours.

• Ajout d'une structure de protection géotube en forme de gaussienne.

• Calculs parallélisés sur 10 transects représentés en noirs. Résultat obtenus en moins de 5 minutes.

• Réduction de l'érrosion de la plage.

• Résultats similaires à ceux de la campagne expérimentale COPTER.

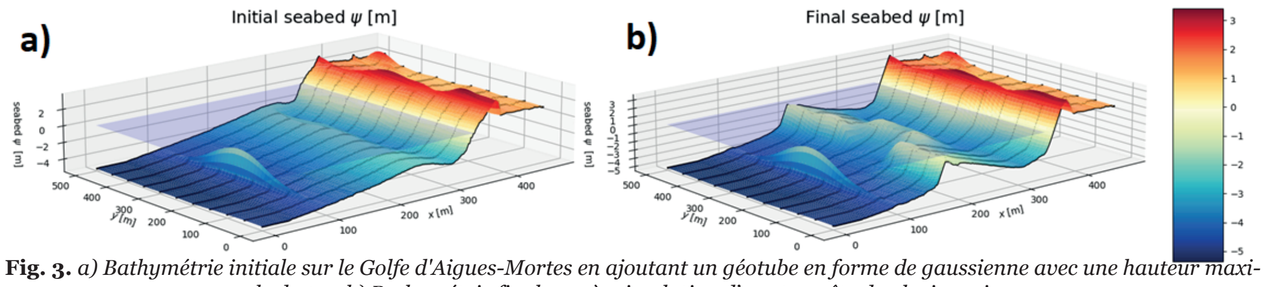


Fig. 3. *a) Bathymétrie initiale sur le Golfe d'Aigues-Mortes en ajoutant un géotube en forme de gaussienne avec une hauteur maximale de 3m. b) Bathymétrie finale après simulation d'une tempête de plusieurs jours.*

Axes de Recherche

• Implémentation et validation d'un nouveau modèle hydrodynamique polyvalent sur un plus grand nombre de cas d'utilisation.

• Validation du modèle morphodynamique pour un large pannel de simulations : 2D, 1D, acretion, ...

• Confrontations des nouveaux modèles à des données issues d'expérimentations validées par le partenaire GLADYS.

• Extension de cette notion de transport optimal à d'**autres disciplines** : développement mathétique de nouveaux formalismes et concepts.

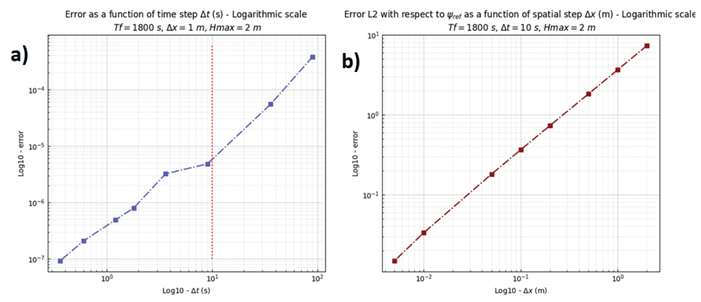


Fig. 4. *Exemple de validation numérique du code. a) Validation de convergence temporelle. b) Validation de convergence spatiale*

Références

D. Isebe, P. Azerad, B. Mohammadi, F. Bouchette (2007). Optimal shape design of defense structures for minimizing short wave impact.

M. Cook, F. Bouchette, B. Mohammadi, L. Sprunck, N. Fraysse (2021) Optimal port design minimizing standing waves with a posteriori long term shoreline sustainability analysis.

M. Cook, F. Bouchette, B. Mohammadi, L. Sprunck, N. Fraysse (2021) Application of Opti-Morph: Optimized beach protection by submerged geotextile tubes.

B. Mohammadi, & A. Bouharguane (2011). Optimal dynamics of soft shapes in shallow waters. Computers and Fluids