

Couplage vagues-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

I) Introduction

- ▶ Nouveau modèle morphodynamique du littoral basé sur la minimisation de l'énergie sous contrainte: **premier modèle** à création de barre sédimentaire.
- ▶ Application à des cas réelles en «Multi-1D».
- ▶ Modèle rapide, robuste qui converge très vite par rapport aux autres modèles.



II) Présentation du modèle OptiMorph

1) Modèle numérique

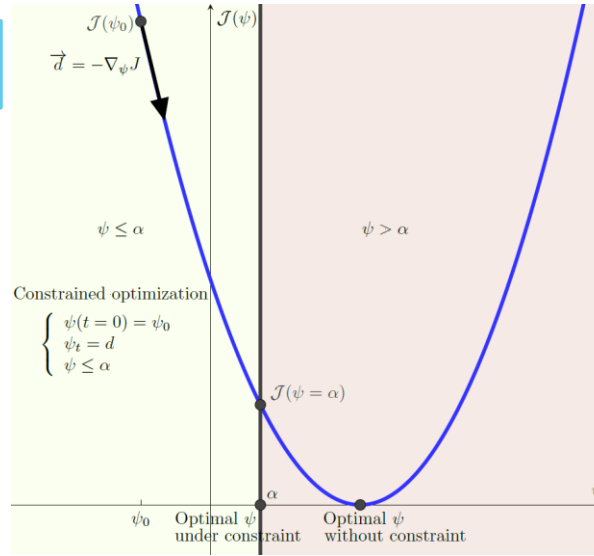
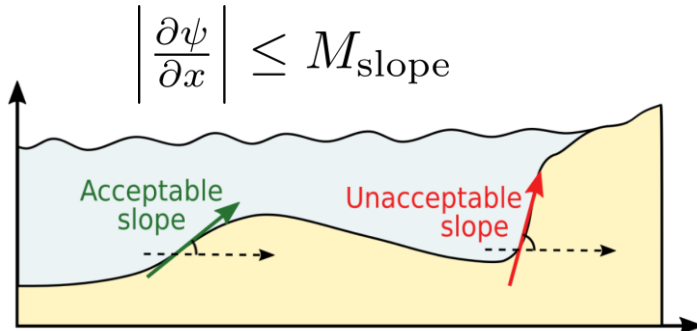
► Governing equation

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

► Cost-function

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

► Constraints



ψ_t : evolution of the seabed over time [$m.s^{-1}$]

Υ : abrasion of sand [$m.s. \text{ kg}^{-1}$]

Λ : excitation of the seabed by the water waves

ψ_0 : initial seabed elevation [m]

$d = -\nabla_{\psi} J$ + constraints : the decent direction [$J.m^{-2}$]

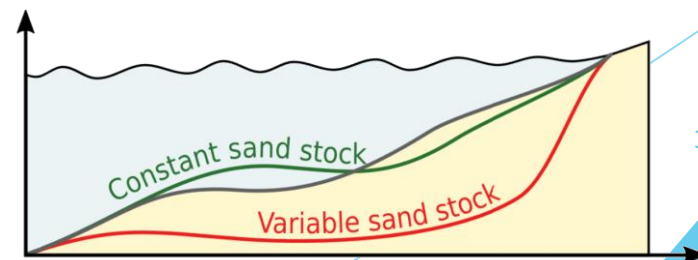
Ω_S : shoaling zone [m]

ρ_w : water density [$kg.m^{-3}$]

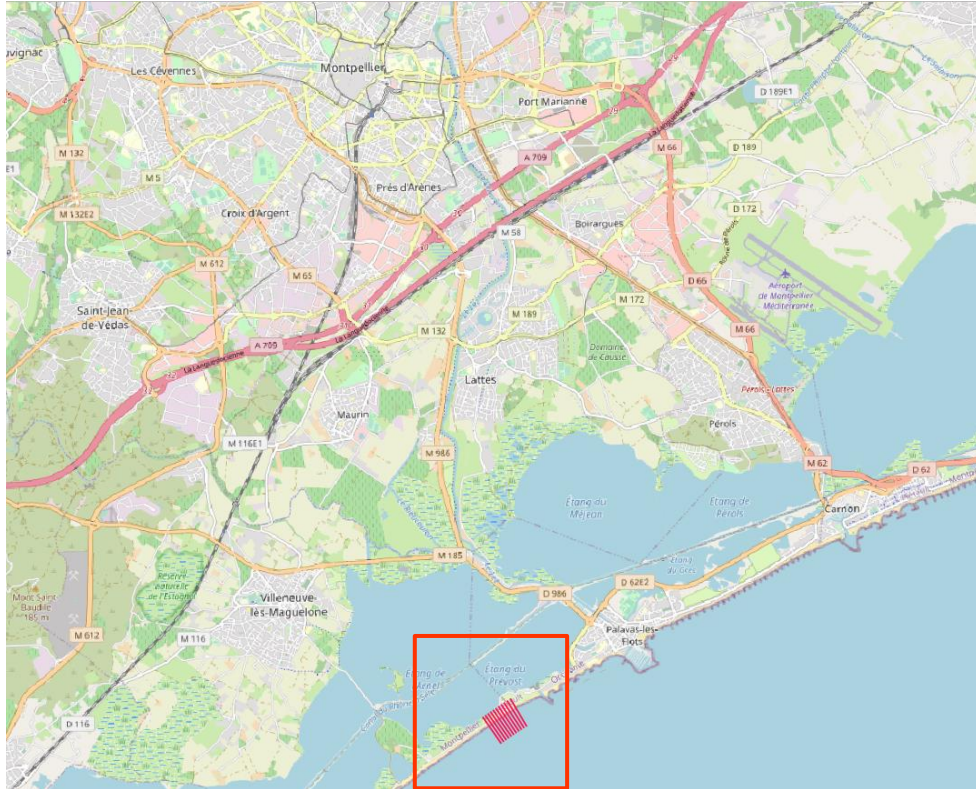
g : gravitational acceleration [$m.s^{-2}$]

H : significant wave height [m]

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



1) Localisation du Golfe d'Aigues-Mortes



Géographie de la simulation sur le Golfe d'Aigues-Mortes

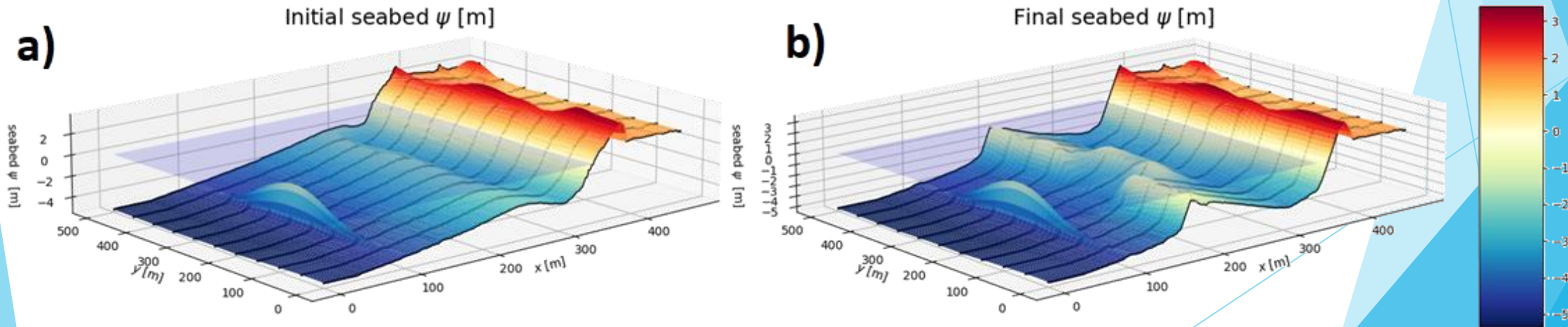
III) Applications à un cas Multi-1D

2) Simulation numérique

- ▶ 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
- ▶ Réduction de l'érosion de la plage



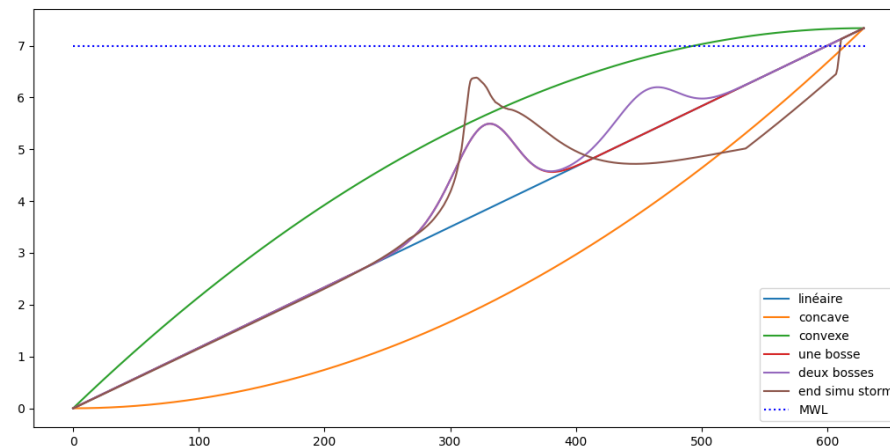
Géotube: tube en géotextile
<https://www.archiexpo.fr>



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.

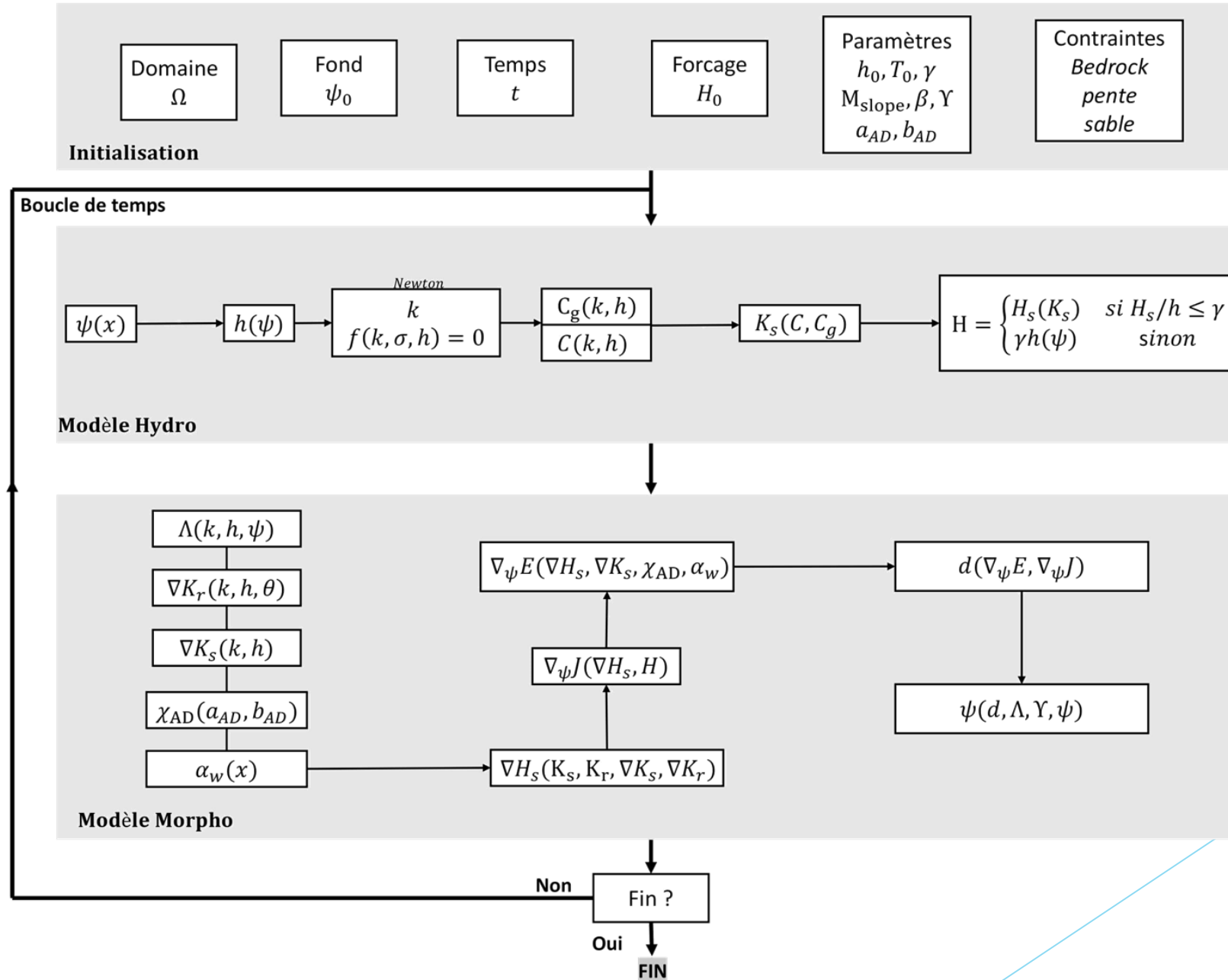
VI) Perspectives

- ▶ Implémentation d'un nouveau modèle hydrodynamique couvrant un plus grand nombre de cas d'utilisation
- ▶ Validation du nouveau modèle hydrodynamique
- ▶ Validation du modèle morphodynamique pour différents types de simulation : 2D, 1D, acretion, ...
- ▶ Développement théorique d'une manière de penser la mécanique analytique à travers un problème optimal général



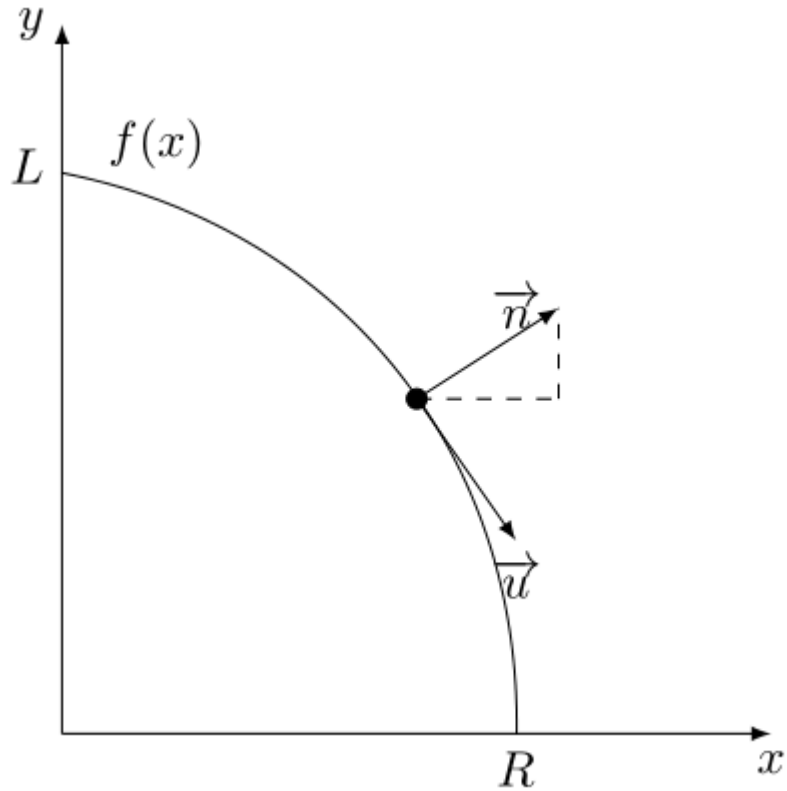
Différents types de bathymétries à tester

Appendix

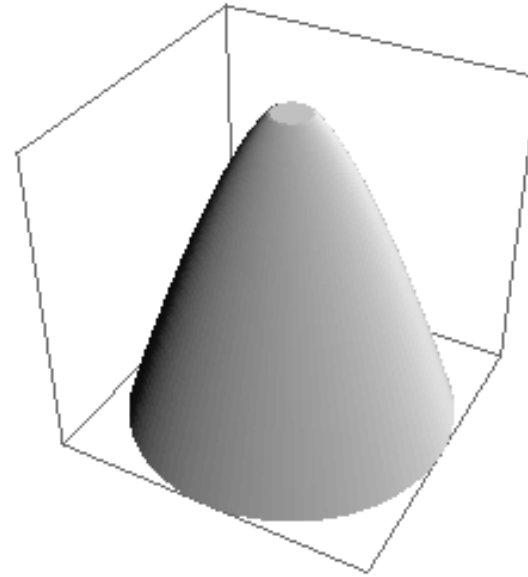


IV) Justification: choice of the cost-function by the Newton's Minimal Resistance Problem

Minimize $F(x, y, y') = \int_0^R \frac{x}{1+y'^2} dx$



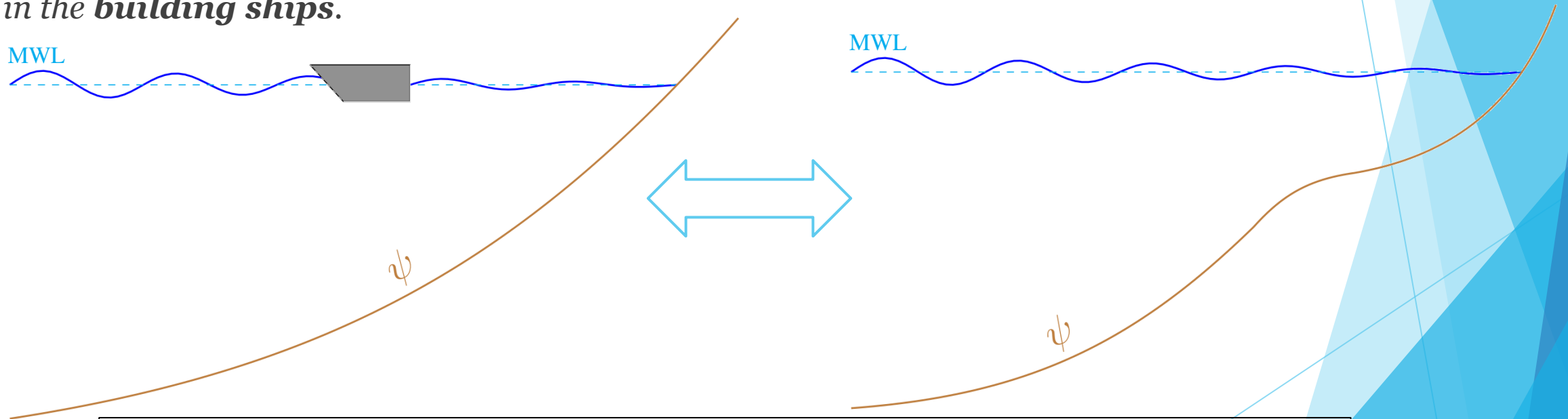
Parametrisation



Optimal configuration

IV) Justification: choice of the cost-function by the Newton's Minimal Resistance Problem

*If in a rare medium, consisting of equal particles freely disposed at equal distances from each other, a globe and a cylinder described on equal diameter move with equal velocities in the direction of the axis of the cylinder, (then) the **resistance** of the globe will be half as great as that of the cylinder I reckon that this proposition will be not without application in the **building ships**.*



Minimizing resistance on the boat (wave, friction) ₉
⇔ minimizing the resistance of seabed