

Défenses douces, l'expérience "Sand Motor"



Matthieu de Schipper

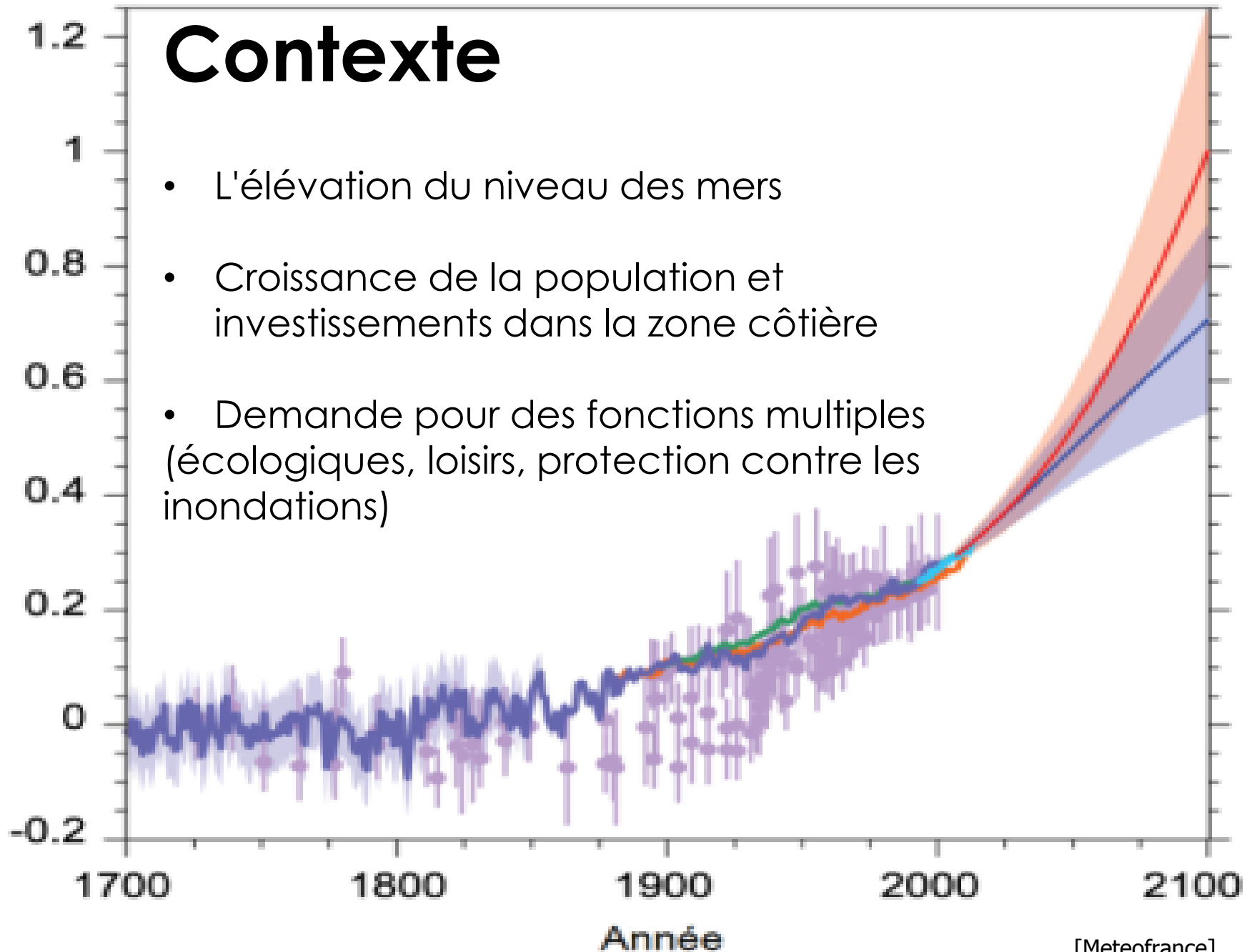
Assistant professor at Delft University of Technology
Dept. Hydraulic Engineering, Pays-Bas

*avec des contributions de Marcel Stive, Sierd de Vries,
Roeland de Zeeuw, Stefan Aarninkhof et Arjen Luijendijk*

Contexte

- L'élévation du niveau des mers
- Croissance de la population et investissements dans la zone côtière
- Demande pour des fonctions multiples (écologiques, loisirs, protection contre les inondations)

Niveau de la mer (m)



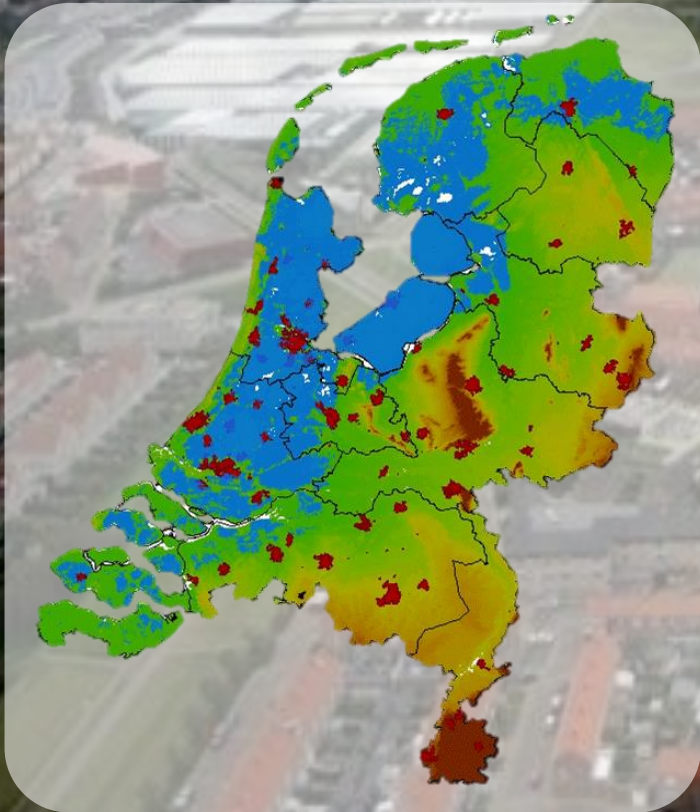
Contexte

plages étroites



Contexte Pays-Bas

plages étroites, arrière-pays peu élevé

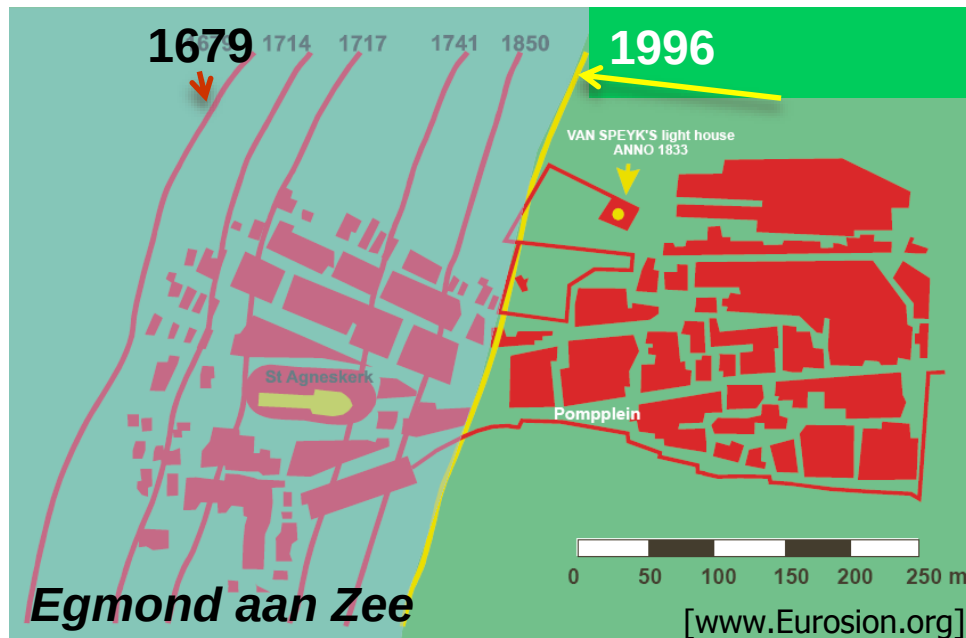


Côte Néerlandaise

Déficit annuel de sédiment

&

l'érosion structurelle



‘Défenses dures’ traditionnelles

- Digue de roche,
- Brise-lames en béton



Défenses douces (/défenses souples)

Rechargement en sable

*sable comme substance
de défense principale.*

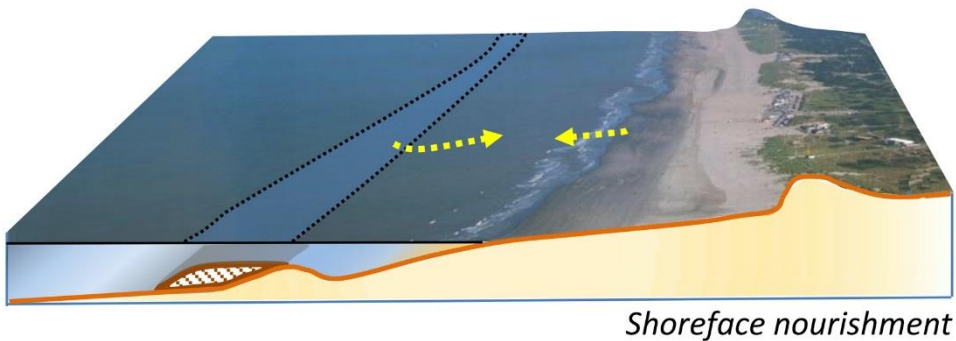


Défenses douces

Rechargement de la plage subaérienne

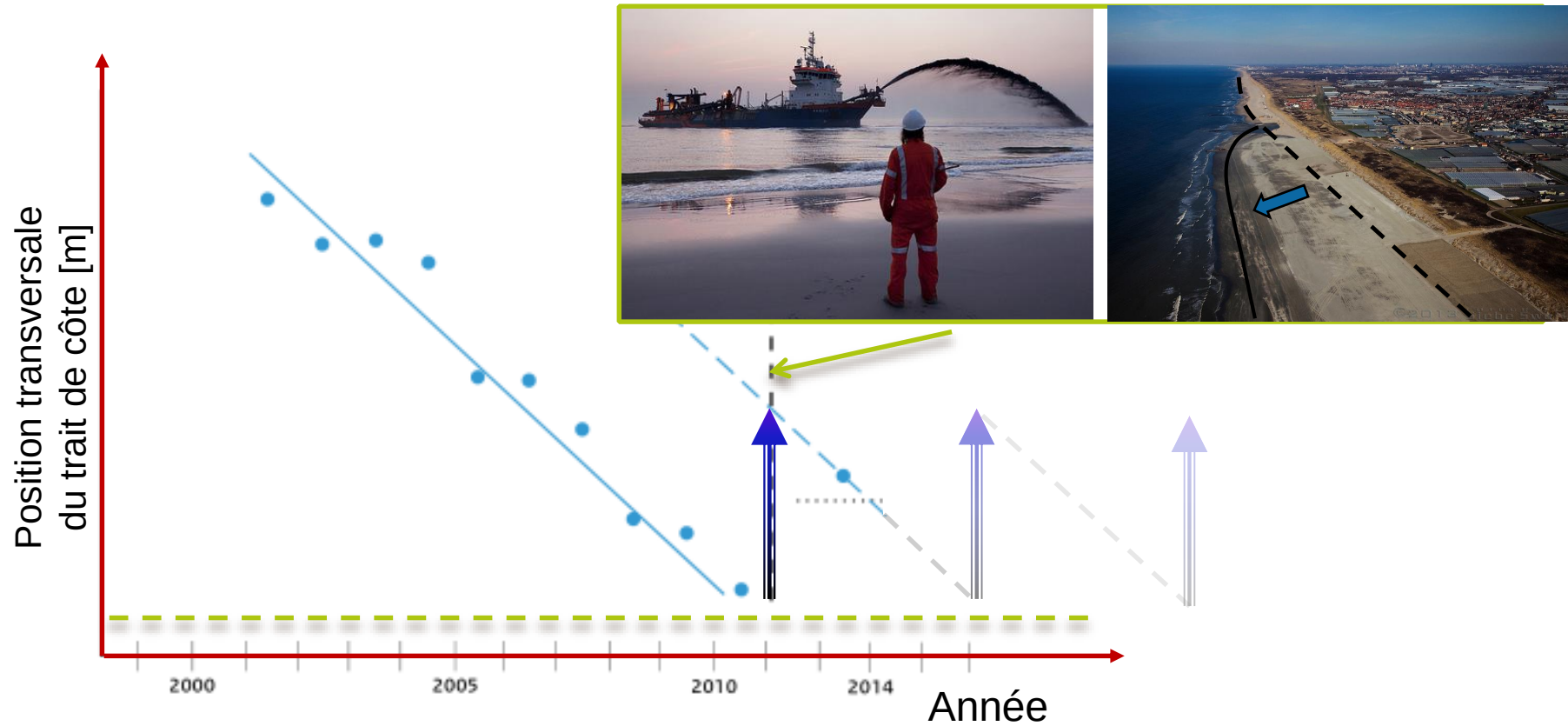


Ou dans des profondeurs
de env. 5 m



Réaction de la zone littorale

Operations successives de rechargement



Les inconvénients

Approche réactive et travaux réguliers
(tous les 3-10 ans)

Impact important sur l'environnement

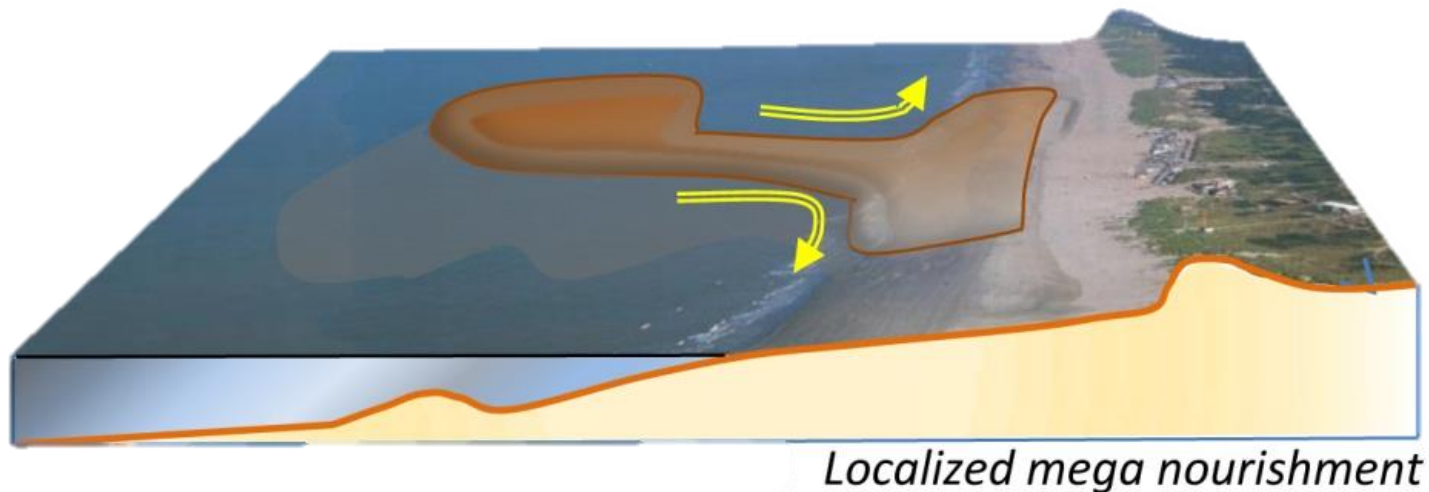
- couvrant l'écologie existante de la plage
- par des opérations d'extraction de sable au fond

Bilan carbone: ~ 3 tonnes CO₂ par million m³ de sable

L'évolution des défenses douces

1. Augmentation des volumes
2. Plusieurs fonctions (écologique, surf)
3. Laisser la nature travailler pour nous

Stratégie alternative:
L'application locale et concentrée



Dispersion du sable

Pelnard-Considere (1956)

QUESTION III. — ÉNERGIE MÉCANIQUE DE LA HOULE : ESSAIS SUR MODÈLES 289

Essai de théorie de l'évolution des formes de rivage en plages de sable et de galets

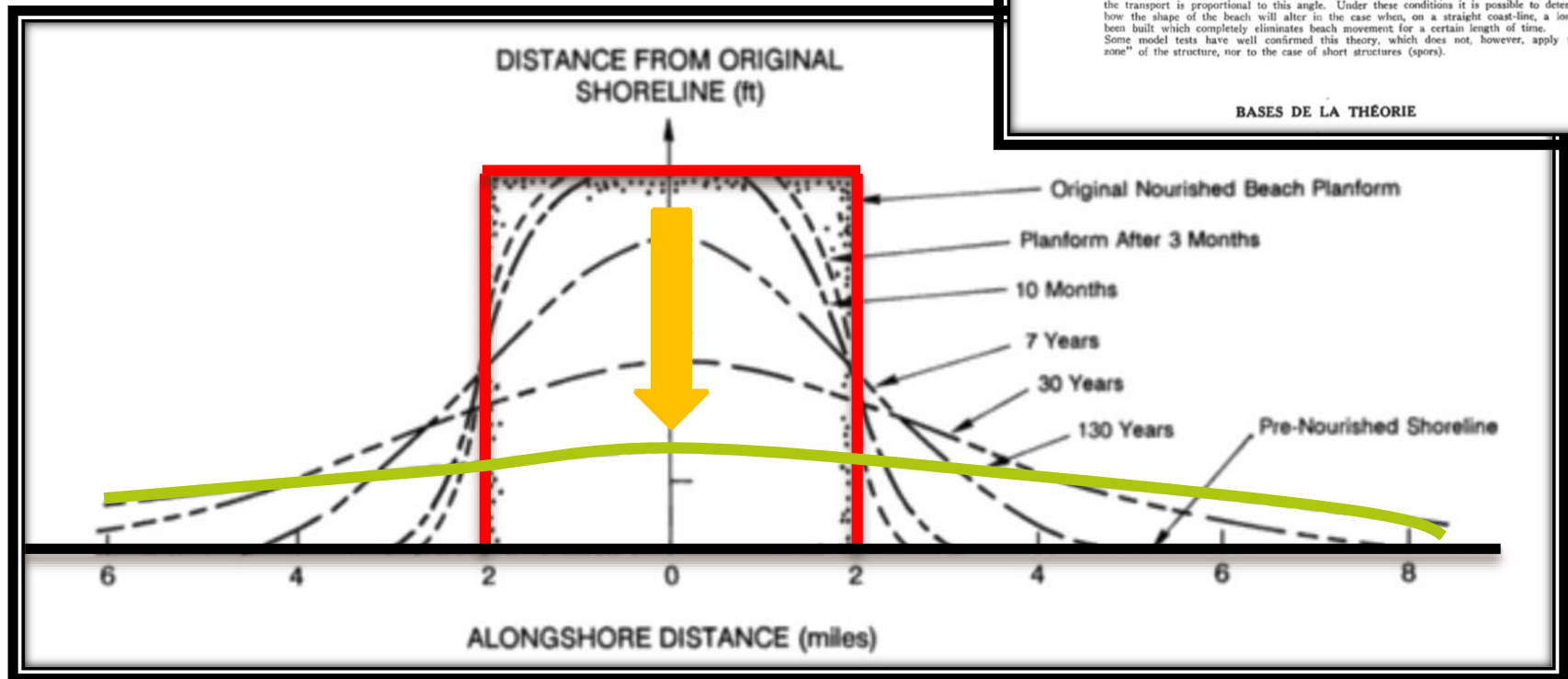
Model tests confirm the theory of the changing shapes of sand and stone beaches

PAR R. PELNARD-CONSIDÈRE

Les mesures, faites au modèle, du charriage de sable le long d'une plage sous l'action de la houle ont montré que pour des incidences faibles le transport est proportionnel à cette incidence. Dans ces conditions, il est possible de déterminer analytiquement les formes successives du rivage dans le cas où sur une côte rectiligne on vient établir un ouvrage de grande longueur arrêtant totalement le charriage pendant un certain temps. Quelques essais en modèle ont permis une bonne vérification de cette théorie qui ne s'applique pas toutefois dans la zone « d'ombre » créée par l'ouvrage, ni dans le cas d'ouvrages très courts épis habituels.

Model tests on beach movement under wave action have shown that for small angles of wave incidence the transport is proportional to this angle. Under these conditions it is possible to determine analytically how the shape of the beach will alter in the case when, on a straight coast-line, a long structure has been built which completely eliminates beach movement for a certain length of time. Some model tests have well confirmed this theory, which does not, however, apply to the "shadow zone" of the structure, nor to the case of short structures (spurs).

BASES DE LA THÉORIE



Le 'Sand motor'

Projet pilote

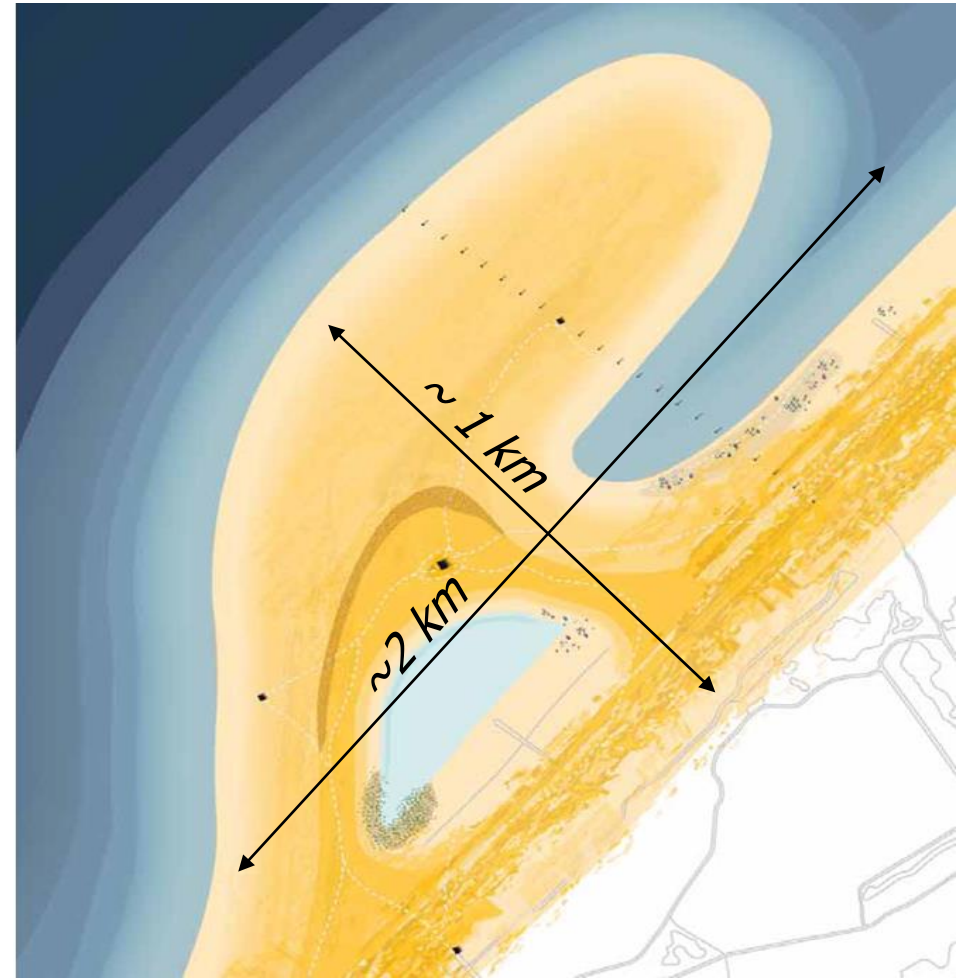
Objectifs

1. Recréation/ Nature
2. Innovation/Recherche
3. Protection contre les inondations

Volume total:
21,5 million m³

Coûté : 70 million Euros

Durée de vie : 10-20 ans



Le 'Sand motor' juste après construction



2011

Dispersion du Sand Motor



Relevés topographiques

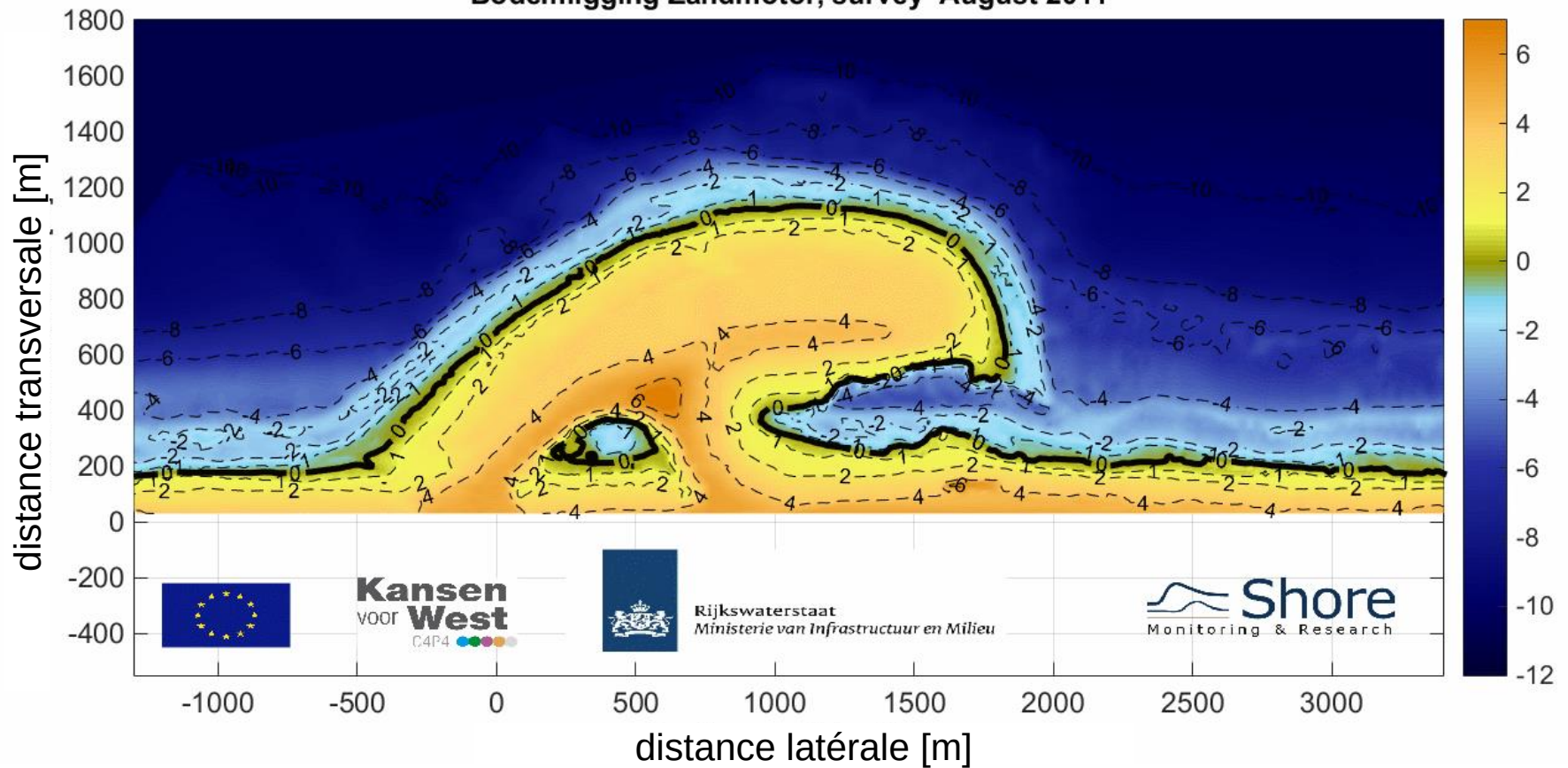
Méthodes



Morphologie

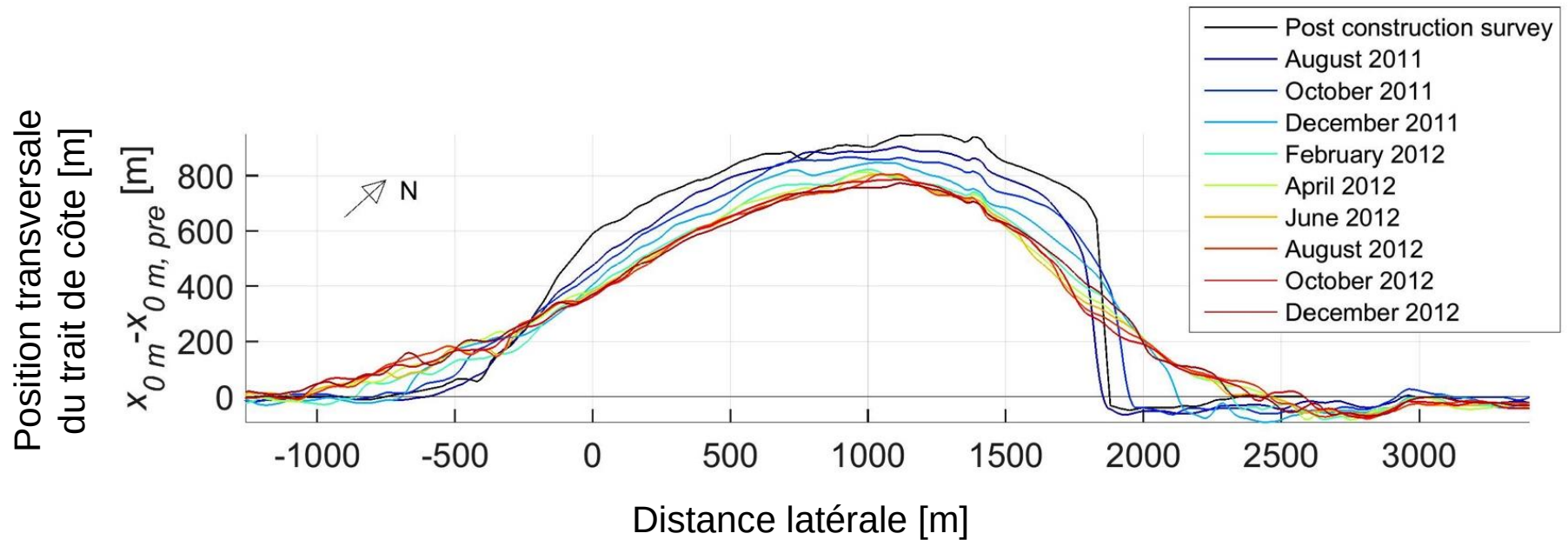
Données

Bodemligging Zandmotor, survey August 2011



Courbure trait de côte

Forme 'crochet' transforme en courbe de Gauss

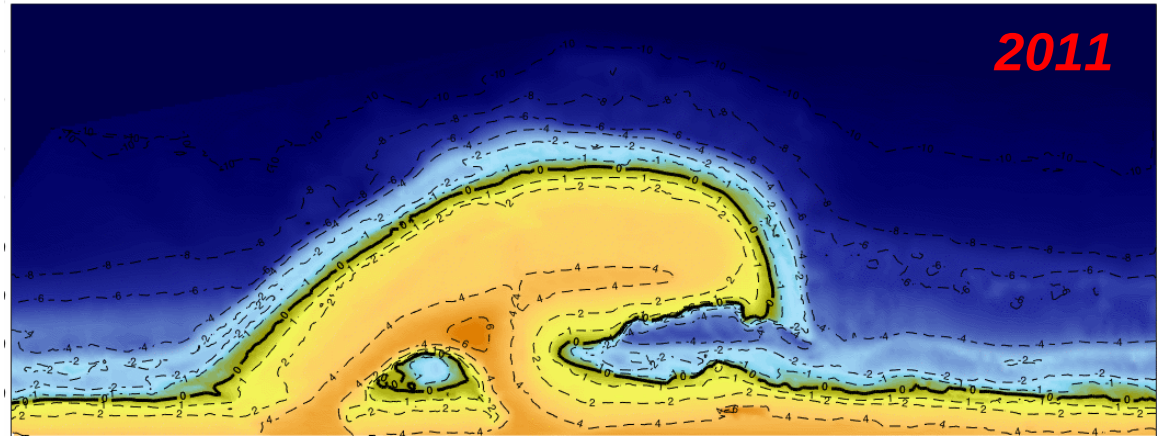


Morphologie

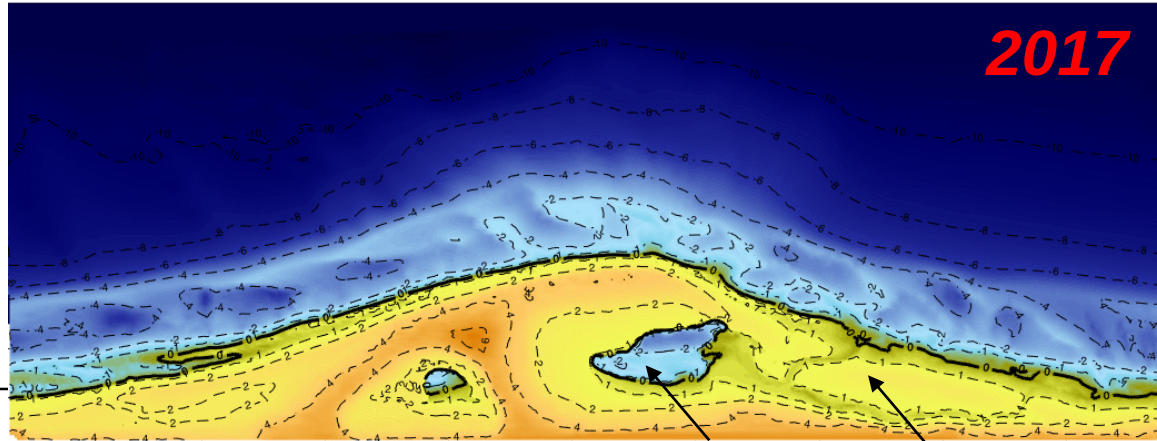
Evolution du rechargement

- Ressemble à la mécanisme diffusion
- Erosion de la partie en la plus au large
- Sédimentation des deux côtés
- Formation d'un cordon et d'une lagune

Bodemligging Zandmotor, survey August 2011



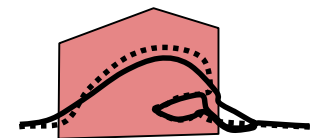
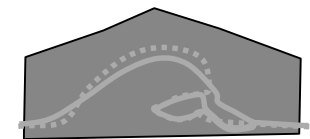
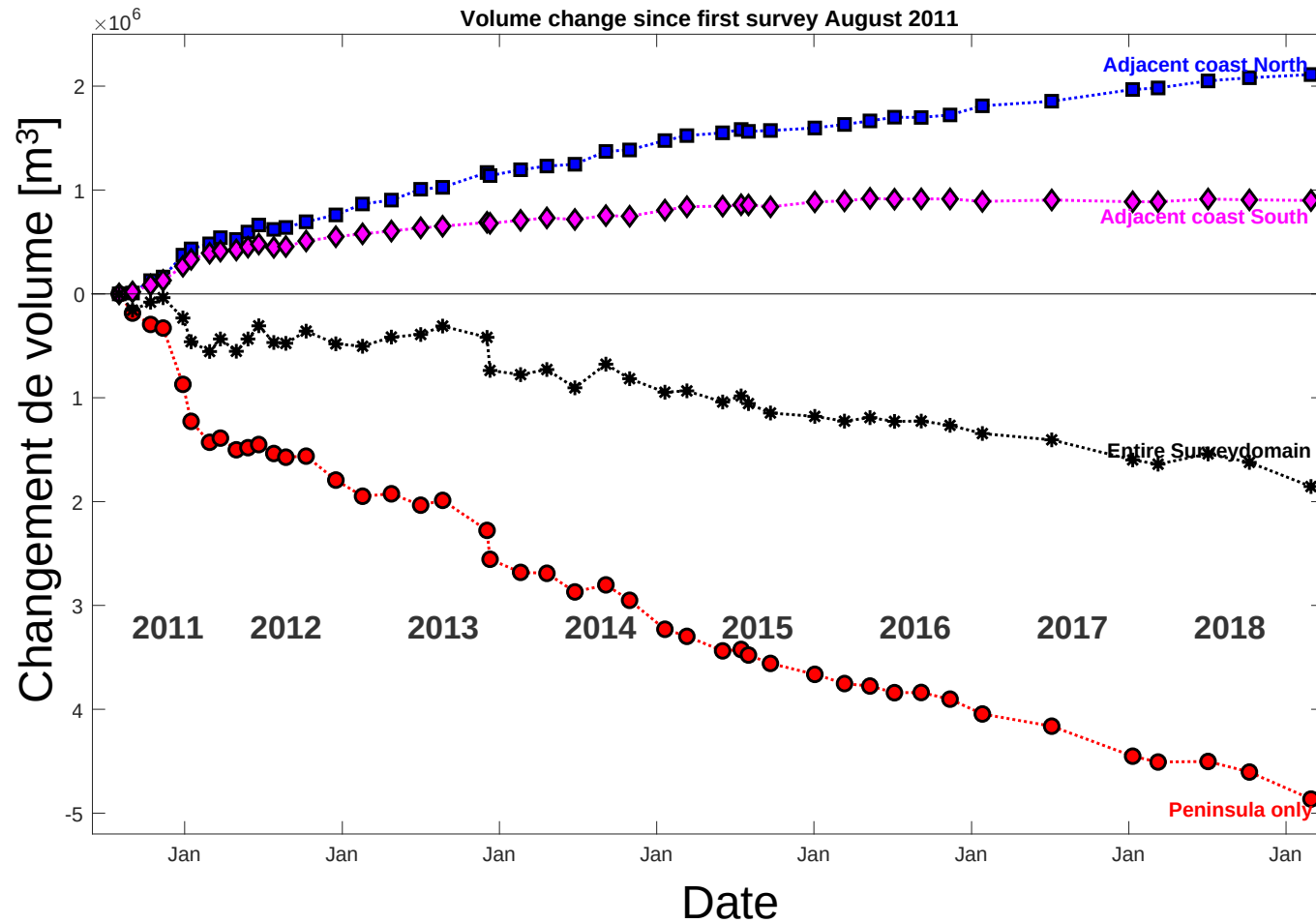
Bodemligging Zandmotor, survey Januari 2017



Lagune Cordon

Morphologie

Evolution du rechargement concentré



Comptons sur les forces de la nature

= Comportement inattendu

= Incertitude

= Observation côtière important



Formation de falaises de sable



Valeur ajoutée?

Formation d'une lagune



Défenses douces: faisable partout?

analyse couts/bénéfices

Disponibilité du (bon type de) sable

Proximité très important pour les coûts
(& impacte Carbone)

Valeur de la plage ajoutée

tourisme? Infrastructure importante?
arrière-pays peu élevé / élevé?

l'intérêt écologique



Application concentrée

- grand investissements au début (des 20 ans) contre coûts répétitifs
- comment monétiser les autres fonctions?

En conclusion

Des nouvelles formes de protection douces
en cours de développement

*sable comme substance de défense,
la nature en tant qu'ouvrier*

L'application de sable concentré (Sand
Motor) peut avoir un impact sur une région
côtière beaucoup plus large
et offrir de la valeur ajoutée



Merci! Questions?

En collaboration avec:

- Dutch Ministry of Public Works
- Deltares
- Shore Monitoring & Research

TU Delft Coastal Engineering dept.

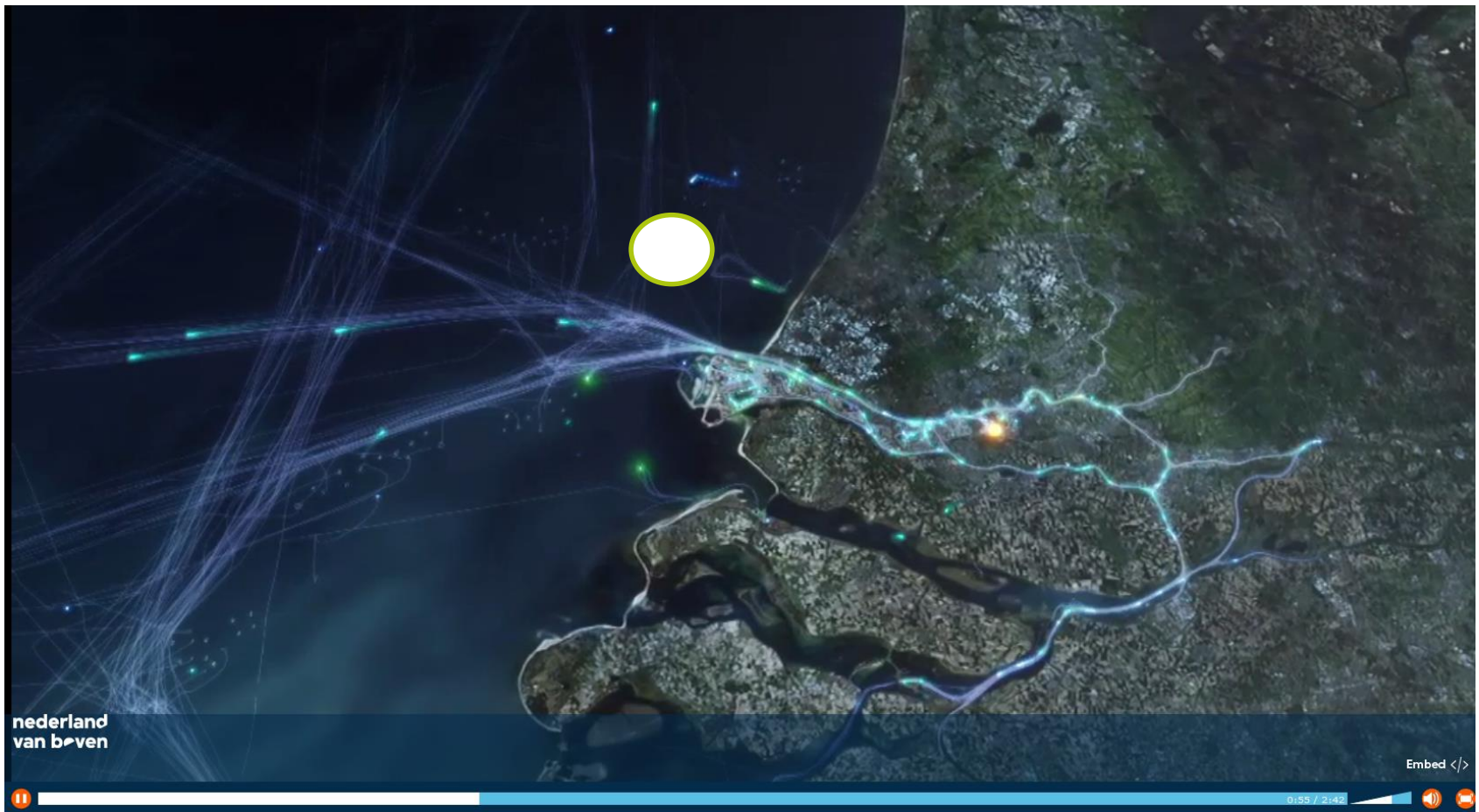
- Marion Tissier
- Marcel Stive
- Sierd de Vries
- Max Radermacher
- Roeland de Zeeuw
- Arjen Luijendijk
- Bas Huisman
- Stefan Aarninkhof

M.A.deSchipper@tudelft.nl

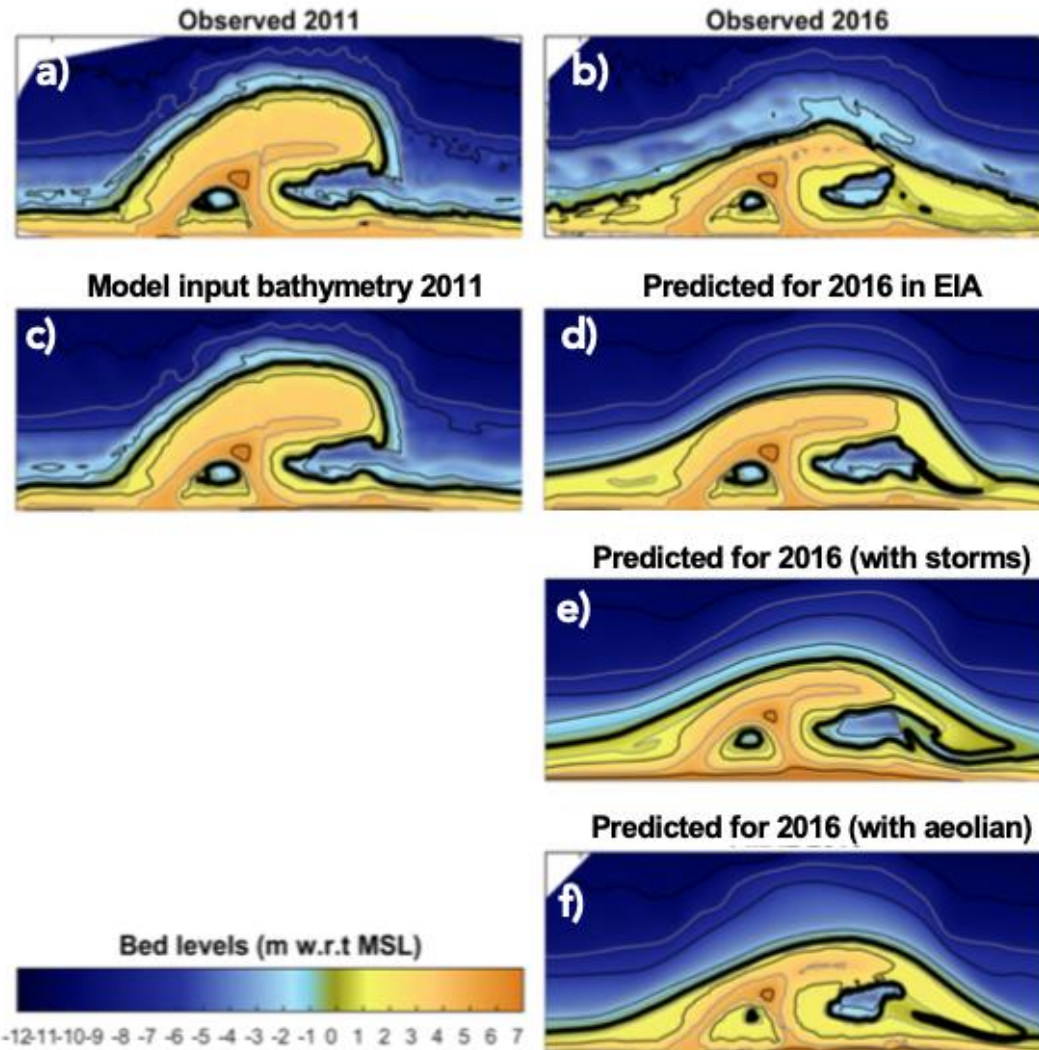


FAQ

Where is the sand coming from?



Modelisation



Exemple courants

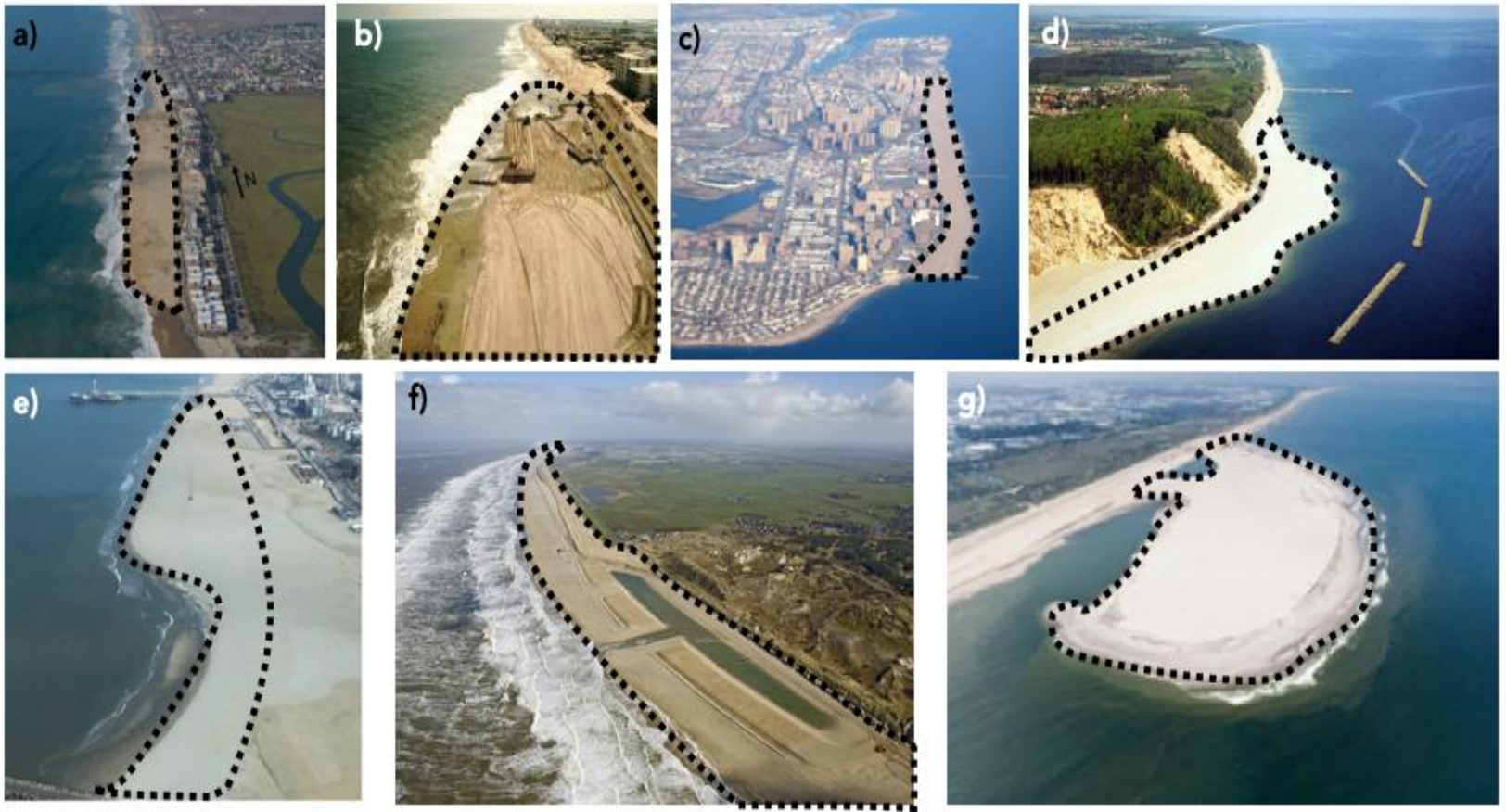
Décollement des courant dérive littorale



2011

Défenses douces

Exemples internationaux



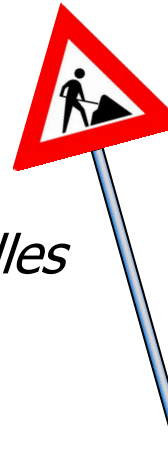
Laisser la nature faire son travail?

'building with nature' / 'Living Shorelines'



*Pouvons-nous laisser
la nature faire une
partie du travail ...*

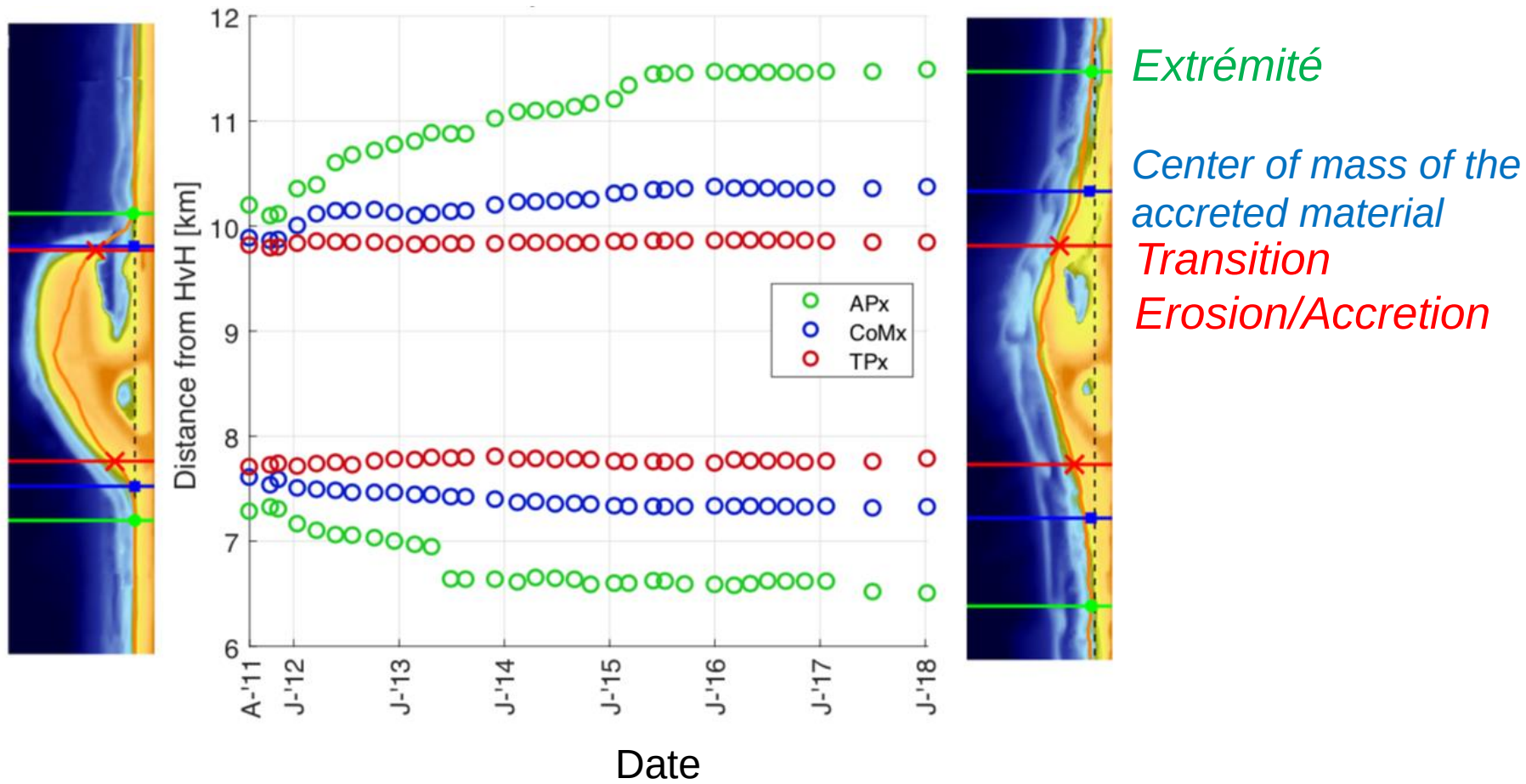
*....et créer de nouvelles
opportunités
en même temps?*



Développement de dunes

Morphologie

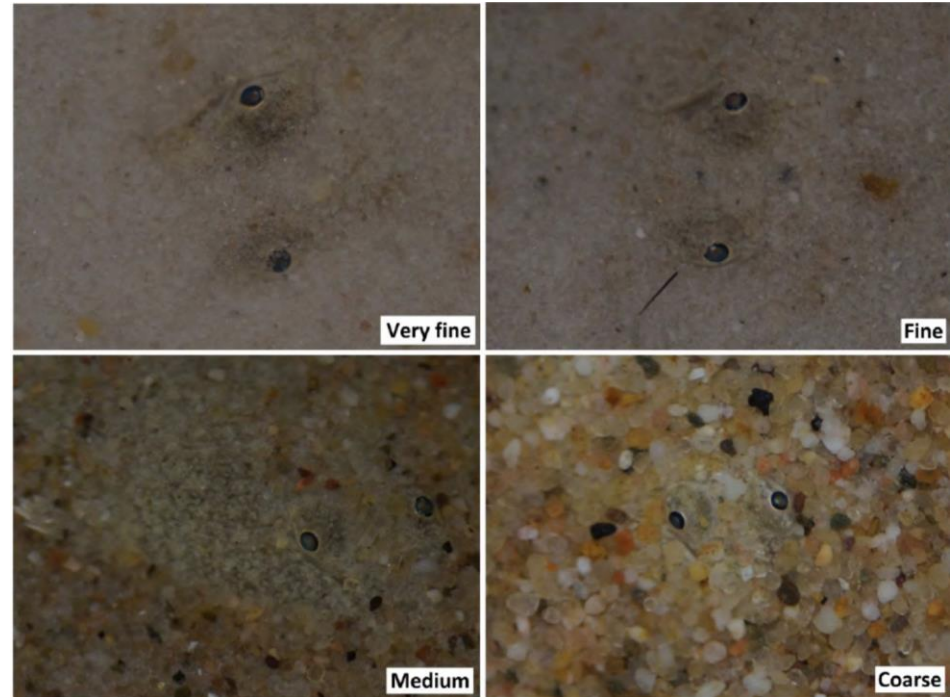
Distribution du rechargement concentré



Sediment type

Is 't belangrijk?

For juvenile sole it is! (they like fine sand)



Monitoring de Zandmotor

Multi disciplinaire doelen -->> Multi disciplinair onderzoek!



Mécanisme pour lisser les côtes sableuses

$$\frac{dx_s}{dt} = G \frac{d^2 x_s}{dy^2}$$

y longitudinal

x_s trait de côte

G coefficient de diffusion

