

Éoliennes offshore : Le bruit et les mesures de réduction

*Mini-conférences sur les apports de la recherche dans le
développement de l'éolien en mer*

Université du Havre, 12 mars 2020

Simon BERNARD – simon.bernard@univ-lehavre.fr
Laboratoire Ondes et Milieux Complexes

DÉBAT PUBLIC

En mer, en Normandie, de nouvelles éoliennes ?

DU 15 NOVEMBRE 2019 AU 15 MAI 2020



Jules Verne et l'acoustique sous-marine

"Les moindres bruits se transmettaient avec une vitesse à laquelle l'oreille n'est pas habituée sur terre. En effet, l'eau est pour le son un meilleur véhicule que l'air et il s'y propage avec une rapidité quadruple.

(...) Des bruits profonds, nettement transmis par ce milieu liquide se répercutaient avec une majestueuse ampleur."



Jules Verne, *Vingt Mille Lieues sous les Mers*

Quelles questions ?



Qu'est ce qui génère du bruit ? Comment se propage t-il ?

Quelles nuisances ? Et pour qui ?

Quelles solutions ?

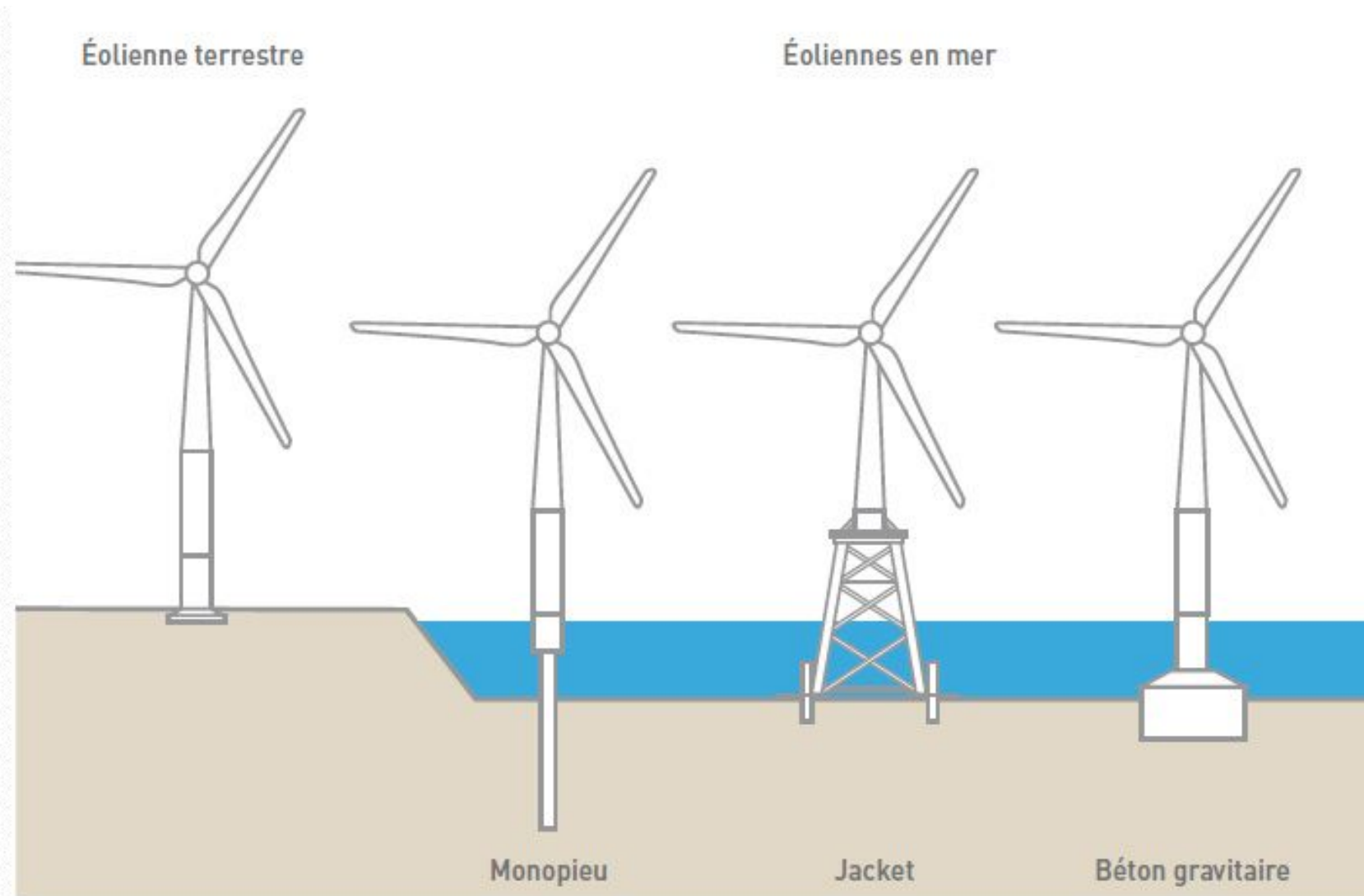
Bruits de fonctionnement :

➔ De niveau faible, pas d'impact constaté (peu étudié jusqu'à présent)

Bruits d'installation : fondation des mats

➔ Impact important mesurable sur la faune (mammifères marins et poissons)

Fondation des mâts



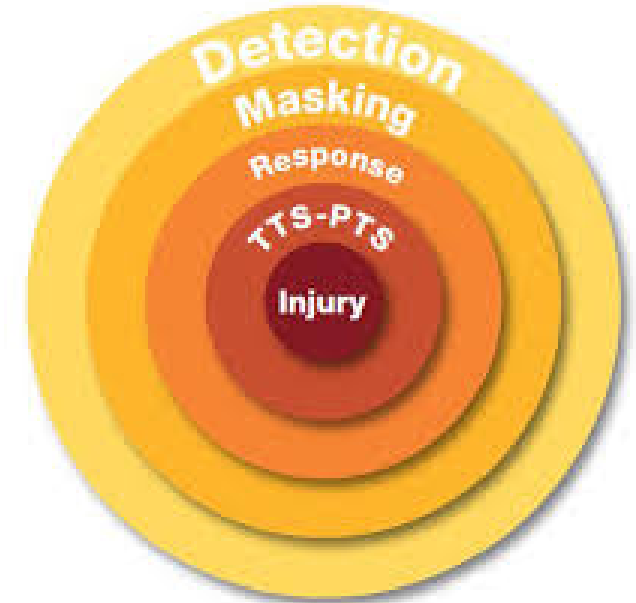
Nouvelles installations en 2018 en Europe :
66% de type monopieu et **33%** de type Jacket

Battage de pieux



Impact sur la faune

- Niveau acoustique colossal près du mât : jusqu'à **235 dB à 1m** (Tougaard et al. J. Acoust. Soc. Am., 2009)
- Bien au dessus des **seuils de perte d'audition temporaire** (TTS : *Temporary Threshold Shift*) ou **permanent** (PTS: *Permanent Threshold Shift*).
- Niveaux extrêmes : **dommages aux tissus**
- Mammifères mais aussi poissons et crustacés.



Zones of sound influences after Richardson et al. 1995

Les mammifères présent en Manche :



Phoque commun

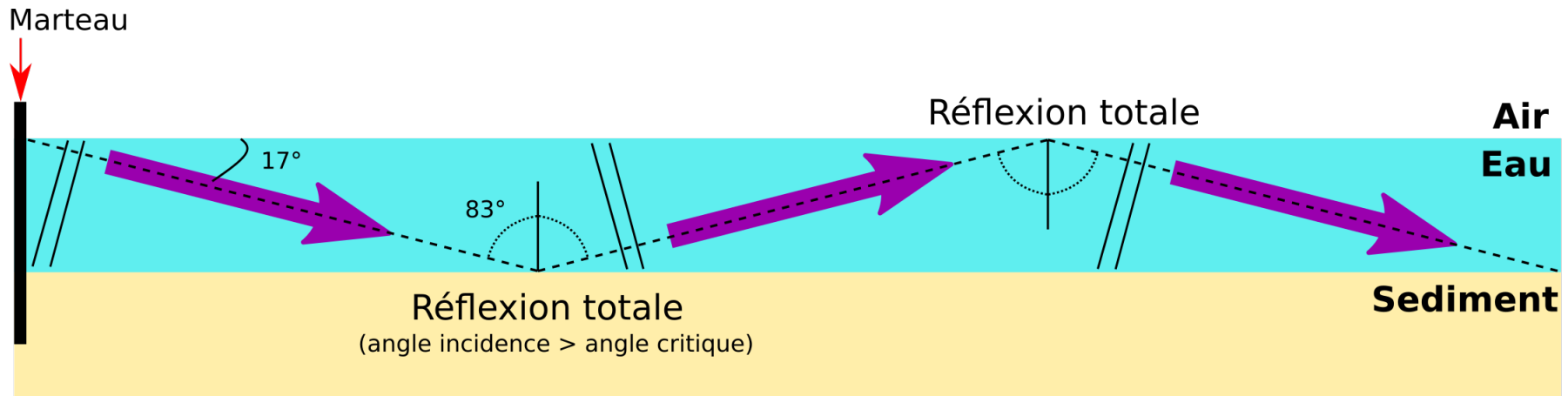


Phoque gris



Marsouin commun

Propagation



- Le front d'onde principal se propage avec un angle de 17° par rapport à la surface.
- Il est réfléchi presque parfaitement sur le fond ($17^\circ < \text{angle critique d'environ } 30^\circ$)
- Il est réfléchi parfaitement par la surface de l'eau (quelque soit l'angle)

➔ **Propagation guidée** : l'onde est piégée entre les deux surfaces et se propage sur une très grande distance avec très peu d'atténuation

Réduire la vulnérabilité des animaux

- Effarouchement + surveillance
- Montée progressive de l'activité
- Périodes sans activité

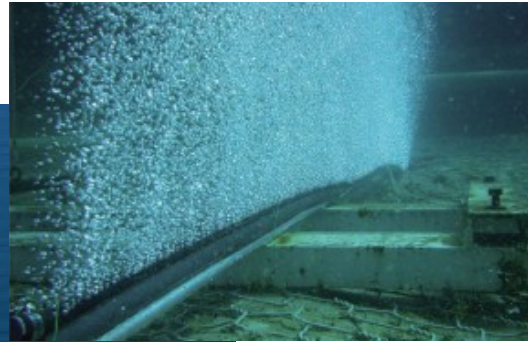
Réduire le bruit émis à la source

- Enfouissement par vibration
- Modifier la frappe
- "Coussin" acoustique entre le marteau et le pieu

Ammortir le bruit *a posteriori*

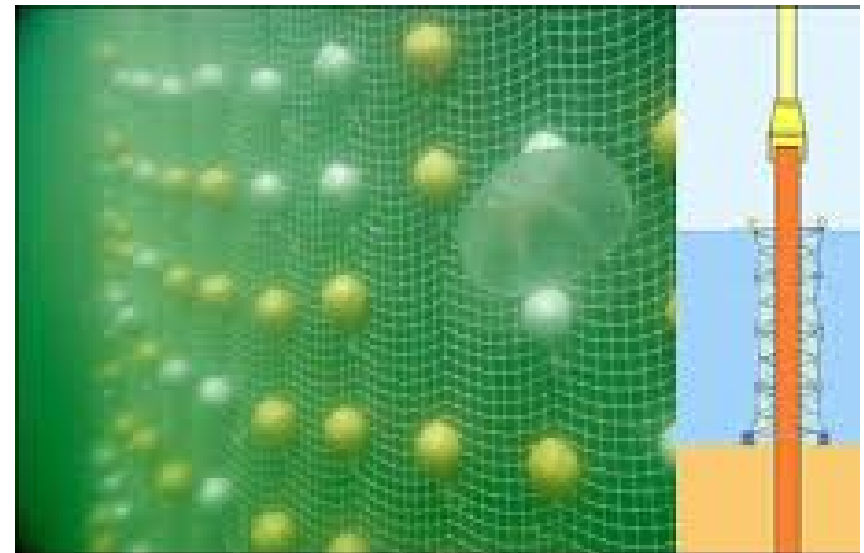
- Coffrage
- Rideaux de bulles d'air
- Rideaux de résonateurs acoustiques (ballons)

Des rideaux acoustiques pour atténuer le son



Rideau de bulles générées au fond et remontant vers la surface

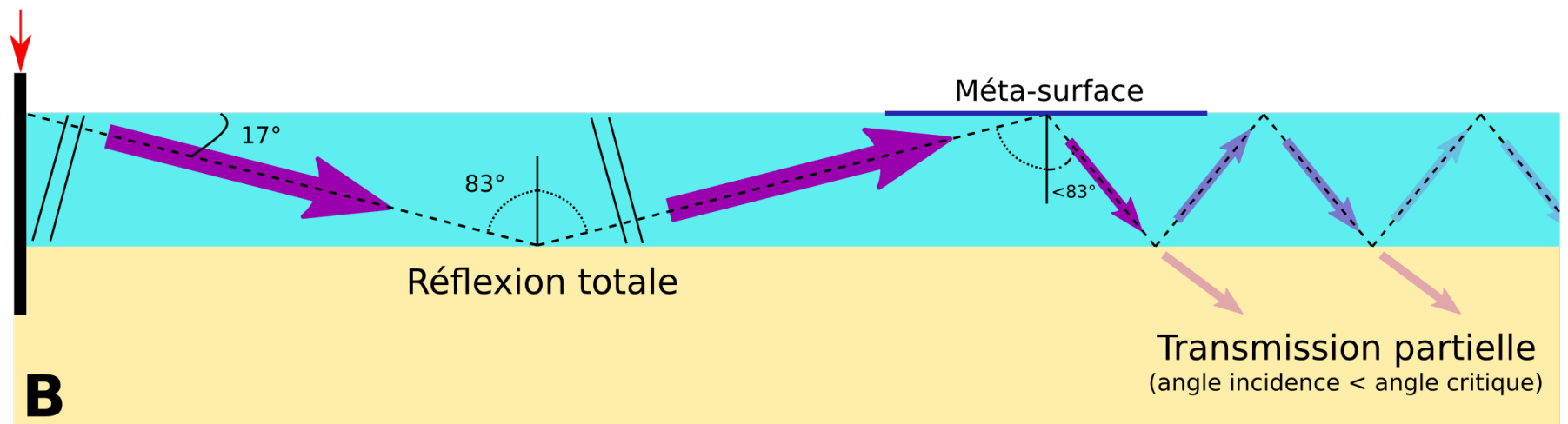
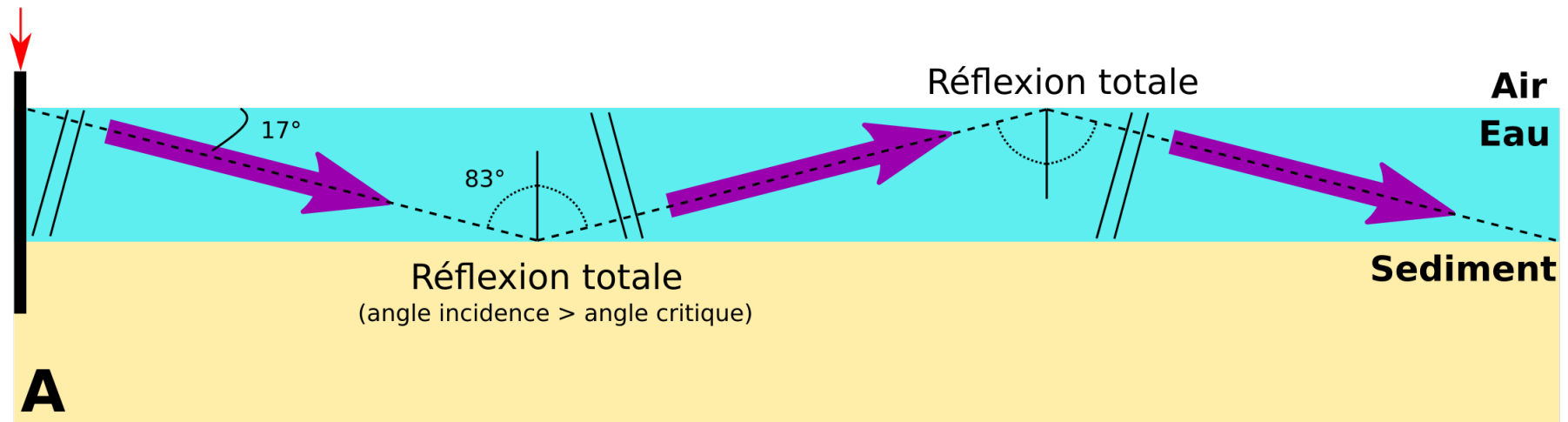
Ballons d'air fixées par un filet



- Agissent proche de la source en l'encerclant
- Efficacité limitée : de 10 à 20 dB (Koschinski et al. 2013)

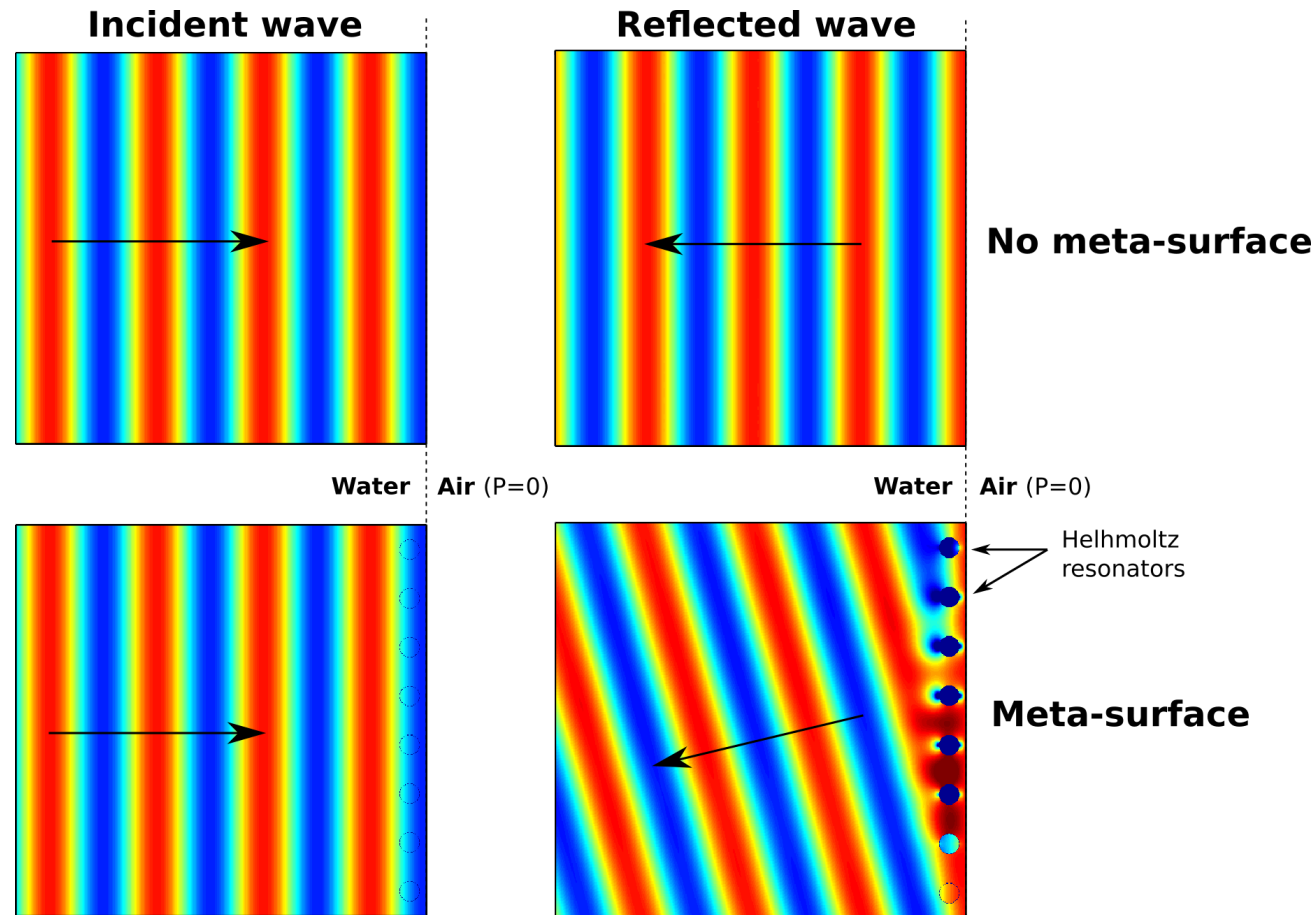
Agir sur la propagation de l'onde ?

- Idée : agir sur le mode de propagation plutôt que d'agir sur la source
- Si l'on peut modifier l'angle de réflexion de l'onde à la surface, alors elle pourra être efficacement absorbée par le fond marin



Métasurface acoustique pour le contrôle de l'angle de réflexion

- Modifier l'angle de réflexion des ondes acoustiques à la surface de l'eau ?



Projet de recherche en cours (2019-2021)
financé par la région Normandie

Merci de votre attention.

Des questions ?