



Journée sur les états de mer

Données de mesures in-situ pour la validation des modèles WAVEWATCH-III ®

Mickaël Accensi
Laboratoire Océanographie Physique et Spatiale





Modèle global
Modèle côtier
Conclusion





1

— Modèle global
Modèle côtier
Conclusion



Modèle global

A global wave parameter database for geophysical applications. Part 3: improved forcing and spectral resolution

Summary Information

- GLOBMULTI_ERA5_GLOBCUR_01 from 1993 to 2022
- Covers Global grid from 78S to 83N

Bathymetry

- GEBCO 2014 (0.008deg)
- GSHHS for coastline contours

Wind

- ERA-5 global hindcast (0.25° - hourly)
- Bias-corrected for extreme wind

Waves

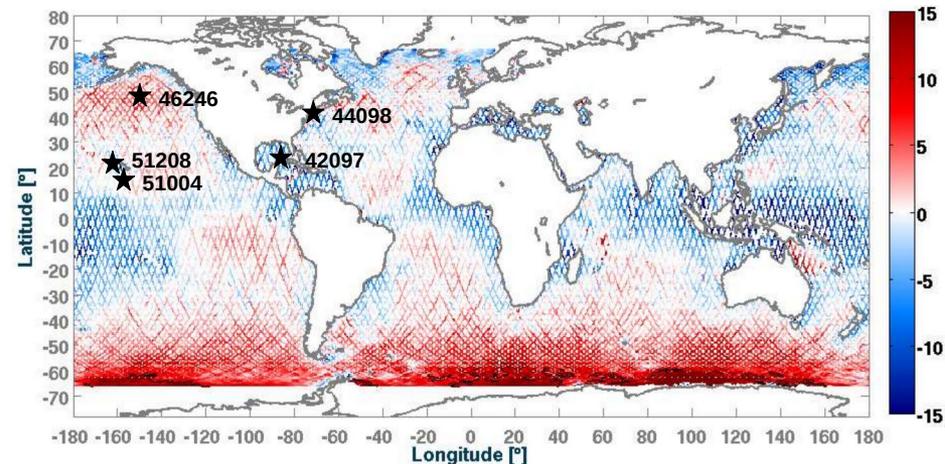
- WAVEWATCH-III v7.08, parametrisation T475 (Alday et. al 2021)
- 24 directional bins (15°) and 36 frequencies
- 0.5degree rectilinear grid

Currents

- CMEMS GLOBCURRENT (0.25deg - 3h)

Ice and icebergs

- SSMI ice concentration
- ALTIBERG iceberg concentration



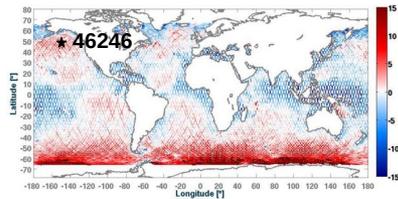
| WMO code | latitude | longitude | depth | shore distance | buoy type |
|----------|----------|-----------|--------|----------------|-------------|
| 46246 | 50.0N | 145.2 W | 4252 m | 900 km | Datawell WR |
| 51208 | 22.285 N | 159.574 W | 200 m | 5 km | Datawell WR |
| 51004 | 17.53 N | 152.25 W | 5183 m | 300 km | 3-m discus |
| 42097 | 25.7 N | 83.65 W | 81 m | 130 km | Datawell WR |
| 44098 | 42.8 N | 70.17 W | 77 m | 37 km | Datawell WR |

Modèle global

Direction et étalement moyen

Analyse à la bouée station Papa :

- Représentatif eau profonde, fetch long
- Datawell waverider diamètre 0.8m [0.03Hz – 0.6Hz]
- Spectres moyennés sur 3h - année 2018
- Paramètres intégrés sur [0.05Hz – 0.4Hz] (a) et (c)
- Paramètres intégrés sur [0.4Hz – 0.6Hz] (b) et (d)



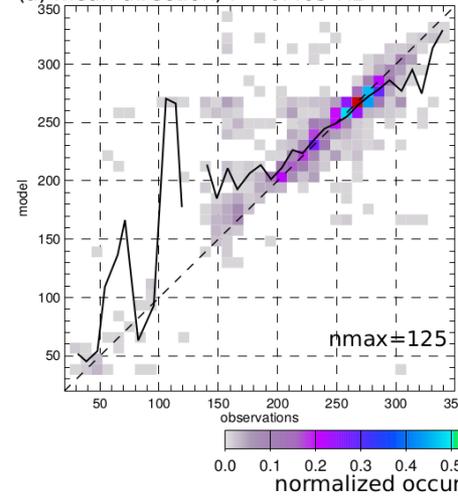
Directionnalité :

- bien contrôlée par l'évolution du vent

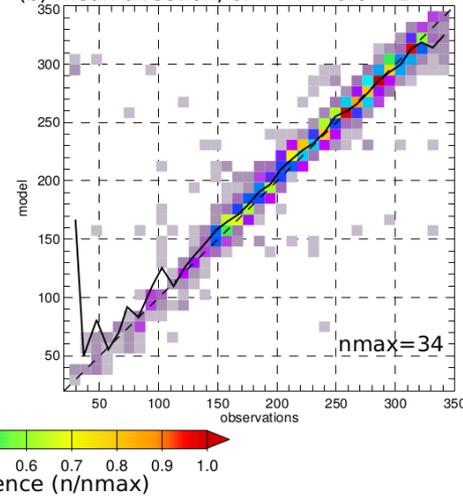
Etalement :

- influencé par la génération/dissipation des vagues
- **non corrélé au dessus de 0.4Hz**
- paramétrisation du déferlement : Romero 2019

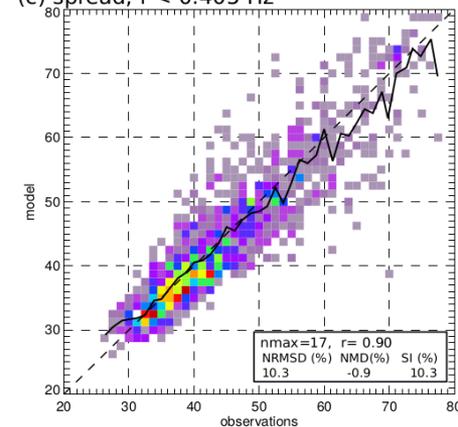
(a) mean direction, $f < 0.405$ Hz



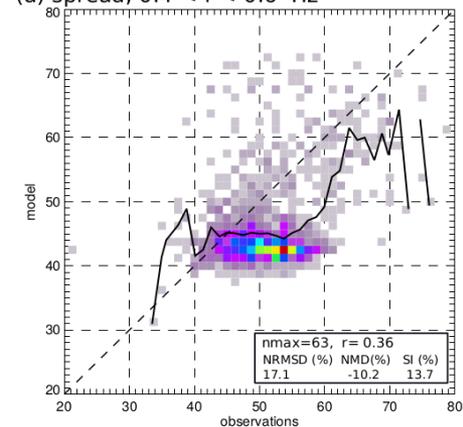
(b) mean direction, $0.4 < f < 0.6$ Hz



(c) spread, $f < 0.405$ Hz



(d) spread, $0.4 < f < 0.6$ Hz



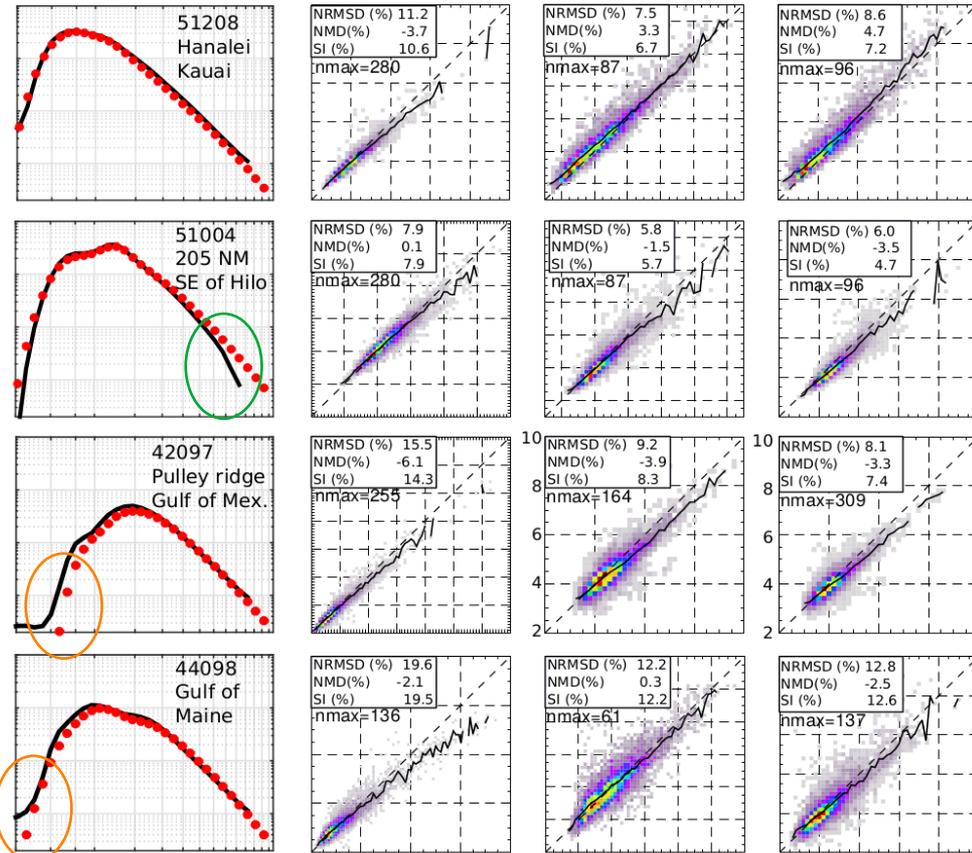
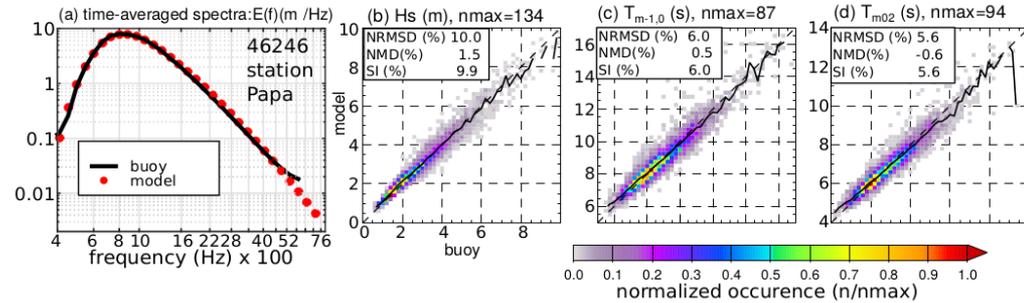
Modèle global

Spectre, Hs et périodes

Analyse de 5 bouées spectrales :

- Représentatifs de différents climats de vagues
- Datawell WR et 3m diamètre [0.03Hz – 0.4Hz]
- Spectres moyennés sur 3h - année 2018
- Paramètres intégrés sur [0.05Hz – 0.4Hz]

| WMO code | latitude | longitude | depth | shore distance | buoy type |
|----------|----------|-----------|--------|----------------|-------------|
| 46246 | 50.0N | 145.2 W | 4252 m | 900 km | Datawell WR |
| 51208 | 22.285 N | 159.574 W | 200 m | 5 km | Datawell WR |
| 51004 | 17.53 N | 152.25 W | 5183 m | 300 km | 3-m disc |
| 42097 | 25.7 N | 83.65 W | 81 m | 130 km | Datawell WR |
| 44098 | 42.8 N | 70.17 W | 77 m | 37 km | Datawell WR |



Bonne représentation du spectre en fréquence

Sous estimation du modèle à basse fréquence :

- variabilité zone côtière et croissance fetch court
- ondes infragravitaires non modélisées ($f < 0.03\text{Hz}$)
- effet de la ligne de mouillage

Sous estimation de la bouée à haute fréquence :

- atténuation lié au diamètre de bouée 51004
- résonance de la bouée à $f > 0.5\text{Hz}$



2

— Modèle global
— Modèle côtier
— Conclusion



Modèle côtier

Accuracy of numerical wave model results: Application to the Atlantic coasts of Europe

Summary Information

- RESOURCECODE Hindcast from 1994 to 2022
- Covers European Shelf from Gibraltar to Faroe island

Bathymetry and sediment

- EMODnet2016 (200m) + HOMONIM (100m)
- OpenStreetMap for coastline contours
- EMODnet and SHOM sediment map for grain size

Wind

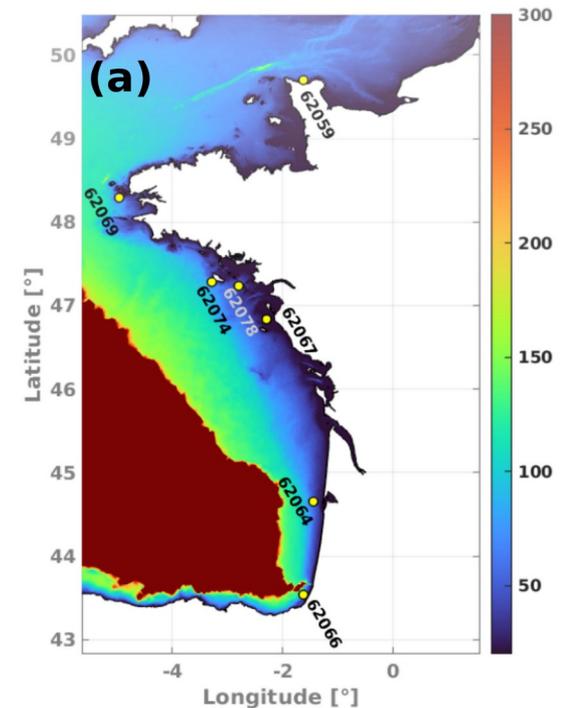
- ERA-5 global hindcast (0.25° - hourly)
- Bias-corrected for extreme wind

Waves

- WAVEWATCH-III v7.08, parametrisation T475 (Alday et. Al 2021)
- 36 directional bins (10°) and 36 frequencies
- grid resolution between 200m and 10km with +330k nodes
- Open boundary forced by global model (0.5°) directional spectra

Currents and water level

- IFREMER Tidal Atlas (from 250m to 2km - 30min)
- FES2014 native mesh, regridded at 450m for South Portugal



| Buoy WMO ID | Location name | Longitude [°] | Latitude [°] | Distance to coast [km] | Depth [m] |
|----------------|------------------|------------------|-----------------|---------------------------|--------------|
| 62059 | Cherbourg | -1.6200 | 49.6950 | 4.0 | 28.99 |
| 62069 | Pierres Noires | -4.96833 | 48.29033 | 15.06 | 67.12 |
| 62074 | Belle Ile | -3.2850 | 47.2850 | 4.1 | 56.21 |
| 62078 | P. du Four | -2.7870 | 47.2390 | 19.0 | 37.50 |
| 62066 | Anglet | -1.61500 | 43.532166 | 6.7 | 56.77 |

Modèle côtier

Correction des vents forts

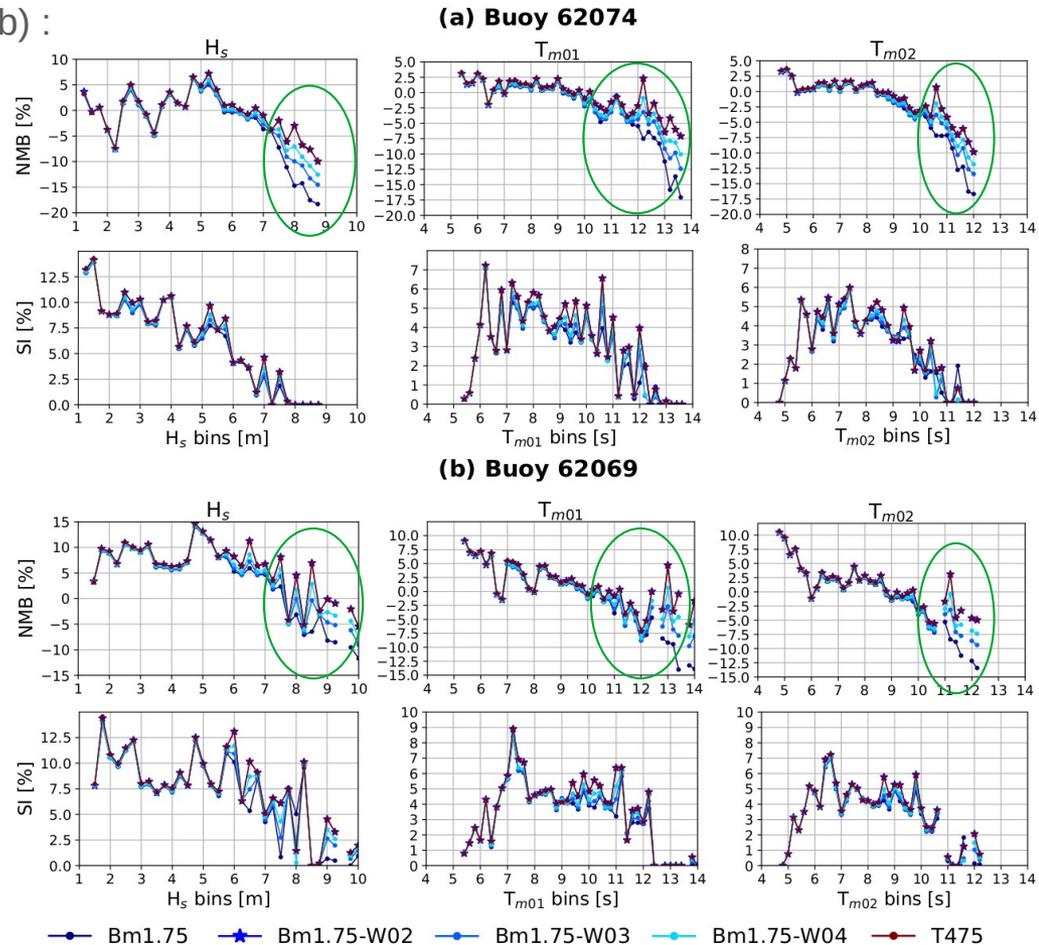
Analyse aux bouées Belle Ile (a) et Pierres Noires (b) :

- Datawell DWR MKII 90 [0.03Hz – 0.6Hz]
- Spectres moyennés sur 1h - Janvier 2014
- Tempête Hercules (Hs > 10m et Tp > 20s)

| Test Name | s_7 | Re_c | U_c (m s ⁻¹) | x_c |
|-------------|--------------------------------------|--------------------------------------|----------------------------|-------|
| Bm1.75 | 3.60×10^5 | 1.50×10^5 | - | - |
| Bm1.75-W02 | 3.60×10^5 | 1.50×10^5 | 21 | 1.05 |
| Bm1.75-W03 | 3.60×10^5 | 1.50×10^5 | 23 | 1.08 |
| Bm1.75-W04 | 3.60×10^5 | 1.50×10^5 | 22 | 1.05 |
| T475 | 4.32×10^5 | 1.15×10^5 | 21 | 1.05 |

Analyse par valeurs de Hs et périodes :

- Correction des vents forts ($U_{10} = U_{10} + (U_{10} - U_c) * x_c$) :
- amélioration du biais pour Hs > 7m et Tm > 10s



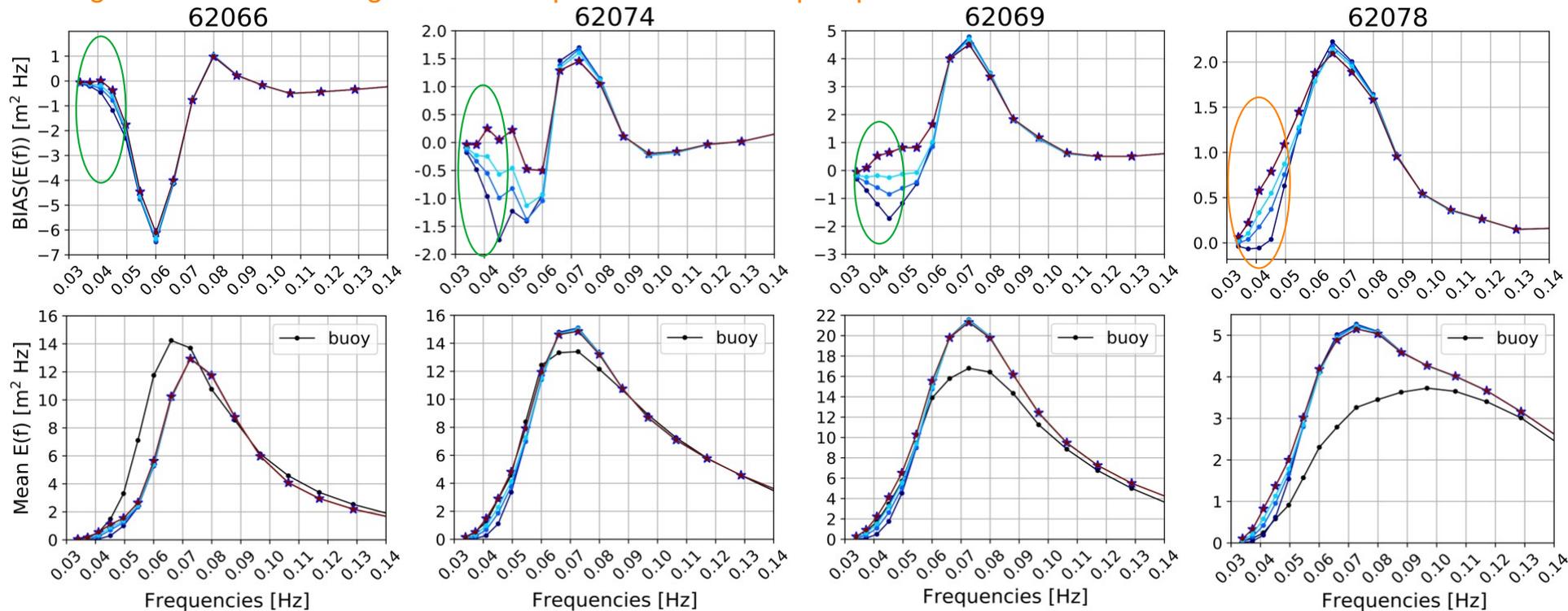
Modèle côtier

Correction des vents forts

Analyse fréquentielle :

- Bouées exposées (62066, 62074, 62069)
- Bouée peu profonde (62078)
- Correction des vents forts ($U_{10} = U_{10} + (U_{10} - U_c) * X_c$) :
 - amélioration du biais entre 0.03Hz à 0.05Hz ($T_p > 20s$) sur bouées exposées
 - augmentation de l'énergie basse fréquence sur bouée peu profonde

| Test Name | s_7 | Re_c | U_c (m s ⁻¹) | x_c |
|-------------|--------------------------------------|--------------------------------------|----------------------------|-------|
| Bm1.75 | 3.60×10^5 | 1.50×10^5 | - | - |
| Bm1.75-W02 | 3.60×10^5 | 1.50×10^5 | 21 | 1.05 |
| Bm1.75-W03 | 3.60×10^5 | 1.50×10^5 | 23 | 1.08 |
| Bm1.75-W04 | 3.60×10^5 | 1.50×10^5 | 22 | 1.05 |
| T475 | 4.32×10^5 | 1.15×10^5 | 21 | 1.05 |



Modèle côtier

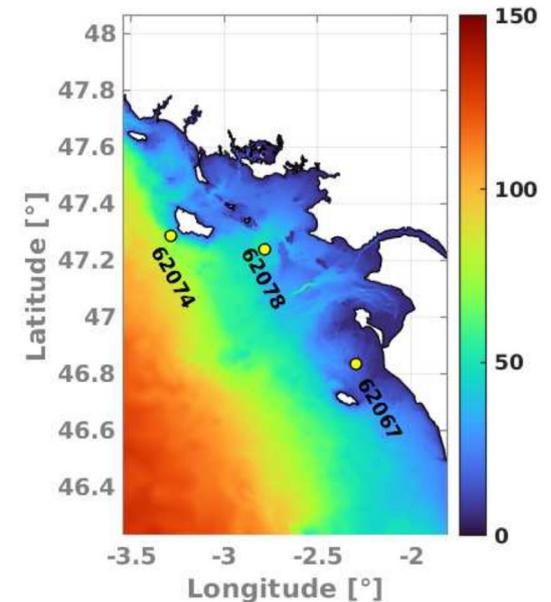
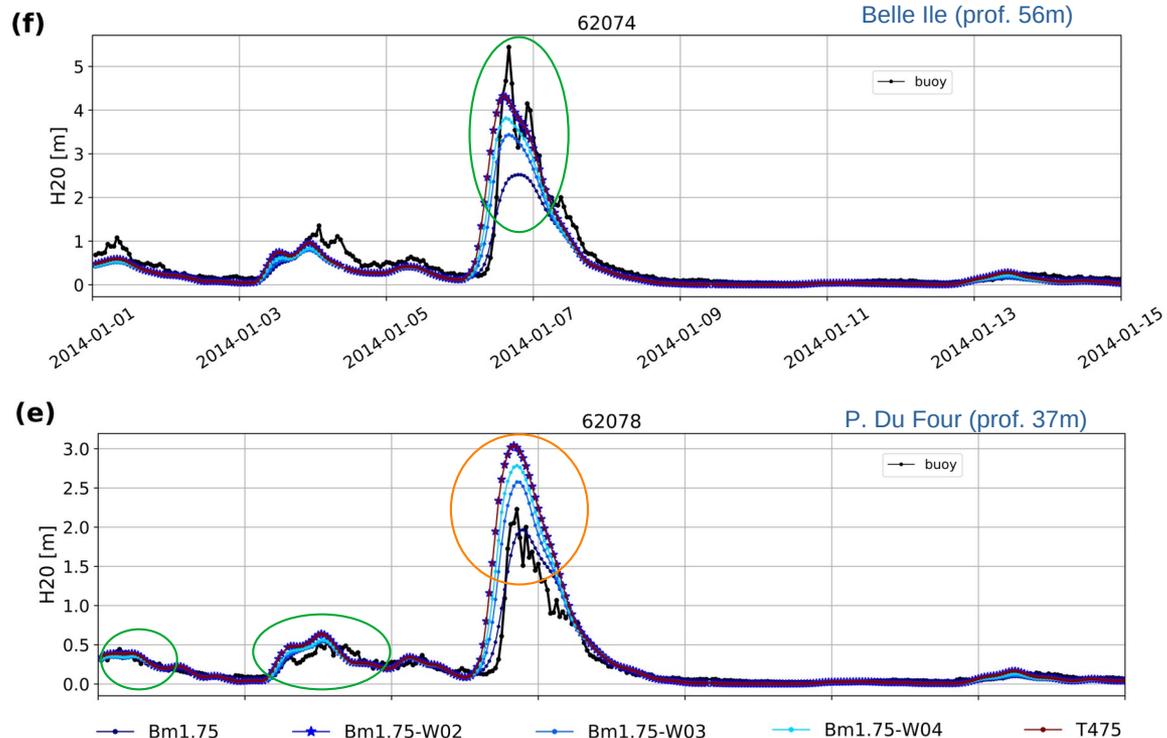
Dissipation de l'énergie des vagues

Série temporelle du H20 (Hs pour $f < 0.05\text{Hz}$) :

- Bouée eau intermédiaire (62074)
- Bouée eau peu profonde (62078)
- Correction des vents forts ($U_{10} = U_{10} + (U_{10} - U_c) * X_c$) :

| Test Name | s_7 | Re_c | U_c (m s^{-1}) | x_c |
|-------------|--------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------|-------|
| Bm1.75 | 3.60×10^5 | 1.50×10^5 | - | - |
| Bm1.75-W02 | 3.60×10^5 | 1.50×10^5 | 21 | 1.05 |
| Bm1.75-W03 | 3.60×10^5 | 1.50×10^5 | 23 | 1.08 |
| Bm1.75-W04 | 3.60×10^5 | 1.50×10^5 | 22 | 1.05 |
| T475 | 4.32×10^5 | 1.15×10^5 | 21 | 1.05 |

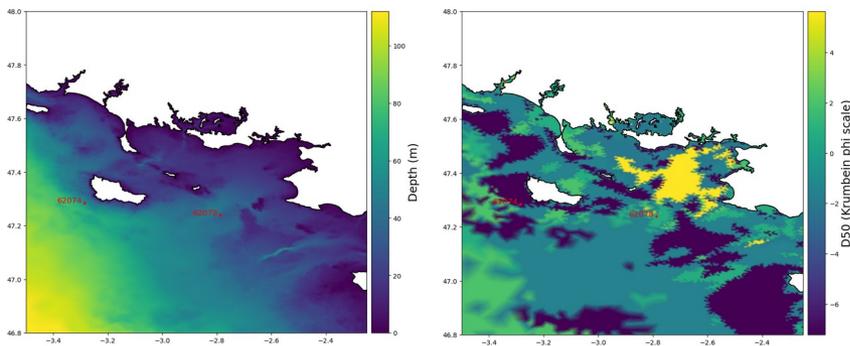
→ sous estimation de la dissipation des $H_{20} > 2\text{m}$ en eau peu profonde pour $T_p > 20\text{s}$



Modèle côtier

Impact de la friction avec le fond (a)

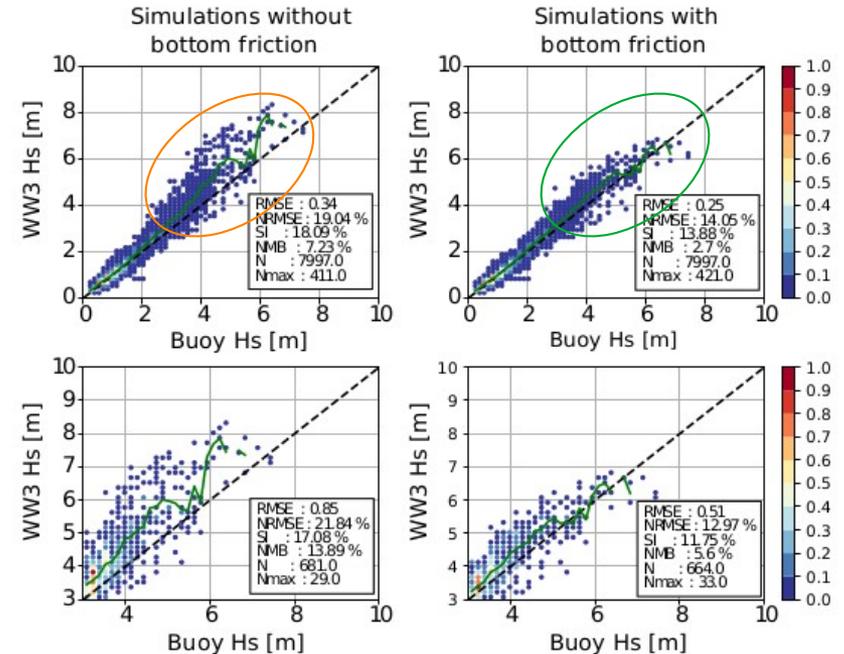
Analyse de la bouée P. Du Four (profondeur 37m)
 Principalement pour profondeur < 50m
 Paramétrisation SHOWEX avec carte taille de grain D50



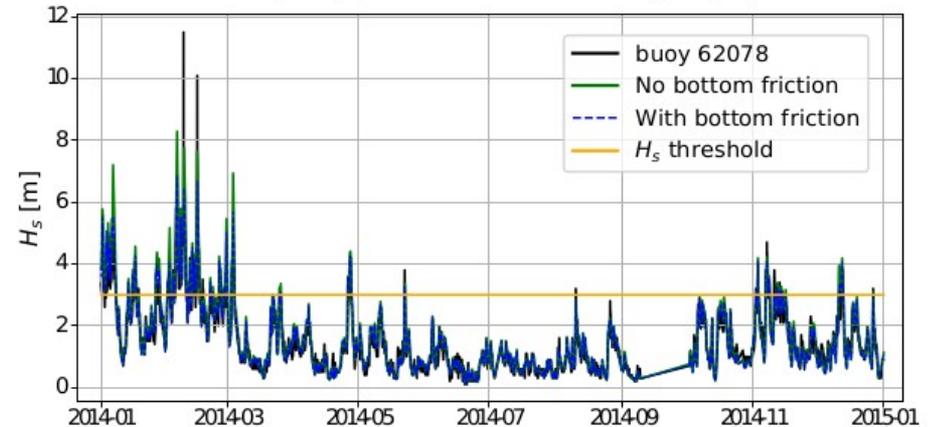
(b)

Analyse du Hs entre 0m et 10m (a) :
 → Réduction de 5% du NRMSE et NMB
 → impact significatif pour Hs > 3m

Analyse du Hs entre 3.5m et 10m (b) :
 → Réduction de 8% du NRMSE et NMB



(c)





3

Modèle global
Modèle côtier
Conclusion



Conclusion

Résolution fréquentielle des bouées :

- jusqu'à 0.6Hz (diam. 80cm)
- voir 1Hz (diam. 40cm)

Choix des zones de déploiement des bouées :

- profondeur
- distance à la côte
- type de fond
- exposition à la houle
- proximité entre plusieurs bouées

Complémentarité des instrumentations de mesure :

- radar bande x
- stéréovidéo
- perche a houle
- bouées ancrées
- bouées dérivantes



Journée sur les états de mer



Merci de votre attention.