weather'n'co

# METEO & OCEANO – Formation

Yann Amice - 2023

www.weathernco.com

# Vague & Houle

Weather'n'co

# Sommaire

1 - Introduction

2 - Définition

3 - Caractéristiques des vagues

4 - Hauteur significative et hauteur caractéristiques des vagues

5 - Estimer l'état de la mer

6 - Estimer la Houle

7 - Paramètres influents

8 - Vagues scélérates

9 - Exemple en Europe

# 1- Introduction

- L'action de l'atmosphère sur les océans est à la fois mécanique et thermique. Mais pour les vagues c'est du mécanique

Le résultat de cette action donne naissance à la **quasi-totalité des vagues.**

Autres types de vague :

- Origine mécanique : par éruption volcanique, glissement de terrain, séisme,

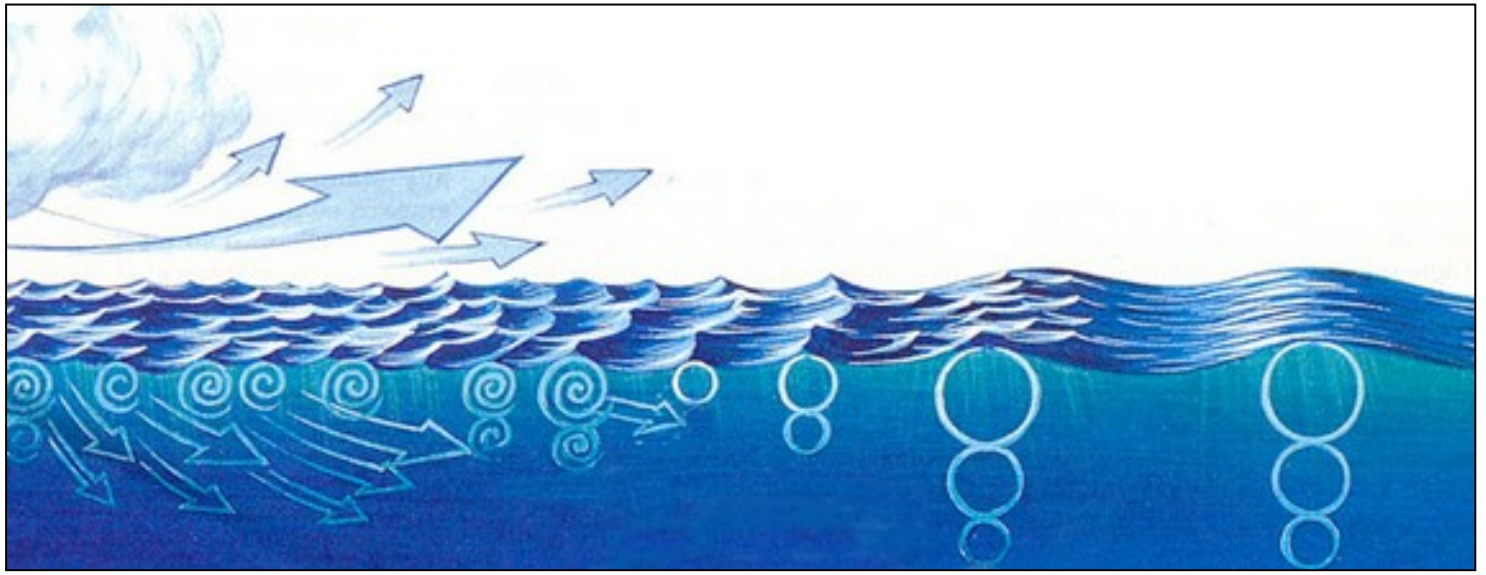
  = **tsunami**
- Origine liée à la marée = **le mascaret**.
- Origine cyclonique = l'onde de marée ou **marée de tempête**

# 2- Définition

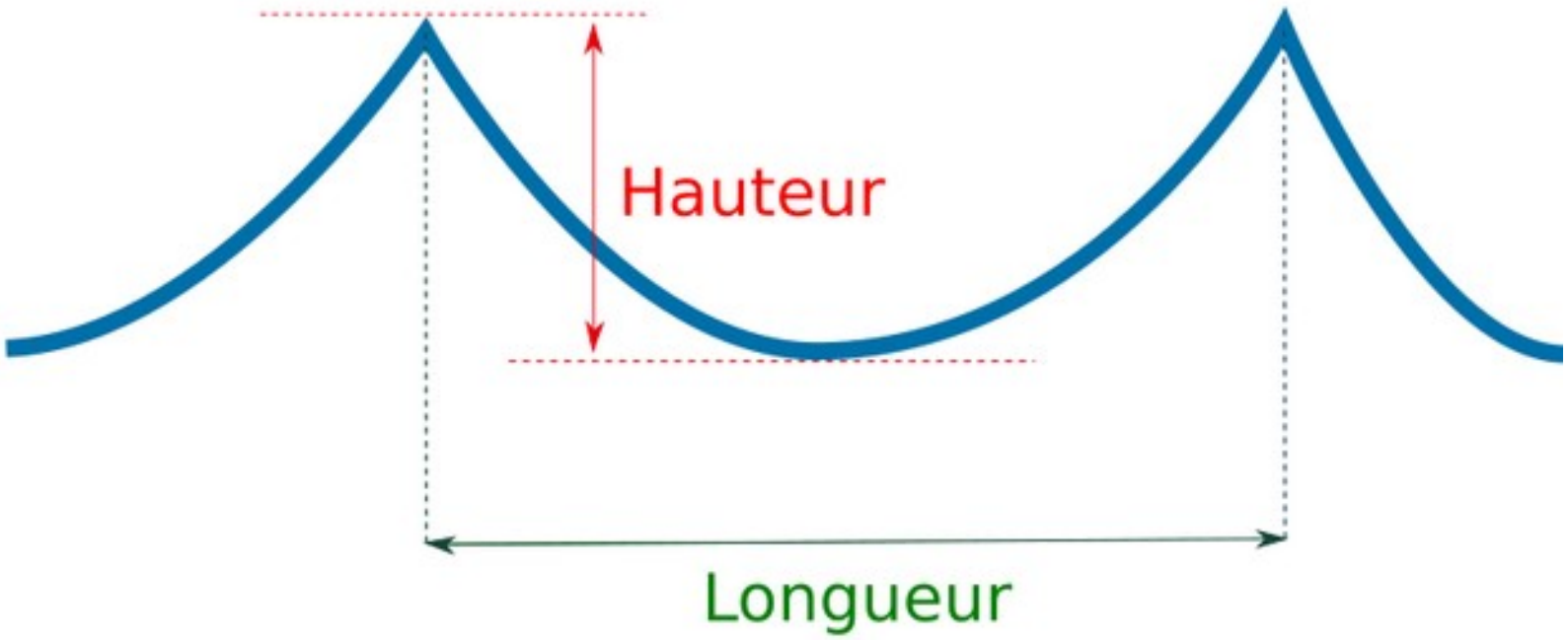
On distingue la mer du vent systèmes de vagues générées localement par l'action du vent et la houle qui désigne les ondes observées dans des zones ou le vent ne peut être considéré comme générateur

Sea (uk) = mer du vent

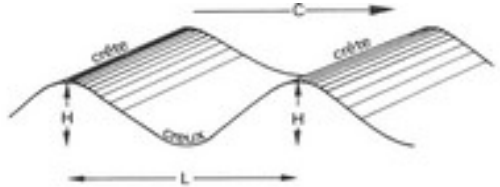
Swell (uk) = houle



# 3- Caractéristiques des vagues



# 3- Caractéristiques des vagues




**L : la longueur d'onde**

Distance horizontale séparant deux crêtes ou deux creux successifs, avec L(m) = 1,56 T2.

*(exemple pour T=10 secondes on observe une houle de 156 mètres)*

**T : la période**

Intervalle de temps en secondes s'écoulant entre le passage de deux creux ou de deux crêtes successifs au même point d'observation.

**C : la vitesse**

Distance parcourue par une vague en fonction du temps.

Avec Célérité en (m/s) C = 1,5 T (s) ou C (Kt) = 3 T (s)

Cependant en groupe les vagues se propagent à la vitesse de C/2 en eau profonde

*(exemple pour T=10 secondes , vitesse de 15m/s ou 30 kt ou 54 km/h)*

**ƛ** : La cambrure ou l 'escarpement c 'est le rapport qui existe entre la hauteur H d 'une vague et sa longueur d 'onde L soit H/L

La vague est stable tant que **ƛ** <= 0.14

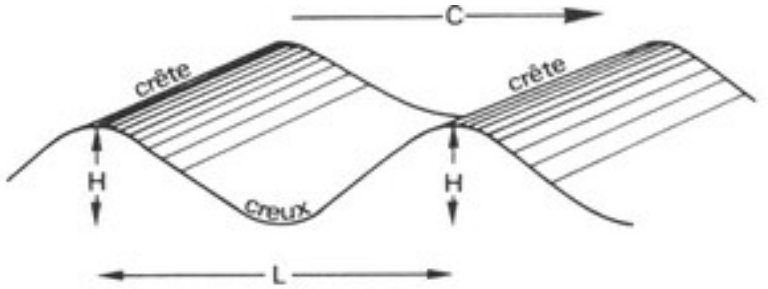
Sinon la vague déferle

# 3- Caractéristiques des vagues

**H : Hauteur**

Distance verticale (m) entre un creux et une crête .

Le problème pour ce paramètre est de le définir avec justesse. Ce n'est pas aisé, car on trouve  toujours un assortiment de vagues de différentes tailles. Aussi, il est recommandé d'indiquer la hauteur significative, c'est à dire la hauteur moyenne des vagues « les mieux formées ».




**HS : Hauteur significative**

Sur un échantillon de n Vagues, les plus petites ont des hauteurs irrégulières et les vagues vraiment plus hautes sont rares.

# 4- Hauteur significative et hauteur caractéristique

## Comment procéder ?

L'OMM (Organisation Météorologique Mondiale) définit la hauteur caractéristique , celle qui doit figurer dans les messages ( bulletins, etc...), comme **la hauteur moyenne de 15 à 20 vagues bien formées**, pas forcément consécutives.
La hauteur caractéristique Hc ainsi définie est voisine de la hauteur H1/3 (HS hauteur significative) qui correspond à la hauteur moyenne du tiers des vagues les plus hautes sur un échantillon de 100 vagues.
Cette correspondance est d'autant plus intéressante qu'il existe divers abaques qui indiquent la hauteur significative des vagues en fonction de la vitesse du vent, de sa durée d'action ou du fetch.

# 4.1- Hauteur significative complément

Une fois **H1/3 ou la hauteur significative définie,**
H1/3 hauteur moyenne du tiers des vagues (33) les plus hautes sur un échantillon de 100 vagues.
il existe des rapports précis qui permettent de définir la hauteur des autres vagues observées :

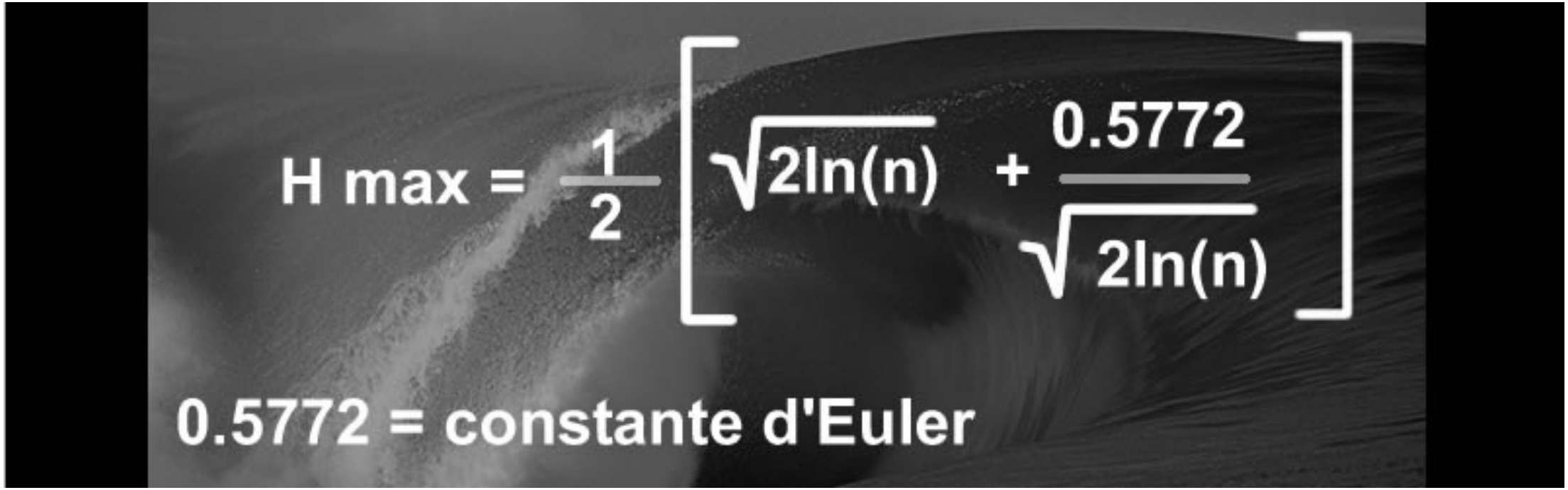
- H1/10 = 1.27 H 1/3 – 12 % des observations
- H1/100 = 1.67 H 1/3 – 1 % des observations
- H1/1000 = 1.92 H1/3

H 1/1000 signifie que sur 10 000 vagues la hauteur moyenne des 10 plus grandes vagues est 1,92 fois H1/3 (soit 33 heures d'observation pour T=12sec)

**Fetch** : distance sur laquelle le vent exerce son action sur la mer sans rencontrer d'obstacle ou sans changer lui même de direction (+/- 30°).

# 4.2- BIG WAVE

La valeur moyenne des hauteurs maximales pour un nombre N de vagues donné peut alors être approchée en fonction de **H1/3** par la relation asymptotique :



# 5- Estimer l'état de mer

L'état de la mer comprend la mer du vent et la houle.
La mer du vent est la partie des vagues de courte période, se propageant dans la direction du vent

L'**Echelle de Douglas** ou **Code S** permet de décrire l'état de mer

| FRANCAIS – Mer du Vent | **Code S** | ANGLAIS - Sea | Seuils |
|---|---|---|---|
| Calme | **0** | Calm-Glassy | de 0m à 0,1 m |
| Ridée | **1** | Calm-rippled | de 0m à 0,1 m |
| Belle | **2** | Smooth | De 0,1 m à 0,5m |
| Peu agitée | **3** | Slight | de 0,5m à 1,25m |
| Agitée | **4** | Moderate | de 1,25m à 2,5m |
| Forte | **5** | Rough | de 2,5m à 4m |
| Très forte | **6** | Very rough | de 4m à 6m |
| Grosse | **7** | High | de 6m à 9m |
| Très grosse | **8** | Very high | de 9m à 14m |
| Enorme | **9** | Phenomenal | supérieur à 14m |

# 6- Estimer la Houle

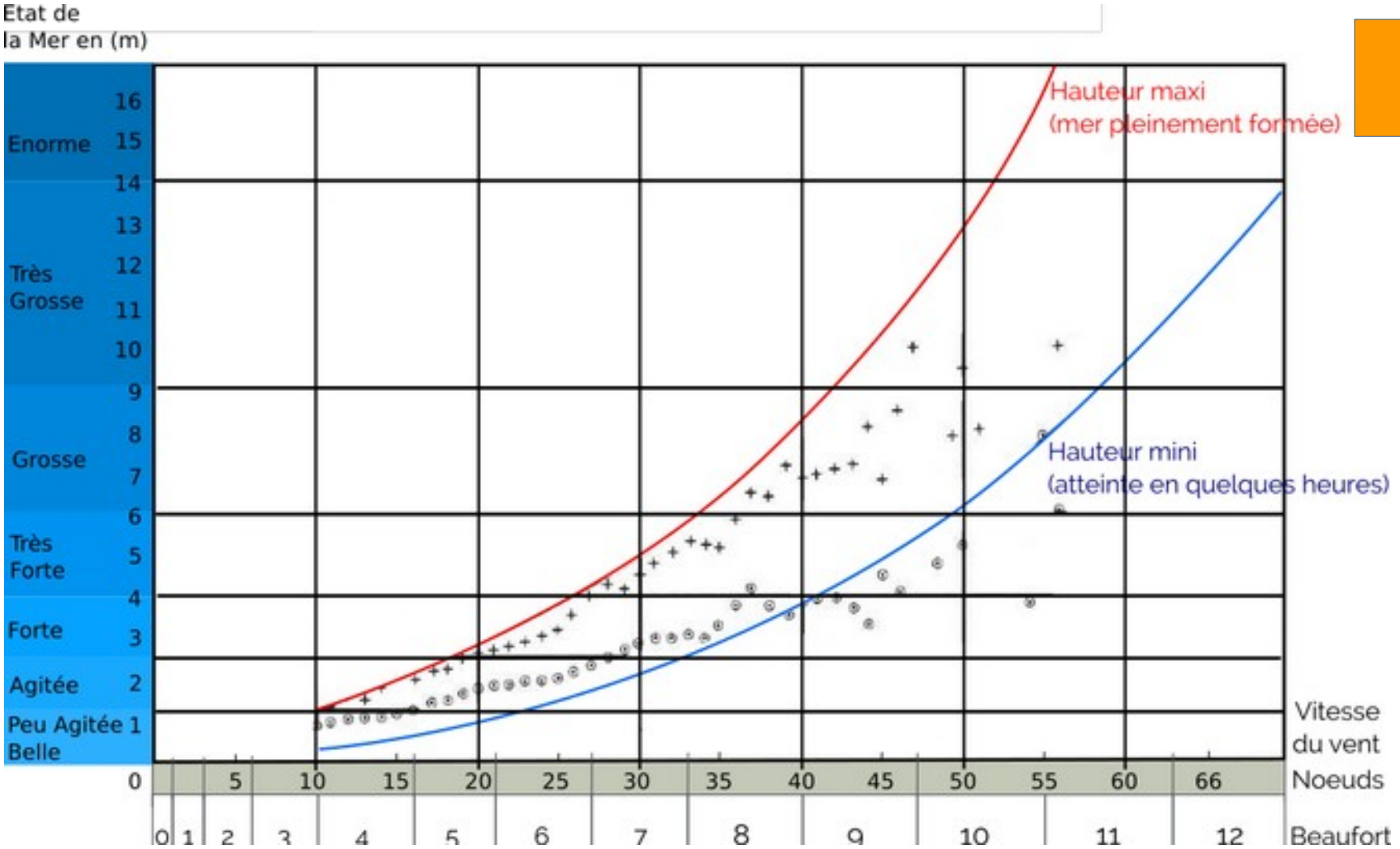
La houle est constituée des vagues qui ont quitté l'aire génératrice (fetch).
La houle se décrit par sa hauteur et sa direction dans les bulletins mais nous pouvons lui associé aussi sa longueur.

| Longueur | Hauteur |
|---|---|
| Courte – infèrieure à 100 mètres | Petite – inférieure à 2 mètres |
| Moyenne – 100 à 200 mètres | Modérée – 2 à 4 mètres |
| Longue – supèrieure à 200 m | Grande – supérieure à 4 mètres |

| Etat réel de la mer | Exemple descriptifs |
|---|---|
| Houle seule pas de mer du vent | Petite houle et longue de Sud-Ouest |
| Vagues mer du vent uniquement | Mer agitée |
| Mer du vent et houle  phénomènes coexistants et distincts | Mer Agitée avec houle modérée et longue de Sud-Ouest |

La description de l'état de la mer peut être complétée avec le terme suivant :
Mer croisée (ou crossed sea)

# Abaque de Fons et Devillaz




**Courbe du bas :** La courbe du bas représente la hauteur minimale des vagues, celle qui est atteinte rapidement (moins de 10 heures) et qui a donc toutes les chances d'être dépassée.

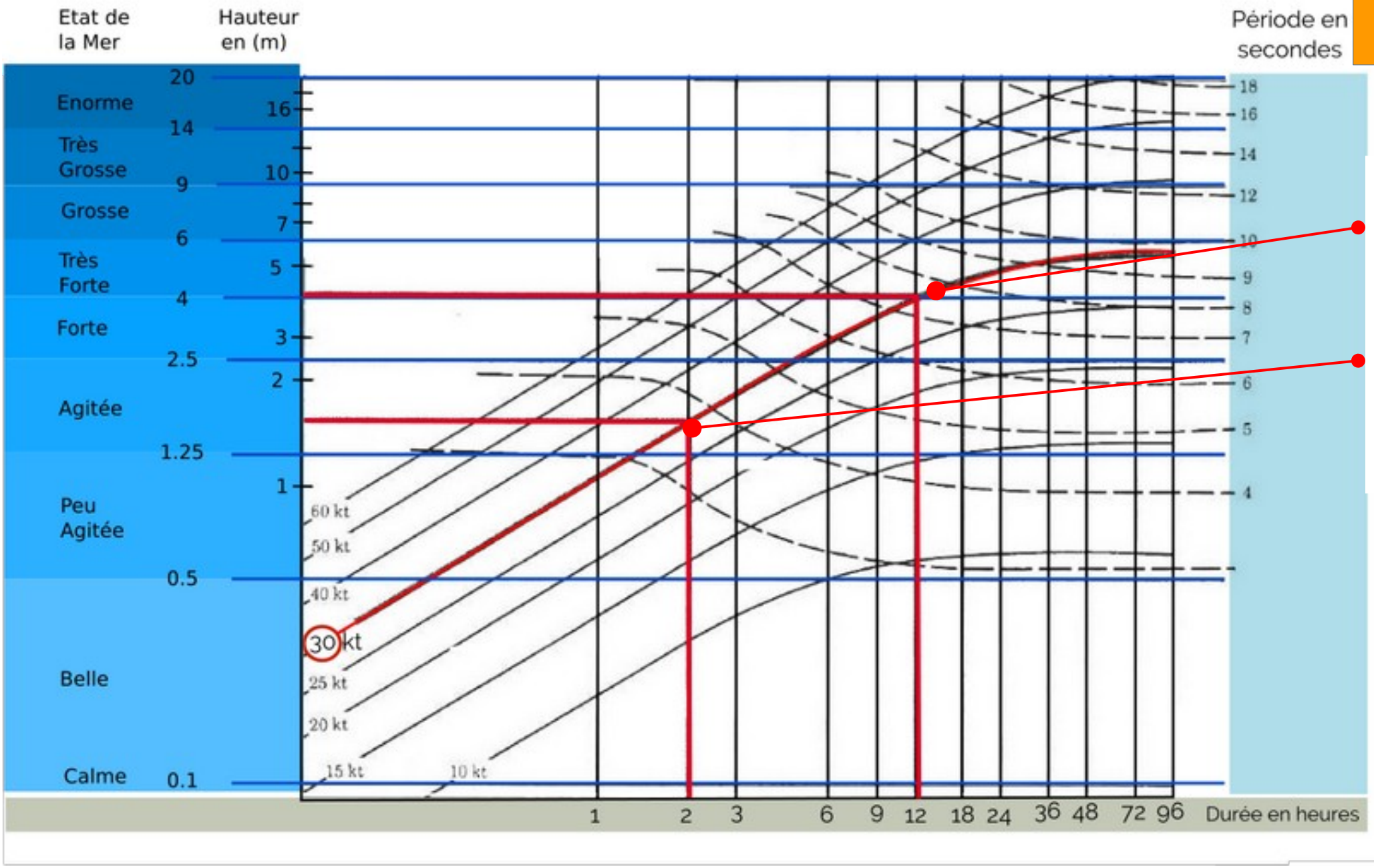
⊙ Moyenne sur 3 ans de la hauteur des vagues observées en Manche Ouest à proximité de la côte.

┼ Moyenne sur 3 ans de la hauteur des vagues observées au point Roméo (47°N,17°W) au large du golfe de Gascogne.

**Courbe du haut** : La courbe supérieure indique la hauteur des vagues (H1/3) d'une mer pleinement formée. On suppose que le vent a eu tout le temps et l'espace nécessaire pour lever la mer.

*Exemple : un vent de 30 kt lève des vagues qui atteignent rapidement 2 mètres, 2,5 à 3 m en Manche, 4 m au large et max 5 mètres.*

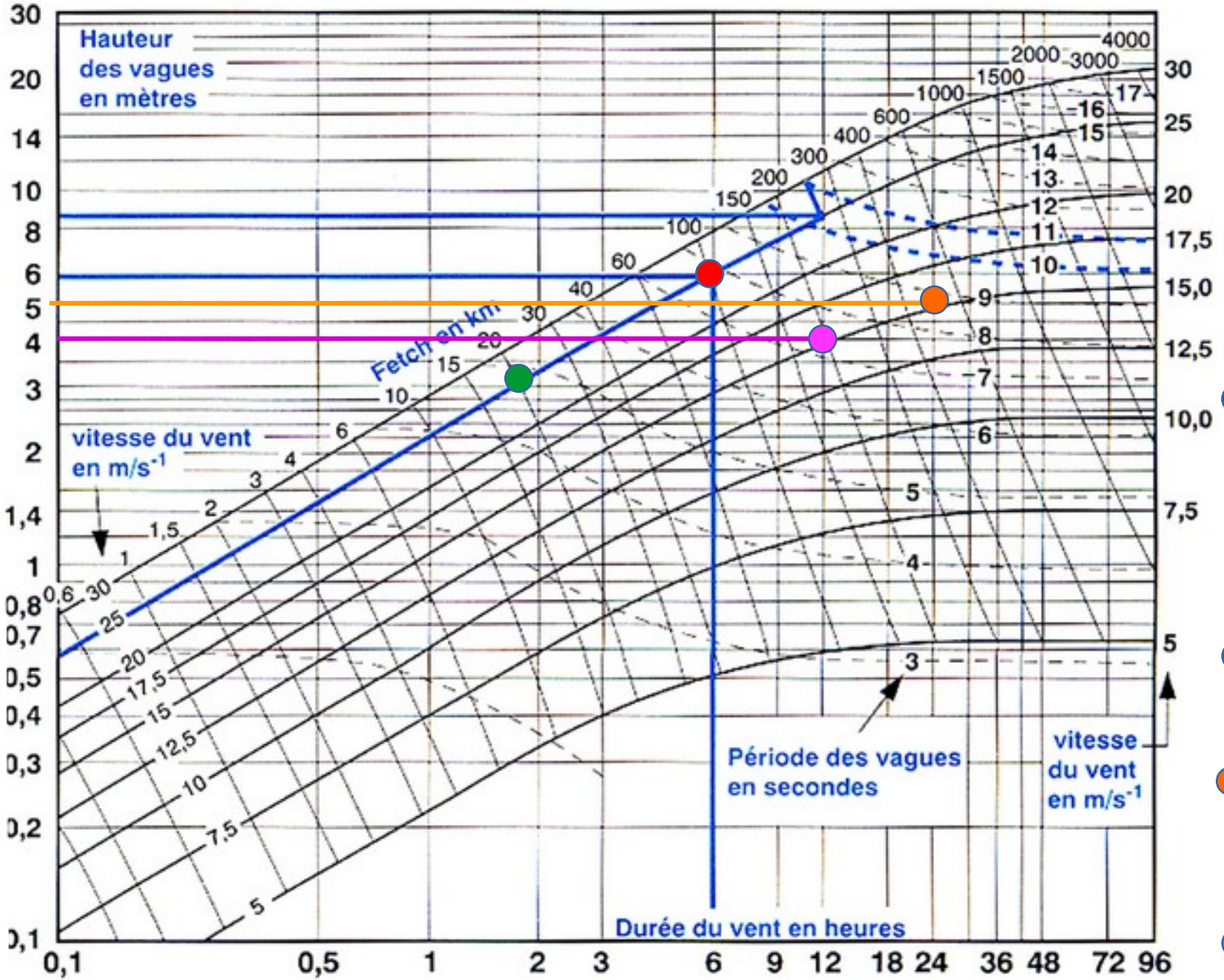
# Abaque de Brettschneider




Exemple :
un vent de 30 kt lève des vagues qui atteignent 4 mètres en 12 heures

Ce meme vent léve rapidement des vagues d'1,5 m en 2 heures.

Abaque donnant le H1/3 en fonction de la force du vent, de la durée d'action et du fetch.




**Exemples :**

- Durée : 6 heures
  Vitesse du vent 25 m/s
  Hauteur des vagues =6 mètres
  Période de 8 sec
  Fetch de 100 km

- Si Fetch de 20 km
  Taille max : 3 mètres

- Durée : 24 heures
  Vitesse du vent 15 m/s (30 kt)
  Hauteur des vagues =5 mètres
  Période de 8/9 sec

- Avec un Fetch de 200 km
  Hauteur 4 m , 7 sec

# 7- Paramètres influents

## 7.1 Influence du vent

Un vent de terre en bordure côtière retarde le déferlement

Un vent de mer favorise un déferlement glissant (perte d'énergie)

*Exemple :*

*Pour H = 1.5m au large* → H = 1.20 m pour un vent de 10 à 12 kt dans le même sens
H = 2 m pour un vent opposé

# 7- Paramètres influents

## 7.2 Influence des fonds sur la hauteur et la direction

Le processus en règle générale :
Lorsque les vaguent approchent des hauts fonds, elles sont freinées, leurs longueurs d'onde diminuent et la pente des vagues augmentent.

Petits fonds → Les vagues s'amplifient avant de déferler

Hauts fonds isolés → Formation de brisants

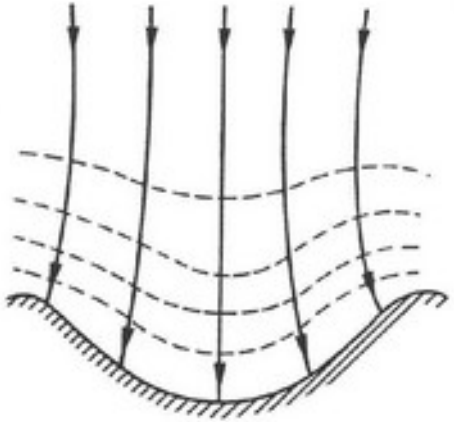
## 7.3 Influence des fonds sur la direction de la houle

Modification de la direction de la houle à la côte en fonction de la configuration de la côte.

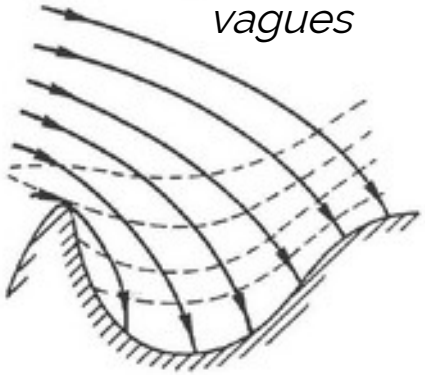
# 7.4 Influence des fonds sur la direction de la houle

*Lignes tiretées = isobathes*
*Fléches = normales des crêtes de vagues*

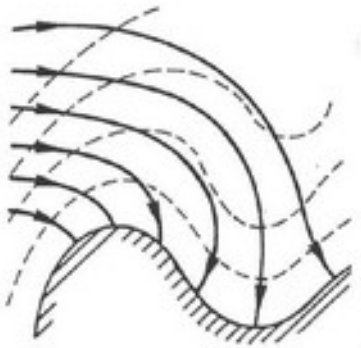
Type de la modification de la direction de la houle en fonction de  différentes configurations côtières



Arrivée directe des vagues dans une baie

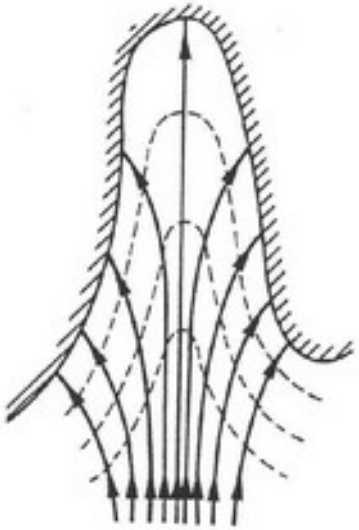


Cap abrupt et pointu

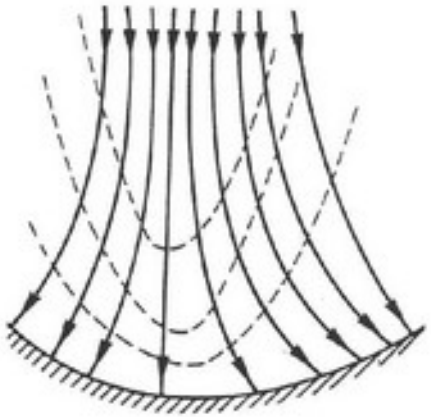


Cap arrondi

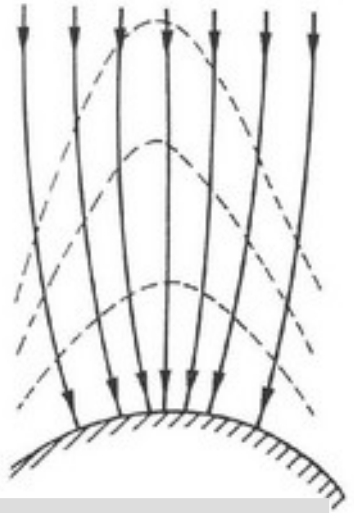
Pour l'exemple du cap abrupt, l'énergie se concentre près du cap et entraîne un accroissement de la hauteur des vagues, alors que dans la baie la hauteur moyenne va en diminuant.



Goulet



Vallée sous-marine

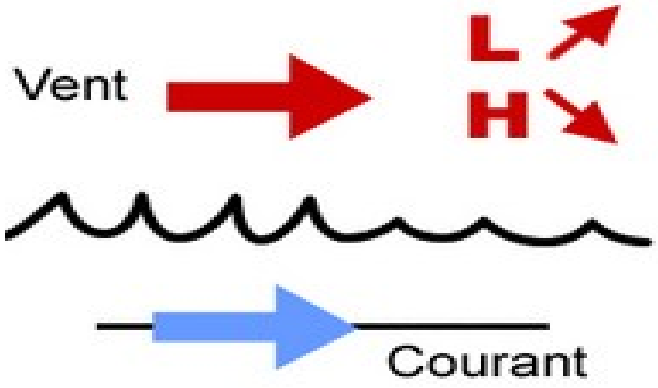


Crête sous-marine

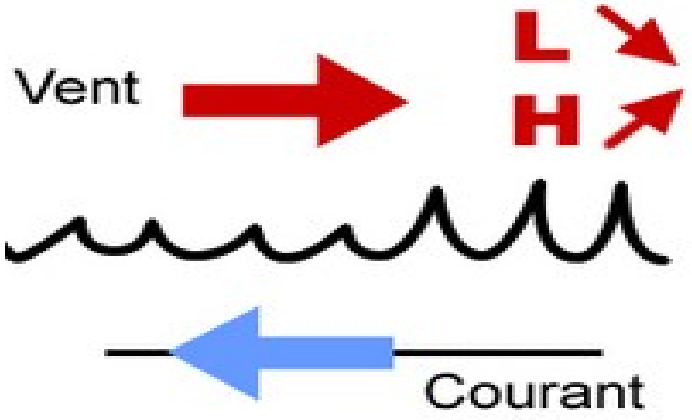
*Illustration Met Mar nr 117*

# 7.5 Influence du courant

Lorsqu'un courant rencontre des vagues, il modifie les caractéristiques des vagues :




Dans un cas il augmente leur longueur d'onde et diminue leur hauteur.

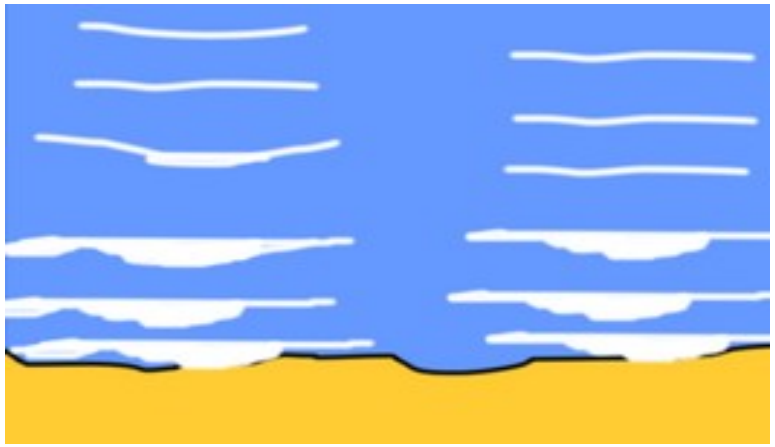


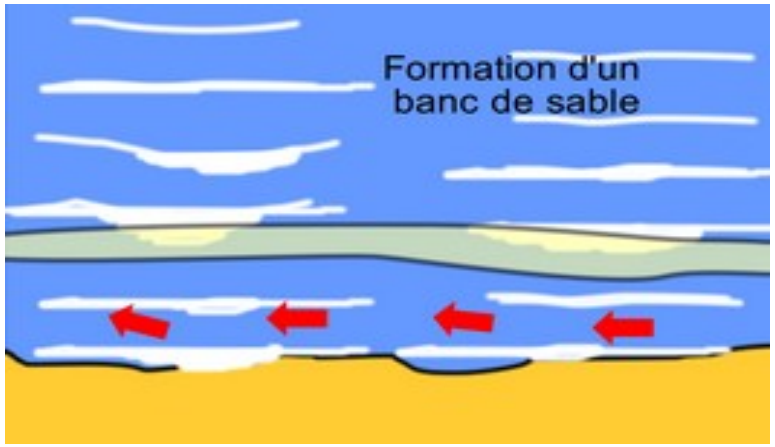

Dans un deuxième cas, il diminue leur longueur d'onde et augmente leur hauteur.

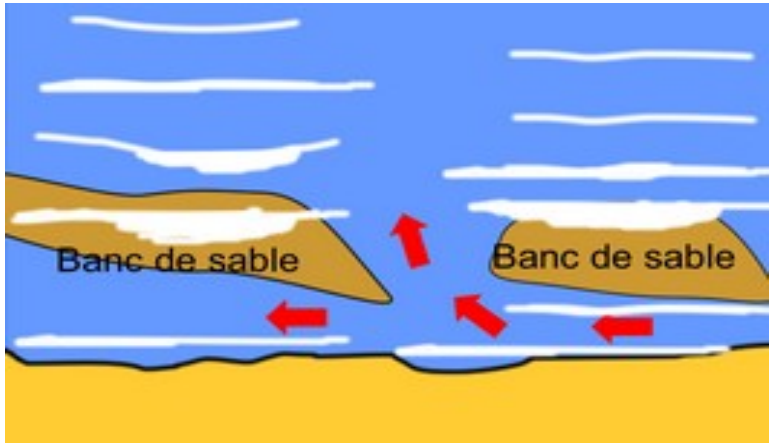
*Observations possibles : dans le raz Blanchard , un vent de 40/45 kt et un courant opposé de 6 à 10 kt donne des vagues de 8 à 10 sec aux déferlements redoutables*
*Sortie du goulet de Brest par fort coefficient et marée descendante avec une houle de sud-ouest à ouest sur ouest Bretagne.*

# 7.6 Influence des vagues à la côte

## Processus



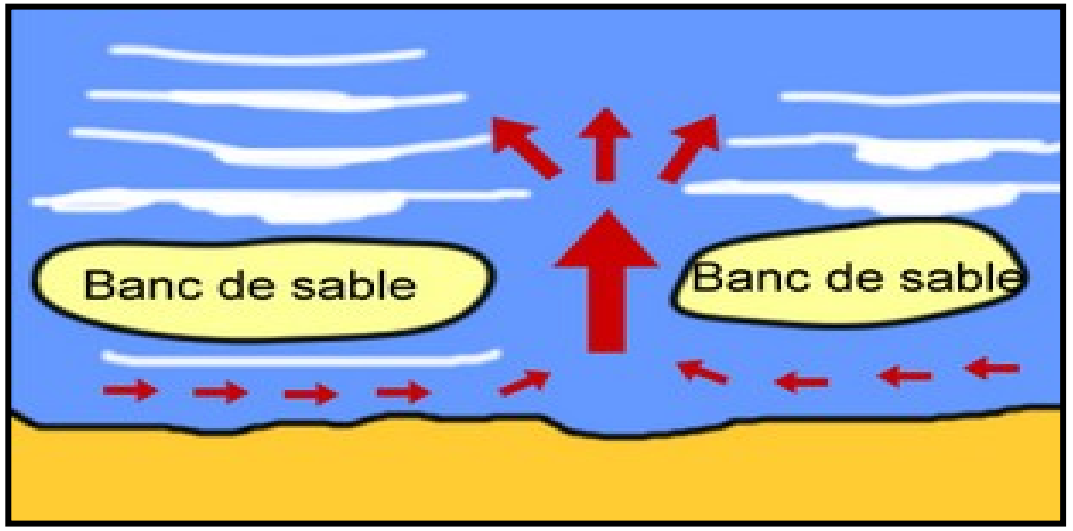



1- Courant parallèle à la côte

2- Variation du niveau moyen d'eau

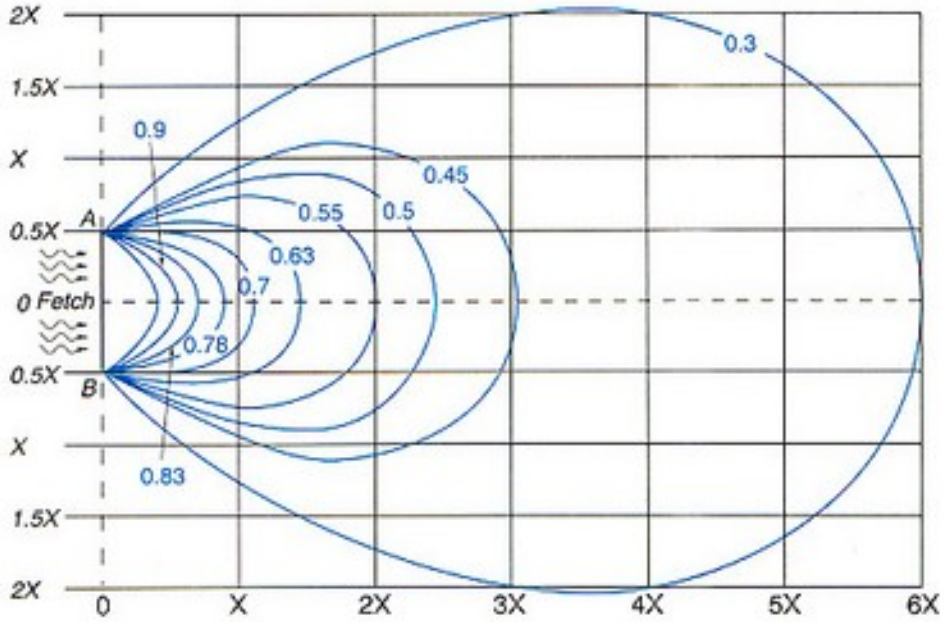
3- Courant de pente des bosses vers les creux



Baïnes sur les côtes du sud ouest : 20 à 25m de large sur 200 à 300m de long

# 7.7 Dispersion Angulaire

Lorsqu'une vague quitte son aire génératrice  (Fetch) elle se disperse, l'onde se propage en s'atténuant.




Abaque illustrant le facteur de dispersion angulaire

Cette atténuation peut etre calculé en fonction de la taille de la zone ( largeur perpendiculaire à l'axe de propagation) et la distance entre la zone et le point recherché. Exemple pour un houle de 6 mètres à 3X ( 3 fois la larguer du Fetch) sa hauteur sera de Hauteur caractéristique = 6 x 0,45 = 2,7 mètres

# 8- Vagues Scélérates / Rogue Waves

## 19 zones à risque dans le monde :

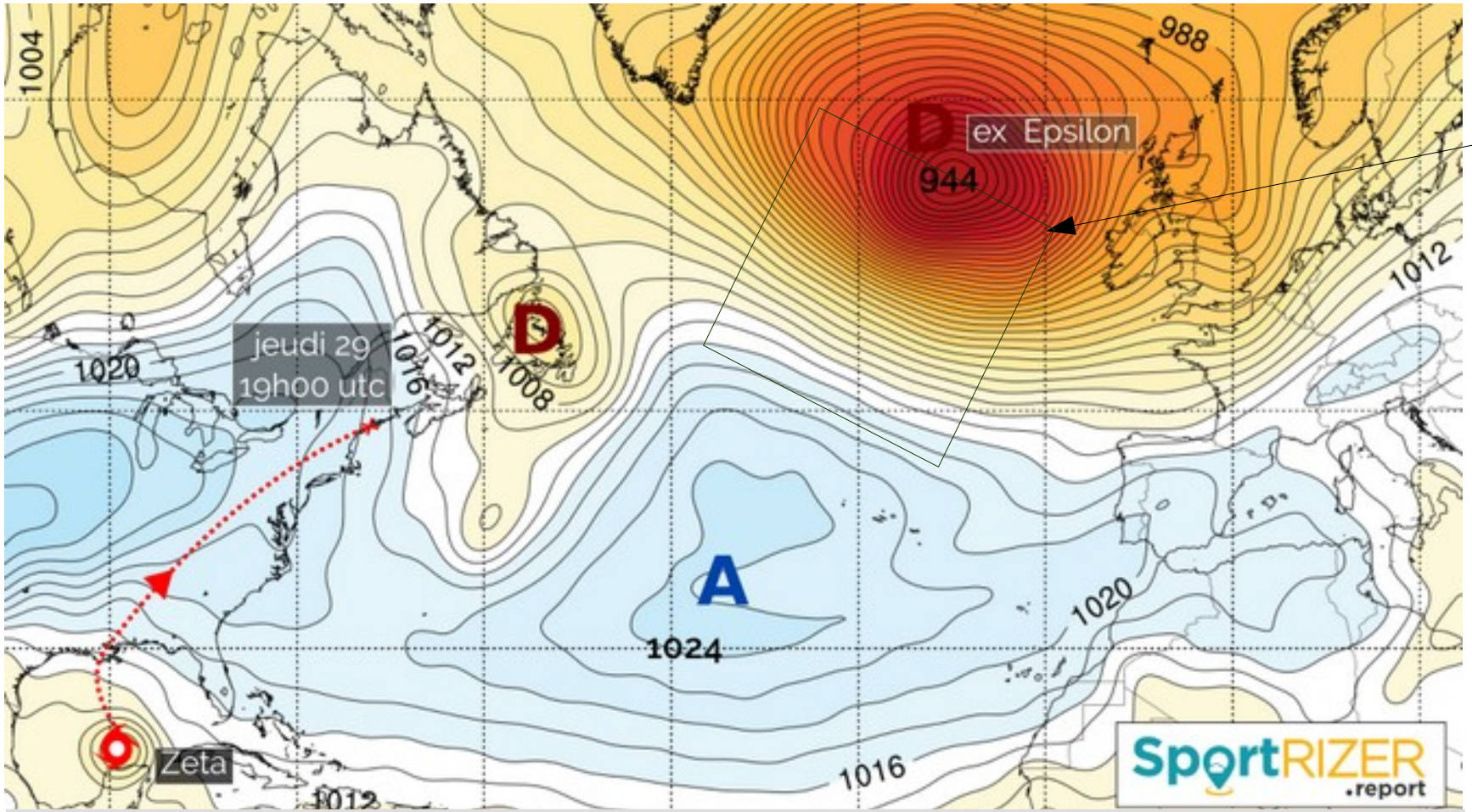
- Bancs de terre neuve
- Sud du Groenland
- Zone côtière autour de l'Islande
- Zone côtière de la mer de Norvège
- Mer du nord
- Mer baltique
- Golfe de Gascogne
- Gulf stream
- Zone côtière autour de l'Australie
- Golfe du Mexique
- Au large de la Colombie britannique
- Autour du cap Horn
- Courant des aiguilles
- Golfe du Bengale
- Sud de la mer de Chine
- Mer du Japon
- Pacique à l'est du Japon
- Au sud du 40°S

Le pic max observé avec le passage de la houle associée à l'ex Ourgan Epsilon signe un joli record à 200 nautiques à l'ouest de l'Irlande avec [illegible] mètres à 03h00 utc sur M6

Source : Irish Data Buoy Network

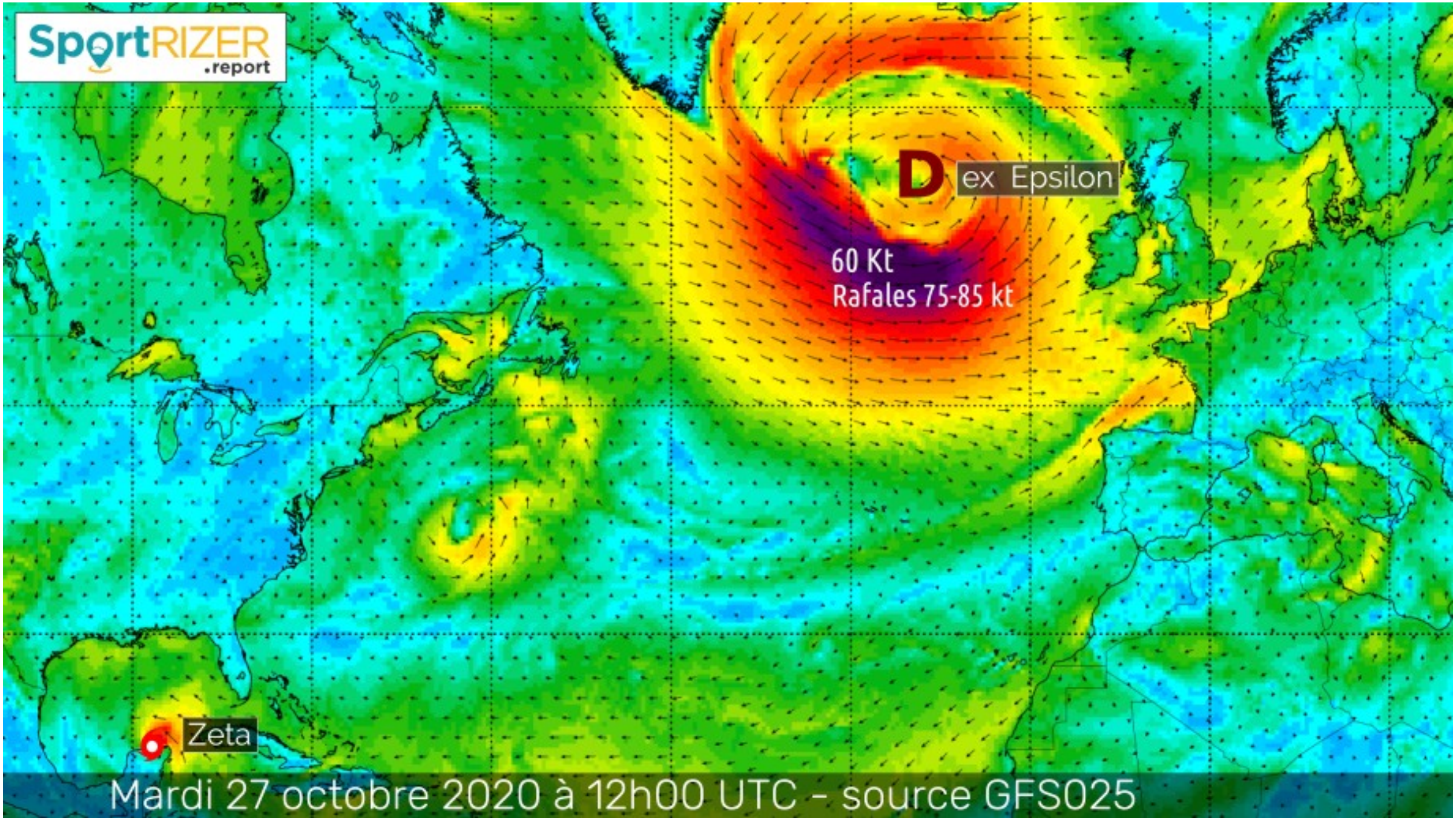
# 9- Exemple - Europe

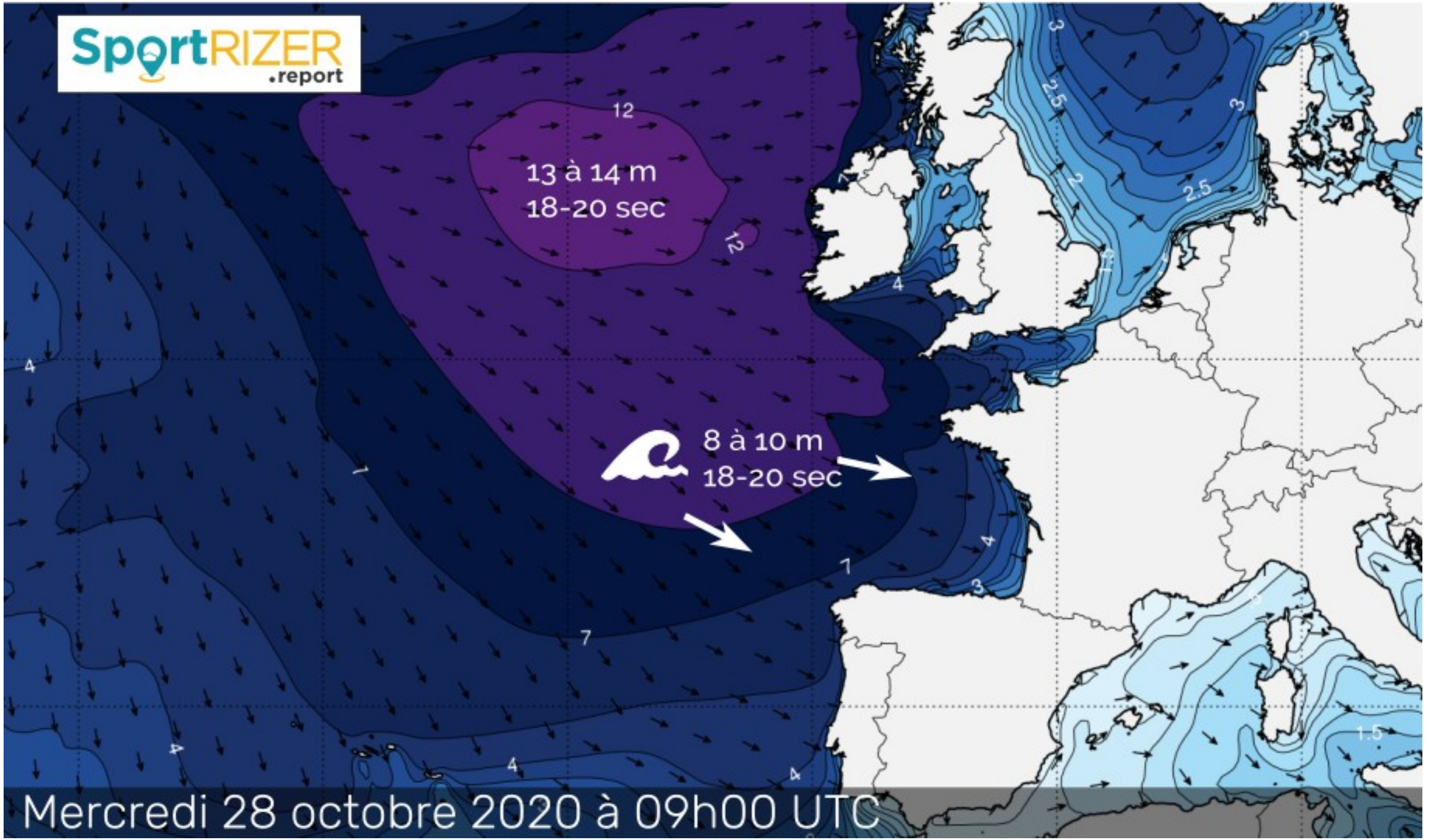
Genèse d'une situation exceptionnelle avec la reprise de l'ex ouragan Epsilon dans la circulation d'ouest sur l'Atlantique nord.



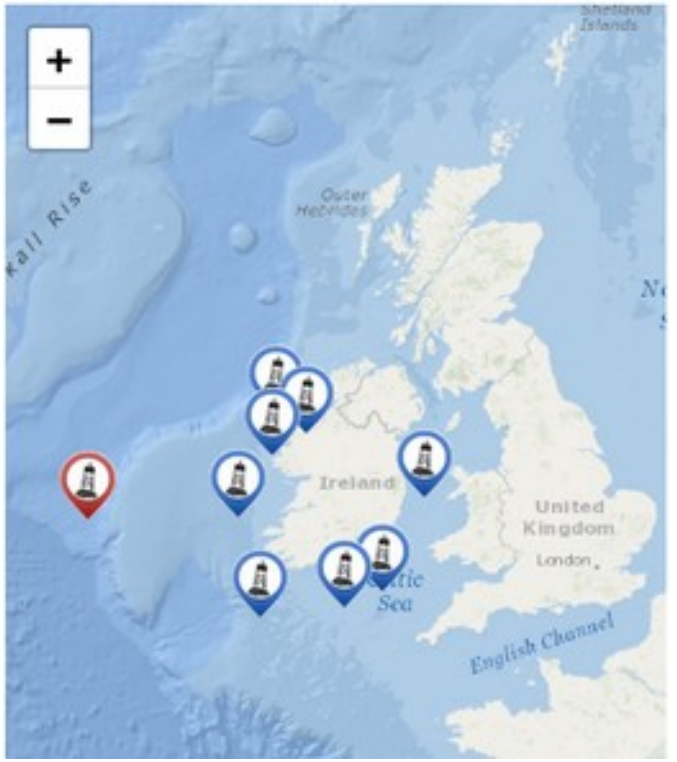

Mise en place d'un vaste Fetch sur le proche atlantique

Situation isobarique prévue pour mardi 27 octobre 2020 à 12 T.U


SportRIZER .report
D ex Epsilon
60 Kt
Rafales 75-85 kt
Zeta
Mardi 27 octobre 2020 à 12h00 UTC - source GFS025


SportRIZER .report
13 à 14 m
18-20 sec
8 à 10 m
18-20 sec
Mercredi 28 octobre 2020 à 09h00 UTC

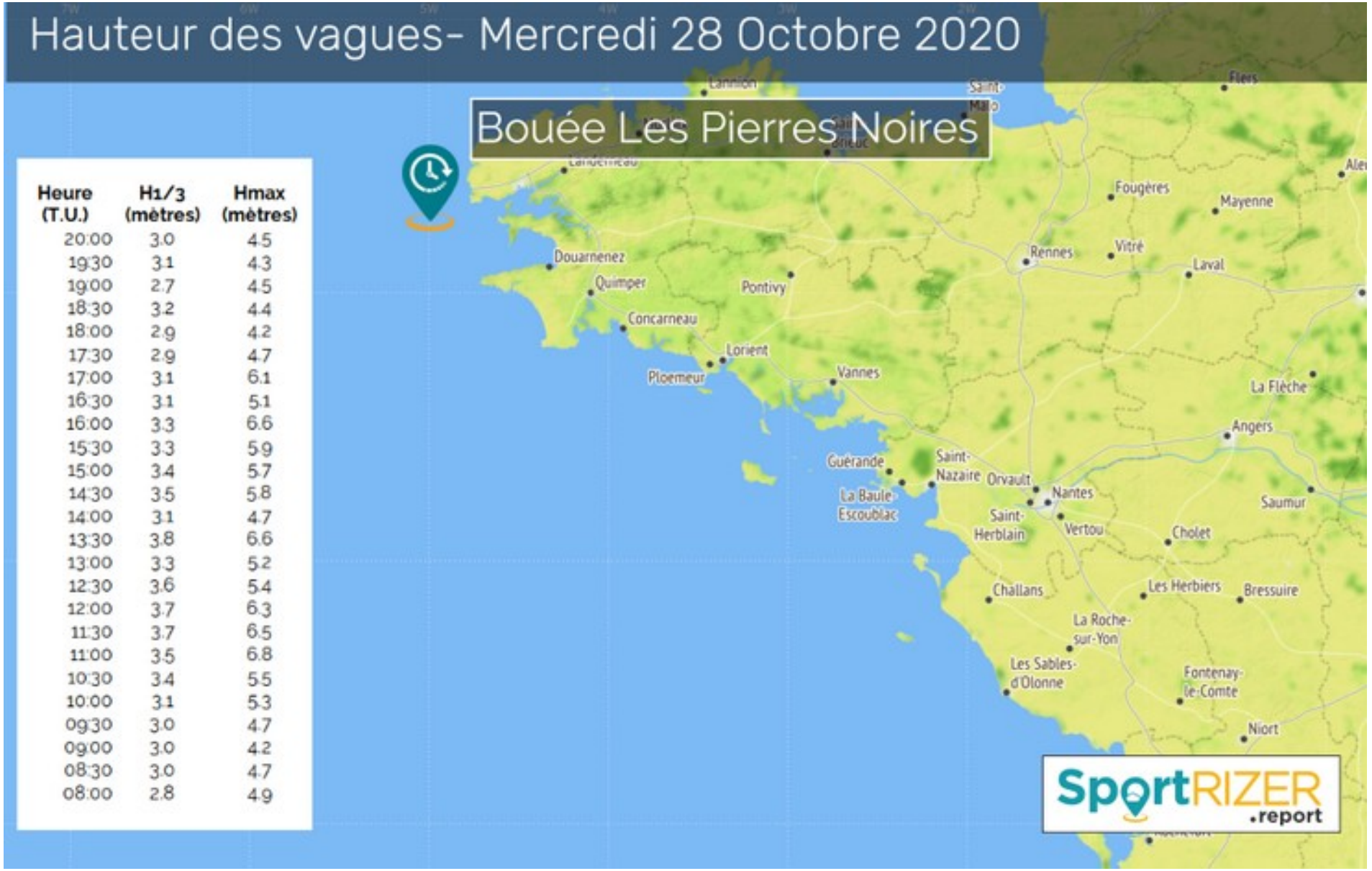
# Observation de la hauteur maximale sur la bouée  M6 à 200 Nautiques de l'Irlande
# Record le mercredi 28 octobre 2020 à 03 T.U




Source Irish Data Buoy Network

# Observation de la hauteur maximale sur la bouée au large du Cap Ferret

# Observation de la hauteur maximale sur la bouée des Pierres Noires



Spot de Mullaghmore (Nord-ouest de l'Irlande) avec Conor Maguire sur une vague mesurée à environ à 18 mètres de hauteur.
@conormaguiree par @garymccallphotot

Une question, une suggestion à propos de ces pages?

N'hésitez pas à m'envoyer un mail ou me contacter sur Twitter !

yann.amice@gmail.com