

# Suivi en service de la durée de vie de l'ombilical dynamique d'une éolienne flottante

Présentation GDR EMR

Marseille

09/03/2016

# Plan

1. Introduction
2. Prédiction de la durée de vie
3. Suivi en service

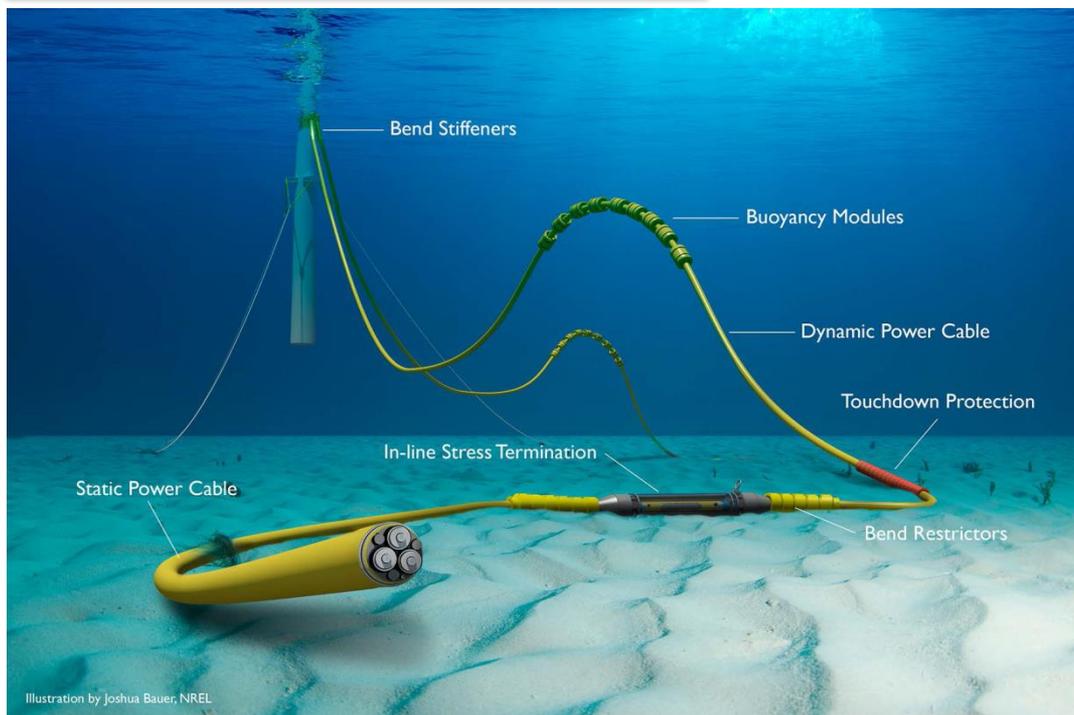
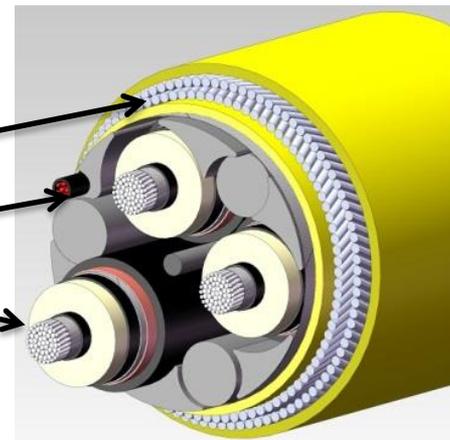
# Qu'est ce qu'un ombilical dynamique ?

Câble électrique qui traverse la tranche d'eau pour relier un flotteur en surface à un câble électrique posé au fond.

Armures en acier

Fibres optiques

Conducteur (Cu ou Al)



Il est soumis aux sollicitations de l'environnement (courant, vagues, vie marine...) et doit accommoder les mouvements du flotteur.

- Des cycles de contrainte en permanence pour le câble
- Problème de fatigue

# Méthode générale pour le calcul de la durée de vie

## Calcul des dommages à long terme

# Calcul de la durée de vie d'un ombilical dynamique

## Étude en fatigue :

Évaluer les **dommages** causés par  
tous les **cycles** de chargement  
sur la **durée de vie** souhaitée.

- Dommage ~ Cycles
- 2 échelles de temps :
  - 1 cycle : ~ 10 secondes
  - Durée de vie : ~ 10 ans

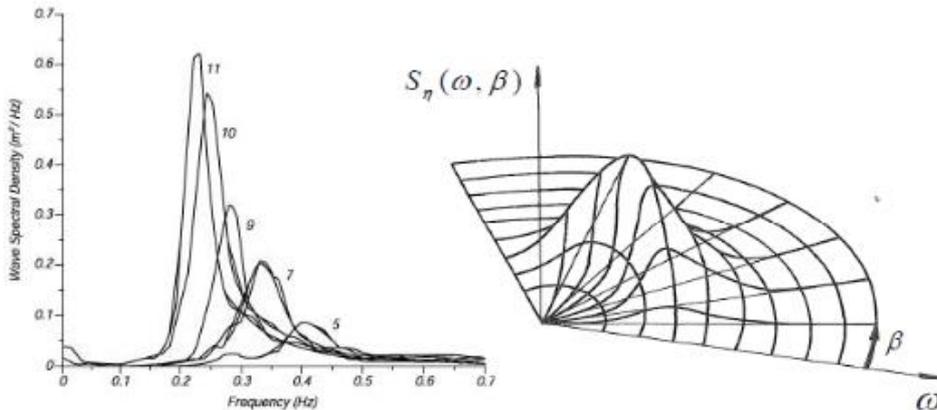
# Calcul des dommages long terme

	Long terme 10 ans	Court terme 3h	1 cycle 10s
<b>Houle</b>	Description statistique	Spectre de houle	Signal temporel
<b>Mouvement du Flotteur</b>	-	Calcul non linéaire dans le domaine temporel	
<b>Tension et Moments du Câble</b>			
<b>Dommages</b>	Description statistique	Somme sur tous les cycles	1 cycle

# Description de l'environnement

- Houle :

- Description spectrale :
  - $H_s$ ,  $T_p$ , gamma
- Direction (+ étalement)



- Vent :

- Intensité
- Direction
- Part variable ?

- Courant :

- Intensité
- Direction
- Profil

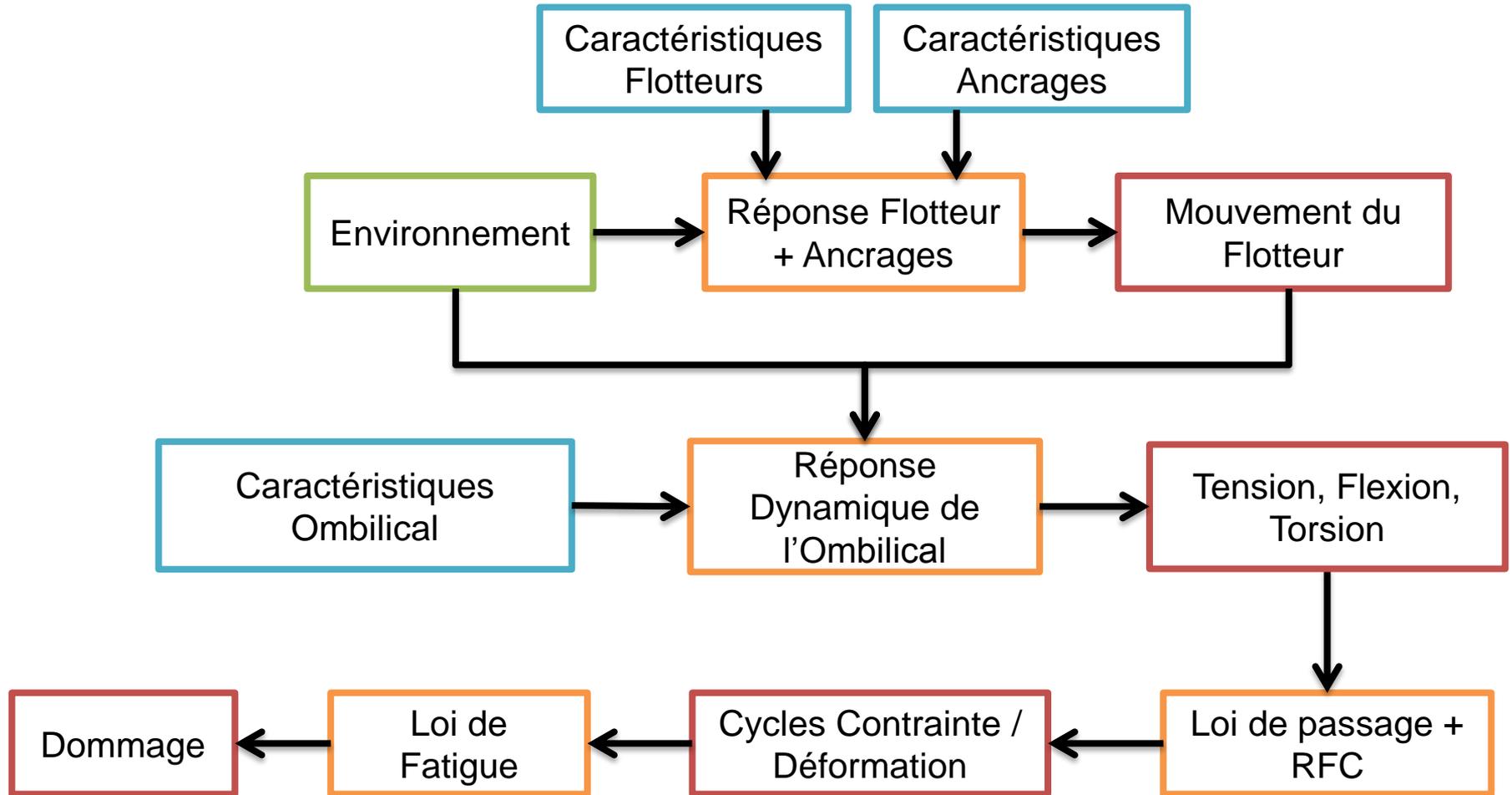
- Marée :

- Profondeur d'eau

→ Beaucoup de paramètres, principalement 2 d'utilisés :

**$H_s$  et  $T_p$**  de la houle

# Modèle pour le calcul des dommages court terme



# Suivi en service

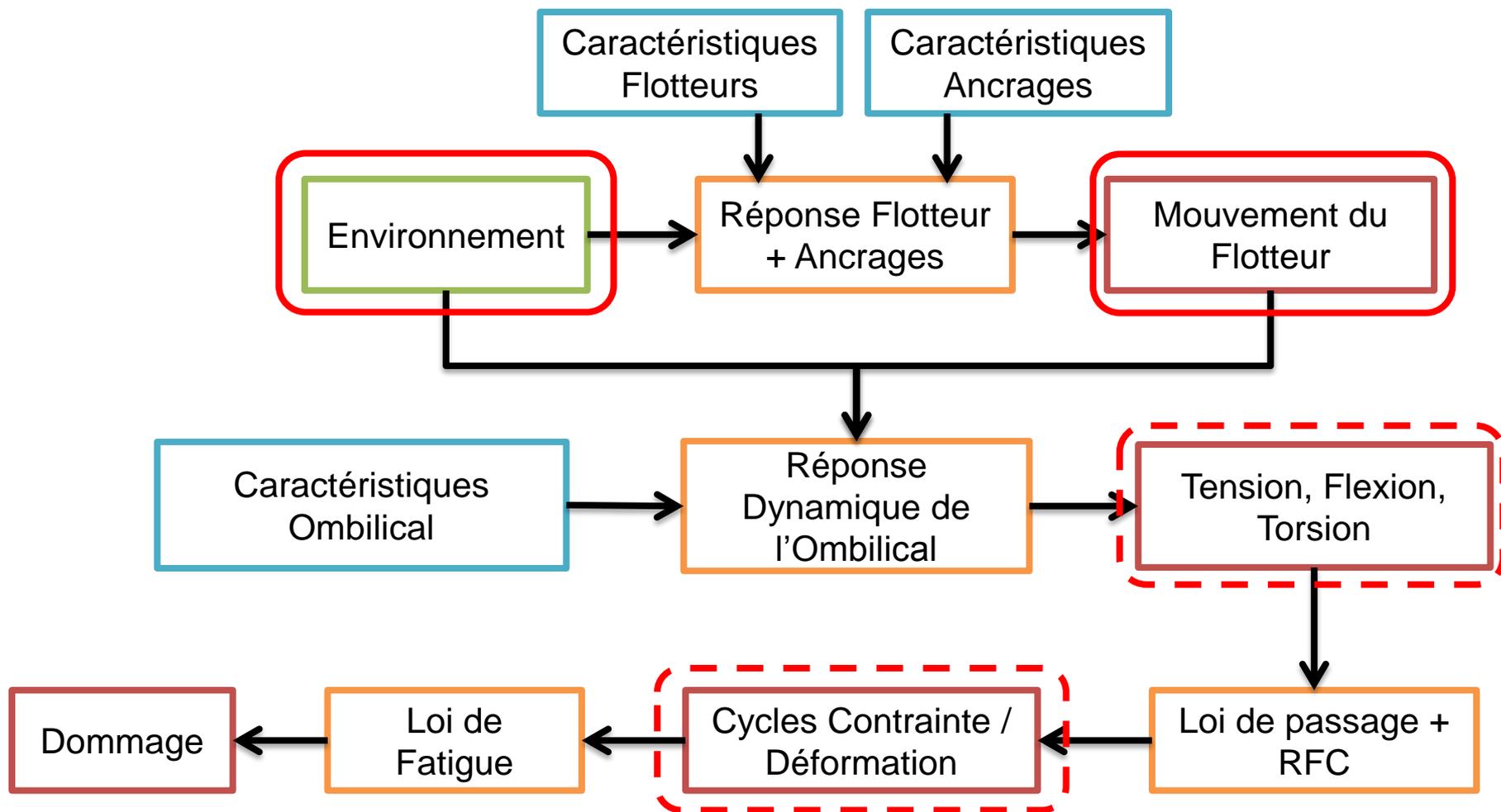
Objectif : utiliser des mesures en mer pour réduire l'incertitude sur la durée de vie consommée / restante

# Suivi en service

1. Utiliser les mesures directement pour calculer le dommage subi
2. Utiliser les mesures pour évaluer le modèle
3. Utiliser les mesures pour corriger le modèle

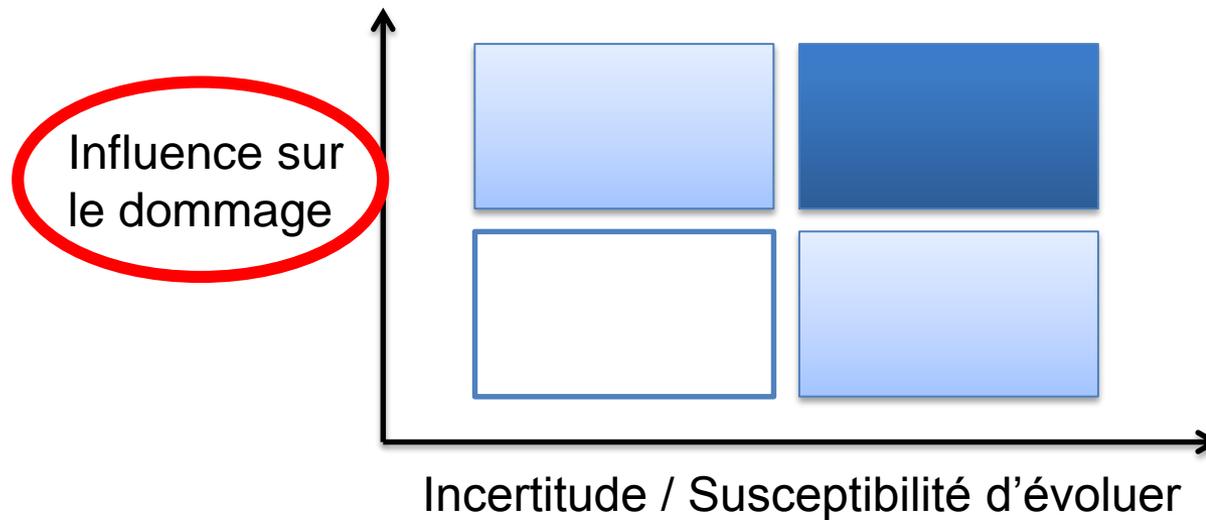
→ Fréquence des mesures ?

# Que pourra-t-on mesurer ?



# Suivi en service

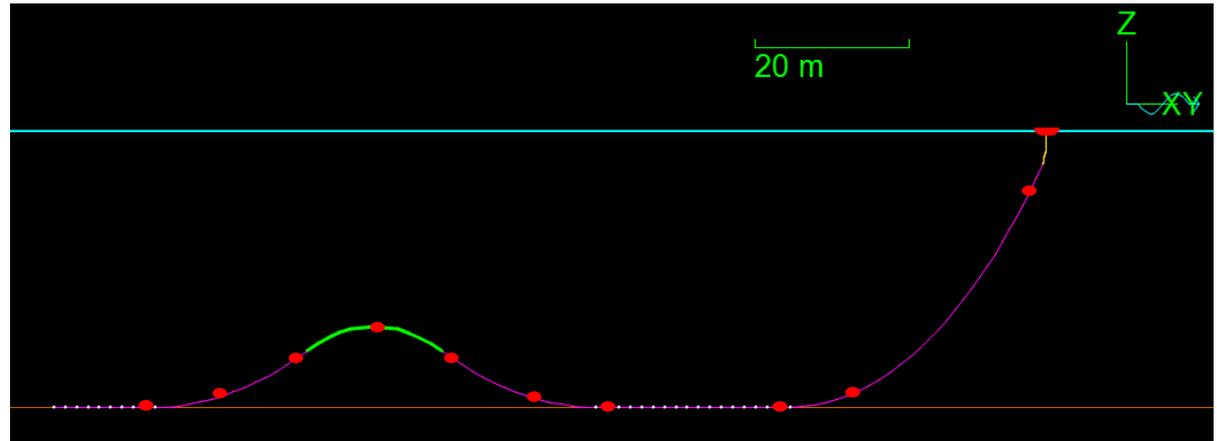
- Correction du modèle :
  - Quels paramètres faut-il corriger ?



- A quelle fréquence corriger le modèle ?

# Illustration : Bouée météo SEMREV

- Bouée :
  - 1 tonne
  - 3m de diamètre
- Ancrage :
  - 3 points
  - Semi-tendu
  - Nylon + Chaîne
- Ombilical :
  - 4cm de diamètre
  - Bending stiffner
  - Modules de flottabilité



## Étude de sensibilité

Évolution du « dommage » en **10 points** en fonction des **10 paramètres** suivants :

1. Houle : Hs, Tp, direction, étalement
2. Courant : intensité
3. Marée : profondeur d'eau
4. Statique du flotteur : X, Y, R1, R2

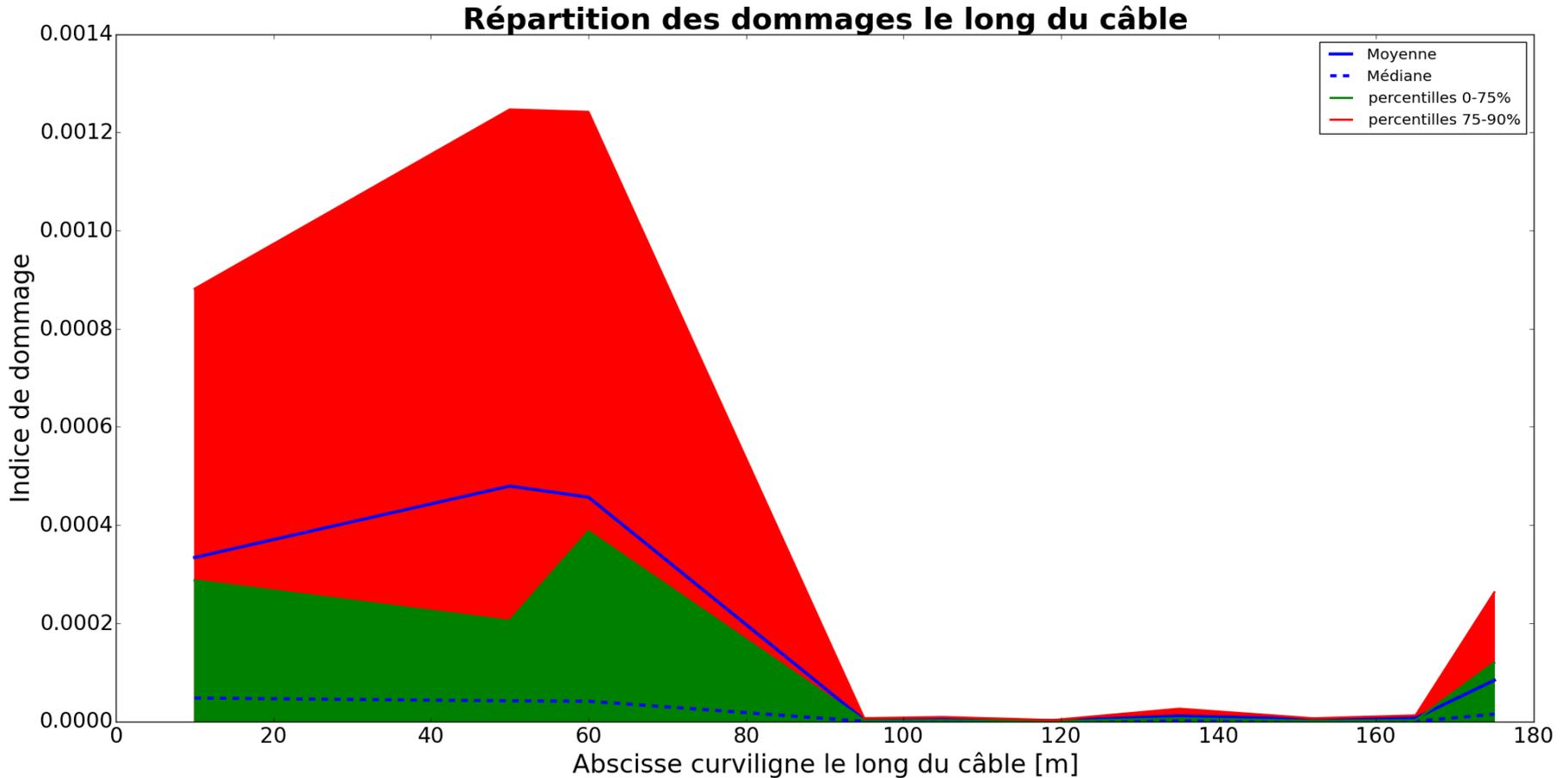
# Illustration : Bouée météo SEMREV

- Méthode :
  - Pour chaque paramètre :
    - Un intervalle de variation (Hs : 0-2m)
    - 250 simulations – communes à tous les paramètres
      - Quasi Monte-Carlo (suite de Sobol) – répartition uniforme
    - 250 simulations – seul le paramètre varie (QMC)
  - Pour chaque simulation :
    - calcul approximatif du dommage en 10 points
  - Pour chaque point :
    - Estimation de l'indice de sensibilité totale de chaque paramètre :

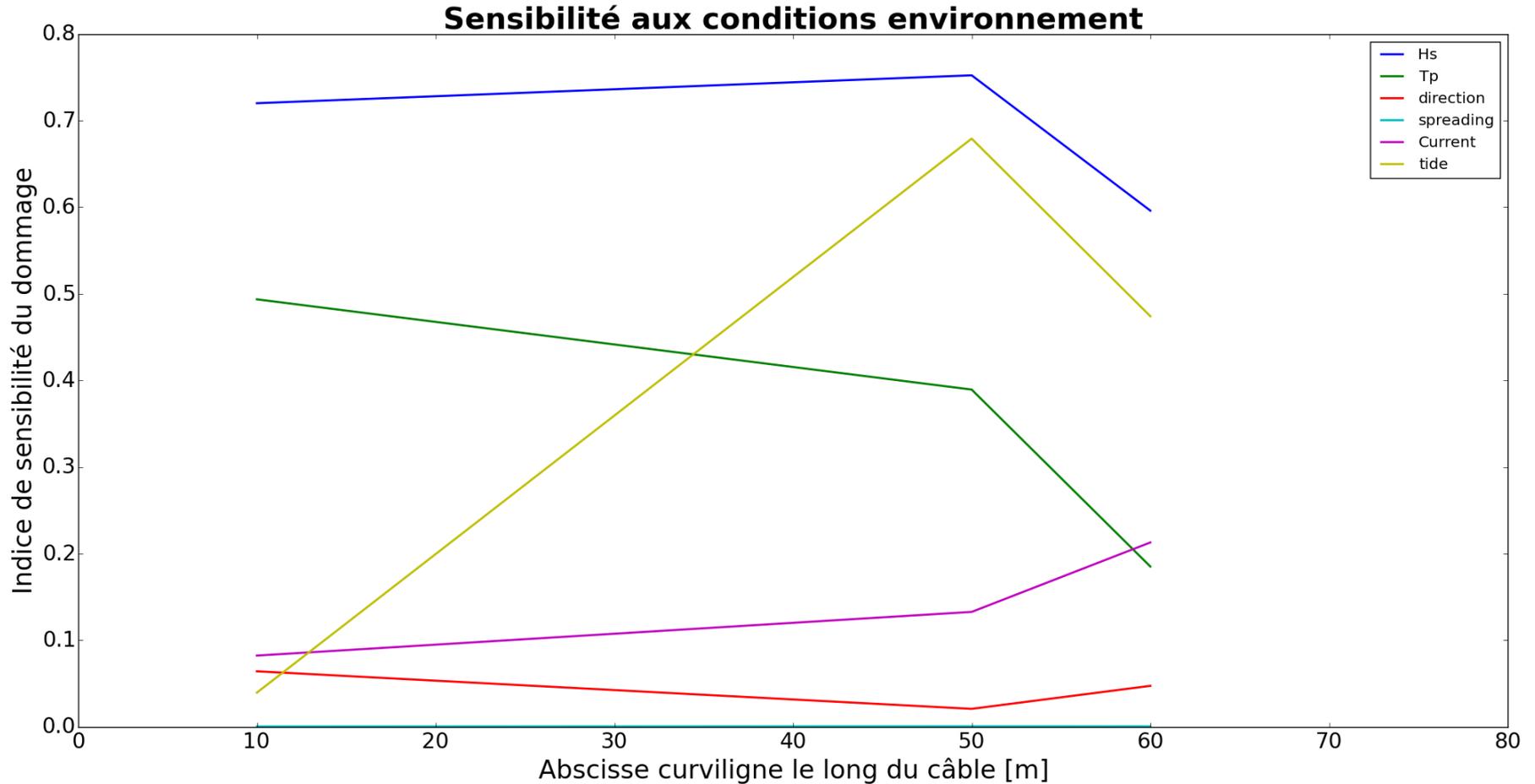
$$S_{Ti} = \frac{E_{X_{\sim i}} \left( \text{Var}_{X_i} (Y | X_{\sim i}) \right)}{\text{Var}(Y)}$$

$$S_{Ti} \sim \frac{\sum_{j=1}^N (f(A)_j - f(AB_i)_j)^2}{2N \cdot \text{Var}(Y)}$$

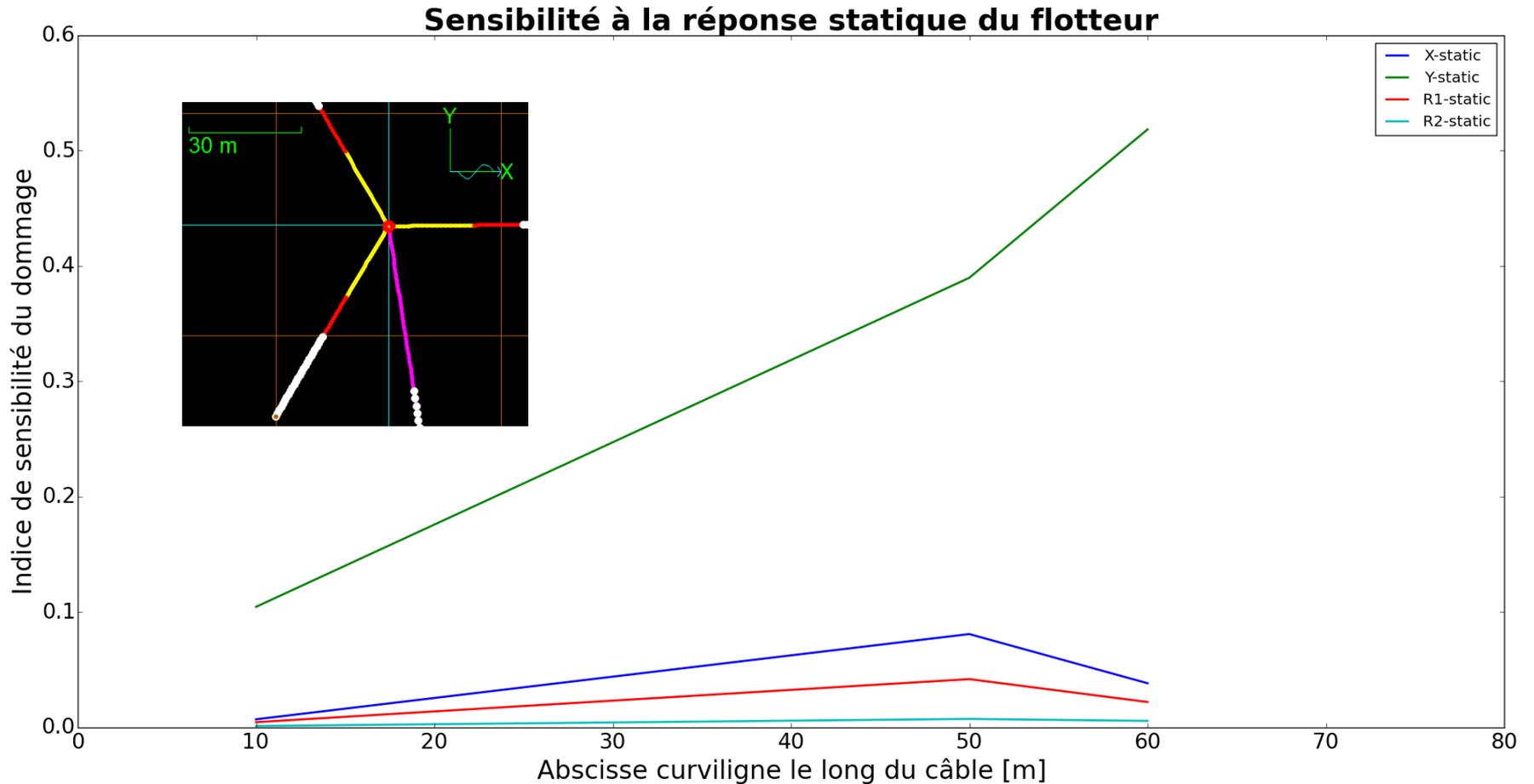
# Illustration : Bouée météo SEMREV



# Illustration : Bouée météo SEMREV



# Illustration : Bouée météo SEMREV



# Conclusion

- Travail à effectuer :
  - Sur un cas d'application, déterminer les paramètres influents
  - Définir une méthode pour retrouver ces paramètres à partir de mesures expérimentales
- Mesures sur l'ombilical :
  - De quelles informations aura-t-on besoin ?
  - Que pourra-t-on effectivement mesurer ?

# Fin

# Merci