

Analyse régionale des aléas maritimes



Pietro Bernardara ^(1,3), **Marc Andreewsky** ⁽²⁾

(1) EDF Energy R&D UK Centre

(2) EDF R&D, LNHE

(3) Laboratoire Saint-Venant (EDF R&D, CEREMA, Ecole des Ponts ParisTech)

intermittency Smart Customers ccs B2B London offshore Wind Universities R&D UK
Centre Electric Vehicle Manchester ETI Barnwood TSB Nuclear
Flexibility Smart Meters Partnerships Paris Green Deal Strategy
Energy Management Capability Demand Response B2C Energy Efficiency



CHANGER L'ÉNERGIE ENSEMBLE

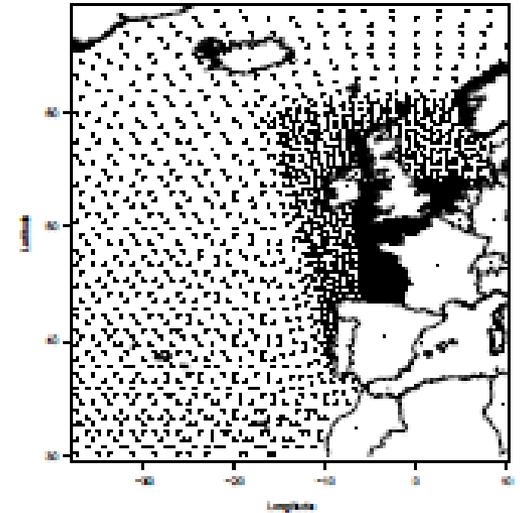
Plan de la presentation

1. L'analyse Régionale
idée, histoire, approche, mise en œuvre
2. Application aux Hs vagues
3. Application aux surcotes de pleine mer
4. Conclusions

1. L'analyse régionale

L'idée

- ▶ Grosses bases de données
- ▶ BigData, Réanalyses
- ▶ Beaucoup d'information



L'histoire

- ▶ Utilisée en hydrologie et météorologie a partir des années '60

Darlymple, T. (1960), 632 Flood Frequency Analysis, 1543-A, US Geological Survey, *Water*, 633 *Supply Paper*.

- ▶ Application aux aléas maritime plus récente !

Weiss (2014), EDF PhD. Analyse régionale des aléas, maritimes extrêmes and related papers

1. L'Analyse Régionale

L'Approche

Même distribution de probabilité pour les extrêmes générés par des phénomènes physiques similaires



Bretagne ou Grande Bretagne?

Dans une **région homogène** la distribution de probabilité des extrêmes est identique en chaque site (à un indice locale près)

Utiliser toute l'information disponible

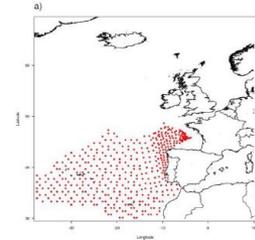


1. L'Analyse Régionale

La mise en œuvre

(Hosking, J. R. M., and J. R. Wallis (1997), Regional Frequency Analysis: An Approach Based on L-Moments, Cambridge Univ. Press, Cambridge)

(1) Formation de régions homogènes : « à partir de la détection des tempêtes »
N sites par région

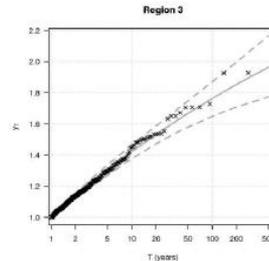


(2) Echantillonnage des extrêmes
 $X_i (i=1, \dots, N), F(X)$

(3) Vérification Statistique de l'homogénéité des régions
 D_i, H

(4) Estimation de la loi régionale

$$Y = \frac{X_i}{\mu_i} \forall i, F(Y)$$



(4) Calcul de la durée effective



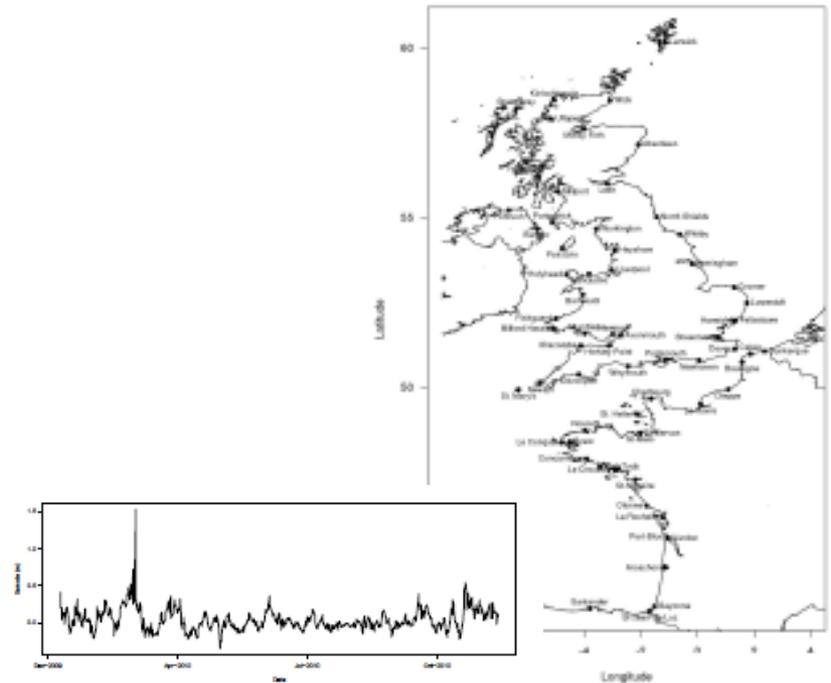
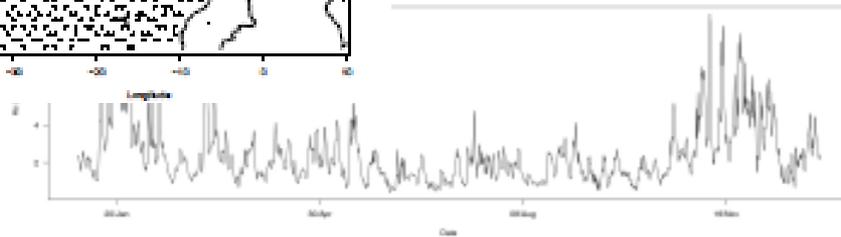
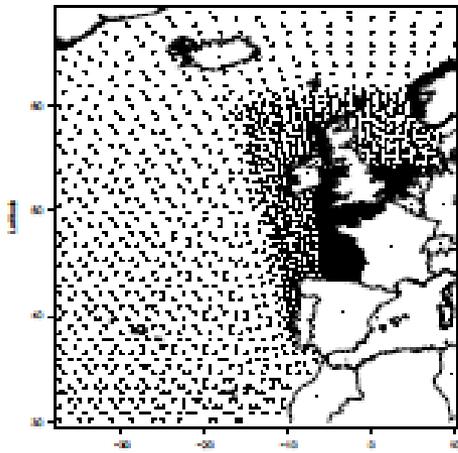
(5) Retour aux quantiles locaux

2. Les aléas Maritimes

Hauteur Significative des vagues
Anemoc-2 Data 1979-2009

Sélection de 1847 nœuds

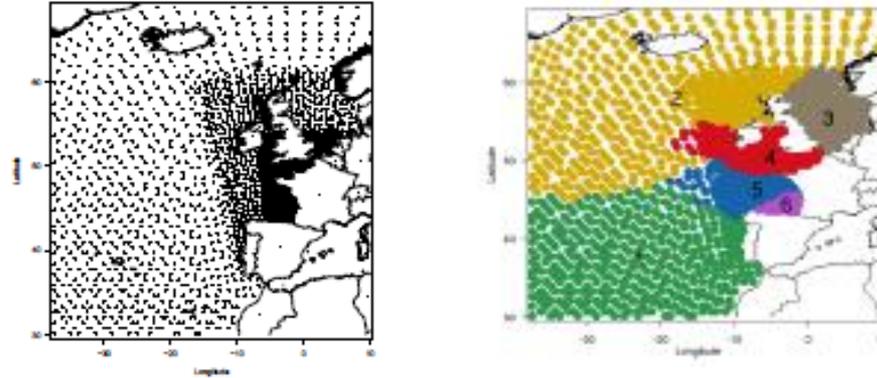
Laugel, A. (2013), PhD thesis, EDF R&D LNHE, Saint-Venant Lab. For Hydraul., Chatou, France.



Surcotes de pleine mer
67 Marégraphes
~30 ans
Brest 1846, Newlyn 1910

2. Application aux vagues

Définition des régions homogènes



Echantillonnage des extrêmes (POT) X_i

Vérification Statistique de l'homogenité

(Hosking, J. R. M., and J. R. Wallis (1997), Regional Frequency Analysis: An Approach Based on L-Moments, Cambridge Univ. Press, Cambridge)

Discordancy, D_i : mesure la distance du site i par rapport à la moyenne régionale (L-moments)

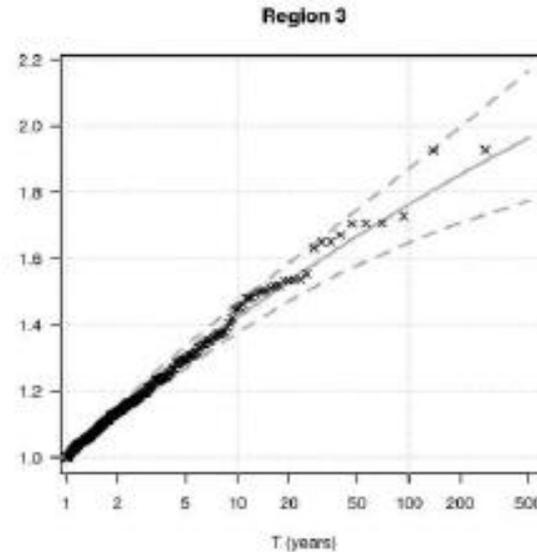
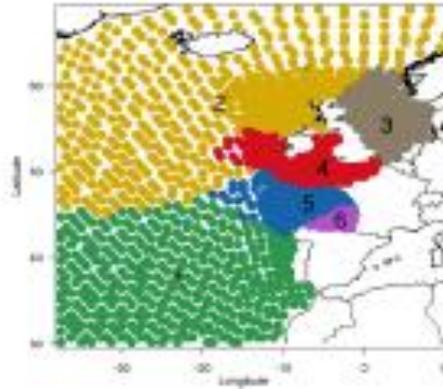
Heterogeneity, H : compare la dispersion observée dans la région avec celle attendue pour une région homogène

2. Application aux vagues

Fonction de répartition régionale

$$Y = \frac{X_i \forall i}{\mu_i}$$

$$F(Y)$$



Durée effective régionale

Weiss J., P. Bernardara, and M. Benoit (2014). Modelling inter-site dependence for regional frequency analysis of extreme marine events, WRR

$$\varphi(x) = 1 + \sum_{i=1}^{N-1} P(\max_{j=i+1, \dots, N} \eta_s^j \leq x | \eta_s^i > x), \quad x \geq 1$$

$$D_{eff} = \varphi \bar{d} \quad 1 < \varphi(x) < N$$

Region 3

241 sites * 30 years

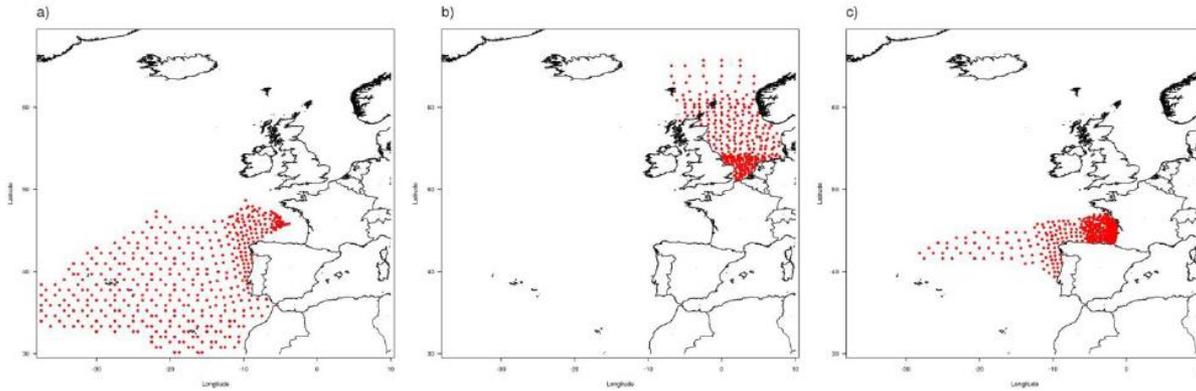
sum(D) = 7230 years

$D_{eff} \sim 300$ years

2. Application aux vagues

Formation des régions homogènes

Algorithme d'extraction des tempêtes



15-18 Feb 1986

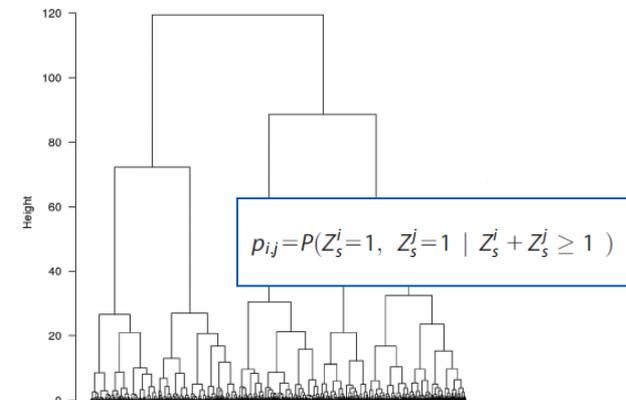
11-13 Dec 1990

23-24 Jan 2009

Analyse des empreinte des tempêtes

Classification ascendante hiérarchique (Ward's)

Weiss J., P. Bernardara, and M. Benoit (2014). Formation of homogeneous region extreme significant wave heights, JGR-Ocean



2. Application aux surcotes

Définition des régions homogènes

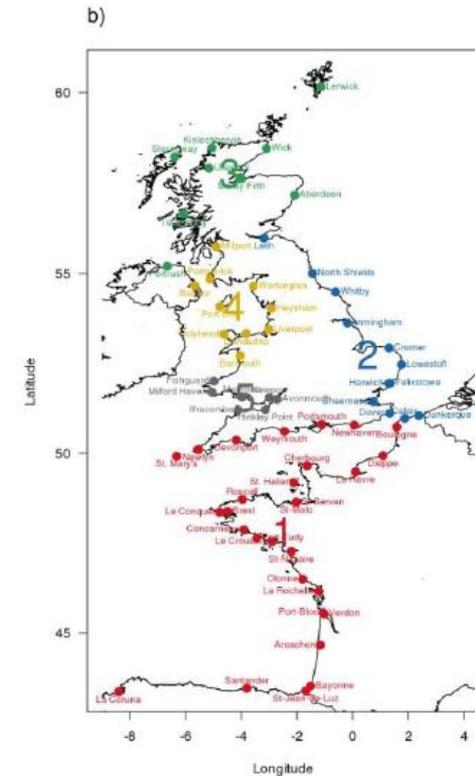
Echantillonnage des extrêmes X_i

Vérification Statistique de l'homogénéité

Weiss J., P. Bernardara, and M. Benoit (2014). A method to identify and form homogeneous regions for regional frequency analysis of extreme skew storm surges, proceedings EVAN 2013

Table 1. Heterogeneity measure H for the five final regions

Region	1	2	3	4	5
H	1.01	-0.47	-1.94	2.35	1.30



Discordancy, D_i : mesure la distance du site i par rapport à la moyenne régionale (L-moments)

Heterogeneity, H : compare la dispersion observée dans la région avec celle attendue pour une région homogène

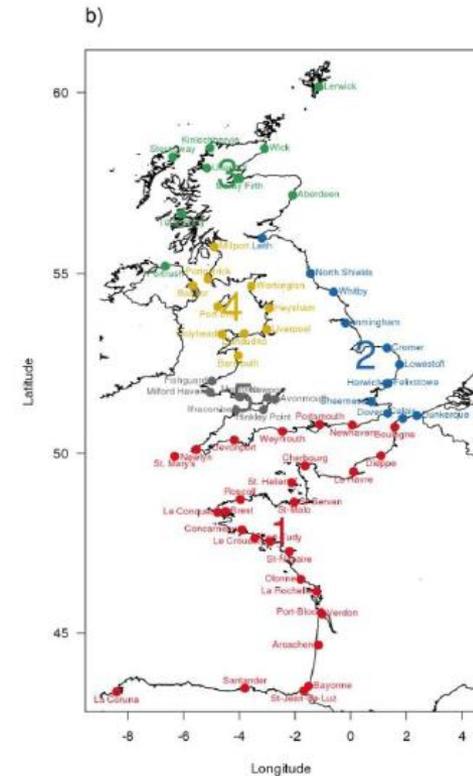
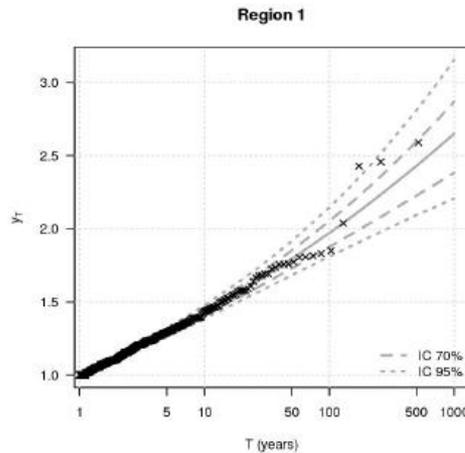
(Hosking, J. R. M., and J. R. Wallis (1997), Regional Frequency Analysis: An Approach Based on L-Moments, Cambridge Univ. Press, Cambridge)

2. Application aux surcotes

Fonction de répartition régionale

$$Y = \frac{X_i}{\mu_i} \forall i$$

$$F(Y)$$



Durée effective régionale

Weiss J., P. Bernardara, and M. Benoit (2014). Analyse régionale des surcotes extrêmes de pleine mer et caractérisation de la dépendance spatiale, proceedings JNGCGC, 2014

$$\varphi(x) = 1 + \sum_{i=1}^{N-1} P(\max_{j=i+1, \dots, N} \eta_s^j \leq x | \eta_s^i > x), \quad x \geq 1$$

$$D_{eff} = \varphi \bar{d} \quad 1 < \varphi(x) < N$$

Region 1

29 sites * environ 30 ans

sum(D) ~ 800 ans

D_{eff} ~ 500 ans

2. Conclusions et recommandations

Analyse régional puissant outils pour exploiter l'information disponible

R-package

Application a d'autres variables

Vent, Pluies, statistiques multivariées

Données Historiques

France et UK

T. Gouriou (2012) : « Evolution des composantes du niveau marin a partir d'observations de marégraphe effectuées depuis la fin du 18e siècle en Charente-Maritime »

Garnier & Surville (2010) : « La tempête Xynthia face à l'histoire ».

J-F. Breilh (2014) : « Les surcotes et les submersions marines dans la partie centrale du Golfe de Gascogne : les enseignements de la tempête Xynthia ».

Surgewatch, site www.surgewatch.org (Université de Southampton, National Oceanography Centre, BODC)

Enjeux

- Nature et précision des données
- Comment les utiliser dans un contexte régionale

Chi Cong Nguyen, Eric Gaume, Olivier Payrastré. Regional food frequency analyses involving extraordinary food events at ungauged sites : further developments and validations. Journal of Hydrology, Elsevier, 2014, pp. 385-396.

Thèse en cours EDF R&D LNHE...

Analyse régionale des aléas maritimes



Pietro Bernardara ^(1,3), **Marc Andreewsky** ⁽²⁾

(1) EDF Energy R&D UK Centre

(2) EDF R&D, LNHE

(3) Laboratoire Saint-Venant (EDF R&D, CEREMA, Ecole des Ponts ParisTech)

intermittency Smart Customers CCS B2B London offshore Wind Universities R&D UK
Centre Electric Vehicle Manchester ETI Barnwood TSB Nuclear
Flexibility Smart Meters Partnerships Paris Green Deal Strategy
Energy Management Capability Demand Response B2C Energy Efficiency



CHANGER L'ÉNERGIE ENSEMBLE

2. Application aux surcotes

Formation des régions homogènes

Algorithme d'extraction des tempêtes

27 Fev 2010

Analyse des empreinte des tempêtes

Classification ascendante hiérarchique (Ward's)

Weiss J., P. Bernardara, and M. Benoit (2014). Formation of homogeneous regions for regional frequency analysis of extreme significant wave heights, JGR-Ocean

d) (27-Feb-2010 14:43:30)

