



# Sommaire

- 1 Introduction
- 2 Modélisation
- 3 Modélisation de la dépendance angulaire
- 4 Estimation des paramètres de la dépendance angulaire

Introduction

Modélisation

Modélisation de la dépendance angulaire

Estimation des paramètres de la dépendance angulaire

# Introduction

## Modélisation

### Modélisation de la dépendance angulaire

### Estimation des paramètres de la dépendance angulaire

#### 1 Introduction

#### 2 Modélisation

#### 3 Modélisation de la dépendance angulaire

#### 4 Estimation des paramètres de la dépendance angulaire

# 1 - Introduction

## 1 Introduction

## 2 Modélisation

## 3 Modélisation de la dépendance angulaire

## 4 Estimation des paramètres de la dépendance angulaire

- La vitesse extrême des vents a déjà été modélisée ;

# 1 - Introduction

## 1 Introduction

## 2 Modélisation

## 3 Modélisation de la dépendance angulaire

## 4 Estimation des paramètres de la dépendance angulaire

- ▶ La vitesse extrême des vents a déjà été modélisée ;
- ▶ Les données de vitesses moyenne et maximale sont connues, ainsi que la composante directionnelle principale.

# Limitations de précédentes études

## 1 Introduction

## 2 Modélisation

## 3 Modélisation de la dépendance angulaire

## 4 Estimation des paramètres de la dépendance angulaire

- Les composantes directionnelles marginales du vent ne sont pas prises en compte (ce qui permettrait une meilleure conception des bâtiments ainsi qu'une économie substantielle) ;

# Limitations de précédentes études

1 Introduction

2 Modélisation

3 Modélisation de la  
dépendance angulaire

4 Estimation des  
paramètres de la  
dépendance angulaire

- ▶ Les composantes directionnelles marginales du vent ne sont pas prises en compte (ce qui permettrait une meilleure conception des bâtiments ainsi qu'une économie substantielle) ;
- ▶ Pas de lissage de la modélisation, au mieux l'espace est divisé en 6 secteurs (que les auteurs de l'article vont étendre à 36 secteurs)

# Problèmes relatifs à une telle tentative de modélisation

1 Introduction

2 Modélisation

3 Modélisation de la dépendance angulaire

4 Estimation des paramètres de la dépendance angulaire

- Problème de changements brusque de directions horaires du vents plus particulièrement dans le cas de tempêtes ;



# Problèmes relatifs à une telle tentative de modélisation

1 Introduction

2 Modélisation

3 Modélisation de la dépendance angulaire

4 Estimation des paramètres de la dépendance angulaire

- ▶ Problème de changements brusque de directions horaires du vents plus particulièrement dans le cas de tempêtes ;
- ▶ Problème liés à l'augmentation de directions considérées (il faut choisir attentivement les relations de dépendances) ;

# Données utilisées par les auteurs

1 Introduction

2 Modélisation

3 Modélisation de la  
dépendance angulaire

4 Estimation des  
paramètres de la  
dépendance angulaire

- Les données collectés l'ont été par l'Université de Sheffield pour le Met Office (ce qui peut induire un problème de turbulences dans les relevés puisque situés en milieu urbain) ;

# Données utilisées par les auteurs

## 1 Introduction

## 2 Modélisation

## 3 Modélisation de la dépendance angulaire

## 4 Estimation des paramètres de la dépendance angulaire

- ▶ Les données collectées l'ont été par l'Université de Sheffield pour le Met Office (ce qui peut induire un problème de turbulences dans les relevés puisque situés en milieu urbain) ;
- ▶ Les données collectées sont données heure par heure, avec une vitesse en noeuds ( $1 \text{ noeud} = 1.852 \text{ kmh}$ ), la direction du vent étant relevée au plus près d'un pas de  $10^\circ$ .

# Données utilisées par les auteurs

## 1 Introduction

## 2 Modélisation

## 3 Modélisation de la dépendance angulaire

## 4 Estimation des paramètres de la dépendance angulaire

- ▶ Les données collectées l'ont été par l'Université de Sheffield pour le Met Office (ce qui peut induire un problème de turbulences dans les relevés puisque situés en milieu urbain) ;
- ▶ Les données collectées sont données heure par heure, avec une vitesse en noeuds ( $1 \text{ noeud} = 1.852 \text{ kmh}$ ), la direction du vent étant relevée au plus près d'un pas de  $10^\circ$ .
- ▶ Les relevés s'étendent sur une période de 6 ans.

# Limitation des données

## 1 Introduction

## 2 Modélisation

## 3 Modélisation de la dépendance angulaire

## 4 Estimation des paramètres de la dépendance angulaire

- Les données collectés l'ont été par l'Université de Sheffield pour le Met Office (ce qui peut induire un problème de turbulences dans les relevés puisque situés en milieu urbain) ;

# Limitation des données

## 1 Introduction

## 2 Modélisation

## 3 Modélisation de la dépendance angulaire

## 4 Estimation des paramètres de la dépendance angulaire

- ▶ Les données collectées l'ont été par l'Université de Sheffield pour le Met Office (ce qui peut induire un problème de turbulences dans les relevés puisque situés en milieu urbain) ;
- ▶ Les données collectées sont données heure par heure, avec une vitesse en noeuds ( $1 \text{ noeud} = 1.852 \text{ kmh}$ ), la direction du vent étant relevée au plus près d'un pas de  $10^\circ$ .

# Limitation des données

## 1 Introduction

## 2 Modélisation

## 3 Modélisation de la dépendance angulaire

## 4 Estimation des paramètres de la dépendance angulaire

- ▶ Les données collectées l'ont été par l'Université de Sheffield pour le Met Office (ce qui peut induire un problème de turbulences dans les relevés puisque situés en milieu urbain) ;
- ▶ Les données collectées sont données heure par heure, avec une vitesse en noeuds ( $1 \text{ noeud} = 1.852 \text{ kmh}$ ), la direction du vent étant relevée au plus près d'un pas de  $10^\circ$ .
- ▶ Les relevés s'étendent sur une période de 6 ans.

# Aspects non étudiés par les auteurs

## 1 Introduction

## 2 Modélisation

## 3 Modélisation de la dépendance angulaire

## 4 Estimation des paramètres de la dépendance angulaire

- Certaines rafales des plus importantes peuvent être masquées dans le relevé des données une rafale plus importante (essentiellement en cas de tempête)



Introduction

**Modélisation**

Modélisation de la dépendance angulaire

Estimation des paramètres de la dépendance angulaire

1 Introduction

**2 Modélisation**

3 Modélisation de la  
dépendance angulaire

4 Estimation des  
paramètres de la  
dépendance angulaire

- La résolution de chaque rafale particulière en composantes est nécessaire pour décrire son impact complet dans les directions du modèle paramétrique.

- ▶ La résolution de chaque rafale particulière en composantes est nécessaire pour décrire son impact complet dans les directions du modèle paramétrique.
- ▶ On note et définit  $Y_\phi$  pour une rafale de puissance  $Y$  et d'angle  $\phi$ . La composante de  $Y_\phi$  dans la direction  $\alpha$  est donnée par

$$Y \cos(\alpha - \phi), \text{ si } |\alpha - \phi| \pmod{\pi} < \frac{\pi}{2} \text{ et } 0 \text{ sinon.}$$

# Filtration des événements extrêmes

1 Introduction

**2 Modélisation**

3 Modélisation de la  
dépendance angulaire

4 Estimation des  
paramètres de la  
dépendance angulaire

- Pour éviter des autocorrélations importante en particulier lors d'événements extrêmes, les données sont filtrées en n'utilisant qu'une valeur par intervalle de temps tempétueux. On note  $\tau$  la durée choisie pour une tempête.

# Modèle utilisé

- On note  $Y_{\phi,m}^{(l)}$  la  $l$ -ième statistique d'ordre pour l'année  $m$  dans la direction  $\phi$ .

1 Introduction

**2 Modélisation**

3 Modélisation de la  
dépendance angulaire

4 Estimation des  
paramètres de la  
dépendance angulaire

- ▶ On note  $Y_{\phi,m}^{(l)}$  la  $l$ -ième statistique d'ordre pour l'année  $m$  dans la direction  $\phi$ .
- ▶ La densité du couple  $(Y_{\phi,m}^{(l)})_{1 \leq l \leq r}$  est donnée par

$$f_{\phi,m}(y_{\phi,m}^{(1)}, y_{\phi,m}^{(2)}, \dots, y_{\phi,m}^{(r)}) = \\ \sigma_{\phi}^{-r} \exp \left[ - \left\{ 1 - k_{\phi} \left( \frac{y_{\phi,m}^{(r)} - \mu_{\phi}}{\sigma_{\phi}} \right) \right\}^{1/k_{\phi}} + \right. \\ \left. \left( \frac{1}{k_{\phi}} - 1 \right) \sum_{l=1}^r \log \left\{ 1 - k_{\phi} \left( \frac{y_{\phi,m}^{(l)} - \mu_{\phi}}{\sigma_{\phi}} \right) \right\} \right]$$

pour  $y_{\phi,m}^{(1)} \geq y_{\phi,m}^{(2)} \geq \dots \geq y_{\phi,m}^{(r)}$ .

# Modèle utilisé 2

1 Introduction

**2 Modélisation**

3 Modélisation de la  
dépendance angulaire

4 Estimation des  
paramètres de la  
dépendance angulaire

- ▶  $\sigma_\phi > 0$ , paramètre d'échelle ;

# Modèle utilisé 2

1 Introduction

**2 Modélisation**

3 Modélisation de la  
dépendance angulaire

4 Estimation des  
paramètres de la  
dépendance angulaire

- ▶  $\sigma_\phi > 0$ , paramètre d'échelle ;
- ▶  $\mu_\phi$  paramètre de localisation ;



# Modèle utilisé 2

1 Introduction

**2 Modélisation**

3 Modélisation de la  
dépendance angulaire

4 Estimation des  
paramètres de la  
dépendance angulaire

- ▶  $\sigma_\phi > 0$ , paramètre d'échelle ;
- ▶  $\mu_\phi$  paramètre de localisation ;
- ▶  $k_\phi$  paramètre de forme ;

# Modèle utilisé 2

1 Introduction

**2 Modélisation**

3 Modélisation de la  
dépendance angulaire

4 Estimation des  
paramètres de la  
dépendance angulaire

- ▶  $\sigma_\phi > 0$ , paramètre d'échelle ;
- ▶  $\mu_\phi$  paramètre de localisation ;
- ▶  $k_\phi$  paramètre de forme ;
- ▶  $1 - k_\phi \frac{y_{\phi,m}^{(l)} - \mu_\phi}{\sigma_\phi} \geq 0$  pour  $l = 1, \dots, r$

# Décomposition harmonique de $\mu, \sigma$ et $k$

1 Introduction

2 Modélisation

3 Modélisation de la  
dépendance angulaire

4 Estimation des  
paramètres de la  
dépendance angulaire

- les paramètres  $2\pi$ -périodiques  $\mu, \sigma$  et  $k$  se décomposent sous la forme

$$a_i + \sum_{t=1}^{n_i} b_{i,t} \cos(t\phi - \omega_{i,t}), \quad i \in \{1, 2, 3\}$$

# Décomposition harmonique de $\mu, \sigma$ et $k$

1 Introduction

2 Modélisation

3 Modélisation de la  
dépendance angulaire

4 Estimation des  
paramètres de la  
dépendance angulaire

- ▶ les paramètres  $2\pi$ -périodiques  $\mu, \sigma$  et  $k$  se décomposent sous la forme

$$a_i + \sum_{t=1}^{n_i} b_{i,t} \cos(t\phi - \omega_{i,t}), \quad i \in \{1, 2, 3\}$$

- ▶  $n_i \geq 0$  le nombre d'harmoniques considérés ;

# Décomposition harmonique de $\mu, \sigma$ et $k$

1 Introduction

2 Modélisation

3 Modélisation de la  
dépendance angulaire

4 Estimation des  
paramètres de la  
dépendance angulaire

- ▶ les paramètres  $2\pi$ -périodiques  $\mu, \sigma$  et  $k$  se décomposent sous la forme

$$a_i + \sum_{t=1}^{n_i} b_{i,t} \cos(t\phi - \omega_{i,t}), \quad i \in \{1, 2, 3\}$$

- ▶  $n_i \geq 0$  le nombre d'harmoniques considérés ;
- ▶  $b_{i,t} \geq 0$  et  $0 < \omega_{i,t} \leq \frac{2\pi}{t}$  ;

# Décomposition harmonique de $\mu, \sigma$ et $k$

1 Introduction

2 Modélisation

3 Modélisation de la  
dépendance angulaire

4 Estimation des  
paramètres de la  
dépendance angulaire

- ▶ les paramètres  $2\pi$ -périodiques  $\mu, \sigma$  et  $k$  se décomposent sous la forme

$$a_i + \sum_{t=1}^{n_i} b_{i,t} \cos(t\phi - \omega_{i,t}), \quad i \in \{1, 2, 3\}$$

- ▶  $n_i \geq 0$  le nombre d'harmoniques considérés ;
- ▶  $b_{i,t} \geq 0$  et  $0 < \omega_{i,t} \leq \frac{2\pi}{t}$  ;
- ▶ On obtient un modèle à  $3 + 2(n_1 + n_2 + n_3)$  paramètres.

# Estimations des paramètres $a_i, b_{i,t}, \omega_{i,t}$

1 Introduction

**2 Modélisation**

3 Modélisation de la  
dépendance angulaire

4 Estimation des  
paramètres de la  
dépendance angulaire

- On note  $\Phi$  la discrétisation du cercle choisie ;

# Estimations des paramètres $a_i, b_{i,t}, \omega_{i,t}$

1 Introduction

2 Modélisation

3 Modélisation de la  
dépendance angulaire

4 Estimation des  
paramètres de la  
dépendance angulaire

- ▶ On note  $\Phi$  la discrétisation du cercle choisie ;
- ▶ La log-vraisemblance s'écrit

$$L = \sum_{\phi \in \Phi} \sum_{m=1}^N \log f_{\phi,m}$$



# Estimations des paramètres $a_i, b_{i,t}, \omega_{i,t}$

1 Introduction

2 Modélisation

3 Modélisation de la dépendance angulaire

4 Estimation des paramètres de la dépendance angulaire

- ▶ On note  $\Phi$  la discrétisation du cercle choisie ;
- ▶ La log-vraisemblance s'écrit

$$L = \sum_{\phi \in \Phi} \sum_{m=1}^N \log f_{\phi,m}$$

- ▶ Par méthode du maximum de vraisemblance on estime les paramètres  $a_i, b_{i,t}, \omega_{i,t}$ .

# Ajustement modèle aux contraintes

- Dans le cas classique d'indépendance en notant la matrice d'information  $H$ , la matrice de covariance des estimations est  $H^{-1}$

1 Introduction

2 Modélisation

3 Modélisation de la dépendance angulaire

4 Estimation des paramètres de la dépendance angulaire

# Ajustement modèle aux contraintes

1 Introduction

2 Modélisation

3 Modélisation de la dépendance angulaire

4 Estimation des paramètres de la dépendance angulaire

- ▶ Dans le cas classique d'indépendance en notant la matrice d'information  $H$ , la matrice de covariance des estimations est  $H^{-1}$
- ▶ Ici l'indépendance n'est pas vérifiée, la matrice qu'il faut utiliser est

$$H^{-1} V H^{-1},$$

où  $V$  est la matrice de covariance du vecteur de gradient de vraisemblance.

# Ajustement modèle aux contraintes

1 Introduction

2 Modélisation

3 Modélisation de la dépendance angulaire

4 Estimation des paramètres de la dépendance angulaire

- ▶ Dans le cas classique d'indépendance en notant la matrice d'information  $H$ , la matrice de covariance des estimations est  $H^{-1}$
- ▶ Ici l'indépendance n'est pas vérifiée, la matrice qu'il faut utiliser est

$$H^{-1} V H^{-1},$$

où  $V$  est la matrice de covariance du vecteur de gradient de vraisemblance.

- ▶ La statistique du test d'hypothèse de log-vraisemblance modifié est de la forme

$$\sum_{1 \leq i \leq p} \lambda_i z_i$$

avec  $z_i$  de loi normale et  $\lambda_i$  sont les valeurs propres d'une certaine matrice.

# Applications aux données mesurées

1 Introduction

2 **Modélisation**

3 Modélisation de la  
dépendance angulaire

4 Estimation des  
paramètres de la  
dépendance angulaire

- Paramètres choisis :  $r = 10$ ,  $\Phi = \{\frac{i\pi}{18}, 0 \leq i \leq 35\}$ ,  $\tau = 60h$ ;

# Applications aux données mesurées

1 Introduction

2 Modélisation

3 Modélisation de la  
dépendance angulaire

4 Estimation des  
paramètres de la  
dépendance angulaire

- ▶ Paramètres choisis :  $r = 10$ ,  $\Phi = \{\frac{i\pi}{18}, 0 \leq i \leq 35\}$ ,  $\tau = 60h$ ;
- ▶ En appelant  $(n_1, n_2, n_3)$  pour le décrire le modèle choisi, les tests de significativité montre que les modèles  $(3,2,2)$  et  $(3,2,0)$  sont les mieux adaptés

# Estimation des paramètres

1 Introduction

2 Modélisation

3 Modélisation de la  
dépendance angulaire

4 Estimation des  
paramètres de la  
dépendance angulaire

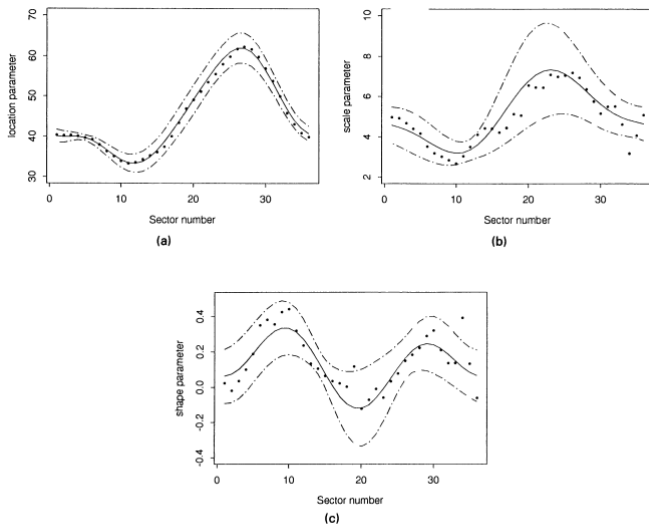


Fig. 3. Angular covariate model for each of the parameters (a)  $\mu$ , (b)  $\sigma$  and (c)  $k$ , with pointwise 95% confidence bounds (plotted points correspond to estimates based on separate marginal fits)

Introduction

Modélisation

**Modélisation de la dépendance angulaire**

Estimation des paramètres de la dépendance angulaire



# Motivations

blabla

1 Introduction

2 Modélisation

**3 Modélisation de la  
dépendance angulaire**

4 Estimation des  
paramètres de la  
dépendance angulaire

# GEV généralisé de Haan

1 Introduction

2 Modélisation

**3 Modélisation de la  
dépendance angulaire**

4 Estimation des  
paramètres de la  
dépendance angulaire

# Paramètres

1 Introduction

2 Modélisation

**3 Modélisation de la  
dépendance angulaire**

4 Estimation des  
paramètres de la  
dépendance angulaire

Introduction

Modélisation

Modélisation de la dépendance angulaire

Estimation des paramètres de la dépendance angulaire

$\theta$

1 Introduction

2 Modélisation

3 Modélisation de la  
dépendance angulaire

4 Estimation des  
paramètres de la  
dépendance angulaire



# graphique

1 Introduction

2 Modélisation

3 Modélisation de la  
dépendance angulaire

4 Estimation des  
paramètres de la  
dépendance angulaire

# Conclusion

- 1 Introduction
- 2 Modélisation
- 3 Modélisation de la dépendance angulaire
- 4 Estimation des paramètres de la dépendance angulaire**