

ONRN

2ème Conférence - Connaissance de la sinistralité
20 avril 2016

Thèse soutenue à Lyon le 30 septembre 2015 par

Alexandre MORNET (ISFA - Allianz) :

Contributions à l'évaluation des risques en assurance tempête et
automobile

Objectifs de la thèse

Idee initiale : observer l'impact du réchauffement climatique sur le secteur de l'assurance et proposer des solutions de mitigation et d'adaptation.

Étude du phénomène des tempêtes en France en cherchant à combiner des approches météorologiques et des données de l'assurance.

Répondre aux attentes

- ▶ **Des opérationnels** (assureurs) sur des questions de tarification, risque de ruine (solvabilité), en s'appuyant également sur des développements académiques.
- ▶ **Des universitaires** permettant de développer des techniques statistiques ou des modèles et de les tester à partir de jeux de données conséquents.

Pourquoi les tempêtes ? Intensité et volatilité

- ▶ Les tempêtes Lothar et Martin (Déc 1999) ont coûté autant que l'ensemble de l'assurance aux biens sur un an (12 milliards d'euros en France).
- ▶ Du côté des primes annuelles, l'assurance aux biens représente 16 milliards dont 1.3 milliards sont dédiés à la garantie TGN (8%).

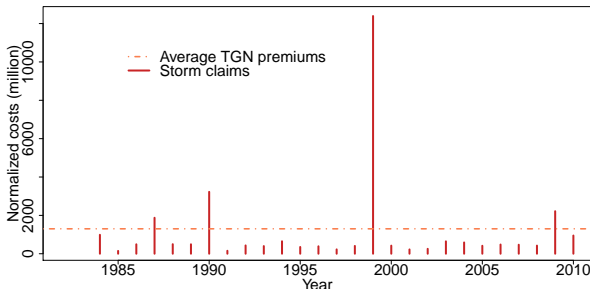
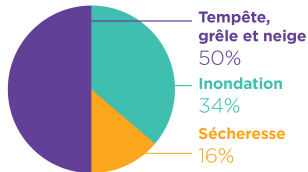


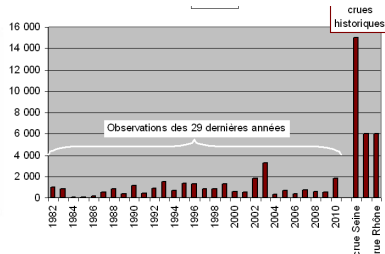
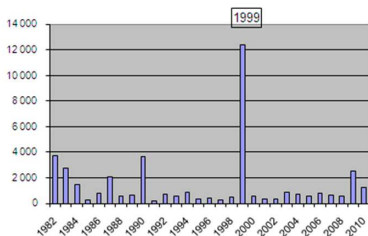
Figure: Coûts annuels actualisés de la garantie tempête (source: FFSA)

Événements naturels indemnisés par les assureurs français

48 milliards d'euros : coût des événements naturels ces 25 dernières années (FFSA)



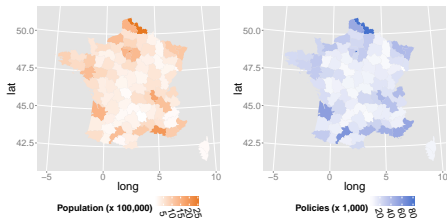
Les résultats peuvent être sensibles à la période d'observation.



Quelles données ?

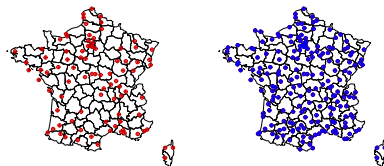
Base de données sinistres Allianz France métropolitaine

- ▶ période 1998-2013
- ▶ bonne représentativité
- ▶ + de 500 000 sinistres



Base météorologique : vitesses de vent quotidiennes

- ▶ 1963 : 89 stations
- ▶ 1998 : 190 stations
- ▶ + de 6 500 journées



Quelles restitutions ? Assurance

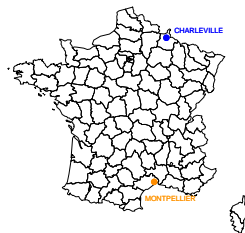
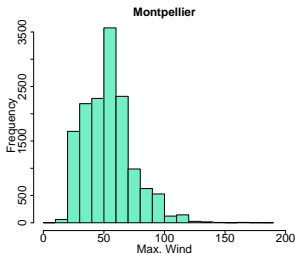
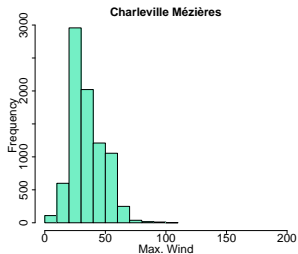
Quantiles	Charges individuelles actualisées
Min.	1
Qu 0.25	185
Qu 0.5	904
Moy.	3 017
Qu 0.75	2 408
Qu 0.9	5 187
Qu 0.99	31 660
Qu 0.999	185 882
Max.	> 6 M

Les coûts moyens peuvent être nuancés selon la catégorie de risque ou l'importance des tempêtes

- ▶ Particuliers : 1933 euros / Entreprises : 8460 euros
- ▶ Lothar : 4618 euros / Martin : 3823 euros

Quelles restitutions ? Météo

Station	Qu .25	Qu .5	Moy.	Qu .75	Qu .9	Qu .99	Max.
(08)	28.8	35.6	34.8	43.2	50.4	68.4	104.0
(34)	35.6	50.4	53.3	64.4	82.4	111.2	183.2



► Différentes zones = Différentes accoutumances au vent

Ces données permettent-elles de répondre à toutes les questions ?

Ces données permettent-elles de répondre à toutes les questions ?

Les besoins :

- ▶ des historiques longs (centaines voir milliers d'années)
- ▶ des données homogènes

Ce dont on dispose :

- ▶ des historiques courts (dizaines d'années)
- ▶ des données hétérogènes (actualisation complexe)

Solution possible :

- ▶ utiliser les données météorologiques pour compléter les données d'assurance

Qu'est ce qu'une tempête ?

► Point de vue météorologique

- En mer : Dépression atmosphérique qui provoque un vent moyen de force 10 ou + sur l'échelle de Beaufort.
- Sur terre : Dépression entraînant des rafales de vent, provoquant des dommages et de fortes précipitations.
- Les tempêtes atlantiques atteignent la France avant la plupart des pays européens.
- Une tempête est déclarée quand plus de 5% des stations météo enregistrent une vitesse supérieure à 100 km/h sur 3 jours.

► Point de vue de l'assurance

- La loi du 25 juin 1990 stipule que la garantie tempête est obligatoire pour les risques couverts en cas d'incendie.
- La garantie tempête est généralement associée aux garanties grêle et neige.
- La garantie tempête couvre l'ensemble des dommages dont la cause est le vent, quelle que soit l'intensité du vent.
- Tous les sinistres individuels causés par la même tempête sont traités ensemble sous le même événement.

Comparaisons - Échelle départementale

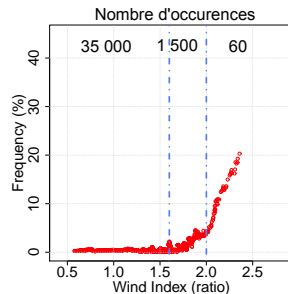
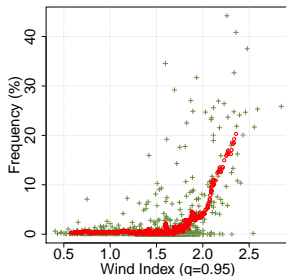
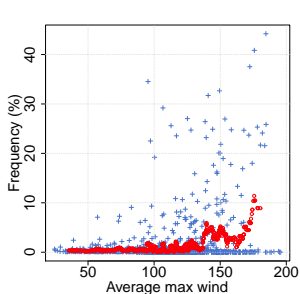
▶ Choix de représentation des données d'assurance

S/P (2012 euros)	coût moyen (2012 euros)	fréquence
------------------	-------------------------	-----------

▶ Choix d'agrégation des vitesses de vent

Vitesse moyenne	Moy des maximums	Max des maximums
-----------------	------------------	------------------

▶ Utilisation d'un indice tempête et de moyennes mobiles

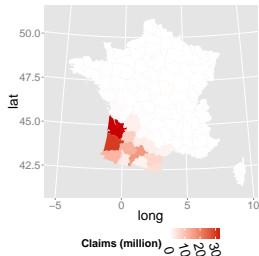
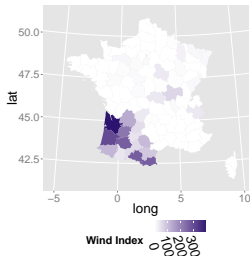
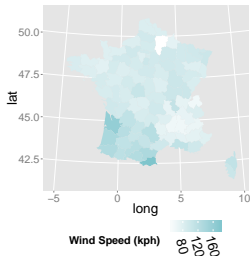


Construction d'un indice - Indice de vent

Dans différents départements, la même vitesse de vent ne causera pas les mêmes dommages. Définissons $I_w^j(d)$ l' **indice de vent** au jour j et département d :

$$I_w^j(d) = ([w^j(d) - w_q(d)]_+)^{\alpha}, \quad (1)$$

- ▶ $w^j(d)$: vitesse de vent *ajusté* au jour j et département d
- ▶ w_q : q^{e} quantiles pour l'ensemble des vitesses de la période



Construction de l'indice - Indice tempête

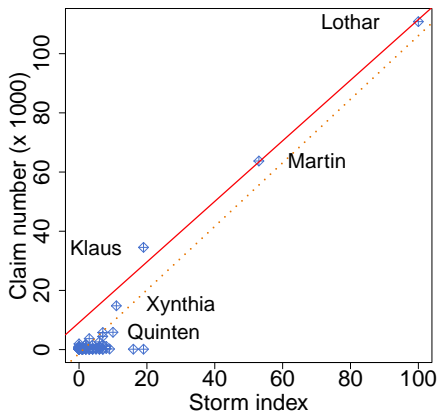
- ▶ Indice de vent du département d au jour j , $I_w^j(d)$
- ▶ Exposition aux risques $R(d)$ pondérés par le portefeuille global
- ▶ Taille de la zone touchée $d \in A$ (agrégation de départements)
- ▶ Durée de la tempête $j \in E$ (agrégation de jours)
- ▶ Nombre de stations actives au jour j , N^j

Formule indice tempête

$$I_S = \sum_{d \in A} R(d) \times \sum_{j \in E} \left(\frac{I_w^j(d)}{N^j} \right) \quad (2)$$

Comparaisons - Échelle de l'événement

Période 1998 - 2013

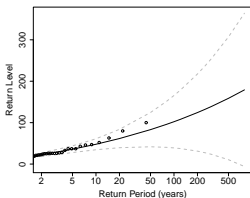
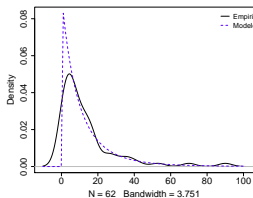
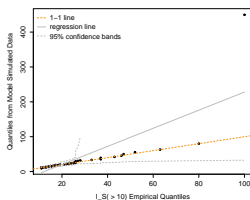
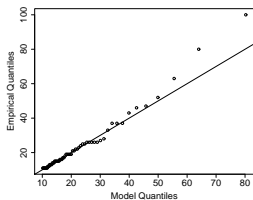


- ▶ Une assez bonne corrélation pour les évènements extrêmes
- ▶ Une moins bonne corrélation pour les évènements moins importants
- ▶ Résultats relativement satisfaisants

Modélisation statistique de l'indice tempête

Nous utilisons la **Loi généralisée de Pareto**.

fevd(x = I_S, threshold = u, type = "GP", time.units = "days")



$$H(z) = 1 - \exp\left(-\frac{z}{\sigma}\right)$$

ou

$$H(z) = 1 - \left(1 + \frac{\xi z}{\sigma}\right)^{-\frac{1}{\xi}}$$

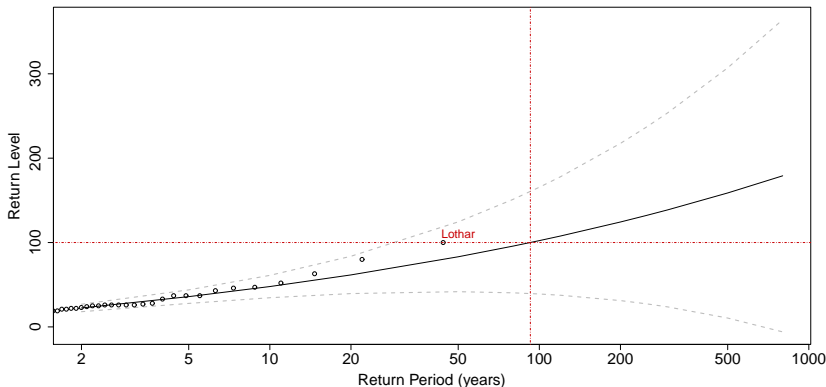
Plusieurs seuils sont testés.
Seuil $u = 10^*$ dépassé à 62 reprises, soit 1.4 fois par an en moyenne.

* 1/10 de Lothar

Estimation de la période de retour

- ▶ Avec $u = 10$ et période = 1970-2013

Période de retour avec ce paramétrage une tempête du niveau de **Lothar** se produirait tous les **93 ans**. L'intervalle de confiance est cependant large.



Influences des hypothèses de départ

Pour un même modèle nos estimations de période de retour sont fortement influencées par :

- ▶ La période d'observation (20 ans ou 40 ans)
- ▶ Le paramétrage du seuil de la GPD (10 ou 20)
- ▶ La prise en compte des tempêtes majeures (Lothar ou Martin)

Période	1993-2013	1970-2013			
Seuil choisi : u	10	20	10	10sM	10sL
Période de retour (99)	31	88	93	160	280

Table: Évaluation de la période de retour selon différentes hypothèses

Calcul charge moyenne annuelle

Pour comprendre à quel point une charge exceptionnelle comme celle de l'année 1999 peut influencer la charge moyenne annuelle.

- ▶ 30 ans = 5 milliards
- ▶ 1999 = 1.5 milliards (30%)
- ▶ charge moyenne annuelle hors 1999 = 116.7 millions

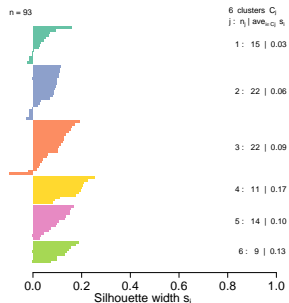
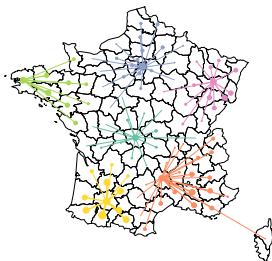
Période	1993-2013	1970-2013			
Seuil choisi : u	10	20	10	10wM	10wL
Période de retour (99)	31	88	93	160	280
Claims : 1999	48.4	17.0	16.1	9.4	5.4
Charge moyenne annuelle	165.1	133.7	132.8	126.1	122.1

Table: Évaluation de la charge moyenne annuelle (en millions d'euros)

- ▶ Le résultat dépend fortement des hypothèses retenues

Partition du territoire : 6 zones tempêtes

- ▶ Algorithme des k-médoides : groupement des départements
- ▶ Distance basée sur dépendance et amplitude des vitesses de vent



Comparaison avec les critères sinistres pour une application opérationnelle

Bilan garantie tempête

Réalisations

- ▶ Utiliser des données météorologiques pour compléter les données d'assurance.
- ▶ Indice vent permet tenir compte des accoutumances au vent et du changement de support spatial.
- ▶ Indice tempête permet de travailler à l'échelle de l'événement : il apporte des réponses avec une assez bonne corrélation.
- ▶ Résultats encourageants mais forte variabilité en fonction des hypothèses émises

Perspectives

- ▶ Inclure de nouvelles informations météorologiques comme la durée des rafales ou la direction des vitesses des vents.
- ▶ Évoluer vers un modèle régionalisé vent + charges
- ▶ Cartographie des risques

Bilan de la thèse

Publications

- ▶ Risk Analysis : *Index for Predicting Insurance Claims from Wind Storms with an Application in France*
- ▶ Stochastic Environmental Research and Risk Assessment : *Wind Storm Risk Management - Sensitivity of Return Period Calculations and Spread on the Territory*
- ▶ Bulletin Français d'Actuariat : *Comment répondre aux évolutions techniques et réglementaires de la tarification en assurance automobile ?*

Rencontres et conférences

- ▶ Allianz : Michel Luzi, Bernard Bailleul, Patrick Leveillard, Laurence Serant et leurs équipes
- ▶ Cornell : Sidney Resnick, Gennady Samorodnitsky durant mon déplacement à Ithaca avec Stéphane Loisel
- ▶ 55e Journée de séminaires actuariels, Lausanne, novembre 2013.
- ▶ Météo France : Annick Auffray

Participation

- ▶ Thomas Opitz : INRA, UR546 Biostatistique et Processus Spatiaux, Avignon

Merci de votre attention !