

MIRACCLE
Mesures et Indicateurs de Risque
Adaptés au Changement CLimatiquE

Pierre Ribereau
Université de Montpellier 2
LSCE et ISFA

Séminaire Programme GICC
Gestion et Impacts du Changement Climatique

21/01/2011

Partenaires



Institut de Mathématiques
et de Modélisation
de Montpellier

Mesure de risque (cohérente)

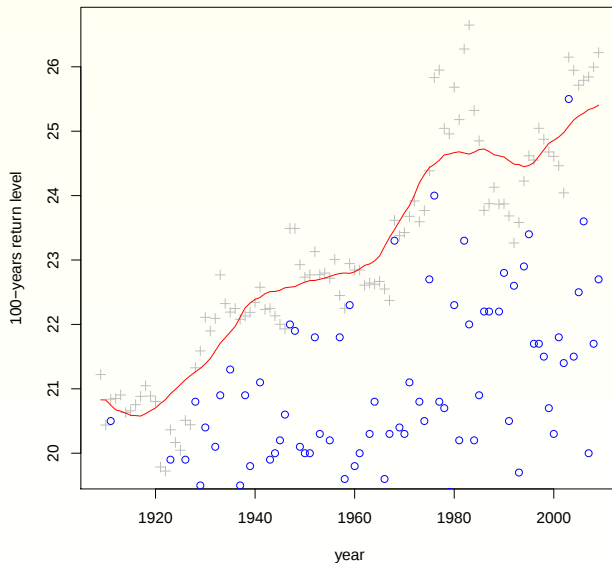
Une mesure de risque (cohérente) est une fonctionnelle $\rho : \mathcal{L} \rightarrow \mathbb{R}$ qui vérifie

- Si $X \leq Y$ alors $\rho(X) \geq \rho(Y)$
- $\rho(X + Y) \leq \rho(X) + \rho(Y)$
- Si $a \in \mathbb{R}^+$, alors $\rho(aX) = a\rho(X)$

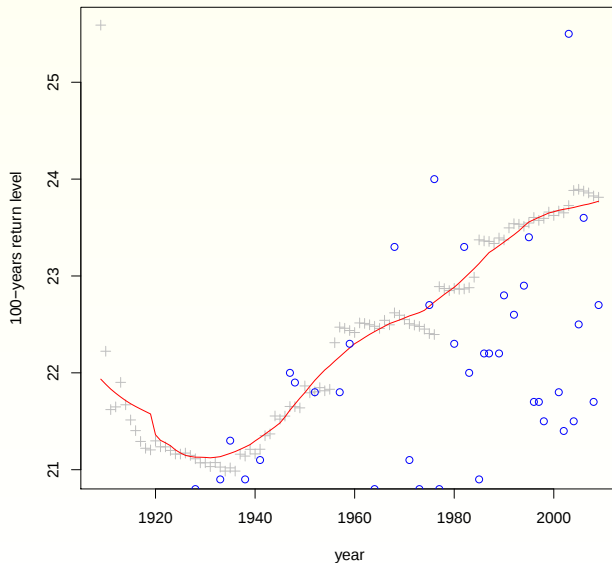
Exemples dans le cas stationnaire

- Quantile
- VaR
- Niveau de retour

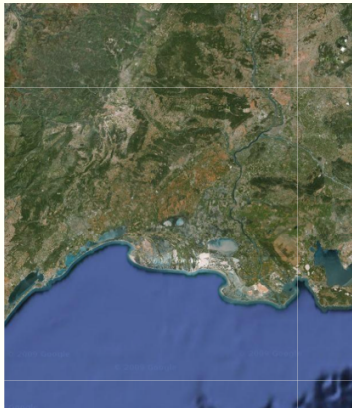
Exemple : Niveau de retour 100 ans



Exemple : Niveau de retour 100 ans



Autre exemple en spatial



Mesure de risque ? Niveau dépassé
par 90% de la région avec une
probabilité égale à 0,5% ?
Surface dépassée par l'ensemble de
la région avec probabilité 0,5% ?

Division du projet

- **WP1** : Détection de tendances et de rupture
Changement climatique $\Rightarrow$ détection de tendances ou ruptures (sur moyenne ou paramètres, en particulier sur leur caractère extrême).
- **WP2** : Modèles d'extrêmes spatio-temporels
Les mesures de risques étant directement liées à la Théorie des Valeurs Extrêmes, $\Rightarrow$ développer nouveaux modèles adaptés (non stationnarité, spatial...)
- **WP3** : Définition de nouvelles mesures de risque
Mesures de risques permettant d'aider à la décision en matière d'adaptation au changement climatique, mais aussi dans un contexte économique pour permettre une meilleure couverture de ces risques.
- **WP4** : Assurabilité des risques climatiques
 $\Rightarrow$ Application en réassurance, réassurabilité des catastrophes naturelles avec une prise en compte du changement climatique.
Capital initial d'une compagnie nécessaire pour garantir sa solvabilité (Solvabilité II).
Evaluation de dérivés climatiques dans le contexte du changement climatique (bon fonctionnement, pertinence...)
L'étude de l'impact du changement climatique sur l'évaluation des CAT bonds sur les marchés.

Division du projet

- **WP1** : Détection de tendances et de rupture
Changement climatique $\Rightarrow$ détection de tendances ou ruptures (sur moyenne ou paramètres, en particulier sur leur caractère extrême).
- **WP2** : Modèles d'extrêmes spatio-temporels
Les mesures de risques étant directement liées à la Théorie des Valeurs Extrêmes, $\Rightarrow$ développer nouveaux modèles adaptés (non stationnarité, spatial...)
- **WP3** : Définition de nouvelles mesures de risque
Mesures de risques permettant d'aider à la décision en matière d'adaptation au changement climatique, mais aussi dans un contexte économique pour permettre une meilleure couverture de ces risques.
- **WP4** : Assurabilité des risques climatiques
 $\Rightarrow$ Application en réassurance, réassurabilité des catastrophes naturelles avec une prise en compte du changement climatique.
Capital initial d'une compagnie nécessaire pour garantir sa solvabilité (Solvabilité II).
Evaluation de dérivés climatiques dans le contexte du changement climatique (bon fonctionnement, pertinence...)
L'étude de l'impact du changement climatique sur l'évaluation des CAT bonds sur les marchés.

Division du projet

- **WP1** : Détection de tendances et de rupture
Changement climatique $\Rightarrow$ détection de tendances ou ruptures (sur moyenne ou paramètres, en particulier sur leur caractère extrême).
- **WP2** : Modèles d'extrêmes spatio-temporels
Les mesures de risques étant directement liées à la Théorie des Valeurs Extrêmes, $\Rightarrow$ développer nouveaux modèles adaptés (non stationnarité, spatial...)
- **WP3** : Définition de nouvelles mesures de risque
Mesures de risques permettant d'aider à la décision en matière d'adaptation au changement climatique, mais aussi dans un contexte économique pour permettre une meilleure couverture de ces risques.
- **WP4** : Assurabilité des risques climatiques
 $\Rightarrow$ Application en réassurance, réassurabilité des catastrophes naturelles avec une prise en compte du changement climatique.
Capital initial d'une compagnie nécessaire pour garantir sa solvabilité (Solvabilité II).
Evaluation de dérivés climatiques dans le contexte du changement climatique (bon fonctionnement, pertinence...)
L'étude de l'impact du changement climatique sur l'évaluation des CAT bonds sur les marchés.

Division du projet

- **WP1** : Détection de tendances et de rupture
Changement climatique $\Rightarrow$ détection de tendances ou ruptures (sur moyenne ou paramètres, en particulier sur leur caractère extrême).
- **WP2** : Modèles d'extrêmes spatio-temporels
Les mesures de risques étant directement liées à la Théorie des Valeurs Extrêmes, $\Rightarrow$ développer nouveaux modèles adaptés (non stationnarité, spatial...)
- **WP3** : Définition de nouvelles mesures de risque
Mesures de risques permettant d'aider à la décision en matière d'adaptation au changement climatique, mais aussi dans un contexte économique pour permettre une meilleure couverture de ces risques.
- **WP4** : Assurabilité des risques climatiques
 $\Rightarrow$ Application en réassurance, réassurabilité des catastrophes naturelles avec une prise en compte du changement climatique.
Capital initial d'une compagnie nécessaire pour garantir sa solvabilité (Solvabilité II).
Evaluation de dérivés climatiques dans le contexte du changement climatique (bon fonctionnement, pertinence...)
L'étude de l'impact du changement climatique sur l'évaluation des CAT bonds sur les marchés.

(Ré)-assurance des risques climatiques

Montant	Victimes	Date	Événement - <i>Pays</i>
21 062	3 025	11.09.2001	Attaque terroriste (WTC) - <i>USA</i>
20 900	43	23.08.1992	Ouragan Andrew - <i>USA, Bahamas</i>
17 312	60	17.01.1994	Tremblement de terre Northridge - <i>USA</i>
7 598	51	27.09.1991	Typhoon Mireille - <i>Japon</i>
6 441	95	25.01.1990	Tempête hivernale Daria - <i>France, Europe</i>
6 382	110	25.12.1999	Tempête hivernale Lothar - <i>France, Europe</i>
6 203	71	15.09.1989	Ouragan Hugo - <i>Puerto Rico, USA</i>
4 839	22	15.10.1987	Tempêtes et inondations - <i>France, Europe</i>
4 476	64	25.02.1990	Tempête hivernale Vivian - <i>Europe centrale</i>
4 445	26	22.09.1999	Typhon Bart - <i>Japon</i>
3 969	600	20.09.1998	Ouragan Georges - <i>USA, Caraïbes</i>
3 261	33	05.06.2001	Tempête tropicale Allison, inondations - <i>USA</i>
3 205	45	02.05.2003	Orage, grêles - <i>USA</i>
3 100	167	06.07.1988	Explosion plateforme Piper Alpha - <i>Mer du Nord</i>
2 973	6 425	17.01.1995	Tremblement de terre Kobe - <i>Japon</i>
2 641	45	27.12.1999	Tempête hivernale Martin - <i>France, Suisse</i>
2 597	70	10.09.1999	Ouragan Floyd - <i>USA, Bahamas</i>
2 548	38	06.08.2002	Inondations - <i>Europe</i>
2 526	59	01.10.1995	Ouragan Opal - <i>USA, Mexique</i>
2 288	26	20.10.1991	Incendies, sécheresse - <i>USA</i>
2 277	-	06.04.2001	Grêle, inondations - <i>USA</i>
2 220	246	10.03.1993	Blizzard, tornades - <i>USA, Mexique</i>
2 090	4	11.09.1992	Ouragan Iniki - <i>USA</i>
1 959	23	23.10.1989	Explosion usine pétrochimique - <i>USA</i>
1 899	-	29.08.1979	Ouragan Frederic - <i>USA</i>

(Ré)-assurance des risques climatiques

- Augmentation de l'intensité et du nombre des catastrophes naturelles (au moins du point de vue des sinistres)
- Impact sur la solvabilité des compagnies d'assurance et de réassurance dans le cadre des normes prudentielles Solvabilité II.
- Impact en France sur l'Etat à travers la Caisse Centrale de Ré-assurance (qui prend en charge le remboursement des sinistres si déclarés Catastrophe Naturelle)
- Etude des alternatives à la ré-assurance "classique" : CAT Bond, HDD, CDD...

(CAT Bond

PHASE INITIALE

Le fonds de titrisation émet des Cat Bonds et entre dans un contrat de couverture avec la cédante
Les fonds des investisseurs sont placés par le Fonds de Titrisation dans des actifs sans risques.

REGIME NORMAL

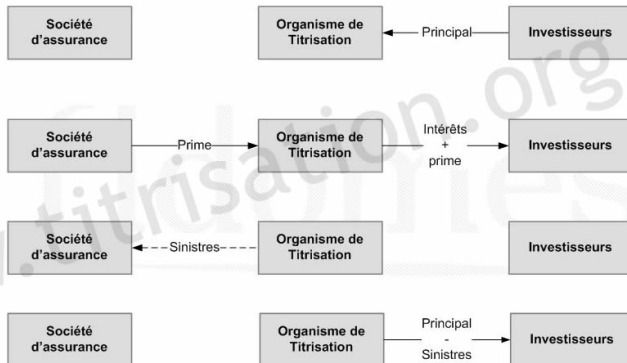
La cédante paie la prime au fonds et les investisseurs reçoivent les intérêts des placements et la prime

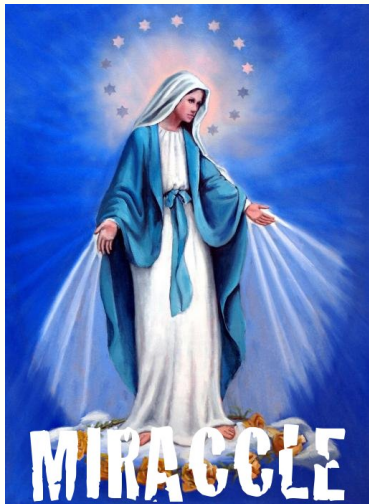
SINISTRE

Le Fonds paie le sinistre à la cédante, avec les intérêts des placements, et en vendant une partie des actifs si nécessaire

ECHEANCE

les actifs restants du fonds sont liquidés et versés aux investisseurs





MERCI POUR VOTRE
ATTENTION