

18^e Congrès des **ACTUAIRES**

**ASSURANCE ET FINANCE :
VENT DEBOUT FACE AUX
CHANGEMENTS CLIMATIQUES**

Évolution des fréquences de cyclones dans les
DOM entre le climat actuel et le climat 2050

David MONCOULON
CCR

Objectifs de cette étude

- Malgré la connaissance d'une forte exposition, la survenance d'Irma a conduit à revoir certains éléments de modélisation.
- Dans un premier temps :
 - Comment estimer la fréquence des événements cycloniques extrêmes ?
 - Cette fréquence va-t-elle évoluer dans les années à venir ?
- Dans un second temps (pour septembre) :
 - Quelle sera la distribution des dommages à horizon 2050 pour les événements cycloniques ?
- Pour répondre à ces questions, CCR s'est associée à Météo-France et à Metigate, société spécialisée dans la simulation climatique

Le portefeuille assuré dans les DOM

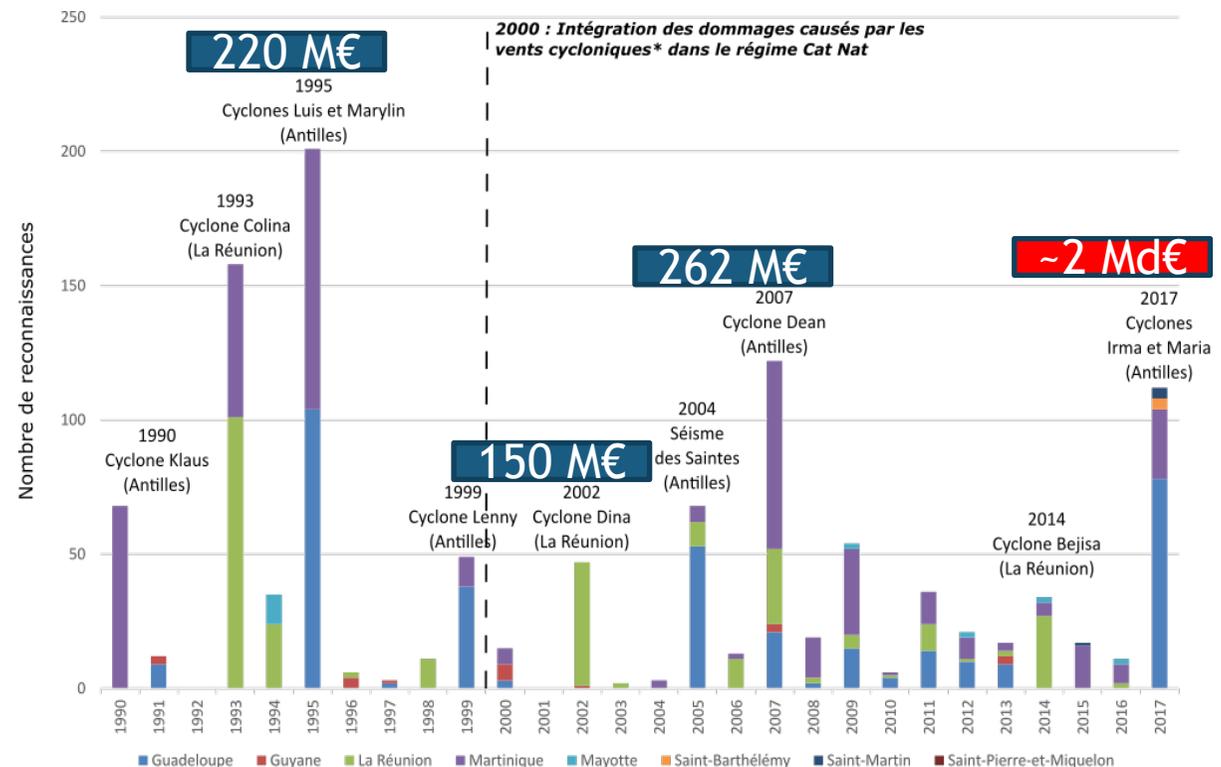
- Aujourd'hui les DOM c'est 27 M€ de primes Cat Nat dont :
 - 16 M€ aux Antilles
 - 10 M€ à la Réunion
- La répartition part / pro est la suivante :
 - 50% pour les particuliers
 - 43% pour les professionnels
 - 7% pour l'auto
- Les taux de diffusion de l'assurance sont estimés à :
 - Pour les particuliers 55% pour les Antilles et 65% pour la Réunion
 - Pour les professionnels (hors TPE), un taux de diffusion proche de 100%

Des événements rares et coûteux

○ Les outre-mer : des territoires exposés

- 1,5% des cotisations sur la période 2000-2018
- 13,3% de la sinistralité du marché français
- Sans Irma et Maria, la sinistralité tombe à 3,6%

Reconnaitances Cat Nat pour l'Outre-Mer depuis 1990



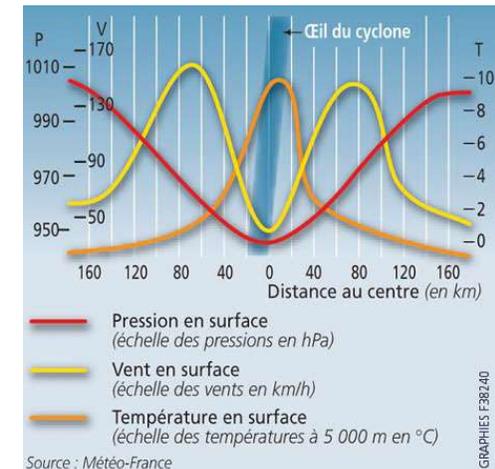
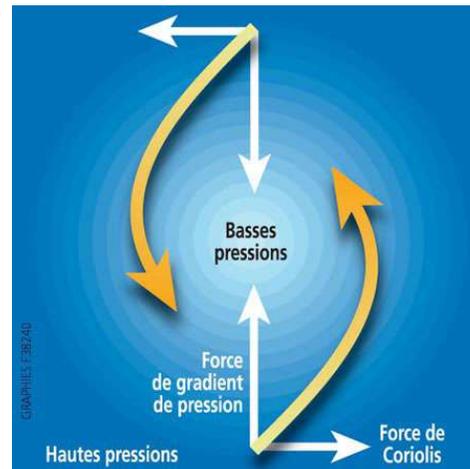
*Critères de reconnaissance : Vitesse de vent supérieure à 145 km/h en moyenne et à 215 km/h en rafales

Conditions de formation d'un cyclone

○ Les conditions de formation d'un cyclone :

- Présence d'un amas de nuages (cluster) dans la zone intertropicale de convergence
- Le carburant du système : l'eau chaude (au moins $\sim 26^{\circ}\text{C}$ sur 50m de profondeur)
- Un profil vertical de vent homogène sur 12 à 15 km d'altitude
- Une distance suffisante de l'équateur (6 à 7°C de latitude), pour permettre l'action des forces de Coriolis sur le vent cyclonique

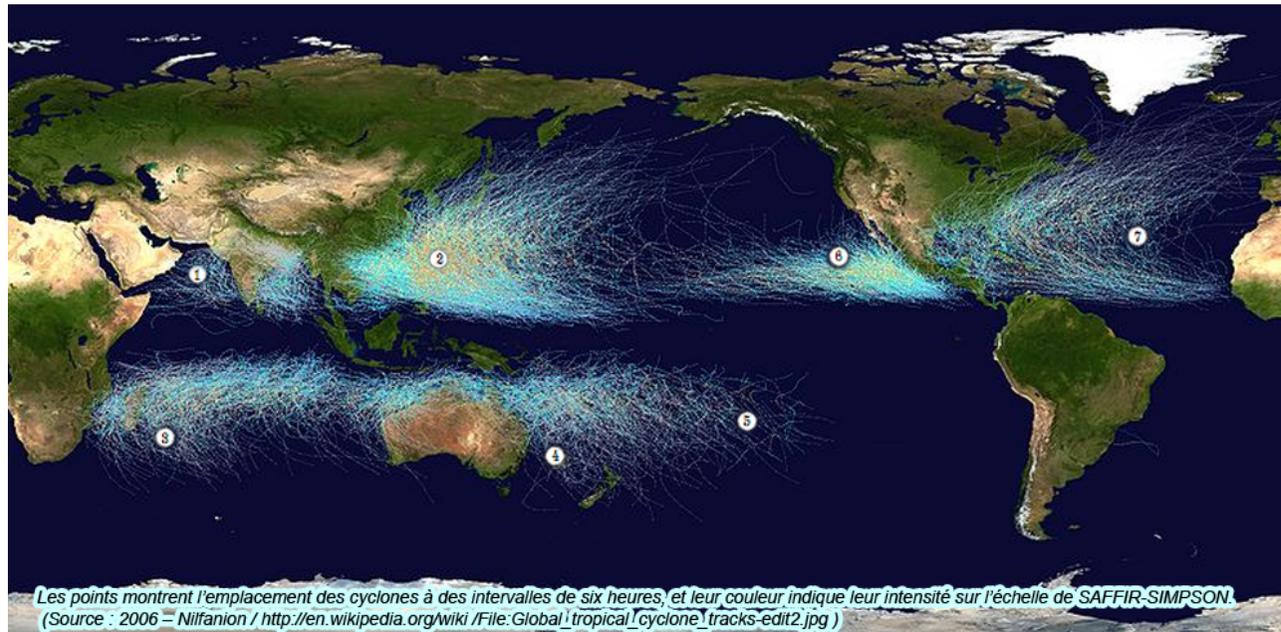
○ Fonctionnement d'un cyclone et paramètres météorologiques



Trajectoires cycloniques historiques

Il existe dans le monde 7 bassins potentiels :

CARTE DES TRAJECTOIRES DES TEMPETES TROPICALES ET OURAGANS ENTRE 1985 ET 2005.



Domaine géographique	% de tempêtes tropicales	% de cyclones
Atlantique	18%	16%
Pacifique Nord-Est	19%	16%
Pacifique Nord-Ouest	29%	36%
Océan Indien Nord	6%	5%
Océan Indien SW	12%	14%
Océan Indien SE	7%	7%
Pacifique Sud	10%	7%

Périodes de retour selon l'intensité cyclonique : approche historique

○ Estimation de la période de retours des cyclones sur la base d'un recensement et d'une analyse des cyclones historiques

- D'après (J. Desarthe, CCR, 2017)
- Période de retour de l'impact des événements (période 1630 - 2018)

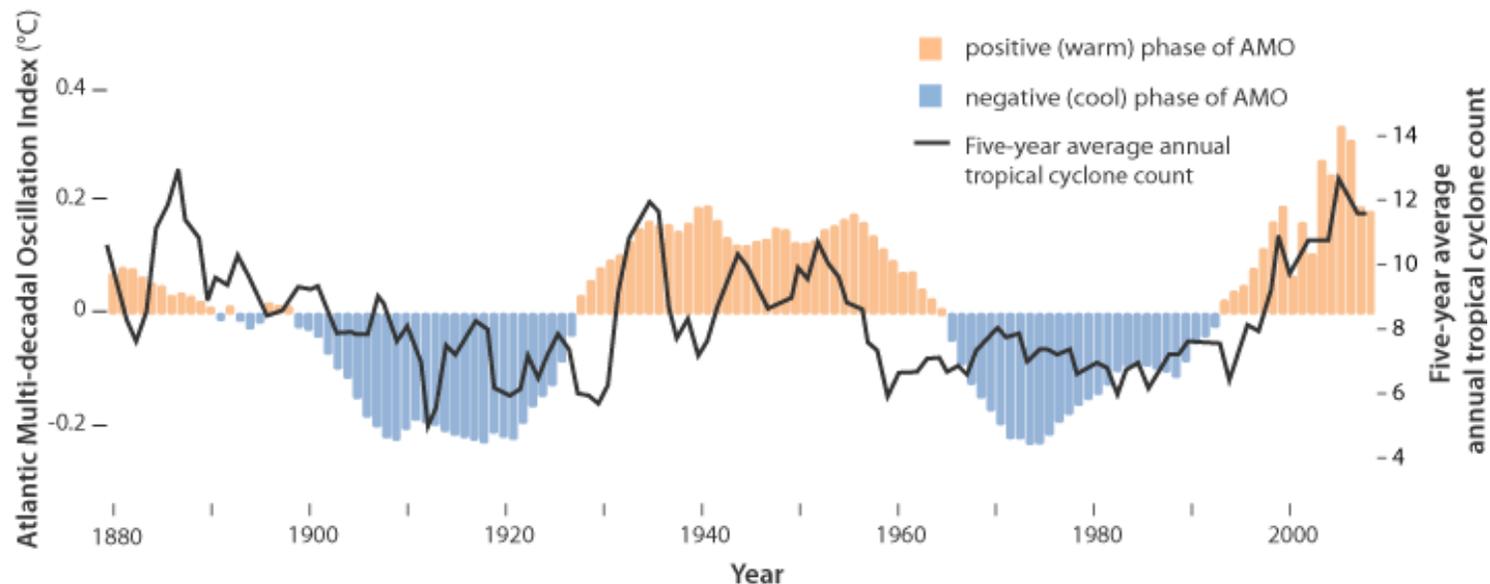
	Antilles	Réunion
Catégorie 2	8 ans	8 ans
Catégorie 3	10 ans	10 ans
Catégorie 4	20 ans	25 ans
Catégorie 5	50 ans	90 ans

	VITESSE DU VENT MOYEN (km/h)	VITESSE DES RAFALES (km/h)	PRESSION MINIMUM (hPa)	ONDE DE TEMPÊTE (m)	NIVEAU DES DOMMAGES
DEPRESSION TROPICALE	< 60	< 90	990 - 1000	<1	Faibles
TEMPÊTE TROPICALE	60-120	90-140	980 - 990	<1	Minimes
CYCLONE DE CATEGORIE 1	120-150	140-180	970 - 980	1 - 1.5	Minimes
CYCLONE DE CATEGORIE 2	150-180	180-220	965 - 980	1.5 - 2.5	Modérés
CYCLONE DE CATEGORIE 3	180-210	220-260	945 - 965	2.5 - 4	Intenses
CYCLONE DE CATEGORIE 4	210-240	260-310	920 - 945	4 - 6	Extrêmes
CYCLONE DE CATEGORIE 5	> 240	>310	< 920	> 6	Catastrophiques

Lien avec l'Atlantic Multi-decadal Oscillation

- D'après Chauvin, 2018 (CNRM) :

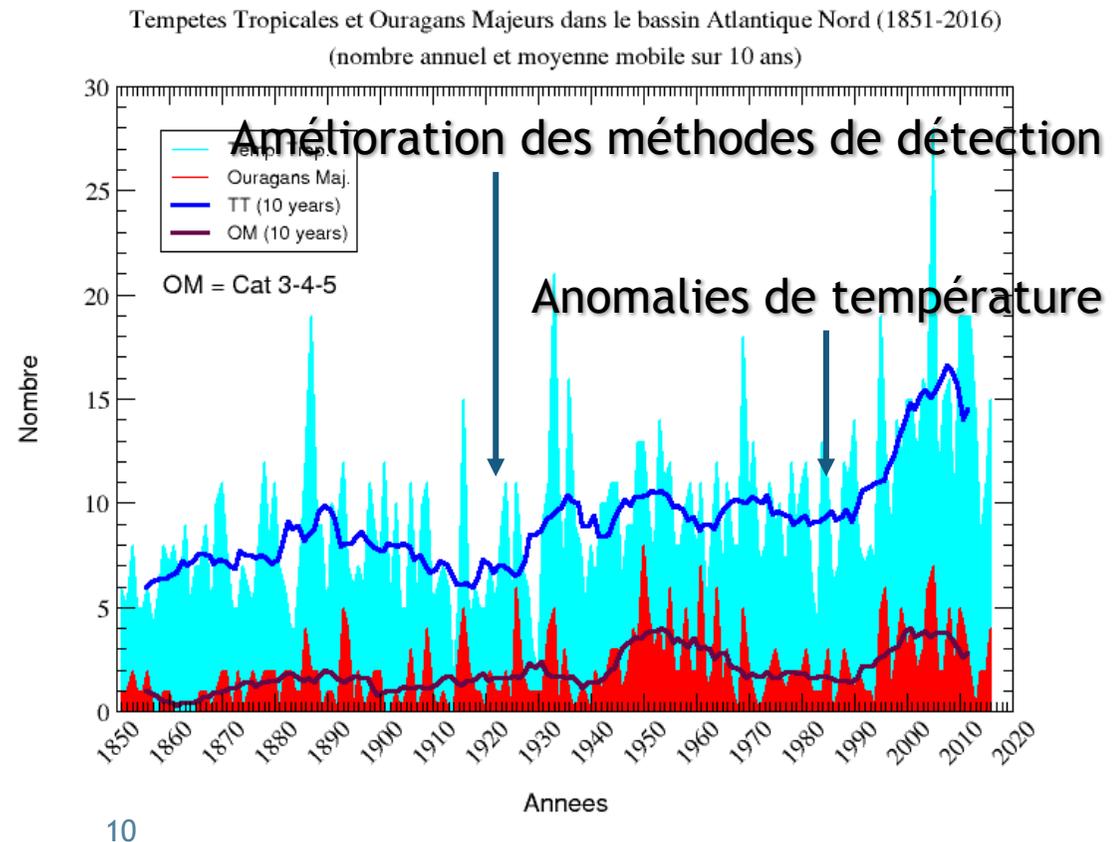
- L'AMO représente une anomalie de température de l'océan sur plusieurs décennies
- Evolution conjointe de l'AMO et du nombre de cyclones (1880-2010)



Evolution des fréquences historiques

○ D'après Chauvin, 2018 (CNRM)

- Il faut relativiser l'augmentation historique de la fréquence des cyclones constatée
- Elle est liée en grande partie à l'amélioration des méthodes de détection
- Elle est également liée à l'anomalie de température de l'Atlantique Nord



Principales conclusions du GIEC sur l'évolution du nombre de cyclones

○ Résumé des principales conclusions du GIEC :

- Une diminution globale du nombre de systèmes (-6% à -34%)
- Augmentation de la proportion de cyclones de catégories 4 et 5 (0 à 30%)
- L'élévation du niveau des mers augmentera le risque de submersions marines consécutives aux cyclones
- Les pluies associées aux cyclones vont augmenter du fait de l'augmentation des températures et de l'humidité dans l'atmosphère (2°C donnent 10 à 15% d'augmentation)

○ L'étude des données de simulation EuroCordex affine ces tendances

+

42 %



Guadeloupe :

forte augmentation de la fréquence des cyclones

+ 7 %



Martinique :

augmentation modérée de la fréquence des cyclones

+ 4 %



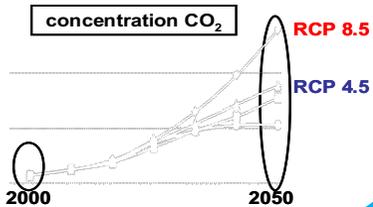
Réunion :

augmentation modérée de la fréquence des cyclones

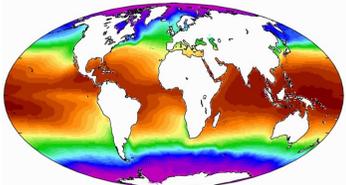
Chaine de modélisation Météo-France & CCR

3 scénarios de 400 ans à climat constant

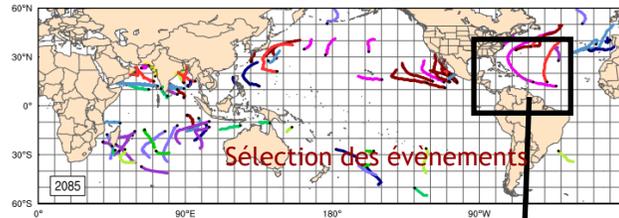
- Climat 2000
- Climat 2050 hypothèse RCP4.5
- Climat 2050 hypothèse RCP8.5



Série de 400 ans de températures de surface de la mer à climat constant



ARPEGE 50 km



Modèle météorologique

ALADIN

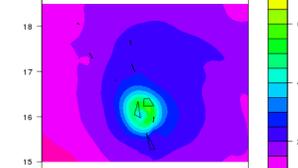
Forçage aux frontières par ARPEGE

ALADIN
12 km

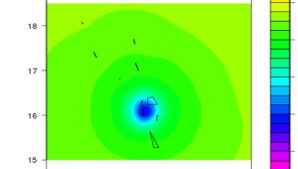
Modèle de descente d'échelle

400 années de données météorologiques

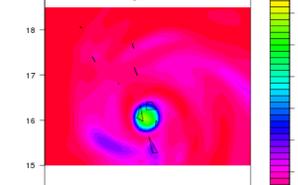
Vent



Pression



Précipitations



Modèles de dommages CCR

Modèle vent cyclonique

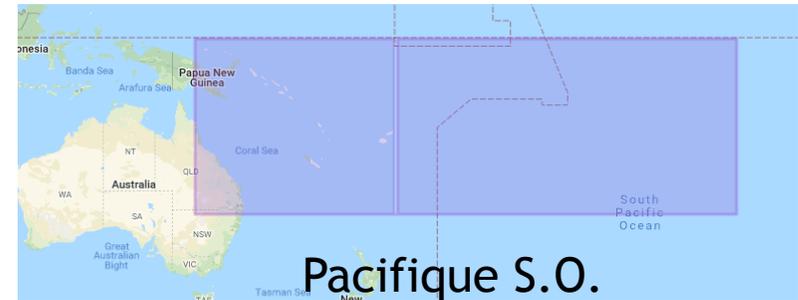
Modèle submersion marine

Modèle inondation

Une simulation ambitieuse

○ Une simulation ambitieuse :

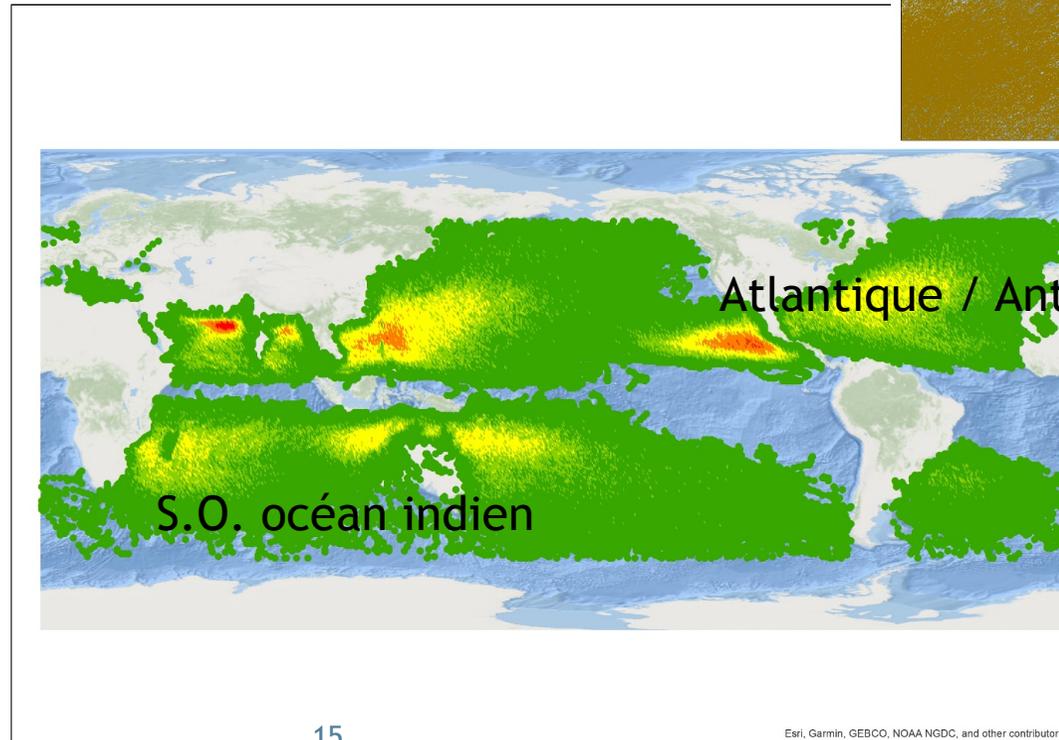
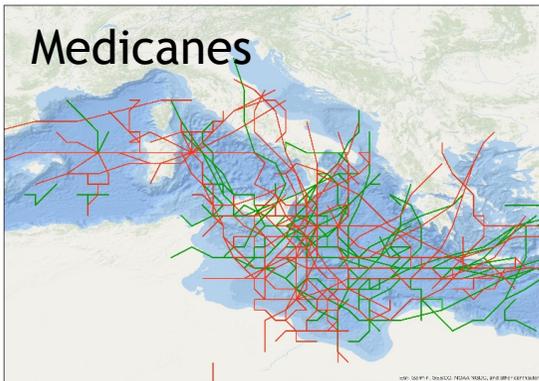
- 5 524 000 h de calcul sur le supercalculateur de Météo-France
- 223 To de données archivées pour une durée de réalisation de 8 mois.
- 102 paramètres météorologiques archivés au pas de temps 6 h ou 3h



Les trajectoires cycloniques

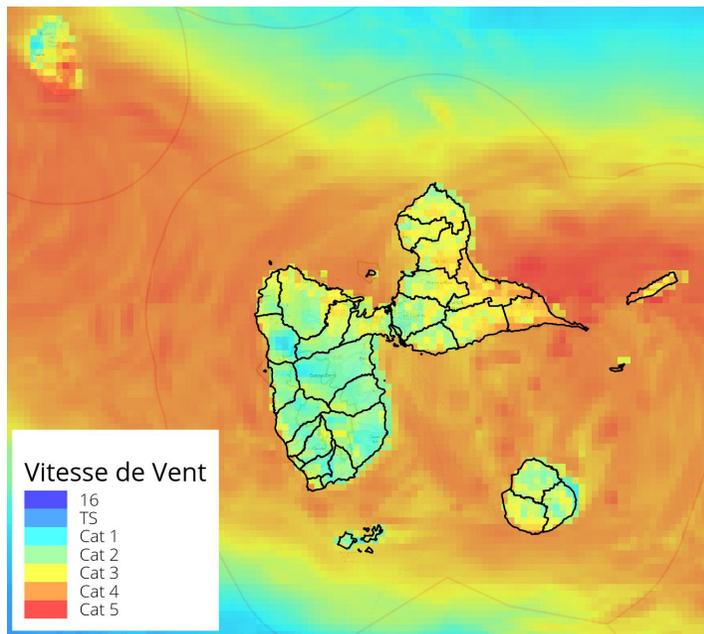
- Un nombre de cyclones à la baisse

- 31872 en climat actuel
- 26714 en climat futur (-16%)

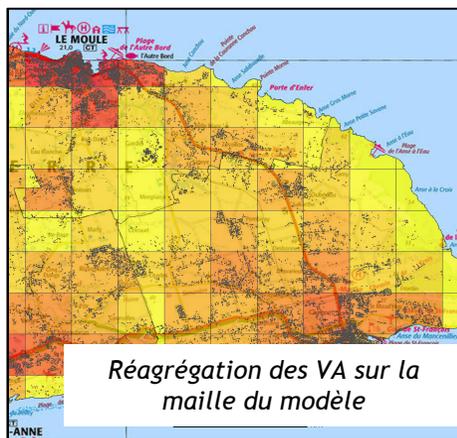
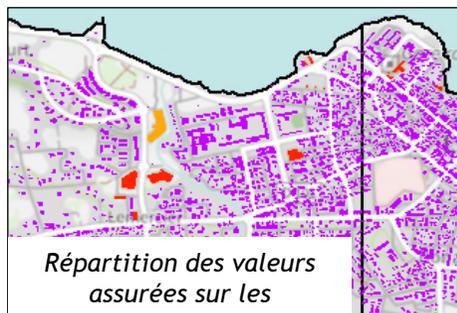


Modélisation des vents cycloniques

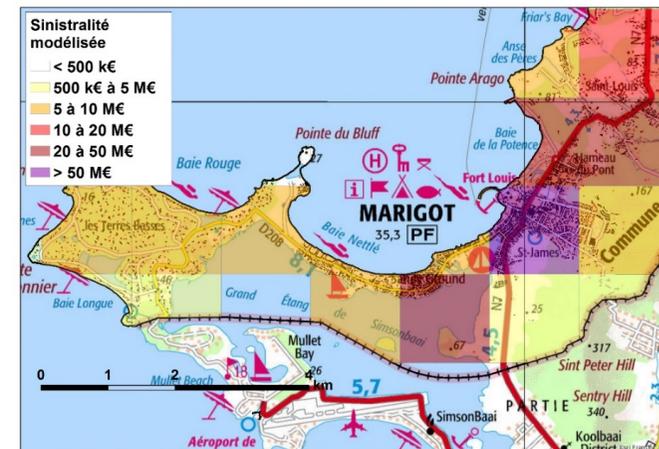
Aléa



Vulnérabilité

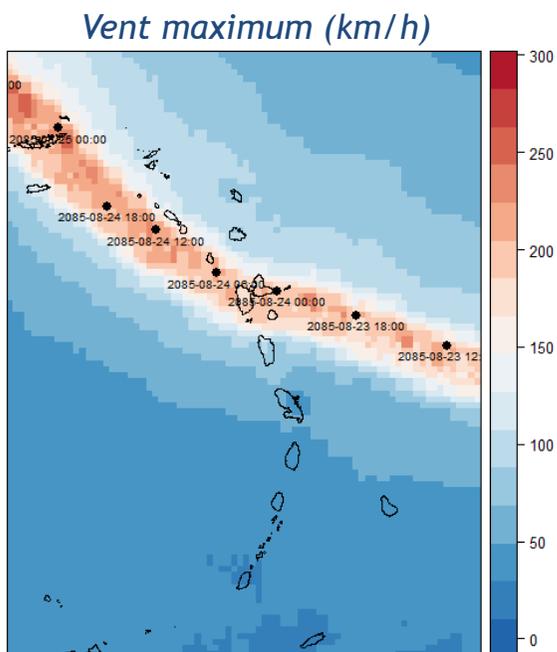


Dommages

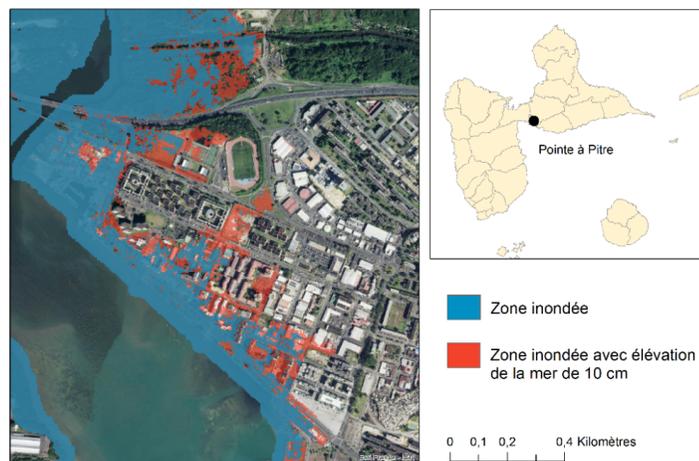


Exemple de résultat sur un événement

Événement du 21/08/2085
: climat 2050



Débordement simulé

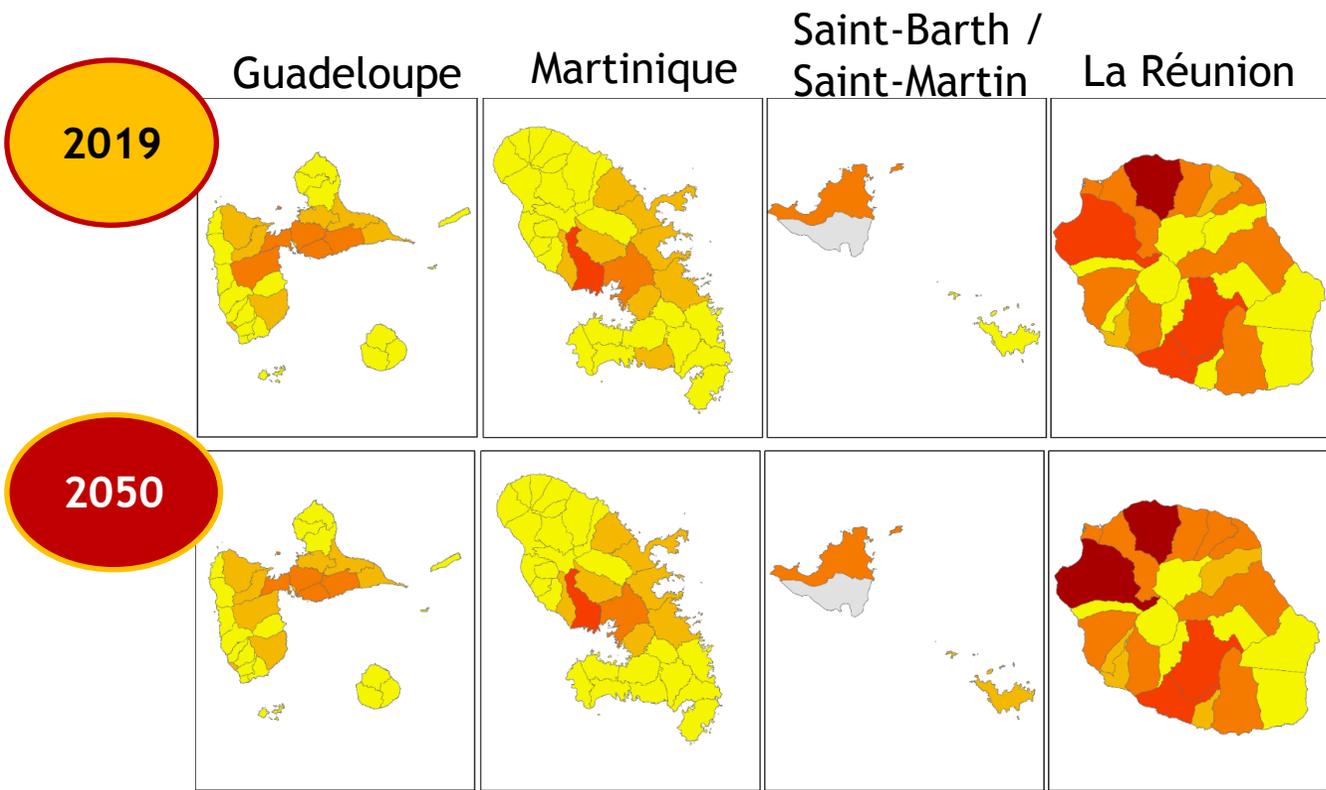


L'élévation de la mer pourrait accroître de manière modérée les dommages

Domages simulés

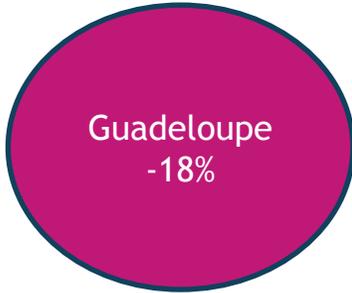
Ile	Elévation	Cout total	Cout assuré
Guadeloupe		22,5	13,0
Martinique	+0 cm	0,5	0,4
Total		22,9	13,4
Guadeloupe		27,0	15,5
Martinique	+10cm	0,9	0,6
Total		27,9	16,1

Répartition géographique des enjeux assurés



Exposition des enjeux assurés

- Faible
- Moyenne
- Importante
- Forte
- Très forte



A background image showing several palm trees leaning and swaying in a strong wind, suggesting a tropical storm or hurricane. The sky is overcast and grey.

Conclusions perspectives

- La méthodologie mise en place avec Météo-France, prend en compte un spectre large d'années possibles (400)
- La tendance, en ce qui concerne les fréquences d'événements n'est pas significativement marquée, sauf pour la Guadeloupe, d'après les simulations EuroCordex
- Par contre, même à climat actuel, la modélisation permet d'estimer la probabilité de survenance de « cygnes noirs »
- Elle va intégrer les 3 aléas consécutifs à un cyclone (pluies, submersions et vents) et la hausse du niveau des mers
- **Les résultats complets de l'étude seront publiés par CCR et Météo-France à l'automne 2019**

Merci de votre attention !