



$$\rho \left( \frac{\partial v}{\partial t} + v \cdot \nabla v \right) = -\nabla p + \mu \nabla^2 v$$

$\downarrow$   $\underbrace{\hspace{10em}}$   $\underbrace{\hspace{10em}}$   $\underbrace{\hspace{10em}}$

$m$   $a$   $F_{\text{pression}}$   $F_{\text{visqueuse}}$

# EXPERTISE ET MODÉLISATION



---

# CCR AU CŒUR DE L'ÉCOSYSTÈME SCIENTIFIQUE

CCR est un réassureur public habilité à délivrer des couvertures illimitées aux assureurs pour certains risques exceptionnels, en particulier les catastrophes naturelles et le terrorisme. S'agissant des catastrophes naturelles, les principaux périls couverts sont les suivants : les inondations, la sécheresse géotechnique, les tremblements de terre, les submersions marines et les cyclones dans les territoires d'Outre-Mer.

CCR développe des modèles d'impacts des aléas naturels en partenariat avec les principaux organismes scientifiques en France et en Europe :

**Météo-France**, l'**INRAE** et l'**IFSTTAR** pour les risques hydrologiques, le **BRGM** et l'**ENSG Nancy** pour les risques géologiques.

CCR investit dans la recherche appliquée en finançant des thèses de doctorat : sur les risques agricoles, avec **Agrocampus Ouest**, sur les data sciences et mathématiques appliquées, avec les **Écoles des Mines de Paris, Nancy, Paris V** et sur le risque sismique avec l'**ENSG Nancy**. Le risque terrorisme (conséquences des explosions NRBC) fait également l'objet de modélisations. En lien avec l'État, en 2020, des études prospectives ont également été menées sur la pandémie et les pertes d'exploitation consécutives à la baisse d'activité.

## Principaux partenaires



# UNE MODÉLISATION OPÉRATIONNELLE

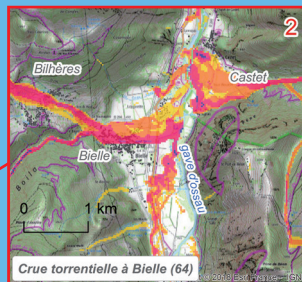
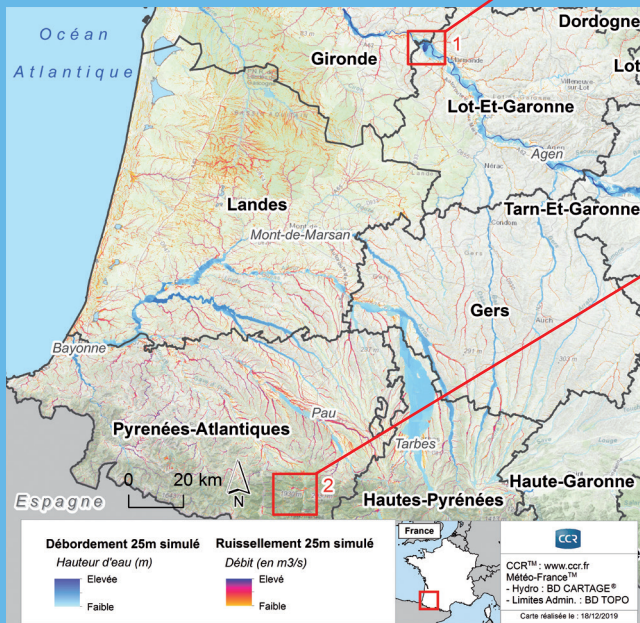
Tous les modèles développés chez CCR reposent sur deux approches :

- la simulation d'événements réels : estimation des dommages, cartographie des aléas et impact de la prévention ;
- la simulation d'un catalogue d'événements fictifs afin d'évaluer l'exposition du territoire aux différents périls, de permettre le calcul des engagements potentiels de CCR et de ses clients et à des fins de tarification.

La veille événementielle, mise en place par CCR, est une chaîne opérationnelle qui permet d'estimer rapidement les dommages après la survenance d'un événement. Le suivi et l'alerte sont menés avec **Météo-France** et la société **Predict**.

La chaîne de modélisation repose sur plusieurs étapes :

- collecte de données en temps réel sur l'aléa ;
- collecte d'informations sur la nature des dommages observés ;
- simulation et cartographie des dommages assurés avec leur estimation ;
- publication dans un délai de 5 jours après la survenance de l'événement.



Modélisation des inondations dans le Sud-Ouest en décembre 2019



# DONNÉES ET GÉOLOCALISATION

Pour affiner la connaissance sur les risques et les sinistres, CCR collecte auprès de ses clients assureurs, depuis plus de 15 ans, des données qui permettent de mieux apprécier l'exposition du territoire français aux catastrophes naturelles. Elle le fait auprès des entreprises d'assurance qu'elle réassure dans un cadre bilatéral apportant une garantie de confidentialité. Ces données portent sur :

- les risques assurés, localisés à l'adresse ou à la commune ;
- les sinistres survenus, localisés à l'adresse ou à la commune.

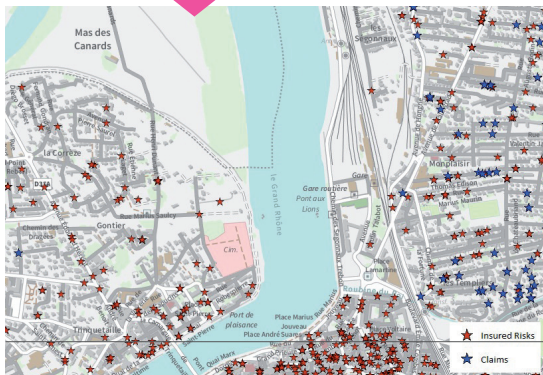
CCR a ainsi constitué une base de données qui représente, en fonction des années, jusqu'à 90 % des parts de marché pour les risques assurés et jusqu'à près de 70 % pour les sinistres. Enrichie au fil du temps par des croisements avec des données publiques complémentaires, elle a permis à CCR de développer sa connaissance et son expertise en matière de catastrophes naturelles en France.

Des indicateurs d'exposition aux risques sont ainsi élaborés et mis à disposition des assureurs et des pouvoirs publics grâce à des conventions bilatérales. Ils contribuent à prioriser les mesures de prévention sur certains territoires et à en évaluer l'efficacité.

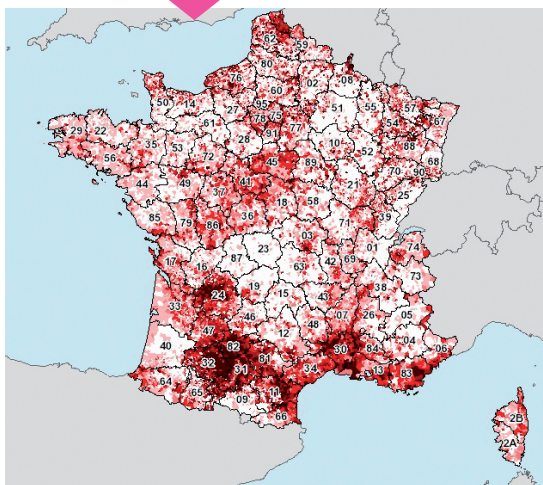
Outre les données collectées pour les périls du régime Cat Nat, CCR constitue une base de données pour le compte du Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation sur les exploitants agricoles ayant souscrits une assurance multirisques climatiques sur récoltes. Cette base de données permet de suivre le développement de ce produit assurantiel.

COLLECTE  
DE DONNÉES  
LOCALISÉES  
SUR LES RISQUES  
ASSURÉS ET  
LES SINISTRES

Traitement, géocodage  
et enrichissement



Indicateurs assurantiers  
(S/P, Fréquence  
de sinistres, etc.)



# MODÉLISER LES IMPACTS FINANCIERS DES CATASTROPHES CLIMATIQUES...

Depuis plus de quinze ans, CCR développe des modèles d'impact Cat pour les principaux périls climatiques, dont les sécheresses géotechniques. Depuis 2015, CCR développe une approche de modélisation multi-périls innovante en couplant ses modèles à un modèle de simulation de l'atmosphère (**ARPEGE-Climat de Météo-France**). Ainsi, la corrélation entre périls n'est plus une hypothèse statistique mais résulte des conditions climatiques globales.

Les principaux périls couverts sont les suivants :

- **le modèle inondation** qui simule deux phénomènes : le ruissellement de surface (pluvial flood) et le débordement des cours d'eau (fluvial flood) avec leurs dommages consécutifs ;

- **la modélisation de la sécheresse géotechnique** (retrait-gonflement des argiles) repose sur l'utilisation d'un indicateur de **Météo-France**, le SWI uniforme (indice d'humidité des sols), les indicateurs géologiques (teneur en argile du sol) et les caractéristiques du bâti. C'est le second péril en termes de coût pour le régime Cat Nat ;

- **le modèle submersion marine** permet d'estimer l'impact des inondations côtières qui peuvent survenir au passage des tempêtes. Ce modèle repose sur trois étapes clés : estimation de la marée et de la surcote atmosphérique, modélisation des vagues en mer et estimation de l'impact de l'inondation dans les terres ;

- **la modélisation des cyclones**, réalisée en partenariat avec **JBA Risk Management** et **RiskWeatherTech**, permet de simuler les 3 phénomènes (vent, inondations et submersions marines) sur les DOM : Antilles et Réunion. Cette approche complexe nécessite de coupler un modèle de simulation du climat à un modèle d'impact local.

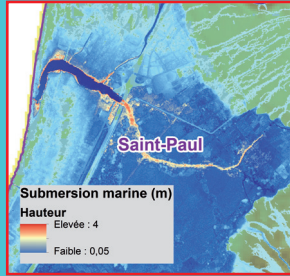
## ... ET GÉOLOGIQUES

**Le modèle séisme** a été développé dans le cadre d'une convention pluriannuelle avec le **BRGM**, pour sa partie

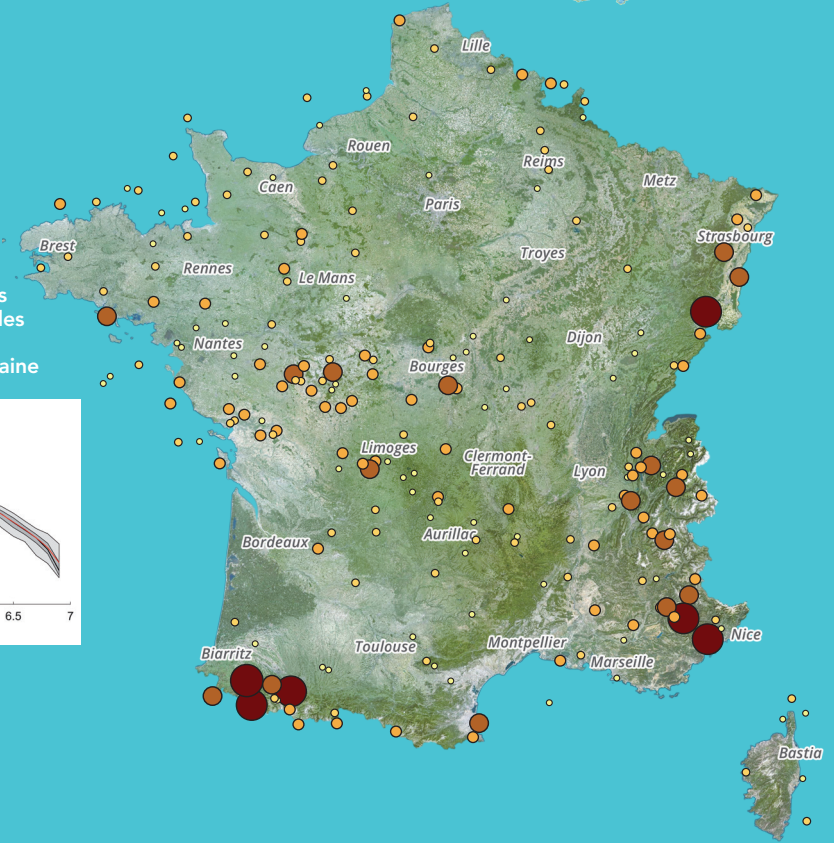
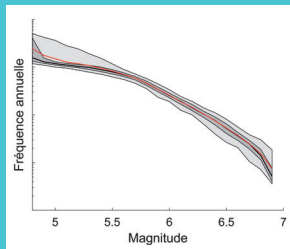
déterministe. Un générateur de séismes probabilistes est développé en partenariat avec l'**ENSG Nancy**.

## Modélisation des submersions marines consécutives aux cyclones sur l'île de la Réunion

(source : CCR/JBA Risk Management)



## Séismes fictifs générés sur 2 000 ans et fréquences annuelles de survenance en France métropolitaine

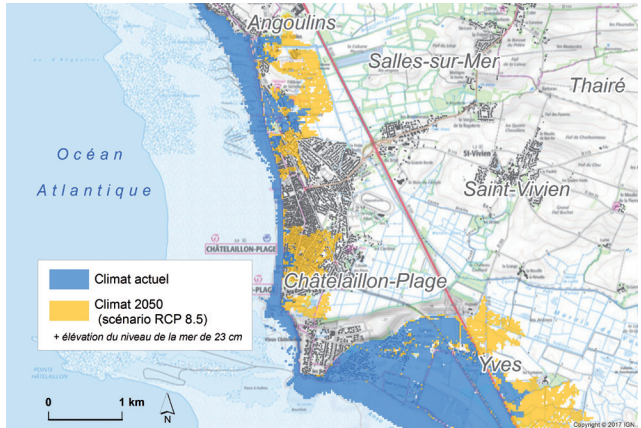


# DANS UN CONTEXTE DE CHANGEMENT CLIMATIQUE

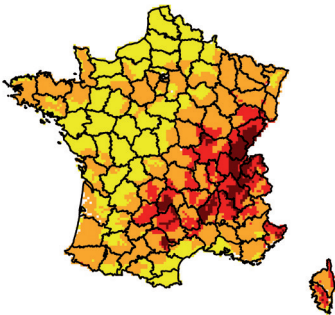
CCR conduit, en partenariat avec **Météo-France**, des études sur l'impact du changement climatique sur l'exposition aux risques des territoires.

La chaîne de modélisation repose en amont sur l'utilisation des données météorologiques du modèle **ARPEGE-Climat** de **Météo-France** qui simule 400 années de climat actuel et 400 années de climat futur, à horizon 2050 selon différents scénarios du GIEC.

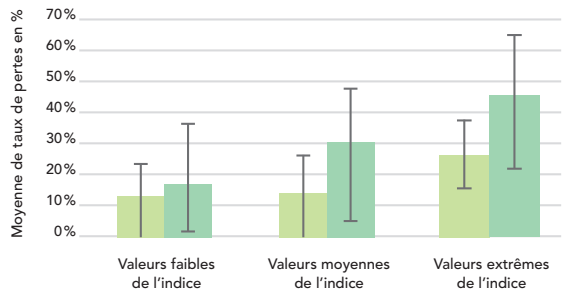
Ces études portent sur la France métropolitaine et sur les territoires ultra-marins. Elles sont étendues aux conséquences des événements climatiques de sécheresse et d'excès d'eau extrêmes sur les rendements des cultures végétales, dans le cadre d'une thèse en partenariat avec **Agrocampus Ouest**.



Comparaison des emprises submergées pour une période de retour de cent ans dans la zone de Châtelaillon-Plage (Charente-Maritime)



Intensité de la sécheresse selon l'indice agro-climatique DOWKI sur la sécheresse 2003



Moyenne de taux de pertes pour le blé tendre d'hiver et les prairies et quantiles [10-90] par rapport aux valeurs de l'indice agro-climatique sur la Ferme France pour l'année 2003, année de forte sécheresse.



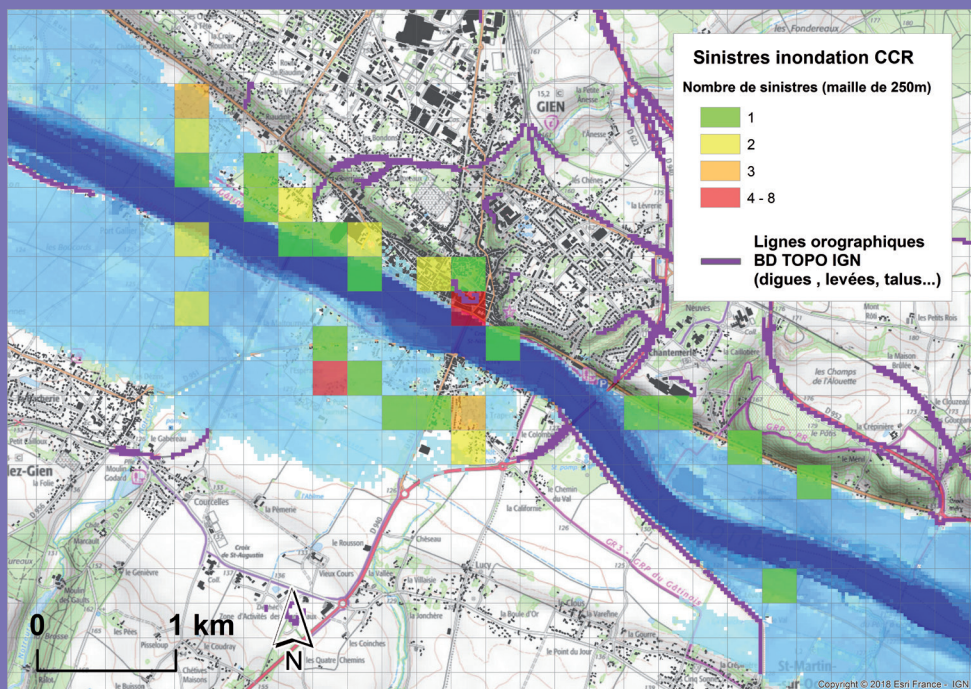
Plus l'indice se situe dans ses valeurs extrêmes, plus les pertes sur les cultures sont importantes. L'indice est corrélé aux pertes de rendements. Ce sont les valeurs extrêmes de l'indice qui seront importantes de quantifier lors des simulations du changement climatique.



# AU SERVICE DE LA PRÉVENTION

Les modèles de CCR peuvent être utilisés pour réaliser des analyses coûts-bénéfices des actions de prévention. Conçue et testée dans des projets de recherche, cette application des modèles apporte des outils d'analyses supplémentaires aux préventionnistes et aux décideurs.

Modélisation de l'aléa débordement. Comparaison à la sinistralité historique.



CCR améliore ses techniques de modélisation et d'analyse des résultats par l'utilisation des images satellitaires via des méthodes de télédétection. La modélisation s'appuie aujourd'hui sur des méthodes de data science, en plus des outils traditionnels, afin d'améliorer ses capacités prédictives et l'analyse de ses incertitudes.



En couverture, l'équation de Navier-Stokes sert à décrire le mouvement d'un fluide, c'est à dire déterminer son champ de vitesse en tout point de l'espace.

[catastrophes-naturelles.ccr.fr](http://catastrophes-naturelles.ccr.fr)