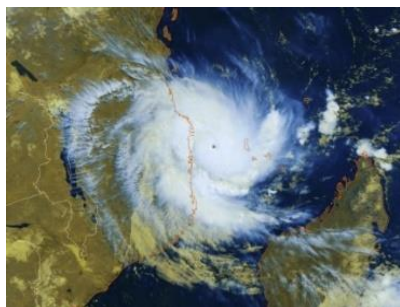


Modèle de Risque de Cyclone Tropical de l'ARC



Un produit d'assurance paramétrique développé pour la région SOOI afin de fournir un financement et une réponse rapides aux pays affectés par des cyclones tropicaux. Cette assurance couvre les dommages causés par les vents, les ondes de tempête et les vagues.

Aperçu

La région du sud-ouest de l'océan Indien (SOOI) est l'une des zones les plus actives au monde en termes de formation de cyclones tropicaux (CT). En moyenne, 13 événements cycloniques avec des vitesses de vent supérieures à 63 km/h se forment dans la région SOOI chaque année. Les vitesses élevées des vents sont un facteur clé dans les dommages causés par les cyclones tropicaux.

Les développements dans la région SOOI en 2019, y compris les effets dévastateurs des cyclones Idai et Kenneth au Mozambique, ont suscité un regain d'intérêt de la part des pays pour la couverture d'assurance paramétrique contre les cyclones tropicaux.

Par conséquent, l'ARC s'est associé à Kinetic Analysis Corporation (KAC) pour développer un modèle capable d'estimer avec précision les risques et les pertes dus aux cyclones tropicaux et adapté à la région SOOI où se trouvent des États membres de l'ARC.

Les approches appliquées étaient cohérentes avec celles utilisées précédemment pour soutenir le mécanisme d'assurance contre les risques de catastrophe des Caraïbes (CCRIF) pour un pool de risques paramétrique couvrant les régions des Caraïbes et de l'Amérique centrale. Les techniques de modélisation des risques et des pertes de CT appliquées au modèle ARC ont été largement examinées et acceptées aux fins de souscription par les marchés de la réassurance et des capitaux.

Le modèle de risque de CT de l'ARC couvre les risques de dommages causés par les vents, les ondes de tempête et les vagues, tandis que les

précipitations excessives associées aux cyclones seront couvertes par un autre produit d'assurance de l'ARC dédié aux inondations, en raison de la complexité de la combinaison de l'aléa pluviométrique avec d'autres aléas des TC. Le modèle de risque de CT de l'ARC utilise les données des trajectoires et d'intensité des tempêtes produites par le Centre US Joint Typhoon Warning pour la période 1983-2013.

Le modèle de risque de CT combine les caractéristiques du risque d'événements cycloniques avec celles des données d'exposition et de vulnérabilité pour modéliser la population affectée, ainsi que les pertes économiques. À l'aide d'un modèle d'assurance et de termes contractuelles spécifiques, les estimations d'expositions de pertes sont converties en estimations de pertes pour un portefeuille d'actifs. Les calculs des pertes sont actuellement disponibles pour Madagascar, le Mozambique, les Comores, Maurice, les Seychelles et la Tanzanie.

Après une évaluation satisfaisante en juillet 2020 par un Forum de Revue Technique (FRT) composé d'experts de haut niveau en CT

issus d'institutions de renommée mondiale, le modèle de risque de cyclones tropicaux de l'ARC a été jugé prêt et peut être utilisé en toute confiance pour une police d'assurance à partir de la saison cyclonique 2020-2021.

Une interface dédiée, le progiciel ARC Tropical Cyclone Explorer (ARC TCE), a été développée pour permettre aux utilisateurs d'accéder facilement à toutes les données du modèle et de visualiser les résultats. Le TCE sera mis à la disposition des États membres et des partenaires de l'ARC via la plateforme Africa RiskView (ARV) de l'ARC.

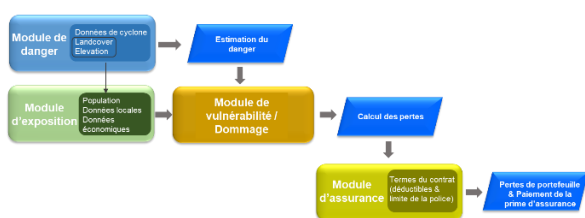
Le modèle TC de l'ARC résout de manière satisfaisante un problème très difficile avec un algorithme de calcul des pertes robuste. Il est raisonnablement robuste et efficace en termes de représentation des risques associés aux cyclones tropicaux et d'évaluation des dommages et des pertes. Le modèle TC est suffisamment mature pour être utilisé de manière opérationnelle par l'ARC pour l'assurance paramétrique dans la région SOOI.

-Forum de Revue Technique

Composantes du modèle des cyclones tropicaux

Le modèle de risque CT de l'ARC est mis en œuvre à travers les quatre modules suivants :

- *Le module de danger* : il calcule en temps quasi réel la vitesse maximale du vent et la hauteur des ondes de tempête causées par un cyclone tropical.
- *Le module d'exposition* : Il décrit les actifs économiques selon les différentes catégories d'utilisation des sols dans chaque pays ainsi que le coût de remplacement de chaque actif exposé.
- *Le module de Vulnérabilité/de dommages* : il définit la distribution de probabilité des pertes économiques selon les différents niveaux, de vitesse du vent et de hauteur de surcote, causés par un cyclone tropical.
- *Le module d'assurance* : il calcule les estimations de pertes pour un portefeuille d'actifs en fonction des conditions contractuelles. Un versement d'indemnité est initié dès que le niveau de déclenchement (point d'attachement) défini par le preneur d'assurance est atteint.



Module de danger : Comment l'étendue et la gravité du danger de cyclone sont-elles évaluées ?

En utilisant les caractéristiques d'un événement cyclonique spécifique, en appliquant une modélisation numérique pour estimer le danger de périls uniques ou multiples portant sur tous les endroits touchés par l'événement. Les cartes des dangers produites à partir de l'évaluation des dangers illustrent l'étendue et la gravité des dangers générés par l'événement modélisé. Les

deux variables de danger des CT sont la vitesse du vent en mètres par seconde et celle de l'onde de tempête en mètres.

• Données d'élévation et de bathymétrie

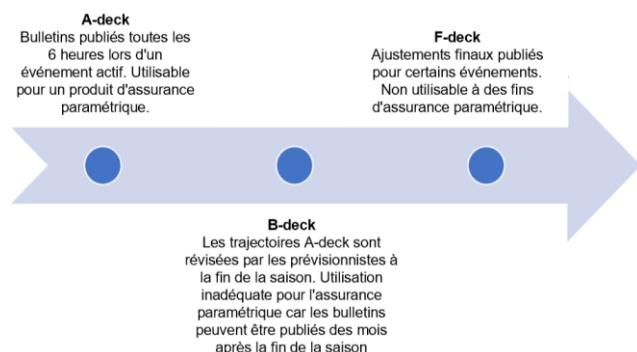
Les données d'élévation et de bathymétrie (utilisées comme données d'entrée pour la modélisation des risques) sont compilées à l'aide de diverses sources, notamment l'imagerie Landsat multispectrale, les données SRTM, la bathymétrie du National Ocean Service et la bathymétrie par satellite pour les zones côtières. Les ensembles de données d'altitude sont utilisés dans l'évaluation des risques hydrométéorologiques (bathymétrie et topographie pour les risques côtiers et les inondations, topographie pour le vent), tout comme les données sur la couverture terrestre.

• Données d'événements de CT

Les trajectoires et les caractéristiques des événements historiques de CT sont disponibles à partir de plusieurs sources. Pour son modèle de risque de CT, l'ARC a considéré deux sources : celle du *Joint Typhoon Warning Centre (JTWC)*, qui recueille et partage librement des données en temps quasi réel sur les CT de par le monde et celles de Météo France/La Réunion ainsi que celles de l'Organisation météorologique mondiale (OMM), du centre météorologique régional spécialisé (CMRS) pour la région du SOOI. Les deux utilisent le système automatisé de prévision des cyclones tropicaux : *ATCF (Automated Tropical Cyclone Forecast)* qui fournit des fichiers en un format utilisé pour la modélisation des tempêtes historiques et actives. L'ATCF contient pour chaque cyclone les éléments suivants à une résolution d'environ 1 km :

- L'emplacement de l'œil du cyclone (latitude et longitude)
- L'intensité (le pic de vitesse maximale du vent)
- Rayon de vitesse maximale des vents (taille de l'œil)
- Rayon jusqu'à l'environnement (distance du centre jusqu'à la bordure du champ du vent)

Les fichiers ATCF contiennent des informations clés sur les événements de CT actuels et historiques. Maximum de trois fichiers peuvent être disponibles pour chaque cyclone : A-deck, B-deck et F-deck.



Le modèle de risque de CT de l'ARC utilise actuellement les données A-deck du JTWC et du CMRS fournies à la KAC et automatiquement intégrées dans leurs protocoles mondiaux de surveillance et de modélisation des cyclones où ces données sont traitées pour pouvoir être utilisées.

- *Base de données stochastique*

Par souci de cohérence avec la dynamique des CT dans la région du SOOI, la génération d'événements simulés utilise les meilleures informations d'événement historique disponibles pour la zone. La dynamique des CT couvre les bulletins A-deck publiés toutes les 6 heures pendant un événement actif.

Étant donné que l'ensemble des données historiques des cyclones tropicaux depuis 1983 ne contient qu'un petit sous-ensemble de la gamme potentielle de cyclones qui pourraient se produire à l'avenir, la modélisation des risques déploie des techniques statistiques pour générer des bases de données « stochastiques » ou « simulées de cyclones qui partagent les caractéristiques de base de l'ensemble de données historiques, mais fournissent par contre une base solide pour l'évaluation probabiliste des risques. Un ensemble de trajectoires a été généré sur une durée de 1500 ans contenant près de 10000 cyclones en utilisant les trajectoires des tempêtes et l'intensité produite par le JTWC pour la période 1983 à 2013.

Module d'exposition : Quels actifs sont exposés au risque d'un cyclone et quelles sont leurs valeurs ?

Les informations sur les actifs et les éléments menacés par l'impact des catastrophes naturelles (également appelées "exposition") sont disponibles sous un large éventail de formes et de niveaux de détails. Une méthodologie complexe est utilisée pour générer une base de données d'exposition quadrillée dérivée de données de télédétection (y compris la population et l'utilisation des terres) et d'informations économiques. Les données d'exposition pour le modèle de risque de CT de l'ARC prennent aussi en compte les changements de données pour le PIB, la population et l'utilisation des terres disponibles avec une couverture mondiale et une résolution d'au moins 1 km. Les données sur le PIB sont mises à jour jusqu'en 2017, à l'aide du niveau du PIB des pays, collecté à partir des bases de données de la Banque mondiale et de la CIA, et sont utilisées pour estimer la valeur des différentes classes d'actifs.

Chaque enregistrement d'exposition individuel comprend l'emplacement de la zone géographique et administrative, et trois éléments sont utilisés pour estimer la perte due au danger en ce lieu d'exposition :

- Classification de l'exposition : rurale, mixte, urbaine à densité moyenne et élevée
- Nombre d'unités à risque d'exposition
- Valeur par unité d'exposition

En plus de ce qui précède, chaque zone administrative se voit attribuer des variables de construction météorologiques, qui sont appliquées à toutes les expositions dans cette zone. Les variables de qualité de construction s'appliquent en tant qu'ajustements aux courbes de perte dans l'évaluation des pertes. La qualité de la construction est estimée sur la base d'événements antérieurs qui ont provoqué des dommages ou basé sur un jugement relatif aux données disponibles. Cette base de données mondiale sur l'exposition comprend une estimation des actifs physiques, conçue pour fournir des estimations raisonnables des pertes (valeur de remplacement) dues aux risques de CT.

Module Vulnérabilité/Dommages : Quelles sont les pertes causées par un cyclone tropical ?

Des algorithmes d'impact ont été développés pour traduire les informations sur les risques d'événements propres au site relatif aux estimations d'impact économique liés aux emplacements d'exposition. Ces algorithmes d'impact tiennent compte des dommages dus aux principaux risques d'événements (par exemple, vent, surcote, vagues) et tiennent compte de la gamme de vulnérabilités au sein des catégories d'exposition composites. Les algorithmes d'impact ne correspondent pas directement aux classes d'exposition, mais à des sous-types de construction. Par exemple, la catégorie d'exposition urbanisée à haute densité est un composite traitant des fonctions de construction à faible densité, à moyenne densité et à haute densité, car les zones urbanisées sont généralement composées de divers types de construction.

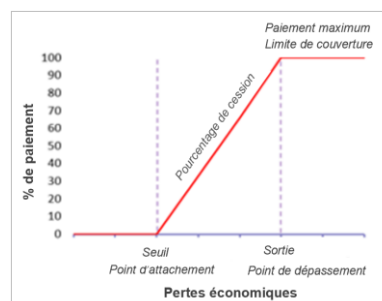
Les fonctions de perte sont spécifiques à chaque classe d'actifs et les données pour les bases de données des événements historiques sont produites à l'aide des données d'exposition actualisées, des fonctions de dommages personnalisées pour chaque classe d'actifs et des données sur la vitesse du vent et sur celles des ondes de tempêtes associées à chaque base de données historiques. L'estimation des pertes se concentre exclusivement sur les dommages physiques liés directement aux actifs exposés et au contenu des bâtiments. Elle est conçue pour déterminer la valeur de remplacement des actifs concernés. Puisqu'une certaine proportion des pertes n'est jamais déclarée ou réclamée, nous nous attendons à ce que les estimations modélisées des pertes soient progressivement plus élevées (5 à 10 %) que les pertes physiques déclarées (si elles sont déclarées avec exactitude).

Le résultat du calcul de la perte modélisée pour chaque cyclone est une courbe de probabilité de dépassement indiquant la valeur de la perte susceptible d'être encourue à des niveaux de probabilité donnés. Cette probabilité est exprimée en années de périodicité.

Module d'assurance : Comment le paiement du preneur d'assurance est-il déclenché ?

• Paramètres de transfert de risque

Le module assurance utilise des conditions contractuelles spécifiques et des estimations de pertes d'exposition qui sont converties en estimations de pertes au travers d'un portefeuille d'actifs. Les paramètres de transfert de risque (PTR) sont appliqués au profil de risque des cyclones tropicaux de chaque pays pour structurer une police d'assurance paramétrique. Le versement des indemnités est basé sur les paramètres suivants sélectionnés par chaque pays : Point d'attachement, Point de dépassement, Limite de couverture et Pourcentage de cession.



- Le paiement d'indemnités est effectué lorsque le niveau de déclenchement défini par le preneur d'assurance, appelé *Point d'attachement* (également appelé *Franchise* ou *Excès*) est atteint.
- Le paiement de l'indemnité maximale est effectué lorsque le niveau de sortie défini par le preneur d'assurance, aussi appelé *Point de dépassement*, est atteint, ce qui représente la valeur de la perte pour laquelle le versement intégral d'indemnités est effectué.
- Le versement des indemnités s'effectue de manière linéaire entre les points d'attachement et de dépassement. La pente ascendante relative à la fonction du versement d'indemnités représente le *Pourcentage de cession*.
- Le versement d'indemnités maximal pouvant être versé à un preneur d'assurance au cours d'une année de couverture est appelé *Limite de couverture*.

- *Couverture globale pour le versement d'indemnités relatif à un CT*

Il convient de garder à l'esprit les deux considérations suivantes lors de l'élaboration d'une police portant sur les CT :

- La capacité d'effectuer un versement d'indemnités précoce dès la fin d'un événement de cyclone tropical, dont ledit versement est déclenché et ajusté en fonction de la perte calculée par le modèle.
- La capacité d'effectuer des versements d'indemnités plus d'une fois pendant une saison pour répondre à une saison caractérisée par plusieurs cyclones tropicaux.

Pour ce faire, la police d'assurance aura des paramètres de transfert de risque calibrés tant au niveau des événements qu'au niveau de la saison. Pour s'assurer que les versements d'indemnités soient déclenchés pour les événements pertinents, le *Point d'attachement* est défini en utilisant une périodicité afférente au catalogue d'événements (c'est-à-dire un ensemble de données comprenant les pertes de tous les cyclones tropicaux). Cependant, pour répondre à l'exigence qui consiste à autoriser plus d'un versement d'indemnités au cours d'une même saison, le *Point de dépassement* sera défini en utilisant une périodicité du catalogue agrégé (c'est-à-dire un ensemble de données comprenant les pertes saisonnières agrégées). Par exemple, au début de la saison, le preneur d'assurance souscrit une police d'assurance ayant une couverture globale pour une saison. Cela devrait permettre le versement d'indemnités maximal pouvant être effectué sur une saison. Dans ce cas, plus d'un seul versement d'indemnités peut alors être effectué au preneur d'assurance en une seule saison, jusqu'à concurrence du montant de la couverture globale.

- *Le processus portant sur le(s) versement(s) d'indemnités*

Lorsqu'un système de CT est actif, le JTWC et le CMRS/La Réunion publient toutes les 6 heures un bulletin pour informer sur les caractéristiques du cyclone. Ces données issues de ces bulletins sont utilisées pour prévoir la trajectoire du cyclone dans les heures et les jours à venir. Ces

prévisions sont ensuite intégrées dans le logiciel *Tropical Cyclone Explorer* (TCE) de l'ARC pour produire des estimations liées à la population affectée et aux pertes économiques causées par le cyclone.

Pour chaque pays ayant souscrit à la police d'assurance paramétrique CT, le calcul de la perte est effectué en moins de trois (3) jours ouvrables après la publication du dernier bulletin du JTWC (ou CMRS). Par la suite, ARC Ltd envoie un rapport relatif aux sinistres au preneur d'assurance, indiquant le montant du paiement, tous les calculs associés et la couverture restante jusqu'à la fin de la saison. L'ARC traite la demande de paiement dans les sept (7) jours ouvrables suivant la publication du rapport de perte, période pendant laquelle le Plan définitif de Mise en Œuvre (PMO) doit être approuvé, et le versement d'indemnités autorisé par le Comité de direction d'ARC Ltd.

Pour plus d'information

African Risk Capacity

Telephone: +27 (0) 11 517 1535

www.africanriskcapacity.org