

SIAPARTNERS



23^e CONGRÈS DES
ACTUAIRES

Intégrer les données climatiques dans la gestion des risques



Romain LAÏLY

Sia Partners – Engagement director



Elena MAKSIMOVICH

Weather Trade Net - CEO



Jérémy JOSLOVE

Sia Partners – Senior Data scientist



Marina PELLET

Sia Partners – Data scientist

Institut



30 mai 2024

Notre expertise sur les modélisations climatiques



Prévision de l'injection d'énergie renouvelable dans un réseau électrique



Planification du réseau avec intégration des scénarios renouvelables et climatiques



Prévision des de flux de réseaux d'énergies



Maîtrise des impacts météorologiques sur les délais de construction



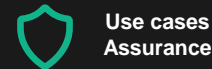
Prévision de consommation d'énergie



Optimisation de la gestion de l'enneigement artificiel dans les stations de ski



Prévision de production des sources d'énergies renouvelables



Projection des aléas climatiques sur les portefeuilles assurantiels

Plan



Les données climatiques : Collecte et architecture de données



Retraitement des données climatiques : intérêt et cas d'utilisation



Un cas pratique de gestion des risques climatiques

Les données climatiques

Les données météo jouent un rôle essentiel dans la gestion des risques à courts et longs termes

COURT TERME

LONG TERME



EFFICACITE OPERATIONNELLE

Optimisation des ressources en fonction des conditions météo



REDUCTION DE L'IMPACT ENVIRONNEMENTAL

S'aligner avec les trajectoires et réduire l'empreinte carbone sur le long terme



ADEQUATION OFFRE-DEMANDE

Mieux anticiper la demande liée au conditions météo



ATTENUATION DES RISQUES CLIMATIQUES

Identifier et atténuer les risques physiques liés aux phénomènes météorologiques extrêmes



PLANIFICATION STRATEGIQUE

Exploiter les scénarios climatiques pour optimiser la stratégie commerciale à long terme

Données climatiques sur l'ensemble du globe entre 1980 et 2100

3 types de modèles



Données
Historiques

Couverture mondiale, 1981 – Aujourd'hui.
Observations et données de Réanalyse



Prévisions
météo

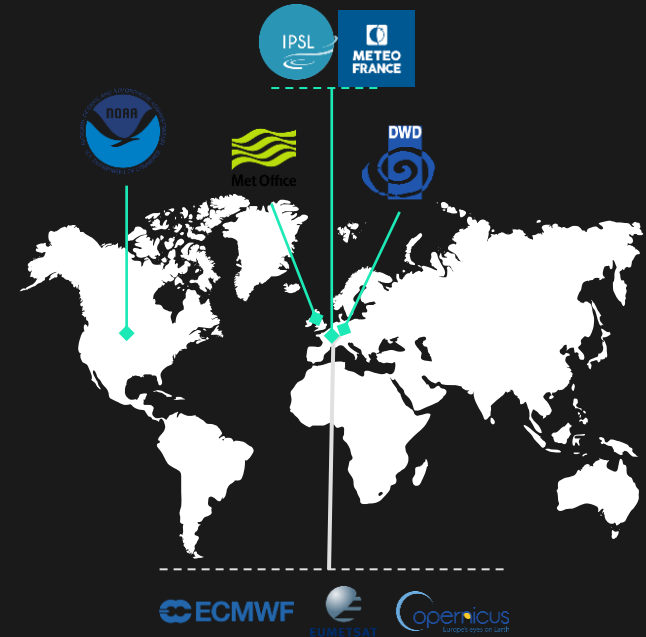
Couverture mondiale, jusqu'à J+10, toutes les 6 heures
Modèles **Déterministes** & **Ensemblistes**



Projections
climatiques

Evolution du climat à long terme, suivant
différentes **trajectoires** de réduction des émissions

Couverture mondiale grâce à une multitude d'agences météorologiques



WEATHER & CLIMATE.ΔI



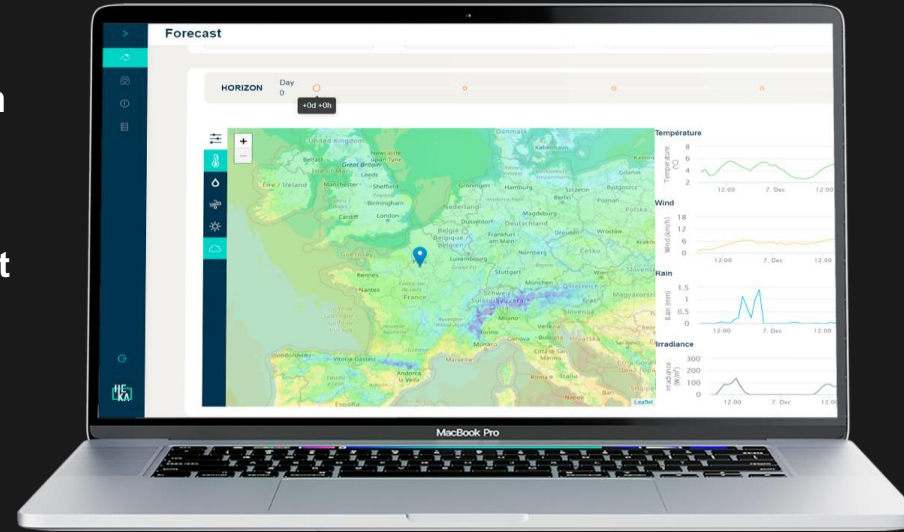
Accès à une large gamme de modèles météo grâce à une API facile d'utilisation



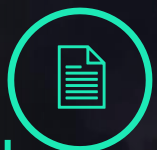
Des données historiques, de prévision et de projections climatiques pour le globe



Un format standardisé pour une réutilisation facile dans divers projets data et IA



L'intégration des données climatiques dans la gestion du risque est un véritable défi



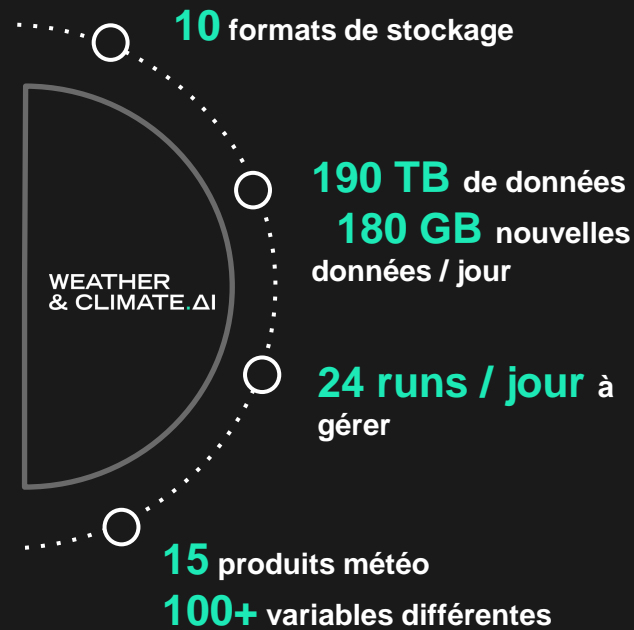
*Expertise
spécifique et
rare*



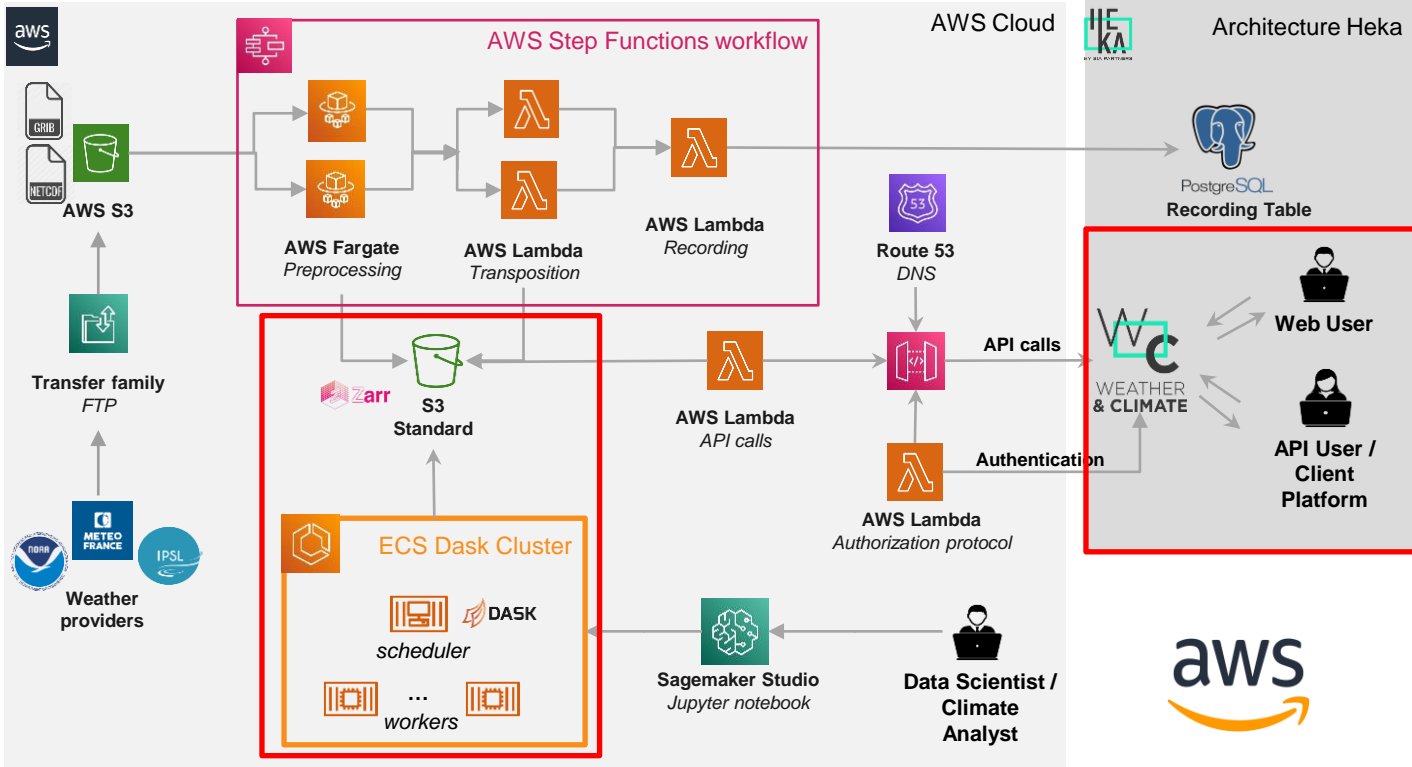
*Données
extrêmement
volumineuses*



*Robustesse
opérationnelle*



Architecture opérationnelle de la solution



La prise en main des données climatiques créé de la valeur dans une multitude de secteurs



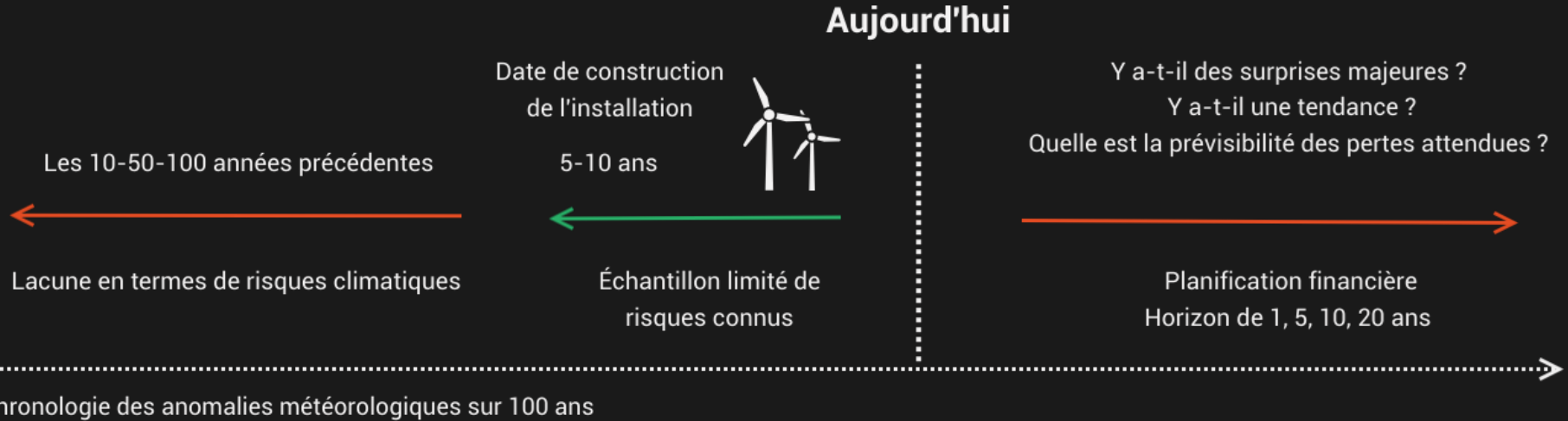
Modélisation des pertes attendues

Besoin:

**Reconstruction d'événements extrêmes
[fréquences et intensités]**

Solution:

**Modélisation prédictive avec IA,
supervisée, non supervisée**



L'innovation : approche par ensemble multi-modèles



120 modèles climatiques avec une **couverture mondiale**



Résolution 50-70-150 km

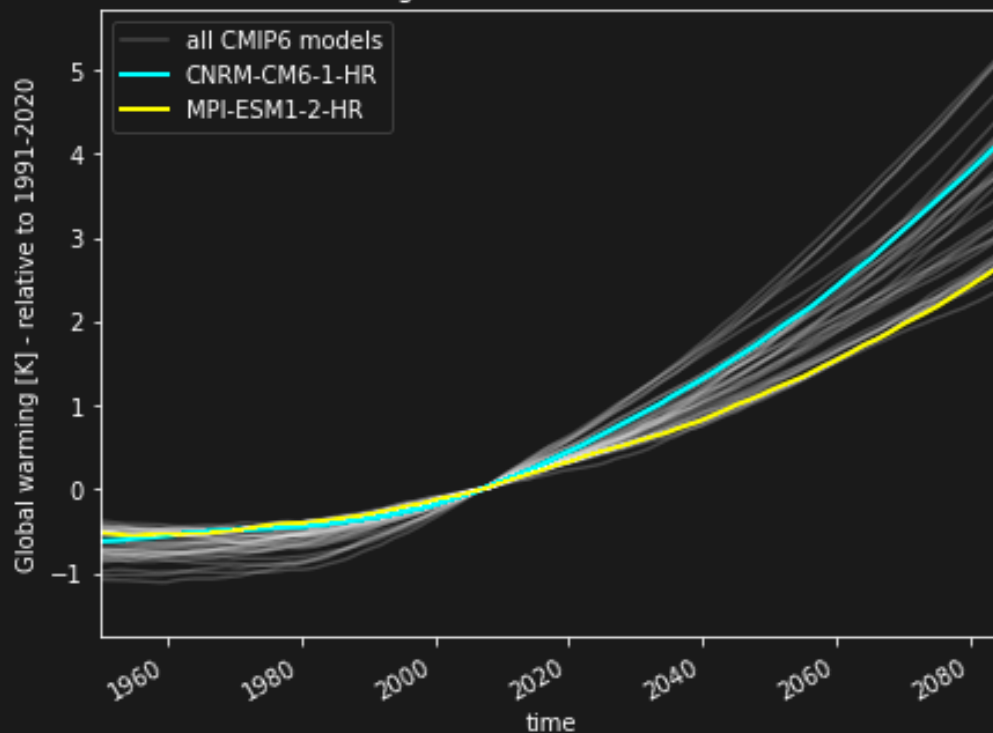


300 ans de données quotidiennes, passées et futures



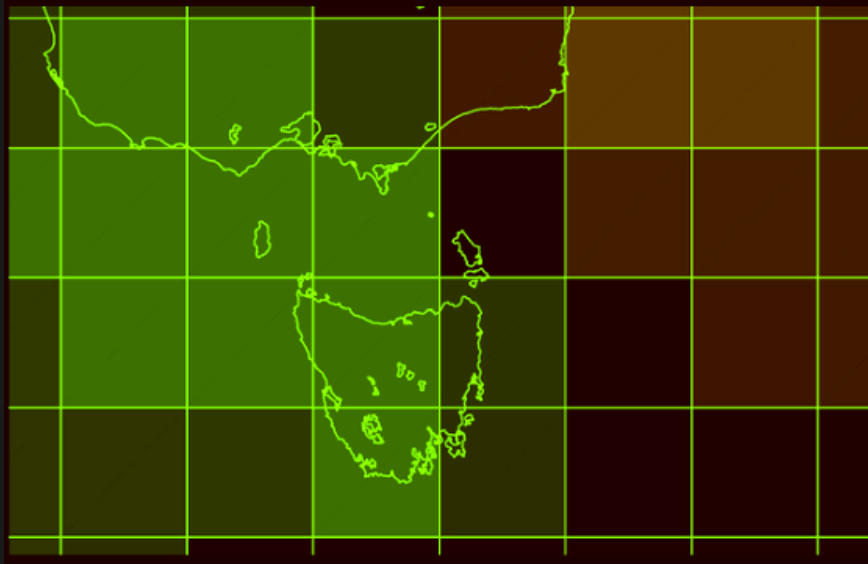
Scénarios du **GIEC (IPCC)**
Source : **Projet international CMIP-6**

Global warming for CMIP6 climate models - SSP585

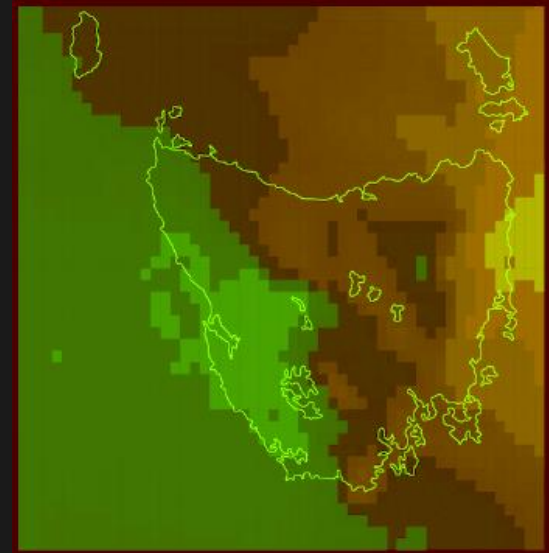


Étape 1 : Climate Model Downscaling

Données brutes : 50 - 70 - 150 km résolution



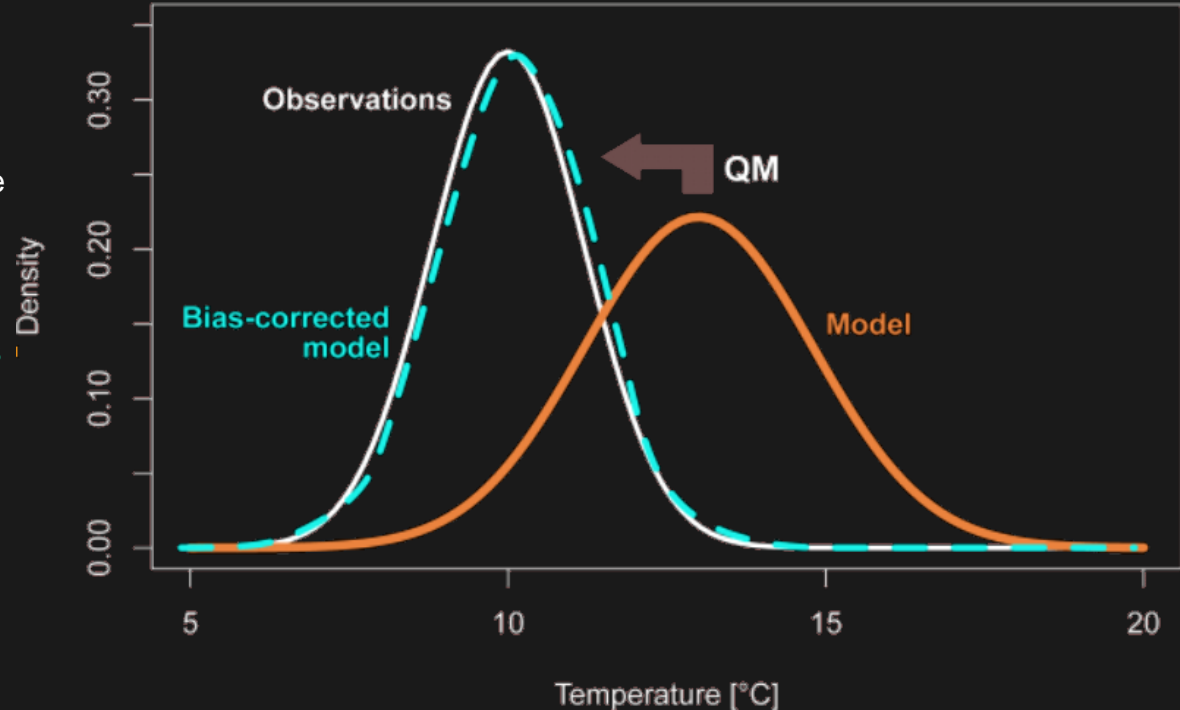
Résultat : 1-10 km résolution



Augmentation de la résolution spatiale à l'aide de la modélisation statistique et du modèle numérique de terrain

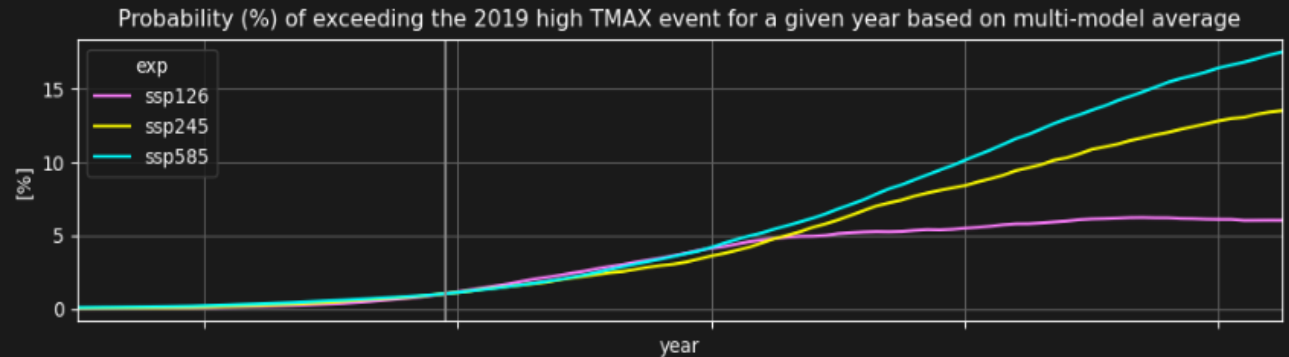
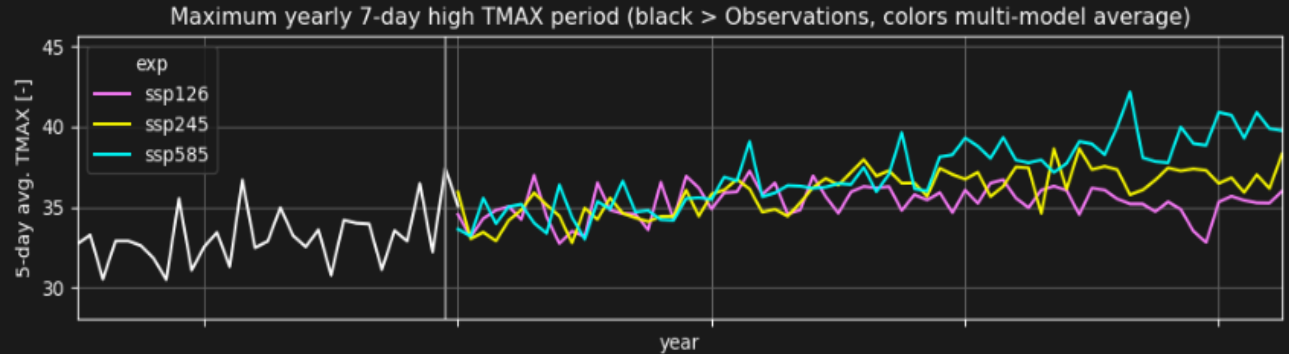
Étape 2 : Correction du biais du modèle

- Méthode: “Quantile Mapping”
- L'avantage principal et l'objectif de cette méthode est de **préserver les valeurs extrêmes**
- La référence pour la correction : **30 ans d'observations**



Étape 3: Reconstruction des événements rares et sévères

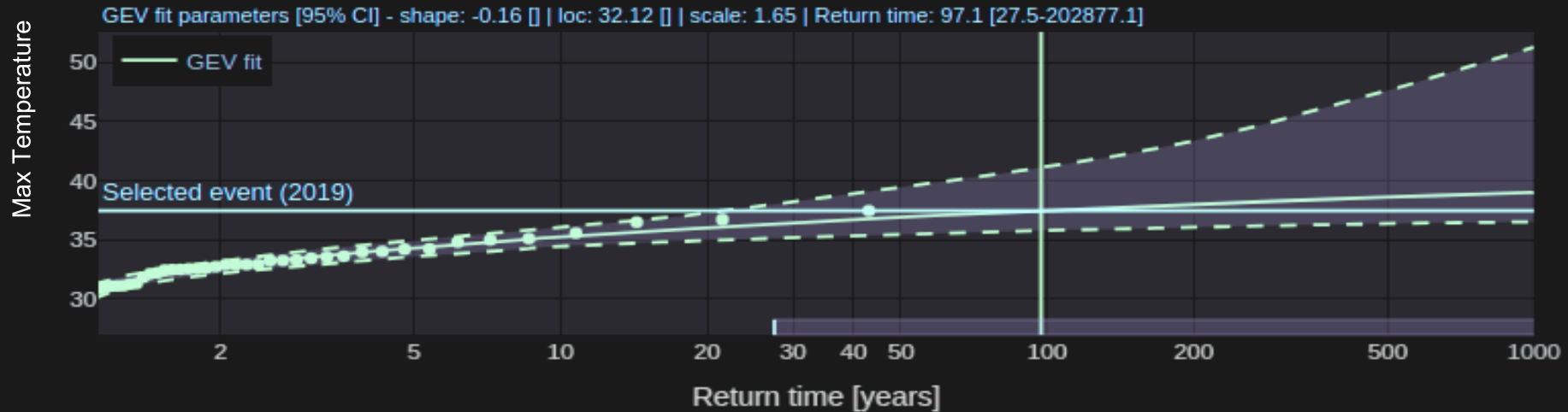
Basé sur la **fréquence et l'intensité** des événements climatiques extrêmes, utilisant des séries longues reconstituées pour de nombreux modèles dans le **passé** (-80 ans) et dans le **futur** (+80 ans).



Analyse des scénarios pour 2030, 2040, 2050

Étape 4: Generalized Extreme Value Model

Évaluation de la **période de retour** pour les événements rares avec des fréquences de 10, 20, 50, 75, 100, 200 et 500 ans



Les points: *observations d'événements extrêmes*

Zone ombrée: *l'incertitude multi-modèles*

Un cas pratique de gestion des risques climatiques :

Predict4Resilience

Contexte



Les **gestionnaires de réseau de distribution (GRD)** sont responsables de **l'acheminement de l'électricité** vers leurs clients



Les **phénomènes météorologiques violents** provoquent **d'importantes perturbations** sur les réseaux électriques.



Ce réseau est géré opérationnellement par les **salles de contrôle**



Avec des phénomènes plus graves, les GRD doivent **changer la façon dont ils réagissent à ces événements**.

Limites Actuelles

Niveaux de risques actuels basés sur l'intuition et l'expérience plutôt qu'une approche quantitative



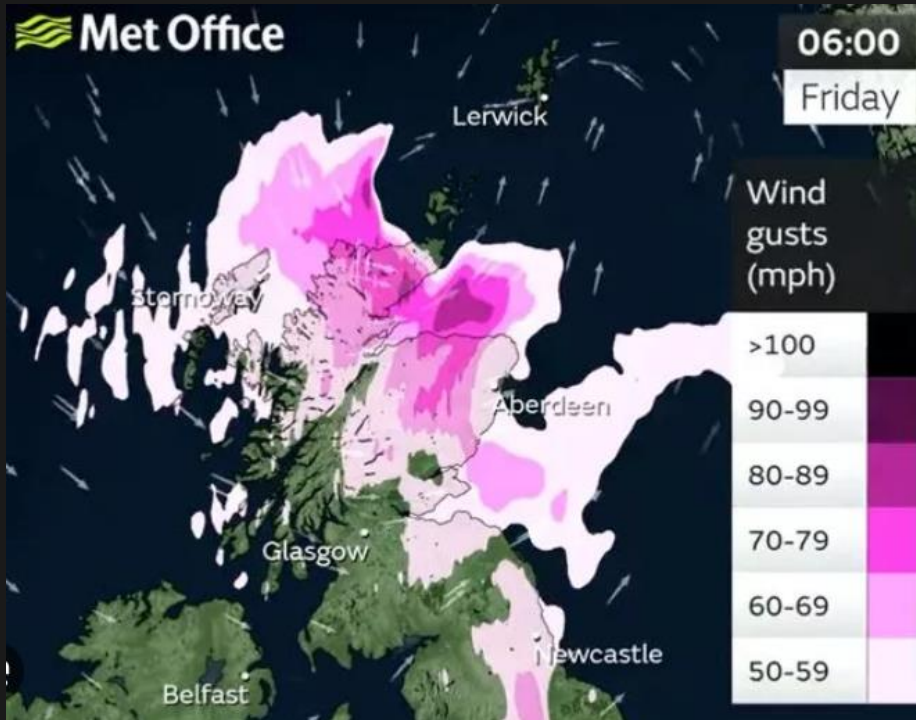
Informations insuffisantes pour correctement anticiper les phénomènes météo extrêmes



Déploiement de ressources sur le terrain non optimal



Etude de Cas – Tempête Arwen



Impact

- Près de **10 000 pannes** de reseau
- **> 1M** de clients qui ont perdu accès à l'électricité
- Pertes financières importantes

Implications

- GRD sévèrement critiqués
- Une étude a souligné un manque de compréhension de l'impact précis des événements météorologiques sur le reseau électrique

26 - 27 Novembre 2021

Solution : Predict4Resilience

Sia Partners et ses partenaires développent la **plateforme Predict4Resilience**, qui permet **d'améliorer la résilience face aux phénomènes météorologiques violents grâce à un algorithme de prévision des pannes** et un système d'aide à la décision reposant sur l'analyse de données.



Objectifs

Prévisions du nombre de pannes attendues dans chaque secteur, jusqu'à 1 semaine à l'avance



Déploiement pro-actif des ressources dans les zones susceptibles d'être touchées



Rétablissement de l'alimentation plus rapide et réseau plus résilient



Predict4Resilience s'appuie sur des données météo de haute qualité...



Utilisation de prévisions précises

- Données à la maille horaire
- Résolution spatiale importante
- Modèles ensemblistes
- Approche multi-modèle

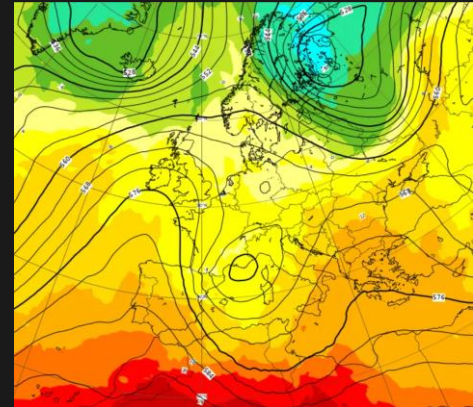


Différents types de données nécessaires

- Données historiques réalisées (« reanalysis »)
- Prévisions météorologiques historiques depuis 2010
- Prévisions météorologiques « live »

Plateforme **Weather&Climate** essentielle pour répondre à ces besoins

**WEATHER
& CLIMATE.ΔI**



... pour produire des prédictions du nombre de pannes attendues sur le réseau électrique

Critères métier

- Trouver le **bon niveau de prédiction** – compromis performance vs intérêt terrain
- Produire un **modèle performant pour gagner la confiance** des utilisateurs
- Définir des **niveaux d'alertes au lieu de fournir des valeurs précises**
- Fournir des éléments d'**explicabilité**

Modèle Q-GAM

- Modèle additif généralisé - « **Generalized Additive Model** »
- Capture les **non-linéarité et interactions** entre variables
- Approche par **quantiles** pour obtenir des **prévisions probabilistes**
- **Explicabilité** grâce à l'additivité

Entraînement & test à partir de données historiques

Données de réseau

- Historique de pannes
- Caractéristiques du réseau

Données météo

- Données historiques réalisées
- Prévisions météorologiques historiques

$$g(E(Y)) = \beta_0 + f_1(x_1) + f_2(x_2) + \dots + f_m(x_m)$$

Generalized Additive Model

Gains attendus



Clients

- Raccourcissement des délais d'interruption
- Diminution de la charge financière et sociale pesant sur les clients
- Réduction du stress pour les personnes vulnérables

£ 900 000 / an



Gestionnaires du Réseau

- Avantages financiers grâce à la réduction du nombre de minutes perdues par le client (CML) et des sanctions GSoP
- Coûts évités (aide en cas de tempête, carburant pour les générateurs)

£ 200 000 / an



Environnement

- Émissions de CO2 évitées
- Amélioration de la qualité de l'air

£ 10 000 / an

Questions ?