

**DURABILITÉ(S) :
ENJEUX SINGULIERS, DÉFIS PLURIELS**

**22 JUIN
2023**

« Modélisation du risque grêle et impacts du changement climatique »



Hani ALI
Head of CAT Analytics
Gallagher Re



Annabelle GARRIGUE
Senior Manager
Modeling & Risk P&C
Addactis



Auriol WABO
Consultant
Modeling & Risk P&C
Addactis

SOMMAIRE



Mesurer les enjeux assurantiels



Comprendre le phénomène de grêle



Décliner les impacts sur l'ensemble de la chaîne de valeur assurantielle



Evaluer le risque de souscription



Piloter le risque de grêle



Projeter la sinistralité à horizon long terme

SOMMAIRE



Mesurer les enjeux assurantiels



Comprendre le phénomène de grêle



Décliner les impacts sur l'ensemble de la chaîne de valeur assurantielle



Evaluer le risque de souscription

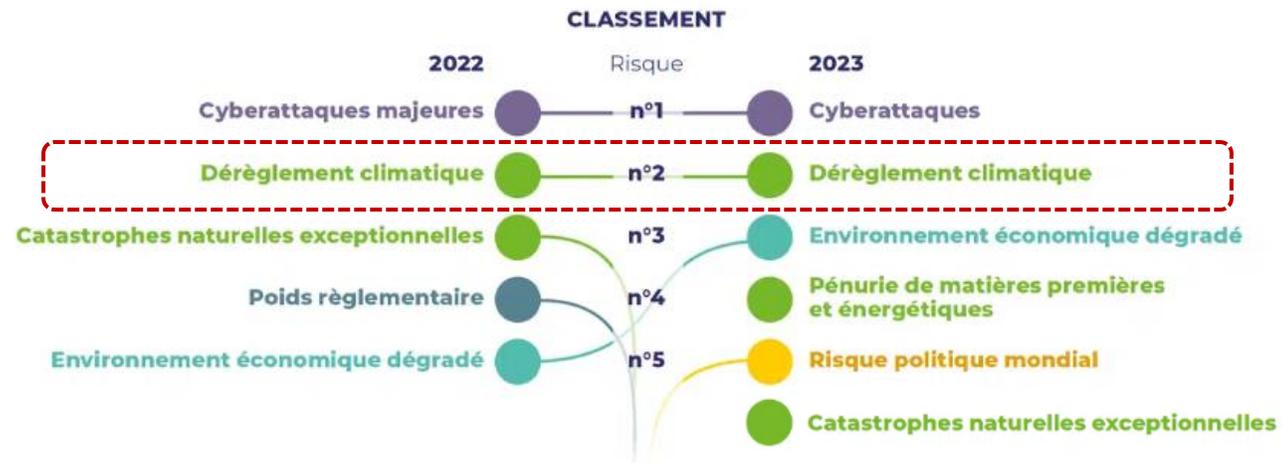


Piloter le risque de grêle



Projeter la sinistralité à horizon long terme

Principales préoccupations pour les assureurs



6^e cartographie des risques - France Assureurs

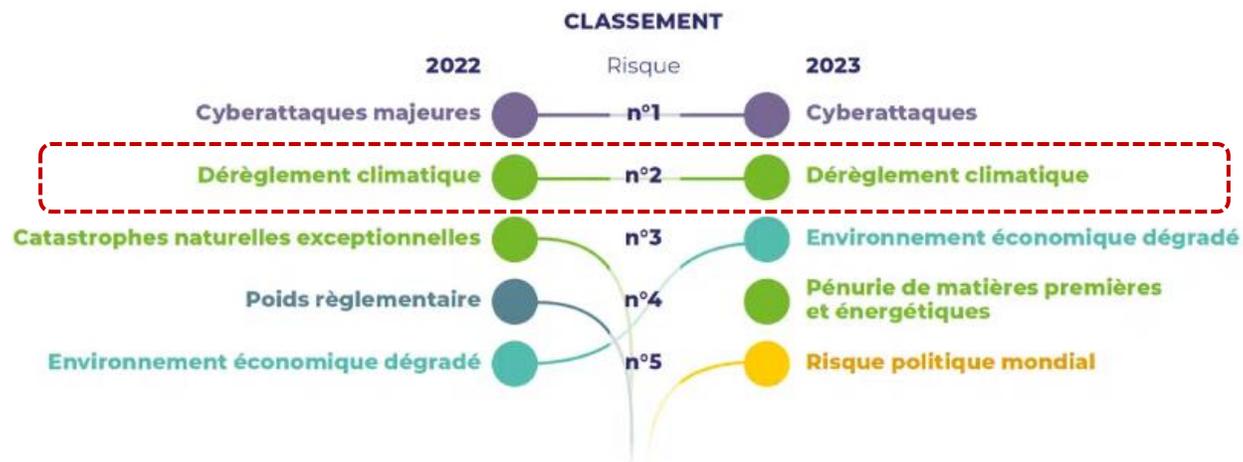
En 2022, un coût historique



10,6 mds €



Principales préoccupations pour les assureurs



6^e cartographie des risques - France Assureurs

En 2022, un coût historique



10,6 mds €



Et pour la grêle



5,1 mds €



x 3 / 4
du précédent
record de 2014

Repenser
l'évaluation
du risque de
grêle

Et le changement climatique, quels impacts?



Vagues de chaleur estivales plus fréquentes en Europe occidentale



Augmentation des risques de grêle (intensité + fréquence + taille des grêlons)



Livre blanc paru en 2022

Scénarios	MODÈLES EURO-CORDEX						Moyenne
	MPI/COSMO-R1	MPI/COSMO-R2	MPI/REGCM4-6	HadGEM2/RegCM4-6	MPI/ALADIN63	Nor/COSMO	
Historique	80,19	74,81	33,5	51,19	77,54	82,27	66,6
H2050 (RCP8.5)	99,3	97,8	60,3	85,1	100,9	106,1	91,6
Évolution	24 %	31 %	80 %	66 %	30 %	29 %	38 %

TABLE 3 – Évolution attendue des situations grêligènes en 2050 selon plusieurs modèles EURO-CORDEX.



Augmentation significative des situations orageuses grêligènes à l'échelle du territoire, de l'ordre de 38 % à l'horizon 2050

SOMMAIRE



Mesurer les enjeux assurantiels



Comprendre le phénomène de grêle



Décliner les impacts sur l'ensemble de la chaîne de valeur assurantielle



Evaluer le risque de souscription



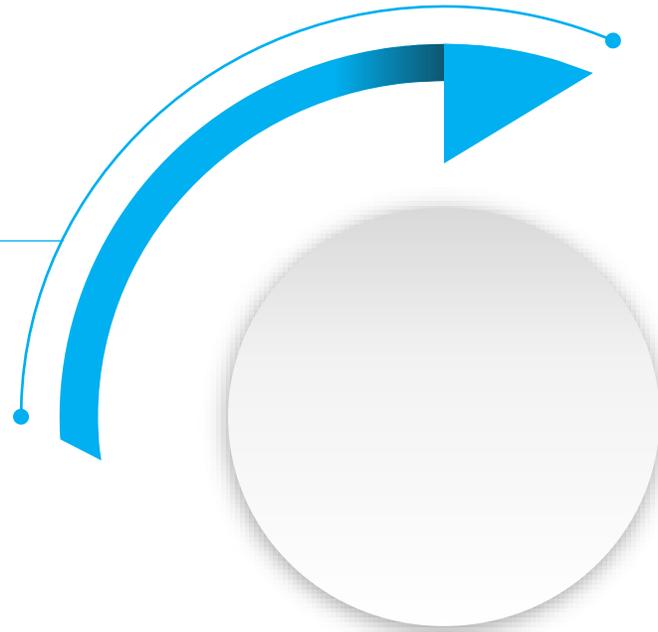
Piloter le risque de grêle



Projeter la sinistralité à horizon long terme



... Une explication de notre ami Jamy



Une explication par notre ami Jamy

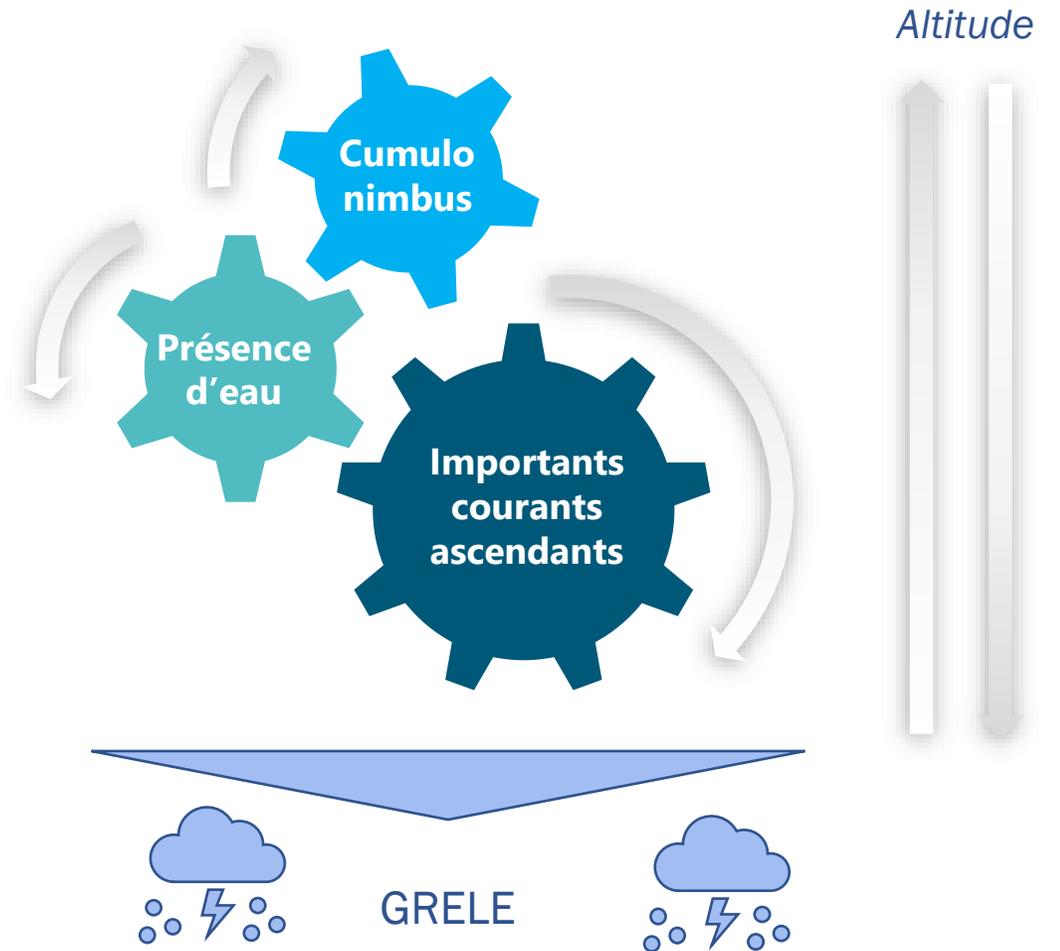
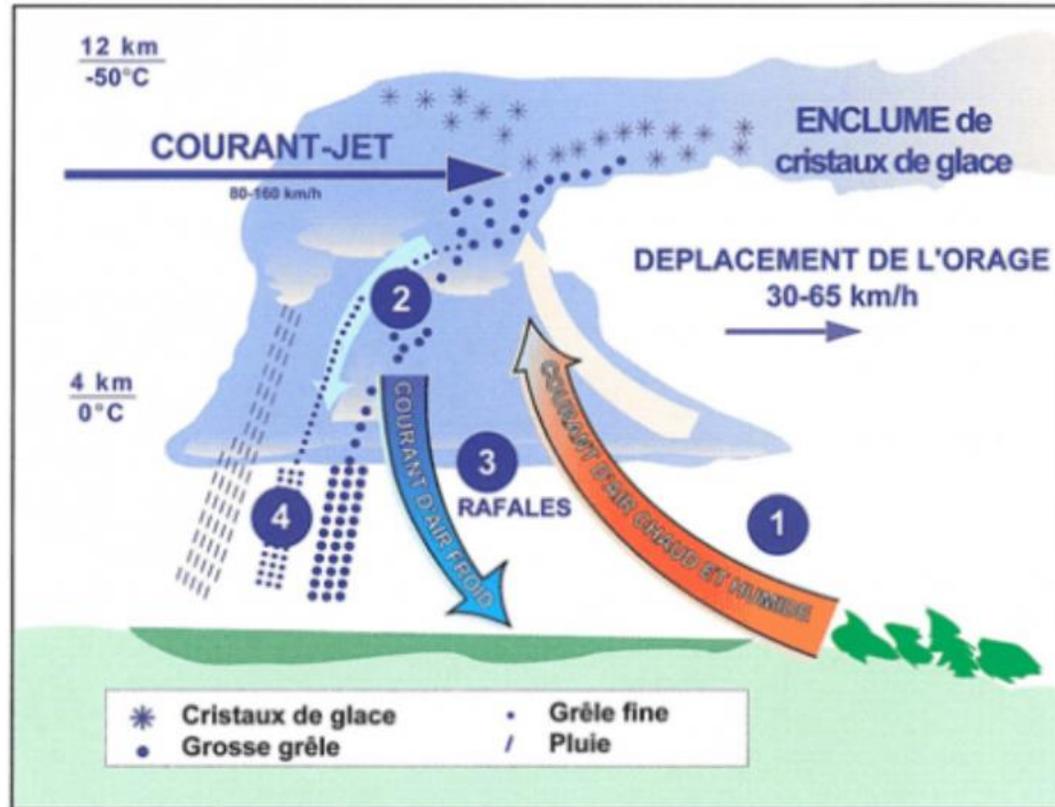


Video

 TikTok
@epicurieux

D'ou vient la grêle ?

En résumé

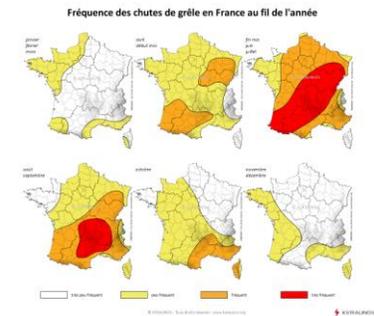




Une explication de notre ami Jamy



Un phénomène saisonnier



Un phénomène saisonnier

Fréquence des chutes de grêle en France au fil de l'année

Janvier
Février
Mars

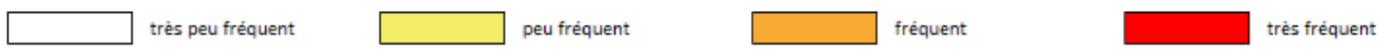
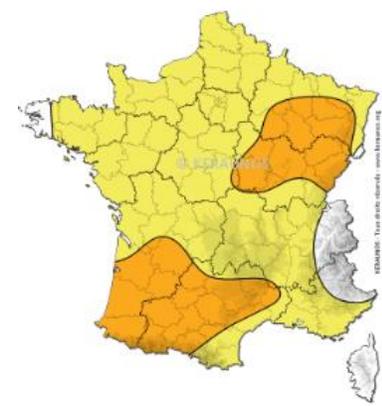


Un phénomène saisonnier

Fréquence des chutes de grêle en France au fil de l'année

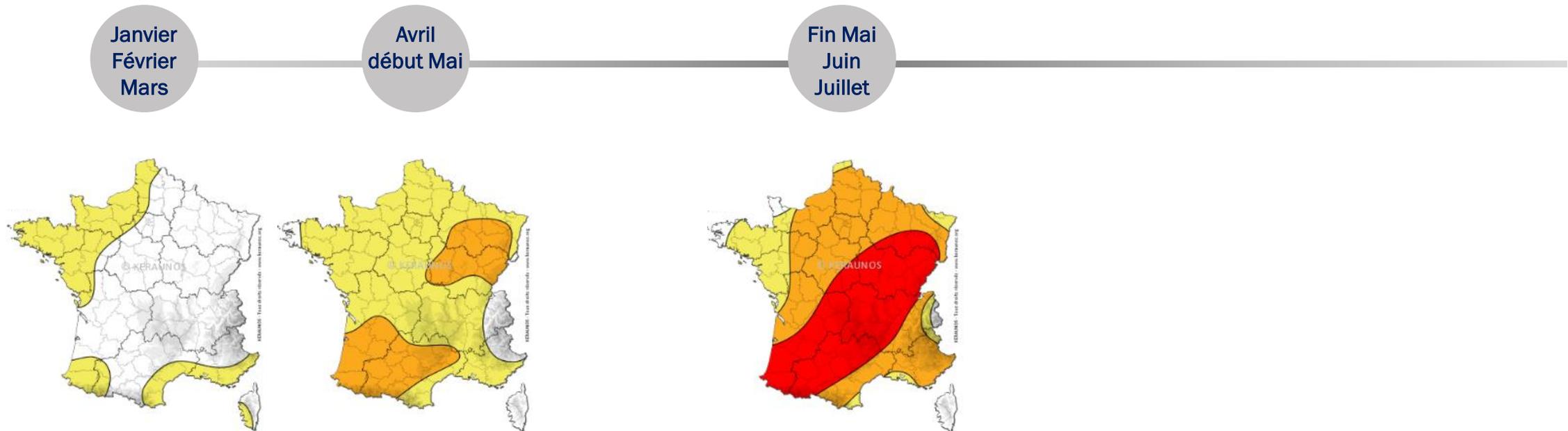
Janvier
Février
Mars

Avril
début Mai



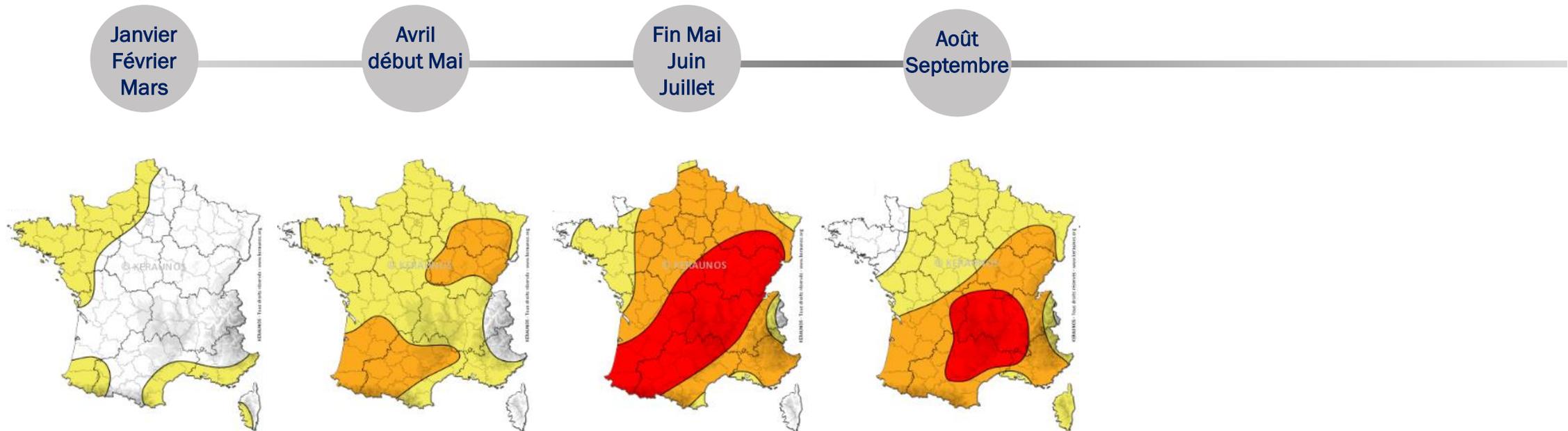
Un phénomène saisonnier

Fréquence des chutes de grêle en France au fil de l'année



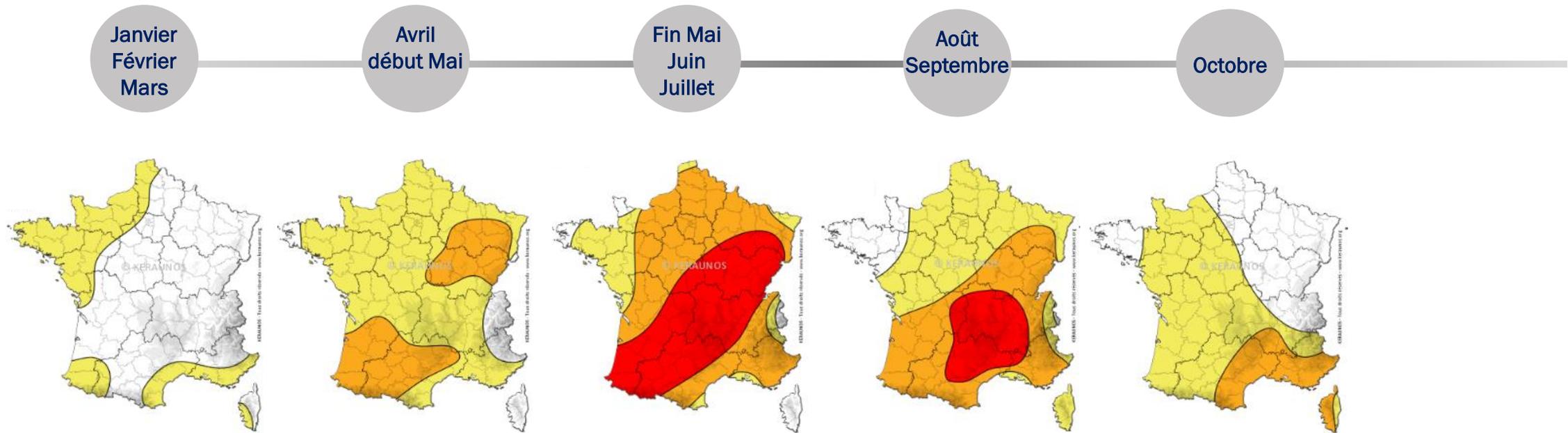
Un phénomène saisonnier

Fréquence des chutes de grêle en France au fil de l'année



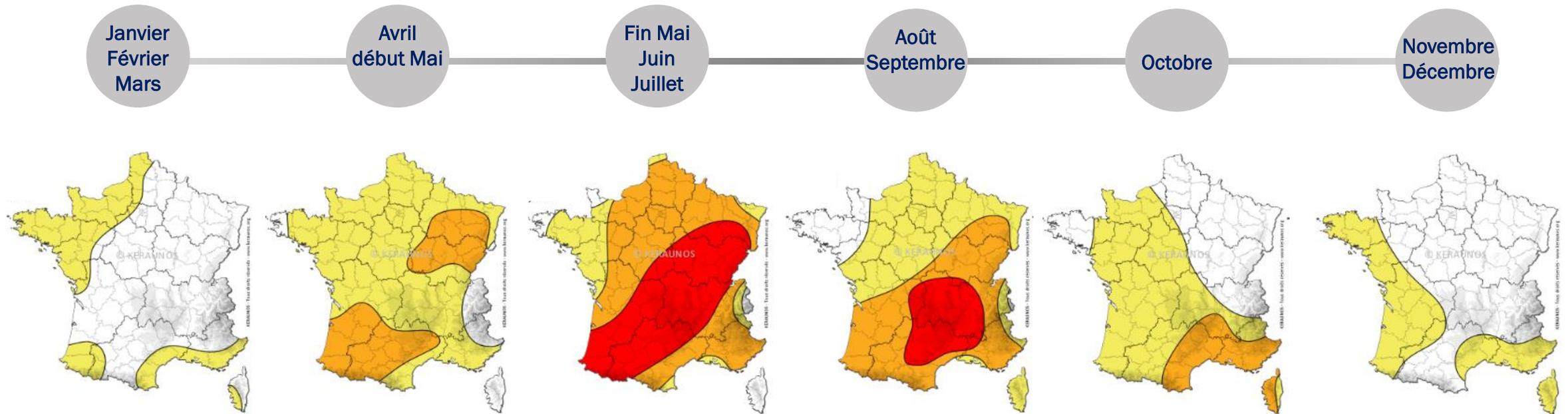
Un phénomène saisonnier

Fréquence des chutes de grêle en France au fil de l'année



Un phénomène saisonnier

Fréquence des chutes de grêle en France au fil de l'année





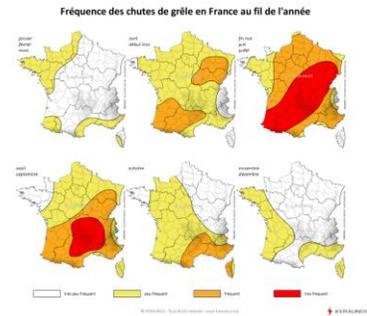
Une explication de notre ami Jamy



La taille des grêlons qui témoigne de la violence de l'épisode



Un phénomène saisonnier



La taille des grêlons qui témoigne de la violence de l'épisode

- Petits grêlons (moins de 5 mm) : généralement sans danger et peu dommageables
- Grêlons moyens (5-20 mm) : ils peuvent causer des dommages aux cultures et aux véhicules
- Gros grêlons (20-50 mm) : susceptibles de causer des dommages importants aux infrastructures, notamment aux toitures et aux fenêtres
- Grêlons très gros (plus de 50 mm) : rares mais extrêmement destructeurs, ils peuvent provoquer des blessures graves voire mortelles chez les personnes exposées.

La taille des grêlons qui témoigne de la violence de l'épisode

- Petits grêlons (moins de 5 mm) : généralement sans danger et peu dommageables
- Grêlons moyens (5-20 mm) : ils peuvent causer des dommages aux cultures et aux véhicules
- Gros grêlons (20-50 mm) : susceptibles de causer des dommages importants aux infrastructures, notamment aux toitures et aux fenêtres
- Grêlons très gros (plus de 50 mm) : rares mais extrêmement destructeurs, ils peuvent provoquer des blessures graves voire mortelles chez les personnes exposées.



En Argentine en Février 2018 22 cm !
Soit la taille d'un ballon de volley !!!

La taille des grêlons qui témoigne de la violence de l'épisode

- Petits grêlons (moins de 5 mm) : généralement sans danger et peu dommageables
- Grêlons moyens (5-20 mm) : ils peuvent causer des dommages aux cultures et aux véhicules
- Gros grêlons (20-50 mm) : susceptibles de causer des dommages importants aux infrastructures, notamment aux toitures et aux fenêtres
- Grêlons très gros (plus de 50 mm) : rares mais extrêmement destructeurs, ils peuvent provoquer des blessures graves voire mortelles chez les personnes exposées.



En moyenne



15 min



15 km²



300 à 400
grêlons/m²



5 milliards
de grêlons

Universalis.fr



Grêlon géant de **13 cm de diamètre**, le
20 juin 2022, dans les Hautes- Pyrénées

SOMMAIRE



Mesurer les enjeux assurantiels



Comprendre le phénomène de grêle



Décliner les impacts sur l'ensemble de la chaîne de valeur assurantielle



Evaluer le risque de souscription



Piloter le risque de grêle

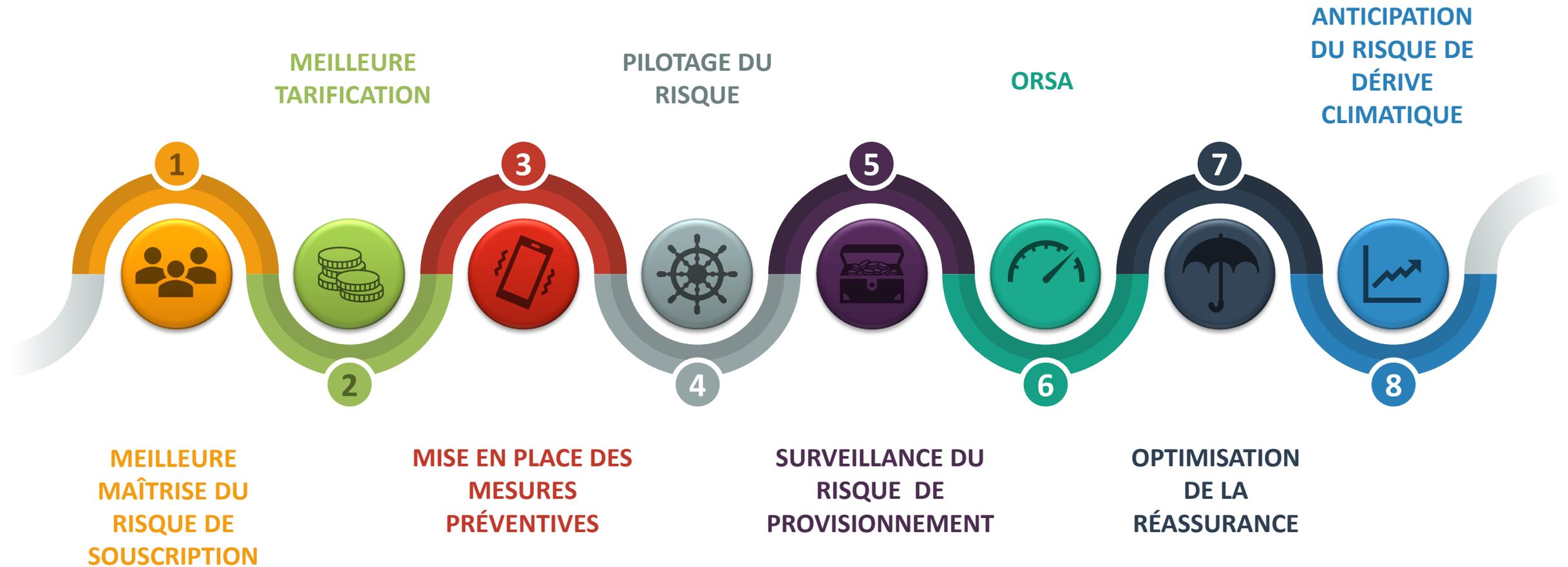


Projeter la sinistralité à horizon long terme

Pourquoi modéliser le phénomène de grêle ?



Pourquoi modéliser le phénomène de grêle ?



Pourquoi modéliser le phénomène de grêle ?



SOMMAIRE



Mesurer les enjeux assurantiels



Comprendre le phénomène de grêle



Décliner les impacts sur l'ensemble de la chaîne de valeur assurantielle



Evaluer le risque de souscription



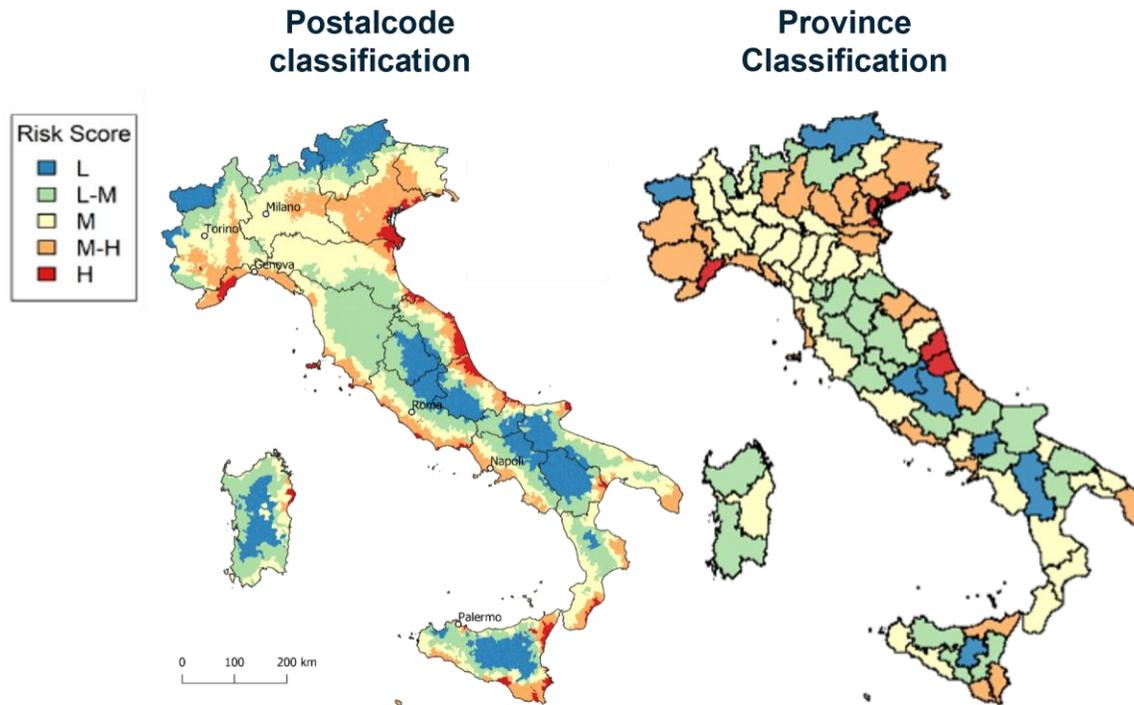
Piloter le risque de grêle



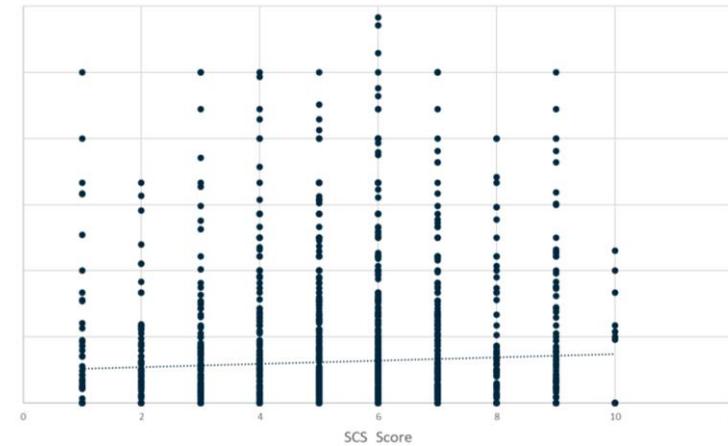
Projeter la sinistralité à horizon long terme

Performance 2022 SCSi vs Sinistres

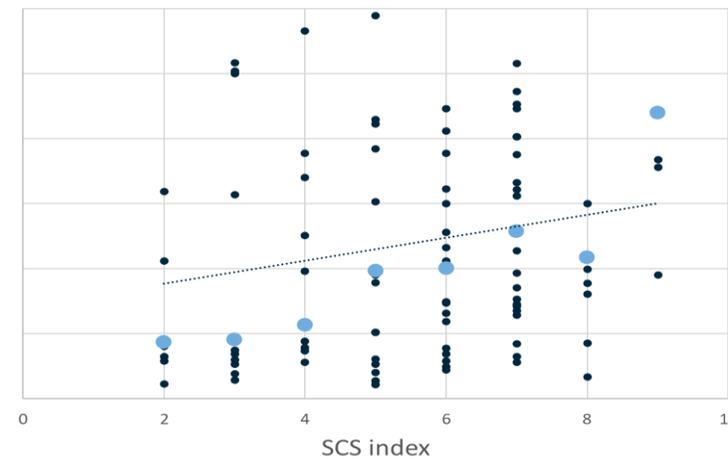
Comparaison des données sur les sinistres avec l'indice SCSi de Gallagher Re 2022



Analyse de Sinistres par CP



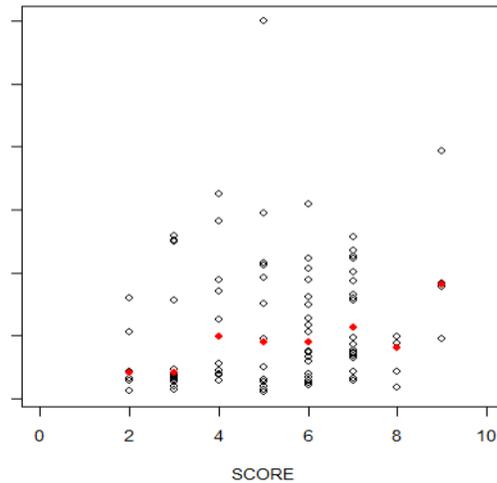
Analyse de Sinistres par Province



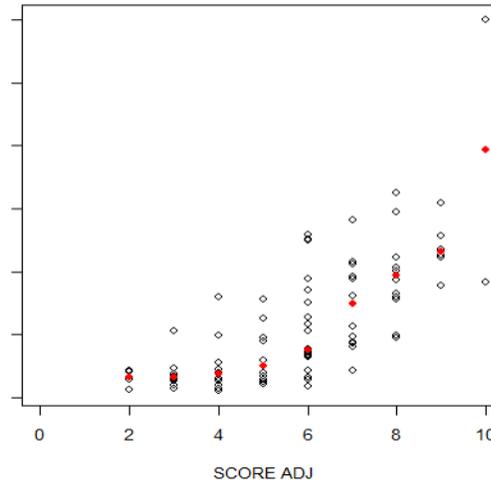
Performance 2022 SCSi vs Sinistres

Comparaison des données sur les sinistres avec l'indice SCSi de Gallagher Re 2022

Analyse de Sinistres par Province «as is»

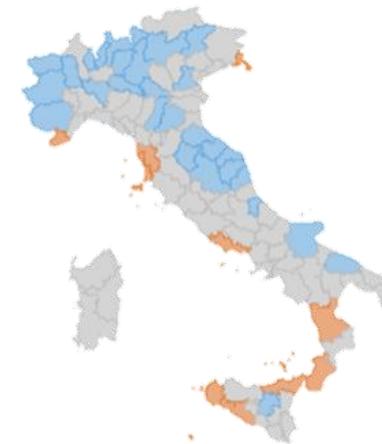
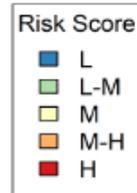


Analyse de Sinistres par Province SCSi ajusté



L'indice ajusté présente une meilleure corrélation avec la répartition géographique de la fréquence des sinistres. L'indice 2022 :

- Sous-estimation dans le nord de l'Italie et en particulier près des Alpes
- Légère sous-estimation dans la partie nord de la côte adriatique



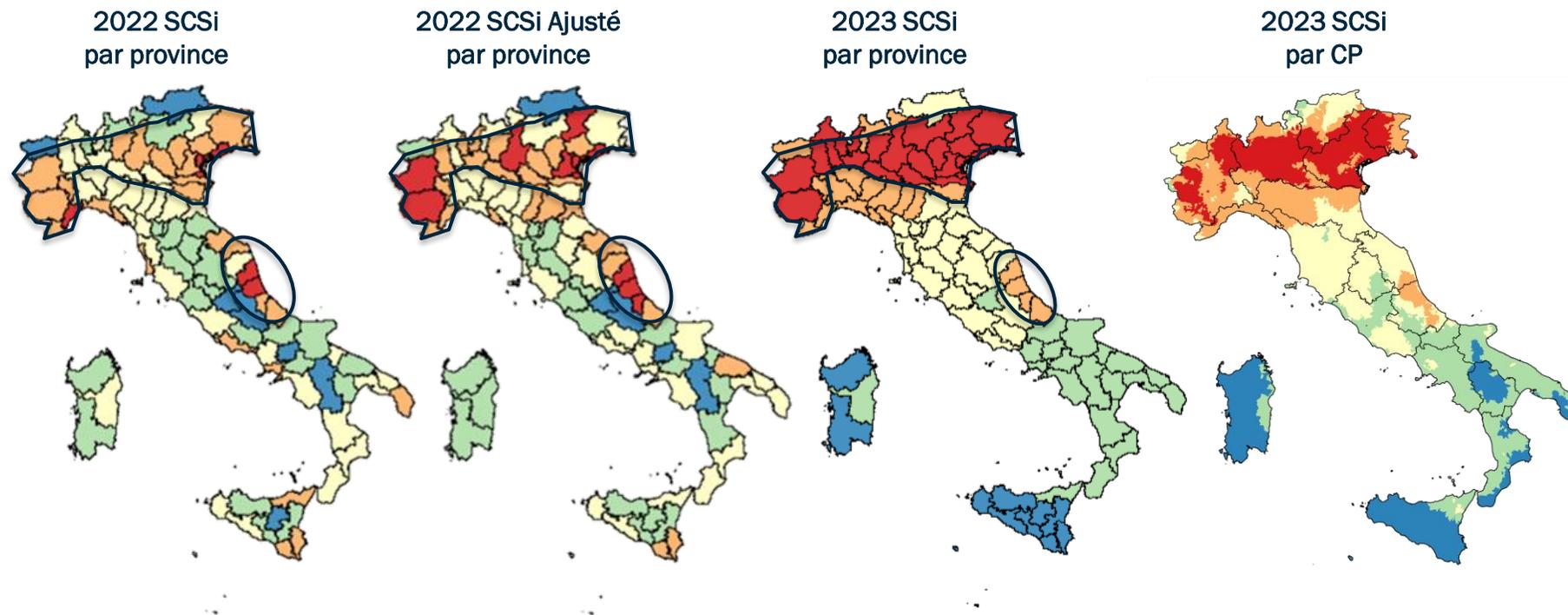
Gallagher Re SCSi (version 2023)

Mieux comprendre le développement potentiel des événements convectifs



Impact du nouvel indice

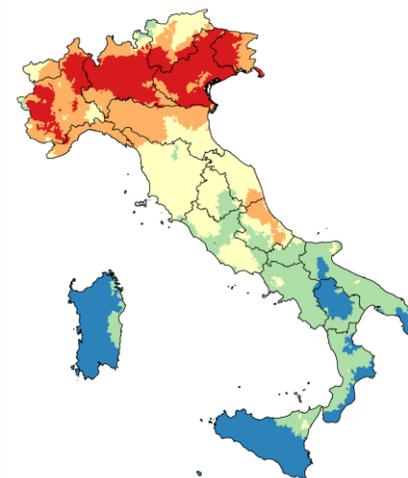
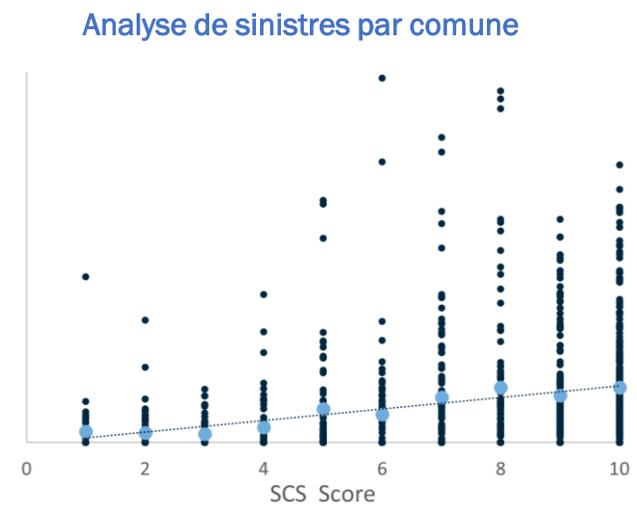
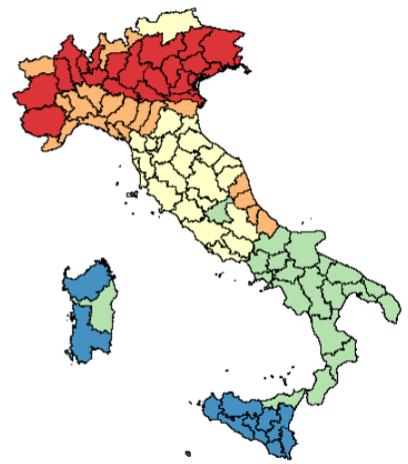
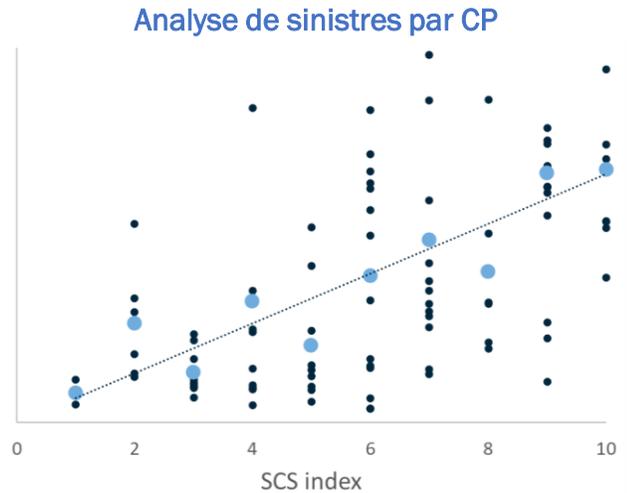
Le nouvel indice SCS est en ligne avec la version précédente dans des régions clés



- Le nouvel indice montre des tendances similaires à celles observées dans l'ancienne classification, en particulier dans le nord et le centre de l'Italie.
- Le nouvel indice se caractérise par des transitions moins brutales en matière d'aléas
- La classification au niveau du code postal permet une caractérisation plus détaillée du risque.

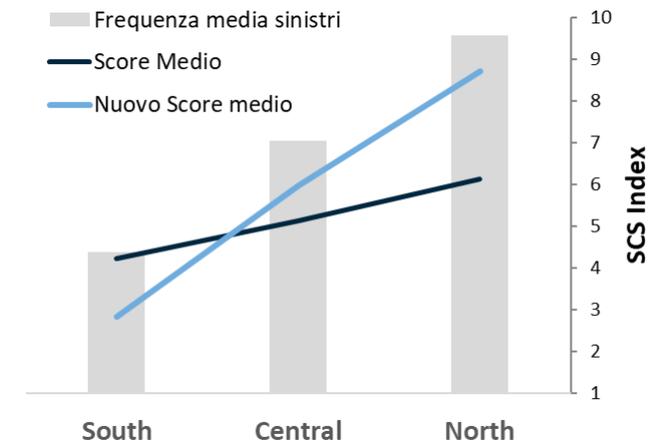
Performance du nouvel SCSi

Validation optimale en utilisant la sinistralité spécifique des clients



Le nouvel indice présente une meilleure corrélation avec le taux de sinistres observé au niveau des provinces et des municipalités

Analyse par secteur géographique



Le nouvel indice segmente bien le risque entre le nord, le centre et le sud de l'Italie, conformément aux affirmations observées.

Ajustement du modèle SCS - France

La nécessité de comprendre les risques liés aux SCS pour améliorer la souscription.

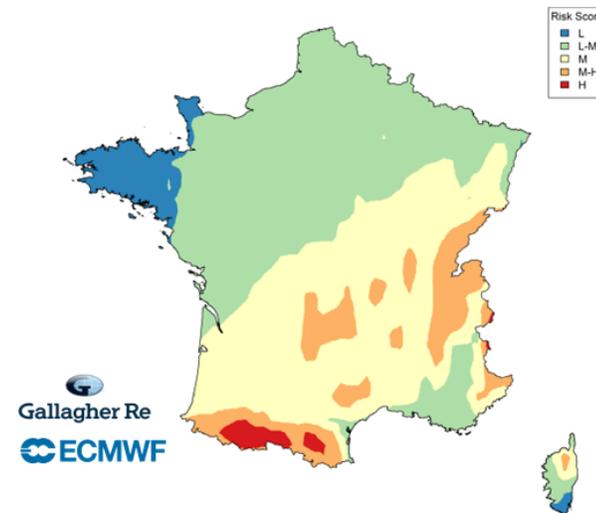
- La saison 2022 des tempêtes convectives violentes (SCS) en France a connu **au moins quatre événements importants** sur le marché.
- L'industrie estime la **perte du marché à plus de 5 milliards d'euros** (source : France Assureurs). Plus d'un million de sinistres ont été déclarés.
- Une **méthodologie applicable partout** qui peut être personnalisée par région afin d'améliorer la gestion des risques et les pratiques de souscription.

Offres de service Gallagher Re :

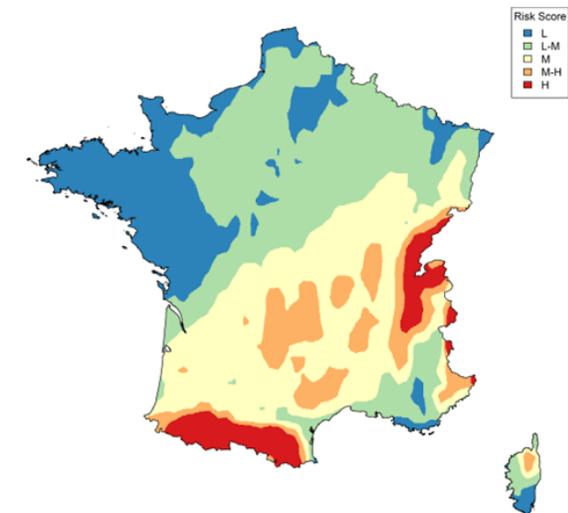
Des cartes de risques pour la souscription qui peuvent être ajustées en utilisant vos propres données de sinistralité et pour répondre au mieux à vos besoins :

1. Une approche cohérente à l'échelle mondiale facilite la relativité des niveaux de risque entre les régions, ce qui permet une comparaison directe des portefeuilles ; et
2. Une approche adaptée au pays pour mieux saisir la nature locale du risque de SCS.

Une approche cohérente à l'échelle mondiale



Exemple d'approche possible adaptée à un pays



SOMMAIRE



Mesurer les enjeux assurantiels



Comprendre le phénomène de grêle



Décliner les impacts sur l'ensemble de la chaîne de valeur assurantielle



Evaluer le risque de souscription



Piloter le risque de grêle



Projeter la sinistralité à horizon long terme

Introduction

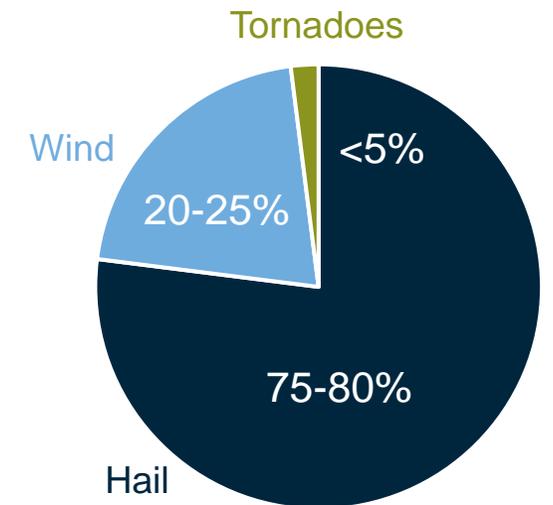
- Dans la modélisation Cat, la grêle est modélisée comme un sous-péril de la tempête convective sévère (SCS).
- La grêle est le principal responsable des pertes assurées par les SCS ; les événements individuels peuvent causer des pertes bien supérieures à 1 milliard d'euros.
- 2022 : année exceptionnelle pour la France, 5,1 milliards d'euros de dégâts assurés dus à la grêle, dont plus de 60% pour les dommages aux biens ; année la plus coûteuse depuis 2014, lorsque la tempête Ela avait causé plus de 900 millions (2021 EUR) de dégâts assurés dus à la grêle.



Grêle le lundi 20 juin 2022 à Gironde, FR (@Actu.fr)



Voiture endommagée par la grêle le lundi 20 juin 2022 à Gironde, FR (Radio France – Stéphane Hiscock)



EU SCS AAL contribution by sub-peril RMS (2020)

Realistic Disaster Scenario (RDS) Model

- Le RDS représente le risque sur la base des événements les plus destructeurs survenus dans un passé proche.
- Permet une planification proactive de ces événements afin d'identifier l'exposition vulnérable.
- Benchmark pour le calibrage de modèles stochastiques

Le modèle Realistic Disaster Scenario (RDS)



Le modèle Realistic Disaster Scenario (RDS)

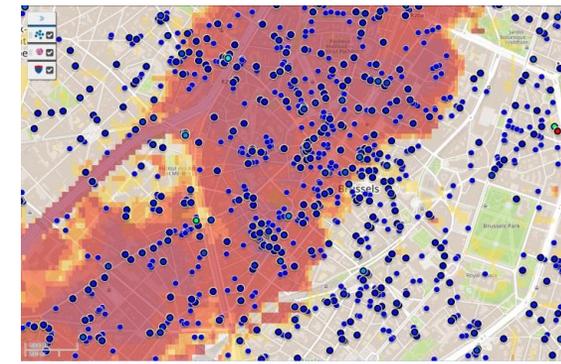
Exposition 

Aléa 

Vulnérabilité 

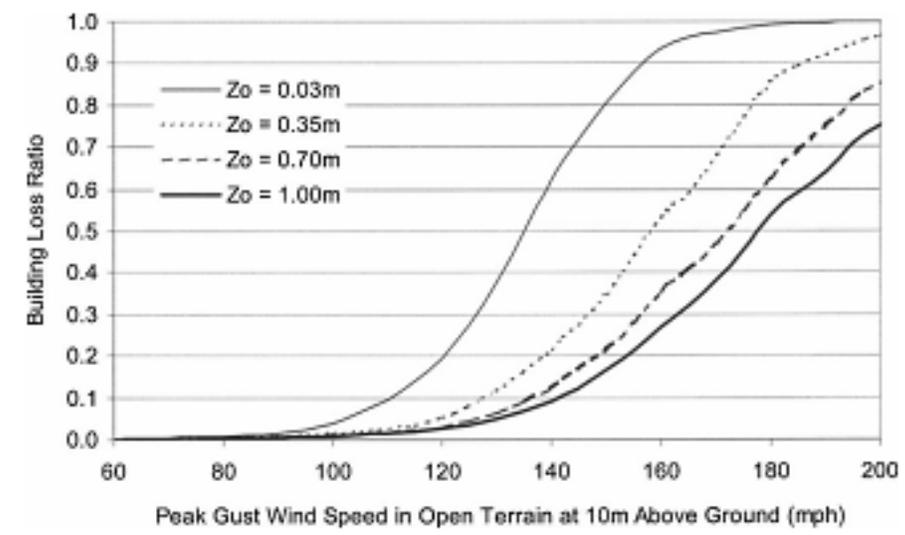
Financier 

Résultat du modèle 



Inondations du RP200 à Bruxelles (© Katrisk)

Le modèle Realistic Disaster Scenario (RDS)



Hazus-MH Modele Ouragan – Les courbes de vulnérabilité

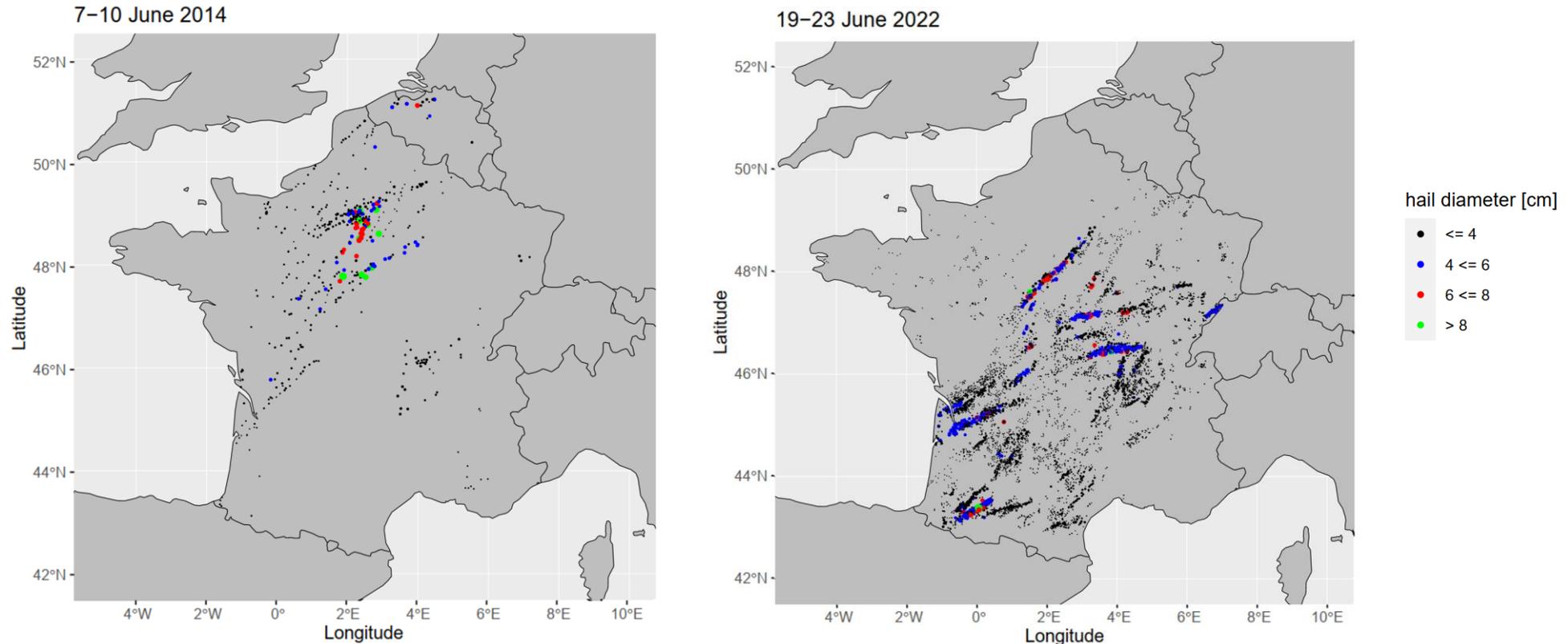
Le modèle Realistic Disaster Scenario (RDS)



Le modèle Realistic Disaster Scenario (RDS)

Sur la base des reconstitutions de tempête Ela et la tempête de grêle de 19 Juin 2022

- L'intensité de la grêle signalée en 2022 était plus élevée qu'en 2014 (comme le montrent les images ici).
- Manque possible d'informations sur les chutes de grêle en 2014 en raison d'un faible taux de signalement.

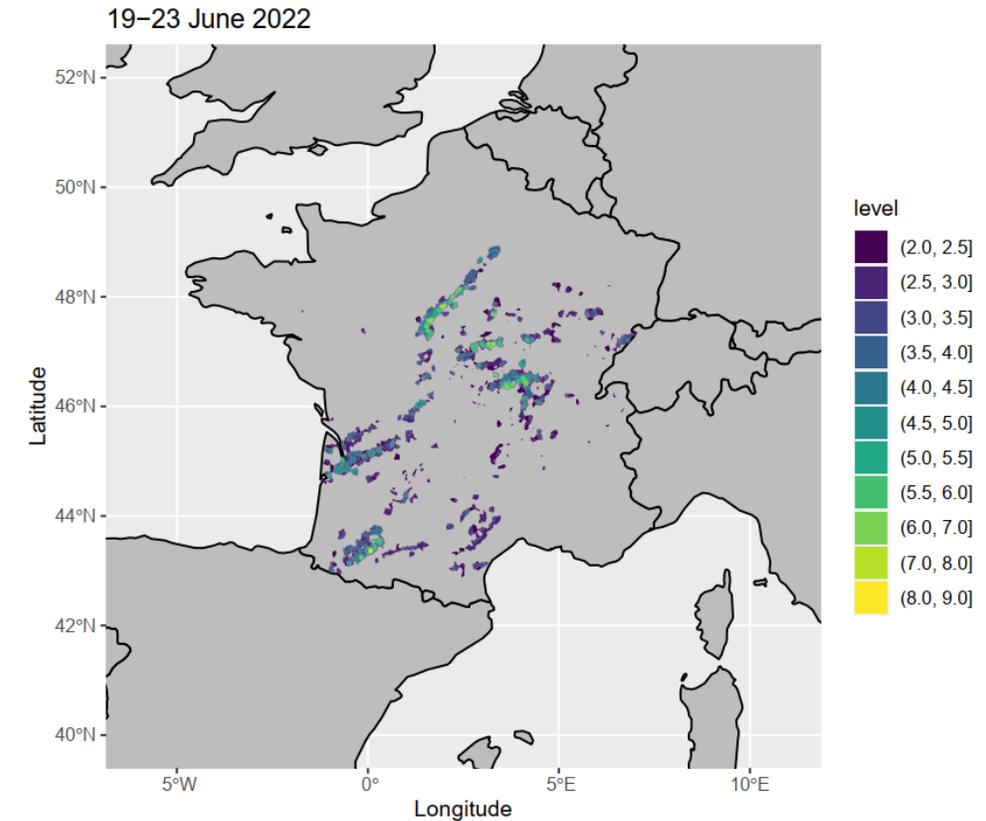


Rapports de grêle de 2014 (à gauche) et de 2022 (à droite) utilisés pour reconstituer l'empreinte.

Création d'empreintes de grêle à partir de rapports de grêle

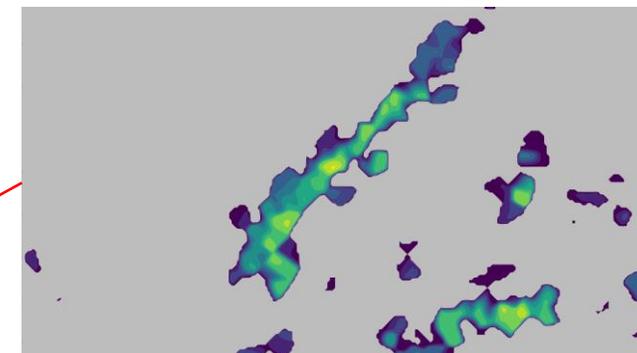
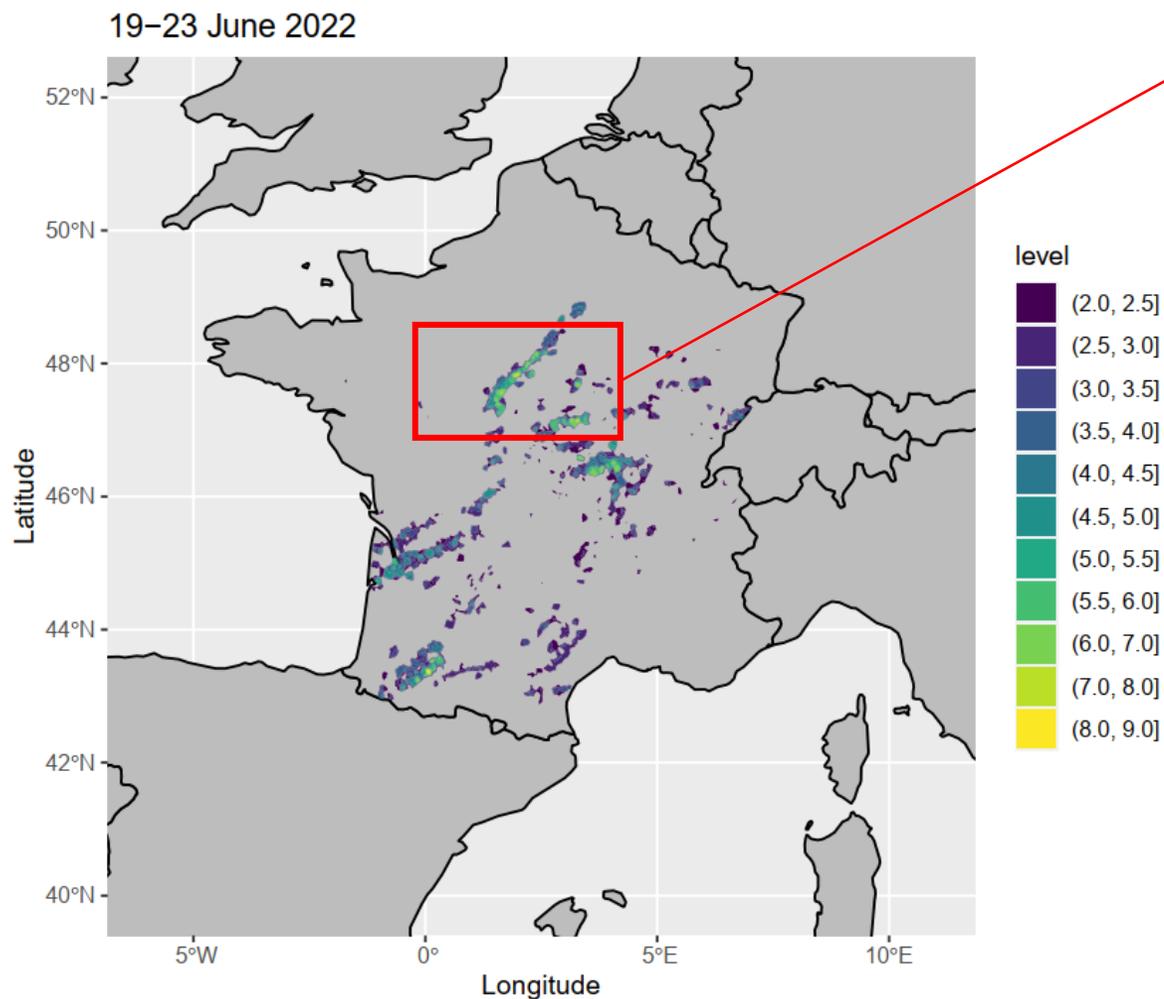
En resumé:

- Recouplement des rapports de grêle avec les données du radar météorologique et de l'évaluation des dégâts
- Les rapports de grêle sont interpolés sur une grille à résolution variable (VRG) à l'aide d'une méthode d'interpolation par pondération en utilisant l'inverse de la distance.
- Plusieurs itérations pour corriger les valeurs dans des différents points d'observations et d'interpolations
- Courbes de vulnérabilité issues de notre modèle stochastique européen de grêle de Gallagher Re



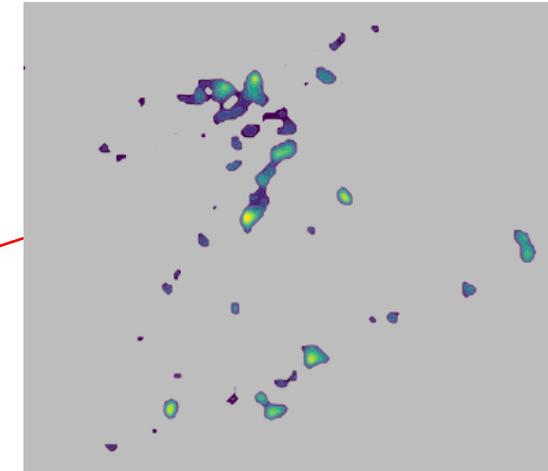
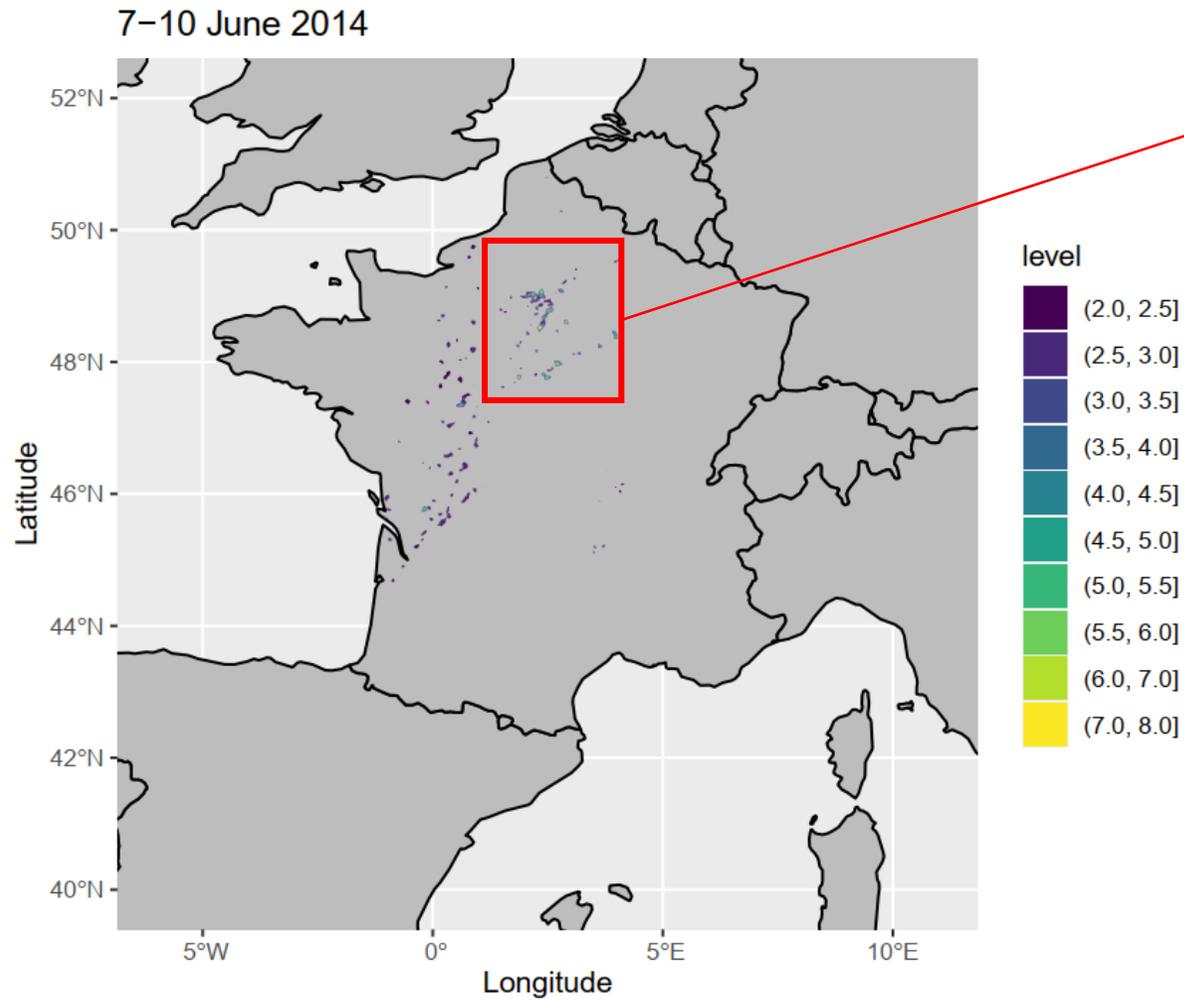
Le modèle Realistic Disaster Scenario (RDS)

19-23 juin 2022 tempêtes de grêle

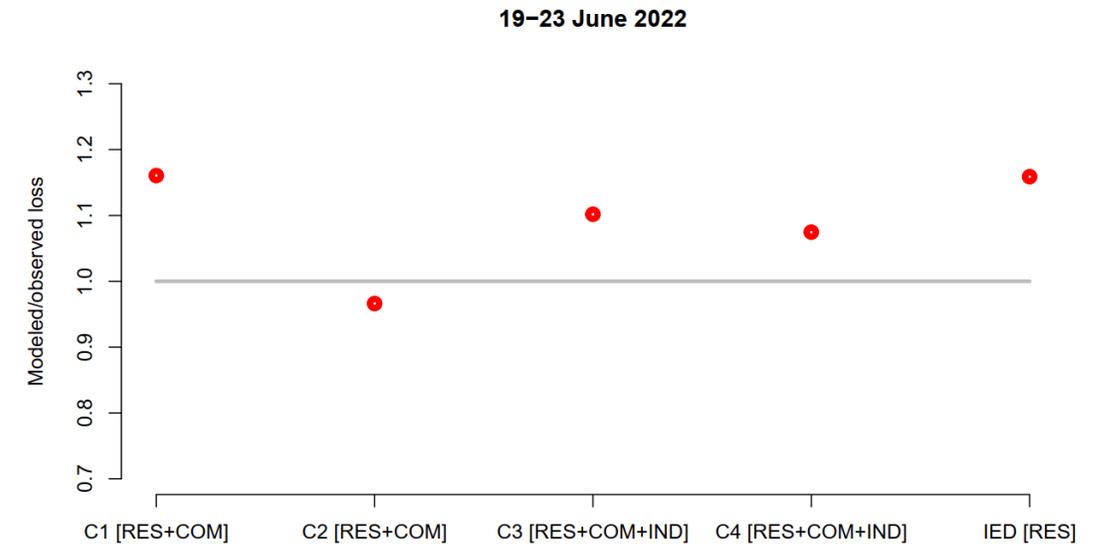


Le modèle Realistic Disaster Scenario (RDS)

7-10 juin 2014 tempête de grêle Ela



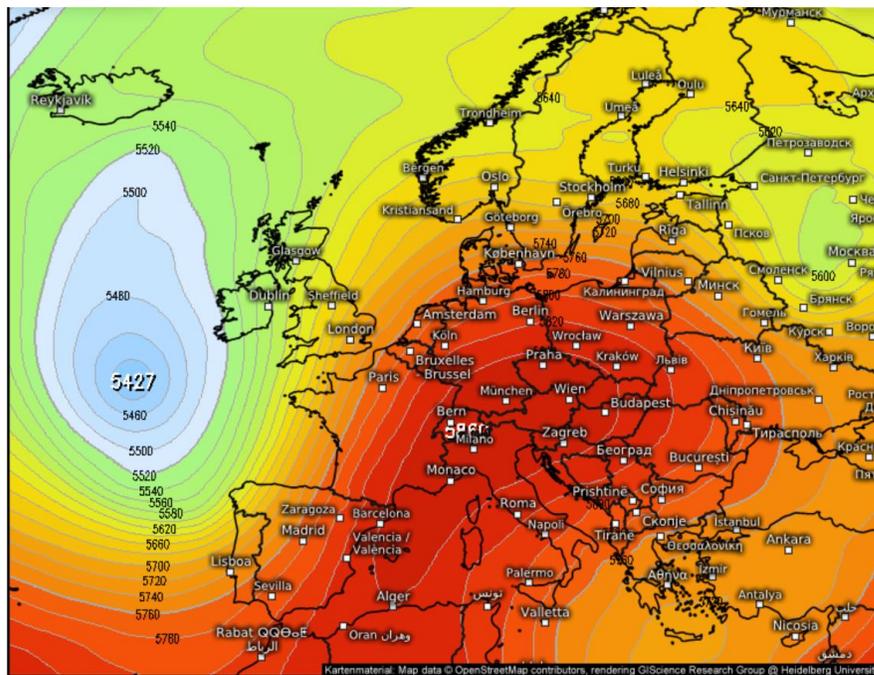
Pertes modélisées et pertes observées



- Juin 2014 : scénario "as-if" : que se passerait-il si Ela se reproduisait "aujourd'hui" ?
- Bonne performance du modèle pour un large éventail d'expositions des clients et de l'ensemble du secteur.

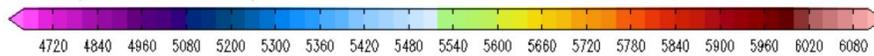
Analyse synoptique

7-10 Juin 2014



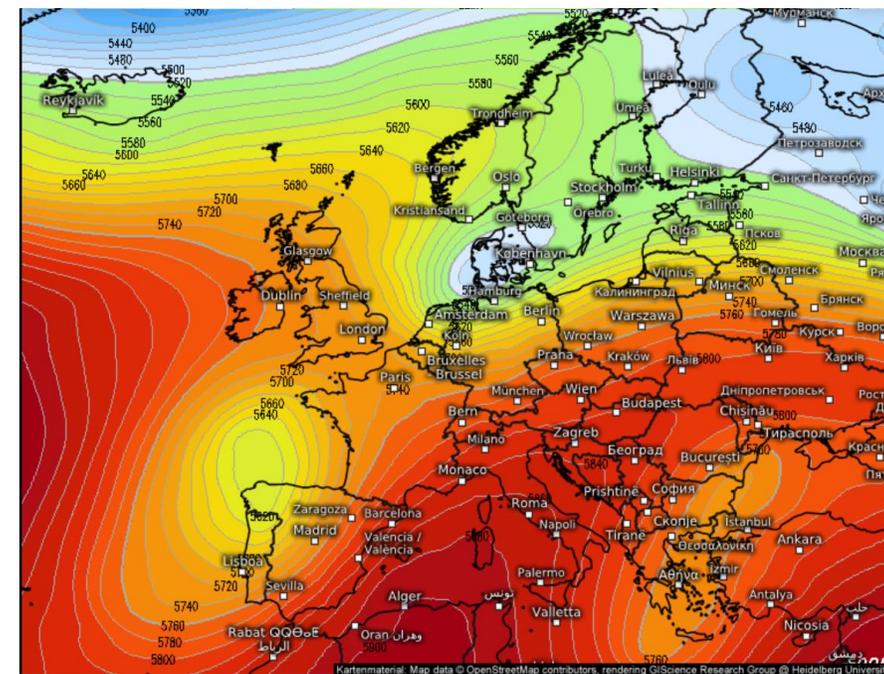
Geopotential height, 500hPa (m)

Reanalysis for Mon 06/09/2014, 11:00am CEST



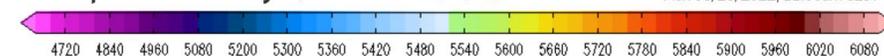
Europe
ECMWF ERA5 (Reanalysis)

19-23 Juin 2022



Geopotential height, 500hPa (m)

Reanalysis for Mon 06/20/2022, 11:00am CEST



Europe
ECMWF ERA5 (Reanalysis)

Paramètres de convection

«Convective Available Potential Energy (CAPE)»

- Décrit l'instabilité de l'atmosphère ou son potentiel de développement d'orages convectifs violents.
- Fournit une approximation de la force du courant ascendant au sein d'un orage, ce qui est très important pour la croissance de la grêle.

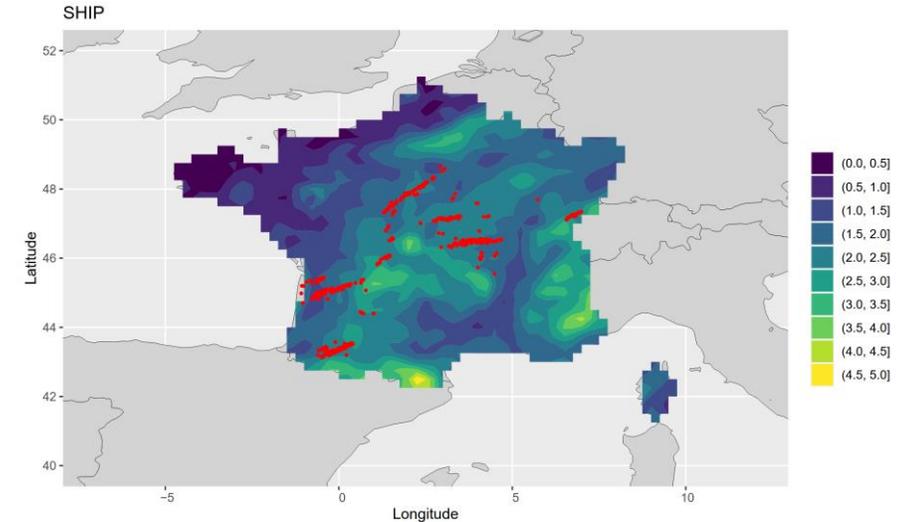
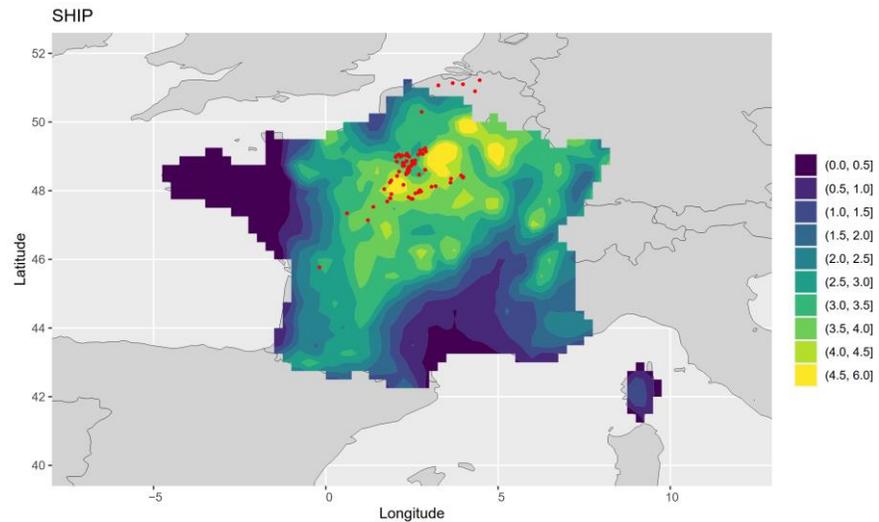
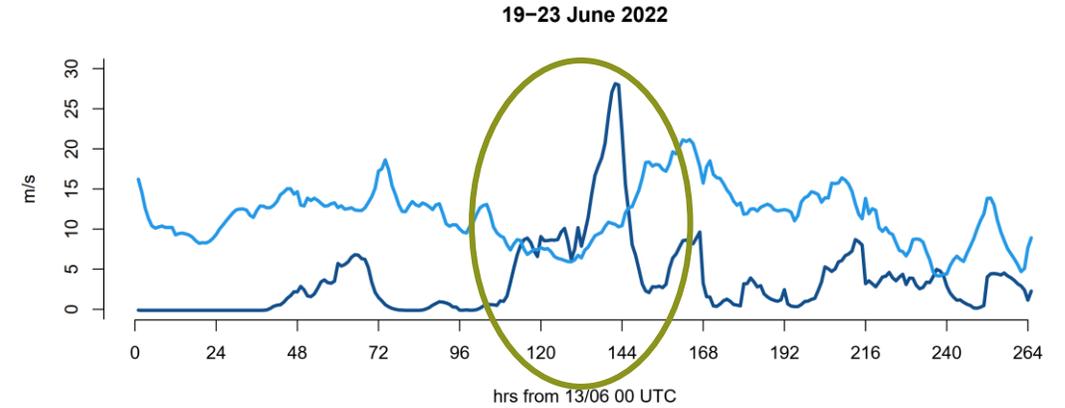
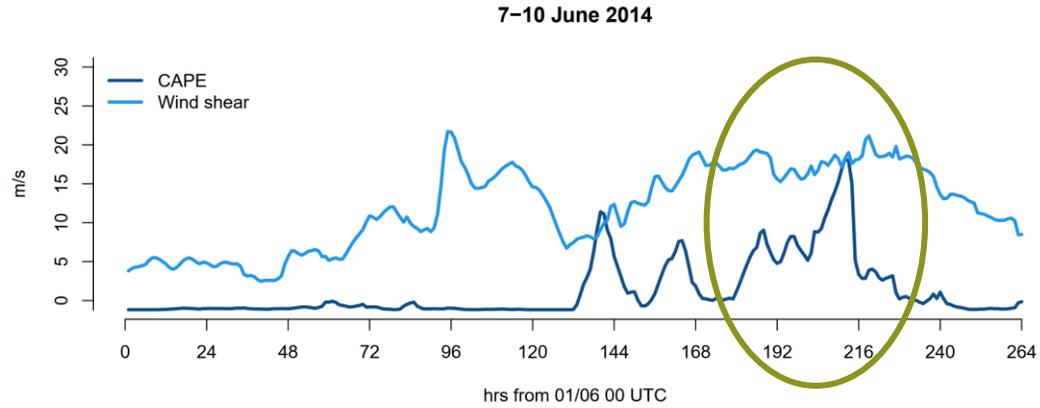
Cisaillement vertical du vent

- Les changements soudains de la direction et/ou de la vitesse du vent horizontal favorisent la formation d'orages violents et maximisent la force des courants ascendants.

« Significant Hail Parameter (SHIP) »

- SHIP n'est pas une prévision de la taille des grêlons
- Les valeurs supérieures à 1 indiquent un environnement favorable à la grêle
- Dans la pratique, des valeurs de 1,5 à 2,0 ou plus sont généralement présentes lorsque la grêle est signalée.

Paramètres de convection



SOMMAIRE



Mesurer les enjeux assurantiels



Comprendre le phénomène de grêle



Décliner les impacts sur l'ensemble de la chaîne de valeur assurantielle



Evaluer le risque de souscription



Piloter le risque de grêle

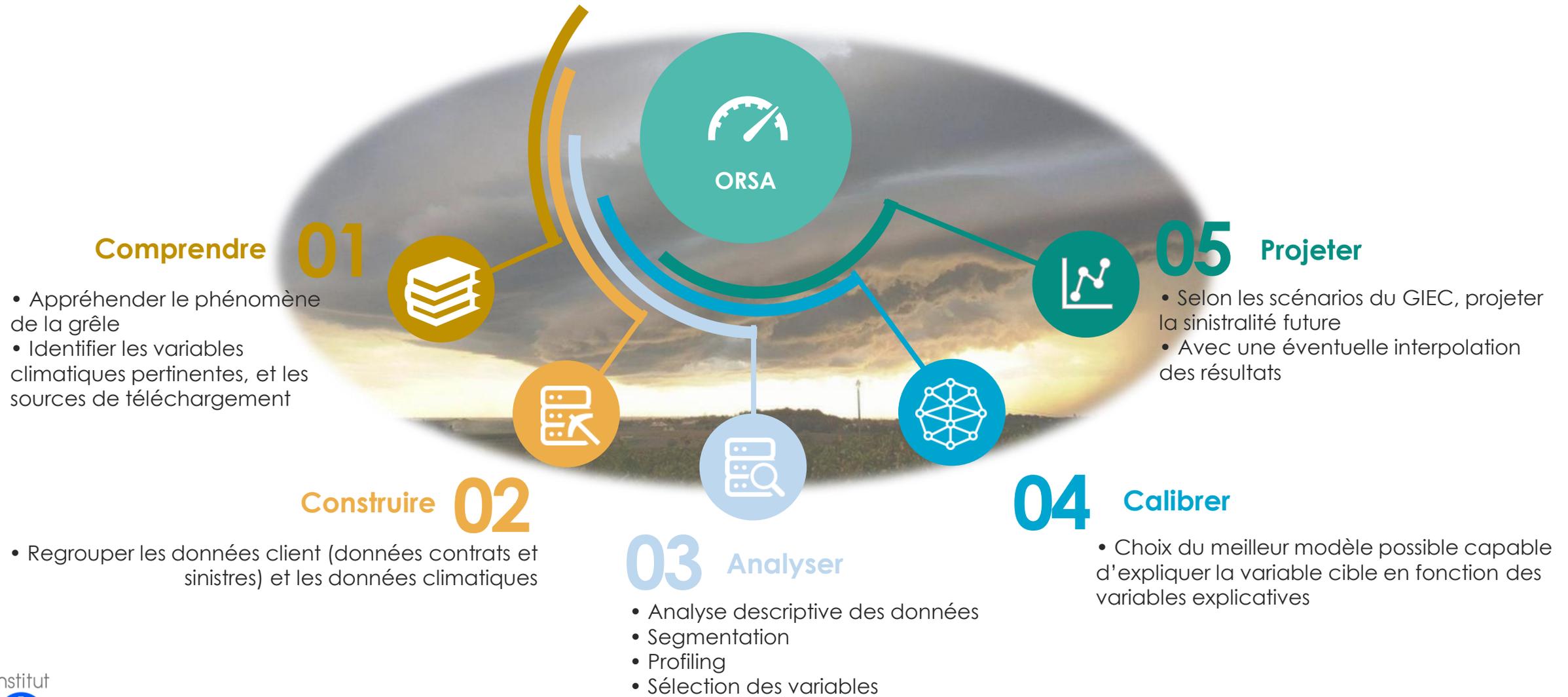


Projeter la sinistralité à horizon long terme

Processus de modélisation



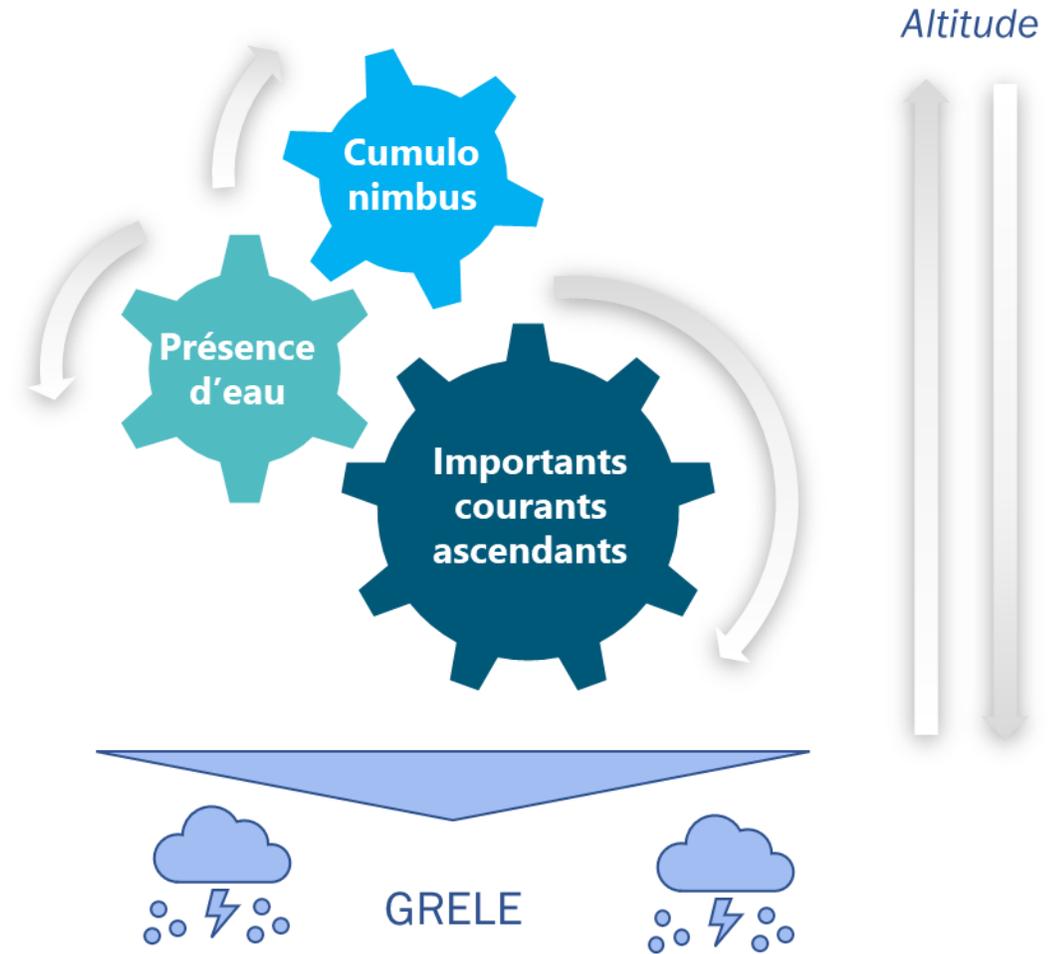
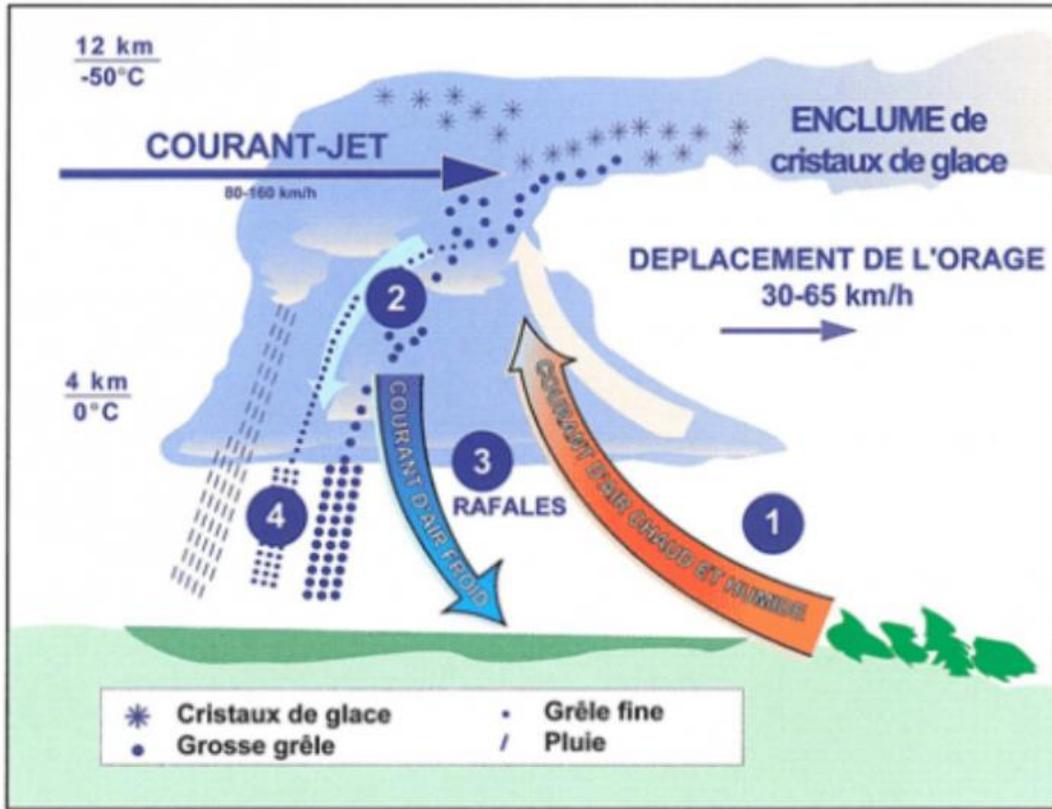
Processus de modélisation



01



Comprendre la grêle

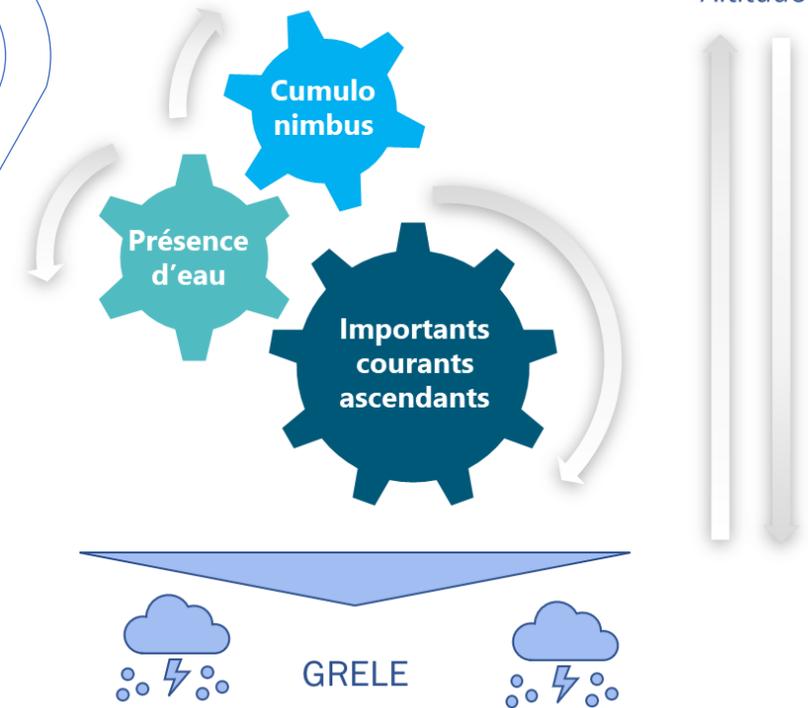
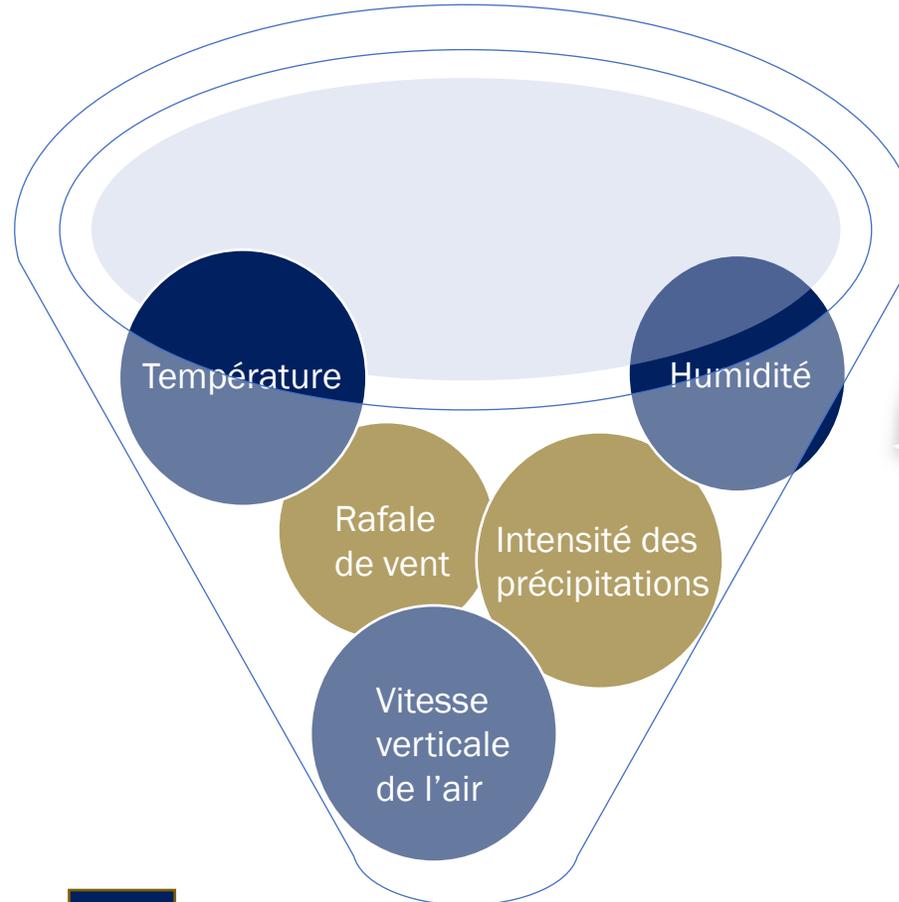
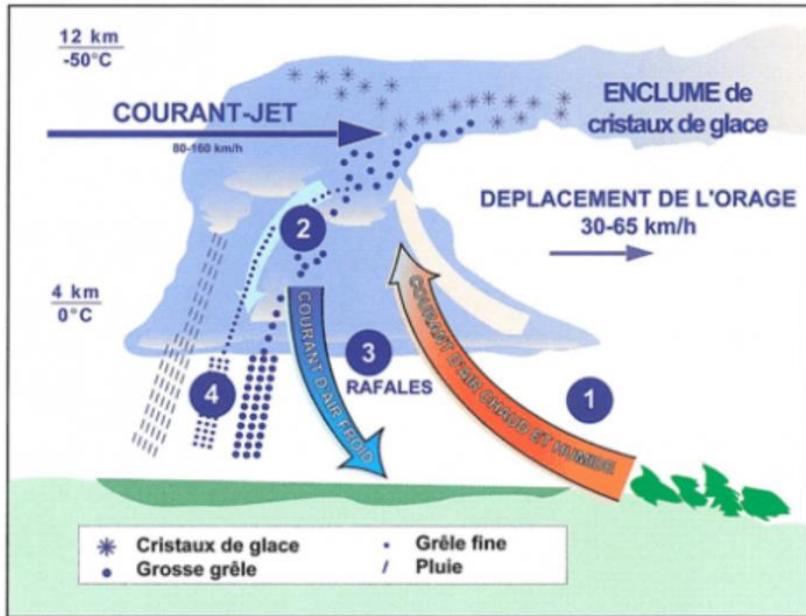


Choix des variables climatiques

01



Comprendre la grêle



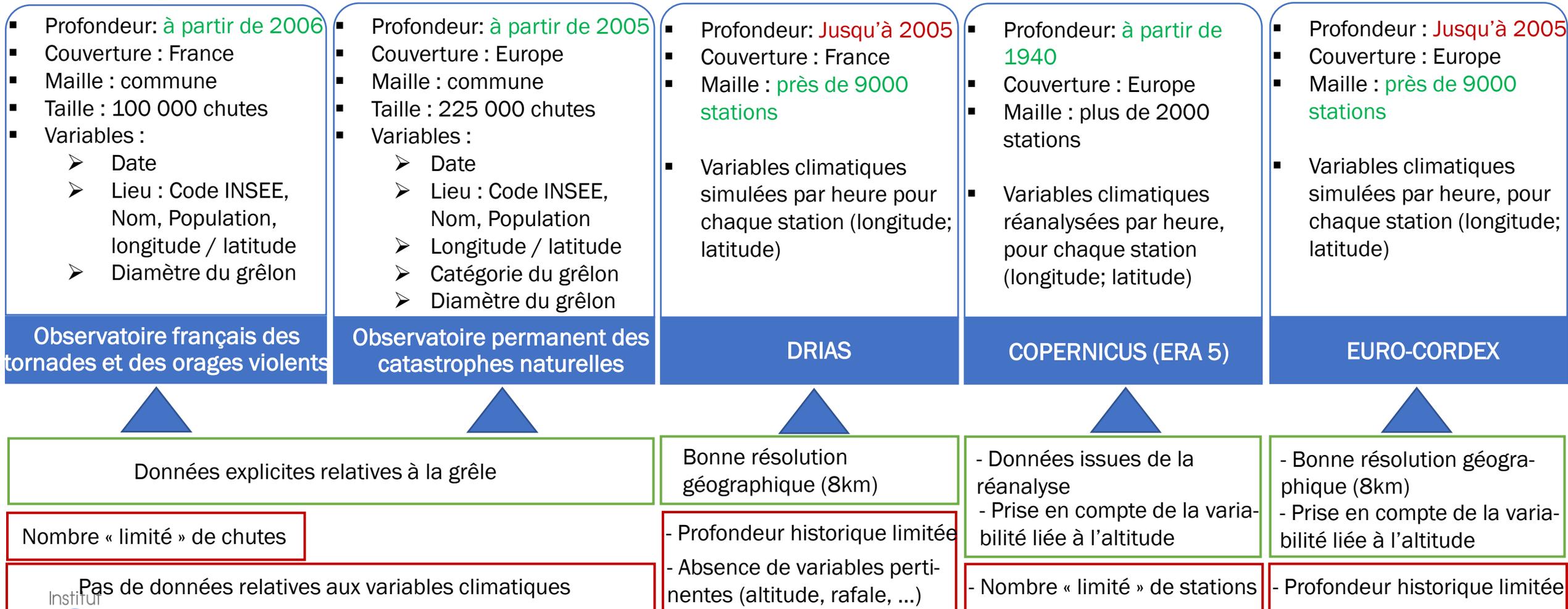
À différents niveaux d'altitude

01



Comprendre la grêle

Sources de données climatiques historiques

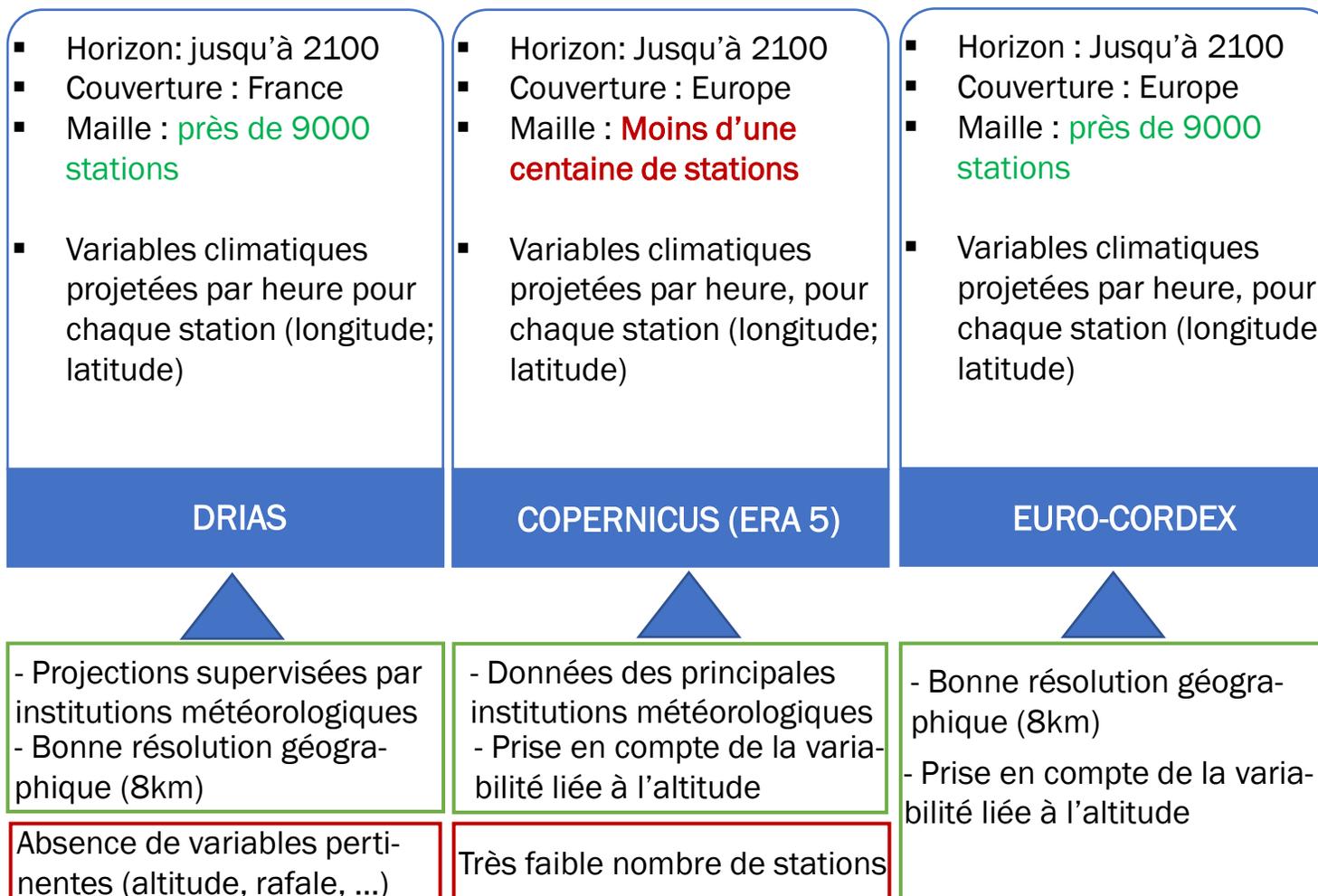


01



Comprendre la grêle

Sources de données climatiques futures



01  Comprendre la grêle

Récapitulatif des sources de données relatives à la grêle



Historique

	Informations relatives aux grêlons	Exhaustivité des variables climatiques	Type de données	Temporalité	Résolution géographique	Gratuité
KERAUNOS	✓	aucune	observées	✓	✓	✗
CATNAT.net	✓	aucune	observées	✓	✓	✗
Météo-France	✗	✗	réelles	✓	✓	✗
DRIAS	✗	✗	simulées	✗	✓	✓
COPERNICUS (ERA5)	✗	✓	réanalysées	✓	✓	✓
EURO-CORDEX	✗	✓	simulées	✗	✓	✓

01  Comprendre la grêle

Récapitulatif des sources de données relatives à la grêle



Historique

	Informations relatives aux grêlons	Exhaustivité des variables climatiques	Type de données	Temporalité	Résolution géographique	Gratuité
KERAUNOS	✓	aucune	observées	✓	✓	✗
CATNAT.net	✓	aucune	observées	✓	✓	✗
Météo-France	✗	✗	réelles	✓	✓	✗
DRIAS	✗	✗	simulées	✗	✓	✓
COPERNICUS (ERA5)	✗	✓	réanalysées	✓	✓	✓
EURO-CORDEX <small>Institut</small>	✗	✓	simulées	✗	✓	✓

01 Comprendre la grêle

Récapitulatif des sources de données relatives à la grêle



Projections

	Informations relatives aux grêlons	Exhaustivité des variables climatiques	Type de données	Temporalité	Résolution géographique	Gratuité
DRIAS	✗	✗	simulées	✓	✓	✓
NGFS	✗	✗	simulées	✓	✓	✓
COPERNICUS	✗	✓	simulées	✓	✗	✓
EURO-CORDEX	✗	✓	simulées	✓	✓	✓

01 Comprendre la grêle

Récapitulatif des sources de données relatives à la grêle



Projections

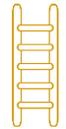
	Informations relatives aux grêlons	Exhaustivité des variables climatiques	Type de données	Temporalité	Résolution géographique	Gratuité
DRIAS	✗	✗	simulées	✓	✓	✓
NGFS	✗	✗	simulées	✓	✓	✓
COPERNICUS	✗	✓	simulées	✓	✗	✓
EURO-CORDEX	✗	✓	simulées	✓	✓	✓

02

Construire la base de données



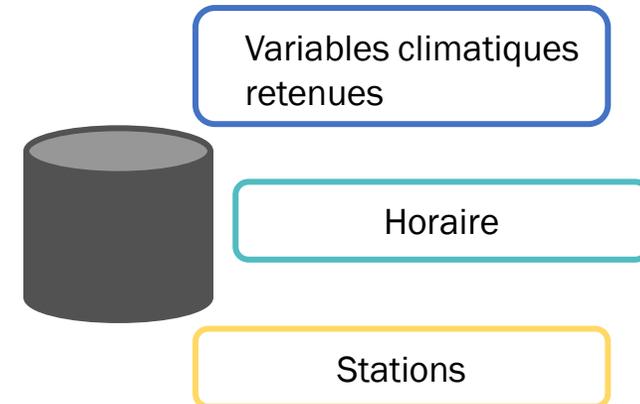
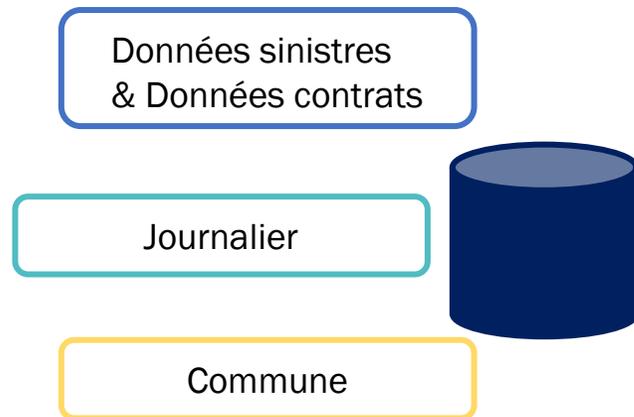
contenu



maille



pas de temps

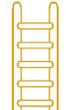


02

Construire la base de données



contenu

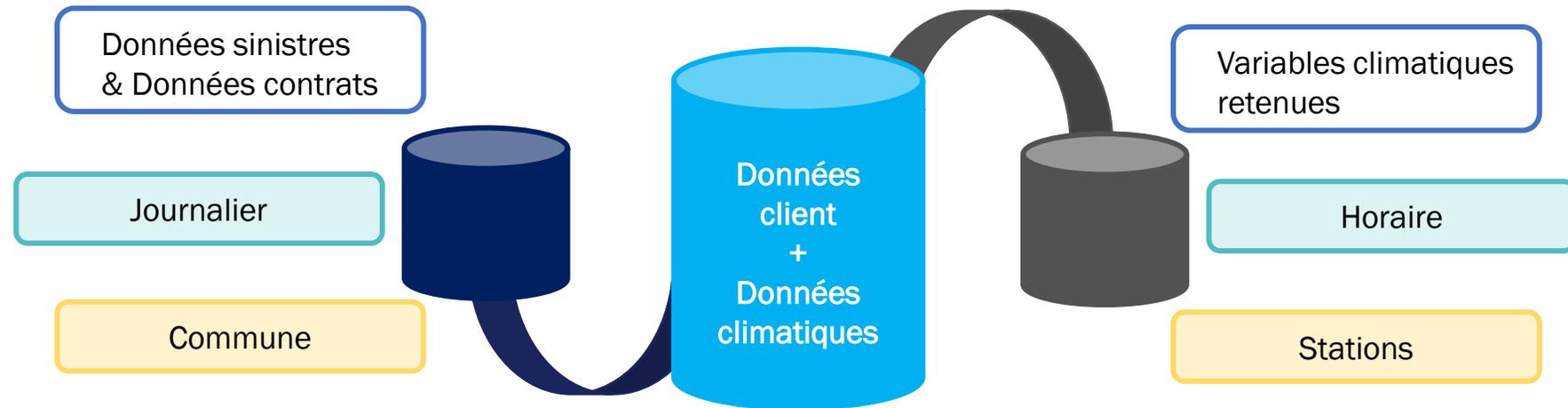


maille



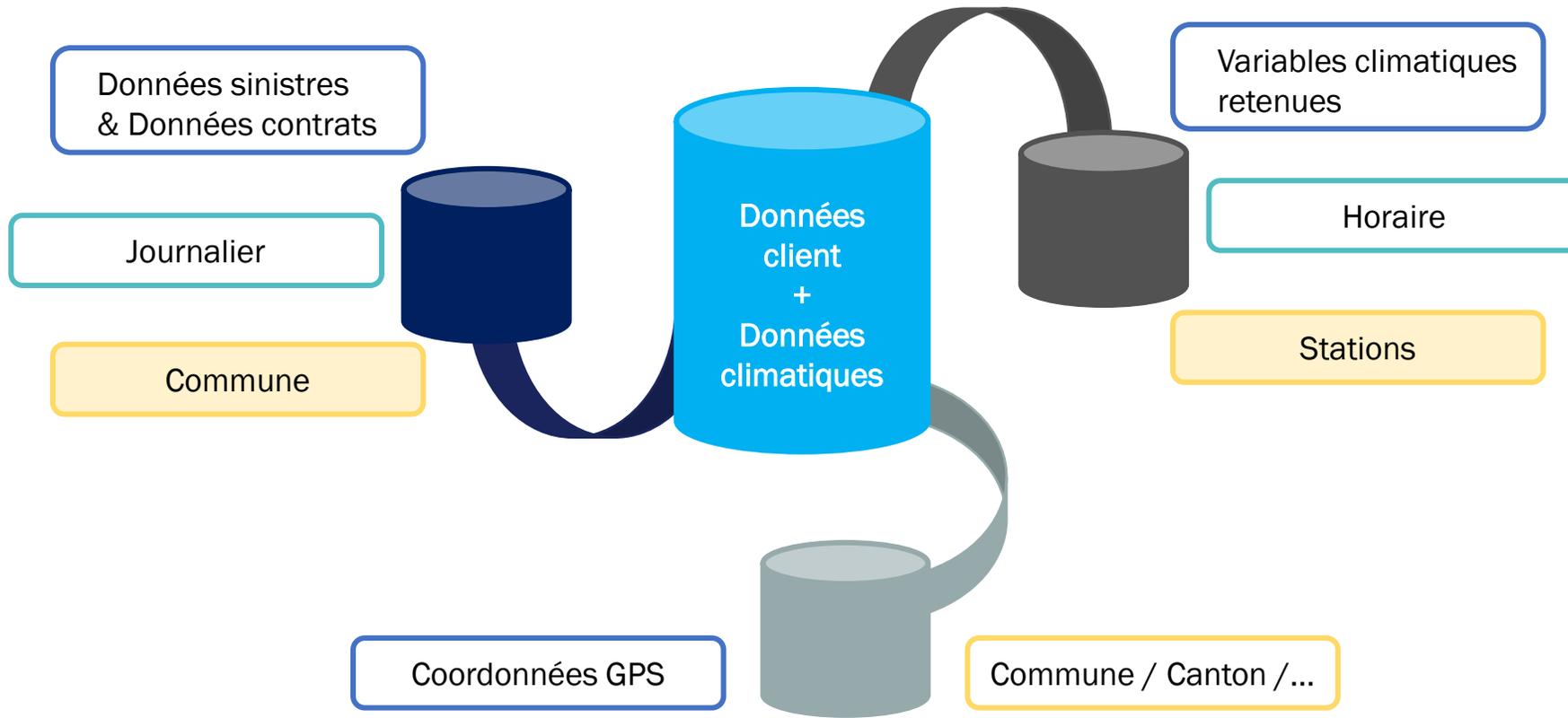
pas de temps

Comment relier mes données ?



02

Construire la base de données



contenu



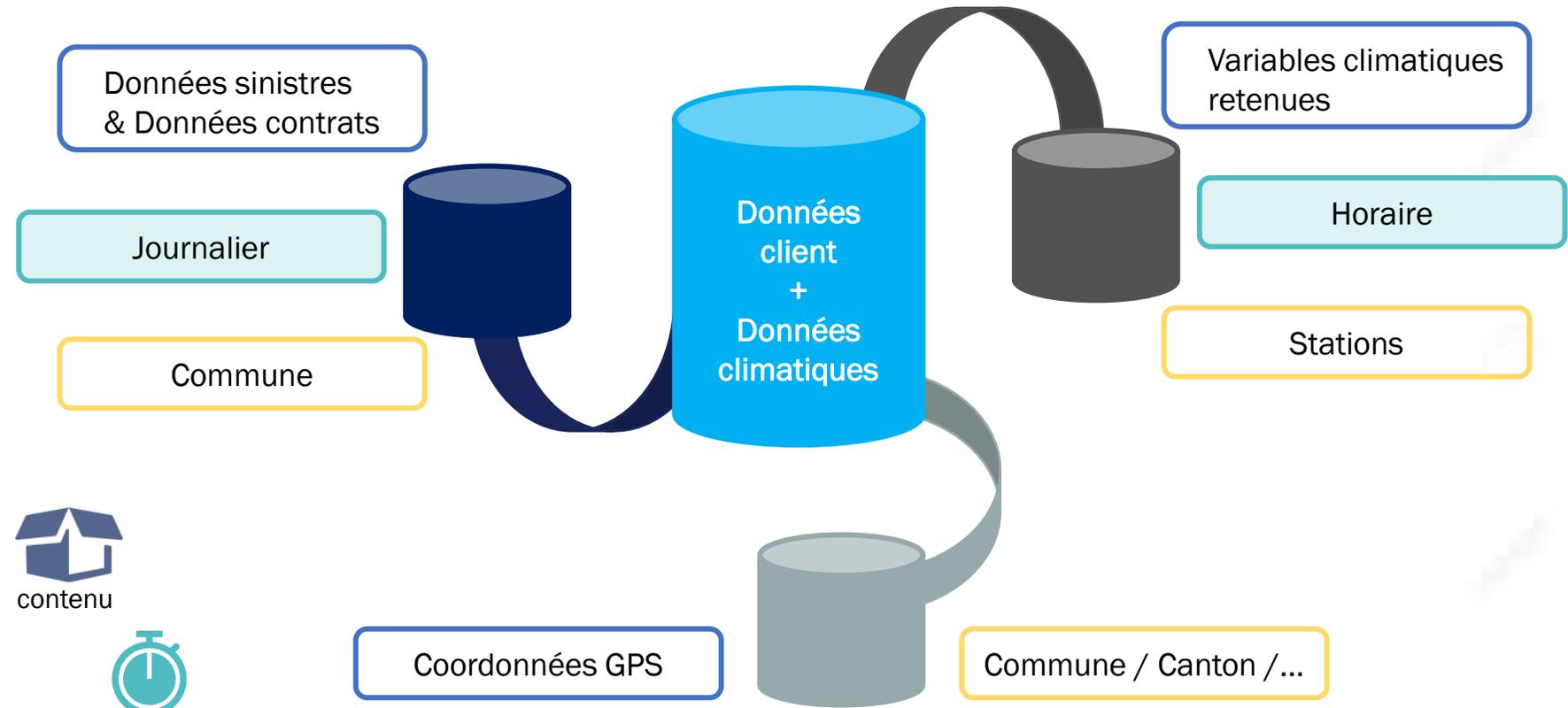
maille



pas de temps

02

Construire la base de données



02

Construire la base de données

Épisode de grêle survenue à Hyères le 17/08/2022 entre 6h15 et 7h

longitude	latitude	time	Bool Survenance
6,349999905	43,069999969	17/08/2022 00:00	0
6,349999905	43,069999969	17/08/2022 01:00	0
6,349999905	43,069999969	17/08/2022 02:00	0
6,349999905	43,069999969	17/08/2022 03:00	0
6,349999905	43,069999969	17/08/2022 04:00	0
6,349999905	43,069999969	17/08/2022 05:00	0
6,349999905	43,069999969	17/08/2022 06:00	1
6,349999905	43,069999969	17/08/2022 07:00	1
6,349999905	43,069999969	17/08/2022 08:00	0
6,349999905	43,069999969	17/08/2022 09:00	0
6,349999905	43,069999969	17/08/2022 10:00	0
6,349999905	43,069999969	17/08/2022 11:00	0
6,349999905	43,069999969	17/08/2022 12:00	0
6,349999905	43,069999969	17/08/2022 13:00	0
6,349999905	43,069999969	17/08/2022 14:00	0
6,349999905	43,069999969	17/08/2022 15:00	0
6,349999905	43,069999969	17/08/2022 16:00	0

02

Construire la base de données

Épisode de grêle survenue à Hyères le 17/08/2022 entre 6h15 et 7h

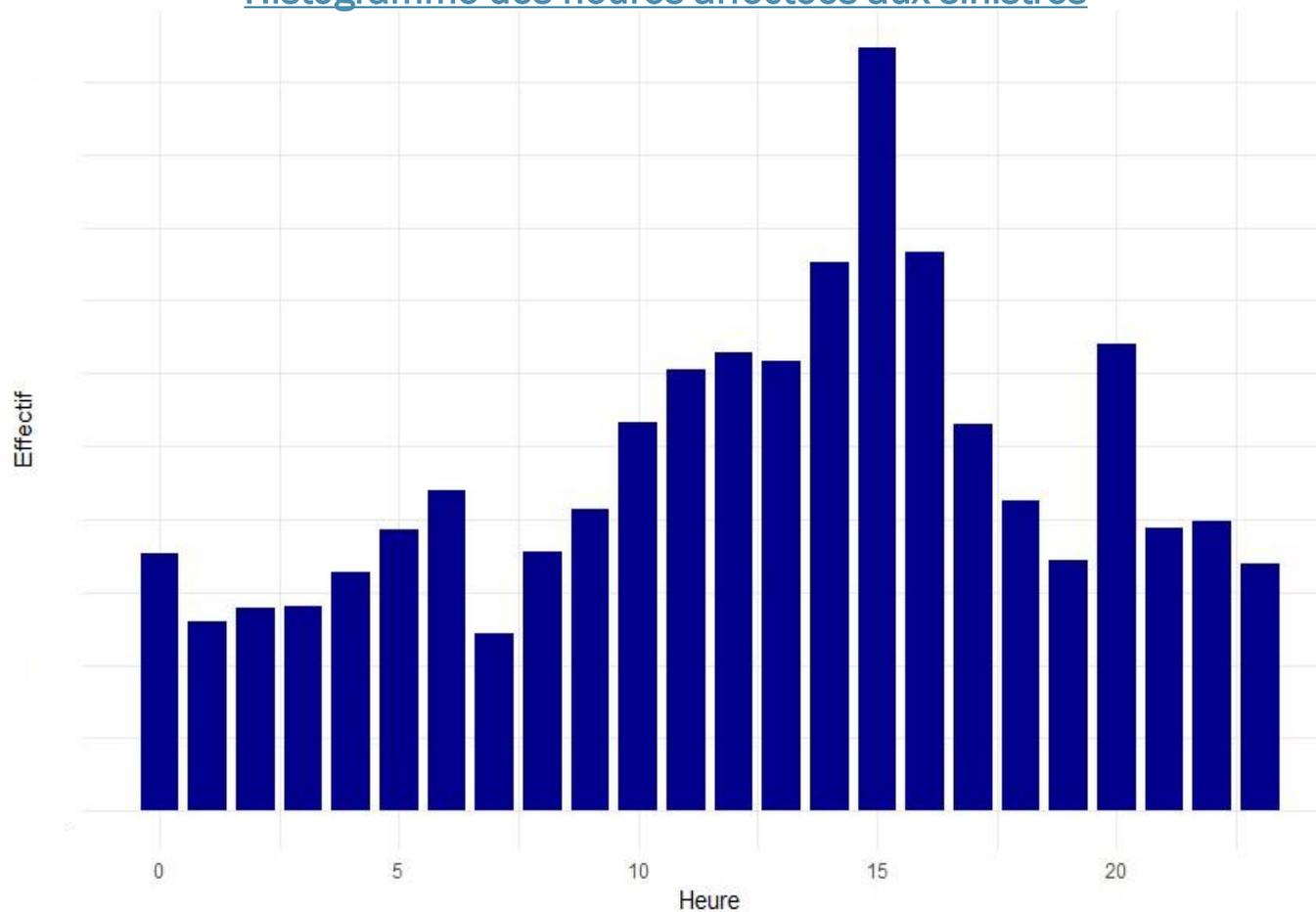
longitude	latitude	time	Bool Survenance	Rafale (km/h)	Humidité - en%	Temp à 1500m - en °C	courant d'air 1500m	Métrique	Booléen métrique
6,349999905	43,069999969	17/08/2022 00:00	0	68,50	76,80	19,01	-0,27	0,0443	0
6,349999905	43,069999969	17/08/2022 01:00	0	73,10	79,51	18,64	-0,39	0,0661	0
6,349999905	43,069999969	17/08/2022 02:00	0	75,66	78,78	17,45	-0,42	0,0567	0
6,349999905	43,069999969	17/08/2022 03:00	0	68,92	77,41	16,45	-0,25	0,0251	0
6,349999905	43,069999969	17/08/2022 04:00	0	59,25	75,48	16,18	-0,21	0,0157	0
6,349999905	43,069999969	17/08/2022 05:00	0	65,19	84,57	16,19	-0,22	0,0236	0
6,349999905	43,069999969	17/08/2022 06:00	1	78,63	88,33	18,42	0,04	0,0094	0
6,349999905	43,069999969	17/08/2022 07:00	1	118,83	85,04	18,91	-0,71	0,2440	1
6,349999905	43,069999969	17/08/2022 08:00	0	133,23	81,70	18,81	-0,38	0,1507	0
6,349999905	43,069999969	17/08/2022 09:00	0	137,46	78,59	19,33	0,10	-0,0017	0
6,349999905	43,069999969	17/08/2022 10:00	0	152,77	68,06	18,17	0,24	-0,0302	0
6,349999905	43,069999969	17/08/2022 11:00	0	167,62	67,86	19,25	-0,50	0,1664	0
6,349999905	43,069999969	17/08/2022 12:00	0	159,66	67,04	13,86	-1,05	0,0445	0
6,349999905	43,069999969	17/08/2022 13:00	0	148,65	64,29	15,10	0,55	-0,0333	0
6,349999905	43,069999969	17/08/2022 14:00	0	158,41	57,02	17,29	0,41	-0,0319	0
6,349999905	43,069999969	17/08/2022 15:00	0	136,30	52,87	19,02	-0,33	0,0347	0
6,349999905	43,069999969	17/08/2022 16:00	0	120,07	53,20	18,87	-0,59	0,0491	0

03



Analyser les données

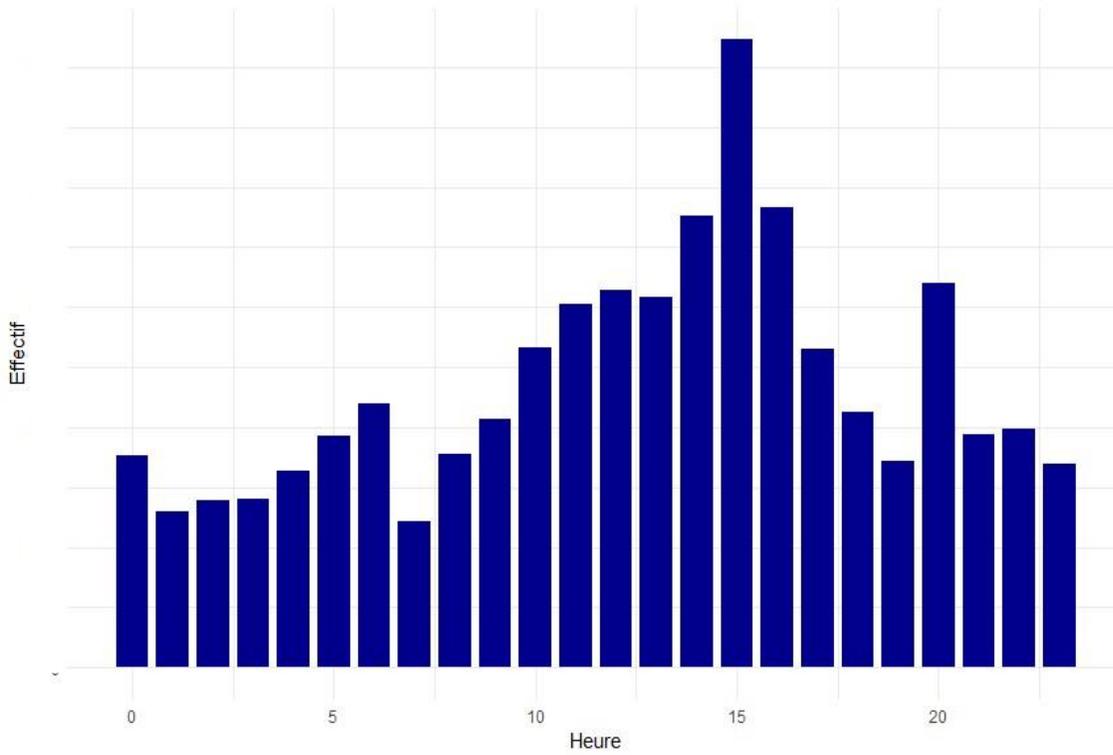
Histogramme des heures affectées aux sinistres



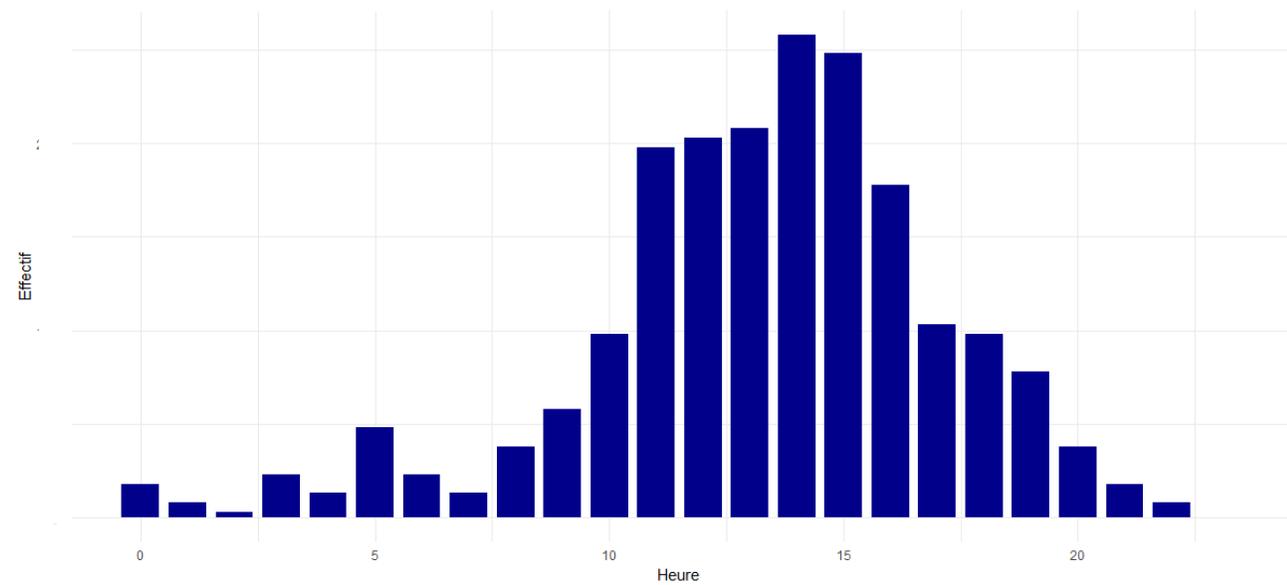
03

Analyser les données

Histogramme des heures affectées aux sinistres



Histogramme des heures de grêle relevées en Italie 2000 - 2020



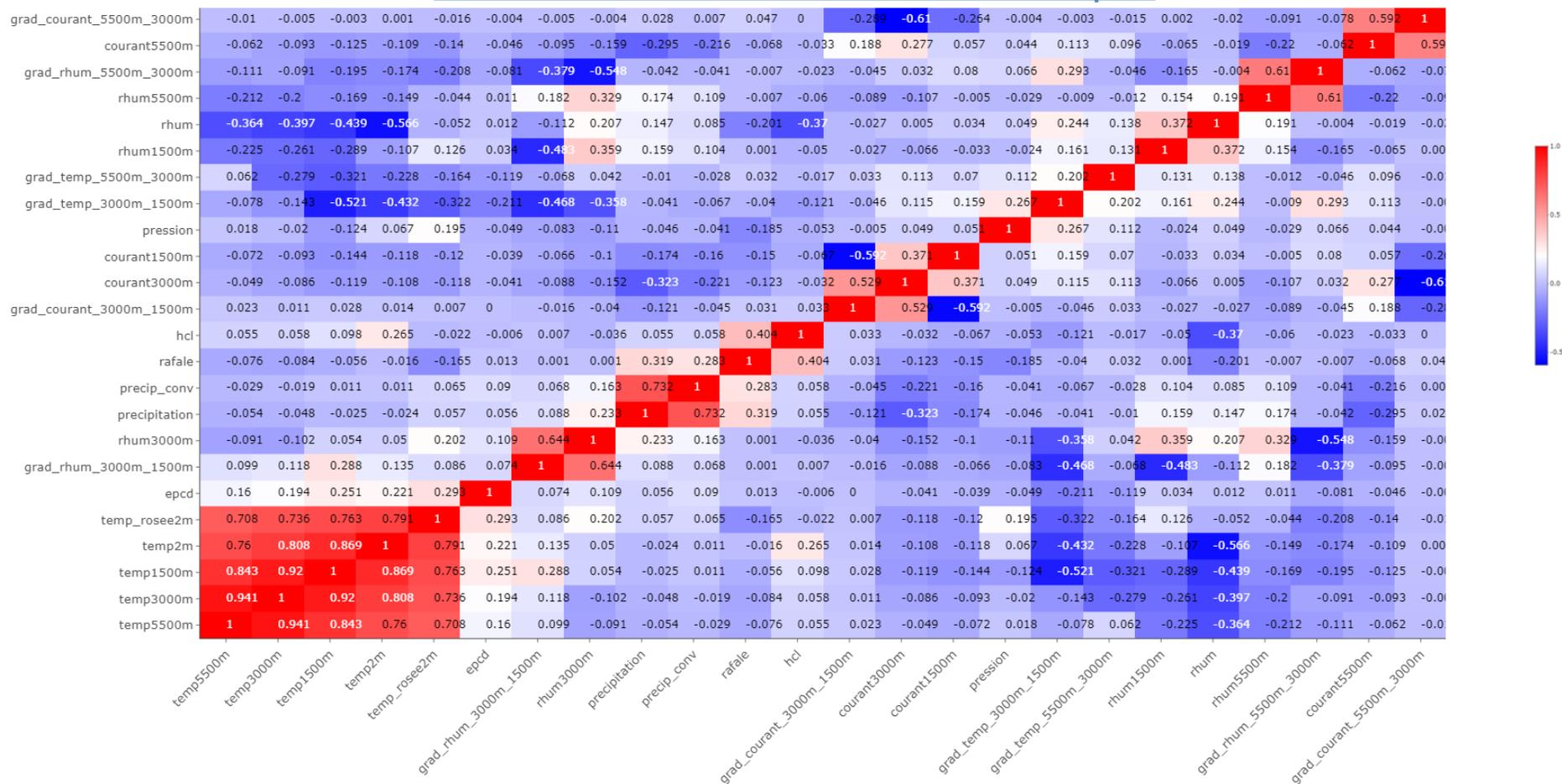
source : <https://doi.org/10.1016/j.wace.2022.100535>

<https://doi.org/10.1016/j.wace.2022.100535>

03

Analyser les données

Matrice de corrélation des variables climatiques

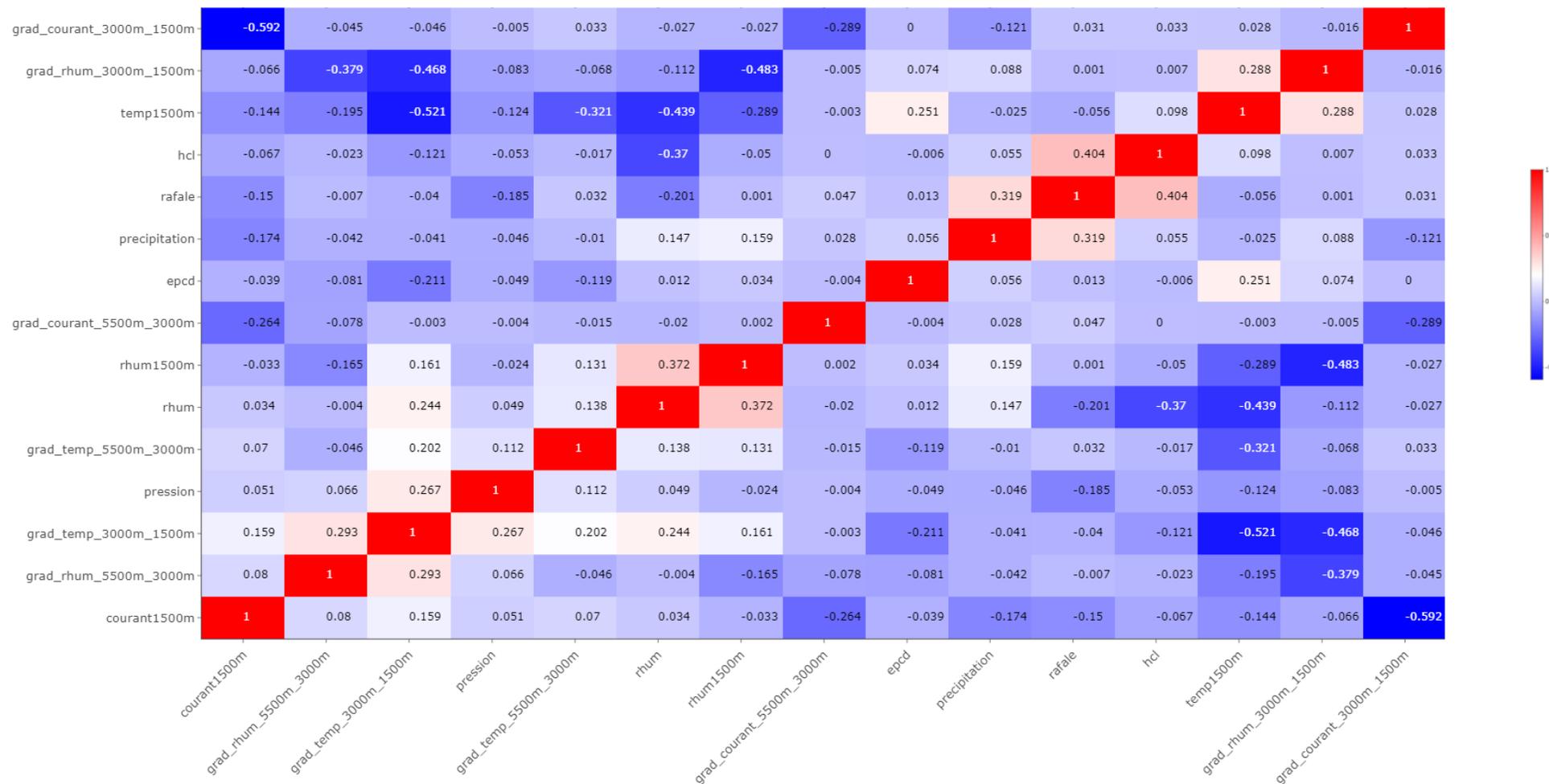


03

Analyser les données

Présélection des variables climatiques !

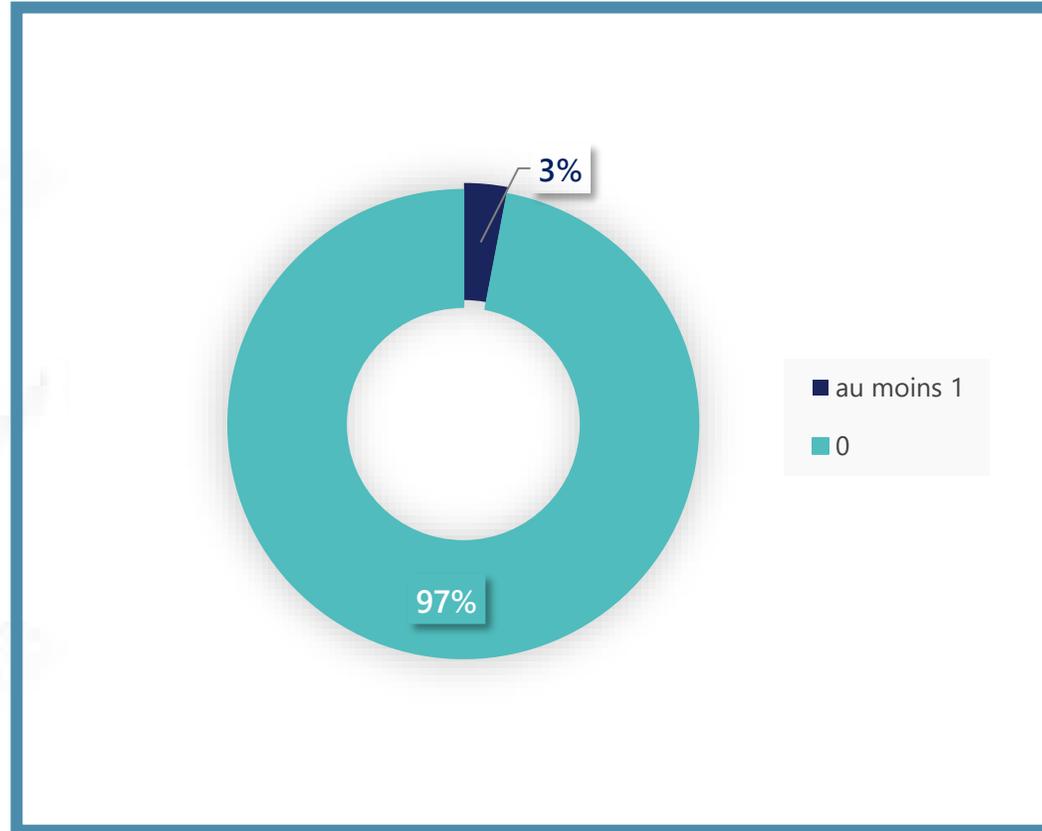
Matrice de corrélation des variables climatiques



03



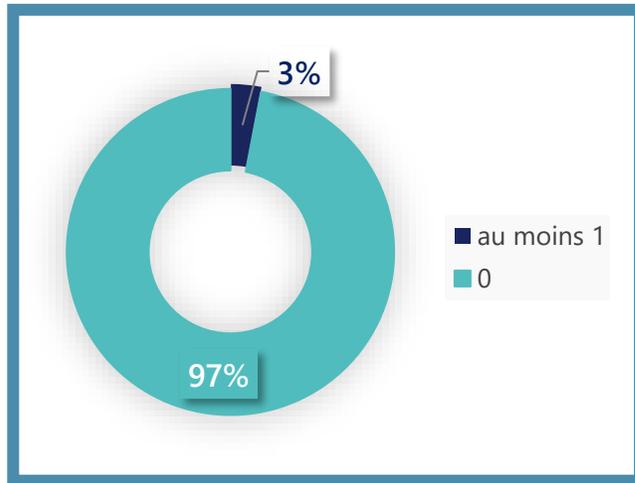
Analyser les données



03



Analyser les données



Quelle conséquence possible ?

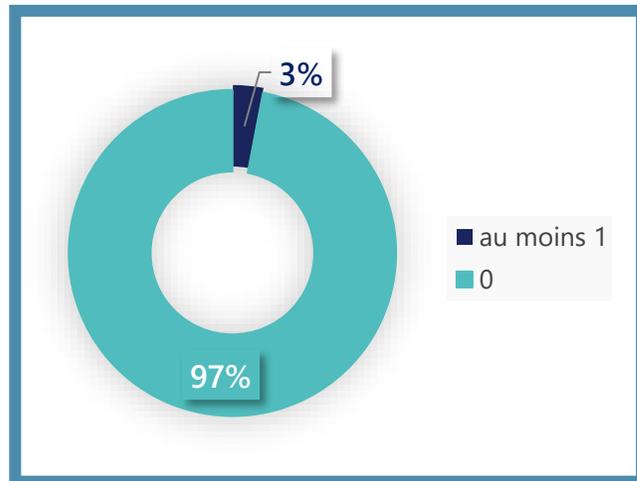
Une prédiction systématique de l'absence de grêle !

Inadapté

03



Analyser les données



Quelle conséquence possible ?

Une prédiction systématique de l'absence de grêle !

Inadapté

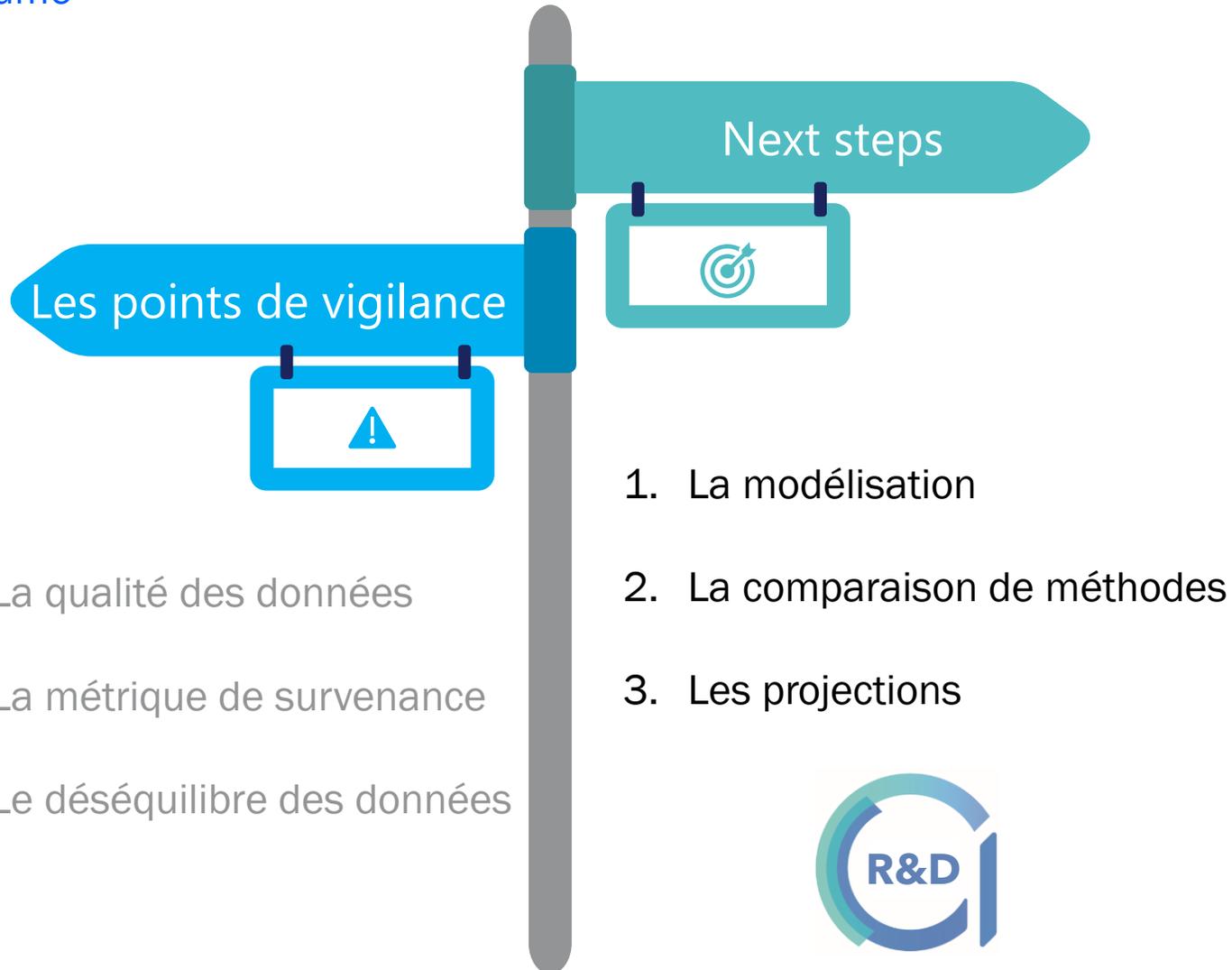
Quelles solutions possibles ? Ajuster...

- ✓ les données
- ✓ la métrique de performance du modèle
- ✓ les hypothèses paramétriques du modèle

En résumé



En résumé



Événement Addactis Climate talk
Début octobre

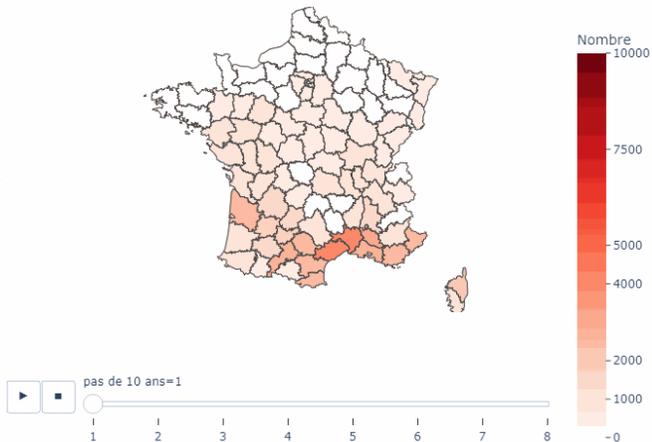


Zoom sur les modélisations et
projections **Tempête et Grêle**

Projection des indicateurs climatiques à horizon 2100

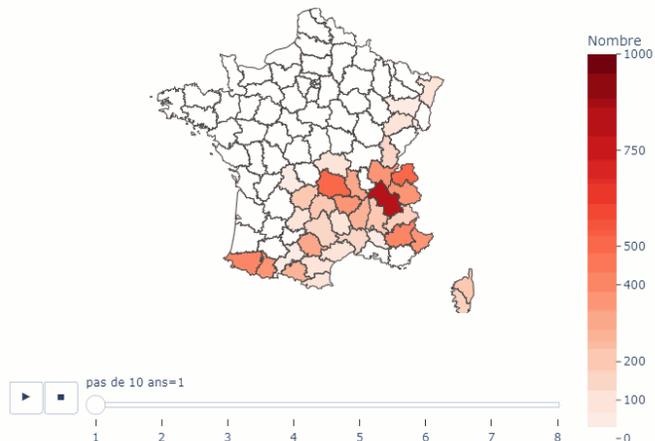
Température

RCP 4.5 : Denombrement des jours de forte chaleur par 10 ans



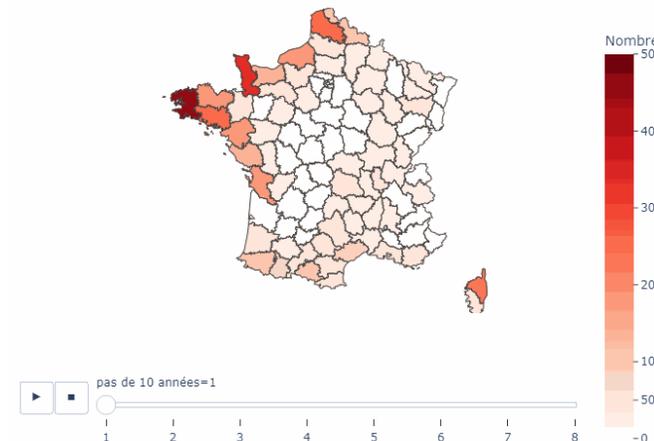
Courant ascendant

RCP 4.5 : Denombrement des pics de courant ascendant à 1500 m par 10 ans

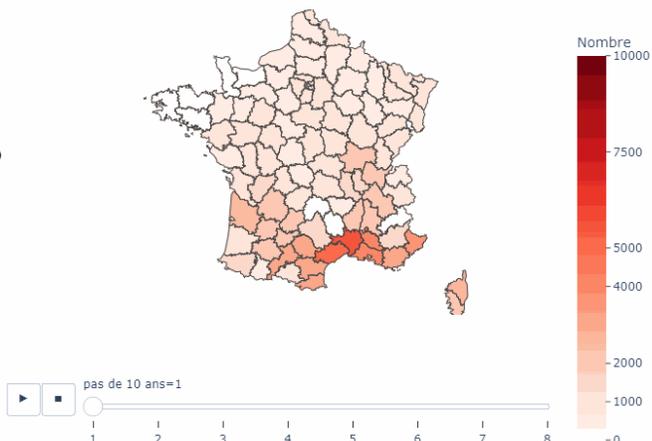


Rafale

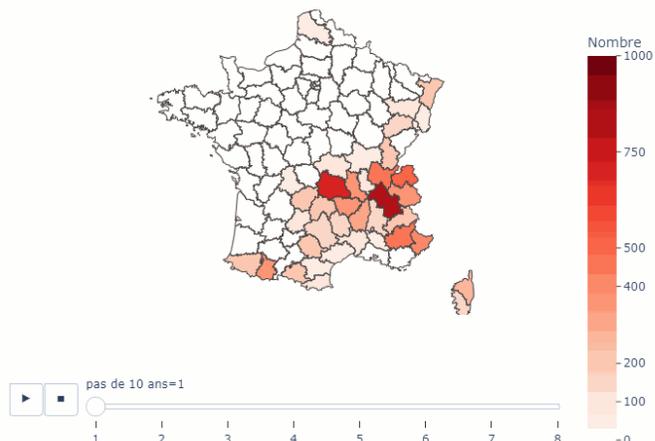
RCP 4.5 : Denombrement des pics de rafale par 10 ans



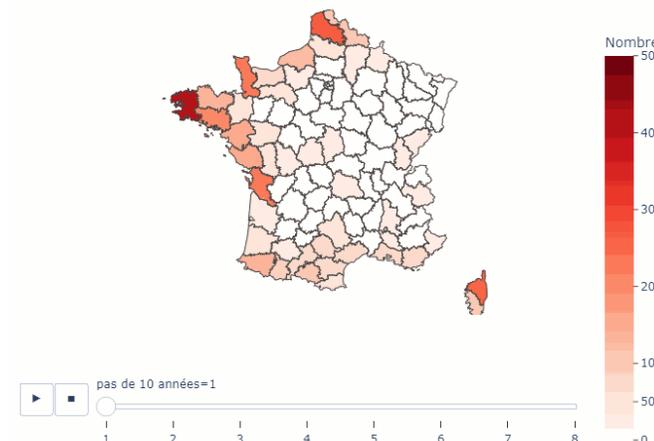
RCP 8.5 : Denombrement des jours de forte chaleur par 10 ans



RCP 8.5 : Denombrement des pics de courant ascendant à 1500 m par 10 ans



RCP 8.5 : Denombrement des pics de rafale par 10 ans



1. Evaluation du risque de souscription

2. Pilotage du risque de grêle

3. Projection de la sinistralité en ORSA

Les data et la R&D

- Accès aux données
- La finesse de la donnée est primordiale!

Difficulté de modélisation

- Intensité imprévisible
- Frappe de manière brutale
- Très localisée
- Dure peu de temps



Changement climatique

Risque important d'aggravation du phénomène

Climada

Un outil plébiscité par l'EIOPA

