

MAÎTRISER LES *INCERTITUDES* DANS UN MONDE EN BOULEVERSEMENT



Florence PICARD, Maud THOMAS, Nicolas MARESCAUX

23 mars, 14h30-15h15

DANS UN MONDE EN BOULEVERSEMENT...

HAVE BACKUP PLANS FOR FORSEEABLE CALAMITIES (KNOWN UNKNOWNs)

Domestic Terrorism



Climate Catastrophe



Disease Outbreak



Rogue Provocations



Border Crisis



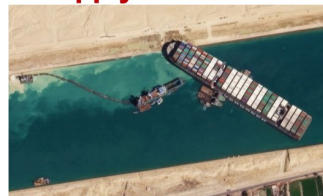
System Crash



War



Supply Chain Fail



Infrastructure Hack



COMMENT MAÎTRISER LES **INCERTITUDES** ?

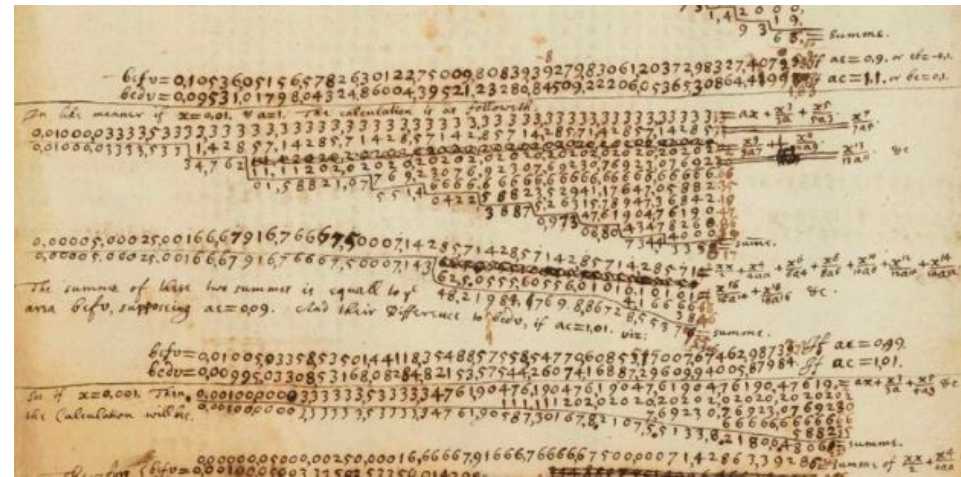
1) Réflexion sur le besoin de protection

- Assurances « tout sauf » versus assurance « paramétrique »
- Ou protection par l'Etat ?



2) Capacité d'assurance et de réassurance ? Assurabilité ? Quel marché en univers incertain ?

- Mutualisation ou résilience individuelle ?
- Calculer l'avenir ou s'adapter au jour le jour ?
- Comment anticiper l'évolution du métier d'actuaire ?
- Compétences à développer ?
- Quelles méthodes ?
- Cas pratiques ?
- Pourquoi financer la recherche ?



MÉTHODES IDENTIFIÉES

Généralisation de modèles type GLM, GAM, Lee-Carter

- Ajout de variables

Statistique bayésienne

- Crédibilité bayésienne
- Permet de prendre en compte les avis d'experts

Méthodes utilisées dans d'autres disciplines : géographes, épidémiologistes, écologistes...

Statistique des valeurs extrêmes

- Permet de faire de l'extrapolation au-delà du support de l'échantillon
- Événements plus extrêmes que ceux observés jusqu'à aujourd'hui

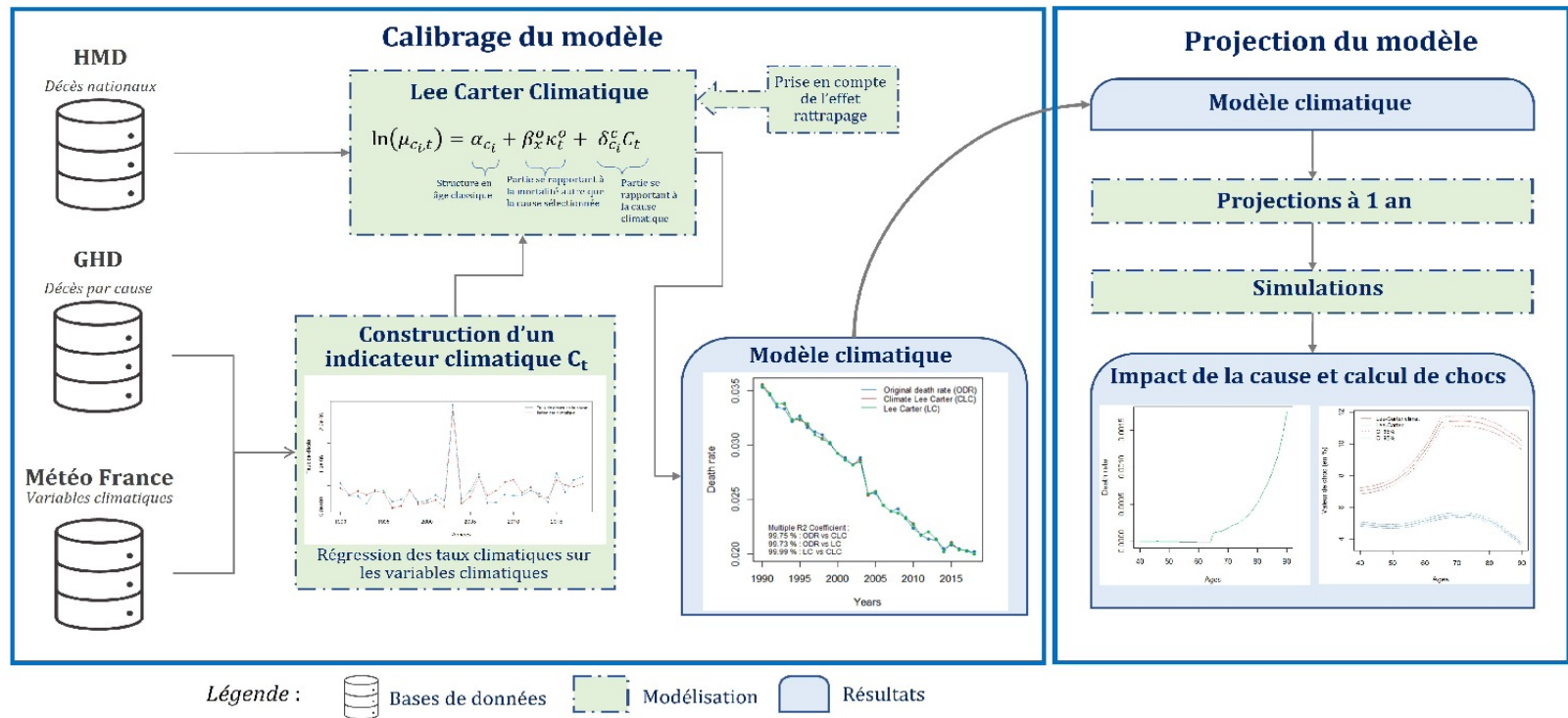
Modèles pour données multi-sources : graphes probabilistes avec var. cachées

Méthodes par scénarios

IMPACT DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LA MORTALITÉ

Boumezoued et al. (2022) Modelling the impact of climate risks on mortality

Mémoire de V. Germain (2022) Prise en compte du changement climatique dans la modélisation des risques biométriques et financiers



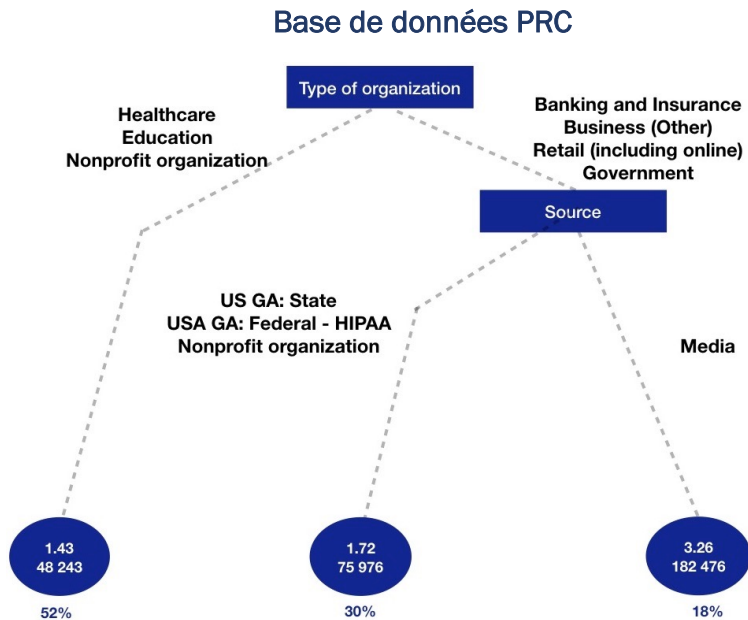
Source : Mémoire de V. Germain (2022)

CLASSIFICATION DE COMPORTEMENT EXTRÊMES ET ASSURABILITÉ

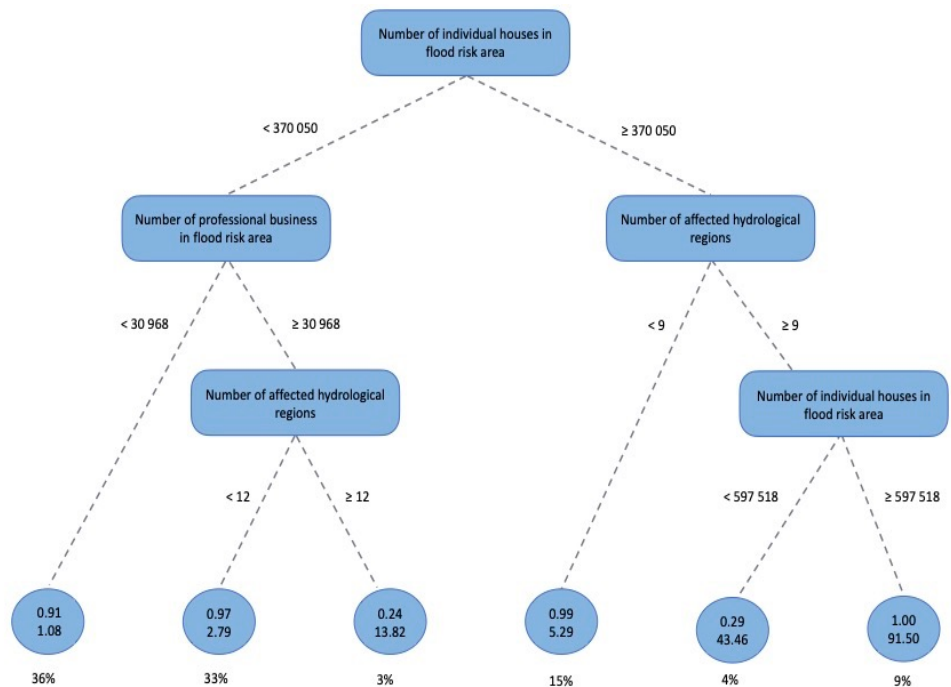
Farkas et al. (2021) Cyber claim analysis through Generalized Pareto Regression Trees with applications to insurance pricing and reserving

Farkas et al. (2022) Generalized Pareto regression trees for extreme event analysis

Analyse du volume de la fuite de données



Analyse du coût d'un événement inondation sur le marché français



MODÈLES ÉPIDÉMIOLOGIQUES ET ECOLOGIQUES POUR LE CYBER (1)

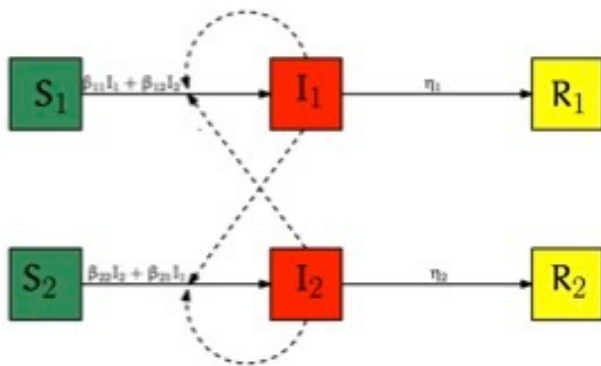
Hillairet, C., Lopez, O. (2021) Propagation of cyber incidents in an insurance portfolio: counting processes combined with compartmental epidemiological models

Hillairet, C., Lopez, O., d'Oultremont, L., Spoorenberg, B. (2022) Cyber contagion: impact of the network structure on the losses of an insurance portfolio

- T = date d'infection de l'assuré par l'attaque informatique
- Définition par le risque instantané

$$\lambda_T(t) = \lim_{dt \rightarrow 0} \frac{\mathbb{P}(T \in [t, t + dt] | T \geq t)}{dt}$$

- Modèle épidémiologique de type multi-SIR



$$B = (\beta_{k,j})_{1 \leq k, j \leq d}$$

	Mining	Manufacturing	Energy	Construction	Services	Total
Mining	0,0634	0,2927	0,0449	0,1427	0,1255	0,6692
Manufacturing	0,0063	0,0527	0,0027	0,0108	0,0351	0,1076
Energy	0,0135	0,0370	0,0571	0,0150	0,0452	0,1679
Construction	0,0019	0,0068	0,0007	0,0141	0,0091	0,0326
Services	0,0003	0,0042	0,0004	0,0017	0,0161	0,0227
Total	0,0855	0,3934	0,1057	0,1844	0,2309	1

Avertissement : cette matrice n'a qu'un but d'illustration.

MODÈLES ÉPIDÉMIOLOGIQUES ET ECOLOGIQUES POUR LE CYBER (2)

Hillairet, C., Lopez, O. (2021) Propagation of cyber incidents in an insurance portfolio: counting processes combined with compartmental epidemiological models

Hillairet, C., Lopez, O., d'Oultremont, L., Spoorenberg, B. (2022) Cyber contagion: impact of the network structure on the losses of an insurance portfolio

- L'estimation de la matrice B peut être identifiée via l'estimation d'un graphe évalué.
- Exemple de stratégie : inspiré des méthodologies utilisées en écologie, Chiquet, et al. (2022).
- Dans cet article, les auteurs étudient l'abondance des espèces dans différentes zones.
- Analogie : lorsque la catégorie est fortement touchée par les cyberattaques, est-ce également le cas pour la catégorie ?
- Lien avec l'analyse de corrélation mais adapté aux données de comptage

MODÈLES ÉPIDÉMIOLOGIQUES ET ECOLOGIQUES POUR LE CYBER (3)

Hillairet, C., Lopez, O. (2021) Propagation of cyber incidents in an insurance portfolio: counting processes combined with compartmental epidemiological models

Hillairet, C., Lopez, O., d'Oultremont, L., Spoorenberg, B. (2022) Cyber contagion: impact of the network structure on the losses of an insurance portfolio

- Soit N_{ij} le nombre de sinistres de la catégorie j pour la période i .
- Introduisons un vecteur aléatoire caché $Z_i=(Z_{i1}, \dots, Z_{id})$
- Supposons que :
 - $N_{ij} \mid Z_i = z$ est distribuée selon une loi de Poisson avec une moyenne de $\exp(\mu_{ij}+z_j)$
 - $Z_i \sim N(0, f(B))$
- Reste à estimer B .
- Question : Quel est le lien entre ce modèle et le modèle épidémiologique précédent ?

MODÈLES ÉPIDÉMIOLOGIQUES ET ECOLOGIQUES POUR LE CYBER (4)

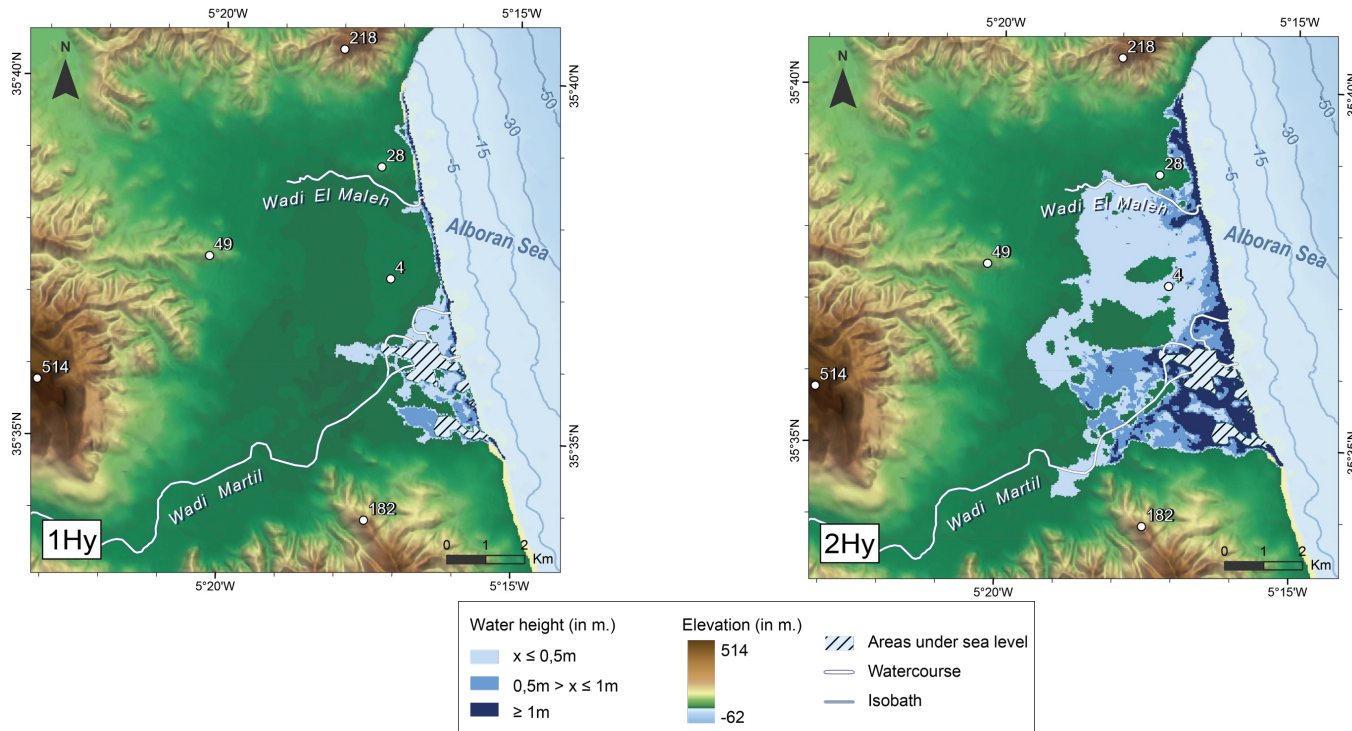
Hillairet, C., Lopez, O. (2021) Propagation of cyber incidents in an insurance portfolio: counting processes combined with compartmental epidemiological models

Hillairet, C., Lopez, O., d'Oultremont, L., Spoorenberg, B. (2022) Cyber contagion: impact of the network structure on the losses of an insurance portfolio

- Considérons le modèle épidémiologique précédent
- Hypothèse 1 : la matrice de connexion B est **symétrique**
- Hypothèse 2 : les connexions implicites entre catégories d'assurés sont les mêmes en situation de "bas régime " qu'en phase épidémique
- Ensuite, on suppose que le nombre de sinistres est produit par :
 - des attaques qui frappent indépendamment chaque secteur
 - de petites cyber-épidémies utilisant le même schéma de contagion
- Alors, le modèle Poisson Log-Normal peut être vu comme une approximation du modèle de contagion précédent, et on peut retrouver, en utilisant l'inférence dans le cadre PLN.
- Pour aller plus loin,
 - Mettre un a priori sur la structure de la matrice B
 - Envisager des scénarios de cyberattaques

EVALUATION DU RISQUE INONDATION TSUNAMI PAR SCENARIO

Basquin et al (2023+) Evaluation of tsunami inundation in the plain of Martil (Northern Morocco): comparison of three inundation methods



Maps of the inundation results retrieved from testing two scenario of tsunamis (1 = 0,92 km³ of sediment displaced SMF, 2 = 3,8 km³ of sediment displaced SMF) - Hydrodynamical method

CONSÉQUENCES DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LA POLLUTION DE L'AIR ET IMPACT EN ASSURANCE DE PERSONNES

Yannick Drif, Benjamin Roche et Pierre Valade. (2021) - Conséquences du changement climatique sur la pollution de l'air et impact en assurance de personnes

- Rapport de synthèse qui fournit une étude approfondie pour comprendre la variabilité de la qualité de l'air en fonction des changements climatiques et des émissions
- Scénario climatique RCP (Representative Concentrative Pathway) 8.5
- Évaluation qualitative de la variation des principaux polluants
- Quand cela est possible, quantification de l'impact dans les agglomérations urbaines
- Contient notamment un grand nombre de références traitant du sujet
- Modélisation de l'impact sanitaire, notamment l'impact additif sur les décès, les frais de soin et les arrêts de travail à une granularité globale et une granularité fine.

REJOIGNEZ-NOUS

Les problématiques dans les mémoires reflètent projets concrets

Variété des méthodes utilisées et idées (eg parole des experts)

Prochaine séance **le 29 mars**

- Pierre V : 2^{ème} travail sur les maladies infectieuses transmises par les moustiques
- Cyril B : "Hands-on Tutorial on a Modeling Framework for Projections of Climate Change Impacts on Health"

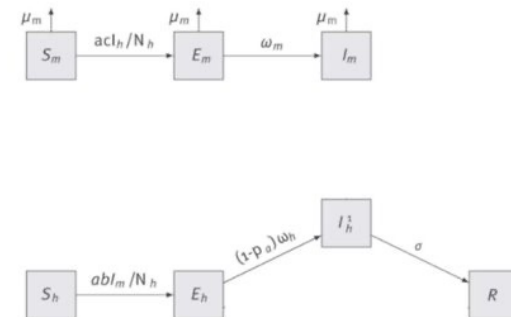


Figure 2. Modèle mathématique de transmission d'une arbovirose utilisé au sein de ce rapport. Source : (Sochacki et al. 2016)

FINANCEZ LA RECHERCHE, UTILE AU BUSINESS & A LA SOCIETE