



Les indices actuariels climatiques ; comparaisons Amérique du Nord - Europe


José Garrido

Concordia University, Montréal, Canada

Web Coffee, Chaire DIALog

28 septembre, 2023

Collaborateurs: Espagne - N. Zhou, J.-L. Vilar, A. Heras
Chaire DIALog - M. Hyvernaud, E. Mauboussin, X. Mihaud, A. Olympio



Sommaire

- 1. Indices actuariels climatiques Nord Américain et Australien**
- 2. Indice ibérique – comparaisons**
- 3. Indice français – premiers résultats**

Introduction

- L'indice actuariel climatique™ (IAC) est lié aux risques climatiques, un peu comme l'indice des prix à la consommation (IPC), qui suit les variations du prix d'un panier de biens et services dans le temps.
- Les actuaires mesurent et gèrent différents types de risques. L'IAC mesure le risque climatique sur la base d'un **panier d'évènements climatiques extrêmes et des variations du niveau de la mer.**
- Une hausse de l'indice indique un accroissement dans le nombre d'évènements climatiques extrêmes.

L'IAC; qu'est-ce que c'est? – qu'est-ce que ce n'est pas?

- L'IAC n'explique pas les causes du changement climatique, et il ne prédit pas les changements futurs. Il est basé sur des données historiques réelles, depuis 1961, de sources fiables ; par exemple le National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) aux É.-U..
- Il procure une **évaluation neutre et objective**, dans un contexte analytique, afin d'étudier les différents impacts des changements climatiques récents, sur les risques et la hausse des températures.
- Il **mesure les événements climatiques extrêmes**, plutôt que leur moyenne; parce que les extrêmes ont un plus grand impact sur les assurés et leurs biens.

Que peut on apprendre de l'IAC?

- Le climat se définit sur de très longues périodes, pour pouvoir prendre en compte le changement dans les fluctuations à court terme, mais **dans les années récentes, ces fluctuations sont plus souvent au-dessus qu'en dessous de la moyenne.**
- La méthodologie de l'ICA se base sur une **période de référence de 30 ans, de 1961 à 1990.** Sur cette période, la valeur moyenne de l'indice est calibrée à zéro. Les valeurs **mensuelles** ou **saisonnnières** (saisons météorologiques) donnent une mesure quantitative des variations du risque climatique, que ce soit pour l'IAC lui-même ou pour chacune de ses 6 composantes.

Que peut on apprendre de l'IAC?

- La **moyenne mobile sur 5 ans**, qui lisse les fluctuations mensuelles et saisonnières, **croit constamment depuis 1990**.
- Nous pouvons observer les effets multiples des risques climatiques; leurs variations **par région, composante et/ou saisons**, permettant des comparaisons et des **micro-analyses** informatives.

1. IAC Nord-Américain et IACA Australien

1.1 L'historique de l'IAC

Avril 2019, version 1.0 de l'IAC, version actuelle 1.1 :

- <https://actuariesclimateindex.org/home-fr/>
- L'IAC est un outil pédagogique pour aider à informer les actuaires, les preneurs de décisions et le public en général, sur les tendances du climat et les conséquences potentielles du changement climatique aux É.-U. et au Canada.
- Une mesure objective des variations observées dans les événements météorologiques extrêmes et les niveaux de la mer.
- Un outil pour suivre les tendances climatiques, mis-à-jour chaque **3 mois**.

1.2 Les composantes de l'IAC Nord-Américain

Sponsors: American Academy of Actuaries (AAA), Canadian Institute of Actuaries (CIA), Casualty Actuarial Society (CAS) et Society of Actuaries (SOA)

Les 6 composantes de l'IAC :

1. Fréquence des extrêmes – températures maximales
2. Fréquence des extrêmes – températures minimales
3. Sévérité maximale de pluies abondantes
4. Sècheresses: période record de jours consécutifs sans pluie (12 mois précédents)
5. Fréquence de vents violents
6. Changements dans les niveaux de la mer

Le calcul de l'IAC – Températures

$$IAC = \text{moyenne} (T90_{std} - T10_{std} + P_{std} + D_{std} + W_{std} + S_{std})$$

Températures :

Changement dans la fréquence des températures maximales > 90^{ème} percentile (T90)  positif

et la fréquence des températures minimales < 10^{ème} percentile (T10)  négatif

en comparaison à la période de référence 1961-1990 (i.e. anomalies standardisées, comme un Z-score).

Le calcul de l'IAC – Précipitations

$$ICA = \text{moyenne} (T90_{std} - T10_{std} + P_{std} + D_{std} + W_{std} + S_{std})$$

Précipitations :

Accumulation maximale de pluie sur 5 jours consécutifs (P) en un mois
➡ mesure le risque d'inondations

et (D) nombre maximum de jours consécutifs avec des précipitations < 1 mm sur un an ➡ mesure le risque de sécheresse.

Le calcul de l'IAC – Vents et niveaux de la mer

$$ICA = \text{moyenne} (T90_{std} - T10_{std} + P_{std} + D_{std} + W_{std} + S_{std})$$

Vents :

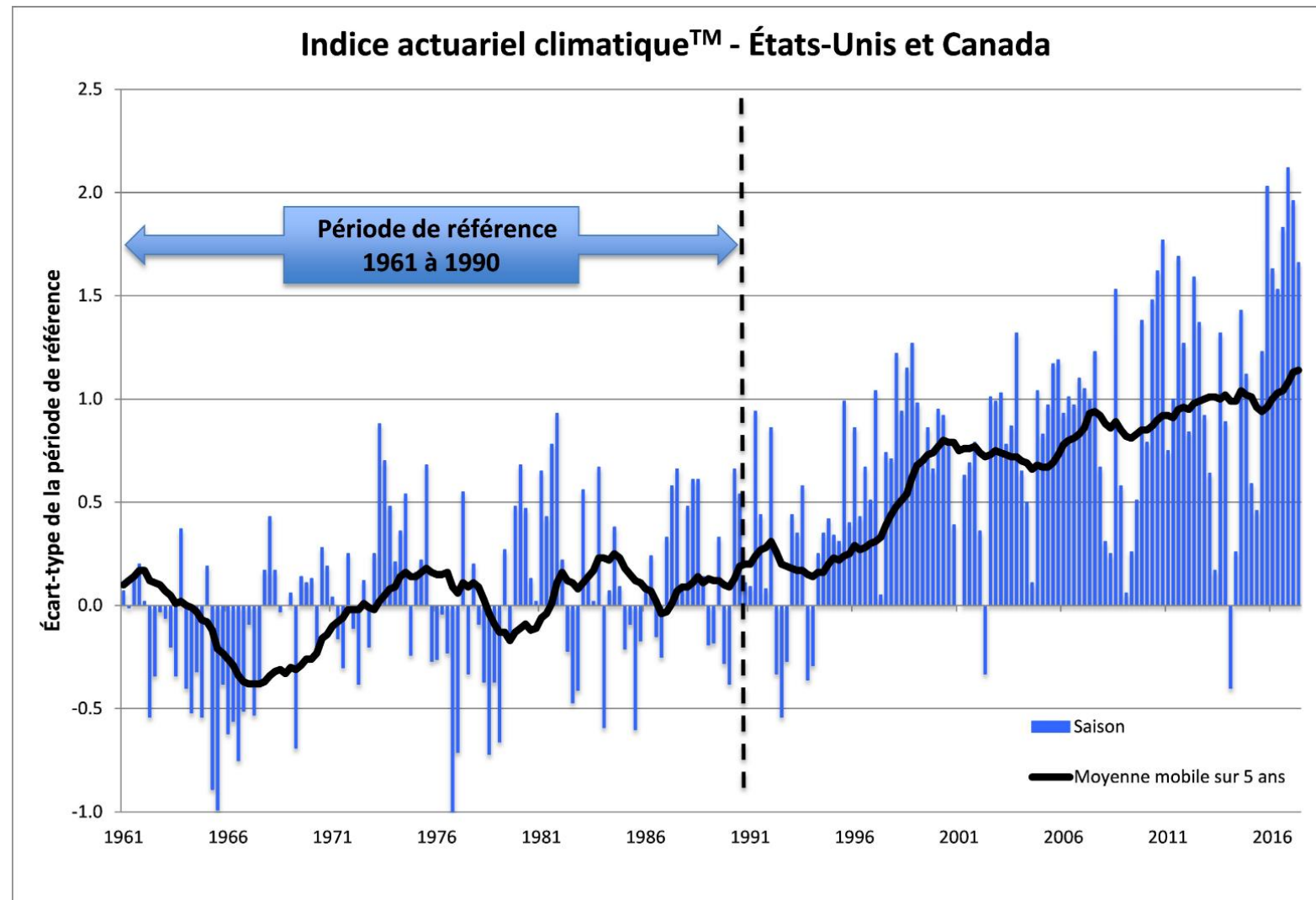
Mesures quotidiennes de la vitesse du vent, converties en puissance (W), proportionnelle au cube de la vitesse du vent.

Fréquence de moyennes quotidiennes > 90^{ème} percentile de la **puissance mensuelle du vent**, ou saisonnière, moins celle de la période de référence.

Niveaux de la mer :

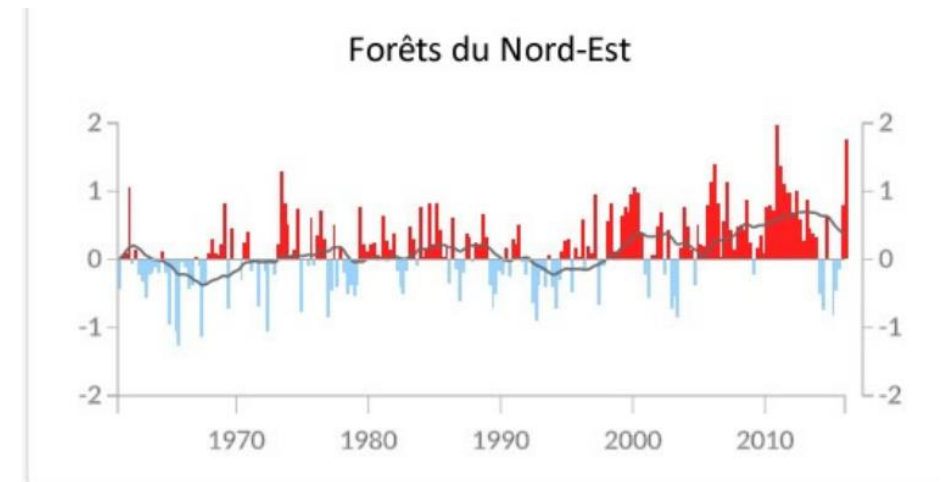
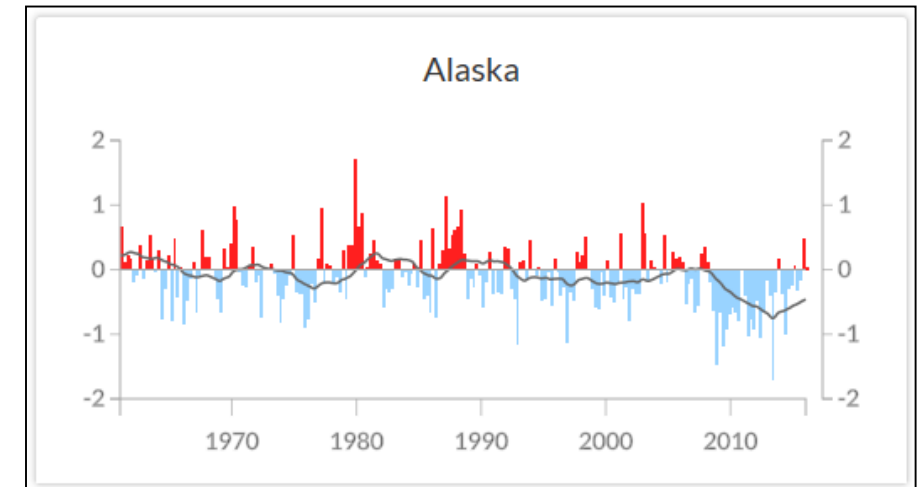
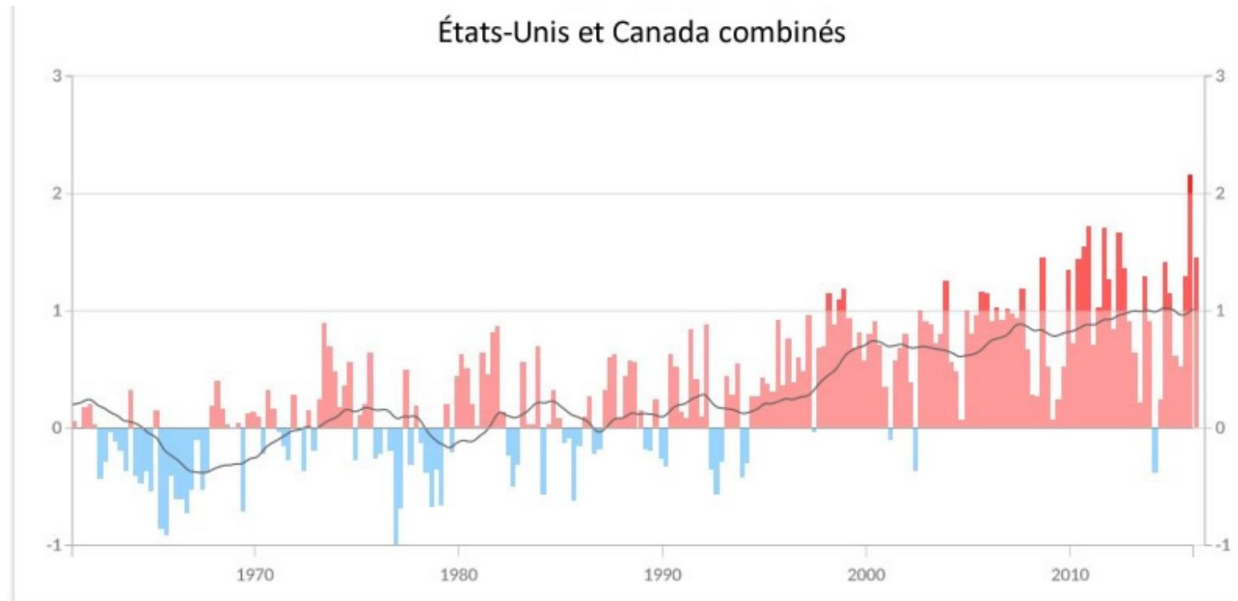
Mesures mensuelles (S), marégraphes de stations côtières permanentes au Canada et aux É.-U., relatives au fond marin  mesure l'effet combiné sur les côtes des **mers montantes** et **des mouvements terrestres**.

Valeurs de l'ACI comparés à la période de référence



Source: <https://actuariesclimateindex.org/explorez/>

Exemples d'écrans pour le Canada et les É.-U. – IAC de certaines régions



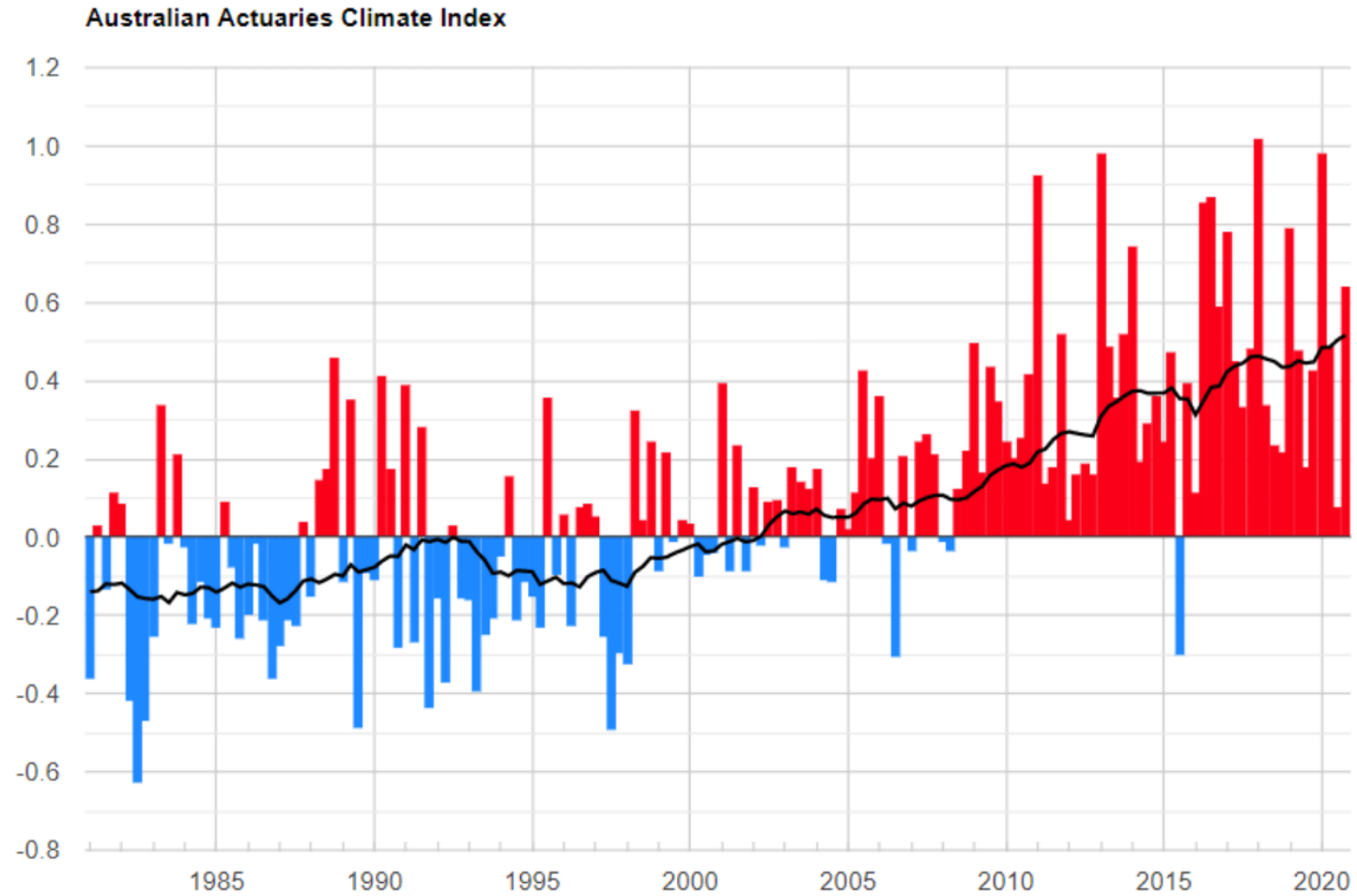
Notez que l'IAC pour les É.-U. et le Canada n'équivaut pas à une moyenne pondérée de l'IAC des deux pays. Les écarts-types sont calculés sur la totalité des données disponibles pour le lieu choisi. L'ensemble de données pour les É.-U. et le Canada combinés étant plus important que celui des É.-U. ou du Canada séparément, il produit des écarts-types plus faibles. Même remarque pour d'autres groupes de régions. Un plus faible diviseur produit des anomalies standardisées plus élevées. De même, la valeur pour le Canada ou pour les É.-U. n'équivaut pas à la moyenne pondérée des valeurs de leurs régions.

1.3 Le calcul de l'IACA Australien

Novembre 2018 : sponsor, le **Actuaries Institute Australia**

- <https://www.actuaries.asn.au/microsites/climate-index/>
- **AACI = moyenne ($T_{std} + P_{std} + S_{std}$) :**
 - T_{std} : Fréquence des températures maximales et minimales > 90^{ème} percentile (standardisées).
 - P_{std} : Fréquence de pluie sur 5 jours consécutifs > 99^{ème} percentile (standardisées).
 - S_{std} : Maximum mensuel du niveau de la mer (standardisé).
- Élimine $T10$ pour réduire le poids des variables température, et D puisqu'elle est fortement corrélée à P .
- Période de référence: 1981-2010

Valeurs de l'IAC Australien (IACA)



Source: <https://actuaries.asn.au/microsites/climate-index>

2. L'indice Ibérique – Espagne et Portugal

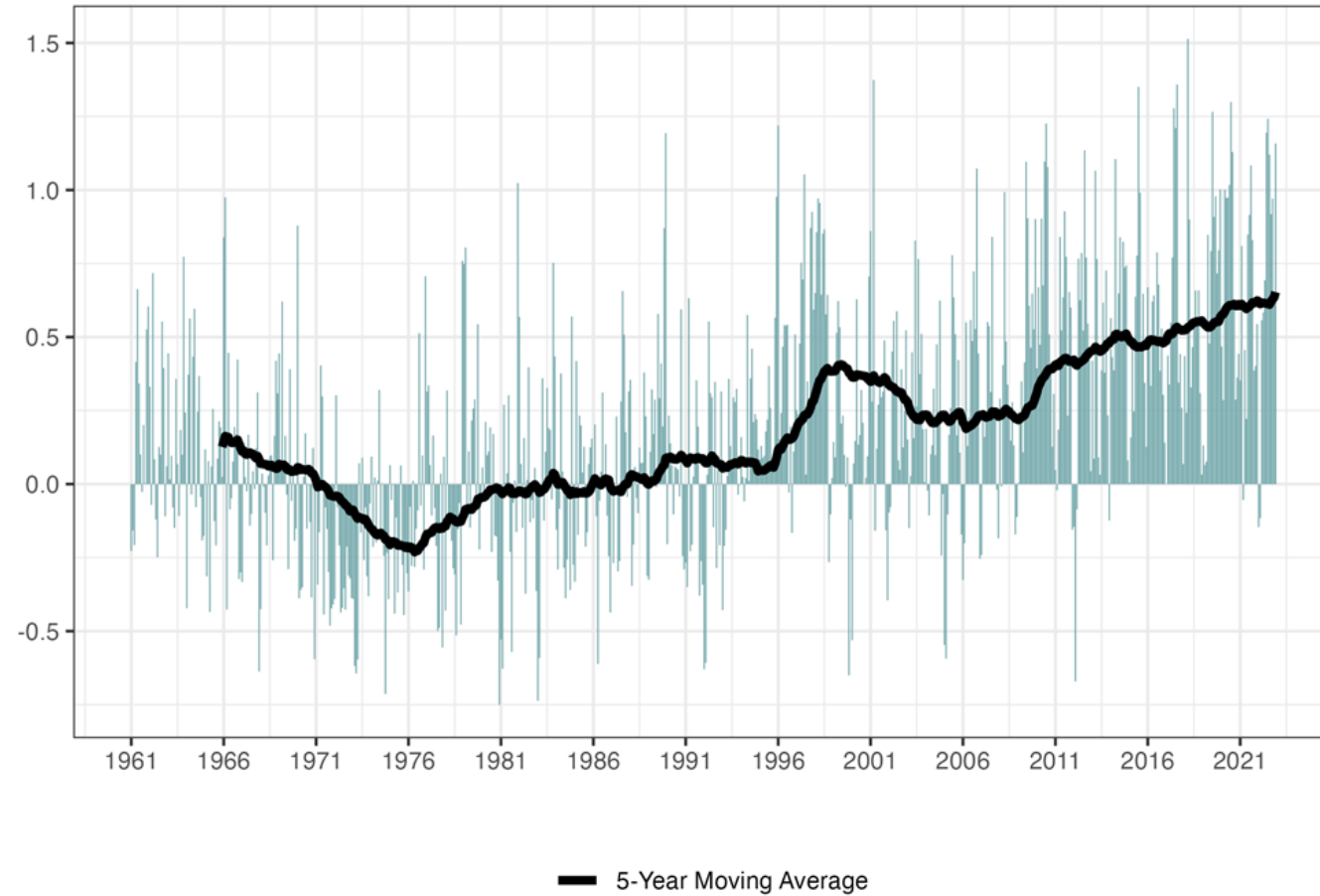
Calculé sur la même base méthodologique que l'IAC Nord-Américain mais avec des données climatiques de la Péninsule Ibérique, [Zhou, Vilar-Zanón, Garrido, Heras-Martinez \(2023, AIAE\)](#), compare les valeurs et les tendances de ce premier indice Européen à l'ICA Nord-Américain.

L'article sera publié dans le prochain numéro des *Anales* de l'Institut de Actuaires Espagnols et est disponible, dans l'intérim, à <http://dx.doi.org//10.13140/RG.2.2.10028.85129>.

Nous illustrons ici quelques uns des résultats obtenus afin de pouvoir les comparer ultérieurement à ceux de la France.

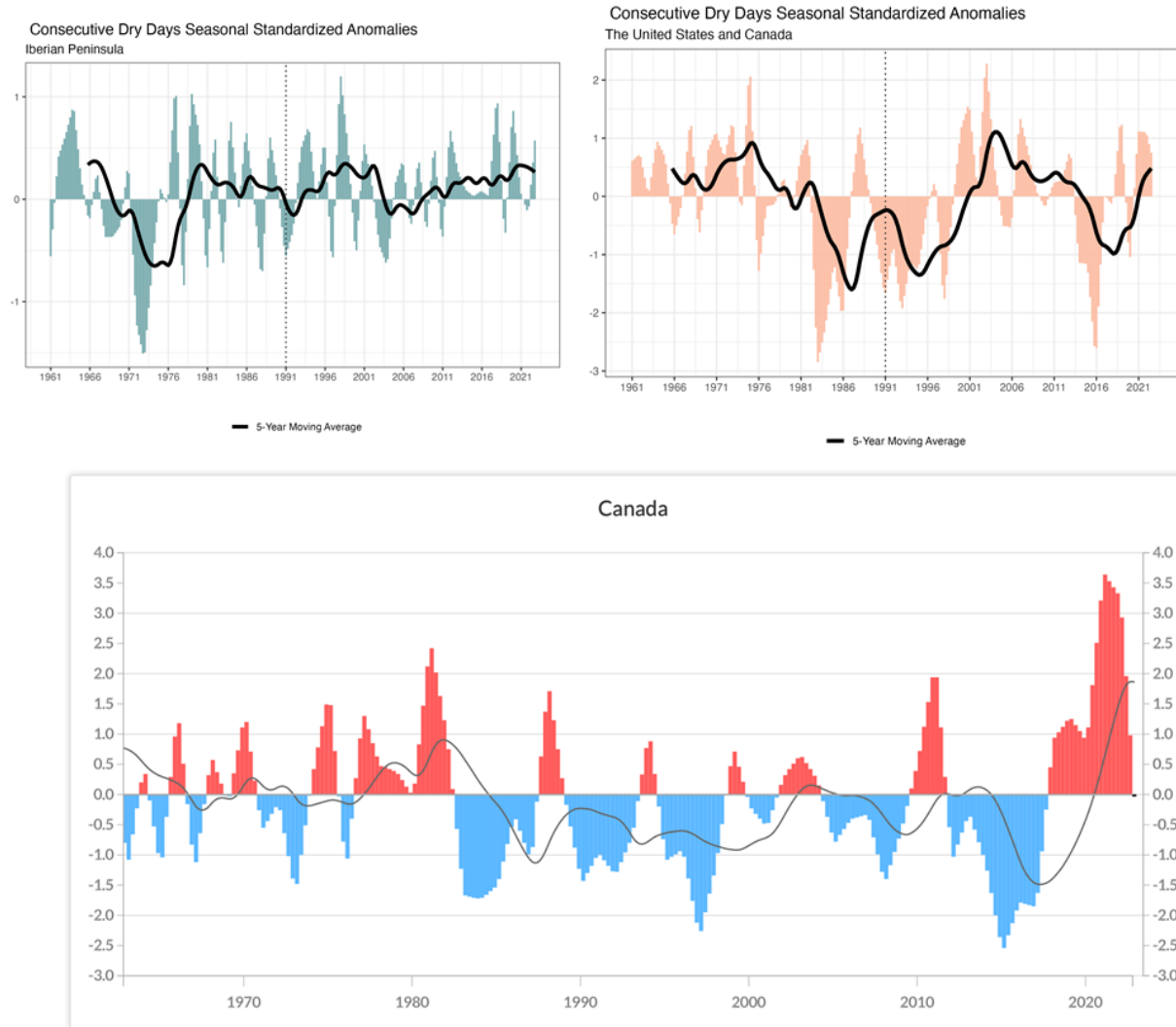
Valeurs de l'IAC Ibérique (IACI)

The Actuaries Climate Index
Iberian Peninsula



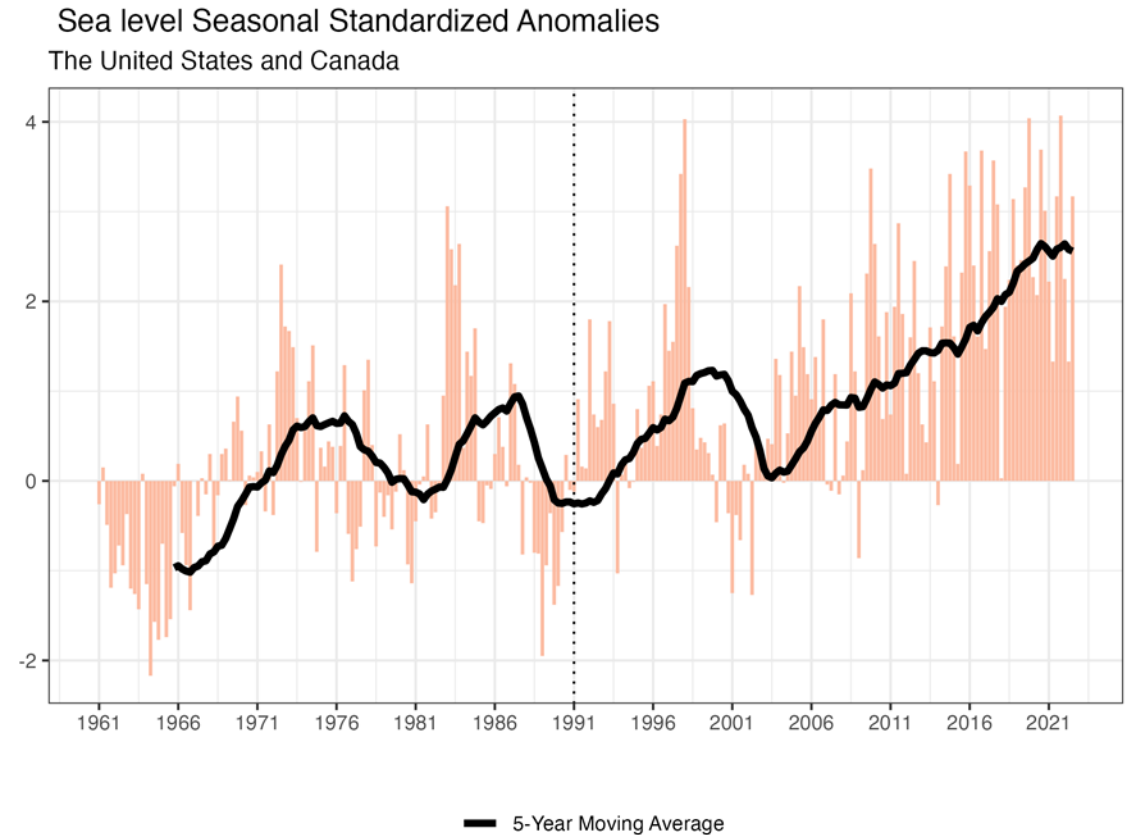
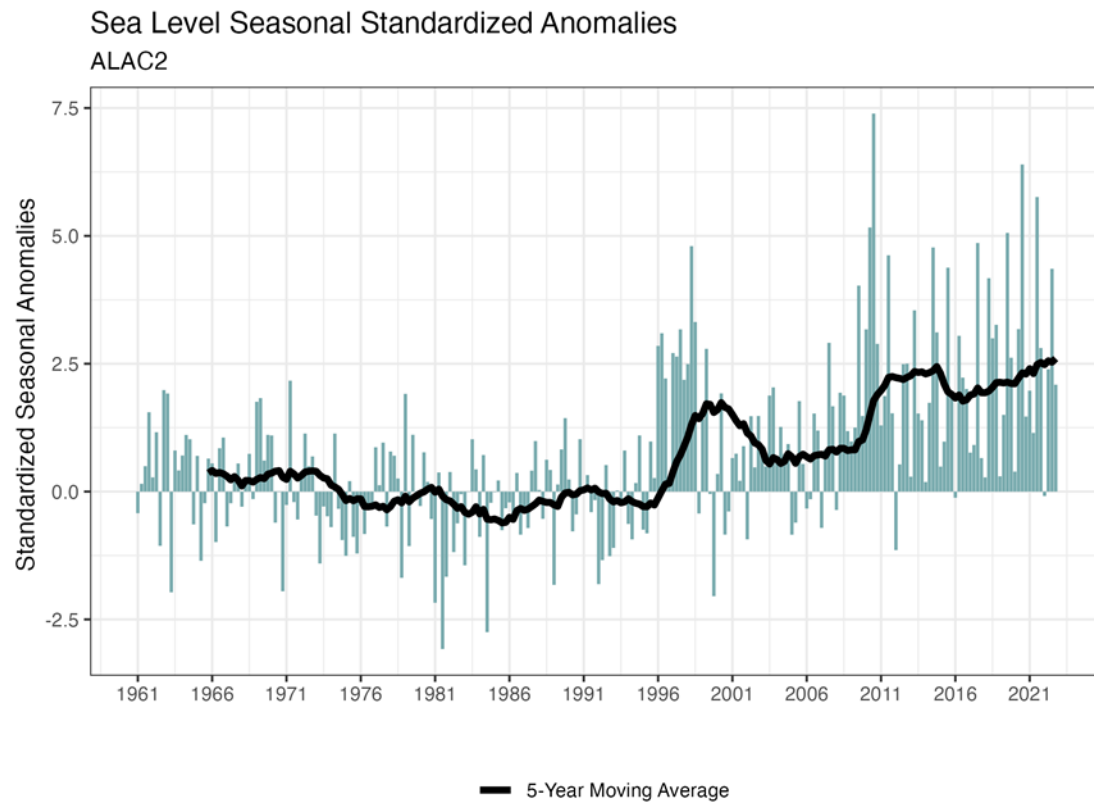
Source: Zhou, Vilar-Zanón, Garrido, Heras (2023, AIAE)

Composante sècheresse (IACI vs IAC)



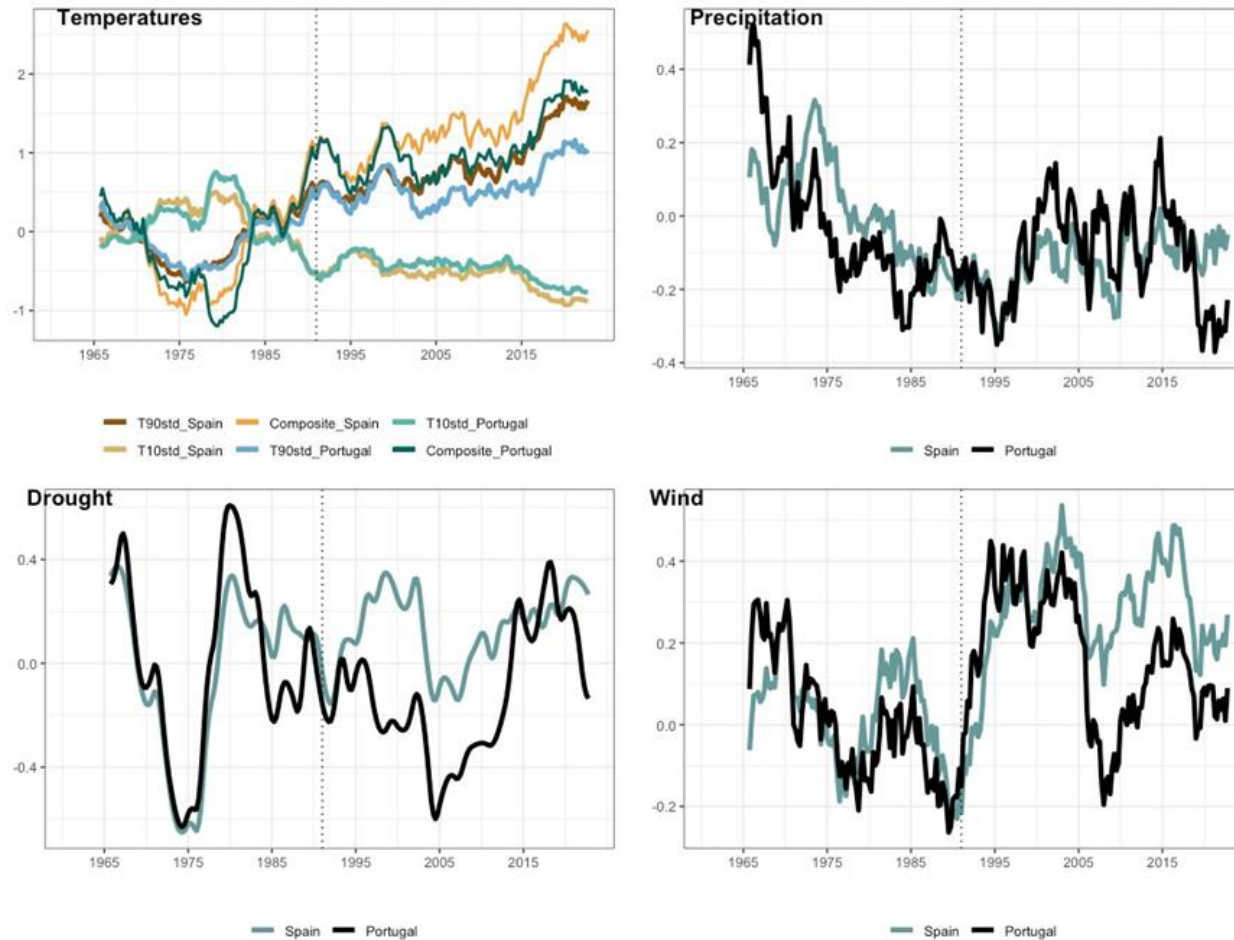
Source: Zhou, Vilar-Zanón, Garrido, Heras (2023, AIAE)

Composante niveau de la mer (IACI vs IAC)



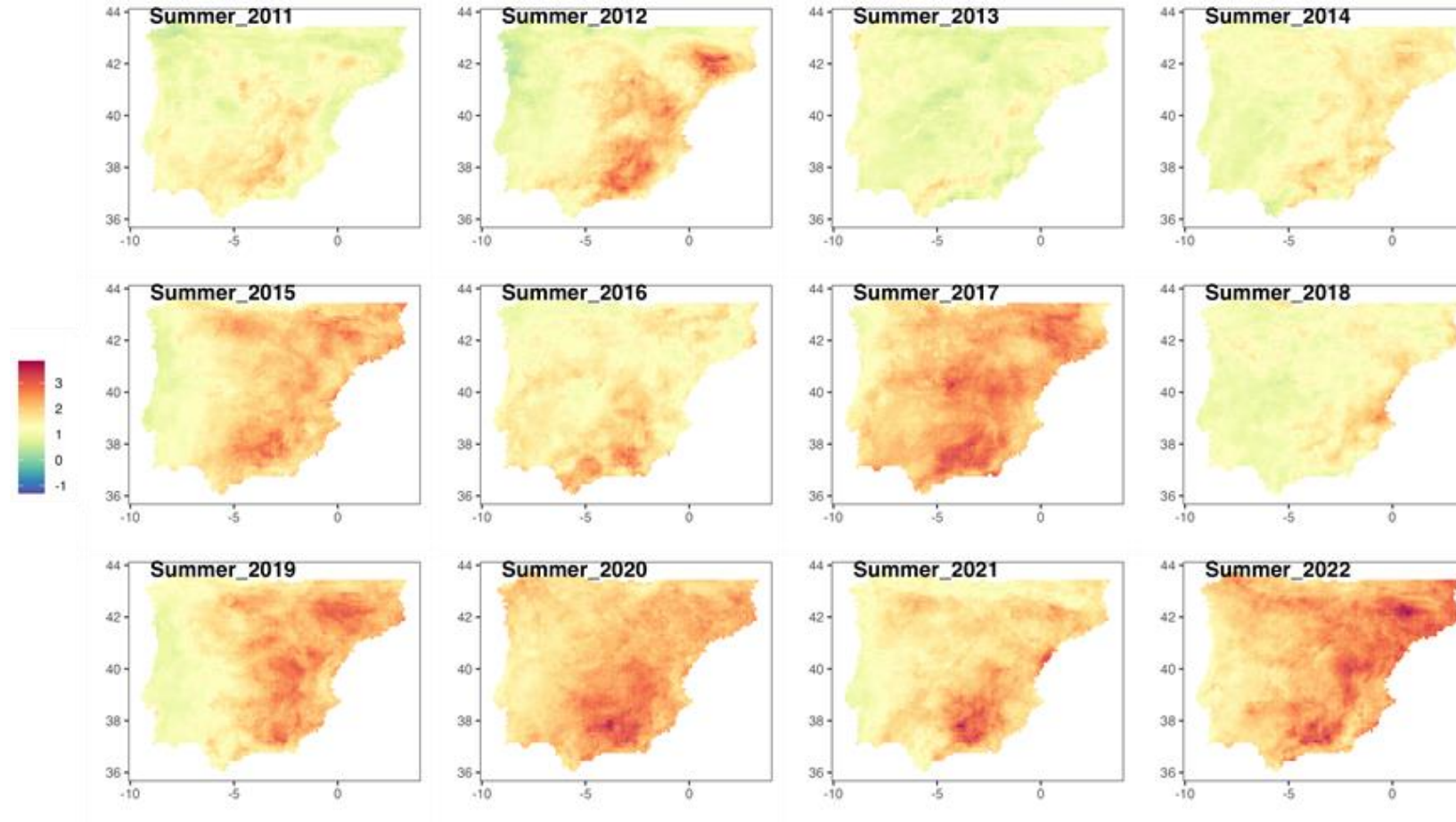
Source: Zhou, Vilar-Zanón, Garrido, Heras (2023, AIAE)

Comparaisons Espagne – Portugal



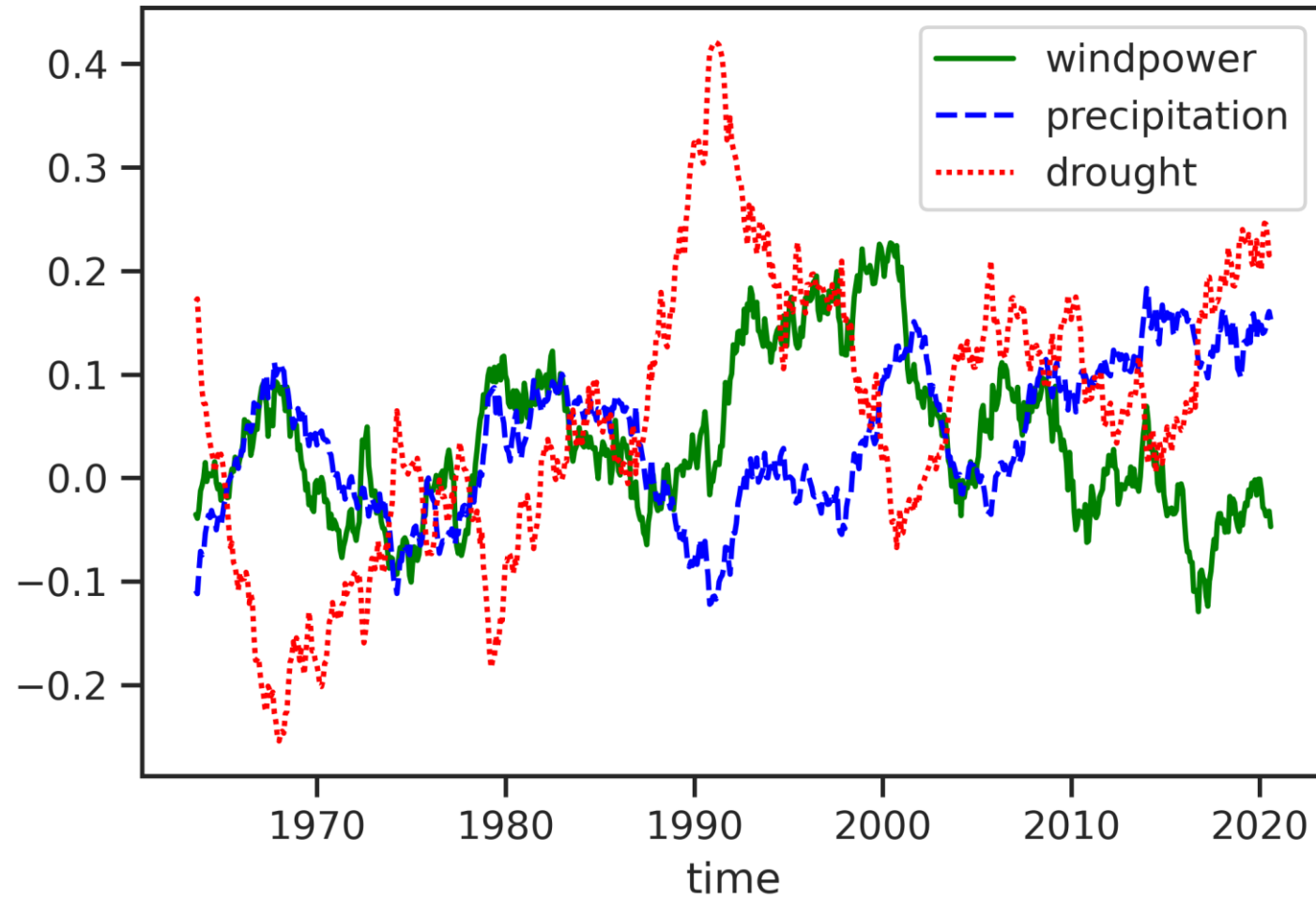
Source: Zhou, Vilar-Zanón, Garrido, Heras (2023, AIAE)

Comparaisons saisonnières

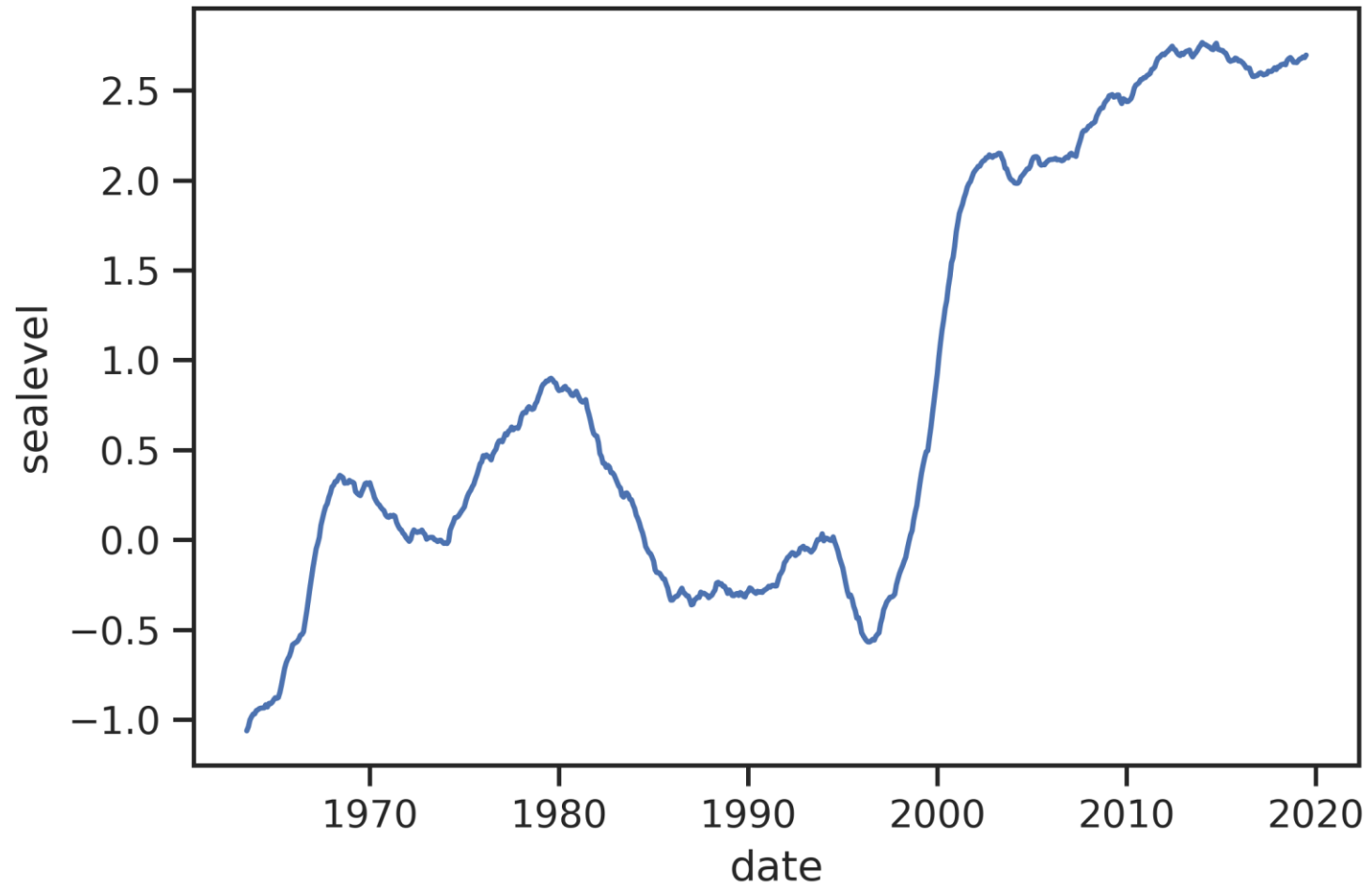


Source: Zhou, Vilar-Zanón, Garrido, Heras (2023, AIAE)

3. Indice français (IACF) : premiers résultats



Niveau de la mer



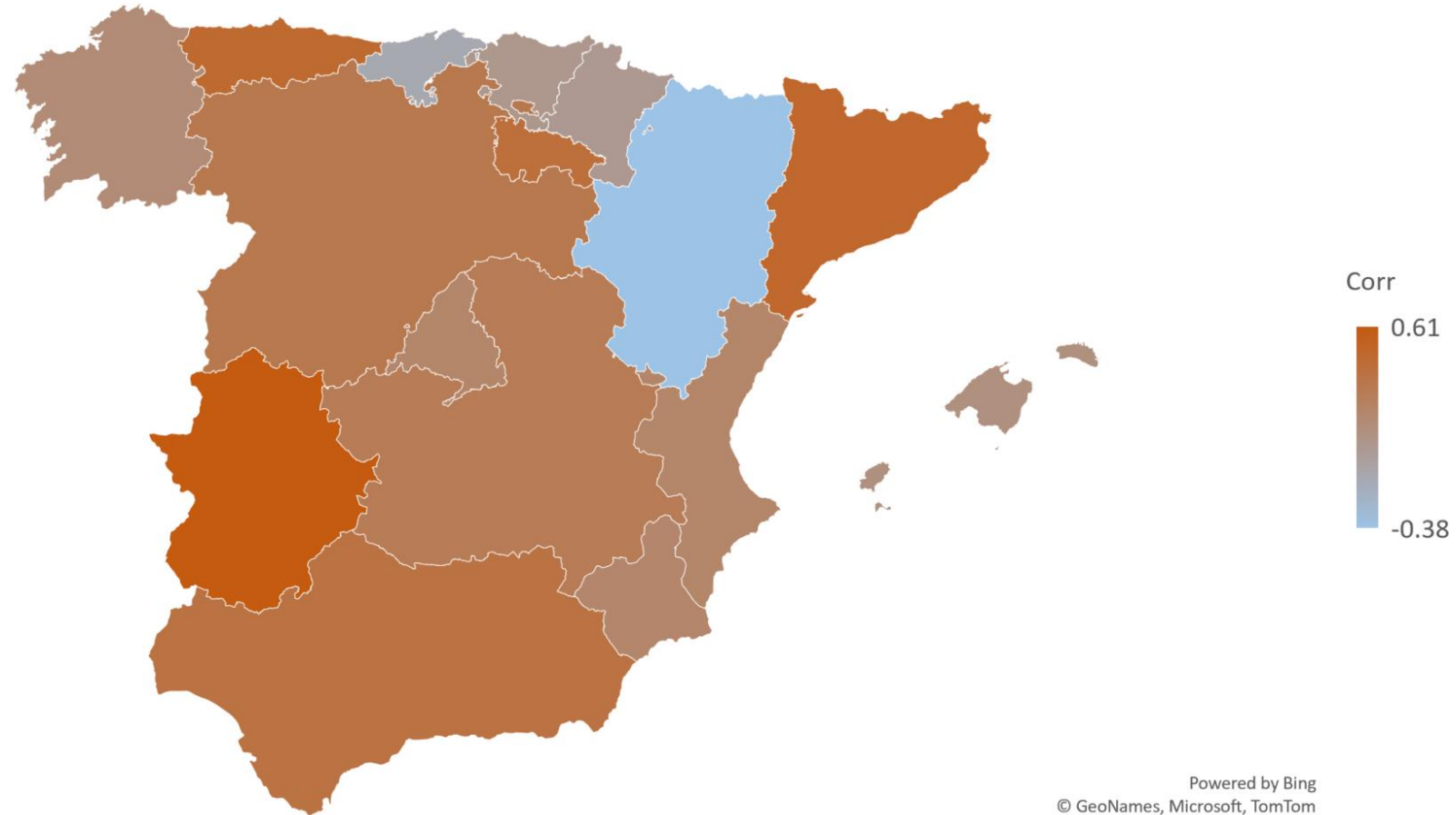
Conclusions

Conséquences pour la France :

- L'IAC peut être combiné à des scénarios climatiques pour prédire des valeurs futures.
- Les premières applications sont en assurances non-vie, assurances agricole, en réassurance ou aux assurances paramétriques.
- Notre projet se concentre en ce moment sur les effets du changement climatique sur la mortalité et morbidité humaine (Axe 3 – long terme).
- Malgré ces objectifs variés, nous prévoyons d'abord utiliser des indices climatiques et leurs composantes respectives pour nos mesures d'impact en assurances vie et santé.

Risque physique et mortalité: impact - températures en Espagne

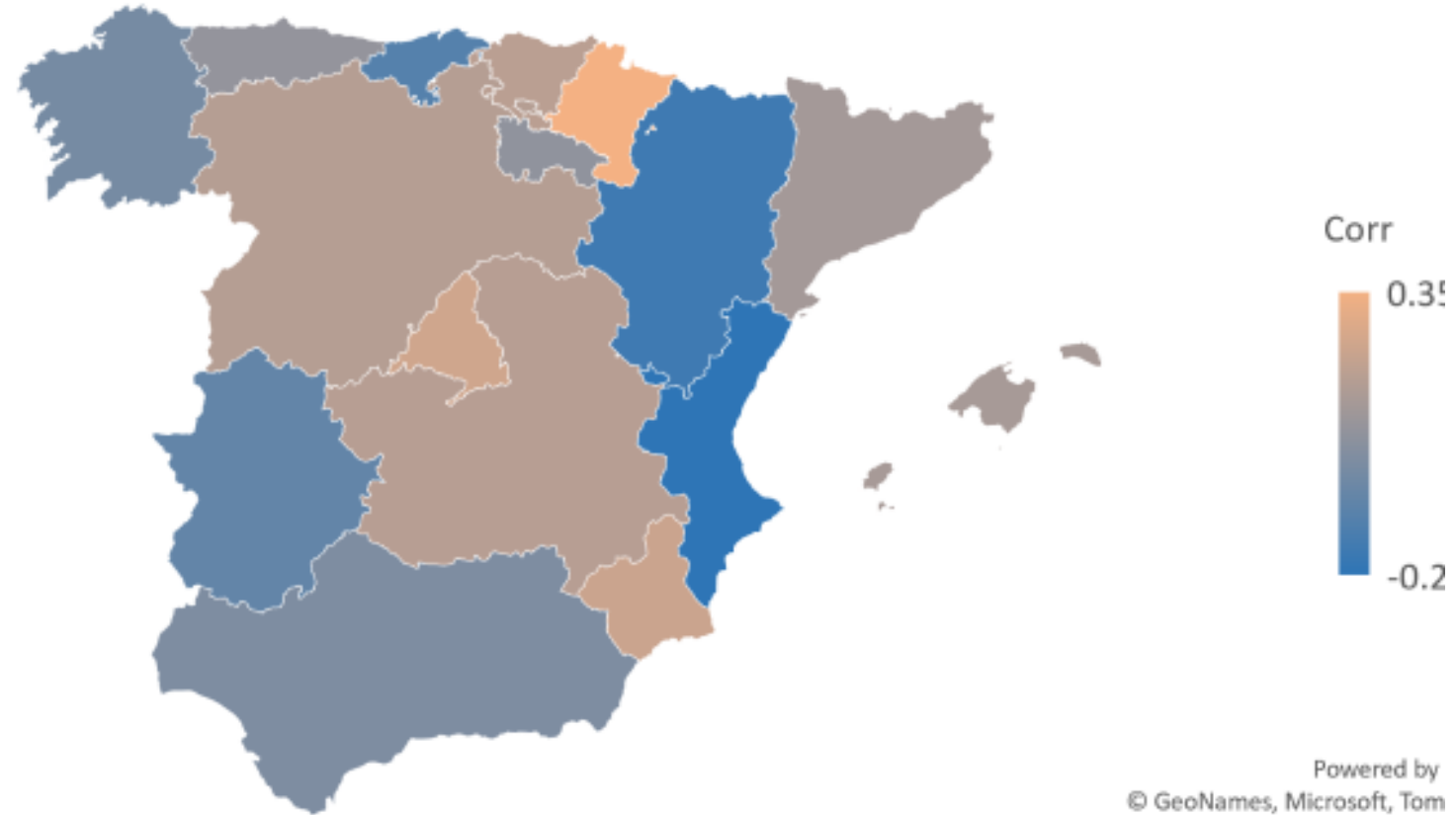
Correlación índice de mortalidad en meses cálidos y cuantil 0.95



Source: Carlos Crisóstomo Mazaira (2022) [“Modelo actuarial de la medida del impacto del cambio climático en los riesgos de mortalidad y longevidad”](#), TFM, U. Carlos III, Madrid.

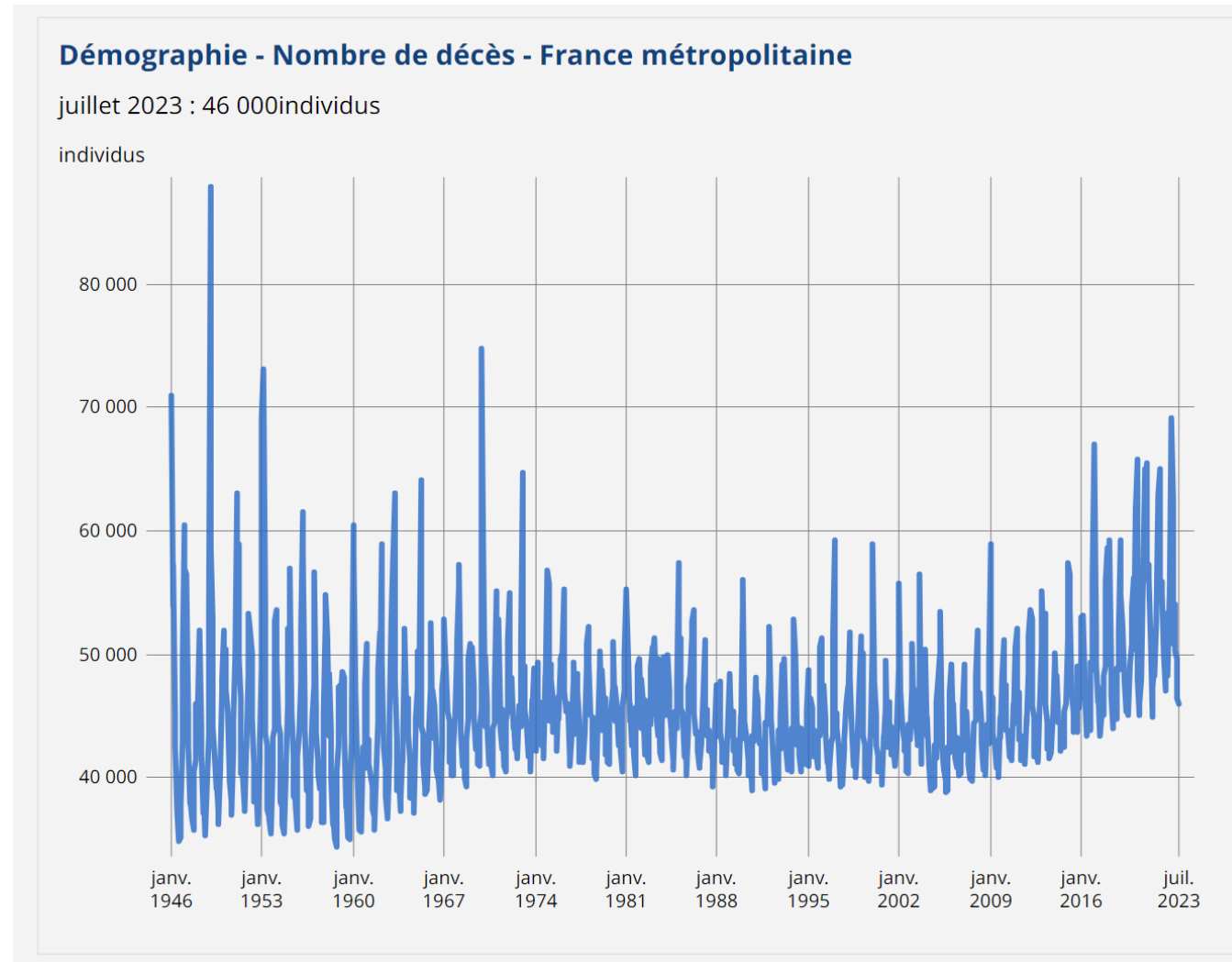
Impact – températures froides en Espagne

Correlación índice de mortalidad en meses fríos y cuantil 0.05



Source: Carlos Crisóstomo Mazaira (2022) [“Modelo actuarial de la medida del impacto del cambio climático en los riesgos de mortalidad y longevidad”](#), TFM, U. Carlos III, Madrid.

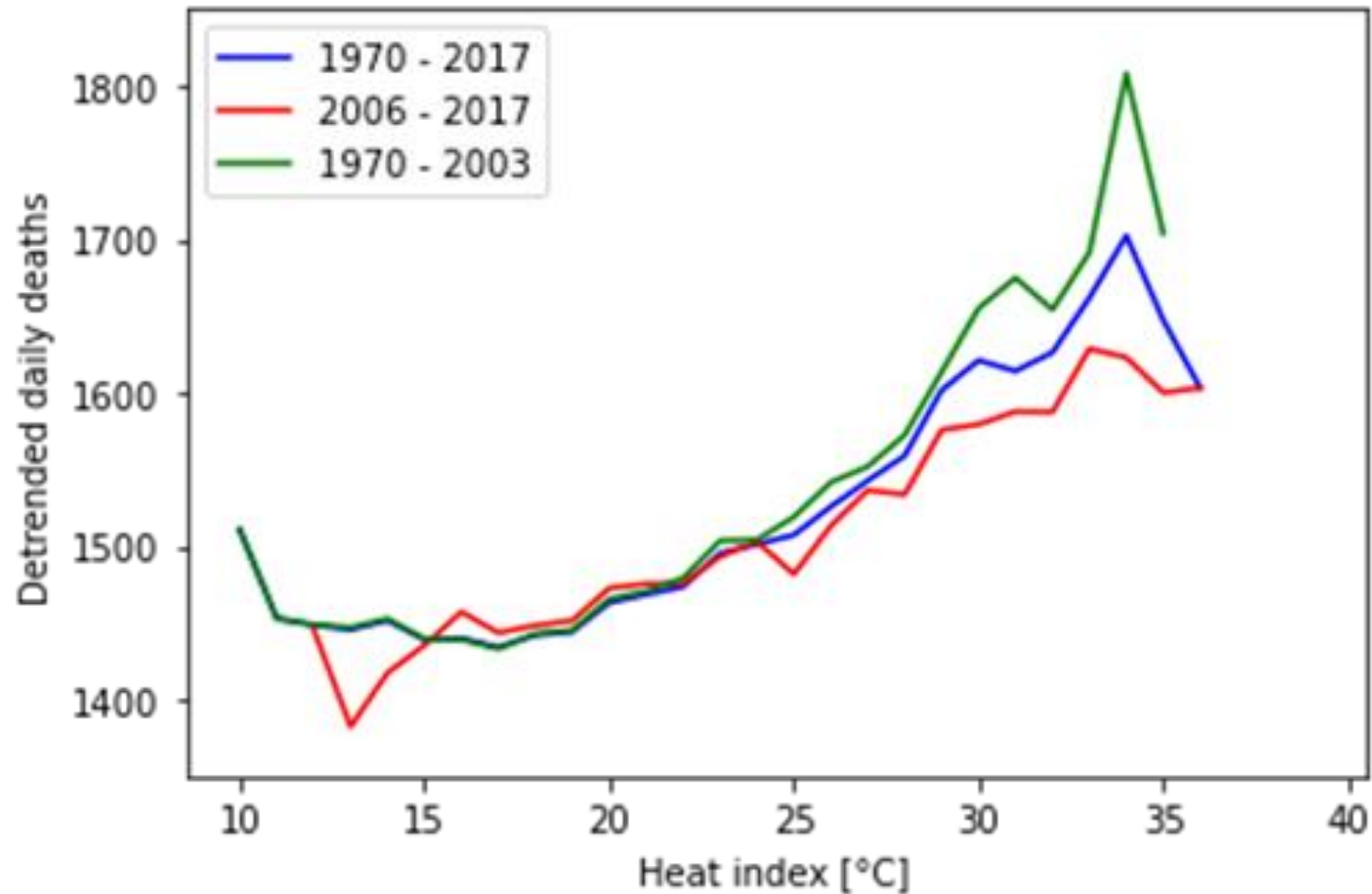
Mortalité par mois en France



Source: <https://www.insee.fr/fr/statistiques/serie/000436394#Graphique>

Impact vagues de chaleur en France

Morts quotidiennes standardisées



Source: ecoact

Extensions et autres applications

- Après le calcul de l'IACF notre projet inclus l'extension **aux données climatiques de l'Italie, Chypre et le Brésil.**
- Comparaisons avec les autres indices disponibles pour l'instant, **USA-Canada, Australie**, et en **Europe: Espagne-Portugal**. Le but étant de motiver l'**Institut des actuaires** à définir un indice propre aux spécificités géographiques et climatiques de la **France**.
- **Adaptabilité** : jumeler la tendance de ces indices actuariels climatiques aux progrès réalisés pour réduire la vulnérabilité des populations aux impacts du changement climatique.

Où trouver plus d'informations?

IAC : <https://actuariesclimateindex.org/home-fr/>

IACA : <https://www.actuaries.asn.au/microsites/climate-index/>

Zhou et al. (2023) : <http://dx.doi.org//10.13140/RG.2.2.10028.85129>

ou AIAE : <https://revistas.actuarios.org/index.php/aiae/issue/archive>

Crisóstomo (2022) : <https://e-archivo.uc3m.es/handle/10016/36527>

Thèse de Master, Université Carlos III de Madrid



Merci de votre attention

Questions?

CONCORDIA.CA



CONCORDIA