

# **ROADMAP: Le rôle de la dynamique océanique et des interactions océan-atmosphère dans les variations climatiques et les projections des événements extrêmes**

**Résumé écrit pour le rapport final BELSPO par D. Docquier & S. Vannitsem, juillet 2024**

**Institut Royal Météorologique (IRM), Bruxelles, Belgique**

Le but du projet JPI-Oceans / JPI-Climate ROADMAP était de renforcer notre compréhension du rôle de l'océan dans le climat de l'hémisphère nord et les événements extrêmes associés, sur des échelles de temps saisonnières à multi-décennales. Le consortium ROADMAP regroupait des institutions de recherche climatiques de sept pays européens, incluant des universités et des institutions fournissant des services météorologiques et climatiques (nationaux). Le projet était structuré en cinq différents work packages, et l'IRM a contribué à trois de ces work packages.

L'IRM a fourni un apport important au projet, principalement au travers de l'application d'une méthode de causalité relativement nouvelle, appelée la méthode de flux d'information de Liang-Kleeman (LKIF), sur des modèles climatiques et des observations in-situ et satellites. La méthode LKIF permet d'identifier des relations causales réelles entre variables, et va donc au-delà des analyses de corrélation classiques.

En collaboration avec différents partenaires dans et hors du consortium ROADMAP, nous avons trouvé :

1. qu'il y a une influence bi-directionnelle entre la glace de mer arctique d'une part, et la température de surface de l'air et le transport océanique de chaleur d'autre part (Docquier et al., 2022) ;
2. que l'Oscillation Arctique joue un rôle important aux échelles de temps mensuelles sur la dynamique des Océans Pacifique Nord et Atlantique Nord (Vannitsem & Liang, 2022) ;
3. que l'influence de l'océan sur l'atmosphère est plus élevée que l'inverse dans beaucoup de régions du monde aux échelles de temps mensuelles (Docquier et al., 2023) ;
4. que la méthode LKIF est meilleure qu'une autre méthode causale largement utilisée avec un nombre réduit de variables, alors que l'autre méthode est meilleure avec un plus grand nombre de variables (Docquier et al., 2024) ;
5. que le  $\delta^{18}\text{O}$  mesuré dans deux carottes de glace différentes en Antarctique partage plusieurs causes communes, mais montre aussi une spécificité locale potentiellement liée à la proximité de l'océan et des trajectoires des masses d'air (Vannitsem et al., 2024b) ;
6. qu'une extension non-linéaire de LKIF permet de capturer avec précision les relations causales non-linéaires entre variables sur base des résultats de deux modèles artificiels (Pires et al., 2024) ;
7. que l'utilisation de l'extension non-linéaire de LKIF à un modèle atmosphérique de dimension réduite (modèle de Charney-Straus) permet de discerner les différentes contributions des processus physiques à la production d'incertitude de l'information (Vannitsem et al., 2024).

Sur base de ces résultats, notre recommandation principale est d'utiliser systématiquement une méthode causale comme complément à toute analyse de corrélation afin d'identifier les liens causaux réels entre variables climatiques. De plus, dans le cas d'un problème hautement non-linéaire, nous recommandons l'utilisation de l'extension non-linéaire de LKIF, qui a été développée dans le contexte du projet ROADMAP.

Mots clés : Interactions océan-atmosphère-glace de mer, Causalité, Transfert d'information, Non-linéarités