

TER M1 mathématiques et applications

Climatologie de l'hémisphère Nord : quels outils pour analyser les variations du climat?

V. Monbet, J. Bessac

2013-2014

Mots clé : *climat, pression atmosphérique, décomposition spectrale, SVD, EOF*

Dans ce TER, nous proposons de considérer les données de géopotentiels en atlantique Nord Est pour mettre évidence les positions caractéristiques de dépressions et des anticyclones en hiver. Ces positions caractéristiques permettent notamment d'analyser la variabilité du climat. La méthode proposée est la même que celle qu'on utilise pour mettre en lumière le phénomène El Niño. Il s'agit essentiellement de réaliser une décomposition spectrale.

Les données sur le climat sont fortement non linéaires et de très grande dimension car elles couvrent typiquement l'ensemble de la surface de la terre. Ainsi, pour les analyser, on a besoin de réduire la dimension du système et de trouver les principales caractéristiques expliquant ses variations. Depuis quelques dizaines d'années, les météorologistes ont proposé des méthodes mathématiques afin d'extraire les principales caractéristiques des observations atmosphériques. En pratique, la méthode de décomposition spectrale appelée "*Empirical Orthogonal Functions*" (*EOF*) est la plus utilisée. C'est une méthode simple pour laquelle on obtient facilement des formulations analytiques.

Le premier objectif des EOF était de réduire le très grand nombre de variables des données observées en projetant ces données dans un "bon" sous espace de dimension beaucoup plus faible, sans perdre la variabilité d'origine. Cependant cette technique est aussi utilisée pour extraire des modes de variabilité comme les Oscillations Artici (AO) ou Atlantique Nord (NAO) qui sont des indices de variabilité du climat.

Techniquement parlant, il s'agit de chercher un sous espace vectoriel, caractérisée par une base de fonctions orthonormées, dans le quel les observations peuvent être représentées de manière optimale. En statistique on parle aussi d'analyse en composantes principales.

Référence

Hannachi, A. (2004). A primer for EOF Analysis of Climate Data. Techn. report.

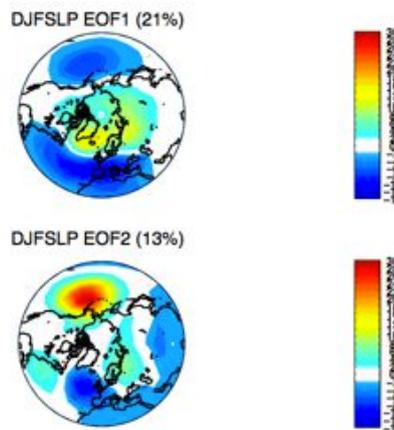


Figure 2. The first two EOFs of the monthly mean sea level pressure.

TER M1 mathématiques et applications

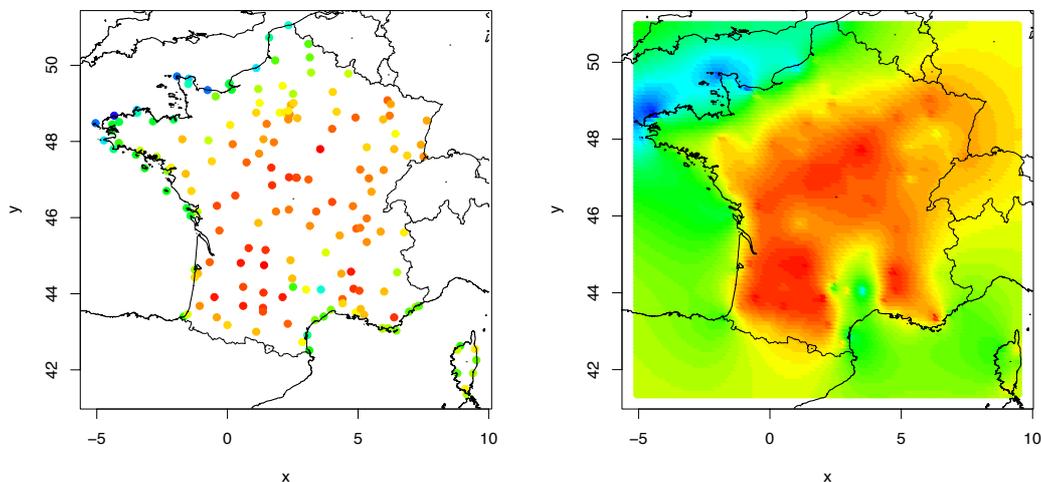
Comment reconstruire une carte complète de la température en France à partir d'observations dans les principales villes?

V. Monbet, J. Bessac

2013-2014

Mots clé : *climat, température, vecteurs gaussiens, interpolation*

Dans ce TER, on propose de reconstruire une approximation de la carte de la température moyenne en Août 2003 (année de grande sécheresse) connaissant les observations des températures dans les principales villes de France. Autrement dit, à partir de la carte de gauche ci dessous, on voudrait obtenir celle de droite!



Sous une hypothèse relativement réaliste qui dit que les températures en un nombre fini de points en France sont une réalisation d'un vecteur Gaussien, c'est assez simple. Il suffit en effet de calculer l'espérance conditionnelle de la température en ces points sachant les températures observées. On peut aussi calculer la variance conditionnelle et ainsi avoir une idée de l'erreur qu'on fait quand on fournit la carte de droite. Une variante de cette technique est connue sous le nom de krigeage ou interpolation optimale. Elle est utilisée, par exemple, pour produire des cartes de paramètres météorologiques (à terre ou en Mer).