

## Annexe

### Fiche méthode Simulations Climatiques régionalisées de l'IPSL

#### Généralités

Dans le cadre du quatrième exercice du GIEC (2007), différents modèles climatiques ont été utilisés afin de simuler les changements climatiques associés aux différents scénarios d'évolution des émissions anthropiques de gaz à effet de serre. Parmi eux, le modèle de climat de l'Institut Pierre-Simon Laplace : IPSL-CM4. Ce modèle de climat est constitué de différentes composantes dont un modèle d'atmosphère (LMDz), un modèle d'océan (NEMO), un modèle de surfaces continentales (ORCHIDEE) et un modèle représentant la chimie et les aérosols (INCA). Les modèles d'océan et d'atmosphère sont associés grâce à un coupleur de modèles (OASIS).

C'est à partir de deux simulations réalisées avec le modèle IPSL-CM4, dans une configuration identique, que deux simulations régionales de l'IPSL pour DRIAS ont été réalisées : l'une avec le modèle atmosphérique LMDz et l'autre avec le modèle de méso-échelle MM5. Les simulations portent sur une période de référence passée, 1961-2000, et sur une période future 2021-2050. La simulation régionalisée sur la France, réalisée avec le modèle LMDz, est directement un « zoom » qui prend comme valeurs aux bornes du domaine celles obtenues par la simulation avec le modèle de climat global IPSL-CM4. La simulation régionalisée réalisée avec le zoom de MM5-France, avec une maille de 15 km sur la France, prend comme valeurs aux bornes du domaine celles issues d'une simulation intermédiaire sur l'Europe avec une maille de 45 km, elle-même prenant comme valeurs aux limites celles issues du modèle de climat IPSL-CM4. A la suite de ces chaînes de modélisation, chaque simulation est effectuée sur une grille différente (maille de 20 km pour LMDz et 15 km pour MM5-France). Les simulations sont ensuite interpolées sur un maillage de 4 km correspondant à celui du jeu de données d'analyses météorologiques SAFRAN.

L'évaluation de ces simulations a fait l'objet d'une étude spécifique donnée dans la revue Climate Dynamics (Vautard et al., 2012).

## Définition des simulations et de la grille géographique de mise à disposition

---

Les données des scénarios climatiques régionalisés sont stockées sur la grille SAFRAN à 8-km de résolution couvrant la France métropolitaine. Cette grille n'est donc pas une régulière en latitude et longitude.

## Définition de la correction de biais appliquée aux données régionalisées

---

Il est important de comprendre que dans ces simulations, les situations météorologiques simulées sont virtuelles et, compte tenu de la nature aléatoire du système atmosphérique, les événements météorologiques n'ont pas de raison de correspondre aux événements réels à la même date. Les simulations ne peuvent être comparées aux observations météorologiques que de façon statistique (en moyenne par exemple). Ces simulations, comme toutes celles issues de modèles de climat, produisent des valeurs de température, précipitation ayant des biais plus ou moins importants selon la région. Ces biais résultent de l'équilibre énergétique légèrement différent dans le modèle que dans la réalité. C'est pour cela qu'une méthode statistique de correction de biais est ensuite appliquée. La méthode utilisée pour la correction de biais et la descente d'échelle est la CDF-t [1] (Cumulative Distribution Function – Transformation).

## Traitement des incertitudes

---

La nature aléatoire du climat à une échelle saisonnière ou interannuelle des projections (ou scénarios) climatiques, avec l'incertitude concernant la sensibilité du climat aux gaz à effet de serre, imposent nécessairement d'utiliser une approche utilisant soit plusieurs réalisations indépendantes partant de conditions initiales différentes du même modèle soit plusieurs modèles. Les deux simulations réalisées, qui peuvent être ajoutées aux ensembles existant dans la base DRIAS, donnent deux futurs possibles pour le climat en France.

## Définition des données quotidiennes brutes

---

Données quotidiennes :

- température à 2 m (en K)
- humidité spécifique à 2 m (en kg/kg)
- rayonnement global incident à la surface (en W/m<sup>2</sup>)

- rayonnement infrarouge incident à la surface (en  $\text{W/m}^2$ )
- taux des précipitations liquides à la surface (en  $\text{kg m}^{-2} \text{s}^{-1}$ )
- taux des précipitations solides à la surface (en  $\text{kg m}^{-2} \text{s}^{-1}$ )

## Les scénarios d'émission

---

La famille de scénarios A1 décrit un monde futur dans lequel la croissance économique sera très rapide, la population mondiale atteindra un maximum au milieu du siècle pour décliner ensuite et de nouvelles technologies plus efficaces seront introduites rapidement. Les principaux thèmes sous-jacents sont la convergence entre régions, le renforcement des capacités et des interactions culturelles et sociales accrues, avec une réduction substantielle des différences régionales dans le revenu par habitant.

La famille de scénarios A1 se scinde en trois groupes qui décrivent des directions possibles de l'évolution technologique dans le système énergétique. Les trois groupes A1 se distinguent par leur accent technologique:

- Forte intensité de combustibles fossiles (A1FI),
- Sources d'énergie autres que fossiles (A1T),
- Et équilibre entre les sources (A1B) (« équilibre » signifiant que l'on ne s'appuie pas excessivement sur une source d'énergie particulière, en supposant que des taux d'amélioration similaires s'appliquent à toutes les technologies d'approvisionnement énergétique et des utilisations finales).

Les 2 simulations de l'IPSL réalisées pour DRIAS sont basées sur le scénario A1B.

## Références

---

- [1] Michelangeli P-A, Vrac M, Loukos H (2009) Probabilistic downscaling approaches: Application to wind cumulative distribution function. *Geophys Res Lett* 36
- [2] Vautard, R., T. Noël, L. Li, M. Vrac, E. Martin, P. Dandin, and J. Cattiaux, 2012: Climate variability and trends in downscaled high-resolution simulations and projections over Metropolitan France. *Climate Dynamics*, 10.1007/s00382-012-1621-8