

Changement Climatique Nord de la France

BED/EC
Juillet 2010



METEO FRANCE
Toujours un temps d'avance

Plan

- Objectifs de la demande DIRN
- Rappels
- Modèles et jeu de données disponibles
- Méthode de corrections
- Exemple de sorties graphiques DIRN
- Autres produits nationaux

Objectifs du rapport

- Mise en évidence de l'évolution du climat futur sur la DIRN
- Base : données numériques du modèle ARPEGE CLIMAT
- Deux horizons : 2050 et 2090
- Illustrations concrètes « régionales » des scénarios A1B, A2 et B1

Rappel

Références

- **G**roupe d'experts **I**ntergouvernemental sur l'**E**volution du **C**limat
- Créée en 1988 sous l'égide de l'OMM et du PNUE
- Etudier scientifiquement le phénomène du changement climatique, en évaluer les conséquences socio-économiques et envisager des solutions d'adaptation ou d'atténuation
- WG I : Les éléments scientifiques
- WG II : Conséquences, adaptation et vulnérabilité
- WG III : Atténuation
- > Quatrième rapport (AR4) 2007 :

http://www.ipcc.ch/home_languages_main_french.htm#22

- Résumé à l'attention des décideurs + Résumé technique (français)
- Documentation complète (anglais)

Rappel

Références

- Météo France : **C**entre **N**ational de **R**echerches **M**étéorologiques

<http://www.meteofrance.com>

<http://www.cnrm.meteo.fr>

- Institut **P**ierre **S**imon **L**aplace

<http://www.ipsl.fr/>

- **O**bservatoire **N**ational sur les **E**ffets du **R**échauffement **C**limatique

<http://www.onerc.org/home.jsf>

- CNRS/INSU : Livre blanc ESCRIME (ed. 2010)

<http://www.insu.cnrs.fr/r27,t53,environnement,publications-institut.html>

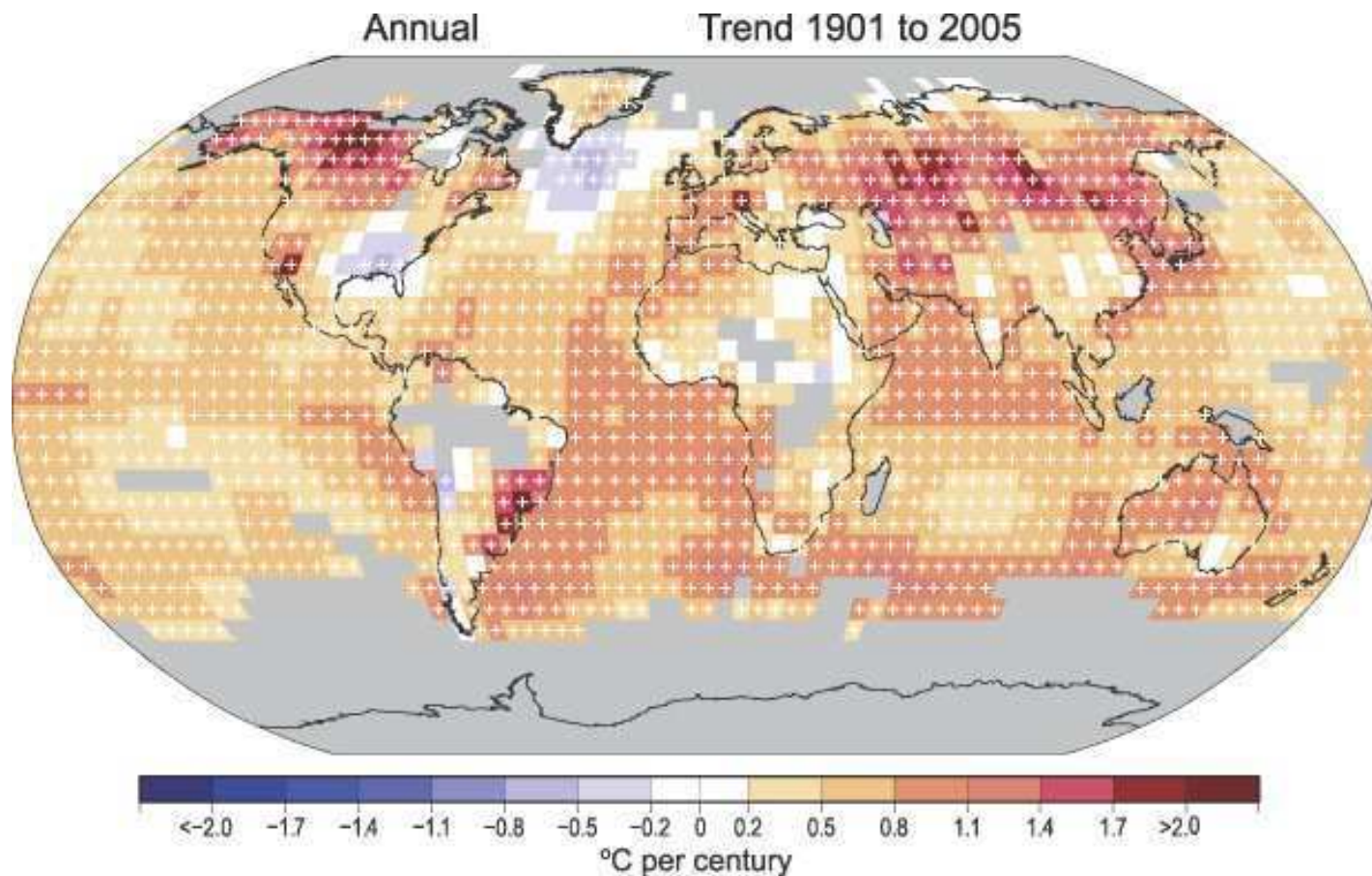
- **A**gence **D**e l'**E**nvironnement et de la **M**aitrise de l'**E**nergie

<http://www2.ademe.fr/>

Rappel

L'observation du changement climatique

Tendance moyenne de la température (°C / siècle)



Rappel

L'observation du changement climatique

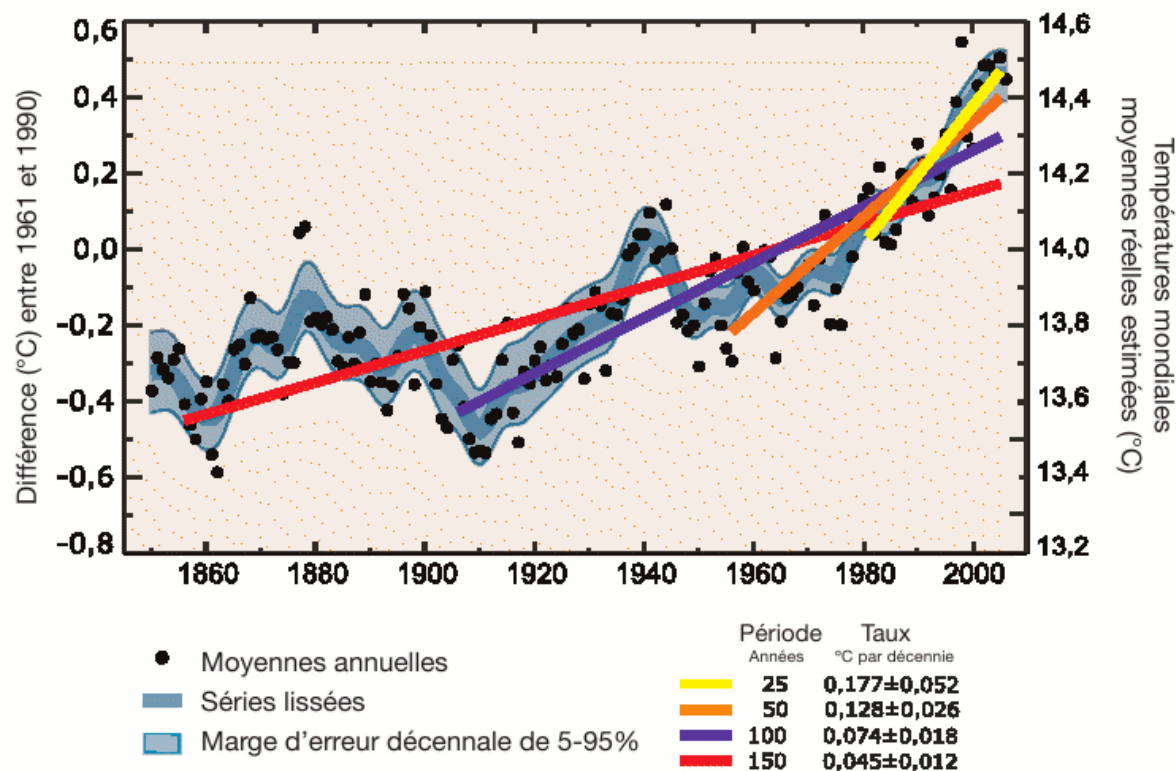


Figure RT.6. (en haut) Tendances mondiales linéaires de températures au cours de la période 1979 à 2005 estimées à la surface et dans la troposphère à partir d'enregistrements par satellite (à droite). Le gris indique les secteurs dont les données sont incomplètes. (En bas) Moyennes annuelles mondiales de températures (points noirs) et tendance linéaire. L'ordonnée de gauche montre des anomalies de température par rapport à la moyenne 1961–1990 et l'ordonnée de droite les températures réelles, toutes deux en °C. Sont présentées les tendances linéaires pour les 25 (en jaune), 50 (en orange), 100 (en magenta) et 150 dernières années (en rouge). La courbe bleue lissée montre des variations par décennie (cf. Annexe 3. A), et la bande bleu pâle la marge d'erreur de 90%. L'augmentation totale de température de la période 1850 à 1899 à la période 2001 à 2005 est $0,76^{\circ}\text{C} \pm 0,19^{\circ}\text{C}$.



METEO FRANCE
Toujours un temps d'avance

Rappel

L'observation du changement climatique

En bref:
(GIEC-AR4)

On observe sur le globe:

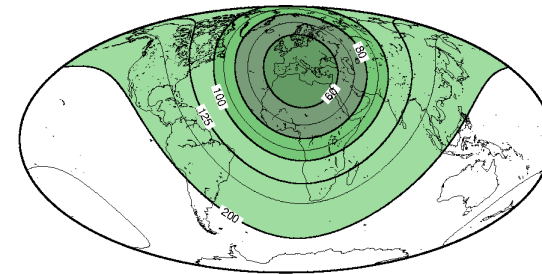
- accroissement des températures (+0.74° sur 1906-2005)
- élévation du niveau de la mer (+1,8mm/an sur 1961-2003)
= 2/3 dilatation + 1/3/ fonte glaciers
- recul banquise (-2,7% par décennie sur 1978-2005)
- modification du régime des pluies (renforcement des fortes précipitations / fortes variations sur le globe / renforcement des sécheresses)
- modification du régime des tempêtes (moins de dépressions, mais plus fortes)

Qu'est-ce qu'un modèle de climat ?

- Temps : fluctuations rapides de l'état de l'atmosphère, caractérisé par la température, le vent, les précipitations, les nuages...
- Climat : état moyen de l'atmosphère, variabilité sur une durée et sur un domaine
(échelle saisonnière, annuelle, décennale...millions d'années) (échelle locale, régionale, continentale, ... mondiale)
- Le climat varie au cours du temps sous l'action de « forçages » externes et de mécanismes internes au système climatique
- Représentation mathématique du système climatique d'appuyant sur des principes physiques, biologiques et chimiques

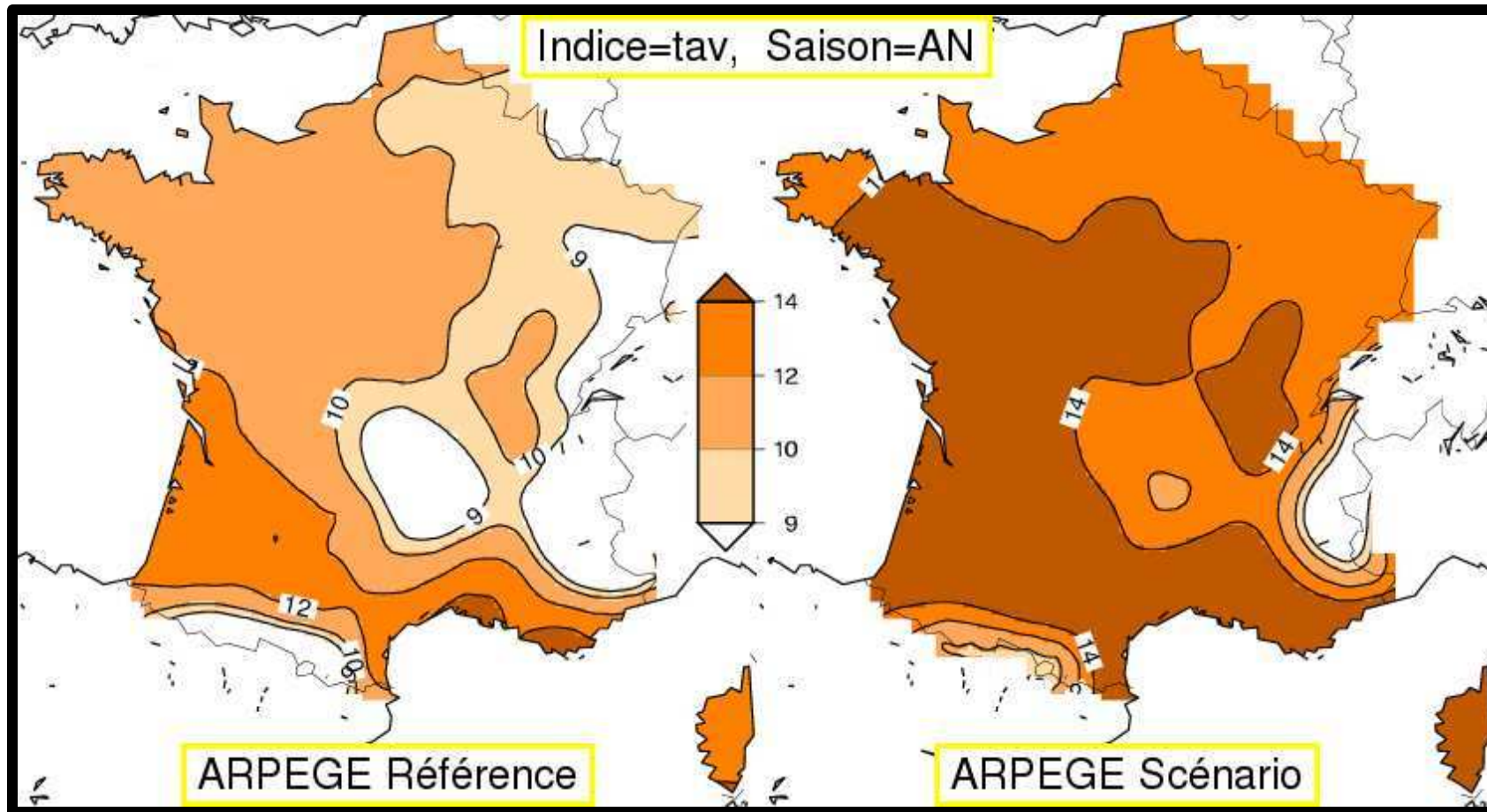
Modèle numérique

- Modèle **ARPEGE-Climat** Version 4
- ARPEGE étiré v4.6 (TL159 c=2.5), env. 50 km sur la France
- Couplage Océan à résolution 300 km puis forçage (*résolution finale*)
- Climat de référence [1950-2000]
- 3 scénarios A2, A1B et B1 [2001-2100]



Rappel

Température moyenne annuelle

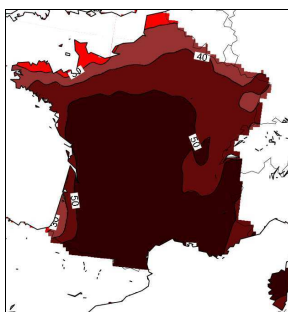


Référence modèle : 1961-2000

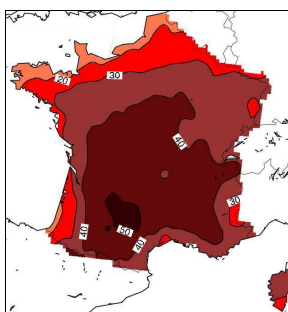
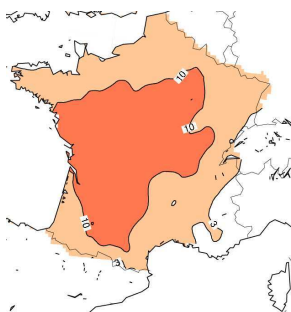
Projection 2070-2099 : scénario A2

Rappel

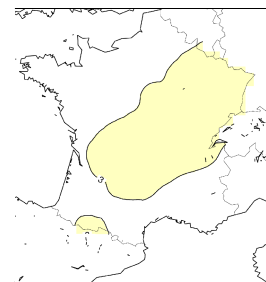
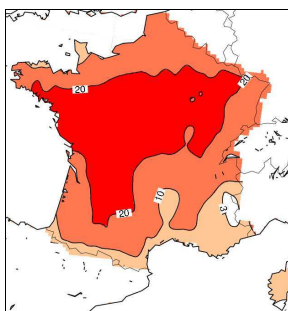
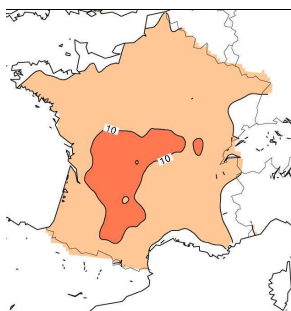
Scénario A2



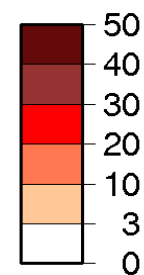
Scénario A1B



Scénario B1



Référence 1961-2000



Nombre de jours de canicules:

2035

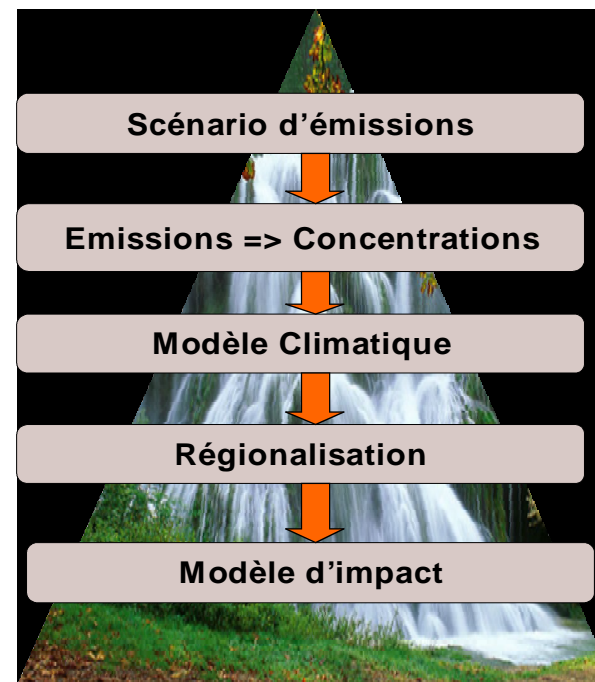
2095



METEO FRANCE
Toujours un temps d'avance

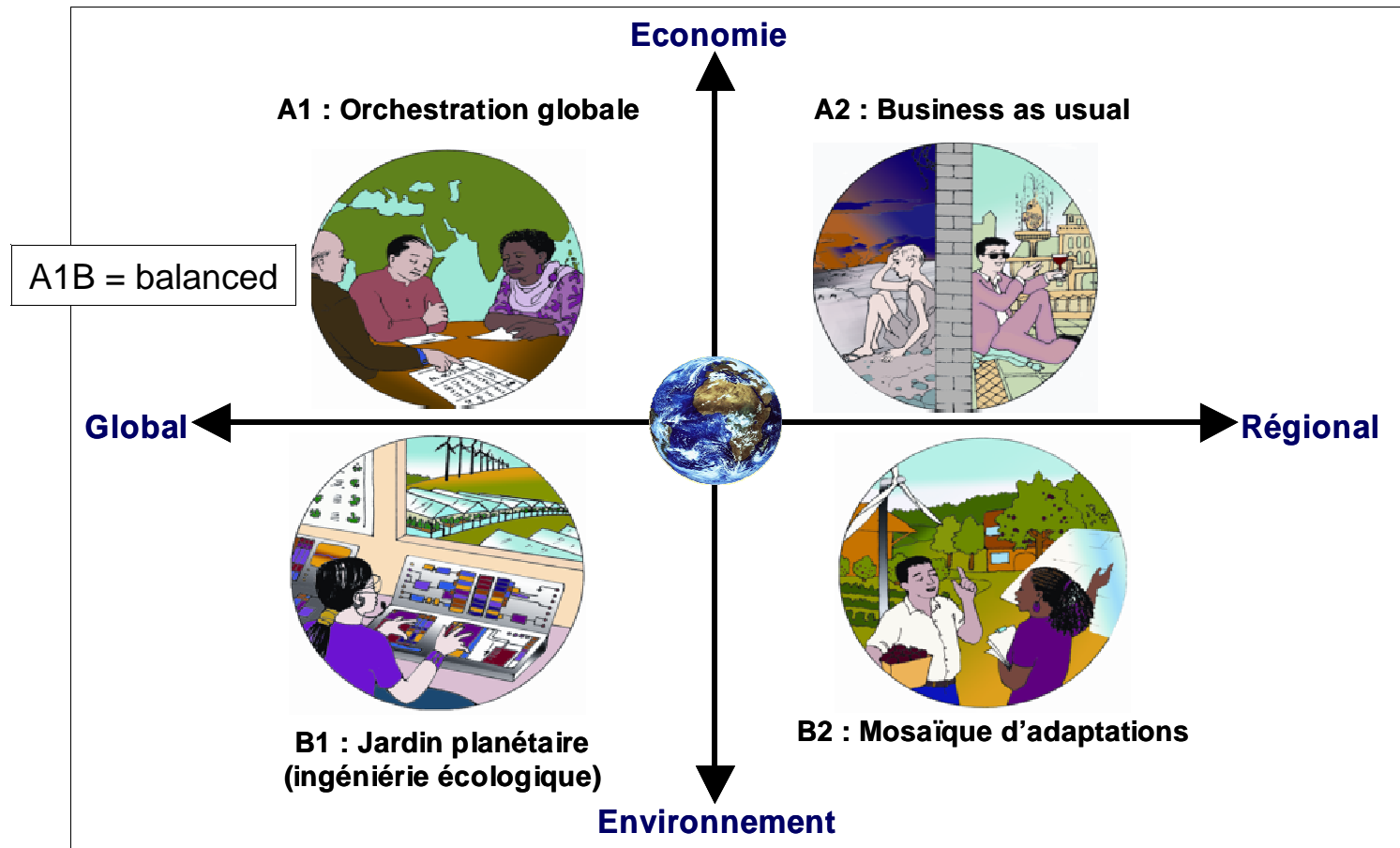
Incertitudes

- Forçages
 - Conditions aux limites
 - Scénarios d'émissions ...
- Pour un modèle donné
 - Différentes options possibles
 - Processus pris en compte
 - Résolution ...
- Entre différents modèles
 - Choix de développement du modèle
 - Paramétrisations ...



METEO FRANCE
Toujours un temps d'avance

Scénarios

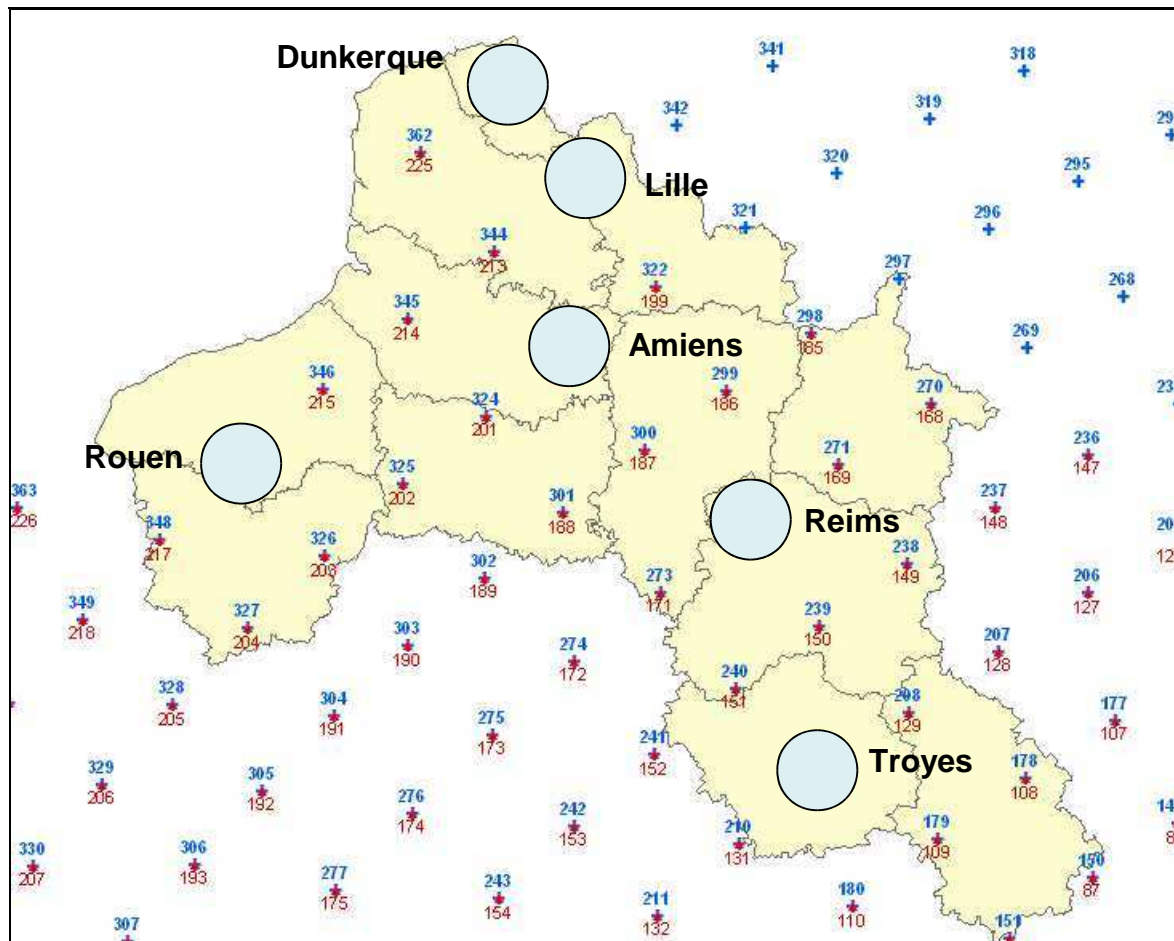


METEO FRANCE
Toujours un temps d'avance

Jeu de données

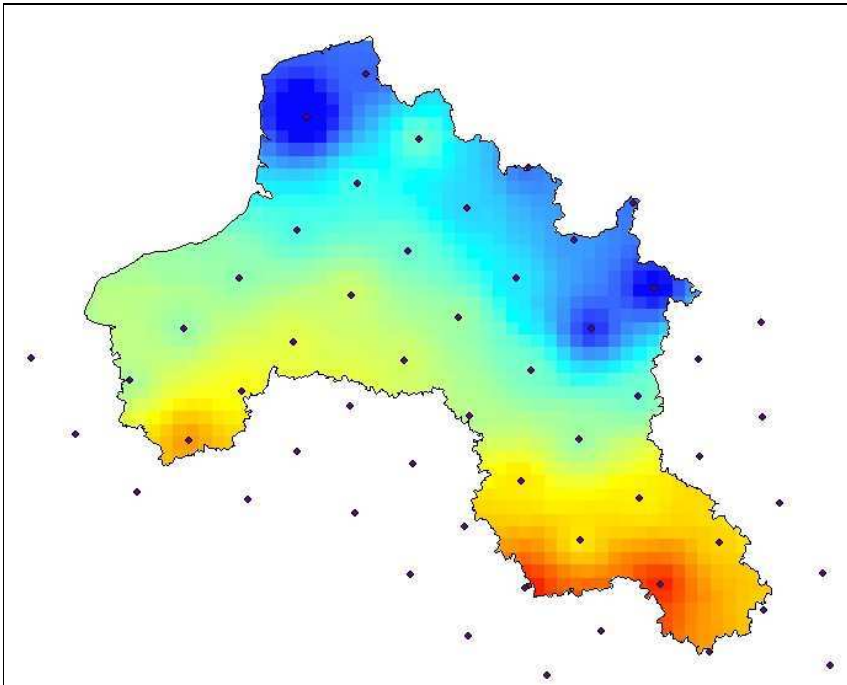
- ARPEGE v4 (simulations RETIC) :
jeu de données brutes (147 Go)
- ARPEGE v4 (données corrigées) :
jeu de données « Quantile-Quantile »
- ARPEGE v3+ (descente d'échelle) :
désagrégation par type de temps (CERFAC)

« Point modèle » sur la DIRN



METEO FRANCE
Toujours un temps d'avance

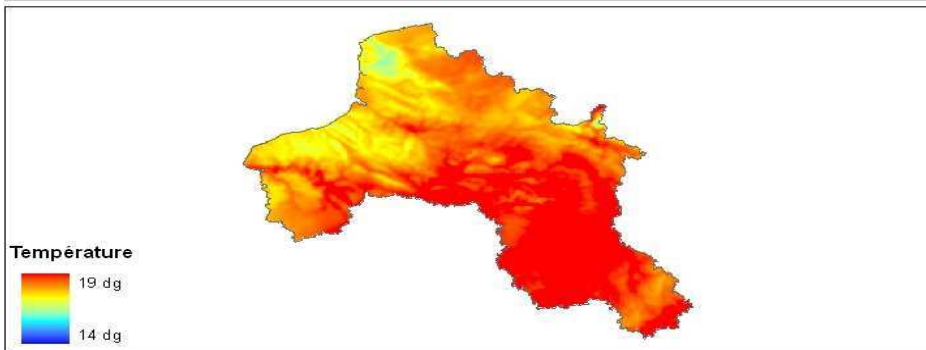
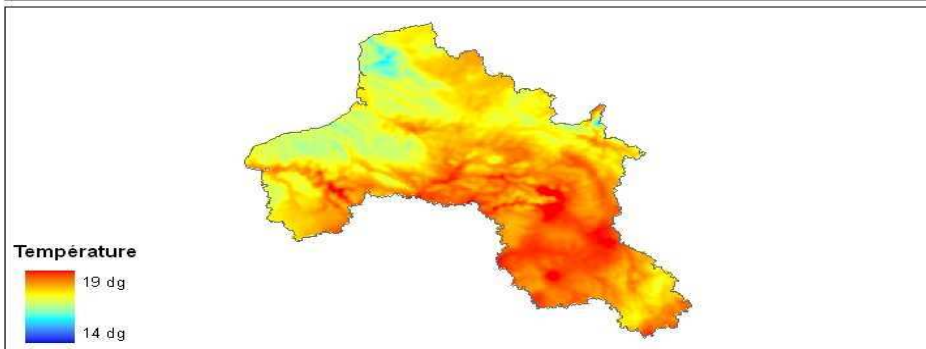
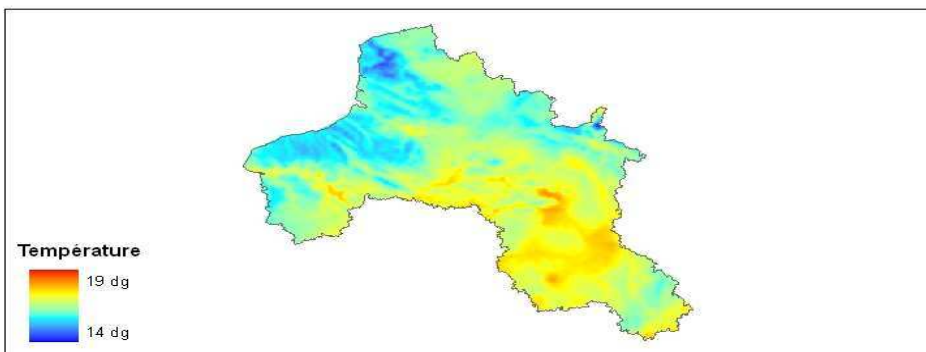
Données brutes : « RETIC »



Méthode des deltas

- Méthode basée sur le calcul de l'évolution climatique
 - entre une période de référence
 - et une période d'intérêt dans le futur
- Climatologie de référence 1971-2000 « Aurelhy »
- $T = T_{1971-2000} + (T_{\text{modèle}} - T_{\text{réf.mod}})$
- « Descente » d'échelle : 50 km \Rightarrow 8 km

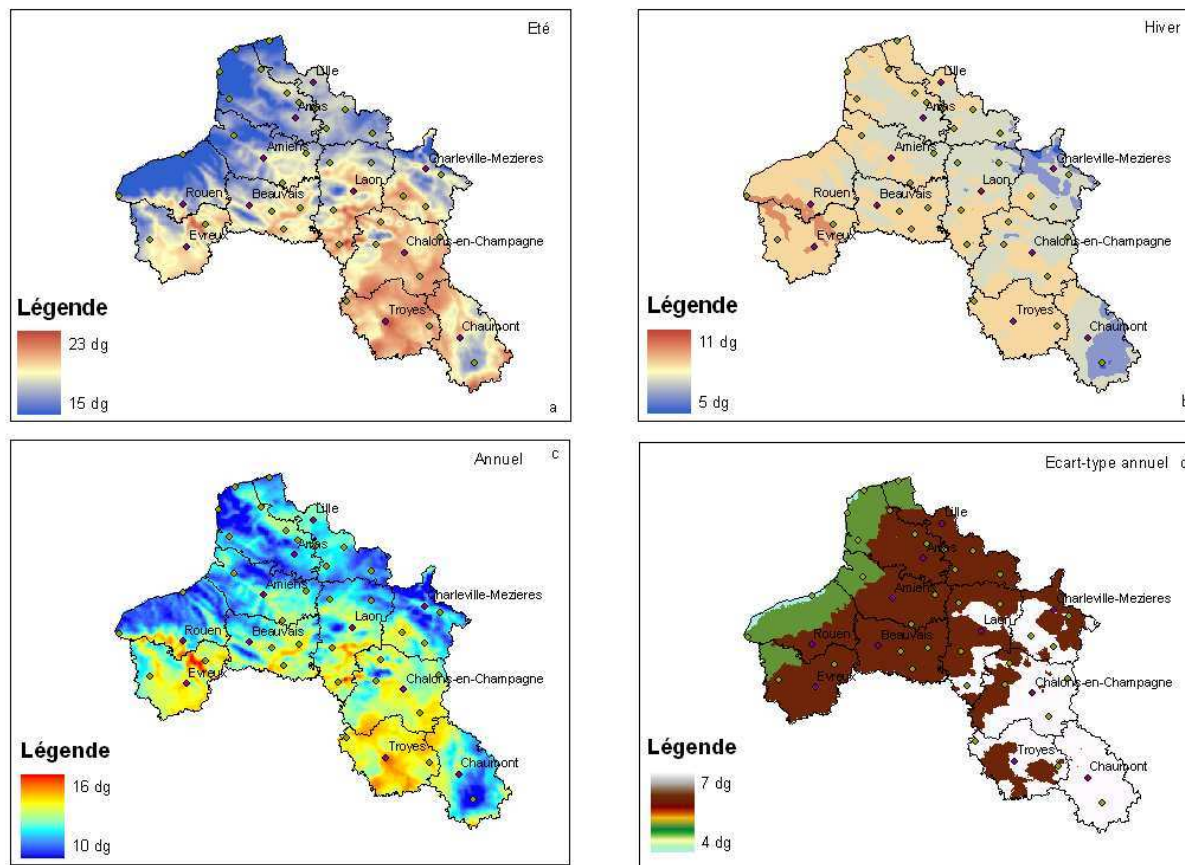
Évolution de la température moyenne



METEO FRANCE
Toujours un temps d'avance

Résultats régionaux spatialisés

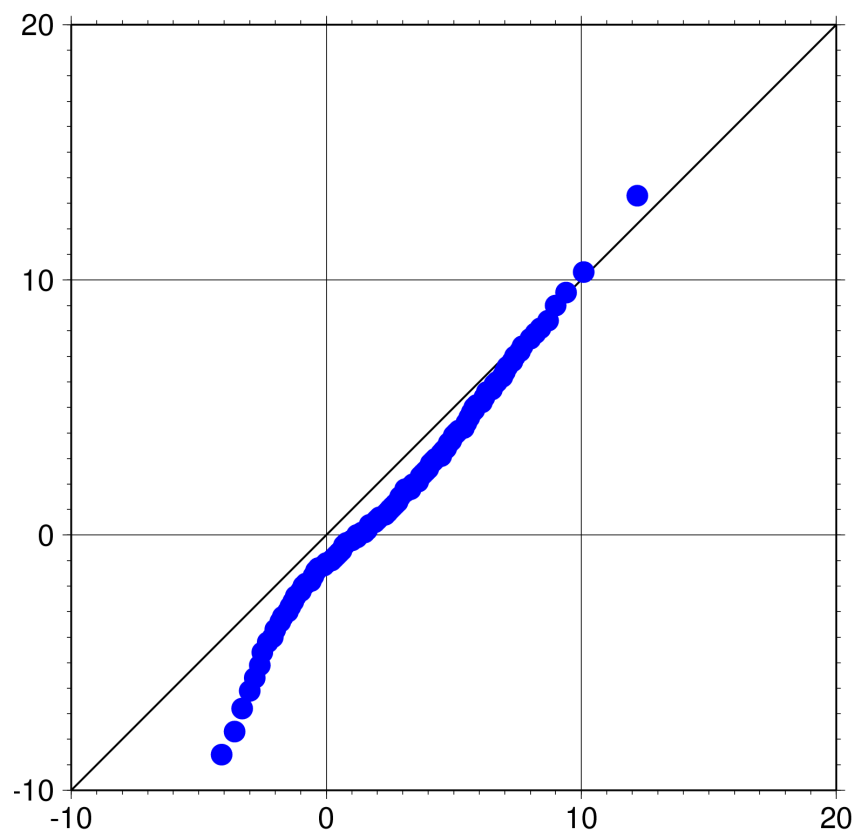
3 scénarios, 2 horizons \Rightarrow 6 planches



Température maximale : 1971-2000

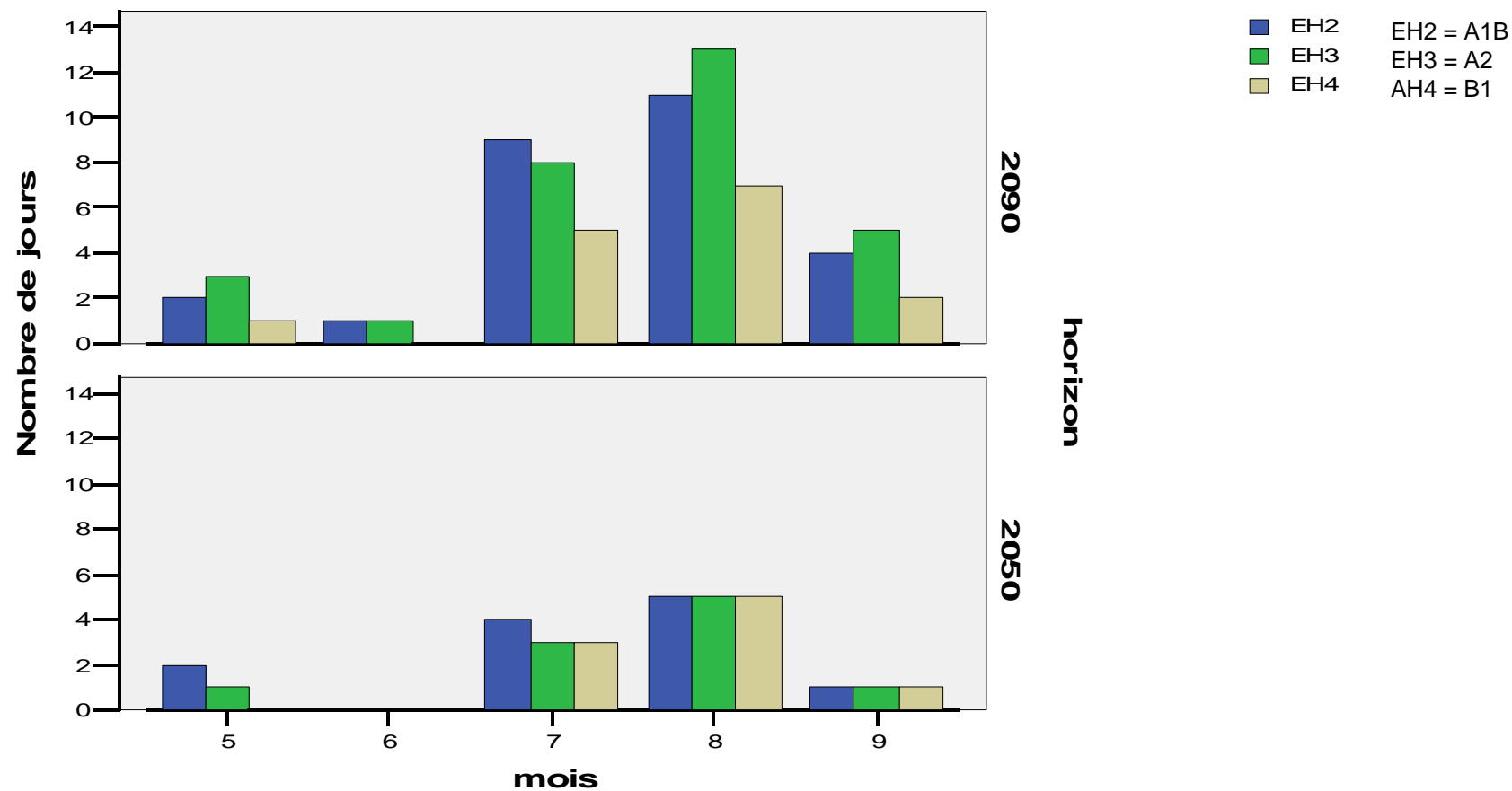
Méthode « Q-Q »

- Constat
 - Erreurs systématiques
 - Extrêmes assez mal reproduits
- But
 - rendre la distribution statistique des données quotidiennes identique à la distribution observée
- Avantage
 - adapté à l'étude des extrêmes



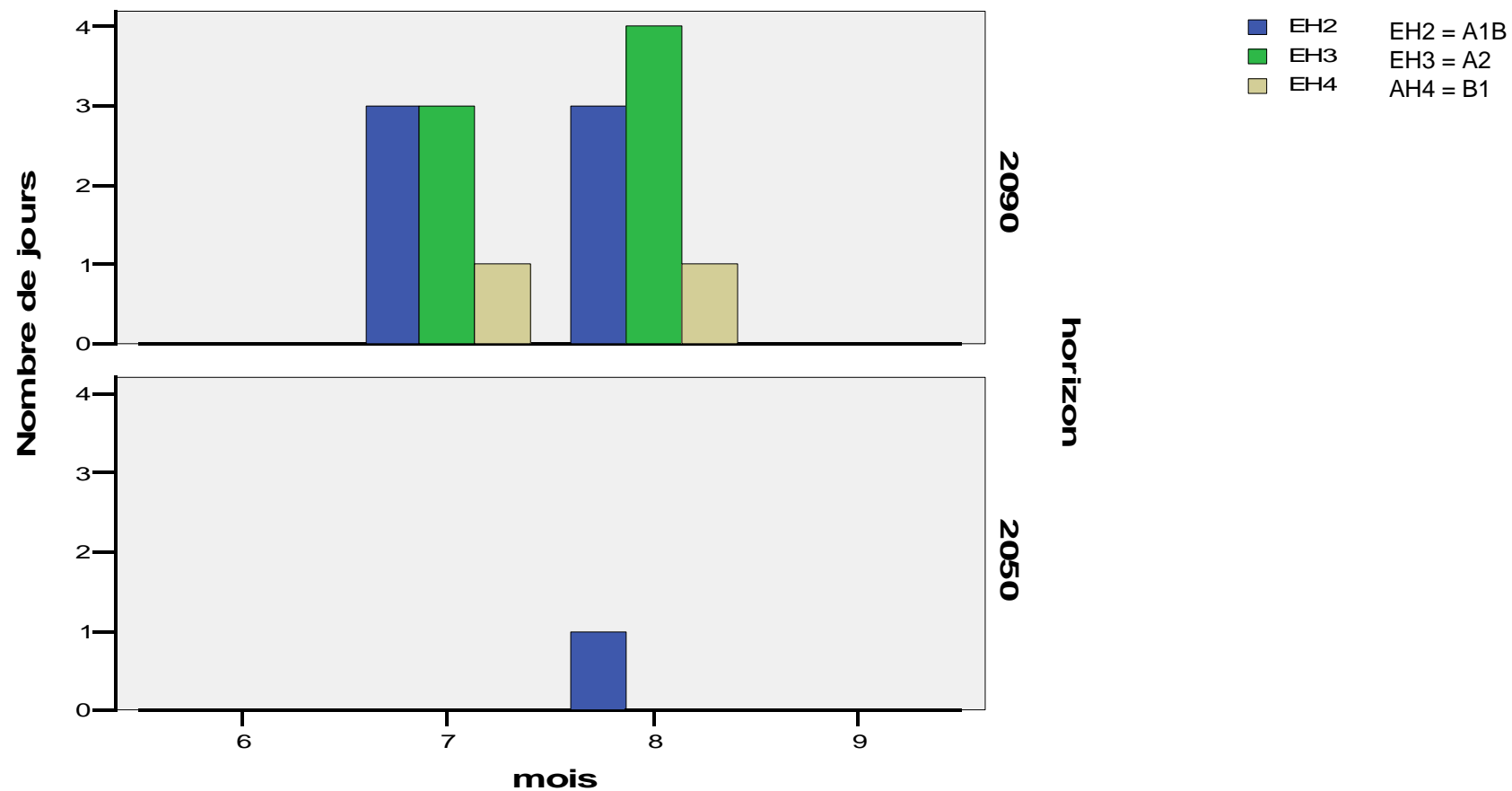
METEO FRANCE
Toujours un temps d'avance

TX30 Lille, mois été



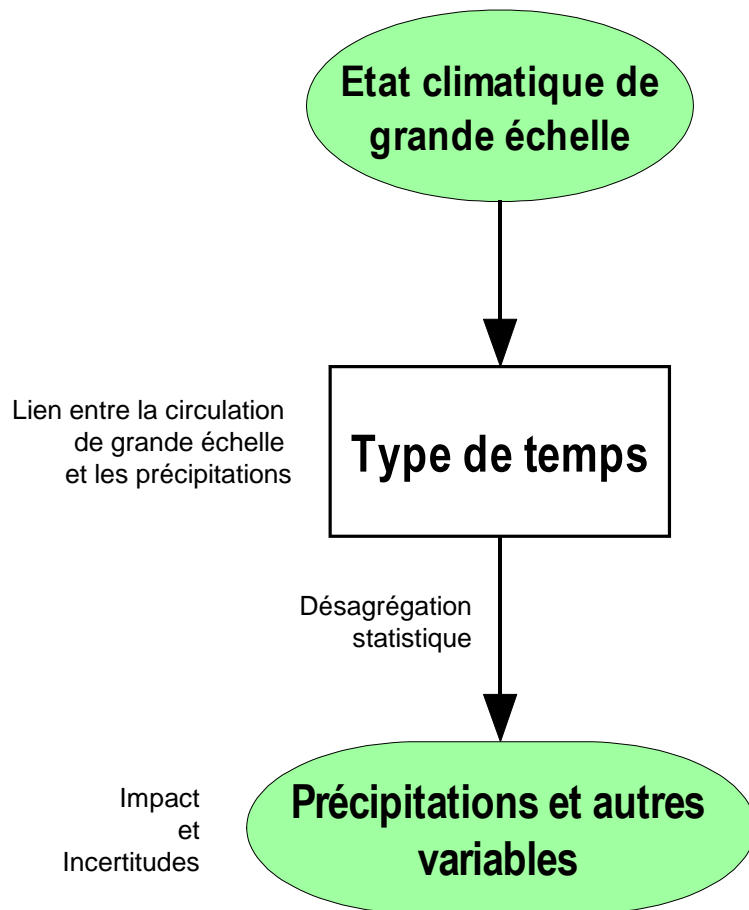
METEO FRANCE
Toujours un temps d'avance

TX35 Lille, mois été



METEO FRANCE
Toujours un temps d'avance

Descente d'échelle : méthode « J.Boé »

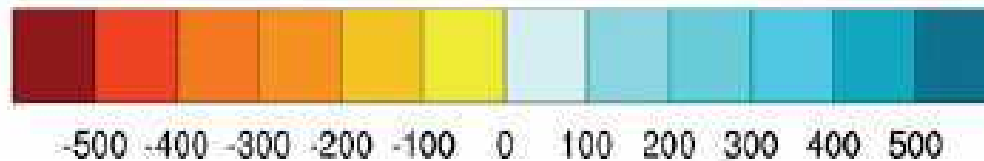


Changements moyens multi-modèles
Anomalie (%) des précipitations annuelles
2046-2065 (Ref 1961-1990)

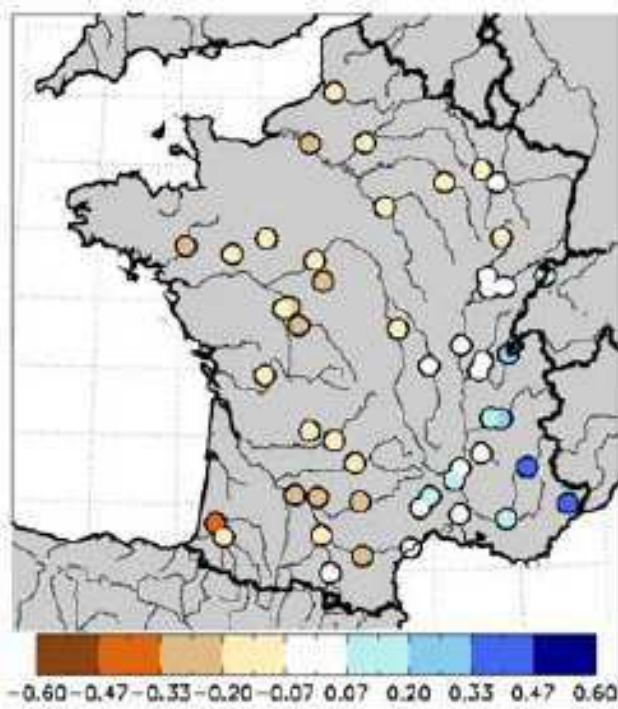
Hiver



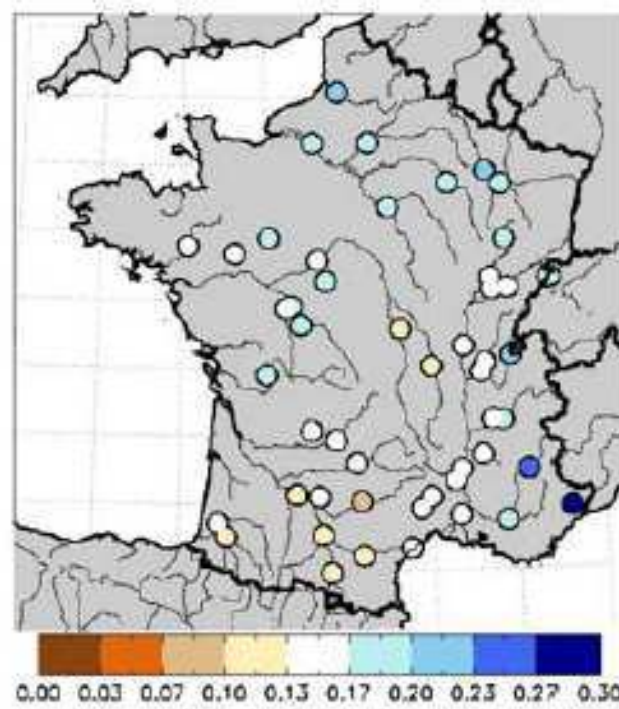
Été



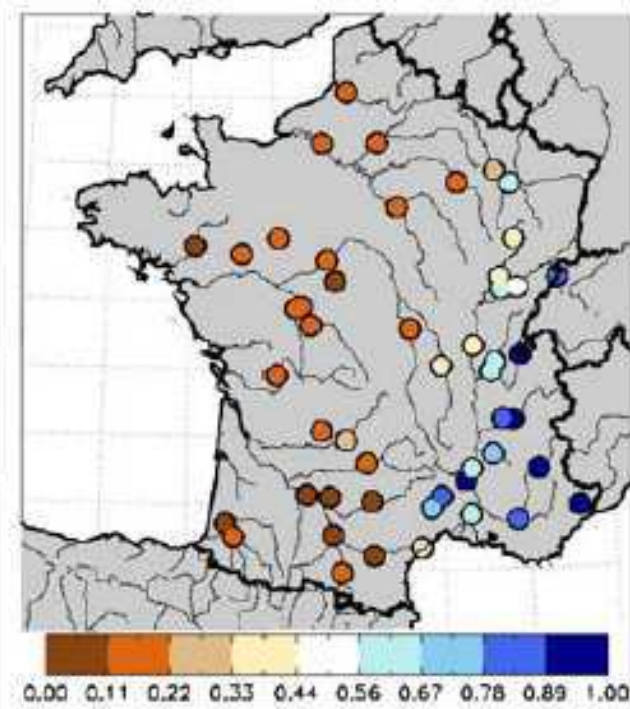
METEO FRANCE
Toujours un temps d'avance



Moyenne d'ensemble



Ecart-type intermodèle

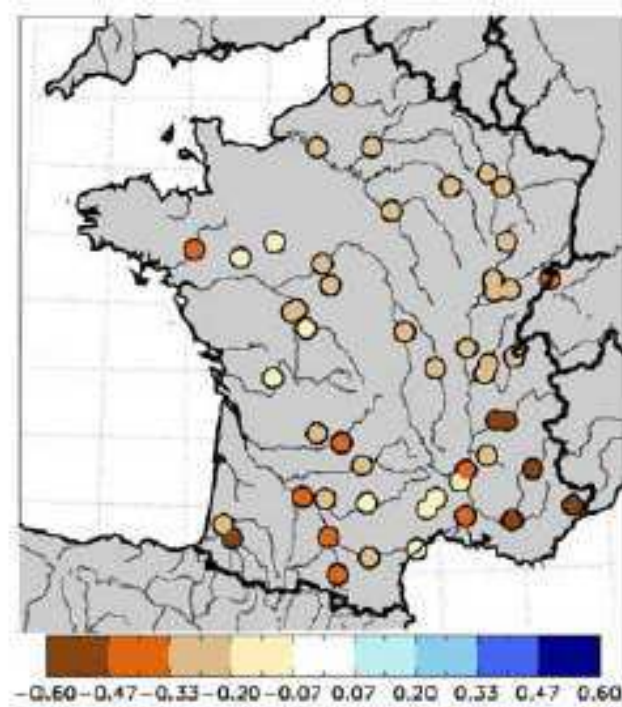


proportion de modèles
donnant une augmentation

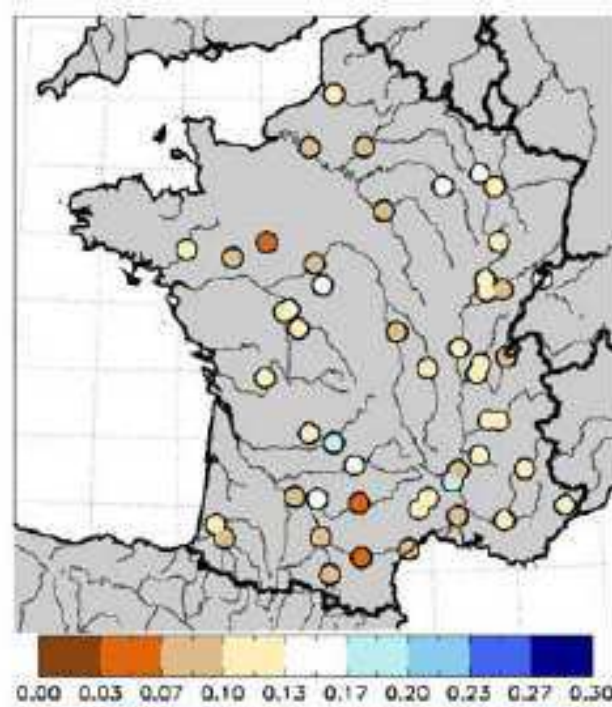
HIVER (DJF)

Changement relatif des débits (désagrégation des scénarios du GIEC par la méthode statistique) 2046/2065 par rapport à la période de référence 1970-1999.

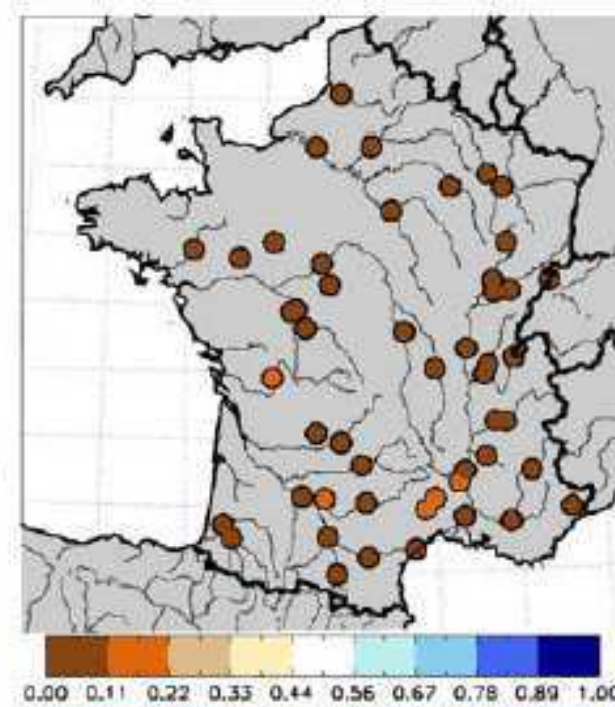
Source : Julien Boé, CERFACS



Moyenne d'ensemble



Ecart-type intermodèle



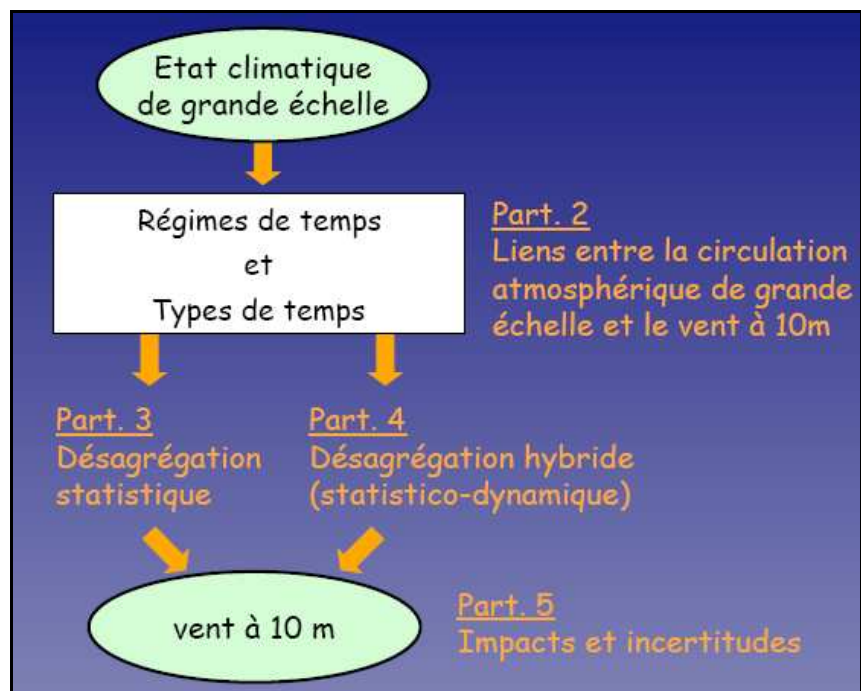
proportion de modèles
donnant une augmentation

ETE (JJA)

Changement relatif des débits (désagrégation des scénarios du GIEC par la méthode statistique) 2046/2065 par rapport à la période de référence 1970-1999.

Source : Julien Boé, CERFACS

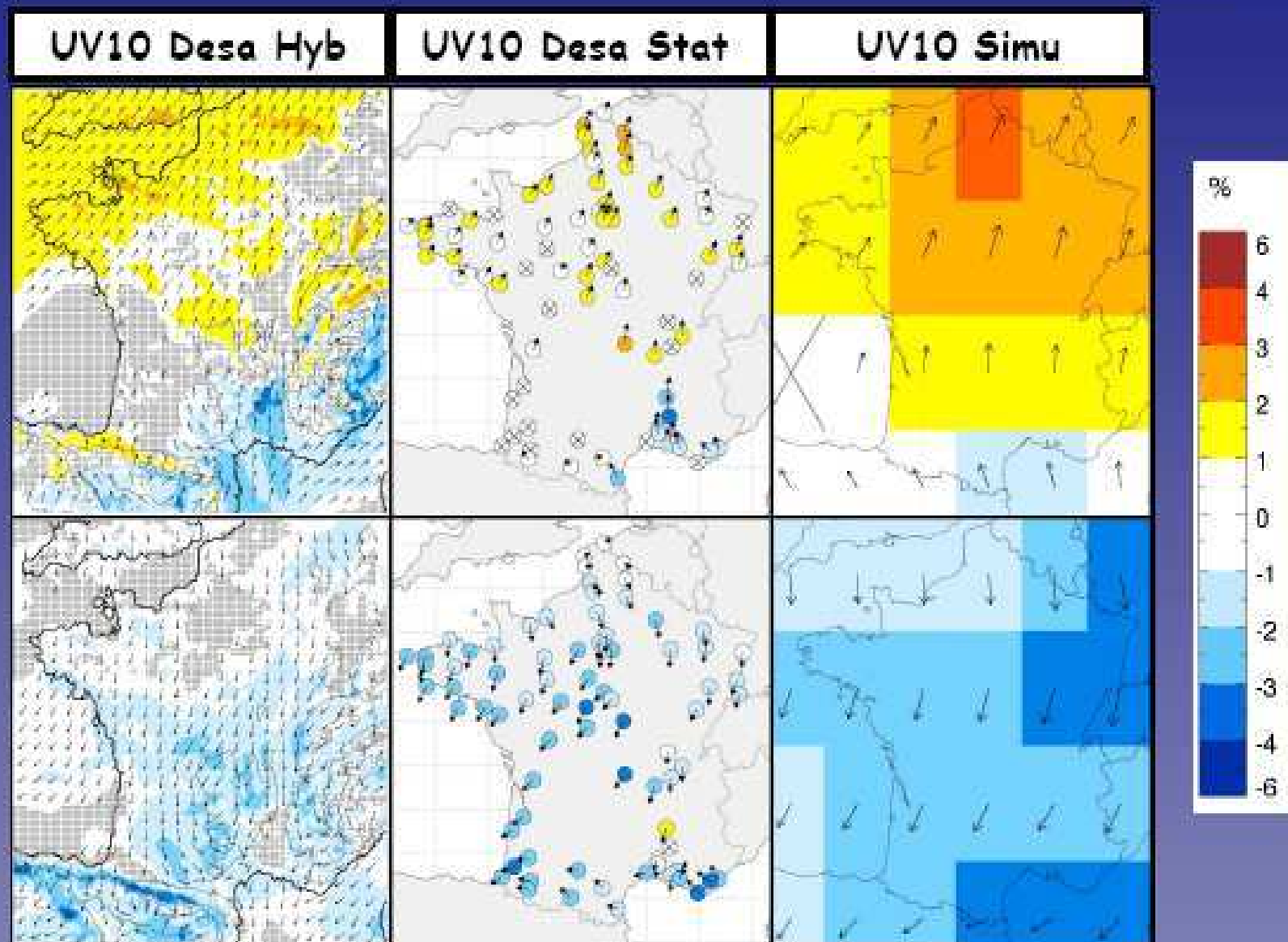
Descente d'échelle : méthode « J.Najac »



METEO FRANCE
Toujours un temps d'avance

Changements moyens multi-modèles
de la vitesse moyenne du vent à 10 m et vecteurs anomalies
2046-2065 (Ref 1971-2000)

Hiver



Eté

Autres produits « standards » disponibles

- Sortie brute modèle
 - OKAPI
 - Suite climatologique de l'étude possible
- Produits plus « élaborés »
 - Diagramme « OmbroThermique »
 - Analogue climatique

Diagramme Ombrothermique

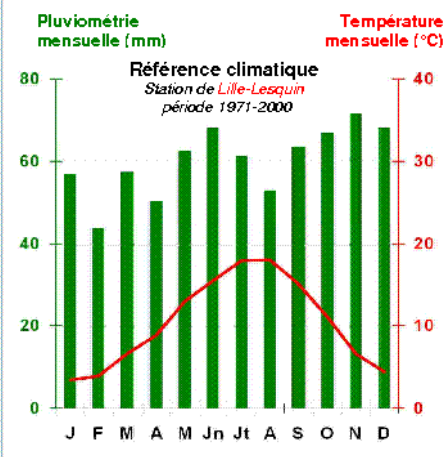
ETUDE SUR L'ADAPTATION
AU CHANGEMENT CLIMATIQUE
en Nord-Pas-de-Calais
Projection d'indicateurs climatiques

Les graphiques représentent l'évolution mensuelle de la pluviométrie et des températures moyennes relevées sous abri pour divers horizons climatiques.

Le diagramme ci-dessous est établi à partir des relevés de la station de **Lille-Lesquin (59)** sur la période 1971-2000.

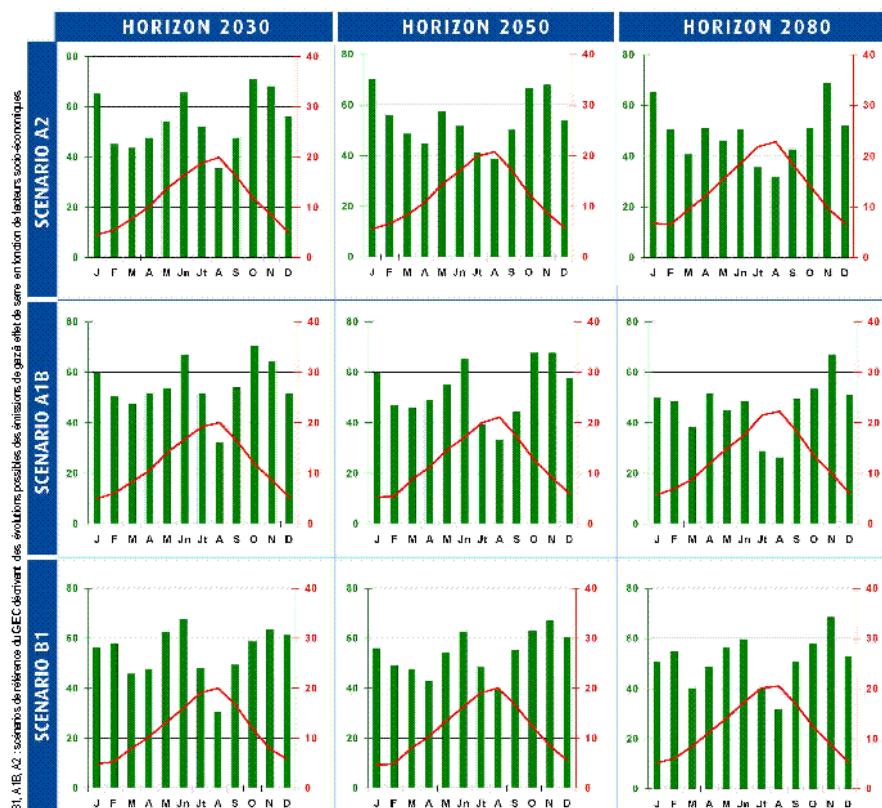
Les diagrammes ci-contre sont établis à partir des simulations d'ARPEGE-Climat (dites « RETIC ») pour le point n°12 proche de **Lille** :

- moyennes trentennaires autour de 2030 (2016-2045), 2050 (2036-2065) et 2080 (2066-2095).
- pour 3 scénarios du GIEC (A2, A1B et B1)



Édité le 11 août 2009

Diagrammes ombrothermiques Secteur de Lille (59)

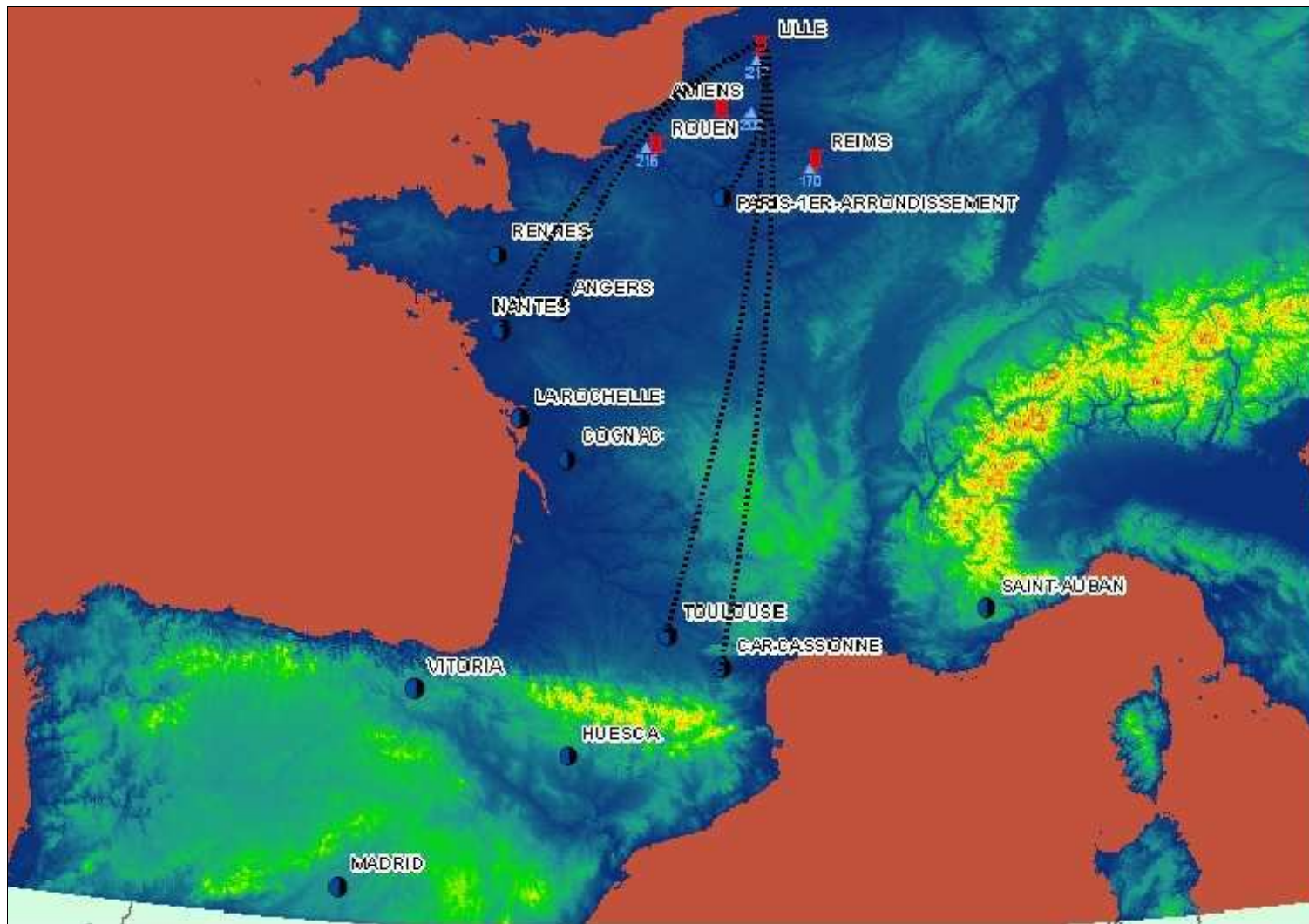


N.B. : Les valeurs ont été corrigées par la méthode quantile-quantile pour prendre en compte l'écart entre les simulations ou biais mensuel, sur la période de référence 1971-2000 et les relevés effectifs de la station de **Lille-Lesquin** sur la même période.

Analogie climatique

- Objectif : donné un sens aux résultats des simulations climatiques
- Trois distances métriques
 - Température
 - Précipitations annuelles
 - Précipitations mensuelles
- Il faut pour avoir un analogue :
 - $D_T \leq 1dg$
 - $D_{pa} \leq 0.3$
 - $D_{pm} \leq 0.6$

Analogue Climatique



METEO FRANCE
Toujours un temps d'avance

Perspectives

- Utilisation des données SCRATCH08 (7km résolution)
- Exploration du contour des incertitudes via plusieurs simulations ARPEGE couplé à différents jeux de températures de la mer.
- Mise en oeuvre d'indicateurs climatiques pertinents



METEO FRANCE
Toujours un temps d'avance



METEO FRANCE

Toujours un temps d'avance