



Thème 2: Extrêmes climatiques et régions vulnérables

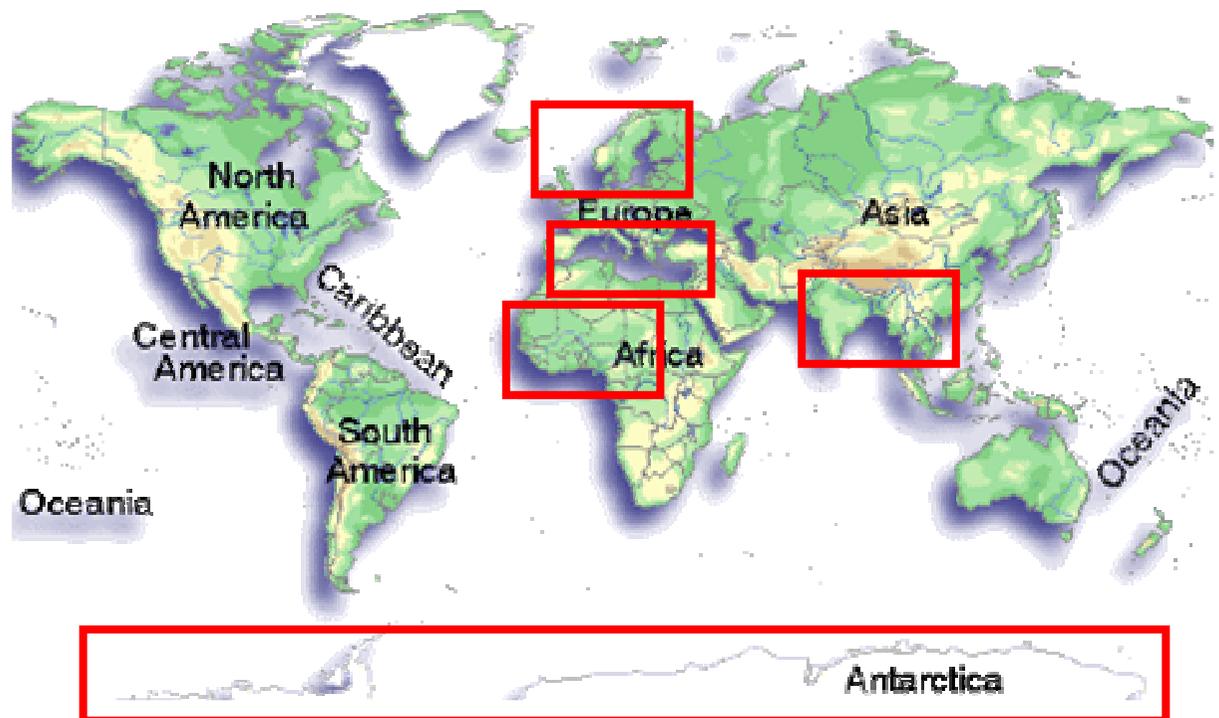
Les changements climatiques globaux se traduisent par des modifications climatiques importantes au niveau régional, où les événements extrêmes sont fortement ressentis, particulièrement dans certaines régions vulnérables.

« L'adaptation exige tout d'abord une connaissance aussi précise que possible des impacts, donc des conditions climatiques futures. Il est nécessaire d'être en mesure de proposer, au niveau local, des scénarios climatiques de court et long terme, et des méthodologies de quantification des impacts ainsi qu'une analyse globale de leurs incidences sur l'homme et sur la nature. »

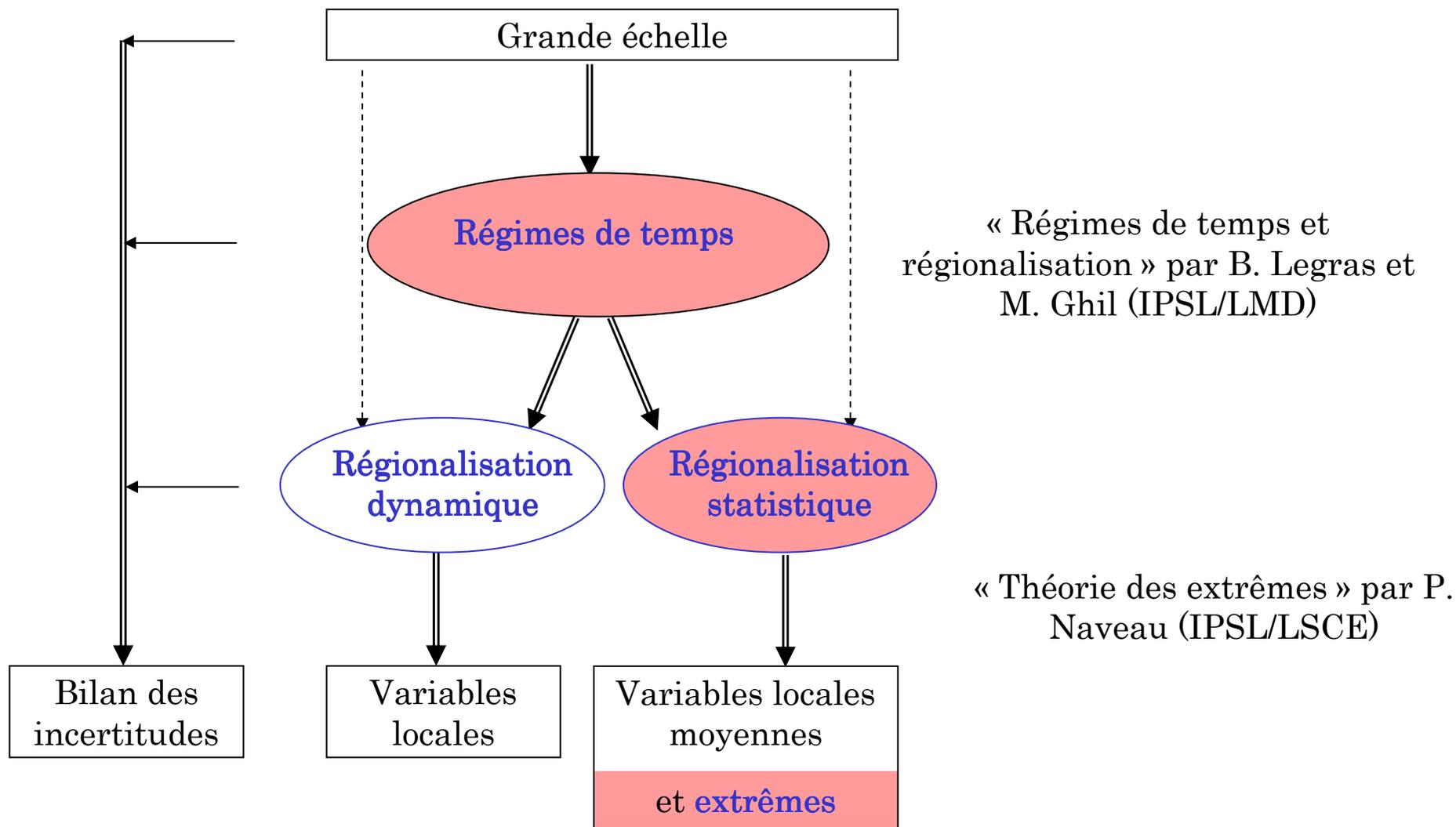
Plan Climat, , 22 juillet 2004

✘ Régions vulnérables identifiées dans le GIS

La vulnérabilité des populations humaines et des systèmes naturels face aux changements climatiques varie beaucoup d'une région -et d'une population- à l'autre. Les systèmes sociaux et naturels de chaque région sont différents et créent des écarts dans la capacité d'adaptation aux impacts des changements climatiques actuels et futurs. De plus, chaque système régional est à la fois affecté par des téléconnexions climatiques de grande échelle et des processus locaux particuliers. Des préoccupations clés découlent de ces différences pour chaque grande région du monde, qui nécessitent de mener des approches multidisciplinaires et d'améliorer la compréhension du rôle des différentes interactions spatio-temporelles intervenant à l'échelle d'une région. Un élément important de cette compréhension s'appuie sur notre connaissance de la variabilité et de la vulnérabilité passées de régions-clé en réponse à différentes contraintes.



✘ Régionalisation du climat



✘ Extrêmes climatiques

1. ceux qui ne préviennent pas et durent peu de temps (e.g. tempêtes, les pics de chaleur ou de froid...) et pour lesquels on a des outils statistiques/dynamiques ad hoc

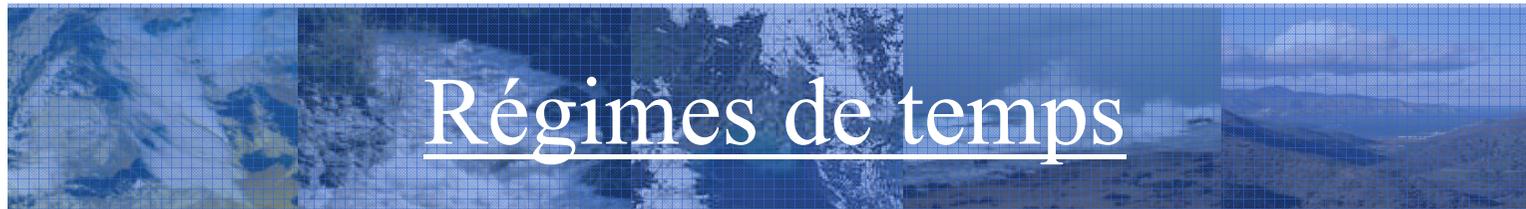


2. ceux qui s'installent pour durer (e.g. canicules et sécheresses) pour lesquelles le paradigme statistique n'est pas aussi clair, bien qu'on puisse faire un lien avec des régimes de temps (Vautard et al., 2007).



✘ Axes de recherche proposés dans le cadre du GIS

1. Développements théoriques et méthodologiques
 - Techniques statistiques ad-hoc pour déterminer des diagnostics efficaces dans la description puis la prédiction des extrêmes et leur variation avec le champ moyen
 - Modélisation dynamique et statistico-dynamique à fine échelle
 - Evaluation des incertitudes et de leur propagation
2. Réponse régionale au climat global dans des régions vulnérables-clés
3. Événements extrêmes
 - Événements brefs (tempêtes, précipitations intenses,...)
 - Événements persistents (canicules,...)
4. Evaluation des impacts régionaux
 - Micro-économie
 - Ecosystèmes régionaux
 - ...



Régimes de temps

✗ Pourquoi classifier en régimes de temps?

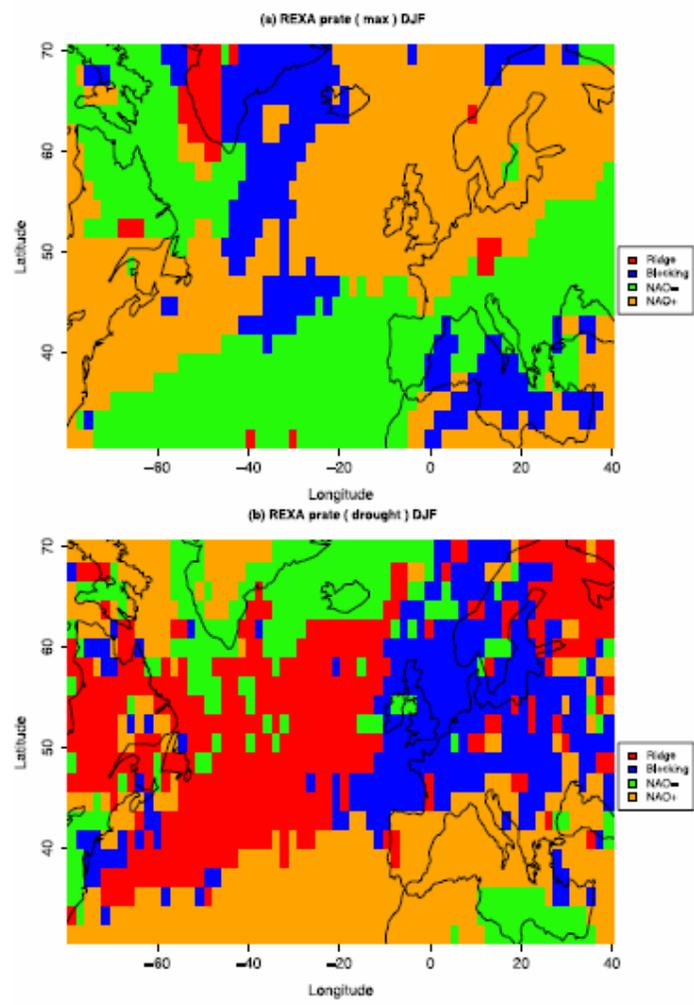
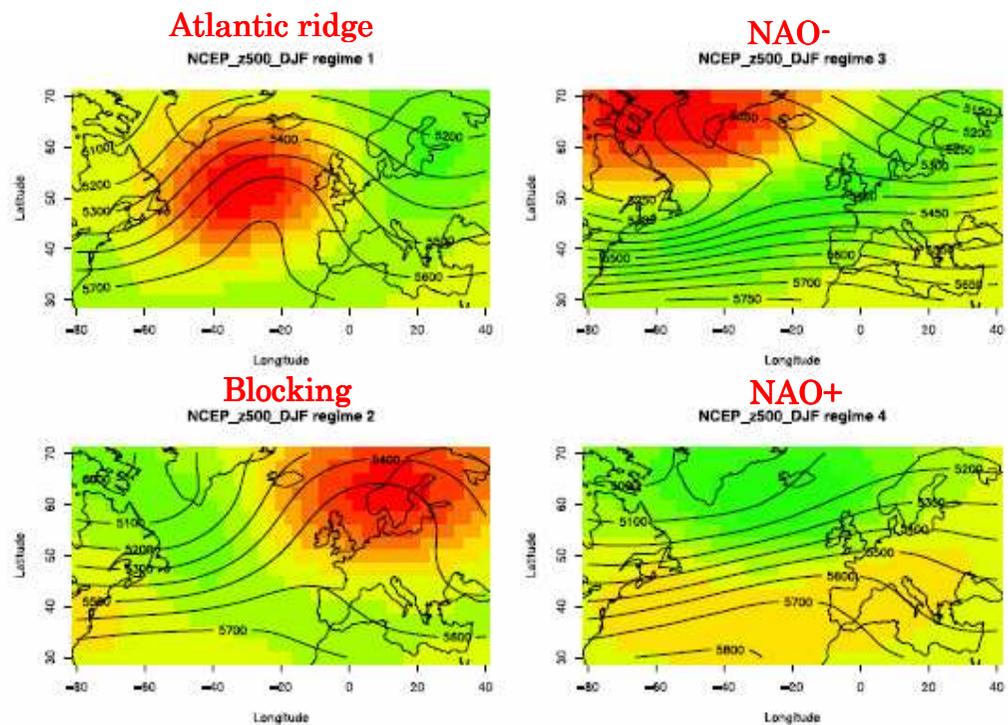
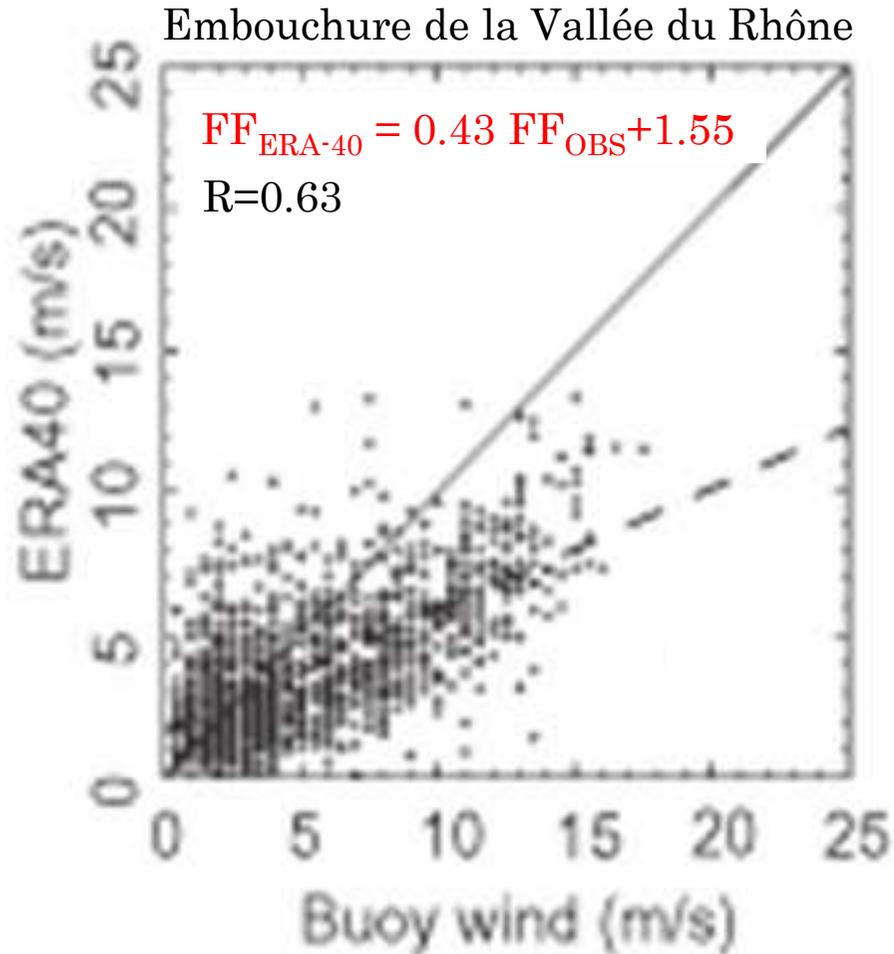


Figure: 4 régimes de circulation atmosphérique « types » sur l'Atlantique Nord, estimées à partir du géopotentiel à 500 mb quotidien durant la saison hivernale (DJF) des ré-analyses NCEP.

➤ Cartographie synthétique de l'impact des régimes de temps sur les extrêmes climatiques

Yiou and Nogaj (2003)

✗ Pourquoi régionaliser?



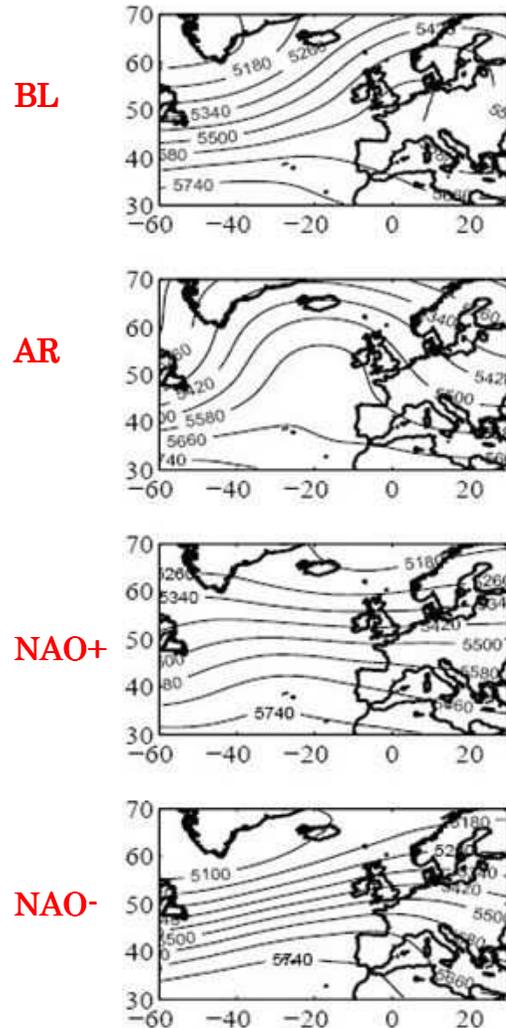
- Incapacité des modèles globaux à reproduire de façon précise les climats régionaux dans certaines régions car interactions d'échelles très forte (orographie, transition terre-mer,...)
- Particulièrement critique pour l'évaluation des extrêmes (cf. figure)
- Particulièrement critique pour le vent et les précipitations

Figure fournie par M. Crépon

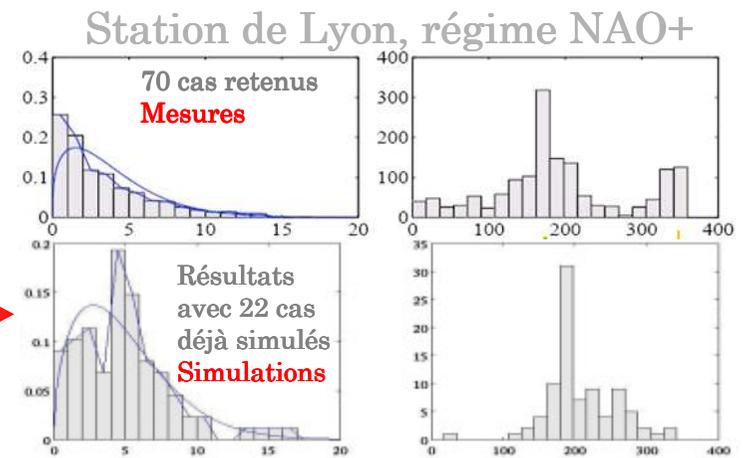
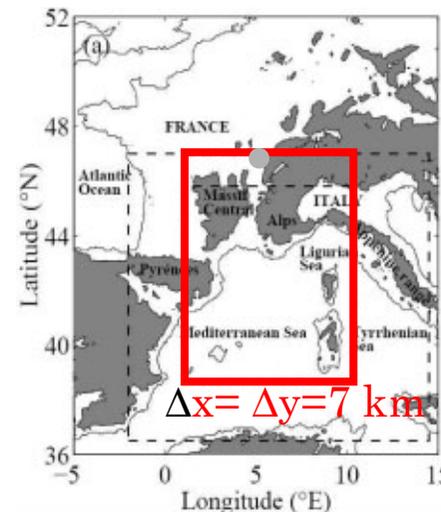
Régionalisation du climat

✘ Comment régionaliser? → downscaling statistico-dynamique

Régimes de temps hivernaux (ERA-40)



Modélisation de 4 ensembles chacun constitués d'environ 70 cas



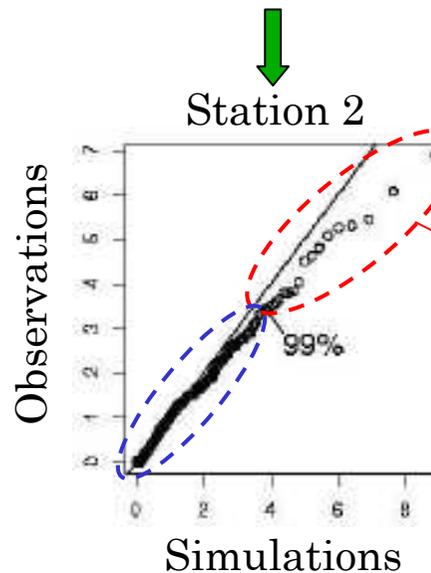
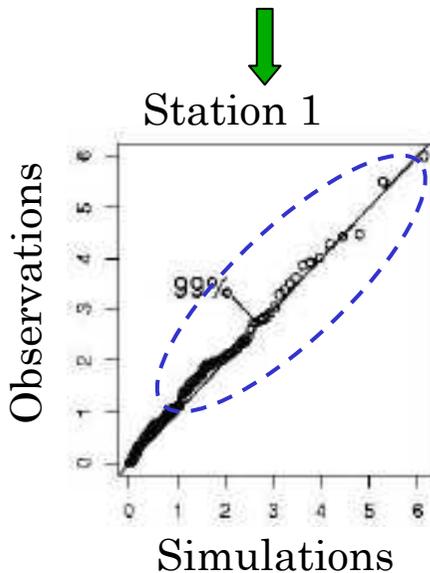
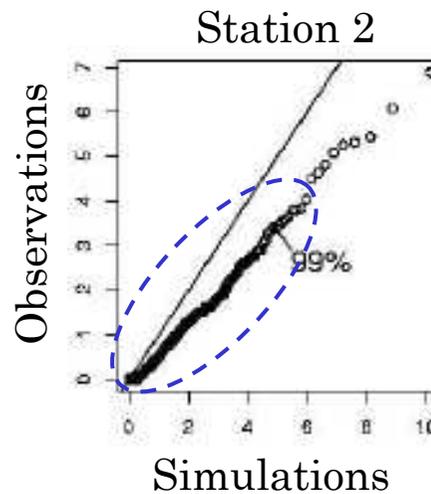
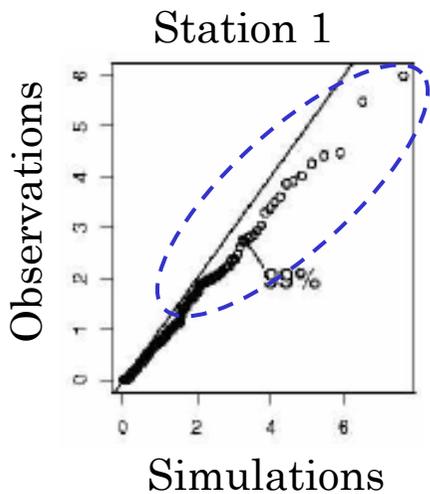
- Relation entre régimes de temps et régimes *régionaux*
- Nécessite d'importants moyens de calcul

Salameh et al. (2007)

Régionalisation du climat

✘ Comment régionaliser? → downscaling statistique

Une
approche
statistique
classique



- Régimes *régionaux*
- Transitions *évolutives*
- Proba(pluie) *fonctionnelles*

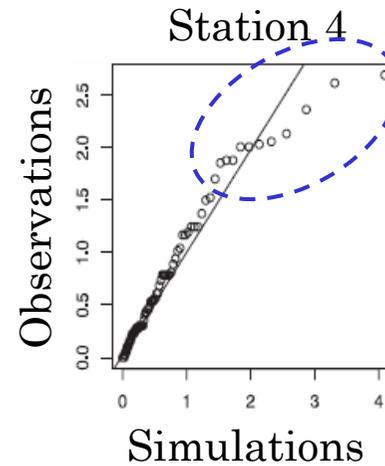
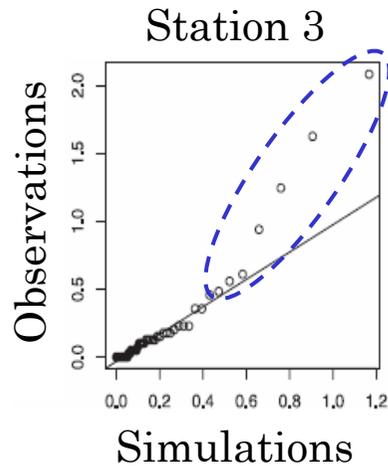
Extrêmes

Figure : Comparaisons de quantiles (QQplots) de précipitations locales

Vrac *et al.*
(2007a,b)

✘ Evénements extrêmes « rapides » (tempêtes, précipitations intenses,...)

Une
approche
statistique
classique



- Théorie des valeurs extrêmes
- Nulles/Moyennes et extrêmes
- Caractérisation des sécheresses

Vrac and
Naveau
(2007)

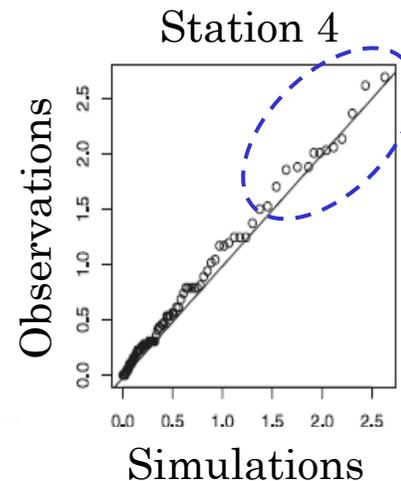
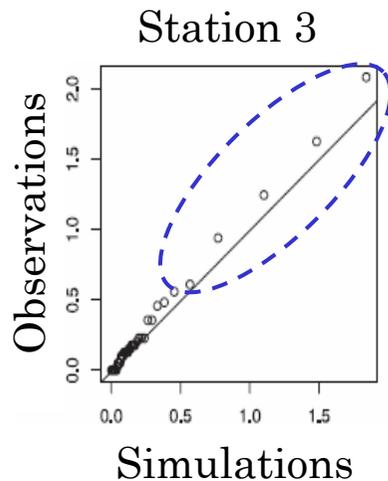


Figure : Comparaisons de quantiles de précipitations locales

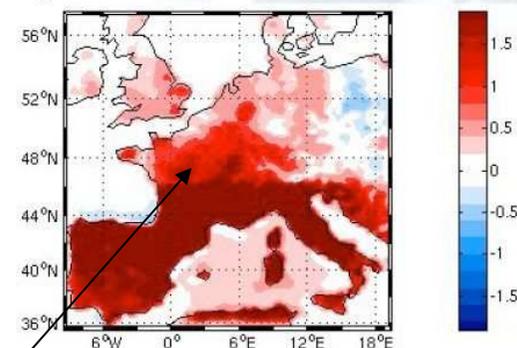
✘ Evénements extrêmes « lents » (canicule,...)

Deux runs de trois mois avec MM5 forcé avec ERA pour l'été 1994 (MJJ) différant dans l'initialisation de l'humidité de surface (au nord de 46°N, humidité observée) :

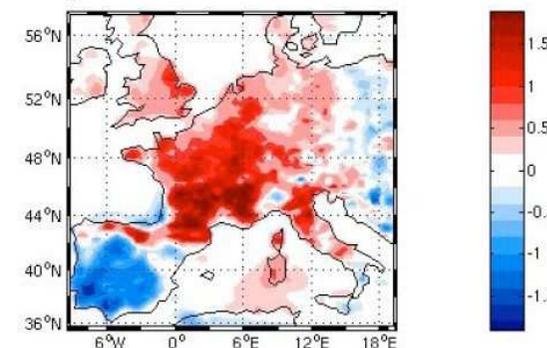
- Run 1: au sud de 46N, humidité de 15% (run "dry")
- Run 2: au sud de 46N, humidité de 30% (run "wet")

Propagation du réchauffement et assèchement vers le nord

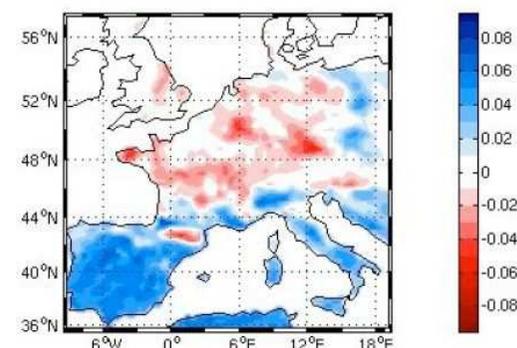
July mean T2 at 1500 UTC



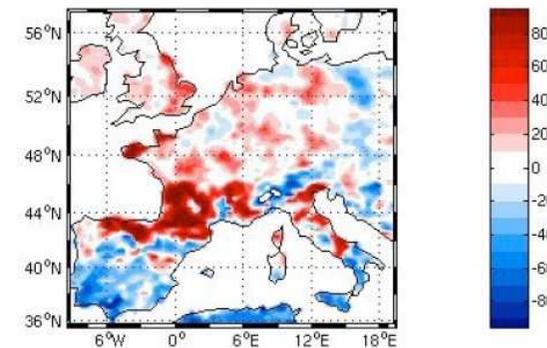
July-June T2 at 1500 UTC



July-June QG1 at 1500 UTC



July-June SHF at 1200 UTC

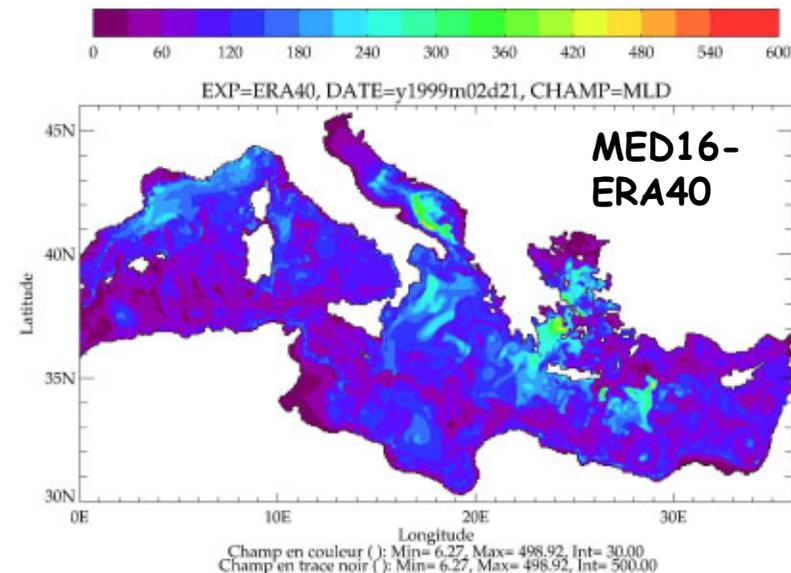
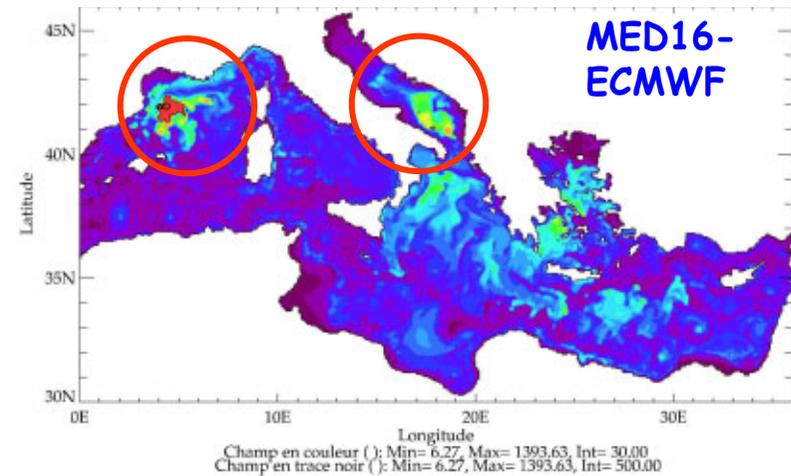
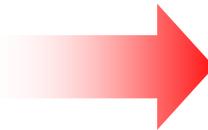
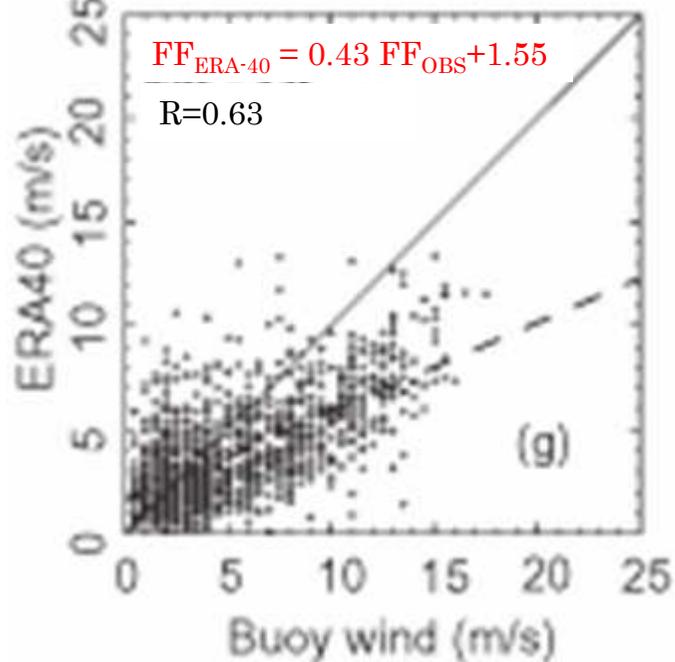


Vautard et al. (2007)

Impacts (lien avec thèmes 1 et 3)

✗ Circulation thermohaline et impacts sur écosystèmes marins

Embouchure de la Vallée du Rhône



- La circulation thermohaline nécessite dans certaines régions de la Méditerranée un forçage régional précis et intégrant les extrêmes

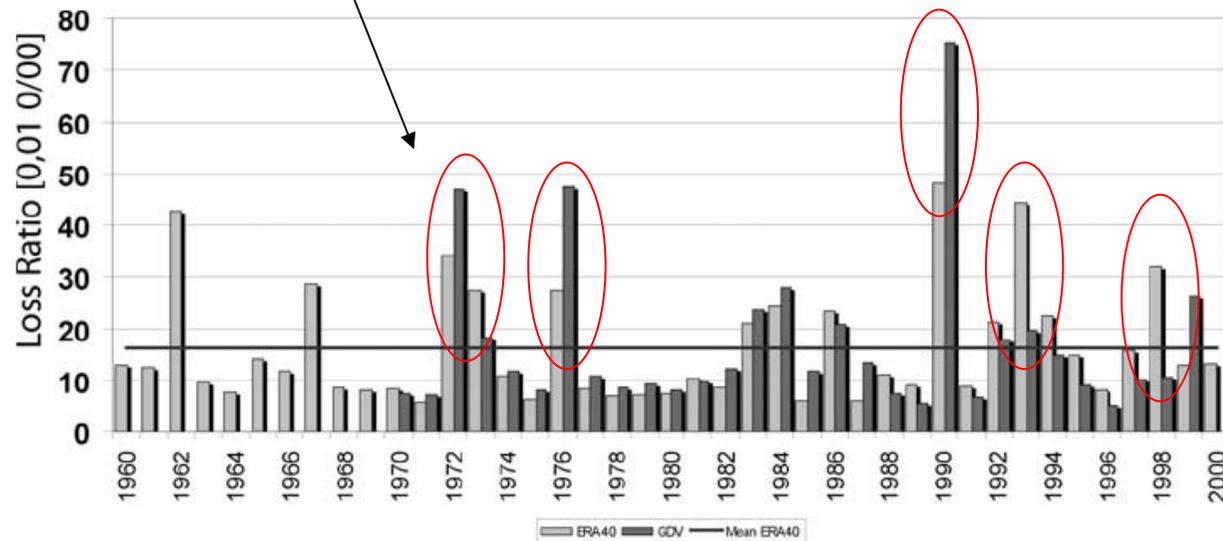
Figures fournies par M. Crépon

✘ Coûts des dégâts engendrés par les tempêtes de vents

$$\text{loss} \approx p \left(\frac{v_{\max}}{v_{98}} - 1 \right)^3 \quad \text{for } v_{\max} > v_{98}$$

Régionalisation du
vent nécessaire

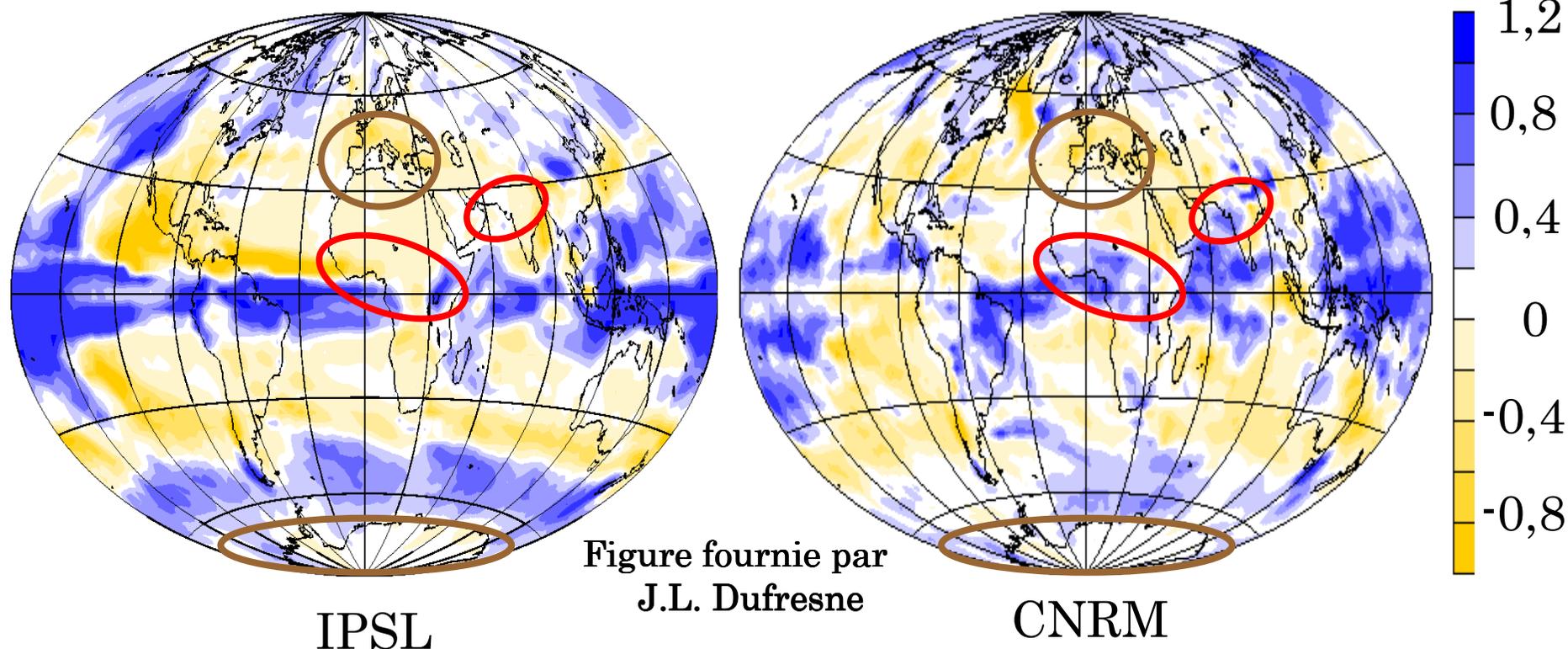
- Ce modèle repose sur l'hypothèse que des dégâts ont lieu si le vent de surface (10 m) excède un seuil local spécifique (98^{ème} percentile, v_{98}).
- Pour tenir compte de l'adaptation au climat local, les dégâts sont supposés proportionnels à la différence entre le vent local instantané (v_{\max}) et v_{98} , d'où la dépendance en v_{\max}/v_{98} .



Leckebusch et al. (2007)

✘ Régions vulnérables identifiées dans le GIS

Changement des précipitations (mm/j) pour le scénario A1B (21^{ème} siècle)



- Mieux caractériser l'impact régional dans des régions-clés où les phénomènes de petites échelles (quelques kilomètres à dizaines de kilomètres) peuvent être cruciaux
- Evaluer les incertitudes (densités de probabilité d'événements en incluant l'incertitude associée à la modélisation du climat global)