

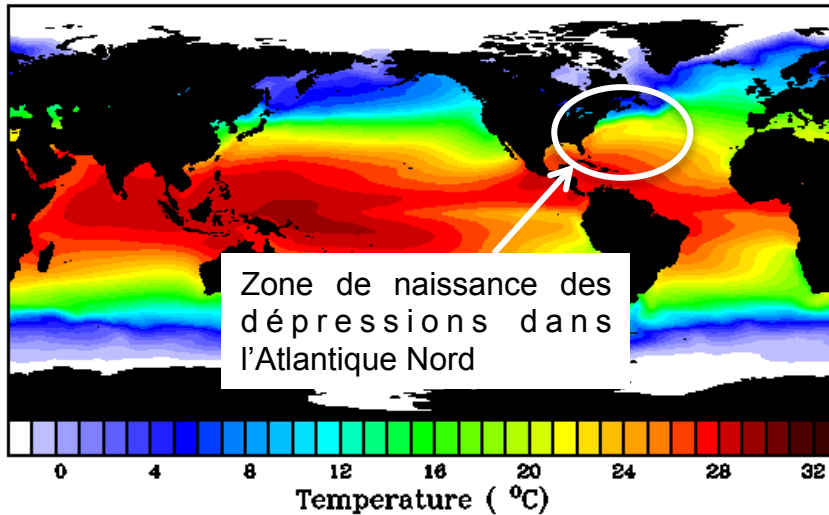
Etude de la variabilité décennale des dépressions en Atlantique Nord au cours du XX^{ème} siècle et de leur réponse au réchauffement climatique

Encadrants : - Emilia Sanchez, CERFACS
- Fabrice Chauvin, CNRM-GAME



Contexte: Les dépressions Atlantique Nord et le climat en Europe

ANNUAL MEAN
GLOBAL SEA SURFACE TEMPERATURES



Les dépressions Atlantique Nord prennent naissance à l'ouest du bassin et se déplacent ensuite vers l'Europe

Zone **barocline** (fort gradient de température + courant jet en altitude)

→ Elles ont une forte influence sur les précipitations, la couverture nuageuse, le vent, l'état de la mer et le bilan radiatif

→ Elles peuvent atteindre le seuil de tempêtes et provoquer des dégâts considérables

En France :

- Lothar et Martin : Décembre 1999
- Klaus : Janvier 2009
- Xynthia : Février 2010

Les routes dépressionnaires et le changement climatique

- Bengtsson et al. 2009 : Une diminution du gradient de température entrainerait une diminution du nombre de dépressions sur l'ensemble du domaine.
- Lambert, 2004 : Une augmentation des températures pourrait entrainer une augmentation de chaleur latente disponible pour les dépressions et donc une augmentation des cas intenses.

Beaucoup d'études semblent s'accorder sur un déplacement vers le nord des routes dépressionnaires. (IPCC 2007, Catto et al. 2011 etc)

→OBJECTIFS : 1- Analyser la variabilité des dépressions dans la région de l'Atlantique Nord au cours du XX^{ème} siècle.

2- Etudier les tendances climatiques des dépressions en Atlantique Nord pour le climat futur.

Données utilisées

→ La ré-analyse **20CR** (Compo et al. 2011)

- Période **1872-2010** (dite « historique »)
- Assimilation de pression de surface toutes les 6 heures
- **2°** de résolution spatiale
- **56 membres**
- Conditions aux limites : SST (Sea Surface Temperature)

→ Le modèle **CNRM-CM5** (Voldoire et al. 2012) développé par le CERFACS et le CNRM-GAME dans le cadre du projet CMIP5 pour le prochain rapport du GIEC :

- Modèle de **climat couplé**
- Période **1901-2008**
- 1 simulation historique avec **10 membres** : Construction d'une simulation de contrôle de 1000 ans puis sélection de 10 états initiaux.
- Scénario d'émission **RCP8.5** : **5 membres** disponibles (2007-2099)

→ Hiver étendu : **de Novembre à Avril**

La méthode de suivi automatique

→ Le « tracking » :

- Méthode de **suivi des dépressions**.
- Utilisation de l'algorithme développée par Ayrault (1995)

1. Détection des maxima de vorticité relative à 850 hPa
2. Appariement de ces maxima entre deux pas de temps

Plusieurs paramètres nécessaires :

2 composantes du vent à 700 hPa et 850 hPa :
(**u700,v700**) et (**u850,v850**)

Pression de surface

Problème : u700 et v700 non disponibles pour les 56 membres, mais disponibles pour la moyenne de 20CR.

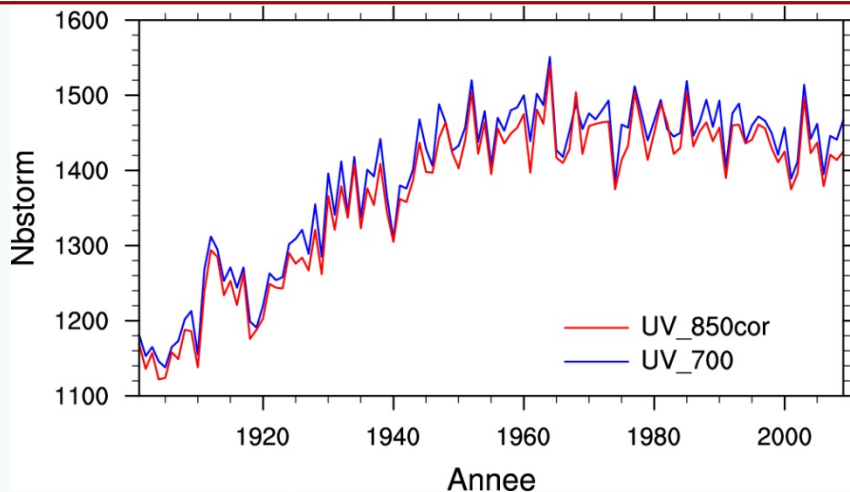
➔ Mise en place d'une méthode pour estimer ce vent à 700 hPa à partir du vent à 850 hPa. (Méthode de reconstruction quantile-quantile)

Méthode reconstruite : **UV850cor**

Méthode non reconstruite : **UV700**

Vérification de la méthode de reconstruction quantile-quantile

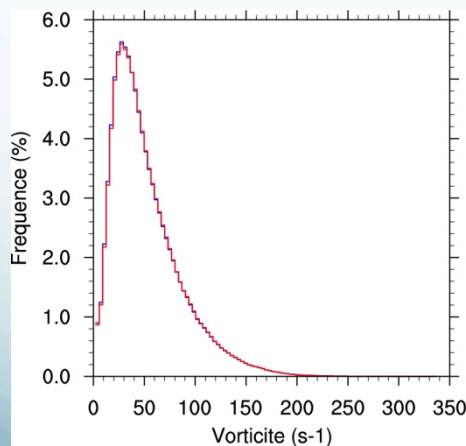
Nombre de dépressions pour la moyenne de 20CR (1901-2010)



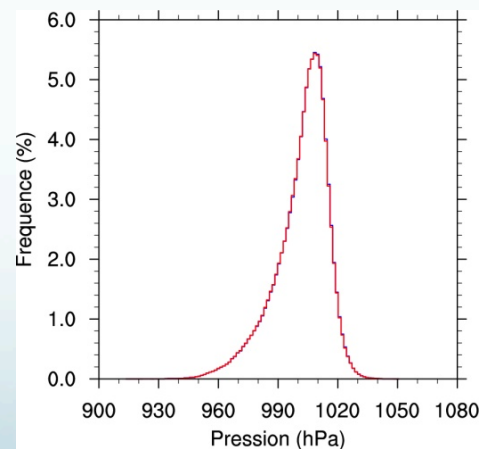
→ Légère sous-estimation de la méthode corrigée

→ Distribution statistique très similaire

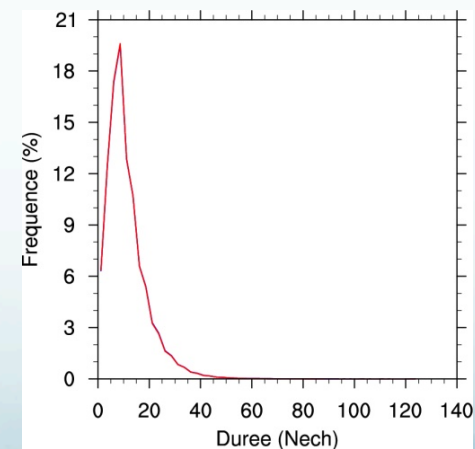
Distribution statistique des paramètres : (a) vorticité, (b) pression, (c) durée de vie des dépressions



(a)



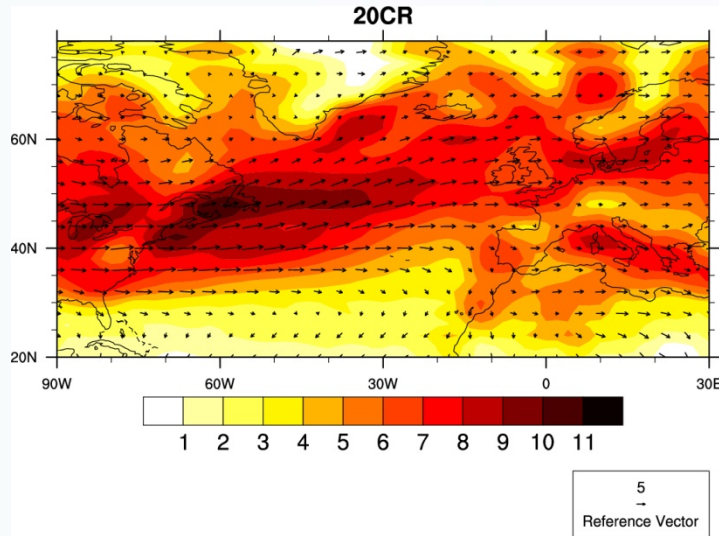
(b)



(c)

Etude de l'ensemble 20CR

Carte de densité de trajectoires (nombre de trajectoires par mois (1901-2010))



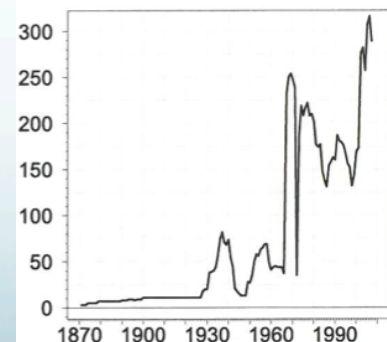
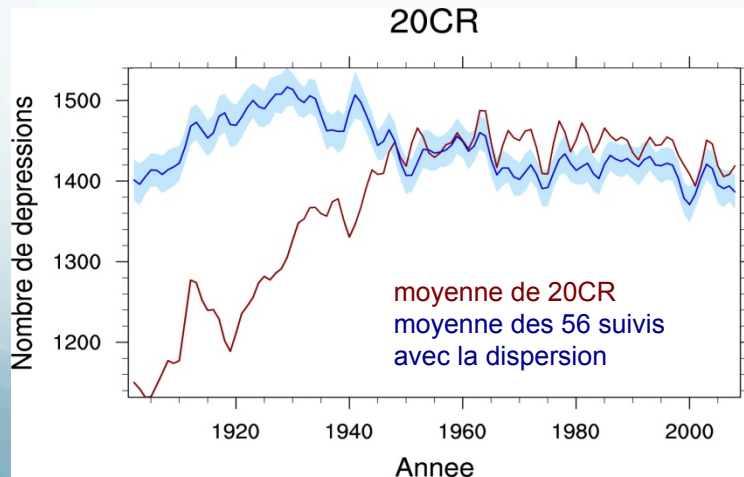
Méthode de suivi appliquée aux 56 membres séparément

→ Maximum : 9 dépressions par mois et par point de grille
→ Zone de cyclogenèse sur l'Ouest de l'Atlantique

→ Inhomogénéités importantes au début du siècle.

→ Manque d'observation (Wang et al. 2012, Krueger et al. 2012)

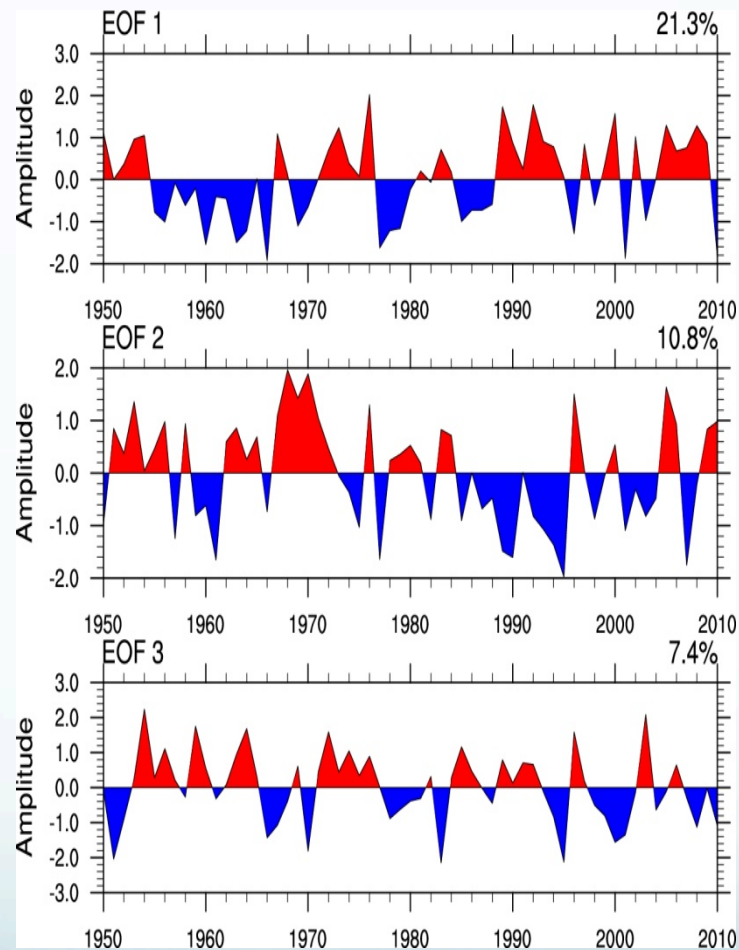
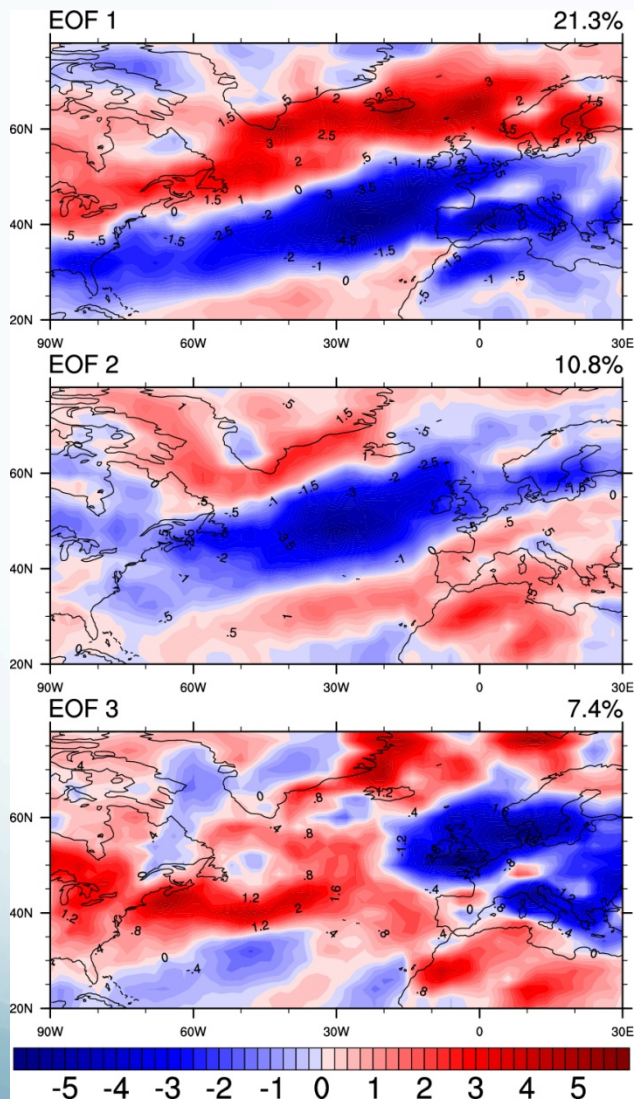
Nombre de dépressions sur tout le domaine (1901-2010)



Nombre de stations utilisées dans 20CR (Compo et al. 2011)

Modes de variabilité du champ de densité de trajectoires dans 20CR

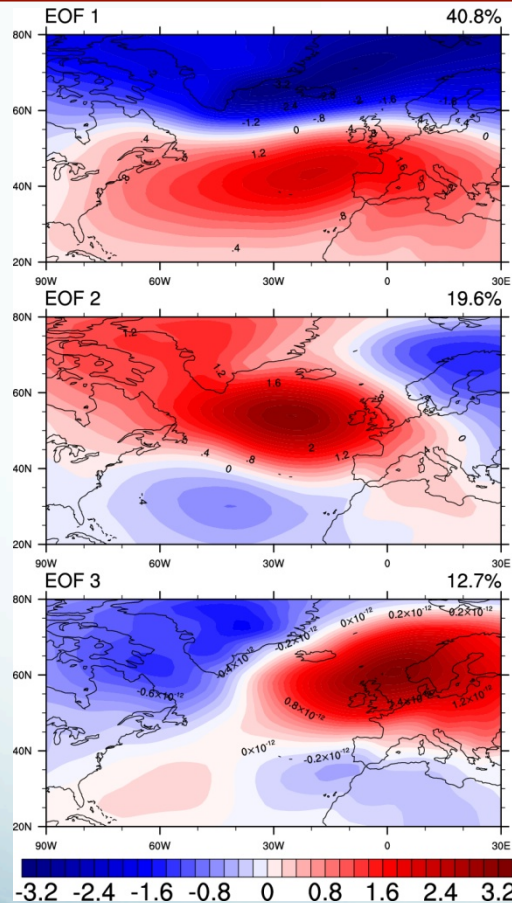
3 premières EOFs du champ de densité de trajectoires (1950-2010)



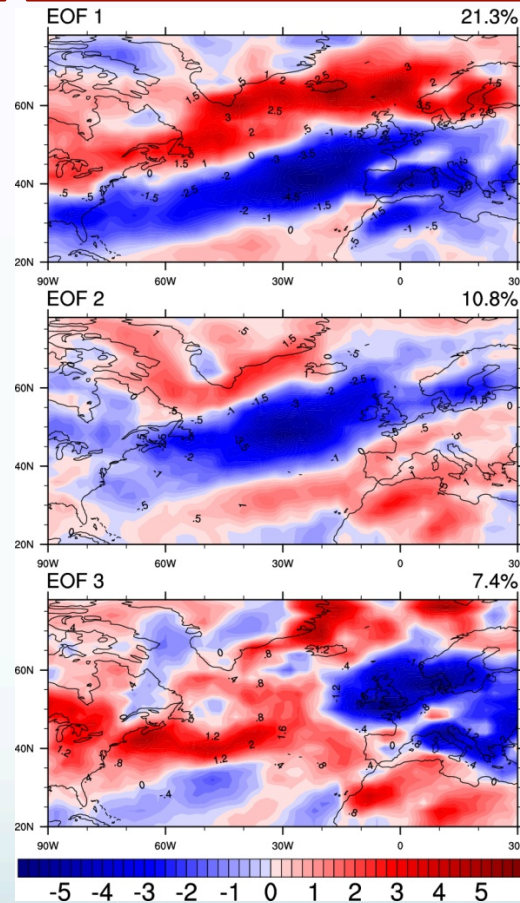
En nombre de dépressions par mois

Modes de variabilité de la circulation atmosphérique de grande échelle dans 20CR

3 premières EOFs de la pression de surface



3 premières EOFs du champ de densité de trajectoires



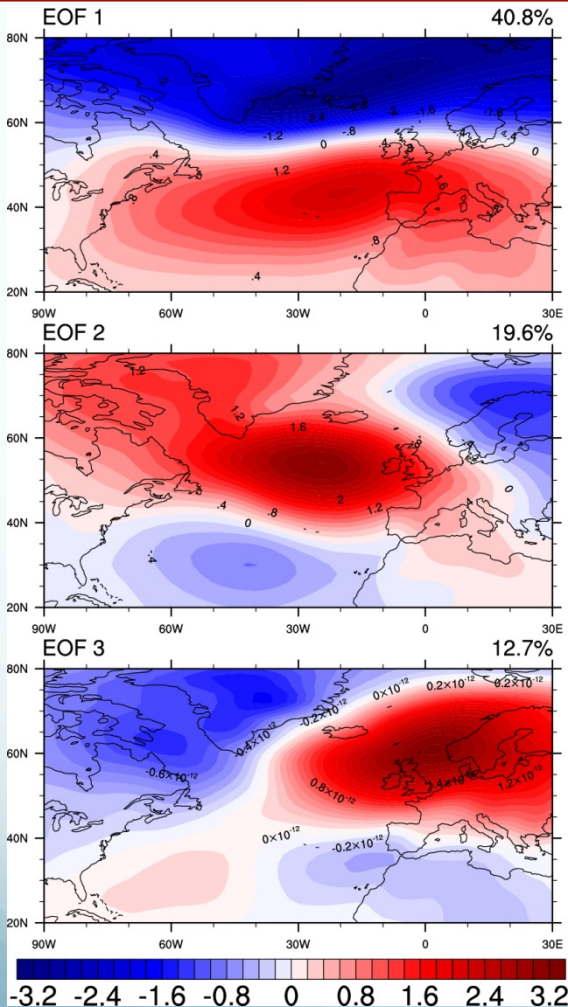
Corrélation entre les séries temporelles des modes de variabilité atmosphérique de grande échelle et les séries temporelles de l'ACP sur la densité de trajectoires des dépressions

EOF	1	2	3
NAO	0.82 (0.02)	0.4 (0.05)	0.05 (0.04)
Dorsale	0.35 (0.04)	0.64 (0.05)	0.4 (0.09)
Blocage	0.04 (0.03)	0.27 (0.09)	0.75 (0.08)

Valeurs entre parenthèses : dispersion entre les 56 membres

Relation entre le nombre de dépressions sur chaque domaine et les modes de variabilité de grande échelle pour 20CR

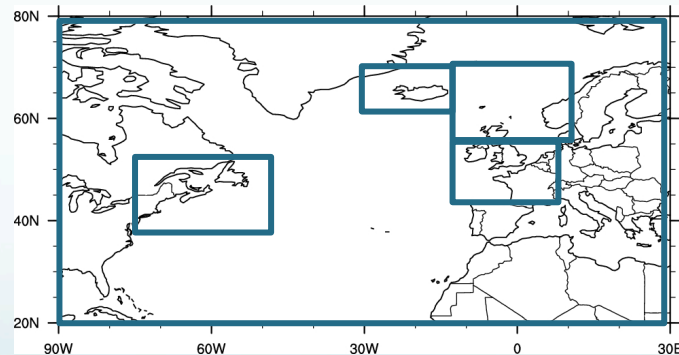
3 premières EOFs de la pression de surface



Corrélation entre les séries du nombre de dépressions pour chaque domaine et les 3 modes de variabilité de grande échelle

Cor	Atl Ouest	France	Islande	Norvege
NAO	0.12	-0.56	0.55	0.58
Dorsale	0.48	-0.09	-0.1	0.15
Blocage	0.29	-0.34	0.39	-0.31

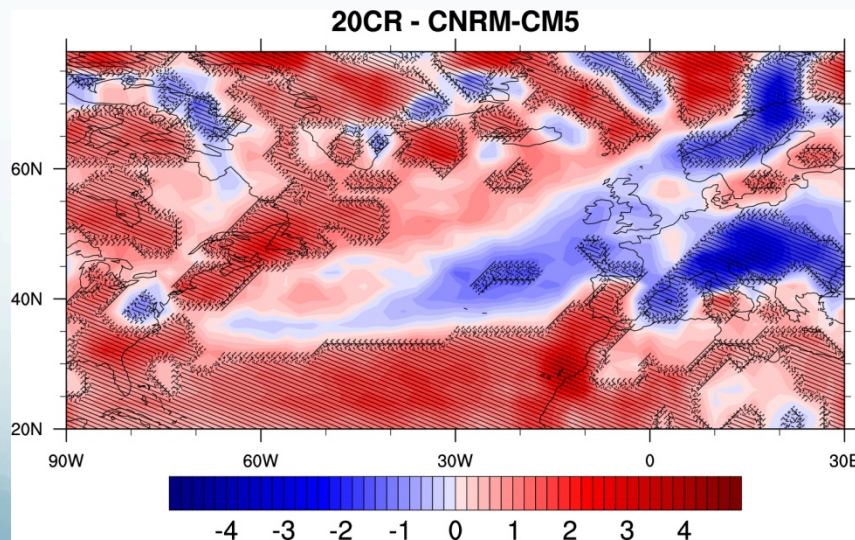
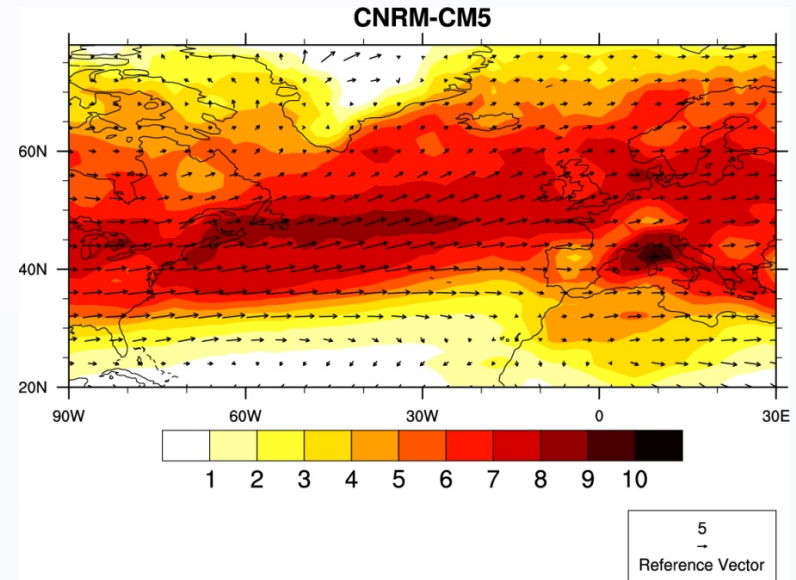
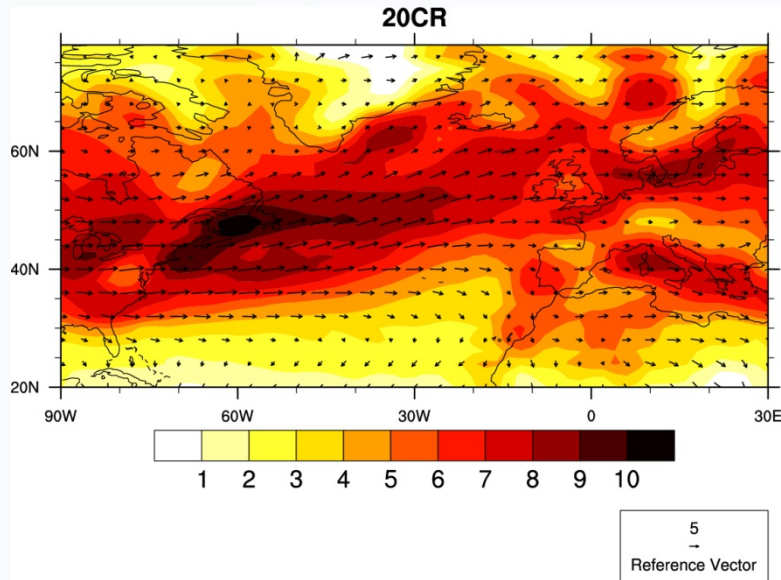
En rose, corrélation significative à 95%



→ NAO positive =
Plus de
dépressions sur les
domaines Islande et
Europe du Nord

Etude de l'activité dépressionnaire dans le modèle

Carte de densité de trajectoires (nombre de trajectoires par mois (1950-2010))

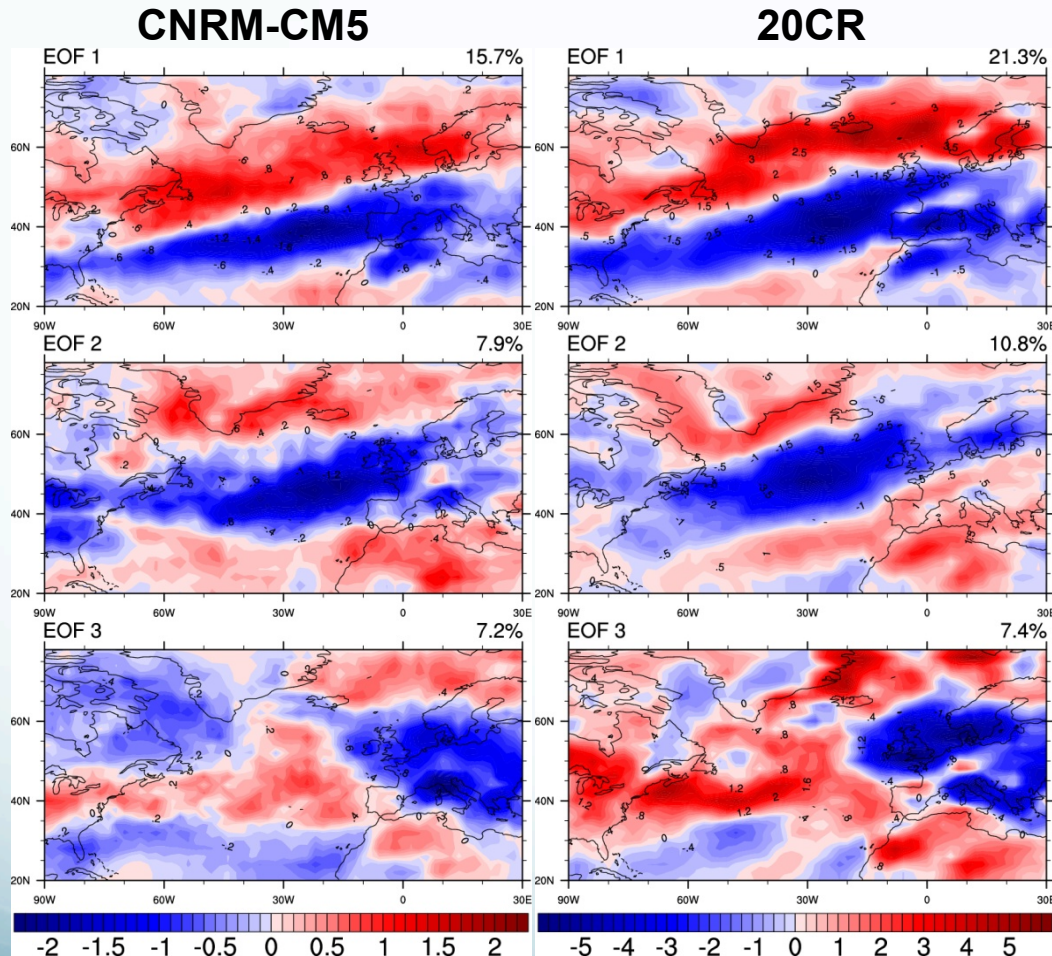


→ Modèle trop **zonal**

→ **Sous estimation**
du modèle par rapport
à la ré-analyse sur
une grande partie du
domaine

Modes de variabilité des systèmes dépressionnaires dans le modèle

Analyse en composantes principales de la densité de trajectoires (1950-2010)



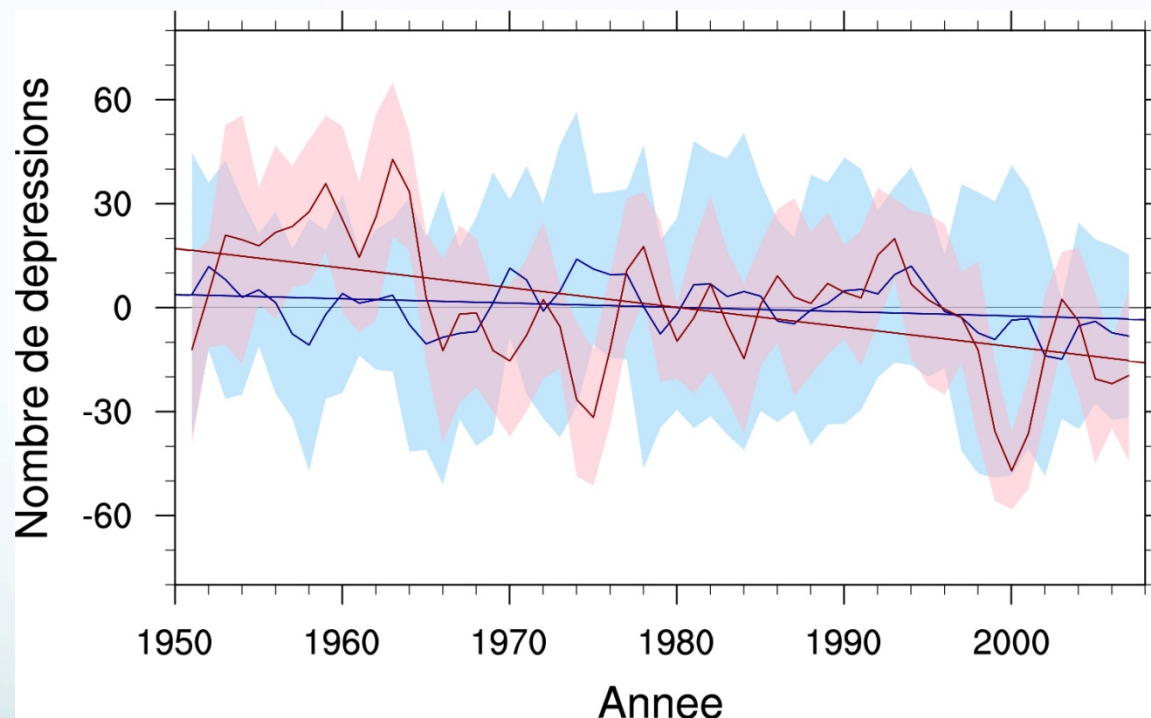
(En nombre de dépressions par mois)

EOF	1	2	3
NAO	0.79 (0.08)	0.28 (0.18)	0.1 (0.07)
Dorsale	0.22 (0.18)	0.55 (0.20)	0.24 (0.17)
Blocage	0.23 (0.13)	0.30 (0.21)	0.34 (0.28)

→ On retrouve les principaux modes mis en évidence dans la ré-analyse mais avec des corrélations plus faibles.

Tendances dans la ré-analyse et le modèle

Anomalie du nombre de dépressions pour la période 1950-2008



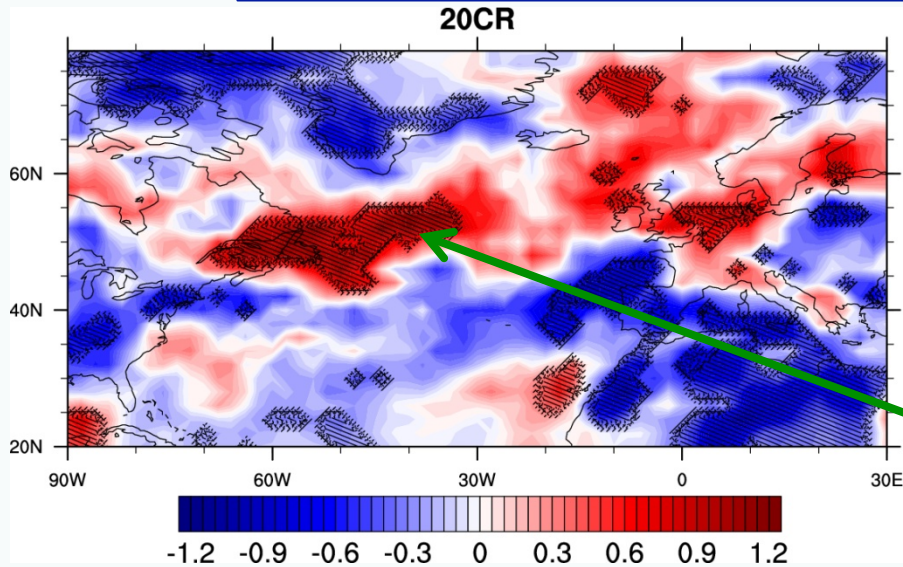
En bleu: le modèle avec la dispersion des 10 historiques en ombré.

En rouge: La ré-analyse avec la dispersion des 10 membres en ombré.

Les tendances ont été tracées pour la période.

→ **Dispersion plus importante dans le modèle que dans la ré-analyse**

Tendances dans la ré-analyse et le modèle



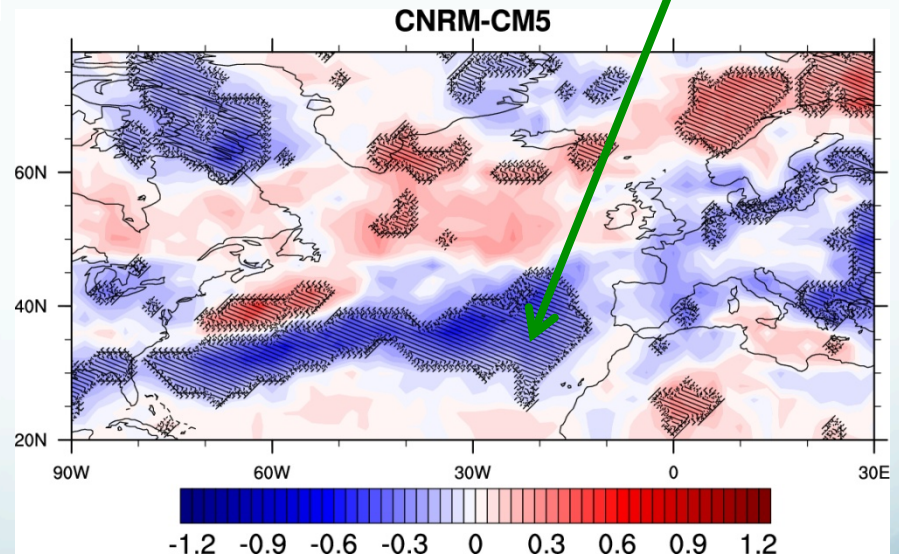
→ Tendances plus faibles dans le modèle

→ On retrouve globalement la même structure que dans la ré-analyse

Zones significatives à 90% avec un test de Monte Carlo

Tendances de la densité de trajectoires des dépressions (Nombre de trajectoires par décennies) pour la période 1950-2008

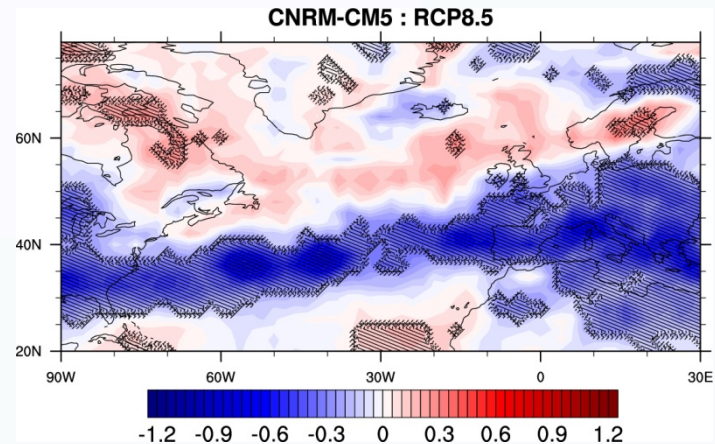
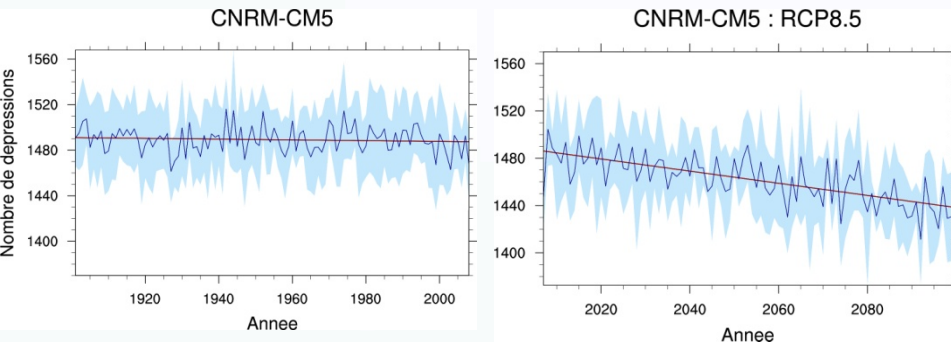
→ Déplacement des routes dépressionnaires vers le nord



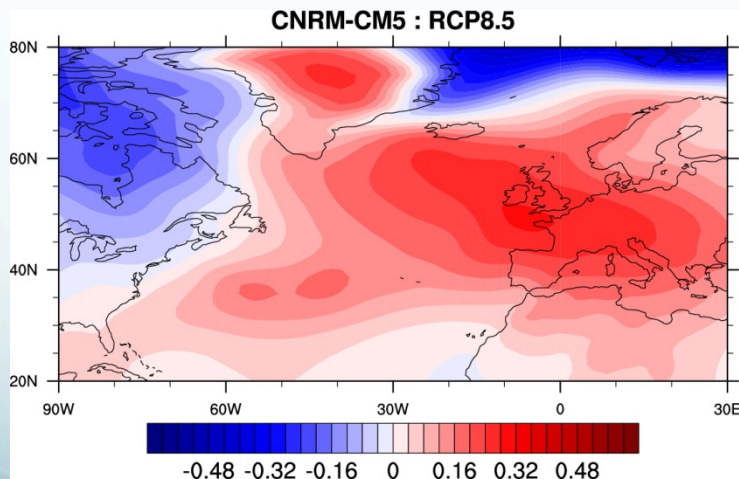
Le scénario RCP8.5

→ Effets radiatifs des gaz à effet de serre : $+8,5\text{W/m}^2$ à l'horizon 2100

*Nombre de dépressions sur tout le domaine
(2007-2099)*



*Tendances de la densité de trajectoires des
dépressions (Nombre de trajectoires par décennies)*



Tendance de la pression de surface (2007-2099)

→ Diminution du nombre de dépressions :
Effet Dynamique (NAO)
Effet thermique (Hausse de la pression)

Conclusions et perspectives

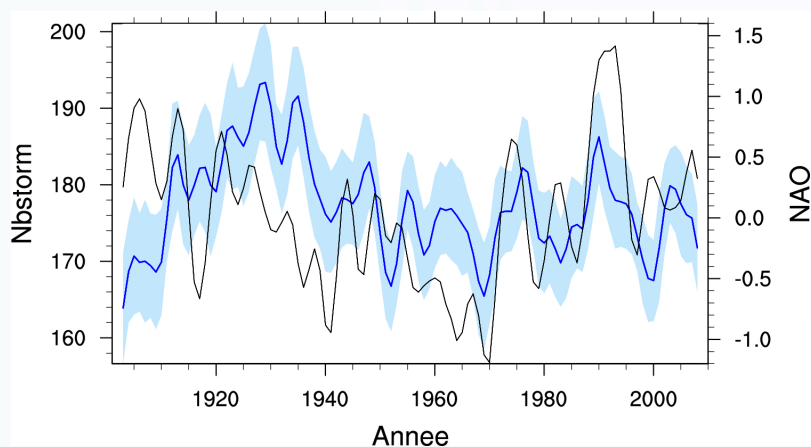
- ➔ La moyenne de 20CR n'est pas appropriée pour l'évaluation de tendances climatiques au début du XX^{ème} siècle (Krueger et al. 2012, Wang et al. 2012)
- ➔ Mise en évidence des modes de variabilité principaux de l'Atlantique Nord.
- ➔ Reproduction des tendances dans le modèle : Déplacement vers le nord des routes dépressionnaires.
- ➔ Tendances significatives à la diminution dans le sud du domaine pour la période 2007-2099.

Quelques perspectives :

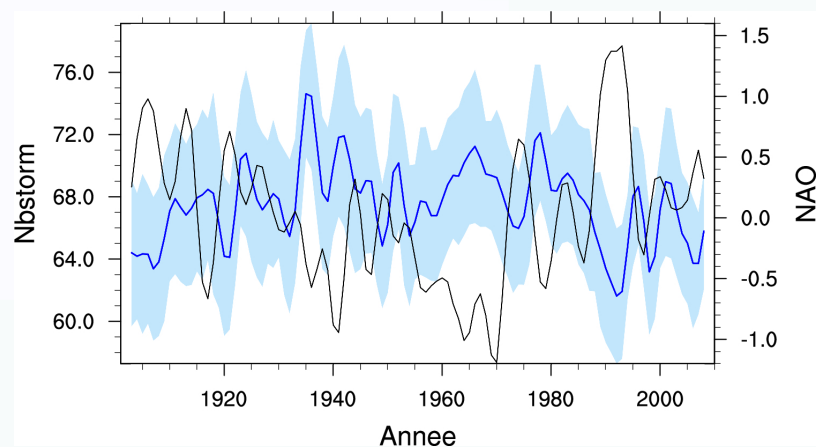
- Utilisation d'autres ré-analyses et d'autres modèles (IPSL) pour évaluer les incertitudes
- Faire une étude sur des populations de dépressions (seuil en intensité)
- Détection et attribution des forçages
- Une étude sur les régimes de temps

Nombre de dépressions sur les domaines

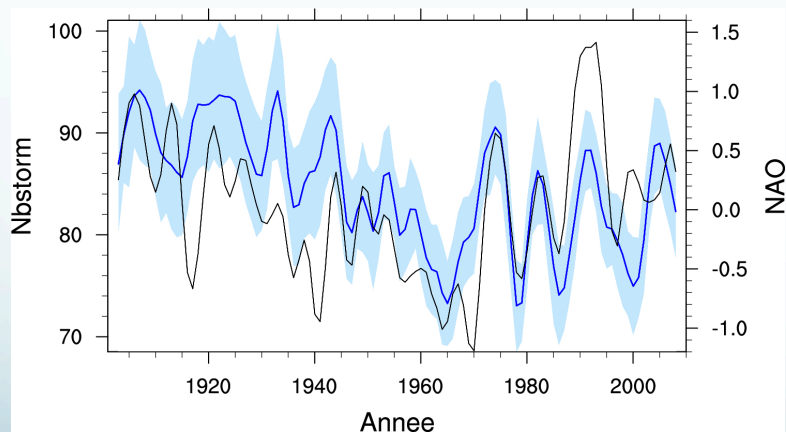
Atlantique Ouest



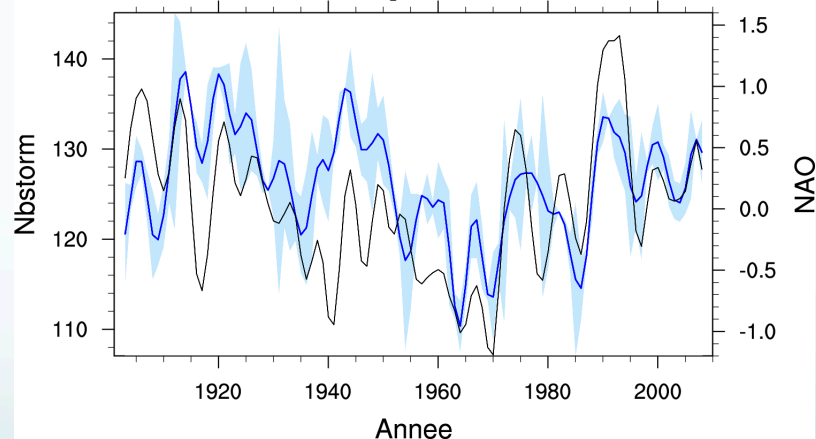
France



Islande

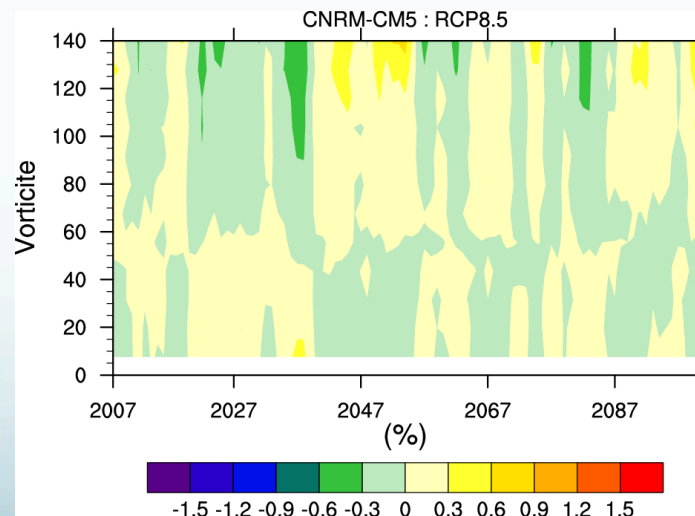
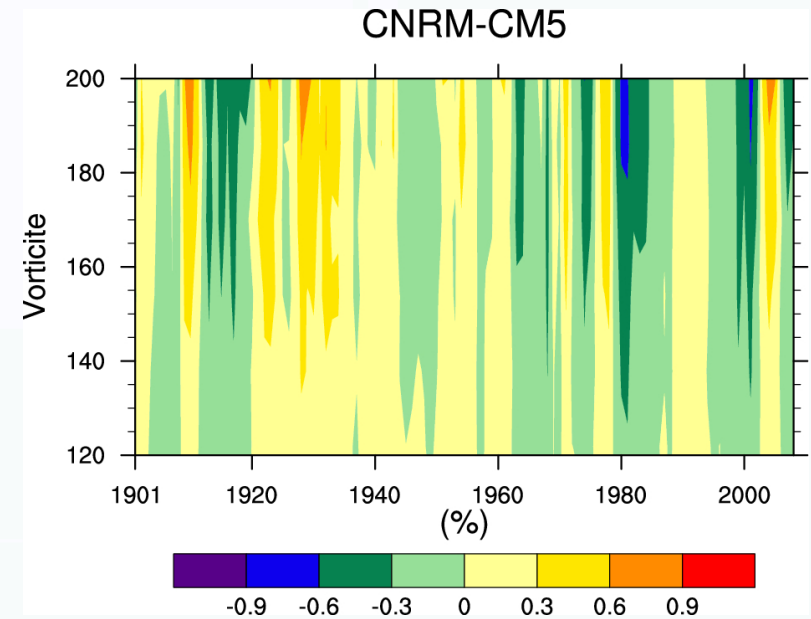
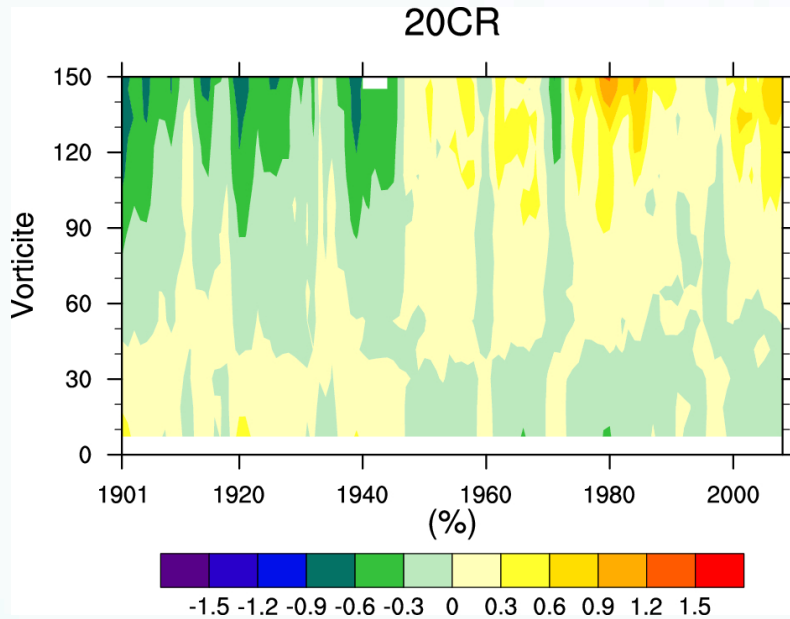


Europe du Nord



➔ Relation importante entre la NAO et le nombre de dépressions sur les domaines Islande et Europe du Nord, surtout à la fin du XX^{ème} siècle

Diagrammes « Hovmoller »



Comparaison ERA40 et 20CR

