

Papillons et cygnes noirs: systèmes dynamiques, événements extrêmes, et changement climatique

Pascal Yiou

LSCE

Motivations Initiales

- Etude d'événements climatiques et relation avec la circulation atmosphérique à grande échelle
- S'il y a un attracteur climatique, comment mesurer une déformation qualitative?
 - Lien avec des forçages (solaire, volcans, GHG...)
- Tentative d'attribution et émergence?

Circulation analogues (1)

- *Reference* database **R**, containing consistent pressure (SLP and/or geopotential heights), temperature, precipitation etc. data during a reference period of observations
 - E.g. Reanalysis data for a fixed period, model control simulation
- *Target* dataset **T**, with only pressure data (SLP or geopotential height)
 - E.g. Observation during a period outside of the reference

Circulation analogues (2)

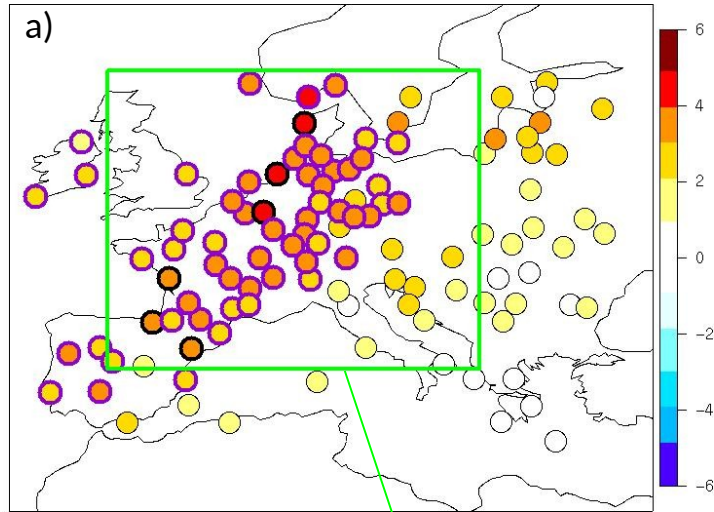
- We want to infer the value of climate variables (T, Prec.) in the dataset **T**, from information in the database **R**.
- For each day in **T**, find best analogues of pressure in **R**.
 - Minimize distance (Euclidean, Mahalanobis...)
 - Maximize spatial correlation (rank)

Circulation analogues (3)

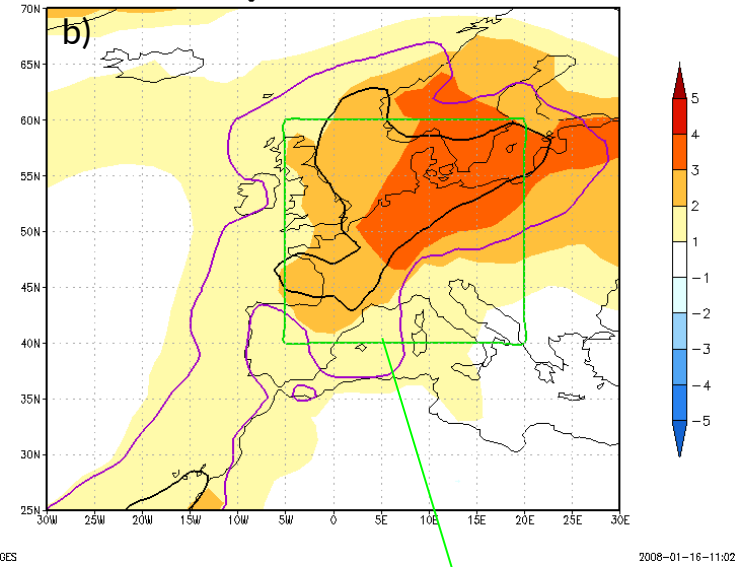
- Use of daily geopotential height at 500mb from NCEP reanalyses
- For all days between Jan. 1st 1948 and March 31st 2010, pick the 10 days within 30 calendar days but different year with the closest z500:
 - largest correlation (rank or linear)
 - Smallest Euclidean distance

A European record in 2006

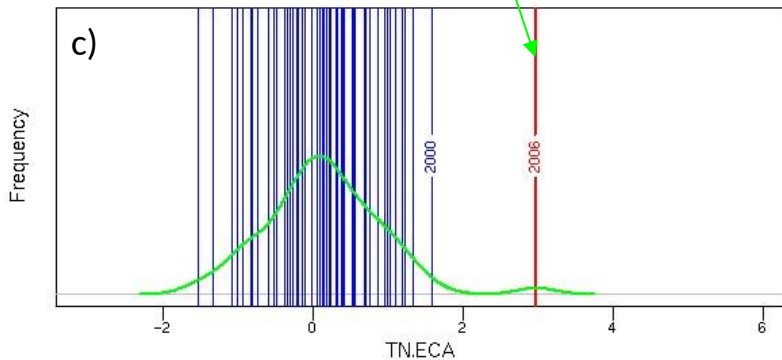
Anomalies TN en SON 2006



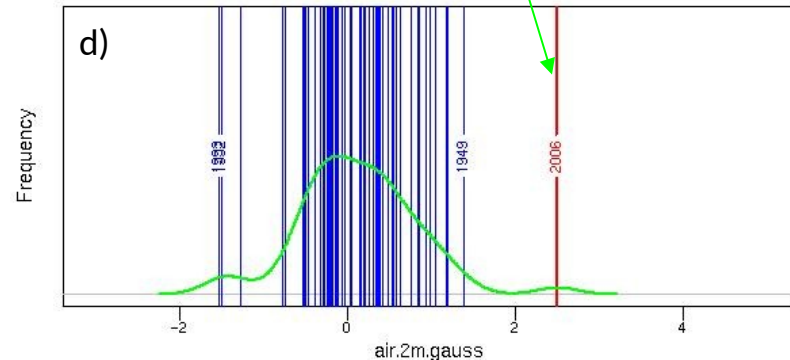
air.2m.gauss.anom.SON.2006



TN.ECA.anomalies.SON Distribution



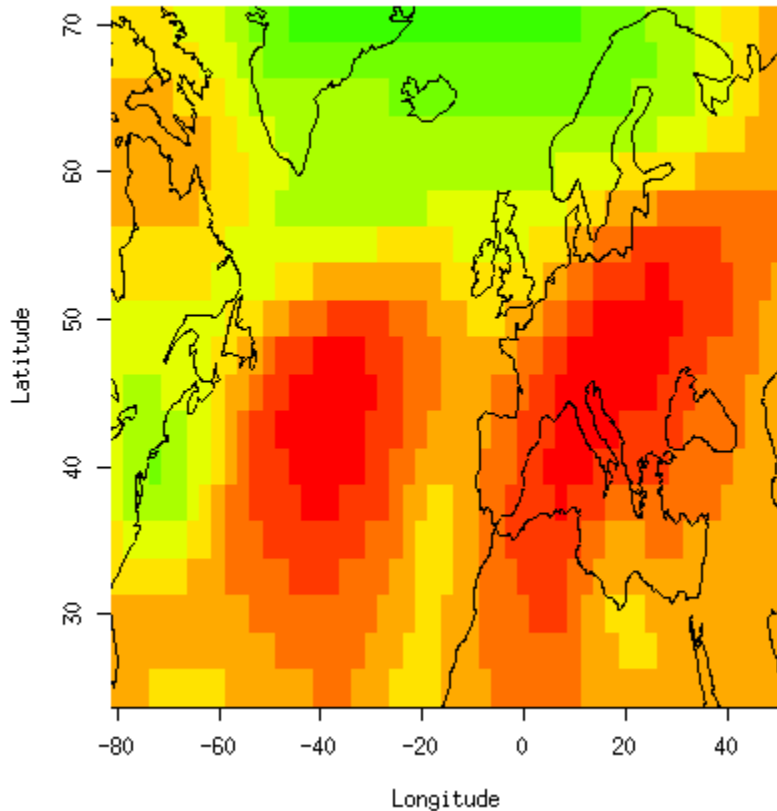
air.2m.gauss.anomalies.SON Distribution



(courtesy of J. Cattiaux)

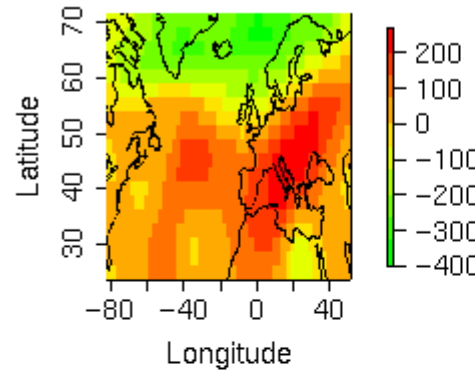
Examples of z500 analogues

10 Jan 2007

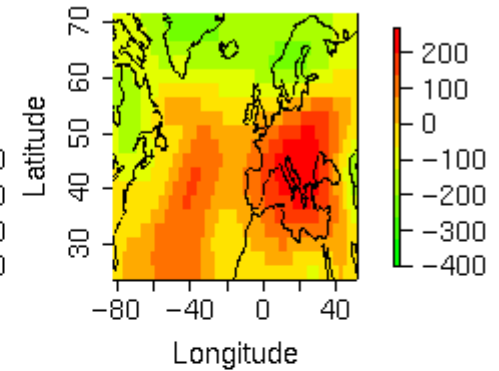


Z500 anomaly on Jan. 10th 2007

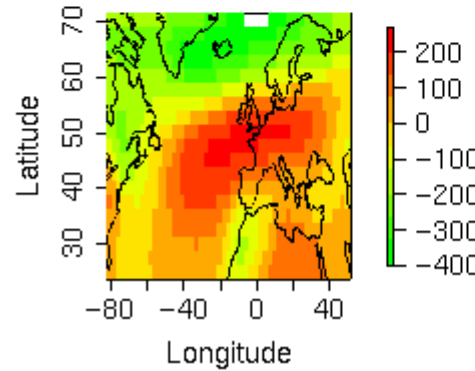
7/1/1983 ($r=0.87$)



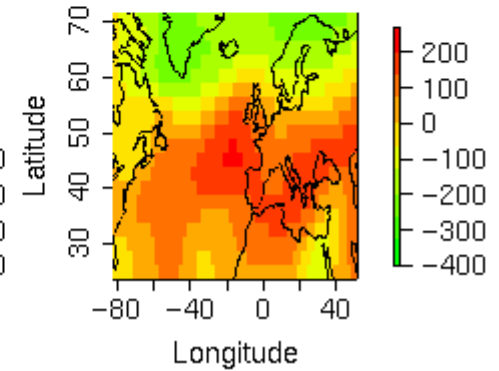
18/1/1993 ($r=0.85$)



22/1/1994 ($r=0.8$)



8/1/1983 ($r=0.77$)

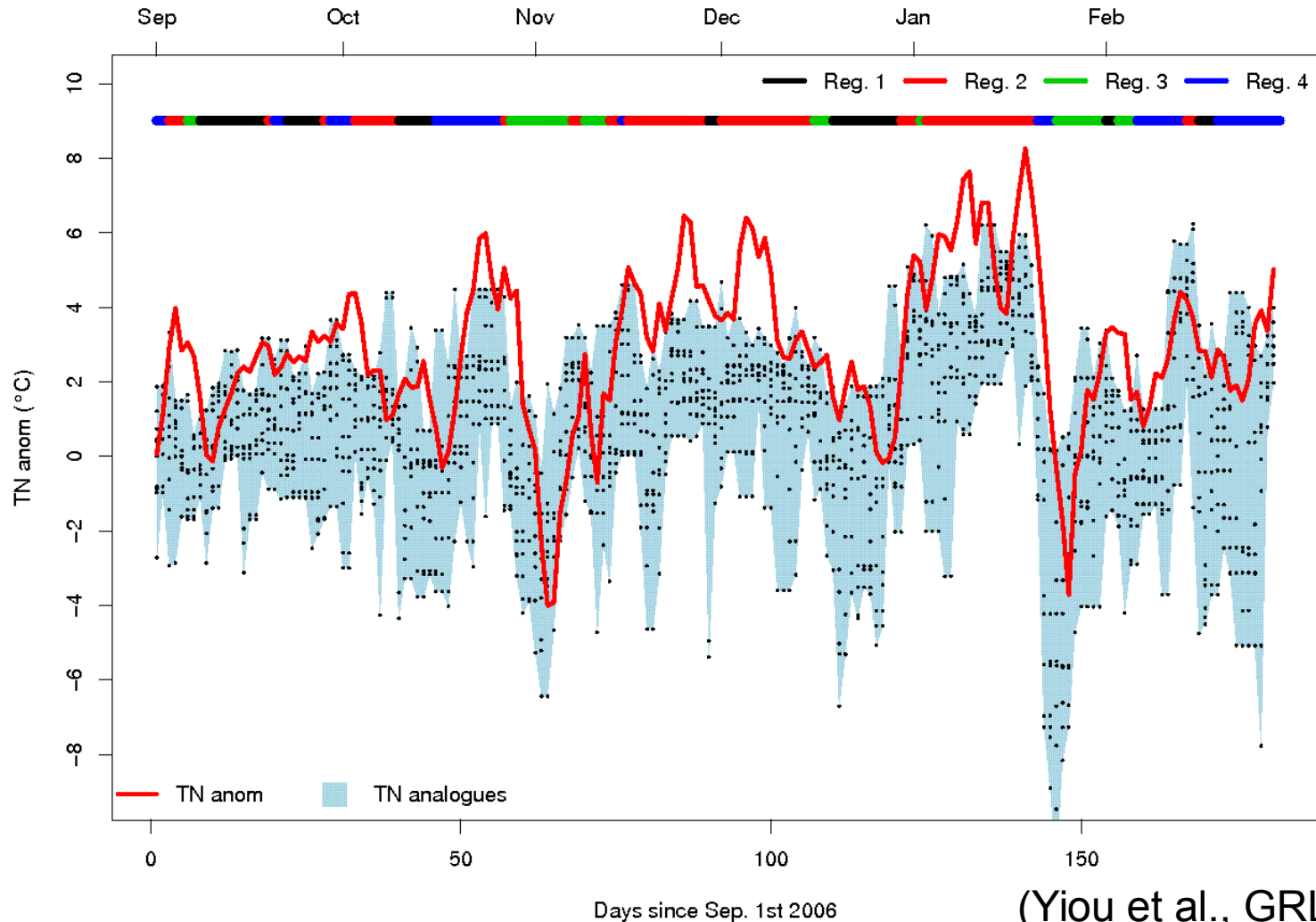


4 best circulation analogues

Temperature analogues

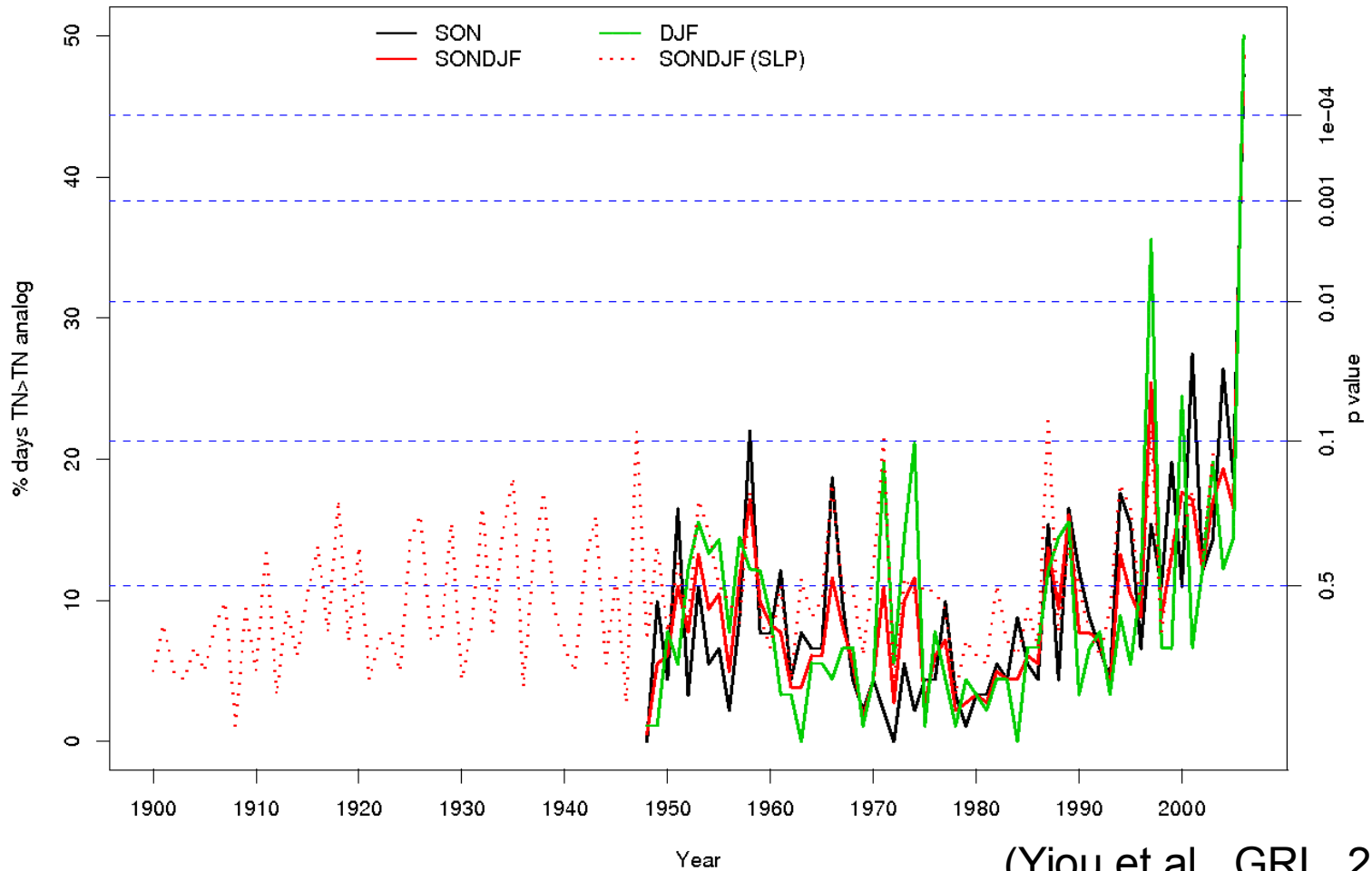
- Average daily minimum temperature (TN) anomalies over Europe
 - ECA&D database
- Compute the median temperature for 10 circulation analogue days
 - Analogue temperature & spread of analogues

Analogue temperatures in Fall/Winter 2006/2007



(Yiou et al., GRL, 2007)

Probability of high fall/winter high temperatures



(Yiou et al., GRL, 2007)

Circulation/temperature relationship?

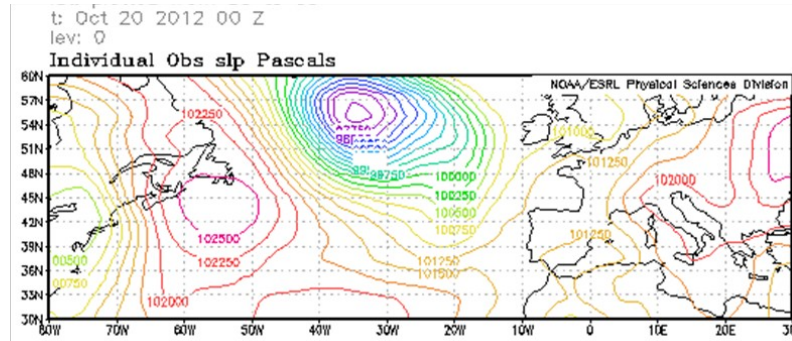
- Atmospheric circulation variability explains most of temperature anomalies...
- ... up to ~1995
- The record anomaly in 2006/2007 is probably also connected with warm SST around Europe

Analogues de circulation

- Qu'est-ce qu'un bon analogue?
 - Hypothèse de récurrence de « patterns » dans un espace des phases à définir
 - Distribution de proba du champ « moyen » des distances d'analogues
- Les situations « sans analogues » (*cygnes noirs*)
 - Distribution de proba du champ « extrême » des distances d'analogues

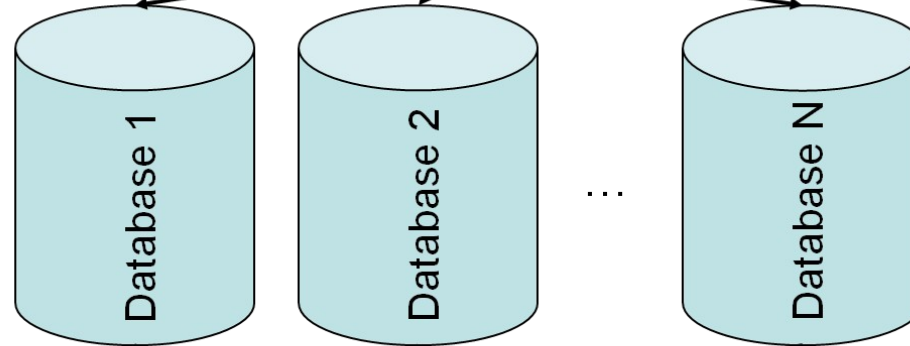
Synthèse du projet

Flow Observation
or simulation



WP2

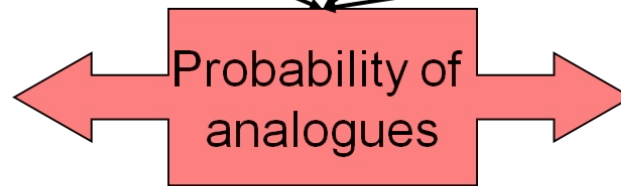
Determination
of best
analogues



Data-mining
computer
infrastructure

Detection &
Attribution

WP3b



WP1

Attractor
deformation

WP3a

Eg: Black swans

Emergence of new
regimes

Objectifs du projet

- Densité de probabilité de la distance des analogues de circulation
 - Combien de bons analogues?
 - Situations sans analogues?
- Vers une justification théorique des analogues?
- Tests sur des systèmes idéalisés de complexité croissante
- Détection de l'émergence d'événements sans analogues dans une séquence temporelle

Tâches du projet

- Calcul d'analogues pour des ensembles de simulations (CMIP5, PMIP2...) et réanalyses (NCEP, ERA-I...)
 - Analyse en temps continu d'événements climatiques
 - Emergence de nouveaux extrêmes
 - Détection et attribution d'extrêmes

Lien avec le travail de D. Faranda

- Détection de changement de comportement d'un système multi-varié
- Utilisation d'un grand nombre de simulations numériques
- Tests sur des systèmes idéalisés et contrôlés