

Sandrine Anquetin, Etienne Leblois, Jean-Dominique Creutin, Gilles Molinié

Eddy Yates (Thèse 2006), Julien Vetter (Thèse 2007), Angélique Godart (Thèse 2010)

Outils de modélisation de la
physique de l'atmosphère

Eléments de compréhension du régime de précipitation dans
la région Méditerranéenne

Outils d'analyse statistique
et/ou géostatistique

Sandrine Anquetin, Etienne Leblois, Jean-Dominique Creutin, Gilles Molinié

Eddy Yates (Thèse 2006), Julien Vetter (Thèse 2007), Angélique Godart (Thèse 2010)



Observatoire Hydrométéorologique Méditerranéen Cévennes - Vivarais



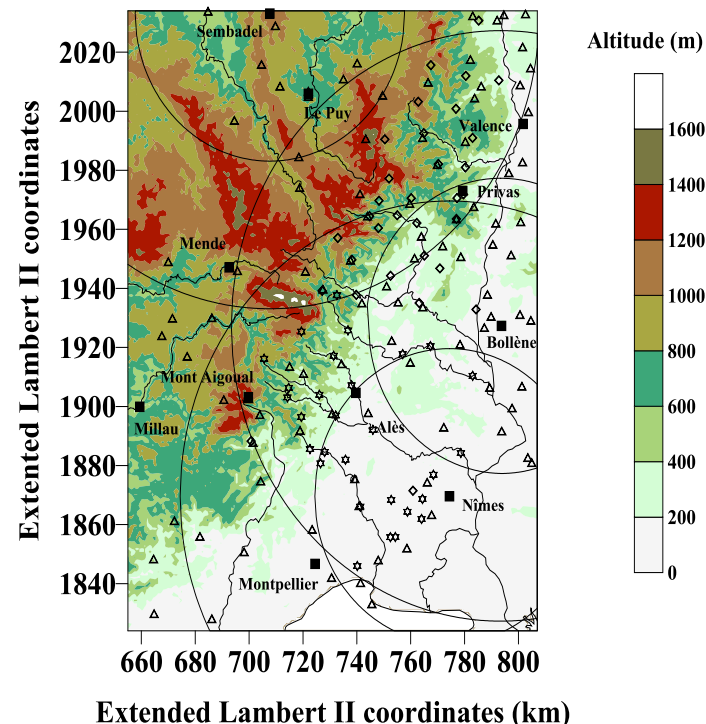
☞ Événements hydrométéorologiques

extrêmes

⇒ **Hydrologie** : Evaluation de la variabilité de la pluie à l'échelle d'un bassin; Genèse du ruissellement; Processus hydrologiques à l'échelle du bassin.

⇒ **Meteorologie** Processus atmosphériques; Prévisibilité.

⇒ **Climatologie** : Régime de pluie et tendance

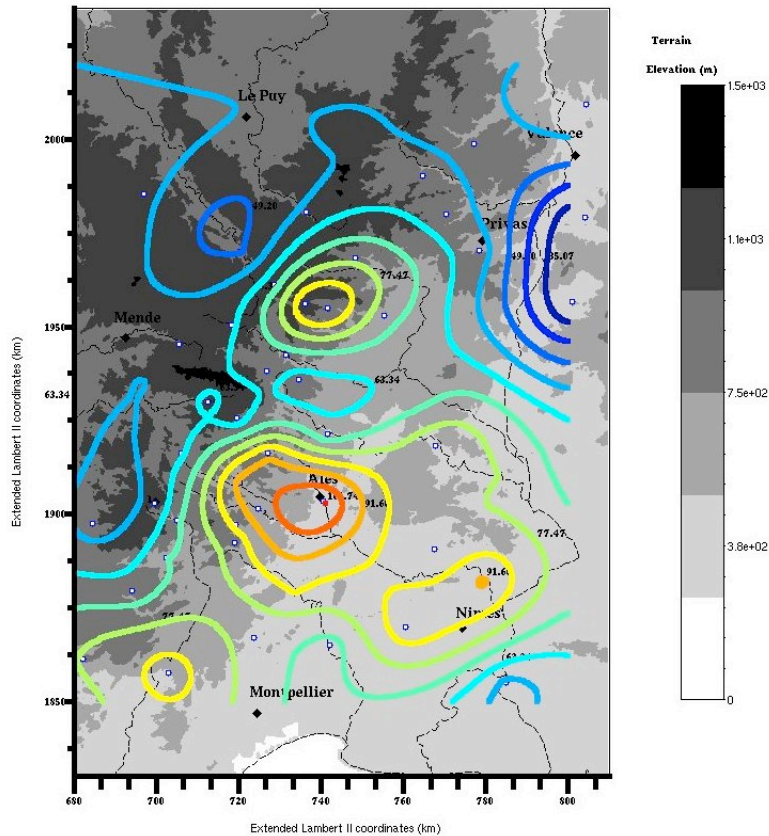


Observations opérationnelles

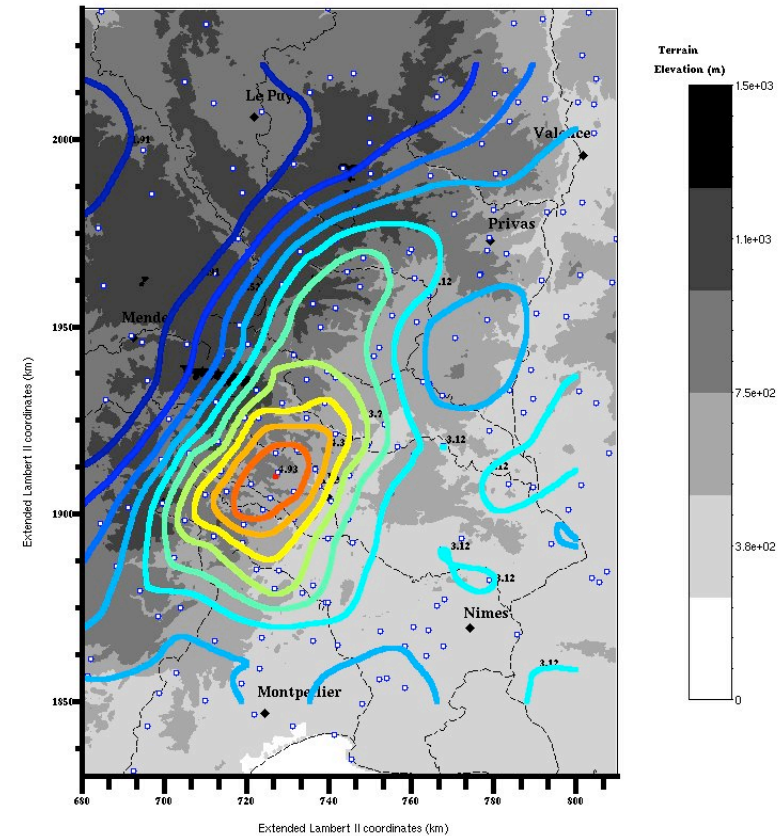
- 3 radars bande S (ARAMIS network - Météo-France)
- 200 pluviomètres horaires (Météo-France, DDE 30-07, DIREN, EdF)
- 400 pluviomètres journaliers (Météo-France, DDE 30-07, DIREN, EdF)
- 50 points de mesure de débit (DDE30-07, DIREN)

Estimation des pluies extrêmes pour des temps de retour de 100 ans

Intensité horaire

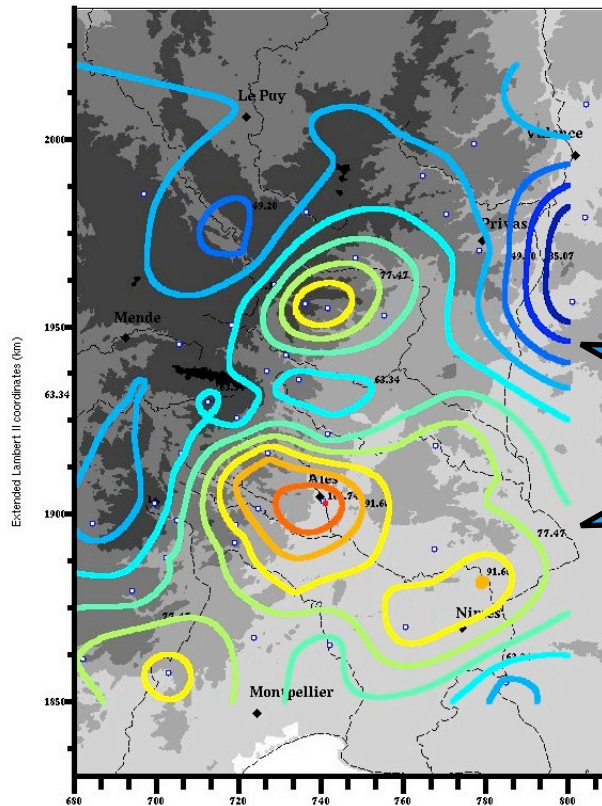


Intensité journalière



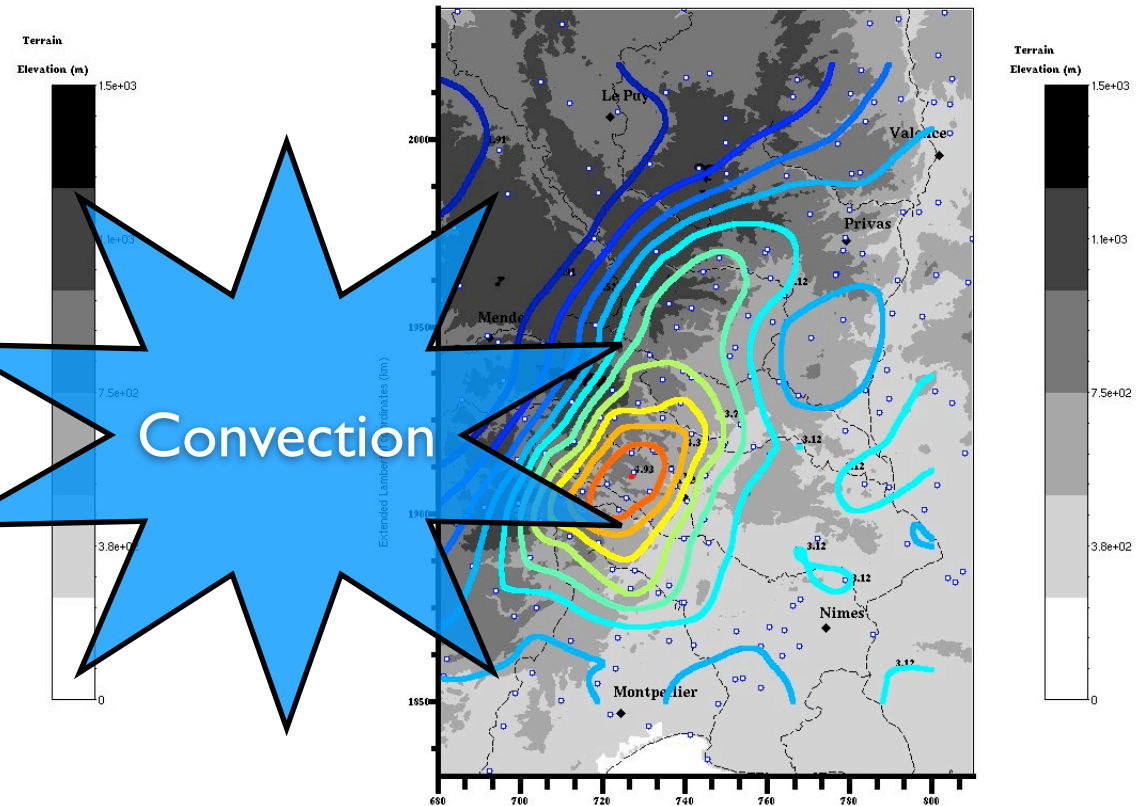
Estimation des pluies extrêmes pour des temps de retour de 100 ans

Intensité horaire



Pas de localisation particulière
Forte intermittence

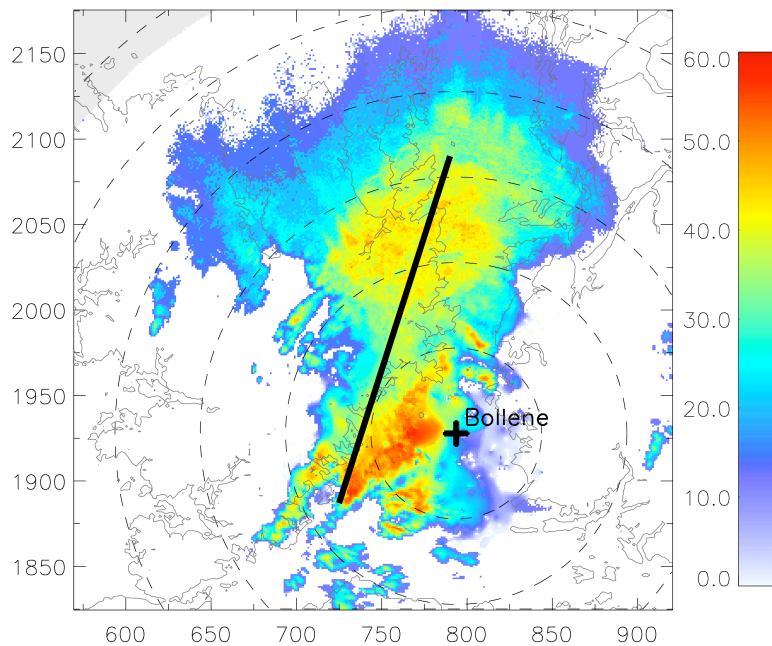
Intensité journalière



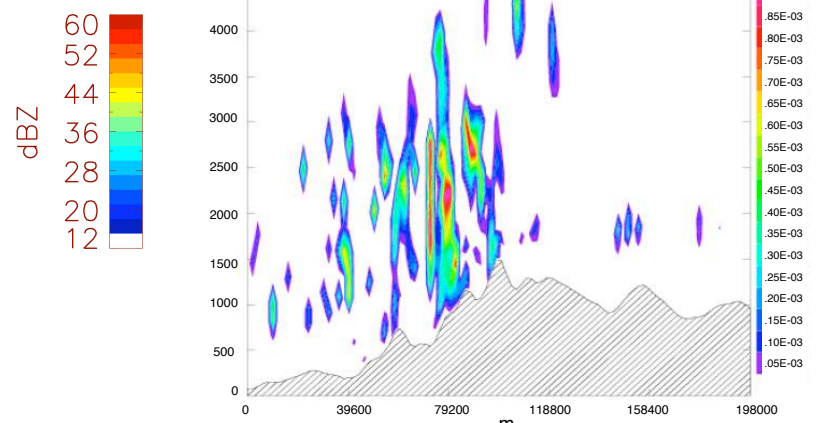
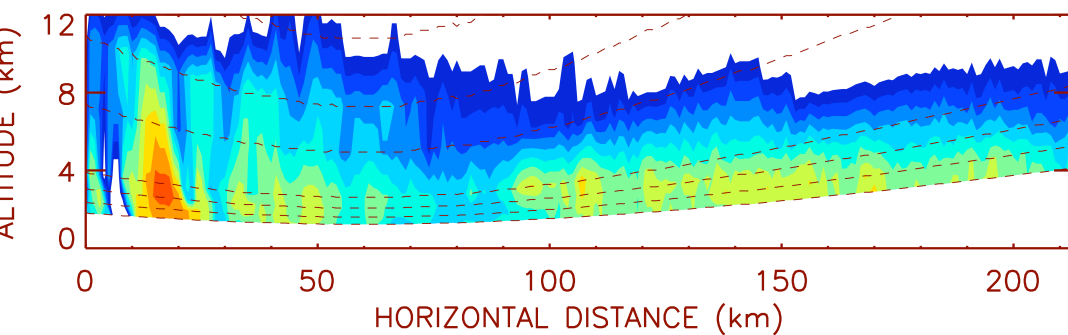
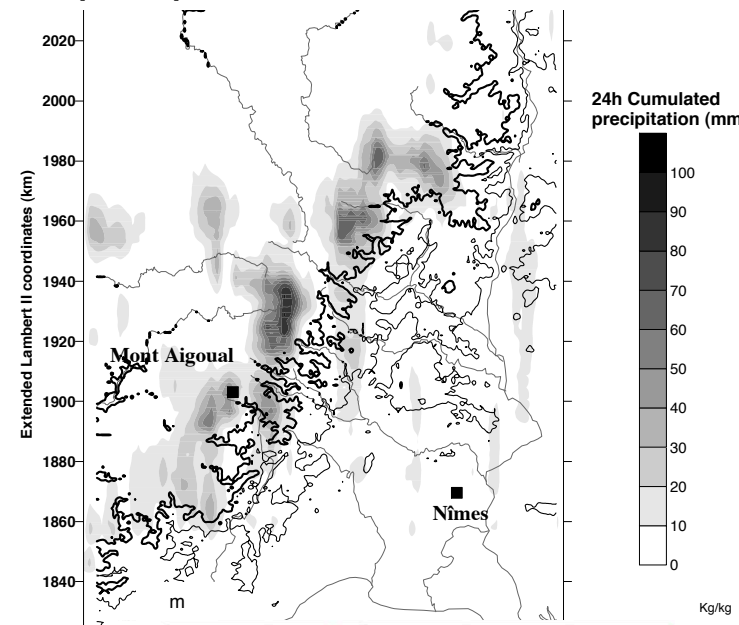
Signature du relief
Faible intermittence

Processus de convection

Convection profonde - 1h

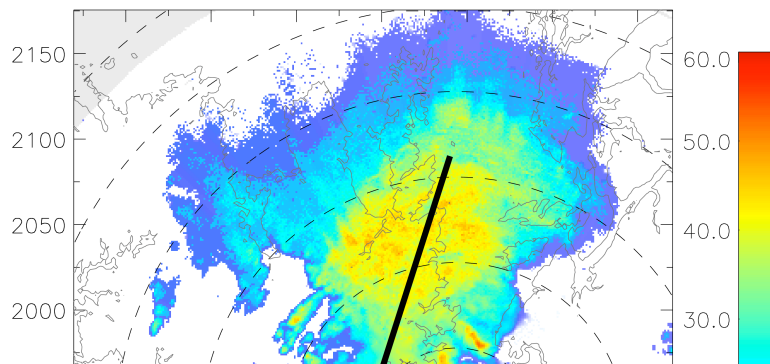


Convection peu profonde en bandes - 24h



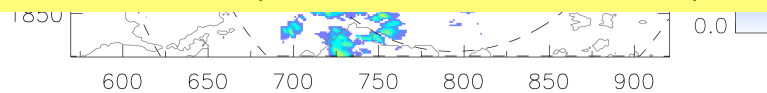
Processus de convection

Convection profonde - 1h

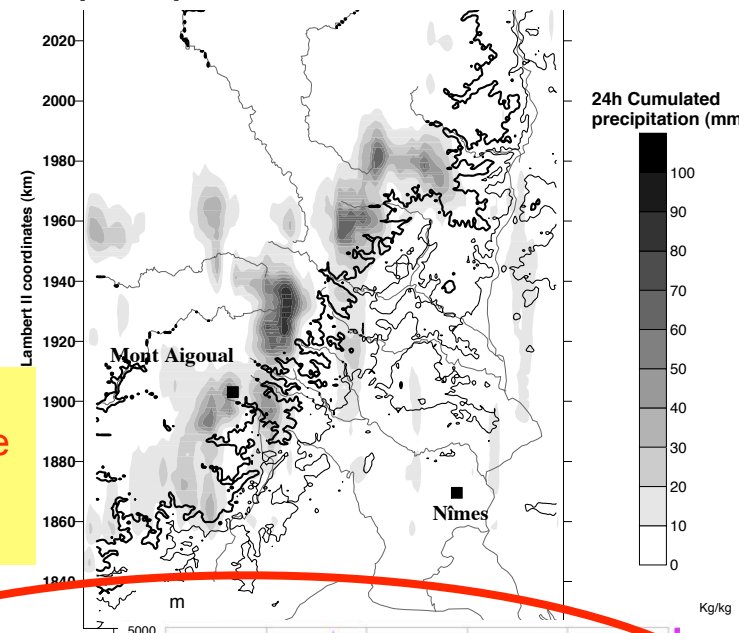


Propriétés principale :

- **Forte intensité pluviométrique** ($\sim 100 \text{ mm.h}^{-1}$) and **forte intermittence**
- Dépend du forçage grande échelle (SST, PV, etc ...) et de la **présence du relief** (renforcement, localisation)

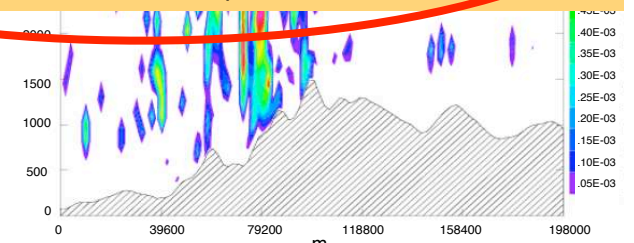
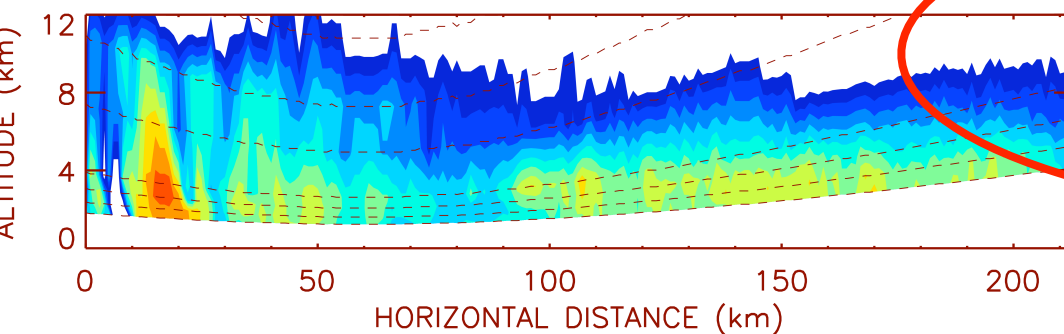


Convection peu profonde en bandes - 24h



Propriétés principales :

- **Faible intensité pluviométrique** ($\sim 10 \text{ mm.h}^{-1}$) et **faible intermittence**
- Dépend du flux incident et des **structures fines du relief** (déclenchement)



Objectifs

- Quelle est la contribution des pluies de relief au régime pluviométrique de la région ?

➔ Constitution d'une classe de temps
- Quels sont les processus dominants ?

➔ Analyse de sensibilité

Objectifs

et moyens

- Quelle est la contribution des pluies de relief au régime pluviométrique de la région ?

➔ Constitution d'une classe de temps

Analyse de données

Méthodes statistiques

Validation : **Modélisation physique**

+ **analyse géostatistique**

- Quels sont les processus dominants ?

➔ Analyse de sensibilité

Méthodes statistiques

Modélisation physique

Validation : analyse géostatistique

Convection orographique organisée en bandes

Méthodologie:

- 1/ Construction d'une classe de temps
- 2/ Validation/Evaluation
- 3/ Contribution

Convection orographique organisée en bandes

Méthodologie:

1/ Construction d'une classe de temps

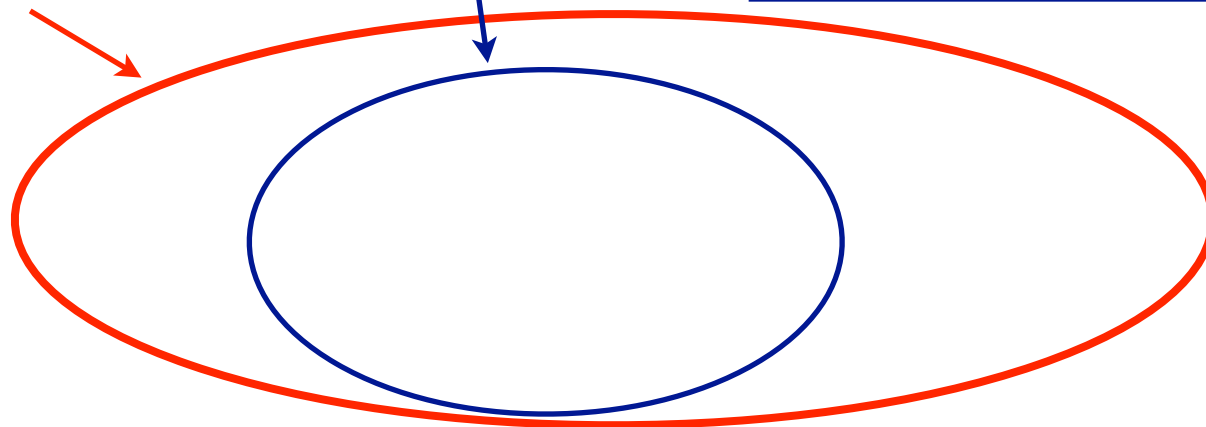
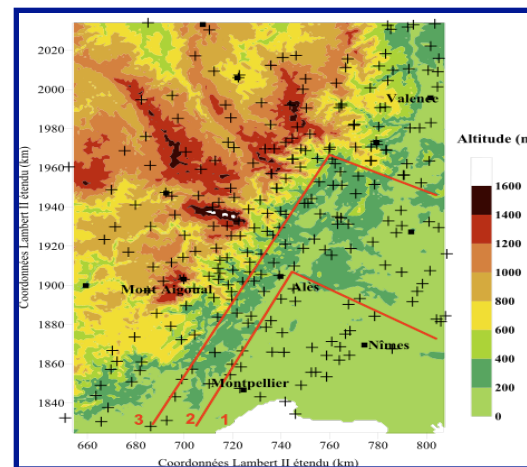
2/ Validation/Evaluation

3/ Contribution

21944 sondages à Nîmes
1976 - 2005



Pluviomètres horaires
1972-1980; 1986-1988; 1993-2005



Convection orographique organisée en bandes

Méthodologie:

- 1/ Construction d'une classe de temps
- 2/ Validation/Evaluation
- 3/ Contribution

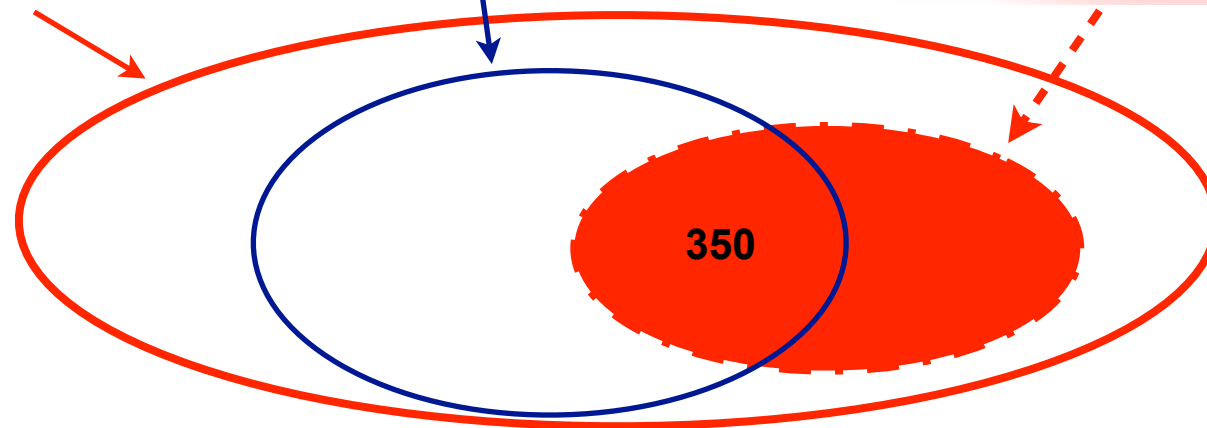
Critères atmosphériques

880 sondages vérifient

- vent de sud soutenu
- vitesse > 7m/s

21944 sondages à Nîmes
1976 - 2005

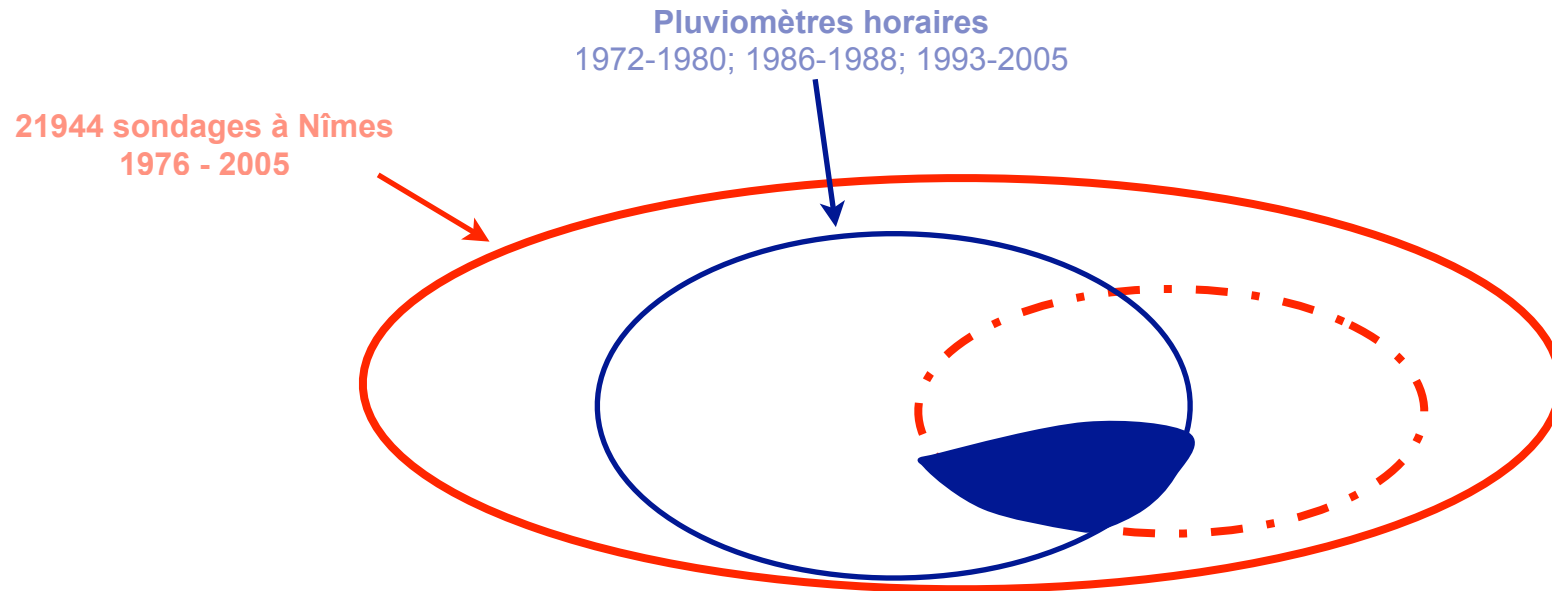
Pluviomètres horaires
1972-1980; 1986-1988; 1993-2005



Convection orographique organisée en bandes

Méthodologie:

- 1/ Construction d'une classe de temps
- 2/ Validation/Evaluation
- 3/ Contribution



Critères pluviométriques

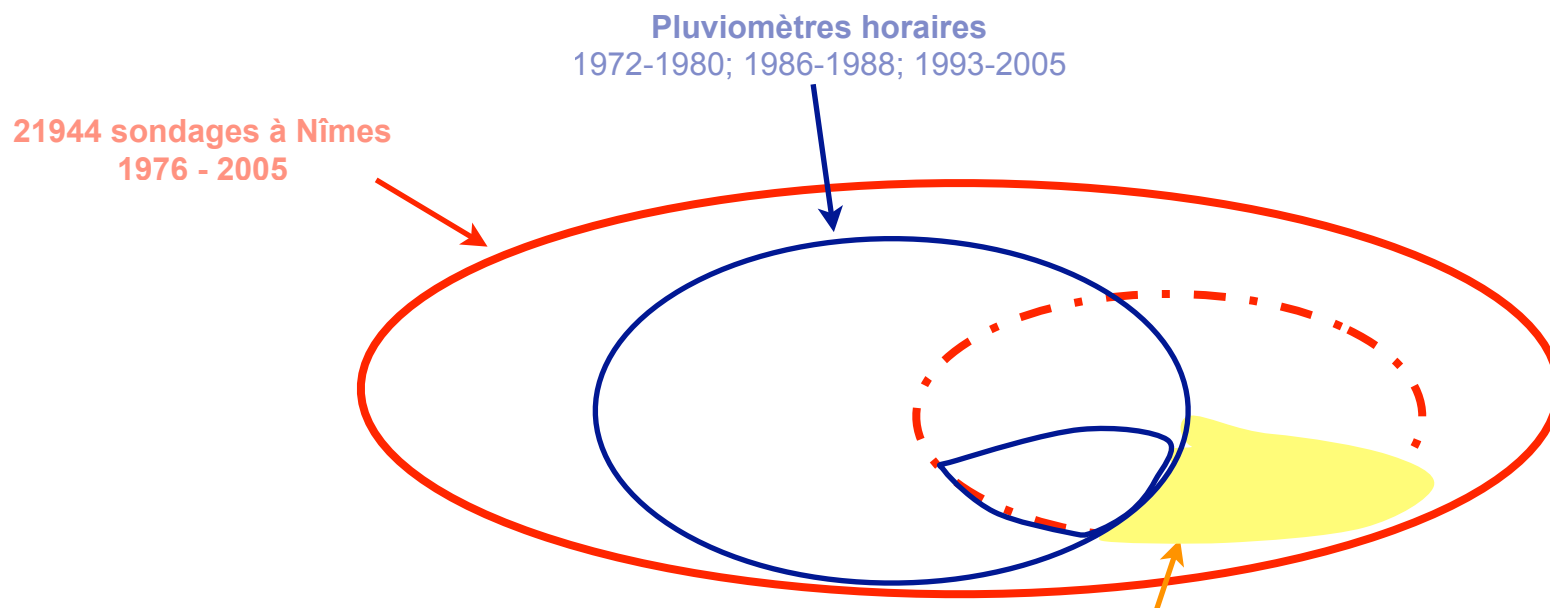
Parmi les 350 sondages pour lesquels nous disposons de données pluviométriques, 121 vérifient

- Intensité moyenne horaire augmente avec l'altitude
- L'intermittence diminue avec l'altitude

Convection orographique organisée en bandes

Méthodologie:

- 1/ Construction d'une classe de temps
- 2/ Validation/Evaluation
- 3/ Contribution

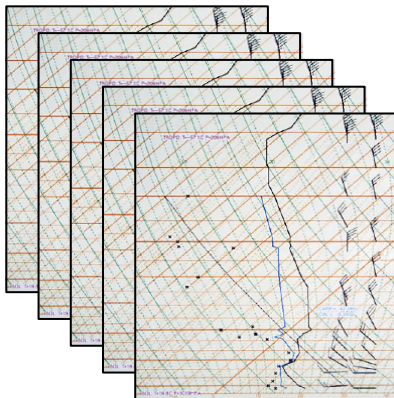


Comment analyser ces sondages pour lesquels nous ne disposons pas de données pluviométriques ?

- Fouille de données: **Analyse Factorielle Discriminante (AFD)** et **Réseaux de Neurones (RN)**
 - Extraire un savoir à partir d'un grand nombre de données
 - Utiliser ce savoir dans des modèles prédictifs
- **Nos objectifs:**
 1. **“Apprendre” dans les radiosondages ce qui distingue «nos» évènements des autres évènements**
 2. **Déterminer le groupe d'appartenance des radiosondages restants**

Méthodes statistiques: Classification + Interprétation physique

Problème: le RN est difficilement interprétable



Variables de base

Groupe 1
(CPP)

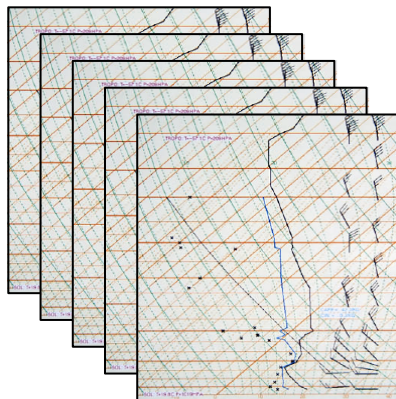
Groupe 2
(Autres évènements pluvieux)



	AFD	RN
Indice de Réussite	65.6	60.4
Probabilité de détection	5.5	52
Spécificité	96.6	64.8

Méthodes statistiques: Classification + Interprétation physique

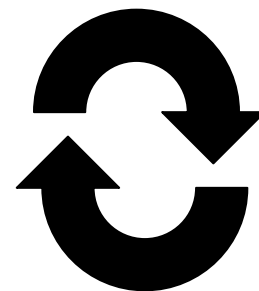
Problème: le RN est difficilement interprétable



Variables de base

Groupe 1
(CPP)

Groupe 2
(Autres évènements pluvieux)



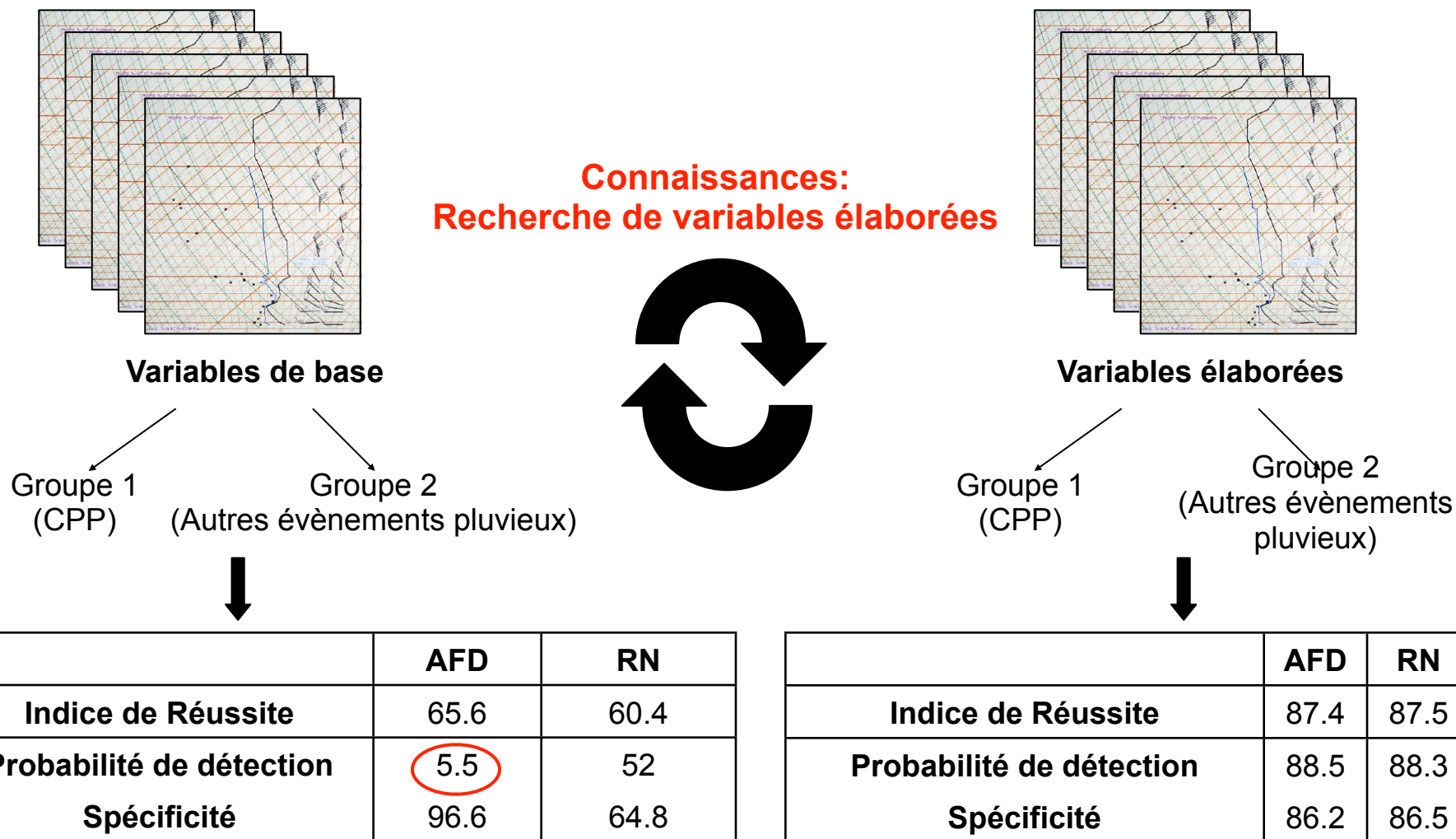
**Connaissances:
Recherche de variables élaborées**



	AFD	RN
Indice de Réussite	65.6	60.4
Probabilité de détection	5.5	52
Spécificité	96.6	64.8

Méthodes statistiques: Classification + Interprétation physique

Problème: le RN est difficilement interprétable



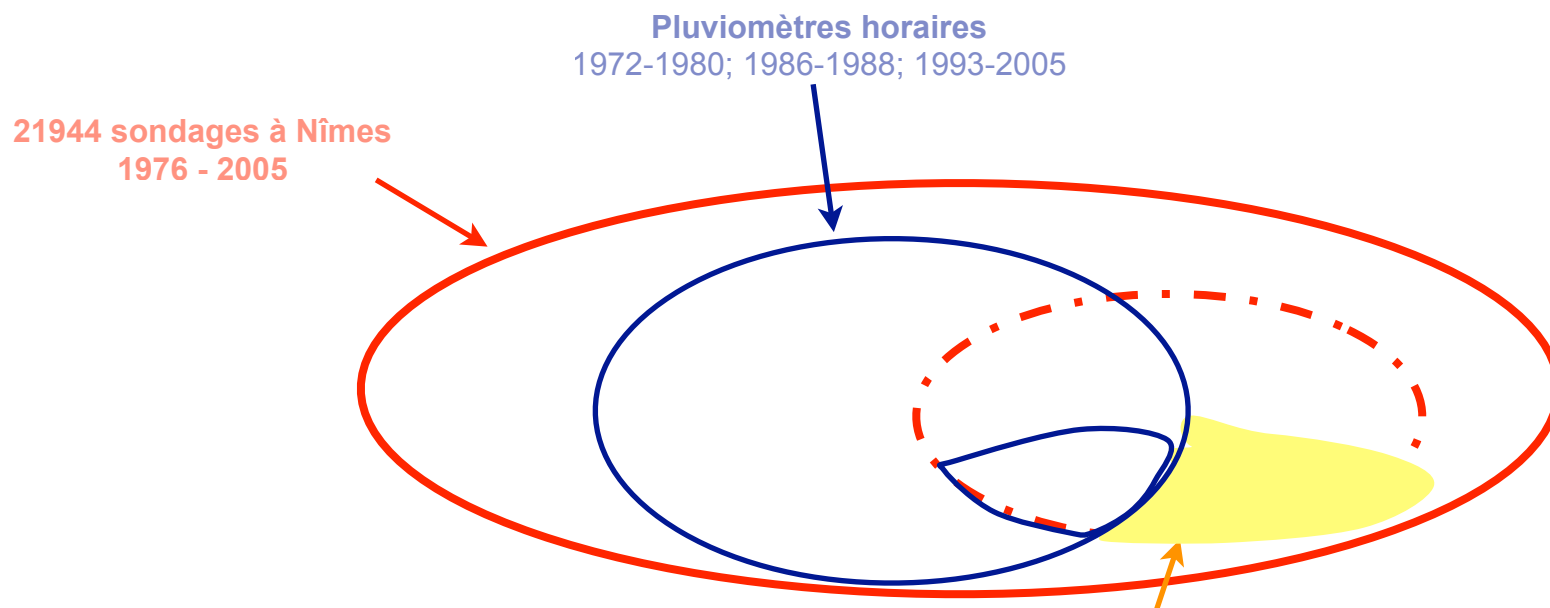
Identification de 16 variables discriminantes

- Les **flux d'humidité** potentialisés entre 0-1000m et 1000-3000m (FHP)
- La **vitesse moyenne** du vent sur le radiosondage (VM)
- Le **cisaillement unidirectionnel** entre 1500-3000m (Cis uni)
- Le **cisaillement directionnel** (Cis dir)
- Les **gradients de température potentielle** équivalente par couche de 1000m
- Les **géopotentiels** 950hPa à 700hPa

Convection orographique organisée en bandes

Méthodologie:

- 1/ Construction d'une classe de temps
- 2/ Validation/Evaluation
- 3/ Contribution



Utilisation conjointe de l'AFD et du RN

- 16 variables discriminantes
- Extraction de 133 sondages

Convection orographique organisée en bandes

Méthodologie:

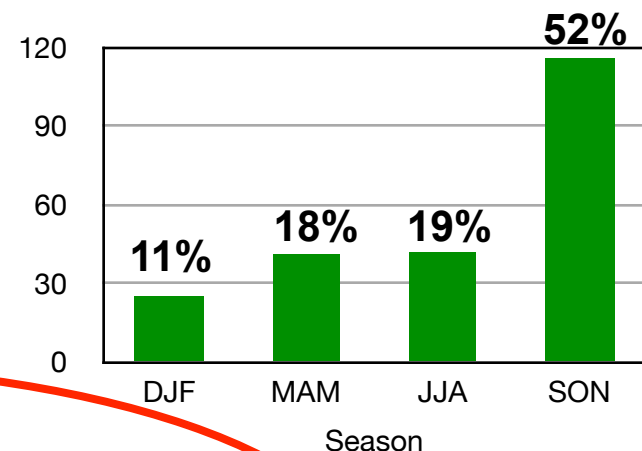
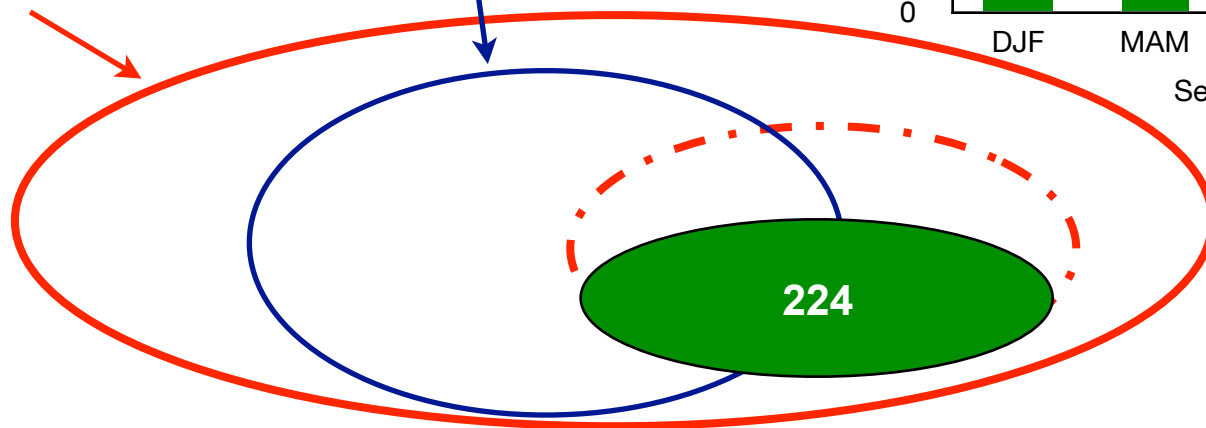
1/ Construction d'une classe de temps

2/ Validation/Evaluation

3/ Contribution

21944 sondages à Nîmes
1976 - 2005

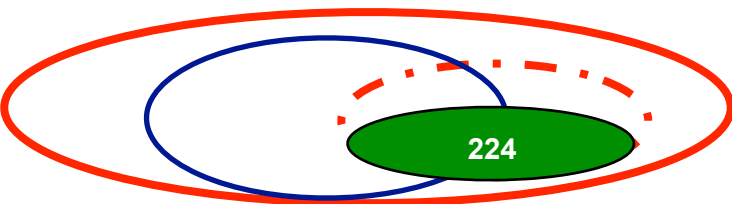
Pluviomètres horaires
1972-1980; 1986-1988; 1993-2005



Convection orographique organisée en bandes

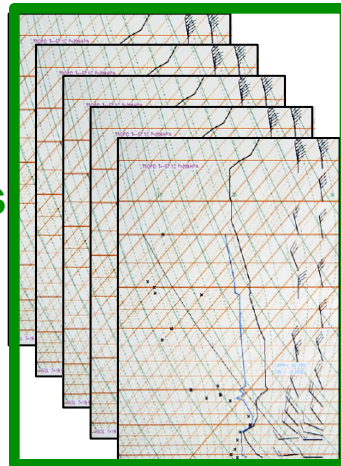
Méthodologie:

- 1/ Construction d'une classe de temps
- 2/ Validation/Evaluation
- 3/ Contribution



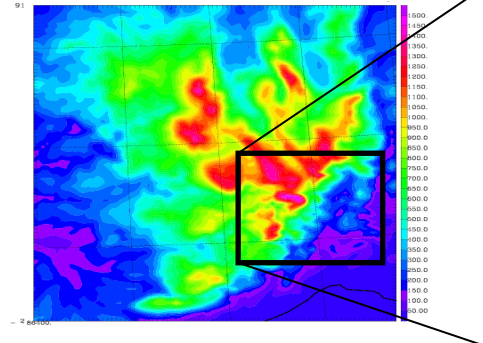
224

**Sondage moyen
ou
26 sondages individuels**



Modélisation non-hydrostatique de l'atmosphère (MesoNH)

Résolution : 4 km



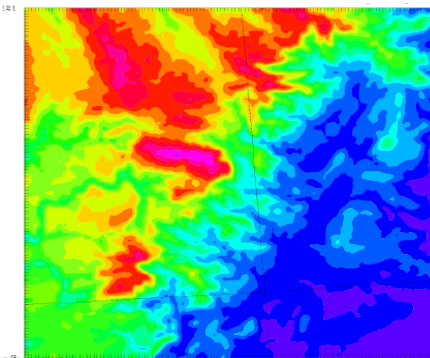
Turbulence 1D

Microphysique froide

Convection profonde
résolue explicitement

Paramétrisation de la
convection peu
profonde

Résolution : 1 km



Turbulence 3D

Microphysique froide

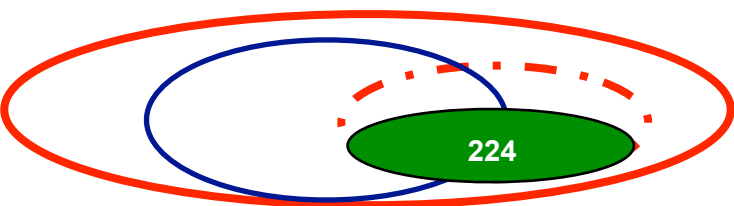
Convection résolue
explicitement

Pas de paramétrisation
de la convection peu
profonde

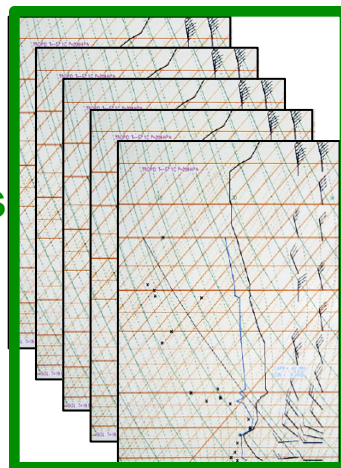
Convection orographique organisée en bandes

Méthodologie:

- 1/ Construction d'une classe de temps
- 2/ Validation/Evaluation
- 3/ Contribution



**Sondage moyen
ou
26 sondages individuels**

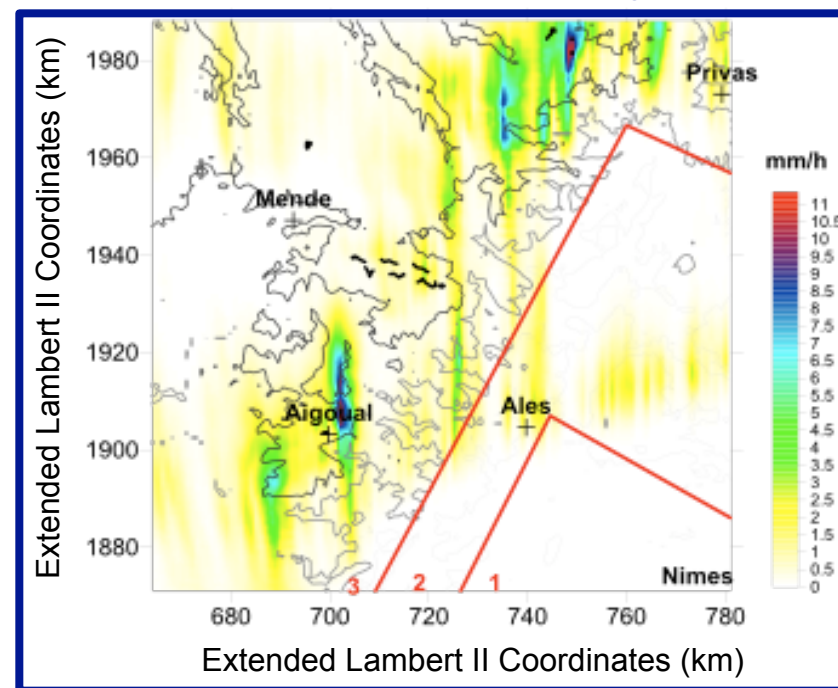


**Modélisation non-hydrostatique
de l'atmosphère (MesoNH)**

Analyse géostatistique

(structure des bandes, intermittences, ...)

Intensité pluviométrique moyenne



Convection orographique organisée en bandes

Méthodologie:

1/ Construction d'une classe de temps

2/ Validation/Evaluation

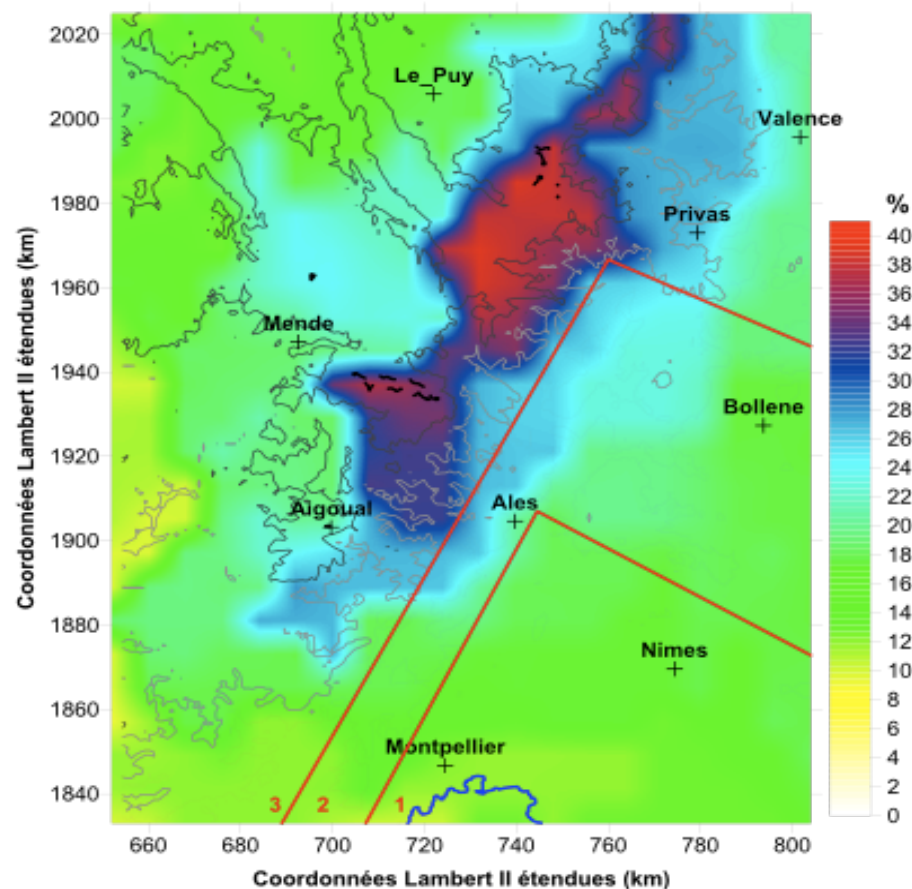
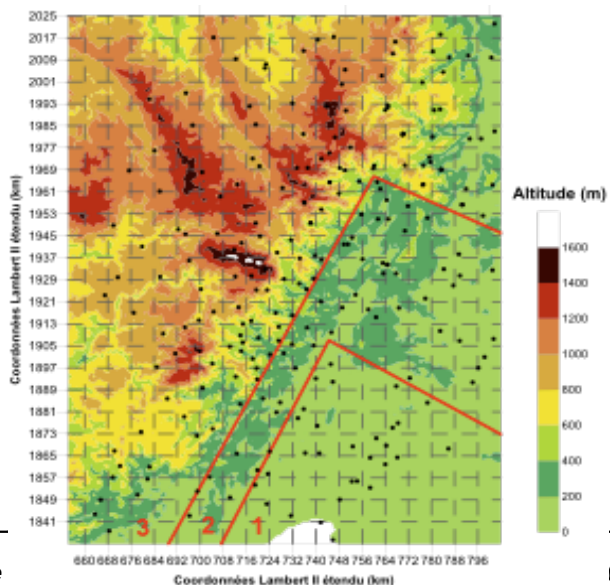
3/ Contribution

réanalysesSAFRAN (Météo-France)

1976 - 2005

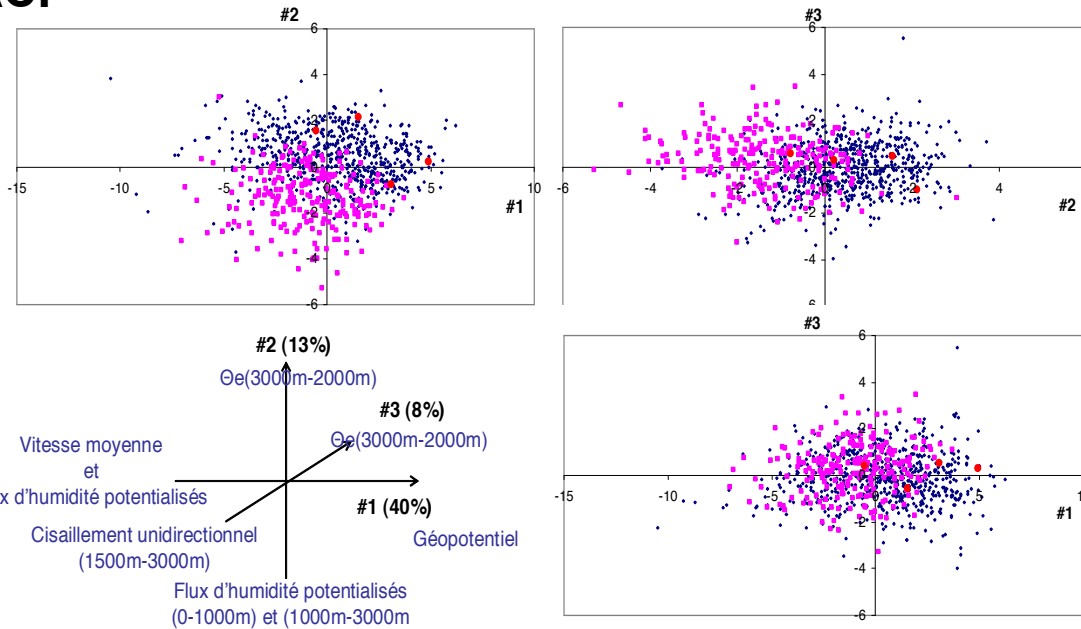
8 x 8 km²

± 12h autour du sondages



Apport des analyses statistiques

ACP



Variables élaborées

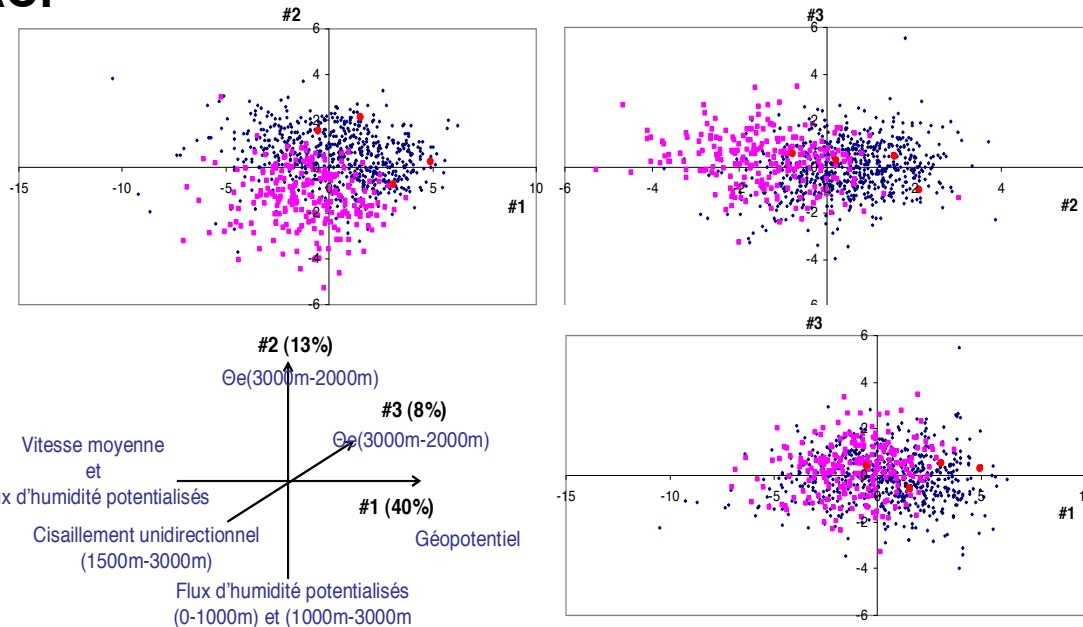
- Bonne discrimination
- 3 premiers axes : 61% variance

Sondages répondant aux critères dynamique

Sondages des évènements convection orographique

Apport des analyses statistiques

ACP



Variables élaborées

- Bonne discrimination
- 3 premiers axes : 61% variance

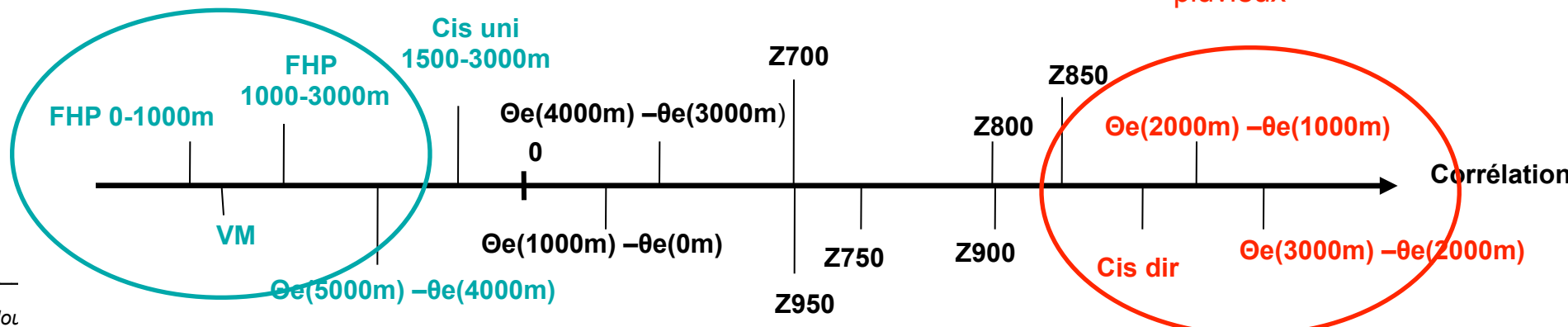
Sondages répondant aux critères dynamique

Sondages des évènements convection orographique

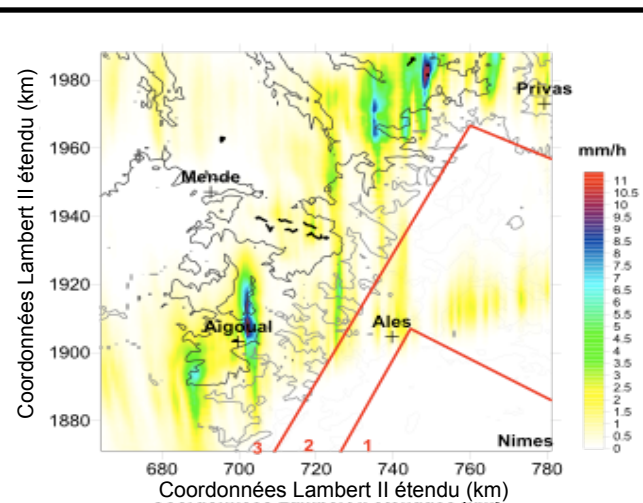
AFD Coefficient de corrélation entre les 16 variables et l'axe factoriel

Variables discriminant nos évènements

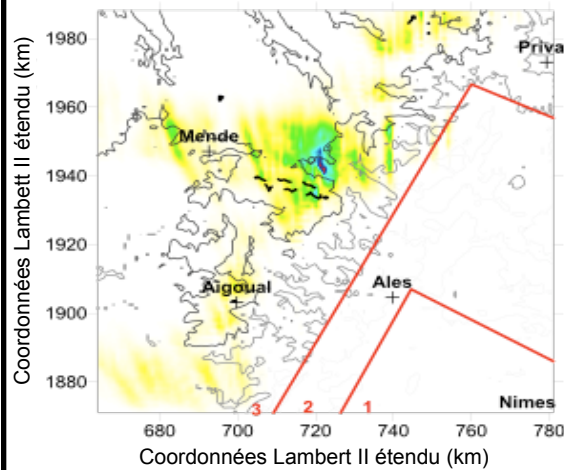
Variables discriminant les autres évènements pluvieux



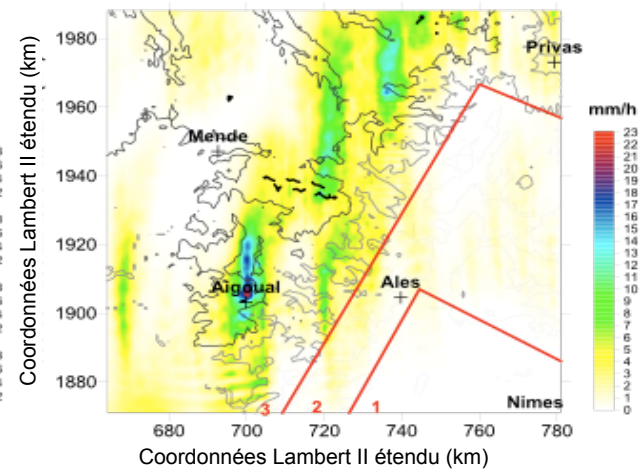
Analyse de sensibilité sur les processus dominants



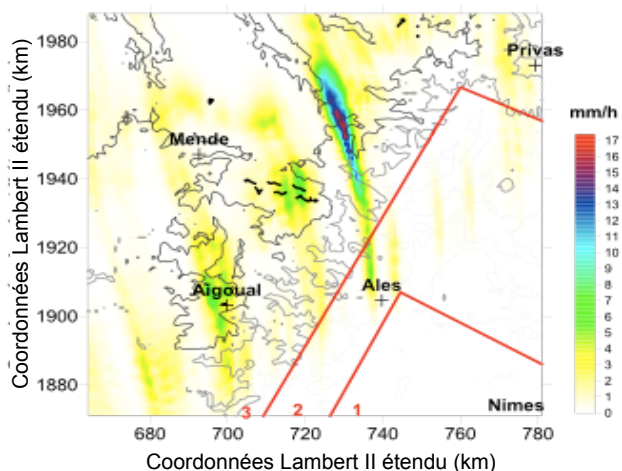
a) RS générique



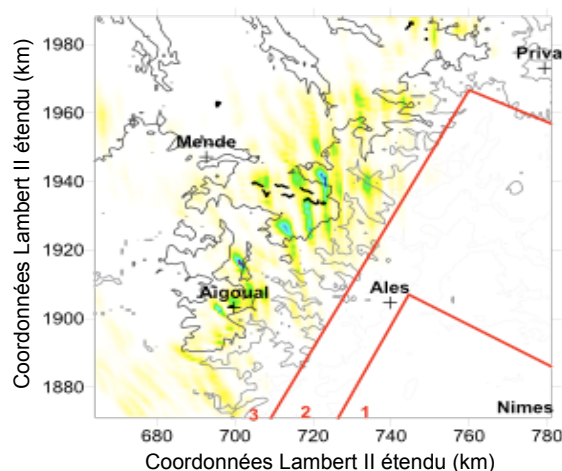
b) q10RH



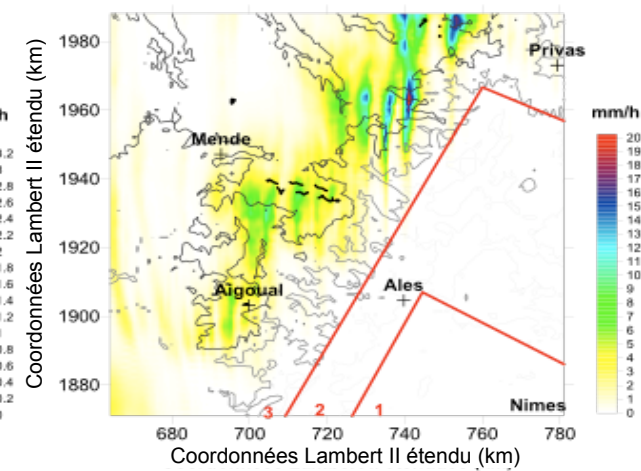
c) q90RH



d) Profv

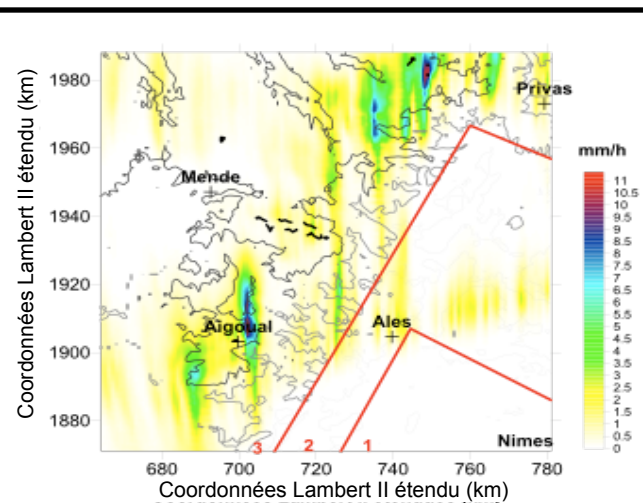


e) Vfaib

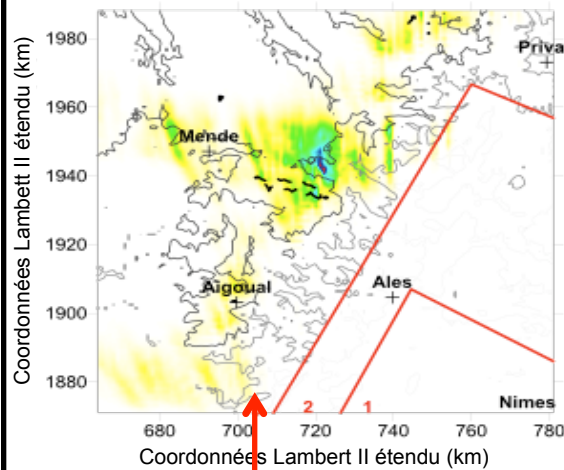


f) Vfort

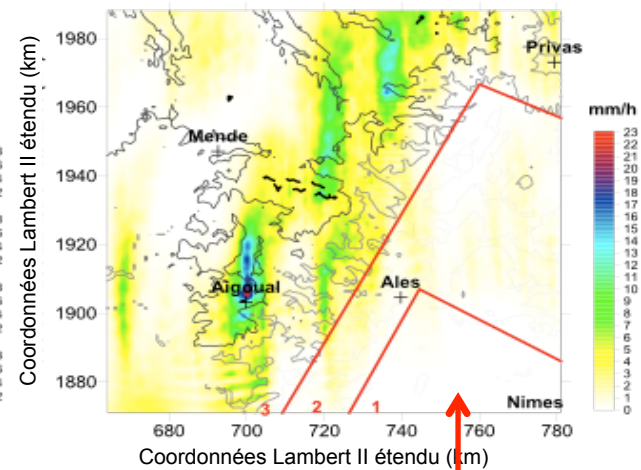
Analyse de sensibilité sur les processus dominants



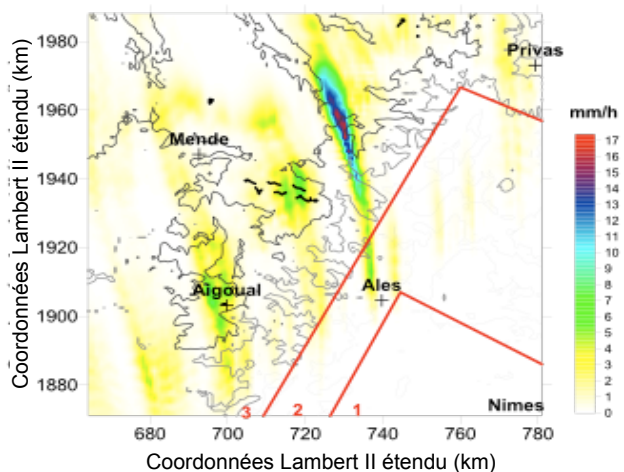
a) RS générique



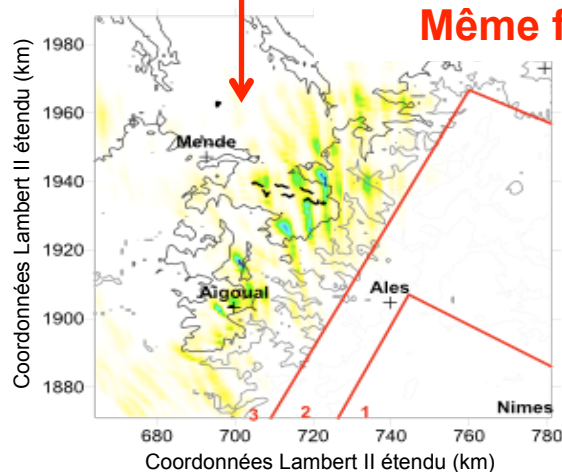
b) q10RH



c) q90RH

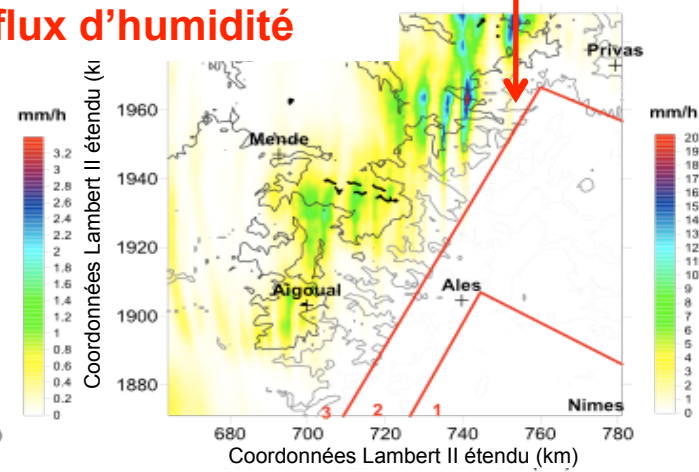


d) Profv



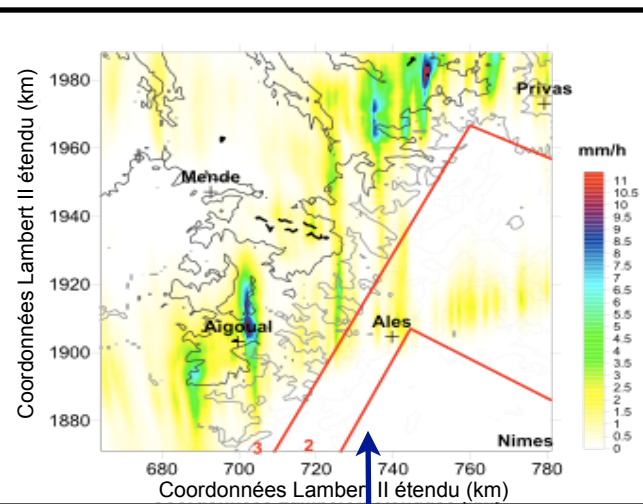
e) Vfaib

Même flux d'humidité

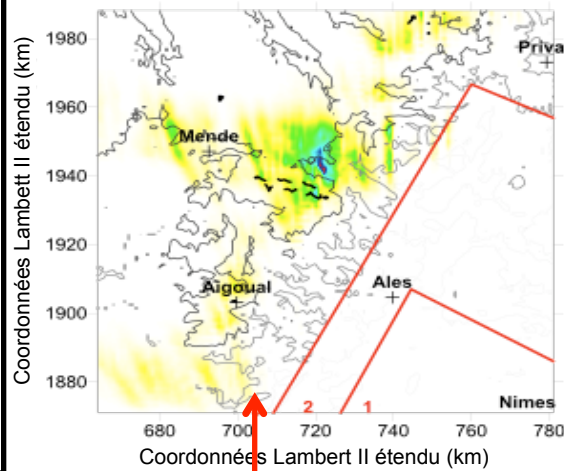


f) Vfort

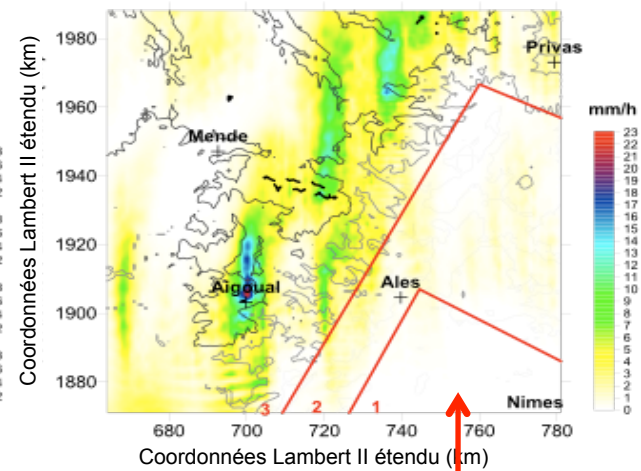
Analyse de sensibilité sur les processus dominants



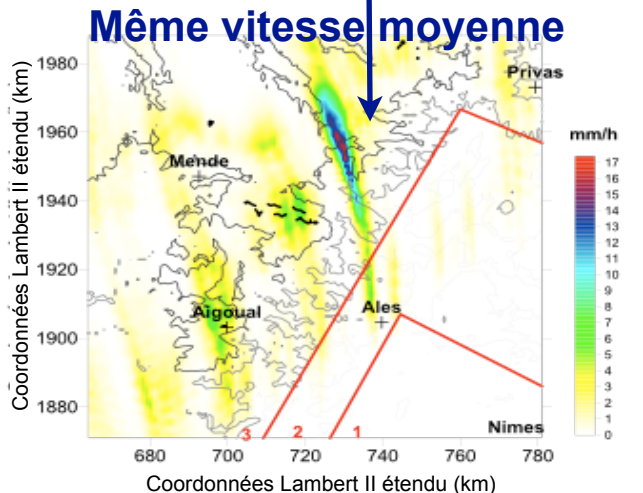
a) RS générique



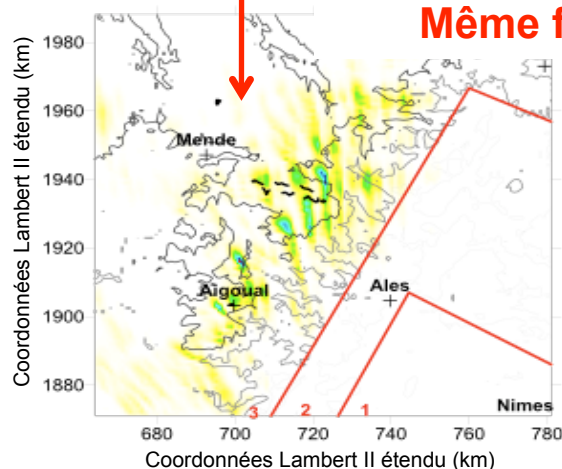
b) q10RH



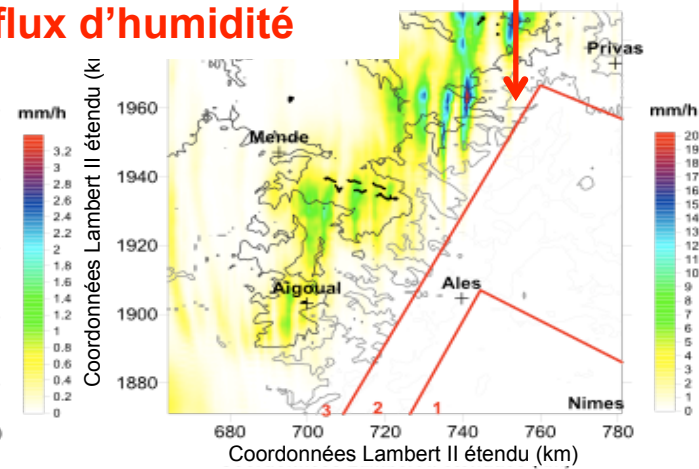
c) q90RH



d) Profv



e) Vfaib

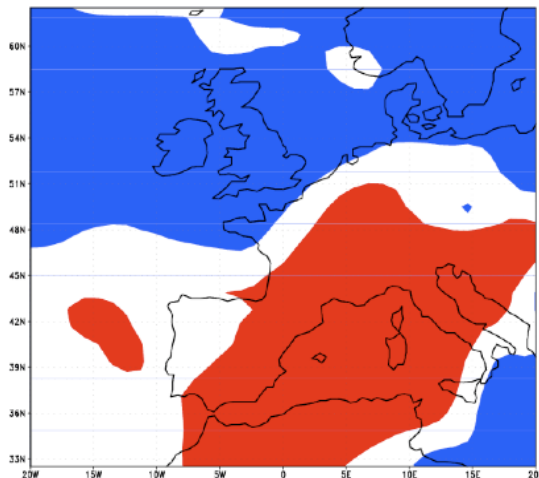


f) Vfort

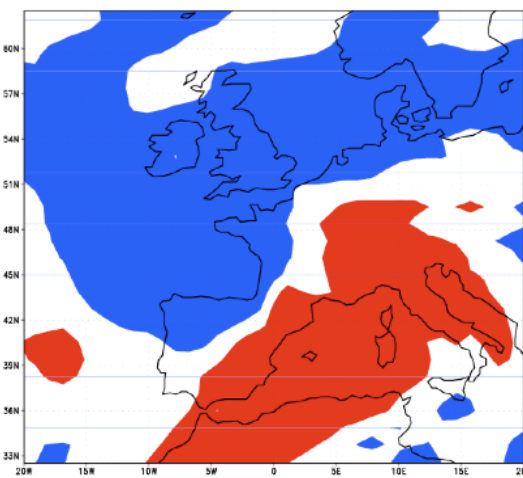
Même vitesse moyenne

Même flux d'humidité

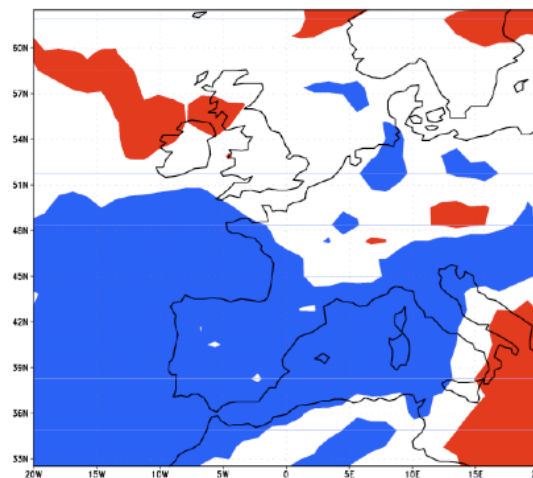
Comparaison entre les évènements orographiques et les autres événements pluvieux



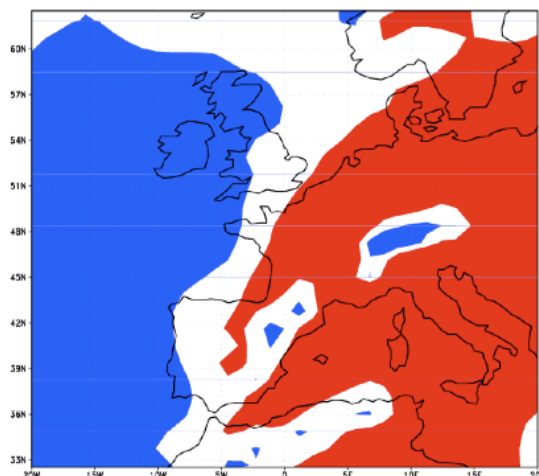
Vitesse moy



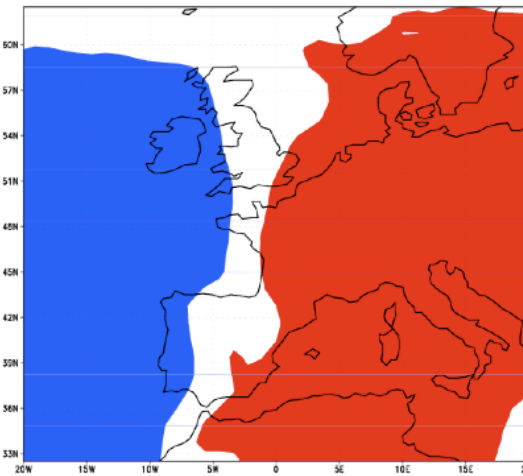
Cisaillement uni



Cisaillement dir

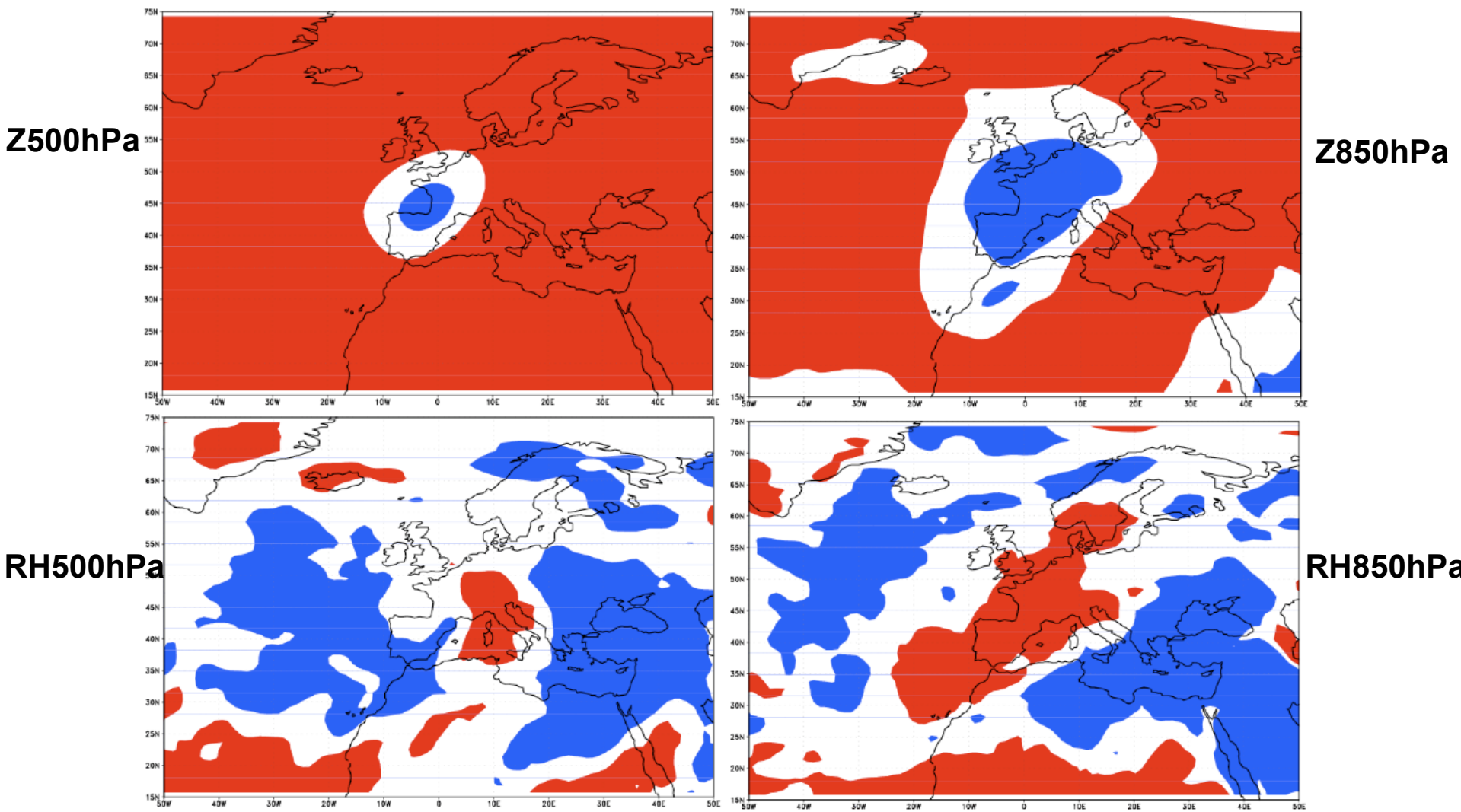


FHP 0-1000



FHP 1000-3000m

Comparaison entre les évènements orographiques et les autres événements pluvieux

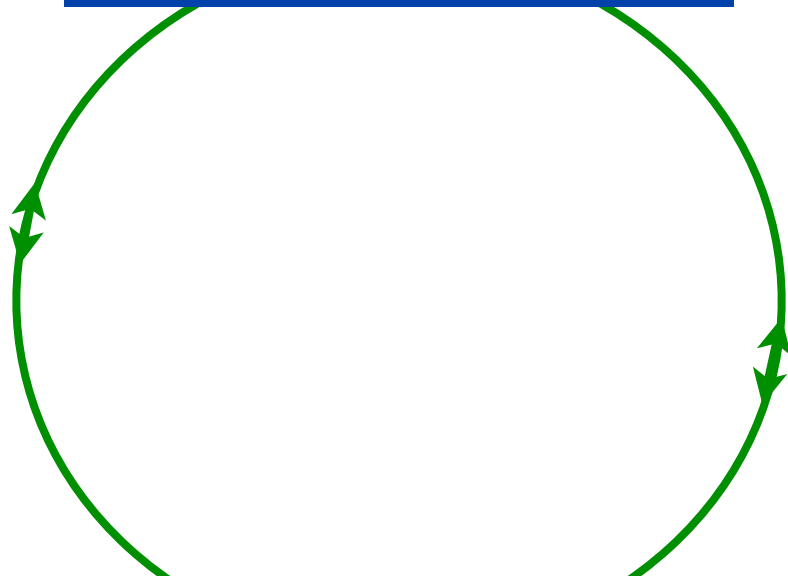


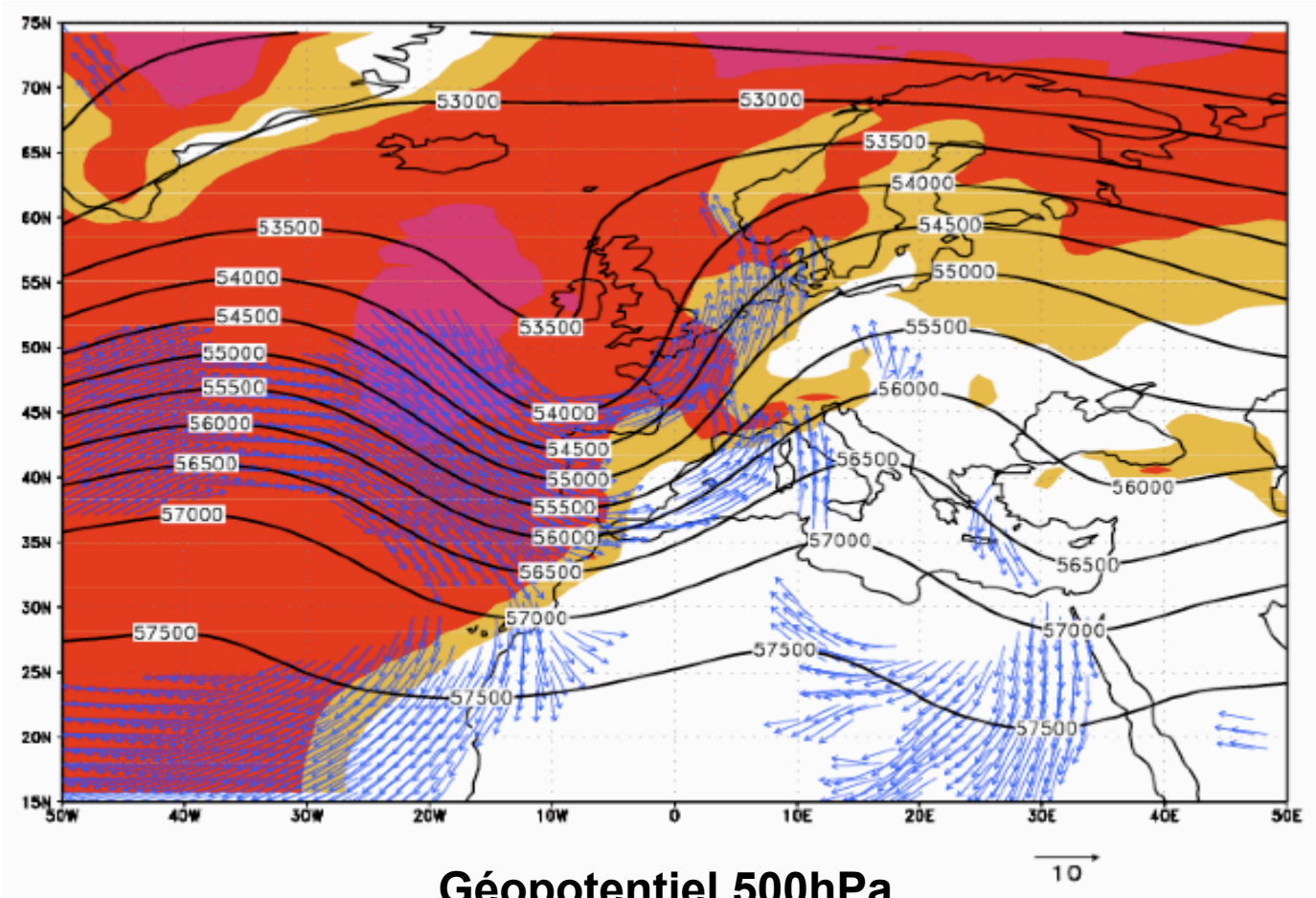
Outils de modélisation de la physique de l'atmosphère

**Validation d'une classe de temps
Compréhension des processus physiques**

Outils d'analyse statistique et/ou géostatistique

**Elaboration d'une classe de temps
Validation des simulations physiques
Identification des processus dominants**





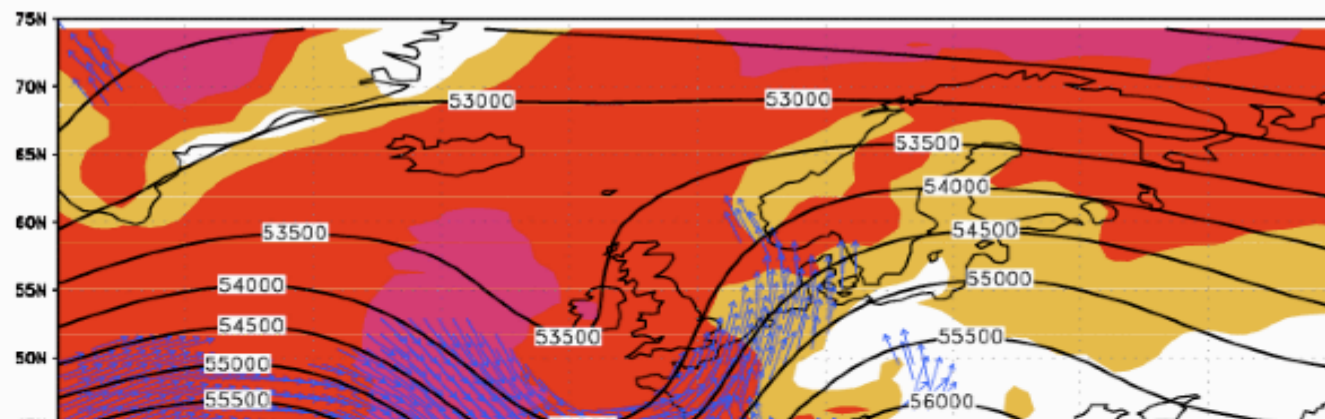
Géopotentiel 500hPa

+

Vent 925hPa

+

**Humidité relative
925hPa**

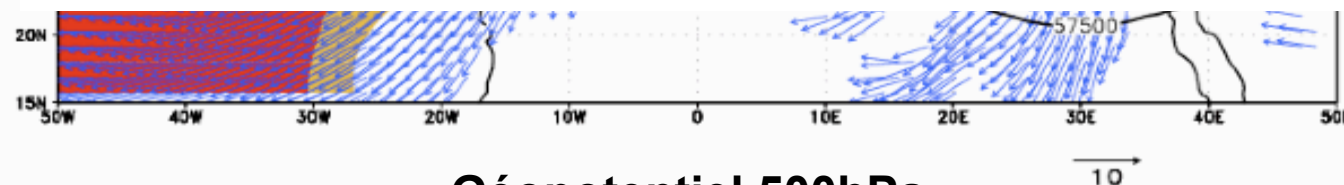


→ Classification «type de temps»

→ Occurrence dans le climat présent

→ Evaluation dans un climat futur

→ Modification de l'occurrence et de la contribution



Géopotential 500hPa

+

Vent 925hPa

+

**Humidité relative
925hPa**