



# Les données météorologiques actuelles et passées dans le contexte de la gestion de la forêt

Emmanuel Cloppet  
18 juin 2009



**METEO FRANCE**  
Toujours un temps d'avance

# Météo-France, la climatologie, l'observation et les données observées disponibles

# Météo-France

- Établissement public sous tutelle du Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de l'Aménagement du territoire
- Missions et principes d'organisation fixés par le décret du 18 juin 1993
- 3700 ingénieurs et techniciens dont 430 en Outre-Mer

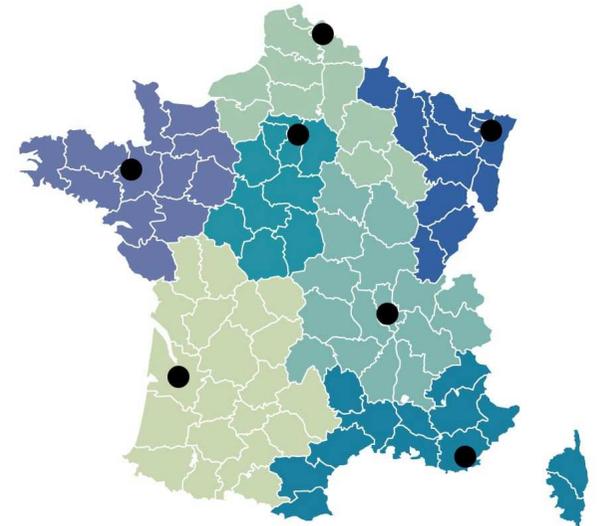


François Jacq,  
PDG de Météo-France

# Météo-France : Nos missions

## au service de l'Etat, du public et de l'économie

- Sécuriser les personnes et des biens
- Satisfaire les besoins météorologiques de la Défense nationale
- Fournir sécurité et régularité au trafic aérien
- Surveiller le climat et ses évolutions, mener des recherches et archiver les données climatiques
- Contribuer au développement économique pour les secteurs d'activité météo dépendants

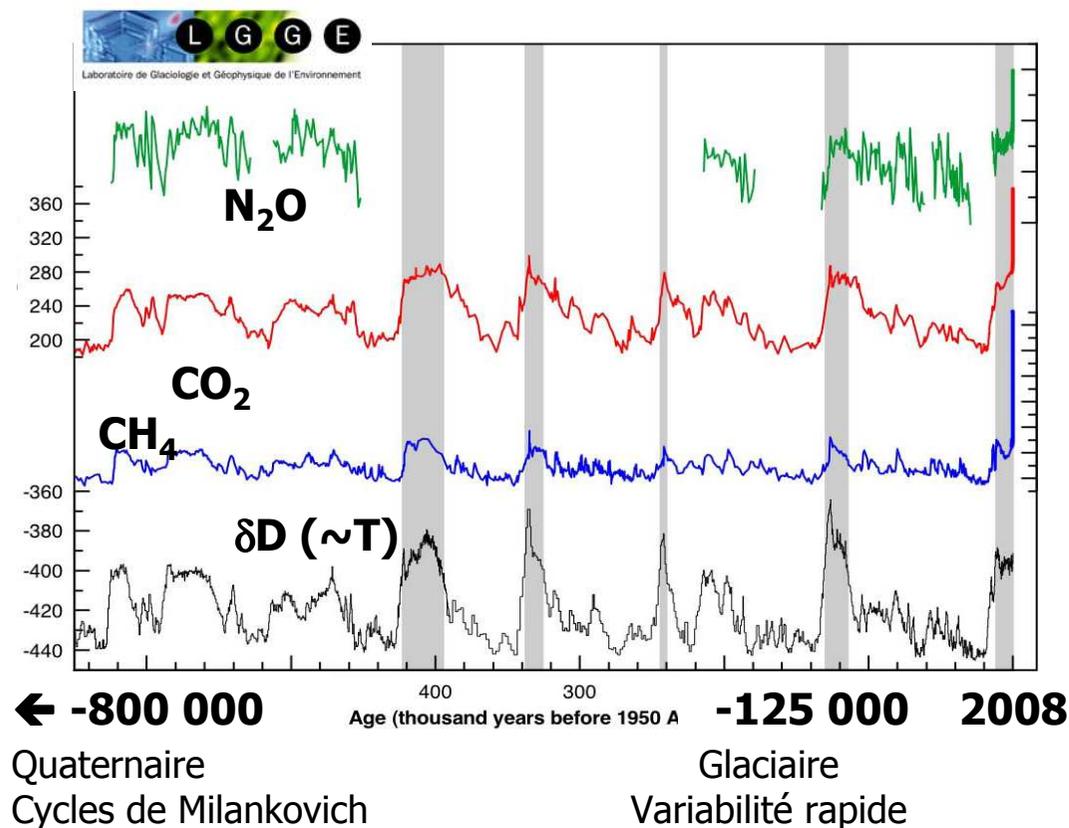


# Les missions de Météo-France en climatologie

- Collecter, contrôler & archiver durablement, et fournir les données climatiques (« mémoire du temps »),
- Réaliser un suivi climatique aux différentes échelles de temps et d'espace (caractérisation du climat et suivi climatique « temps réel ») et prévisions « lentes » (hydrologie, prévisions saisonnières, climat),
- Produire l'information climatique et la mettre à disposition des utilisateurs sous forme adaptée, stimuler la valorisation des données climatiques,
- Mener des recherches sur les processus climatiques, le système climatique et les méthodes et outils (statistiques) en climatologie, avec notamment la question du changement climatique,
- Contribuer au développement des capacités en climatologie, apporter formation, expertise et soutien.

# Reconstruire la mémoire du climat nécessite de longues séries de données

Les séries de données climatiques doivent être aussi longues que possible pour permettre la séparation entre les variations naturelles du climat et le signal de changement climatique anthropique. Les reconstructions paléo-climatiques et historiques sont nécessaires. De même il faut retrouver les données « récentes ».



Avant le 17<sup>e</sup> siècle (début des mesures), il faut déduire les conditions climatiques à partir d'autres données : informations extraites d'analyses chimiques (carottes de glace ou de sédiments) ou d'analyses de documents historiques dans lesquels on peut identifier des événements. A partir de la création des services météorologiques (1854 en France), des observations sont produites en routine : il faut désormais les retrouver, les numériser et en contrôler la qualité.

# Remonter le temps, vers un passé aussi reculé que possible

Une effort allant de -800.000 ans jusqu'à nos jours, en passant par l'An Mil et les débuts de la météorologie instrumentée et opérationnelle !



Depuis les carottes de glace qui nous renseignent sur les paléo-climats...



... à l'histoire qui s'est écrite en fonction du temps qu'il faisait...



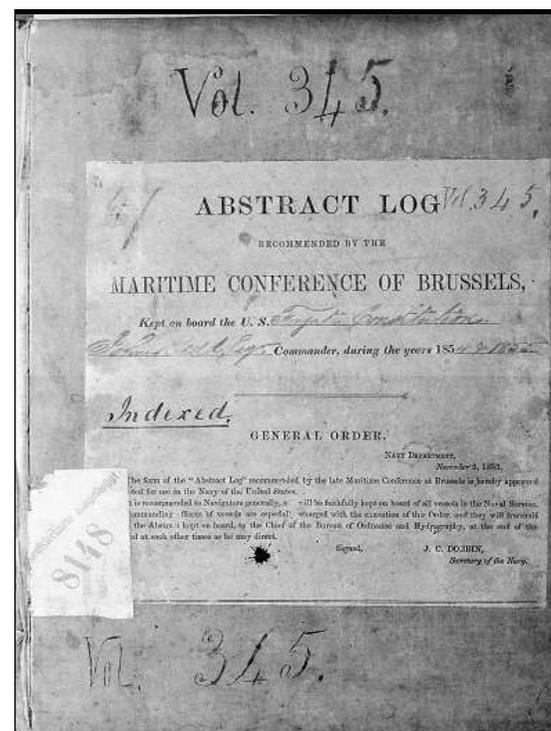
...puis à l'ère de la mesure et des physiciens :  
Torricelli 1640  
Pascal 1648...



# L'ère de la météorologie opérationnelle

## Le tournant du milieu du 19<sup>e</sup> siècle

Bruxelles, 1853, l'hydrographe américain Maury invite ses correspondants européens à conserver et à échanger les mesures faites à bord des navires.

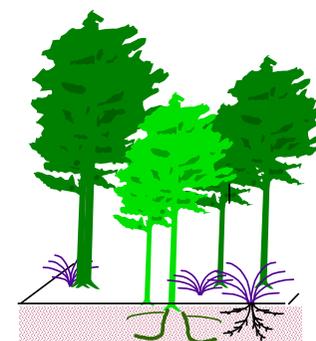


Le naufrage de la flotte franco-britannique en Crimée, le 14 novembre 1854, puis celui de la frégate Sémillante le 15 février 1855, amènent Napoléon III à décider la création d'un service météorologique. L'astronome Le Verrier le bâtit.

# Météorologie et forêt : les paramètres

Différents paramètres météorologiques affectent le fonctionnement du couvert forestier :

- La température
- Le rayonnement global
- Les cumuls de précipitation
- L'humidité relative de l'air
- La force du vent
- .. et par suite l'ETP



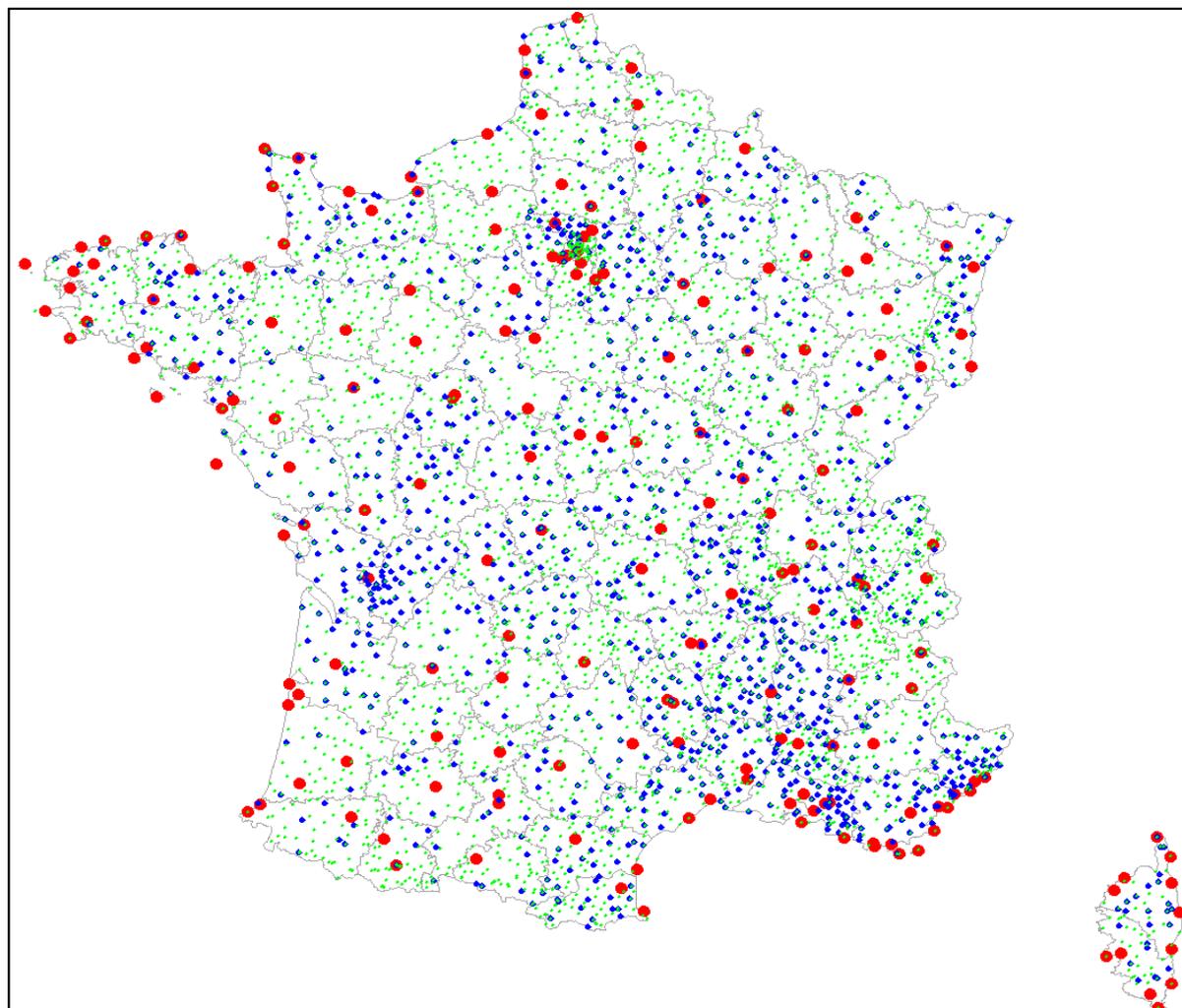
Biomasse :

- feuilles
- branches
- écorce
- bois du tronc
- racines grosses
- racines fines

Ces différents paramètres sont disponibles sur la France avec une densité variable

# Stations sol en métropole de la BDCLIM

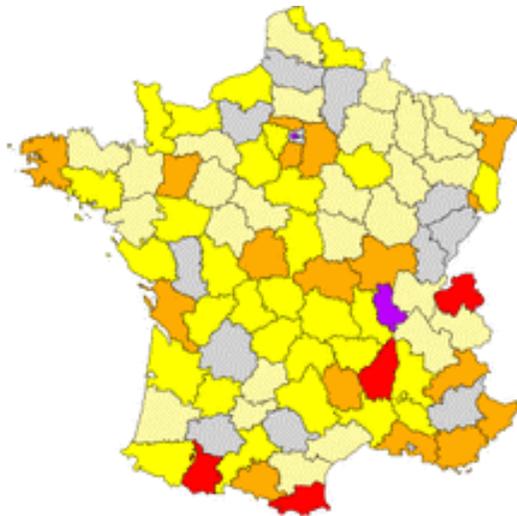
Stations  
ouvertes en mai 2002



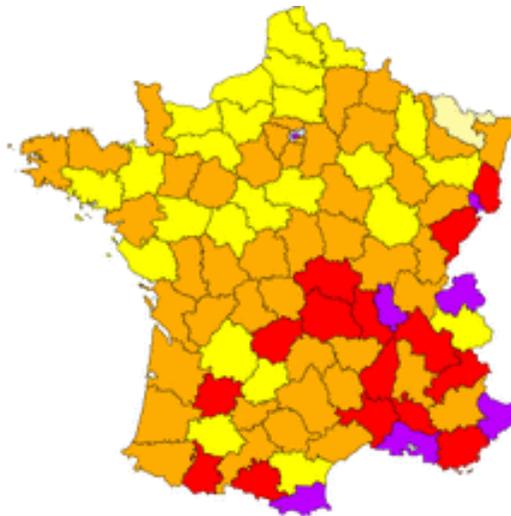
0 160 km

- Postes bénévoles (type 4)
- Postes automatiques (types 2 et 3)
- Postes synoptiques (types 0 et 1)

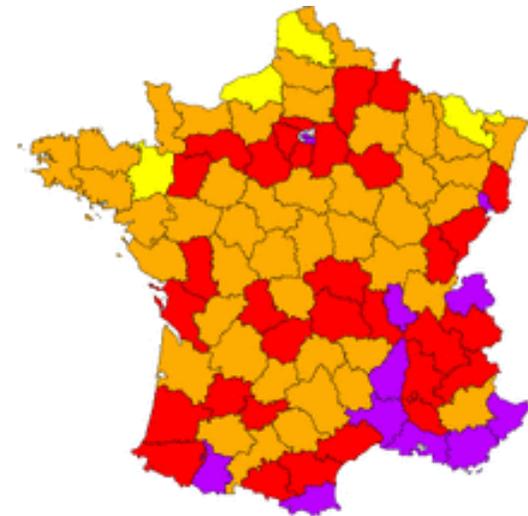
# La densité varie avec la profondeur de l'historique



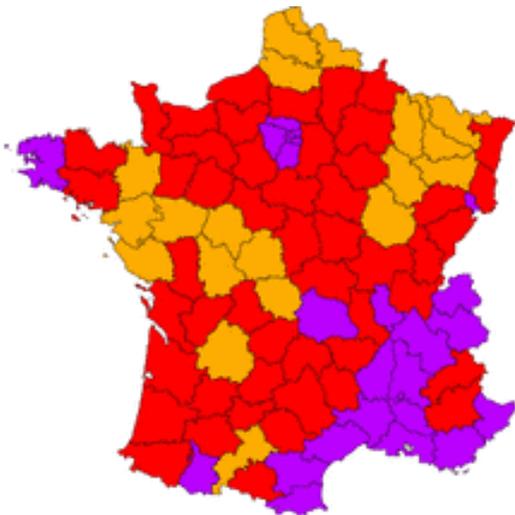
1950 - 1959



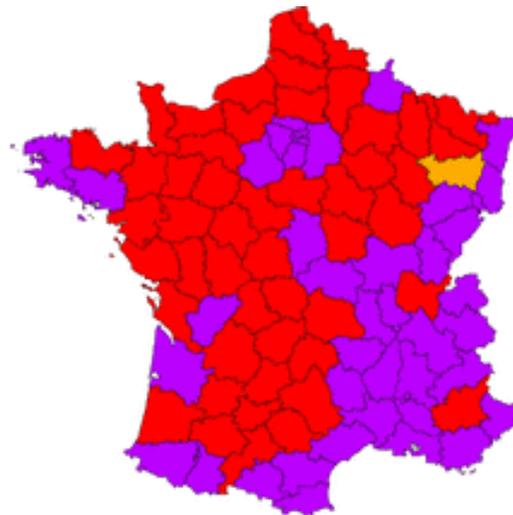
1960 - 1969



1970 - 1979

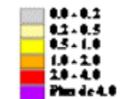


1980 - 1989



1990 - 1999

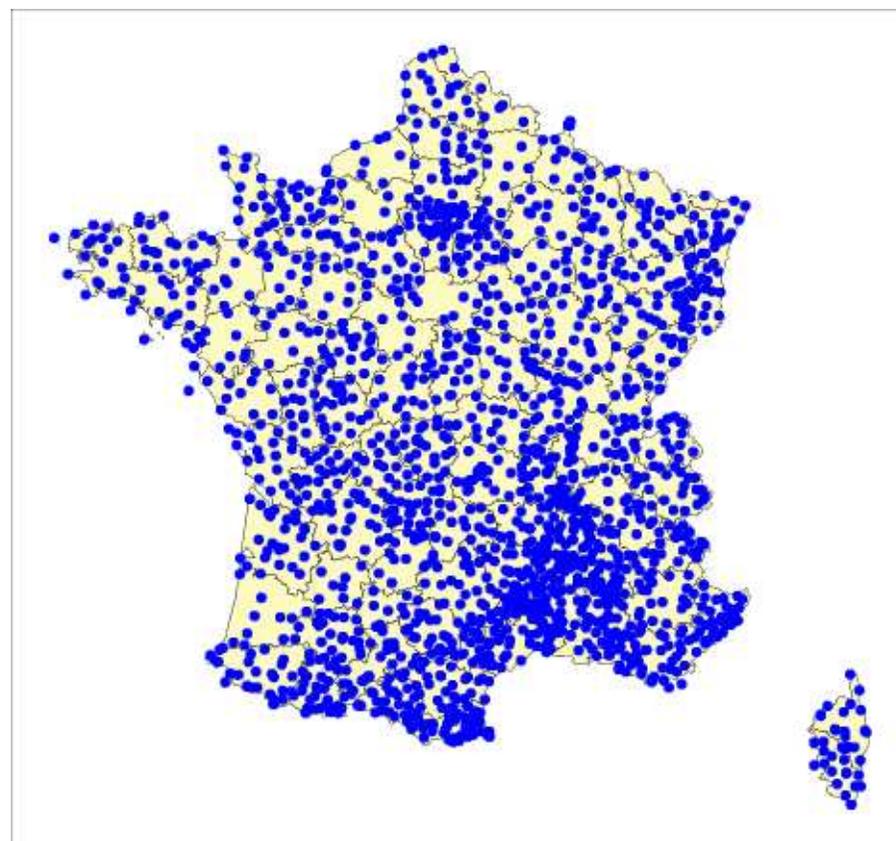
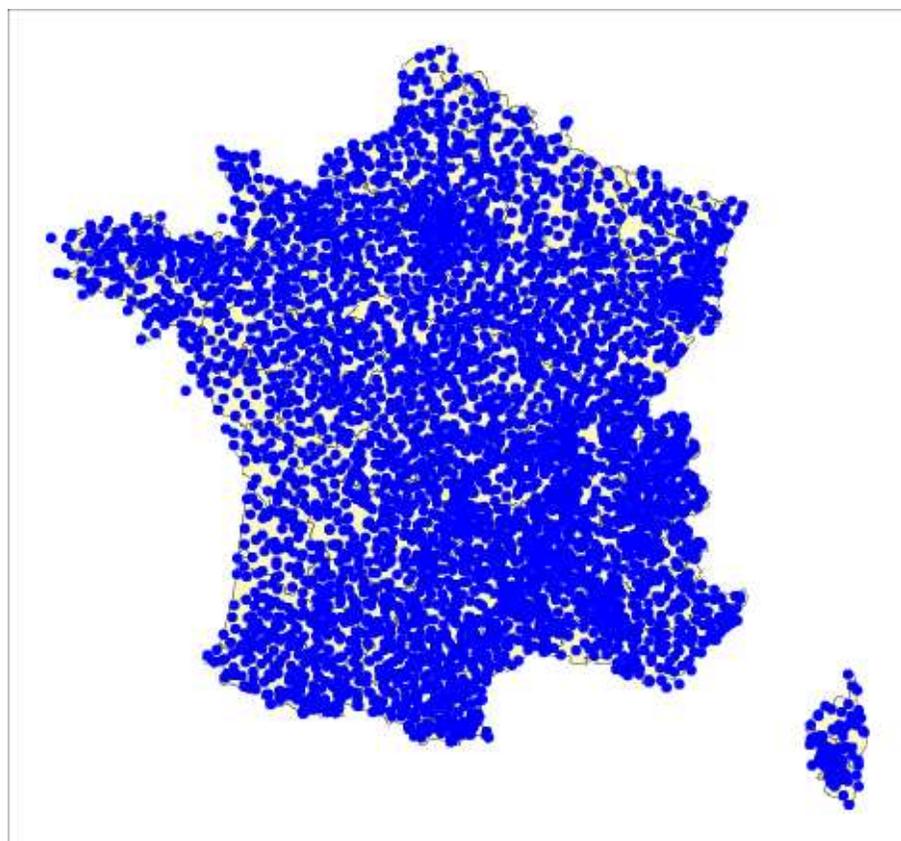
Nombre annuel moyen  
d'années-stations  
par 1000 km<sup>2</sup>



**METEO FRANCE**  
Toujours un temps d'avance

# Réseau d'observation pour les précipitations

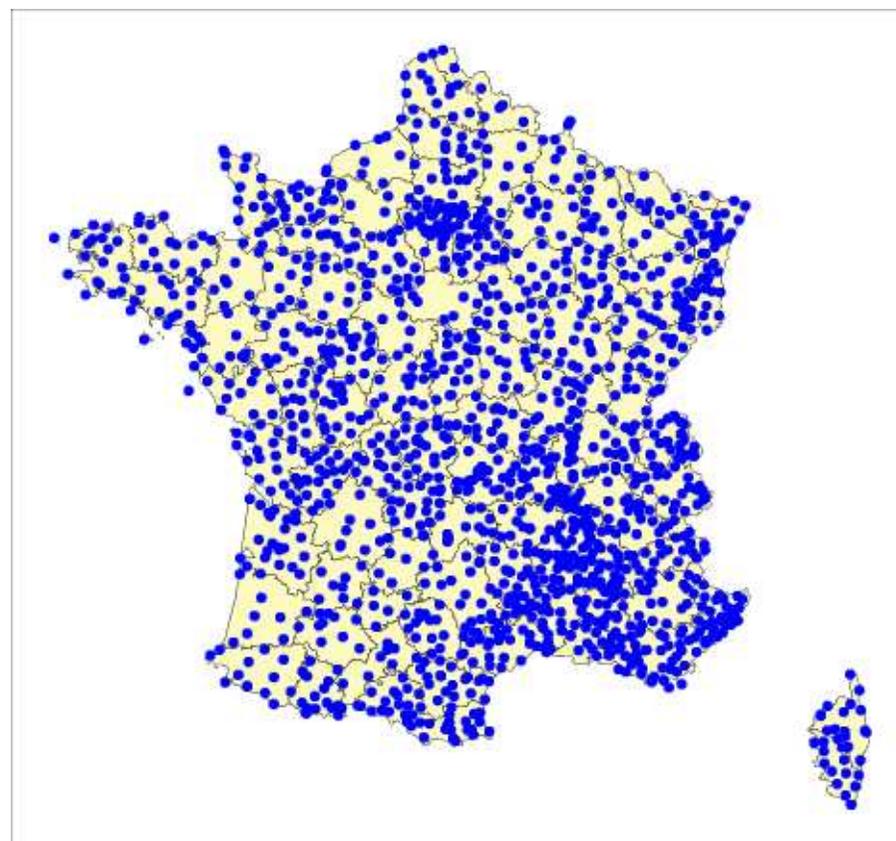
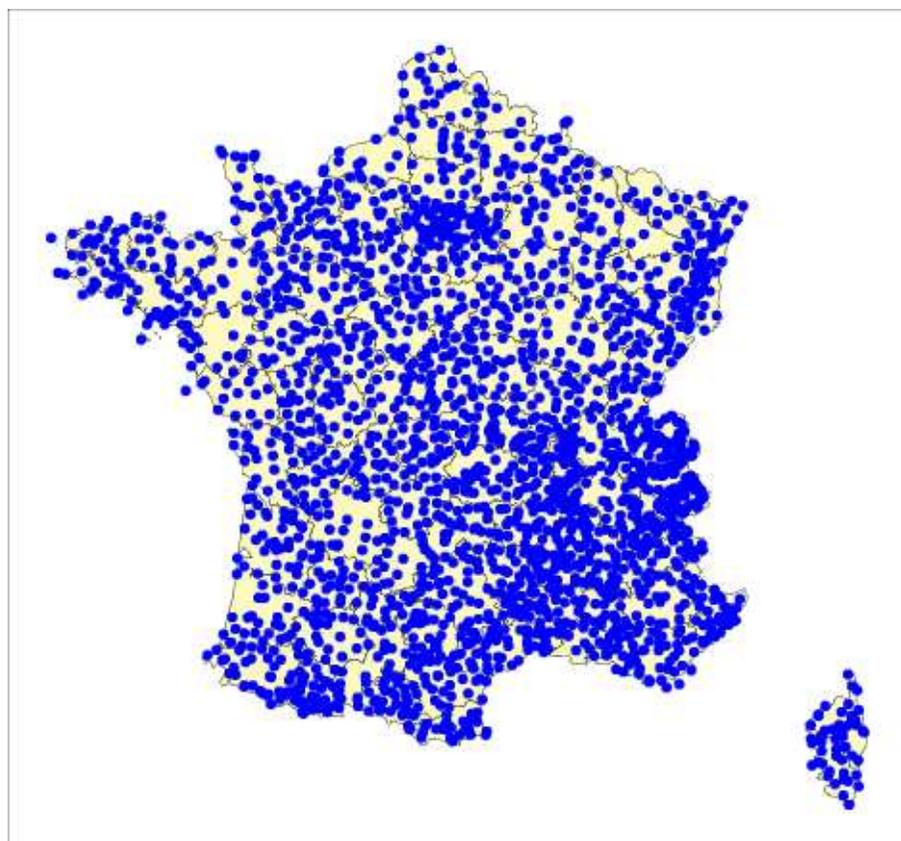
- 1759 postes automatiques (temps réel)
- 4291 postes bénévoles



\* Dans l'état de la base au 10 juin 2009

# Réseau d'observation pour la température

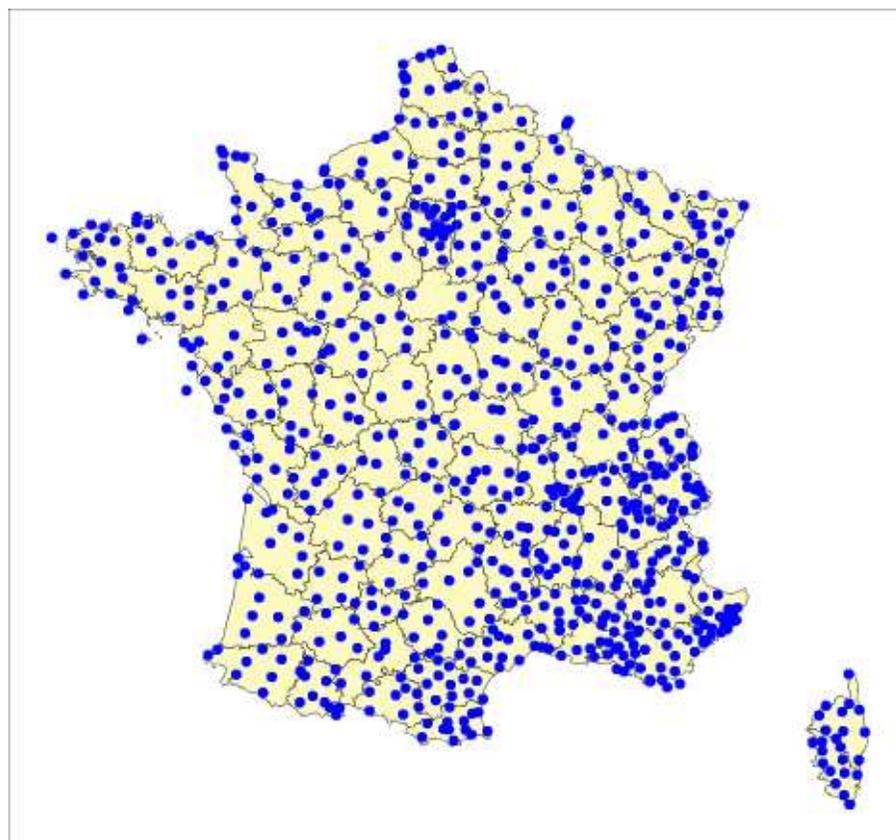
- 1483 postes automatiques (temps réel)
- 2399 postes bénévoles



\* Dans l'état de la base au 10 juin 2009

# Réseau d'observation pour la force du vent

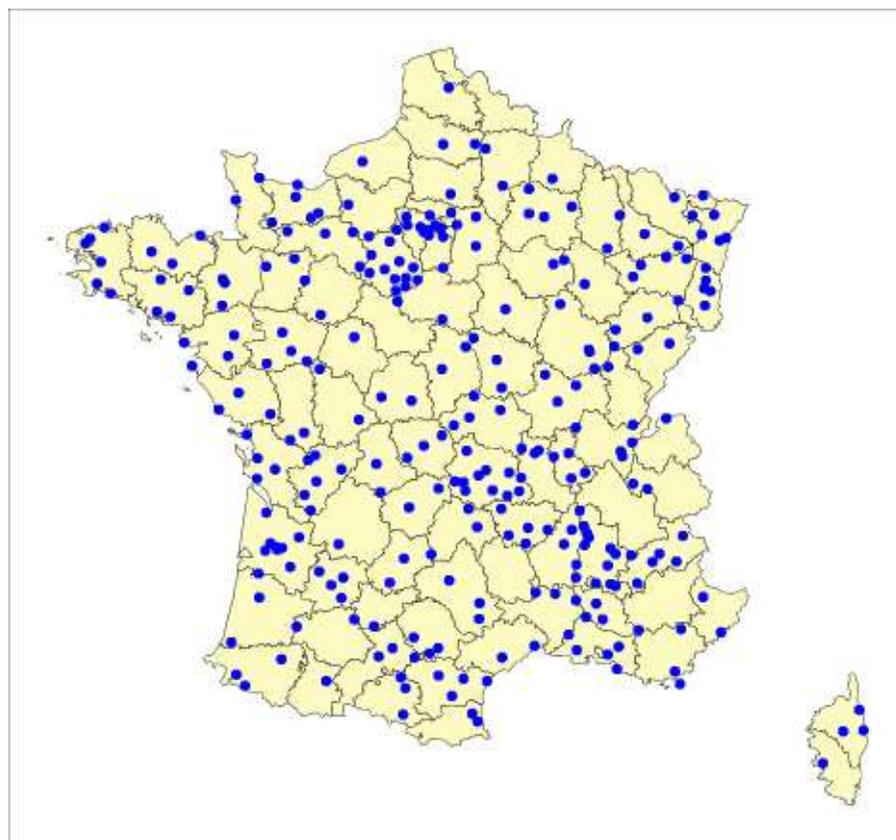
- 780 postes automatiques (temps réel)



\* Dans l'état de la base au 10 juin 2009

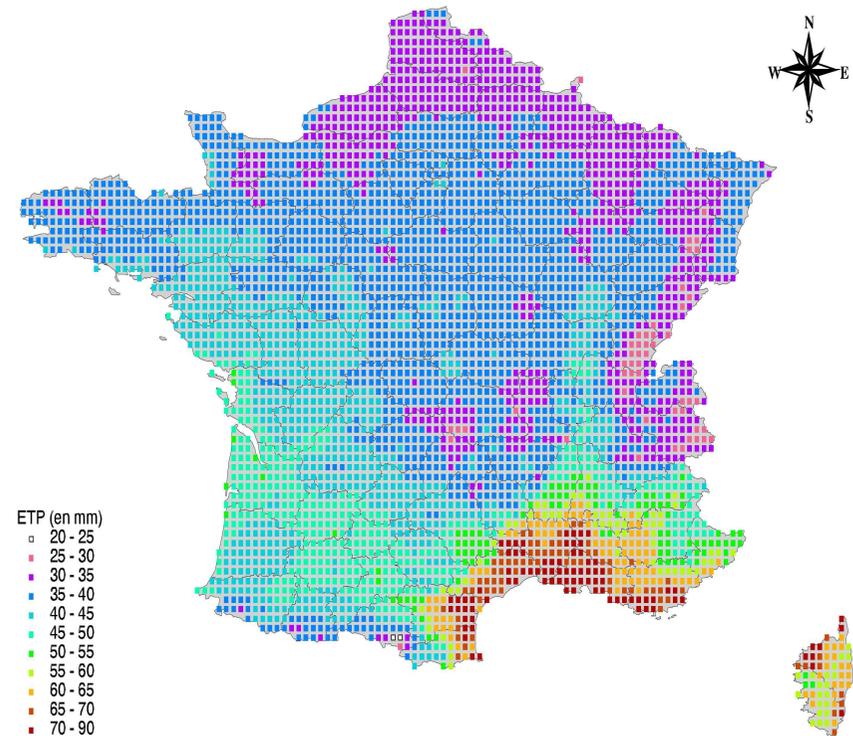
# Réseau d'observation pour le rayonnement global

- 278 postes automatiques (temps réel)



# Cas particulier de l'ETP

- L'ETP est calculée par le biais de la formule de Penman-Monteith pour les postes où les données de base sont disponibles et également sur une grille régulière ( $0,125^\circ$ ) calculée tous les jours avec recalcul sur les 5 derniers jours depuis 1971
- Méthode : les paramètres de base sont interpolés avec pondération en fonction de la distance ( $1/r^2$ ). Pour un maillage donné, on sélectionne pour chaque point de grille et chaque jour les 5 stations les plus proches du point de grille parmi les stations présentes. La formule de Penman-Monteith est ensuite appliquée.
- Intérêt :
  - profiter de la densité du réseau pour chaque paramètre
  - pas de données manquantes



ETP décadaire – 1ère décade de juillet 2005

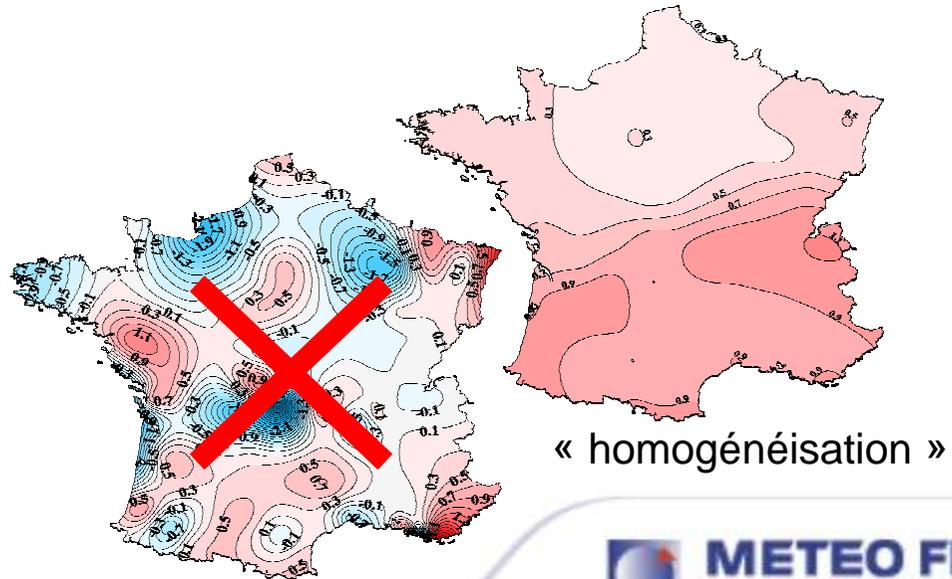
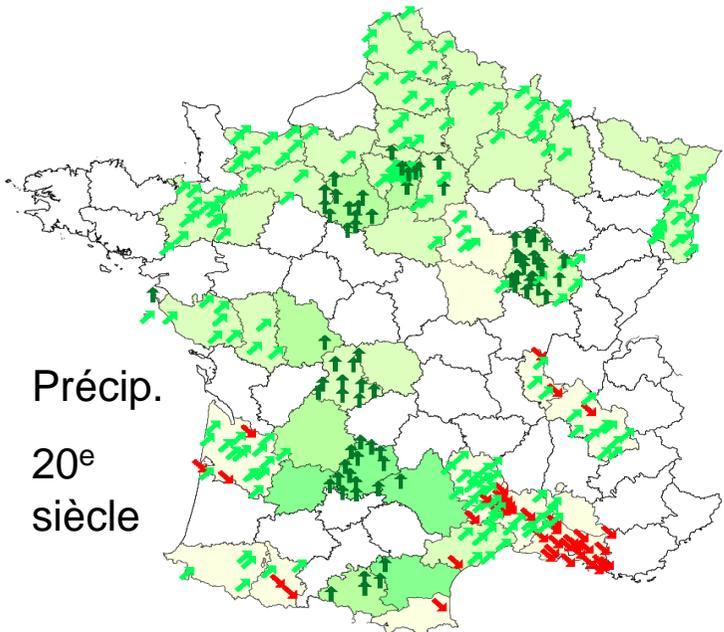
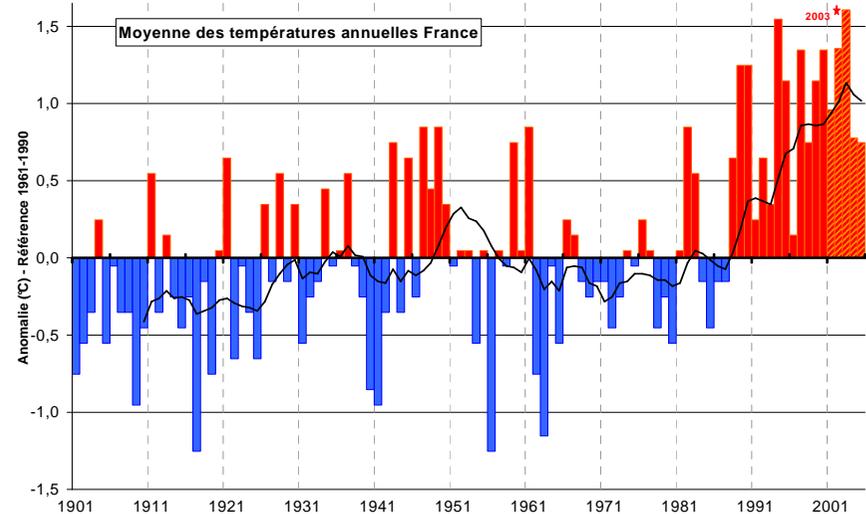
**Au delà de la mise à disposition de données...**

**Les nouveaux outils en climatologie  
et la consolidation du diagnostic  
sur la climat passé**

# Consolider le diagnostic sur le climat passé

De nouveaux outils pour consolider notre étude du climat passé :

- Analyse des tendances observées
- Travail d'homogénéisation des données observées
- Approche par type de temps
- ...



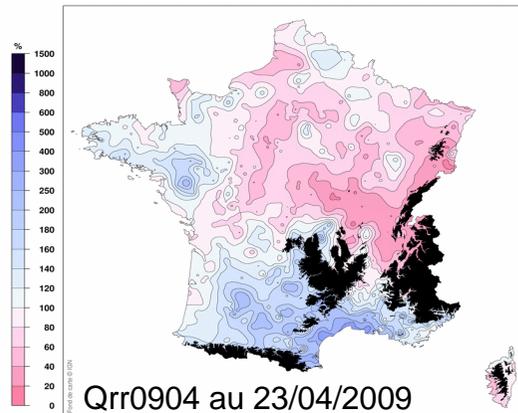
# Commenter et qualifier le climat / le temps

Suivi climatique : un enjeu

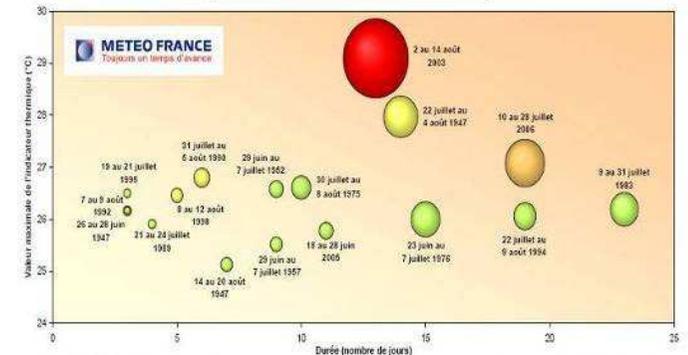
Lien avec la prévision & communication

- qualification, commentaire, analyse (CatNat)
- analyses et bilans réguliers

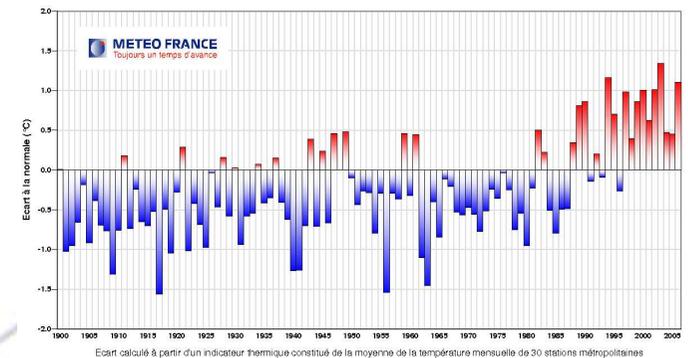
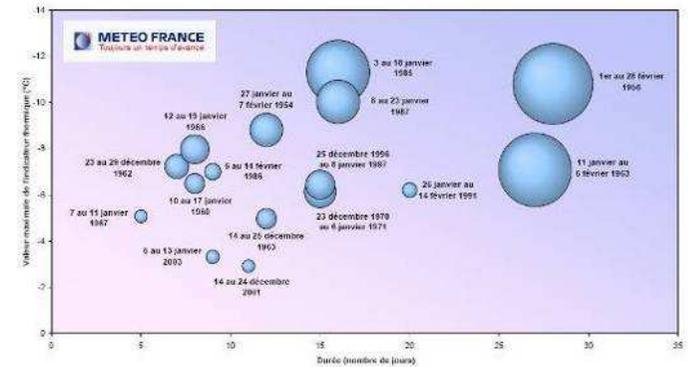
Des indicateurs : référence, caractérisation, détection



Vagues de chaleur en France  
Période 1947-2006



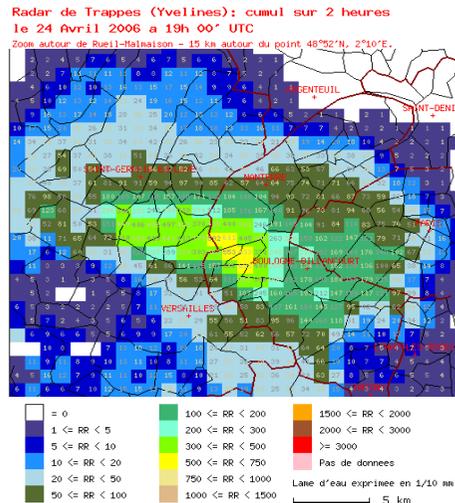
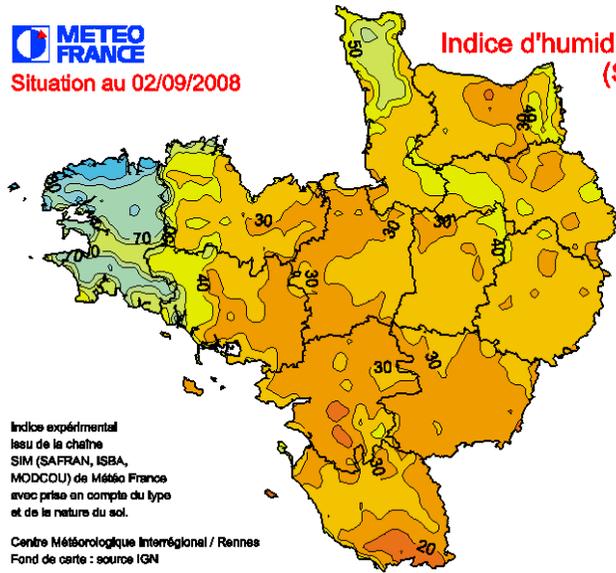
vagues de froid en France  
Période 1950-2005



# Climat et eau, sécheresses et crues



Situation au 02/09/2008



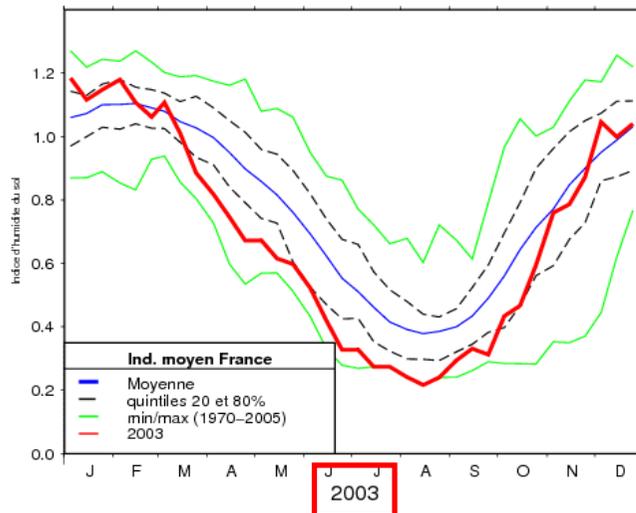
L'eau : enjeu du climat

- cycle de l'eau : l'inconnue
- impact sur l'eau

Chaînes de modélisation des sols  
Safran / SIM

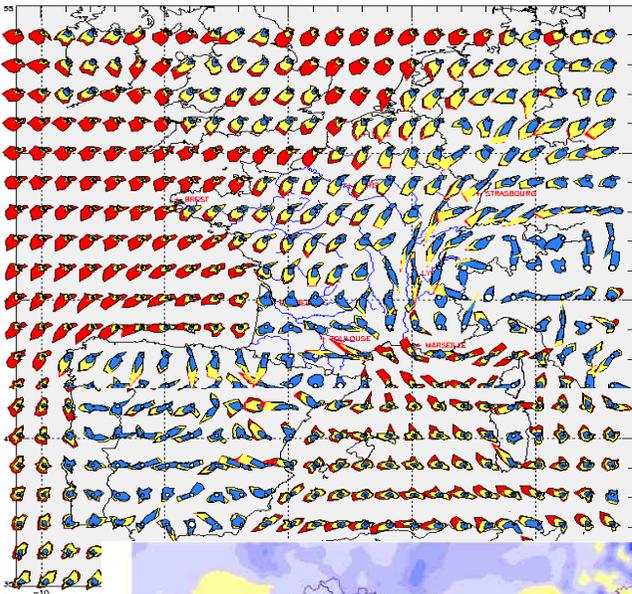
Valorisation

- MEEDDAT DGPR / DGALN
- CatNat (sécheresses / crues)
- Impact du CC sur sécheresse



# Climatologies spatialisées multi-sources

Clim roses de vent (Aladin)

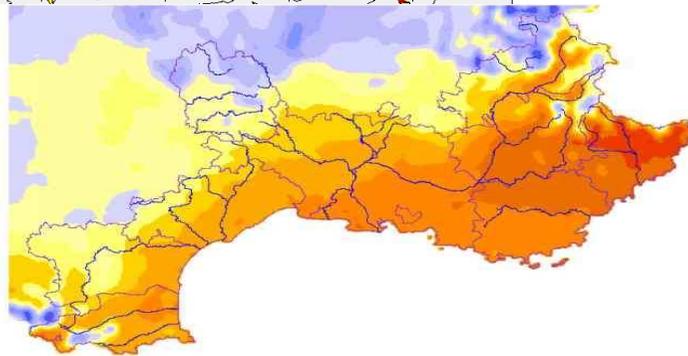
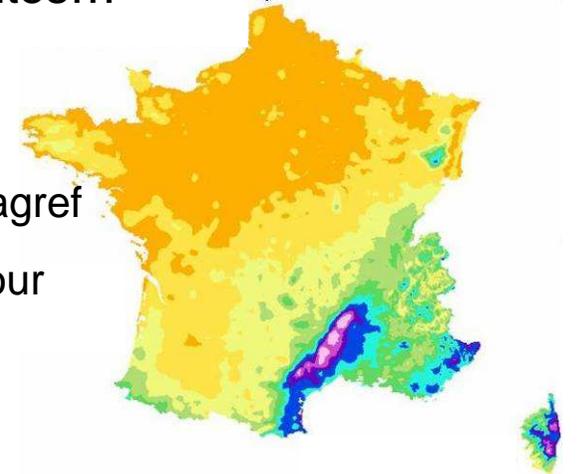


Climatologie à partir de :

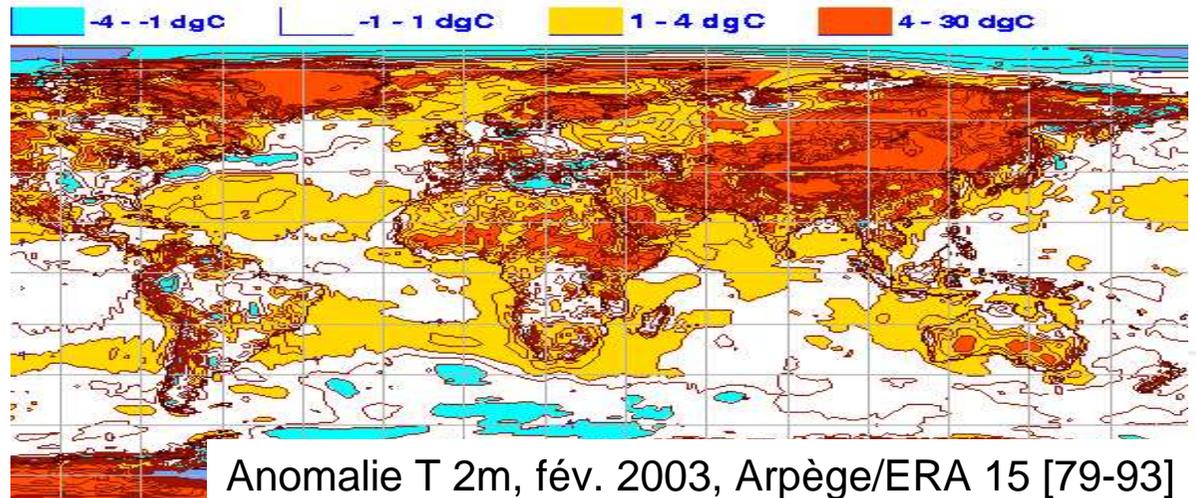
- modèles numériques dont réanalyses
- télédétection : radars, satellites...
- fusion & synthèse

Shypre / Cemagref

Durées de retour  
synthétiques  
spatialisées



Clim ray/insol  
(MétéoSat+sol)



Anomalie T 2m, fév. 2003, Arpège/ERA 15 [79-93]

# L'homogénéisation des données observées

# Détection et correction de ruptures d'homogénéité

## Les principales cause de ruptures météorologiques :

- Changement d'emplacement du site de mesure
- Changement de capteur, d'abri météorologique
- Modification de l'environnement du capteur (végétation, urbanisation...)
- Changement du mode de calcul du paramètre
- Observateurs différents
- Valeurs reconstituées sur de longues périodes

*Une liste non exhaustive, les données anciennes pouvant receler d'étonnantes surprises...*

# Homogénéisation : pourquoi?

## Exemple de la série de Pau-Uzein

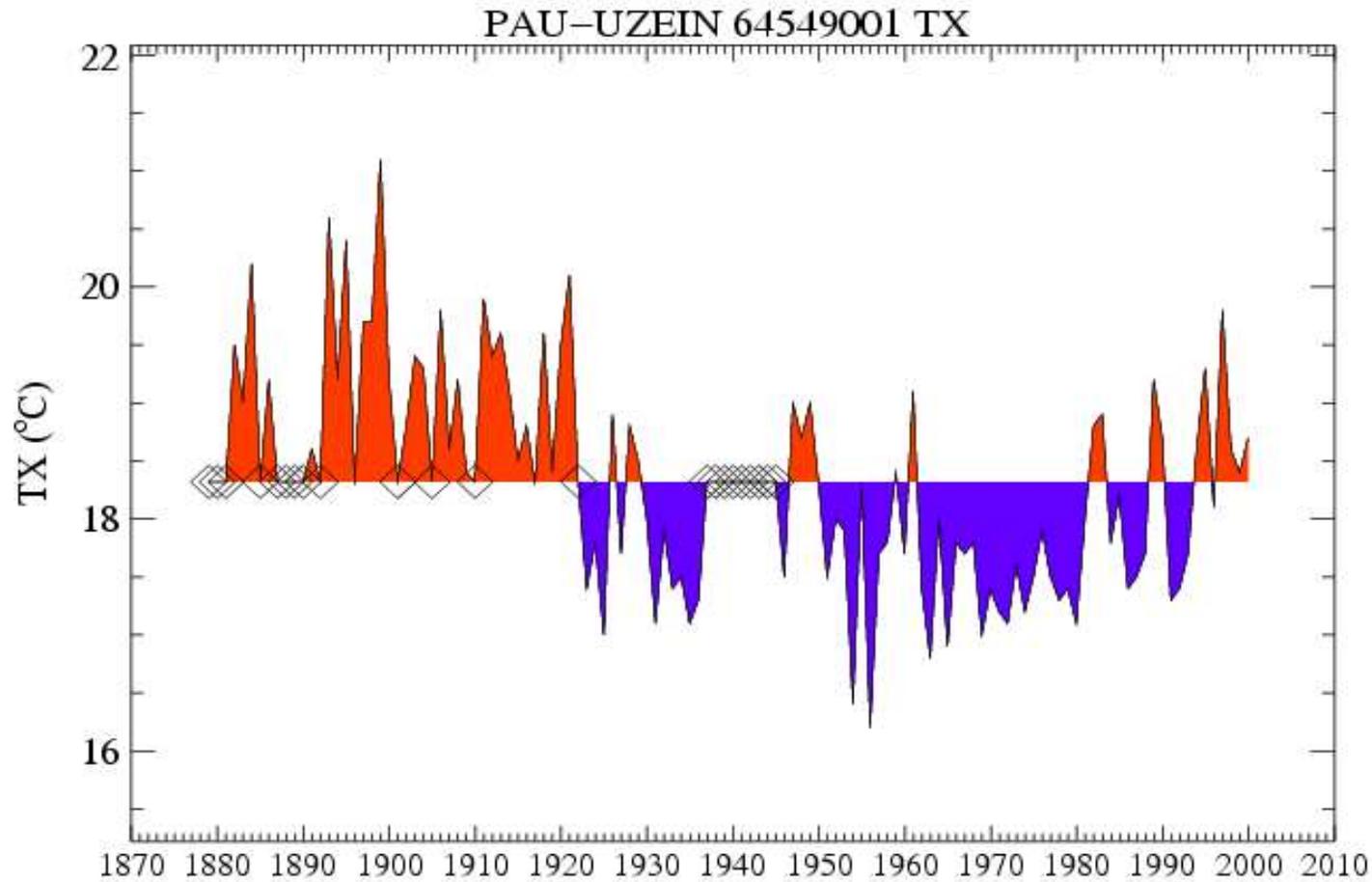
- Juin 1912 PAU-LESCAR (EN)



- 2005 PAU-UZEIN (AERO)

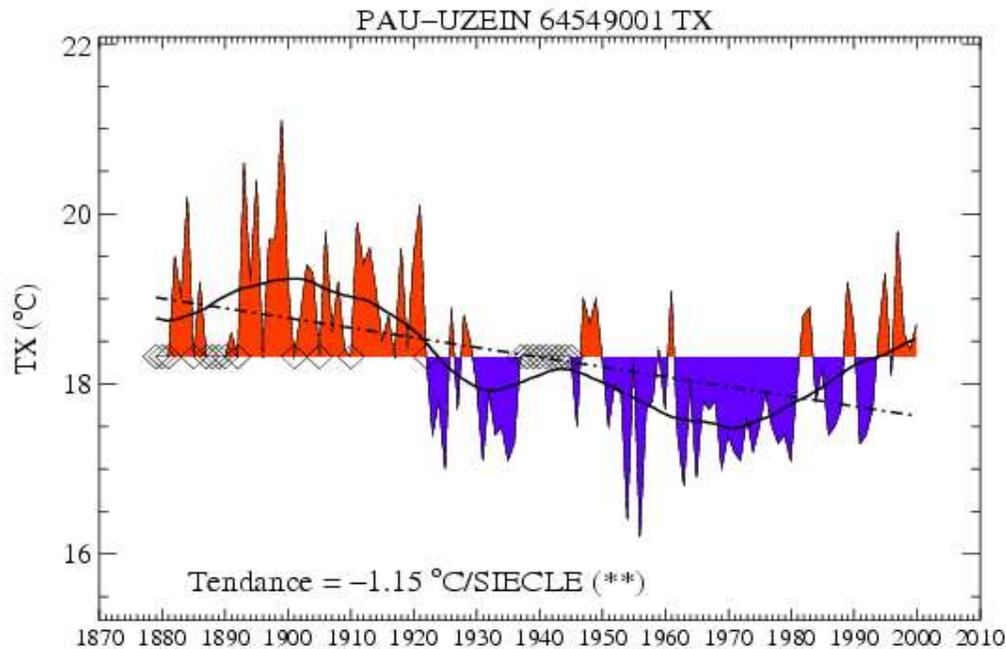


# Série des Températures Maximales (TX) PAU-UZEIN

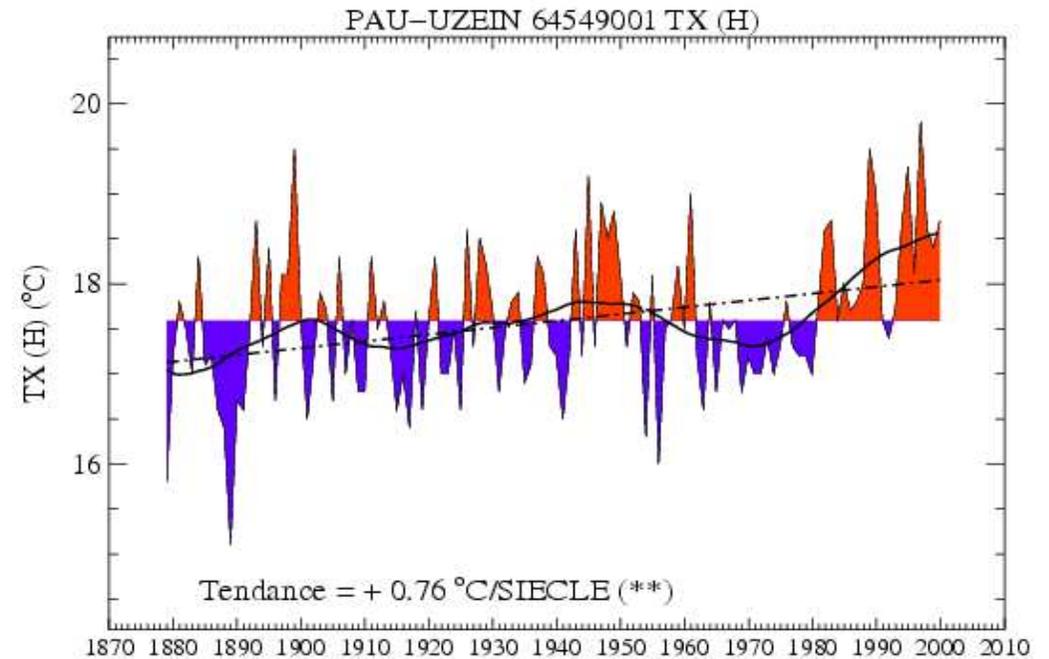


# Pau : températures maximales homogénéisées

■ « avant »



■ « après »



# Séries homogénéisées

## Cumuls mensuels de précipitations

- 310 séries homogénéisées
- 51 départements concernés
- 1148 postes utilisés
- 300 séries centenaires

## Températures moyennes

- 91 séries homogénéisées
- 58 départements concernés
- 70 séries centenaires

Stations Homogénéisées Région DIR-Ouest (1950-2007 ou 1954-2007)

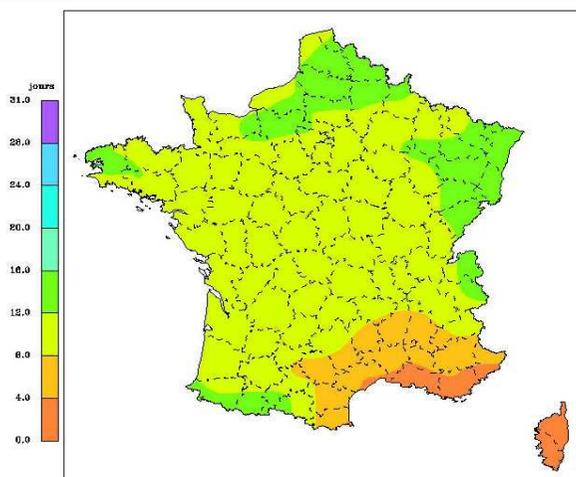


# La caractérisation du climat passé et ses évolutions

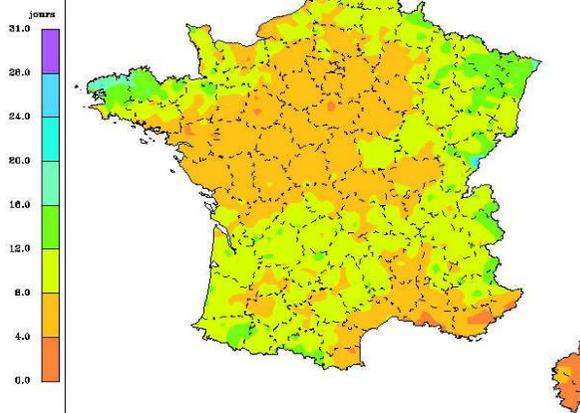
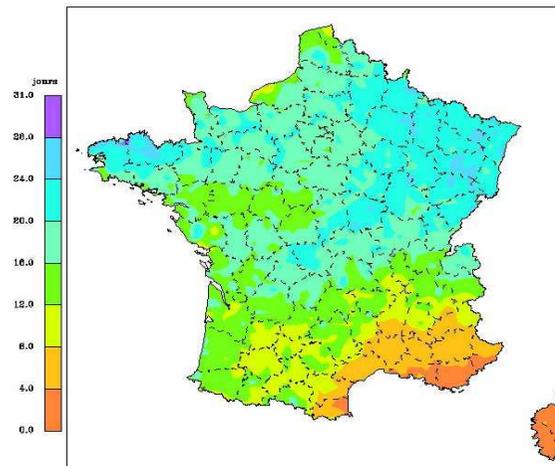
# Traiter les données

## Nombre de jours avec précipitations $\geq 0.1$ mm

Normale 1961-1990 de juillet



Juillet 2000

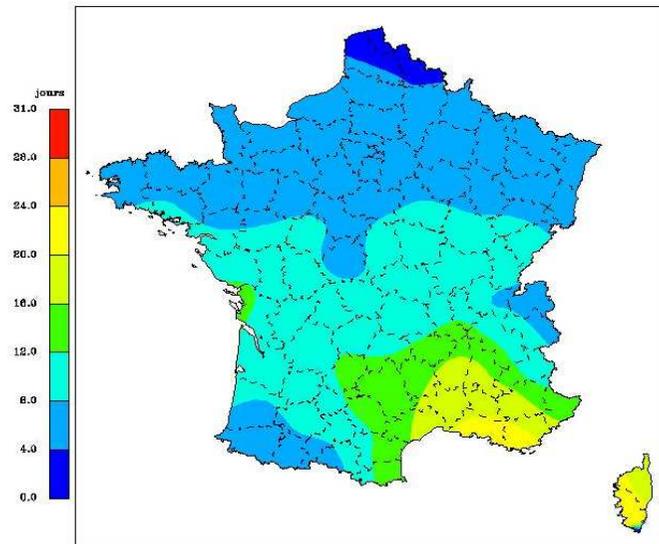


Juillet 1995

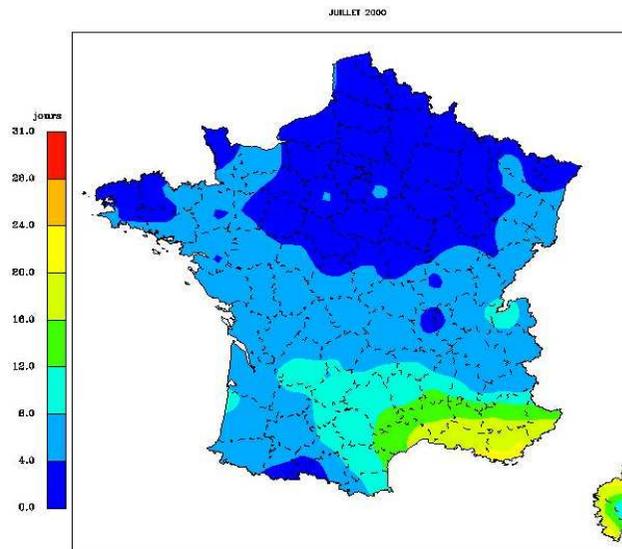
# Produire une climatologie

## Nombre de jours bien ensoleillés

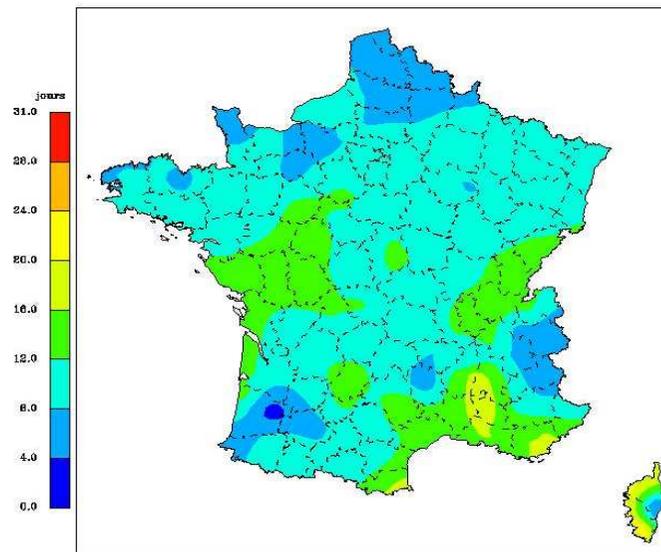
Normale 1961-1990 de juillet



Juillet 2000



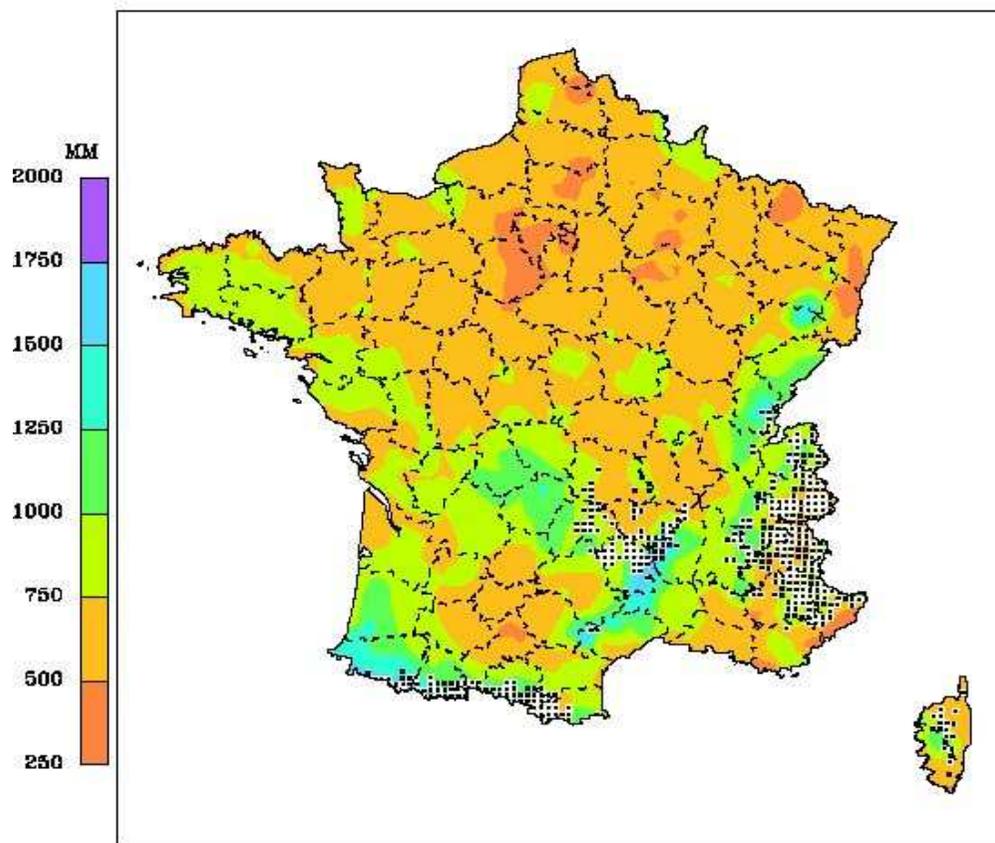
Juillet 1996



# Produits cartographiques et rapport à la normale Précipitations annuelles

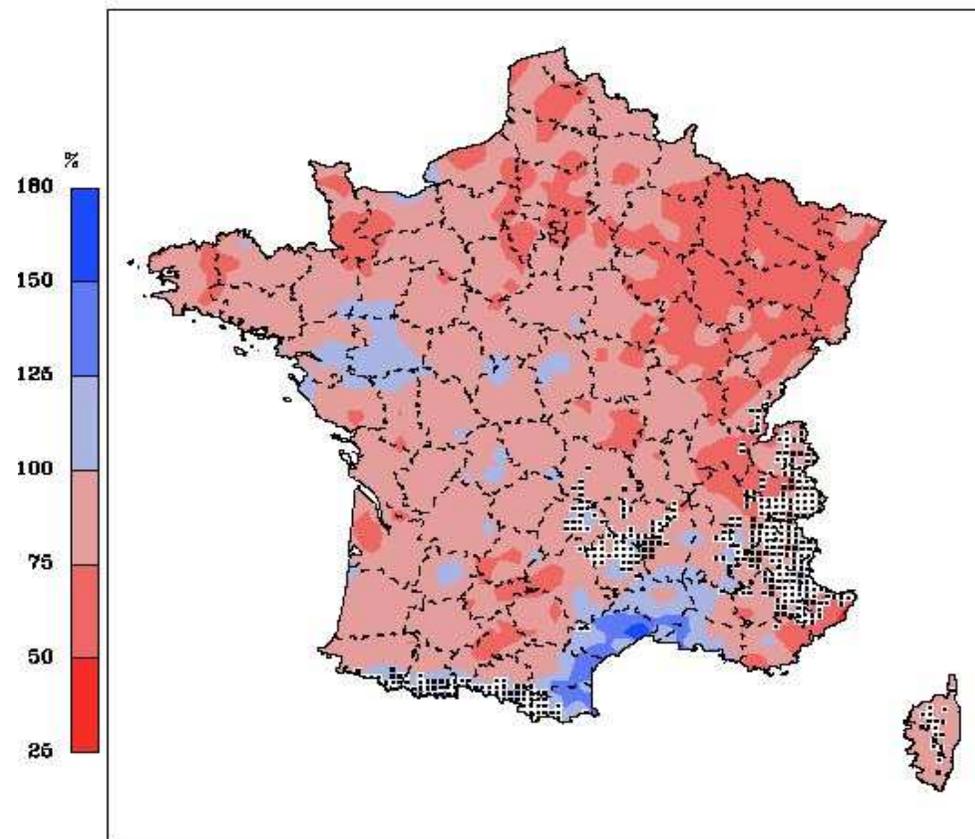
## CUMULS DES PRECIPITATIONS

Année 2003



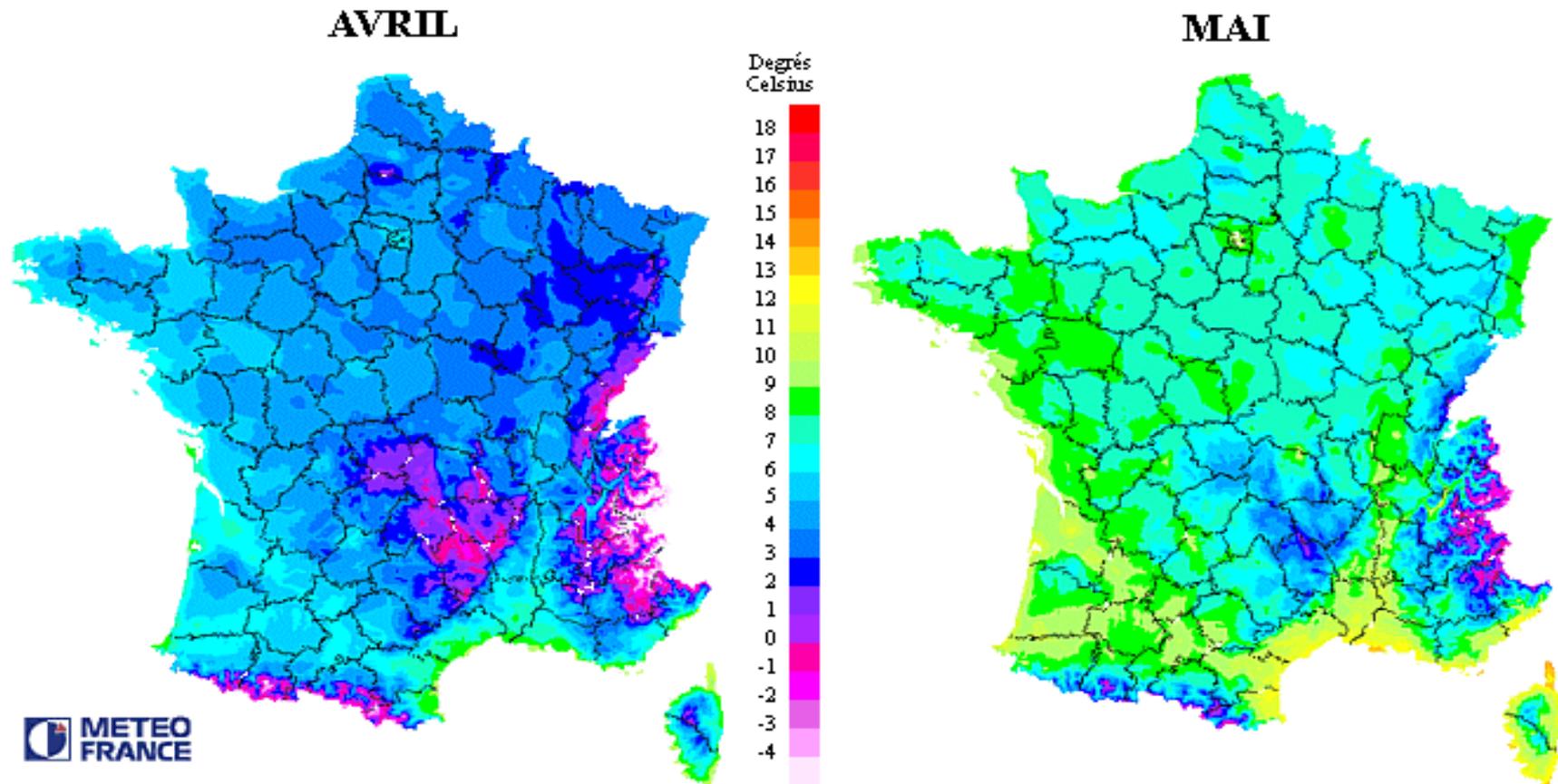
## RAPPORT A LA NORMALE DES PRECIPITATIONS

Cumuls 2003 comparés aux normales 1971 - 2000



# Climatologie à haute résolution

## Normales des températures minimales moyennes



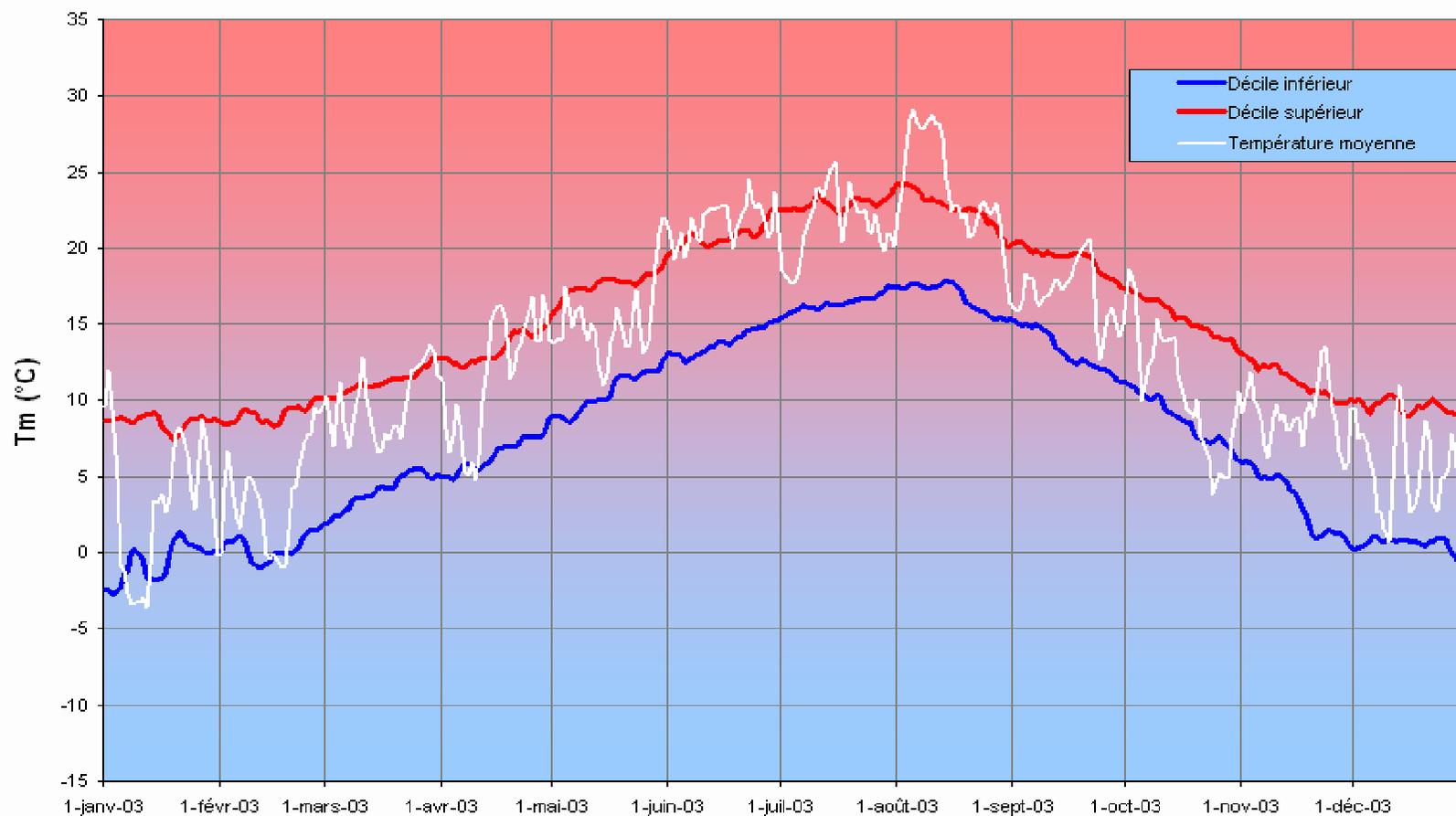
Les normales Aurelhy

- normales disponibles à la résolution d'1km
- Normales mensuelles et moyennes annuelles
- méthode statistique utilisant différents prédicteurs

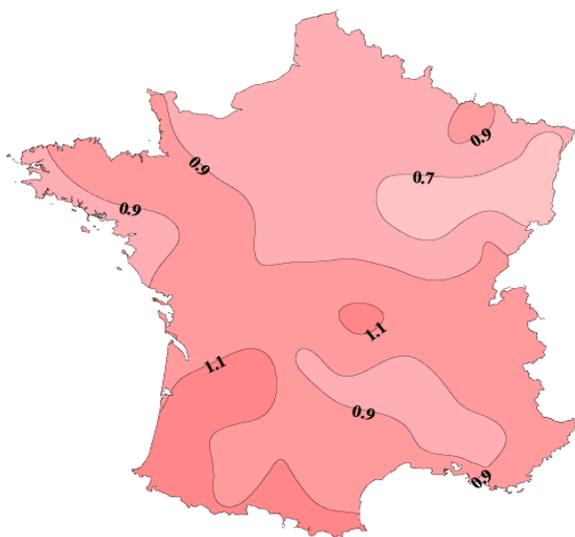
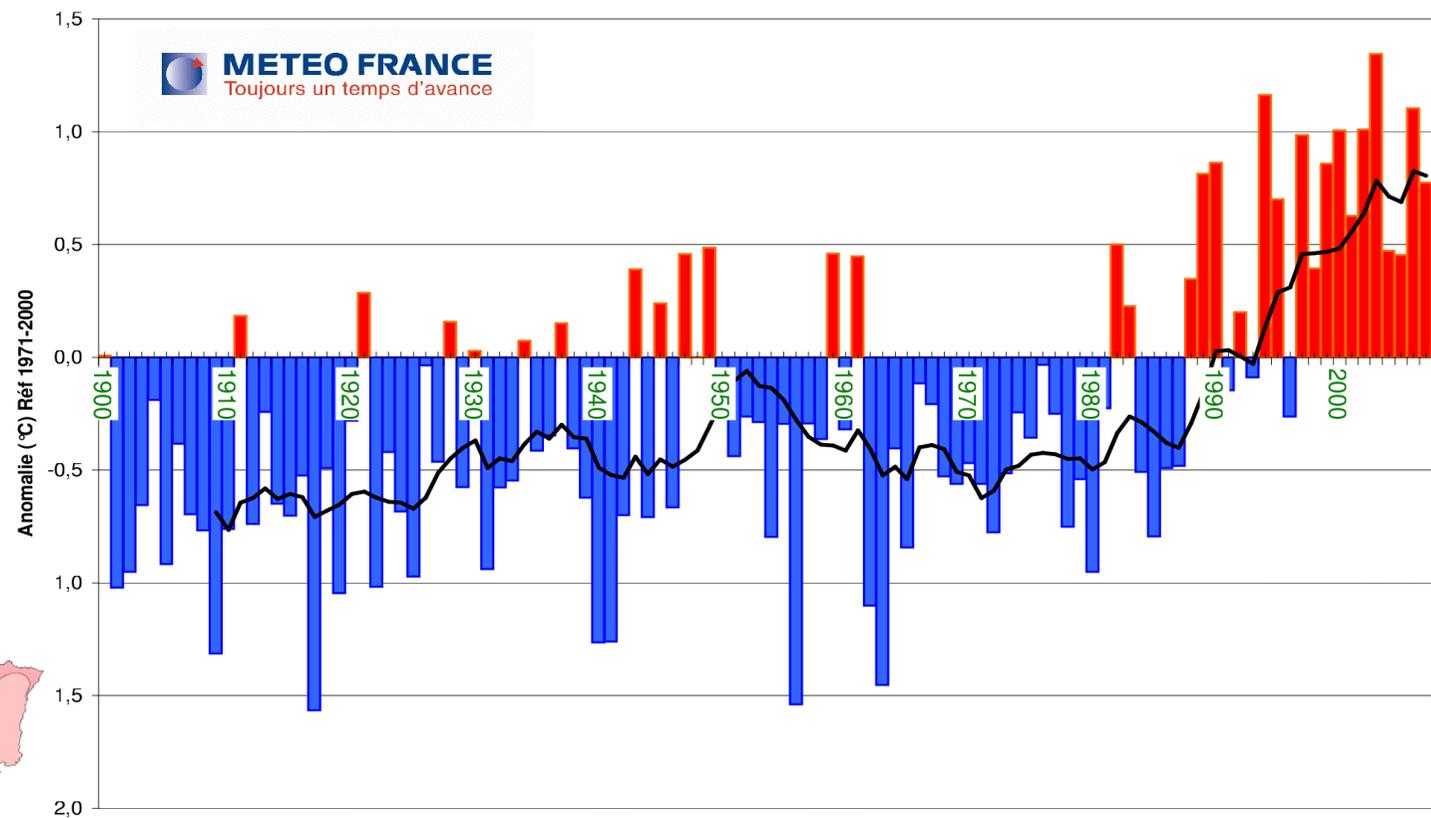
# Caractériser les données d'une année donnée

## ANNÉE 2003

### Températures moyennes quotidiennes

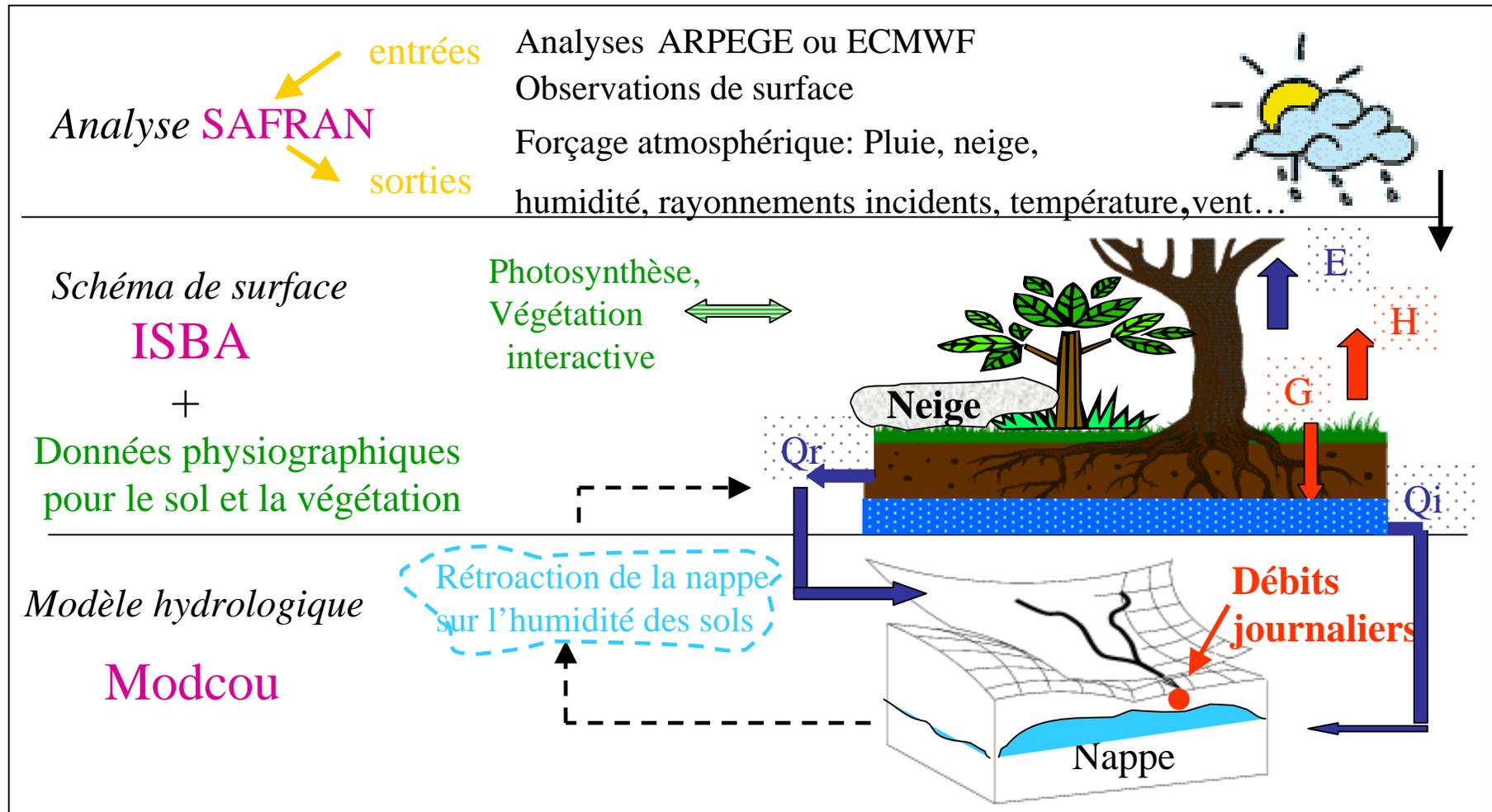


# Identifier les tendances : températures moyennes métropole (1901-2007)



# Nouvelles sources de données et climatologie multi-source

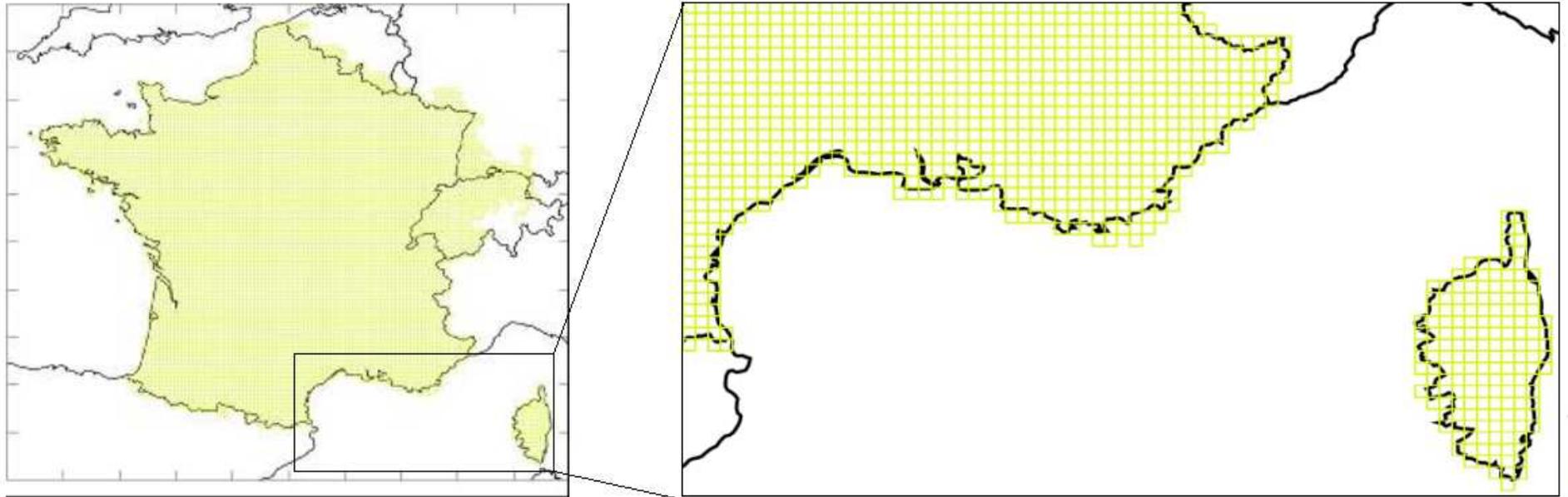
# SIM, la modélisation couplée hydrométéorologique



# Safran : une climatologie à maille fine

Les réanalyses Safran sont disponibles sur la période 1958-2008

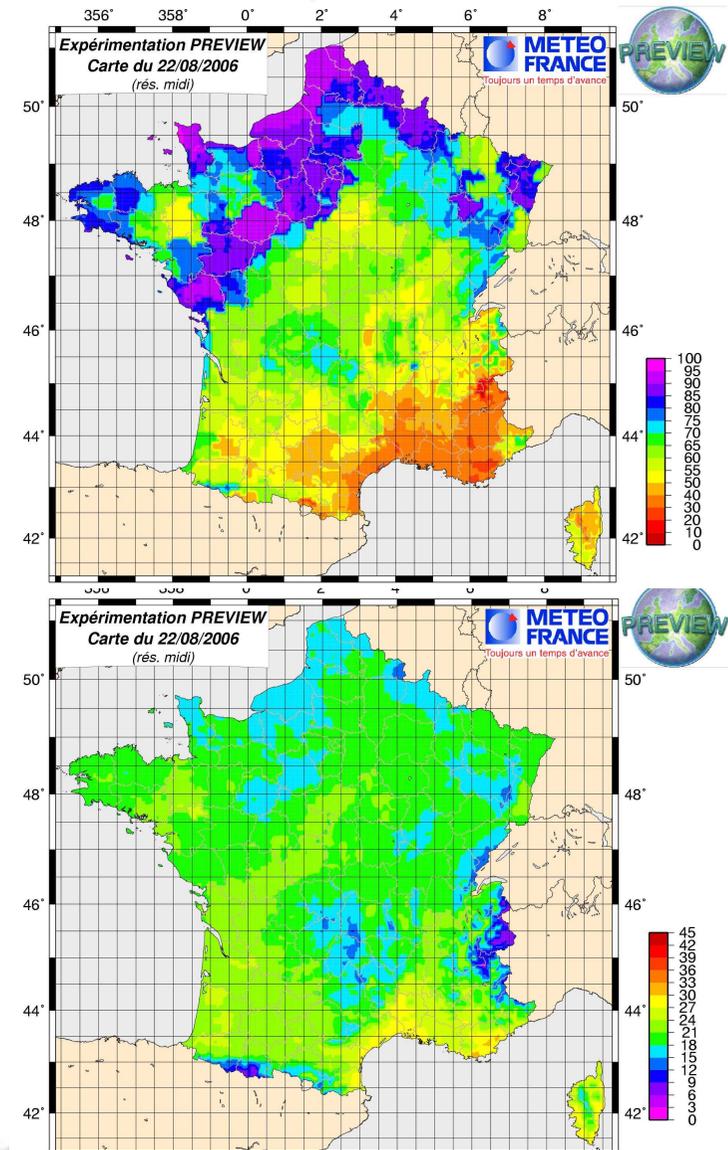
- Données quotidiennes à maille 8 km
- 8 variables analysées : pluie, neige, nébulosité, rayonnement solaire et IR incident, vitesse du vent à 10m, humidité relative et température à 2m
- Ce modèle prend en compte les observations météo temps réel ainsi que les sorties du modèle de prévision Arpège
- Prise en compte explicite du relief



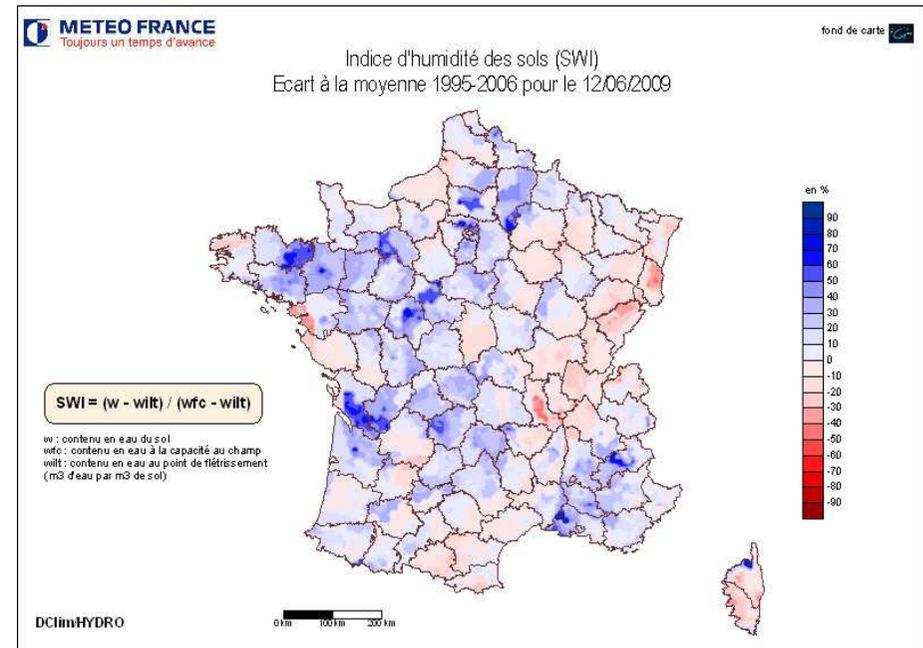
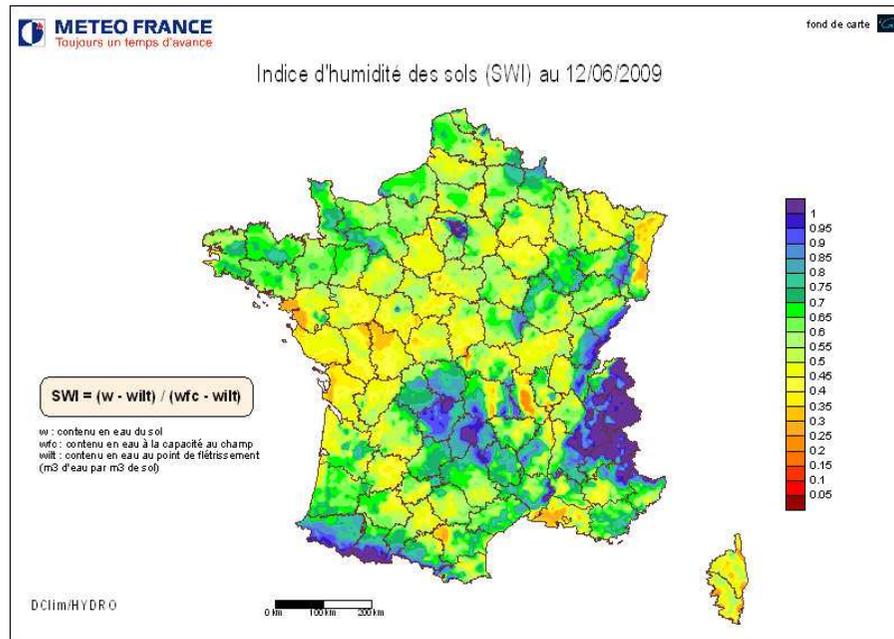
# Safran : une climatologie à maille fine

- Une longue archive climatologique à maille fine pour de nombreux paramètres.
- Une très bonne représentation des zones de relief avec prise en compte de l'altitude.
- Des paramètres quotidiens et des analyses 6-horaires.
- Quelques limitations sur les extrêmes

Humidite a 12h pour le 21/08/2006



# SIM : le suivi du contenu en eau des sols



# L'accès aux données météorologiques

## La climathèque, outil de mise à disposition

# La climathèque et les échanges de données

- La climathèque est l'outil de mise à disposition des données climatologiques de Météo-France
- Un profil d'utilisateur est défini, qui donne différents droits d'accès.
- Suivant le client, privé, public, l'organisme, la mission, la destination d'emploi des informations, certains produits sont ou non accessibles, payants ou pas. Pour la recherche, les données sont gratuites, seules les modalités d'accès peuvent être payantes si des mises en forme ou demandes particulières sont demandées ;
- Le même client peut avoir un compte climathèque commercial et un compte climathèque recherche

# La climathèque et les échanges de données

- Météo-France cependant veiller aux conditions de concurrence entre opérateurs, et traiter toutes les demandes de façon égale, ce qui implique que la position, même pour un établissement public, n'est pas automatiquement la gratuité.
- Avec les établissements publics et ministères, la pratique est généralement de cadrer la relation institutionnelle, définir les besoins, modalités et droits d'accès, préciser les éventuels flux financiers, etc.
- En général, un point de contact unique est défini dans les organismes, jouant le rôle de coordinateur, facilitateur, mettant en commun les demandes multiples, etc.
- Associé à une convention cadre, une mécanique - c'est ce qui est plus fondamental - de rencontre au minimum annuelle, permet d'avoir une prospective commune et de prendre un peu de hauteur par rapport aux besoins et actions possibles.

# Le barème recherche et les conditions associées

- Les Données sont fournies exclusivement dans le cadre de ses activités de recherche à caractère non commercial.
- Est considérée comme une activité de recherche tout projet dans un but de recherche non commerciale. Tous les résultats obtenus sont librement disponibles au seul coût de fourniture et sans délais. La recherche est publiée sans restriction.
- Les études conduites et publiées dans le cadre d'une obligation légale ou conduites dans le but d'assurer un avantage économique à un utilisateur particulier ou à un groupe d'utilisateurs ne bénéficient pas de la « gratuité ».

# Les engagements

- préciser de façon détaillée l'utilisation prévue des données (projet de recherche, équipe concernée...),
- ne pas intégrer les données telles que fournis par Météo France dans un développement qui fera l'objet de, ou contribuera à, une vente, une licence, ou un droit d'utilisation (logiciel, publication...), le dépôt d'un brevet, la réalisation d'outils ou de support pédagogique vendus ou contribuant à une vente, sauf accord particulier passé avec Météo France,
- ne pas utiliser les données en dehors de l'utilisation prévue par la convention,
- ne pas transférer tout ou partie des données fournies, à un tiers, sauf autorisation écrite de Météo France,
- mentionner l'origine des données utilisées dans toute publication réalisée grâce à l'utilisation de ceux-ci,
- adresser un exemplaire de ces publications au centre de Météo France mentionné à l'article 3 des Conditions Particulières de Vente,
- informer toute personne de son équipe pouvant être amenée à utiliser les Données des conditions qui leur sont attachées,

# La climathèque, le fonctionnement

The screenshot shows the METEO-FRANCE Climathèque website in a Windows Internet Explorer browser window. The address bar displays the URL: <http://climatheque.meteo.fr/okapi/accueil/okapiWeb/index.jsp>. The browser's menu bar includes "Fichier", "Edition", "Affichage", "Favoris", and "Outils". The website's header features the METEO-FRANCE logo with the tagline "Toujours un temps d'avance". A navigation bar contains a search field, a "Valider" button, and links for "S'inscrire ? Plus d'info" and "Mot de passe oublié ?". The current time is shown as 16:15, with a UTC time of 14:15. The main content area is titled "Bienvenue dans la 'Climathèque'" and describes it as "Le service internet d'accès aux données et produits climatologiques de METEO-FRANCE." A sidebar on the left lists navigation options under "Ma météo" and "Infos pratiques". On the right, there are several small images and a "Java requis pour commander" notice. The Windows taskbar at the bottom shows the "démarrer" button and several open applications, including Microsoft Office and Mozilla.

# La climathèque, le fonctionnement

METEO-FRANCE : Climathèque - Windows Internet Explorer

http://climatheque.meteo.fr/okapi/accueil/okapiWeb/index.jsp

Identifiant  Mot de passe  Valider

S'inscrire ? Plus d'info  
Mot de passe oublié ?

Heure Locale: 16:18 Décalage: 02 W.T.C. 14:18

**Ma météo**

**Climathèque**

- Accueil
- Catalogue des produits**
- Mon panier
- Ma boîte de réception
- Tout sur les stations météo

**Infos pratiques**

- Mode d'emploi
- Contact en cas de problèmes

**Climatologie**

- ouvre tout / ferme tout / Javascript Tree Menu
- Catalogue 'CLIMATOLOGIE'
- Données climatologiques de base
  - Données horaires
  - Données quotidiennes
  - Données décennales
  - Données mensuelles
- Climatologie de référence
  - Fiches climatologiques
- Secteurs professionnels
  - Chauffagiste-Climaticien
    - Agriculteur
    - BTP (Bâtiments Travaux Publics)
  - Hydrométéorologie
    - Données de base
    - Statistiques
      - Dépassements de seuils
      - Durées de retour de référence
      - Fréquences d'apparition de précipitations

**Catalogue des données et produits climatologiques**

Accès aux formulaires de " commande en ligne " ...

Choisissez une catégorie de produits dans l'arbre sur la gauche de l'écran,

Internet 100%

démarrer 18 Microsoft... 2 Mozilla 6 Microsoft... 3 Explorateur... 2 Adobe Re... METEO-FRAN... Microsoft Phot... FR 16:19



**Un modèle de convention**  
**La convention nationale recherche**  
**Météo-France / INRA**

# Convention recherche Météo-France / INRA

- L'Institut National de la Recherche Agronomique est un partenaire majeur avec qui de nombreuses collaborations ont été nouées ces dernières années dans le domaine de l'agriculture.
- L'année 2008 a vu la mise en place d'une importante procédure de mise à disposition de données météorologiques entre les deux organismes. Cette convention nationale a pour objectif de centraliser les échanges de données entre les deux instituts et de donner un cadre plus formel aux fournitures demandées par l'INRA dans un cadre recherche.
- Le centre d'Avignon devient ainsi le seul interlocuteur de Météo-France pour les échanges de données.
- Côté Météo-France, c'est la division Agrométéorologie qui devient le point focal pour répondre aux demandes de données recherche de l'INRA.
- L'utilisation de la climathèque permet également un gain de temps appréciable pour le traitement de l'ensemble de ces demandes.

# Convention recherche Météo-France / INRA : le formulaire de demande

## Explications sur l'objet de la demande

Durée du projet de Recherche

Objectifs et résultats attendus de l'Etude – en réponse à quelles problématiques actuelles

Moyens mis en œuvre : (Expérimentations, modélisations, enquêtes...)

## Identification du demandeur

Unité responsable du projet	
Nom de l'unité demandeuse	
Numéro codique de l'unité demandeuse	
Nom des autres unités (si plusieurs unités concernées)	Y Y Y
Nom de l'équipe (facultatif)	
Chercheur INRA responsable de la demande (cadre A : scientifiques et ingénieurs)	Nom : ..... Prénom : ..... Tel. : ..... Email
Il est demandé que, dans le cadre d'une UMR, même pour des recherches communes avec des collègues universitaires ou d'autres organismes, ce soit un chercheur INRA qui réalise la demande et prenne les engagements. De même, pour des stagiaires doctorants ou post-doctorants, ce doit être l'encadrant scientifique qui réalise la demande et s'engage	

## Nature des Données

Type de données demandées (Pour rappel le critère Recherche ne s'applique pas à tout types de données)	Données climatologiques : <input type="checkbox"/> Séries climatologiques homogénéisées : <input type="checkbox"/> Données Aurelhy : <input type="checkbox"/> Données Safran : <input type="checkbox"/> Autres (à préciser) :
Nombre de variables : (ex : température minimale de l'air, température maximale de l'air, cumul précipitations.....)	.....
Périodicité (horaire, mensuelle, quotidienne...)	Données horaires : <input type="checkbox"/> Données quotidiennes : <input type="checkbox"/> Données décadaires : <input type="checkbox"/> Données mensuelles : <input type="checkbox"/>
Période temporelle de la demande : Date de début (jjmmaaaa) Date de fin (jjmmaaaa)	..... .....
Estimation du volume de données demandées	..... données climatologiques

# Convention recherche Météo-France / INRA : le formulaire de demande

## Domaine géographique des données

Liste des numéros de postes (identificateur météo France ex 84031001)	
Zone géographique : coordonnées en degrés, minutes, secondes (ex latitude 44° 05' 00 " N, longitude 05° 03' 30 " E)	

Un tableau « Excel » téléchargeable à l'adresse : [http://www.aviation.inra.fr/les\\_recherches\\_utilite\\_des\\_cultes/agricoltes/document\\_a\\_telecharger/donnees\\_climatiques\\_meteo\\_france](http://www.aviation.inra.fr/les_recherches_utilite_des_cultes/agricoltes/document_a_telecharger/donnees_climatiques_meteo_france) permet de connaître la liste des postes disponibles.

N° du poste	Nom de la commune	Nom du lieu-dit	Type de poste (1 à 4)	longitude	latitude	altitude	Date de début	Date de fin

Un fichier « Excel » dont le modèle est fourni en annexe permet d'établir la liste des postes sélectionnés, les périodes et les paramètres climatologiques demandés.

## Cadre/contexte d'utilisation

Recherches propres de l'unité (dans le cadre du projet d'unité)	
1) Sans financement extérieur	
2) Doctorat financé (si réalisé dans le cadre d'un projet cf rubrique « projet de recherche »)	
MRT	
Ministère des affaires étrangères	
Autre ministère à préciser	
INRA	
Autre organisme public (CNRS, CNES, ...)	
Partenaire privé	
Cofinancement INRA-partenaire public (Région, CNRS, ...)	
Cofinancement INRA-partenaire privé	
Autre (à préciser)	
Post doctorat financé (si réalisé dans le cadre d'un projet cf « projet de recherche »)	
INRA	
Autre organisme public (CNRS, CNES, ...)	
Autre (à préciser)	
Projet de recherche	
Financé par	
AIP ou autres actions initiatives INRA (Uniquement interne)	
ANR	
UE	
Région	
Ministères	
Agences (ADEME, Bassins)	
CAS-DAR (avec les instituts techniques et les organismes agricoles)	
Projet financé par un partenaire de droit privé	
Autre (à préciser)	

METEO-FRANCE - DP/SEVICES - 42, Avenue Corbils - 31079 TOULOUSE Cedex  
INRA - AGROCULTURE - Domaine Saint Paul - Site Arignon - 94914 AGRIGNON Cedex

13/1

Dispositif expérimental de longue durée avec mutualisation des moyens y compris entre divers organismes (exemple ORE), donnant lieu à des bases de données	
Nom du dispositif	
Objetif	
Etudes, expertises	
Nom du commanditaire	
Objet de l'étude/expertise	
Budget prévu pour données climatiques	
Montant (euros)	
Durée du projet/étude/etc...	

## Utilisateurs des données météorologiques

Partenaires utilisant les informations météorologiques dans ce projet	OUI	NON
Si oui, lesquels (si Météo France est l'un de ces partenaires, le préciser)		
Partenaire 1		
Organisme		
Nom du laboratoire		
Partenaire 2		
Organisme		
Nom du laboratoire		
Partenaire 3		
Organisme		
Nom du laboratoire		
Sous-traitant : Le traitement des données se fait-il par l'intermédiaire d'un sous-traitant ?	OUI	NON
Nom de la société		
Nom du responsable		

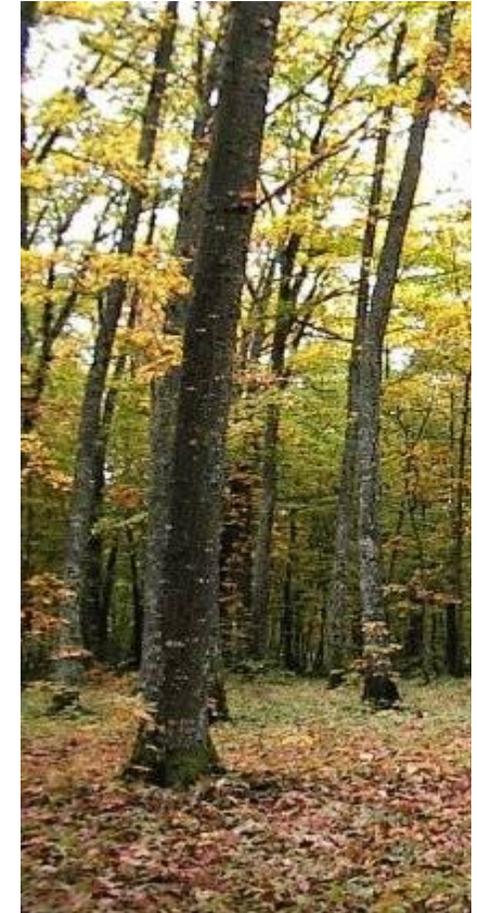
## Usage des données (éventuellement plusieurs cases à cocher)

Usage recherche : les résultats de votre recherche seront disponibles publiquement à un coût limité aux frais de fourniture sans aucun délai lié à des objectifs commerciaux	
Usage enseignement : votre seul objectif est l'enseignement sans transmission ou redistribution des Données à quelque tierce partie, ni utilisation de ceux-ci pour générer un service météo à valeur ajoutée	
Usage confidentiel : les résultats ne seront pas disponibles publiquement mais accessibles à un petit nombre de partenaires pour leurs recherches propres. Ils ne font l'objet d'aucune commercialisation	
Etude réalisée ou publiée conformément à une obligation légale ou réglementaire (étude de site par ex)	
Etude donnant lieu à un développement qui fera l'objet ou contribuera à une vente, une licence, ou un droit d'utilisation (logiciel, publication...), le dépôt d'un brevet, la réalisation d'outils ou de supports pédagogiques ?	
Etude donnant un avantage économique à un utilisateur individuel ou à un groupe d'utilisateurs ? (ex : réduction de coûts ou amélioration de la productivité)	

**Au delà des échanges de données ...  
les collaborations possibles en terme de  
recherche**

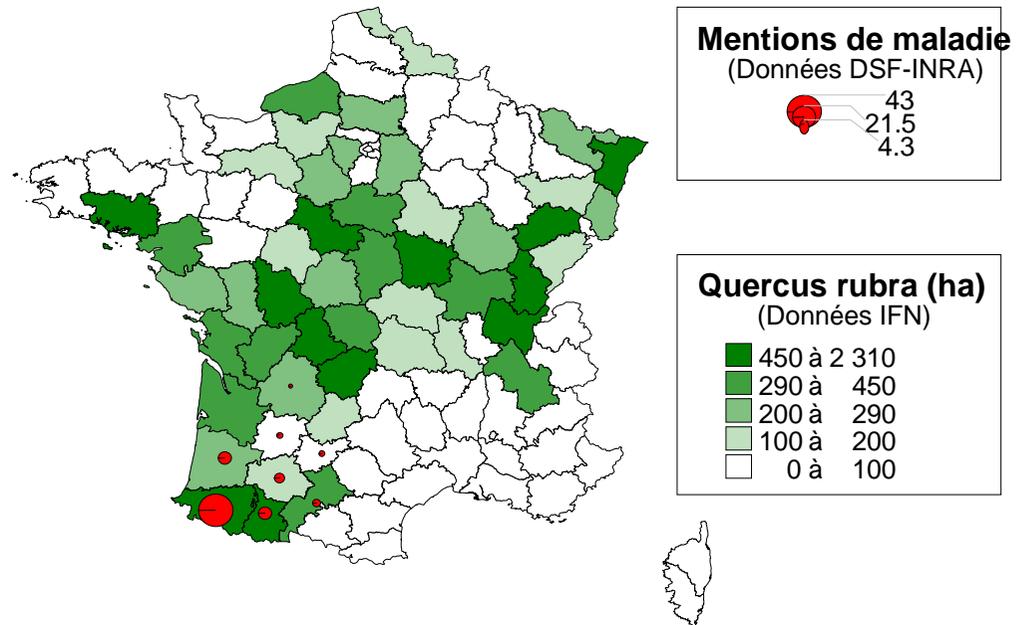
## Exemple d'étude : zonage de la maladie de l'encre du Chêne

- L'INRA, en partenariat avec le Département de la Santé des Forêt a sollicité Météo-France. Le Chêne rouge est actuellement touché par la maladie de l'encre. Météo-France a réalisé le zonage des risques de maladie et a étendu l'étude au cas du chêne pédonculé.
- La maladie de l'encre est causée par un champignon appelé *Phytophthora cinnamomi*. La maladie a été signalée sur les chênes rouges dès 1948.
- Cette maladie se manifeste par la présence de plaies chancreuses boursouflées d'où s'écoule un liquide noirâtre. Il n'existe pas de traitement. En 1996, des jeunes Chênes pédonculés présentant des symptômes ont été découverts



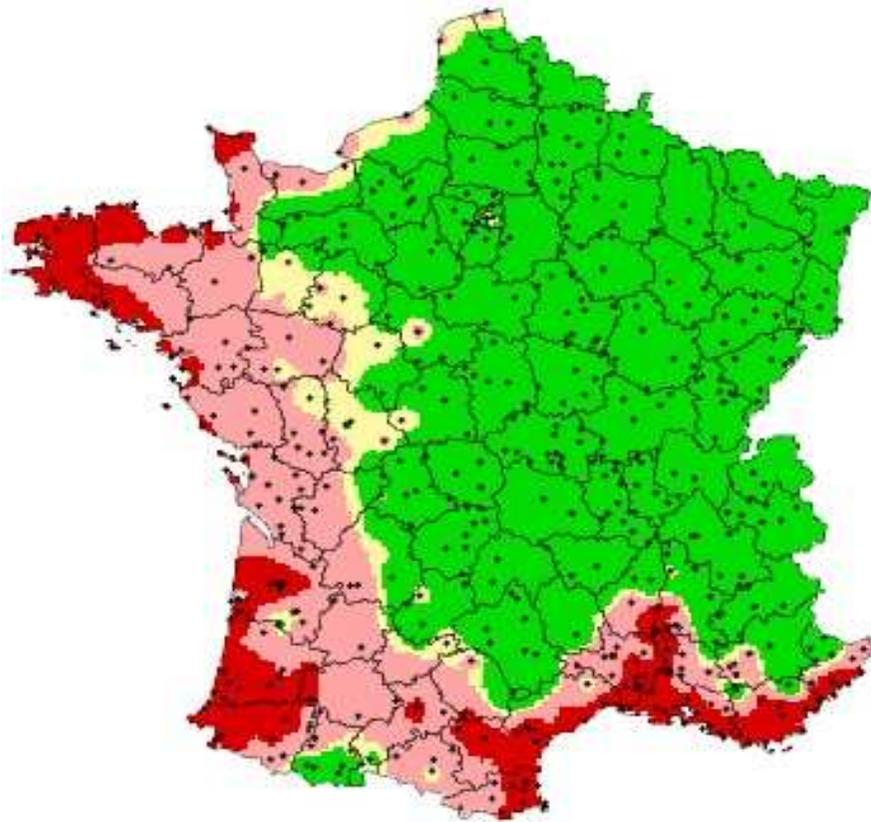
# Exemple d'étude : zonage de la maladie de l'encre du Chêne

- *P. cinnamomi*, originaire de la zone tropicale, est très sensible au gel. Ce qui explique la répartition actuelle de la maladie
- L'INRA a développé et validé un modèle permettant de calculer la survie du champignon, variant entre 0 (mort du champignon) et 1
- Météo-France a utilisé ce modèle afin de calculer des indices de risque de maladie sur la période actuelle et future.

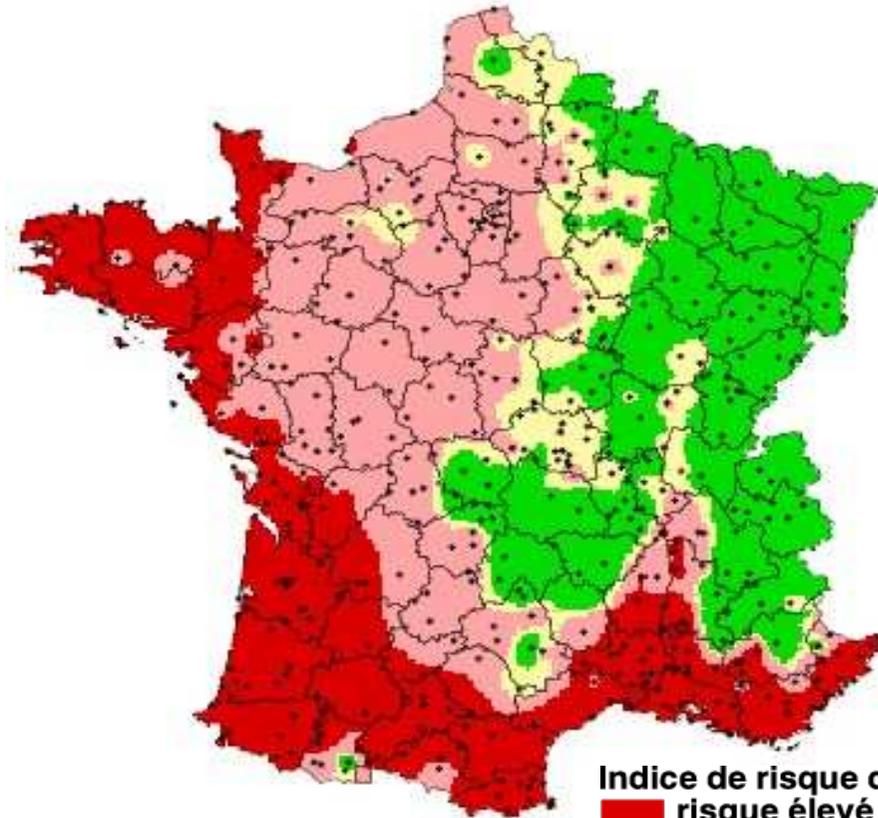


Localisation du chêne rouge  
et des mentions de maladie

# Impact d'un changement climatique sur la maladie de l'encre du Chêne



**Aujourd'hui**



**Dans un siècle**

Indice de risque de maladie  
■ risque élevé  
■ risque modéré  
■ risque faible  
■ risque nul

Merci de votre attention



[Emmanuel.cloppet@meteo.fr](mailto:Emmanuel.cloppet@meteo.fr)

[Serv-agro@meteo.fr](mailto:Serv-agro@meteo.fr)