Climat et effets locaux

Climat de la France

Un peu de climatologie générale…

- Mais auparavant, une première carte météorologique : Pmer moyenne annuelle

- On retrouve en moyenne :
  - Un anticyclone (A) vers les Açores
  - Une dépression (D) vers l'Islande

- Et de quelle direction vient donc le vent (et donc les systèmes météorologiques) en moyenne ?

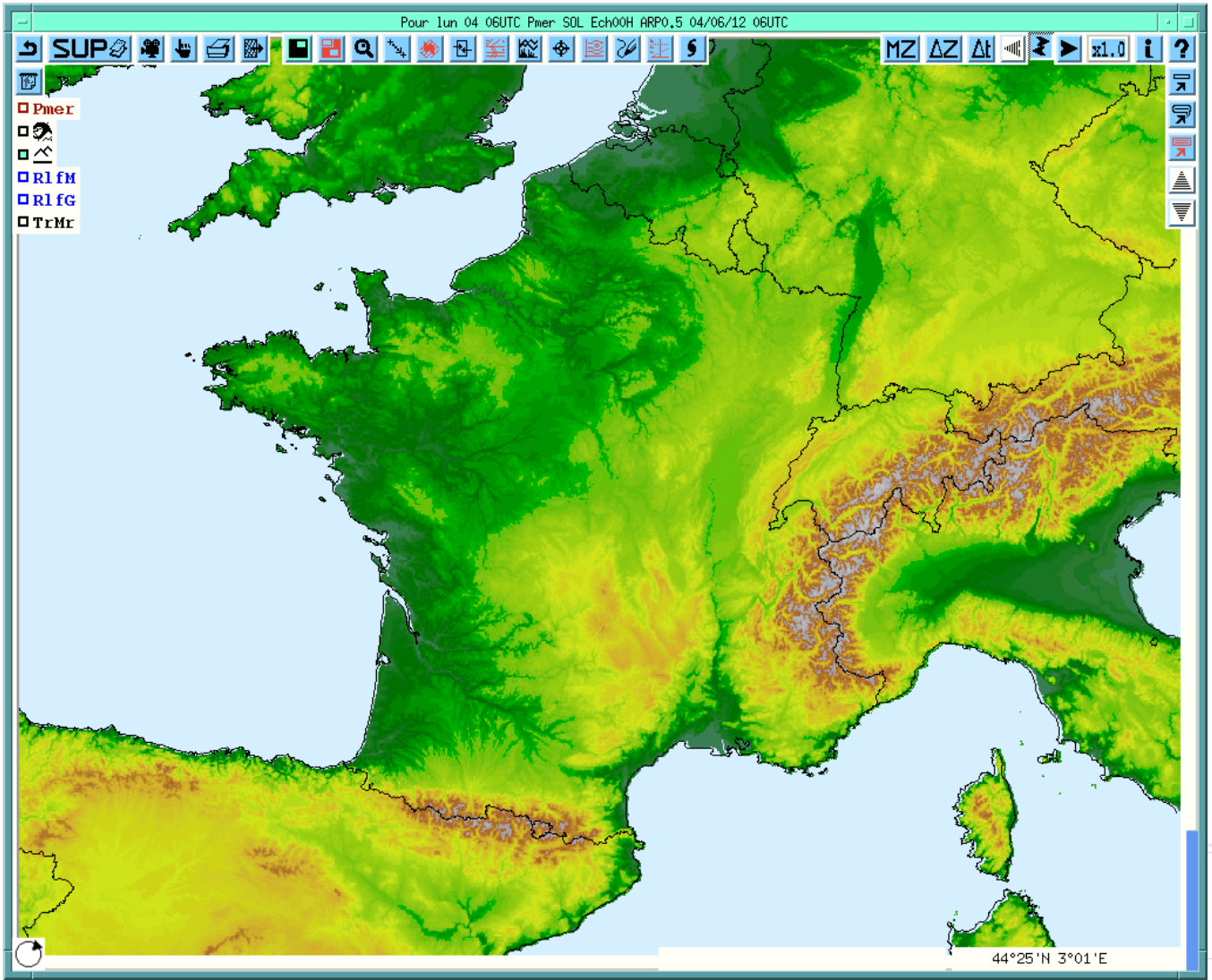
- Loi de Buys Ballot : le vent
  - Tourne dans le sens des aiguilles d'une montre autour d'un anticyclone
  - Tourne dans le sens contraire des aiguilles d'une montre autour d'une dépression

- On parle de géostrophisme : équilibre entre les forces de pression et la force de Coriolis

- En conséquence, la France est en moyenne sous l'influence de courants d'ouest.

Un peu de climatologie générale…

- Maintenant, un peu de géographie

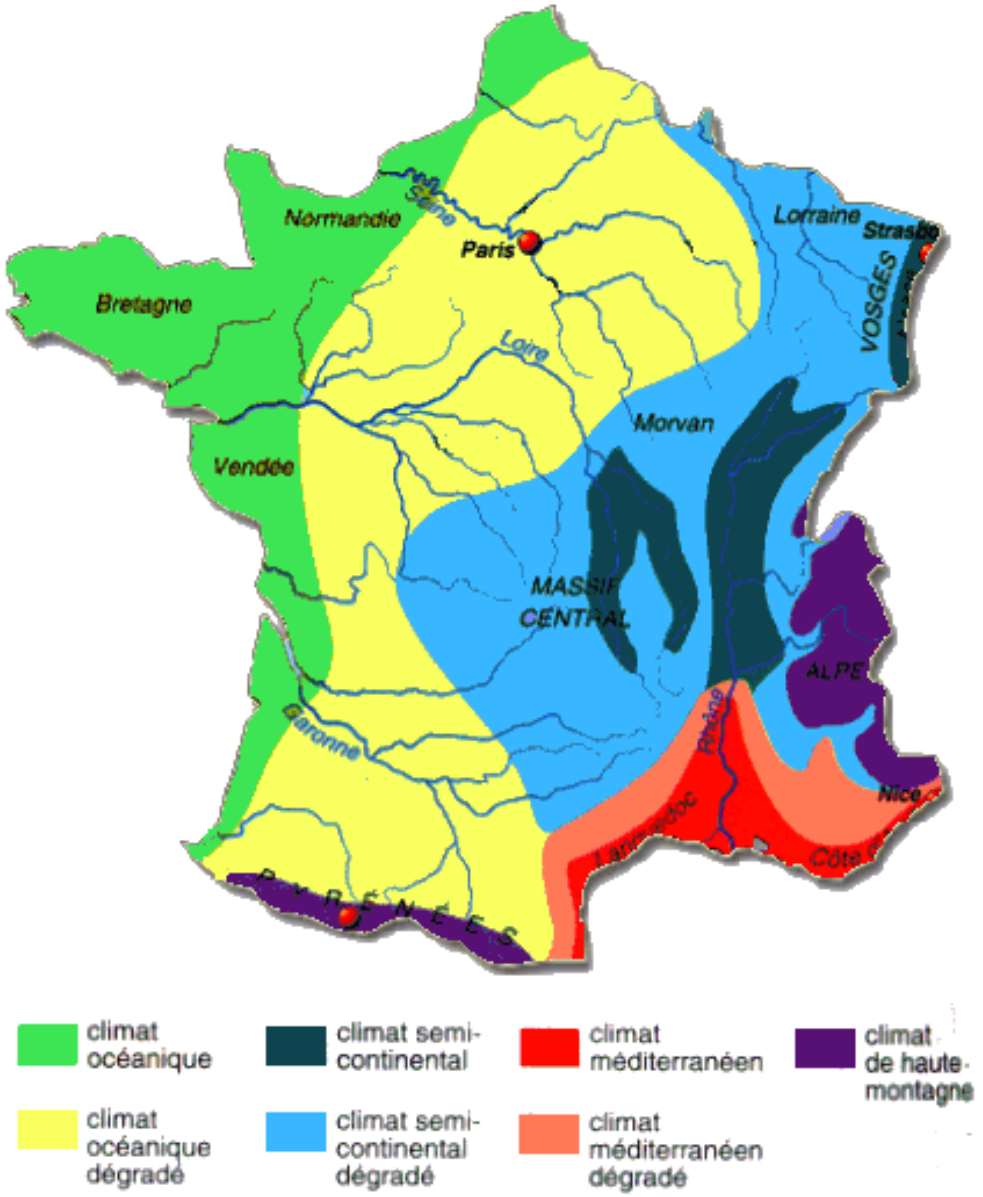


Un peu de climatologie générale…

- A l'ouest (au sens large), l'océan atlantique : influence maritime (+présence du Gulf Stream)
  - Effet tempéré : hiver doux et été frais
  - Humidité : précipitations régulières
- A l'est, le continent eurasiatique
  - Hivers froids
  - Étés chauds
  - Maxi de pluie estival
- Une barrière de montagnes des Pyrénées au Massif Central et aux Alpes
- Des régions « abritées » de ces influences autour de la Méditerranée
  - Été chauds et secs
  - Hivers doux
  - Fortes pluies aux saisons intermédiaires (surtout automne)

Un peu de climatologie générale…

- Carte synthétique des climats en France



Climat océanique

- On va construire le climatogramme de Brest

Climat océanique dégradé

- On parle aussi de climat parisien d'un côté et climat aquitain de l'autre.

- On va construire le climatogramme de Paris Montsouris

Climat semi-continental

- On va construire le climatogramme de Strasbourg

Climat méditerranéen

- On va construire le climatogramme de Marseille (Marignane)

Et le climat de montagne ?

- Premier point : gradient vertical moyen de température ?

  -0,65°C/100m

- Climat considérablement influencé par le versant : ubac, adret, au vent et sous le vent
  - Cela sera développé dans la partie consacrée aux phénomènes locaux

- En plaine de montagne, on peut faire l'analogie avec le climat continental :
  - Forte amplitude de température quotidienne et annuelle (avec des matinées froides en toute saison)
  - Précipitations estivales au caractère orageux
  - Particularité des versants méditerranéens (fort ensoleillement par abri du courant océanique)

Climat d'une station Météo à l'École

Par souci de temps, on va réaliser la climatologie (Tmin, Tmax, Tmoy, RR) pour le seul mois de février

Comparaison avec les « normales clim »

- Carte Tmoy, Tn moy et Tx février
- Carte RRmoy février

Comparaison avec les « normales clim »

- Conclusion avec le doc de la DCLIM

Comparaison avec les « normales clim »

- Au sens de l'OMM, le terme de « Normales » désigne des moyennes de variables climatiques (et par extension d'autres quantités statistiques) sur des périodes longues, comprenant au moins trois décennies consécutives (WMO, Technical Regulations WMO No 49 Vol. I).

- Parmi elles, les « Normales climatologiques standards », désignent des statistiques sur des périodes successives de 30 ans. La période actuellement en vigueur est 1961-1990, la prochaine sera 1991-2020.

- Cependant, la réactualisation tous les 30 ans pose des questions de représentativité de ces
- périodes dans un climat non stationnaire.

- De nombreux services météorologiques calculent donc des normales sur des périodes de 30 ans tous les 10 ans.

- On trouve indifféremment le qualificatif « climatologique » ou « climatique ».

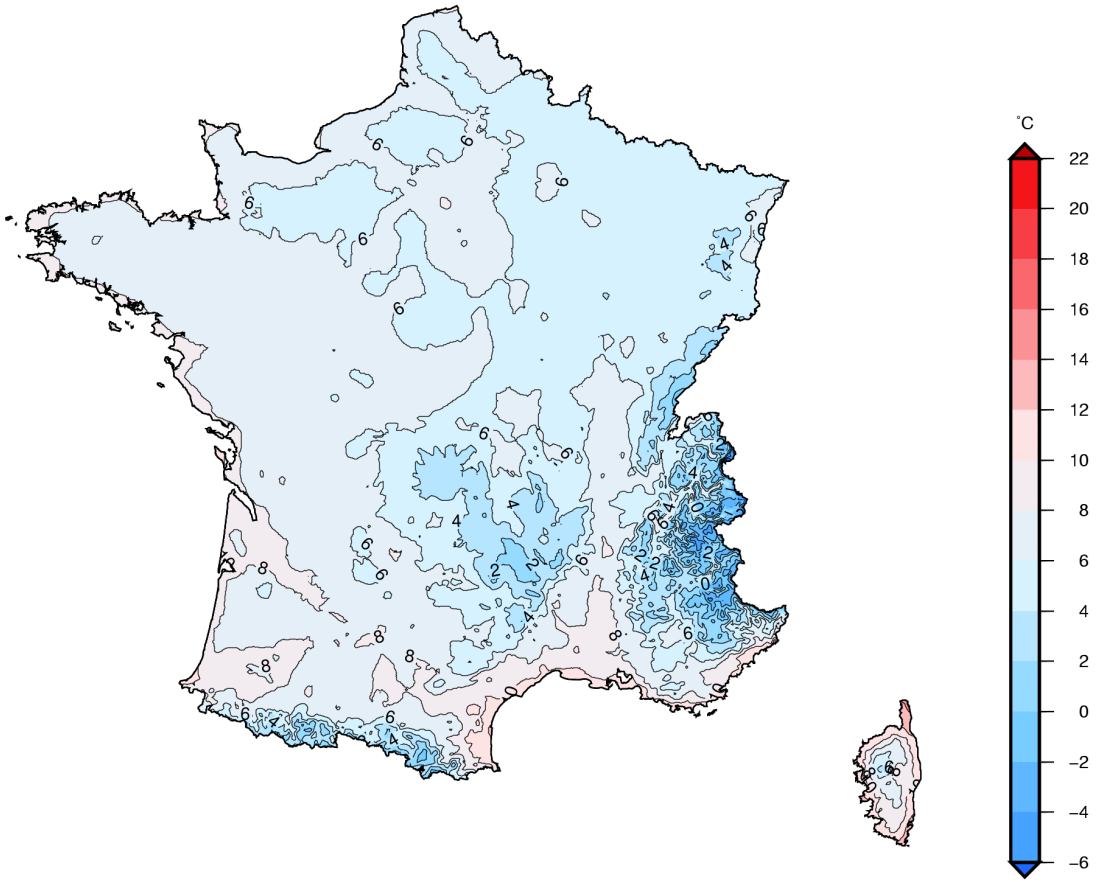
Normales clim

températures

Tn moyenne annuelle

METEO FRANCE
Toujours un temps d'avance

Moyenne annuelle de référence 1971–2000 de la température minimale
France

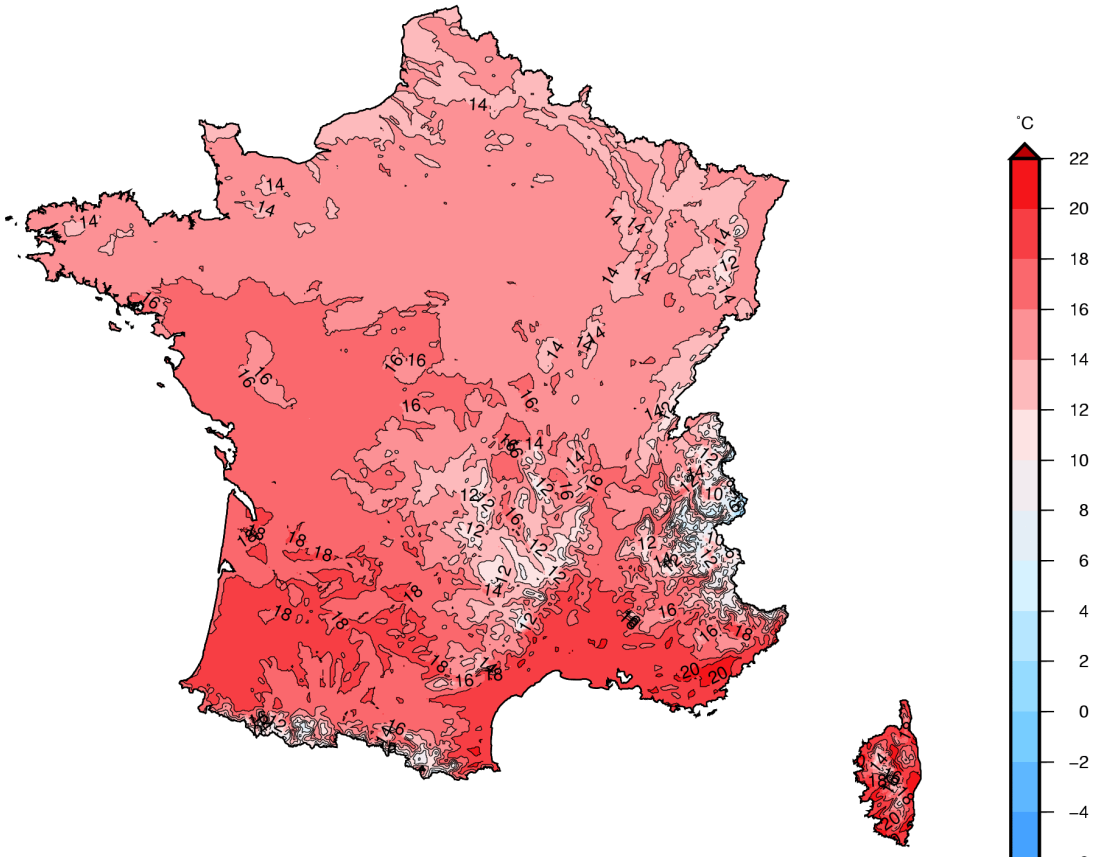


ENM
METEO FRANCE

Tx moyenne annuelle

METEO FRANCE
Toujours un temps d'avance

Moyenne annuelle de référence 1971–2000 de la température maximale
France

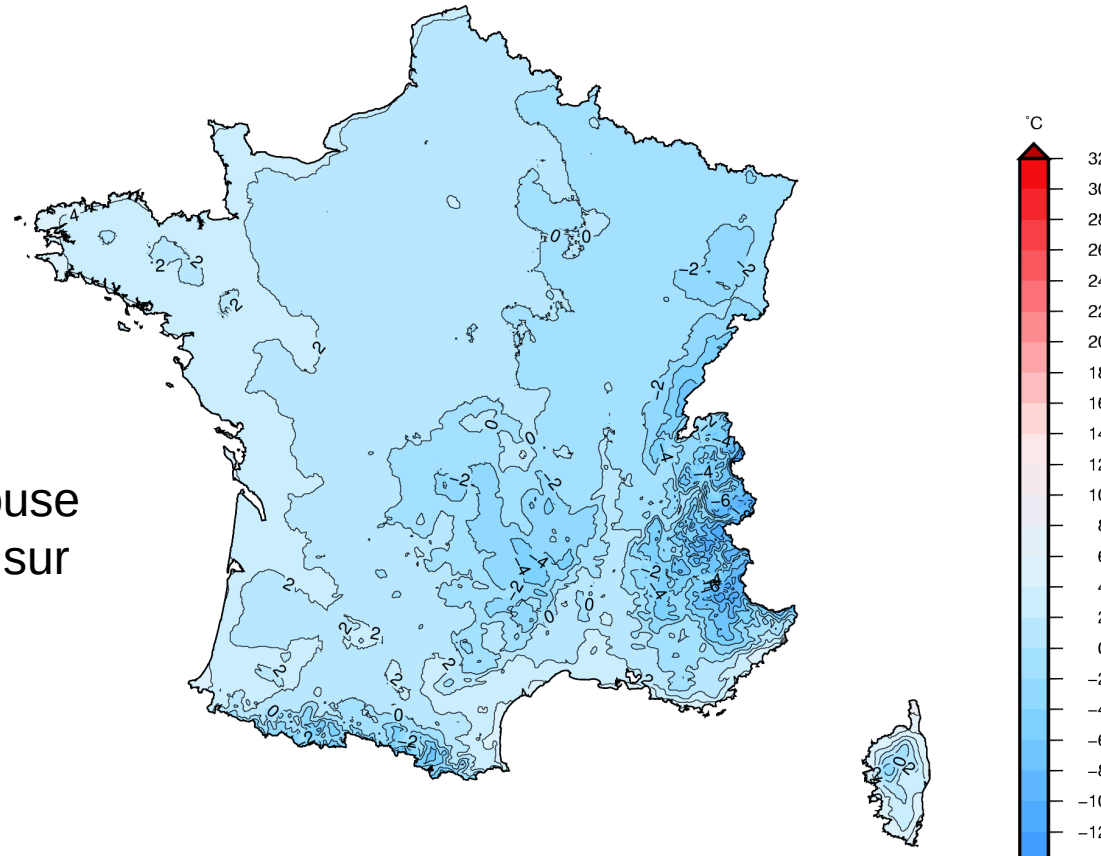


ENM
METEO FRANCE

Tn janvier

METEO FRANCE
Toujours un temps d'avance

Moyenne mensuelle de référence 1971–2000 de la température minimale
Janvier – France



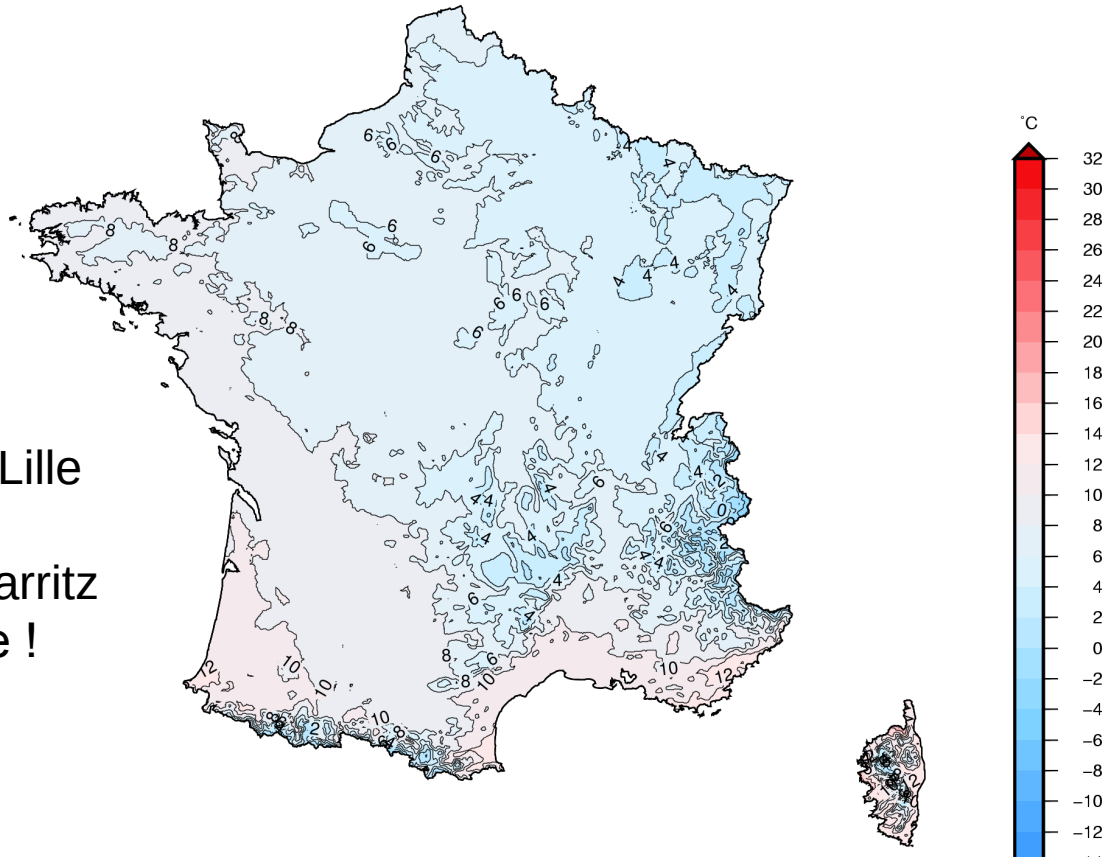
0°C à Lyon
2°C à Paris, Toulouse
Poche plus froide sur les Landes

ENM
METEO FRANCE

Tx janvier

METEO FRANCE
Toujours un temps d'avance

Moyenne mensuelle de référence 1971–2000 de la température maximale
Janvier – France



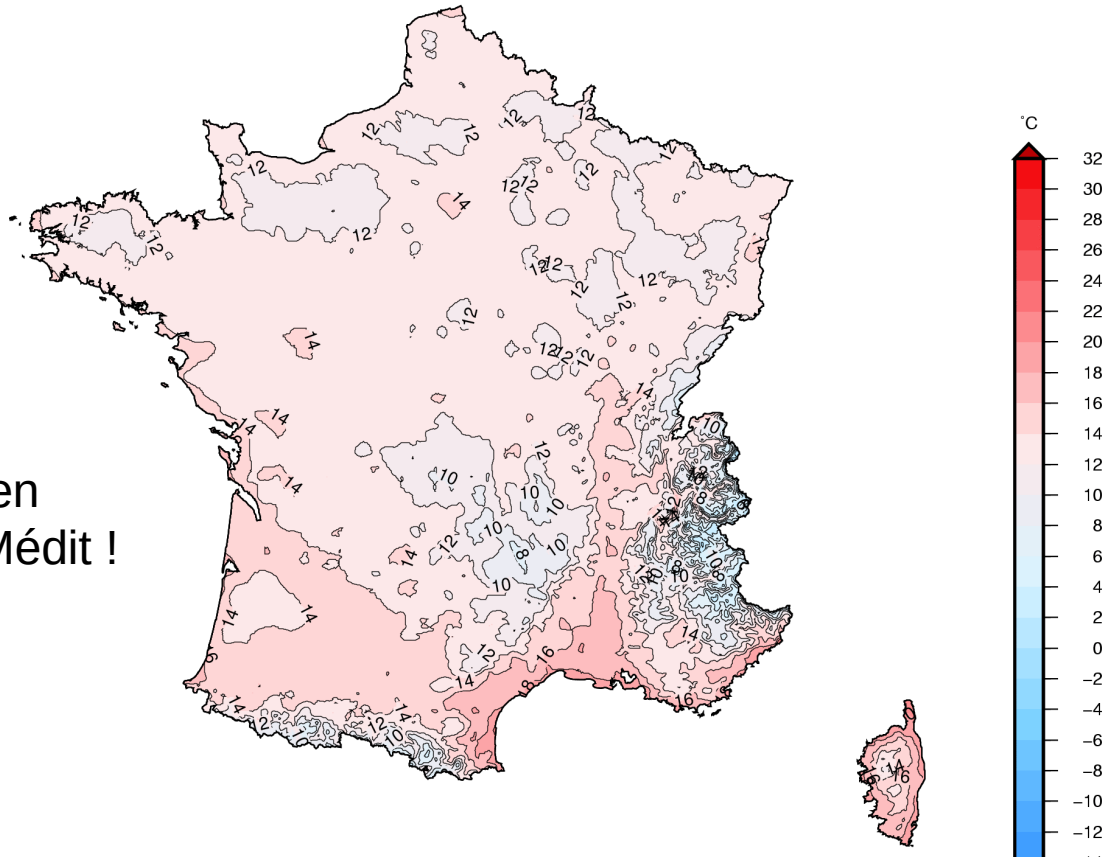
4°C à Strasbourg
6°C à Lyon, Paris, Lille
9°C à Toulouse
Aussi doux vers Biarritz
qu'en Méditerranée !

ENM
METEO FRANCE

Tn juillet

METEO FRANCE
Toujours un temps d'avance

Moyenne mensuelle de référence 1971–2000 de la température minimale
Juillet – France



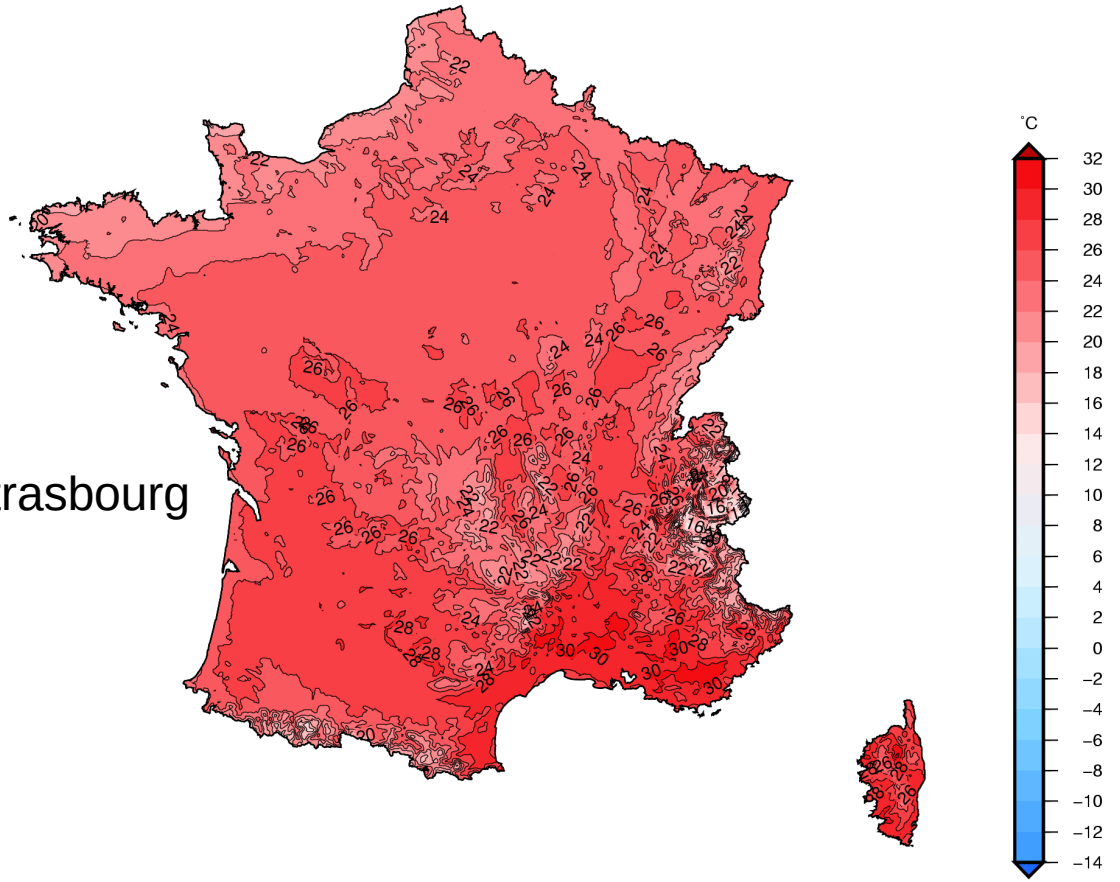
Effet urbain parisien
Plus de 18°C en Médit !

ENM
METEO FRANCE

Tx juillet

METEO FRANCE
Toujours un temps d'avance

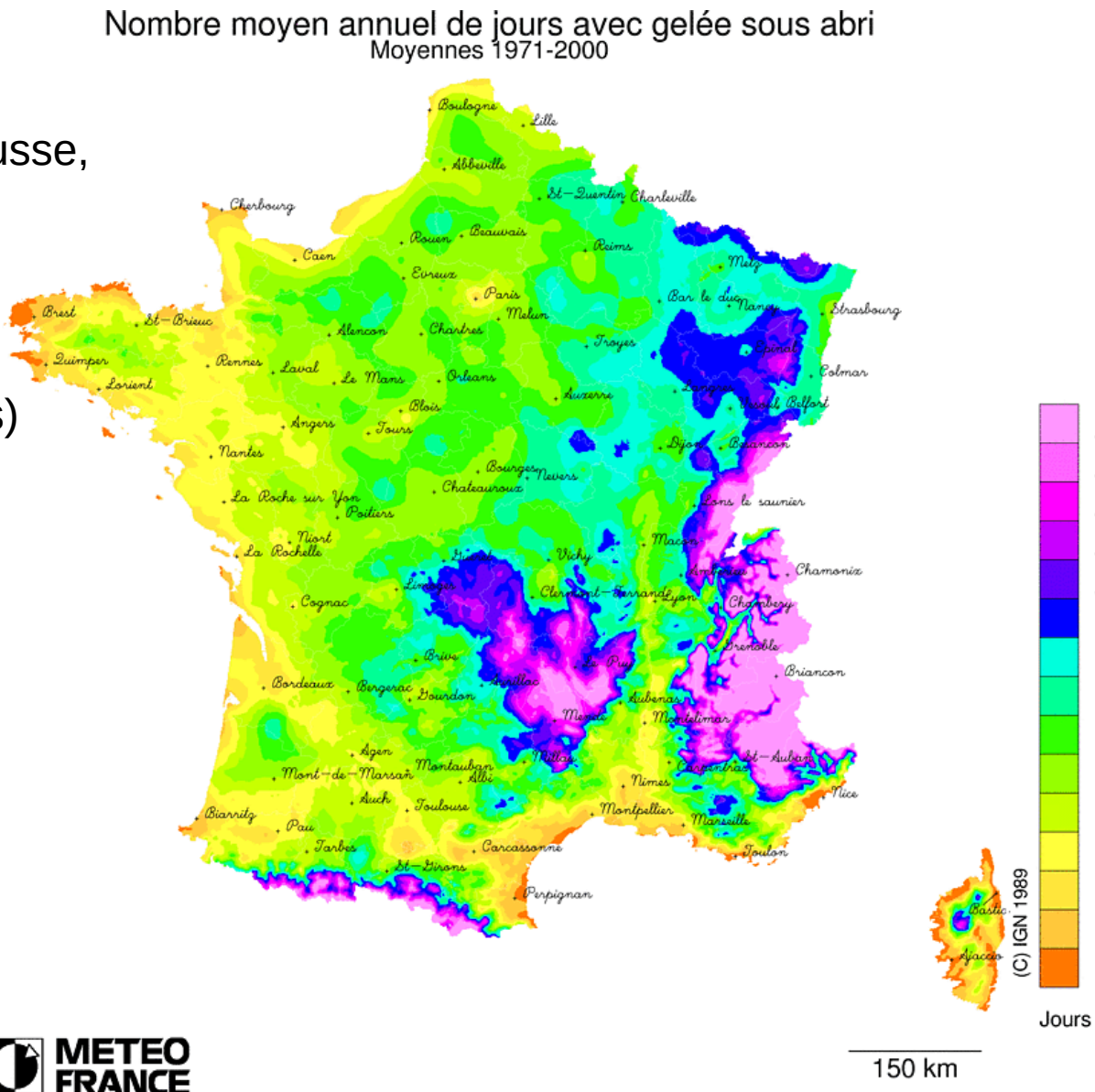
Moyenne mensuelle de référence 1971–2000 de la température maximale
Juillet – France



20°C à Brest et Cherbourg
22°C à Lille
24-25°C à Nantes, Paris, Strasbourg
28°C à Toulouse
30°C dans l'intérieur du SE

Nb jours avec gelée

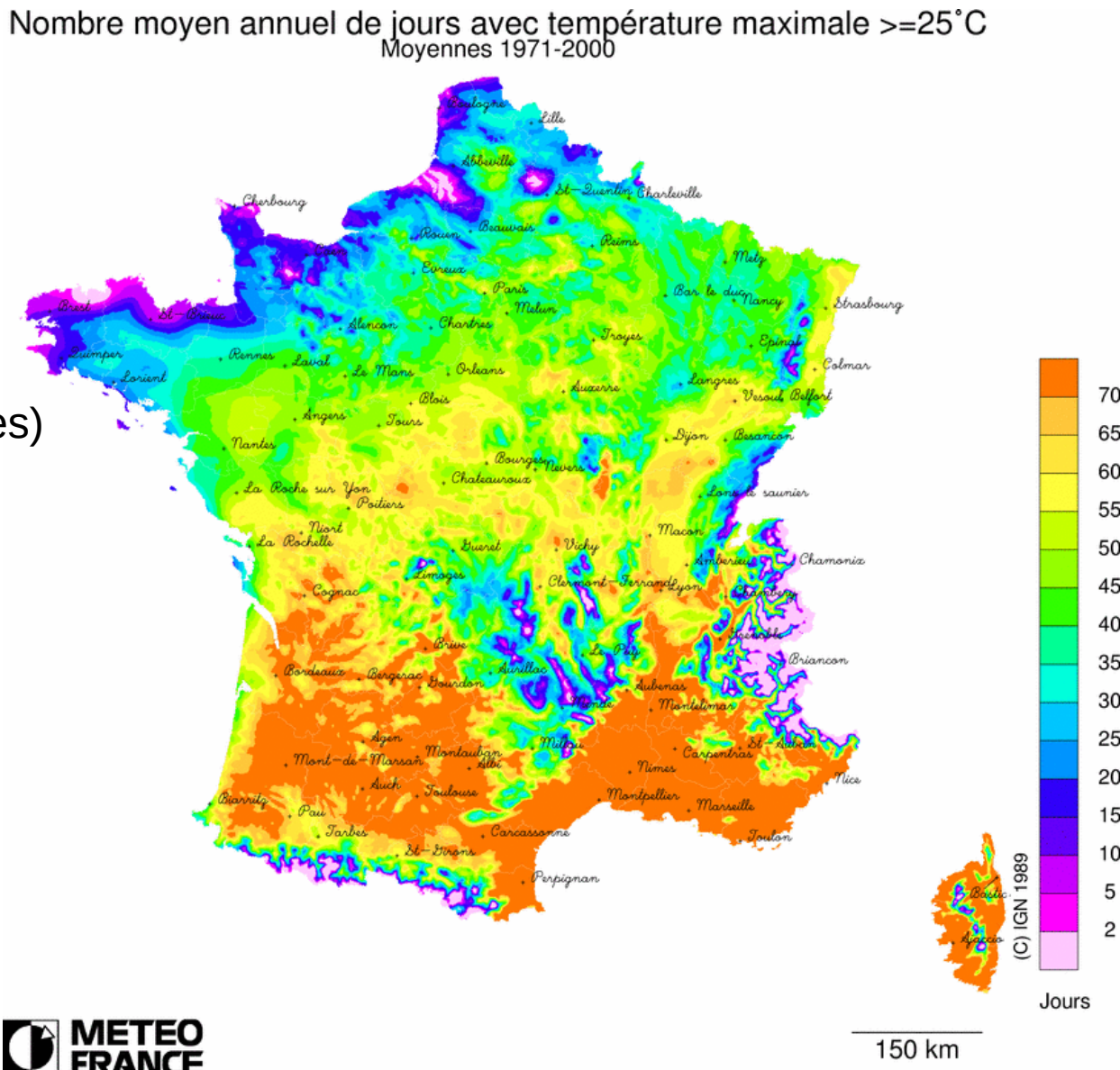
0,5 jour au Cap Corse, Ile Rousse, Cap Pertusato
1,3 jours à Nice
2 jours à Bastia (et Ouessant)
23 jours à Marignane
25 jours à Paris (47 à Trappes)
33 jours à Toulouse
50 jours à Mont de Marsan
52 jours à Aix en Provence
53 jours à Lyon
69 jours à Strasbourg
73 jours à Romorantin
91 jours à Luxeuil !



METEO FRANCE

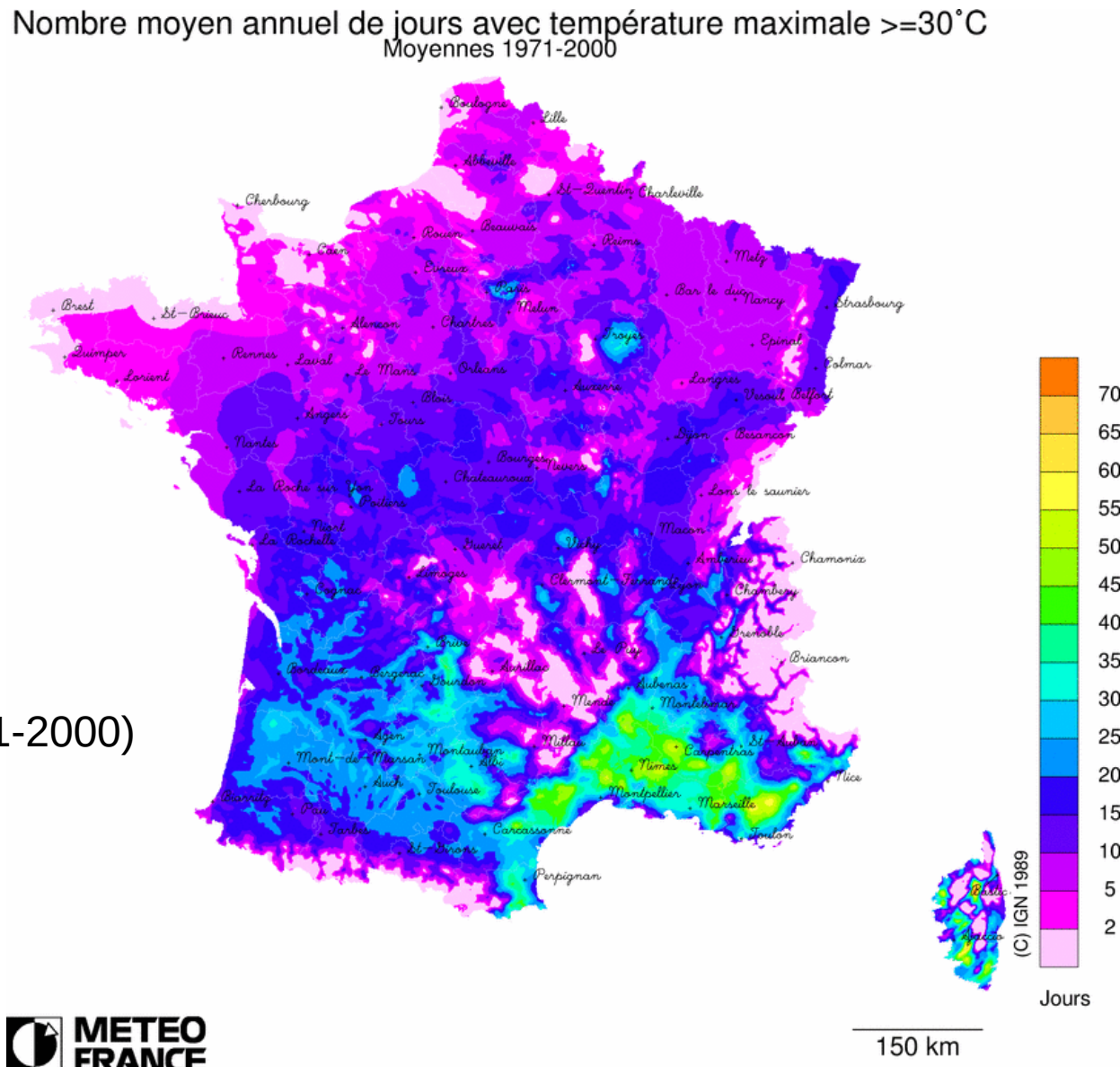
Nb jours de chaleur (Tx > 25°C)

10 jours à Brest
26 jours à Lille
43 jours à Paris (34 à Trappes)
51 jours à Strasbourg
67 jours à Lyon
75 jours à Nice
79 jours à Toulouse
103 jours à Marignane
119 jours au Luc



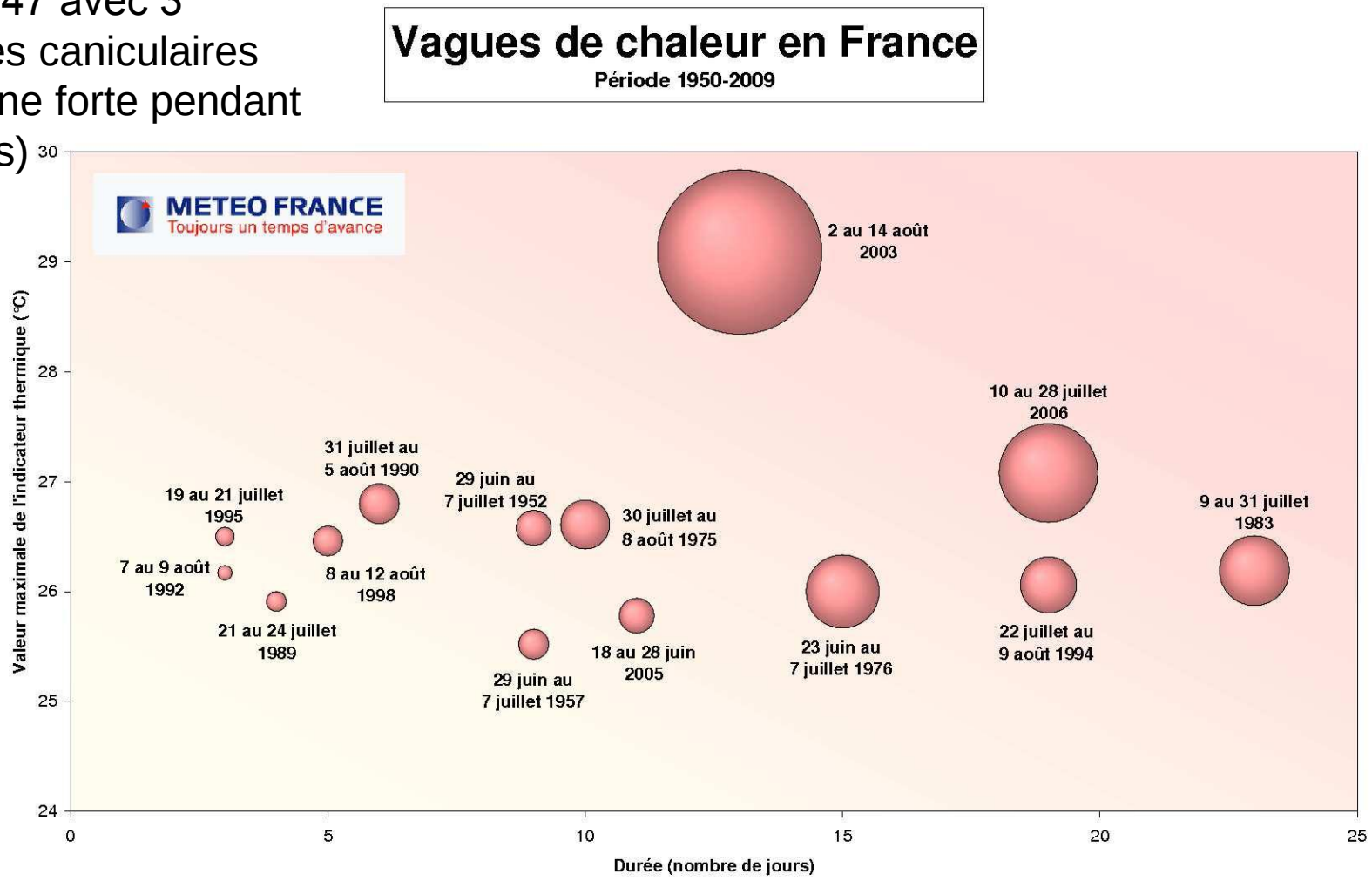
Nb jours de forte chaleur (Tx > 30°C)

1 jour à Brest
5 jours à Lille et à Nice
9 jours à Paris (6 à Trappes)
11 jours à Strasbourg
19 jours à Lyon
24 jours à Toulouse
33 jours à Marignane
52 jours au Luc
69 jours à Conqueyrac (1991-2000)



Vagues de chaleur

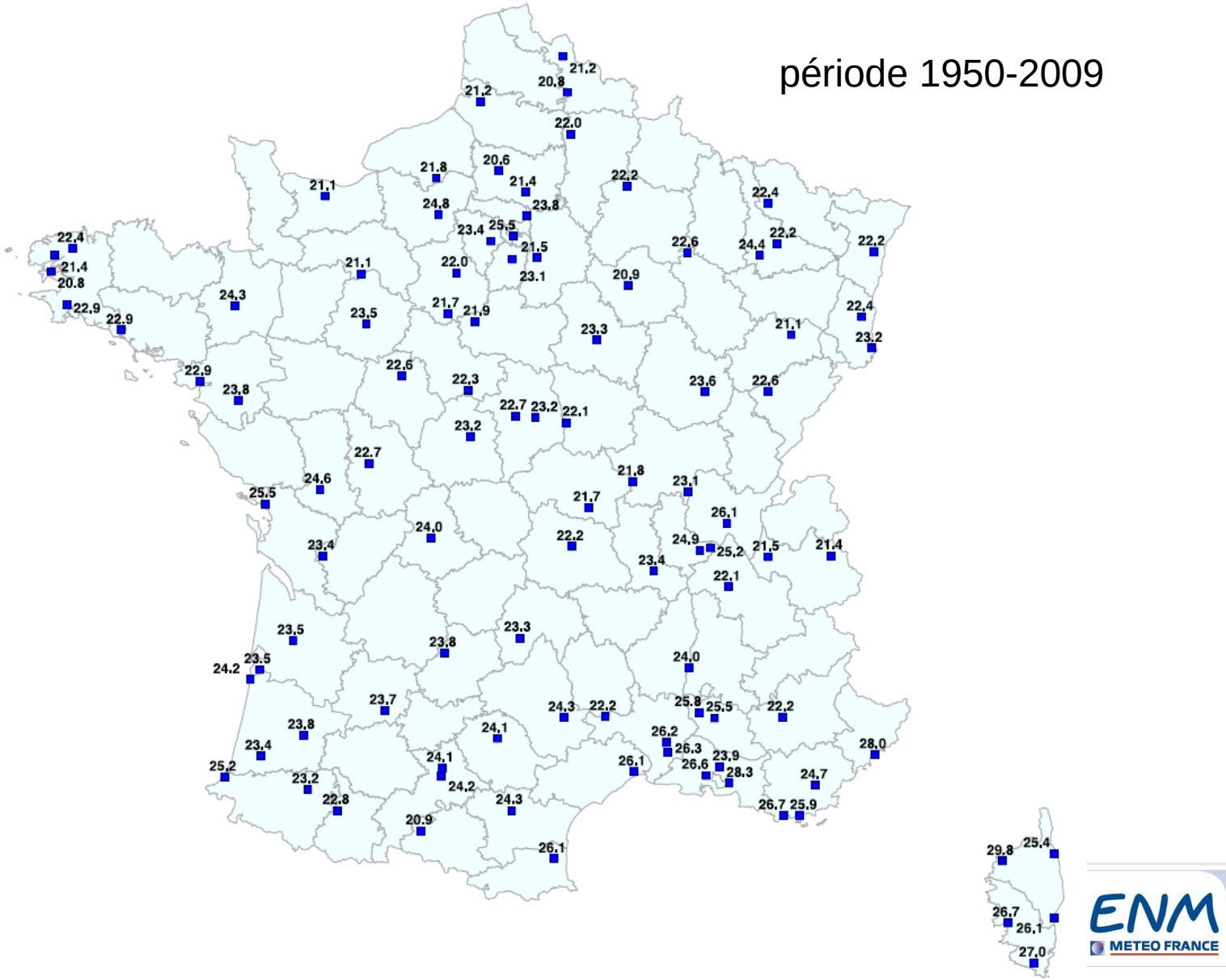
Il faut néanmoins ajouter l'été 1947 avec 3 périodes caniculaires (dont une forte pendant 13 jours)



Le diamètre des sphères symbolise l'intensité globale des vagues de chaleur, les sphères les plus grandes correspondant aux vagues de chaleur les plus sévères

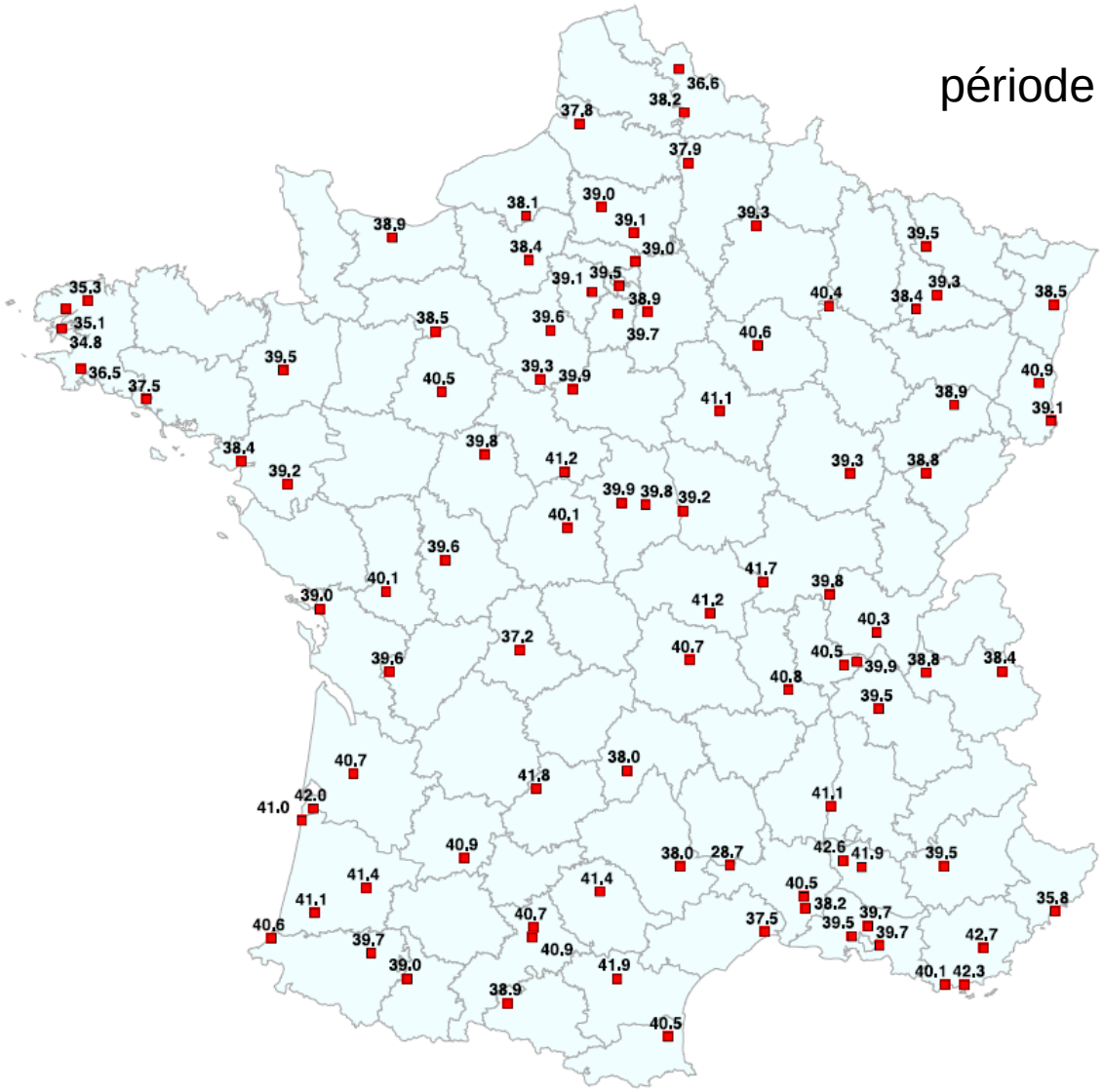
Records absolus Tn_x

période 1950-2009

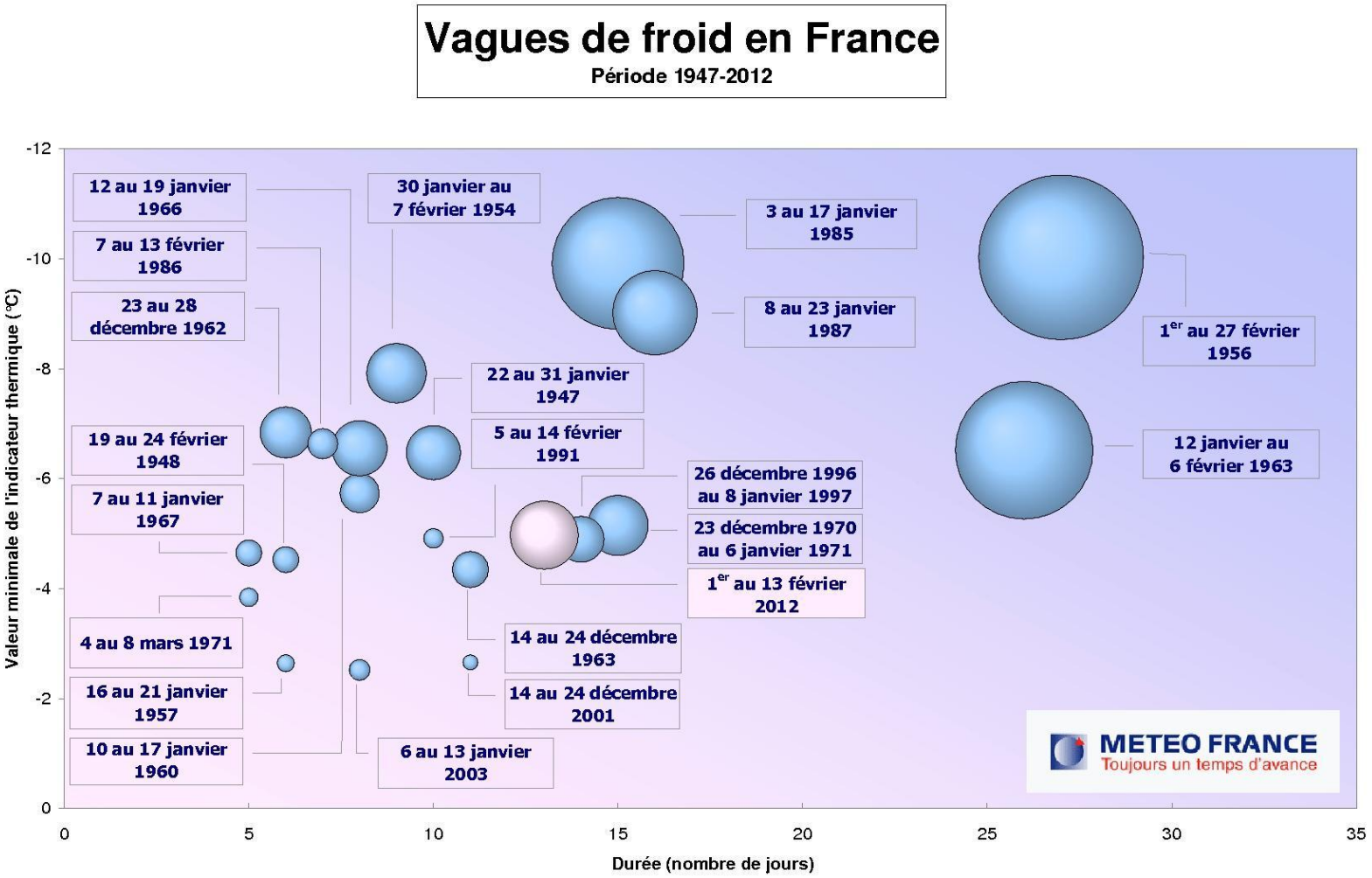


Records absolus Tx_x

période 1950-2009



Vagues de froid



Le diamètre des sphères symbolise l'intensité globale des vagues de froid, les sphères les plus grandes correspondant aux vagues de froid les plus sévères

températures

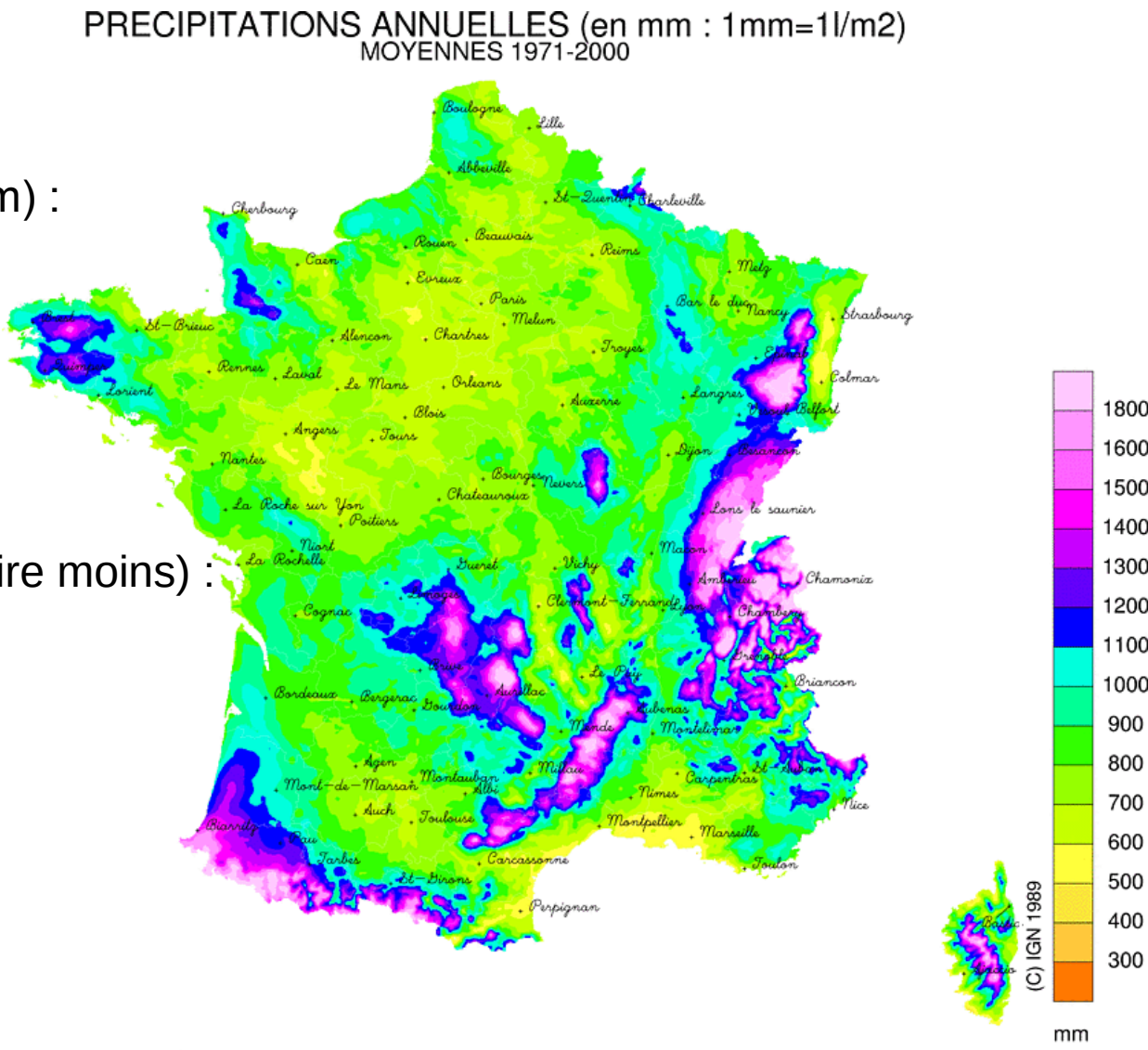
Compléments : vagues de froid

précipitations

RR annuelles

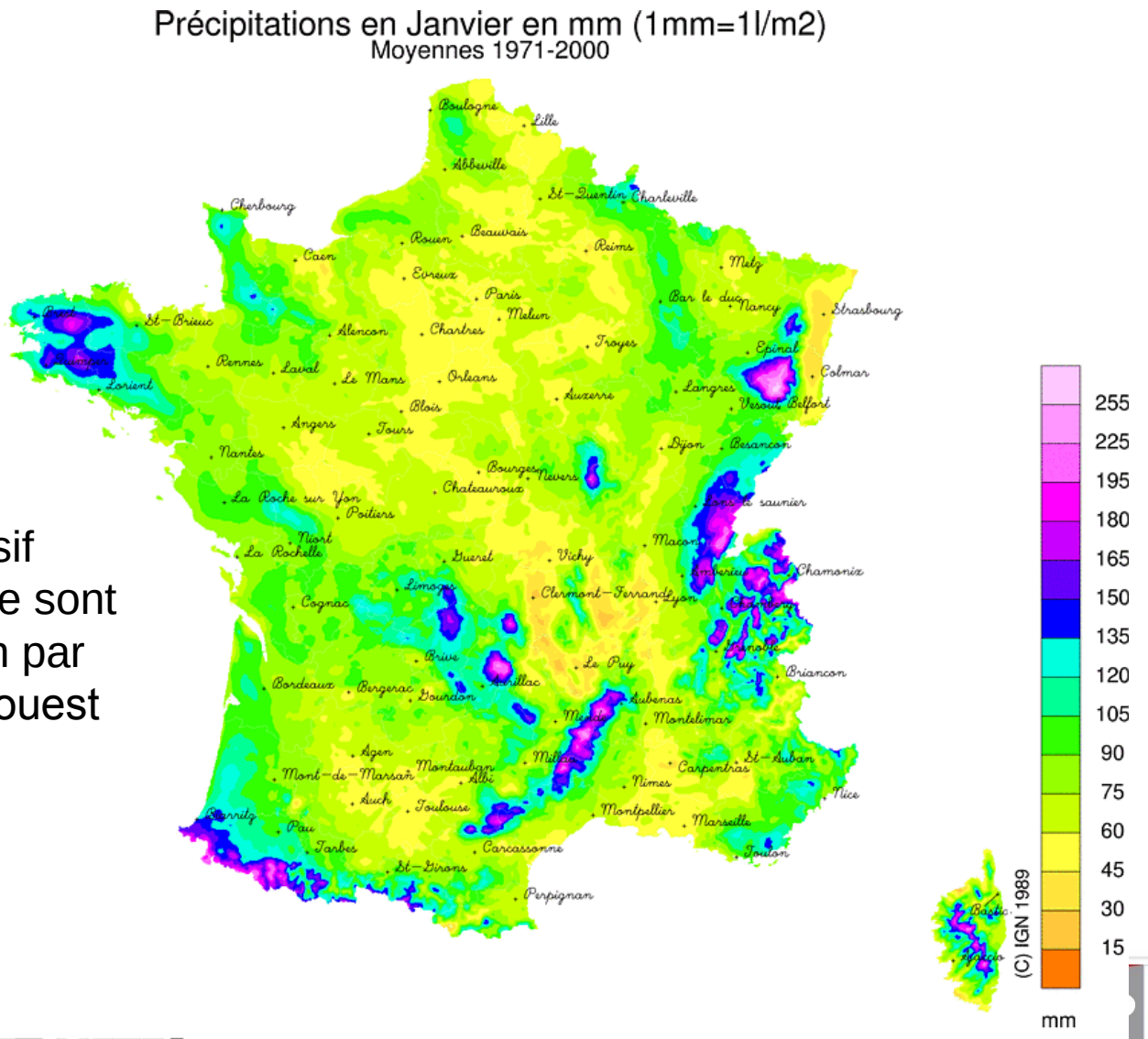
Les + arrosés (jusqu'à 2000 mm) :
- tous les reliefs
- les Landes
- Pointe Bretagne
- Cotentin
- Ardennes

Les moins arrosés (600 mm voire moins) :
- Golfe du Lion
- Balagne
- Alsace
- Bassin Parisien
- Anjou
- Limagne



METEO FRANCE

RR janvier

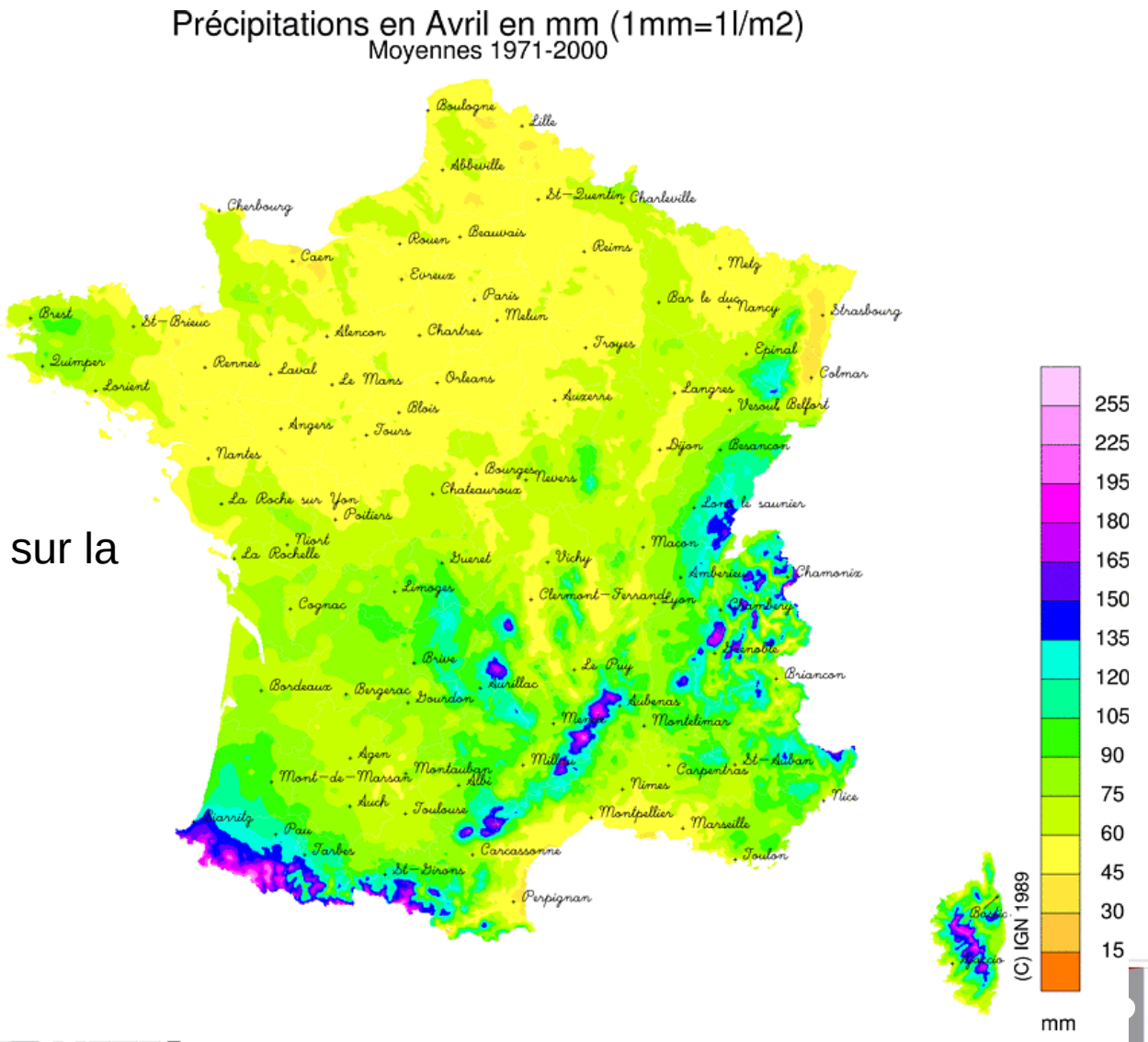


Plaines du Massif Central et Alsace sont en retrait : foehn par perturbations d'ouest

METEO FRANCE

ENM METEO FRANCE

RR avril

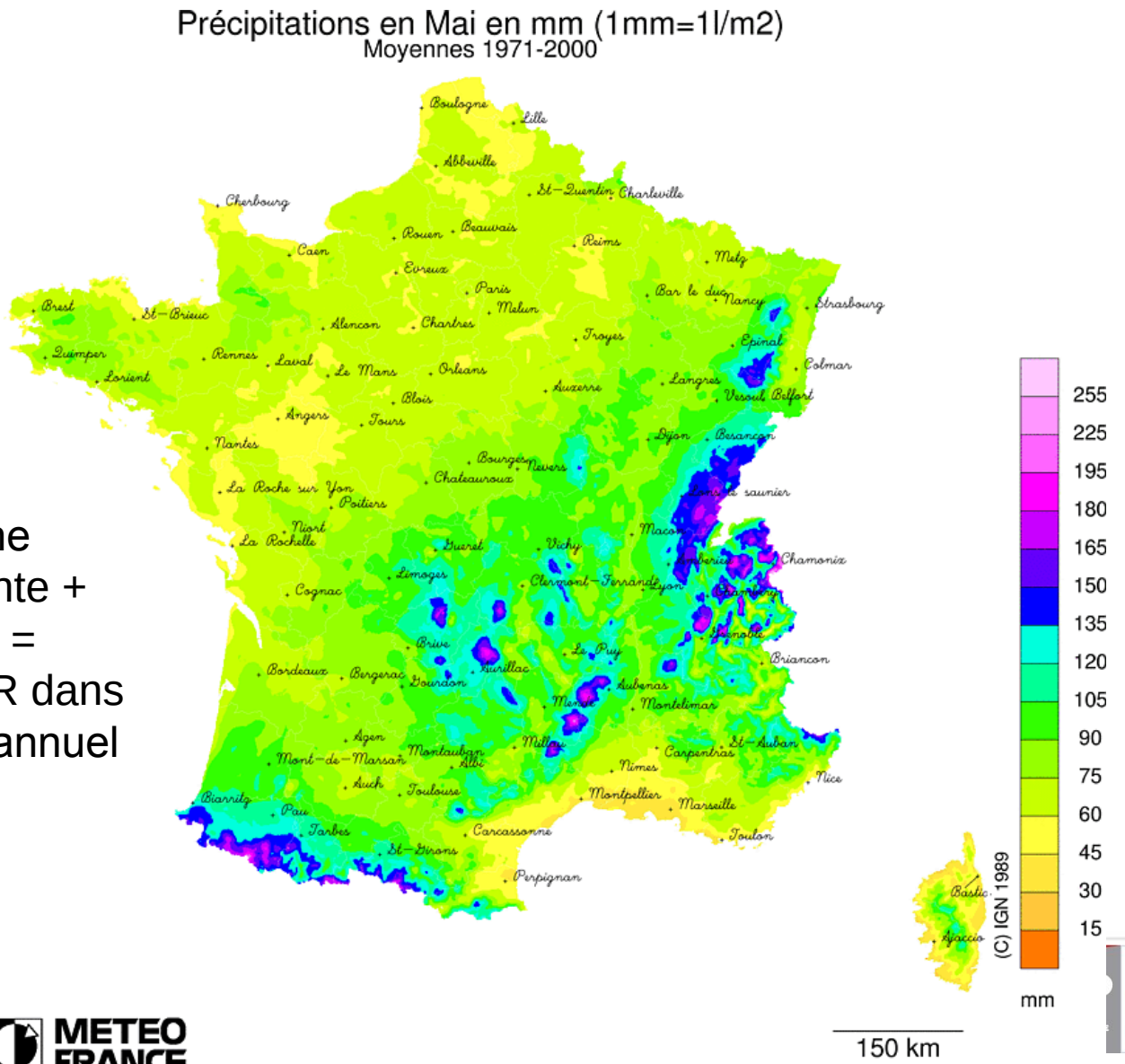


Mois le plus sec sur la ½ Nord

METEO FRANCE

ENM METEO FRANCE

RR mai

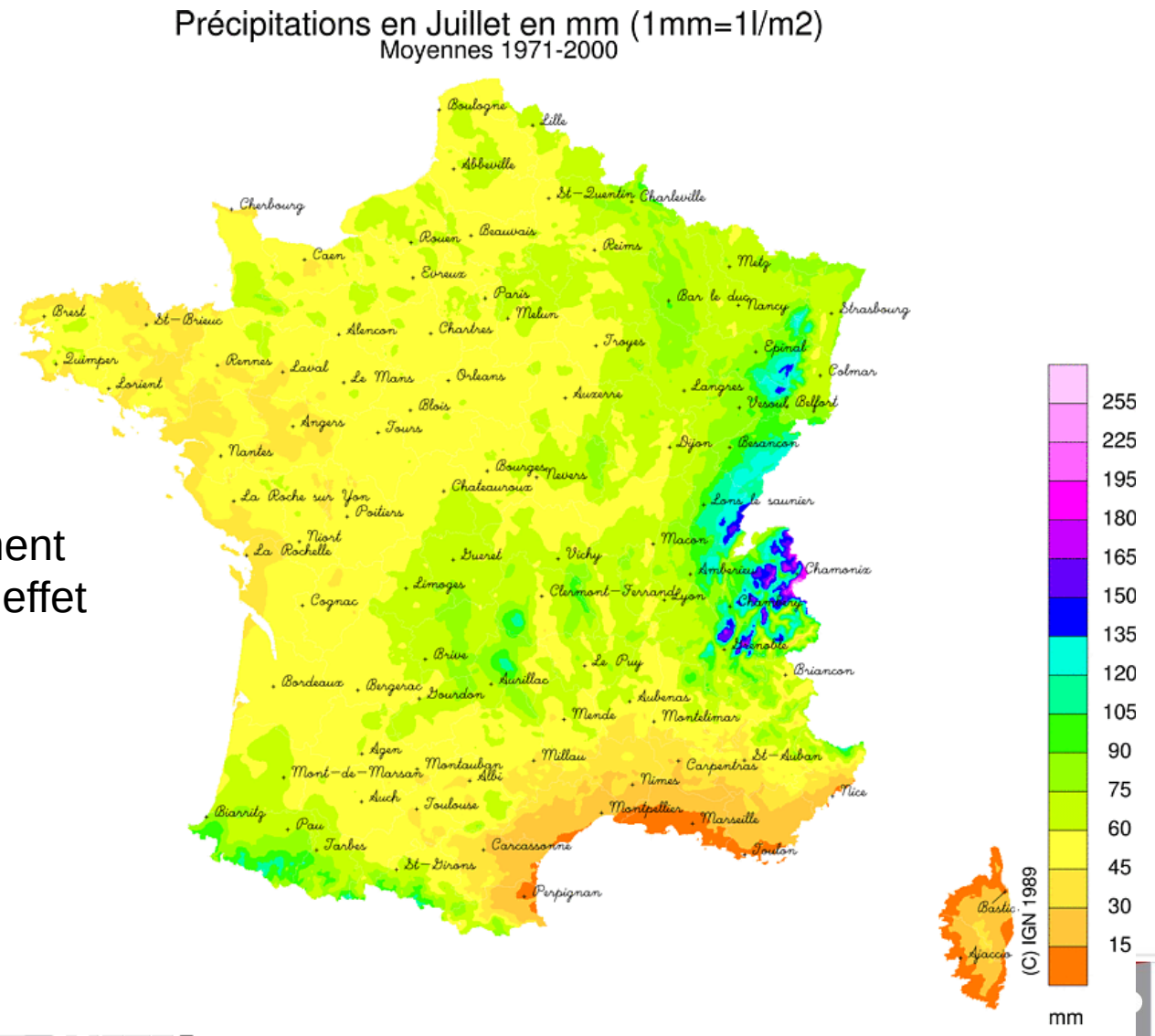


L'évolution diurne devient importante + effet continental = beaucoup de RR dans l'intérieur (max annuel à Toulouse par exemple)

METEO FRANCE

ENM METEO FRANCE

RR juillet

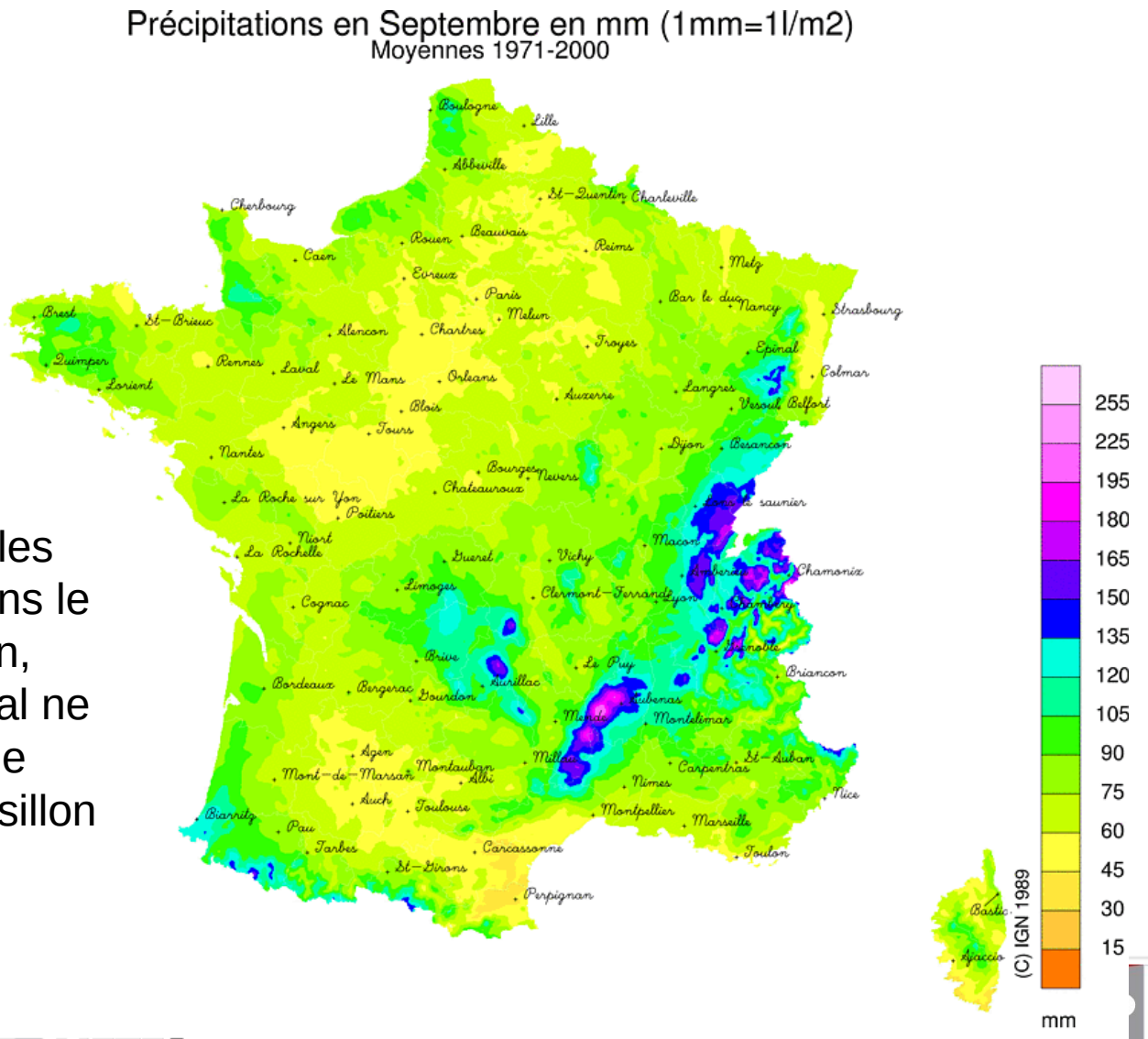


Humide seulement dans le NE par effet continental.
Sécheresse en Méditerranée

METEO FRANCE

ENM METEO FRANCE

RR septembre



Fortes RR vers les Cévennes et dans le SE en proportion, même si le signal ne ressort pas sur le Laguedoc Roussillon

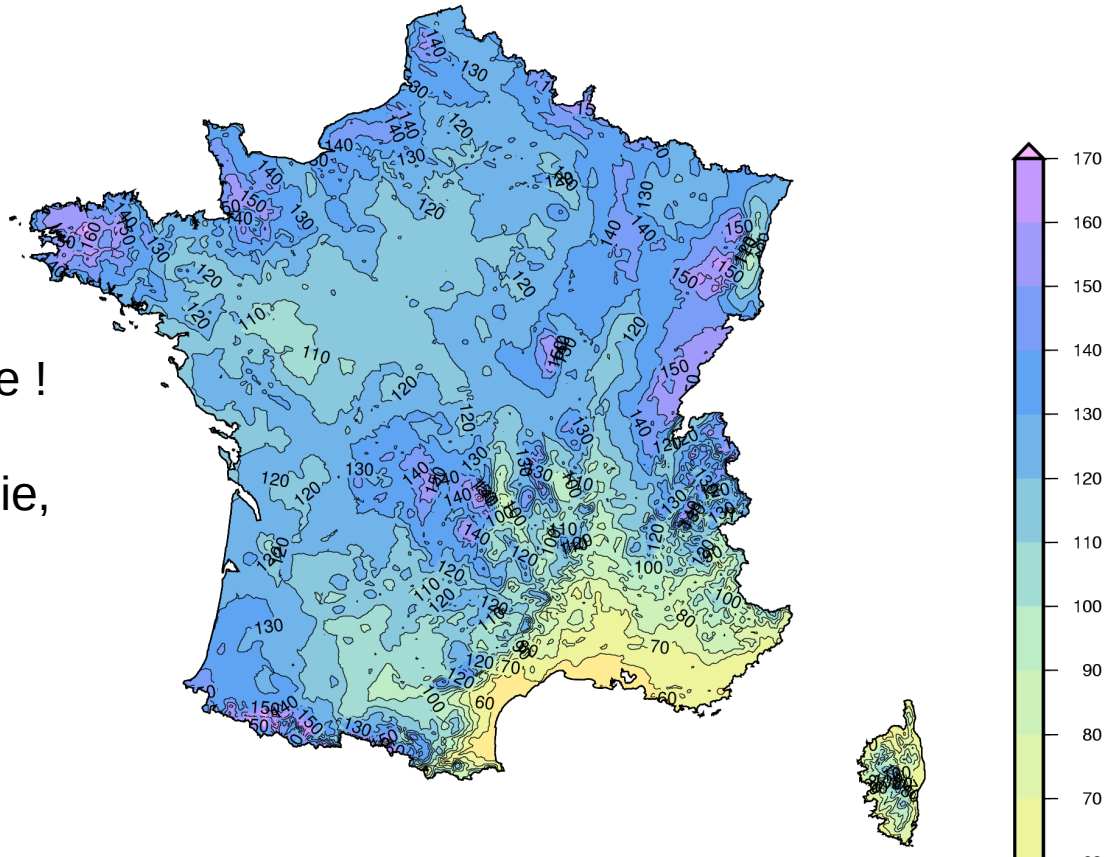
METEO FRANCE

ENM METEO FRANCE

Nb jours avec RR > 1 mm

METEO FRANCE
Toujours un temps d'avance

Moyenne mensuelle de référence 1971–2000 du nombre de jours avec RR >= 1mm
France



Vive la Méditerranée !
Pays Basque, Bretagne, Normandie, reliefs de l'est sont bien touchés…

ENM
METEO FRANCE

précipitations

Compléments : fortes RR (en Méditerranée)

Un site (pluies extrêmes) :
http://pluiesextremes.meteo.fr/

Episodes récents les plus marquants

- **Var, 15 juin 2010,** en 24 heures :
  - 397 mm aux Arcs, 304 mm à Comps sur Artuby
  - 25 morts
  - 300 habitations détruites, 200 000 personnes privées de courant

- **Gard, septembre 2002**, en 48 heures :
  - 687 mm à Anduze, 635 mm à St Christol-les-Alès
  - 20 morts
  - 1 département concerné

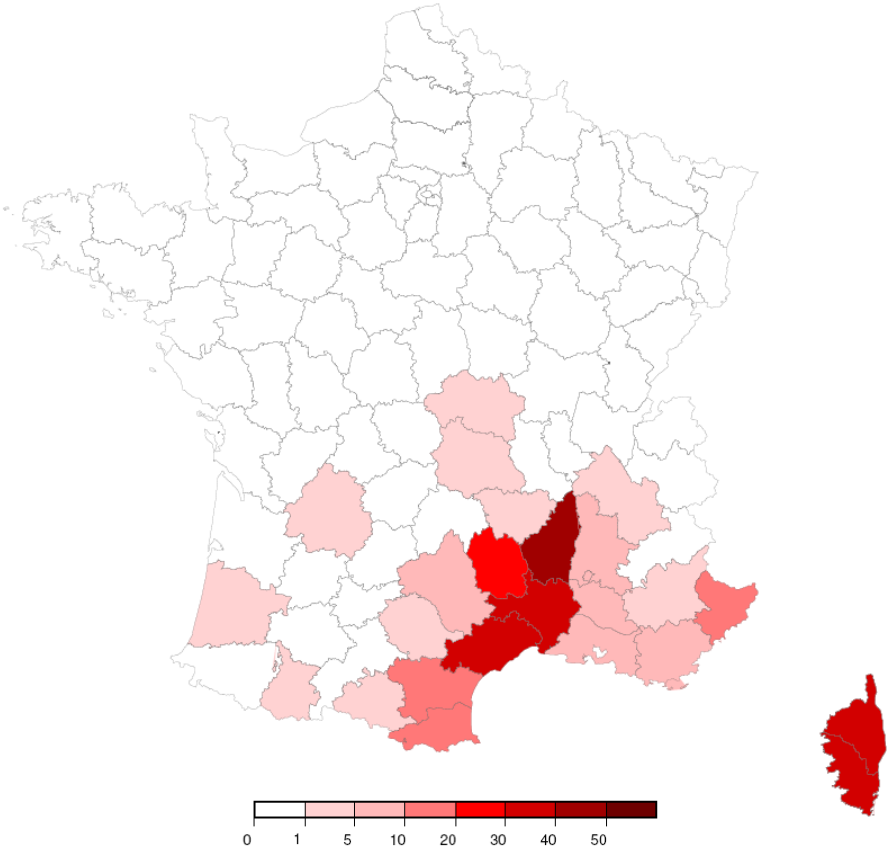
- **Aude, novembre 1999**, en 36 heures :
  - 624 mm à Lézignan-Corbières (dont 229 mm en 3 heures)
  - 4 départements touchés
  - + de 30 morts

- **Vaison-la-Romaine, septembre 1992**, en 4 heures :
  - 300 mm à Entrechaux
  - 1 cellule orageuse quasi-stationnaire
  - 1 fraction de département concernée
  - 34 morts

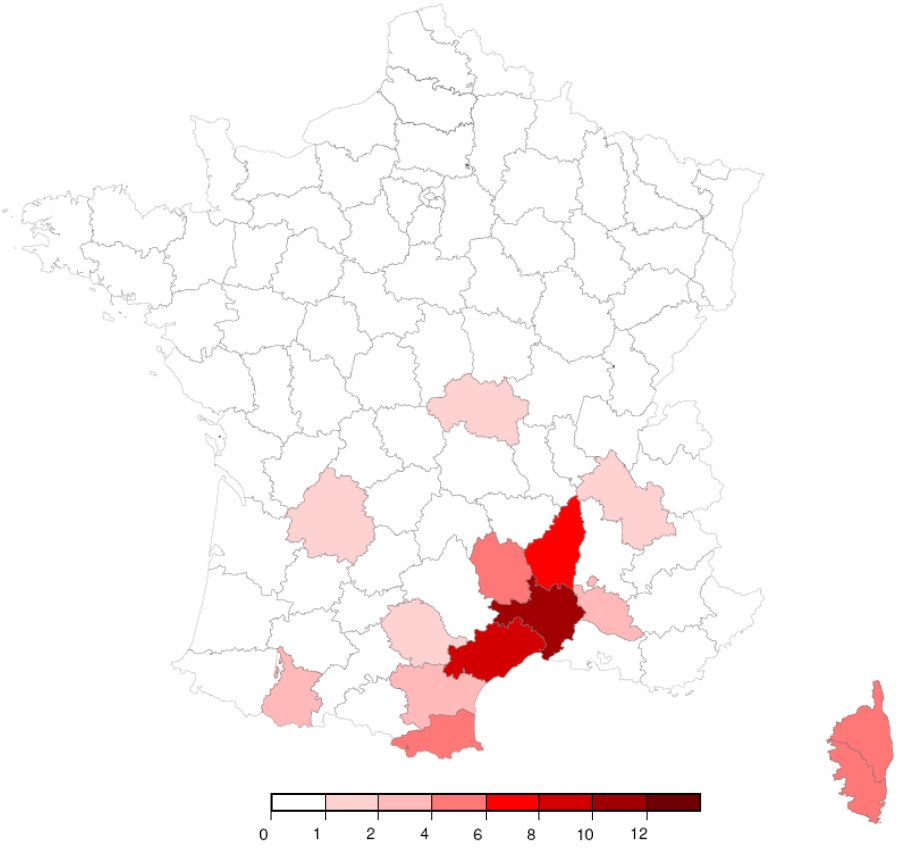
Nombre d'épisodes - période 1979 - 2008

RR24 :

> 200 mm



> 300 mm

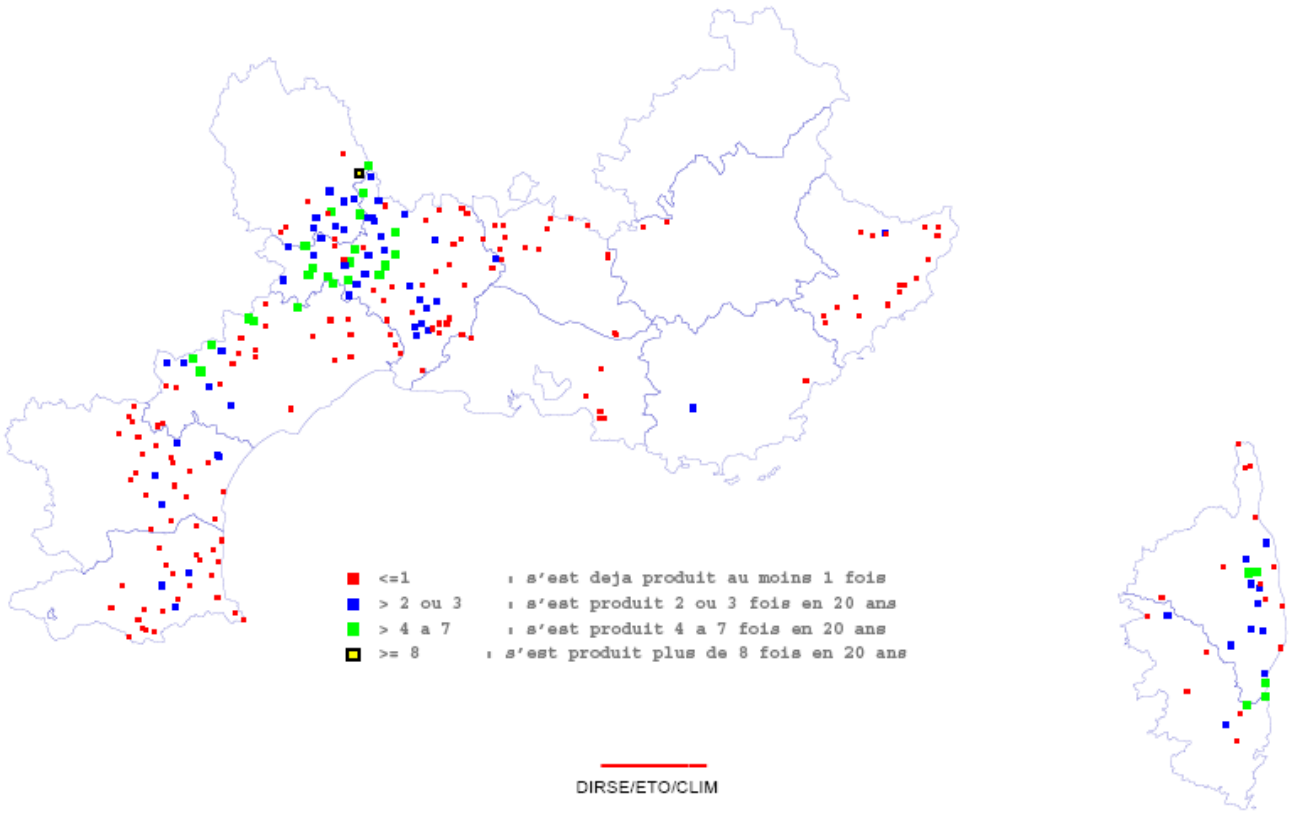


Localisation des épisodes > 200 mm

METEO FRANCE
Toujours un temps d'avance

NB de cas de RR en 24 H >= 200 mm

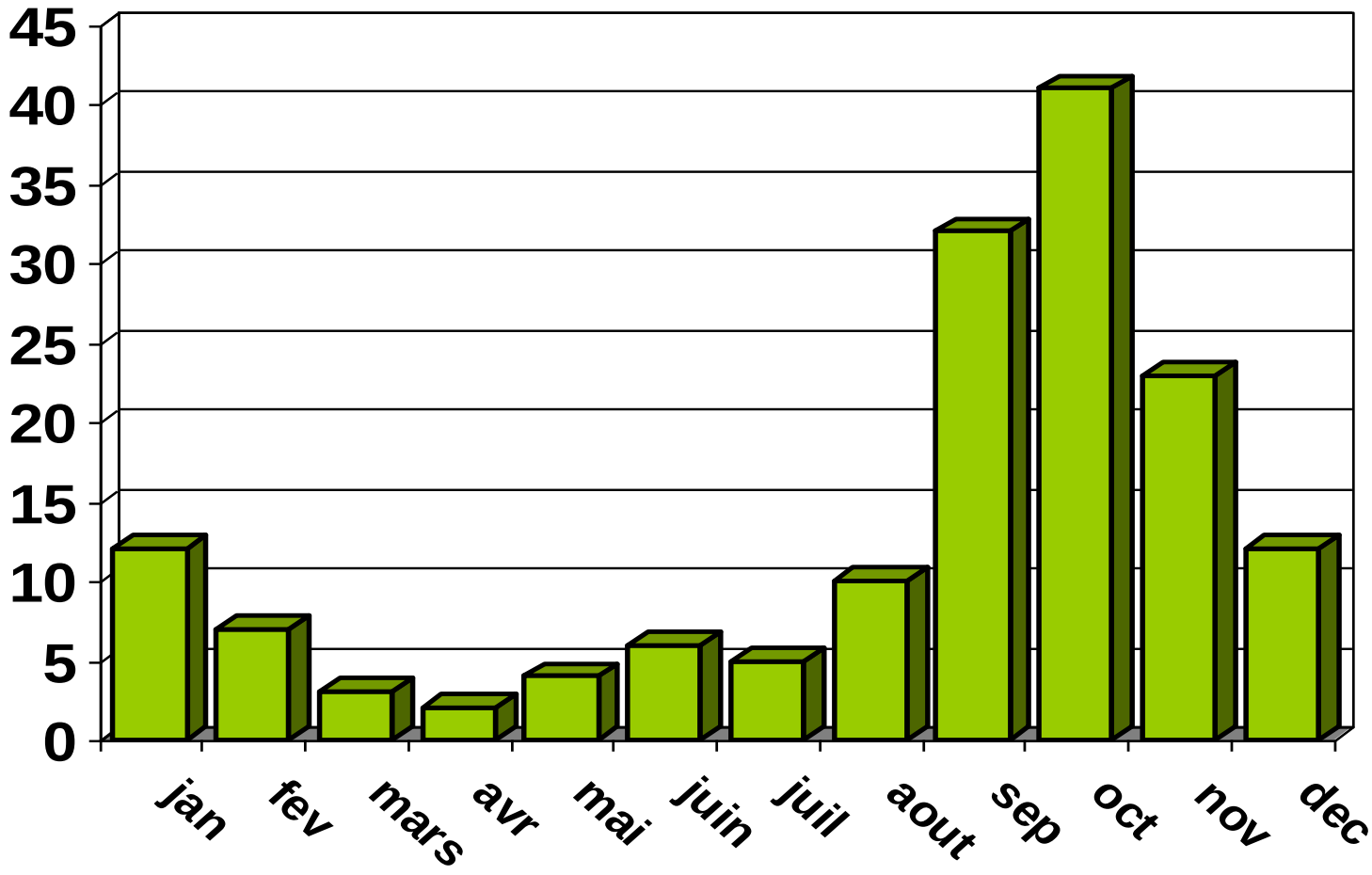
Postes ouverts sur une periode de 20 ans (1989 – 2008) – (mise a jour du 12/02/2009)



DIRSE/ETO/CLIM

INP TOULOUSE ENM METEO FRANCE

Répartition mensuelle – 1958 - 2000
nb épisodes > 200 mm



Variabilité interannuelle

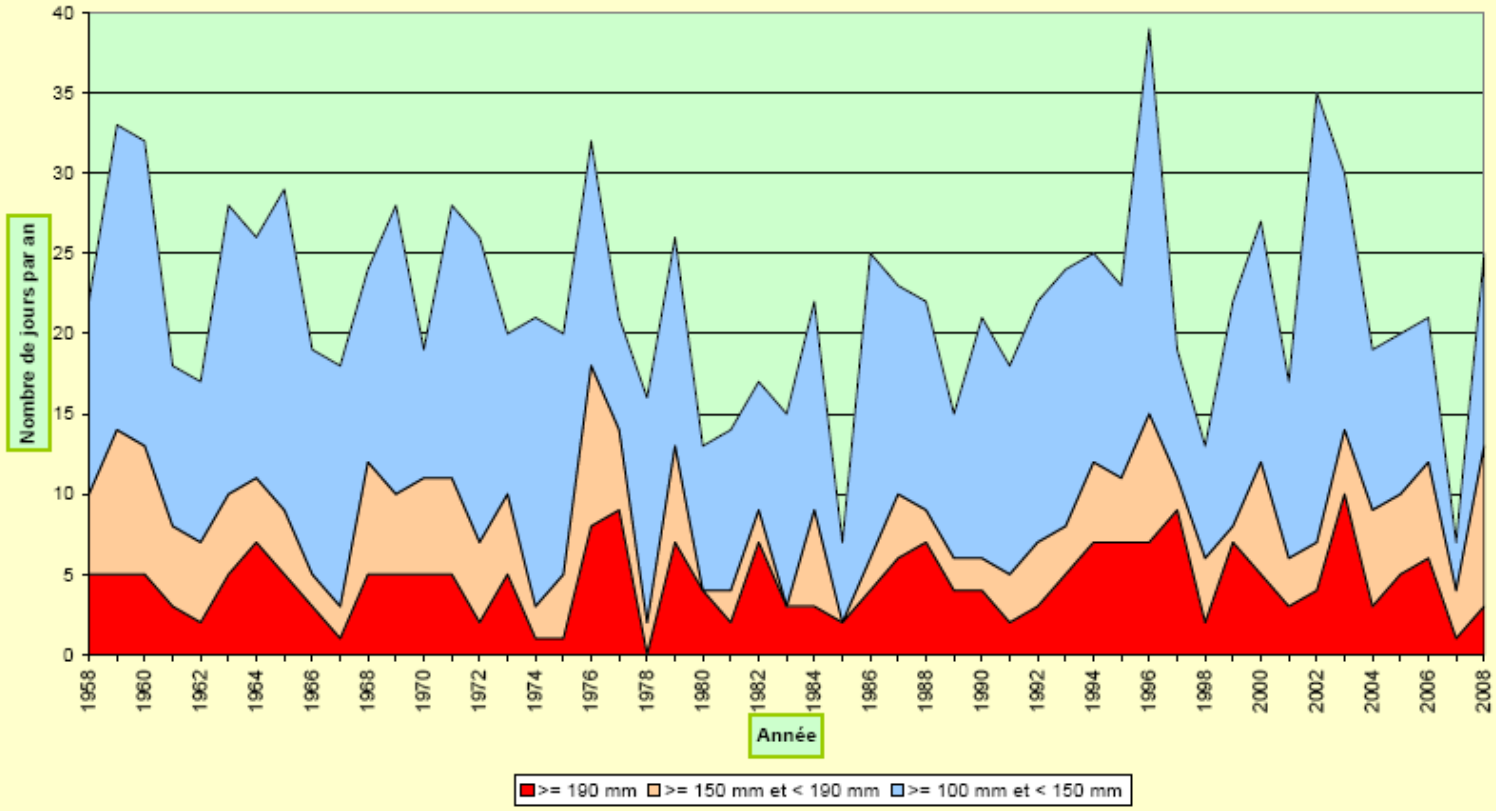
- **Forte variabilité interannuelle**
  - ✓ 9 cas en 1977
  - ✓ 1 cas en 1978

  - ✓ 8 cas en 1997
  - ✓ 2 cas en 1998

Évolution occurrences 1958 - 2008

METEO FRANCE
Toujours un temps d'avance

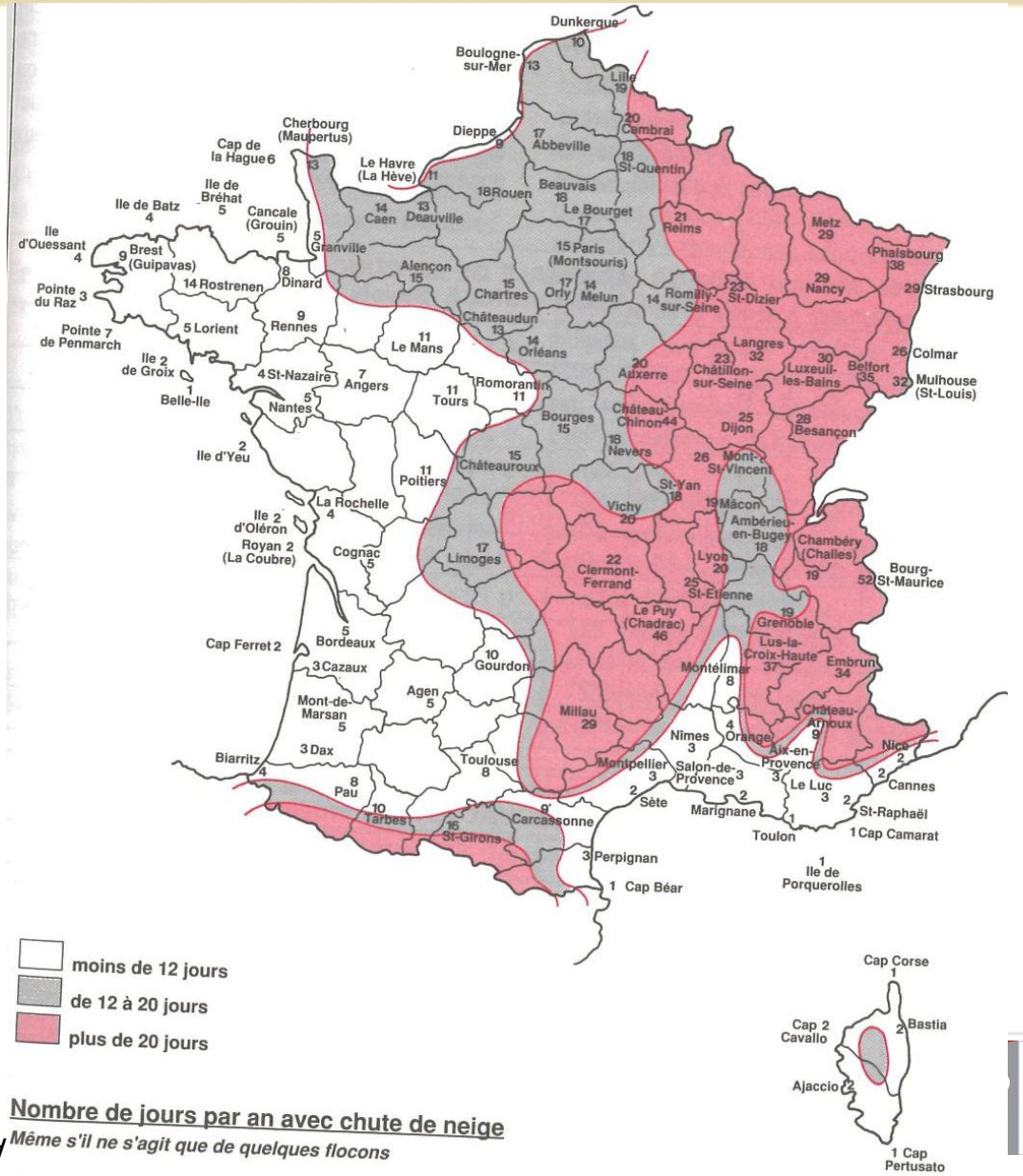
Nombre annuel de jours avec une hauteur de pluie >= 100, 150 ou 190 mm en 24 h
sur les régions méditerranéennes de la France. (Période 1958-2008)



INP TOULOUSE ENM METEO FRANCE

neige

Nombre de jours avec chute de neige



Nombre de jours par an avec chute de neige

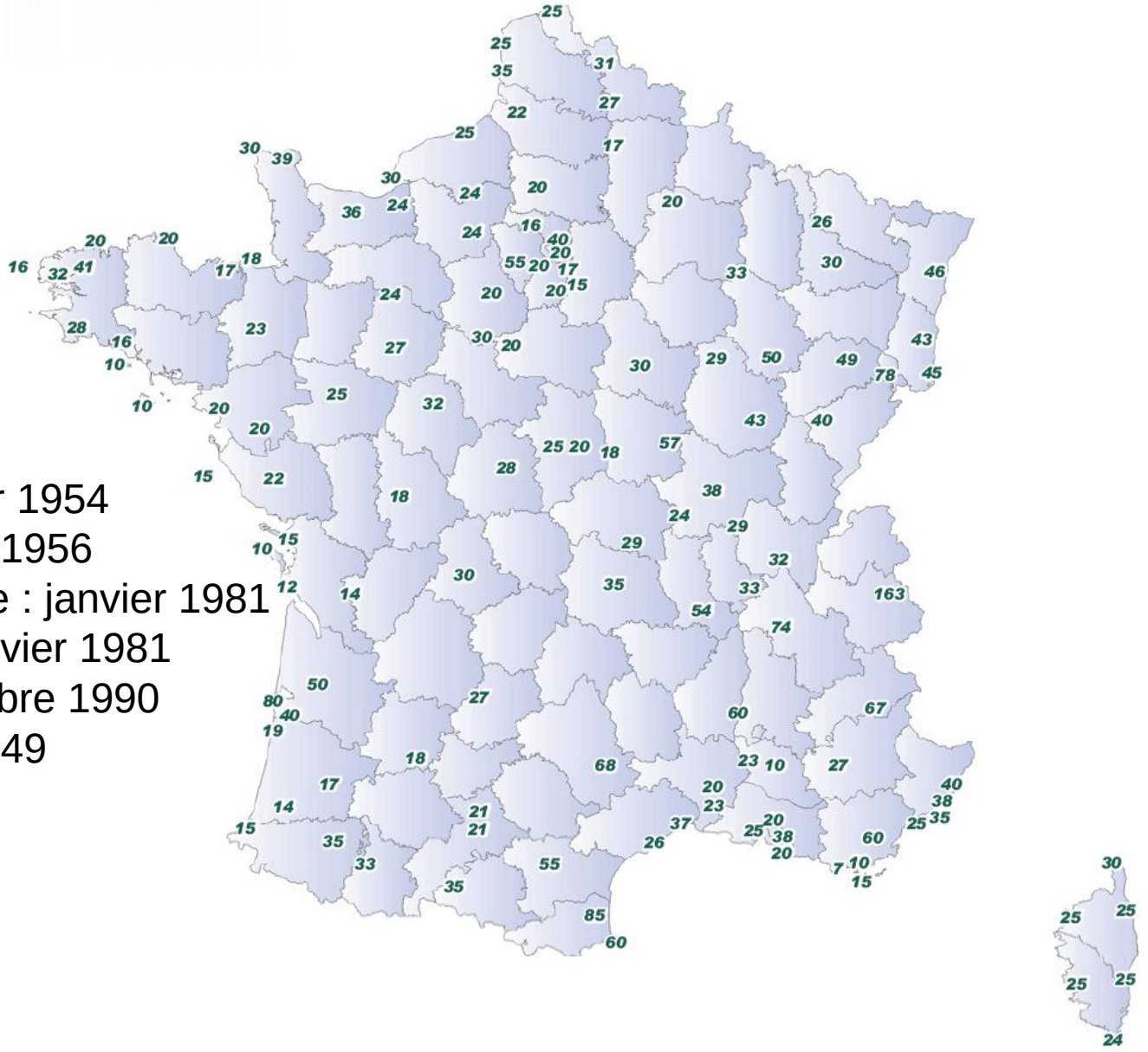
Même s'il ne s'agit que de quelques flocons

Moyennes 1951-1980

Météo de la France
Jacques Kessler & André Chambraud

ENM METEO FRANCE

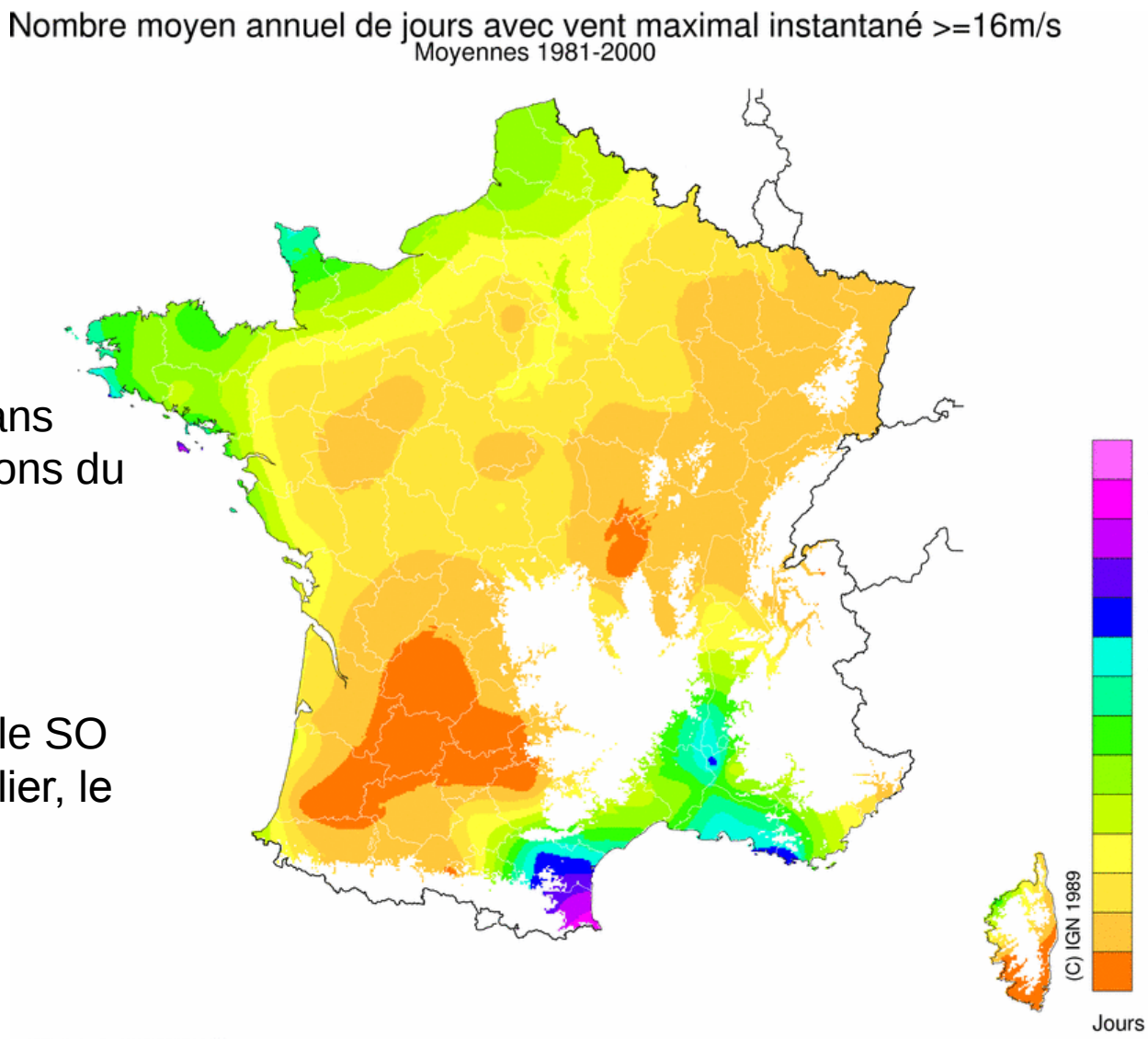
Épaisseur maximale de neige observée (1945-2009)



85 cm à Perpignan : février 1954
80 cm à Arcachon : février 1956
163 cm à Bourg St Maurice : janvier 1981
55 cm à Carcassonne : janvier 1981
74 cm à Grenoble : décembre 1990
55 cm à Trappes : mars 1949

vent

Nb jours avec vent fort (16 m/s)

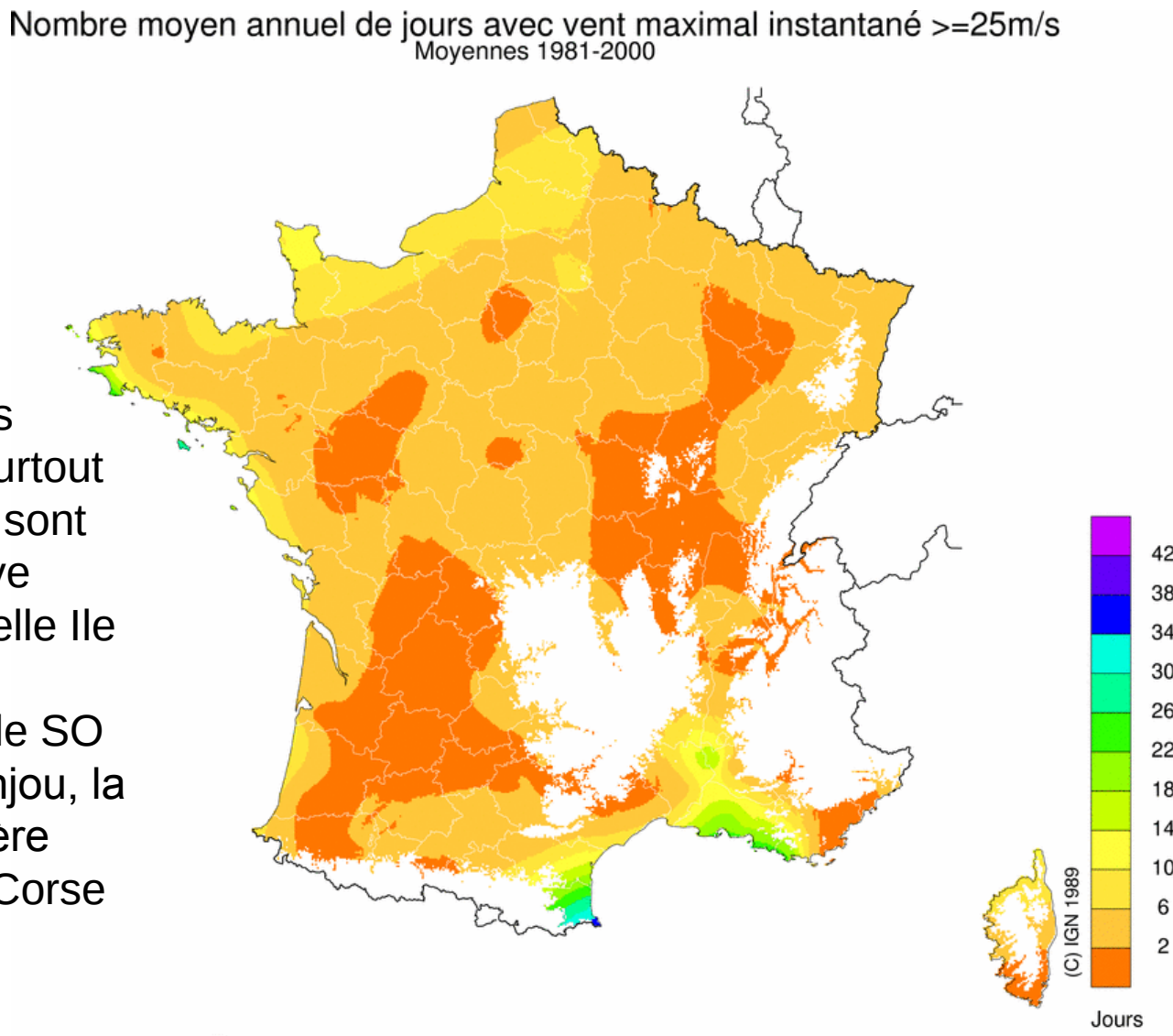


Régions les plus ventées : sans surprise, on retrouve les régions du NO, ainsi que les régions méditerranéennes (surtout le secteur de la Tramontane)

Régions les moins ventées : le SO (hors secteur de l'Autan), l'Allier, le sud de la Corse

METEO FRANCE

Nb jours avec vent très fort (25 m/s)



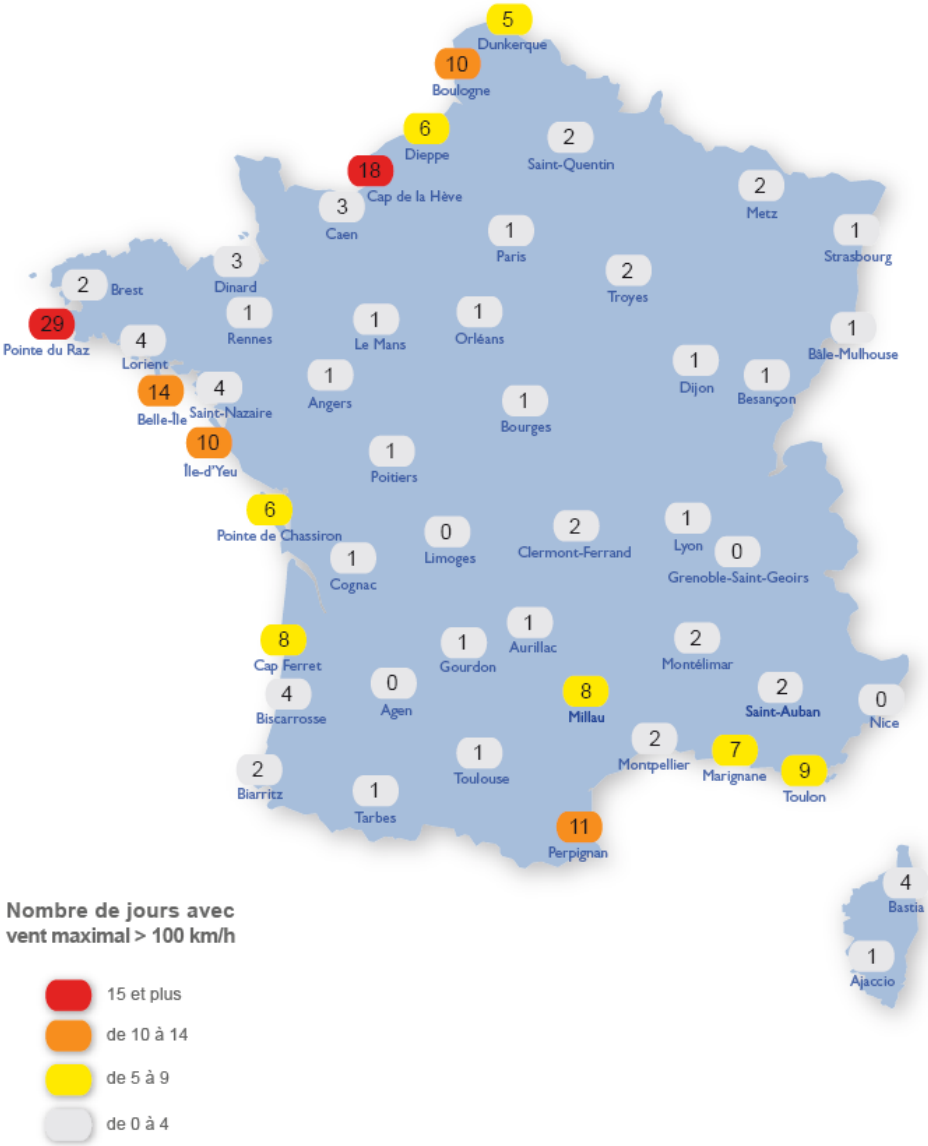
Régions les plus ventées : les régions méditerranéennes (surtout le secteur de la Tramontane) sont largement en tête. On retrouve aussi la pointe bretonne et Belle Ile

Régions les moins ventées : le SO (hors secteur de l'Autan), l'Anjou, la Bourgogne, la Lorraine, l'arrière pays provençal, le sud de la Corse

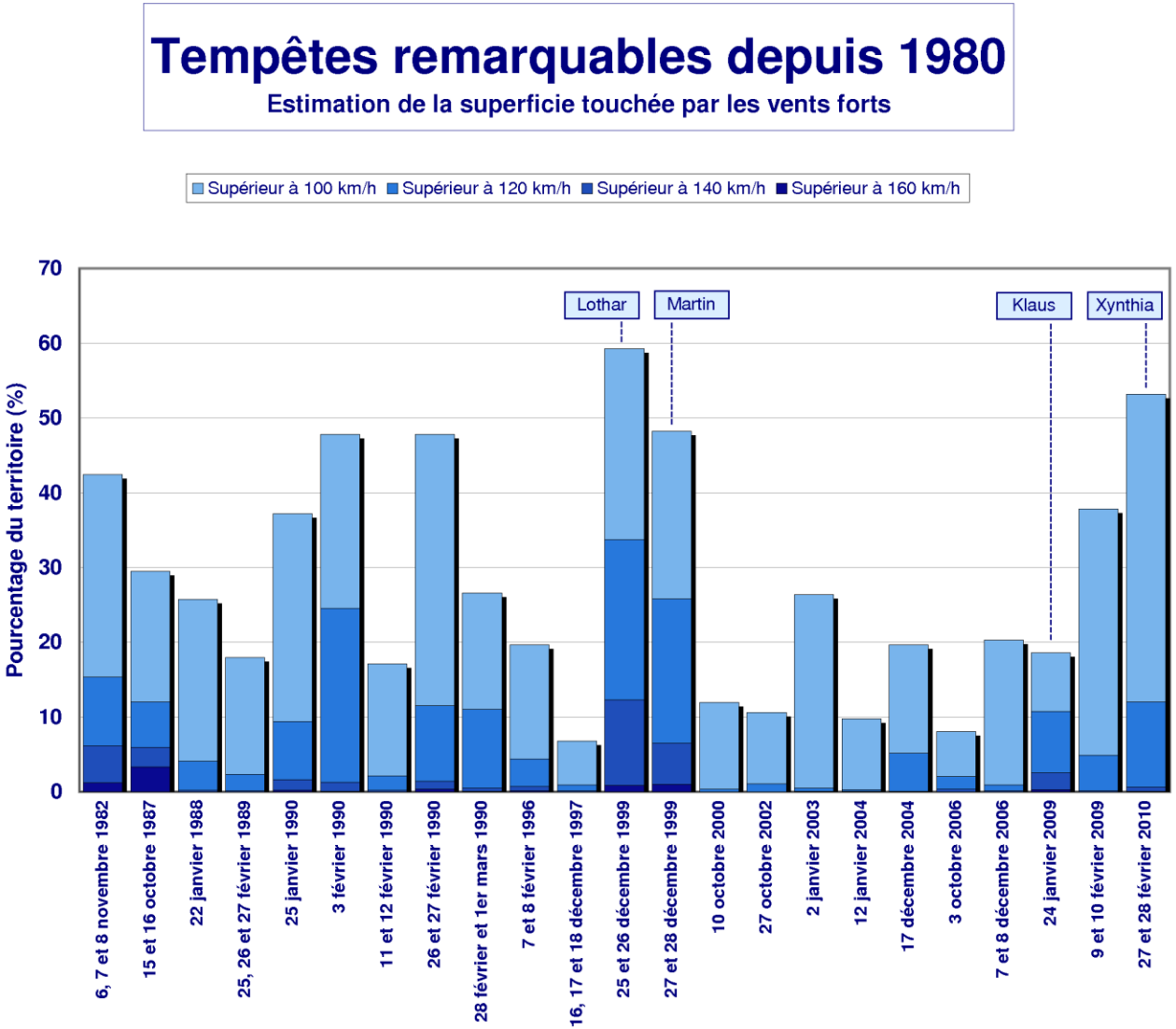
METEO FRANCE

Nb jours avec vent tempétueux

Il manque de nombreuses stations pour pouvoir faire des comparaisons pertinentes

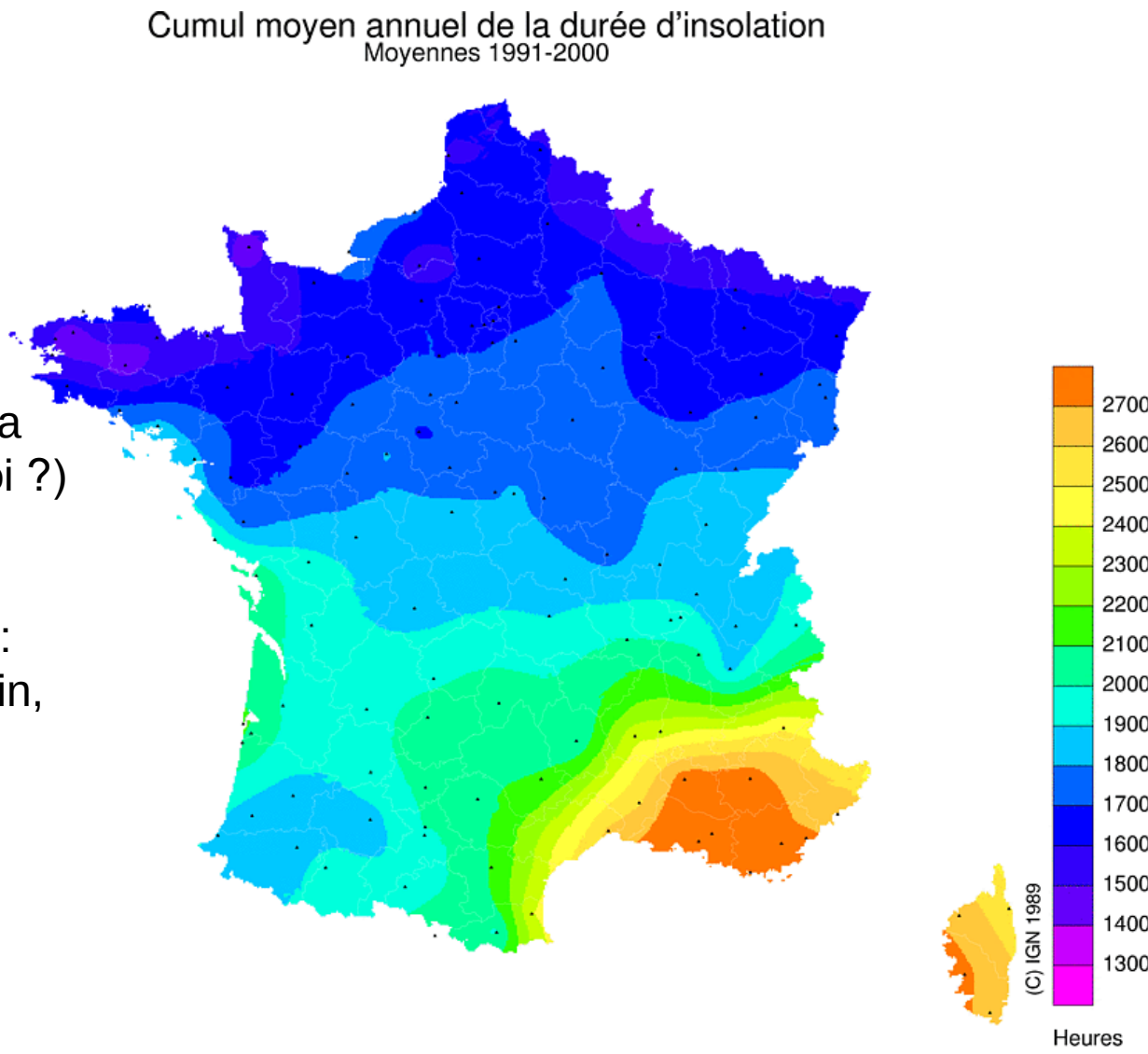


Tempêtes


Tempêtes remarquables depuis 1980
Estimation de la superficie touchée par les vents forts
Supérieur à 100 km/h
Supérieur à 120 km/h
Supérieur à 140 km/h
Supérieur à 160 km/h
Pourcentage du territoire (%)
0
10
20
30
40
50
60
70
Lothar
Martin
Klaus
Xynthia
6, 7 et 8 novembre 1982
15 et 16 octobre 1987
22 janvier 1988
25, 26 et 27 février 1989
25 janvier 1990
3 février 1990
11 et 12 février 1990
26 et 27 février 1990
28 février et 1er mars 1990
7 et 8 février 1996
16, 17 et 18 décembre 1997
25 et 26 décembre 1999
27 et 28 décembre 1999
10 octobre 2000
27 octobre 2002
2 janvier 2003
12 janvier 2004
17 décembre 2004
3 octobre 2006
7 et 8 décembre 2006
24 janvier 2009
9 et 10 février 2009
27 et 28 février 2010

insolation

Cumul annuel de la durée d'insolation



Régions les plus ensoleillées : la Provence et l'O Corse (pourquoi ?) + façade atlantique

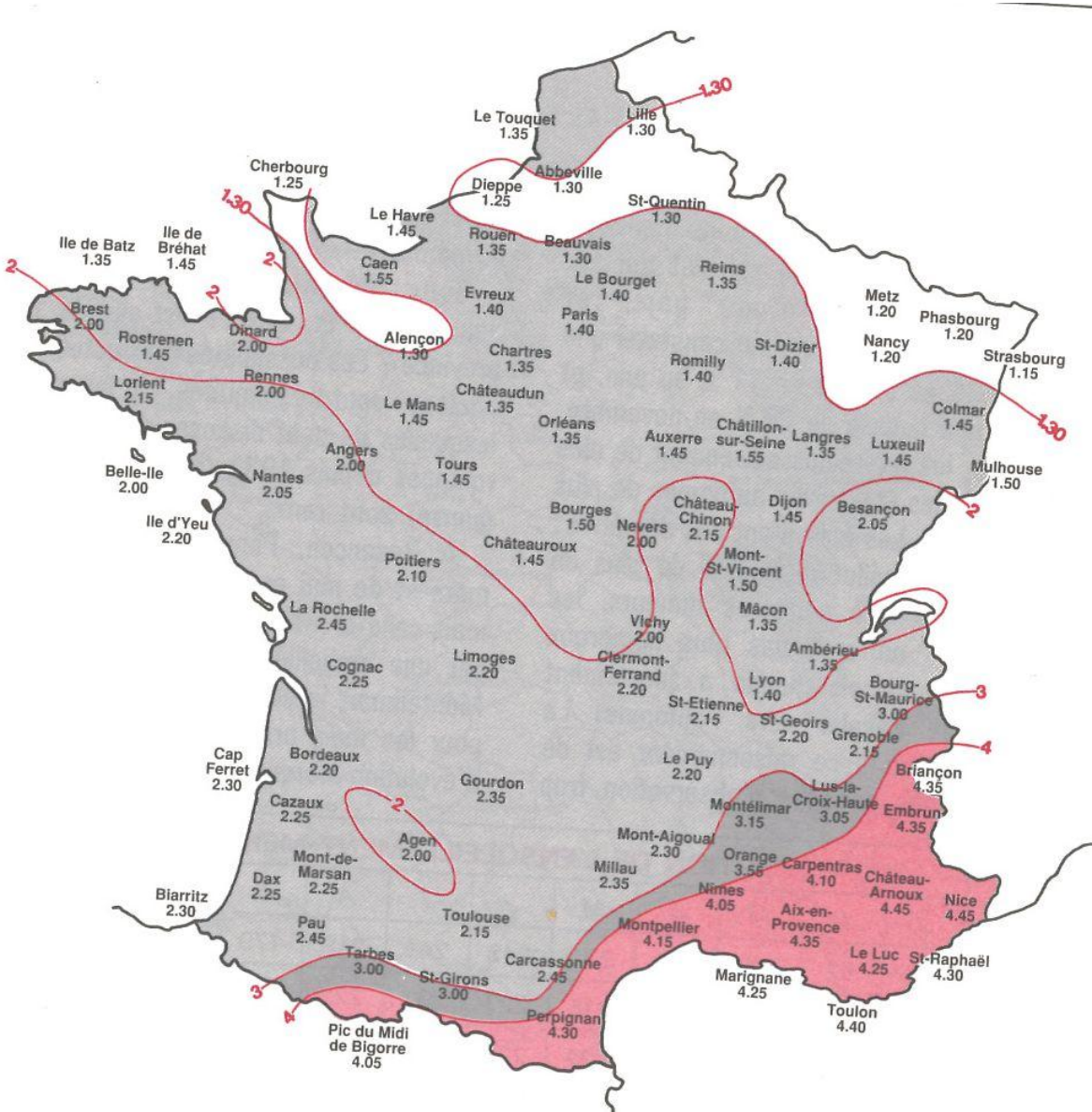
Régions les moins ensoleillées : intérieur de la Bretagne, Cotentin, Ardennes, et par rapport à l'environnement, la Gascogne.

METEO FRANCE

Insolation moyenne en janvier

Régions les plus ensoleillées : le SE

Régions les moins ensoleillées : N de la Seine + Normandie



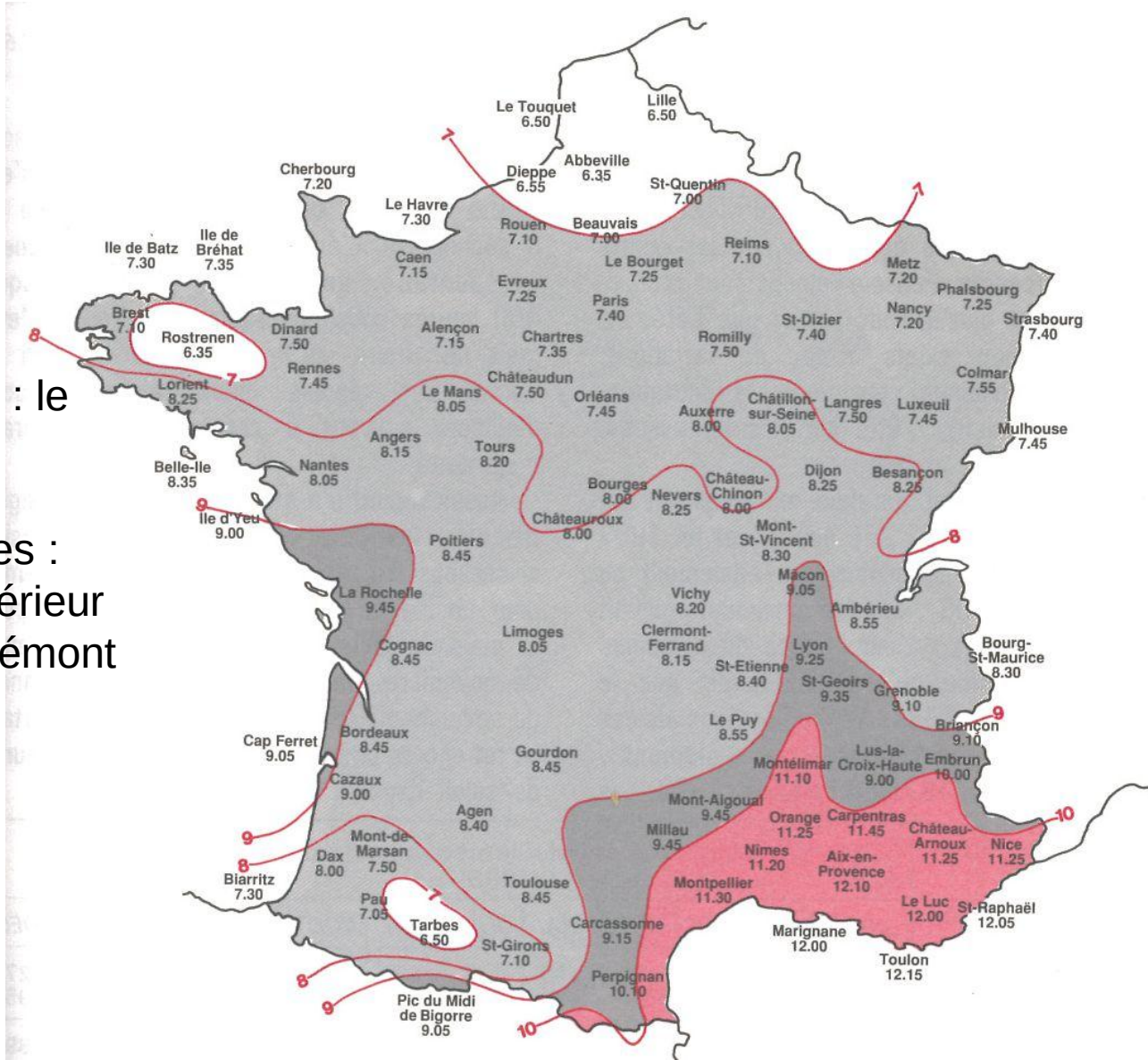
Moyennes 1951-1980

Météo de la France
Jacques Kessler & André Chambraud

Insolation moyenne en juillet

Régions les plus ensoleillées : le SE + façade atlantique

Régions les moins ensoleillées : Nord, Picardie, Ardennes, intérieur Bretagne, Pays Basque et Piémont des Pyrénées



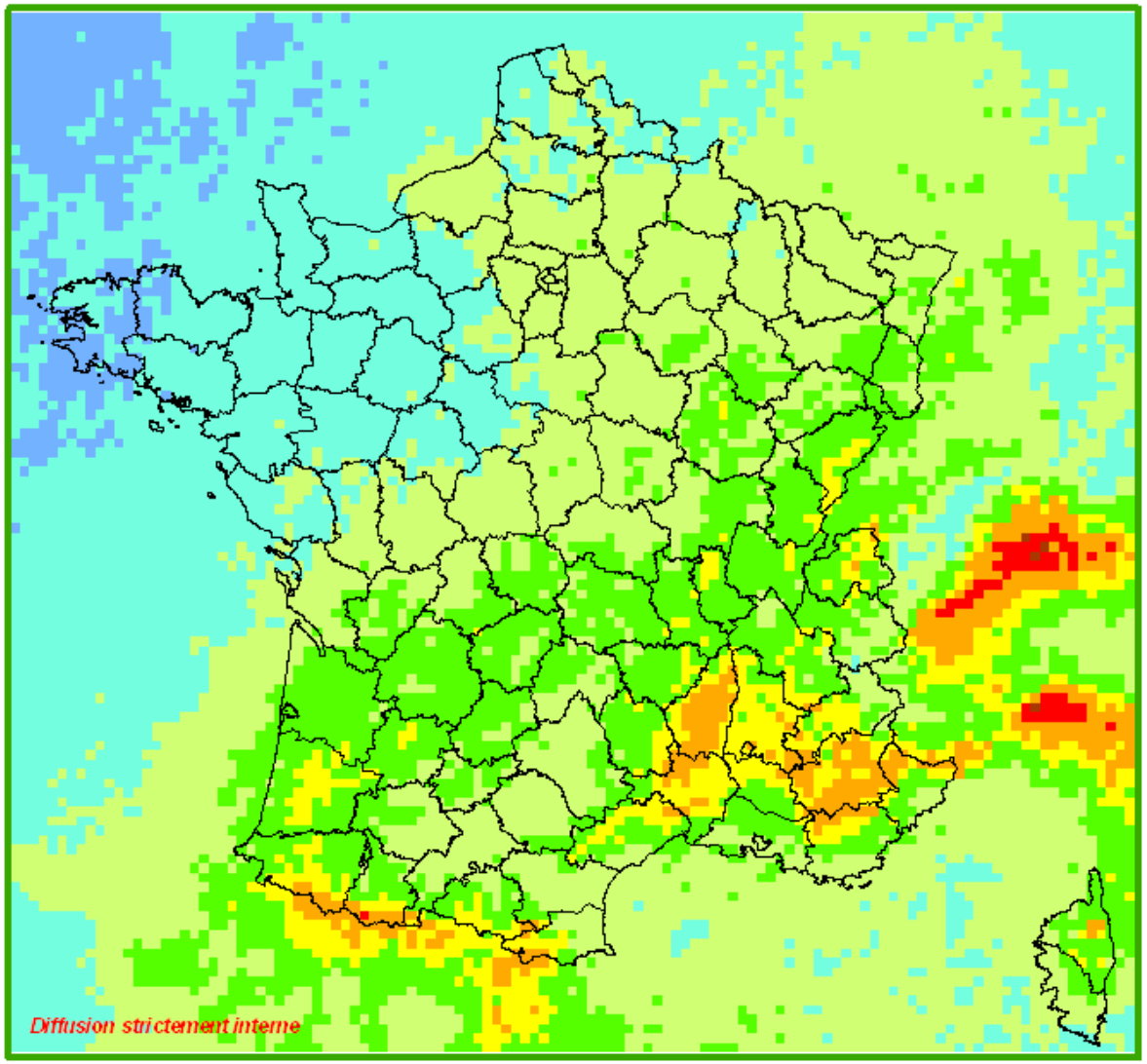
Moyennes 1951-1980

Météo de la France
Jacques Kessler & André Chambraud

orage

Les orages

LE RESEAU FOUDRE NATIONAL
DENSITE MOYENNE ANNUELLE D'IMPACTS DE FOUDRE AU SOL



Période :
01/01/1997 - 31/12/2008

Nb d'impacts par km²
(en centièmes d'impacts)

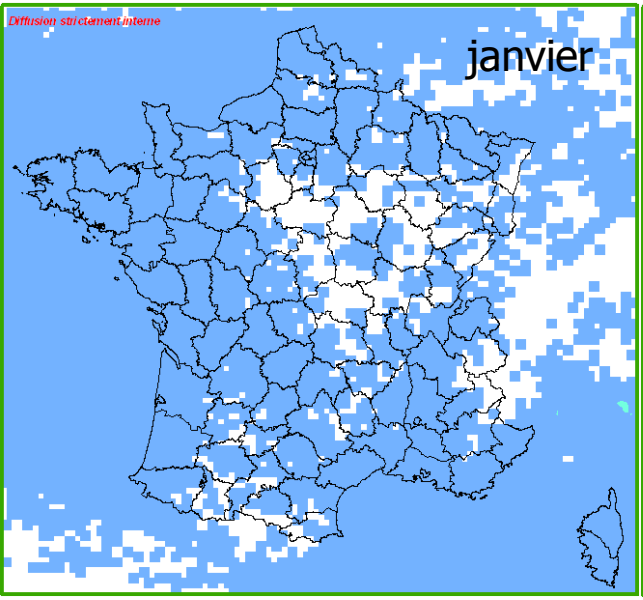
- 1 - 10
- 11 - 50
- 51 - 100
- 101 - 150
- 151 - 200
- 201 - 300
- 301 - 400
- 401 - 500
- 501 - 800
- 801 - 1 000

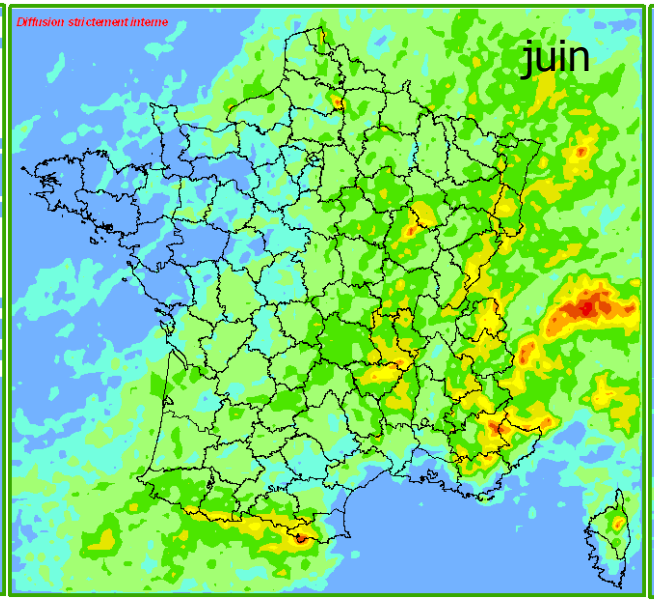
Maille :
10 km X 10 km

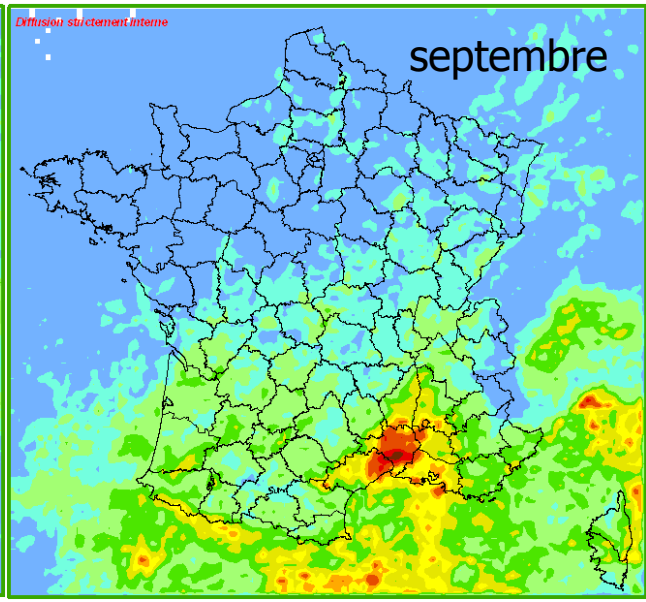
METEO FRANCE
Toujours un temps d'avance

DSO/CMR/Foudre
Janvier 2009

Les orages





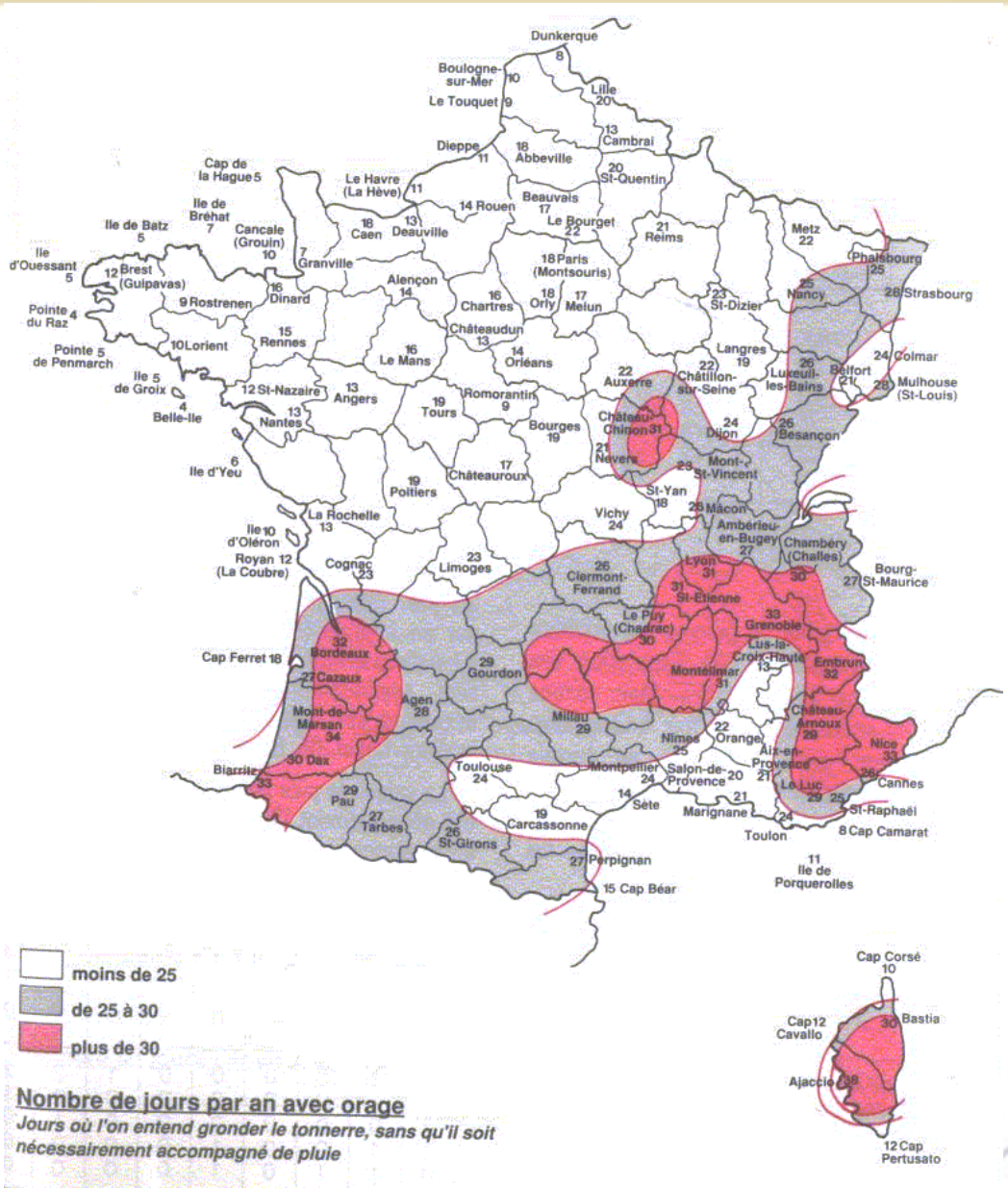


Une grande variabilité suivant les saisons :

- Été : saison la plus orageuse
- Hiver : saison la moins orageuse
- Automne : saison la plus orageuse dans le SE
- Printemps : saison très orageuse dans les terres

Plus d'infos sur le site de la DSO : http://dsonet.dso.meteo.fr/spip.php?article110

Les orages



Moyennes 1951-1980

Météo de la France
Jacques Kessler & André Chambraud

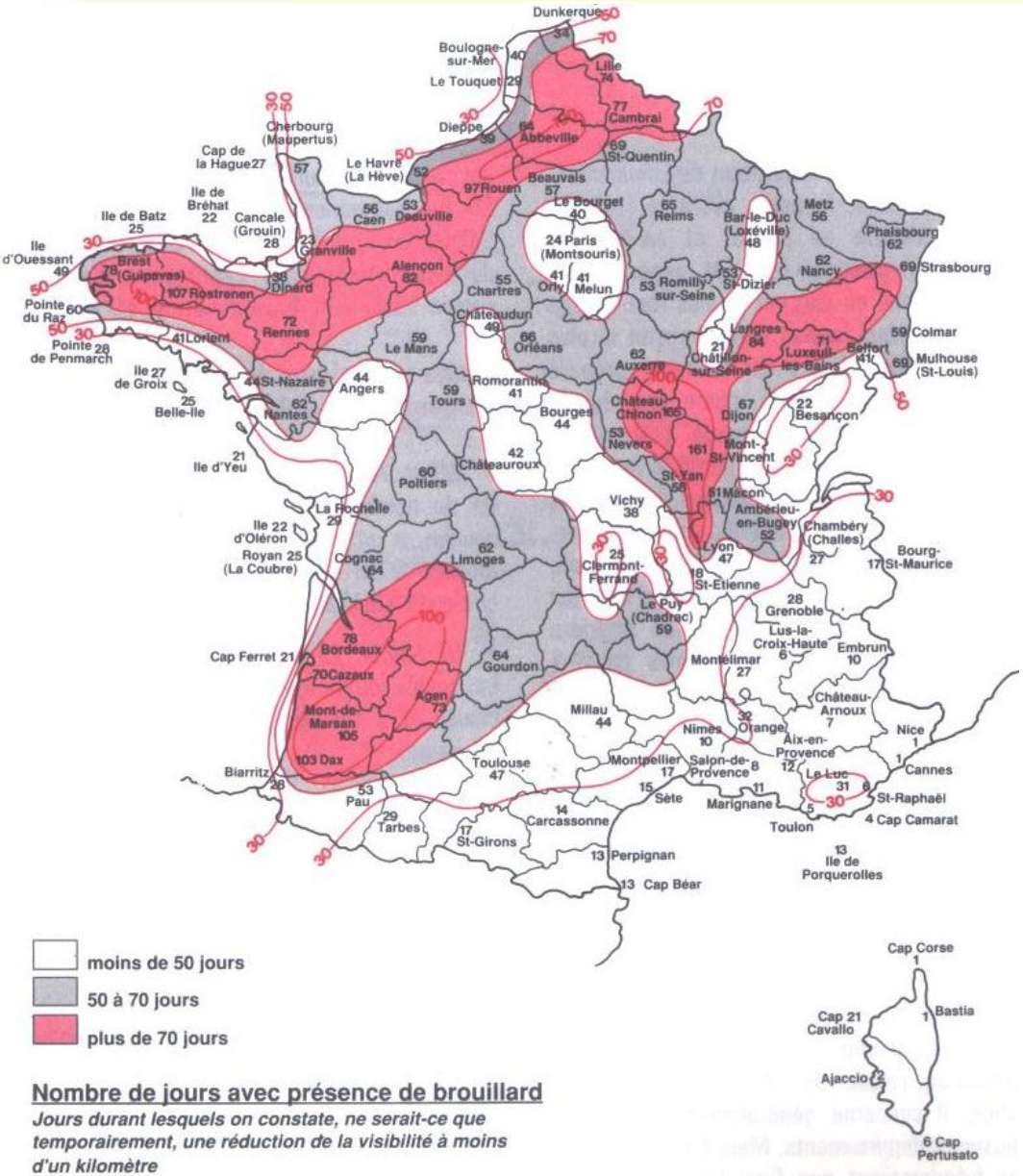
La grêle

Moyennes 1951-1980

Météo de la France
Jacques Kessler & André Chambraud

brouillard

Climatologie du brouillard



Nombre de jours avec présence de brouillard

Jours durant lesquels on constate, ne serait-ce que temporairement, une réduction de la visibilité à moins d'un kilomètre

- Régions les plus concernées :
  - Aquitaine (Landes)
  - Bourgogne (Morvan)
  - Vosges (dpt)
  - Intérieur du NO (Bretagne, Normandie, Picardie, Nord Pas de Calais)
- Régions les moins concernées :
  - Le littoral (en général)
  - La Méditerranée
  - Plaines du Massif Central, des Alpes et des Pyrénées
  - Paris et la petite couronne

Moyennes 1951-1980

Météo de la France
Jacques Kessler & André Chambraud

Quelques liens

Sitographie

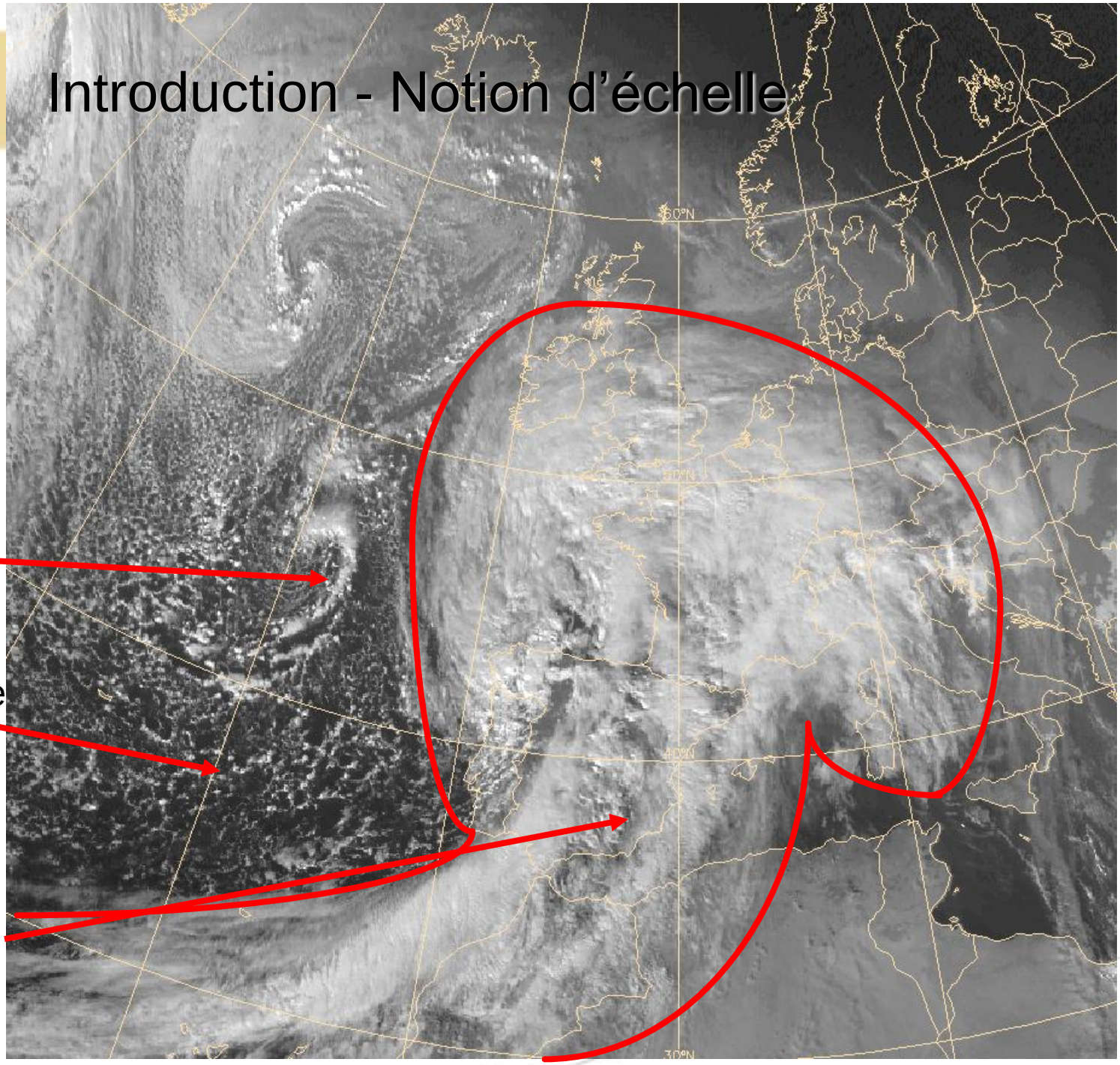
- Site climat de Météo France :
  - http://climat.meteofrance.com/

- Réanalyses GFS
  - http://www.wetterzentrale.de/topkarten/fsreaeur.html
  - http://www.wetterzentrale.de/topkarten/fsrea2eur.html

- Site pluies extrêmes
  - http://pluiesextremes.meteo.fr/

Phénomènes locaux

Introduction - Notion d'échelle



Introduction - Notion d'échelle

Quelques ordres de grandeur :

- Échelle aérologique :
  - de l'ordre de 10 km
  - quelques heures
  - ex : Cb isolé
- Méso-échelle :
  - de l'ordre de 100 km
  - quelques dizaines d'heures
  - ex : convection organisée, vent d'autan
- Échelle synoptique :
  - de l'ordre de 1000 km
  - quelques jours
  - ex : une perturbation

Influence du relief sur l'écoulement

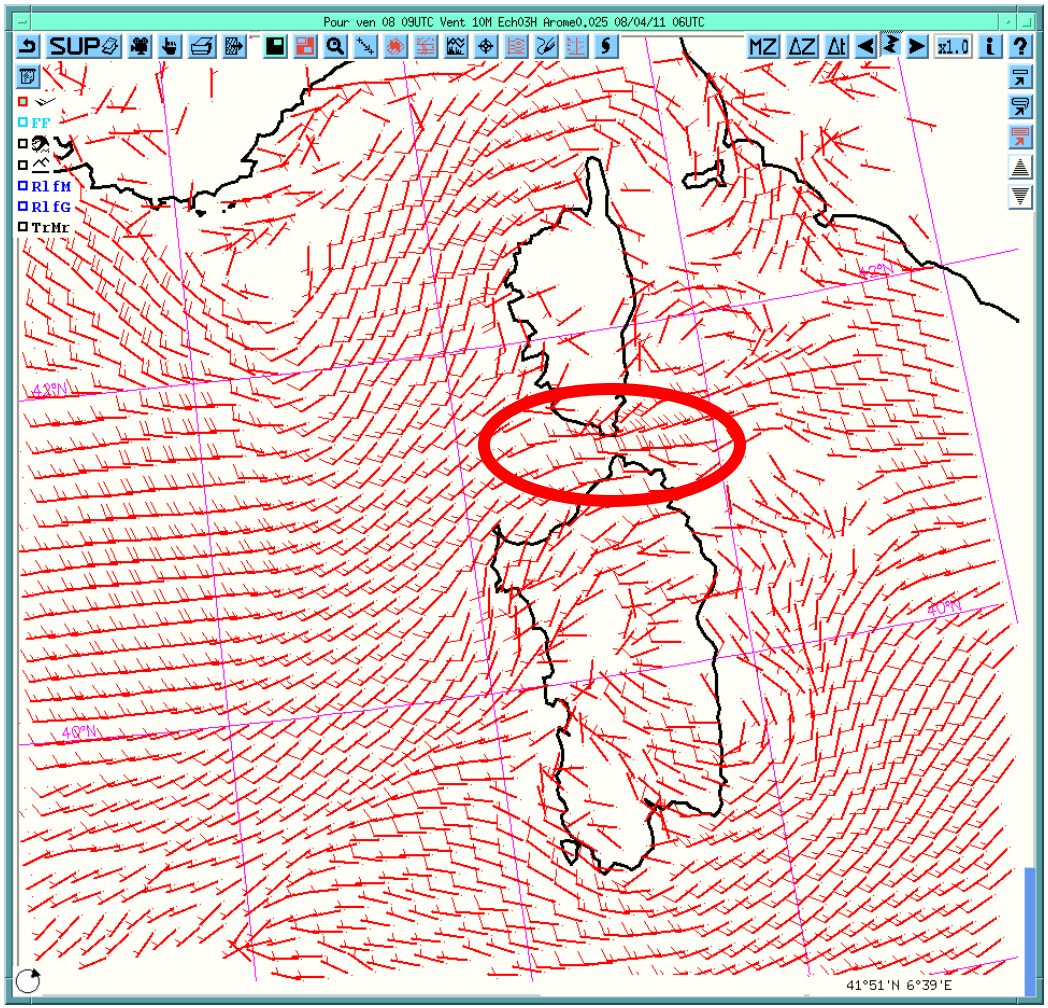
Influence du relief sur l'écoulement

- Effet venturi (vents locaux)

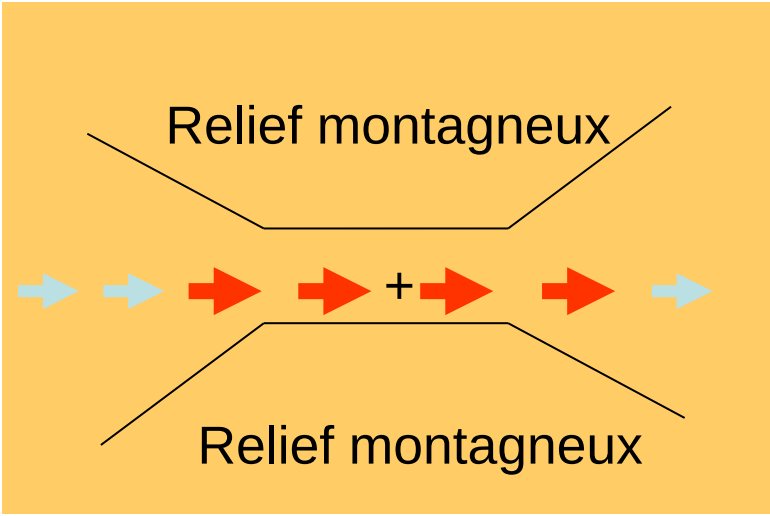
- Effets nuages (Franchissement ou contournement)
  - Ondes orographiques
  - Effet de fœhn
  - Blocage orographique
  - Convergence sous le vent d'un relief

Effet Venturi

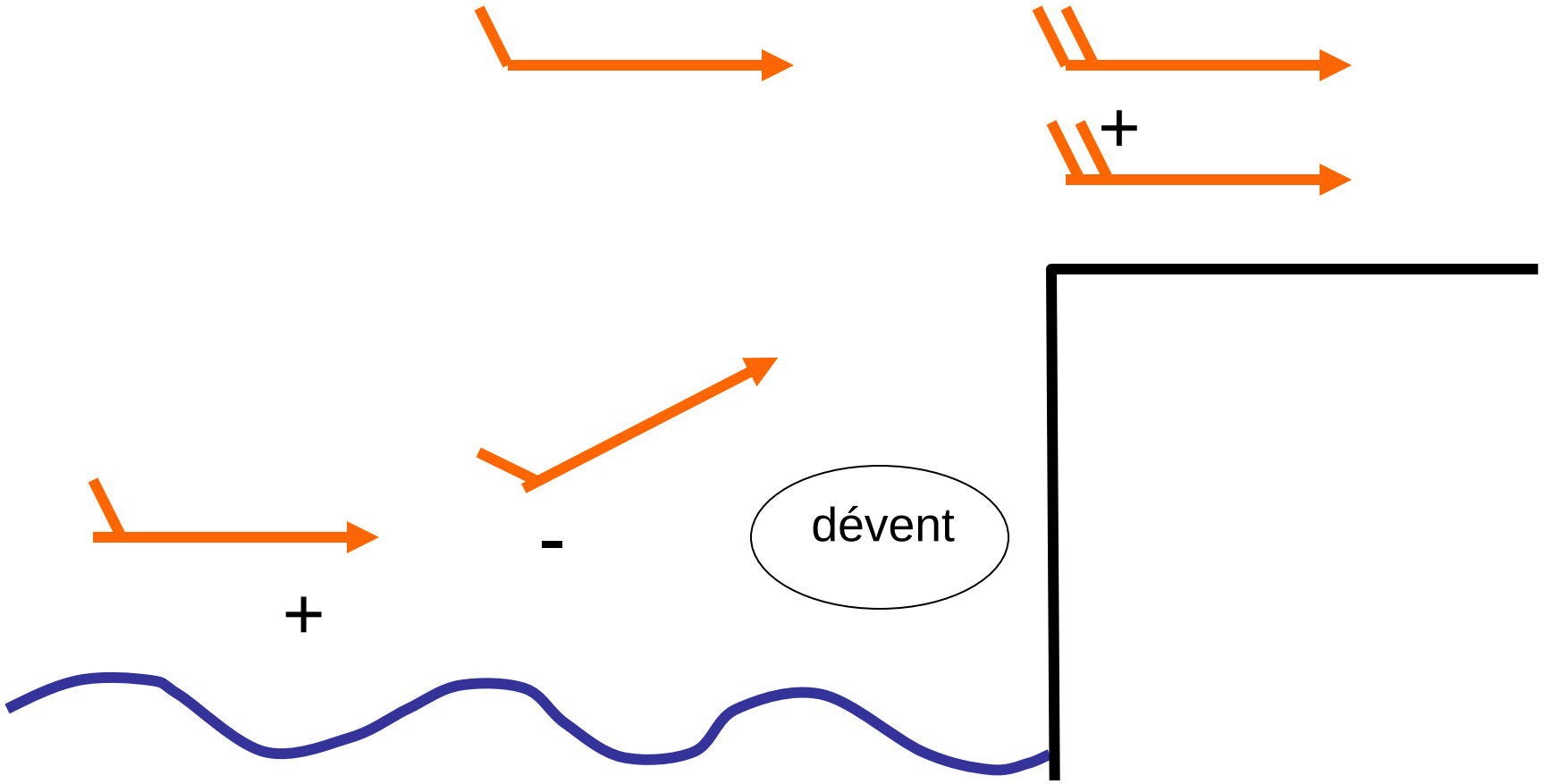
quand la section diminue la vitesse augmente



Ex : Vallée du Rhône, bouches de Bonifacio, Gibraltar, détroit du Pas de Calais…

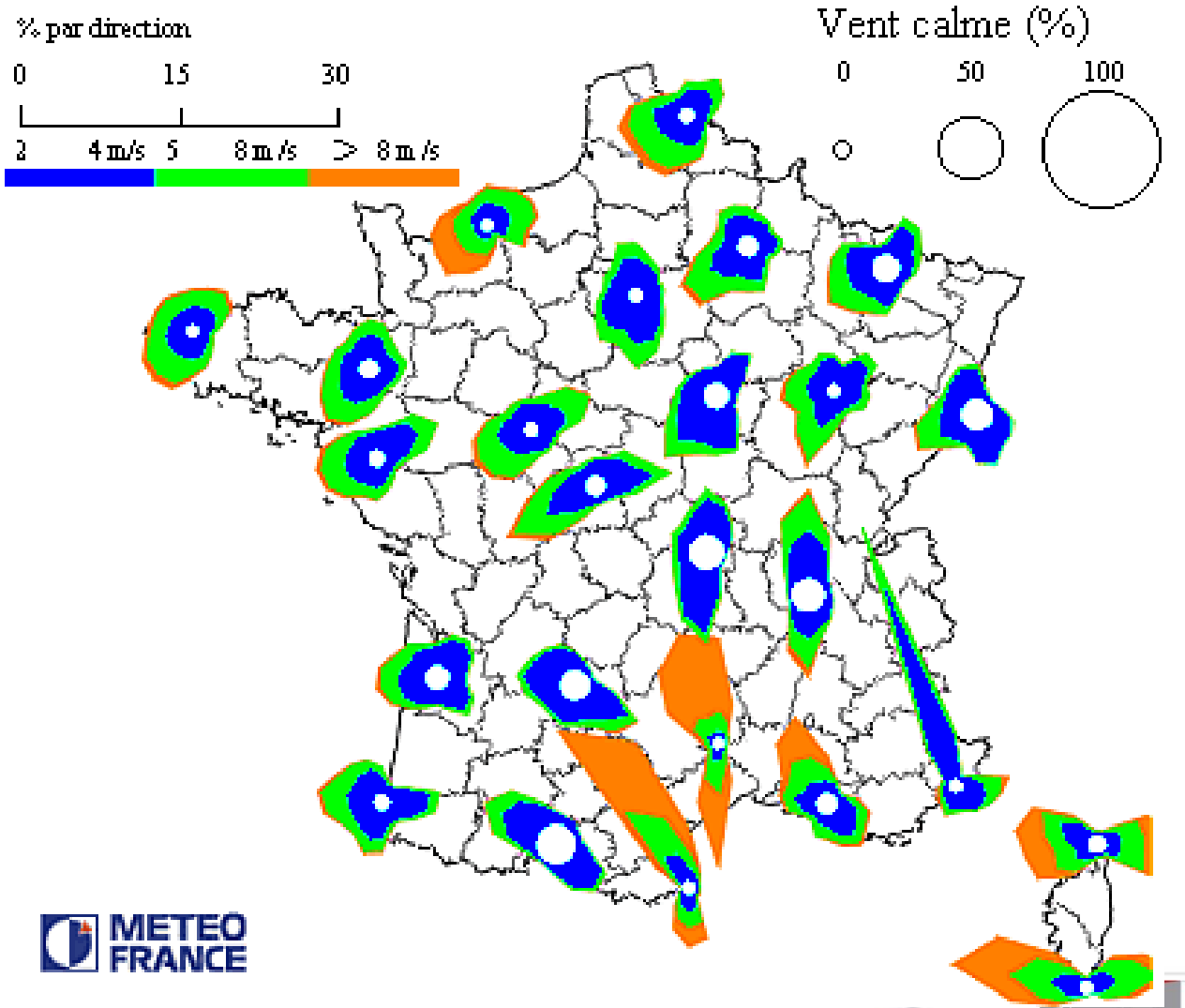


Effet de falaise:
Vent majoritairement normal à la falaise



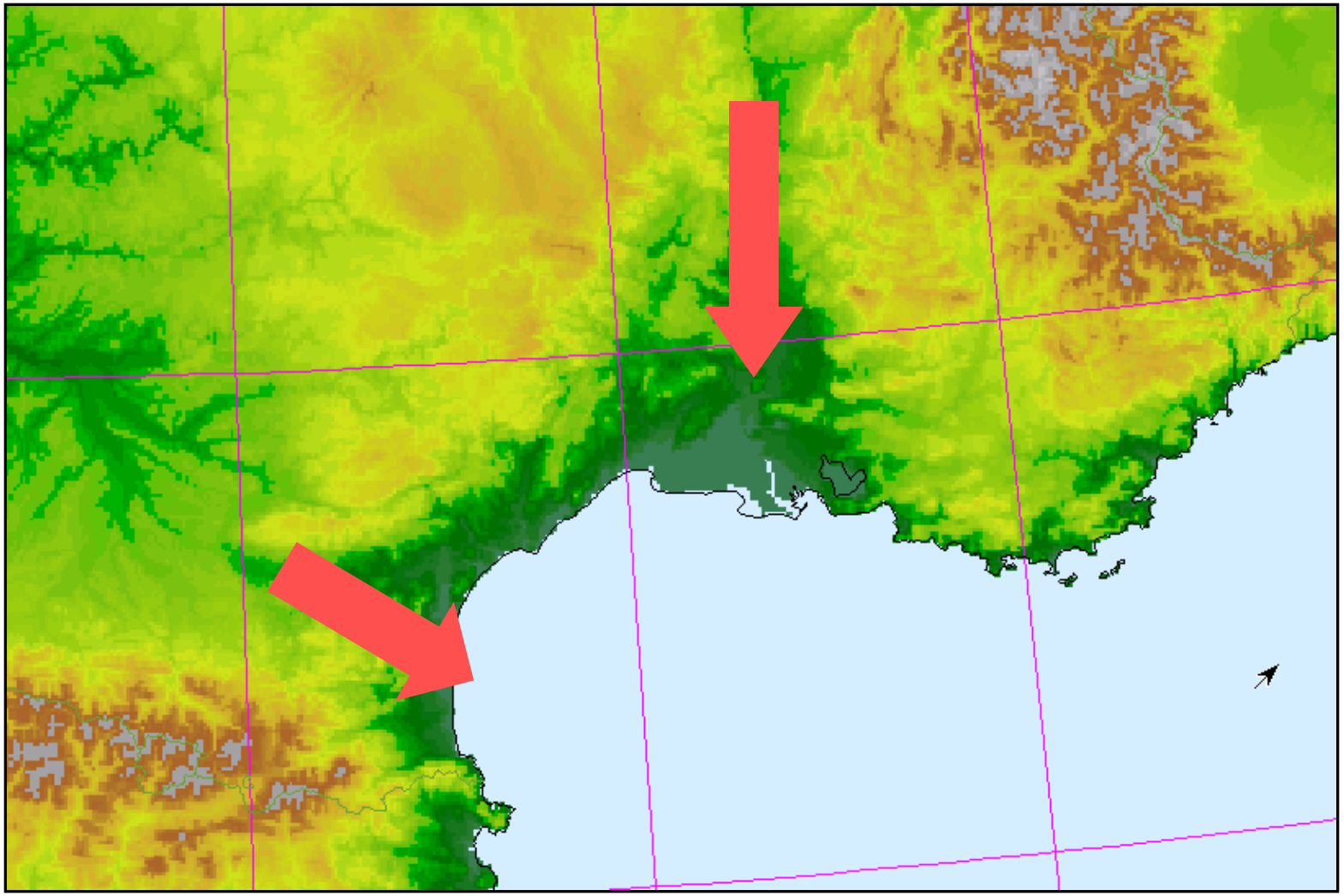
Coupe dans le plan vertical

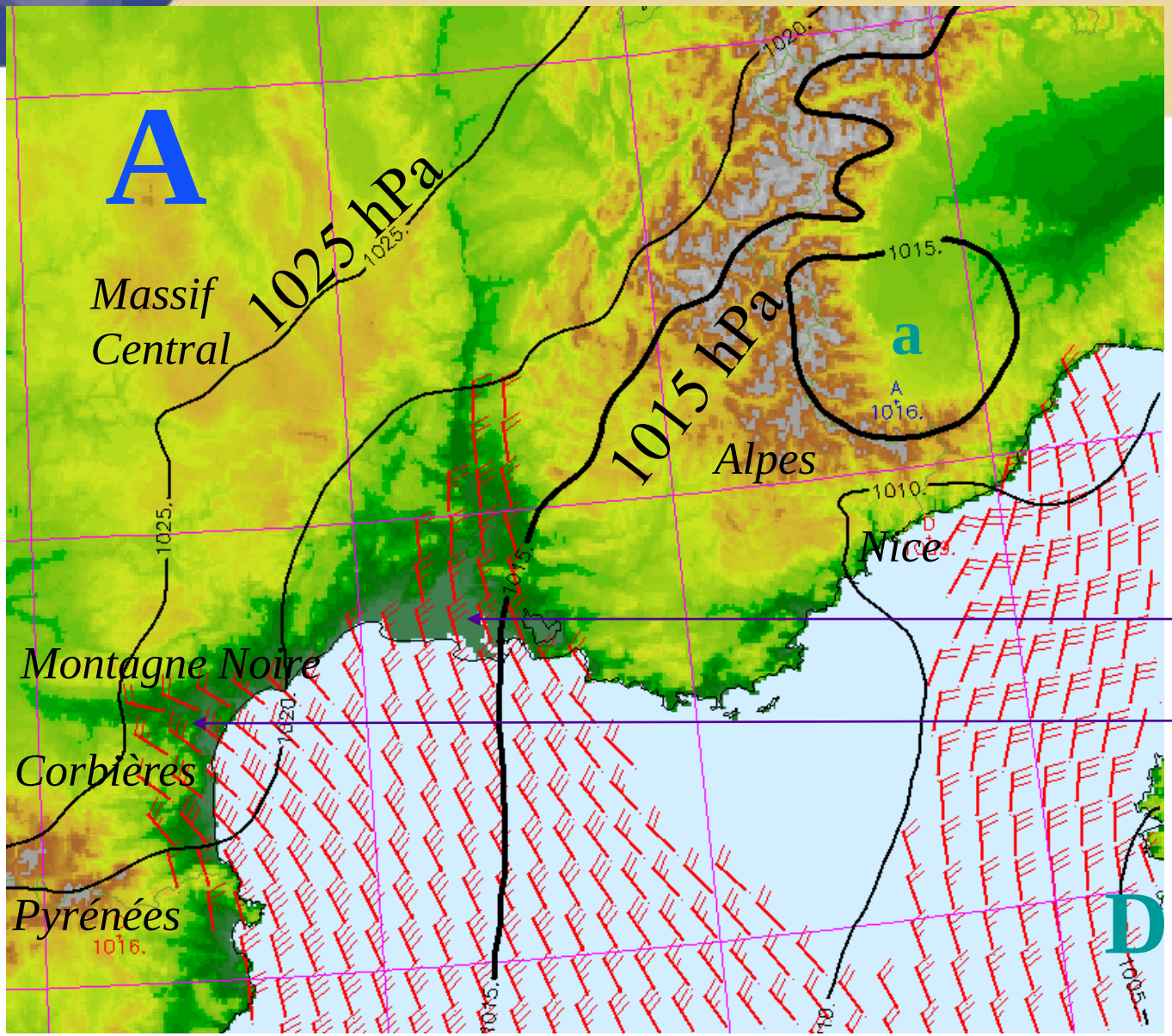
Roses des vents



Carte annuelle période 1981-1990

Influence de la topographie autour de la Méditerranée



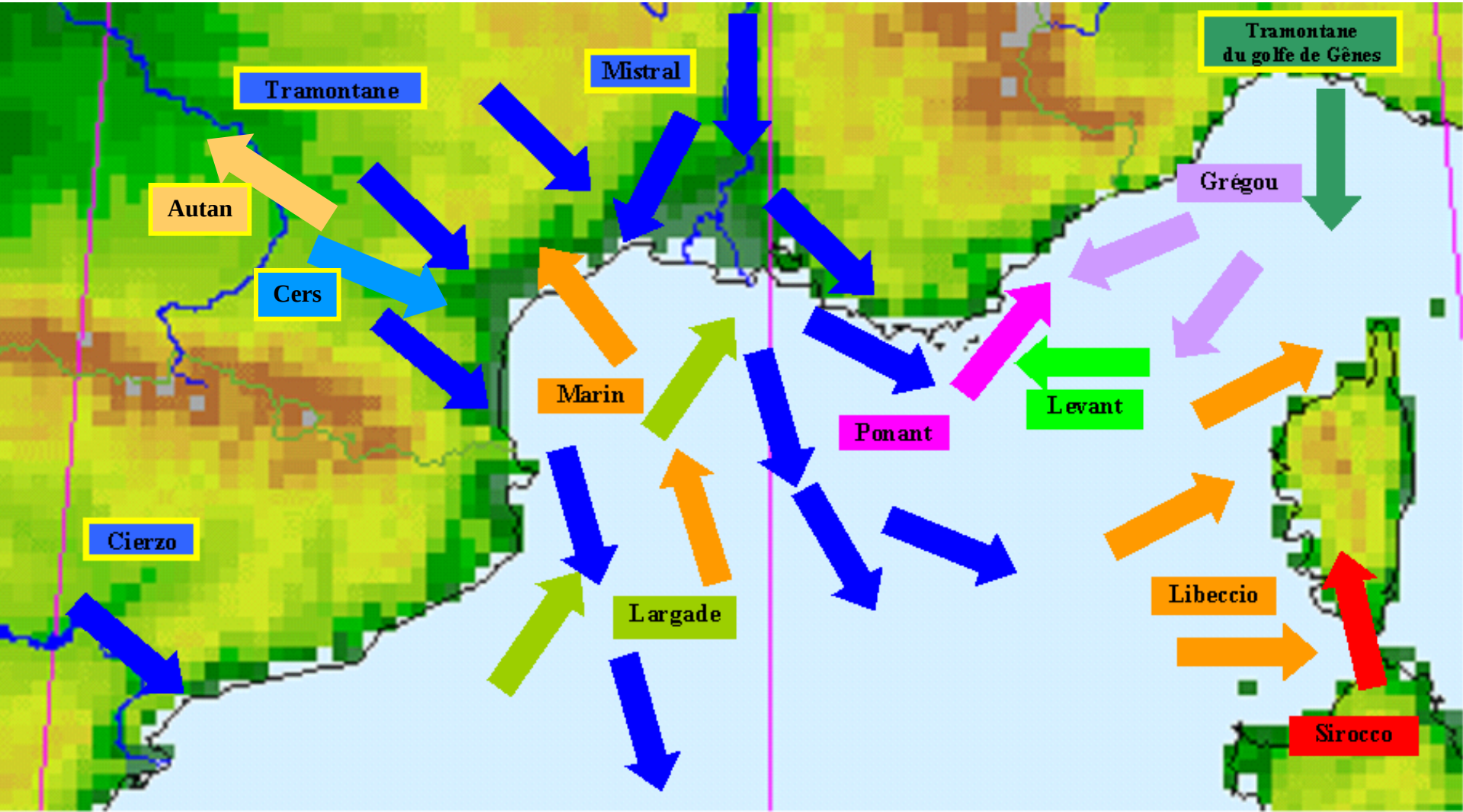


En observant les vents supérieurs à 20 KT on met en évidence les vents régionaux

Situation du 07/11/99 à 12 h UTC vents supérieurs à 20 nd (37 km/h)

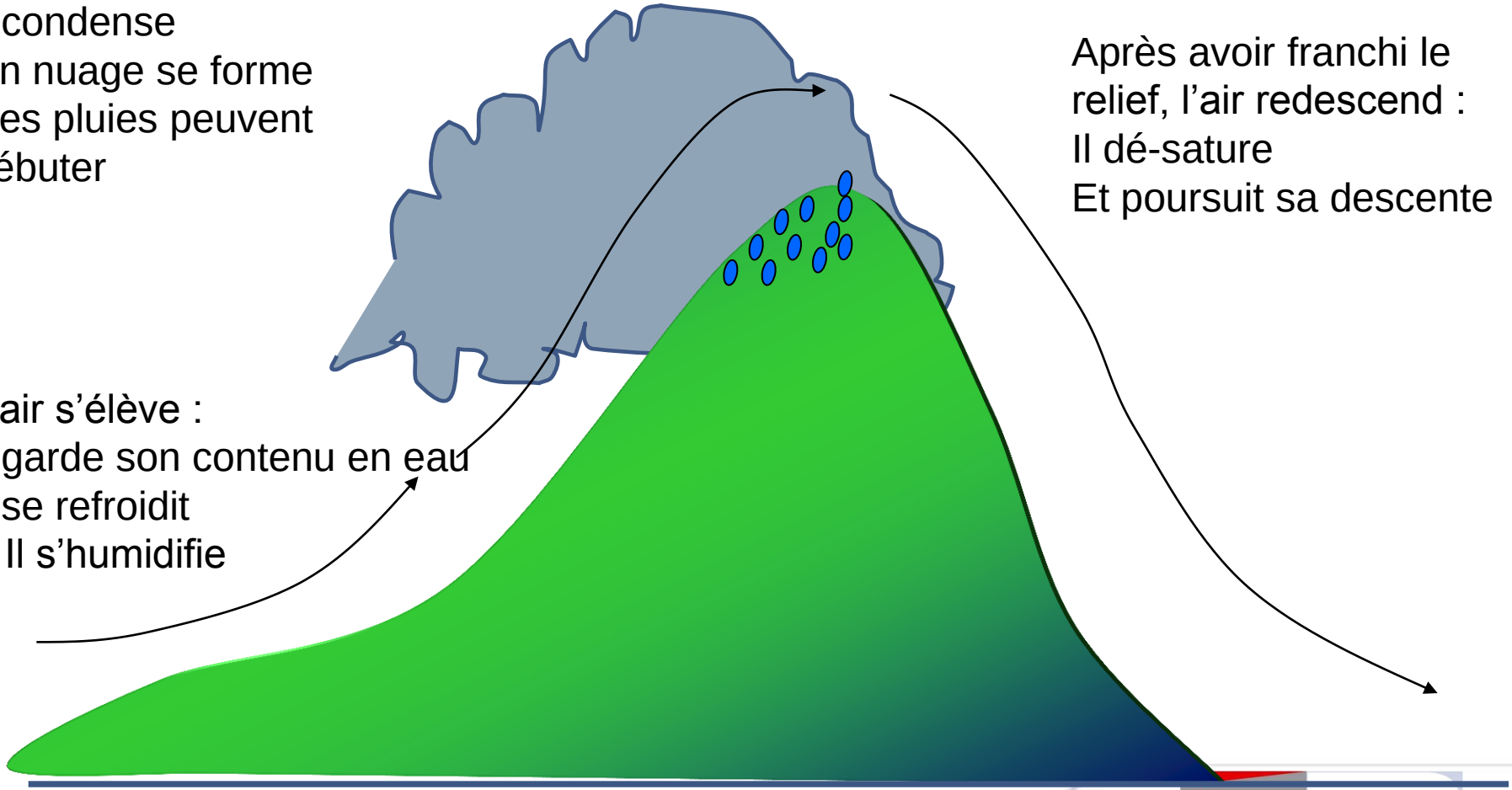
Conclusion

Des vents locaux souvent conséquences de l'orographie



Effet de foehn

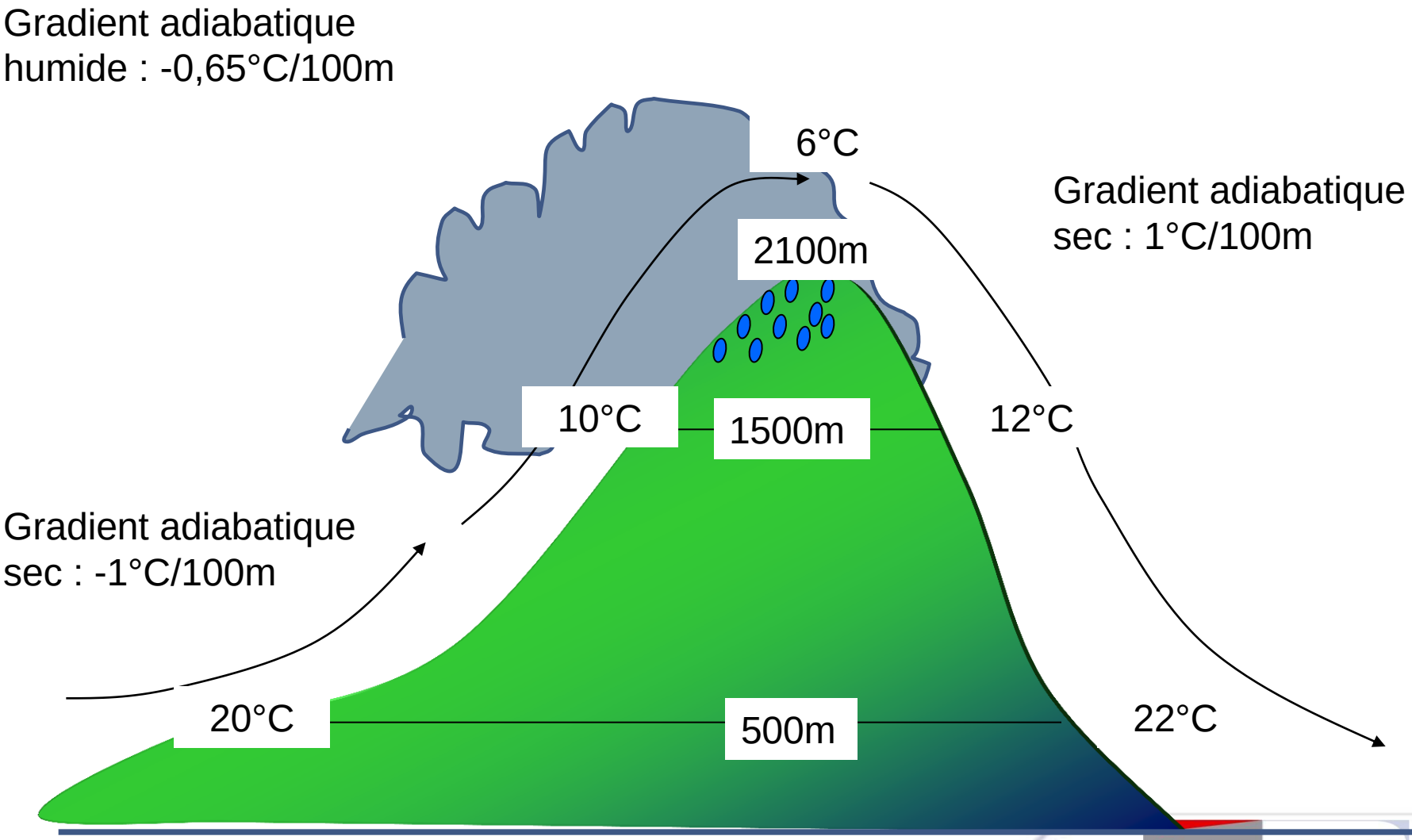
Au bout d'un temps,
l'air arrive à saturation :
Il condense
Un nuage se forme
Des pluies peuvent débuter



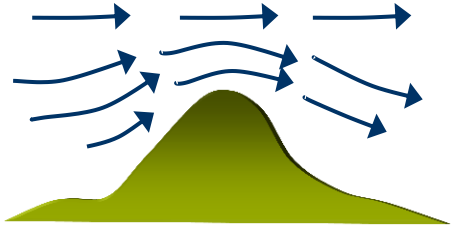
Après avoir franchi le relief, l'air redescend :
Il dé-sature
Et poursuit sa descente

L'air s'élève :
Il garde son contenu en eau
Il se refroidit
> Il s'humidifie

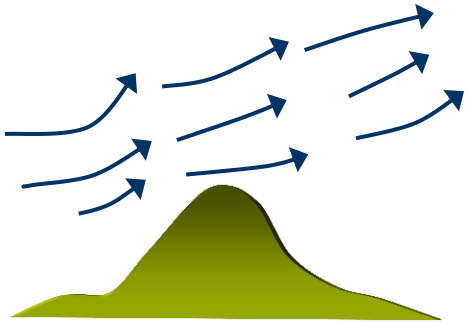
Effet de foehn



Effets orographiques

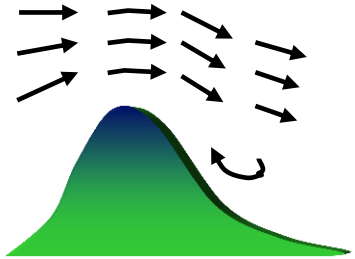


Air stable

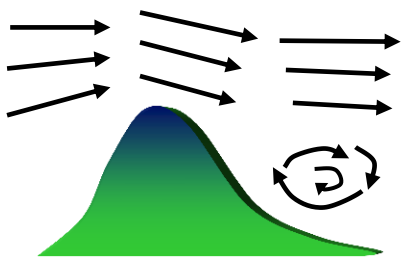


Air instable

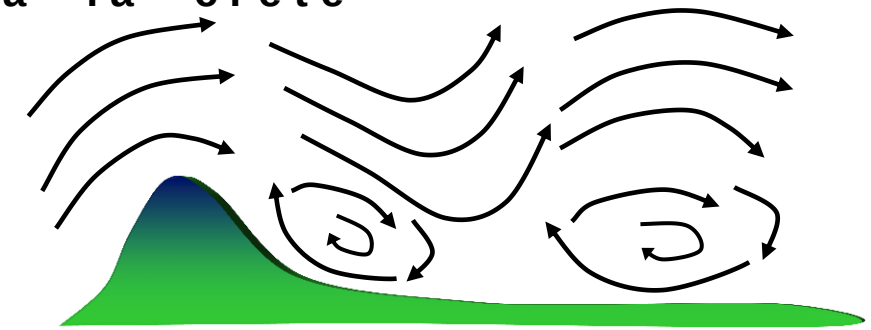
Survitesse à la crête



Vent faible



Vent modéré

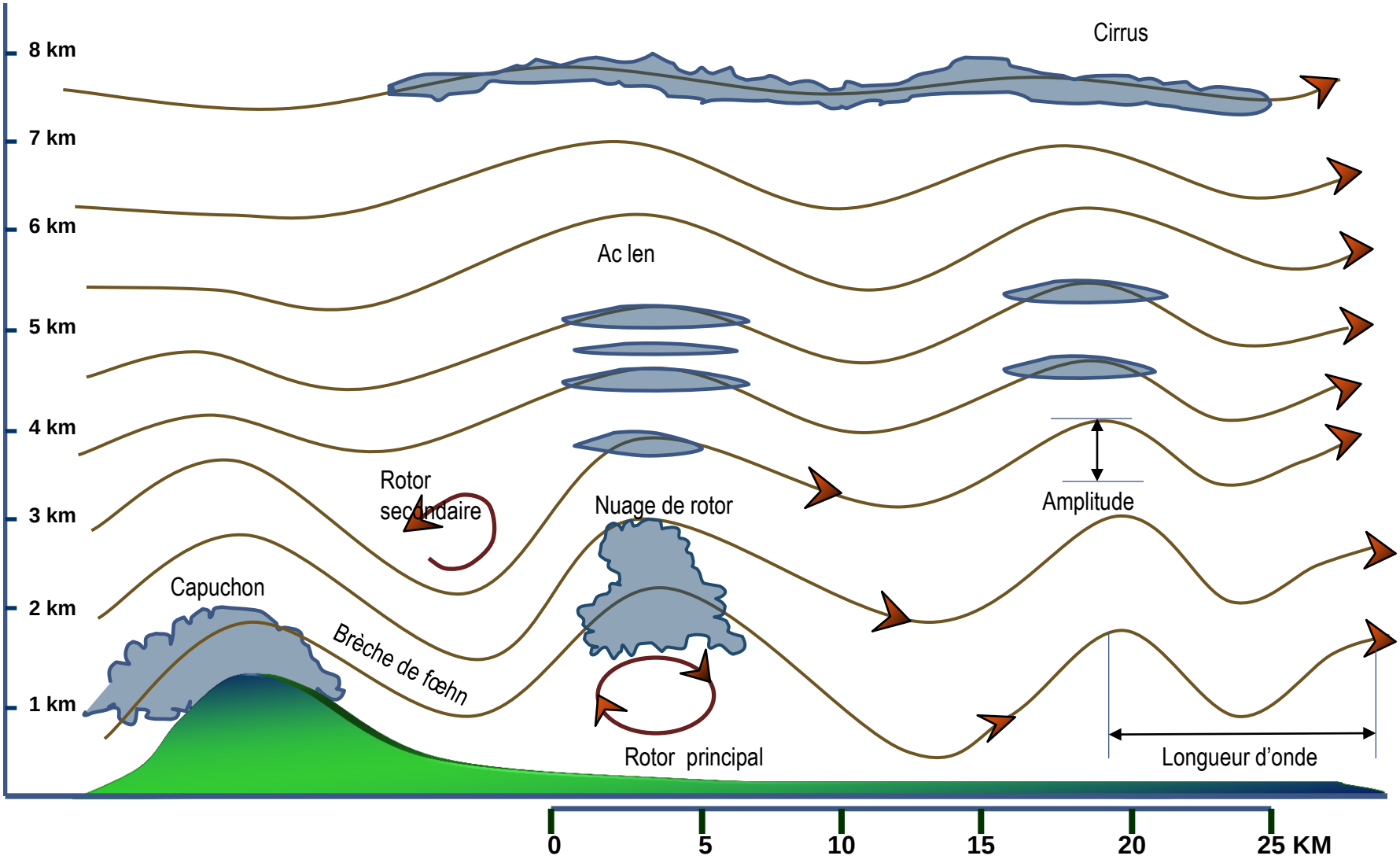


Vent assez fort / fort

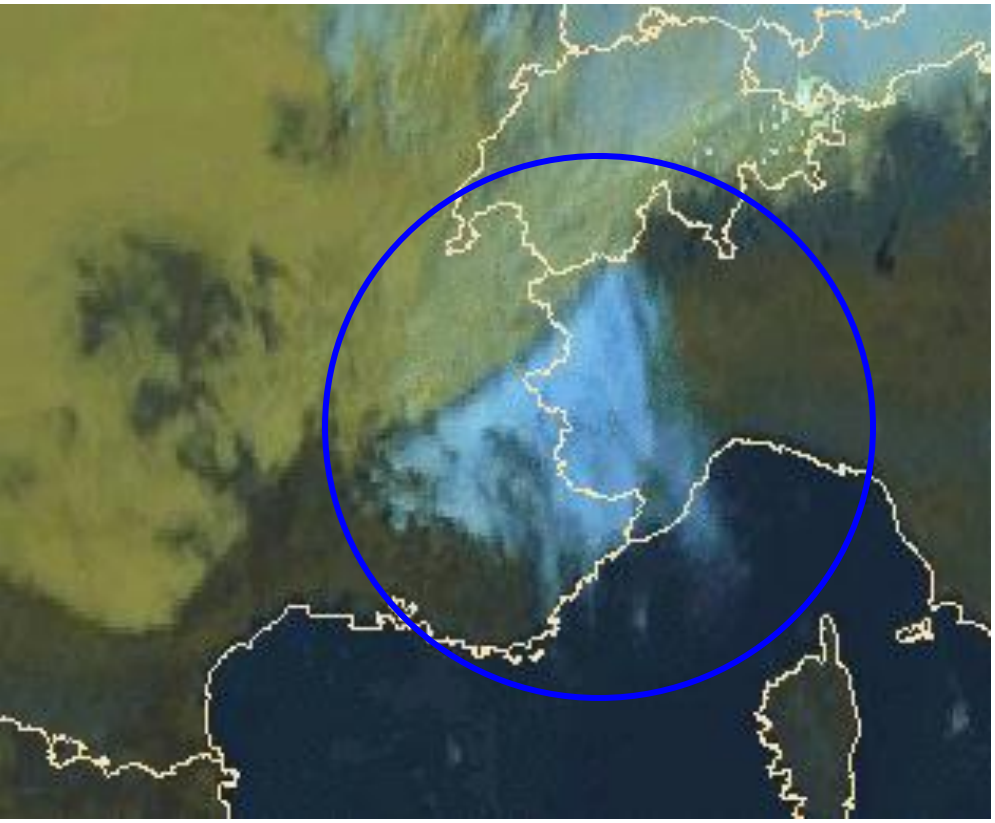
Les ondes se forment si vent proche de la perpendiculaire au relief, par air stable et vent suffisamment fort qui se renforce avec l'altitude.

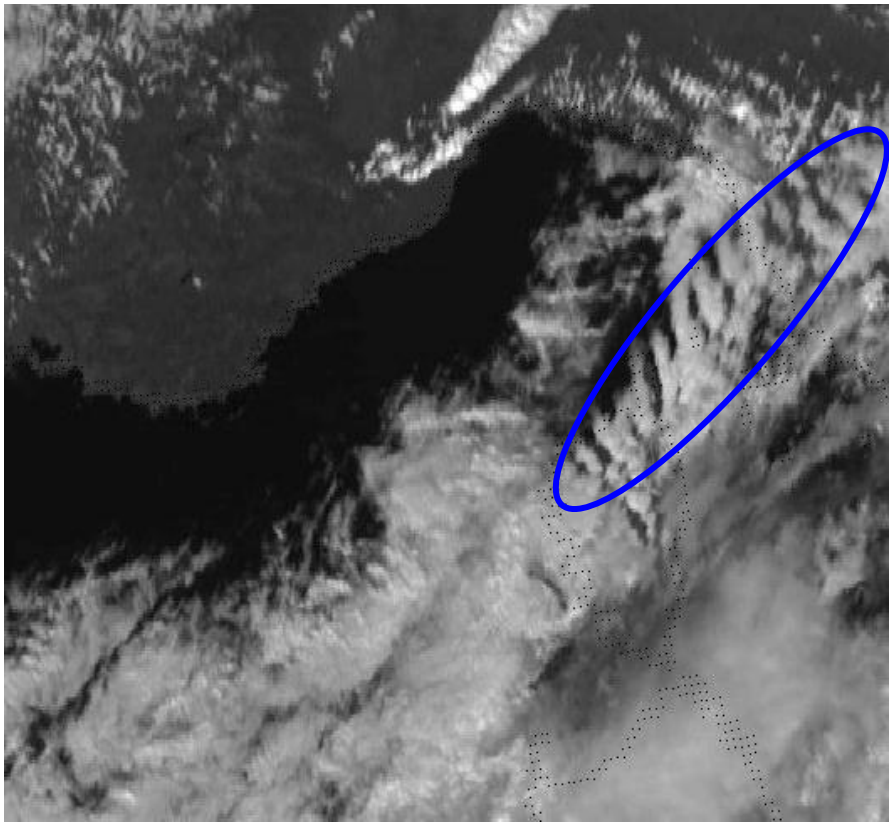
Effets orographiques

Effet sensible jusqu'à dix fois la hauteur de l'obstacle



Effet de foehn





Foehn d’un côté, mais blocage orographique de l’autre !

Que remarquez-vous ?

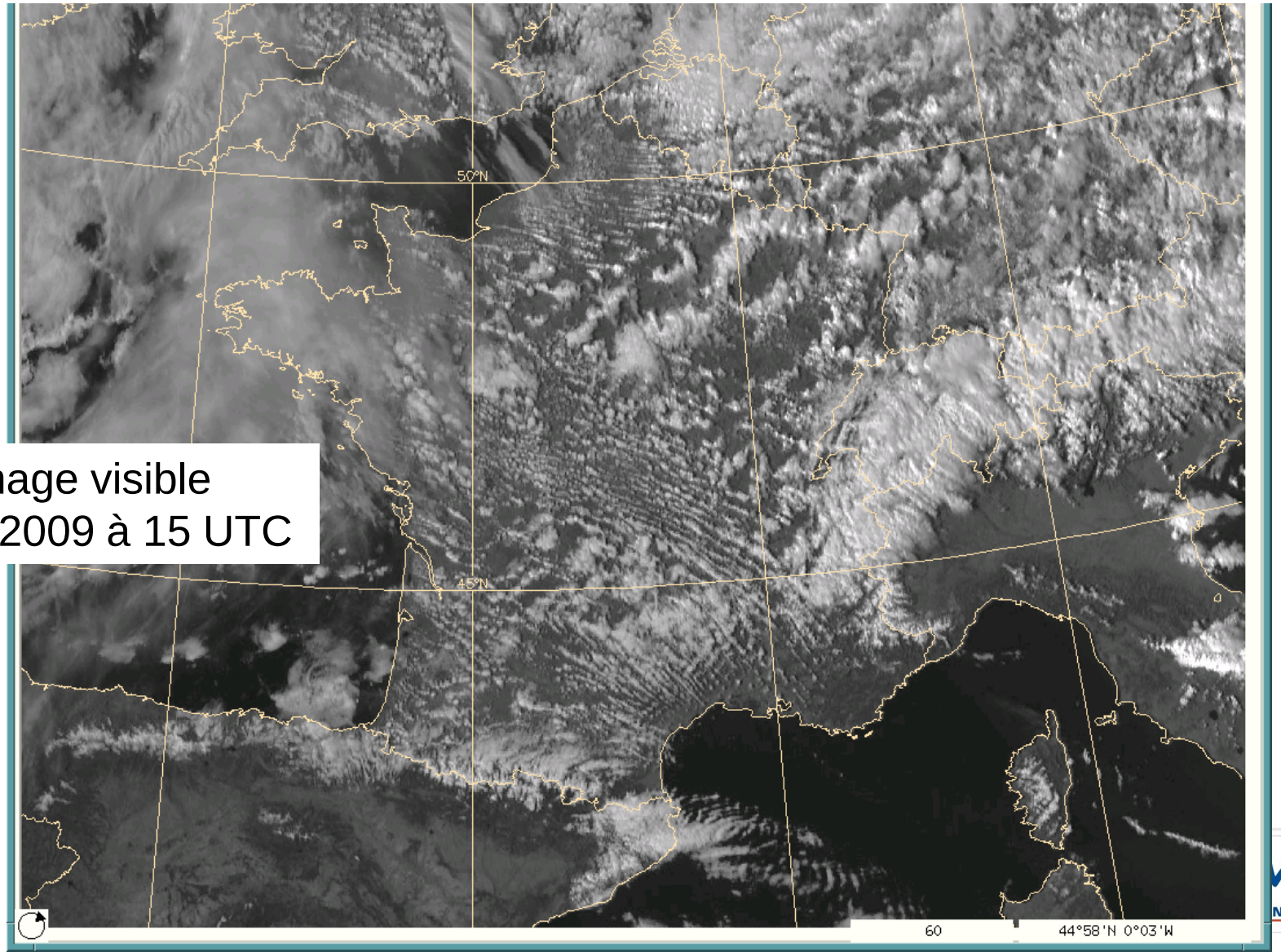
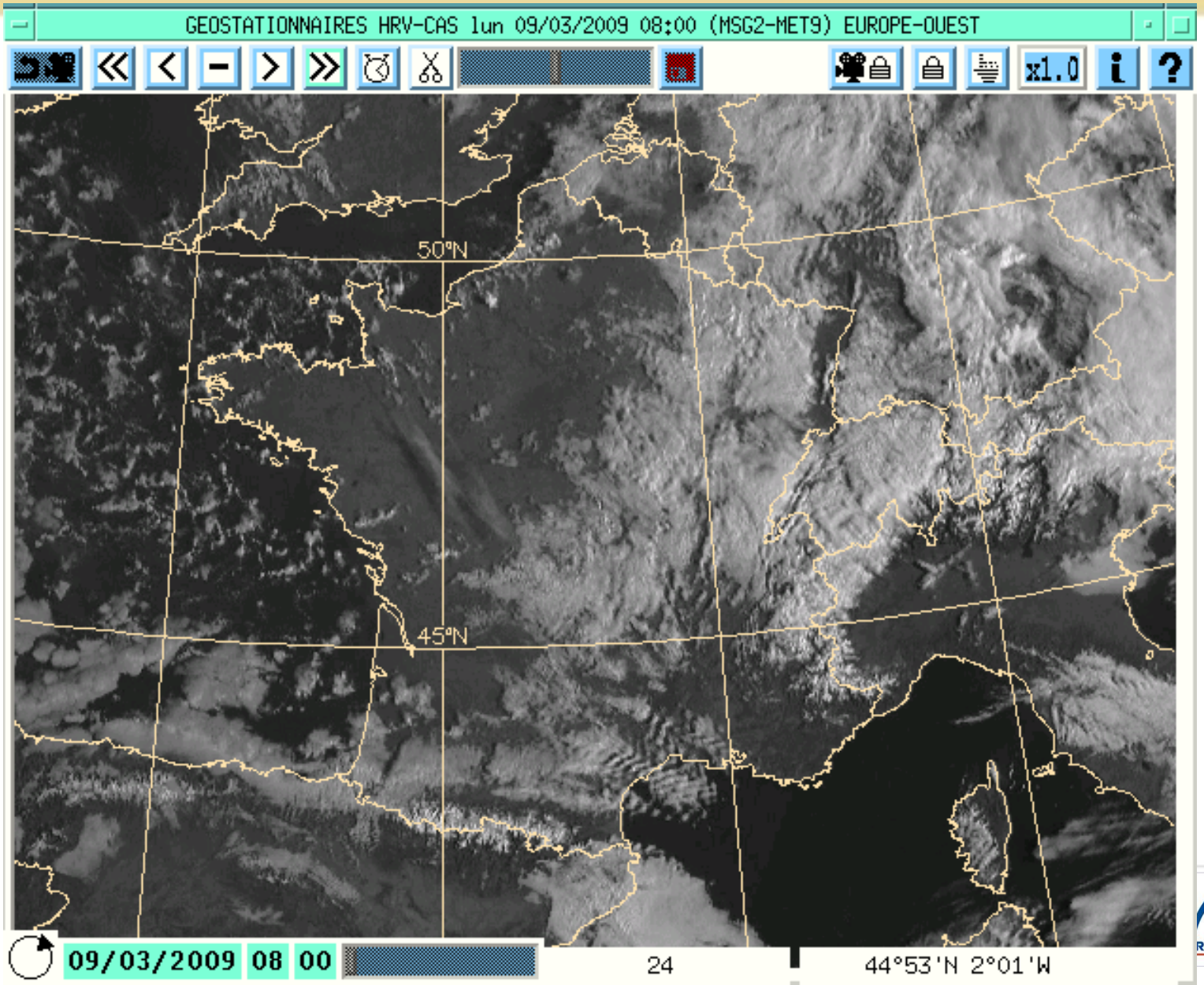


Image visible
09/03/2009 à 15 UTC

Foehn d'un côté, mais blocage orographique de l'autre !



Illustrations effet de foehn

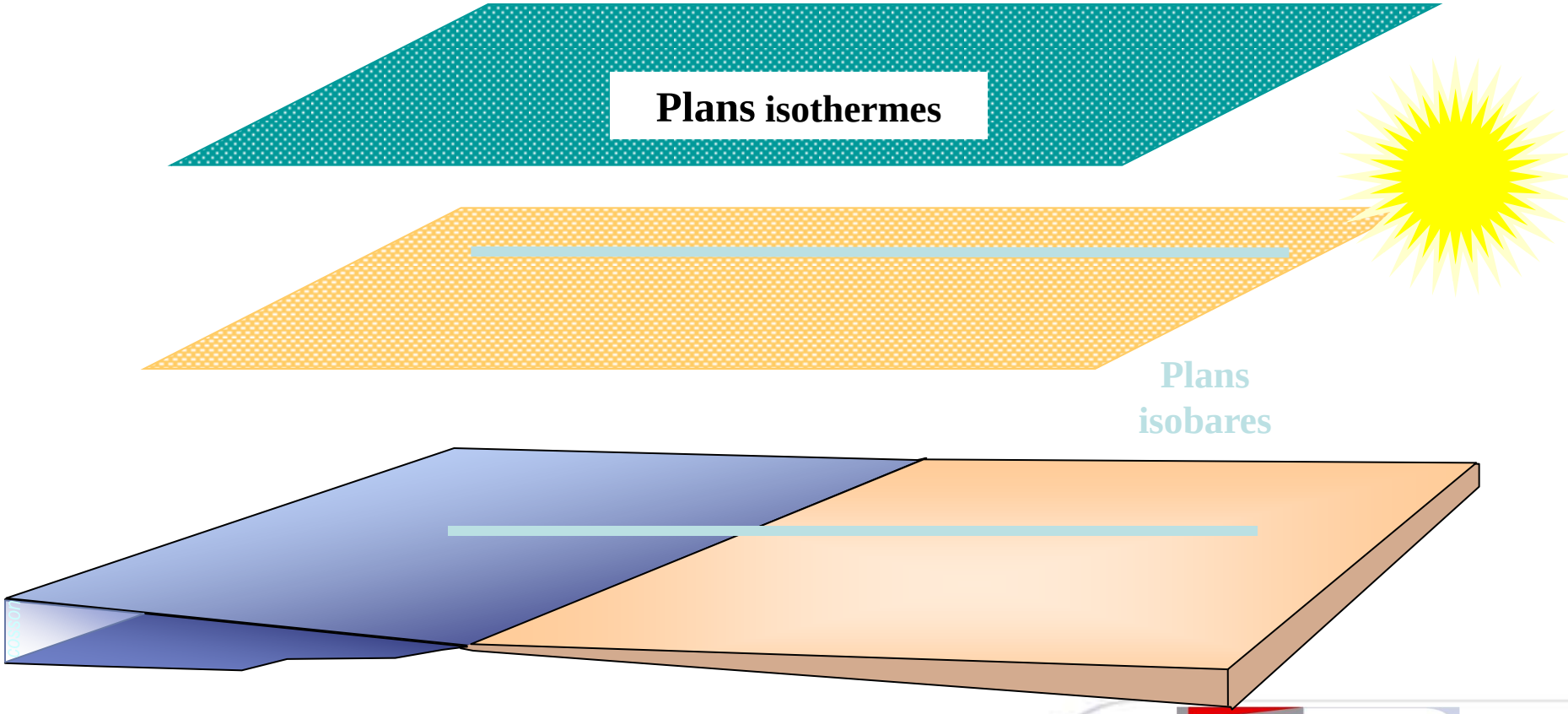
Influence de la nature des sols

3. Influence de la nature des sols

- Chauffage différentiel
  - Effets de brises
  - Îlot de chaleur urbain
  - Exemple des Landes
  - Effet de cuvette (développé jeudi)

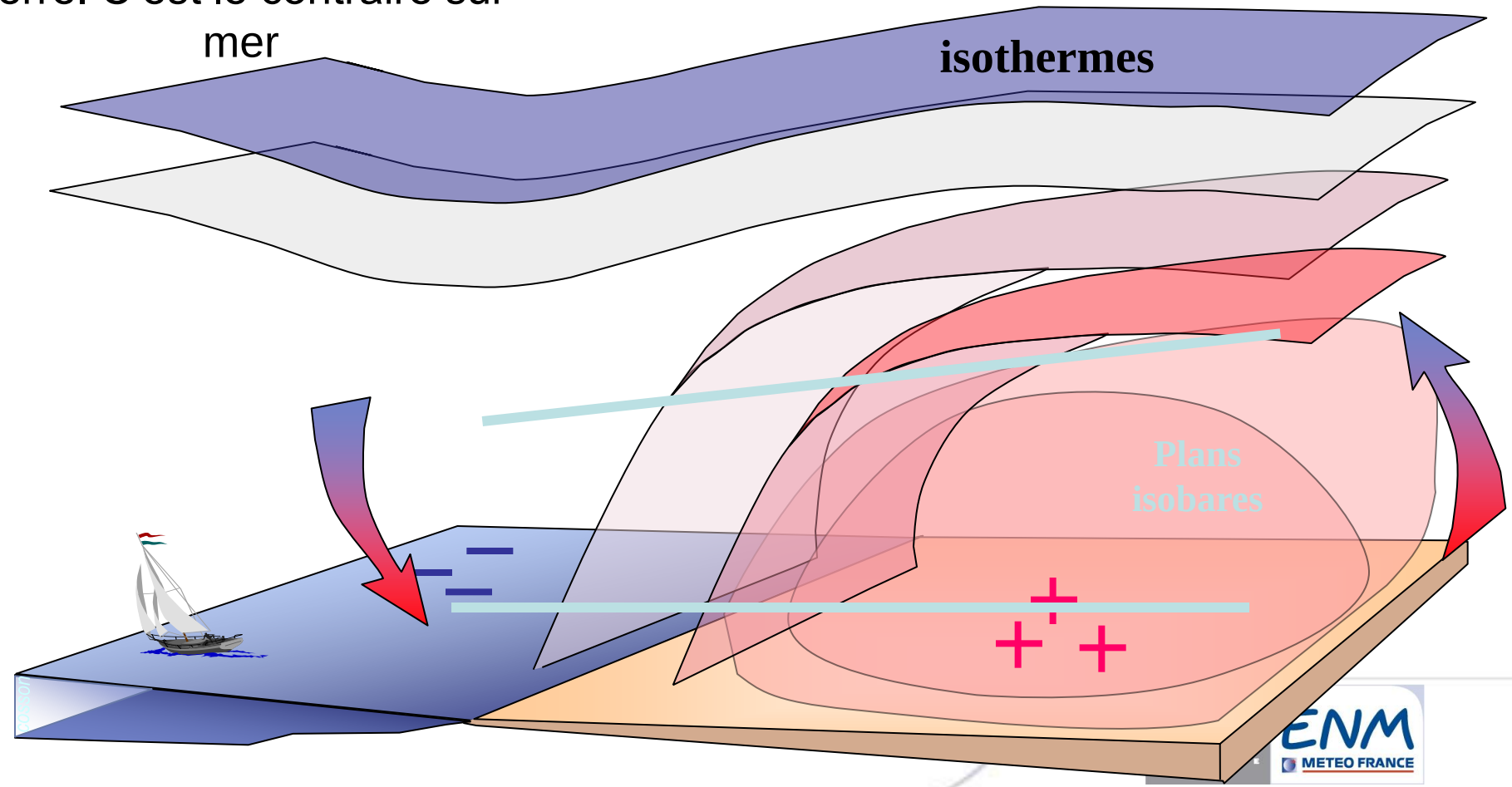
Les brises marines

Quand les températures sont égales, isothermes et isobares sont horizontales. Il n'y a pas de brise.



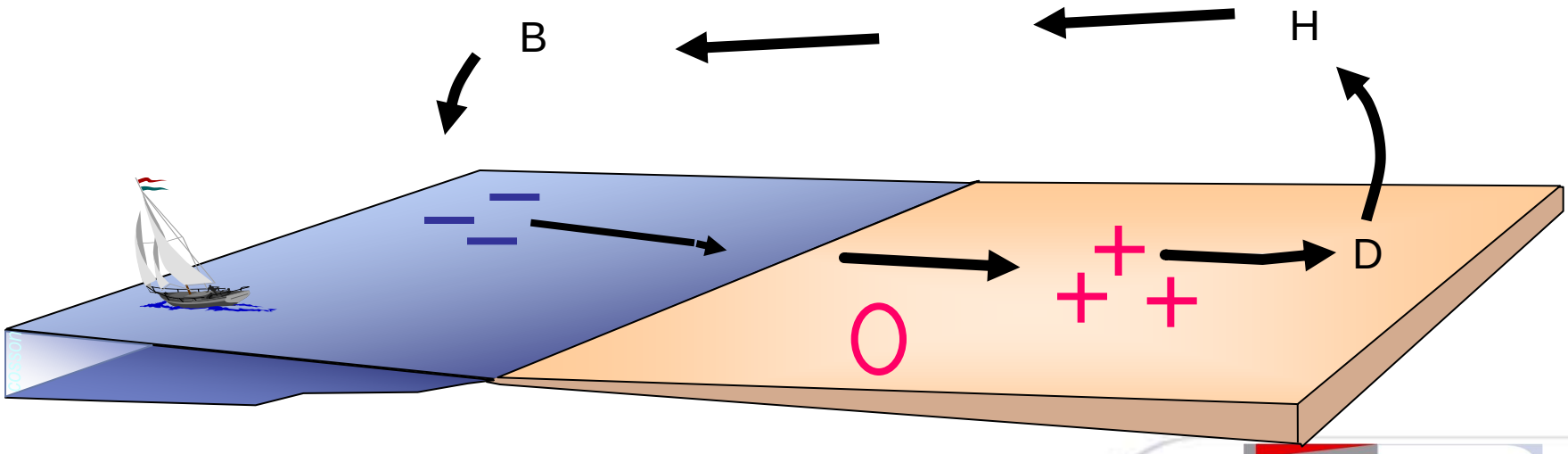
Les brises marines

Avec le chauffage du soleil, l'air chaud va avoir tendance à s'élever au dessus de la Terre. C'est le contraire sur mer



Les brises marines

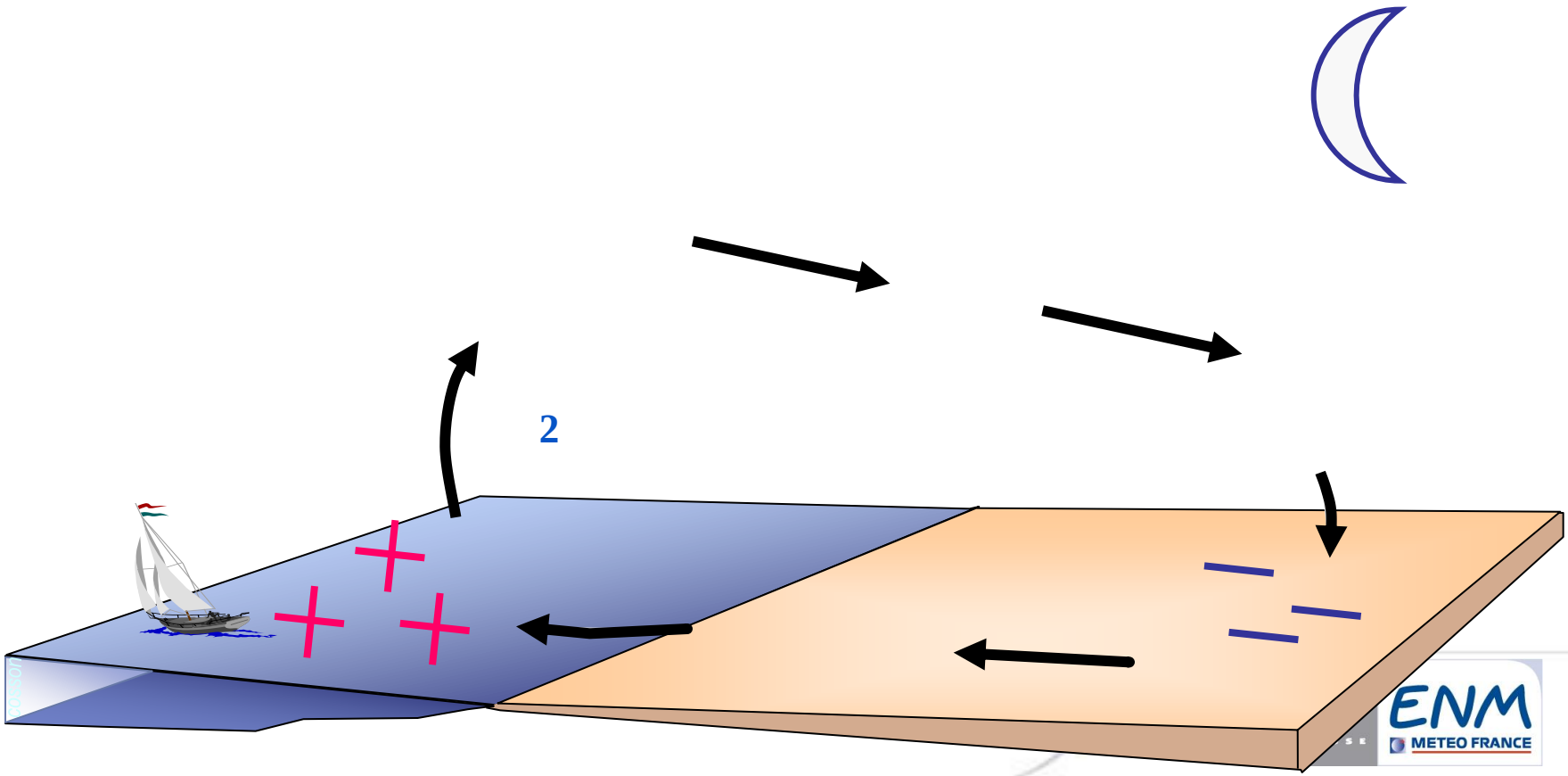
- La boucle de brise est asymétrique
- La brise de mer « pure » rentre du large



Les brises marines

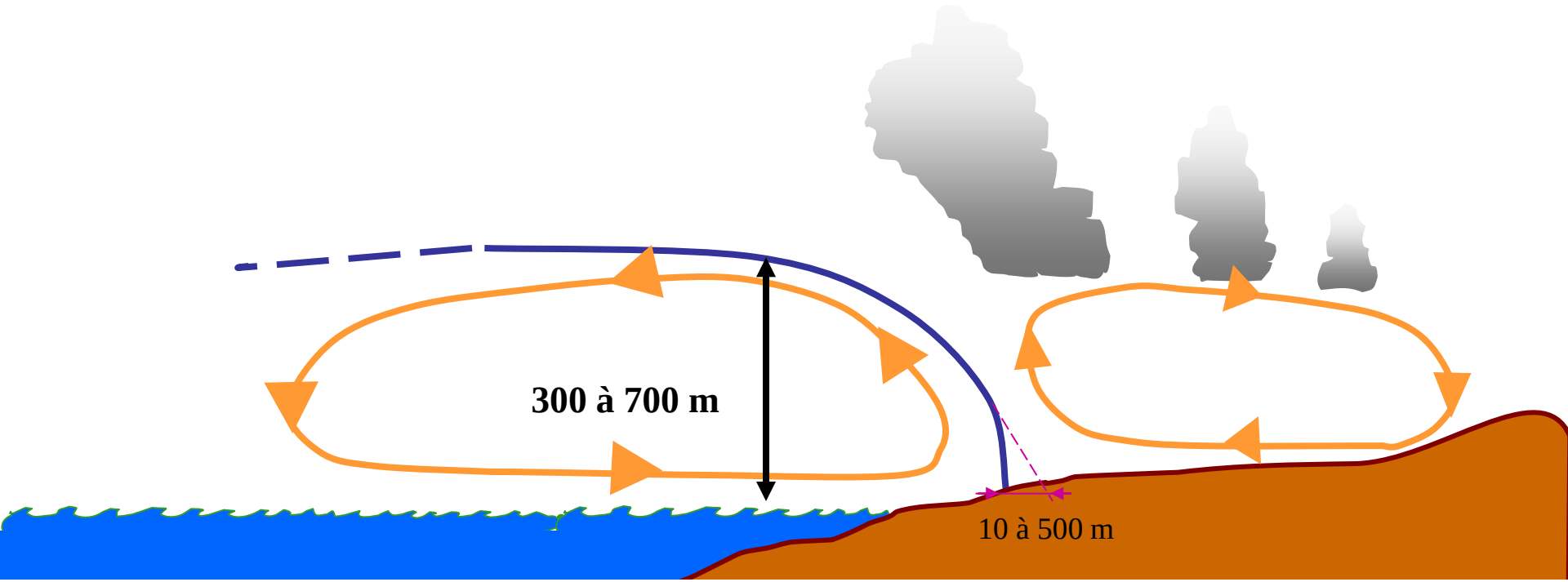
La nuit le phénomène s'inverse :

- La boucle de brise nocturne est moindre que la diurne (moins épaisse ; s'étend moins vers le large)



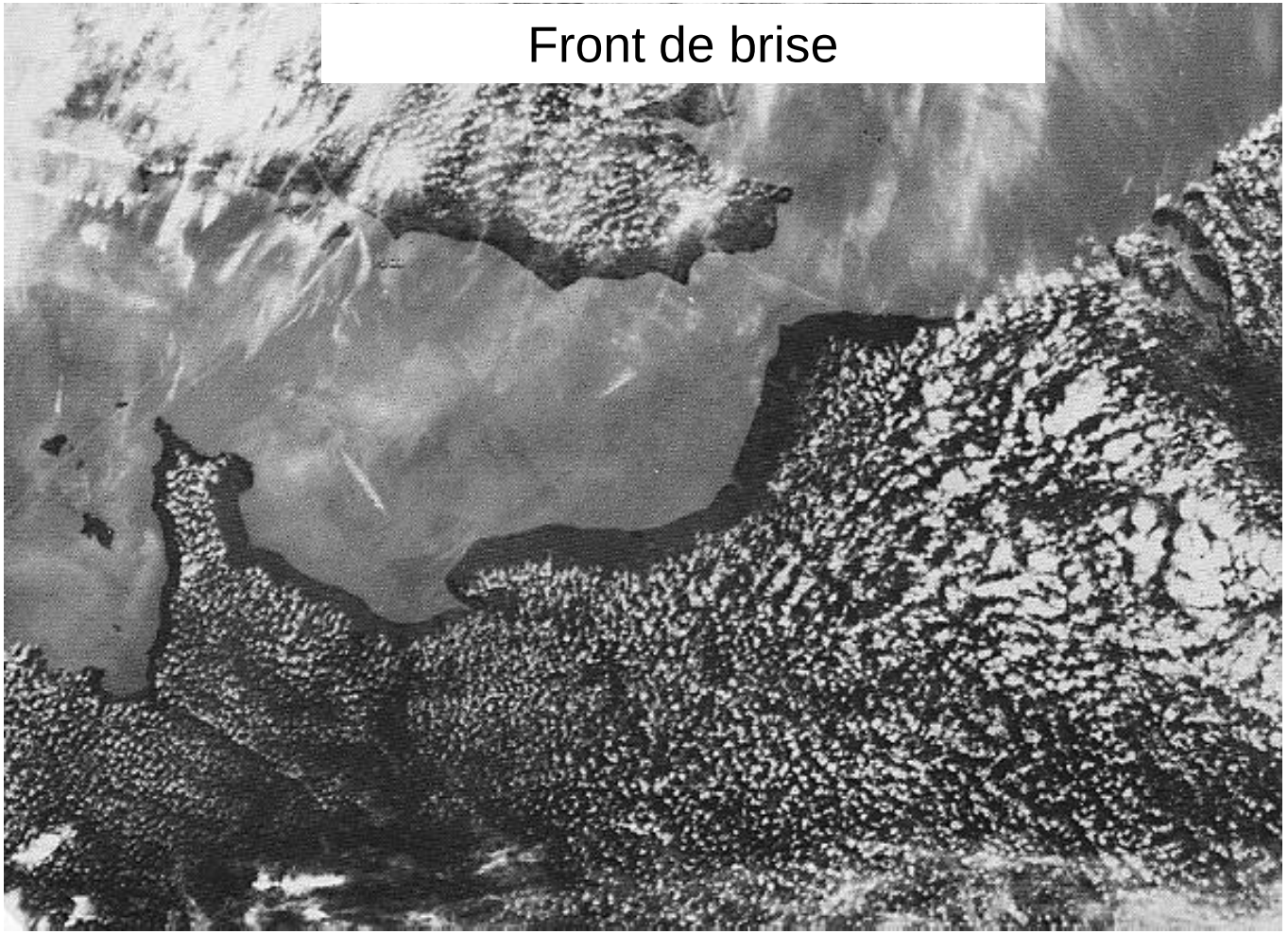
Les brises marines

Qu’appelle-t-on front de brise ?



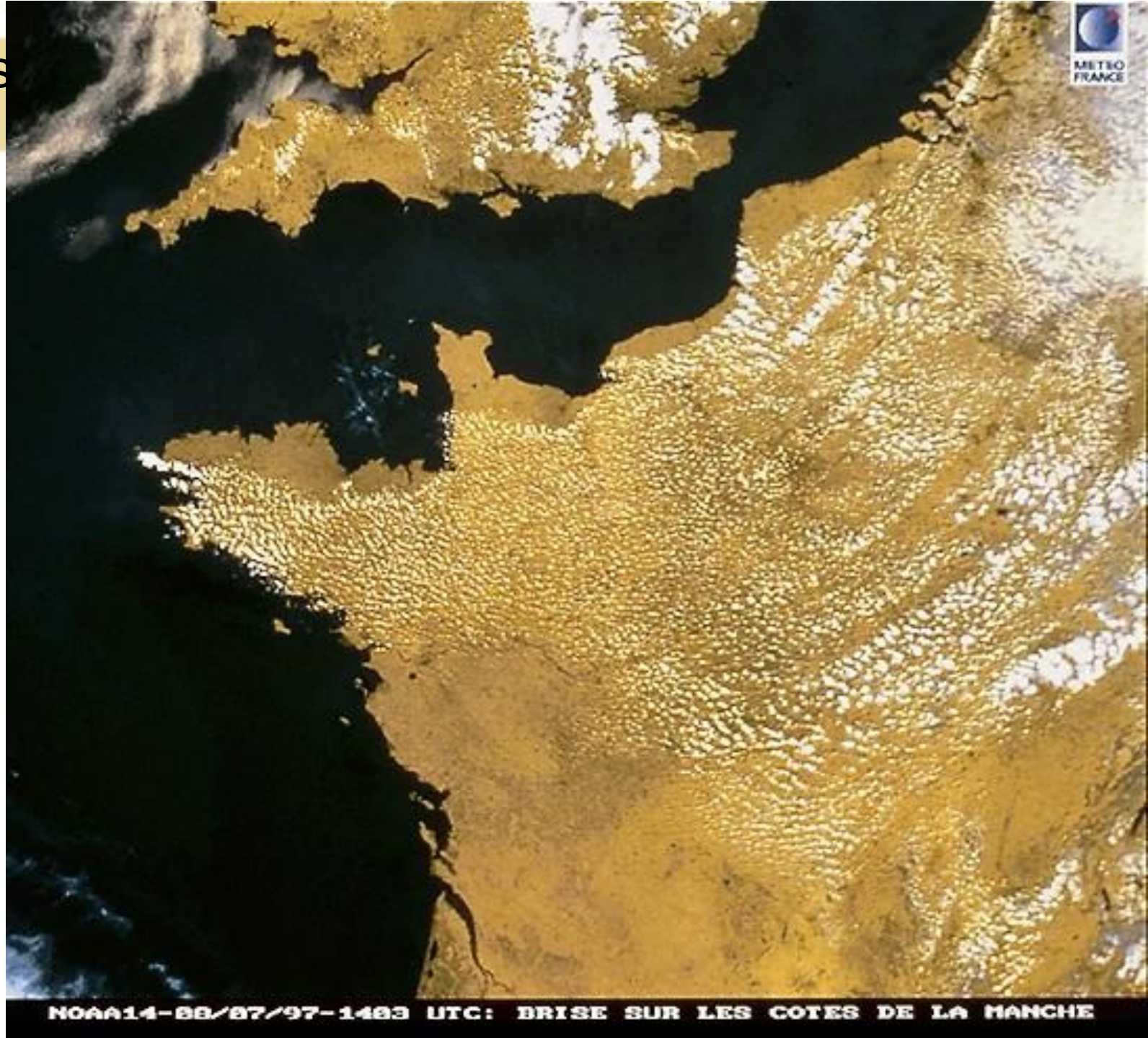
Le front de brise est une zone de convergence qui se forme en général en mer en cours de matinée (resp. nuit) lorsque la brise de terre (resp. mer) devient très faible. Cette zone de calme se déplace vers la côte (resp. large), poussée par la brise de mer (resp. terre) qui s'établit; elle sépare par un calme deux zones de vents sensiblement opposés.

Les brises marines



tant sur le nord-ouest de la France, que sur le sud-est de la Grande-Bretagne et le Cotentin.

Les brises marines



Les brises marines

- Limite : les schémas précédents sont intéressants, mais n'expliquent pas un fait expérimental :

Et pourtant elle tourne! La brise…

- Pour les causes expliquées précédemment :
  - Le vent naît et se renforce
  - La force de Coriolis agit (si durée suffisante et domaine spatial suffisant)
  - Le vent devrait donc tourner sur sa droite dans l'hémisphère nord

- On arrive ainsi au cas de la brise pure où le vent décrit un 360° en 24 heures (avec deux calmes)

- Pourtant, la brise suit le plus souvent le moindre effort

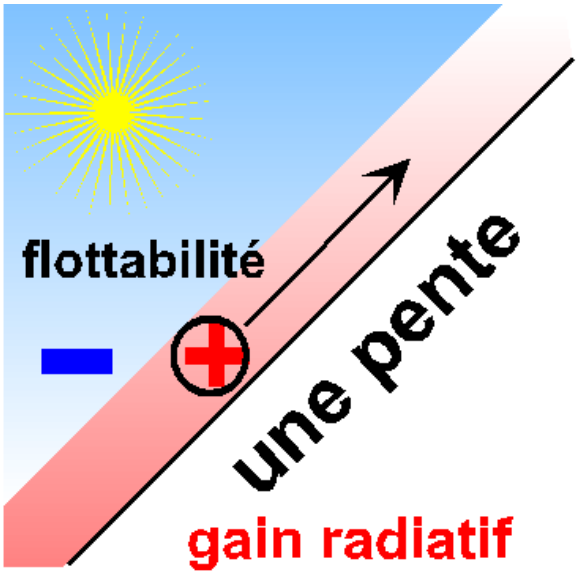
Les brises de pente et les brises de vallées

Les brises thermiques montantes (respectivement descendantes) sont généralement rangées en 2 catégories :

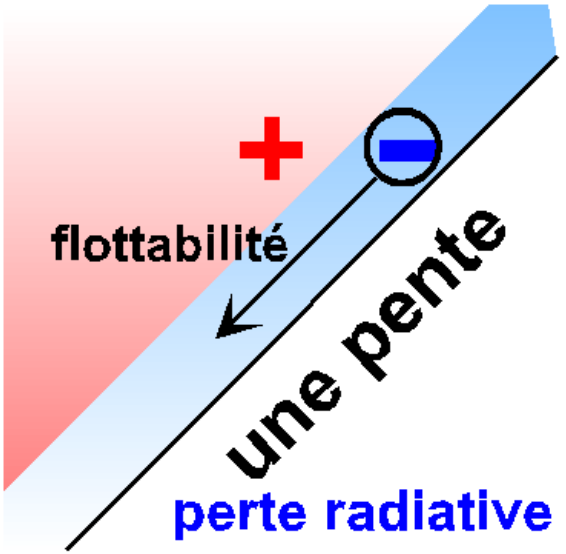
- Les brises dites “de pente” qui se réalisent à l’échelle d’une pente
- Les brises dites “de vallée” à l’échelle d’une vallée ou d’un massif montagneux

Les brises de pente

Dans la journée, par suite de l'ensoleillement, sous l'effet de la flottabilité, l'air s'anime vers le haut

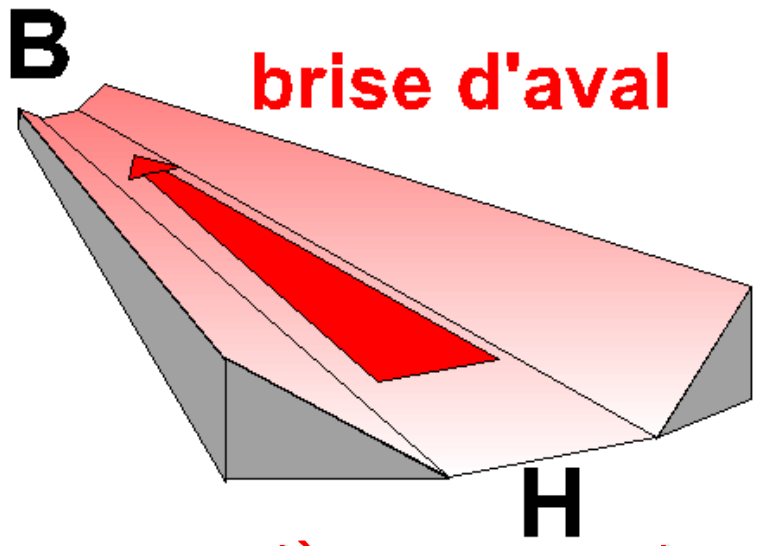


Si les pertes radiatives ne sont pas compensées le long des pentes, sous l'effet de la flottabilité, l'air s'anime vers le bas

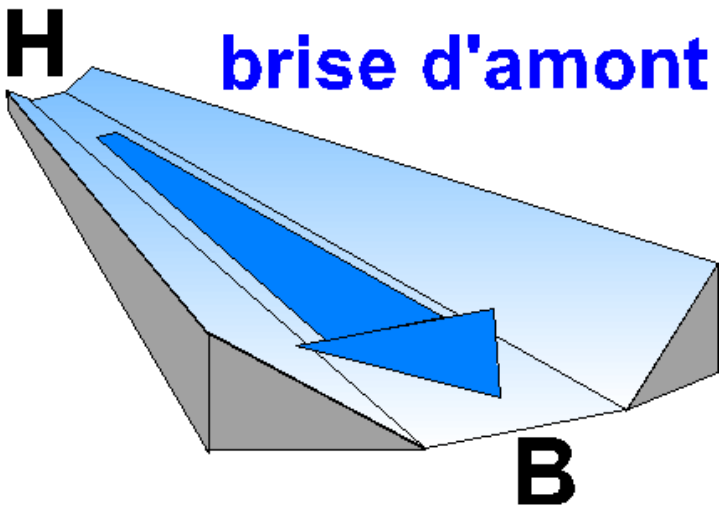


Les brises de vallée

L’air s’anime sous l’effet du gradient horizontal de pression qui se met en place entre l’amont et l’aval d’une vallée.



caractère convergent



caractère divergent

Illustrations effet de brise

Illustrations nature des sols

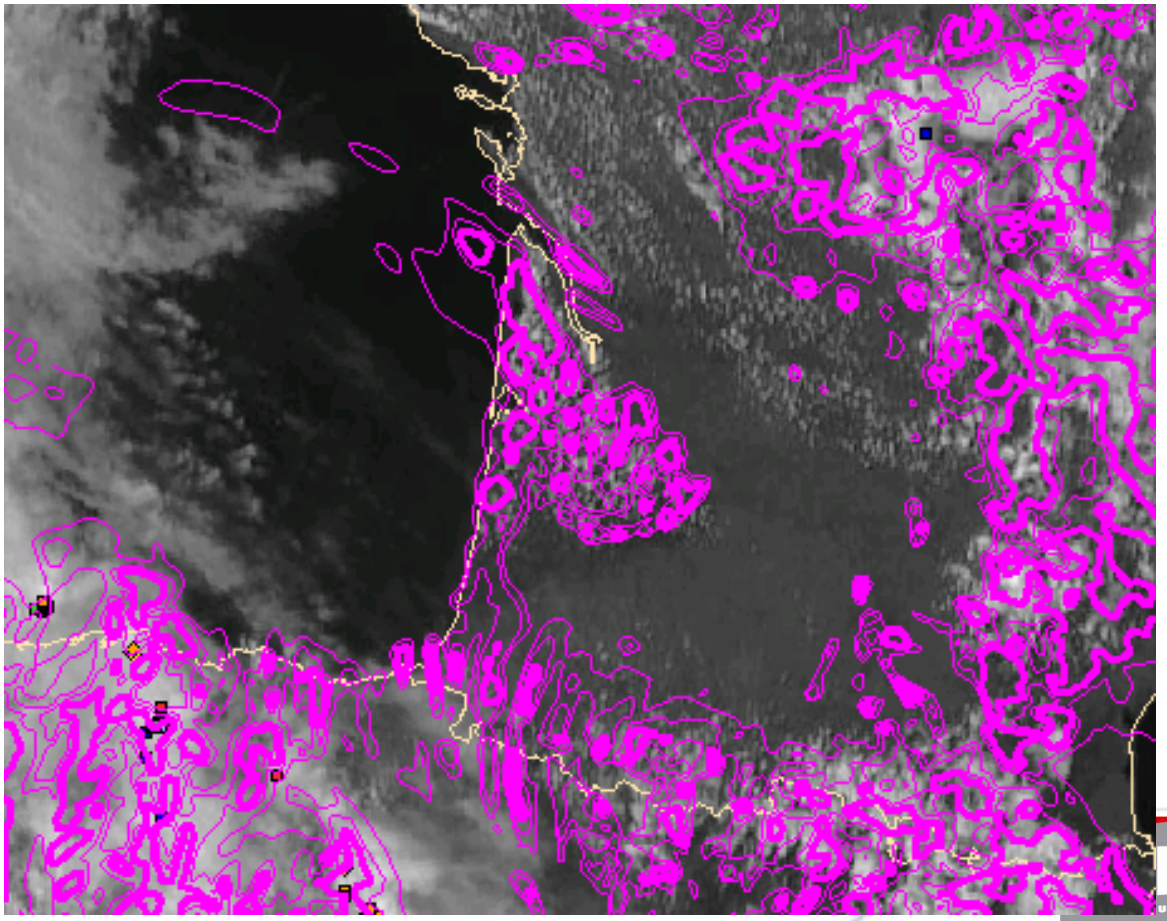
Îlot de chaleur urbain

Landes

Autres exemples

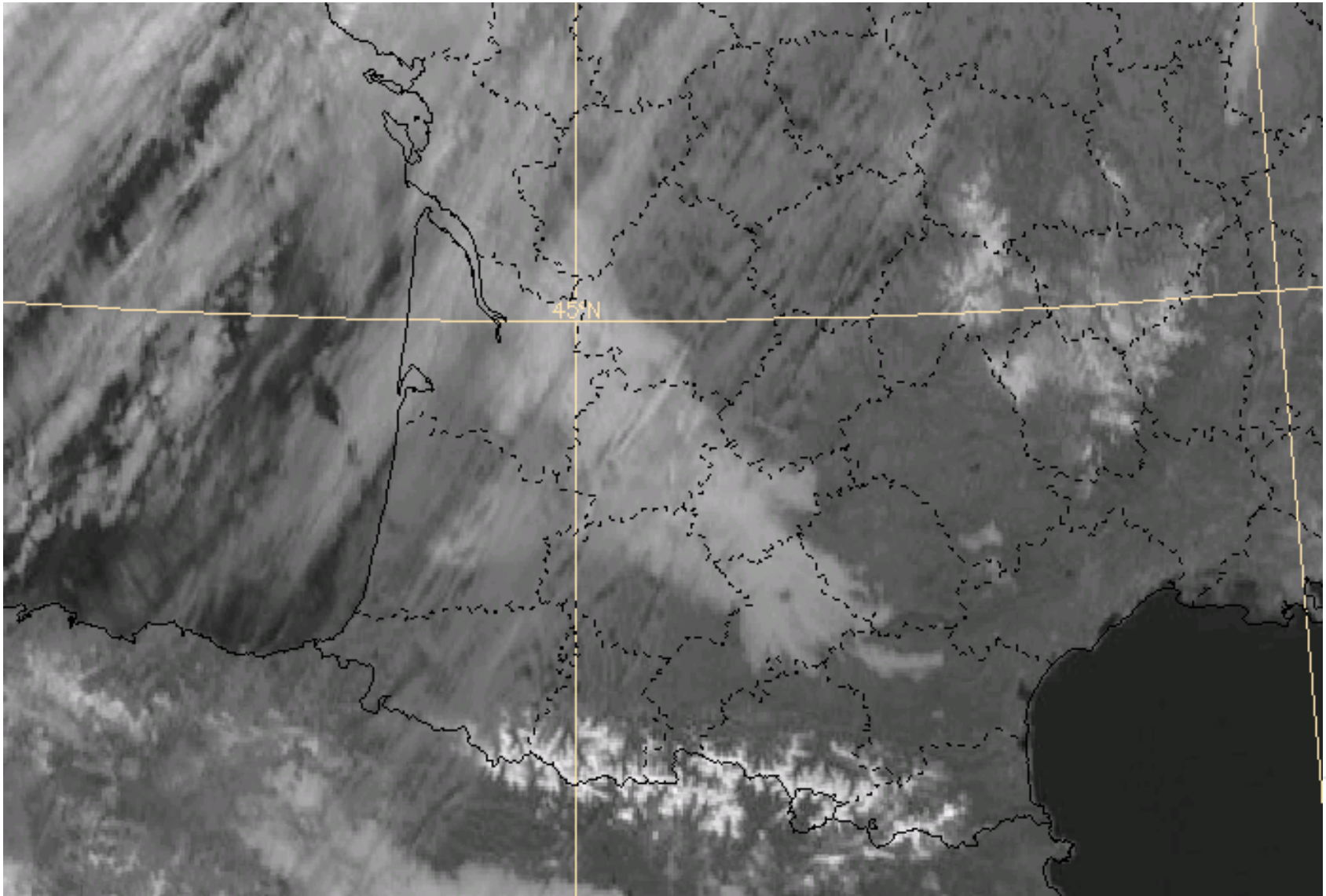
Influence de la nature des sols
13/05/2008

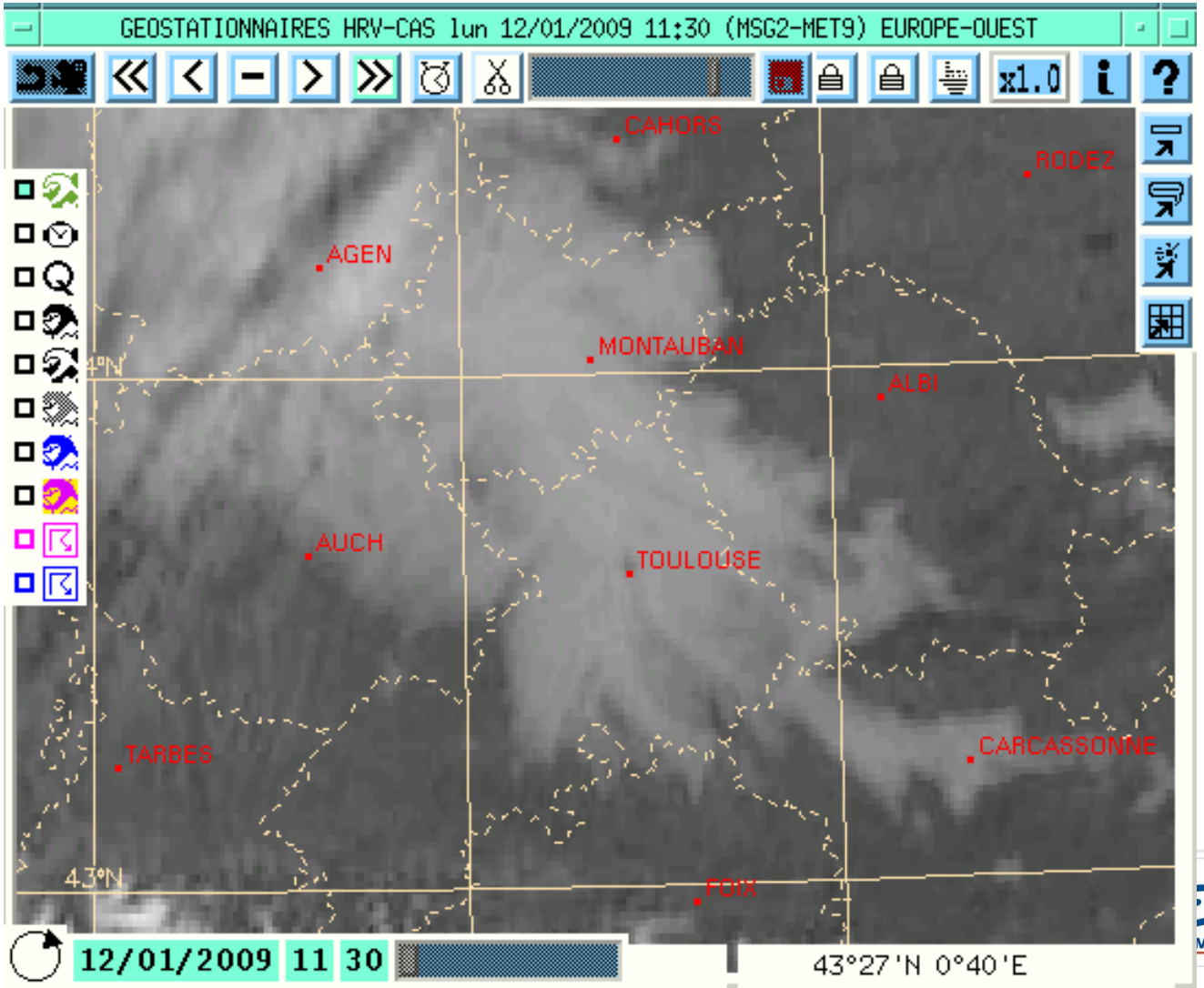
Des cumulus se développent sur les Landes, au dessus de l'air plus humide de la forêt. Le modèle Arôme le suggère parfaitement bien…



Nature des sols et évolution diurne 12/01/2009

Que remarquez-vous ?



Nature des sols et évolution diurne 12/01/2009

Au dessus de l'îlot de chaleur urbain toulousain, l'air est plus chaud et moins humide. Le brouillard peut se dissiper plus rapidement …