

## DEFICIT PLUVIOMETRIQUE HIVERNAL SUR LA FRANCE : AUTOPSIE DE LA SITUATION ANTICYCLONIQUE DU 19 DECEMBRE 1989 AU 25 JANVIER 1990

Marcel LEROUX

Laboratoire de Géographie Physique - URA 260

Professeur à l'Université Jean Moulin - Lyon

**RESUME :** *Le déficit pluvio-nival de l'hiver 1989-90 est associé à une stabilité anticyclonique de durée inhabituelle. Sous le couvercle anticyclonique sont observées des températures diurnes élevées mais un fort déficit pluviométrique, tandis que les marges septentrionales et méridionales de la masse de hautes pressions bénéficient de pluies abondantes. Le vaste anticyclone «européen» n'a pas une origine « locale », c'est-à-dire thermique continentale, et il ne constitue pas une masse inerte, mais il est constamment alimenté par des Anticyclones Mobiles Polaires (AMP), masses mobiles d'air polaire froid et pelliculaire, issues du bassin arctique. Les AMP (un total de 25 en 39 jours) s'écoulent, soit à l'ouest du Groenland (17 empruntent la trajectoire « américaine »), soit à l'est (8 suivent la trajectoire « scandinave »). Leur rencontre sur l'Europe, et le blocage par les AMP plus denses à cause de leur trajectoire plus directe, provoque une agglutination de cellules de hautes pressions sur l'Europe.*

**MOTS-CLES :** ZONE TEMPÉRÉE, ANTICYCLONE MOBILE POLAIRE, AGGLUTINATION D'ANTICYCLONES MOBILES, ANTICYCLONE « CONTINENTAL », BLOCAGE ANTICYCLONIQUE, DÉFICIT PLUVIO-NIVAL, SECHERESSE.

**ABSTRACT :** *The 1989-90 winter rainfall deficiency was connected with an unusually long-lived high pressure pattern. Below the anticyclonic cover were observed above normal diurnal temperatures but a strong rainfall deficiency, while the northern and southern borders of the high pressure mass had the advantage of copious rainfall. The immense «European» high does not have a «local» origin, that is to say a thermic continental one, and was not an inert airmass; instead the high pressure was continuously supplied by Polar Mobile Highs (PMH), that is to say thin layered and migratory cold airmasses, originating from the arctic basin. The PMH (a total of 25 out of 39 days) move, either along the western side of Greenland (17 for this «American» path), or along the eastern side (8 for this «Scandinavian» path). Their meeting over Europe and blocking by the PMH which have denser air due to their more direct trajectories provokes an agglutination of high pressure cells over Europe.*

**KEYS-WORDS :** TEMPERATE ZONE, POLAR MOBILE HIGH, AGGLUTINATION OF MOBILE HIGHS, «CONTINENTAL» HIGH PRESSURE, ANTICYCLONIC BLOCKING, RAIN AND SNOW DEFICIENCY, DROUGHT.

On se souvient de la déception des montagnards privés de neige au cours de l'hiver 1988-89, et des répercussions sur l'économie alpine, déficit de neige associé à un déficit pluviométrique en plaine. Ce déficit pluvio-nival s'est encore aggravé au cours de l'hiver 1989-90.

On pouvait jusqu'alors croire la « sécheresse » réservée aux lointains Tropiques, à l'Inde ou au Sahel africain, ou bien en zone tempérée seulement associée au facteur continental, comme dans les grandes plaines américaines, ou bien encore limitée à la période estivale, comme au cours de l'été 1976 qui constitue pour l'Europe la référence actuelle « absolue » (J. Namias, 1978; H. Flohn & al, 1984). Mais voici que la sécheresse apparaît aussi dans les préoccupations européennes, certes à une autre échelle, mais cette fois-ci en façade atlantique et également au cours de la période hivernale, position et période les moins sujettes a priori à une telle irrégularité.

La situation pluviométrique a suscité de nombreuses études. La section de Lyon de Météo-France publie par exemple en octobre 1989 une analyse sur « le déficit des précipitations dans la région Rhône-Alpes, octobre 1988

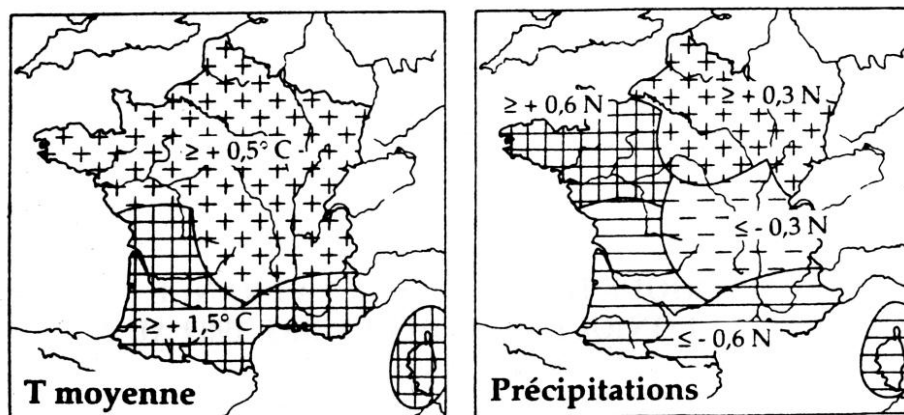
- août 1989 »; la « sécheresse 1989 » est par ailleurs décrite en Laonnois (F. Grégoire, 1990), en Basse-Normandie (F. Huard, 1990), dans le bassin de la Garonne (R. Lambert & al., 1990 ; D. Junkès, 1990) ou sur la France entière (N. Besleaga & P. Ladoy, 1991), et plus récemment encore en Rhône-Alpes (S. Aubert, ce volume).

Ces études soulignent les effets climatiques, qui sont aisés à constater. Mais elles restent quasiment muettes sur les causes éventuelles, qui n'apparaissent pas il est vrai de manière aussi immédiate, ni aussi évidente. Le but de cet article est précisément de combler cette lacune.

### LA SITUATION METEOROLOGIQUE ET LA « SECHERESSE » EN DECEMBRE-JANVIER 1989-1990

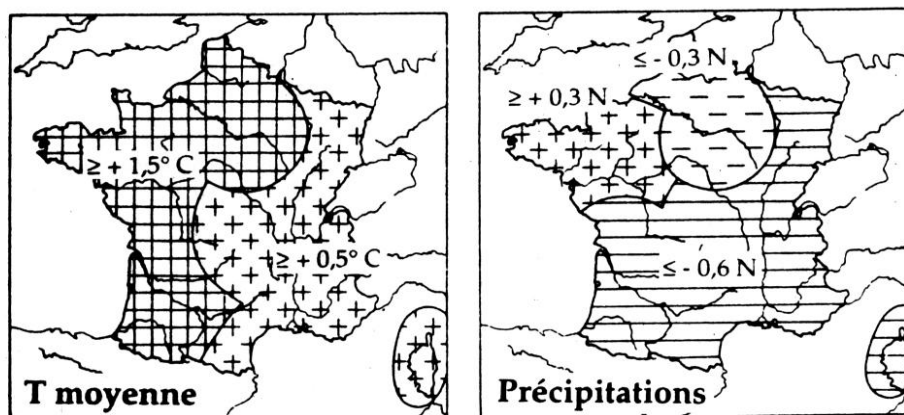
#### Les conséquences climatiques

Au cours de l'hiver 1989-1990 le temps en Europe est particulièrement dominé par des pressions élevées, notamment du 19 décembre 1989 au 25 janvier 1990 où la



SCEM/CLIM/AGRO - SCEM/PREVI - André Bourgery.

Figure 1 : Décembre 1989 - Conséquences climatiques



SCEM/CLIM/AGRO - SCEM/PREVI - André Bourgery.

Figure 2 : Janvier 1990 - Conséquences climatiques

situation météorologique est caractérisée par la stabilité anticyclonique. Les Bulletins Météorologiques Européens (B.M.E.) de l'hémisphère nord (à 00 UTC) révèlent, en première analyse, la présence d'une ceinture anticyclonique puissante et immense, de direction zonale, étirée de l'Amérique à l'Asie. La ceinture est toutefois diverse, présentant souvent sur sa marge nord des apophyses puissantes, et comportant en son sein des noyaux de pression plus forte.

Le temps sur la majeure partie de l'Europe est essentiellement caractérisé par l'absence de précipitations, ou par leur faiblesse, qui se traduit notamment par l'absence de neige en montagne. Les températures sont dans l'ensemble agréables pour la saison, l'insolation étant supérieure à la normale, au sein de la masse anticyclonique qui entrave l'advection d'humidité et rejette la formation des nuages sur son pourtour. Les amplitudes thermiques diurnes sont néanmoins fortes, avec de très fréquentes gelées nocturnes, et des brouillards de rayonnement souvent givrants et tenaces en début de journée, voire persistants dans les vallées. La stabilité anticyclonique se traduit encore par des taux accrus de pollution urbaine, en raison de l'absence de vent (ou de sa faible vitesse), et en

raison de la subsidence de l'air qui concentre les polluants dans les basses couches.

Sur la France la longue période de calme anticyclonique est précédée et suivie par des séquences de vents forts et de tempêtes :

- du 17 au 19 décembre des coups de vent violents atteignent 110 à 160 km/h; le 18 le vent de sud est mesuré à 112 km/h à Grenoble, 126 km/h à Lyon-Satolas et 148 km/h à Saint-Etienne (cf. A. Marnezy & M. Mietton, ce volume).

- le 25 janvier une violente tempête affecte principalement le nord du pays, dépassant 140 km/h dans le Pas-de-Calais, et l'ouest où sont atteints en rafales 180 km/h sur la Bretagne et la Normandie.

Les analyses effectuées à l'échelle mensuelle par A. Bourgery/Météo-France (1990) révèlent :

#### En décembre 1989 (fig. 1) :

- des températures supérieures à la normale sur l'ensemble du pays (l'insolation dépassant généralement les valeurs normales), températures supérieures à la normale de 0,7°C dans le nord et de 4,4°C dans le sud-ouest, des records étant atteints dans les minimales (tn) et dans les maximales (tx),

- les précipitations diffèrent selon la situation par rapport à une ligne Bordeaux-Mâcon, elles sont excédentaires dans la moitié nord dépassant 65% de la normale dans l'ouest, excédant parfois 2 fois la normale, mais elles sont fortement déficitaires dans la moitié sud, le sud-est recevant seulement 40% de la normale.

### En janvier 1990 (fig. 2) :

- des températures supérieures à la normale sur tout le pays, associées à une meilleure insolation (sauf dans la partie nord), températures supérieures à la normale de 0,5 °C dans le centre-est et de 2,6°C dans l'ouest ; dans le même temps les gelées nocturnes sont très nombreuses, des records étant encore atteints dans les tn et les tx,

- les précipitations ne sont excédentaires que dans l'ouest, notamment sur la Bretagne, ou sur la Normandie (242% à Cherbourg), elles sont par contre déficitaires dans la quasi-totalité du pays, faiblement dans le nord, mais elles ne représentent que moins de 30% de la normale dans le nord-est, 40% en Corse, 45% dans le sud-est.

Le cumul pluviométrique depuis le 1er décembre 1989 est déficitaire au sud d'une ligne La Rochelle/Bâle-Mulhouse, et inférieur à 50% de la normale sur la partie méridionale du pays (SMF, 1990). Un tel déficit pluviométrique, parfois considéré comme une véritable sécheresse, suscite bien des interrogations et tentatives d'explications.

### Les causes éventuelles

Les interprétations possibles ne manquent pas (à défaut de certitudes), et elles diffèrent selon les références aux écoles de pensée, et selon les méthodes utilisées pour tenter de mettre en évidence d'éventuelles relations.

Ainsi par exemple l'association observée entre des pluies déficitaires et des températures supérieures à la normale évoque inmanquablement l'hypothèse d'une relation avec « l'effet de serre » (S.H. Schneider, 1988) ; mais comme le soulignent K.E. Kunkel & al. (1988) à propos notamment de la sécheresse aux Etats-Unis « la communauté scientifique n'a pas de réponse à la question de savoir si la sécheresse est une preuve de l'effet de serre ». Rappelons encore brièvement que les pluies du Sahel ayant été mises en relation avec les températures océaniques (C.K. Folland & al., 1986), la tentation est également forte de proposer le même schéma, comme pour la sécheresse américaine associée aux « anomalies des températures marines de surface ... dans le Pacifique tropical » (K.E. Trenberth & al., 1988 ; T.N. Palmer & C. Brankovic, 1989). En suivant le concept qui voit dans le « Nino » le responsable des « dérangements » du climat (D. Cadet & al., 1988), on peut encore supposer une relation avec El Nino/Oscillation Australe, c'est-à-dire l'ENSO dans sa formulation anglaise (Ropelewski & al., 1988). La cause du déficit peut aussi être associée à des « anomalies de circulation à grande échelle », voire à « un train d'ondes d'anomalies de hautes et basses pressions » (K.E. Trenberth & al., 1988).

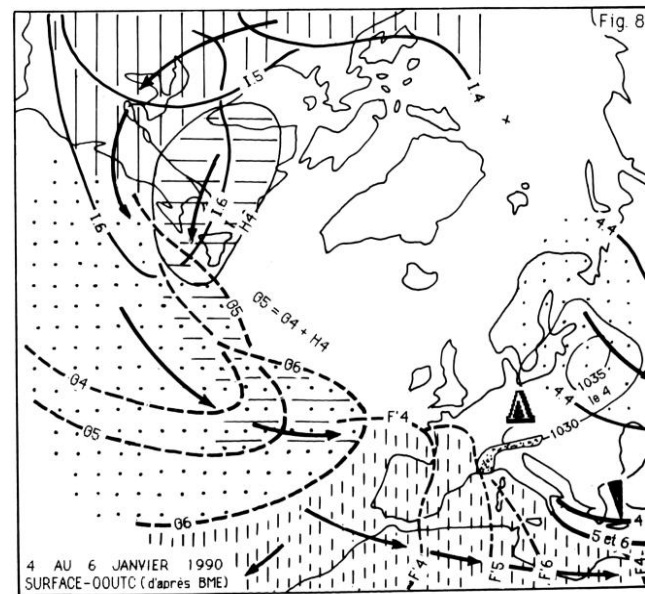
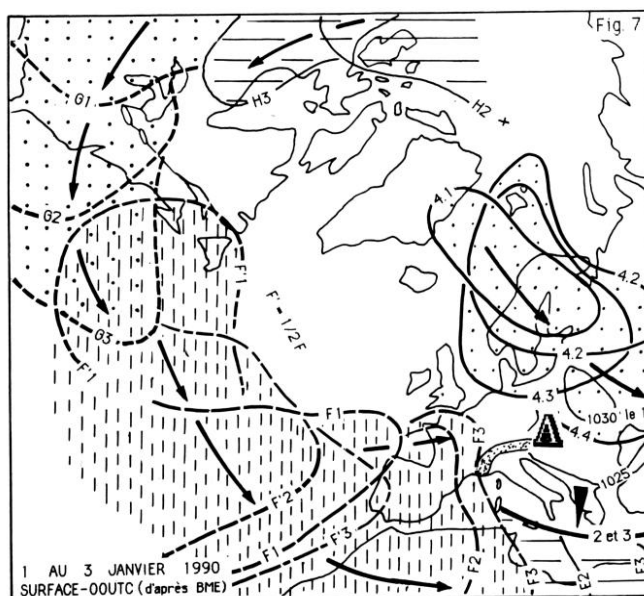
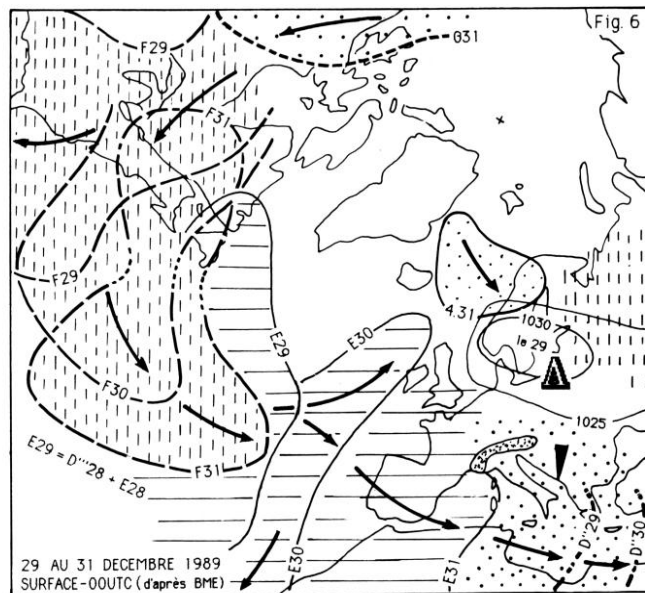
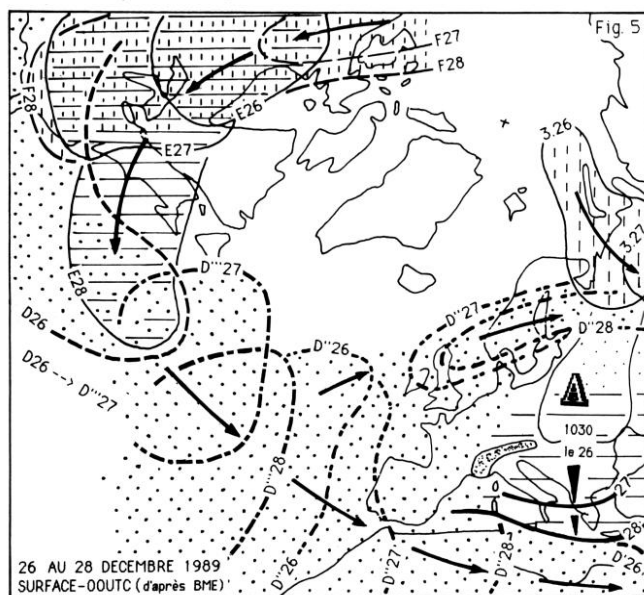
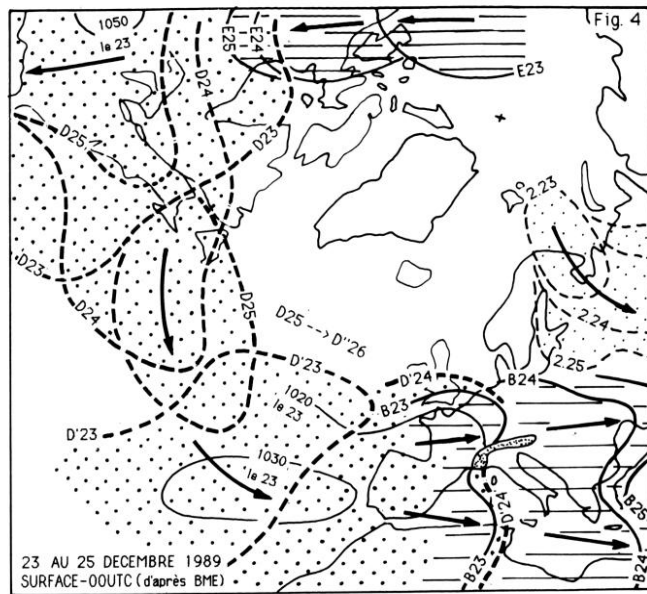
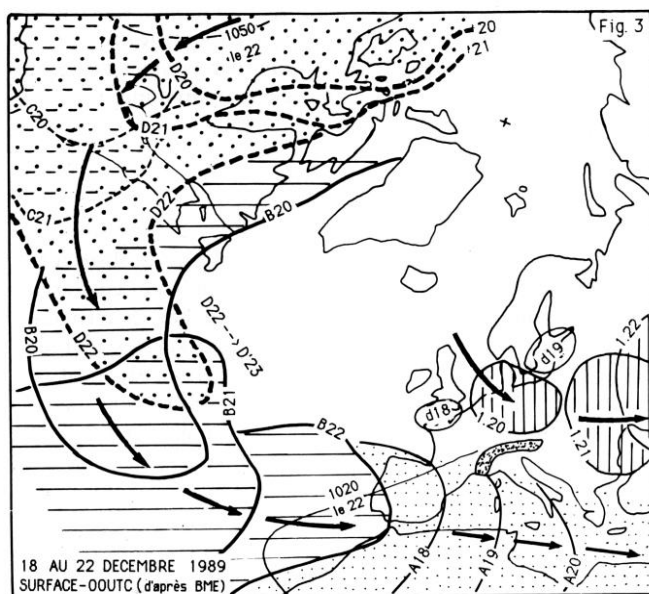
Ces relations présumées, parfois uniquement fondées sur des relations de caractère « statistique » (de type covariation plutôt que co-relation réellement observée) sans que soit préalablement démontré le lien physique réel, ne restent en fait que des hypothèses, qui sacrifient parfois

simplement à la « mode » scientifique du moment, mais qui n'apportent pas encore de réponse pertinente. Elles empêchent (ou évitent) en fait d'aborder le sujet de front, car la cause immédiate de la déficience pluviométrique est évidente.

La cause « immédiate » de ce temps, c'est-à-dire le caractère anticyclonique, n'est pas difficile à observer : l'Europe est couverte par un immense et puissant couvercle anticyclonique situé dans les basses couches, hétérogène mais compact, qui rejette la pluviogenèse sur ses marges. Les Alpes privées de neige, comme les reliefs dont l'altitude est en moyenne supérieure à 1 000/1 500 mètres (M. Leroux, 1991-a), émergent de cette masse pelliculaire de fortes pressions qui noie les parties basses, l'air humide ne parvenant pas sur le massif trop éloigné des bordures. Une telle situation est semblable à celle de décembre 1988, où on observe par exemple le 15 de ce mois sur l'Atlantique nord et sur l'Europe la présence de « 6 centres anticycloniques, jointifs mais bien individualisés » (M. Leroux, 1990). C'est d'ailleurs de la même façon un « renforcement des hautes pressions sur les Etats-Unis » qui apparaît être responsable de la sécheresse de 1988 (K.E. Kunkel & al., 1988).

La situation anticyclonique étant observée, le problème essentiel est d'en déterminer l'origine. Est-ce comme le veut la « doctrine » un « gonflement » de l'inévitable « anticyclone des Açores », ou bien plus précisément une « extension de l'anticyclone des Açores » (SMF/MF, 1990), cellule qui étendrait ici une dorsale continentale particulièrement développée ... puisqu'elle s'étend à la fois sur l'Atlantique, sur l'Eurasie mais aussi sur l'Amérique ? Est-ce une excroissance occidentale de l'anticyclone continental dit « sibérien », et par conséquent aussi un « anticyclone thermique européen », la liaison entre ces centres d'action (respectivement océanique et continental) créant alors ce que certains considèrent comme une situation « typique d'hiver » (C.C. Wallen, 1970) ? Est-ce, selon le « dogme » le résultat d'un « blocage dans les couches supérieures », l'indice de « blocage » étant communément déterminé au niveau 500 hpa (WMO/CSM, 1990) ? Est-ce alors la résultante d'une disposition d'altitude où « une ondulation » « planétaire » en forme de « crête » oscille longitudinalement entre le 10° ouest et le 10° est » ... le maintien prolongé de ces conditions pouvant s'expliquer par un très hypothétique ... « phénomène de résonance » (L. Dorize, 1990) ?

En fait, constater que la situation est anticyclonique ne constitue pas encore une réponse véritable, puisque n'est pas précisée la cause, proche ou lointaine, de l'établissement et du maintien inhabituel d'un tel champ de pression. La vraie question demeure donc de savoir pourquoi s'installe sur l'Europe un anticyclone aussi puissant, étendu et durable, et de quoi est réellement fait cet anticyclone « européen ».



Figures 3 à 8 : Evolution en surface du 18 décembre 1989 au 6 janvier 1990

## AUTOPSIE D'UN ANTICYCLONE : ANALYSE DE L'EVOLUTION DU CHAMP DE PRESSION DU 18 DECEMBRE 1989 AU 25 JANVIER 1990

### Evolution du champ de pression de surface

Les données chiffrées des champs de vent et de pression sur l'Europe sont peu représentatives de la dynamique aérologique à l'origine de cette situation :

- les données stationnelles de vent, en raison de la stabilité anticyclonique, se traduisent par des calmes ou des vents faibles, tandis que les valeurs « utilisables » du vent ne concernent que les régions marginales de l'Europe, à l'extérieur de la masse de hautes pressions ; le vecteur vent, qui résulte notamment de l'interférence entre le transport en masse et les conditions géographiques dont principalement le relief (M. Leroux, 1991), n'a donc ici qu'une signification limitée,

- les données stationnelles de pression mettent en évidence des variations dans le champ de pression; mais ces variations sont également marginales, le centre de l'anticyclone constamment réalimenté conservant des pressions élevées et n'enregistrant que de faibles variations.

Ces données chiffrées, surtout celles qui concernent le vent, sont ainsi peu pertinentes, et inaptes à révéler la dynamique réelle et à démontrer par une analyse de type « statistique » l'existence d'éventuelles relations. Nous optons donc pour l'observation directe et suivie des cartes météorologiques qui permettent d'appréhender les phénomènes de manière synoptique.

Les cartes du BME sont d'abord analysées à tous les niveaux, pour déterminer le niveau le plus représentatif de la situation anticyclonique. Les anticyclones (thermiques continentaux ou anticyclones mobiles) étant pelliculaires ce sont les cartes de basses couches et notamment de surface qui expriment le mieux la situation, les cartes d'altitude n'offrant qu'un reflet simplifié des phénomènes des couches inférieures (M. Leroux, 1990, 1991-a).

La méthode d'analyse accorde son intérêt au transport en masse, plutôt qu'à la circulation linéaire (vecteur vent), et repose ainsi sur la reconnaissance des unités de circulation mobiles. L'individualisation des Anticyclones Mobiles Polaires, ou AMP (M. Leroux, 1986, 1990), est fondée sur plusieurs paramètres : principalement sur la configuration du champ de pression, sur la variation de pression (« var en 24 ») qui révèle l'existence « d'ondes de pression » c'est-à-dire en réalité la migration d'individus isobariques, sur les iso-épaisseurs qui rendent compte du champ de divergence/convergence associé aux AMP, sur le champ thermique...et surtout sur le suivi d'une carte à l'autre qui permet de restituer la dynamique du déplacement des anticyclones mobiles (AMP).

Le choix d'une représentation cartographique (fig. 3 à 15) permet de rendre compte du suivi réel des phénomènes, une durée de trois jours par carte représentant toutefois la durée maximale pour garantir une relative clarté du dessin. Les AMP sont le plus souvent, pour éviter les surcharges, graphiquement délimités par la position de leur face avant. Ils sont individualisés en fonction de la division opérée dans l'écoulement pelliculaire d'air froid par la masse du

Groenland (infranchissable à cause de son altitude par de l'air froid donc lourd), par une lettre (de A à Q) lorsque la trajectoire initiale s'effectue à l'ouest (trajectoire dite « américaine »), et par un chiffre (1 à 8) lorsque la trajectoire initiale se réalise à l'est du Groenland (trajectoire dite « scandinave »), la date de l'observation étant accolée à la lettre ou au chiffre d'individualisation.

Les figures 3 à 15 révèlent l'évolution du champ de pression sur l'Amérique, l'Atlantique et l'Europe. La puissance (en hpa) de la pression sur l'Europe est précisée tous les 3 jours.

### Soulignons les faits essentiels :

#### En décembre 1989 (fig. 3 à 6)

- \* les 18 et 19 (fig. 3) dans le couloir dépressionnaire sur la face avant de l'AMP « A », la dépression associée la plus creusée (d18 et d19) se déplaçant également vers l'est, le vent de sud violent provoque tempêtes et fortes précipitations, conséquences proportionnelles à la puissance de la masse mobile polaire qui recouvre l'Europe occidentale le 19,

- \* dès le 20 la partie nord de l'AMP « A » est freinée par un autre AMP « 1 » de trajectoire méridienne, plus dense parce que d'origine plus récente; cette première coalescence se traduit par une hausse de la pression à l'origine de l'anticyclone « européen »,

- \* sur l'Amérique un AMP « D » très puissant, qui atteint la pression de 1050 hpa le 22, rattrape « C » et se fond avec lui, étendant dès le 22 une vigoureuse dorsale atlantique,

- \* l'AMP « D » s'étale sur le Golfe du Mexique (fig. 3 puis 4), et vers l'est des apophyses s'en détachent (« D' », « D ») ; sur l'Europe la progression de « B » est freinée par un nouvel AMP « 2 » descendant à l'est de la Scandinavie ; dès le 24, et surtout le 25 la masse anticyclonique est maintenant puissamment constituée et va recouvrir l'Europe pendant encore un mois, jusqu'au 25 janvier 1990,

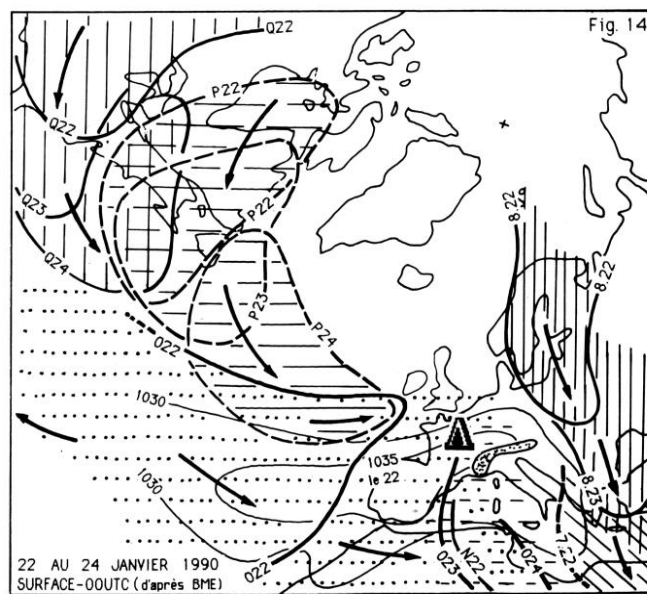
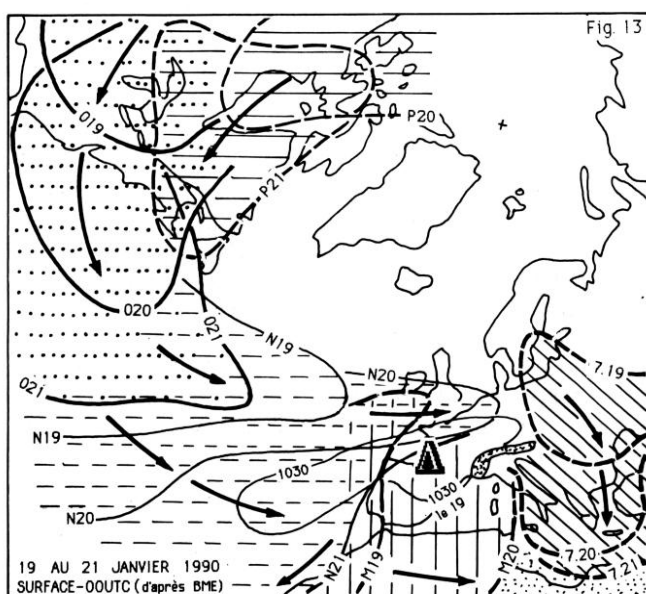
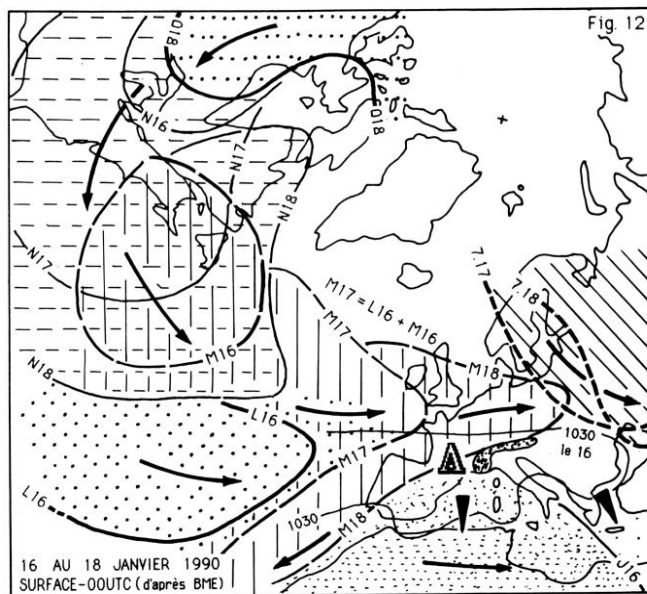
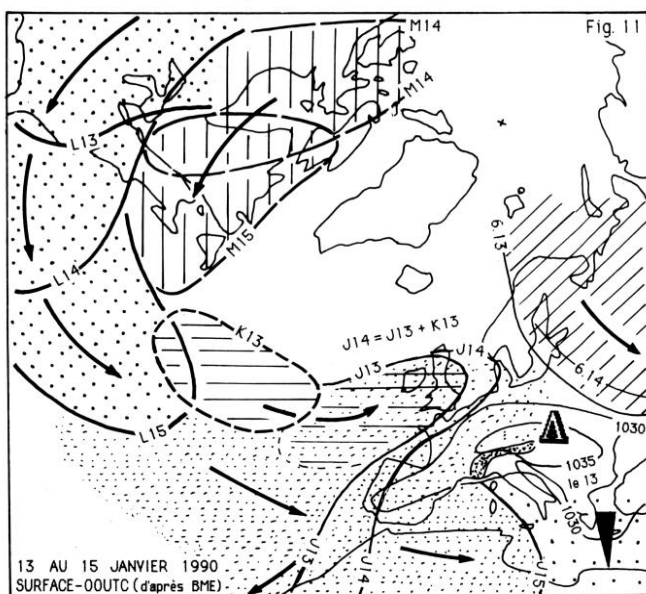
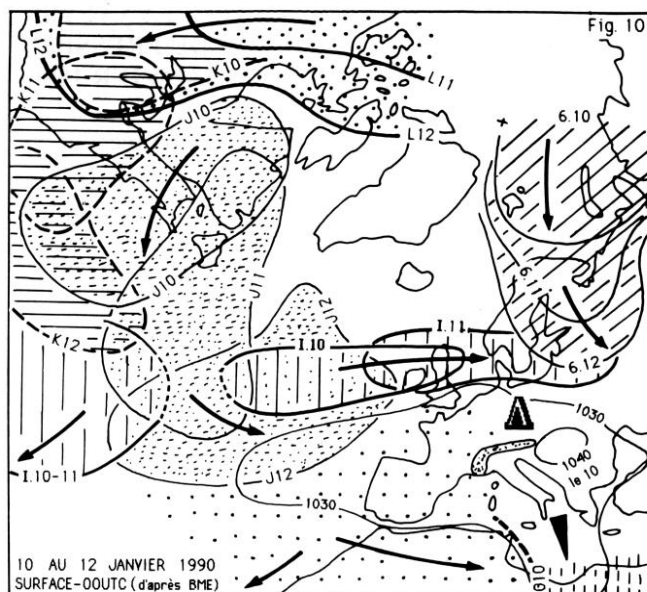
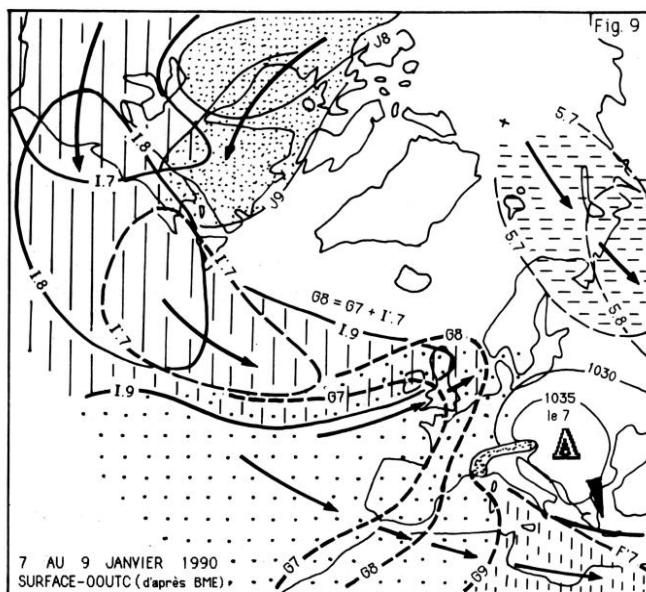
- \* « D » s'écoule sur l'Amérique centrale après avoir alimenté vers l'Atlantique oriental 3 émissaires principaux (« D », de prime à tierce, fig. 4 et 5); un autre AMP « 3 » descend sur l'Europe du nord, tandis que le vigoureux anticyclone « européen » constitué par les multiples apports d'ouest et de nord s'étale sur le bassin oriental de la Méditerranée à partir du 27 (fig. 6), rencontrant le 28 l'AMP « D » venu de l'ouest par l'Atlantique, la Méditerranée et le nord de l'Afrique,

- \* l'anticyclone européen bloque les AMP atlantiques qui sont déviés vers le sud mais une partie de leur masse est également entraînée vers le nord par la rotation anticyclonique comme pour l'AMP « E », moins dense, le 30 (fig. 6); renforcé par les divers apports et encore le 31 par l'AMP « 4 » de trajectoire méridienne la masse de hautes pressions continue à s'étaler vers la Méditerranée orientale.

#### En janvier 1990 (fig. 7 à 15) :

- \* l'AMP « 4 », puissant et atteignant 1035 hpa dès le 4, renforce encore la masse anticyclonique (fig. 7), qui bloque le chapelet des AMP atlantiques et s'étale vers le sud sur la Méditerranée orientale, notamment les 2 et 3, et à nouveau les 5 et 6 (fig. 8),





Figures 9 à 14 : Evolution en surface du 7 janvier au 24 janvier 1990

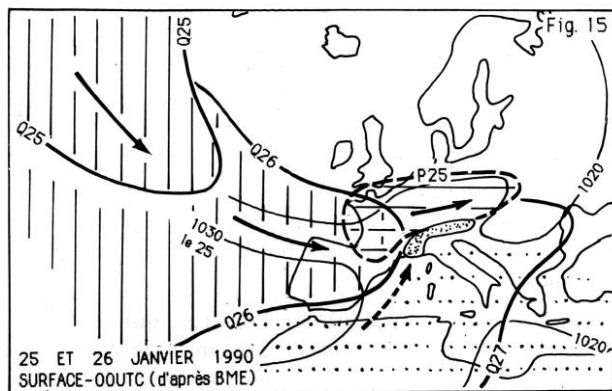


Figure 15 : Situation en surface des 25 et 26 janvier 1990

\* l'AMP « 5 » (fig. 9) renforce la façade orientale de l'anticyclone installé sur l'Europe, qui atteint encore 1035 hpa le 7; les AMP atlantiques bloqués s'écoulent principalement vers le sud, mais des fragments plus importants, comme notamment à partir de l'AMP « G », sont entraînés vers le nord sur la face occidentale de l'anticyclone « européen »,

\* le 10 la puissance de l'anticyclone atteint 1040 hpa (fig. 10); une telle puissance interdit tout passage direct vers l'est, et il est contourné par le nord et par le sud; le barrage est encore renforcé à l'est par l'AMP « 6 », tandis que la Méditerranée orientale est envahie par les hautes pressions,

\* les AMP atlantiques se succèdent rapidement (fig. 11, 12), continuent à s'agglutiner sur l'Atlantique oriental, et en raison de leur moindre densité sont scindés par l'anticyclone européen encore réalimenté par l'AMP « 7 »; il renforce ainsi la circulation sur le nord de l'Europe, et sur le nord de l'Afrique, son extension sur la Méditerranée orientale bloque le déplacement zonal et le dévie vers le sud, alimentant l'alizé continental,

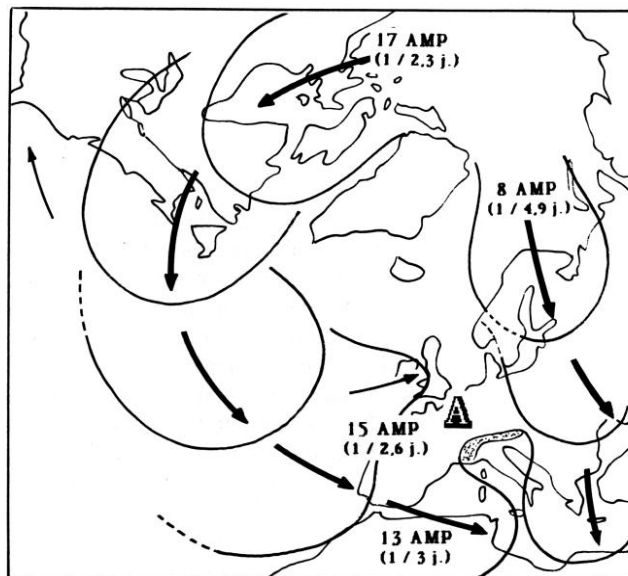


Figure 16 : Trajectoires des AMP du 18 décembre 1989 au 26 janvier 1990

\* le 20 l'AMP « 7 » (fig. 13) parvient directement sur la Méditerranée orientale, atteint l'Afrique le 21; le déplacement des AMP atlantiques « M », « N », et « O », est totalement bloqué le 22 (fig. 14) par l'AMP plus dense de direction méridienne « 7 » encore renforcé par l'AMP « 8 » de même origine; le long de la ligne de rencontre un profond talweg se creuse selon l'axe Tunisie/Hoggar; des précipitations très abondantes provoquent des inondations dramatiques sur la Tunisie (M. Leroux, 1991-b),

\* le glissement général vers le sud de la masse anticyclonique, l'ouverture du profond talweg qui affaiblit l'anticyclone européen à partir du 23, le non-renouvellement de l'alimentation directe de nord et donc l'atténuation du blocage, permettent à l'AMP atlantique « Q », au déplacement rapide, d'ouvrir le 26 une brèche dans les hautes pressions; l'irruption du flux de sud dans le couloir dépressionnaire sur la face avant de l'AMP (flèche en tireté sur la figure 15) provoque vent violent, précipitations et neige sur les hauteurs, mettant fin à un mois de calme et de « sécheresse ».

### Autopsie de l'anticyclone « européen »

L'anticyclone « européen » coiffe l'Europe du 19/20 décembre 1989 au 25/26 janvier 1990. A partir du 18, c'est-à-dire pendant 39 jours, sont observés 25 Anticyclones Mobiles Polaires qui contribuent à alimenter la masse compacte mais composite de hautes pressions. Deux trajectoires principales sont observées (fig. 16) :

- la trajectoire « américaine » : (l'écoulement initial se réalisant à l'ouest du Groenland)

\* au départ, sur le Canada et les USA) sont observés : 17 AMP (la fréquence moyenne est d' 1 AMP tous les 2,3 jours)

\* à l'arrivée, sur l'Europe sont observés : 15 AMP qui alimentent l'aire anticyclonique « européenne » (la fréquence moyenne est d' 1 AMP tous les 2,6 jours) .

La trajectoire des AMP à travers l'Atlantique est le plus souvent directe, mais s'opèrent également des scissions (par exemple sur le sud des USA vers le Golfe du Mexique), ou bien encore une agglutination dans la partie orientale de l'Atlantique.

En raison du blocage par la masse anticyclonique européenne (plus froide) 12 AMP, dont la densité est comparativement plus faible après leur évolution sur l'Atlantique, sont partiellement (leur partie nord) ou quasi-totalement expulsés vers le nord sur la façade occidentale de la masse anticyclonique continentale ; leur soulèvement sur la bordure de cette masse anticyclonique européenne permet à la partie nord-occidentale de l'Europe d'échapper à la sécheresse générale, en bénéficiant même d'importants excédents, l'humidification relative des AMP au-dessus de l'Atlantique fournissant le potentiel précipitable.

- la trajectoire « scandinave » : (l'écoulement initial se réalisant à l'est du Groenland) 8 AMP empruntent cette trajectoire (avec canalisation partielle par la chaîne scandinave) et alimentent ainsi la façade orientale de l'anticyclone « européen » (la fréquence moyenne est d' 1 AMP tous les 4,9 jours) .

Cette trajectoire - plus directe vers l'Europe - y est responsable des plus grands froids. Les AMP sont plus

denses et renforcent de manière vigoureuse l'anticyclone « européen », favorisant (avec le froid continental, notamment nocturne) son aptitude à bloquer la translation vers l'est des AMP atlantiques. Les AMP, de direction méridienne, avec une forte composante vers l'est, s'intègrent progressivement dans l'anticyclone continental eurasiatique; mais ils peuvent aussi, lorsqu'ils sont à leur tour freinés ou bloqués par cette vaste et puissante masse anticyclonique, glisser vers le sud, dans le couloir délimité à l'est par les Alpes et à l'ouest par les hauts reliefs turcs qu'ils ne peuvent franchir (M. Leroux, 1991-b), vers la Méditerranée orientale à partir de laquelle ils alimentent la circulation d'alizé continental.

Sur la Méditerranée et le nord de l'Afrique : parviennent 13 AMP de trajectoire zonale atlantique, (la fréquence moyenne est d'1 AMP tous les 3 jours) .

Les AMP atlantiques (deux d'entre eux de moindre puissance étant presque entièrement évacués vers le nord), contribuent à alimenter la masse anticyclonique centrée sur l'Europe, mais ils sont aussi en grande partie déviés par elle vers le sud, sur la Méditerranée et le nord de l'Afrique, alimentant la circulation d'alizé :

\* à l'ouest de l'Atlas la provenance de l'air est uniquement atlantique et alimente l'alizé maritime sur l'océan et le littoral de l'Afrique de l'ouest,

\* à l'est de la chaîne de l'Atlas l'alizé continental bénéficie également de cette origine atlantique, à laquelle s'ajoute l'alimentation permanente par l'anticyclone « européen », dont la dilatation vers le sud connaît trois paroxysmes : du 26 au 28 décembre 1989, du 2 au 6 janvier et du 20 au 24 janvier 1990.

## CONCLUSION

Le déficit pluviométrique de décembre-janvier 1989-90 sur la majeure partie de l'Europe est donc associé à une situation anticyclonique de durée inhabituelle, situation qui s'inscrit dans le cadre des transferts méridiens d'air et d'énergie. Mais l'alternance habituelle, du temps perturbé (dépressionnaire) et du temps anticyclonique, qui résulte du défilé permanent des AMP dans les basses couches, est ici fortement ralenti voire « bloqué », l'accumulation d'air se traduisant ainsi par des pressions élevées.

L'aire de hautes pressions pelliculaires « européennes » :

- n'a pas une origine « locale »; elle n'est pas la conséquence du facteur thermique continental (l'entretien par le refroidissement nocturne n'étant toutefois pas exclu), mais elle résulte de l'agglutination du transport en masse effectué par les Anticyclones Mobiles Polaires,
- n'est pas inerte, son alimentation est permanente, mais elle est diverse, par les origines, les trajectoires, les caractères des AMP (pression, température, humidité) ; le déplacement à l'intérieur de la masse de hautes pressions est constant (comme d'ailleurs dans les anticyclones dits « continentaux »), déplacement de direction principalement zonale mais aussi méridienne.

Les conditions des interférences : ralentissement, déviation, scission, blocage, agglutination, qui sont fonction des densités respectives des individus en présence, sont sans cesse remises en question, en fonction des caractères

initiaux et des caractères acquis par les AMP en cours de trajectoire. Un AMP originellement froid qui provoque habituellement autour de lui le soulèvement de l'air « chaud » (en valeur relative ou absolue), peut ainsi être lui-même, partiellement ou totalement, bloqué, intégré, ou soulevé et évacué par une masse anticyclonique plus dense.

L'analyse de l'évolution du champ de pression pendant cette séquence hivernale suscite encore de nombreuses réflexions; les principales méritent d'être rapidement évoquées.

\* Les Anticyclones Mobiles Polaires, qui réalisent le transport de l'air froid, sont les principaux responsables du temps, apportant aussi bien la pluie (principalement sur leur face avant), et ensuite le « beau temps » ; ils se suivent « en chapelet », se divisent, s'agglutinent (l'agglutination la plus fréquente sur l'Atlantique oriental, définie statistiquement par des moyennes de pression, étant communément appelée « anticyclone des Açores »)...

\* Le temps en Europe, sur la France en particulier, dépend principalement de conditions lointaines (originellement arctiques), et des interférences entre les trajectoires empruntées par le transport en masse, trajectoires qui sont déterminées par le relief terrestre, dès le départ ou en cours de route, mais aussi par le relief « aérologique » qui est en perpétuel remaniement (M. Leroux, 1990,1991).

\* L'importance accordée à « l'altitude » dans la météorologie des latitudes moyennes, et notamment au blocage de « tout le courant d'ouest » des couches supérieures, paraît considérablement surestimée; la présence d'une cellule d'air « chaud » en altitude (habituellement évoquée par la « doctrine », mais dont l'origine n'est pas précisée) n'est-elle pas simplement, plutôt qu'une hypothétique cause, la résultante du soulèvement au-dessus du dôme d'air froid de basses couches ? Les causes présumées de « l'onde planétaire » (insolation différentielle, relief terrestre, rotation de la Terre ...) ont-elles été modifiées au cours des 39 jours d'agglutination anticyclonique dans les basses couches sur l'Europe ?

\* Les AMP sont les véhicules d'une relation physique entre l'Amérique et l'Europe/Afrique ; mais en dépit d'une cause commune les conséquences sont très différentes sur le plan thermique. Le caractère chaud sur l'Europe (fig. 1 & 2) contraste avec le froid sur l'Amérique du nord, où dans le même temps sont atteints des records de froid en décembre sur les USA (4e mois le plus froid depuis 1895) ; en janvier des conditions froides sont encore observées en Alaska, dans le nord du Canada, et dans le nord sibérien ; comme d'ailleurs aussi en février en Alaska et dans le nord du Canada (J.E. Janowiak, 1990). Le même caractère froid est également observé sur le bassin oriental de la Méditerranée, et même sur l'Afrique de l'ouest, en association avec une forte hausse de la pression (P. Sagna, 1990). Cette relation (ou « téléconnection ») n'est ici ni hypothétique ni définie par des artifices « statistiques », mais elle exprime un processus physique observé : la rigueur du froid polaire renforce la puissance initiale des AMP, accroît l'intensité des échanges méridiens, augmente la fréquence de l'agglutination anticyclonique, élève la pression et la température sur l'Europe. Cette relation est ainsi



susceptible d'expliquer pourquoi une estimation de la température à l'échelle globale n'a qu'une signification très limitée (M. Leroux, 1991-c), sachant qu'en raison de la dynamique réelle du transport en masse « toutes les régions ne connaissent pas les mêmes fluctuations », mais plutôt « d'importantes différences spatiales » (P.D. Jones & al., 1991).

\* Les conséquences pluviométriques sont diverses, l'absence de pluies sur la majeure partie de l'Europe, notamment méridionale et orientale, contraste avec une très forte pluviosité sur la Scandinavie, mais aussi sur l'Afrique septentrionale, où par exemple des inondations catastrophiques noient le centre de la Tunisie (N. Sakiss & al., 1990, M. Leroux, 1991-b). Une telle situation peut à l'échelle paléoclimatique contribuer à l'établissement d'un "modèle", apte à expliquer la diversité des conséquences climatiques pour une cause initiale identique. Un scénario « froid » (M. Leroux, 1989), dans lequel la rigueur des températures polaires accroît l'intensité des échanges méridiens et la fréquence d'anticyclones « continentaux », révèle notamment les conditions de développement d'un inlandsis, particulièrement sur la Scandinavie.

La « sécheresse » hivernale 1989-90, comme d'autres sécheresses hivernales ou estivales, est ainsi expliquée par la persistance de conditions anticycloniques de longue durée. Ces conditions qui résultent des modalités des transferts méridiens en masse sont mis en évidence par l'observation directe de phénomènes météorologiques concrets, démarche que le retour (« en force », ordinateur aidant) aux pratiques de l'école "climatologique" (naguère si décriée) ignore totalement. Que deviennent en effet, dans la « bouillie » des moyennes et des traitements statistiques portant sur des données peu représentatives de la dynamique effective, ces phénomènes bien réels que sont les Anticyclones Mobiles Polaires ?

Sachant naturellement que « les variables atmosphériques et climatiques ne sont manifestement pas distribuées au hasard » (C. Nicolis, 1991), ces épisodes déficitaires, doivent-ils par ailleurs être considérés comme de simples « accidents » ? Comment doit-on ainsi interpréter, dans la perspective pluviométrique à la lumière de la précédente analyse,

- la baisse constante depuis les années 1930-40 et prononcée surtout en hiver des températures de l'Atlantique arctique révélée par J.C. Rogers (1989),

- l'accroissement de la pression au cours de la présente décennie dans de nombreuses régions et notamment sur l'Europe observé par K.E. Trenberth (1990, 1991),

- et la « tendance remarquable » soulignée par H. Flohn & al. (1990) au cours de la période 1961 à 1988 d'une hausse de la pression sur la plus grande partie de l'Europe, hiver comme été mais surtout en hiver ?

## BIBLIOGRAPHIE

- BESLEAGA N. & LADOY P., 1990. *La sécheresse de 1989 en France*. Publ. Ass. Int. de Climatologie, vol. 3.
- BOURGARY A. & SOC. METEO. DE FR./Météo Fr., SMF/MF, 1990. *Résumés climatologiques : décembre 1989, janvier 1990*, La Météorologie, 7e série n° 32, 33-47.
- CADET D. & GARNIER R., 1988. *L'Oscillation Australe et ses relations avec les anomalies climatiques globales*. La Météorologie 7e sér. n° 21, 4-18.
- DORIZE L., 1990. *Economie et climat en France, de 1976 à 1989*. Sécheresse n° 1, vol. 1, 17-29.
- FLOHN H. & FANTECHI R., 1984. *Editors, The climate of Europe : past, present and future*. Comm. of the Eur. Comm., D. Reidel Pub. Comp., Atm. Sc. Libr.
- FLOHN H., KAPALA A., KNOCH H.R. & MACHEL H., 1990. *Recent changes of the tropical water and energy budget and of midlatitude circulations*. Climate dynamics, 4, 237-252.
- FOLLAND C.K., PALMER T.N. & PARKER D.E., 1986. *Sahel rainfall and worldwide sea temperatures, 1901-85*. Nature vol. 320, 602-606.
- GREGOIRE F., 1991. *La sécheresse de 1989 en Laonnois*. Publ. Ass. Int. de Clim., vol. 3.
- HUARD F., 1991. *La sécheresse de 1989 en Basse-Normandie*. Publ. Ass. Int. de Clim., vol. 3.
- JANOWIAK J.E., 1990. *Seasonal climate summary. The global climate of december 1989-february 1990*. Journal of Climate, vol. 3 n° 6, 685-709.
- JONES P.D., WIGLEY T.M.L. & FARMER G., 1991. *Marine and land temperature data sets : a comparison and a look at recent trends*. in Greenhouse-gas-induced climate change : a critical appraisal of simulations and observations, M.E. Schlesinger Ed., Elsevier Sc. Pub. B.V., 153-172.
- JUNKES D., 1990. *La chronique hydrologique de l'année 1989-1990 : une pénurie exceptionnelle*. Adour-Garonne n° 47, 3.
- KUNKEL K.E. & ANGEL J.R., 1988. *Perspective on the 1988 midwestern drought*. Eos, July 12.
- LAMBERT R., LAMI J.M. & SENGES F., 1990. *La sécheresse de 1989 dans le bassin de la Garonne (à l'amont du mas d'Agenais)*. Univ. de Toulouse-Mirail, Institut de Géographie.
- LEROUX M., 1986. *L'Anticyclone Mobile Polaire : facteur premier de la climatologie tempérée*. Bull. de l'Ass. de Géog. Fr. (4), 311-328.
- LEROUX M., 1989. *Circulation générale de la troposphère et variations climatiques*. IGCP 252/Unesco, Variations astronomiques et changements climatiques terrestres, A. Bücher Ed., Observ. Pic du Midi/Univ. de Toulouse, 117-126.
- LEROUX M., 1990. *Les conditions dynamiques moyennes du climat de la France*. Revue de Géographie de Lyon, vol. 65 n° 2, 63-79.
- LEROUX M., 1991-a. *Interférence entre Anticyclone Mobile Polaire et relief : l'exemple des Alpes*. Publ. Assoc. Internationale de Climatologie, vol. 3.
- LEROUX M., 1991-b. *Les inondations des 21, 22 et 23 janvier 1990 en Tunisie : rencontre fortuite d'Anticyclones Mobiles Polaires de trajectoires différentes*. Publ. Assoc. Internationale de Climatologie, vol. 4.

- LEROUX M., 1991-c. *Quel changement climatique global vivons-nous exactement ?* Comm., Comité Nat. de Climatologie, Dijon.
- NAMIAS J., 1978. *Recent drought in California and western Europe*. Rev. of Geophys. and Space Phys. vol. 16 n° 3, 97-120.
- NICOLIS C., 1991. *Le climat peut-il basculer ?* La Recherche 232, vol. 22, 584-587.
- PALMER T.N. & BRANKOVIC C., 1989. *The 1988 US drought linked to anomalous sea surface temperature*. Nature, vol. 338, 54-57.
- ROGERS J.C., 1989. *Seasonal temperature variability over the north Atlantic Arctic*. Proc. of the 30th anual climate diagnostics workshop, NOAA, NWS, 170-176.
- ROPELEWSKI C.F. & HALPERT M.S., 1987. *Global and regional scale precipitation patterns associated with the El Nino/Southern Oscillation*. Monthly Weather Review, vol. 115, 1606-1626.
- SAGNA P., 1990. *Brusque refroidissement du temps à Dakar. Analyse de la situation météorologique du 12 au 16 janvier 1990*. Veille Climatique Satellitaire, Bull. n° 35, ORSTOM/CMS, Lannion, 35-47.
- SAKISS N., MAGHREBI S., SASSI M. & BEN DHIFFALLAH M., 1990. *Les inondations des 21, 22, 23 et 24 janvier 1990 dans le centre et le sud de la Tunisie*. Inst. Nat. de la Mét., Tunis.
- SCHNEIDER S.H., 1988. *The greenhouse effect and the U.S. summer of 1988 : cause and effect or a media event ?* Climate change 13, 113-115.
- TRENBERTH K.E., BRANSTATOR G.W. & ARKIN P.A., 1988. *Origins of the north American drought*. Science, vol. 242, 1640-1644.
- TRENBERTH K.E., 1990. *Recent observed interdecadal climate changes in the northern hemisphere*. Bull. of the Am. Met. Soc., vol. 71 n° 7, 988-993.
- TRENBERTH K.E., 1991. *Recent climate changes in the northern hemisphere*. in Greenhouse-gas induced climate change : a critical appraisal of simulations and observations, M.E. Schlesinger Ed., Elsevier Sc. Pub. B.V., 377-390.
- WALLEN C.C., 1970. *Introduction. Climates of northern and western Europe*. World Survey of Climatology, vol. 5, Elsevier Pub. Cy, 1-21.
- W.M.O., 1990. *World Climate Program Data, Climate System Monitoring*, Monthly Bulletin, Dec. 1989, Jan. 1990, Feb. 1990, Geneva.