

## Marcel LEROUX

Professeur à  
l'Université Jean Moulin  
CNRS, URA 260

### RESUME :

Les pluies diluviales associées aux situations météorologiques des 21-22 et 26-27 septembre 1992 sont dues au déplacement rapide de deux AMP de trajectoire méridienne directe sur l'Atlantique, précoces et puissants. Cette puissance leur permet de s'écouler, en "nappe" et par les ensembles, au-dessus du relief ibérique vers la Méditerranée occidentale, et de provoquer une forte remontée d'air chaud et humide vers la France méridionale, où le relief amplifie le caractère orageux des perturbations. Le mois de septembre 1992 se caractérise par un nombre élevé d'AMP de trajectoire fortement méridienne. Ces événements s'inscrivent dans une évolution climatique commandée par le refroidissement continu des régions arctiques.

### ABSTRACT :

Diluvian rains related to the meteorological patterns of 21 and 22, 26 and 27 September 1992, were the result of the rapid eastward motion of two, early and strong MPHs having a direct meridional path over the Atlantic Ocean. Their power allowed them to move in the form of an airmass over the Iberian relief towards the western Mediterranean, and then to force a strong southerly, warm and moist airstream towards the southern part of France, where highlands amplified the stormy nature of disturbances. The month of September 1992, was characterized by a large number of MPHs with strong meridional paths. These dramatic events are connected with a climatic change governed by a cooling trend over the Arctic Ocean area.

**MOTS-CLES :** Evénements climatiques extrêmes, inondations, perturbations des latitudes moyennes, anticyclone mobile polaire (AMP), évolution climatique, climat de la France.

**KEY-WORDES :** Natural climatic hazards, floods, mid latitude disturbances, mobile polar high (MPH), climatic change, climate of France.

creative commons  
BY:  
NC  
SA

# La dynamique des situations météorologiques des 21-22 et 26-27 septembre 1992 dans le sud du couloir rhodanien

Après le Grand-Bornand en 1987, Nîmes en 1988, voici en 1992, Vaison-la-Romaine, Bédarrides, Rennes-le-Château et Couiza ... Ces événements dramatiques sont-ils vraiment inévitables ? N'est-il pas possible, lorsqu'il s'agit des perturbations apparemment bien connues des latitudes moyennes, comme pour les cyclones tropicaux si puissants et réputés si fantasques, d'alerter "à temps" les populations exposées, et de "laisser passer l'orage", en ne déplorant que des dégâts matériels ? L'ouragan Andrew, avec 40 victimes (Mazurie et al., 1993), a été moins meurtrier dans le sud-est des Etats-Unis du 24 au 26 août 1992, que les inondations des 21 et 22 septembre 1992 dans le sud de la France... Ces événements sont-ils "exceptionnels" et de nature aléatoire, isolés dans l'espace comme dans le temps ? Compte tenu des "ambiguités de l'information météorologique" (D.R.M., 1992), sont-ils, d'abord, bien compris ?

### LES CAUSES PRESUMEES, ANALYSE ET CONCEPTS

On a tout dit, ou presque, sur les causes des pluies catastrophiques dans le sud de la France. Celles des 21 et 22 septembre 1992 seraient associées à un "épisode tempétueux dans la 'mousson' méditerranéenne" (Rapp. Interm., 1992). Officiellement, "l'effet cévenol" serait ainsi un phénomène qui... "s'apparente à la mousson", puisque, "lors du changement de saison, on constate un appel de masses d'air maritime tiède et chargé d'humidité venu de la Méditerranée...". On estime encore que "les 'cévenols' peuvent être considérés, 'en fait, comme des événements liés aux changements de saison ; on pourrait presque écrire que ce sont des phénomènes d'équinoxe'" (Météo-France, 1992a).

L'explication la plus fréquente considère que "la situation météorologique est en fait 'classique' en cette saison" (Météo-France, 1992b) : "d'une part, dans les basses couches, un très fort courant de sud avec de l'air tropical chaud et humide, et d'autre part, dans les couches moyennes de l'air froid" (Météo-France, 1992a). L'importance du relief est aussi soulignée : "les reliefs du sud et du sud-est sont à l'origine d'un brutal soulèvement de masses d'air chaud et humide" (Météo-France, 1992a). Une mention particulière doit être accordée à l'étude minutieuse effectuée par Rivrain (1992), dont les arguments essentiels sont repris dans Benech et al. (1993) : sont d'abord analysés, de manière conventionnelle, les niveaux supérieurs où l'on observe "un profond minimum associé à une goutte froide", est ensuite soulignée la présence dans "les 1 500 premiers mètres

d'une masse d'air chaud humide et instable", tandis qu'en surface un "front froid sur le Golfe du Lion, véritable ligne de convergence entre les vents d'est à sud-est antérieurs et les vents d'ouest postérieurs, sépare une masse d'air de  $\theta_e = 18^\circ$  et une masse d'air de  $\theta_e = 10^\circ$ ". On évoque aussi, bien évidemment, la présence d'un front qui "ondule" et d'une "dépression centrée à l'ouest de la Manche", bien loin de Vaison...

Ces explications peuvent apparaître satisfaisantes, en première analyse, notamment en ce qui concerne :

- La présence d'air chaud et humide, aisément expliquée par la proximité de la Méditerranée et par la saison. Mais, la période estivale n'enregistre pas régulièrement de tels paroxysmes, et "l'attraction" thermique continentale présumée (en dépit, naturellement, de l'absence de "dépression thermique", encore moins "saisonnière" !) ne pourrait seule expliquer l'ampleur du transfert d'air méditerranéen vers le nord. Le problème essentiel, non résolu, est précisément d'individualiser le facteur capable de forcer une remontée de sud aussi puissante.

- Le rôle du relief, à l'origine des pluies dites "cévenoles". Mais l'effet amplificateur du facteur orographique, susceptible d'expliquer les épiphénomènes orageux dans l'advection de sud ainsi que la localisation des concentrations pluvio-orageuses, ne peut seul rendre compte du caractère diluvien, ni surtout de l'organisation générale et de la migration des noyaux de fortes précipitations.

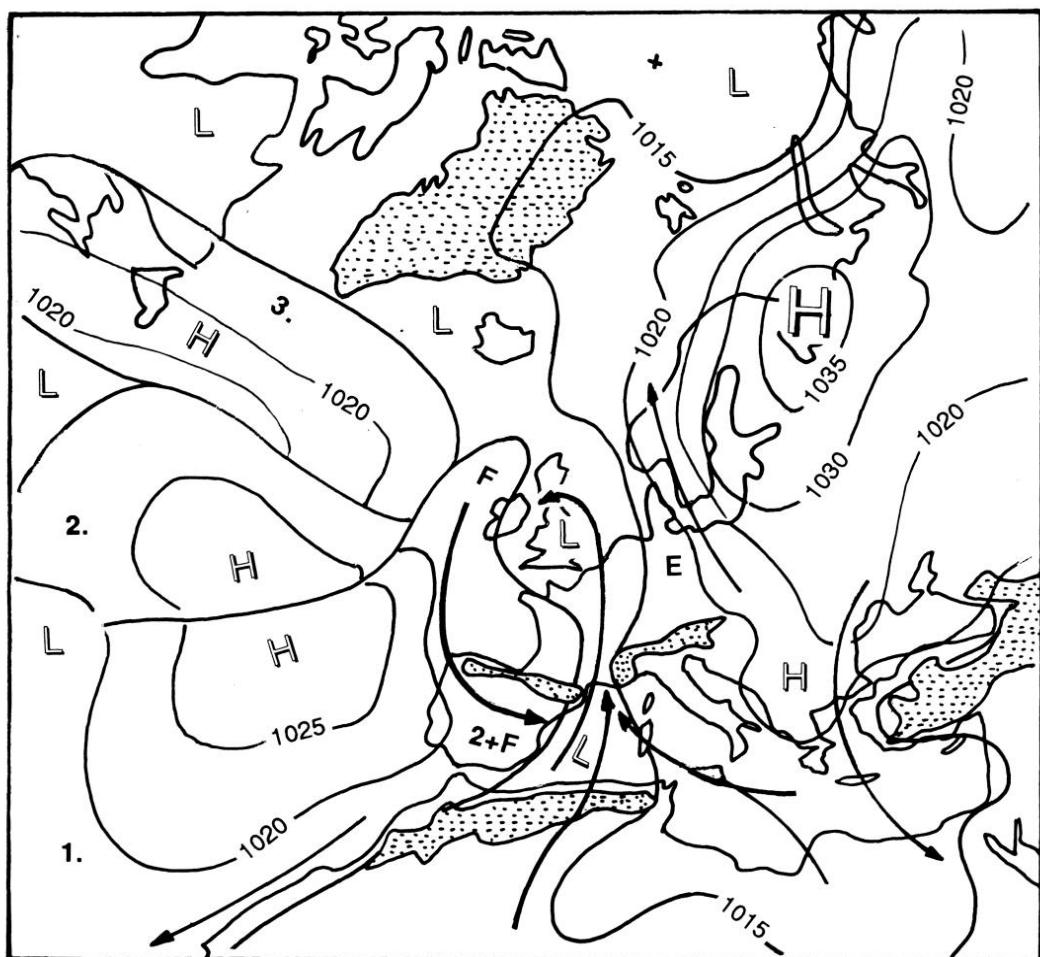
- L'importance du talweg "en altitude", susceptible de favoriser l'ascendance, sachant que "l'expérience nous enseigne que cette configuration est tout à fait propice au déclenchement des fortes précipitations ... pour peu que le déplacement du talweg se fasse rapidement" (Météo-France, 1992b). La nette dichotomie dans toutes les analyses entre les différents niveaux (notamment entre le "front" et le "talweg") est cependant embarrassante, de même (sur le plan des processus) que la superposition : "air chaud dans les basses couches / air froid en altitude", surtout lorsque cette configuration se maintient au mépris de la densité pendant plusieurs jours. Le rôle majeur attribué au "talweg d'altitude" ne fait toutefois que repousser l'explication véritable, puisque n'est déterminée ni l'origine (sauf à croire à la "génération spontanée"), ni la dynamique (un "déplacement rapide" étant pourtant jugé nécessaire), ni les caractères de ce talweg qui, bien que présenté comme le facteur premier, demeure ainsi la principale inconnue .

L'explication "officielle" de la situation météorologique, avec quelques "innovations" tropicalistes (comme "mousson"... "pluies équinoxiales"... voire

"orages en V"), consiste en fait en un rappel des habituelles généralités, sur les particularités climatiques du sud de la France, et sur le schéma "classique" de "la goutte froide" d'altitude. L'analyse est toutefois réalisée dans une fenêtre de dimension réduite, dans laquelle les phénomènes apparaissent brusquement et s'y déplacent, sans que l'on connaisse ni l'origine de l'onde, ni celle de l'air froid (dont est néanmoins soulignée la "virulence"), ni du *front* (qui, naturellement, "n'ondule" que dans la terminologie consacrée), ni le responsable de l'advection de sud pourtant si puissante et si déterminante dans la violence du phénomène... Il manque ainsi une perception d'ensemble, et une compréhension globale de la dynamique des phénomènes, dans l'espace et dans le temps. Dans l'espace, tout à la fois verticalement, en raison de l'habituel hiatus entre les différents niveaux qui sont analysés séparément, et horizontalement malgré le témoignage de l'image-rie satellitaire qui montre clairement que les formations nuageuses incriminées ne représentent qu'un fragment minime d'un système organisé

considérablement plus étendu. Dans le temps, puisque ne sont pas envisagées les conditions climatiques spécifiques dans lesquelles s'inscrivent les paroxysmes de cette fin-septembre 1992. L'ensemble de ces insuffisances explique sans doute l'avis du rapport d'enquête de la D.R.M. : "on reste stupéfait par l'absence de discours clair tenu par les spécialistes sur les limites des techniques actuelles de la prévision météorologique". Il apparaît ainsi nécessaire d'utiliser une autre méthode d'analyse, qui propose un modèle global apte à rendre compte de la dynamique d'ensemble des phénomènes.

L'analyse des cartes synoptiques et de l'imagerie satellitaire, se fonde ici sur la reconnaissance des unités de circulation organisées par les **Anticyclones Mobiles Polaires**, ou AMP (Leroux, 1986, 1991, 1993). Les AMP effectuent le transport méridien -en masse- du froid polaire, dans les basses couches, à travers les zones tempérées vers la zone tropicale. Ils résultent du tassement de l'air au-dessus des régions polaires, en



**Figure 1 :** Situation en surface le 22 septembre 1992, 12 UTC (d'après B.M.E.)

raison du déficit énergétique permanent en surface, déficit plus prononcé en hiver. Ces vastes lentilles d'air relativement homogènes, de 2 à 3 000 kilomètres de diamètre moyen, pelliculaires (d'épaisseur moyenne de l'ordre de 1 500 à 1 000 mètres), sont constamment éjectées des hautes latitudes, les fréquences moyennes mensuelles se situant entre 1,2 et 1,5 AMP par jour à partir de l'Arctique (moyennes portant sur 3 années, d'après Reynaud, Mollica, et Passerat de la Chapelle, 1992). En raison de leur densité ils imposent leur champ de pression et de vent, déviant sur leur face avant les flux environnants en direction des hautes latitudes. Ils forment ainsi avec eux un vortex dipôle mobile, composé d'une partie anticyclonique : l'AMP proprement dit, et d'une partie cyclonique : le couloir dépressionnaire périphérique et la dépression ou "cyclone". Les effets perturbateurs des AMP sont proportionnels à leur propre puissance (moindre en été, maximale en hiver) qui conditionne notamment, l'importance des contrastes thermiques, la capacité à dévier vers le pôle les flux environnants, l'intensité de

cette déviation et des ascendances, le creusement du couloir dépressionnaire périphérique et des dépressions fermées éventuellement situées dans ce couloir.

## DYNAMIQUE DE LA SITUATION DES 21 ET 22 SEPTEMBRE 1992

*La situation est simple dans ses grandes lignes* (fig. 1, et cliché 1). S'individualisent d'emblée :

- une agglutination anticyclonique à l'est, de la Scandinavie où la pression excède 1 035 hPa jusqu'à la Méditerranée orientale, les Alpes ne représentant qu'une très modeste partie de ce "barrage" anticyclonique oriental,
- un anticyclone composite à l'ouest (qu'une école de pensée appellerait "anticyclone des Açores"), dont la partie orientale se déplace vers l'est (mouvement que cette même école de pensée attribue habituellement à un "gonflement" de l'anticyclone, dit "des Açores"),
- entre les deux un couloir dépressionnaire, étroit, qui se referme progressivement, et dans lequel le vent de sud, venant principalement de Méditerranée, est accéléré et soulevé, sur les bordures des anticyclones et sur les reliefs ; les Pyrénées, le sud du Massif Central et les Alpes contribuent très vigoureusement à canaliser et à accélérer le flux de sud en direction du nord.

*La genèse de la situation est plus complexe* : sa mise en place est plus longue et elle fait intervenir de nombreux AMP. Ceux-ci sont désignés en fonction de la trajectoire suivie, soit par une lettre, majuscule pour la trajectoire "scandinave", minuscule pour la trajectoire "russe", soit par un chiffre lorsque la trajectoire est "américano-atlantique", lettre et chiffre étant suivis de la date de l'observation (à 12 h sur les cartes du B.M.E.).

### La mise en place de l'agglutination anticyclonique orientale

La situation anticyclonique résulte de l'emboîtement progressif d'AMP de trajectoires nord et ouest (fig. 2 et 3). Entrent dans l'agglutination les AMP suivants :

- **A**, pénètre le 16 et le 17 dans l'agglutination continentale, et s'écoule vers la Méditerranée orientale,
- **B**, apparaît le 17, et s'intègre à son tour le 18 dans l'agglutination,
- **c**, s'écoule le 18 et le 19 sur la Russie en renforçant le versant oriental de la masse anticyclonique,
- **D**, puissant AMP de 1 030 hPa en son centre, s'emboîte le 19 dans l'AMP **B** sur l'Europe centrale ; il est immédiatement suivi par **E**, d'égale

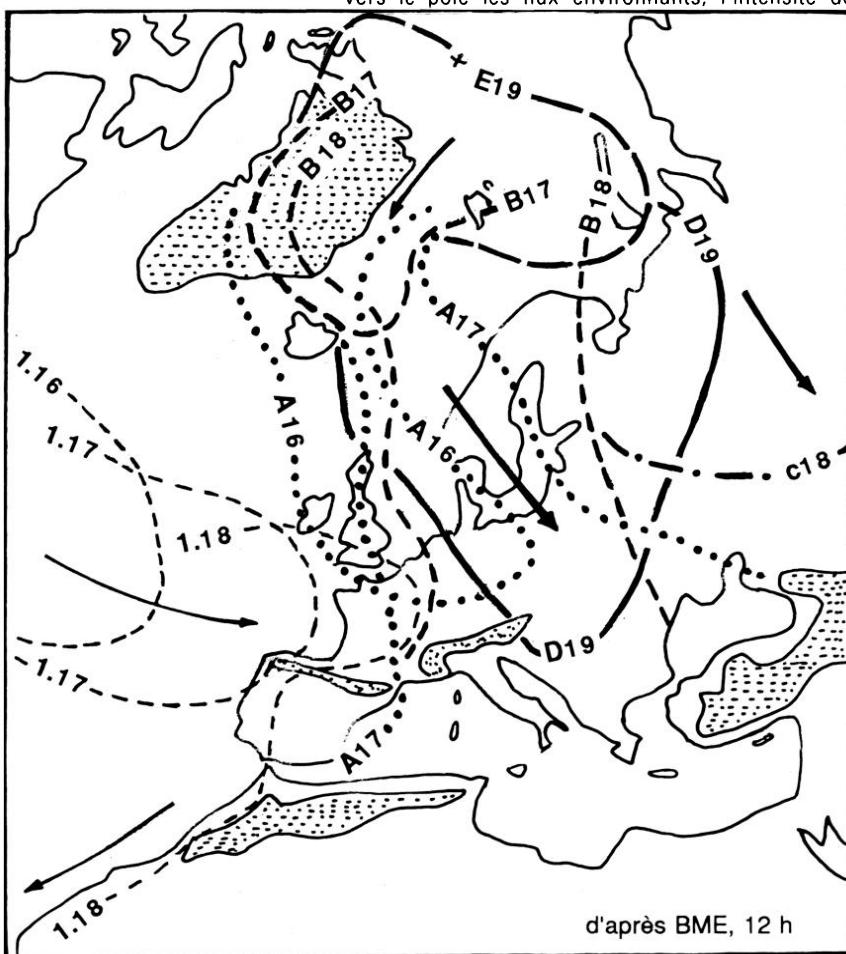


Figure 2 : Mise en place du barrage anticyclonique sur l'Europe et la Méditerranée : du 16 au 19 septembre 1992, Surface

puissance initiale (1 030 hPa) ; le 20, **D** se scinde en deux parties, l'une se dirige vers l'Asie centrale, l'autre descend vers la Méditerranée orientale, - **E**, le 20, atteint 1 035 hPa sur le nord de la Scandinavie et s'intègre le 21 dans l'agglutination continentale, en la renforçant vigoureusement, - l'AMP **1**, qui est passé le 13 septembre sur le Canada, entre rapidement dans l'agglutination anticyclonique atlantique le 16, puis en déborde et pénètre sur la France au nord de l'alignement Cantabriques-Pyrénées. Sa partie nord se détache (1'), s'individualise nettement le 20, est déviée par les Alpes, fusionne avec **E** et se fond dans l'agglutination anticyclonique continentale. L'essentiel de sa masse, arrêtée par le relief ibérique, s'écoule vers le sud sur l'Atlantique (alimentant le flux d'alizé maritime), - **g**, apparaît le 20 au nord du Spitzberg et envasit le nord de la Russie le 21, tandis qu'apparaît en renfort l'AMP **h**.

L'agglutination anticyclonique continentale, qui a atteint 1 035 hPa dès le 21, est compacte, puissante et étendue, couvrant presque toute l'Europe (fig. 1) en se prolongeant sur le bassin oriental de la Méditerranée. Elle est formée de l'accumulation progressive de nombreux AMP : 7 descendus à l'est du Groenland, auxquels s'ajoute un fragment d'un AMP d'origine américaine.

#### L'advection méridienne sur l'Atlantique

Sur l'Atlantique (fig. 4) la descente directe de **F**, le 20, contemporaine de **E** (fig. 3), selon une trajectoire "islandaise", l'amène à s'opposer au déplacement vers l'est de l'AMP "américain" **2**. Le 21, **F** pénètre profondément dans l'AMP **2**, **F** et la partie orientale de **2** fusionnent alors. Le 22, la puissante association **F+2**, se déplace vers l'est sur la France, et vers la Méditerranée en franchissant le relief ibérique, la masse principale migrant au sud de l'alignement infranchissable Cantabriques-Pyrénées et au nord de la barrière infranchissable de l'Atlas. L'AMP **3** vient encore renforcer la façade nord de l'agglutination atlantique.

Le 20, la situation est anticyclonique sur l'ensemble de l'Europe, deux petites dépressions sont maintenues sur l'Atlantique à l'ouest de **F**. Le 21, une dépression s'ouvre dans la remontée de sud sur la face avant de **F** (entre Espagne et Irlande), entre l'agglutination anticyclonique orientale (face arrière de **E**) qui se décale lentement vers l'est, et l'agglutination atlantique (face nord-est de **F+2**) qui suit la même translation. Jusqu'à au moins 00 heure le 22 (cf. B.M.E) le couloir dépressionnaire, devenu plus étroit, est encore fermé au nord entre l'Ecosse et l'Islande (fig. 1) par une dorsale qui relie les AMP **F** et **E**. Ce couloir s'ouvre le 22, par glissement de la partie nord

de **F** vers le sud et de **E** vers l'est, et il offre alors au flux de sud un exutoire direct de la Méditerranée jusqu'au Groenland.

#### La situation en altitude

En altitude (observée sur les cartes de 850, 700, 500 et 300 hPa du BME) on note la présence d'une dépression fermée ou d'un talweg (fig. 5). Le 20, un talweg peu marqué surmonte les deux dépressions de surface. Le 21, un nouveau talweg apparaît au-dessus de la nouvelle dépression de surface (entre **F** et **E**) et s'étire alors du Portugal jusqu'à l'Islande. Le 22, le talweg est plus à l'est, au-dessus du couloir, la dépression étant maintenant centrée sur l'Angleterre, et il suivra cette dépression le 23 au-dessus de la Mer du Nord. Pas plus le 21 que le 22, il ne véhicule "de l'air froid venant du pôle" (Météo-France, 1992b), la déviation des lignes de flux vers le sud sur la face arrière du talweg s'opérant entre les latitudes 50° et 60° N. La position du talweg reflète ainsi la configuration de surface (cf. fig. 1).

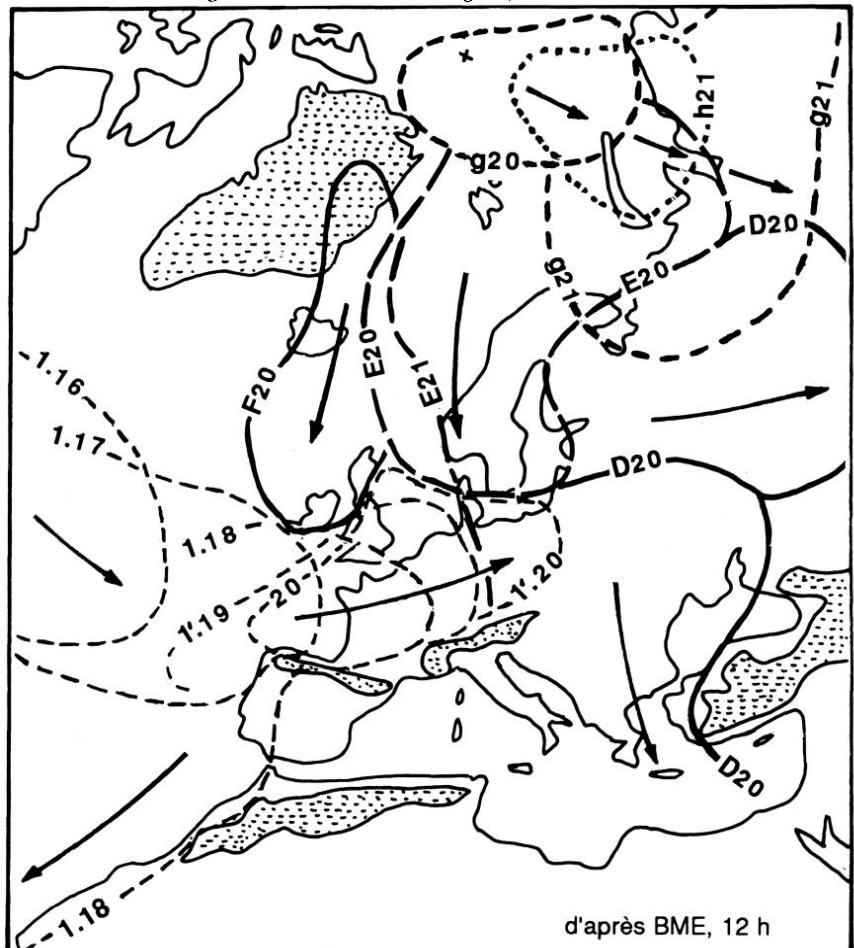


Figure 3 : Mise en place du barrage anticyclonique sur l'Europe et la Méditerranée : du 19 au 22 septembre 1992, Surface

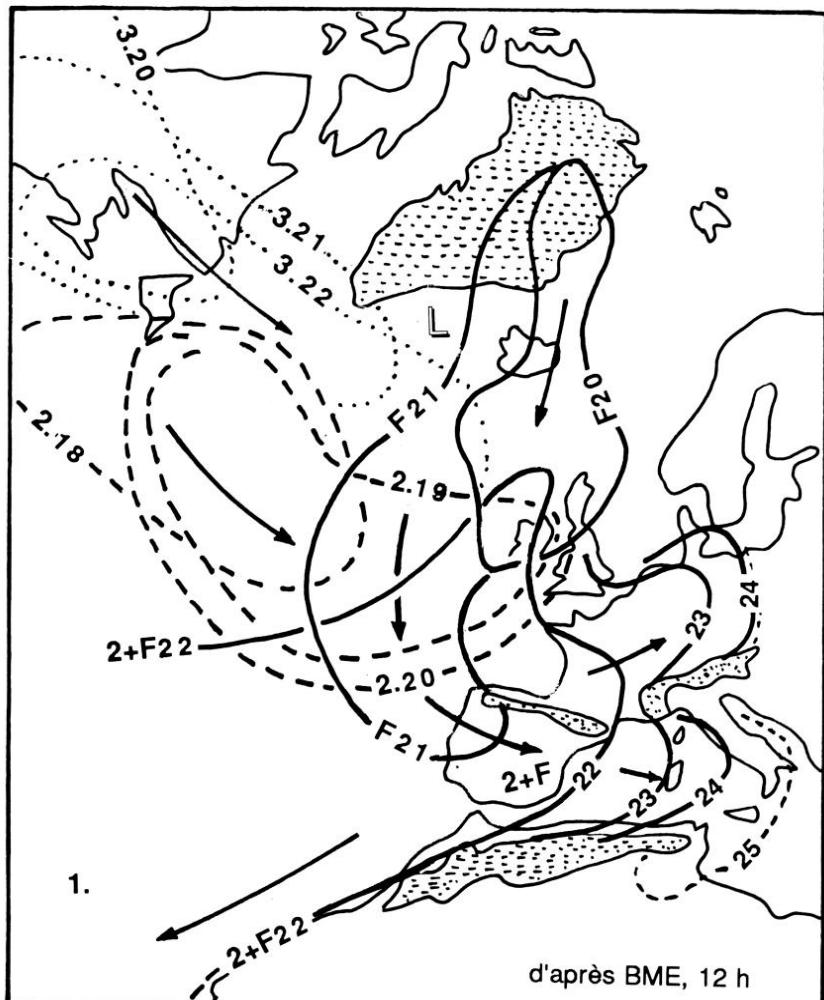


Figure 4 : Genèse sur l'Atlantique de la situation des 21-22 septembre 1992

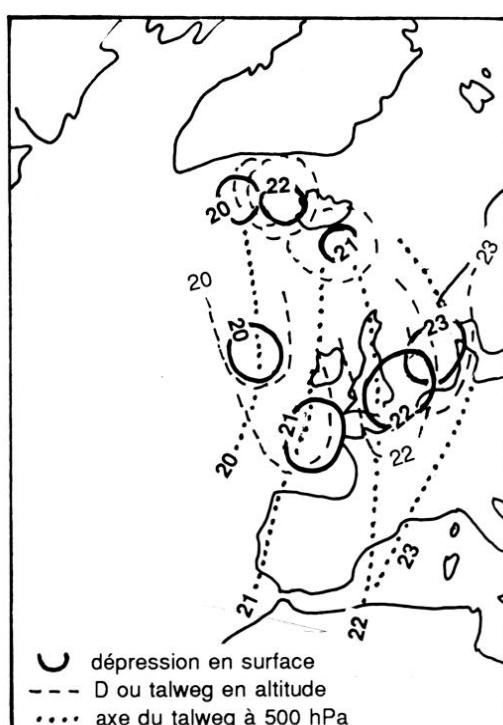


Figure 5 : Situation en altitude du 20 au 23 septembre 1992 (schéma)

il se trouve au-dessus du couloir dépressionnaire sur la face avant de la masse anticyclonique atlantique (**F+2**) ; il naît avec lui le 21 (le talweg du 21 n'est pas celui du 20), il se déplace avec lui les 22 et 23, il s'arrête et disparaît avec lui le 24 lorsque les masses anticycloniques se soudent. Le talweg d'altitude n'est donc **pas une cause**, mais **une conséquence de la dynamique de basses couches**, l'advection d'un air relativement froid sur le versant ouest du talweg constituant toutefois une condition favorable à l'ascendance, *additive mais non initiale*. Le talweg représente ainsi un témoignage de l'ascendance et de la libération d'énergie résultante impulsées dans les niveaux inférieurs, sur la face avant de l'anticyclone mobile.

#### Le temps associé

La puissante déviation vers le nord, sur sa face avant, par l'AMP méridien, la disposition du couloir dépressionnaire et son resserrement progressif, expliquent aisément la localisation et les caractères dominants du temps associé :

- *La vitesse du vent de sud*, très fréquemment supérieure à 100 km/h, croît par effet Venturi entre les deux masses anticycloniques, et par intervention du relief, dans les couloirs entre Pyrénées, Massif Central et Alpes : le 22, on enregistre aux Saintes-Maries-de-la-Mer la vitesse de 180 km/h, à Nîmes 155 km/h, à Orange 108 km/h, à Montélimar 122 km/h. Le flux de sud, de forte épaisseur dans le couloir rhodanien, atteint le 21 des vitesses de l'ordre de : 55 km/h à 1 500 m et 3 000 m, et le 22 : 92 km/h à 1 500 m et 120 km/h à 3 000 m.

- *Les pluies diluviennes et leur caractère orageux* : le potentiel précipitable d'abord d'origine atlantique, puis provenant de la Méditerranée, du bassin occidental mais aussi du bassin oriental sur la face sud de l'agglutination anticyclonique, est soulevé sur la face avant de l'AMP **F+2**, et sur les reliefs (Cévennes, Vivarais, Préalpes). Le flux de sud apte à l'ascendance par sa chaleur sensible (notamment en milieu de journée comme à Vaison), libère une abondante chaleur latente très rapidement renouvelée par l'advection. Du 21 au 22 tombent ainsi dans l'Hérault au Caylar : 448 mm, 310 mm en Lozère, dans le Gard à Sumène 310 mm. De fortes pluies se déversent sur le versant ouest du couloir le 22 jusqu'à midi : en Ardèche entre 8 h et 12 h tombent 254,8 mm à Pèreyres. Dans son déplacement vers l'est le couloir dépressionnaire traverse la vallée, il s'ouvre alors dans les basses couches, ouverture qui se traduit par un transfert accéléré vers le nord et par une atténuation momentanée des pluies en milieu de journée. Le couloir se referme ensuite dans les basses couches en début d'après-

midi lorsque la face avant de l'AMP (F+2) rencontre la barrière alpine, précisément les préalpes drômoises, le Ventoux, les Baronnies. Le moment de la fermeture du couloir par le relief est alors celui "de tous les dangers", l'extrémité nord du couloir dépressionnaire imposant le lieu de concentration d'énergie potentielle et d'ascendance maximale. Le maximum d'intensité, supérieure à 100 mm/h, se produit entre 13 h 30 et 15 h 30, la disposition des pluies maximales étant orientée selon un axe N.NE-S.SW, qui révèle la face avant de l'AMP. L'épicentre des pluies diluviales, de l'ordre de 300 mm, est alors observé, "à Entrechaux à 6 km en amont de Vaison-la-Romaine", sur les contreforts occidentaux du Ventoux.

Les 23, 24 et 25 l'AMP F+2 est coupé en deux par les Alpes. Une partie passe au nord et s'oppose au champ de pressions élevées de l'agglutination continentale, dans laquelle elle s'intègre le 25. La partie sud qui reçoit en renfort (sous forme de mistral) la fraction arrêtée par la barrière alpine, provoque sur sa face avant la remontée vers les Alpes méridionales du potentiel méditerranéen (fortes précipitations : 110 mm à Bagnols, 85 mm à Cannes, 93 mm à Antibes, et inondations à Gênes le 23), et finit à son tour par se fondre dans la masse anticyclonique du bassin oriental de la Méditerranée (pour alimenter ensuite la circulation d'alizé sur l'Afrique).

#### DYNAMIQUE DE LA SITUATION DES 26 ET 27 SEPTEMBRE 1992

Dès le 23 se prépare sur l'Atlantique nord le nouvel épisode pluvieux, à nouveau marqué par des précipitations abondantes, des inondations comme dans la basse-ville de Narbonne, et encore par le drame, notamment à Rennes-le-Château et Couiza (Aude). La situation en surface présente de grandes similitudes avec la précédente (fig. 6, et cliché 2).

#### La situation météorologique

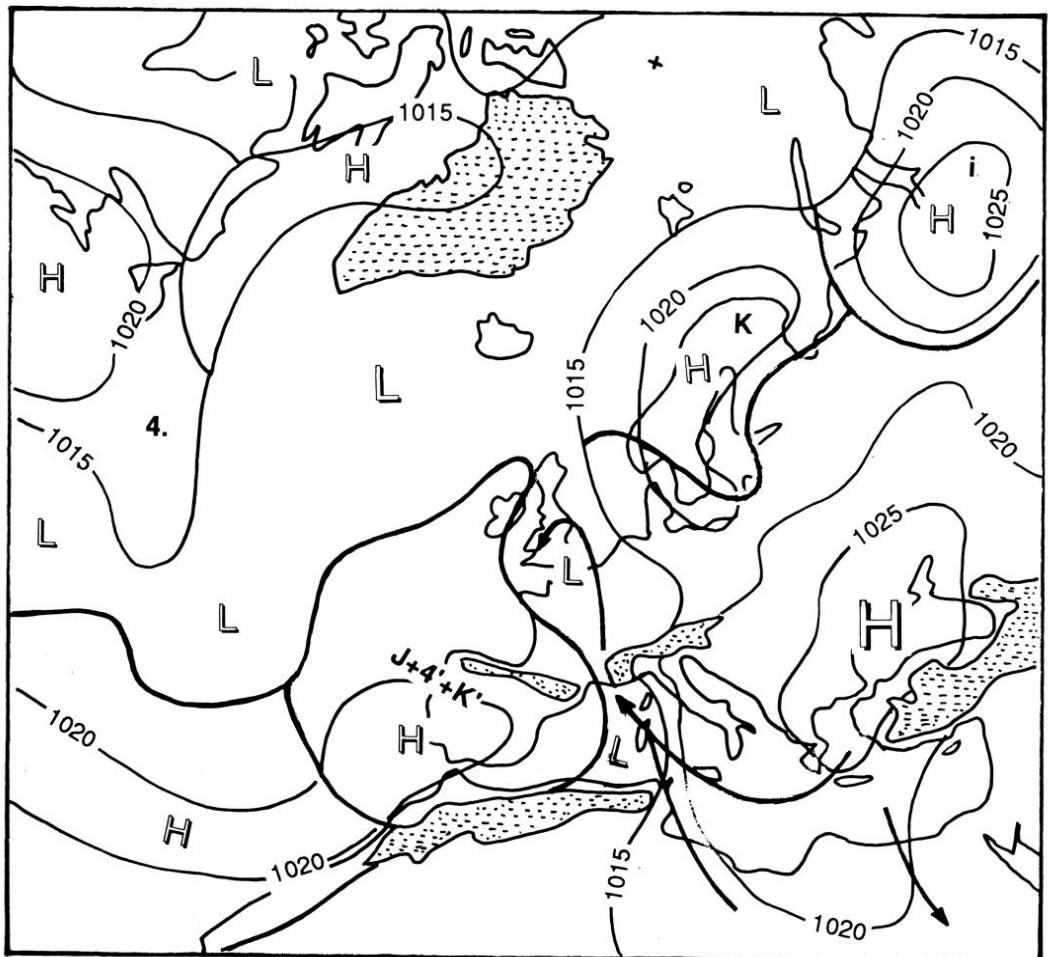
L'agglutination anticyclonique orientale, dans laquelle est venue se fondre l'association F+2, est encore alimentée au nord, dès le 23 par l'AMP i de trajectoire russe, puis le 26 par l'AMP K au voisinage de la Scandinavie. L'agglutination continentale, dont la puissance est de 1 030 hPa le 26 septembre sur l'Europe centrale (de 1 025 hPa le 27), déborde largement sur la Méditerranée orientale où la pression est encore supérieure à 1 020 hPa.

Sur l'Atlantique (fig. 7), l'AMP J de trajectoire islandaise, né le 23 au sud du Groenland, glisse

rapidement vers le sud et vers l'est le 24 et le 25 ; il rencontre l'AMP 4 le 26, en détache un fragment qui se fond avec lui ; il reçoit encore une fraction de l'AMP K qui renforce sa façade nord. L'agglutination mobile J+4'+K', qui par ailleurs bloque sur sa face ouest la progression de la dépression d'origine tropicale "Charley", franchit alors la péninsule ibérique en direction de la Méditerranée occidentale.

L'AMP J provoque la formation d'une dépression sur sa face est, dès le 23, à proximité de l'Islande ; le 24 le glissement de J vers le sud déplace la dépression de surface sur la Grande-Bretagne ; le 25 la dépression creusée entre l'AMP J qui se rapproche et l'AMP F+2 qui continue à s'éloigner plus lentement vers l'est, est maintenant centrée sur le golfe de Gascogne ; le 26 la largeur du couloir dépressionnaire se réduit sur la face avant de l'AMP J+4'+K', se déplace vers l'est avec lui le 27 en se resserrant encore

Illustration non autorisée à la diffusion



**Figure 6 :**  
Situation en surface le  
27 septembre 1992, 12 UTC  
(d'après B.M.E.)

davantage (fig. 6). Dans ce couloir, sur la face avant de l'AMP, le flux de sud méditerranéen, chaud et humide, est vigoureusement dévié vers la France méridionale.

*En altitude* (fig. 8), comme dans la situation précédente, un talweg surmonte la dépression de surface et la suit dans son déplacement vers l'est ; il naît avec elle, se déplace avec elle les 24 et 25, surmonte le couloir dépressionnaire les 26 et 27, et disparaît ensuite avec lui lorsque les masses anticycloniques se soudent (les 28 et 29). Les 26 et 27 le premier rôle passe à la dépression et au talweg associé, situés au sud du Groenland ; la déviation vers le sud des lignes de flux ne s'opère plus alors au-dessus du couloir dépressionnaire qu'au sud de la latitude 50° N, excluant a fortiori une "relation directe" avec le pôle. Le vent de sud atteint dans le couloir rhodanien, à 850 hPa, le 26, environ 70 km/h, et le 27, environ 90 km/h. Les talwegs d'altitude sont encore une conséquence de la dynamique observée dans les basses couches.

#### Le temps associé

La configuration est encore favorable au *vent violent* et aux *fortes pluies*. Les vents maxima atteignent 140 km/h le 26 et 165 km/h le 27 au Mont-Aigoual, 133 km/h le 27 à Sète et à Montpellier, 108 km/h à Marignane. Dans l'après-midi du 26, 324 mm tombent à Céret, 228 mm à Prades dans les Pyrénées orientales. On relève 292 mm à Narbonne (Aude) et 312 mm dans l'Hérault à Cazouls-lès-Béziers. Lors de la traversée de la vallée du Rhône les pluies déclinent, mais atteignent ensuite 78 mm à Draguignan, 82 mm à Toulon et 87 mm à Porquerolles. Sur le littoral oriental de la Corse les vents de sud-est sont violents (jusqu'à 108 km/h) et le 27 les pluies excèdent 150 mm (155 mm à Solenzara, 179 mm à Pietra-di-Verde) ; très étrangement l'analyse du SMIR-SE (1992) souligne que "sur l'axe Tunisie/Sardaigne les remontées d'air chaud sont importantes", mais les associe au "système actif lié à la dépression sur le golfe de Gascogne"... qui apparaît bien lointaine par rapport aux phénomènes observés.

## LES CARACTÈRES SPÉCIFIQUES, DES DEUX SITUATIONS MÉTÉOROLOGIQUES, ET DU MOIS DE SEPTEMBRE 1992

Les conditions dynamiques moyennes des régions méridionales sont bien connues. En automne notamment s'opère la rencontre entre, d'une part les AMP qui montent en puissance dès le mois d'août (le bref "été" arctique s'achevant brutalement), et d'autre part le potentiel précipitable atlantique et surtout méditerranéen alors optimal (Leroux, 1990a). Les pluies orageuses, intenses, apportent les totaux mensuels les plus élevés.

### Les caractères spécifiques des deux situations météorologiques

L'originalité des deux situations météorologiques de la fin septembre 1992 réside dans :

- *L'intervention d'un AMP de trajectoire méridienne directe sur l'Atlantique*. La puissance des AMP détermine les conditions de l'interférence avec le relief (Leroux, 1990b). Dans le cas d'une trajectoire atlantique, lorsque l'AMP est de faible puissance (fig. 9-a), comme c'est généralement le cas en période estivale, le franchissement des hauts plateaux et sierras ibériques est difficile, voire impossible, et l'AMP est soit entièrement dévié vers le sud entrant alors dans l'agglutination anticyclonique atlantique (dite "des Açores" ; Leroux, 1992), soit scindé en deux parties inégales (en proportions variables), par les Monts Cantabriques et les Pyrénées infranchissables, comme l'AMP 1 (fig. 2 et 3). Une forte puissance (i.e. épaisseur) est donc nécessaire pour que la face avant de l'AMP atlantique atteigne la Méditerranée occidentale, en s'écoulant "en nappe" au-dessus des reliefs modestes, et par les ensembles entre les sierras élevées, au-dessus de la péninsule ibérique, et au nord de l'Atlas infranchissable (fig. 9-b). Cette puissance a été fournie par les AMP F et J, vigoureusement descendus de l'Arctique, dont la trajectoire méridienne directe a rapidement amené leur face avant à la latitude de l'Espagne. La puissance et la vitesse de déplacement des AMP ont encore conditionné la vigueur de la remontée de sud, selon le sens cyclonique dans le couloir antérieur, le contraste thermique entre les AMP et les flux soulevés accroissant encore l'intensité des ascendances.

- *L'existence d'une agglutination anticyclonique orientale* : les pressions élevées sur la Méditerranée orientale (responsables en septembre 1992 de déficits pluviométriques sévères en Europe balkanique ; WMO, 1992), maintiennent l'étroitesse du couloir dépressionnaire et donc la vitesse du flux de sud. Le rôle fondamental est

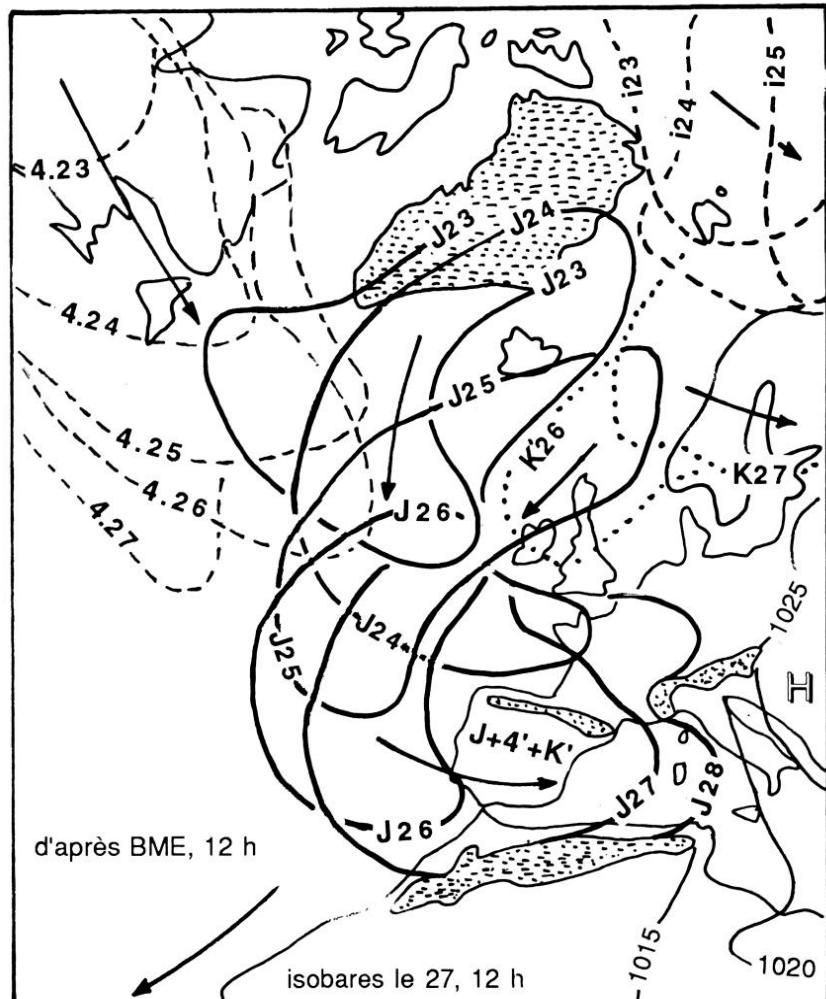


Figure 7 : Genèse sur l'Atlantique de la situation des 26-27 septembre 1992

toutefois, en liaison avec le sens de la rotation anticyclonique sur la façade sud de l'agglutination, la fourniture continue d'un abondant potentiel précipitable (i.e énergétique) évaporé au-dessus de la Méditerranée, et la concentration de ce potentiel dans le couloir dépressionnaire. Les précipitations sont donc abondantes (bien alimentées) et orageuses (forte libération d'énergie).

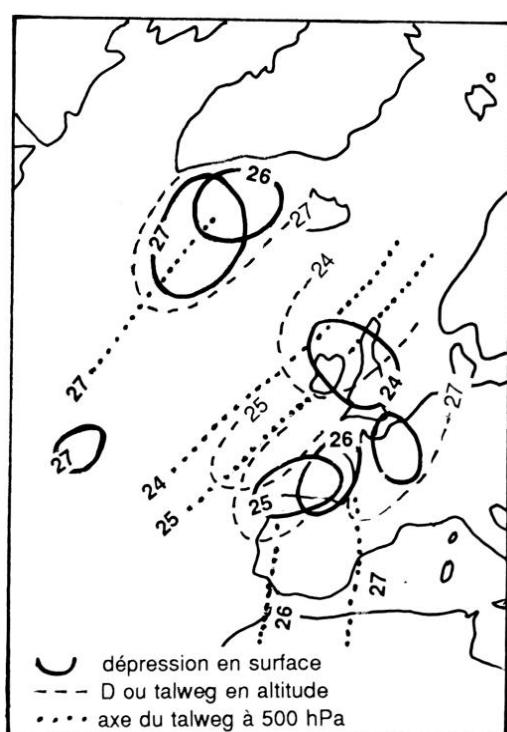
- *L'intervention, à l'échelle régionale ou locale, des conditions orographiques*, qui accélèrent encore les flux par canalisation, et amplifient localement la vigueur des ascendances, et donc le caractère orageux de précipitations intenses.

### La particularité dynamique du mois de septembre 1992

Les AMP qui atteignent l'Europe quittent l'Arctique de part et d'autre du Groenland (une relation inverse étant généralement observée entre les deux trajectoires ; cf. Reynaud, Mollica,

Illustration non autorisée à la diffusion

**Cliché 2 :** NOAA 11 27 septembre 1992 de 13 h 49 à 15 h 43 TU  
(Météo-France - SATMOS C.M.S. - Lannion)



Passerat de la Chapelle, 1992). Au cours des mois de septembre 1989, 1990 et 1991, le nombre d'AMP ayant suivi :

- la trajectoire américaine s'est élevé à : 15 en 1989 - 11 en 1990 - 11 en 1991,
- la trajectoire scandinave s'est élevé à : 5 en 1989 - 4 en 1990 - 3 en 1991.

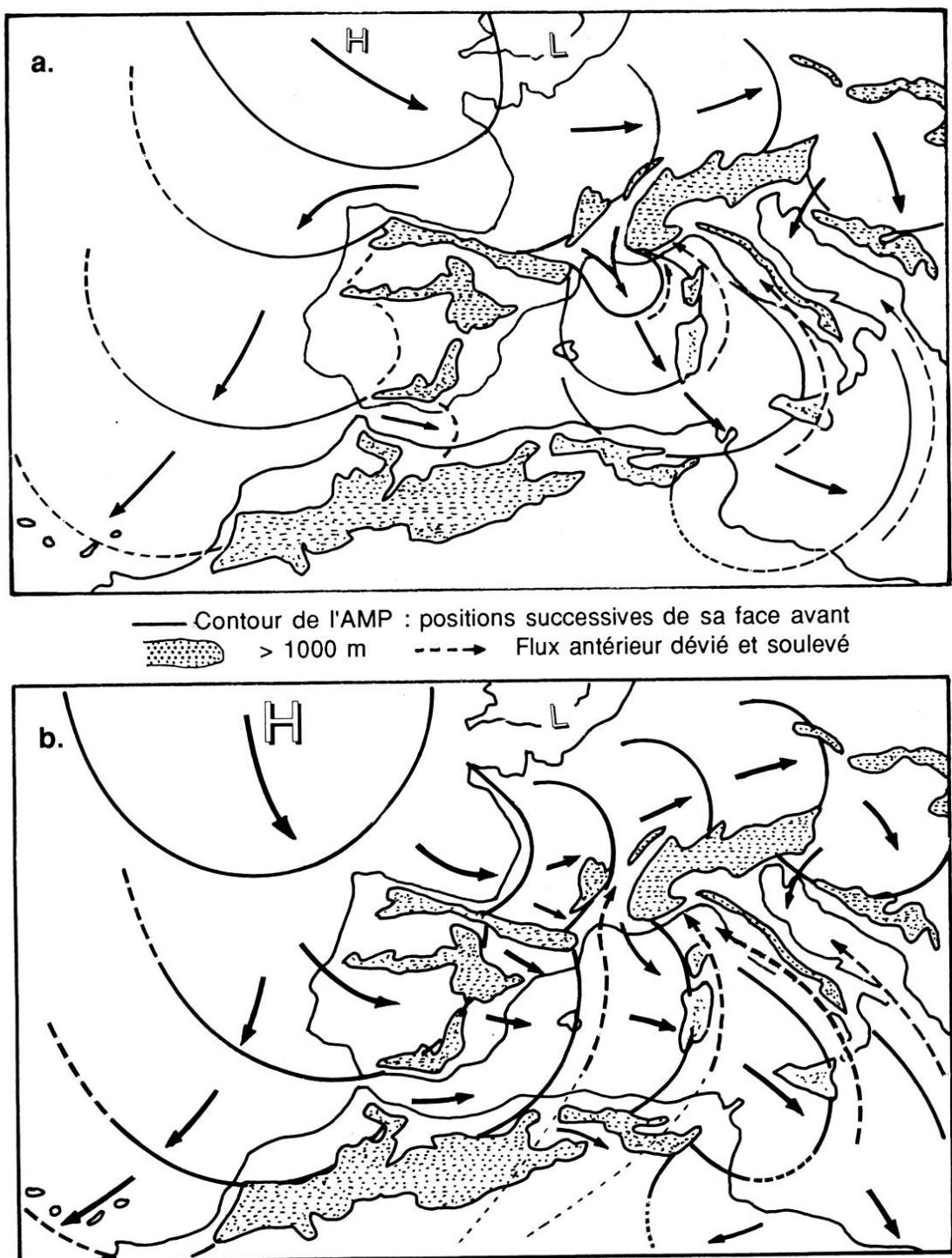
En septembre 1992 la trajectoire américaine a été empruntée par 13 AMP. Parmi eux, l'AMP 1 (fig. 2) est passé sur le nord-Canada le 13, l'AMP 2 (fig. 4) est parti le 17, l'AMP 3 (fig. 4) le 18, et l'AMP 4 (fig. 7) le 21.

La particularité du mois de septembre 1992 réside dans le nombre particulièrement élevé d'AMP quittant l'Arctique à l'est du Groenland. En début de mois, le 2, un AMP s'est écoulé au sud du Groenland (il a atteint la France le 3), 3 AMP ont rapidement glissé vers l'est de la Scandinavie (départs le 5, le 8, le 13). La trajectoire méridienne est ensuite devenue dominante avec des départs : le 16 (A), le 17 (B), le 18 (c), le 19 (D et E), le 20 (F et g), le 21 (h), le 23 (i et J), le 26 (K), le 28 (L) et un dernier le 29 (M), soit : 17 AMP partant à l'est du Groenland, dont 9 de trajectoire à forte composante méridienne, deux (F et J) descendant quasi-directement (trajectoire "islandaise") avant de glisser vers l'est.

Ainsi, les situations des 21-22 et 26-27 résultent de l'intervention plus **précoce** et plus **fréquente** des départs à l'est du Groenland. Les AMP "scandinaves" sont particulièrement nombreux, et les deux AMP responsables des situations paroxysmiques (F et J), ont une forte composante méridienne, et sont **les premiers du mois de septembre 1992** à franchir la péninsule ibérique et à entrer dans la "poudrière" méditerranéenne.

Ce type de situation est plus fréquent en hiver, lorsque les AMP sont plus puissants et lorsque leur trajectoire est plus méridienne (fig. 9-b). Ainsi par exemple, les chutes de neige en plaine dans le couloir rhodanien en décembre 1990 ont obéi à la même dynamique, avec toutefois un potentiel précipitable hivernal moindre (Leroux, 1991a). On doit donc s'interroger sur les raisons de *l'intervention aussi précoce de la dynamique hivernale*, sur les raisons d'une telle fréquence et d'une telle puissance des AMP. Est-ce le simple fait du hasard, et dans quel contexte climatique ces événements s'inscrivent-ils ?

En raison de l'origine des AMP une attention particulière doit être accordée à l'évolution climatique des régions arctiques. Une étude récente de Kahl et al. (1993), qui confirme les observations antérieures de Rogers (1989), révèle que les températures arctiques connaissent sur la période 1954-1990 "une tendance au refroidissement en surface statistiquement significative". Sur l'en-



**Figure 9 :** Dynamique de la trajectoire atlantique vers la Méditerranée  
**a)** AMP peu puissant  
**b)** AMP puissant

semble de l'océan arctique, en hiver la tendance est de  $-2,44^{\circ}\text{C}$  (avec un degré de confiance de 0,95), en automne précisément la tendance est de  $-4,14^{\circ}\text{C}$  (avec un degré de confiance de 0,99) ; sur l'Arctique occidental les tendances atteignent les valeurs de  $-4,40^{\circ}\text{C}$  en hiver (degré de confiance de 0,97), et de  $-4,99^{\circ}\text{C}$  en automne (degré de confiance de 0,96). Il résulte de cette baisse importante de la température, plus marquée en automne, un accroissement du transport en masse par les AMP plus puissants (Leroux, 1993), confirmé à l'échelle des moyennes par une hausse de la pression sur l'hémisphère nord (Trenberth, 1991), "tendance remarquable" selon Flohn et al. (1990) sur l'Atlantique nord et la plus grande partie de l'Europe. Cette tendance à la hausse continue de la pression en surface apparaît de façon évidente en France (Leroux et al., 1992 et 1993), notamment dans le sud du couloir rhodanien comme le révèlent encore, par exemple, les courbes de pressions d'Orange et du Mont-Aigoual (Aubert, ce volume).

Le Rapport Interministériel souligne, en ce qui concerne la pluie, que "dans un grand nombre de stations de mesure de telles valeurs constituent les *records absolus jamais observés*". Les totaux et les intensités records se situent en septembre 1992 ou dans la dernière décennie : par exemple à Carpentras où (depuis 1963) le record de 1986 a été dépassé en 1992, ou bien en Ardèche où 620 mm tombés en 24 h le 21 septembre 1980 représentent le record absolu depuis 70 ans. Il faut remonter au début du siècle pour retrouver de telles valeurs : ainsi à Montélimar le "classement des fortes pluies en 24 h n'indique que deux fois des hauteurs d'eau voisines de 200 mm", le 18 août 1927 et le 20 septembre 1982, pour les départements de la Drôme et du Vaucluse, depuis 1915, 7 épisodes ont donné plus de 200 mm en 24 h, 3 au début du siècle, et 4 dans la dernière décennie.

## CONCLUSION

### Sur la météorologie

En ce qui concerne les événements météorologiques, il est naturellement inutile de s'attarder sur les réminiscences fantaisistes de "mousson méditerranéenne", ou de "pluie d'équinoxe"… Avec de telles approximations… il ne suffirait pas "d'intensifier l'observation", comme le recommande le Rapport Interministériel (1992). Des événements aux conséquences aussi dramatiques exigent, pour une prévision efficace, une analyse sérieuse de la configuration isobare qui respon-

sable et des conditions de la mise en place progressive des intervenants, suffisamment lente (fig. 4 et 7) pour être suivie et diagnostiquée avec soin. La référence éventuelle à un "gonflement de l'anticyclone des Açores", individu "statistique" sans réalité synoptique, ne relève que d'une sorte "d'animisme météorologique" (Leroux, 1992). La référence habituelle au schéma "classique" des averses cévenoles associées à une "goutte froide détachée du courant général", exige de la même manière un réexamen approfondi : la "dépression ou le talweg d'altitude", manifestation supposée d'une "onde planétaire", ne doit en réalité son existence, sa position, son déplacement et ses caractères qu'à la dynamique induite par les AMP dans les basses couches. Lorsque ce talweg apparaît, il est alors naturellement trop tard pour toute prévision, puisque ce talweg, *manifestation d'un phénomène déjà actif*, est lui-même une conséquence, et non une cause : le bulletin ALARME (Météo-France) n° 2.1 du 21 septembre 1992 mentionne "... parallèlement des orages intéressent actuellement le Languedoc et sud du Massif-Central" ; ce bulletin a donc été envoyé **après** que "des orages violents" aient déjà été observés sur les Cévennes.

Il apparaît donc urgent d'accorder le "dogme" de l'institution météo, non représentatif de la complexité des phénomènes, **avec la réalité observée** : l'imagerie satellitaire (clichés 1 & 2) met très nettement en évidence les AMP et les formations nuageuses dont ils organisent la distribution sur leur pourtour, notamment sur leur face avant où les ascendances sont maximales. Les remarques de Rivrain (1992) relatives à l'amélioration de la prévision expriment de manière indirecte cette nécessité : "il semble en particulier qu'il faille accorder une attention particulière à l'évolution des températures du point de rosée  $T_d$ ..." ainsi qu'à... "la confluence marquée des vents de secteur sud à 850 hPa", c'est-à-dire en fait aux phénomènes de surface et de basses couches, où précisément se situent le facteur déclenchant et le potentiel précipitable.

### Sur la pluviométrie

En ce qui concerne les conséquences pluviométriques : de telles pluies n'ont pas un caractère exceptionnel, ce qui l'est par contre, est-il encore utile de le souligner, c'est de (laisser) construire dans le lit d'un torrent...

On peut certes, à condition d'inscrire ces phénomènes dans l'évolution climatique récente, comprendre que la vigilance ait pu être mise en défaut, en raison de la relative clémence du climat de l'optimum climatique contemporain, centré sur les années 1940-60. Dans une étude de la cir-

ulation de l'hémisphère nord portant sur les années 1899-1984, Schmidt (1986) met en évidence trois périodes : celle de 1899 à 1938 est caractérisée par une "circulation accélérée", viennent ensuite jusqu'en 1972, 33 ans de "circulation ralentie", et depuis 1972 règne à nouveau une "circulation accélérée". Makrogianis et al. (1990) mettent également en évidence dans l'évolution de la pression des régions méditerranéennes trois périodes, grossièrement correspondantes aux précédentes : de 1873 à 1927 la pression est caractérisée par des "anomalies positives", la période 1928-1968 est au contraire caractérisée par des "anomalies négatives", la période 1969-1980 est marquée par des "anomalies positives", tandis que depuis 1980 la pression manifeste une tendance significative à la hausse.

*La clémence de l'optimum climatique est donc finie*. En dépit des conclusions du G.I.E.C., relayées par Météo-France (1992d), selon lesquelles "les tempêtes aux latitudes moyennes... résultent de l'écart de température entre le pôle et l'équateur... comme cet écart s'affaiblira probablement avec le réchauffement... on pourrait avancer l'idée que les tempêtes aux latitudes moyennes seront également plus faibles"... Mais, le préteudré réchauffement annoncé par les modèles n'est absolument pas vérifié (Leroux, 1991c), pas plus que la présumée "douceur" des perturbations tempérées, puisque les événements de septembre 1992 représentent au contraire bien souvent les nouveaux records d'intensité des précipitations. Le refroidissement progressif de l'Arctique alimente des AMP plus puissants, accroît l'intensité des échanges méridiens et la vitesse du vent, élève ainsi la pression, augmente la fréquence et la durée des agglutinations anticycloniques hivernales (Leroux et al., 1992 et 1993), accentue l'irrégularité du temps, renforce les contrastes thermiques avec les flux soulevés et entraîne des perturbations plus violentes (Leroux, 1993). Il apparaît donc *indispensable de réviser l'estimation des risques naturels* d'origine météorologique, notamment associés au vent et à la pluie, mais en les "exagérant", pour tenir compte de l'évolution climatique réelle et de l'**accroissement progressif du risque météorologique**.

Des études sont encore nécessaires. Notamment pour situer, dans la perspective la plus large, des événements en apparence "exceptionnels et isolés". Le mois de septembre 1992 s'est ainsi singularisé : par des inondations en France et en Italie, mais par la sécheresse en Europe danubienne, par (à défaut de données arctiques) des températures de 7 °C inférieures à la normale dans le Canada occidental, par l'arrivée précoce de la neige et du gel dans la région des Grands Lacs et dans le

nord-est américain, et des températures de 6 °C inférieures à la normale en Turquie et au Moyen-Orient (WMO, 1992) ; compte tenu de la dynamique du transport en masse par les AMP ces faits ne sont pas indépendants les uns des autres.

Il convient également d'analyser objectivement l'**évolution réelle du climat**, plutôt que de supposer à partir de modèles sujets à caution (Lenoir, 1993) un hypothétique effet de serre, qui... réchaufferait en priorité les régions polaires, diminuerait le transport en masse et la vitesse des échanges, et atténuerait la violence des perturbations... *en contradiction absolue avec les faits observés*.

Il faut surtout, puisque la "catastrophe du Grand-Bornand" du 14 juillet 1987 (Comby, 1990), la "catastrophe nîmoise" du 3 octobre 1988 (Davy, 1990), et celles de Vaison et de Couiza en septembre 1992 se sont produites dans des configurations météorologiques similaires, accorder la priorité à l'*observation directe et au suivi attentif des véritables acteurs du temps*, c'est-à-dire des Anticyclones Mobiles Polaires. Les recommandations de G. Kukla (1992) relatives aux AMP sont ainsi hautement significatives : "les mécanismes physiques de la genèse, de la modification et de la dynamique des masses d'air polaire, et leur injection dans les moyennes et basses latitudes, doivent être étudiés en détail et intégrés de manière réaliste dans les modèles". La difficulté majeure réside précisément dans cette intégration de la dynamique des AMP dans les modèles de circulation et de prévision, par des méthodes qui restent à définir puisque, notamment, le vecteur vent n'est pas représentatif du "transport en masse". C'est à cette condition urgente que pourront être réellement prévus les excès météorologiques associés aux trajectoires méridiennes directes, qui "échappent" aux modèles fondés sur la translation d'ouest en est de "l'onde" d'altitude, puisqu'il n'y a pas alors "coïncidence" du sens de déplacement. Ce sont pourtant ces AMP de trajectoire méridienne qui sont responsables en France des phénomènes les plus dangereux : coups de froid hivernaux avec chutes de neige en plaine, ou perturbations pluvio-orageuses estivales violentes.

## RÉFÉRENCES

- Aubert S., 1993. *Evolution pluviométrique récente dans le sud de la vallée du Rhône*. Rev. de Géogr. de Lyon, vol. 68-2.

- Benech B., Brunet H., Jacq V., Payen M., Rivrain J.C. & Santurette P., 1993. *La catastrophe de Vaison-la-Romaine et les violentes précipitations de septembre 1992 : aspects météorologiques*. La Météorologie, 8e série n° 1, 72-90.
- Comby J., 1990. *La catastrophe du Grand-Bornand : composantes météorologiques*. Rev. de Géogr. de Lyon, vol. 65 n° 2, 118-122.
- Davy L., 1990. *La catastrophe nîmoise du 3 octobre 1988 était-elle prévisible ? Catastrophes et risques naturels*. Bull. Soc. Langued. de Géogr., t. 24, 1-2, 133-162.
- Délégation aux risques majeurs (D.R.M.), Ministère de l'Environnement, 1992 (15 déc.). Rapport d'enquête. *Les inondations du 22 septembre 1992 dans le Vaucluse*. B. de Vanssay, Creda-Ehess.
- Flohn H., Kapala A., Knoche H.R. & Machel H., 1990. *Recent changes of the tropical water and energy budget and of midlatitude circulations*. Climate Dynamics, 4, 237-252.
- Kahl J.D., Charlevoix D.J., Zaltseva N.A., Schnell R.C. & Serreze M.C., 1993. *Absence of evidence for greenhouse warming over the Arctic Ocean in the past 40 years*. Nature, vol. 361, 335-337.
- Kukla G., 1992. *Glacial start and global warming : what to watch*. Start of a glacial, Proceed. Mallorca NATO ARW, NATO ASI series I, vol. 3.
- Lenoir Y., 1993. *Climat. Coupe de froid sur les modèles*. Sciences et Avenir, 4, p. 22.
- Leroux M., 1986. *L'Anticyclone Mobile Polaire : facteur premier de la climatologie tempérée*. Bull. Assoc. Géogr. Fr., 4, 311-328.
- Leroux M., 1990a. *Les conditions dynamiques moyennes du climat de la France*. Le climat de la France. Rev. de Géogr. de Lyon, vol. 65, 2, 63-79.
- Leroux M., 1990b. *Interférence entre Anticyclone Mobile Polaire et relief : l'exemple des Alpes*. Publ. Assoc. Int. Clim. (AIC), vol. 3, 249-261.
- Leroux M., 1991a. *La dynamique des épisodes neigeux du 8 au 13 décembre 1990 dans la région Rhône-Alpes. Événements extrêmes*. Rev. de Géogr. de Lyon, vol. 66, 3/4, 161-167.
- Leroux M., 1991b. *Les pluies diluviales de janvier 1990 en Tunisie : rencontre fortuite d'Anticyclones Mobiles Polaires de trajectoires différentes*. Publ. Assoc. Intern. de Climat. (AIC), vol. 4, 145-153.
- Leroux M., 1991c. *Quelle évolution climatique vivons-nous exactement dans l'hémisphère nord ?* Coll. PIR/Environ./CNRS, Univ. Lyon I. Comm. Clim. Com. Nat. Fr. Géog., Univ. Dijon.
- Leroux M., 1992. *Perception "statistique" et réalité dynamique : transport méridien en masse, agglutination anticyclonique et circulation linéaire tropicale*. Publ. Assoc. Int. Clim., vol. 5.
- Leroux M., Aubert S., Comby J., Mollica V., Passerat de la Chapelle P. & Reynaud J., 1992. *Déficit pluviométrique hivernal sur la France : autopsie des agglutinations anticycloniques des hivers de 1988 à 1992*. Sécheresse, vol. 3 n° 2, J. Libbey Ed., 103-113.
- Leroux M., Comby J., Guimard D. & Aubert S., 1993. *Déficit pluviométrique sur la France : autopsie des agglutinations anticycloniques de la période hivernale 1992-93*. Sécheresse, vol. 4 n° 2, J. Libbey Ed. (s. pr.)
- Leroux M., 1993. *The Mobile Polar High (MPH) : a new concept explaining the actual mechanisms of the meridian air-mass and energy exchanges, and the global propagation of palaeoclimatic changes*. Global and Planetary Changes, 7, Elsevier Science Publ., 69-93.
- Makrogiannis T.J. & Sashamanoglou C.S., 1990. *Time variation of the mean sea level pressure over the major Mediterranean area*. Theor. Appl. Climatol., 41, 149-156.
- Mazurie R. & Bleuse Ph., 1993. *Atlantique nord 1992*. Atmosphère, n° 30, Météo-France, p. 14.
- Météo-France, 1992a. *Septembre 1992 dans le sud-est : aspect météo d'un drame humain*. G. Dhonneur. in Atmosphère, Lettre d'Information de la M.N., n° 27, octobre, p. 16.
- Météo-France, 1992b. *L'analyse du centre de météorologie d'Aubenas*. pp. 2 et 3.
- Météo-France, 1992c. *Les épisodes pluvio-orageux des 21/22 septembre 1992 et 26/27 septembre 1992 sur le sud-est de la France*. SMIR-SE, 13 p.
- Météo-France, 1992-d. *Le point sur l'évaluation scientifique de l'évolution du climat*. Rapport du G.I.E.C., Phénomènes Remarquables, n° sp. n° 7.
- Rapport interministériel du 19.11.1992. Ministère de l'Environnement. *Le phénomène météorologique*. pp. 5-10, p. 77.
- Reynaud J., 1992. *La dynamique du transport méridien en masse par les AMP dans l'hémisphère nord au cours de l'année 1989*. Mém. Lab. Géogr. Phys., Univ. J. Moulin, Lyon.

- Rivrain J.C., 1992. *La situation pluvio-orageuse des 21 et 22 septembre 1992 sur le sud-est de la France dite de "Vaison-la-Romaine"*. Météo-France, SMIR-SE.
- Mollica V., 1992. *La dynamique du transport méridien en masse par les AMP dans l'hémisphère nord au cours de l'année 1990*. Mém. Lab. Géogr. Phys., Univ. J. Moulin, Lyon.
- Passerat de la Chapelle P., 1992. *La dynamique du transport méridien en masse par les AMP dans l'hémisphère nord au cours de l'année 1991*. Mém. L.G.P, Univ. J. Moulin, Lyon.
- Rogers J.C., 1989. *Seasonal temperature variability over the North Atlantic Arctic*. Proc. of the 30th Annual Climate Diagnostic Workshop, NOAA, NWS, 170-176.
- Schmidt M., 1986. *Possible influence of solar radiation variations on the atmospheric circulation in the northern hemisphere of the Earth*. Climatic Change (8), 279-286.
- 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. Publ. B.V., 377-390.
- W.M.O., 1992. *Major climatic events and anomalies. September 1992*. Climate System Monitoring, monthly bulletin n° 9, World Climate Programme, Geneva.