

Marcel LEROUXProfesseur à
l'Université Jean Moulin
CNRS, URA 260

CHRONIQUE RHODANIENNE

L'automne pluviométrique 1993 dans le sud du couloir rhodanien

Le précédent numéro de la revue (RGL, vol. 68 n° 2/3), consacré aux "excès pluviométriques", et notamment au drame de Vaison-la-Romaine du 22 septembre 1992, venait à peine de paraître ... et la pluie s'abattait à nouveau, violente, destructrice, sur les départements du sud du couloir rhodanien, un an après, à nouveau un 22 septembre...

entre 4 et 6 heures une violente tempête affecte le littoral azuréen, la Corse est à son tour touchée, plus de 200 mm tombant sur la ville de Bastia, et 406 mm au Cap Corse, les pluies se poursuivant jusqu'au 24 septembre. Le cumul sur 3 jours atteint les valeurs suivantes (mm) : Tableau 1

LA DYNAMIQUE DE LA SITUATION MÉTÉOROLOGIQUE DU 22 SEPTEMBRE 1993

La figure 1 montre la distribution des précipitations sur le sud de la vallée du Rhône en deux noyaux distincts : dans le premier la pluie atteint 301 mm à Alès-Deaux et dépasse 300 mm à Villefort, dans le second la pluie s'élève à nouveau à 104 mm à Vaison-la-Romaine, le noyau principal recevant 147 mm à Marseille (quartier Saint-Henri), 222 mm à Aix-en-Provence (dont 180 mm en deux heures) et 230 mm à Pertuis au pied du Lubéron, provoquant la brutale crue de l'Eze et de graves inondations.

Le phénomène est bien organisé, comme l'indiquent les axes de pluie, le franchissement du couloir rhodanien entraînant l'atténuation de l'ascendance, qui est à l'inverse accentuée par la rencontre des reliefs par le flux humide de sud, les Cévennes d'abord, le Lubéron ensuite. La dynamique des phénomènes est la même que l'année précédente (et que lors de tous les excès pluviométriques dans cette région). Un AMP migre vers l'est sur l'Atlantique oriental, il est considérablement renforcé le 21 septembre par l'adjonction d'un AMP de trajectoire méridienne directe, qui s'écoule initialement entre Groenland et Scandinavie, et devient alors le facteur dominant. Sa forte puissance (1030 hPa) et sa progression vers l'est provoquent sur sa face avant une intense remontée vers le nord du flux d'abord atlantique, puis méditerranéen lorsque la ligne de confluence a franchi le relief ibérique (au cours de la journée du 21) ; le flux de sud fournit le potentiel précipitable et énergétique, vigoureusement libéré par l'ascendance dynamique (impulsée par l'AMP) et par l'ascendance orographique additive.

La migration d'ensemble décale le temps perturbé vers la Côte d'Azur et l'Italie. Le 23 septembre

Plus à l'est les pluies continuent jusqu'au 26 septembre en Ligurie (Gênes est inondée), sur le Piémont, la Lombardie, le Val d'Aoste, le Tessin où le lac Majeur déborde, les cours d'eau sont en crue, routes et voies ferrées sont emportées, et les victimes sont nombreuses.

L'extension vers les Alpes du Nord se traduit les 24, 25 et 26 septembre par des pluies diluviennes sur la Savoie, où routes et voies ferrées sont coupées et les vallées inondées, notamment la Maurienne par la crue de l'Arc. En Suisse le canton du Valais est le plus touché, les cols du Haut-Valais sont fermés, le Rhône atteint un niveau record, Brigue est noyée sous les coulées de boue de la rivière Saltina. Le Valais connaît alors "l'une des catastrophes naturelles les plus graves que la Suisse ait connu depuis le début du siècle", c'est-à-dire deux inondations en 1910 et en 1927, puis après un long répit d'une cinquantaine d'années, à nouveau en 1977, en 1978, en 1987, et en 1990 (4,3 millions de mètres cubes de bois ayant alors été abattus).

CHRONIQUE DES PHÉNOMÈNES MÉTÉOROLOGIQUES REMARQUABLES DE L'AUTOMNE 1993

Cet événement n'est pas isolé, septembre et octobre 1993 voyant se succéder précipitations diluviennes et inondations. Retenons l'essentiel de ces épisodes, souvent dramatiques.

La première séquence pluvieuse, peu perturbée, s'étend du 6 au 9 septembre, la pluie atteignant le 9, 26,0 mm à Cannes (cumul : 42 mm), 28,6 mm à Nice (cumul : 46,2 mm), et 31,2 mm à Fréjus (cumul : 50 mm).

Un deuxième épisode les 12 et 13 septembre affecte principalement la vallée du Rhône, et notamment le nord-Vaucluse où Valréas reçoit 158 mm. Dans la nuit du 12 au 13 des pluies de forte

Tableau 1 : Exemples de pluies journalières du 22 au 23 septembre 1993

Jour	Montpel.	Nîmes	Aix en P.	Toulon	Fréjus	Cannes	Nice	Bastia-Aér.	Solenzara
22	55,6	29,0	222,0	14,0	12,6	28,6	28,6	2,4	11,0
23	49,4	51,8	33,0	74,4	68,1	61,8	46,8	134,2	44,2
24	7,4	8,6	3,6	2,2	29,8	43,0	11,0	10,8	4,0
Total	112,4	89,4	258,6	90,6	110,5	133,4	86,4	147,4	59,2

intensité se déversent sur le littoral : 24,6 mm à Fréjus, 17,0 mm à Cannes, 30,2 mm à Nice où des quartiers sont inondés. Le 13 septembre dans l'après-midi le haut-pays niçois et mentonnais (et plus à l'est la Riviera italienne) sont noyés "sous des torrents de boue", après des pluies diluviennes supérieures à 100 mm, notamment dans les vallées de la Roya, de la Vésubie et de la Tinée, où des routes et des ponts sont emportés.

Dans la nuit du 30 septembre au 1er octobre, vers 22 h 30 un violent orage déverse des hauteurs de 100 à 200 mm au-dessus des communes de Valréas, Piolenc, Mornas et Sérignan dans le nord du Vaucluse, déjà détrempé par les pluies des 13 et 22 septembre. L'importante crue de la rivière le Lez noie alors Bollène. A l'ouest du Rhône et en Corse les pluies sont modestes (en deux jours : 9,8 mm à Montpellier, 16 mm à Nîmes, 18,8 mm à Solenzara), le cumul du 30 septembre au 2 octobre s'élevant par contre sur la Côte d'Azur à 54,7 mm à Fréjus, 70 mm à Cannes, 85,6 mm à Nice.

Le 5 octobre dans l'après-midi, des orages éclatent dans le Beaujolais et en Bourgogne, provoquant des inondations à Mâcon, Lyon, Bourgoin-Jallieu. Dans la nuit du 5 au 6 octobre les régions littorales de la Côte-d'Azur sont à leur tour touchées, notamment dans la région d'Antibes où les souvenirs des inondations d'octobre 1987 sont encore vivaces. Les pluies sont violentes avec "vent terrible et pluie de grêlons", en quatre heures tombent sur Antibes 94,8 mm (dont 63 mm en une demi-heure : intensité record), 84,4 mm à Cannes, 70,2 mm à Nice. De violents orages, de courte durée se produisent à nouveau dans la nuit du 7 au 8 octobre entre Fréjus et Nice, l'intensité est très forte entre 21 h 30 et 22 h dans la région d'Antibes (de l'ordre de 50 mm en une demi-heure), le débit du Var est de 420 m³/s, proche de sa côte d'alerte, 14 fois supérieur à son débit normal. Cette séquence du 5 au 10 octobre n'est vraiment pluvieuse que sur la Côte d'Azur, comme l'attestent les valeurs suivantes :

Jour	Montpel.	Nîmes	Aix en P.	Toulon	Fréjus	Cannes	Nice	Bastia-Aér.	Solenzara
5	13,5	18,2	12,6	1,8	93,6	84,4	70,2	tr	0,0
6	0,0	0,0	0,0	0,4	15,2	14,0	9,4	10,2	0,6
7	0,8	9,2	21,2	21,2	38,0	45,2	87,4	2,2	3,6
8	0,0	0,4	0,6	2,0	5,0	5,2	7,0	0,6	0,0
9	0,0	0,2	2,4	23,0	11,8	17,0	13,4	0,0	0,0
10	0,0	0,6	0,2	2,0	2,4	9,4	12,6	0,0	0,0
Total	14,3	28,6	37,0	50,4	166,0	175,2	200,0	13,0	4,2

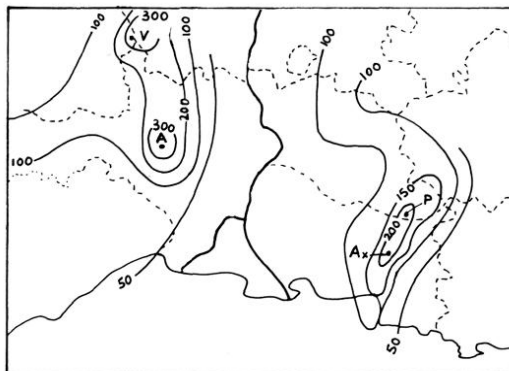


Figure 1 : Précipitations du 22 septembre 1993 (06 h UTC) au 23 septembre 1993 (06 h UTC). A : Alès (Gard), V : Villefort (Lozère), Ax : Aix-en-Provence (Bouches du Rhône), P : Pertuis (Vaucluse). Carte établie par Météo-France, BCI sud-est, le 23 septembre 1993 à 16 h.

Le 8 octobre en fin d'après-midi la côte d'alerte est atteinte par la Saône et le Rhône (5,60 m à Avignon au lieu des 3,50 m habituels), le Verdon et la Durance étant également en crue.

Le 21 octobre, un AMP de puissance 1035 hPa et de trajectoire méridienne directe traverse la France du nord au sud. La face avant de l'AMP provoque, au passage des chutes de neige, légères, mais de caractère exceptionnel à cette date sur la Sainte-Victoire (3,4 mm de pluie à Aix-en-Provence), et le 22 octobre des pluies intenses sur le littoral azuréen : 19,6 mm à Toulon, 69,6 mm à Fréjus, 53,8 mm à Cannes et 32,9 mm à Nice. L'intervention de cet AMP méridien ouvre une période dépressionnaire sur le bassin méditerranéen occidental, tandis que des pressions élevées concernent déjà le reste de la France, et l'Europe occidentale, la pression atteignant même la valeur de 1040 hPa sur la Grande-Bretagne le 25 octobre.

Le 31 octobre surviennent de nouvelles pluies intenses : 31 mm à Nîmes, 44,8 mm à Fréjus, 56,6 mm à Cannes et 56,0 mm à Nice, mais la pluvio-genèse se concentre sur la Corse, particulièrement sur sa partie orientale : 129 mm à Bastia-Lucciana (aéroport) et 311,8 mm à Solenzara le 31 octobre, respectivement 232,4 mm et 133,8 mm le 1er novembre (cumuls en 2 jours : 361,4 mm et 445,6 mm). Les pluies qui remontent progressivement vers le nord par le versant est provoquent la crue des torrents et de graves inondations, notamment dans la vallée de la Solenzara. Le 3 novembre

Tableau 2 : Exemples de pluies journalières du 5 au 10 octobre 1993

Tableau 3 : Totaux mensuels en septembre et octobre 1993, normales mensuelles (1951-80) et records pluviométriques mensuels

Mois	Montpel.	Nîmes	Aix en P.	Toulon	Fréjus	Cannes	Nice	Bastia
sept 93	144,2	134,2	282,3	124,6	224,0	244,8	209,6	155,6
normale	68,7	80,7	61,0	61,3	75,0	80,4	78,3	49,0
record	210,5	265,3	177,3	177,9	242,9	206,2	211,1	242,9
oct 93	112,5	114,6	74,0	126,6	336,8	339,6	332,9	224,6
normale	124,2	114,0	85,2	95,5	107,6	117,2	112,6	103,3
record	377,4	415,4	290,4	325,5	351,4	327,5	418,0	351,4
sep-oct	256,7	248,8	356,3	251,2	560,8	584,4	542,5	380,2
normale	192,9	194,7	146,2	156,8	182,6	197,6	190,9	152,3

amène encore un "déluge" sur Saint-Tropez et Ramatuelle.

L'automne pluviométrique : septembre et octobre 1993

Les pluies du mois de septembre ont atteint localement "des valeurs historiques" (Météo-France). Les valeurs s'élèvent à 522 mm à Villefort, 572 mm à Alès, 493 mm à Valréas (normale : 88,3 mm, record : 241,4 mm), 364 mm à Pertuis, 316 mm aux Pennes-Mirabeau, 382 mm à Tende, et 435 mm sur le Cap-Corse. Le mois d'octobre est fortement perturbé et pluvieux, mais moins excessif, sauf sur la Côte d'Azur et en Corse (cf. tabl. 3).

Les hauteurs pluviométriques mensuelles des mois de septembre et octobre 1993 sont nettement supérieures aux valeurs normales mensuelles, sauf à Aix-en-Provence en octobre. Les records mensuels (soulignés) ne sont cependant dépassés qu'à Aix-en-Provence (septembre) et à Cannes (au cours des 2 mois). Le cumul des précipitations sur les deux mois "fait apparaître un copieux excédent à peu près partout, et plus particulièrement sur les Alpes Maritimes et le Var" (Météo-France), Cannes, Nice et Saint-Raphael enregistrant le cumul le plus élevé depuis plus de 40 ans. La liste des records est encore accrue en ajoutant les fortes chutes des deux premiers jours de novembre en Corse, notamment dans les stations du versant oriental.

DYNAMIQUE DE L'AUTOMNE : SEPTEMBRE ET OCTOBRE 1993

Au cours des mois de septembre 1989 à 1992, le nombre d'AMP ayant suivi la trajectoire américaine a été de : 15 en 1989, 11 en 1990, 11 en 1991, 13 en 1992, et la trajectoire scandinave a été de : 5 en 1989, 4 en 1990, 3 en 1991, 9 en 1992.

En septembre 1993 il est de : 13 AMP "américains", et 13 AMP "scandinaves", ces derniers étant particulièrement puissants et étendus, empêchant le plus souvent les AMP américano-atlantiques de parvenir sur l'Europe, et décalant leur trajectoire vers le sud.

Au cours des mois d'octobre 1989 à 1992, le nombre d'AMP ayant suivi la trajectoire américaine a été de : 11 en 1989, 17 en 1990, 11 en 1991, 12 en 1992, et la trajectoire scandinave a été de : 12 en 1989, 5 en 1990, 2 en 1991, 11 en 1992.

En octobre 1993 il est de : 10 AMP "américains", et 11 AMP "scandinaves", la puissance des AMP est encore accrue, les pressions atteignant sur l'Europe occidentale et l'Atlantique proche, 12 fois 1030 hPa, 10 fois 1035 hPa, et 4 fois 1040 hPa (valeurs de la pression sur les B.M.E. à 12 h UTC). En résumé, les trajectoires méridiennes directes, "islandaise" et "scandinave", ont été dominantes, égalant ou dépassant la trajectoire "américaine" habituellement la plus fréquente, les AMP venant de l'ouest étant fréquemment contenus sur l'Atlantique. Les AMP méridiens, particulièrement puissants et étendus, ont déterminé le temps perturbé sur l'Europe occidentale, et sur la France, en provoquant sur leur face avant la remontée vigoureuse vers le nord d'air humide et chaud. La domination des descentes méridiennes directes exprime l'accroissement d'intensité des échanges méridiens en masse par les AMP, et notamment le retour précoce à des conditions dynamiques hivernales.

Ces conditions hivernales se sont exprimées par la puissance des AMP, par la violence et l'intensité des perturbations, par l'apparition précoce des chutes de neige, particulièrement dans le Midi. Elles se manifestent aussi par la formation d'une agglutination anticyclonique (Leroux et al., 1992) sur l'Europe dès le 18 octobre (1040 hPa), jusqu'au 1^{er} novembre sur la France, constamment alimentée et traversée par des AMP méridiens. Comme l'exprime la figure 2, la partie nord de la France où la circulation n'est pas entravée par le relief

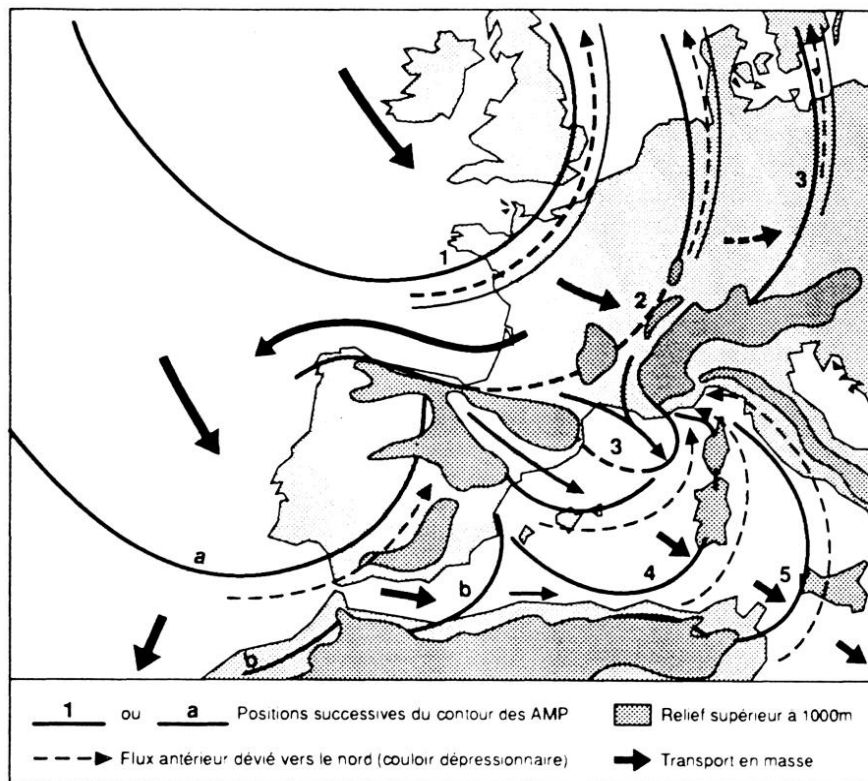
et la partie ouest, plus exposées, peuvent encore recevoir des pluies lorsqu'un nouvel AMP pénètre dans l'agglutination. Le couloir dépressionnaire sur la face avant de l'AMP intrusif se referme ensuite progressivement, pendant que la pression augmente vers le sud sous l'effet du barrage formé par le relief, les chances de pluie s'amenuisant vers le fond de "l'entonnoir orographique" constitué par les alignements Jura-Alpes et Cantabriques-Pyrénées. L'éjection "sous pression" de fragments d'AMP vers la Méditerranée recrée ensuite des conditions pluvieuses. L'air froid est dirigé par le relief vers le sud-est (et n'atteint donc que rarement la Riviera), et provoque sur sa face avant une forte remontée vers le nord de l'air humide méditerranéen. La face avant de l'AMP étant arrêtée par les reliefs corse et sarde, le flux de sud -avec son abondant potentiel précipitable- est canalisé en direction du Golfe de Gênes, et vigoureusement soulevé, par la face avant de l'AMP, par le versant oriental des îles, par l'alignement de l'Apennin et finalement par le sud des Alpes (la dépression dite "ligure" étant alors une conséquence dynamique momentanée de cette puissante advection). Ces modalités d'invasion du bassin occidental de la Méditerranée par les AMP expliquent les forts excédents pluviométriques enregistrés sur la Côte d'Azur et la Corse (notamment son versant est).

Il faut encore ajouter que la dynamique de l'automne 1993 s'inscrit dans une période de pressions élevées, régulièrement croissantes depuis au moins les années 1960, qui expriment l'intensification des échanges méridiens dans l'hémisphère nord (Leroux, 1993).

CONCLUSION : PRÉVENTION ET PRÉVISION

L'automne 1993 confirme l'évolution climatique précédemment annoncée, par la violence et la fréquence des perturbations, par l'intensité et les valeurs des précipitations, et par le nombre de victimes : 22 en France. Après chaque événement dramatique on écrit et on proclame : "plus jamais ça !". Comme le disait M. Michel Barnier, ministre de l'Environnement, au lendemain des inondations de Savoie : "il faudra bien tirer toutes les conséquences de ces inondations et de ces risques qui se multiplient partout". Les leçons sont à tirer sur deux plans, la prévention et la prévision.

Prévenir, cela veut dire certes "ne plus construire, ne plus aménager n'importe comment et n'importe où". Mais il faut également reconsidérer cette limitation des risques associés aux phénomènes météorologiques, en tenant compte de l'évolution climatique réelle et notamment de l'accroissement du risque météorologique (R.G.L., 68, 2/3).



Il faut aussi améliorer la prévision. Comme le souligne Bouttier (1993) "que les prévisions météorologiques soient améliorables, cela ne fait guère de doute. L'homme de la rue est le premier à se plaindre de leurs échecs". Ainsi, la presse a précisé après le déluge sur Valréas le 30 septembre : "on n'avait rien prévu d'exceptionnel" ; le lendemain une procédure d'alarme était décrétée ("orages, pluies, localement de 150 mm"), simplement par précaution. En raison du véritable "climat de psychose" (on parle du "syndrome Vaison") qui se manifeste maintenant à l'annonce d'un orage, on ne peut non plus confondre *prévision* et *précaution*. Ainsi par exemple, le lundi 11 octobre (à 11 h 06) est lancée une procédure d' "alerte-météo" (valable du 11 au 13), des pluies orageuses de 100 à 150 mm sont annoncées sur le Languedoc, le sud de la vallée du Rhône et la Provence. Mais les rivages méditerranéens ne recevant pas de pluie, l'alerte est levée dans l'après-midi du 12. Le 13 octobre (à 10 h 21) une nouvelle alerte valable jusqu'au lendemain est à nouveau lancée, sur la Provence, les Alpes, la Côte d'Azur et la Corse, où les "pluies pourront atteindre localement 40 à 80 mm, avec orages ponctuels mais violents probables ... pouvant atteindre 100 mm". Mais on n'enregistre que des traces ou des pluies insignifiantes. Le recours trop fréquent à la procédure de mise en état d'alerte traumatise inutilement et banalise le danger.

Figure 2 : Influence de l'orographie sur la dynamique des AMP : formation d'une agglutination anticyclonique vers le "fond" de l'entonnoir orographique, éjection sous pression et pluviosité méditerranéenne. Les positions "a" et "b" expriment le franchissement du relief ibérique par des AMP méridiens et puissants (écoulement par les enselllements, et "en nappe" au-dessus du plateau vers la Méditerranée).

Ce n'est qu'au prix d'une remise en question, inévitable, par une amélioration de "la prise en compte des observations, en particulier satellitaires" (Bouttier, 1993), de la prise en compte des facteurs géographiques et particulièrement du relief, et par l'intégration réaliste dans les modèles de la dynamique des acteurs réels du temps, c'est-à-dire des AMP, surtout lorsque leur trajectoire est méridienne, que les précipitations catastrophiques pourront être prévues, et leurs effets atténués, voire maîtrisés.

Les données pluviométriques proviennent de Météo-France, SMIR sud-est (Je remercie vivement V. Jacq).

L'analyse de la dynamique des AMP est réalisée à partir du Bulletin Météorologique Européen (BME).

RÉFÉRENCES

Bouttier F., 1993. *La prévisibilité*. La Météorologie, 8e série, n° 3, 7-17.

Guimard D., Mollica V., Passerat de la Chapelle P., Reynaud J., 1992 & 1993. *La dynamique du transport méridien en masse par les AMP dans l'hémisphère nord au cours des années 1989, 1990, 1991 & 1992*. Mém. Lab. Géogr. Phys. Univ. J. Moulin, Lyon.

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, 103-113.

Leroux M., 1993. *Sécheresse et dynamique de la circulation dans l'hémisphère nord*. Publications de l'Association Internationale de Climatologie, vol. 6 (à paraître).

Météo France, *Normales pluviométriques 1951-80*, n° 4 - Données statistiques.