

## Hydrologie : la crue des 21 et 22 septembre 1980 sur le bassin de la Loire supérieure

Gérard Staron

### Résumé

*La crue des 21 et 22 septembre 1980 correspond à une averse méditerranéenne extensive, avec une montée des eaux aussi brutale qu'éphémère. Toutefois, à l'échelle des Cévennes, la répartition des pluies montre un déplacement des noyaux de précipitations les plus intenses vers le Nord et au-delà de la ligne de crête, soit sur le bassin de la Loire supérieure. Sur ce fleuve, bien que l'état d'assèchement du sol ait réduit l'écoulement, la crue égale ou dépasse sur le cours supérieur le niveau des débordements les plus hauts connus : (octobre 1907, septembre 1866, octobre 1846, octobre 1878).*

### Abstract

*The swelling of September 21 and 22 1980 was due to an extensive mediterranean shower and the water rise was as sudden as short. Nevertheless, in the Cevennes area, the rain distribution shows a movement of the cores of the heaviest precipitations northward and beyond the watershed, i.e. over the basin of the upper Loire. Along the upper course of that river, although the dryness of the soil reduced the flow, the swelling equaled or surpassed the levels of the highest recorded overflows (october 1907, September 1866, October 1846, October 1878).*

---

### Citer ce document / Cite this document :

Staron Gérard. Hydrologie : la crue des 21 et 22 septembre 1980 sur le bassin de la Loire supérieure. In: Revue de géographie de Lyon, vol. 56, n°1, 1981. pp. 49-74.

doi : 10.3406/geoca.1981.6154

[http://www.persee.fr/doc/geoca\\_0035-113x\\_1981\\_num\\_56\\_1\\_6154](http://www.persee.fr/doc/geoca_0035-113x_1981_num_56_1_6154)

---

Document généré le 22/09/2015

## HYDROLOGIE :

### la crue des 21 et 22 septembre 1980 sur le bassin de la Loire supérieure

par Gérard STARON

Les riverains du plus long fleuve français ont été cruellement affectés par les conséquences hydrologiques de pluies orageuses commencées le samedi soir vers 10 h 30 environ, et terminées dans l'après-midi du dimanche, dans les départements de la Haute-Loire puis de la Loire. Le plus lourd tribut a été payé par le bassin du Puy avec les communes de Coubon, Brives-Charensac ou Chadrac, mais tous les bords du fleuve ont été affectés jusque dans la région de Roanne. La plaine du Forez a été en grande partie recouverte par les eaux à la suite de la rupture des digues, en particulier dans la région de Nervieux. Le bilan global des dégâts se passe de commentaires : 6 morts, une vingtaine de blessés, 300 millions de dommages dans la Haute-Loire et une centaine dans la Loire, le plan ORSEC déclenché dans les deux départements. Au moment où ces lignes sont écrites, les retombées du phénomène ne sont pas terminées : de graves dégâts au pont de Saint-Just-sur-Loire sont apparus plusieurs mois après la crue et l'E.D.F. a été convoqué en référé par les riverains en aval de Grangent.

Dans ces conditions il convient de comprendre et d'expliquer les phénomènes naturels, climatologiques et hydrologiques responsables d'une telle catastrophe, d'autant plus que depuis une dizaine d'années environ, nous nous intéressons aux crues de ce fleuve en amont de Grangent<sup>1</sup>. Nous avons d'ailleurs présenté une esquisse d'explication des événements des 21 et 22 septembre 1980 lors du congrès « Loire-FRAPEC » des 29 et 30 novembre derniers à Tours<sup>2</sup>.

Une étude plus approfondie de la crue permet de placer le phénomène à deux niveaux différents, suivant que l'on limite l'analyse au seul bassin de la Loire supérieure, ou que l'on élargit cette dernière à la totalité du secteur affecté par l'averse et aux caractéristiques globales des épisodes pluvieux d'origine méditerranéenne sur l'ensemble des Cévennes.

---

1. G. STARON, « Les crues de la Loire supérieure », Mémoire de maîtrise, 1970, Université de Saint-Etienne, Atlas permanent de la région stéphanoise, 1974, CIER-SR.

2. G. STARON, « Premières données sur la crue des 21 et 22 septembre 1980 ».

Dans la première optique, le phénomène se présente comme une averse méditerranéenne de type classique dont toutefois l'ampleur est notablement exagérée si l'on compare à des crues récentes (novembre 1963, octobre 1943, novembre 1976) mais seulement similaire par rapport aux excès historiques du fleuve (octobre 1878, 16 octobre 1907 ou septembre 1866) sur son cours amont. La seconde démarche permet par contre de découvrir les phénomènes originaux qui se sont produits en septembre dernier.

#### UNE CRUE MÉDITERRANÉENNE EXTENSIVE EXAGÉRÉE SUR LA LOIRE SUPÉRIEURE

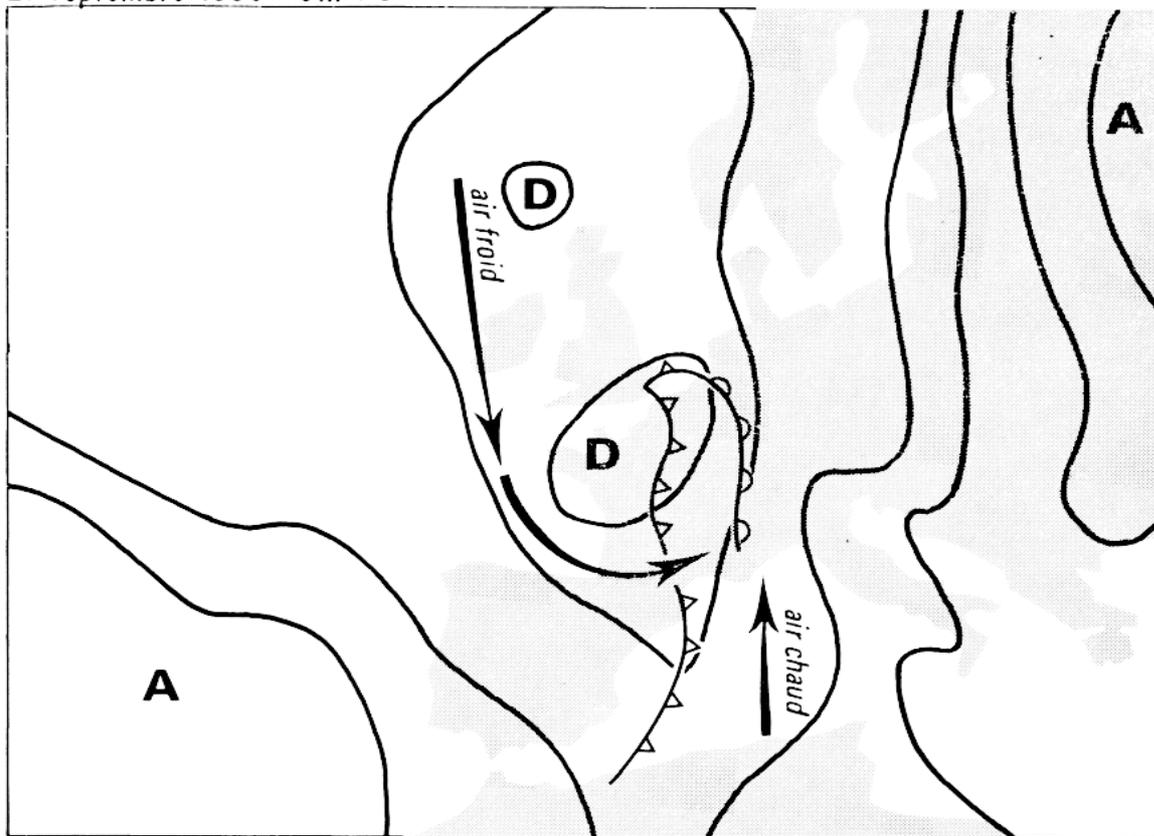
Lorsque l'on limite l'étude au seul bassin concerné, les faits sont caricaturaux aussi bien dans leur aspect climatologique qu'hydrologique.

*La situation atmosphérique* au sol au moment de l'averse présente des ressemblances notoires avec celles des crues antérieures que nous avons pu étudier, que ce soit novembre 1976, novembre 1963 ou décembre 1973 pour considérer les plus importantes de ces 20 dernières années.

Dans tous ces cas on retrouve les trois mêmes éléments atmosphériques qui se combinent pour donner de fortes pluies sur les régions cévenoles en débordant sur la Loire. D'abord une dépression froide centrée sur le golfe de Gascogne ou le proche Atlantique, bien alimentée sur son flanc occidental en air d'origine polaire par un fort courant de Nord issu d'un petit anticyclone centré en l'Islande et le Groenland, très visible dans la situation du 18 septembre à 18 heures. Les températures au sol dans cette dépression se situent autour de 14 à 15 degrés. Ensuite ce flux dépressionnaire frais entre en contact avec un courant d'air chaud de provenance méridionale parfois même saharienne qui s'est très largement chargé d'humidité sur sa traversée de la Méditerranée. Les températures tournent aux environs de 23° et l'arrivée de cette bouffée de chaleur est sensible sur la région dans les journées du 19 et du 20 septembre avec un minimum de 4 degrés d'écart pour les stations les plus concernées (Le Puy, Saint-Etienne, Lyon, Montélimar). Il convient de remarquer que les deux masses d'air, la froide comme la chaude, ont toutes deux été largement humidifiées par de longs passages sur des surfaces océaniques ou marines.

Enfin le système dépressionnaire vient se heurter de plein fouet à un anticyclone continental centré sur l'Europe centrale et amorce une phase de retrait. Toutefois ce dernier est très variable suivant les régions, au Nord de la plaine d'Europe du Nord et au Sud sur la Méditerranée aucun obstacle n'empêche ce retrait, alors que dans sa partie centrale la présence du relief alpin lui permet de tenir plus longtemps. On assiste donc à un blocage du système perturbé qui maintient longuement sur la région cévenole les masses nuageuses et augmente ainsi considérablement les précipitations reçues. Comme dans les épisodes analogues, il existe une goutte froide en altitude ce qui contribue encore plus à exagérer l'averse qui prend très souvent un caractère orageux. Le tonnerre a grondé de manière intermittente dans la nuit et la journée du dimanche et la foudre a commis quelques dégâts. Sans oublier les vents de Sud-Sud-Est généralement violents qui précèdent le déclenchement de l'averse. Ces averses cévenoles couplées avec une crue de la Loire ne datent pas d'aujourd'hui comme l'atteste cette lettre datée du Pertuiset le 19 octobre 1846 au moment de la célèbre crue : « On a remarqué que toutes

21 Septembre 1980 - 6h. T.U



10 Novembre 1976 - 6h. T.U

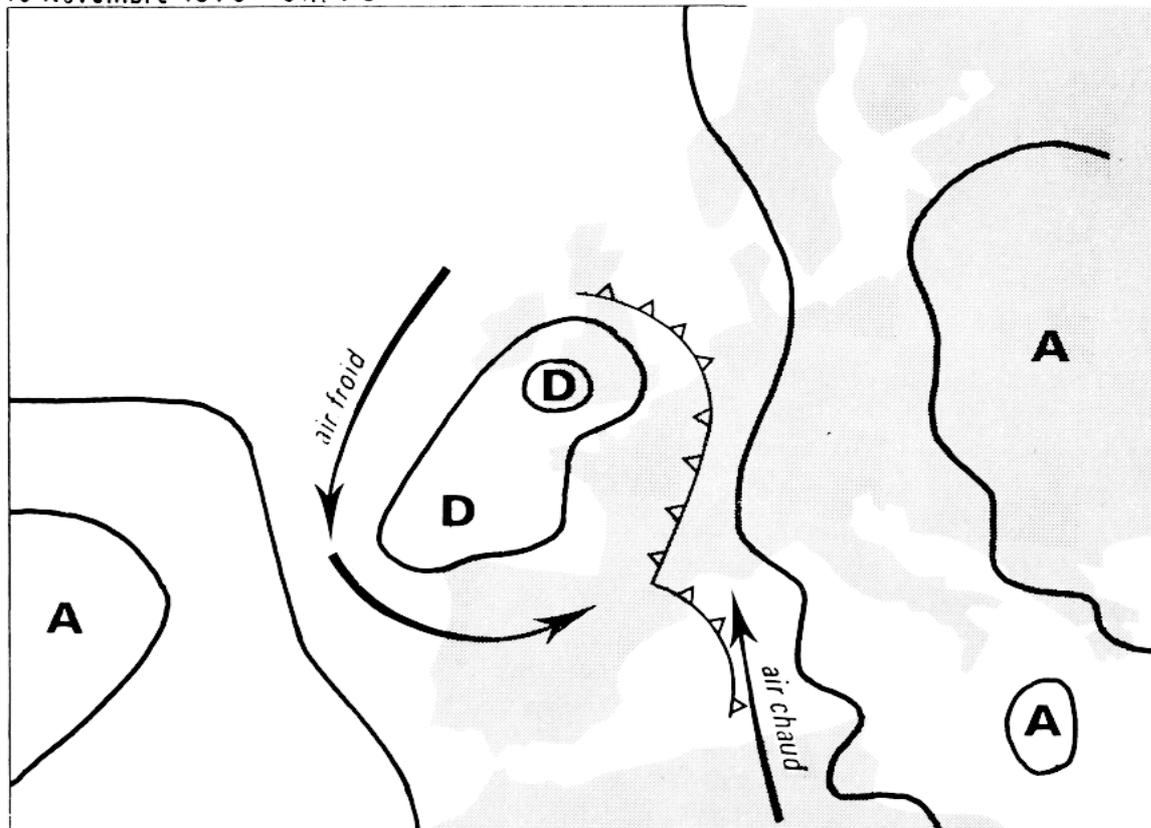


Fig. 1. — Situation atmosphérique le 21 septembre 1980 à 6 h T.U. et le 10 novembre 1976 à 6 h T.U.

les fois qu'il pleut par vent du Midi, et surtout avec orage, la crue de la Loire est immanquable »<sup>3</sup>.

Ce type de situation atmosphérique affecte surtout l'automne de septembre à novembre, et en particulier ce dernier mois, car il convient que la circulation des perturbations s'effectue à une latitude assez basse et que l'anticyclone continental ne soit pas encore renforcé. En hiver la rétention neigeuse et la force de l'anticyclone continental, au printemps les courants perturbés étant plus de Sud-Ouest que de Sud-Est, dans les deux cas le risque de très grandes crues est moins grand sur le bassin amont.

*Les précipitations* présentent, elles aussi, une répartition géographique que nous avons déjà eu l'occasion de présenter à de nombreuses occasions car elle est tout à fait conforme à celle des précédentes crues connues sur notre bassin.

Le petit secteur de la Loire ardéchoise a comme d'habitude reçu les totaux pluviométriques les plus importants. Ils ont dépassé en moins de 24 heures, du samedi vers 22 heures au dimanche dans l'après-midi, plus de 500 millimètres dans les secteurs les plus touchés : région de Mazan et ligne de Crête. Comme lors de tous les épisodes pluvieux précédents, le total pluviométrique baisse très vite en direction de l'Ouest : il est deux fois moindre au Béage et inférieur à 100 millimètres dès que l'on entre dans le bassin du Puy.

Au Nord du Massif du Mézenc, les précipitations présentent traditionnellement une recrudescence sur le haut bassin du Lignon vellave. Les pluies y sont moins fortes avec 300 millimètres environ dans le cas de septembre 1980, mais suivant les crues on peut constater une zone d'extension diffuse qui peut s'étendre jusqu'au massif du Pilat, à l'agglomération de Saint-Étienne, aux monts volcaniques de l'Yssingelais et recouvrir le plateau de Montfaucon jusqu'au bassin de Bas-en-Basset. Cette fois la totalité de la zone que nous venons de décrire a reçu 100 millimètres, alors que dans les pénétrations diffuses antérieures (décembre 1958, novembre 1963 ou novembre 1951) elle n'avait pas dépassé 50 à 70 millimètres.

Le reste du bassin n'a reçu que des précipitations moyennes, de 50 à 100 millimètres sur la crête des Monts du Lyonnais et du Beaujolais ainsi que dans les bassins et plaines longeant le fleuve, moins de 50 millimètres sur l'axe des Monts du Forez et du Velay. Comme les cours d'eau de ces régions n'ont pas monté en septembre 1980, tous les observateurs ont négligé d'en examiner les raisons car l'expérience nous a montré que de petites crues sont possibles avec de tels totaux sur ces bassins versants.

Si, comme nous venons de le montrer, la répartition géographique de l'averse est conforme aux enseignements antérieurs, par contre son intensité et les quantités d'eau reçues sont incomparablement plus fortes. Pour comparer aux totaux de précipitations atteints en 24 heures pour une durée de retour centennale, il s'est posé un problème de méthode. Alors que l'averse a réellement duré moins de 24 heures (du samedi à 22 heures au dimanche vers 15 heures), elle est comptabilisée par la Météorologie Nationale sur deux journées, l'observation s'effectuant le matin. Nous avons donc considéré comme beaucoup plus représentatif le total de l'averse, dans la mesure où cette coupure apparaît totalement artificielle.

---

3. « Le Moniteur » du 25 octobre 1846.

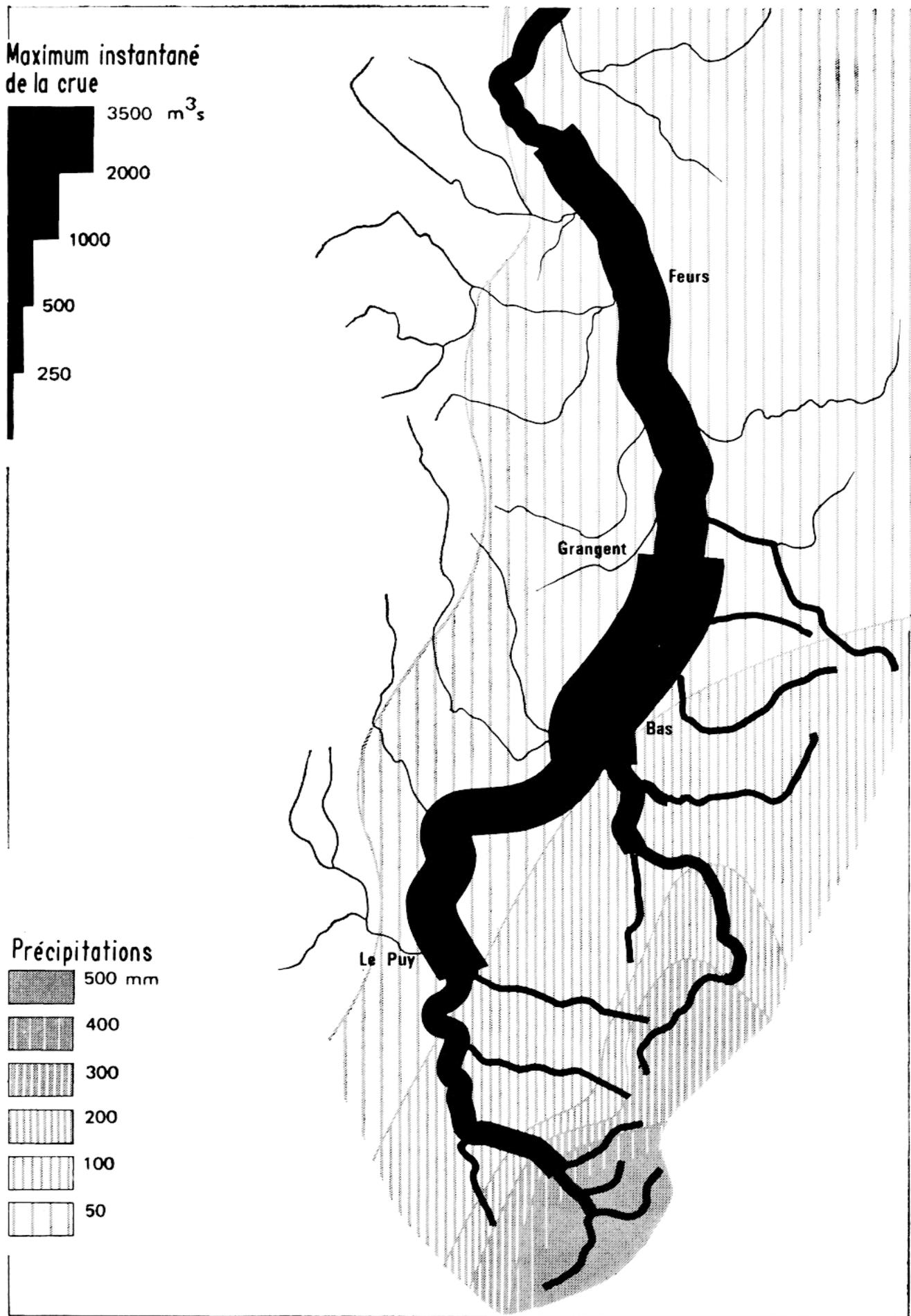


Fig. 2. — Crue des 20-21-22 septembre 1980

La durée de retour centennale de précipitations en 24 heures<sup>4</sup> est dépassé sur toutes les régions à l'Est du fleuve en amont de l'agglomération stéphanoise. Ce secteur s'étire du massif du Pilat à celui du Tanargue et recouvre toutes les régions d'altitude à l'Est des bassins du Puy et de Bas-en-Basset. Le total mesuré représente même le double des précipitations en 24 heures atteintes pour une durée de retour centennale sur le secteur de la Loire ardéchoise et le haut bassin du Lignon vellave dans la région de Fay-sur-Lignon. Dans les vingt dernières années, aucune crue n'a écoulé une lame d'eau semblable, décembre 1973, novembre 1976, novembre 1968 et novembre 1963 ayant bien atteint la fréquence centennale, mais sur des secteurs très réduits tous situés dans la région de la Loire ardéchoise là où les précipitations sont traditionnellement les plus fortes. Aussi tout en faisant sienne la répartition géographique classique des averses méditerranéennes extensives de Sud-Est, la crue de septembre 1980 montre un total pluviométrique largement exagéré.

*L'analyse hydrologique* a été rendue difficile par la violence du phénomène qui a emporté avec lui une grande partie des instruments de mesure (en particulier le limniphone de l'Agence de Bassin de Bas-en-Basset a été endommagé par la montée des eaux). Mais même si certaines estimations prêtent à discussions, le schéma de la crue semble similaire aux précédentes.

Une première et principale onde de crue a été émise par la Loire ardéchoise en direction du Puy. Le maximum instantané progresse très vite : 880 m<sup>3</sup>/s à La Palisse (6 800 l/s/km<sup>2</sup>), 1 500 m<sup>3</sup>/s à La Borie après les aménagements de la centrale de Montpezat. Les estimations de Brives-Charensac posent par contre problème ; à l'échelle des crues avec 6,70 mètres la Loire a dépassé celles d'octobre 1878 (6 mètres) et octobre 1907 (5,80 mètres) ; or E.D.F.<sup>5</sup> a estimé à 1 800-2 000 m<sup>3</sup>/s la crue de septembre 1980 alors que sur un document antérieur elle avait estimé à 2 000 m<sup>3</sup>/s la crue du 24 septembre 1866 bien que cette dernière ait été de 2,70 mètres inférieure à celle d'octobre 1878. Un débit de 2 200 (comme il a été annoncé sur la presse) à 2 500 m<sup>3</sup>/s semble plus proche de la réalité pour Brives-Charensac, situé à l'aval du confluent de la Gazeille dont le débit maximum au Monastier a été estimé à 450 m<sup>3</sup>/s. Même observation pour le Gagne grossi de l'Aubépin sur lesquels nous savons que l'inondation a été importante sans toutefois disposer de renseignements chiffrés.

Une seconde onde de crue est émise par le Lignon vellave. Les débits atteints sont plus faibles mais exceptionnels pour cette rivière. La crue atteint 6 mètres à Tence et au barrage de Lavalette, les estimations varient de 900 m<sup>3</sup>/s (Service Hydrologique centralisateur de la Loire) à 1 600 m<sup>3</sup>/s (E.D.F.). En tenant compte du niveau très bas du barrage de Lavalette qui a pu absorber une partie de la crue, le débit maximal déversé à Pont-de-Lignon aurait été de 1 500 m<sup>3</sup>/s.

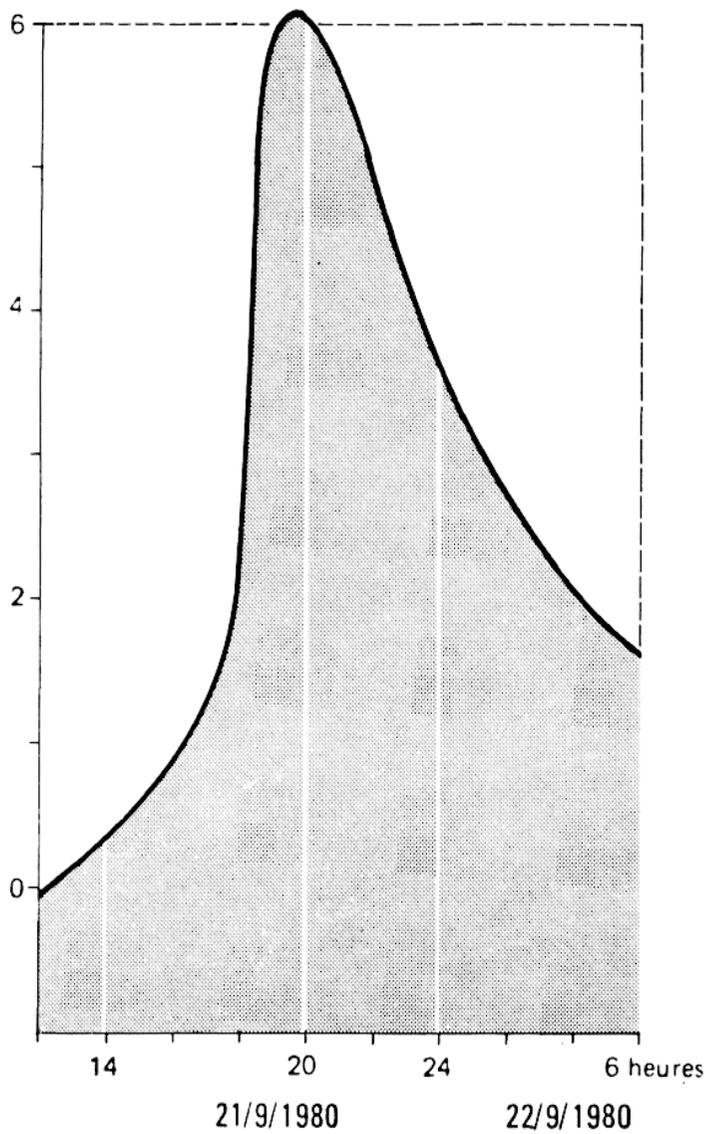
A la confluence des deux ondes de crues, à partir de Bas-en-Basset, on trouve le maximum le plus important soit environ 3 500 m<sup>3</sup>/s à Bas-en-Basset avec une cote de 6,05 mètres. En aval la crue ne progresse plus avec, à l'entrée du barrage de Grangent, 3 400 m<sup>3</sup>/s et 3 300 m<sup>3</sup>/s déversés vers l'aval. Elle s'étale largement en débordant dans la plaine du Forez par rupture

4. Pour les mois d'automne (septembre, octobre et novembre).

5. E.D.F.-D.T.G., « Résumé de l'évolution hydrométéorologique relative à la crue du 21 septembre 1980 ». « Episode pluvieux du 19 au 23 décembre 1973 ».

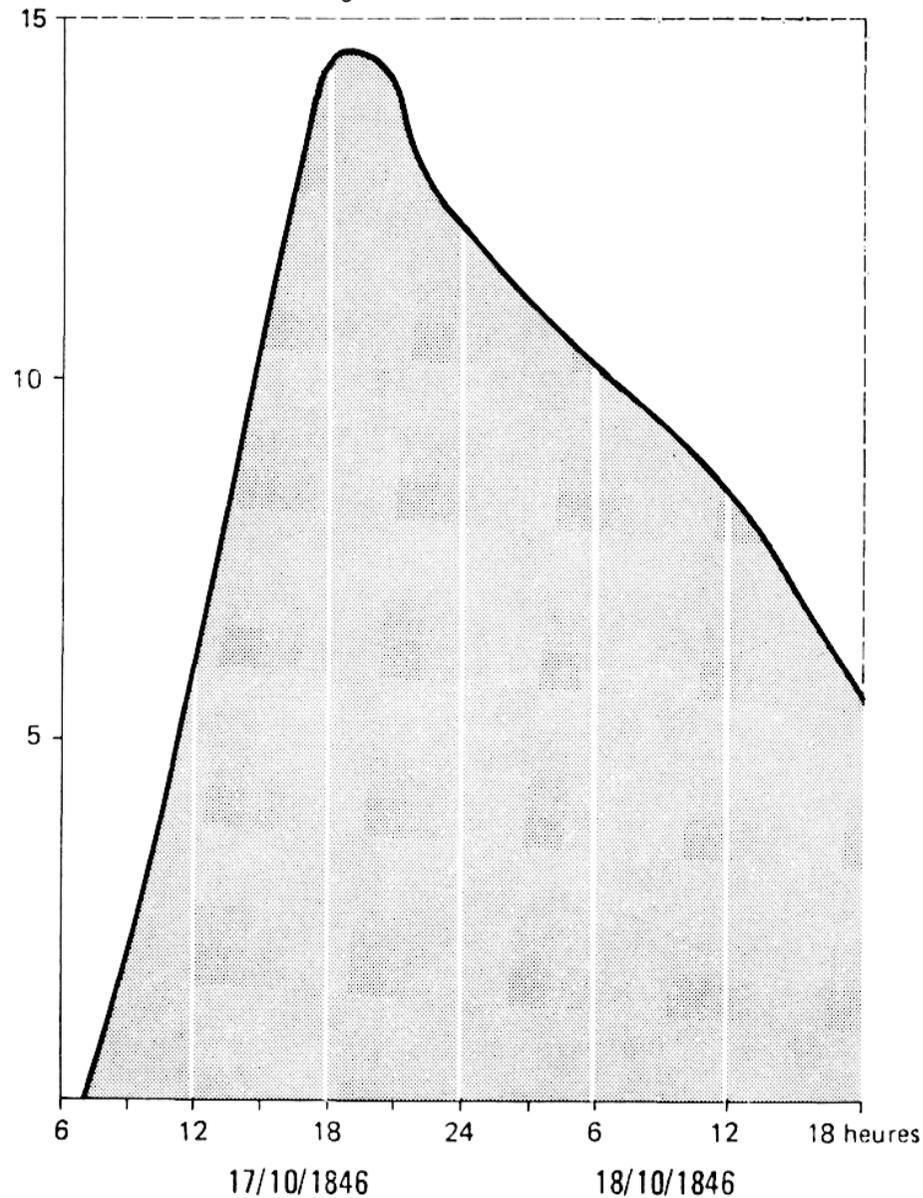
La Loire à Bas-en-Basset les 21,22/09/1980

cotes à l'échelle (mètres)



La Loire au Pertuiset les 17-19/10/1846

hauteurs au dessus de l'étiage (mètres)



CRUE DE SEPTEMBRE 1980

55

Fig. 3. — Profils de crues de la Loire

des digues, en particulier vers Nervieux. La digue de Pinay joue son rôle écrêteur traditionnel, le chantier du barrage de Villerest contribue lui aussi à la diminution du maximum par la partie du mur déjà édifée et l'étranglement du chenal réservé qui ne tolère qu'un maximum de 1 300 m<sup>3</sup>/s. On ne s'étonnera pas dans ces conditions de ne retrouver que 1 800 m<sup>3</sup>/s de maximum instantané à Roanne, où la Loire a considérablement réduit sa vitesse : la crue a mis autant de temps pour traverser la plaine du Forez que pour aller de la partie ardéchoise jusqu'à Grangent, soit 12 heures.

En aval de Roanne il ne s'agit plus que d'une intumescence très réduite : 1 250 m<sup>3</sup>/s à Digoin et seulement 820 à Nevers. La pointe de l'Allier étant très réduite (300 m<sup>3</sup>/s à Pont-de-Guétin) la crue n'est même pas relancée à Gien avec seulement 900 m<sup>3</sup>/s de maximum instantané.

Le mécanisme de la crue est donc tout à fait conforme à celui observé pour les excès antérieurs du fleuve depuis 30 ans avec l'onde principale issue de la Loire ardéchoise, l'onde secondaire issue du Lignon vellave, le maximum à leur confluence entre Bas-en-Basset et Grangent, et enfin l'étalement en aval. Seule l'ampleur varie.

Le profil ressemble aussi de manière frappante à celui des excès antérieurs du fleuve. La montée des eaux est extrêmement brutale et s'effectue sur quelques heures. A La Palisse on passe de l'étiage à 0 heure avec 2,8 m<sup>3</sup>/s aux plus forts débits 880 m<sup>3</sup>/s vers 10 h 15. A Bas-en-Basset, à 6 heures le dimanche, la cote se trouve à 70 centimètres en-dessous du zéro de l'échelle ; on la retrouve à 6,05 mètres le même jour à 19 h 15. L'extrême rapidité de la montée des eaux se retrouve aussi à Grangent où elle évoque l'arrivée d'un mur d'eau : la Loire est montée de 4,50 mètres en deux heures à Bas-en-Basset entre 17 et 19 heures ! Le maximum ne dure que très peu de temps (moins d'une heure) puis les débits retombent très vite, la décrue apparaît à peine plus lente (de 3 300 m<sup>3</sup>/s le dimanche vers 22 heures les débits retombent à 700 le lundi vers 8 heures).

De telles variations de niveau du fleuve ne sont pas exceptionnelles : en août 1963, au Chambon-sur-Lignon, à 16 heures le Lignon n'avait pas encore commencé son inondation avec une cote inférieure à 1 m ; à 18 heures le maximum dépassait 3,50 mètres et à 22 heures il était revenu à moins d'un mètre. En septembre 1933 ou 1938 le fleuve est passé par deux fois sans transition de l'étiage à une forte crue. Enfin la lettre datée du Pertuiset le 19 octobre 1846 montre que cette dernière crue dont on a pu reconstituer le profil, présente des ressemblances très marquées avec celle de septembre 1980.

Ainsi les caractéristiques hydrologiques de septembre 1980 sont tout à fait classiques, seule l'ampleur semble plus importante. L'analyse du coefficient A de cette crue<sup>6</sup> place la Loire pratiquement au niveau des rivières méditerranéennes. Il atteint plus de 70 en amont du Puy-en-Velay, approche 80 sur la Loire ardéchoise et dépasse encore 60 à Bas-en-Basset. Sur le Lignon il frôle les 60. Par contre en aval de Grangent il s'écoule et tombe à moins de 25 à Roanne. Ces chiffres s'apparentent presque à ceux de l'Ardèche ou des Gardons.

---

6. Le coefficient « A » d'une crue correspond au rapport entre le débit maximum instantané et la racine carrée de la superficie du bassin versant.

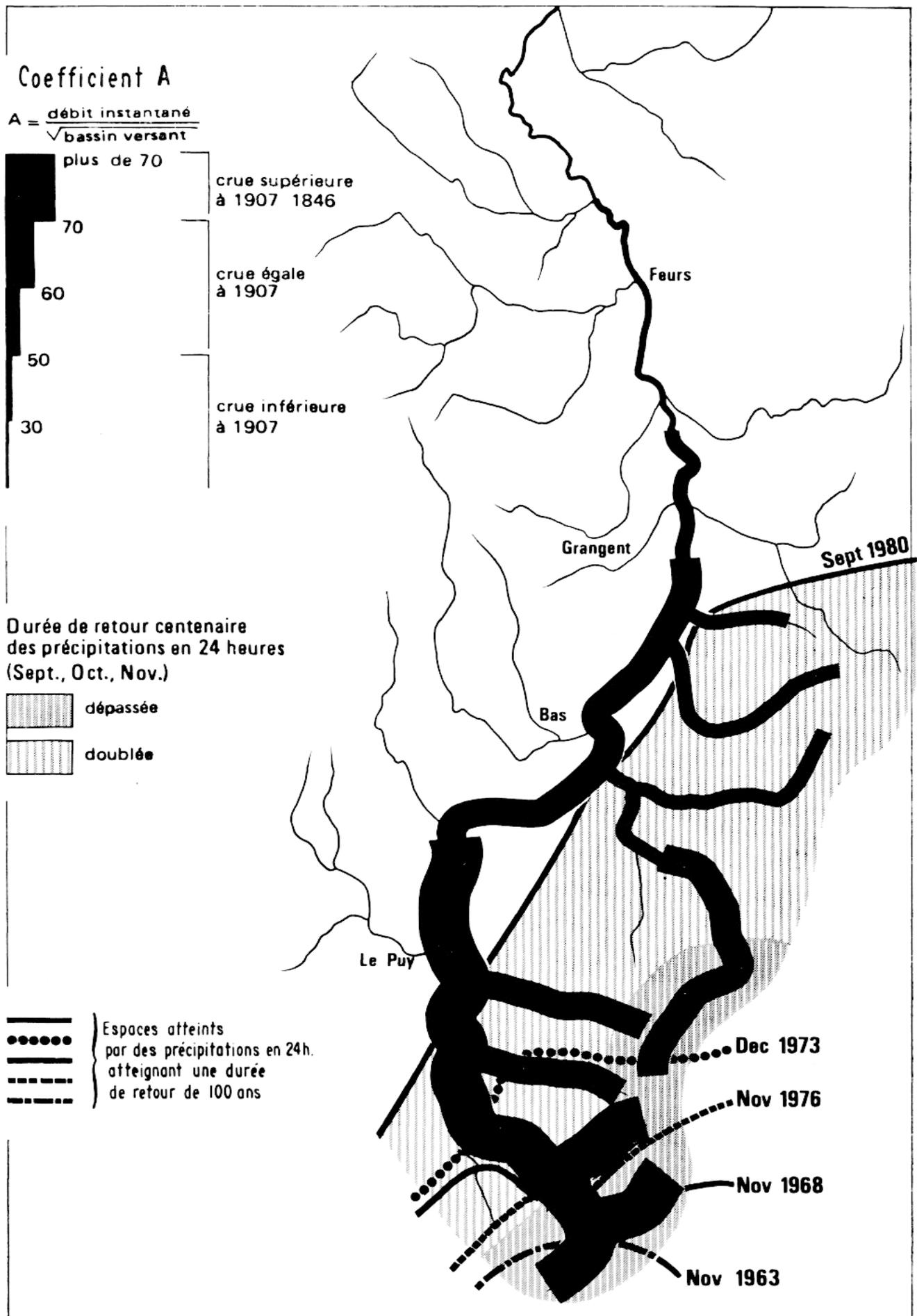


Fig. 4. — Importance relative de la crue de septembre 1980

Depuis qu'existent des mesures de débits régulières (1919) tous les records sont battus. Jusqu'à ce jour le maximum instantané connu le plus fort à Bas-en-Basset étant celui du 10 novembre 1976 avec  $1\,760\text{ m}^3/\text{s}$ , la mise est doublée en septembre 1980. Pour le maximum journalier il était de  $1\,080\text{ m}^3/\text{s}$  en octobre 1943, en septembre 1980 les calculs le situent à peine plus fort. Il semblerait, si l'on s'en tient aux seules mesures de débit sûres, que nous ayons eu une crue millénaire. Lors de notre communication d'octobre 1978<sup>7</sup> nous avons en effet, pour la période commençant en 1919, situé le niveau de la crue millénaire à  $1\,150/1\,250\text{ m}^3/\text{s}$  pour les débits journaliers et à plus de  $1\,900\text{ m}^3/\text{s}$  pour les débits instantanés.

En réalité, si l'on compare septembre 1980 aux excès historiques du fleuve, cette catastrophe est beaucoup moins exceptionnelle. Nous signalions déjà en octobre 1978 la distorsion importante qui existe entre les chiffres des débits maximums depuis 1919 et les estimations faites pour les plus grandes crues du siècle dernier où E.D.F. fait état de  $4\,000\text{ m}^3/\text{s}$ . La grande traîtrise du fleuve est d'avoir laissé croire, par cette longue période sans grande catastrophe, que ses excès d'antan étaient terminés, ou dus à des conditions d'écoulement liées au déboisement de l'époque. En septembre 1980 le taux important de boisement n'a pas empêché la catastrophe dans le département de la Haute-Loire, n'a pas ralenti la brutalité de la montée des eaux, ce qui m'a fait dire à Tours, en pensant aux 14 hectares de la retenue de Grangent recouverts de 60 000 à 80 000  $\text{m}^3$  de troncs d'arbres et de branchages flottants, que « la forêt s'était retrouvée dans Grangent ».

Septembre 1980 ne constitue la crue la plus importante connue qu'en amont du Puy. A l'échelle du Moulin Sabarot à Brives-Charensac, elle dépasse de 70 centimètres la cote atteinte le 8 octobre 1878, de 90 centimètres celle du 16 octobre 1907. Les autres crues : septembre 1866, novembre 1976 et le 6 octobre 1907 sont toutes largement en-dessous, d'au moins 2 mètres. A Bas-en-Basset le niveau atteint semble presque comparable et légèrement inférieur aux crues les plus fortes. Les 6,05 mètres de septembre 1980 sont peu différents des 6,25 m de septembre 1866 et des 6,80 m d'octobre 1907 qui avaient fait l'objet d'une estimation à  $4\,000\text{ m}^3/\text{s}$  par E.D.F. Par contre, d'après la seule indication connue, octobre 1846 aurait atteint 7,45 mètres.

Les autres points de comparaison sont très partiels, septembre 1980 serait au niveau de 1846 (octobre) au pont de Saint-Just-sur-Loire (7,5 mètres et 8,2 mètres). En aval la comparaison devient inutile en raison de l'affaiblissement de la crue : les 14,40 mètres du pont du Pertuiset et les 11,37 mètres de celui de Balbigny en octobre 1846, observés en des points où la vallée se transforme en gorge étroite vers l'aval, correspondent à des conditions locales d'écoulement qui se prêtent difficilement à comparaison.

Certains seront peut-être surpris par l'absence de 1856 dans les crues « historiques ». Cela tient au fait que la hiérarchie entre les crues est très différente entre le bassin amont et le Val de Loire. Octobre 1846 et septembre 1866 sont les seules à avoir commis des dégâts sur l'ensemble du cours du fleuve, juin 1856 est presque inexistant sur le cours amont comme octobre 1878 et 1907 disparaissent ou sont très atténués vers l'aval.

---

7. G. STARON, « Calendrier de probabilité des débits à Bas-en-Basset », Colloque sur l'aménagement de la Loire.

*Une catastrophe atténuée par la sécheresse précédente*

Il convient au terme de cette analyse hydrologique de se poser une dernière question : une crue encore plus importante est-elle possible sur le bassin de la Loire supérieure ? *Sans hésiter nous répondons oui* car la crue a été incontestablement atténuée par l'état hydrique du sol au moment où a débuté l'averse. La crue est intervenue alors qu'il n'y avait pas eu d'averses importantes depuis le 26 août, ainsi qu'à la fin d'une période de beau temps aux fortes chaleurs, en fin de saison chaude alors que le déficit hydrique amorcé en mai et accentué en juillet se trouvait à son maximum. Au Puy le manque d'eau global depuis le début de la saison chaude se montait à plus de 200 millimètres et la ponction sur une réserve du sol de 100 mm peut être estimée à plus de 85 millimètres. Si, en altitude, en particulier sur les Monts du Forez et du Haut-Vivarais, le déficit était moindre, le manque d'eau était général et partout la réserve a été entamée au moins de moitié (50 mm). Cette situation du sol explique manifestement l'absence totale de crue sur les affluents de la rive gauche (Borne, Arzon, Ance, Lignon du Forez, Besbre) ; dans ces régions les précipitations ont été inférieures au déficit de la réserve et en majorité absorbés par le sol, alors qu'en plusieurs occasions (novembre 1951 pour la Borne, juin 1957 ou mars 1964 pour l'Ance) des pluies identiques ont provoqué une montée relative de ces rivières.

	Précipitations (moyenne bassin versant)	Lame d'eau écoulee en 24 heures de crue	
Novembre 1976	101 mm	23 mm	22,7 %
Décembre 1973	97,5 mm	18,8 mm	19 %
Novembre 1966	57,2 mm	9,1 mm	15,9 %
Décembre 1958	92,3 mm	14,4 mm	15,6 %
Novembre 1963	107,7 mm	16,4 mm	15,2 %
Novembre 1951	95,6 mm	14,5 mm	15,1 %
Septembre 1980	200,4 mm	28,5 mm	14,2 %

Tableau 1. — *Rapport P/E pour quelques crues*  
(calculs valables pour Grangent, sauf Bas-en-Basset pour 1951)

De plus toutes les crues importantes de la Loire, sauf novembre 1968 qui ressemble d'ailleurs le plus à septembre 1980, ont été précédées d'averses qui ont préalablement saturé le sol. Très souvent on les retrouve par vague de deux, la première ayant les pluies les plus fortes saturer le sol, la seconde donne les débits les plus importants. C'est le cas les 9 puis 16 octobre 1907, les 11 puis 19 novembre 1951, les 30 octobre et 10 novembre 1976. La lettre du Pertuiset du 19 octobre 1846 signale la succession de deux ondes de crues, l'une dans la matinée du vendredi et la seconde dans l'après-midi du samedi. De plus Maurice Champion signale qu'au mois d'août qui avait précédé, la Haute-Loire et l'Allier avaient déjà connu un incident hydrologique.

Aussi il ne faut pas s'étonner si des plus importantes crues de ces 30 dernières années c'est celle qui avec novembre 1968 présente le coefficient d'écoulement le plus faible.

Il est possible d'affirmer que, d'une part sur un sol saturé des précipitations identiques sont capables de donner une crue beaucoup plus catastrophique, d'autre part l'extension géographique de la crue aurait été autrement plus importante. Nous sommes passés en septembre près d'une catastrophe encore beaucoup plus importante !

En effet, l'état d'assèchement du sol a limité géographiquement l'extension de la crue. Nous en voulons simplement pour preuve l'effondrement très rapide des pourcentages d'écoulement de la crue d'amont vers l'aval. A La Palisse, près du tiers (31,6 %) de l'averse a été écoulé, à Grangent on tombe à 14,2 % et à moins de 10 % à Roanne. De rapides calculs montrent que cette baisse du coefficient d'écoulement est très largement supérieure à celle des crues antérieures : décembre 1973 ou novembre 1963.

Nous avons donc tenté une simulation de ce que la crue aurait pu donner sur un sol saturé. Nous avons utilisé les valeurs des précipitations de septembre 1980 et nous les avons affecté de coefficients comparables aux crues antérieures.

	Septembre 1980		Augmentation avec sol saturé
	Précipitations moyennes du B.V.	Lame d'eau en 24 h écoulée par la crue	
La Palisse	500 mm	158 mm	5 à 10 %
Grangent	200 mm	28,5 mm	20 à 25 %
Roanne	147 mm	15 mm	40 à 50 %
Digoin	110 mm	9 mm	60 à 70 %

Tableau 2. — Incidence de la sécheresse sur l'écoulement en septembre 1980

L'extension géographique de la crue aurait été autrement plus importante sur la Loire seule. Sans imaginer ce qui se serait passé sur l'Allier où l'étalement de la crue semble encore plus net.

Ainsi le sol et les nappes phréatiques ont joué un rôle modérateur qui a contribué à l'atténuation de la crue dans les régions les plus affectées, mais surtout à la réduction de l'aire géographique de la catastrophe.

En effet, sur la Haute Loire, l'excès du fleuve a eu une ampleur identique aux crues historiques de 1846, 1866 et 1907, mais septembre 1980 ne peut plus leur être comparé en aval. En 1846 M. Champion fait état du Furan envahissant les bas quartiers de Saint-Etienne, du Vizezy à l'assaut des arches du pont Notre-Dame à Montbrison ; heureusement il n'en fut rien en septembre dernier.

Ainsi, cette crue s'ajoute à la longue liste des épisodes pluvieux méditerranéens extensifs de Sud-Est déjà si nombreux à avoir affecté la Loire.

Fig. 5. — *Le Puy : bilan hydrique avant la crue de septembre 1980*

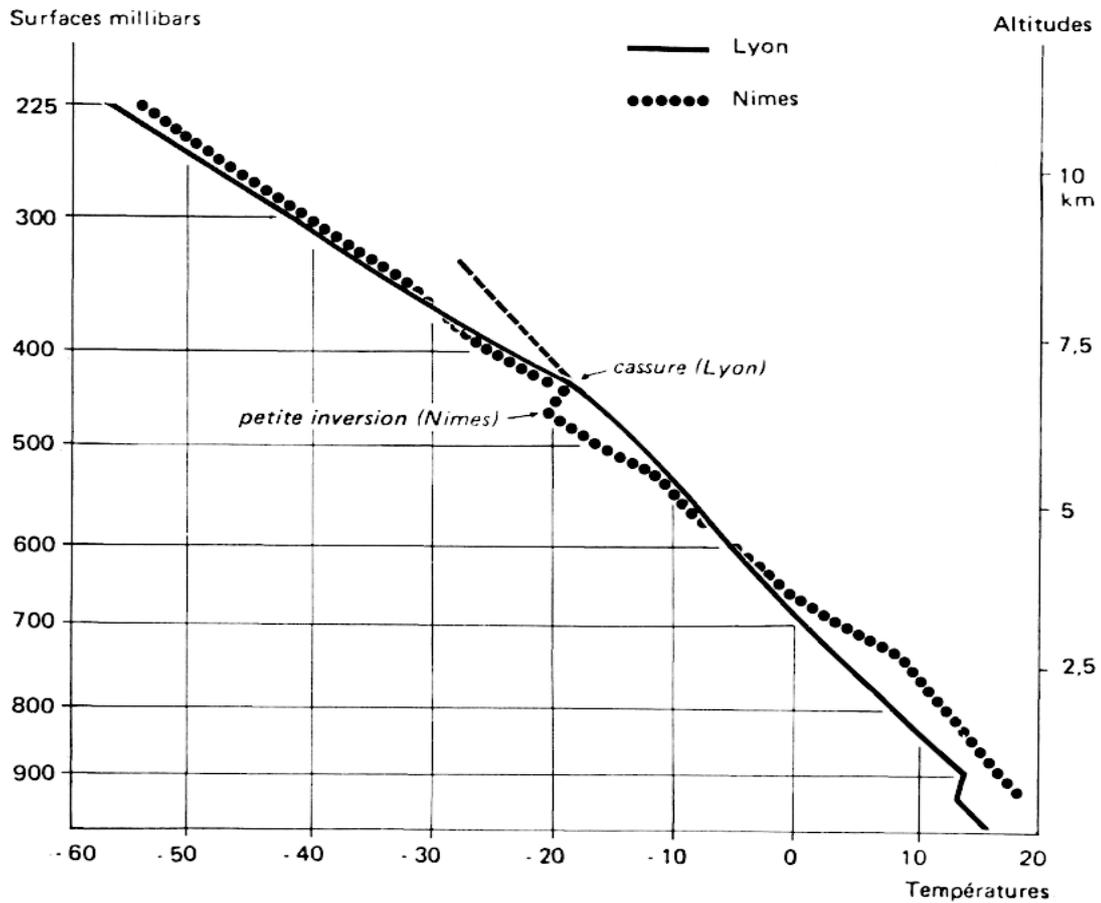
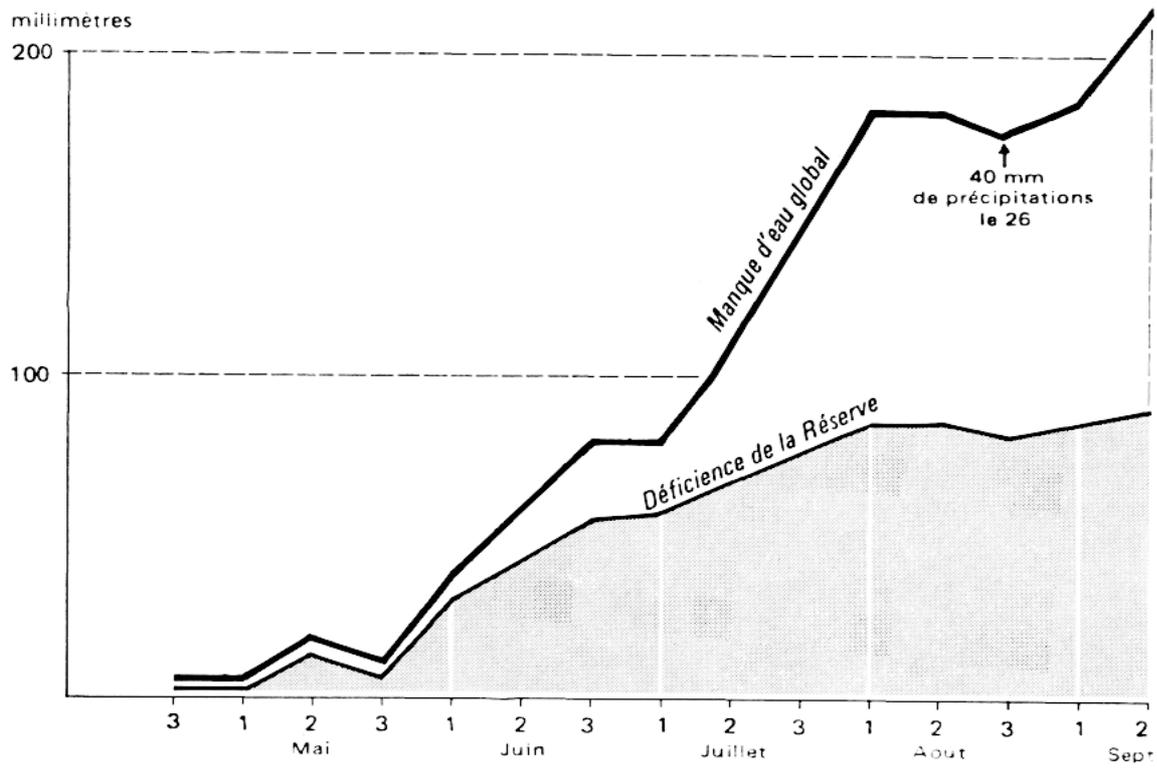


Fig. 6. — *Diagrammes aérologiques le 21 septembre 1980 à 0 h T.U.*

Depuis 70 ans leur ampleur avait baissé et les hommes ont oublié. Après un petit avertissement en novembre 1976, la Loire a à nouveau frappé comme en 1846, 1866, 1878 ou 1907 !

#### UNE AVERSE CÉVENOLE DÉCALÉE VERS LE NORD ET LA LOIRE

En passant du bassin supérieur de la Loire à l'échelle des Cévennes entières on constate immédiatement que des faits météorologiques originaux se sont produits lors de l'averse des 20 et 21 septembre dernier.

*La répartition spatiale des précipitations* : elle montre un très net déplacement vers le Nord et le bassin de la Loire des secteurs les plus arrosés par rapport à la plupart des averses.

En effet, en septembre 1980, les totaux pluviométriques les plus importants observés ne dépassent que de très peu les chiffres du bassin de la Loire avec 632 mm à Saint-Etienne-de-Lugdarès. Avec Mazan, deuxième station la plus arrosée, on se trouve déjà sur le haut bassin de la Loire (579 mm). Autant signaler immédiatement que le haut bassin ligérien s'est trouvée au cœur de l'averse. L'isohyète des 500 mm ceinture les crêtes qui s'étirent du Tanargue à la chaîne des Boutières sur les hauts bassins de la Loire, de l'Allier et de l'Ardèche. Dans un deuxième temps on constate que ce cœur de l'averse s'étend autant sur les versants des fleuves ou rivières atlantiques que sur ceux des cours d'eau méditerranéens. Enfin, troisième remarque, l'extension des pluies s'arrête très vite vers le Sud, excepté l'îlot de Villefort qui reçoit plus de 400 millimètres. les totaux pluviométriques tombent en-dessous des 200 mm sur les crêtes du Lozère et de la Montagne du Goulet, les Cévennes du Sud, le Massif de l'Aigoual (150 mm) et la région de Florac ou de Barre de Cévennes en grande partie épargnés. A l'opposé, les pluies décroissent beaucoup plus lentement du massif du Mézenc à celui du Pilat et l'isohyète 100 mm occupe toutes les régions du Rhône à la Loire et à l'agglomération stéphanoise.

Deux documents nous permettent de constater que ces particularités de l'averse de septembre 1980 sont inhabituelles. D. Creutin, C. Obled et P. Tourasse ont présenté une cartographie spline des valeurs moyennes de 84 épisodes pluvieux cévenols sélectionnés<sup>8</sup> qui montre qu'en temps normal le haut bassin de la Loire est en marge et non au cœur de ces averses.

D'abord, l'épicentre normal des averses cévenoles est situé franchement sur le versant méditerranéen et non à cheval sur la ligne de crête, dans une situation beaucoup plus méridionale puisqu'il occupe une bande qui s'étire du haut bassin des Gardons à celui de l'Ardèche avec un paroxysme sur le haut Chassezac et une recrudescence isolée à l'extrême Sud sur le massif du Mont Aigoual. Si l'on compare les chiffres, en septembre 1980 les Cévennes au Sud du Chassezac et de la Cèze n'ont pas reçu plus de pluie que lors d'un épisode moyen, alors que sur le bassin de la Loire ardéchoise et celui du Lignon vellave le total a été multiplié au moins par quatre !

Ensuite, on retrouve l'extension possible de l'averse en direction du massif du Pilat mais dans une gamme de totaux pluviométriques beaucoup

---

8. D. CREUTIN, C. OBLÉD et P. TOURASSE, « Analyse spatiale et temporelle des épisodes pluvieux cévenols », *La Météorologie*, VI<sup>e</sup> série, n° 20, mars-juin 1980.

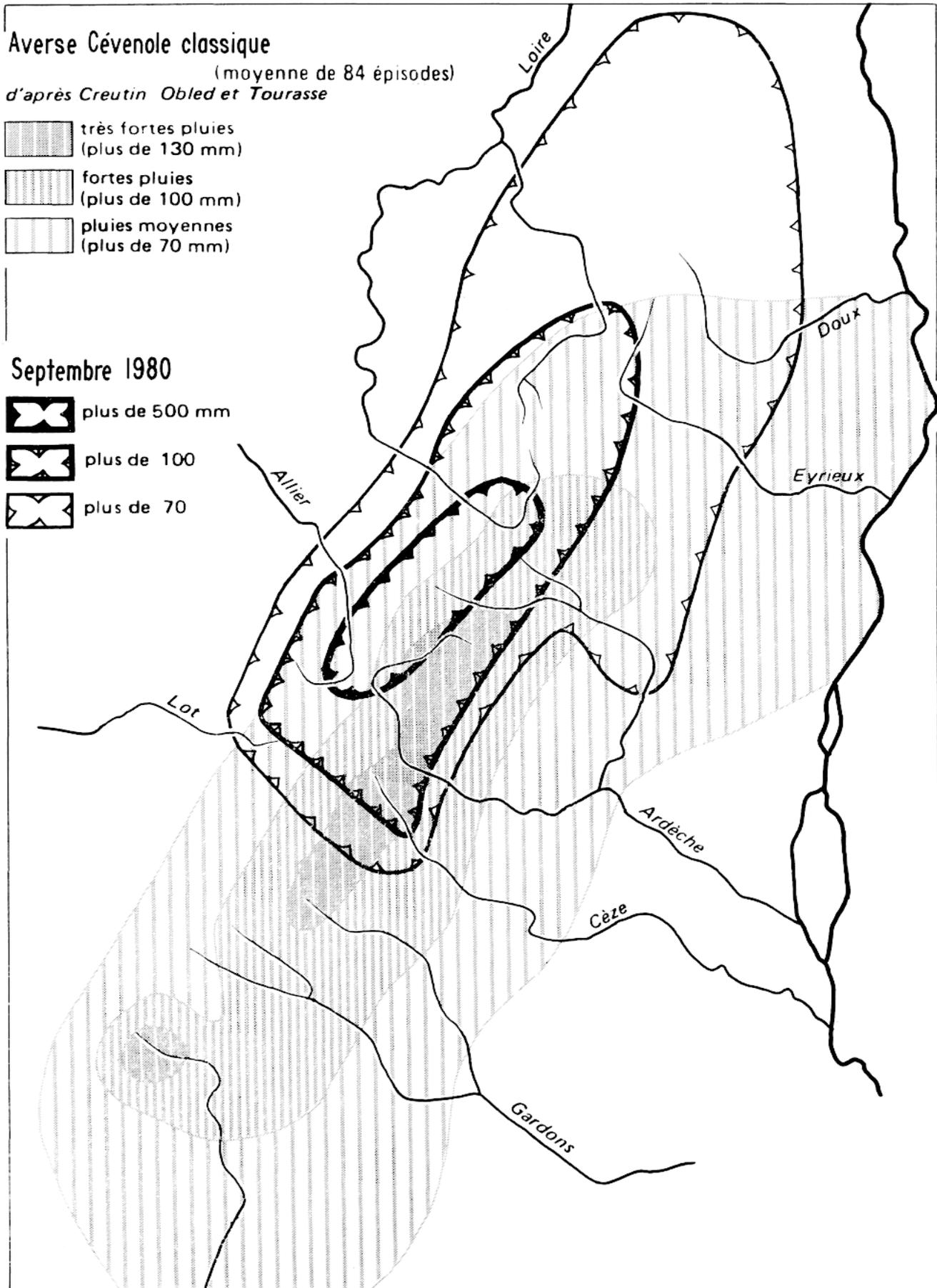


Fig. 7. — Précipitations des pluies de septembre 1980 par rapport aux averses cévenoles classiques

plus faibles à l'extrême marge de l'averse et avec une extension géographique sur le bassin du Lignon vellave beaucoup plus limitée.

Enfin, sur le bassin de la Loire, la répartition géographique des pluies ressemble tout à fait à celle que nous avons décrite antérieurement.

Le second document confirmant le déplacement du cœur des averses cévenoles vers le Nord en septembre 1980 est la carte des lignes d'isoprécipitations en 24 heures de durée de retour de 100 ans<sup>9</sup>, pour les mois d'automne de septembre à novembre. Les précipitations centenales dépassent 350 millimètres sur le haut bassin de l'Ardèche et du Chassezac, atteignent à peine 200 millimètres sur la Loire ardéchoise et 150 millimètres dans la région de Fay-sur-Lignon ; elles tombent à moins de 90 dans le bassin du Puy alors que la ligne de crête, du Felletin jusqu'au Pilat, dépasse 100. Naturellement ces lignes d'isoprécipitations centenales sont orientés du Sud-Ouest vers le Nord-Est et séparent un versant méditerranéen où les totaux possibles sont nettement plus forts, du versant atlantique.

Il en résulte que d'un point de vue global les totaux déposés apparaissent à peine centenaires à l'échelle cévenole mais qu'un double déplacement de l'averse, d'une part sur la ligne de crête et d'autre part en direction du Nord, a conduit à déposer des totaux pluviométriques de valeur millénale (lac d'Issarlès) sur des régions qui habituellement sont en marge des pluies cévenoles et qui cette fois ont reçu des pluies dignes des plus forts déluges du bassin de Chassezac.

Cette originalité de l'averse de septembre 1980 n'a pas été sans conséquences hydrologiques, la Loire contrairement à l'Ardèche et au Chassezac n'est pas habituée à recevoir de telles trombes d'eau. Ceci explique que la crue n'ait été catastrophique que sur notre fleuve et qu'ailleurs ses proportions soient quelconques.

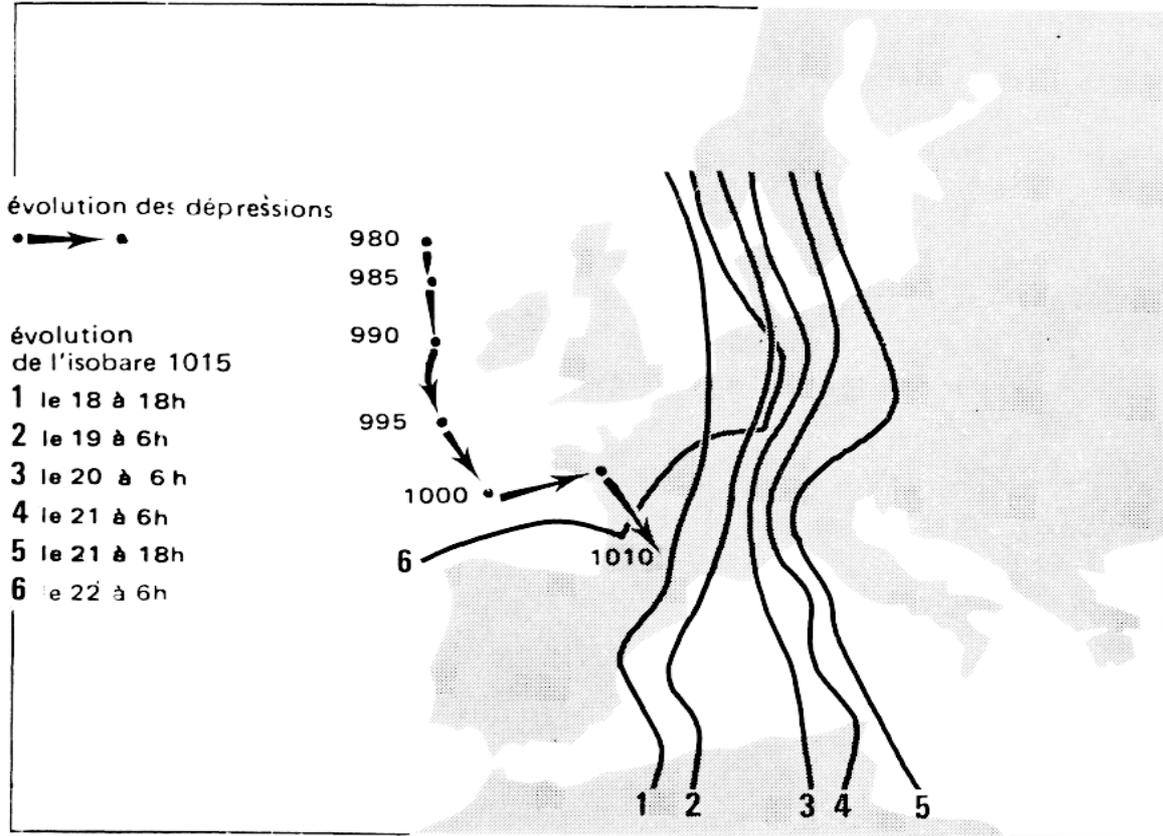
#### *Des pluviogrammes identiques et synchronisés*

Septembre 1980 présente une autre originalité par rapport aux autres averses cévenoles qui toutefois a eu un rôle moindre : *tous les pluviogrammes attestent d'un déclenchement et d'une terminaison des pluies aux mêmes heures* environ sur la totalité des régions concernées. Que l'on ait été à Villefort, à Loubaresse, à Lanarce, à Fay-sur-Lignon ou à Saint-Etienne, le déclenchement des pluies s'est produit le 20 septembre vers 22 heures, l'intensité horaire la plus forte s'est produite vers 6 heures du matin le 21, les averses brutales ont cessé vers 12 ou 13 heures, les dernières gouttes n'ont pas dépassé 18 heures. L'allure générale de l'averse a partout été identique et synchronisée.

Cette uniformité est anormale par rapport aux autres excès cévenols qui présentent régulièrement une évolution de l'averse du Sud vers le Nord. Cette propagation est attestée par de nombreux témoignages, il pleut d'abord sur le versant méditerranéen au vent puis la pluie s'étend de manière très atténuée au versant atlantique. Nous avons nous-même observé ce phénomène *de visu* en Haute-Loire. Ce fait est aussi vérifié par les valeurs mesurées : il peut exister un décalage d'un jour dans le maximum de pluie entre le secteur de la Loire ardéchoise et celui du Lignon vellave : ce fut le cas en novembre

9. E.D.F.-D.T.G., voir note 5.

Septembre 1980



Novembre 1976

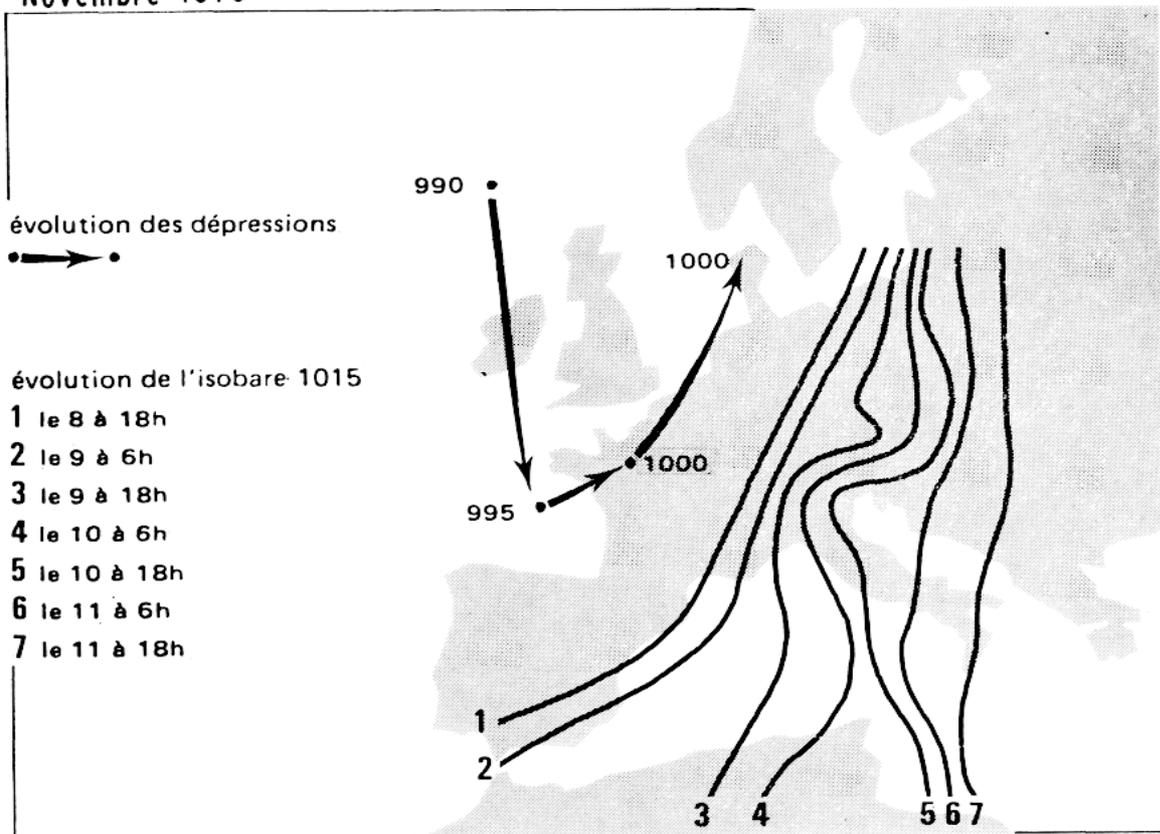


Fig. 8. — L'effet de blocage

1951. En réalité il s'agit d'un décalage de quelques heures mis en évidence sur deux journées par une averse qui encadre l'heure du relevé.

L'analyse déjà citée de D. Creutin, C. Obled et P. Tourasse confirme ce déplacement de l'averse du Sud vers le Nord à propos de celle du 10 novembre 1976. L'averse pénètre à partir du Sud sur les Cévennes de 6 heures à 7 heures ; dans la tranche horaire qui suit, les précipitations intenses n'affectent que les zones au Sud de l'Ardèche ; après 8 heures, un noyau de fortes précipitations se forme au Nord de la Loire ardéchoise ; enfin, après 10 heures, les régions les plus arrosées sont toutes au Nord, en particulier entre le Mézenc et le Pilat.

Cette simultanéité des précipitations a eu quelques conséquences hydrologiques sur le bassin de la Loire supérieure. En temps ordinaire l'avance de quelques heures de pluies et de la crue sur la Loire ardéchoise, par rapport au Lignon vellave, permet aux eaux de la Loire d'effectuer le long détour par Le Puy, Vorey et Retournac, pour se retrouver en concordance vers Bas-en-Basset avec les eaux du Lignon.

En septembre 1980 la simultanéité des pluies a provoqué un décalage de quelques heures entre l'onde du Lignon et celle de la Loire, la première passant avant la seconde. En effet, sur la branche Loire, le maximum est observé à 10 heures aux ouvrages de Montpezat, à 13 heures à Goudet et à 15 heures à Brives-Charensac. Or le Lignon, à la confluence avec le fleuve, a son maximum à 16 h 30. Les crues antérieures pour faire le trajet de la région du Puy à celle de Bas-en-Basset mettent ordinairement 8 heures, alors qu'en l'occurrence le maximum au lieu d'être à 23 heures a été avancé à 19 h 15. Comme les eaux du Lignon n'ont pas pu mettre trois heures pour franchir le peu de distance qui sépare Pont-de-Lignon de Bas-en-Basset (moins de 10 km), on peut chiffrer à quatre heures environ le décalage entre les deux maximums à la confluence.

#### *Les phénomènes atmosphériques en cause*

On constate d'abord deux particularités météorologiques nouvelles par rapport aux crues antérieures connues. D'une part le phénomène de blocage par l'anticyclone continental de la perturbation a été total en 1980 alors qu'ordinairement il n'est que partiel. Lors de la crue de novembre 1976, par exemple, l'anticyclone reste accroché sur les Alpes au moment de l'averse soit environ 24 heures entre le 9 et le 10 à 18 heures, puis il se retire sur l'Europe centrale au moment où l'averse est terminée. En septembre 1980 cette dernière phase de recul n'existe pas, l'anticyclone reste sur ses positions pendant deux jours entiers, du vendredi au dimanche en fin de journée, solidement accroché sur l'arc alpin ; le lundi au lieu de reculer il progresse à nouveau en envahissant toute la France du Sud. D'ailleurs, fait original, les températures n'ont pas baissé après l'averse. La perturbation, de son côté, au lieu de repartir vers le Nord-Est comme d'habitude, s'empale littéralement à l'intérieur de l'anticyclone. La dépression dont le centre s'avance sur le golfe de Gascogne vient se perdre dans le Midi de la France et disparaît le lundi.

Simultanément les phénomènes les plus importants se sont produits en altitude. Le diagramme aérologique de Lyon donne une première idée de l'extrême instabilité de l'air et montre, au-delà de la surface des 500 millibars, une très nette goutte froide qui semble se poursuivre jusqu'à la tropopause,

avec un gradient thermique vertical très élevé, en augmentation en altitude (0,67" par 100 mètres dans les basses couches et 0,92" par 100 mètres au-dessus de la surface des 500 millibars).

Alors que dans l'ensemble le gradient de pression au sol est assez quelconque en raison d'une dépression assez peu creusée, il en est tout autrement en altitude puisque le contraste entre la dépression froide du golfe de Gascogne et les hautes pressions chaudes de Méditerranée et d'Europe centrale ne fait que s'accroître jusqu'au niveau des 300 millibars. En plus il est encore visible au niveau des 200 millibars et des 100 millibars, soit jusqu'à la tropopause.

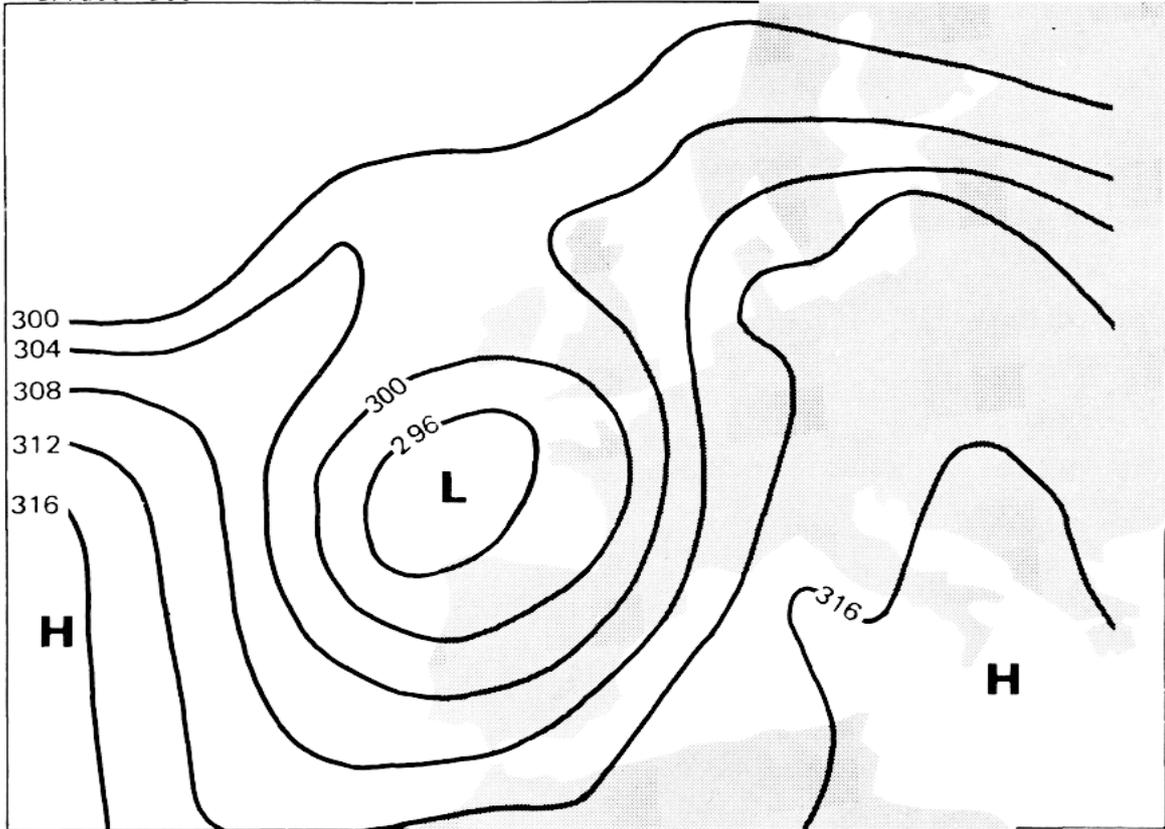
Dans cette situation de septembre 1980, on constate donc à tous les niveaux un blocage par l'anticyclone et une interruption caractérisée de la circulation classique d'Ouest. Là encore c'est un élément nouveau car, pour les crues antérieures, on remarque une disparition progressive du blocage qui laisse place à une circulation d'Ouest déformée. Ainsi ce blocage par l'anticyclone qui ne semble lors des crues antérieures que le résultat de l'action temporaire de l'orographie alpine sur l'écoulement de l'air, devient en septembre 1980 un aspect dominant de l'atmosphère à tous ses niveaux.

Ces éléments ne sont pas sans conséquences sur la très forte intensité et importance de l'averse, car ils ont accru les contrastes thermiques et augmenté une instabilité déjà considérable dans l'air lors des averses cévenoles classiques. Sans oublier le fait que les deux masses d'air qui s'affrontent sont toutes les deux très humides en raison de leur passage sur des masses maritimes. L'importance exceptionnelle du blocage a en outre permis une plus longue persistance des masses nuageuses sur le secteur, cependant que l'ampleur en altitude du phénomène doit être reliée à la forme orageuse de l'averse accompagnée de tonnerres intermittents qui se sont manifestés pendant toute sa durée et dont l'observation a montré qu'ils ressemblaient peu à ceux d'un orage normal.

Ces particularités atmosphériques de l'averse de septembre 1980 expliquent le déplacement vers le Nord et l'axe de la crête des précipitations par rapport aux averses cévenoles classiques. La situation des centres d'action montre que le gradient de pression le plus important se trouve au niveau du Nord du Massif Central et non pas au Sud. Ce fait, visible sur les cartes, s'accroît avec l'altitude et c'est pour la situation de la surface des 300 millibars qu'il est le plus net. C'est toutefois la comparaison des diagrammes aérologiques de Lyon et de Nîmes au moment de l'averse (21 septembre 1980 à 0 heure T.U.) qui fournit les informations les plus intéressantes. Les vents en altitude, de direction plein Sud, ont une vitesse beaucoup plus importante à Lyon (10 à 20 nœuds d'écart à partir du niveau des 800 millibars). L'évolution des températures montre que la goutte froide très nette à Lyon au-dessus de la petite cassure des 500 millibars est très affaiblie à Nîmes. Au niveau de la cassure du diagramme aérologique de Lyon on trouve une légère inversion de température à Nîmes (fig. 6).

Ainsi l'amplification en altitude des gradients et du blocage par l'anticyclone a permis d'augmenter l'importance de l'averse. Elle explique également la simultanéité de l'averse sur l'ensemble des Cévennes, car cette situation de blocage total a stabilisé les masses nuageuses sur la région, alors qu'en temps ordinaire on constate une légère progression. Elle semble en définitive large-

Surface des 700 mb



Surface des 300 mb

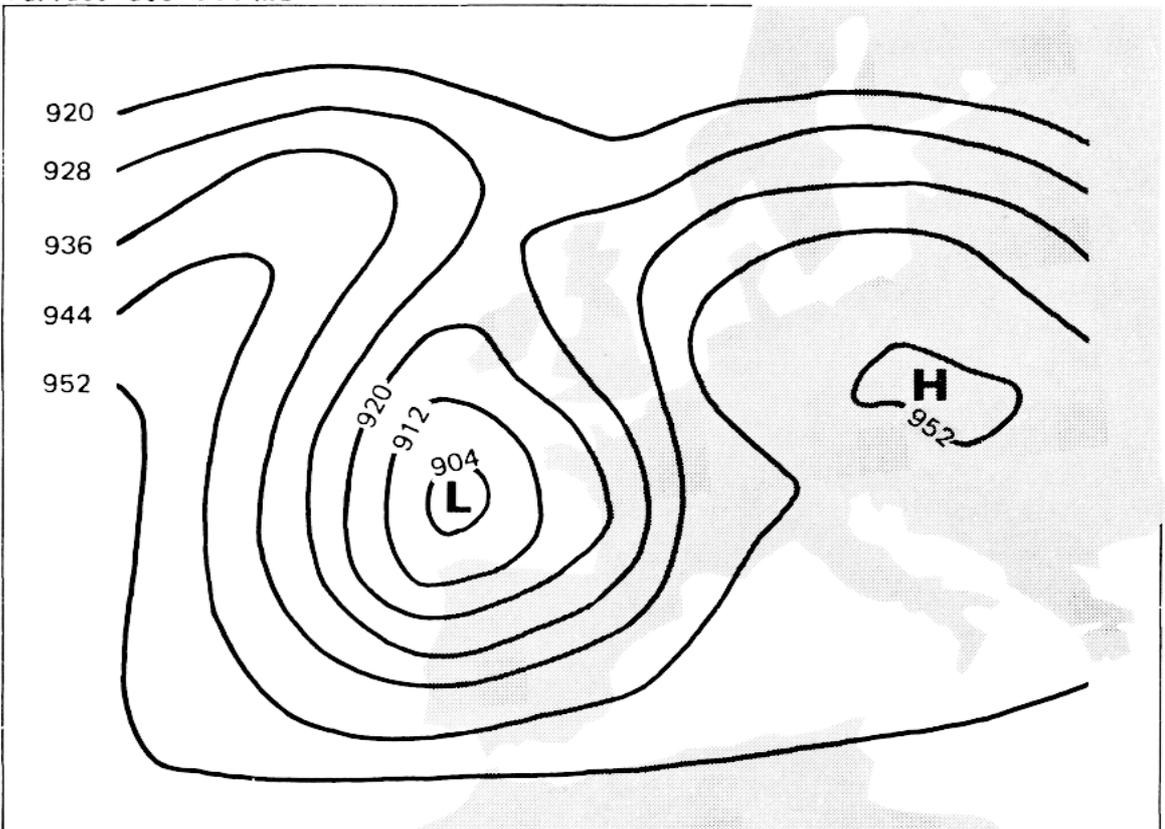


Fig. 9. — Situation atmosphérique en altitude le 21 septembre 1980 à 0 h T.U.

ment responsable du déplacement vers le Nord et la ligne des crêtes, des secteurs les plus arrosés.

Au terme de cette étude, il apparaît que l'aggravation du blocage par l'anticyclone continental, liée beaucoup plus à des phénomènes de haute troposphère qu'à l'orographie alpine dans ce cas, alors que d'habitude c'est l'inverse, a provoqué un déplacement du cœur de l'averse cévenole vers le Nord et la ligne de crête, sur des secteurs du haut bassin de la Loire qui sont habituellement en marge et n'ont pas l'habitude de recevoir de telles masses d'eau. Il en résulte les fréquences millénaires ou plusieurs fois centenaires des précipitations, et la limitation et la concentration de la catastrophe sur la Loire.

#### POUR UN AMÉNAGEMENT DU FLEUVE D'UN TYPE NOUVEAU !

Une dernière question doit être posée. Comment éviter la reproduction de telles catastrophes ? La Loire vient de rappeler qu'elle est un fleuve dangereux, capable d'excès dont septembre 1980 est un exemple ni plus ni moins important que ceux déjà connus pour son cours supérieur (1846, 1866, 1878 et 1907).

Il convient d'abord de constater que les ouvrages existants n'ont ni la vocation, ni la possibilité d'écrêter valablement une crue de cette ampleur. E.D.F., en plus d'une multitude de petits ouvrages mineurs (Charentus, Brives-Charensac, Pont-de-Lignon, Versilhac), possède deux centrales hydro-électriques : Montpezat qui utilise la forte différence d'altitude entre les bassins de la Loire et de l'Ardèche par Fontaulière interposée en déviant les eaux vers cette dernière, et Grangent, simple centrale d'écluse. Il existe aussi quelques retenues pour l'alimentation urbaine en eau dont la principale est le barrage de Lavalette sur le Lignon. Il n'existe donc aucun ouvrage régulateur, c'est une lacune importante en raison des caractéristiques très irrégulières de l'écoulement sur la Loire : son régime qui alterne pulsations brutales et étiages très marqués ; des crues qui peuvent se produire pratiquement 11 mois sur 12 comme nous l'avons montré dans notre calendrier de probabilité des débits de la Loire à Bas-en-Basset ; des périodes comme l'automne ou le printemps où il est impossible de prévoir la nature de débits qui peuvent varier de la forte crue à l'étiage.

En plus, au 20 septembre, un écrêtage important était impossible par les ouvrages existants. Dans le cas d'E.D.F. pour des raisons juridiques, le cahier des charges lui fait obligation, aussi bien à Grangent qu'à Montpezat (lac d'Issarlès), de maintenir les réserves pleines du 15 juin au 15 septembre afin de permettre les activités touristiques d'été. Au 20 septembre il était donc impossible d'avoir quelque action que ce soit sur des débits d'une telle importance.

La crue de septembre était démesurée par rapport à la capacité de ces ouvrages. A La Palisse il est arrivé une vingtaine de millions de mètres cubes alors que le barrage n'en contient que 800 000 ! A Grangent la crue représente 110 M<sup>o</sup> de m<sup>3</sup> quand la capacité totale représente 57 M<sup>o</sup> de m<sup>3</sup> et celle utile 28 M<sup>o</sup> de m<sup>3</sup>. D'ailleurs en raison de la période sèche antérieure, tous ces barrages présentaient des creux importants, 3 mètres à La Palisse et au Moulin de Peyron, 1,05 mètres à Grangent, qui n'ont pas été suffisants pour baisser le niveau maximal. Un seul écrêtage important à signaler est celui du

barrage de Lavalette qui, avec un creux de 3 mètres, a réduit selon E.D.F. le débit maximum de 1 600 à 1 100 mètres cubes seconde.

Dans un deuxième temps il convient de rechercher à quel endroit il est possible de maîtriser les crues avant que ces dernières soient catastrophiques.

On constate tout de suite que le barrage en construction de Villerest, à qui on a confié cette fonction future, est trop en aval pour maîtriser ce type de crues méditerranéennes qui l'atteignent après avoir commis l'essentiel de leurs dégâts. N'oublions pas en effet que notre fleuve présente deux types d'excès : la crue cévenole qui, comme en septembre 1980, dévaste l'amont et ne progresse plus après la plaine du Forez, la crue bourbonnaise comme l'intitule M. Chapon, qui déverse ses eaux du Morvan ou des hauteurs du Nord-Ouest du Massif Central. Dans aucune de ces deux occurrences la retenue de Villerest ne semble très adaptée puisque dans un cas elle reçoit une crue moribonde et dans l'autre une crue non complètement formée. De plus Villerest ayant deux fonctions, écrêter les crues et relever les étiages, sa gestion risque d'être excessivement difficile : que faut-il prévoir lors des mois de printemps et d'automne qui peuvent connaître les deux ? Notre calendrier de probabilité des débits à Bas-en-Basset a bien montré cette difficulté. Dans ces conditions ne convient-il pas de spécialiser sur la Loire les ouvrages dans une seule fonction qu'ils seront sûrs d'assurer régulièrement sur un fleuve particulièrement capricieux. Nous avons déjà suggéré cette solution en 1978 et dans ce cas Villerest nous semble plus adapté au soutien des étiages qu'à l'écrêtement des crues.

Comme nous l'avons déjà dit puis écrit en octobre 1978 au Colloque de la Loire de Saint-Etienne, ou l'an dernier à Tours « la nécessité de protection contre les crues doit commencer en amont de Bas-en-Basset, dès la Loire et le Lignon vellave qui donnent l'impulsion à ces ondes méditerranéennes qui ne sont souvent dévastatrices que sur les cours amont et s'étalent en aval. Forez et Velay n'ont-ils pas le droit, eux aussi, à la protection contre les crues ? ».

A ce niveau de la vallée il est illusoire d'essayer d'écrêter les crues par d'autres moyens que les barrages. Une levée n'est efficace que dans des régions basses. Dans ces conditions « Serre-de-Lafarre » à l'entrée de la Loire, en Velay, et Cublaise, sur le Lignon, semblent assez bien placés pour protéger les zones les plus exposées aux crues comme Brives-Charensac ou la plaine du Forez. Ils maîtriseraient les deux composantes principales, l'onde de la Loire ardéchoise et celle du Lignon. Peut-être il convient de les prévoir tous les deux dans cette perspective et pas seulement l'un des deux comme le rapport Chapon semble le mentionner.

Toutefois des modifications importantes doivent être prévues par rapport aux projets actuels. Actuellement leur fonction future serait le soutien des étiages ; il s'agit d'un contresens majeur car, à ce niveau du cours du fleuve, les crues sont beaucoup plus dangereuses pour les riverains que le manque d'eau en été dans une région encore montagneuse. Ces barrages devraient donc être réservés exclusivement à l'écrêtement des crues et laisser à Villerest le soin de relever les étiages dans le Val. Ensuite, dans ces conditions, leurs capacités prévues actuellement sont totalement démesurées par rapport aux crues qu'ils auraient à retenir puisque chacun, avec 150 ou 160 M<sup>3</sup> de m<sup>3</sup>, dépasserait le volume de la crue à Grangent (110 M<sup>3</sup> de m<sup>3</sup>).

Voici une estimation effectuée à partir de la crue de septembre 1980 qui donne une idée des capacités à retenir dans une optique très catastrophiste :

	Serre-de-Lafarre	Cublaise
Estimation de septembre 80 au droit du barrage prévu .....	50 M <sup>o</sup> de m <sup>3</sup>	40 M <sup>o</sup> de m <sup>3</sup>
20 % marge de sécurité (crue supérieure)	60 M <sup>o</sup> de m <sup>3</sup>	48 M <sup>o</sup> de m <sup>3</sup>
50 % en plus pour recevoir deux crues très rapprochées .....	90 M <sup>o</sup> de m <sup>3</sup>	72 M <sup>o</sup> de m <sup>3</sup>

Cette dernière augmentation de 50 % pourra paraître exagérée à certains, mais nous nous sommes placés dans les conditions les plus catastrophiques possibles, sachant que sur la Loire une crue peut en cacher une autre. En moins de 8 à 15 jours en 1907, et en octobre 1960, le phénomène s'est produit. Il est évident aussi qu'une capacité bien moindre de ces ouvrages éviterait l'envoyage de cités historiques ou touristiques comme Arlempdes, Goudet et dans l'ensemble deux ouvrages de taille réduite nuiraient beaucoup moins à la qualité des paysages.

Enfin la gestion de ces ouvrages devrait être d'un type nouveau adapté à l'écoulement sous forme de crues et pulsations brutales de la Loire. Les excès pouvant survenir pratiquement toute l'année, sauf peut-être juillet, les barrages devraient être maintenus vides et la moitié de leur capacité être disponible en permanence pour stopper toute montée rapide des eaux. Il est en effet très difficile de prévenir, météorologiquement et statistiquement longtemps à l'avance la montée des eaux, puisqu'il s'agit d'un phénomène soudain après de fortes pluies sur des bassins où le temps de réponse des cours d'eau est très réduit.

En cas de crue ou pulsation brutale, au moment de la montée des eaux, la ponction sur les débits d'entrée devrait être proportionnelle à leur importance et augmenter en pourcentage avec la croissance de la lame d'eau qui arriverait. Une ponction de 100 % serait prévue pour le maximum des très fortes crues.

Voici une proposition de l'échelle des ponctions qui serait possible :

débit d'arrivée : 100 m <sup>3</sup> /s	début de la ponction
débit d'arrivée : 200 m <sup>3</sup> /s	ponction de 20 %
débit d'arrivée : 300 m <sup>3</sup> /s	ponction de 35 %
débit d'arrivée : 400 m <sup>3</sup> /s	ponction de 50 %
débit d'arrivée : 600 m <sup>3</sup> /s	ponction de 65 %
débit d'arrivée : 700 m <sup>3</sup> /s	ponction de 80 %
débit d'arrivée : 800 m <sup>3</sup> /s	ponction de 90 %
débit d'arrivée : 900 m <sup>3</sup> /s	ponction la totalité des débits

Cette méthode de stockage permettrait d'écrêter le maximum instantané de la crue, dont la durée est extrêmement limitée et provoque les plus gros dégâts. Elle est adaptée au fleuve.

Après la décrue, l'eau ainsi stockée serait relâchée vers l'aval à partir d'un seuil qu'il est possible de placer à 40 m<sup>3</sup>/s à Serre-de-Lafarre et 30 m<sup>3</sup>/s à Cublaise. Naturellement ces lâchages seraient progressifs. C'est ainsi qu'avec l'eau de la crue de septembre 1980 à Serre-de-Lafarre on aurait pu augmenter le débit du fleuve de 10 m<sup>3</sup>/s pendant 1 380 heures ! Ce type de gestion serait très utile pour augmenter la rentabilité des ouvrages hydro-électriques existants. Par exemple Grangent est prévu pour turbiner un maximum de 80 m<sup>3</sup>/s, mais avec le type d'écoulement qui existe sur le fleuve non seulement la centrale fonctionne à plein régime pendant un total d'heures très faible (la médiane des débits à Grangent n'est que de 27 m<sup>3</sup>/s) mais par ses éclusées elle accentue les contrastes de débits en aval et, au moment des crues, l'eau est rejetée en aval sans avoir été utilisée. Le type de gestion des barrages que nous évoquons se propose simplement de changer l'eau destructrice lors des crues en eau utile pour produire de l'énergie hydroélectrique.

Il s'agit simplement de remplacer une gestion des barrages faite en fonction des saisons comme c'est le cas à Villerest, par une gestion basée uniquement sur l'importance des débits du fleuve sans tenir compte du calendrier. Notre proposition souhaitant seulement adapter l'utilisation des barrages au régime capricieux et irrégulier de la Loire.

\*  
\*\*

En septembre 1980, la Loire a frappé sur son cours supérieur comme elle l'avait déjà fait au siècle dernier et en 1907. L'état d'assèchement du sol nous a probablement préservé d'une catastrophe dont on imagine à peine quelles auraient pu être les conséquences tellement les riverains ont déjà été meurtris ! Cette crue, après une période de 70 ans où le fleuve semblait s'être assagi, a rappelé que la Loire connaît des excès dévastateurs dont il est difficile de prévoir la fréquence et la date.

Il s'agit des fameuses averses extensives méditerranéennes de Sud-Est, dont septembre 1980 présente une variété exagérée sur notre bassin en raison d'un blocage total à tous les niveaux de l'atmosphère par l'anticyclone continental. Il a eu pour conséquence de déplacer vers le Nord et la ligne de crête les régions les plus arrosées, sur un secteur ligérien habituellement en marge.

Ces dangereux excès du fleuve devraient justifier la construction d'ouvrages adaptés non au refroidissement des centrales nucléaires du Val mais au régime particulier et pseudo-torrentiel de la Loire, leur gestion d'un type nouveau devant être conçue pour faire face à ce problème avec la spécialisation de chaque barrage dans une fonction bien définie : les étiages pour Villerest, et les crues pour Serre-de-Lafarre ou Cublaise.

## RESUME

*La crue des 21 et 22 septembre 1980 correspond à une averse méditerranéenne extensive, avec une montée des eaux aussi brutale qu'éphémère. Toutefois, à l'échelle des Cévennes, la répartition des pluies montre un déplacement des noyaux de précipitations les plus intenses vers le Nord et au-delà de la ligne de crête, soit sur le bassin de la Loire supérieure.*

*Sur ce fleuve, bien que l'état d'assèchement du sol ait réduit l'écoulement, la crue égale ou dépasse sur le cours supérieur le niveau des débordements les plus hauts connus : (octobre 1907, septembre 1866, octobre 1846, octobre 1878).*

## SUMMARY

*The swelling of September 21 and 22 1980 was due to an extensive mediterranean shower and the water rise was as sudden as short. Nevertheless, in the Cevennes area, the rain distribution shows a movement of the cores of the heaviest precipitations northward and beyond the watershed, i.e. over the basin of the upper Loire.*

*Along the upper course of that river, although the dryness of the soil reduced the flow, the swelling equaled or surpassed the levels of the highest recorded overflows (october 1907, September 1866, October 1846, October 1878).*

MOTS CLÉS : CRUE MÉDITERRANÉENNE EXTENSIVE, LOIRE SUPÉRIEURE.

KEY WORDS : MEDITERRANEAN EXTENSIVE FLOOD, UPPER LOIRE.

## BIBLIOGRAPHIE

GALLOUEDEC (Ch). — *La Loire*, Paris, 1910.

CHAMPION (M.). — *Les inondations en France*, Paris, Dunod, 1861.

DACHARRY (M.). — *Hydrologie de la Loire en amont de Gien*, *Nouvelles Editions Latines*, Paris, 1974, 2 tomes.

ESTIENNE (P.). — *Recherches sur le climat du Massif Central français*, *Memorial de la Météo. Nat.*, 1956.

E.D.F.-D.T.G. — *Résumé de l'évolution hydrométéorologique relative à la crue du 21 septembre 1980*.

E.D.F.-D.T.G. — *Episodes pluvieux du 19 au 23 décembre 1973.*

PAUL (P.). — Contribution à l'étude du climat du Velay et du Haut-Vivarais, *Monographie Météo. Nat.*

STARON (G.). — Les crues de la Loire supérieure, *Mémoire de maîtrise*, 1970, Saint-Etienne.

STARON (G.). — Les types de crues de la Loire supérieure. Atlas permanent de la région stéphanoise, Saint-Etienne, *CIER-SR*.

STARON (G.). — Calendrier de probabilité des débits de la Loire en Bas-en-Basset. La Loire et l'aménagement ligérien, Saint-Etienne, *CIER-SR*.

STARON (G.). — Premières caractéristiques de la crue des 21 et 22 septembre 1980, *Colloque Loire-FRAPEC*, 29-30 novembre 1980, Tours.