



HAL
open science

**Les excès climatiques dans le Massif central français.
L'impact des temps forts pluviométriques et
anémométriques en Auvergne.**

Fabien Jubertie

► **To cite this version:**

Fabien Jubertie. Les excès climatiques dans le Massif central français. L'impact des temps forts pluviométriques et anémométriques en Auvergne.. Géographie. Université Blaise Pascal - Clermont-Ferrand II, 2006. Français. NNT: . tel-00188307

HAL Id: tel-00188307

<https://theses.hal.science/tel-00188307>

Submitted on 16 Nov 2007

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Thèse de doctorat
Discipline : Géographie

présentée et soutenue publiquement le 29 mai 2006 par

Fabien Jubertie

Les excès climatiques dans le Massif central français

**L'impact des temps forts pluviométriques
et anémométriques en Auvergne**



Mlle Marie-Françoise André, Professeur, Université de Clermont-Ferrand, co-directeur de thèse
M. Pierre Carréga, Professeur, Université de Nice
M. Patrice Paul, Professeur, Université de Strasbourg, rapporteur
M. Jean-Luc Peiry, Professeur, Université de Clermont-Ferrand
Mme Yvette Veyret, Professeur, Université de Nanterre, rapporteur
M. Jean-Pierre Vigneau, Professeur, Université de Nanterre, co-directeur de thèse

Photos de couverture

A gauche : inondation du bourg de Brives-Charensac par la Loire le 21 septembre 1980. La crue, qui causa la mort de 7 personnes, fut liée à d'importantes précipitations cévenoles qui se sont produites dans le bassin-versant amont (cliché : D.D.E Haute-Loire).

A droite : chablis dans la forêt du Lac du Bouchet (Haute-Loire) consécutifs à la tempête du 27 décembre 1999. On peut constater que l'épicéa, au premier plan, n'a pas été déraciné mais cassé à mi-hauteur, car le vent a exercé une pression sur la partie médiane et haute de l'arbre la plus fournie en aiguilles.

Université Blaise Pascal – Clermont-Ferrand
Faculté des Lettres et Sciences Humaines
UMR – 6042 – CNRS –
Géodynamique des milieux naturels et anthropisés

Les excès climatiques dans le Massif central français

**L'impact des temps forts pluviométriques
et anémométriques en Auvergne**

Thèse de Doctorat

Discipline : géographie

présentée et soutenue publiquement par

Fabien Jubertie

Le 29 mai 2006, devant le jury ci-dessous :

Mlle Marie-Françoise André, Professeur, Université de Clermont-Ferrand, co-directeur de thèse
M. Pierre Carréga, Professeur, Université de Nice
M. Patrice Paul, Professeur, Université de Strasbourg, rapporteur
M. Jean-Luc Peiry, Professeur, Université de Clermont Ferrand
Mme Yvette Veyret, Professeur, Université de Nanterre, rapporteur
M. Jean-Pierre Vigneau, Professeur, Université de Nanterre, co-directeur de thèse

à mon père

Avant-propos

Je souhaite exprimer ma sincère reconnaissance à tous ceux qui, en m'apportant leur aide, leurs conseils ou leur écoute, m'ont permis de mener à bien cette recherche.

Je tiens à remercier très chaleureusement le Professeur Jean-Pierre Vigneau qui s'est toujours montré disponible. Sa confiance et ses conseils m'ont constamment accompagné et ont été d'un grand soutien. Je pense, entre autres, à ces échanges fructueux que nous avons eus à Paris et qui furent de véritables « temps forts » dans ma réflexion. Il a également su mettre en valeur les résultats de mes recherches en améliorant la clarté des raisonnements scientifiques développés.

Mes remerciements vont aussi au Professeur Marie-Françoise André. Son soutien auprès du Conseil Régional d'Auvergne m'a permis d'obtenir un financement sans lequel il m'aurait été difficile de m'investir dans cette étude. Ses encouragements m'ont bien épaulé et insufflé la force de persévérer.

J'adresse ma gratitude au Conseil Régional d'Auvergne qui a accueilli favorablement ma demande de financement.

Je suis sensible à la présence au sein du jury des Professeurs Yvette Veyret, Pierre Carréga, Patrice Paul et Jean-Luc Peiry qui ont eu la patience de lire attentivement ma thèse.

Je remercie également :

A-M. Lanquette qui s'est chargée de faire l'intermédiaire entre l'Université Blaise Pascal et Météo-France pour l'obtention des données météorologiques ;

S. Taboulot, Directeur Régional de Météo-France à Lyon, qui m'a accordé l'accès gratuit à la Banque Pluvio ;

le personnel du service d'annonce des crues du Puy-de-Dôme et de la Haute-Loire qui m'ont ouvert leurs archives ; M. Coché, en particulier, m'a laissé toute liberté de consulter les images radar ;

le personnel des Archives départementales des quatre départements auvergnats ;

le personnel de l'Inventaire Forestier National à Lyon qui m'a fourni cartes et photographies aériennes pour réaliser le bilan des dégâts forestiers en Auvergne consécutifs à la tempête de 1999.

J'adresse une pensée particulière à M. Roger Dumas, grand-père de Karine, ancien météorologue au Centre Départemental de Météo-France de Loudes avec lequel j'ai échangé de chaleureuses conversations.

Enfin, mes pensées vont à ma famille et en particulier à Karine qui a toujours su être là dans les moments de doute. Sa patience, sa compréhension et tout simplement sa présence m'ont apporté l'énergie et la confiance nécessaires à l'accomplissement de ce travail.

Sommaire

Introduction générale	p.9
Première partie. Recherche des temps forts et des ambiances Excessives	p.19
Chapitre I. L'excès : une notion à définir dans le langage géographique.....	p.23
Chapitre II. Les temps forts pluviométriques : quantification et localisation	p.53
Chapitre III. Vulnérabilités et excès en Auvergne	p.107
Deuxième partie. Les distributions induites par les systèmes de types zonal et méridien	p.145
Chapitre IV. Les épisodes océaniques et leurs effets	p.149
Chapitre V. Les épisodes combinés et leurs impacts.....	p.197
Chapitre VI. Les retours d'est et leurs conséquences.....	p.251
Troisième partie. Du ponctuel au généralisé	p.267
Chapitre VII. Les orages.....	p.271
Chapitre VIII. Les tempêtes.....	p.301
Bilan : les territoires de l'excès en Auvergne	p.351
Conclusion générale	p.363

Introduction générale

La notion d'excès dans la problématique des risques

Depuis les années 80 la thématique des risques est devenue un sujet de recherche majeur chez les géographes français même si cette problématique dépasse largement le seul champ disciplinaire de la géographie. Cet engouement, qui répond d'ailleurs à une préoccupation sociale et scientifique grandissante, s'explique par le fait que « le géographe [...] trouve dans l'analyse du risque un champ d'investigation privilégié situé à l'interface entre les milieux naturels, les sociétés et leurs territoires » (Thouret, Leone, 2003). Son objectif est d'étudier et cartographier le risque sous l'angle du territoire.

Notre thèse s'inscrit donc dans cette mouvance même si nous avons privilégié la thématique de l'excès plutôt que celle du risque. L'excès possède un sens plus large ici que dans sa définition usuelle ; nous l'avons enrichie en lui donnant une dimension géographique. La notion d'excès correspond au phénomène dommageable spatialisé. L'excès porte sur le concret et le vécu et s'écarte ainsi du risque, au sens strict, qui repose sur le potentiel voire sur l'incertain. Notre travail se base donc sur la recherche des excès d'origine climatique en Auvergne, sur leur genèse qui associe facteurs physiques et humains (temps forts et vulnérabilités) et sur leur territorialisation. Comme l'intitulé de notre thèse le suggère, l'excès correspond à l'impact social d'un événement météorologique violent (impact du temps fort) ; il s'agit d'un risque accompli.

Bien sûr, les événements dommageables en Auvergne n'ont pas la même importance que dans d'autres territoires, en particulier comme dans les pays en développement où les impacts sont nettement plus profonds. Cette différence s'explique principalement pour deux raisons. Tout d'abord, l'Auvergne et l'ensemble des pays de l'Europe « océanisée » ou « continentale » ne subissent pas des temps forts aussi virulents que ceux qui touchent les latitudes intra et supratropicales comme les ouragans par exemple. Plus déterminant encore est la différence moyenne de niveau de vie entre pays du « Nord » et pays du « Sud », qui implique de grandes disparités dans les vulnérabilités. Le manque de moyens financiers dans les P.E.D fragilise le groupe social face à la menace physique. Surtout, l'excès prend un caractère beaucoup plus dramatique parce qu'il est associé à des préjudices humains et à des pertes financières pouvant s'avérer lourdes comparativement aux PIB.

Dans le cadre de notre étude, le terme d'excès a été préféré à celui, pourtant voisin, de « catastrophe ». Même si, dans notre premier chapitre, nous reviendrons sur les nuances qu'il convient d'apporter à ces deux termes, il faut dire dès maintenant que nous réservons la « catastrophe » aux événements les plus tragiques qui surviennent surtout dans les pays pauvres.

Pourquoi ne pas élargir la thématique et le cadre de l'étude ?

Notre sujet, essentiellement consacré à la région Auvergne, traite également, pour partie, des espaces limitrophes et du Massif central en général. Il ne peut, du reste, en être autrement. En effet, la description des processus générant les excès ne peut s'accommoder des limites administratives. Comprendre la formation des systèmes pluvieux demande des recherches qui vont bien au-delà des frontières de l'Auvergne et nécessite des comparaisons avec d'autres stations du Massif central (pour les systèmes combinés, par exemple). Toutefois, il faut avouer que nous nous sommes strictement borné à l'espace régional pour localiser, identifier et territorialiser les excès. L'extension à l'ensemble du Massif central aurait pu être réalisable, mais se serait posé le problème du recensement des excès (à l'aide des principaux quotidiens régionaux) qui aurait demandé beaucoup trop de temps. De plus, l'espace auvergnat est déjà fort intéressant car géographiquement très diversifié. La fréquence des temps forts est très différente entre les massifs exposés et les bassins abrités. L'importance des enjeux et des vulnérabilités montre également, entre les vertes solitudes des hauts plateaux et le fourmillement laborieux du Val d'Allier, une grande diversité. Tout cela peut nous conduire à isoler, déjà, de nombreux territoires possédant, au plan de l'excès, des caractéristiques propres.

De la même manière, notre travail se focalise uniquement sur l'étude des excès d'origines pluviométrique et anémométrique. Ce choix, pas aussi restrictif qu'il y paraît, favorise également le développement d'une riche réflexion. D'ailleurs, ces excès correspondent aux phénomènes les plus fréquents (en particulier pour ceux qui sont liés aux temps forts hydrométéorologiques) qui marquent le plus les esprits et laissent les traces les plus durables dans les paysages (inondations, destructions par les tempêtes...)

Les contraintes liées à la neige ne seront pas abordées (sauf dans les cas où la fonte associée à la pluie entraîne des inondations) ; elles ont déjà fait l'objet de recherches (Serre, 2001).

Les forts écarts thermiques (comme les vagues de chaleur ou de froid) n'entrent pas non plus dans notre problématique car les conséquences sont souvent minimales. Par exemple, la vague de froid de janvier 1985, durement ressentie par les habitants de la région parisienne (Escourrou, 1986) ou par ceux de la côte méditerranéenne, n'a eu que peu d'effets en Auvergne. Pourtant, les thermomètres sont descendus au-dessous de -20°C ! Il faut dire que le milieu biogéographique, les cultures et les habitants sont relativement habitués à de telles rigueurs et s'y adaptent d'ordinaire. De même, la fameuse canicule de l'été 2003 n'a pas eu (à l'exception probable de l'espace urbain clermontois) un impact aussi désastreux que dans l'agglomération parisienne.

Enfin, les excès liés aux sécheresses n'ont également pas été étudiés. Les conséquences sont, en effet, difficilement quantifiables car elles se produisent ou se révèlent sur le long terme. L'explication météorologique sur la mise en place de telles situations de pénurie hydro-pluviométrique, ses implications dans le monde agricole, industriel ou dans les besoins domestiques sont tellement complexes qu'il faudrait réaliser une étude exclusivement centrée sur le sujet.

Au total, notre travail se concentre principalement sur deux types d'excès à l'échelle régionale. Cela n'est pas handicapant puisque limiter une problématique évite la dispersion intellectuelle, permet un travail de fond et autorise la multiplication et le développement de nombreux exemples.

Objectifs et organisation (figure 1)

Les objectifs sont simples : établir un bilan cartographique précis des excès en Auvergne afin de dégager des territoires ayant des caractères originaux au niveau des vulnérabilités, de la fréquence et de la nature des temps forts ainsi que de l'importance des excès.

Pour y parvenir, nous commencerons (après avoir défini précisément le terme « excès ») par localiser les temps forts et hiérarchiser les vulnérabilités. La quantification des temps forts pluviométriques est facilement réalisable puisqu'elle peut s'opérer à partir des nombreux relevés des stations météorologiques des réseaux départementaux de Météo-France. La seule contrainte consiste à faire la critique des données. Il est, en revanche, nettement plus difficile d'obtenir des renseignements sur le vent. En effet, les rares points de mesure existants ne possèdent pas de séries d'observations suffisamment longues pour réaliser de quelconques études statistiques.

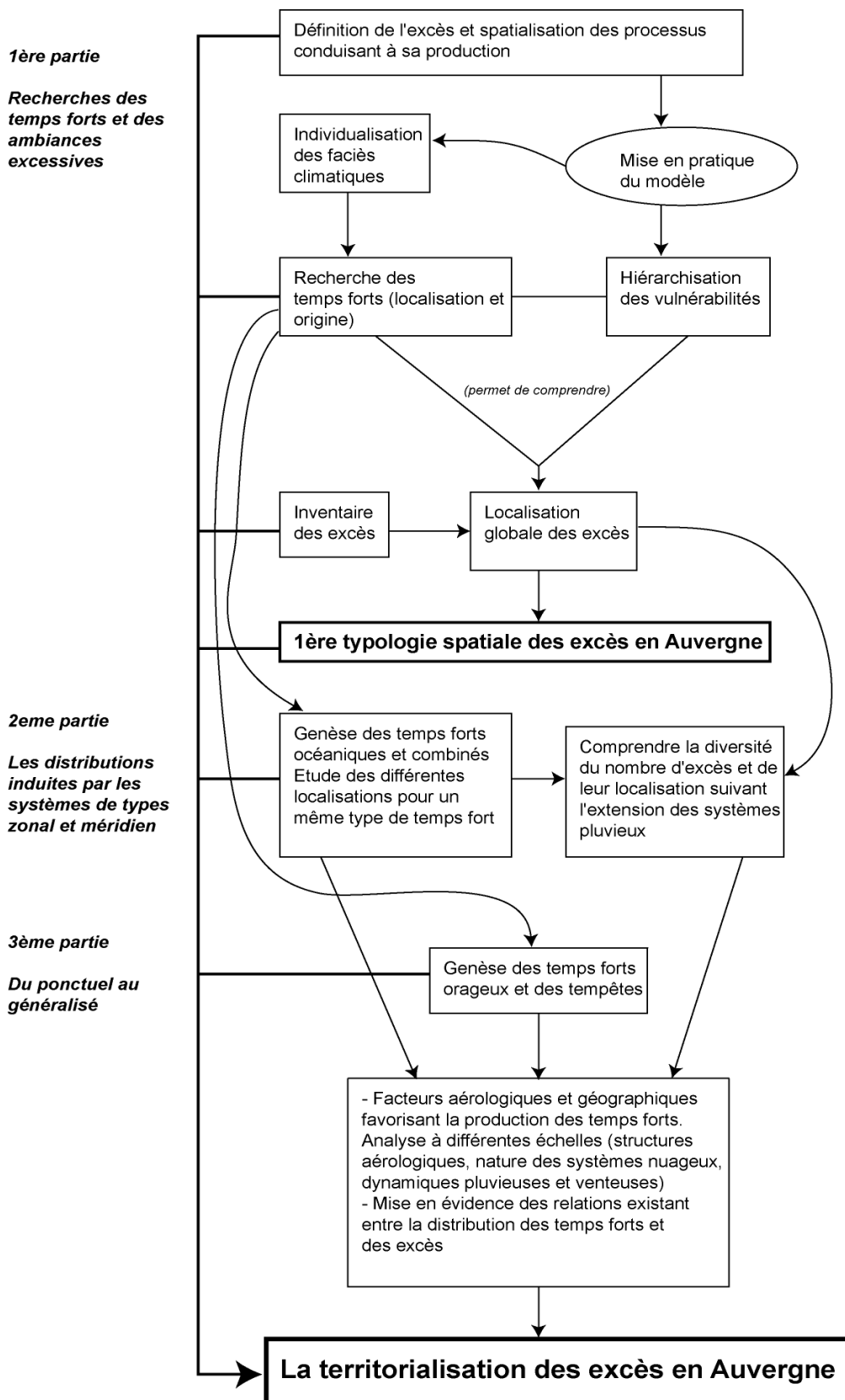


Figure 1 : Présentation des principaux points abordés dans la thèse

Une fois cette recherche effectuée, nous tenterons de comprendre la localisation des excès que nous aurons préalablement recensés et cartographiés. L'inventaire que nous obtiendrons, basé sur une période de 30 ans, révélera les espaces les plus sensibles. Nous verrons si ces derniers correspondent réellement aux secteurs où les temps forts sont les plus fréquents. La répartition des densités de population, donc des enjeux et des vulnérabilités, ne favoriserait-elle pas une distribution plus complexe ?

Par la suite, nous essaierons de mieux saisir les mécanismes aérologiques et géographiques qui produisent les temps forts les plus violents en Auvergne. Bien sûr, avec l'analyse des temps forts, nous nous efforcerons de donner le détail de certains excès. S'il est impossible de passer en revue l'ensemble de ces derniers, les phénomènes les plus traumatisants bénéficieront de recherches poussées (nature des dommages, coûts...)

Tous ces éléments d'analyse nous aideront à identifier finement les différents territoires de l'excès qui composent l'espace auvergnat.

Sources, outils, méthodes

La problématique de notre travail nécessite l'utilisation de sources et d'outils variés. Les principaux ont été classés dans le tableau 1 suivant leur ordre d'apparition dans la thèse. On peut remarquer qu'ils répondent à deux objectifs principaux. Un premier groupe a servi à localiser et à quantifier les temps forts (sources provenant essentiellement de Météo-France), les vulnérabilités (organismes publics), et les excès (presse). Un deuxième ensemble (presse, cartes isobariques, imageries satellitale et radar, cartographie I.F.N) a principalement permis d'expliquer la genèse des temps forts et de mesurer leurs conséquences ; chaque outil autorisant une analyse à une échelle donnée. Nous constaterons, en particulier, que l'apport d'outils nouveaux, comme l'imagerie radar, améliore le champ des connaissances sur la genèse des systèmes cévenols et surtout sur leur extension à l'ensemble du Massif central. De même, nous verrons que l'imagerie radar peut, à échelle fine, aider à mieux appréhender les dynamiques pluvieuses animant les structures orageuses.

La multiplication des sources et des outils se justifie par le fait que l'origine des excès (comme des risques) s'explique seulement par connaissance des causes physiques et humaines.

Outils	Objectifs	Intérêt	Limites
Banque Pluvio. et Relevés Mensuels Pluviométriques	Quantifier et spatialiser les temps forts pluvio-métriques.	Données quotidiennes (1960-1999) concernant un nombre de postes assez important.	Changements de site, coupure des observations.
Cartes de foudroiement	Quantifier et spatialiser les temps forts orageux.	Objectivité des mesures. Echelle spatiale très fine.	Durée d'observation un peu brève (10 ans).
Organismes publics (I.N.S.E.E, D.R.A.F, D.R.I.R.E, D.D.E)	Quantifier et hiérarchiser les vulnérabilités. Décrire précisément certains excès.	Sérieux des études réalisées à l'échelle communale.	Données s'adaptant parfois mal à la problématique de l'étude.
Déclarations de "catastrophes naturelles"	Localiser et quantifier les excès.	Excès juridiquement reconnu à l'échelle communale.	Absence d'indications sur l'ampleur de l'excès et sur sa nature précise. Subjectivité de la procédure.
Presse quotidienne régionale	Localiser et quantifier les excès. Détailler la nature et l'ampleur des excès.	Forte implication dans la vie locale. Articles détaillés sur le déroulement des excès.	Grande subjectivité et irrationalité. Exagération des faits.
Bulletins et cartes isobariques (réanalyses B.Q.E, B.H.E.R)	Expliquer la genèse des temps forts.	Connaissance des structures isobariques. Localisation des grands systèmes pluvieux et venteux. Explications des processus de petites échelles réalisables.	Echelle trop petite, ne s'adaptant pas à l'explication précise des systèmes cévenols et orageux.
Imagerie satellitale	Expliquer la genèse des temps forts.	Reconnaissance des structures pluviogènes aux échelles domaniale et régionale (surtout avec N.O.A.A).	Difficultés pour saisir la logique des dynamiques pluvieuses locales.
Imagerie radar	Explication fine de la genèse des temps forts.	Reconnaissance des dynamiques pluvieuses à l'échelle du pays.	Radar parfois "aveugle" pour les systèmes pluvieux se produisant à basse altitude (systèmes océaniques).
Etudes cartographiques de l'Inventaire Forestier National	Localiser à l'échelle départementale les espaces forestiers qui ont été affectés par la tempête de 1999.	Analyse globale de l'état du massif forestier auvergnat. Localisation assez détaillée des secteurs les plus touchés.	Approche quantitative plutôt imprécise. Mauvaises estimations des quantités de chablis par massifs forestiers.

Tableau 1 : Les outils et les sources utilisés pour répondre à la problématique de la thèse

Le terrain (Figures 2, 3a et 3b)

Archétype de la moyenne montagne, le Massif central se présente comme un ensemble tabulaire (« ce vertige de l'horizontal » décrit par Alexandre Vialatte), dépassant souvent 1000 mètres, d'origines cristalline (Livradois-Forez, Margeride, Limousin, Cévennes), volcanique (Monts d'Auvergne, Devès, Meygal, Vivarais) ou calcaire (Causses). Ces hauts plateaux qui ressemblent plus « à une marqueterie de blocs distincts » (Staron, 1990) sont limités par des bassins d'effondrements (Limagne, Forez, Malzieu, Rouget...) ainsi que par de profondes vallées (l'Allier en amont de Langeac, la Loire au nord et au sud du bassin du Puy, la Dore, la Sioule, la Dordogne, la Truyère, le Lot, le Tarn...).

Intégrée pour les 2/3 de son territoire dans le Massif central, l'Auvergne est toutefois singulière car échappant en grande partie à la monotonie des plateaux. En effet, cet espace juxtapose, parfois sur de courtes distances, les sommets les plus hauts du Massif central, situés à l'ouest (1885m au Puy de Sancy, 1858 au Plomb du Cantal), à l'est (1640 à Pierre-sur-Haute dans le Forez) et au sud de la région (1754 au Mont Mézenc) et les bassins intramontagnards les plus profonds où se logent les principales villes et les activités.

L'Auvergne se présente donc comme un espace cloisonné qui connaît dans les bassins intérieurs un vrai climat d'abri, alors que les bordures occidentale et méridionale sont exposées aux influences océaniques et méditerranéennes.

Cette disposition du relief doit favoriser une grande diversité dans la nature et la fréquence des temps forts. Cette situation est, pour nous, des plus intéressantes car elle permettra de cerner une grande variété d'espaces originaux.

L'Auvergne est également marquée par d'importants contrastes au niveau des densités de population. Les contraintes en montagne ont largement favorisé le départ massif des habitants. Les hauts plateaux sont, par endroits, vides d'hommes puisque certaines communes ne comptent pas plus de 10 hab./km². A l'inverse, les bassins concentrent aujourd'hui l'activité économique de l'Auvergne. La plupart des auvergnats vivent dans l'agglomération de Clermont-Ferrand, ainsi que le long du Val d'Allier de Brioude, au sud, à Vichy, au nord.

Cette hétérogénéité démographique nous interpelle également car elle montre qu'il existe de grandes disparités au niveau des vulnérabilités.

Cette grande variété géographique, physique et humaine, soulève du coup un certain nombre de questions. Ainsi, les temps forts peuvent-ils produire des excès en montagne alors

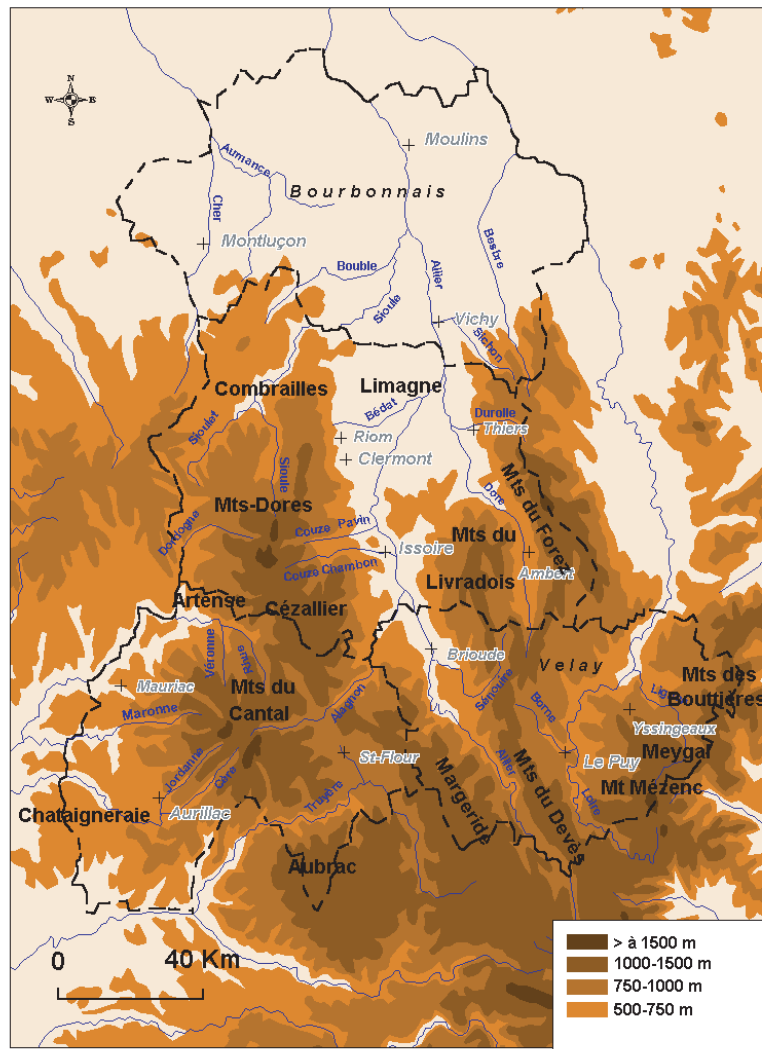


Figure 3a : carte hypsométrique et de localisation de l’Auvergne

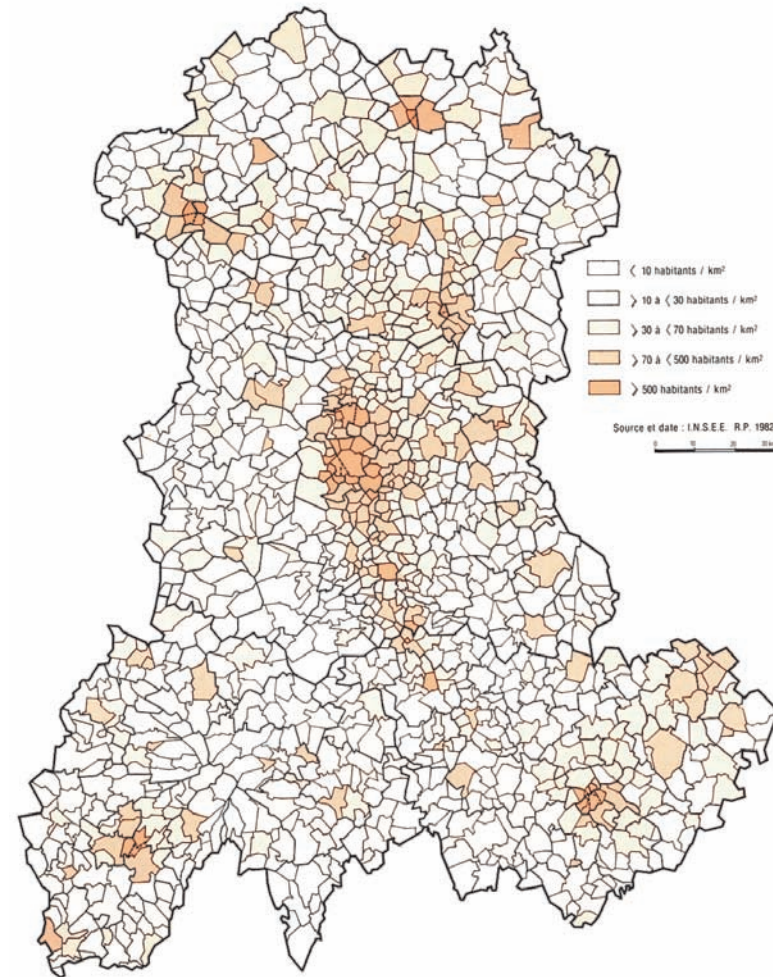


Figure 3b : carte des densités de population en Auvergne (situation en 1982)

On peut remarquer que la population auvergnate se concentre principalement dans les bassins (Limagnes et Val d’Allier). Les hauts plateaux correspondent, en revanche le plus souvent, à des espaces désertés par les hommes.

que les densités de population sont faibles ? De même, les bassins urbanisés peuvent-ils être affectés par des excès alors que les temps forts y semblent rares ?

Première partie

Recherche des temps forts et des ambiances excessives

Chapitre I. L'excès : une notion à définir
dans le langage géographique

Chapitre II. Quantification et localisation
des temps forts pluviométriques

Chapitre III. L'individualisation des types d'excès

Introduction de la première partie

Cette première partie regroupe trois chapitres. Le premier correspond à un développement épistémologique sur la notion d'excès ; il s'agit, en quelque sorte, d'un "préalable" théorique, d'une mise au point sur la signification de ce terme. Nous cherchons à savoir dans quelles circonstances ou à quelles occasions "excès" peut être employé à juste titre. Assurément, il apparaît nécessaire de démontrer que l'excès ne peut être assimilé à une simple manifestation naturelle brutale. Il s'agit, en fait, d'un événement dont l'existence est perçue par la société comme une contrainte ou une gêne passagère. Au-delà de l'approche sémantique, nous voulons également prouver que l'excès possède un fonctionnement riche et complexe qu'il est possible de mieux saisir par le biais de l'élaboration d'un modèle permettant de comprendre son apparition.

La suite de notre travail consiste en une application de ce modèle à l'espace auvergnat. Etape par étape, nous montrerons les secteurs qui sont les plus fréquemment frappés par les fortes pluies ; puis, après avoir recherché les vulnérabilités, nous procéderons à une identification précise des excès. Nous verrons que la répartition fréquentielle des temps forts pluviométriques et des excès est loin de coïncider ; il existe un ample décalage qu'il conviendra d'explicitier et d'expliquer.

Dans cette première partie, nous analysons l'excès dans sa globalité. Il s'agit non pas encore de réaliser une étude au cas par cas, épisode par épisode, mais de montrer par l'intermédiaire de relevés et de témoignages, fondés sur plusieurs décennies, quels peuvent être les secteurs de la région les plus exposés.

Chapitre I

L'excès : une notion à définir dans le langage géographique

1. Aux sources de l'excès
2. L'excès, un risque accompli
3. L'association temps fort-vulnérabilité sociale est nécessaire
à la production de l'excès
4. L'excès génère la prévention

Contribuer à l'élaboration d'un concept peut apparaître fort ambitieux. Cette démarche demande une assurance et une culture telles qu'elle semblerait devoir être réservée, plus sûrement, aux chercheurs "confirmés". Conscient de cette difficulté, nous proposons plus modestement dans cet objectif quelques fondements qui, de toute façon, mériteront encore d'être approfondis. Loin de nous l'idée de défendre une position intangible ; l'objectif de ce chapitre est de nourrir une réflexion.

1. Aux sources de l'excès

La recherche des origines du mot excès constitue nécessairement la première étape de notre travail. Il s'agit en quelque sorte d'exploiter la base étymologique et sémantique de ce terme, afin de justifier et d'asseoir l'acception proposée au plan géographique.

1.1. Un flou sémantique persistant

L'excès est un mot qui apparaît de plus en plus fréquemment dans la littérature et le langage climatologique. Il n'a pas reçu, à notre connaissance, une définition précise de ceux qui l'emploient, il est toutefois utilisé selon une double orientation sémantique.

Un premier usage en est fait, par exemple, par Demangeot (1996) et Pagney (1994) qui considèrent l'excès comme un surplus arithmétique à la norme ou à la moyenne, s'appliquant à un phénomène purement naturel. Pagney (pp. 19-21) parle ainsi d'excès météorologiques pour désigner les "anomalies" statistiques d'ordres pluviométrique, thermique ou anémométrique.

Une deuxième application apparaît sous une forme plus ambiguë. A l'approche statistique s'ajoute une connotation sociale plus ou moins bien affirmée. Ainsi, Pinchemel et Pinchemel (1997, p. 340) précisent que les excès "débouchent sur des situations qui mettent en danger et les milieux et les hommes". Cette référence à la société paraît encore plus forte, lorsque ces mêmes auteurs expliquent (p. 250) que : "la variabilité se traduit par des fluctuations dans les valeurs météorologiques ressenties comme excessives par rapport à la référence de normalité". Si l'on suit ce raisonnement, nous comprenons qu'un événement devient excessif lorsqu'il est perçu, par un individu, comme sortant de son quotidien (c'est bien comme cela qu'il sera "ressenti"). La normalité ne se réfère plus à une valeur quantitative ; elle possède

alors un sens moral : l'excès n'est pas un phénomène ordinaire, car il s'associe à des dommages. A son tour Bravard (2000) semble donner à l'excès un sens plutôt équivoque, lorsqu'il choisit comme sous-titre de son livre, intitulé "Les régions françaises face aux extrêmes hydrologiques" de la "gestion des excès et de la pénurie". En effet, quel peut être l'intérêt de gérer l'occurrence d'un événement naturel, si celui-ci ne possède pas un impact sur l'homme ? Bien sûr, aucun. La gestion d'un excès passe par son atténuation, nous rentrons alors dans une logique (très sociale) de prévention des risques.

Si l'on tire un bilan de ces quelques citations, nous constatons que l'excès est utilisé selon les convictions de chacun. Il faut dire que ce mot cache une grande richesse sémantique, richesse que nous allons à présent exposer à partir des définitions issues des dictionnaires du "Petit Robert" et de "l'Académie française".

1.2. A la recherche d'une définition

Du point de vue étymologique, "excès" fut tout d'abord emprunté au 12^{ème} siècle au latin *excessus* qui signifie "sortie", "départ". Puis, il fut emprunté au 14^{ème} siècle au latin chrétien *excedere* qui signifie dépasser. Il fut alors assimilé à des valeurs morales et indiquait un "écart", une "faute", un "péché".

L'héritage étymologique se retrouve, aujourd'hui, dans la polysémie du terme. D'une manière générale l'excès indique, "ce qui est, ce qui vient en surplus". Par exemple, un cumul pluviométrique excessif peut correspondre à un surplus arithmétiquement mesurable et se référant à une moyenne ou une normale. Toutefois, les définitions qui vont suivre montrent que le terme "excès" se réfère aussi à un cadre plus subjectif, sa mesure étant alors tributaire du perçu ou du ressenti. Ainsi, l'excès peut indiquer "ce qui dépasse une mesure moyenne, une limite fixée ou ordinairement admise". Il répond aussi à un "acte qui dépasse la mesure permise ou tolérée", ce qui peut alors engendrer un certain nombre de problèmes. Par exemple, l'excès de poids peut conduire à des ennuis de santé ; l'excès de langage, correspondant à des propos discourtois, peut provoquer une dispute ou amener une réprimande (venant d'un supérieur par exemple). Employé au pluriel, il peut exprimer un dérèglement de conduite ou pire encore, des sévices. Ainsi, parle-t-on des excès commis sur sa personne ou des excès d'un gouvernement autoritaire.

Dans sa signification la plus commune, l'excès est le plus souvent utilisé comme synonyme de "trop" pour qualifier un surplus indésirable ; trop d'eau dans un champ, par exemple, correspond à un apport jugé comme abusif. Pour l'agriculteur, il y en a plus qu'il ne faudrait. Ceci engendre alors une contrainte, l'exploitation de la parcelle pouvant être

provisoirement stoppée. De la même manière, une chute de neige peut être considérée, par un skieur, comme excessive lorsqu'elle provoque des avalanches, ou bloque la circulation automobile et isole une station, "l'excès de neige sur la route nous empêche de nous rendre dans la vallée" (grand dictionnaire terminologique).

Tous les exemples exposés dans ce paragraphe montrent clairement que c'est au filtre de la perception humaine, qu'un phénomène, une personne, un acte, est jugé comme excessif, car portant à conséquences.

Une fois transposé dans le langage géographique, il paraît logique de considérer l'excès au-delà d'un simple surplus objectivement mesurable ; il est aussi perçu lorsqu'il y a dépassement d'une limite qui génère une forme de désordre ou de gêne sociale. Du point de vue climatique, il est la conséquence d'un événement météorologique fort qui, associé aux vulnérabilités d'un territoire, entraîne une série de dégâts. L'aggravation d'un excès peut être aussi liée à l'irresponsabilité d'un groupe humain (dans les aménagements, les constructions...) qui de par son action amplifie sa propre exposition au danger face à un phénomène naturel ; nous retrouvons alors dans ce type de comportement, la définition première du terme, l'homme réalisant en quelque sorte une faute, il a commis une erreur de gestion.

L'excès ne relève pas des contraintes statiques, qui sont "inhérentes à des données permanentes et stables du milieu" (Marchand, 1980). Il s'agit en fait d'incidents plus ou moins durables, de contraintes "dynamiques" surgissant de temps à autre, et venant perturber plus ou moins gravement, par à-coups, la vie des hommes.

2. L'excès : un risque accompli

Paraphrasant Dauphiné (2001), nous aurions pu intituler ce paragraphe : des risques potentiels, mais des excès réels. Cette phrase résume, en effet, très exactement l'importante nuance qu'il convient d'introduire entre ces deux notions. L'excès, qui peut largement trouver sa place dans la science des risques, décrit une réalité, un phénomène douloureux vécu par les populations ; il se différencie donc du risque qui évoque simplement une éventualité ou une potentialité de pertes et de victimes. L'excès peut être considéré comme l'aboutissement concret d'un risque (toutefois, tous les risques ne se transforment pas en excès). Il matérialise la fusion effective entre un agent destructeur et la fragilité d'un territoire, l'endommagement pouvant en représenter le symbole.

La notion d'excès regroupe en réalité tous les phénomènes malencontreux que l'on désigne par désastre, calamité, sinistre, fléau, catastrophe, et qui sont utilisés dans le langage courant

et médiatique, en vrac, sans distinction sémantique précise. A partir de ce constat, il ne paraît pas fâcheux d'utiliser un seul et même terme ; l'excès paraît assez bien armé pour endosser ce rôle.

2.1. L'excès synonyme de catastrophe ?

Le phénomène dommageable vécu est le plus souvent évoqué dans le domaine des sciences sociales et plus largement dans le langage courant par le terme de catastrophe. Même au niveau juridique, on parle en France de "catastrophe naturelle", depuis la loi de juillet 1982, pour désigner certains phénomènes d'origine naturelle ayant produit des dégâts sur une ou des communes. On peut alors se demander si l'utilisation du mot catastrophe ne serait pas plus judicieux que le terme d'excès, et ce d'autant plus que la communication dans le domaine des risques souffre, comme le souligne Faugères (1990), de l'existence d'un trop grand nombre de termes souvent difficiles à maîtriser. Toutefois, le mot catastrophe ne serait-il pas abusivement utilisé ? Ne devrait-il pas être singulièrement nuancé ?

Les différentes définitions glanées dans la littérature géographique, inégalement précises, établissent pour la plupart une relation entre l'homme et l'élément naturel violent, tout en plaçant le seuil d'apparition et la nature de la catastrophe à des niveaux d'intensité très divers. Ainsi, selon Dollfuss et D'Ercole (1996, p.9) "toute catastrophe est la rencontre d'une situation humaine, [...] et d'un événement naturel qui provoque pertes et dégâts car il a mis en défaut la vigilance humaine et les moyens habituels de protection". Salomon (1996) précise même "qu'il y a catastrophe lorsqu'il y a indemnités". Avec ces deux premières définitions, l'accent est clairement mis sur l'importance des dommages matériels et sur leur aspect financier liés à un manque de prévention. Pour Lamarre (1997), en revanche, la catastrophe s'apprécie davantage par le nombre de victimes, le terme devrait même, selon lui, être utilisé qu'en cas de pertes humaines.

Plus complexe est la définition proposée par Thouret (1996) qui explique que si "le produit de l'exposition physique à un phénomène naturel menaçant par l'endommagement potentiel [...] dépasse le seuil de tolérance du système naturel et social, la crise survient, source de perturbations écologiques et socio-économiques dont la durée et la sévérité engendrent une catastrophe". Cette approche est intéressante à plus d'un titre. Si l'on suit le raisonnement de Thouret, la sensibilité des sociétés face à la catastrophe serait donc dépendante d'un seuil de tolérance. Ce dernier serait dépassé si les effets (graves endommagements potentiels) produits par la menace naturelle génèrent une crise capable de provoquer des troubles sévères sur l'environnement physique et humain.

En extrapolant quelque peu les propos de Thouret, on peut alors considérer que les excès provoquant un endommagement (matériel et humain) susceptibles d'être amortis par une société (seuil de tolérance qui n'aurait pas été dépassé) ne peuvent être considérés comme une catastrophe ; l'excès, même perçu comme une injustice, reste acceptable pour l'homme. En clair, tous les excès ne sont pas catastrophiques, seuls quelques-uns ont le triste pouvoir d'entraver durablement le fonctionnement d'une société ou d'un Etat.

Les pires phénomènes qui se sont produits en France ces dernières années, aussi spectaculaires soient-ils, n'ont pas laissé de traces durables dans l'économie nationale, ni même dans les économies régionales. Ils n'ont pas non plus généré de bouleversements sur le long terme. Ainsi, les terroirs viticoles de l'Aude qui avaient été ravagés par les fortes inondations de novembre 1999 ont été rapidement réinvestis. Cette remise en état se justifiait afin de maintenir des populations sur des terres en déprise (Lemartinel, 2001).

Nous considérons, ainsi, que le terme de catastrophe, correspondant trop souvent à un abus de langage, doit être réservé aux situations les plus graves et les plus perturbantes, qui "frappent par leur ampleur, leur portée, leur caractère exceptionnel et leurs implications" (Béthemont, 1991). Les deux termes excès et catastrophe ne sont donc pas réellement synonymes. La différence est à chercher non pas dans les processus, mais dans la profondeur des traumatismes. Comme en témoigne son étymologie grecque, le mot catastrophe composé de *strophein* (qui ploie) et de *cata* (vers le bas), doit nous mettre à bas, nous renverser ! (Nous, sous-entendu la société). Nous pensons ainsi que la catastrophe doit constituer l'échelon extrême de l'excès.

2.2. Excès ou catastrophe selon le niveau de développement

Au risque de tomber dans des propos qui pourraient être jugés comme manichéens, nous pouvons honnêtement nous demander si la catastrophe existe encore dans les sociétés modernes occidentales. De rares événements naturels semblent aujourd'hui capables de bouleverser durablement l'économie et les structures politiques d'un pays développé. Quant au nombre de victimes, l'histoire nous montre sa constante régression. La catastrophe est en revanche encore parfaitement envisageable dans les P.E.D. Les temps forts ne sont pas nécessairement plus nombreux qu'ailleurs, mais les vulnérabilités, la fragilité des sociétés y sont bien plus importantes que dans les pays riches.

2.2.1. L'excès dans les pays développés : le plus souvent un accident de parcours

La majorité des excès d'origine naturelle observés dans les pays développés n'affectent que provisoirement les sociétés. Certes, la facture de certains excès peut parfois atteindre des sommets. Ainsi, les tempêtes Lothar et Martin ont coûté à l'Europe plus de 18 milliards d'euros et l'ouragan Georges a, par exemple, causé pour plus de 11 milliards d'euros de dégâts dans les Caraïbes et aux Etats-Unis en septembre 1998 (rapport du Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement pour l'année 2001). Mais, si ces excès coûtent cher, c'est parce qu'ils frappent des espaces technologiquement avancés et donc riches. Ces derniers n'auront, en général, aucun mal à se relever, d'autant plus que l'impact psychologique est le plus souvent limité en raison du faible nombre de victimes, la richesse facilitant le développement de la prévention.

L'excès peut alors simplement s'envisager comme un accident de parcours ne remettant pas fondamentalement en cause l'organisation d'une société. Si la crise excessive se caractérise bien par une forme de contraction économique liée à des pertes financières, cette dernière est rapidement suivie par une nouvelle phase de stabilité. En clair, une société développée qui dispose des moyens techniques et financiers aura rapidement effacé les dommages physiques et humains qui ont affecté son territoire. On peut même considérer, comme le rappelle Vigneau (2000), que les destructions permettent la mise en place de nouveaux aménagements, livrant ainsi du travail et favorisant la hausse du P.I.B.

2.2.2. La catastrophe troublant durablement les sociétés : l'exemple des P.E.D.

La situation doit être envisagée de façon totalement différente pour certains excès survenant dans les sociétés économiquement pauvres et politiquement instables. Nous savons fort bien que les excès les plus dramatiques sont malheureusement réservés aux pays du Tiers-Monde. Le Honduras et le Nicaragua ont comptabilisé 9 000 victimes en octobre 1998, après le passage d'un cyclone (rapport D.R.M., 2000). Pire, le Venezuela a dénombré 50 000 morts à la suite des très fortes pluies qui ont entraîné une série impressionnante de glissements de terrains, en décembre 1999. On peut réellement considérer ces excès comme catastrophiques, car persistant sur le long terme. La crise morale (la société doit enterrer ses morts) est toujours suivie par une crise économique qui ne fait qu'aggraver une situation déjà proche du marasme. Selon Ledoux (1995), les inondations qui touchèrent le Bangladesh en 1991 firent chuter le P.I.B. du pays de 10%. Les perturbations sont alors profondes et affectent la plupart des branches socio-économiques. La perte d'équilibre est donc durable, car la capacité de

résistance ou de résilience de ces territoires à faire face aux temps forts est moindre que dans les pays développés (Glatron, 2003).

Une fois achevée, la crise n'aboutit pas forcément à une profonde remise en question des sociétés touchées ; la phase de réhabilitation est le plus souvent suivie par le retour à l'organisation antérieure. En raison du manque de moyens financiers et, plus généralement, du sous-développement, les mêmes erreurs seront commises ; la prévention restera toujours aussi inexistante ; bref, la société s'exposera à nouveau aux dangers qui conduiront à la catastrophe.

Finalement, nous considérons que l'excès vécu dans les pays nantis reste passager et peu profond, même s'il entraîne une surmédiation. Le principal enjeu consiste ici en la réduction des pertes financières. Cependant, "aussi touchées que puissent être ces économies, elles n'ébranlent pas les pays qui les gèrent. Les capacités internes des grandes puissances (Etats-Unis, Europe) leur permettent de panser leurs propres plaies" (Dauphiné, 2001). Le deuxième type s'observe dans les pays où le développement économique reste problématique où la culture du risque demeure quasi inexistante. Tout concourt ici à engendrer la catastrophe, tant au point de vue humain (d'après Thouret, 1996, 85 % des victimes font partie de la population vivant dans les P.E.D.) qu'au niveau économique. L'aide aux victimes sera beaucoup plus longue et les pertes en général mettront beaucoup plus de temps à être comblées.

3. L'association temps fort-vulnérabilité sociale est nécessaire à la production de l'excès

L'excès d'origine climatique et sa projection virtuelle, le risque, ne peuvent pas être uniquement assimilés à une manifestation naturelle brutale, comme un extrême ou un paroxysme statistique ; son fonctionnement dépend totalement du couple temps fort-vulnérabilité sociale. Si une de ces deux variables manque, il ne se passera rien ; aucun dégât ne sera observé. Les nombreux auteurs qui ont travaillé de près ou de loin sur les risques insistent tous sur cette nécessaire combinaison entre les paramètres climatiques et la présence de l'homme. Il faut ainsi envisager l'excès, comme étant entièrement intégré à un système "où les paramètres climatiques se combinent entre eux et avec le milieu, qui impliquent la présence et l'action humaine" (Pagney, 1994).

Nous verrons un peu plus loin quels sont les différents modes qui en contrôlent la production. Il importe tout d'abord de mettre en scène les agents naturels susceptibles de provoquer l'endommagement.

3.1. Les temps forts

Le temps fort est le plus souvent désigné par le terme générique d'aléa naturel, (aléa : qui dépend des lois du hasard). Cependant, les scientifiques ne supportant pas le hasard tentent de le surmonter en utilisant des probabilités temporelles pour définir le temps de retour ou l'occurrence d'un phénomène d'une intensité donnée (exemple : fréquence de $P > 50$ mm en 24 h sur un mois pour une station). Les analyses stochastiques arrivent même, selon Péguy (1989), à mettre en évidence des "logiques de l'aléatoire", ce qui signifie que celui-ci peut être attendu dans un secteur et une période définie. Ce paradoxe démontre que ce vocable est finalement improprement utilisé. Vinet (1998) explique d'ailleurs, que les chutes de grêle dommageables "obéissent à une certaine logique de répartition spatio-temporelle" : ainsi, "le terme d'aléa ne résiste pas à l'analyse spatiale du phénomène naturel". Pour toutes ces raisons, il est facile de comprendre pourquoi nous préférons oublier le contresens ou l'imprécision du mot aléa (le hasard n'a pas de préférences) au profit de la rectitude sémantique du temps fort.

Au sens large, les temps forts correspondent au moment, à la durée (*tempus*), où toute manifestation naturelle présente des intensités remarquables ou dégage une forte puissance, une forte énergie, comme, par exemple, pour les phénomènes géodynamiques internes, les séismes ou le volcanisme. En climatologie, le temps fort est (en plus) le résultat d'un fonctionnement, et désigne le météore fort (*tempestas*). Il s'agit de phénomènes étroitement liés aux effets de la variabilité climatique, tels que les pluies remarquables et les crues, les tempêtes, les sécheresses, les vagues de froid ou de chaleur...

Les temps forts pluviométriques sont susceptibles de dégager une forte énergie, soit de manière directe, par l'impact même des chutes (exemple de l'effet de splash, ou des conséquences liées à la grêle sur la végétation) et le plus souvent de manière indirecte par le déclenchement de crues et la mise en place de processus d'érosion accélérés, tels les éboulements, les glissements de terrain, les écoulements boueux. Ces phénomènes induits sont liés à la pente à la nature et à l'occupation du sol qui contrôlent le coefficient de ruissellement. Ce dernier est maximal dans les espaces urbanisés où les inondations les plus nombreuses sont observées.

L'amplification des phénomènes peut également s'associer à d'autres facteurs physiques. Ainsi, de nombreuses crues océaniques hivernales ou le déclenchement de glissements de terrain sont, en milieu de moyenne montagne, non seulement liées aux précipitations, mais

aussi à la fonte ponctuelle du manteau neigeux ; nous verrons dans le chapitre 4, que ce cas de figure est, en Auvergne, assez courant.

3.1.1. Le temps fort n'est pas une anomalie climatique

Comme le précise Vigneau (2000), les paroxysmes climatiques ne sont en rien anormaux et ne correspondent ni plus ni moins qu'à l'accentuation d'une situation météorologique classique, "les ingrédients sont habituels, simplement le rendement est meilleur". Une averse orageuse donnant par exemple une centaine de millimètres en quelques heures sur un secteur du Massif central, ne correspond qu'à l'exagération d'un événement fréquent et mettant en jeu des dynamiques aérologiques entrant dans le cadre du fonctionnement habituel du climat local et régional. De la même manière, Laganier et Davy (200, p.20) précisent que la forte averse qui affecta, en 1988, la ville de Nîmes "s'inscrit [...] dans la logique des rythmes climatiques saisonniers et ne peut être considéré sur le plan météorologique comme une anomalie alors que l'approche statistique le définirait comme rare". A une autre échelle, la récurrence de puissantes tempêtes, comparables à celles de 1999, bien que peu fréquentes, ne trahit en aucun cas un quelconque dysfonctionnement de la circulation atmosphérique en zone tempérée. Au contraire, ces tempêtes jouent pleinement leur rôle de régulateur thermique redistribuant ainsi "efficacement" l'énergie accumulée dans les basses latitudes en direction du pôle. Les effets ont simplement tendance à être plus significatifs, parce que la France est aujourd'hui notablement plus boisée qu'il y a un siècle. En clair, les conséquences liées à la violence du temps trahissent avant tout la faiblesse des sociétés. Sorti du cadre social, l'élément naturel n'est ni une anomalie, ni une catastrophe.

3.1.2. Quels types de temps forts venteux et pluvieux pour le Massif central ?

Le tableau n°2 a pour objectif de présenter les systèmes météorologiques susceptibles d'engendrer des temps forts sur l'Auvergne. Cinq grands types ont été retenus. Les deux premiers appartiennent à la catégorie des convections orageuses. Les deux suivants sont liés aux systèmes ayant une origine méditerranéenne plus ou moins lointaine, et le dernier correspond aux systèmes océaniques. On peut constater que le tableau est articulé autour de trois volets. De gauche à droite, nous examinons tour à tour la physionomie du système, son échelle spatio-temporelle, et enfin l'emprise spatiale du temps fort correspondant. On insistera sur le fait que l'emprise spatiale d'un système pluvieux ne coïncide que rarement avec celle de son temps fort. Le cas le plus démonstratif est à rechercher dans les pluies d'origine océanique. Associées à des perturbations s'étendant et parcourant des milliers de kilomètres, les phénomènes de fortes intensités se localisent en réalité sur des espaces nettement plus

Types d'épisodes	Physionomie de l'épisode	Echelles Spatio-temporelles de l'épisode		Emprise spatiale des temps forts
Convection orageuse isolée	*Cellule convective n'évoluant pas au sein d'un système frontal organisé *Précipitations sous forme d'averses, se produisant durant l'après-midi ou en début de soirée (influence très importante de la thermo-convection), présence possible de grêle et de bourrasques de vents (tornades ou front de rafales).	Pays voire locale	Brève, de quelques minutes à quelques heures	Diffuse, mais concentrée sur un ou deux secteurs de quelques km ²
Convections orageuses frontales ou pré-frontales	*Convections évoluant au sein d'un système frontal plus ou moins net. *Précipitations sous forme d'averses, pouvant se produire à n'importe quel moment de la journée et de la nuit, présence possible de grêle et de bourrasques de vents (tornades ou front de rafales).	Pays voire régionale	Brève, de quelques minutes à quelques heures	Diffuse, mais pouvant intervenir en même temps sur plusieurs secteurs de quelques km ² .
Système pluvio-instable associé à un épisode cévenol	*Système nuageux compact, massif, et pouvant présenter des cellules convectives. *Précipitations et vent (à composante sud) possédant une activité très irrégulière.	Pays, ou régionale	De 1 à 3 jours	Précipitations: Rebord SE de l'Auvergne, mais possible extension à l'ensemble de la région. Vent : Surtout sensible sur les hauts plateaux.
Le retour d'est	*Système voisin de l'épisode cévenol, possédant une organisation nuageuse échappant au modèle "classique" norvégien.	Régionale	De 1 à 3 jours	Précipitations importantes surtout sur le SE de la région, mais pouvant déborder vers l'ouest, principalement en direction du Cantal.
Système océanique	*Système nuageux frontal organisé, répondant au modèle norvégien. *Précipitations, plus ou moins régulières, continues au passage des fronts, sous forme d'averses dans la traîne, et pouvant être accompagnées de vents soutenus à composante ouest.	Synoptique	De quelques jours à plus d'une semaine.	Précipitations: Ouest des monts d'Auvergne, secondairement le Forez. Vent : Sur l'ensemble des espaces auvergnats, ayant un caractère "rafaleux" sur la Limagne, le val d'Allier, et les versants orientaux des Monts d'Auvergne.

Tableau 2 : Types d'épisodes météorologiques susceptibles de produire des temps forts pluvieux et venteux

restreints, correspondant le plus souvent à des obstacles orographiques de tailles variées (de la colline à la haute montagne). Ainsi, les temps forts pluviométriques accompagnant le passage d'un front sur la France ne concernent que quelques secteurs, en particulier les versants occidentaux des montagnes. Les mêmes observations peuvent être effectuées pour les épisodes orageux, pourtant déjà de taille modeste. Les temps forts qui leur sont attribués comme par exemple les coups de vent et la grêle n'affectent que des espaces extrêmement limités.

Ce tableau n'a nullement la prétention de fournir une description exhaustive ; un apport plus substantiel sera présenté ultérieurement. Cependant, il met en scène les types les plus caractéristiques du Massif central, et met en évidence le rôle important joué par les échelles spatio-temporelles, principaux facteurs de différenciation entre les épisodes et entre les temps forts.

3.2. Les vulnérabilités

La vulnérabilité se définit classiquement comme la sensibilité d'une société et de ses productions à l'endommagement lors de la survenue d'un temps fort, ce dernier ne faisant que révéler sa fragilité. Selon d'Ercole (1994), la vulnérabilité est conçue comme le pourcentage de ce qui peut être perdu en cas de sinistre. Les facteurs engendrant les divers formes de vulnérabilité sont nombreux et complexes, mais ne peuvent en toute logique se développer qu'à l'intérieur de l'œkoumène. Un espace désertique ne peut être vulnérable, un territoire occupé, géré par l'homme le devient à différents degrés. Pigeon (2002, p. 32) précise d'ailleurs "de nommer vulnérabilité des facteurs de peuplement qui favorisent inégalement l'endommagement, qu'ils tiennent à des critères matériels [...], socio-économiques, organisationnels et institutionnels [...], culturels".

La reconnaissance des vulnérabilités est souvent étudié selon une logique scalaire basée sur trois niveaux : l'échelle mondiale, l'échelle étatique ou régionale et enfin l'échelle locale (figure 4).

A l'échelle mondiale correspond l'indicateur de développement humain (I.D.H). L'application de ce premier facteur permet de distinguer deux groupes de pays, les pays industrialisés développés d'une part et les pays en développement d'autre part. Cette spécificité renvoie à des vulnérabilités de nature et d'ampleur dissemblables.

Les pays industrialisés développés, possédant une économie très productive et marchande apparaissent du point de vue financier les plus sensibles à l'endommagement. Toutefois, si les

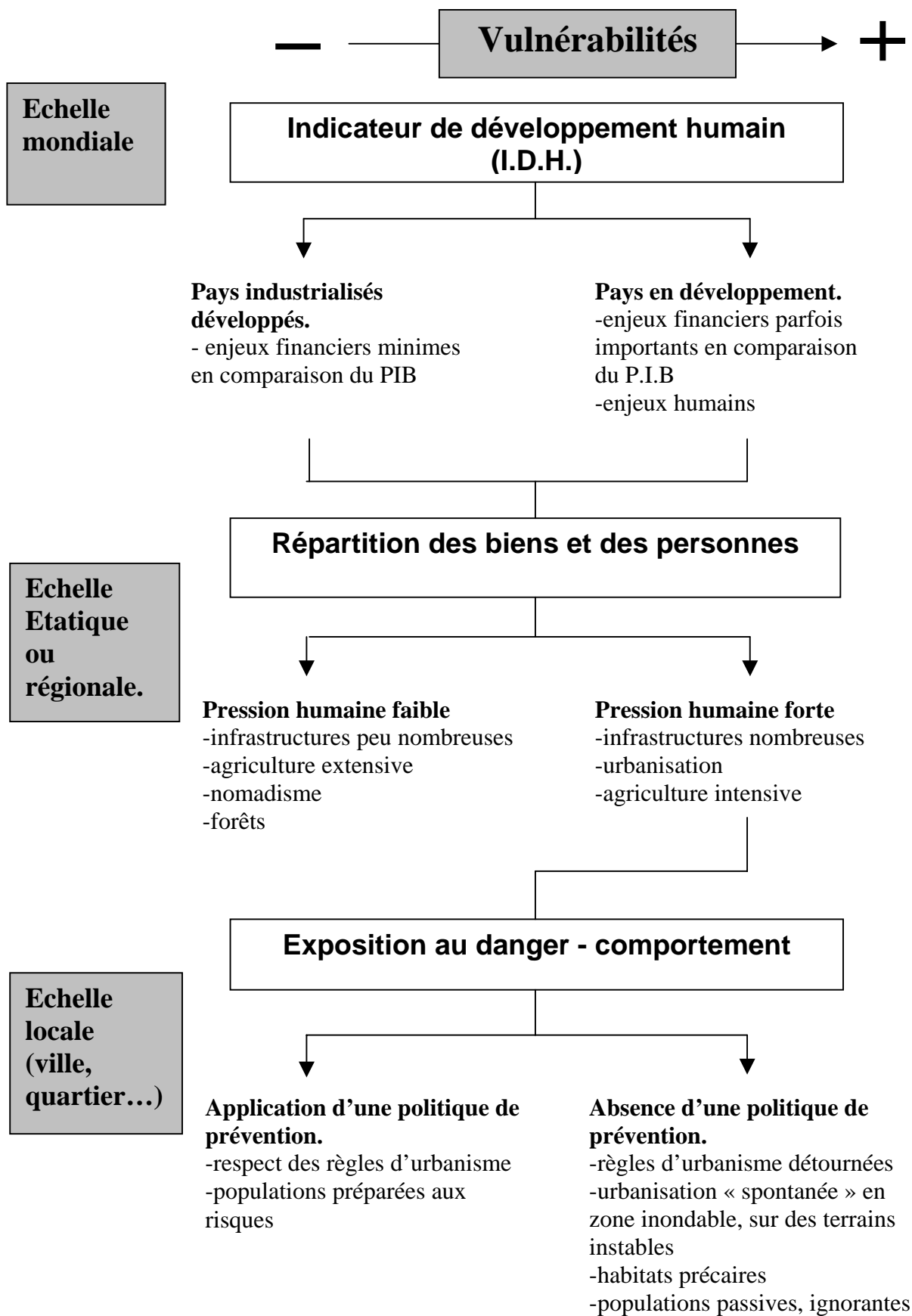


Figure 4 : La reconnaissance des vulnérabilités à différentes échelles (sources diverses)

enjeux¹ représentés sont parfois considérables, il ne faut pas omettre que les pertes subies ne sont jamais très lourdes en comparaison des P.I.B. propres à chacune de ces nations. Dans les pays en développement, les enjeux financiers sont incontestablement moins importants, toutefois en cas de pertes, ceux-ci sont plus difficilement compensés. De plus, ces pays doivent compter avec des enjeux de nature humaine, l'absence de moyens financiers ne permettant pas de sécuriser les populations. Nous pouvons considérer que les vulnérabilités, même très présentes, demeurent dans les pays industrialisés développés inférieures à celles supportées par les P.E.D.

La répartition des biens et des personnes permet d'envisager les vulnérabilités aux niveaux étatique et régional. Un partage peut être réalisé entre les secteurs humainement peu denses et ceux qui, au contraire, possèdent une pression humaine forte. D'après Dauphiné (2001) "face aux aléas naturels [la] concentration [des hommes] provoquerait de façon mécanique un renforcement de la vulnérabilité". Le terme mécanique est particulièrement bien choisi, car il démontre l'aspect intrinsèque et implacable de cette concentration ; la présence de fortes densités multipliant les éléments de vulnérabilité, de par les infrastructures, l'urbanisation...

Enfin, l'exposition au danger et le comportement déterminent les degrés de vulnérabilité existant aux échelles fines. Cet élément est étroitement lié à la présence d'une politique de prévention. L'application de cette dernière induit le respect de certaines réglementations, en particulier dans l'urbanisme ; elle peut impliquer aussi une préparation de la part des individus face aux risques. Son absence livre, au contraire, les populations à elles-mêmes ; l'urbanisation incontrôlée et spontanée occupe alors des secteurs pouvant être inondés ou se trouvant sur des terrains géomorphologiquement instables. Les stratégies de prévention sont évidemment pour beaucoup liées au niveau de développement des sociétés ; dans les P.E.D. par exemple, elles sont le plus souvent embryonnaires, leur mise en œuvre étant différée par les priorités d'un budget trop restreint. Au total, un espace vulnérable peut à l'échelle locale se juger à son degré de préparation, vis-à-vis d'un temps fort. On distingue d'ailleurs deux types de systèmes : l'un où l'homme est, d'après Péguy (1989), un "occupant", c'est-à-dire qu'il est passif et reste dans l'inaction face au temps fort, l'autre où il réagit face au climat.

¹ L'enjeu consistant à évaluer les pertes (des biens et des personnes) liées à un excès potentiel.

3.3. Existe-t-il des interactions entre les temps forts et les vulnérabilités ?

La réflexion que nous allons développer dans ce paragraphe s'inspire largement des travaux qui ont été menés par Pigeon (2002). Cet auteur a effectivement montré que le phénomène dommageable n'est pas produit par une simple association du temps fort et de la vulnérabilité mais reflète, en réalité, de véritables interactions entre ces deux composantes. En clair, l'interaction, à la différence de l'association, révèle l'influence réciproque du temps fort et de la vulnérabilité, ce qui peut alors conduire à une aggravation de l'excès. Correspondant à une extrapolation, la figure 5 tente d'illustrer cette hypothèse.

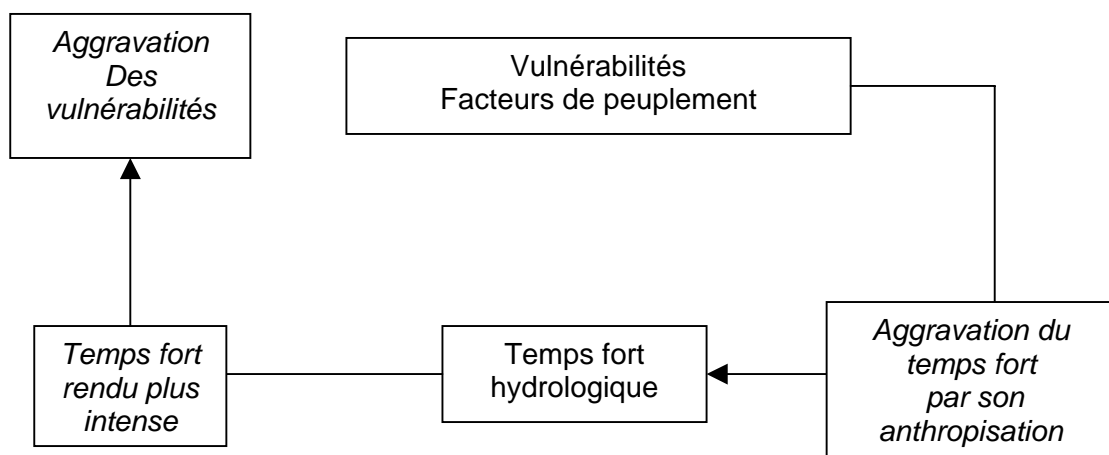


Figure 5 : La logique des interactions entre temps fort et vulnérabilités (d'après Pigeon, 2002)

Ce schéma montre que le temps fort créateur de dommages est, en réalité, largement anthropisé. Ceci laisserait supposer que le phénomène physique ne peut être considéré comme naturel.

Nous pouvons observer, suivant cette logique, que les vulnérabilités ou les facteurs de peuplement, loin de posséder le rôle passif qu'on leur attribue traditionnellement, agissent directement sur le temps fort en provoquant son anthropisation et son éventuelle intensification. L'exemple le plus pertinent concerne, sans nul doute, les averses orageuses qui affectent les espaces urbanisés. L'intensité du phénomène physique est bel et bien amplifiée par l'imperméabilisation des sols qui crée, à la suite d'une forte averse, les conditions optimales à la concentration du ruissellement, qui devient alors plus agressif. De la même manière, le temps fort modifié par l'environnement social, influence en retour les éléments de vulnérabilités.

A partir de ce raisonnement, qui peut également s'appliquer, en partie, aux crues inondantes ou aux glissements de terrain, Pigeon tente de démontrer qu'il est nécessaire de

"dépasser [...] la dichotomie nature-culture, envisagée comme une opposition entre des aléas supposés naturels, actifs, d'un côté et des éléments de vulnérabilité passifs de l'autre".

Toutefois, si cette démonstration a pour principal mérite de souligner la complexité existant dans la genèse du phénomène dommageable, on peut se demander si tous les événements physiques intenses subissent obligatoirement une forme d'anthropisation. Les interactions semblent, en effet, moins évidentes pour les temps forts d'origine climatique. Ces derniers répondent encore à des processus qui, fort heureusement, ne sont que rarement guidés par l'homme et ce, à toutes les échelles spatiales. Ainsi, par exemple, les fortes pluies océaniques ou cévenoles sont totalement influencées par les modalités de la circulation atmosphérique et par l'orographie, mais nullement par les facteurs de peuplement ! De la même façon, il n'est pas toujours aisé de voir dans l'intensification des orages (et de la grêle) une quelconque influence de l'urbanisation et de ses éventuelles sources de chaleur (*cf. infra* chap.2).

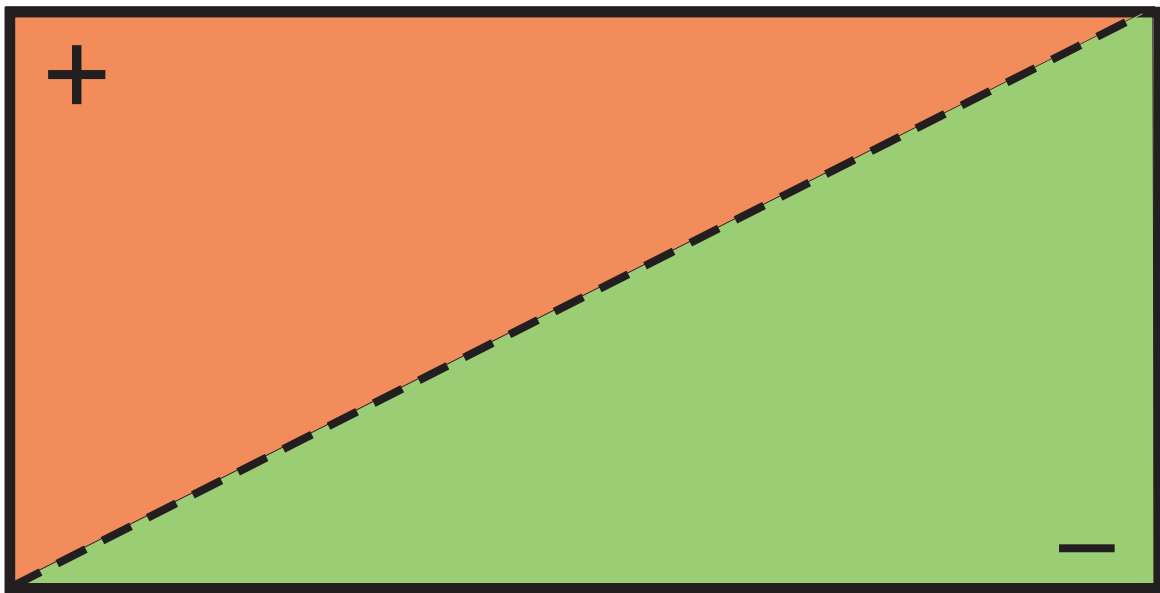
L'excès d'origine climatique résulterait donc plus d'une simple association entre temps forts et vulnérabilités que de véritables interactions. Dans un avenir plus ou moins proche, il se peut que l'homme finisse par jouer sur la genèse des temps forts (conséquences liés à l'effet de serre additionnel), toutefois, pour l'heure, cette empreinte n'est pas encore suffisamment visible pour ne plus considérer un phénomène physique d'ordre climatique comme naturel.

3.4. Genèse et spatialisation

Après cette approche systémique, nous allons à présent tenter de spatialiser les processus qui conduisent à la production de l'excès, afin de comprendre son apparition à l'échelle régionale. Nous allons, pour cela, exposer les trois étapes constitutives des figures 6a et 6b.

L'étape 1 présente un territoire (imaginaire) composé de deux étendues humainement différenciées. Située, ici, au sud-est (espace en vert), la première est faiblement vulnérable : on peut l'illustrer par la moyenne montagne des pays développés où l'on trouve de faibles densités de population, des infrastructures industrielles et routières peu nombreuses, et une agriculture (si elle existe encore) franchement orientée vers l'élevage. Située, ici, au nord-ouest (espace en rouge), la deuxième est, à l'opposé, fortement vulnérable, très active, industrialisée, avec une agriculture à haute valeur ajoutée. On peut y voir par exemple une basse plaine comme le Languedoc, le Comtat-Venaissin, l'Alsace, ou un bassin comme la Limagne...

Etape 1: Localisation des vulnérabilités

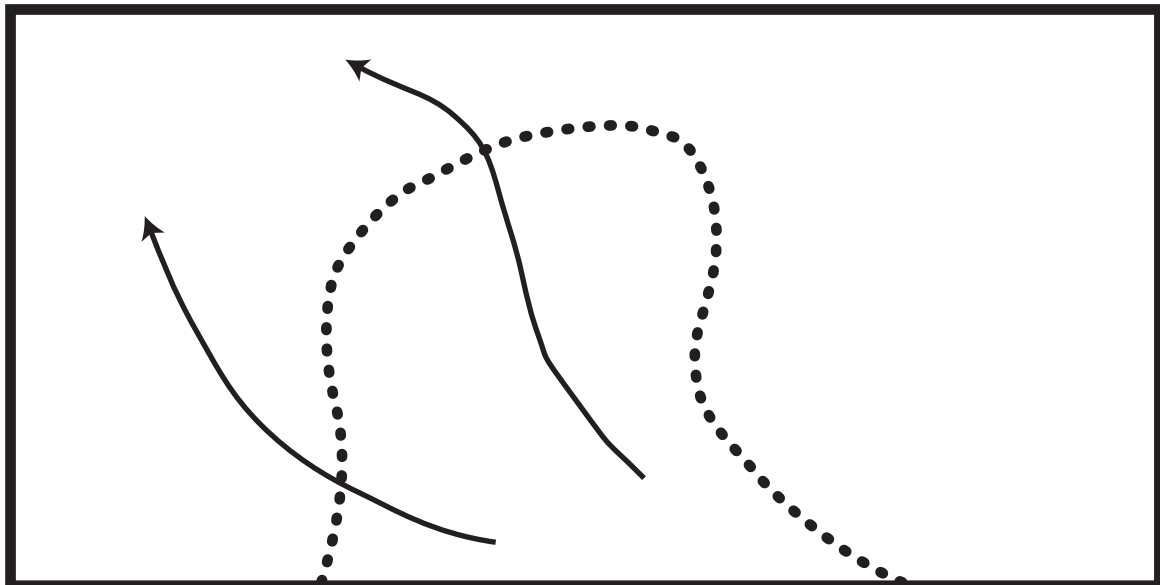


Secteur vulnérable (présence de villes, infrastructures nombreuses, campagnes péri-urbaines et agriculture à haute valeur ajoutée...)



Secteur peu vulnérable (faibles densités de population, infrastructures rares, espaces agricoles voués à l'élevage ou en déprises)

Etape 2 : Localisation des temps forts



Temps forts pluviométriques peu fréquents

Temps forts hydrologiques exogènes (crues transférées)

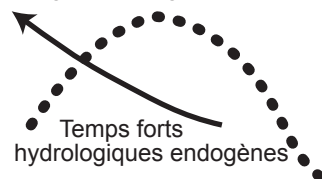
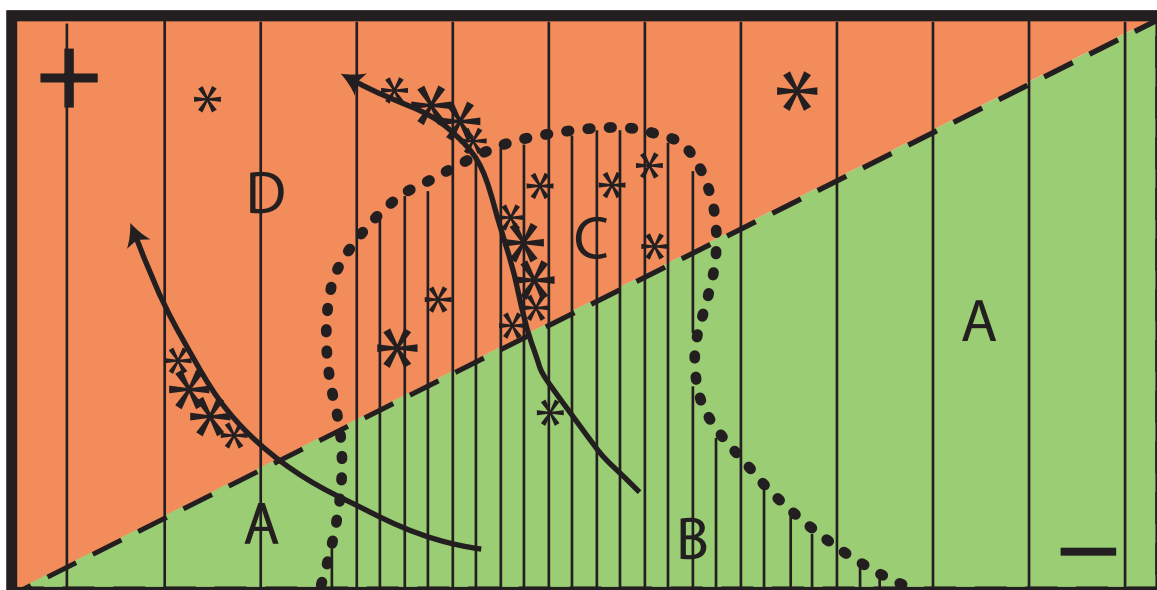


Figure 6a : genèse et spatialisation de l'excès (étapes 1 et 2)

Etape 3 : Croquis de synthèse



Conception et réalisation: F.Jubertie

Typologie des espaces



Secteur A : Temps forts hydro-météorologiques peu fréquents
Vulnérabilités faibles
Peu ou pas d'excès



Secteur B : Temps forts hydro-météorologiques fréquents
Vulnérabilités faibles
Excès peu nombreux et le plus souvent de faibles intensités



Secteur C : Temps forts hydro-météorologiques fréquents
Vulnérabilités fortes
Excès nombreux
Ampleur des excès atténuée si présence d'une politique de prévention



Secteur D : Temps forts météorologiques peu fréquents
Temps forts hydrologiques fréquents par transferts de crues
Vulnérabilités fortes
Excès nombreux le long des cours d'eau
Ampleur des excès atténuée si présence d'une politique de prévention

Figure 6b : genèse et spatialisation de l'excès (étape 3)

L'étape 2 montre quel est, sur ces deux territoires, le champ d'action préférentiel des temps forts pluviométriques et hydrologiques. On peut constater que cette emprise n'est que partielle, par conséquent, il se dégage quatre types de secteurs (étape 3).

- En A, les excès sont quasi absents, puisqu'il n'y a ni vulnérabilité, ni temps forts pour les produire.

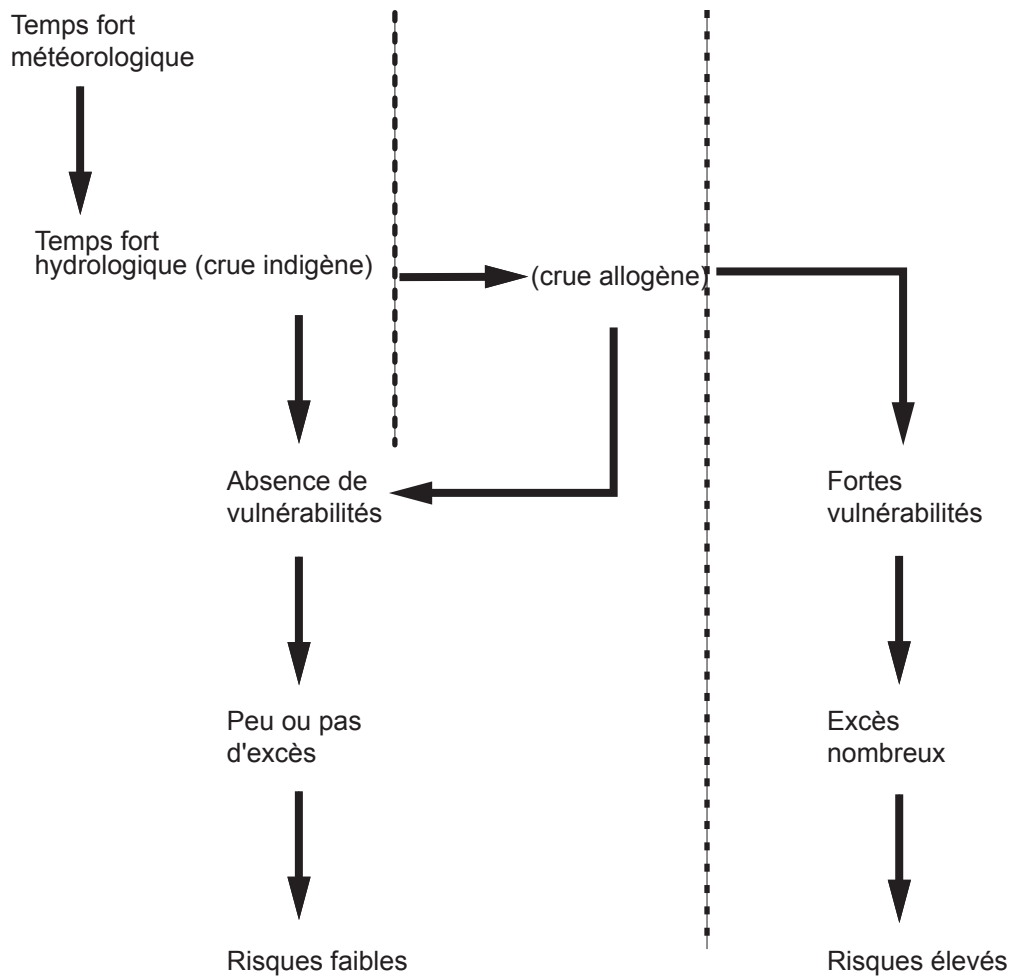
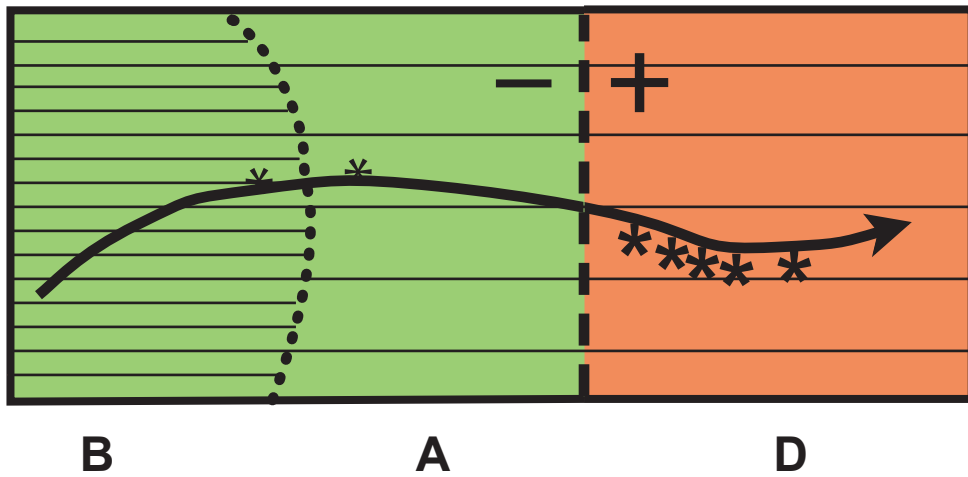
- En B, les excès sont peu nombreux, car si nous trouvons la présence des temps forts hydrométéorologiques, les vulnérabilités restent faibles.

- La région la plus affectée par les excès correspond au secteur C, car combinant temps forts et vulnérabilités. Toutefois, ce n'est pas forcément là que les excès auront le plus d'ampleur. En effet, leur forte occurrence peut logiquement entraîner une prise de conscience du risque, les politiques de prévention sont donc intégrées aux diverses formes d'aménagements.

- Le secteur D reste également problématique au moins pour deux raisons :

Tout d'abord, les vulnérabilités demeurent si importantes que les rares apparitions des temps forts météorologiques (liés par exemple à des orages) déclenchent systématiquement un certain nombre de problèmes. Les dégâts peuvent même s'avérer importants car la rareté du phénomène naturel n'a pas toujours suscité l'intérêt des gestionnaires du risque (absence de prévention) qui ne se sont pas préparés à sa venue. D'autre part, nous constatons que des excès interviennent par le transfert de crues, alimentées par les précipitations tombées dans les secteurs B et C, et qui inondent en D les nombreuses infrastructures riveraines des cours d'eau.

La figure 7 retrace un exemple d'enchaînement de phénomènes à échelle fine, et pourrait servir de manière très simplifiée à la reconstitution de la grande crue de la Loire qui a durement frappé la région de Brives-Charensac ainsi que le bassin du Forez en septembre 1980. Liées à des précipitations d'origine cévenole, la crue a tout d'abord affecté les secteurs montagnards du Vivarais-Mézenc. Vu la faible occupation de cet espace par les hommes, les dégâts dans ce pays furent plutôt limités (caractéristiques spatiales comparables au secteur B de notre modèle). Plus en aval, (secteur A) alors que les précipitations étaient moins abondantes, la crue traversant des gorges encore faiblement peuplées ne fit que peu de dégâts. La situation devint, en revanche, franchement excessive lorsque la crue pénétra dans le bassin urbanisé du Puy, créant un effet de surprise d'autant plus grand que sur place aucun phénomène météorologique important n'était observé (secteur D). La même situation devait se reproduire dans le Forez jusque dans la région de Roanne. Nous avons ici l'exemple



Conception et
réalisation: F.Jubertie

**Figure 7 : genèse et spatialisation de l'excès
exemple d'un enchaînement de phénomènes**

d'un "superbe" transfert, ou si l'on préfère d'une forte transgression hydrologique cévenole, qui s'est accompagnée de nombreux dommages, par l'association des vulnérabilités.

Si l'on tire un bilan des trois schémas que nous avons présentés, nous constatons que l'association temps fort-vulnérabilité est bien la combinaison aboutissant à la fréquente production de l'excès. Cependant, un certain nombre de nuances doivent être apportées. Nous remarquons que les espaces les plus richement dotés en infrastructures et présentant les densités humaines les plus importantes semblent en fait regrouper la majorité des événements excessifs (secteurs C, et...D !). Si l'ampleur des excès peut être atténuée, ils peuvent cependant prendre une grave tournure en l'absence de prévention.

Ceci ne signifie pas pour autant, que les espaces peu vulnérables soient à l'abri. Les excès sont en réalité moins nombreux car ces derniers demandent à être produits par des phénomènes naturels de plus grande intensité. En clair, dans le secteur B, seuls quelques temps forts arrivent à marquer les paysages, alors qu'en C ou en D, c'est l'ensemble des temps forts qui y parviennent. Tous ces aspects peuvent apparaître pour le moment théoriques, cependant nous verrons qu'ils s'appliquent assez facilement à une région comme l'Auvergne. Il faut simplement retenir que la géographie de l'excès ne peut être rigoureusement identique à celle des temps forts. Celui-ci représente en fait le résultat de l'association entre temps fort et vulnérabilité qui le favorise inégalement.

Les figures 6 et 7 démontrent combien un inventaire des excès peut être utile à la connaissance des risques. La réalisation d'un bilan cartographique (*cf. infra* chap. 3) pousse à réfléchir à la distribution de ces derniers. Même s'il est nécessaire de tenir compte des modifications survenues dans les vulnérabilités, ce constat peut ensuite, s'inscrire dans une démarche préventive. Si l'excès a frappé ponctuellement un lieu, il peut en effet revenir tôt ou tard au même endroit. Connaître sa localisation, retrouver son identification précise dans une base de données constitue déjà une forme de prévention contre son retour. "De nos jours la prédiction s'effectue avant tout sur la base des enseignements du passé" (Salomon, 2001). La méthode nous semble simple et efficace, à condition qu'elle ne sombre pas dans une politique d'oubli de la part des élus locaux...

4. L'excès génère la prévention

L'attention portée aux événements hydro-météorologiques et à leurs conséquences sort peu à peu d'une indifférence qui avait été plutôt de mise jusque dans les années quatre-vingt. Ce changement d'attitude s'explique surtout par les effets de l'hypermédiatisation. La multiplication d'images dans les journaux télévisés montrant des inondations, des tempêtes,

toujours plus spectaculaires, altère la perception des téléspectateurs qui croient à une augmentation réelle des temps forts et des excès. S'il est quasiment certain que les phénomènes naturels ne progressent pas, il est, en revanche, possible que certaines imprudences liées, entre autres, au mauvais contrôle de l'urbanisation, expliquent la prolifération des excès. Du coup, l'heure est à une remise en question : la société qui se croyait, il y a quelques décennies, invulnérable, comprend qu'il est préférable de vivre en gérant l'excès.

4.1. Une prévention encore limitée

Aussi important soit-il, l'excès constitue un mauvais souvenir que l'inconscient collectif cherche à refouler au plus vite. Cette réaction peut paraître compréhensible car les populations désirent retrouver un paysage serein, identique à celui qui leur était familier avant la survenue de l'excès. Cependant, cette attitude, passive et quelque peu fataliste, ne favorise en rien une logique de prévention. Cette dernière commence, en effet, par une mise en mémoire des événements excessifs, et surtout par leur transmission à travers les générations. Ainsi, la crue de Brives-Charensac, en 1980, avait eu de nombreux précédents au cours du 19^{ème} siècle. Même si les hauteurs ont été mentionnées sur une échelle rappelant le danger potentiel, cela n'a guère endigué le développement de l'urbanisation dans le lit majeur de la Loire. Il faut dire que les intérêts économiques et "notabiliaires" (Gilbert, 2001) poussent beaucoup à l'oubli. Nous pouvons prendre l'exemple encore plus probant de l'ONF qui, à la suite des chablis causés par la tempête de 1982, avait décidé de favoriser l'implantation d'essences plus variées. Pour des raisons financières (investissements trop importants, difficultés d'organisation), les paroles ne furent guère suivies d'effets. Il est intéressant de noter par ailleurs que les mêmes propos ont été tenus après la tempête de 1999. Auront-ils plus de chances d'aboutir ?

Pourtant, la culture du risque semble en France se développer lentement depuis une vingtaine d'années. Même si de nombreuses carences persistent (comme les effets pervers de la loi de 1982 sur les indemnisations), il faut bien reconnaître que la prise de conscience amène une amélioration progressive des plans de prévention qui trouvent peu à peu un écho y compris chez les élus locaux.

4.2. Des mesures pour anticiper l'excès

Ce dernier paragraphe pourra apparaître banal puisque de nombreux écrits ont été produits au sujet de l'anticipation ; il s'avère pourtant nécessaire de connaître les grandes orientations

prises en œuvre pour réduire l'impact prochain d'un excès. Les sociétés disposent pour cela de deux possibilités : intervenir soit sur le temps fort, soit sur les facteurs de vulnérabilité.

4.2.1. Maîtriser et prévoir le temps fort

Il n'existe actuellement aucune technique pour maîtriser les temps forts météorologiques. Des essais ont bien été entrepris dans les années soixante, pour supprimer les chutes de grêle, (tirs de fusées, ensemencements des cumulonimbus) mais ils se sont soldés par des échecs. De même, les actions qui ont été menées au cours de l'Histoire pour réduire l'ampleur des crues sont aujourd'hui fortement contestées. On peut prendre l'exemple des digues, construites pour protéger des crues habituelles, mais s'avérant totalement inefficaces et même dangereuses lorsque celles-ci sont plus fortes ; ces ouvrages constituent de véritables obstacles à l'écoulement, s'ils n'ont pas cédé avant, inondant alors des populations qui se croyaient en sécurité. Les inondations de la Loire, en aval de Nevers, au cours du 19^{ème} siècle se sont ainsi associées à de nombreux excès car les "levées" le long du fleuve avaient poussé les hommes à occuper la plaine alluviale (Salomon, 1997 ; Veyret, 2000). Le rôle des barrages écrêteurs n'emporte également plus aujourd'hui l'adhésion des habitants et des politiques d'aménagement. Ainsi, en 1994, le gouvernement Balladur a décidé d'abandonner, pour des raisons touristiques et environnementales, le projet de la retenue du Serre-de-la-Fare qui avait pour objectif d'affaiblir les crues cévenoles sur la Loire.

A côté de ces aménagements existent des techniques ou des équipements connaissant, en revanche, un certain développement. C'est le cas par exemple, en milieu urbain, des bassins de retenue, ou bassins d'orages. Ils sont construits pour atténuer les crues alimentées par d'importants ruissellements de surface se produisant fréquemment en ville. De la même manière, les travaux de correction par curage effectués sur les lits mineurs et majeurs des cours d'eau correspondent toujours à des opérations courantes visant à réduire la hauteur de submersion lors des crues, en abaissant le profil topographique de la rivière et en facilitant l'écoulement de l'eau.

Les actions directes sont aussi complétées par les techniques qui s'orientent plutôt sur la prévision à court terme des temps forts. Peu sensibles en sismologie, les améliorations sont en revanche nettes en hydrologie et météorologie. Les techniques d'observation, à différentes échelles, permettent une veille continue de l'atmosphère et des cours d'eau. Les bassins-versants sont, par exemple, quadrillés par des réseaux de stations limnigraphiques automatiques qui livrent instantanément aux services hydrologiques les débits et les niveaux des cours d'eau. Couplés à l'imagerie radar détectant les fortes pluies, les crues peuvent être

dans certains cas pronostiquées à l'aide de modèles numériques. Le but est alors d'agir le plus rapidement possible avant que la crue n'intervienne, en informant les différentes autorités compétentes de l'imminence du danger (préfectures, mairies), qui à leur tour préviennent les populations concernées (procédures d'évacuation ou au contraire de confinement dans le cas d'une tempête). Ces mesures ne peuvent, en revanche, être mises en œuvre lorsque des espaces sont touchés par des temps forts d'échelle fine (précipitations orageuses, coups de vent, grêle...), difficilement prévisibles ; leur évolution (hydrologique entre autres) est trop subite pour être annoncée.

4.2.2. La réglementation du droit des sols

La prévention peut se définir "comme ce qui permet à la société de réduire les dégâts dus aux inondations dommageables" (Pottier, 2003), il s'agit pour cela de diminuer les vulnérabilités. Ceci a poussé le législateur français à intervenir sur le droit des sols et sur la constructibilité. Le tableau 3 regroupe les différents plans et stratégies de prévention qui ont été créés en France depuis 1935 ; nous pouvons constater que de nombreuses mesures sont apparues après le passage de temps forts météorologiques ayant causé d'importants dommages.

Les premières correspondaient aux plans de surface submersibles résultant du décret-loi du 30 octobre 1935 ; celles-ci étaient destinées à assurer le libre écoulement des eaux dans les vallées en respectant les limites de la plus haute crue connue. Une fois repérées, les zones inondables étaient partagées en deux secteurs : le premier était jugé inconstructible car exposé à de "grands débits" ; le deuxième restait constructible, mais sous certaines conditions.

En 1955, furent créés les périmètres de risques répondant à l'article R 111-2 du code de l'urbanisme. Cet article permettait au maire ou à l'Etat de traiter rapidement les demandes de constructions à partir de la simple connaissance du risque là où il n'existait aucune réglementation spécifique.

L'année 1982 correspond à une période charnière, non seulement parce qu'elle inaugura la mise en place de la fameuse loi d'assurance sur l'indemnisation des "catastrophes naturelles", mais elle fut surtout marquée par une réelle volonté, de la part des pouvoirs publics, de voir renforcée la prévention. Cette politique ambitieuse déboucha, en 1984, sur la création des P.E.R (Plan d'Exposition aux Risques). Prévu à l'échelle communale, le PER était un document cartographique délimitant et hiérarchisant les risques. Il identifiait, d'une part, par gradation, les secteurs soumis aux temps forts, d'autre part il avait pour objectif de réduire le coût des dommages par l'évaluation des conséquences économiques des inondations.

Principaux excès	Teste de référence	Base d'élaboration	Objectifs des textes et espaces concernés
<p>1930. Inondations dans le sud-ouest du pays: le Tarn à Montauban (171 morts), la Garonne à Toulouse (200 morts)</p> <p>1981-82. Hiver très pluvieux crues de la Saône, du Rhône et de la Garonne.</p> <p>1983. Inondations sur de nombreuses régions (printemps très pluvieux)</p> <p>Juillet 1987. Grand Bornand: crue torrentielle, 23 morts dans un camping.</p> <p>Octobre 1988. Nîmes: crue torrentielle et inondation pluviale. 11 morts, 3,3 milliards de F. de dommages</p> <p>Septembre 1992. Vaison-la-Romaine: crue torrentielle. 34 morts, 3 milliards de F. de dégâts.</p> <p>Hiver 1993-94. Inondations généralisées dans le nord et l'est de la France.</p> <p>Hiver 1994-95. Inondations sur 46 départements, et 40 000 maisons inondées dans le nord de la France.</p> <p>Novembre 1999. Aude, Hérault, Tarn: crues torrentielles 35 morts, 1,1 milliard de dégâts estimés.</p> <p>Hiver 2000-01. Inondations de la Somme et en Bretagne.</p>	<p>1935. Plans de surfaces submersibles</p> <p>1955. Périmètre de risque, article R.111.3 et R.111.2 du code de l'urbanisme.</p> <p>1982. Loi relative à l'indemnisation des victimes des catastrophes naturelles.</p> <p>1984. Décret relatif à l'élaboration des P.E.R</p> <p>1987. Loi relative à l'organisation de la sécurité civile, à la protection de la forêt contre l'incendie et à la prévention des risques majeurs.</p> <p>1988. Circulaire relative à la prise en compte des risques dans l'urbanisme et le droit des sols.</p> <p>1993. Nouveau décret P.E.R</p> <p>1994. Circulaire aux préfets relative à la prévention des inondations et à la gestion des zones inondables</p> <p>1995. Décret relatif aux Plans de Prévention des Risques naturels prévisibles. P.P.R</p> <p>2003. Loi relative à la prévention des risques naturels et technologiques et à la réparation des dommages.</p>	<p>Limite des plus hautes eaux connues</p> <p>Limite des plus hautes eaux connues</p> <p>Etude quantitative des risques et modélisation hydraulique.</p> <p>Analyse surtout quantitative. Recours ponctuel à la modélisation, pour les zones à forts enjeux.</p>	<p>Assurer le libre écoulement des eaux et préserver les champs d'inondations.</p> <p>Protection des personnes et des biens contre le risque inondation.</p> <p>Procédure d'assurance couplée à nouvel outil réglementaire: le Plan d'Exposition aux Risques naturels prévisibles, le P.E.R</p> <p>Visé à réduire les dommages, à l'échelle communale, en contrôlant l'urbanisation et en imposant des mesures de prévention aux biens existants et futurs (effets rétroactifs). 12 000 communes exposées, 400 plans approuvés. Droit à l'information des citoyens sur les risques majeurs auxquels ils sont exposés.</p> <p>L'état clarifie et précise les objectifs de la politique de prévention des risques.</p> <p>Le P.P.R remplace toutes les mesures spécifiques risques existantes (P.S.S, R.111.3 et P.E.R) et devient un outil réglementaire de prévention unique et modulable en fonction du contexte local. * Expropriation, indemnisation et relogements des habitants dont la vie est gravement menacée. * Démolition possible des biens exposés dans les secteurs à haut risque.</p> <p>Maîtrise du risque en amont des zones urbanisées. Développement de l'information sur les risques, réduction des vulnérabilités.</p>

Tableau 3 : Historique de la réglementation relative à la prévention des excès hydrométéorologiques

Malheureusement, le P.E.R donna des résultats particulièrement décevants car ayant souffert soit d'une totale indifférence, ou ayant été à la source de multiples conflits d'intérêts.

C'est pourquoi il fut abandonné en octobre 1995 au profit du PPR (Plan de Prévention des Risques naturels prévisibles), ce dernier remplaçant dans la foulée l'ensemble des plans qui existaient de plus longue date (P.S.S. et R 111-2). Ces nouvelles mesures s'inscrivant dans un "espace géographiquement homogène, le bassin de risque", se sont accompagnées d'une plus grande volonté de concertation associées aussi à une plus grande fermeté, entre les préfetures chargées de la prescription et les communes. D'un point de vue méthodologique, le PPR se fonde également comme le PER sur le croisement entre une cartographie des temps forts, précisant leur intensité prévisible (par un dégradé de couleur), et une évaluation des vulnérabilités (prise en compte des caractéristiques socio-économiques). Au 22 septembre 2003, environ 3 910 PPR étaient approuvés en France (Pottier, 2003) ce qui constitue un résultat moyen après huit ans d'existence. Même si le rythme s'accélère depuis peu, seules 11% des communes exposées sont réglementées. Cela prouve que la culture du risque (ou si l'on veut de l'excès potentiel) est loin d'être encore générale, de nombreux secteurs géographiques, pourtant très sensibles, n'étant pas encore couverts sur le territoire français ; les communes riveraines de l'Allier et de la Dore, en Auvergne, sont, par exemple, bien loin de posséder un plan de prévention.

Un autre volet de la prévention, touchant à la sensibilisation des populations face aux risques, tend à se développer depuis quelques années. Initiée en 1987, la loi relative à la réorganisation et à la planification des secours (plans d'urgence, plans de secours communaux, plans ORSEC) ouvre également la voie à l'information sur les risques auxquels les citoyens sont exposés, tout en indiquant quelles sont les mesures de sauvegarde pour s'en protéger. Depuis les années quatre-vingt dix, toute une série de documents a été publiée pour transmettre l'information de l'Etat vers les élus, et des élus vers les citoyens. (Dossier Départemental des Risques majeurs, Document Communal Synthétique...). La récente loi de juillet 2003, renforce cet aspect ; par exemple, les maires ont à présent l'obligation d'informer les populations "au moins une fois tous les deux ans" dans les communes où a été prescrit ou approuvé un PPR.

L'amélioration des politiques de prévention doit beaucoup aux progrès qui ont été réalisés, d'une part, dans la prévision des temps forts et d'autre part dans l'élaboration des plans visant à réduire les vulnérabilités. Nous verrons à la fin de nos travaux quelles sont les différentes mesures qui existent en Auvergne, tant dans le domaine de la prévision des crues (veille

hydrologique des bassins versants de la Loire et de l'Allier), que dans l'état d'avancement des PPR.

Pour autant, de nombreux efforts doivent être encore réalisés pour parvenir à diminuer l'ampleur des excès. Ces derniers doivent être gérés dans leur globalité, régionalement, à l'échelle du bassin versant. Cette démarche passe par des études plus poussées des événements météorologiques se produisant à échelle fine (l'analyse de l'imagerie radar peut, aujourd'hui, répondre à ce besoin), mais aussi par une tentative de hiérarchisation des vulnérabilités.

Conclusion

L'objet de ce chapitre était d'introduire un certain nombre de précisions relatives à la notion d'excès qui nous paraît intéressante à exploiter. L'excès est un événement qui marque la synergie, entre un agent naturel menaçant (très destructeur dans le cas de la catastrophe) et les vulnérabilités inhérentes aux civilisations. C'est donc avant tout un fait social, perçu par l'existence de dommages, marquant plus ou moins provisoirement les paysages (qui sont, faut-il le rappeler, construits par l'homme) et les mentalités.

Mais, au delà de cet aspect épistémologique, il faut également considérer l'excès comme un outil qui peut être utilisé à des fins préventives. C'est le but de notre thèse. La préhension des excès, revient à dégager, *a posteriori*, les espaces les plus sensibles d'un territoire. Une fois ces derniers identifiés, des mesures spécifiques pourront être ciblées sur les secteurs les plus affectés, l'intérêt étant également de réussir à analyser simultanément le poids respectif des temps forts et des vulnérabilités.

Quoi de plus juste et de plus géographique que de se fonder sur le vécu pour évaluer les risques du futur ?

La figure 8 synthétise les aspects qui ont été décrits tout au long de notre chapitre. L'excès est considéré comme un système dynamique composé de trois volets. Le premier, correspondant à la partie explicative, lie entre eux les éléments qui le construisent. Tout part d'un épisode météorologique qui, à un moment et en un lieu donné, produit le temps fort. Celui-ci s'associant aux vulnérabilités génère l'excès. La deuxième phase nous amène au constat : à partir du vécu, il est possible d'établir un inventaire qui, une fois cartographié, met en relief les espaces excessifs, donc à risques. La cible étant connue, les mesures préventives, constituant le troisième volet, peuvent se mettre en place ou s'affiner. L'excès peut être alors anticipé par deux types d'actions. Les premières portent sur la réduction des vulnérabilités et s'inscrivent dans la longue durée. Il s'agit des différents plans qui réglementent par exemple,

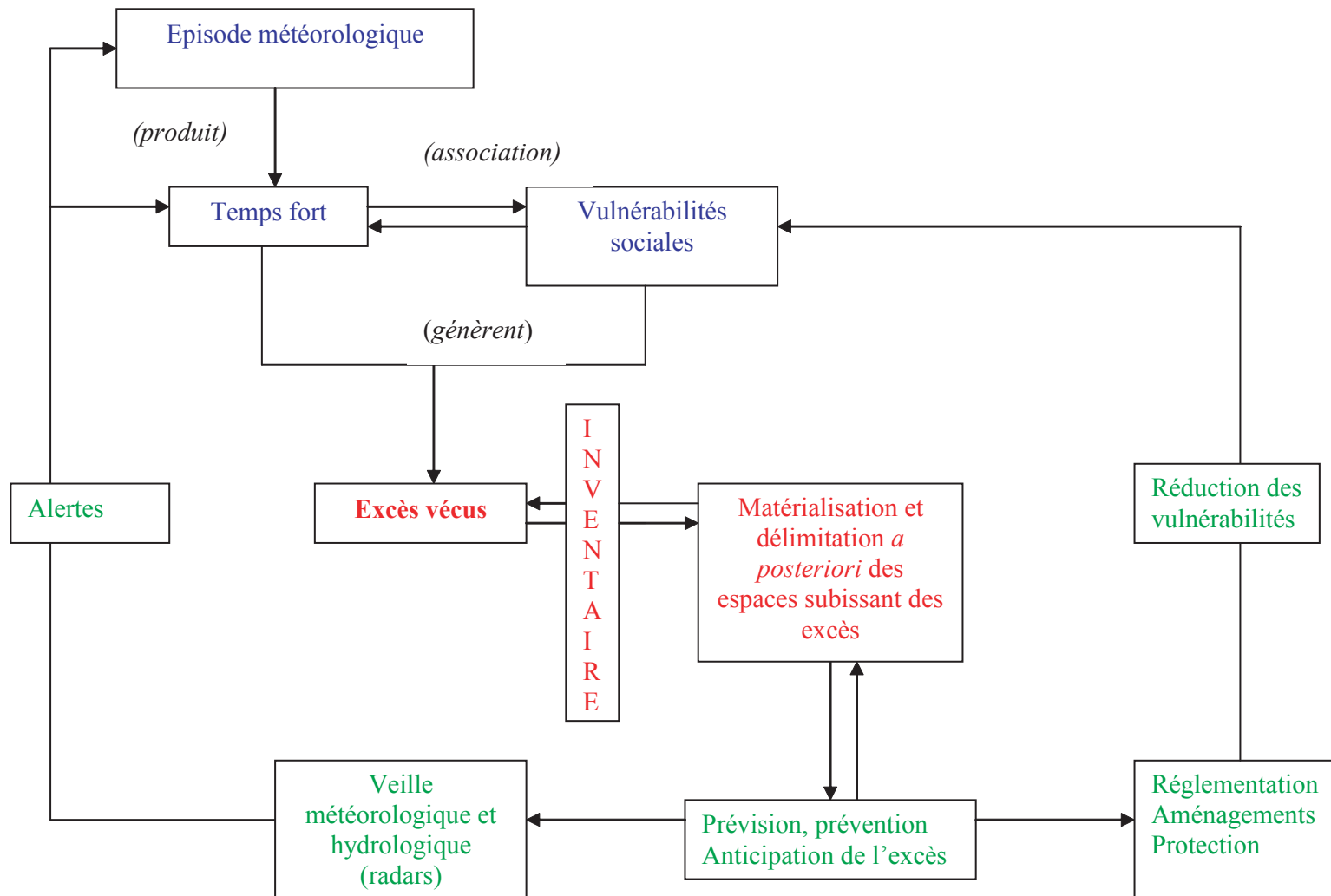


Figure 8 : Le système de l'excès

Trois étapes sont représentées dans ce système : la genèse (en bleu), le constat (en rouge) et la prévention (en vert) de l'excès. Le 3ème volet (la prévention) se met en place uniquement si l'idée de risque est acceptée par les populations locales et surtout par les décideurs politiques.

comme nous l'avons vu en France, les pratiques d'urbanisme. Les secondes placent l'anticipation à une échelle temporelle beaucoup plus courte. Grâce aux différentes techniques d'observation, le temps fort peut être prévu quelques heures à l'avance. Dans la plupart des cas, ce laps de temps est suffisant pour que des alertes météorologiques ou hydrologiques soient lancées auprès de la population.

Afin d'établir une typologie pour l'Auvergne, la suite de notre travail va consister à tester la validité du modèle portant sur la genèse et la spatialisation de l'excès présenté au cours de ce chapitre. Nous allons tout d'abord identifier les secteurs les plus affectés par les temps forts, avant de mettre en valeur les différents niveaux de vulnérabilité propres à notre région d'étude.

Chapitre II.

Quantification et localisation des temps forts pluviométriques dans l'espace auvergnat

1. L'identification des faciès climatiques : une aide à la connaissance des temps forts
2. Les temps forts pluviométriques : quand les précipitations dépassent 50 mm en 24

« Affreuses ont été l'après-midi et la nuit d'hier. Au clapotement sourd et continu de la pluie tombant par nappes répondaient les éclats de la foudre. A de courts intervalles, du sein des ténèbres opaques, émergeait un instant le paysage, illuminé à giorno d'une clarté tour à tour livide ou blafarde ; leurs sinistres qui blessaient l'œil le plus intrépide »

« La Haute-Loire » (quotidien du Puy) septembre 1866.

Après avoir présenté l'aspect théorique, nous pouvons à présent passer à la mise en pratique du modèle proposé sur le fonctionnement de l'excès. Ce chapitre, qui en constitue la première étape, a pour objectif de localiser les secteurs qui sont les plus affectés par les temps forts. Du point de vue méthodologique, notre travail s'efforcera tout d'abord de replacer, par une très simple approche analytique, les faciès climatiques qui se présentent sur le Massif central, puis nous aborderons, plus concrètement, la quantification des grosses averses propres à l'espace auvergnat.

1. L'identification des faciès climatiques : une aide à la connaissance des temps forts

La constitution d'une typologie des temps forts passe tout d'abord par une connaissance précise des différents faciès climatiques qui composent le Massif central ; en clair, à un climat défini répondent des types de temps forts représentatifs. Cette spécificité renvoie à la nature du phénomène violent, mais aussi à sa fréquence.

Nous envisageons cette identification en trois étapes : pour commencer, nous chercherons à analyser la répartition pluviométrique moyenne ; il paraît en effet intéressant de localiser les secteurs les plus arrosés qui sont logiquement ceux qui ont le plus de « chances » d'être touchés par les averses les plus intenses. Puis, nous définirons les régimes qui intéressent le Massif ; ceci devrait permettre de repérer les périodes de l'année qui, par secteur, sont susceptibles d'être les plus affectées par les temps forts. Enfin, l'interprétation climatique qui en découlera nous amènera à mieux saisir les caractères, voire le fonctionnement, des temps forts propres à chaque faciès climatique.

1.1. La pluviométrie dans le Massif central : une répartition spatiale annuelle hétérogène

Parler d'hétérogénéité pluviométrique au sujet d'un espace montagnard n'a rien de surprenant. En effet, un relief même d'altitude modeste introduit de par sa rugosité une série

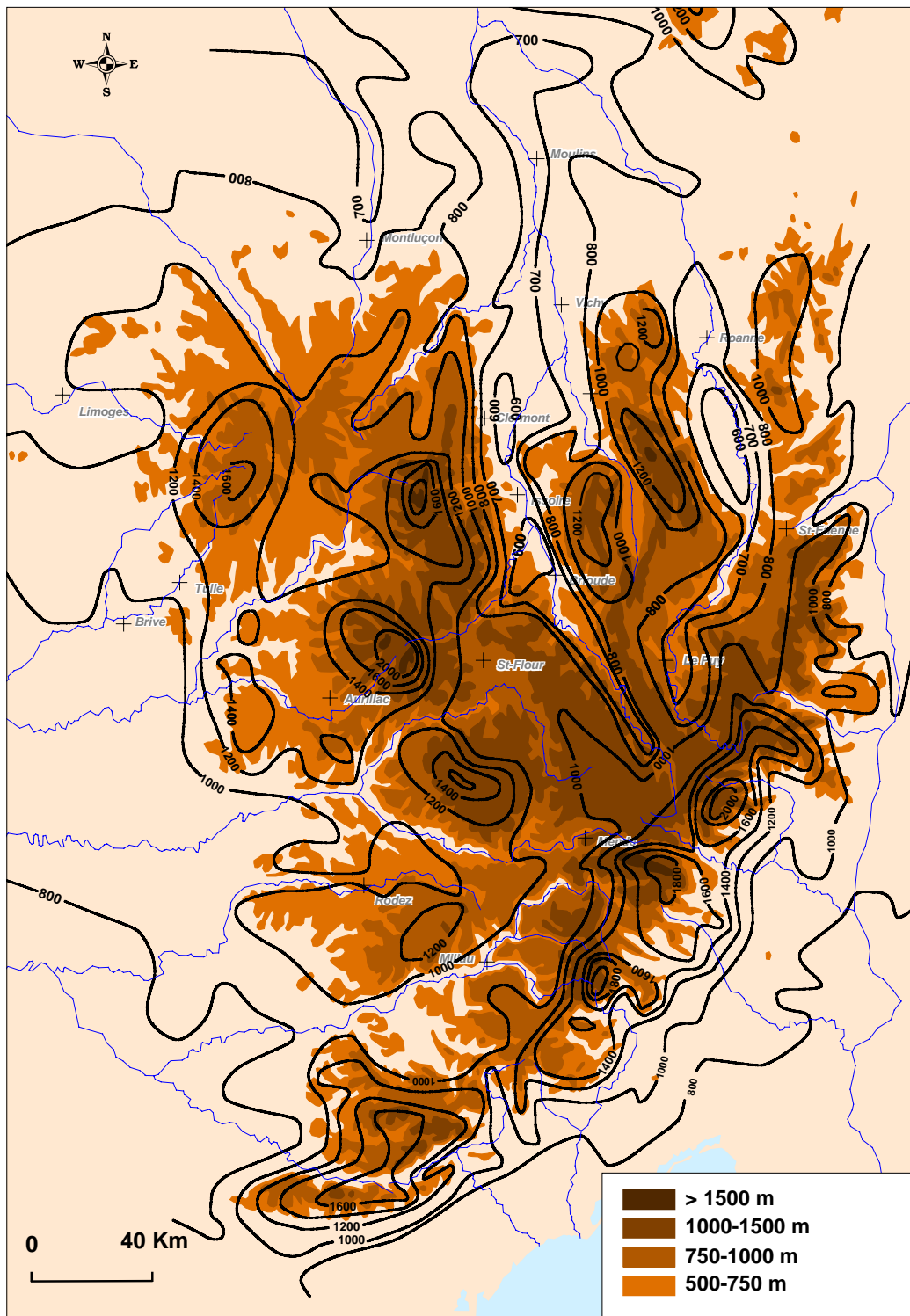
de perturbations sur l'écoulement des flux, du coup «par rapport aux plaines avoisinantes, la montagne se caractérise par des valeurs de gradient importantes et variables dans l'espace » (Douguedroit, de Saintignon, 1984).

La masse montagneuse pouvant ralentir la progression des fronts, on assiste d'une manière générale à un accroissement de la pluviométrie avec l'altitude. De même, afin de franchir le relief, les masses d'air sont contraintes de s'élever et de se refroidir par détente (de l'ordre de 1°C par 100 mètres dans un air non saturé), favorisant les condensations et entraînant un accroissement des précipitations sur le versant « au vent » du flux dominant. On assiste, en revanche, le long des versants opposés, « sous le vent », à une véritable subsidence orographique parvenant jusqu'aux bassins ; l'air subit une compression générant un réchauffement et une vaporisation d'une partie de l'eau condensée. Il s'agit de l'effet de föhn.

La pluviométrie étroitement liée à l'altitude est donc tout aussi dépendante des facteurs d'exposition. Si nous regardons la figure 9, nous pouvons admettre que les forts cumuls se calquent sur les principaux reliefs du Massif central. Mais, dans le détail, on constate qu'il existe une dissymétrie entre les versants. Les pentes montagneuses occidentales et méridionales sont ainsi largement exposées aux advections humides et instables en provenance de l'océan pour les reliefs de l'Ouest ou de Méditerranée pour les Cévennes. Au contraire, les versants orientaux et septentrionaux sont déjà moins arrosés ; Estienne (1956) rappelle qu'il existe derrière la montagne un espace où se profile l'ombre de celle-ci et dans laquelle la pluviosité s'amointrit. Cette diminution nous conduit jusqu'à la faible pluviosité qui caractérise les bassins (Limagne, Forez) et les vallées (Allier, Loire) portions d'espaces cloisonnées à l'intérieur du Massif et bénéficiant d'un effet d'abri.

L'exposition joue également à une autre échelle que celles des versants. En examinant attentivement la figure 9, on peut constater que les monts de la Margeride, du Devès, du nord du Vivarais et dans une moindre mesure du Livradois-Forez enregistrent des cumuls moins importants. Il apparaît clairement que ces unités orographiques sont en partie abritées par les reliefs périphériques des monts d'Auvergne et des Cévennes.

Les secteurs d'abondance ne concernent finalement que deux espaces bien délimités, le reste du Massif n'offrant que des cumuls moindres, en particulier dans la partie médio-orientale qui correspond sans nul doute à un espace échappant pour beaucoup aux influences océaniques et méditerranéennes.



Cartographie : F.J

Figure 9 : Distribution moyenne annuelle des précipitations sur le Massif central (normales 1951-1980).

Nous pouvons observer la grande hétérogénéité pluviométrique régnant sur le Massif. Les faibles cumuls des bassins (Forez-Limagne) et des vallées (Allier, Loire, Truyère supérieure) tranchent radicalement avec les lames importantes qui sont enregistrées sur les reliefs occidentaux et cévenols.

1.1.1. Les périphéries arrosées, océanisée et méditerranéenne

Les périphéries arrosées sont composées de deux ensembles distincts possédant des totaux pluviométriques tout à fait comparables.

- **La partie occidentale couvre l'ensemble du Limousin, toute la Montagne auvergnate, des Dômes à l'Aubrac**, et secondairement les plateaux du Rouergue (Ségalas et Lévezou). Sur environ 20 000 km² les cumuls dépassent fréquemment 1 200 mm. Les hauteurs maximales sont enregistrées sur les versants exposés du Massif du Sancy et du Cantal, avec plus de 2 000 mm, seuil qui est également quasiment atteint sur les plateaux de Millevaches, de la Châtaigneraie (entre Tulle et Aurillac) et de l'Aubrac. Seuls, quelques secteurs situés en marge du Massif central échappent, de manière toute relative, à la forte pluviométrie (totaux à peine inférieurs à 1 000 mm), autour de Limoges, dans le bassin de Brive, ainsi que sur une partie du Rouergue (Villefranche, Rodez, vallée de l'Aveyron). Cependant, il faut bien reconnaître que tous ces espaces baignent dans l'humidité océanique ; le relief reçoit directement les perturbations atlantiques et retarde la propagation des masses pluvieuses qui arrosent alors vers l'ouest l'avant-pays montagneux. Les précipitations sont récurrentes et apparaissent en moyenne entre 140 et 180 jours par an (193 jours sur le sommet du Puy-de-Dôme et probablement plus à la même altitude sur les sommets des Monts Dorés et du Cantal). Cette exposition "favorable" débouche parfois sur des cumuls surprenants. Ainsi, Estienne (1956, p 125) nous rappelle que sur l'ensemble de l'année 1910, 3 500 mm furent mesurés au col du Lioran. Plus près de nous et sur un laps de temps plus court, Mandailles, dans le sud-ouest du Cantal, enregistra 685 mm durant le mois de décembre 1994 !

- **Le second ensemble, qui se situe sur l'escarpement méridional cévenol**, intègre différents pays, depuis la Montagne Noire et l'Espinouse, à l'ouest, au Larzac méridional, en passant par l'Aigoual et le Mont Lozère, jusqu'aux Monts du Tanargue et du Coiron à l'est. Toute cette barrière est abondamment arrosée. On frôle, en effet, 2 500 mm par an en grande partie grâce à l'action des systèmes méditerranéens. Si les totaux atteignent des valeurs comparables aux Monts d'Auvergne, le nombre de jours avec précipitations est en revanche sensiblement plus bas puisque compris entre 80 et 120 (158 jours au sommet de l'Aigoual à 1 567 mètres). Si l'on établit un rapport simple entre les cumuls annuels et la fréquence des chutes, on peut imaginer que les fortes averses sont plus importantes sur les Cévennes que dans les Monts d'Auvergne.

D'après Paul (1969), le maximum pluviométrique se situerait dans le Haut-Vivarais sous la ligne de crête du versant méridional, et s'il est difficile d'appliquer cette estimation à

l'ensemble des Cévennes, il semble bien que la pluviosité reste relativement indépendante de l'altitude. Ceci se traduit selon Estienne (1956), par une absence de gradient pluviométrique marqué, à l'inverse de ce qui est observé dans la montagne océanisée. Cet auteur souligne, d'ailleurs, que les chutes annuelles peuvent atteindre des valeurs impressionnantes même dans des stations situées au fond des vallées bien orientées (comme à St-Etienne-Vallée-Française en Lozère à 265 mètres, où l'on atteint autour de 1 500 mm). On note, en revanche, avec certitude, de l'Aigoual au Coiron, la chute des cumuls sur les versants septentrionaux. Les lames tombent largement en dessous de 1 500 mm en direction des plateaux de la Margeride et du Velay. En franchissant difficilement l'obstacle cévenol et en pénétrant dans le cœur du Massif, les systèmes pluviogènes méditerranéens se dénaturent profondément perdant ainsi une grande part de leur activité. La situation est différente sur l'Espinouze et la Montagne Noire, où les forts cumuls des versants sud sont largement relayés, en direction du Tarn et des Monts de Lacaune, par les chutes issues des ondes océaniques.

1.1.2. L'espace intérieur abrité

L'espace qui est compris entre les grands reliefs périphériques de l'ouest et du sud offre indiscutablement une pluviométrie médiocre. Cet affaiblissement des cumuls s'opère très rapidement à l'arrière de ces massifs. Ainsi, sur le versant oriental du Cantal, Murat ne reçoit déjà plus que 950 mm, de même sur le versant septentrional du Mont Lozère, Le Bleyard doit se contenter de 1 100 mm.

L'ensemble de ce secteur se trouve fréquemment abrité des grandes intrusions pluvieuses venant de l'Atlantique ou de Méditerranée ; même sur les reliefs les plus élevés, les quantités n'atteignent jamais 1 500 mm. Les cumuls sur la planèze de St-Flour ou sur les monts de la Margeride paraissent bien modestes puisque compris entre 800 et 1 200 mm. Plus à l'est les plateaux du Velay, dépassant pourtant parfois 1 200 m (Devès, Meygal), n'atteignent jamais le seuil des 1 000 mm ! Au nord du Mézenc, sur le Massif du Pilat, le total pluviométrique s'effondre rapidement sous la barre des 1 200 mm. Seuls les reliefs du Livradois-Forez font figure d'exception et parviennent à totaliser près de 1 400 mm ; encore faut-il réserver ce chiffre aux parties sommitales et au versant occidental, comme à Valcivières où l'on enregistre, quand même, près de 1 250 mm à 850 m d'altitude ! Il est vrai que les hautes terres demeurent plus perméables aux influences extérieures, l'altitude favorise un "rejeu" des ascendances. Les parties les plus basses fortement cloisonnées, bénéficient en revanche pleinement de l'effet d'abri. Les vallées (Allier, Haute-Truyère, Loire) et les bassins (Limagne, Forez, Brioude, Le Puy) correspondent à de vrais milieux secs. L'indigence y est

telle que les chutes restent souvent inférieures à 750 mm. Les creux les plus accentués semblent se situer le long de la Loire et de l'Allier, ainsi la station de la Sauvetat dans le pays d'Issoire, à l'est des Dores, ne relève que 580 mm !

Le Massif central n'interfère pas sérieusement sur la circulation atmosphérique générale, mais il est clair que la diversité pluviométrique est bien liée à la disposition du relief. L'analyse révèle ainsi deux espaces copieusement arrosés, les plateaux occidentaux et les Cévennes. Fort logiquement, c'est dans ces secteurs que nous devons attendre la plus grande fréquence de temps forts. Il s'agit à présent de préciser quelles sont, en moyenne, les périodes de l'année qui sont les plus affectées par les chutes de pluies.

1.2. Définition des régimes, interprétation climatique

La description que nous avons menée jusqu'à présent s'est "mécaniquement" effectuée par le partage en trois grands faciès pluviométriques ; c'est donc sans réelle surprise que nous allons découvrir les différents régimes intéressant le Massif central. Toutefois, les précisions que nous allons tenter d'apporter dans le cadre de ce développement vont montrer que des configurations plus complexes apparaissent dans des régions de confins. Ce dernier aspect a remarquablement été étudié par Estienne (1956) qui avait reconnu l'existence de ces marges, témoins d'offensives climatiques ambivalentes.

1.2.1. Analyse des dynamiques spatio-temporelles

Nous avons opté pour une étude des données en valeur absolue, cette méthode n'est peut-être pas des plus commodes dans la reconnaissance des régimes, mais elle permet d'apprécier la réalité des cumuls.

Notre analyse commence de décembre à février. On constate que la distribution ne varie guère (figure 10c et 10a) ; les plus forts cumuls, supérieurs à 100 mm mensuels, coiffent les reliefs de l'ouest et la montagne cévenole ; un foyer secondaire apparaît également sur les monts du Livradois et du Forez. Dans le détail, nous remarquons que les fortes chutes se localisent, dans l'ouest, non seulement sur les plus hauts sommets (les crêtes cantaliennes dépassent 200 mm en moyenne en décembre-janvier), mais aussi sur les contreforts de l'avant-pays (monts d'Ambazac et de Châlus, près de Limoges), ainsi que sur les plateaux aux altitudes modestes de Millevaches, de la Xaintrie et de la Châtaigneraie cantalienne. La forte pluviométrie de l'ouest rejoint celle observée dans les Cévennes, au sud et à l'ouest du Lévezou, au niveau des Causses et de la Montagne Noire. Les pluviomètres du Vintrou et d'Anglès, aux confins des Monts de Lacaune et de l'Espinouze offrent une lame avoisinant

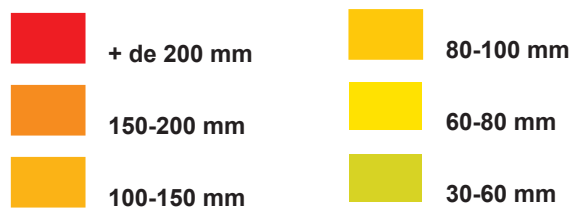
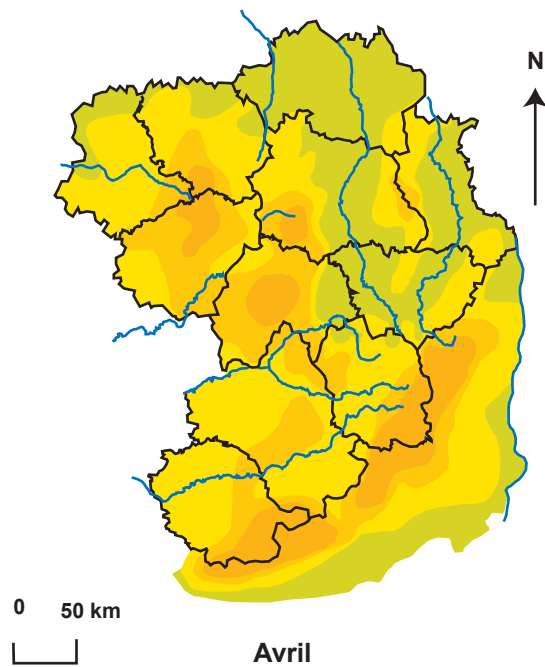
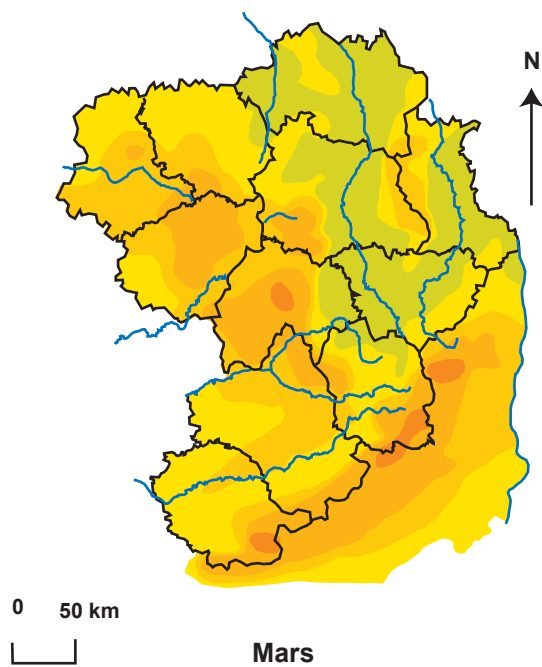
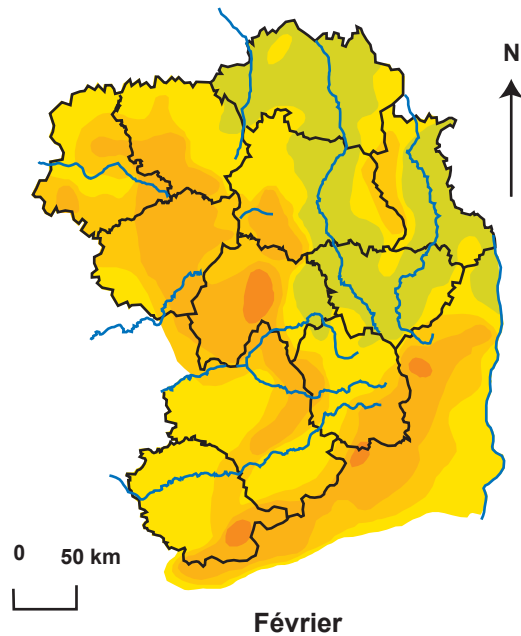
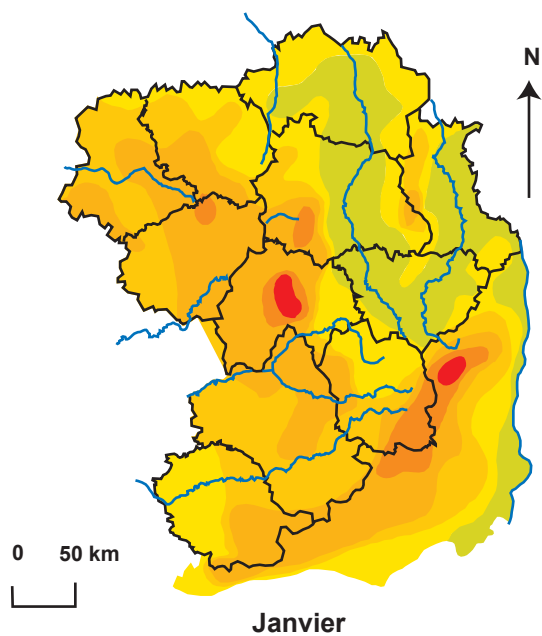


Figure 10a : Les dynamiques pluvieuses sur le Massif central de janvier à avril.

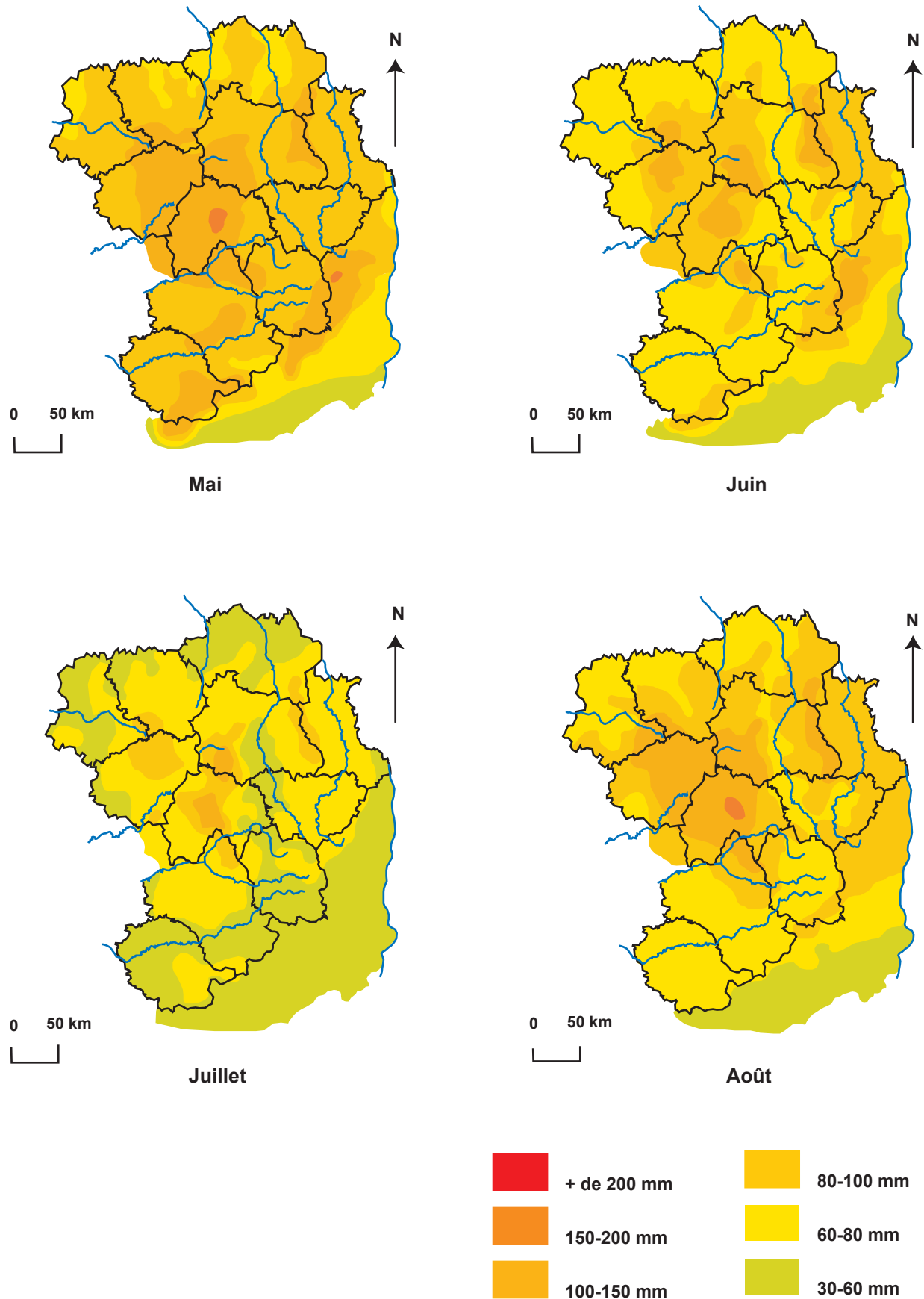
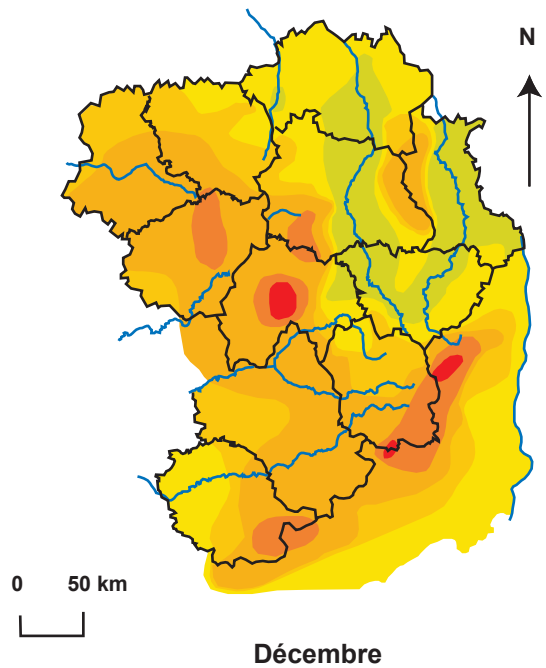
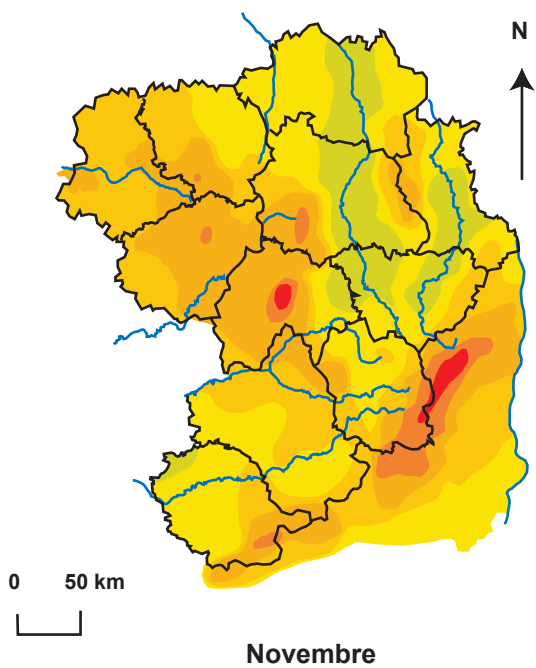
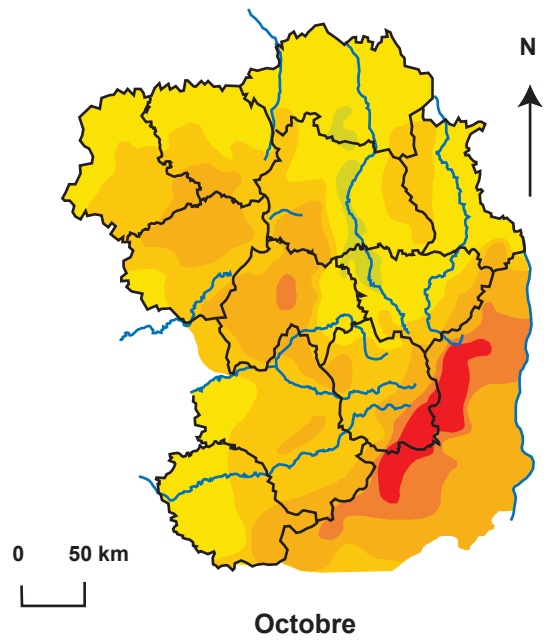
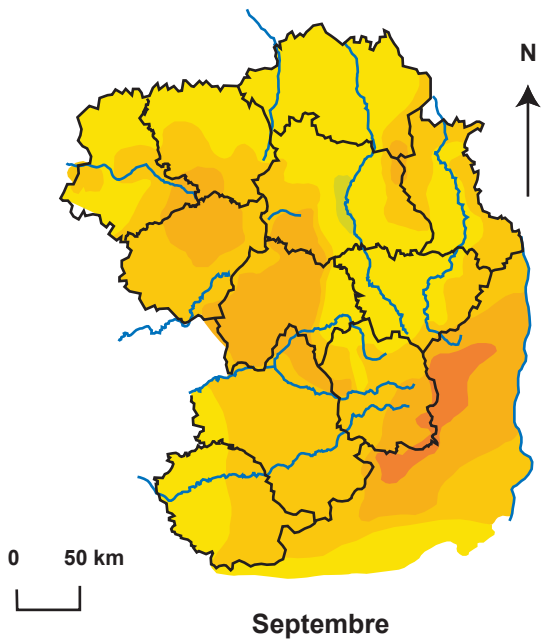


Figure 10b : Les dynamiques pluviieuses sur le Massif central de mai à août.



Cartographie : F. Jubertie, d'après les données de Météo-France

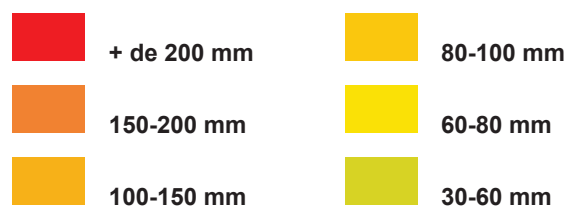


Figure 10c : Les dynamiques pluvieuses sur le Massif central de septembre à décembre

200 millimètres. Les valeurs sont encore plus importantes à l'est du Larzac, puisque au nord de Montpellier-Nîmes, les Costières et les garrigues reçoivent déjà plus de 100 mm en décembre-janvier ; les versants méridionaux cévenols ne sont pas en reste, avec des pointes dépassant 200 mm, sur l'Aigoual, le Lozère et surtout le Tanargue.

Ces totaux, contrastant fortement avec la partie intérieure sèche, dégringolent rapidement à l'est des monts d'Auvergne et au nord des Cévennes pour atteindre alors des valeurs inférieures à 60 et même 40 mm entre Brioude et Riom, ainsi qu'au nord de St-Etienne. Le massif du Coiron, au nord d'Aubenas, offre l'exemple d'un bornage franc entre la généreuse pluviosité cévenole et la « pénurie » de la chaîne des Bouttières et des plateaux du Velay.

Le début du printemps (mars-avril) est marqué par une distribution tout à fait comparable à l'hiver (figure 10a). La différence vient seulement d'un affaiblissement des lames ; on constate ainsi que les espaces enregistrant plus de 100 mm se contractent peu à peu aux abords des versants occidentaux du plateau de Millevaches, du massif des Monts Dorés et du Cantal. Les cumuls se maintiennent par contre davantage sur la Montagne Noire et sur la retombée méridionale des Cévennes, avec encore 202 et 204 mm relevés respectivement à Loubaresse dans le Tanargue, et au sommet de l'Aigoual.

La dynamique pluviométrique est de décembre à avril remarquablement stable : médiocrité pluviométrique et abondance caractérisent toujours les mêmes secteurs. Les disparités spatiales demeurent du coup importantes. Les contrastes sont par exemple surprenants entre les monts d'Auvergne et le val d'Allier, même si on note une atténuation progressive en fin de période, en particulier au mois d'avril.

Le mois de mai marque un changement avec une répartition moins contrastée et la disparition des secteurs peu arrosés (Limagnes, val d'Allier, Velay, bassin du Forez). Avec le début de la saison chaude, la thermoconvection efface partiellement les contrastes dus à l'exposition. Les précipitations sont copieuses partout, et de nombreuses stations de Limagne et du Velay totalisent plus de 80 mm ; toutefois, les Cévennes, la Montagne Noire et surtout les massifs de l'Ouest gardent un avantage certain (entre 120 et 160 mm).

Juin (figure 10b) reste dans la logique du mois précédent, nous notons cependant une atténuation globale des précipitations plus ou moins sensible selon les secteurs (les valeurs étant comprises entre 50 et 120 mm) et plus perceptible des Cévennes à la Montagne Noire, l'Aigoual passant, par exemple, de 180 mm en mai à 125 au début de l'été.

Cette tendance se confirme avec le mois de juillet, la baisse étant réellement sensible sur les Cévennes, l'Espinouze et la Montagne Noire, où le seuil des 60 millimètres n'est plus dépassé, même dans les stations d'altitude. Si quelques secteurs, en dehors des régions

méditerranéennes, connaissent également une moindre pluviosité (sur l'ouest du Limousin, sur le Bourbonnais et du Val d'Allier à la Lozère), l'ambiance générale est marquée, sur le reste du Massif, par la présence des averses, le cas extrême se trouvant dans les vallées cantaliennes qui sont encore arrosées par plus de 100 mm.

Le mois d'août voit, à l'exception de l'Espinouse et de la Montagne Noire, un relèvement général des cumuls, sensible également de l'Aigoual au Tanargue. Tous les secteurs gagnent en moyenne entre 10 et 40 millimètres par rapport au mois précédent. La barre des 100 mm est ainsi franchie à l'ouest sur un vaste secteur comprenant les plateaux limousins et auvergnats. Les secteurs d'abri sont également affectés par des précipitations plus abondantes comprises entre 70 et 80 mm, voire même plus dans le bassin du Forez.

Avec l'arrivée de l'automne (figure 10c) réapparaissent les fortes disparités inter-régionales. Alors que les cumuls des bassins et des vallées intérieures amorcent une lente baisse dès septembre, les quantités deviennent durant ces deux mois remarquables sur l'escarpement sud-oriental (plus de 150 mm en moyenne en septembre, et plus de 250 en octobre), dépassant largement ceux enregistrés du Limousin aux Monts d'Auvergne. Nos deux stations de référence du Mont Aigoual et de Loubaresse enregistrent ainsi en octobre une hauteur moyenne de 346 et 316 mm ! Cette forte pluviométrie déborde sur la périphérie nord des Cévennes (Causses, Margeride, bordure orientale du Velay, Bouttières, Pilat), où les 100 mm sont ponctuellement dépassés. La hausse des cumuls semble, en revanche, moins rapide dans l'extrême sud-ouest du Massif, La Salvetat-sur-Agout et Anglès, ne recevant par exemple que 98 mm.

A partir du mois de novembre, les totaux des reliefs de l'Ouest, du Forez et de la Montagne Noire, en progression, rejoignent ceux des Cévennes qui connaissent une légère diminution. Les faibles cumuls s'établissent à nouveau sur les bas-pays auvergnat, du Forez et du Velay. Nous retrouvons une distribution voisine de la période comprise entre décembre et avril.

Cette description liminaire met en valeur trois types de régimes pluviométriques :

- Comme nous le laissons entendre, **les hautes terres de l'Ouest** (du Limousin au Lévezou), leur piémont, ainsi que le Forez, **sont bel et bien océanisés**, même si, à la différence des secteurs de plaine, on observe l'absence marquée d'un répit pluviométrique estival. Les précipitations restent étoffées durant toute l'année, et si le rapport entre les mois le plus sec et le plus arrosé marque un contraste qui pourra surprendre dans ce type de milieu (il peut dépasser 1,6 ou 1,7 dans certaines stations de montagne), celui-ci est lié à l'abondance hivernale. Cette régularité sous-entend une possible apparition des temps forts tout au long de

l'année. Cette remarque nous est confirmée par Pardé (1960), qui précise que les plus grandes crues connues dans les bassins du Cher, de l'Indre supérieur, de la Creuse et de la Vienne ont eu lieu en pleine saison chaude ; de même des crues plus localisées s'observant sur la Corrèze, la Vézère et la Dordogne supérieure se sont produites à la suite d'épisodes orageux.

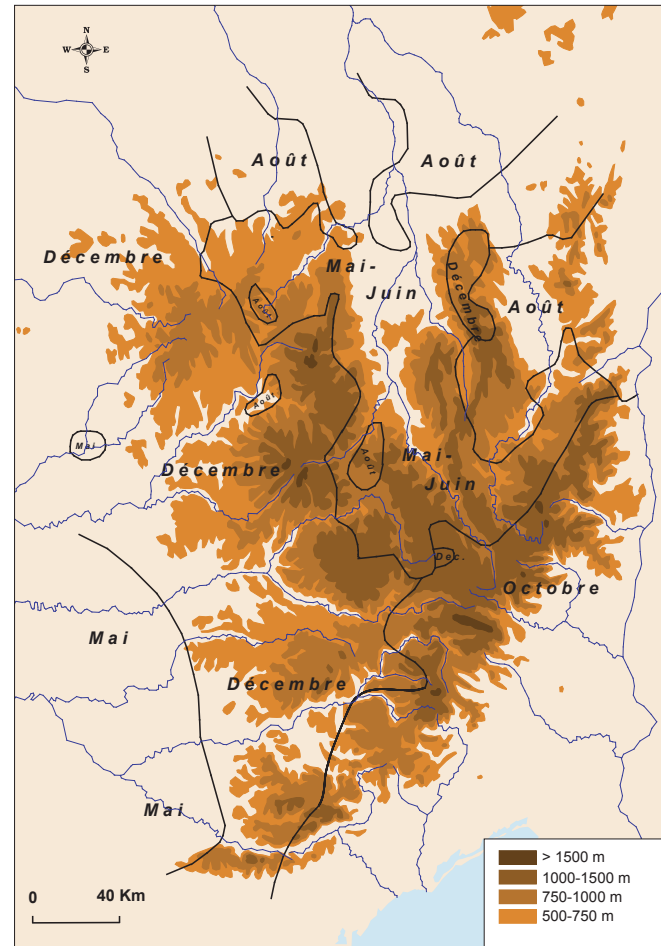
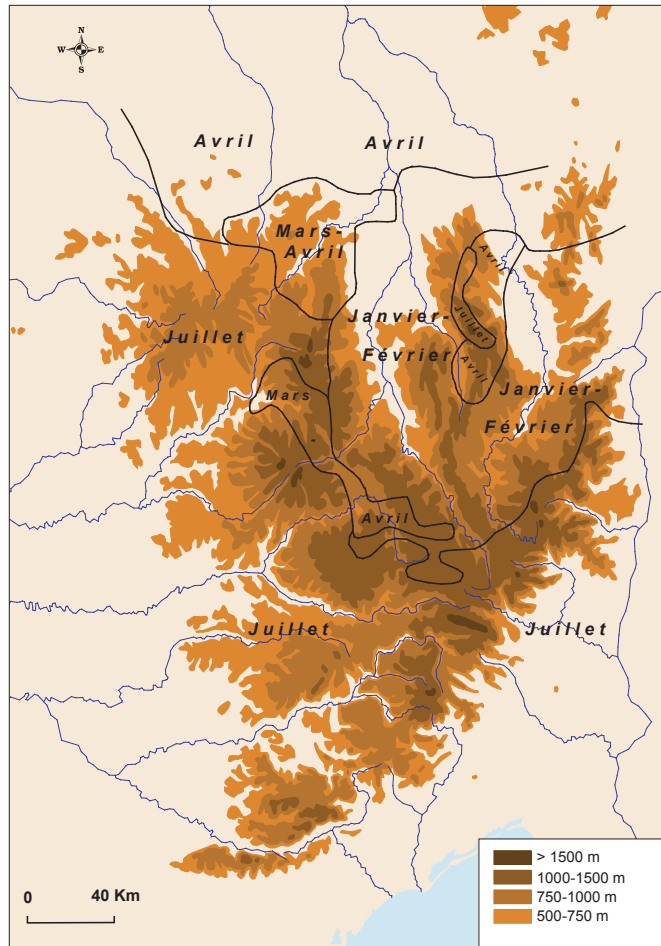
- **Un deuxième secteur**, correspondant à l'espace abrité décrit précédemment, **possède un rythme pluviométrique de type continental** faisant alterner un maximum de saison chaude, composé de deux pics apparaissant en mai et août, et une période de faible pluviométrie hivernale, longue, puisque persistant de novembre à avril inclus. La majorité des précipitations se réalisant de mai à septembre, il est facile de comprendre que les temps forts seront ici essentiellement d'origine convective.

- **Enfin, le troisième faciès pluviométrique circonscrit au versant méridional des Cévennes**, depuis la coulée des Coirons jusqu'à l'Espinouze, est bien méditerranéen. L'abondance de l'automne est manifeste, le mois d'octobre concentre à lui seul plus de 11 à 12 % des précipitations. Cependant, le reste de l'année n'est pas moins pluvieux, et l'été marque un répit, certes bien sensible, mais finalement fugitif. Le relief parvient à écourter et faire disparaître, par la multiplication des convections orageuses, la longue sécheresse qui est coutumière à la plaine languedocienne voisine. Les temps forts, nombreux vu les cumuls notés durant cette période, seront attendus de préférence en automne, mais il faut reconnaître qu'aucun mois ne se trouve vraiment à l'abri de leurs occurrences.

Cette typologie ne doit pas faire oublier que ces trois ensembles principaux, aux rythmes pluviométriques facilement identifiables, sont loin de couvrir l'ensemble du Massif. Aux confins de ces faciès existent des espaces de contacts et d'interpénétrations climatiques qui offrent des configurations plus complexes, tout particulièrement à l'interface du monde méditerranéen. Tout le secteur compris, entre les sommets des Cévennes et de la Montagne Noire et le Lévezou, au sud de la Margeride et du Velay n'a pas encore été analysé. C'est pourquoi il nous faut aller plus loin, afin de mieux saisir le fonctionnement pluviométrique de ces confins.

1.2.2. Le délicat problème des contacts

Nous avons tenté de fixer sur les figures 11a et 11b les limites des régimes en rapportant les mois du minimum et du maximum pluviométriques, afin de mettre en valeur les combinaisons atypiques correspondant logiquement aux interpénétrations climatiques.



Cartographie : F.J

Figure 11 a et b : Mois du minimum et du maximum pluviométrique (d'après les normales 1951-1980).

Trois grands types de régimes apparaissent : la combinaison juillet-décembre représente le faciès océanisé ; l'alternance janvier ou février et mai juin ou août correspond au faciès continental d'abri ; enfin le minimum de juillet et le maximum d'octobre met en relief le faciès méditerranéen.

Toute la partie occidentale n'offre que peu de surprises. On retrouve ainsi, du Limousin à l'ouest de la Montagne Noire, le classique « plein » océanisé de saison froide associé au minimum de juillet. Les combinaisons observées de la Creuse, aux Combrailles et au Bourbonnais (mini en mars-avril ; maxi en mai-août) s'apparentent déjà à une altération océanisée, ou si l'on préfère à un effet terrien, que l'on note d'ailleurs sur le sud du Bassin Parisien. Les cumuls de mai ou d'août liés à la thermoconvection deviennent plus importants que ceux observés en décembre. La bonne tenue de l'été explique également pourquoi avril apparaît comme le mois le plus faible au détriment de juillet. La même situation se retrouve localement dans quelques secteurs de l'ouest (mai et août plus arrosés que décembre dans les bassins de Brive et de l'Artense ; mars moins arrosé que juillet sur le plateau de l'Artense et l'ouest du Cézallier).

Les parties centrale et orientale sont, comme nous l'avons déjà précisé, marquées du sceau de la continentalité. L'indigence est hivernale ou de début de printemps : les mois les mieux pourvus se trouvent en mai-juin ou août pour le bassin de la Loire ; les crêtes du Forez se distinguent de ce fait d'autant mieux, avec les extrêmes décembre-juillet, et réaffirment leur appartenance à un milieu océanisé d'altitude. On peut également noter, au sud et à l'est de ce massif, une progressive évolution du régime océanique vers l'abri, avec le couple avril-août.

Enfin, le massif cévenol ressort assez clairement, avec l'alternance juillet sec – octobre pluvieux ; toutefois, c'est bien la marge septentrionale de ce dernier ensemble qui correspond, sans nul doute, à l'espace le plus difficilement discernable. Les transitions entre faciès méditerranéen et d'abri, à l'est, ou océanisé, à l'ouest, impose une analyse des plus fines.

Cette opération a été menée sur la partie médio-orientale du Massif central, par Suchel (1990) qui a ainsi démontré une formidable imbrication d'influences climatiques. La figure 12, est adaptée des travaux de cet auteur, porte un zoom sur cette région et montre toute la subtilité des transitions. Suchel parvient à distinguer trois types principaux de régimes. Le premier, spatialement isolé et le moins étendu, correspond à l'îlot océanisé du Forez (avec un maximum pluviométrique d'hiver). Le deuxième, plus étendu et coïncidant avec les espaces abrités (avec un maximum de saison chaude), s'applique à une grande partie nord-ouest du Velay, au sud des monts et du bassin du Forez, ainsi qu'aux monts du Lyonnais. Enfin, le troisième groupe, de style méditerranéen (avec un maximum d'automne et un minimum d'été) se dessine nettement de la vallée de l'Eyrieux à l'ensemble de l'Ardèche (Vivarais et Tanargue).

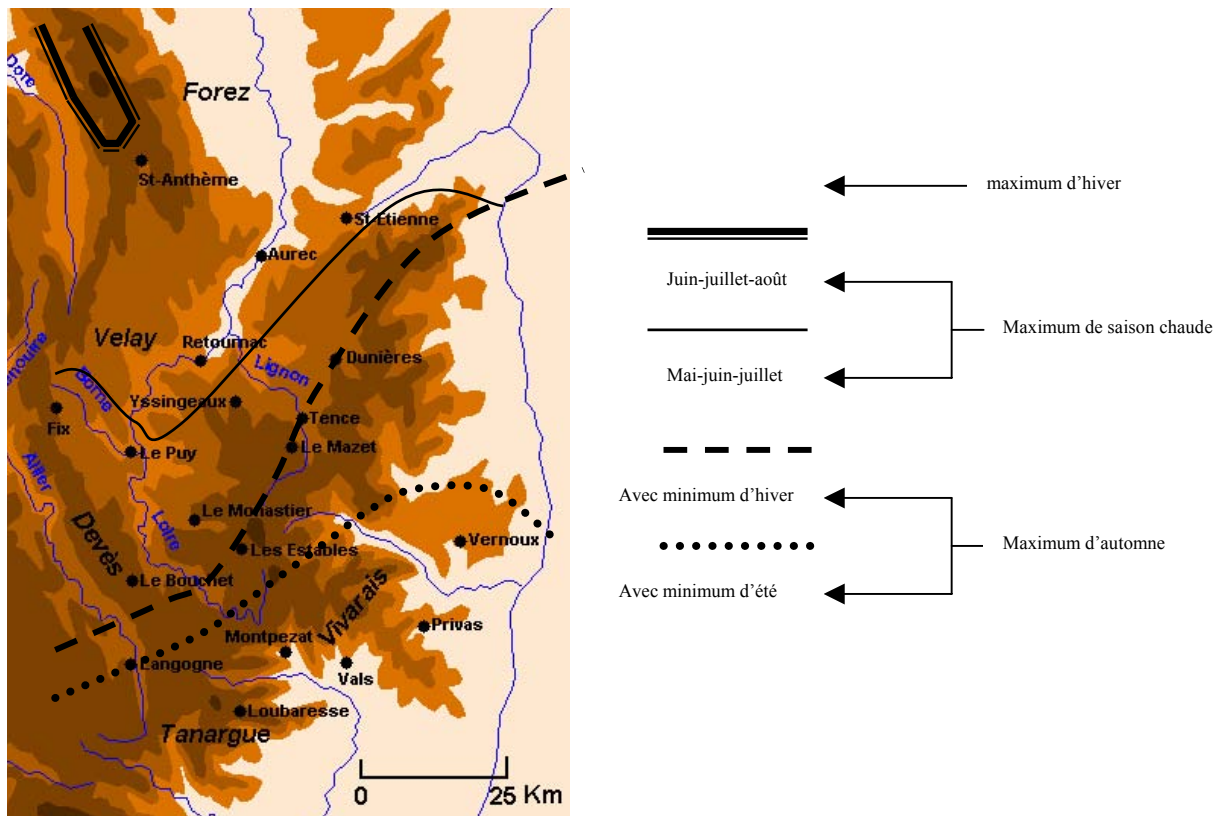


Figure 12: Limites des principaux types de régimes pluviométriques moyens dans la partie médio-orientale du Massif central (d'après Suchel, 1990).

La figure 12 prouve surtout l'existence d'une bande qui court sur le versant septentrional des Cévennes, marquant le passage graduel entre les faciès méditerranéen et d'abri. Nombre de stations se situant en amont des bassins de la Loire et de l'Allier possèdent, en effet, un rythme atypique combinant un maximum d'octobre, de type méditerranéen, et un minimum d'hiver de type continental. Comme pour tout espace de contact, les régimes ont du mal à s'affirmer clairement ; et une bonne illustration nous est donnée, par exemple, par le calcul de la part mensuelle des précipitations dans les stations du Mazet-St-Voy et de Tence situées dans le Velay oriental (figure 13). Le maximum du mois d'octobre est ainsi à peine supérieur à celui du mois de mai, et à l'inverse, le minimum de février est à peine plus marqué que celui de juillet. De même Estienne (1956) rapporte que le poste de Ste-Eulalie, situé au pied du Gerbier dans le Haut-Vivarais, possède un minimum estival guère plus creusé que celui de l'hiver ; le maximum d'octobre est en revanche beaucoup plus net, dépassant largement celui du mois de mai, et matérialisant une pénétration méditerranéenne déjà plus sensible.

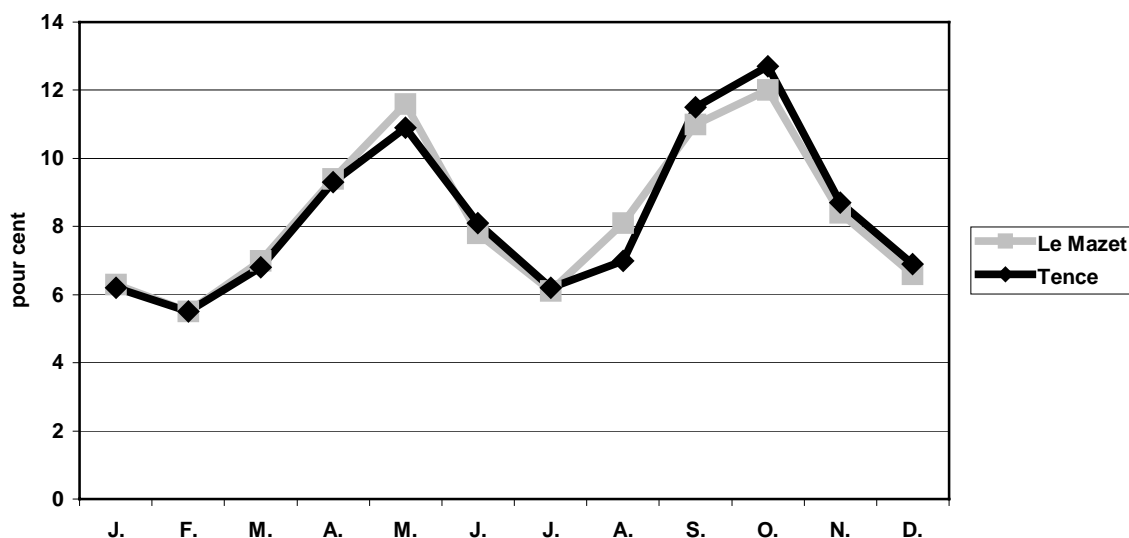


Figure 13 : Part mensuelle des précipitations dans deux stations du Velay oriental

D'autres paramètres peuvent servir à dégager cet espace de transition. La figure 14 montre quelle peut être l'extension de l'influence méditerranéenne, sur tout le rebord sud-est du Massif central en délimitant, d'une part, les secteurs connaissant les cumuls les plus importants durant le mois d'octobre, et d'autre part, en exprimant le rapport des précipitations extrêmes mensuelles (c'est-à-dire juillet-octobre). A l'est de ces limites, nous assistons à une progressive affirmation du caractère méditerranéen ; cependant, cette transformation est, selon les lieux, plus ou moins longue à se réaliser. Si, sur la Montagne Noire, sur les Monts de l'Espinouse et sur le sillon du Thoré et du Jaur, les changements semblent très rapides, ils sont beaucoup plus lents ailleurs, en particulier du Causse du Larzac à la retombée méridionale de l'Aubrac, ainsi que du Vivarais jusqu'aux rives du Gier (en aval de St-Étienne). De même, Estienne (1956) a démontré par le calcul de la fraction pluviométrique d'octobre, que de forts coefficients (de 1,2 à 1,4) s'établissaient encore en direction de l'Aubrac et du sud de la Margeride. Il faut y voir une pénétration méditerranéenne plus aisée par delà le Causse du Larzac et à travers la voie ouverte par le Chassezac (entre le Lozère et le Tanargue), expliquant la formation des crues qui touchent les hautes vallées du Lot et surtout de l'Allier.

On peut, en revanche, se demander pour quelles raisons les plages de transition paraissent, d'après la figure 14, beaucoup plus restreintes sur le SW du Massif, octobre perdant rapidement la place du mois le plus arrosé. Deux explications peuvent être avancées :

Nous pouvons tout d'abord remarquer que les versants occidentaux de l'Espinouze et de la Montagne Noire constituent les premiers fronts orographiques sérieux face à l'Atlantique. Les épisodes océaniques possèdent ainsi une efficacité pluviométrique redoutable durant la

période hivernale en offrant, en moyenne, des cumuls plus importants que les systèmes méditerranéens.

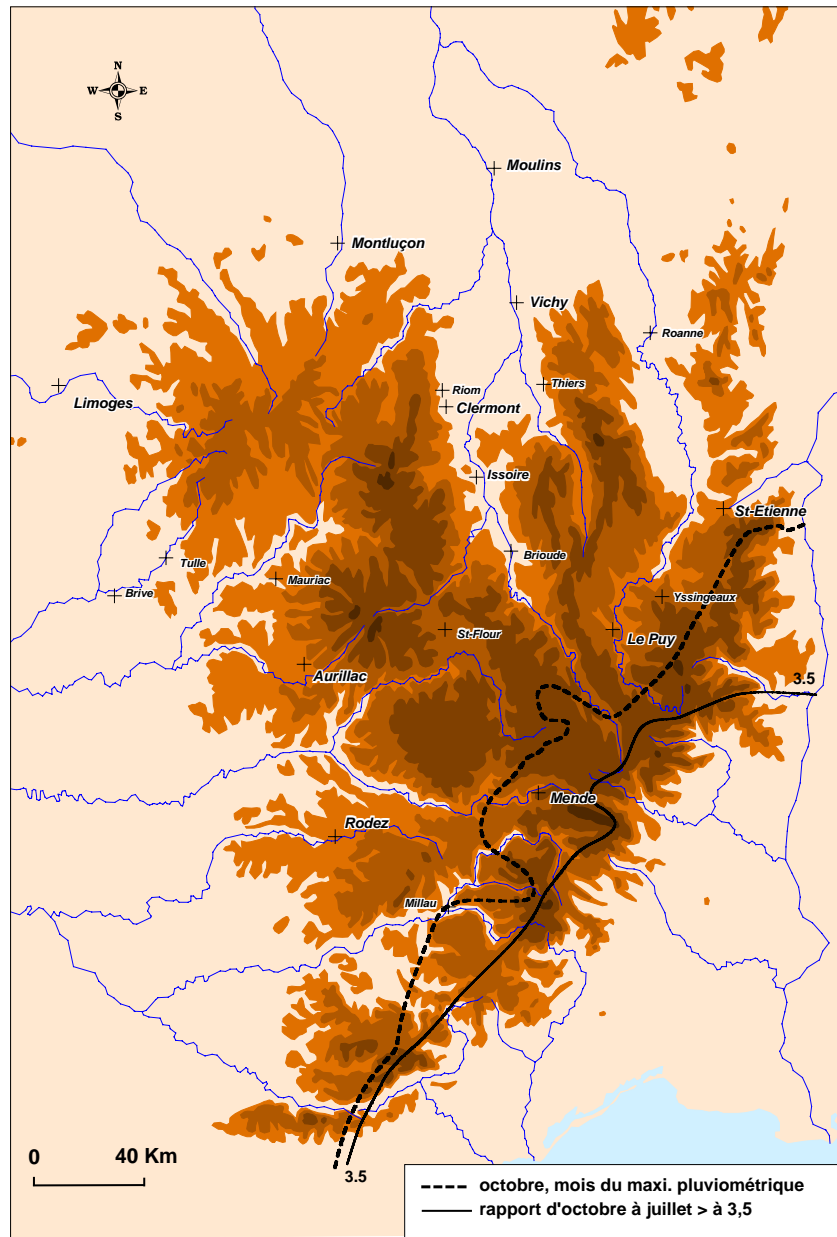


Figure 14 : Pénétration de l'influence méditerranéenne sur le rebord sud-est du Massif central.

Si la station du Vintrou, située à l'ouest de l'Espinouze, enregistre par exemple une valeur honorable de 150 mm en octobre, ce chiffre reste largement inférieur aux 225 mm relevés en décembre.

De même, à la différence de la Cévenne gardoise et ardéchoise, les « assauts » méditerranéens (pour reprendre l'expression d'Estienne) ne se concentrent pas exclusivement sur l'automne et peuvent se prolonger sur le reste de la saison froide. Nous pouvons apporter

pour preuve les pluies diluviennes qui se sont produites du 22 au 24 janvier 1996, et qui ont occasionnées un cumul de 296 mm dans le nord de l'Espinouse à Murat-sur-Vèbre.

Cette configuration propre au SW du Massif central est finalement assez complexe, les forts cumuls hivernaux étant associés à la fois aux pluies océaniques et aux averses méditerranéennes. Le caractère climatique de cet ensemble n'est donc pas aussi tranché et affirmé que pourrait le laisser croire la lecture des régimes. Il existe bien, même au-delà de la Montagne Noire et de l'Espinouse, des plages de transition entre faciès méditerranéen et océanisé. Ainsi, lors du fameux épisode méditerranéen des 12 et 13 novembre 1999, la station de Murat-sur-Vèbre, a enregistré 410 mm en 48 heures (à titre de comparaison, le cumul maximum s'est situé à 620 mm à Lézignan-en-Corbières). Par ailleurs, tout le tiers sud du département du Tarn a reçu plus de 100 mm lors de cet épisode (Vinet, 2000).

La recherche des limites climatiques, ou plus exactement des transitions serait pour le sud du Massif central intéressante à réaliser ; le sud-ouest mériterait une attention particulière. D'autres paramètres, fort nombreux, pourraient être utilisés pour marquer clairement ces espaces. Cette démarche ne peut faire, dans notre thèse, l'objet d'une étude plus poussée. Ce qui est essentiel à notre problématique, c'est de connaître, de manière plus basique, l'existence de ces interpénétrations climatiques qui supposent la superposition de temps forts de différentes origines. Dans le cas de l'Auvergne, il paraît nécessaire d'individualiser la marge méditerranéenne présente sur le sud-est du Velay, au risque d'oublier que cette frange combine les phénomènes orageux estivaux « classiques » pour un secteur d'abri continentalisé, et les phénomènes violents, de type cévenol.

1.2.3. Bilan : les faciès climatiques du Massif central

La figure 15 qui présente la trame climatique du Massif central, est largement inspirée des travaux de P. Estienne. Quelques éléments plus personnels ont été ajoutés, issus des différentes figures qui ont égrené le début de ce chapitre. Nous n'avons naturellement pas la prétention de mener une étude exhaustive, cependant, il nous incombe de connaître les principaux traits climatiques du Massif et de surtout préciser la localisation des différents faciès.

Depuis Estienne, aucun auteur n'a remis en cause cette distribution ; seules des précisions ont été ajoutées régionalement (Paul, 1969, pour le Vivarais) ou localement (Lamorisse, 1966, pour le Lévézou). Il faut dire qu'Estienne (1956) a brillamment réussi cette reconstitution, en effectuant une parfaite synthèse des travaux qui avaient été réalisés avant lui, tout en y apportant des critiques constructives. Privilégiant l'observation et la démarche naturaliste, il a

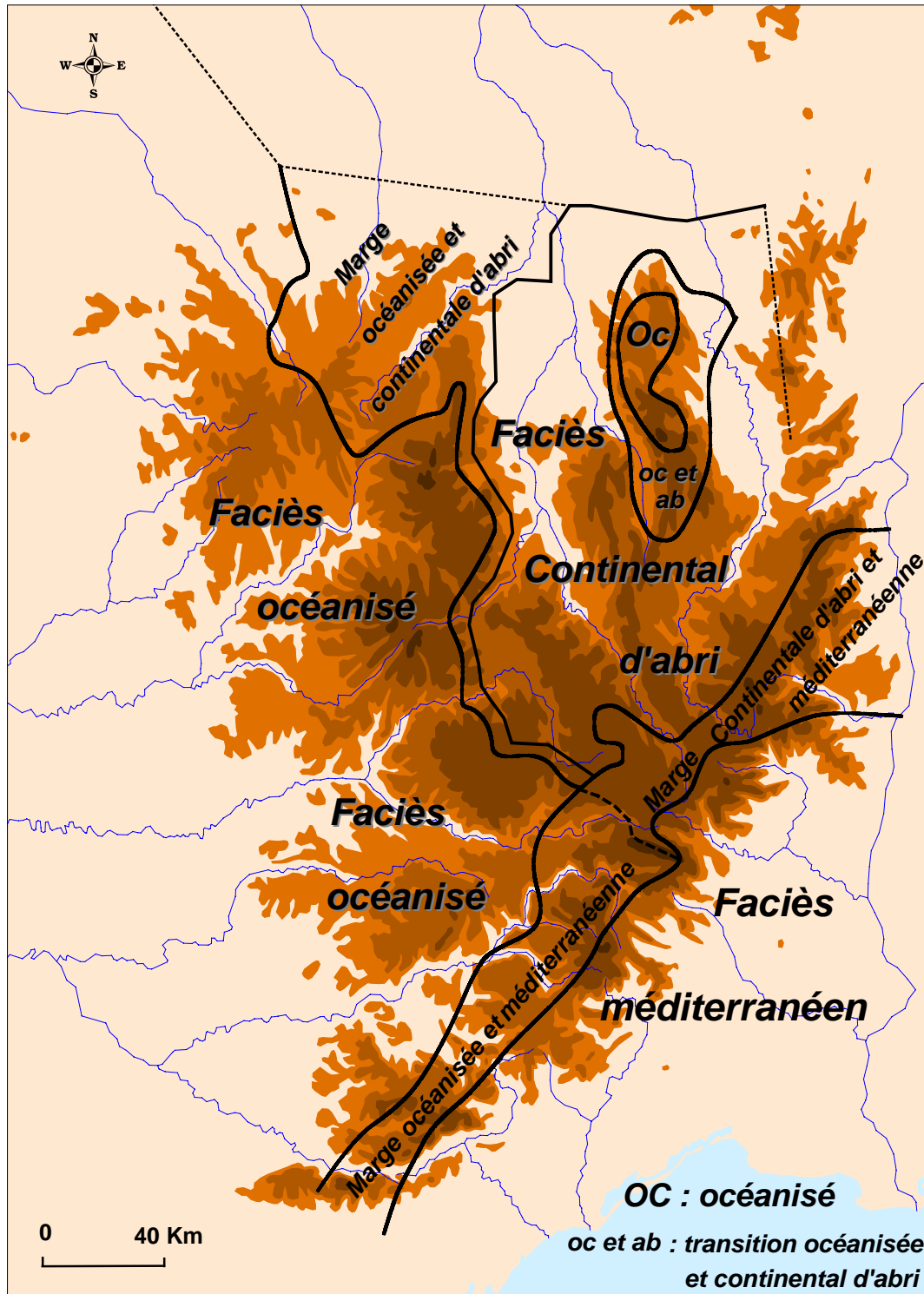


Figure 15 : Les climats du Massif central ; faciès principaux et marges climatiques (conception et réalisation : F. Jubertie)

Trois faciès principaux se partagent l'essentiel du Massif ; il existe toutefois aux confins de ces derniers des espaces de transitions qui ménagent des influences antinomiques, en particulier à l'interface du monde méditerranéen.

su en outre, au-delà des moyennes et des indices, imprégner le lecteur des différentes ambiances qui composent cet espace de moyenne montagne.

On l'aura compris, le Massif central se caractérise par la présence de trois faciès climatiques facilement repérables et de marges plus « discrètes » que seule une analyse plus approfondie a permis de mettre en valeur.

- **L'emprise spatiale de l'ambiance océanisée** se justifie dans les secteurs où la pluviométrie annuelle est abondante, constante et plus marquée en saison froide. Elle s'impose sans aucun mal du Limousin, aux Monts d'Auvergne et au Lévezou, et concerne également, de façon isolée, le horst du Forez, où l'efficace reprise des ascendances et une moindre protection par les Monts d'Auvergne autorisent des précipitations assez copieuses par flux d'ouest. Estienne (1956) indiquait que l'impression dominante était celle de la modération pluviométrique ; nous verrons un peu plus loin si ce caractère pondéré se vérifie dans ce milieu de moyenne montagne. Nous émettons toutefois quelques doutes ; il est clair qu'aucune comparaison ne peut être faite avec les "cataractes" observées en climat cévenol, mais il serait logique que des versants exposés annuellement parfois à plus de 2 000 millimètres par an subissent aussi le passage de quelques temps forts. De plus, il ne faut pas oublier que l'abondance pluviale de l'été est forcément liée à des phénomènes convectifs, donc potentiellement agressifs.

- **La vaste étendue du faciès continental d'abri pourra surprendre**, et pourrait davantage être attendue simplement là où ses traits sont les plus affirmés, c'est-à-dire dans les bassins et vallées de "l'intérieur". Toutefois, nous pensons que l'espace abrité est par excellence la région de la faible pluviométrie annuelle et du maximum pluvial d'été. C'est pourquoi, les plateaux du nord-est de l'Aubrac, d'une grande partie nord de la Margeride, ainsi que du Livradois et du Velay intègrent, sans aucun doute, ce faciès.

Sans tomber dans des propos trop déterministes, il est évident que ce secteur apparaît comme un milieu favorable à la présence de l'homme. La Limagne représente l'archétype même de cette clémence. Plus que le niveau des températures, l'absence de précipitations récurrentes (réparties sur seulement 132 jours par an à Clermont (1951-80) dont une grande partie se produisant durant la saison chaude) convient à la plupart des spéculations agricoles. Même les secteurs d'altitude de la Planèze de St-Flour et des plateaux du Velay ont longtemps gardé une tradition agricole. Aujourd'hui encore, si cette orientation reste quelque peu marginale, la culture de la lentille autour du Puy et dans les Monts du Devès se pratique jusqu'à 1 200 mètres d'altitude ! Cependant, le revers de la médaille est une plus grande

sensibilité aux temps forts, il est incontestable que les milieux de vallées et de bassins, parfois fortement humanisés apparaissent bien plus vulnérables que les montagnes de l'ouest.

- **Le climat méditerranéen n'occupe qu'une place restreinte au sein du Massif central**, et couvre essentiellement le flanc méridional des Cévennes. Plus au nord, à partir de la ligne de crête, les extrêmes pluviométriques saisonniers, sécheresse estivale et abondance automnale, s'amortissent plus ou moins rapidement. Si les Cévennes correspondent à la région française la plus affectée par l'occurrence des temps forts pluviométriques, seuls un petit nombre d'entre eux engendrent des phénomènes excessifs sérieux. La situation peut, en revanche, devenir plus grave dans les bas pays, en direction de la vallée du Rhône et dans la plaine languedocienne, où les événements hydro-météorologiques touchent un plus grand nombre d'habitants. Les plus grosses crues qui se sont déroulées dans le Languedoc durant le 20^{ème} siècle ont ainsi concentré un maximum de victimes des basses vallées cévenoles à la plaine littorale (Antoine *et al*, 2001).

- **Les secteurs de transition** sont en quelque sorte inclassables, puisque aucun caractère climatique franc (océanique, continental, méditerranéen) ne s'affirme. Ces espaces sont susceptibles de recevoir des influences antinomiques et concourent ainsi à leurs altérations : les ambiances subissant des mutations peu à peu mesurables et ressenties. L'individualisation de ces marges peut être fluctuante et dépend évidemment des indices utilisés et des seuils retenus ; elles apparaissent sur la figure 15 et sont plus ou moins étalées. La vigueur du relief explique le passage entre les faciès océanisé et d'abri à l'est des monts d'Auvergne. Comme cela a été constaté précédemment, nous observons sur une distance restreinte une diminution rapide des cumuls associée à un changement radical de régime. Abrités derrière les lourdes croupes de la montagne limousine, la Marche orientale et les Combrailles ménagent, en revanche, de manière beaucoup plus lente ces mêmes transitions. Enfin, la marge méditerranéenne apparaît sur le rebord sud-est du Massif, associée à des influences océaniques à l'ouest du Mont Lozère, et continentales d'abri à l'est de cette même montagne.

La localisation des faciès climatiques constitue sans nul doute une étape essentielle dans la reconnaissance des temps forts. A l'issue de cette classification, nous savons que les Monts d'Auvergne et les Cévennes sont les secteurs susceptibles de recevoir les averses les plus copieuses. De même, l'analyse des régimes nous a permis, tout en authentifiant les caractéristiques et les transitions climatiques, de repérer quelles pouvaient être les périodes favorables à leurs apparitions. Le cadre climatique mis en place, nous pouvons à présent quantifier plus précisément les temps forts affectant l'Auvergne.

2. Les temps forts pluviométriques : quand les précipitations dépassent 50 mm en 24 heures

L'inventaire que nous avons réalisé est issu de deux sources différentes. Les données entre 1960 et 1980 proviennent d'une publication mensuelle de la Météorologie Nationale, qui s'intitulait « relevés mensuels pluviométriques en France métropolitaine ». Ce document, très complet, reportait tous les relevés pluviométriques quotidiens saisis par les observateurs départementaux des stations du réseau de la Météorologie. Ce document ayant cessé de paraître au 1^{er} janvier 1981 et n'ayant pas été remplacé, nous avons pour compléter notre étude consulté la fameuse « banque pluvio », qui fut gracieusement mise à notre disposition par le centre interrégional de Météo-France de Lyon.

Afin d'obtenir des résultats corrects, il nous a fallu procéder à un choix judicieux, mais difficile, des postes. Trois grandes raisons nous ont poussé à en éliminer un certain nombre :

- Le manque de sérieux de la part de certains observateurs, n'ayant pas toujours noté quotidiennement les valeurs (cumuls parfois notés sur 48 ou 72 heures), a rendu certaines séries peu fiables.
- Certains postes ont connu de trop longues coupures dans les observations (supérieures à cinq ans) ; il était donc impossible d'en tirer des statistiques.
- Enfin, de nombreux postes ont été déplacés, parfois à une distance trop importante par rapport à leur emplacement initial ; les ambiances mesurées sont ainsi profondément modifiées par le changement de site.

Partant d'un nombre assez élevé, nous arrivons à une liste plus réduite de 73 postes, se répartissant comme suit : 20 postes dans l'Allier, 20 dans le Cantal, 18 dans le Puy-de-Dôme et 15 dans la Haute-Loire (localisation des postes en annexe). Si ces séries offrent une certaine fiabilité, il reste néanmoins d'inévitables lacunes. Ainsi, on comptabilise encore suivant les stations de 0 à 3% de valeurs manquantes. Ce chiffre est malheureusement supérieur avec 5% à Picherande, et avec 12,5% aux Estables, stations que nous avons, malgré tout, retenues, en raison de leur situation. De même, les chiffres provenant de St-Anthème doivent être pris avec la plus grande précaution, car à partir de 1991, le changement d'emplacement stationnel, important, a manifestement entraîné une rupture dans l'homogénéité de la série pluviométrique. Là encore, il nous a semblé bon de conserver les données émanant de ce poste, vu le faible nombre de stations existant dans la montagne forézienne.

2.1. La sélection d'un seuil

Etablir un seuil au-delà duquel un événement pluviométrique peut être qualifié d'intense constitue toujours un "casse-tête" difficile à résoudre ; son choix repose nécessairement sur une décision subjective. Certes, plusieurs chercheurs ont tenté de prouver objectivement, par le calcul, qu'à tel seuil pluviométrique répond une forte intensité, mais les résultats sont très divers, dépendant souvent des objectifs de recherche de chacun. Pour Balseinte (1966), il faut une pluie de 90 millimètres en 24 heures afin d'obtenir une crue digne d'attention dans les milieux montagnards ; mais d'après Doux (1993), 30 millimètres en 24 heures suffiraient dans une région comme la Normandie à générer inondations, glissements de terrain ou érosion des sols.

Les ingénieurs des différentes directions régionales de Météo-France ont également essayé de définir des seuils de précipitations dites « remarquables ». Une fois encore, les niveaux sont extrêmement variables allant sur 24 heures, pour l'Auvergne (1998), de 90 millimètres dans l'Allier, à 100 dans le Puy-de-Dôme et la Haute-Loire et 120 dans le Cantal ; pour les régions méditerranéennes (1996), les chiffres s'élèvent carrément à 190 millimètres, les pluies étant alors qualifiées de « diluviennes » par les météorologues. Toutefois, peu de précisions sont apportées pour justifier ces seuils, qui seraient vaguement fonction des traits climatiques des secteurs étudiés (1998, p.13). Nous apprenons simplement que les précipitations sont qualifiées de « diluviennes » lorsque des cumuls générés en quelques heures représentent la moitié ou plus de la normale annuelle. Le temps fort est toutefois mesuré ici non pas par sa valeur physique, mais par son occurrence statistique. Suivant cette logique, on pourrait également considérer comme intense tout événement pluviométrique de 24 heures, dont la durée de retour reste occasionnelle, supérieure à un pas de temps défini et assez long. Si cette méthode permet de dégager les épisodes exceptionnels, elle est difficilement applicable à une région fréquemment touchée par de fortes averses puisqu'elle obligerait à placer notre seuil à un niveau d'intensité franchement trop élevé.

Tous ces exemples prouvent que l'établissement d'un seuil n'est pas simple et ceci apparaît logique quand on songe que les effets induits par les précipitations (crues, glissements de terrains...) sont complètement tributaires de la topographie, de la nature et de l'occupation du sol... Bref, une même averse ne produira pas les mêmes effets selon les lieux. Amplifié et plus destructeur en milieu urbanisé, le ruissellement sera au contraire atténué sur un plateau karstique perméable. Le seuil d'intensité pluviométrique est donc extrêmement variable ; il

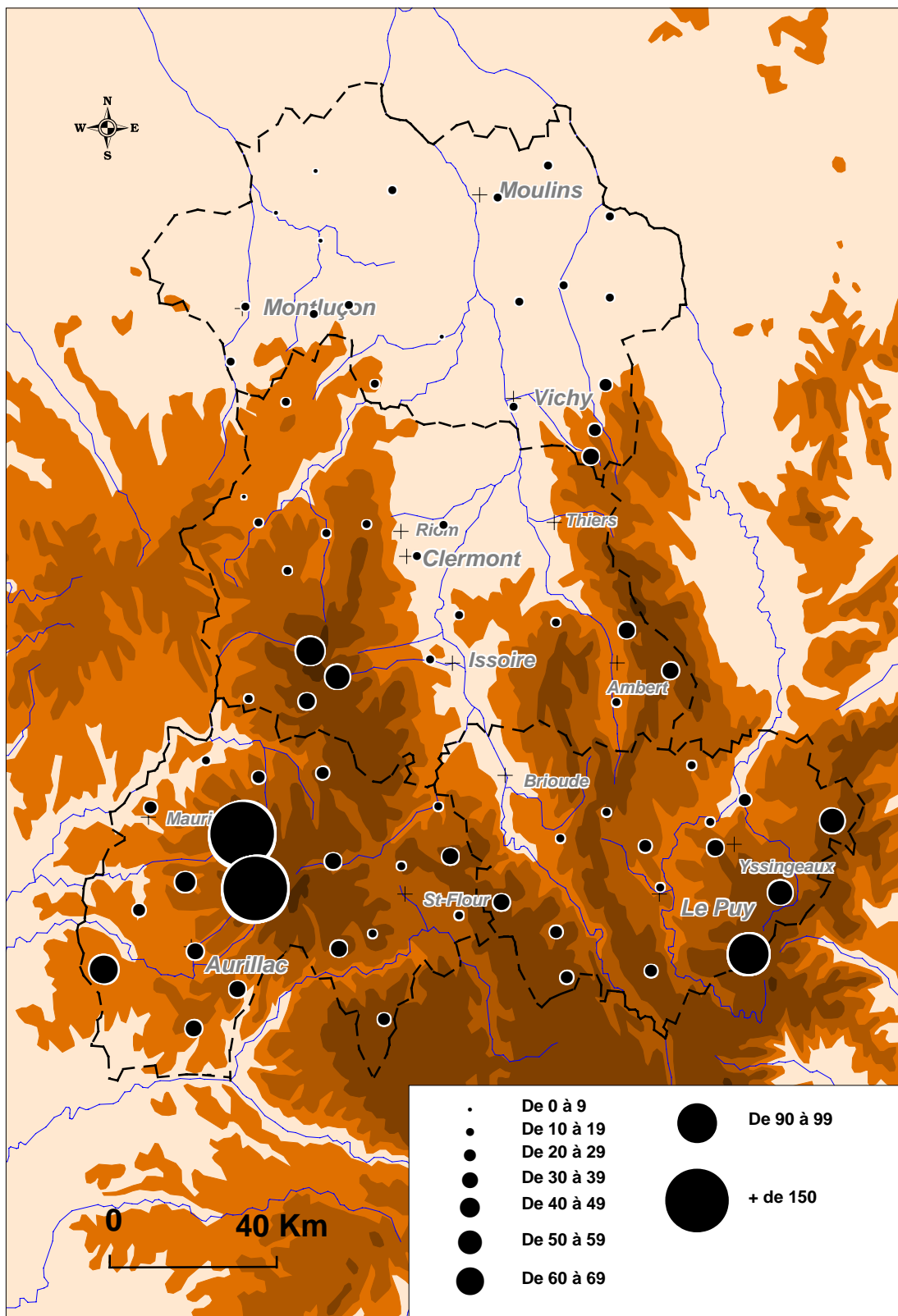


Figure 16 : Nombre de jours où les précipitations ont dépassé 50 millimètres en Auvergne entre 1960 et 1999 (cartographie : F.Jubertie, d'après données du bull. pluviométrique et de la banque pluvio).

n'existe pas de valeur fixe s'appliquant à tous les types d'espaces rencontrés au sein d'une région.

Il faut donc se rabattre sur un choix raisonné, l'essentiel étant d'utiliser une valeur que l'on peut juger comme importante, unique (afin de faciliter les comparaisons), et collant avec la variété climatique de l'Auvergne. En déterminant comme temps fort, toutes précipitations intenses atteignant ou dépassant 50 millimètres en 24 heures, nous pensons répondre à ce type d'objectif.

Construire une analyse avec un pas de temps inférieur à la journée est certes séduisant, mais très difficilement réalisable. La densité des stations automatiques livrant des données horaires est trop faible, sans compter que ces postes souffrent d'une implantation trop récente. Il est donc à la fois plus sage et plus intéressant de repérer des cumuls supérieurs à 50 millimètres sur 24 heures pendant quarante ans dans 73 postes plutôt que de connaître de fortes intensités horaires réservées à quelques stations et sur un laps de temps n'excédant pas dix ans.

2.2. Localisation et description des temps forts

La figure 16 fait apparaître deux espaces plus particulièrement exposés aux temps forts. Nous trouvons d'une part, au sud-est, les monts du Velay-Vivarais (Mézens, Meygal, Boutières) et surtout à l'ouest, le massif volcanique cantalien. Les deux stations de St-Jacques-des-Blats située dans la haute vallée de la Cère, et du Falgoux localisée au pied du Puy Mary dans la vallée du Mars, ont totalisé respectivement 203 et 183 jours de cumul pluviométrique atteignant au moins 50 millimètres. Dans le Massif du Mézens, même si le poste des Estables enregistre encore un chiffre honorable d'une centaine de jours, les totaux sont déjà plus faibles (51 jours au Mazet-St-Voy, 52 à St-Julien-Molhesabate) et restent assez loin derrière ceux rencontrés dans le Cantal.

A côté de ces deux pôles principaux apparaissent des foyers secondaires, sur le massif des Dore (Le Mont-Dore : 65 jours, Besse : 50 jours, Picherande : 38 jours), dans la Châtaigneraie cantalienne (St-Saury : 64 jours), dans le Forez et les Monts de la Madeleine (St-Anthème : 31 jours, Valcivières : 33 jours, La Guillermie : 32 jours) et enfin dans la Margeride (Auvers : 38 jours, Lastic : 33 jours). En dehors de ces secteurs, les autres stations réparties dans l'espace auvergnat ne franchissent jamais le seuil des 30 jours. C'est naturellement dans les régions les plus basses que les temps forts sont les plus rares, en particulier dans le centre et le nord-ouest du Bourbonnais où l'on note une fréquence inférieure à 10 jours (Cérilly, Chareil-Cintrat, Cosnes-d'Allier, Hérisson).

2.2.1. Le pôle océanisé cantalien

Cette distribution fait apparaître la suprématie du Cantal sur les autres régions. Le climat océanisé montagnard peut être le siège d'averses intenses, et cette constatation s'oppose, en partie, aux remarques formulées par Estienne (1956). Ce dernier précisait en effet que les chutes donnant plus de 50 millimètres en 24 heures ne constituaient en milieu océanisé qu'un pourcentage infime sur le nombre total de jours de pluie (seulement 1% sur le sommet du Puy-de-Dôme !). Le tableau n°4 reprend des résultats pris dans la thèse d'Estienne, et montre effectivement la faible fréquence des averses supérieures à 50 millimètres, sur trente années d'observations.

Stations	Périodes	Nombre d'averses recensées	Fréquence annuelle
Eymoutiers	1880-1909	8	0,27
Murat	1880-1909	14	0,47
Puy-de-Dôme	1880-1909	43	1,43
Tulle	1880-1909	27	0,90

Tableau 4 : Nombre d'averses supérieures à 50 millimètres (d'après Estienne, 1956).

On peut toutefois noter que l'ensemble des stations représentées sont situées, soit sur un plateau (Eymoutiers dans le Limousin) ou dans une vallée (Tulle dans la vallée de la Corrèze) à des altitudes modestes, soit dans un secteur déjà partiellement abrité (Murat, abrité par le massif du Cantal) ou mal exposé (comme le Puy-de-Dôme). Estienne (1956), en revanche, ne mentionne pas les postes situés sur le flanc ouest du massif cantalien, où l'on note sans nul doute une fréquence annuelle de temps forts bien plus importante (tableau 5).

Stations	Période	Nombre d'averses recensées	Fréquence annuelle
Le Falgoux	1960-1989	140	4,7
St-Jacques-des-Blats	1960-1989	153	5,1

Tableau 5 : Nombre d'averses supérieures à 50 millimètres sur le versant occidental du Cantal.

D'autres villages offriraient des occurrences voisines (Mandailles dans la vallée de la Jordanne, Le Fau dans la vallée de l'Aspre), malheureusement les séries pluviométriques sont incomplètes et ne sont pas utilisables. De la même manière, depuis le début de son

exploitation, la station automatique de Super-Besse, dans le Massif des Dorez, enregistre des chutes copieuses, comparables à St-Jacques-des-Blats, mais les observations sont encore trop récentes pour être utilement étudiées.

2.2.2. Le pôle vivaro-vellave

Le foyer vivaro-vellave correspond au prolongement septentrional de l'ensemble cévenol ; comme nous l'avons mentionné, le massif du Mézenc se situe déjà en marge du climat méditerranéen, ceci expliquant une répétition de temps forts plutôt modérée. Le tableau 6 opère une comparaison entre les fréquences annuelles observées du Mézenc aux Bouttières et celles notées par Paul (1969) dans le Vivarais méridional.

Station	Période	Fréquence annuelle
Barges (massif du Devès)	1960-1969	0,4
St-Julien-Molhesabate (massif des Bouttières)	1960-1969	0,9
Le Mazet-St-Voy (massif du Meygal)	1960-1969	1
Les Estables (massif du Mézenc)	1960-1969	2,4
Issarlès (massif du Gerbier)	1957-1966	2,5
Cros-de-Géorand (massif du Gerbier)	1957-1966	5,4
Mazan-L'abbaye (nord du massif du Tanargue)	1957-1966	7,5
Mayres (vallée de l'Ardèche)	1957-1966	11
Loubaresse (massif du Tanargue)	1957-1966	13,8

Tableau 6 : Nombre d'averses supérieures à 50 millimètres dans le Velay oriental et le Vivarais (fréquences 1957-1966 établies par Paul, 1969)

On constate une rapide progression des occurrences au fur et à mesure que l'on pénètre dans le milieu méditerranéen. Le total des Estables, déjà important pour l'Auvergne, fait pâle figure en comparaison de ceux enregistrés dans le massif du Tanargue, en particulier avec celui de Loubaresse, qui s'approche probablement des records français. D'autres chiffres nous sont proposés par Estienne (tableau 7) et permettent d'élargir notre comparaison à l'ensemble des Cévennes.

Stations	Périodes	Fréquence annuelle
Aigoual	1910-1939	12
Genolhac (massif du Lozère)	1910-1939	7,8
Valleraugue	1910-1939	9,1

Tableau 7 : Nombre d'averses supérieures à 50 millimètres de l'Aigoual au Lozère (d'après Estienne)

Une fois encore, nous remarquons que les temps forts se montrent en moyenne bien plus souvent qu'autour des Estables. Les massifs de l'Aigoual et du Lozère n'apparaissent toutefois pas aussi affectés que le Tanargue.

2.3. Origines météorologiques des temps forts

Les différents travaux qui ont été conduits jusqu'à présent ont déjà largement démontré quelles pouvaient être les origines météorologiques des temps forts intéressant les Monts d'Auvergne et la montagne vivaro-vellave. Même si le suspense n'est plus de mise, une identification précise restait encore à réaliser. Nous avons mené cet exercice par le dépouillement des cartes des champs de pression au sol et en altitude (niveau 500 hPa) qui ont été publiées sous différentes formes par la Météorologie Nationale. Nous avons utilisé les Bulletins Quotidiens d'Etudes (BQE) entre 1960 et 1975 ; les norvégiennes provenant des Bulletins Hebdomadaires d'Etudes et de Renseignements (BHER) nous ont servi à analyser les situations depuis 1985 ; enfin d'autres sources, comme les Bulletins Météorologiques Européens et les réanalyses provenant du NCEP (*National Center for Environmental Prediction*), consultables sur le site Internet du *Wetterzentrale*, nous ont permis de travailler sur la période comprise entre 1976 et 1985.

Seules, les stations les plus affectées ont été retenues. Les résultats des postes situés à basse altitude ne sont pas exposés, mais le nombre restreint d'événements démontre déjà l'absence d'influences marquantes océanique ou méditerranéenne. Après vérification, nous avons effectivement constaté que la majorité des temps forts était liée à des phénomènes orageux. Nous avons, en revanche, pris en compte les ensembles secondaires comme la Margeride et le Forez.

Dans notre présentation, ont été isolés six grands types de systèmes pluvio-gènes : OC, correspond aux systèmes océaniques ; OF regroupe les phénomènes et les fronts orageux ; OC/OR correspond à des perturbations se déplaçant dans une circulation d'ouest nette, mais

où l'apport convectif reste probable ; nous avons nommé CM, les temps forts combinant plusieurs types de précipitations (soient océaniques-cévenoles ou orageuses-cévenoles) ; CE, est réservé aux cas où les pluies sont uniquement cévenoles ; enfin, RE s'applique aux retours d'est qu'ils aient une origine méditerranéenne ou non.

2.3.1. Des distributions inégales

Les temps forts se produisant sur la montagne auvergnate (figure 17) sont pour une bonne part issus des systèmes océaniques. Ceux-ci constituent 70 à 80 % des épisodes à St-Jacques, à Besse et au Falgoux ; ils sont moindres au Mont-Dore avec seulement 51 %. Arrivant en deuxième position, les temps forts orageux représentent de façon surprenante 15 à 20 % de l'ensemble et même 37 % au Mont-Dore. Si l'on ajoute les cas « litigieux » (OC/OR), les totaux gonflent encore de 2 à 3 %. Enfin, les deux types restants (CM et RE) ne se sont que rarement manifestés, arrivant péniblement à 2 ou 3 %. Aucun retour d'est n'a même été dans la capacité de générer de fortes précipitations à Besse en 40 ans !

Fort logiquement, les origines divergent totalement dans le massif vivaro-vellave. La figure 18 est en quelque sorte le négatif de la 17, puisqu'on y découvre l'absence totale d'épisodes ayant une quelconque affinité océanique (OC et OC/OR), au contraire des systèmes cévenols (CE) qui sont responsables de 65 à 80 % des temps forts. Les orages intenses, non associés à des épisodes méditerranéens, sont encore assez nombreux avec un total de 15 à 35 %, tandis que les retours d'est affichent une valeur inférieure, avec à peine 10%, leur présence étant toutefois plus assurée que dans les Monts d'Auvergne.

Sur les plateaux de la Margeride, du Forez et de la Madeleine, les temps forts océaniques et méditerranéens ne sont pas aussi prépondérants (figure 19), situation qui paraît normale pour des espaces correctement abrités. Les phénomènes orageux ont par conséquent tendance à dominer.

Plus précisément, nous remarquons que la répartition des épisodes est la mieux partagée à St-Anthème et à Valcivières, dans le massif du Forez, puisque les systèmes océaniques, orageux et combinés offrent respectivement 40%, 20 à 35% et 20 à 25% des temps forts. Dans la Margeride (Auvers) et la Madeleine (La Guillermie) les temps forts orageux prédominent, en revanche, plus nettement, en particulier à la Guillermie où ils représentent près de 70 % du total, alors qu'Auvers n'en compte « que » 55 % ; les épisodes océaniques sont en corollaire peu nombreux ; les épisodes combinés restent également très discrets à La Guillermie (à peine plus de 10 %) et apparaissent un peu plus fréquemment à Auvers (autour de 30 %). Enfin,

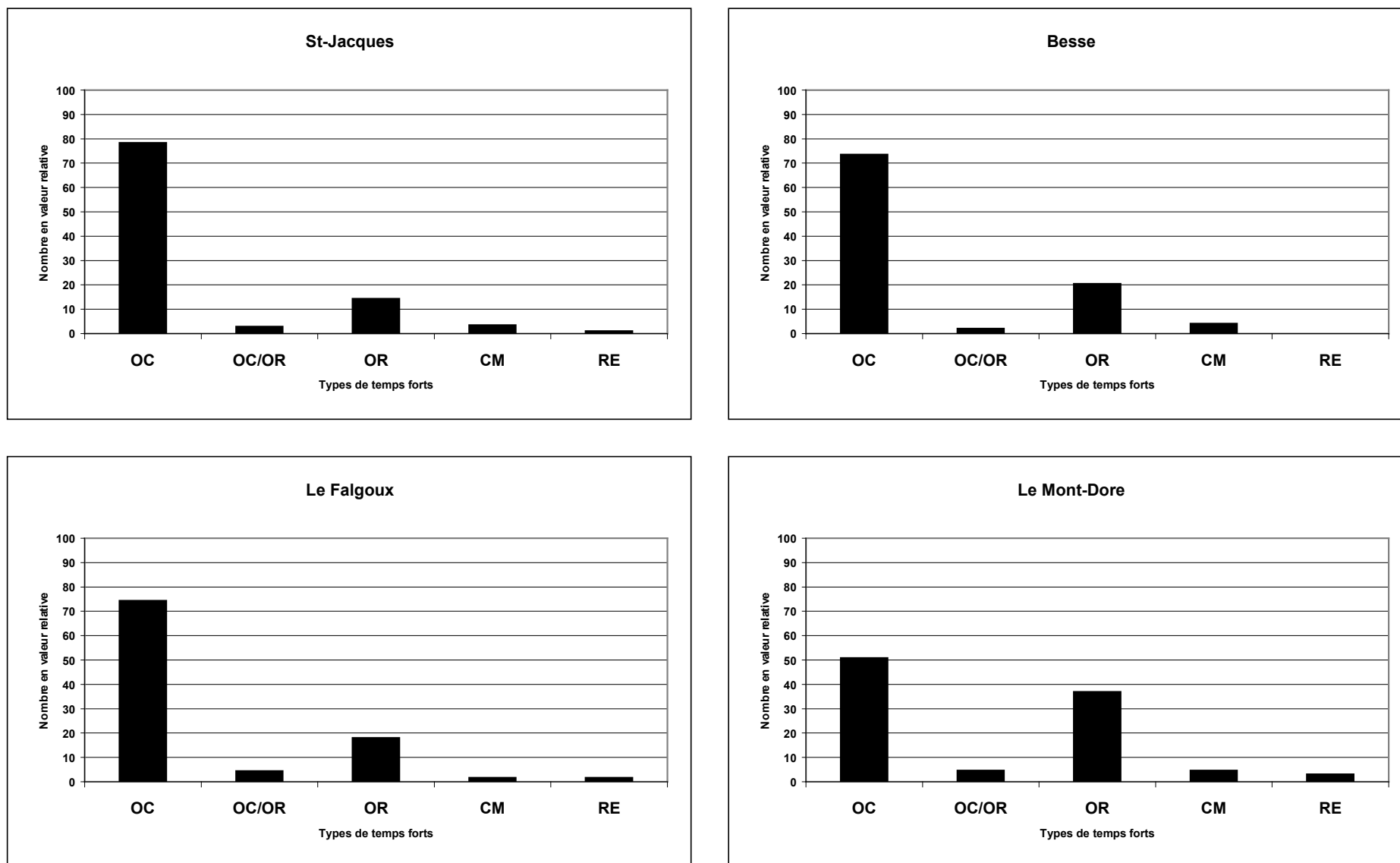


Figure 17 : Les types de temps forts affectant la montagne auvergnate (en valeur relative par épisodes).

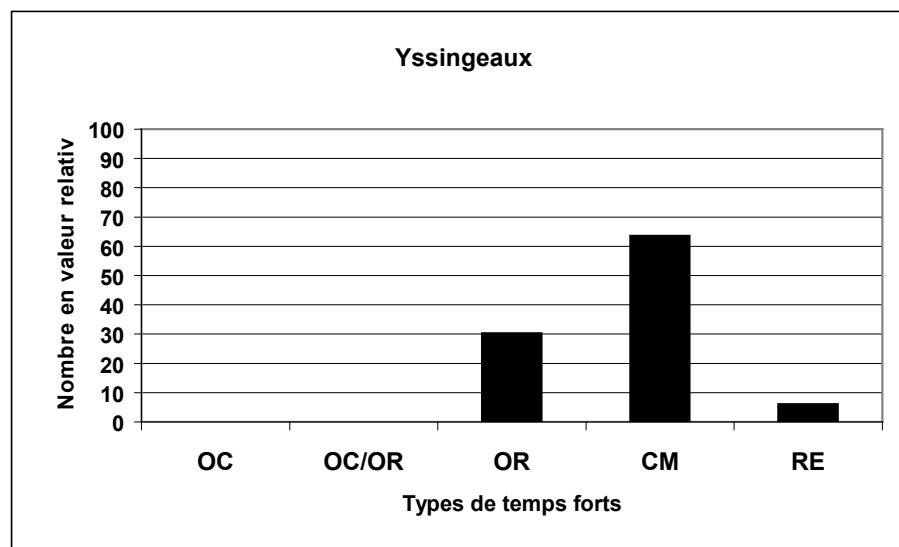
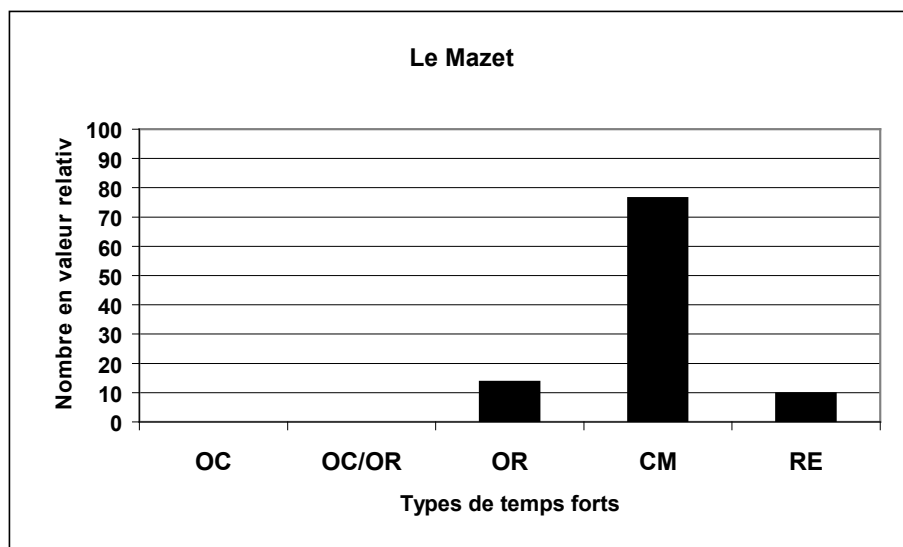
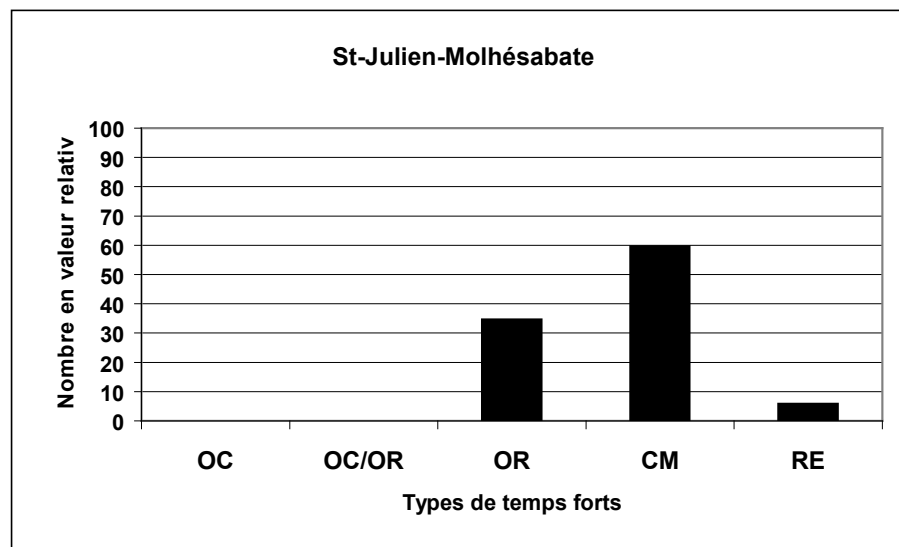
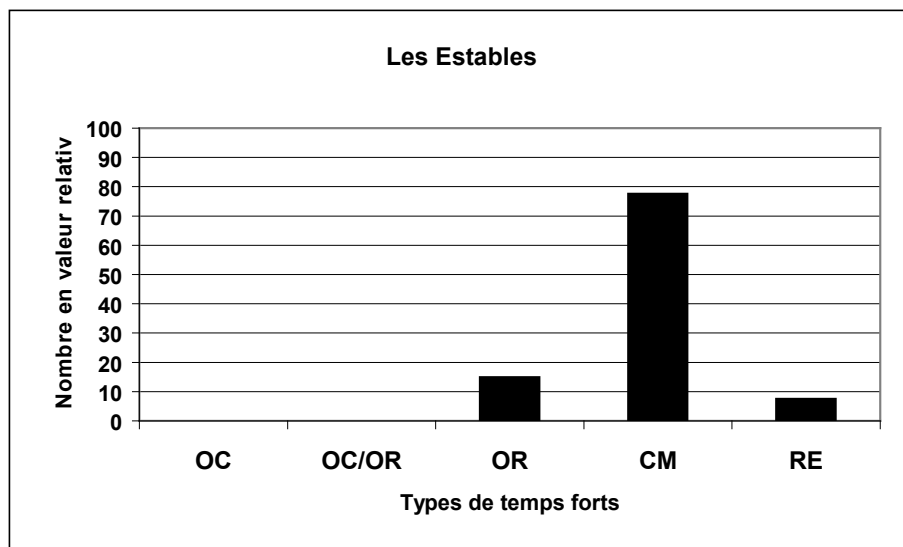


Figure 18 : Les types de temps forts affectant la montagne vivaro-vellave (en valeur relative par épisodes).

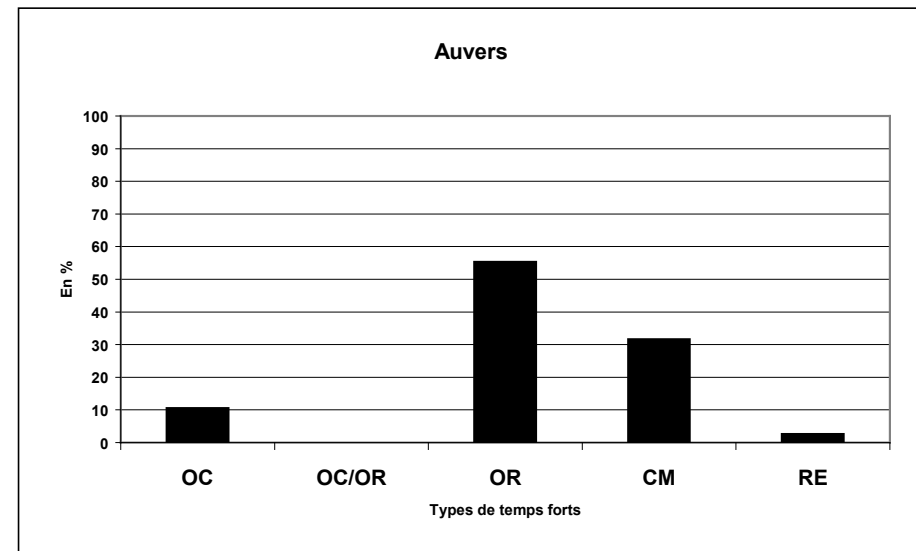
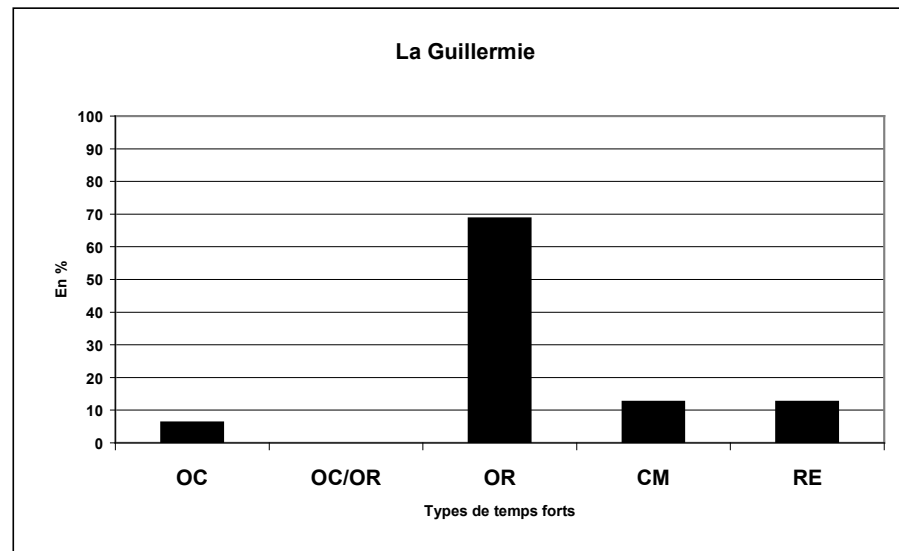
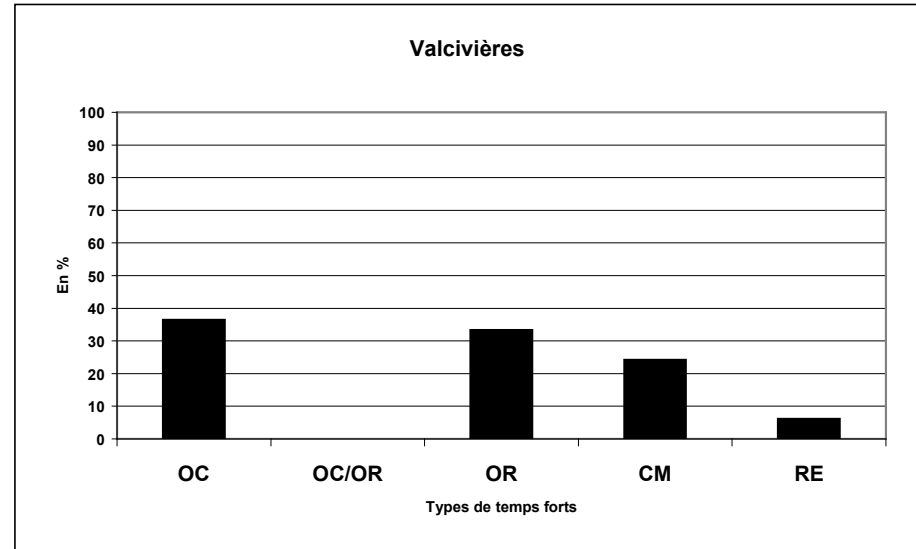
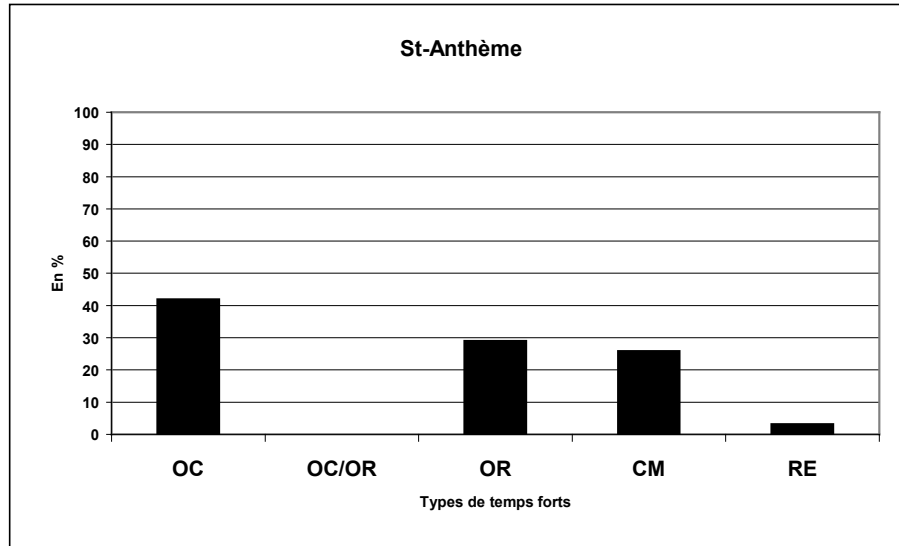


Figure 19 : Les types de temps forts affectant les massifs du Forez et de la Margeride.

nous remarquons toujours la faible représentation des retours d'est, qui affichent au mieux une fréquence de 10% à la Guillermie.

2.3.2. Le cas des phénomènes orageux

Un développement consacré aux phénomènes orageux nous paraissait judicieux. A l'échelle de l'Auvergne, il est clair que ce type de système possède une importance capitale dans la production des temps forts, non seulement en plaine, où ils ont un caractère quasiment exclusif (toutefois, ils restent peu nombreux), mais aussi en montagne (et dans tous les massifs) où ils occupent une place finalement non négligeable. De plus, l'existence de statistiques sur le foudroiement ouvre aujourd'hui de nouvelles et prometteuses perspectives sur la quantification spatiale du phénomène orageux au niveau régional. Nous ne pouvions laisser passer l'opportunité d'exploiter de telles données.

La figure 20, établie par la société Météorage, tire le bilan d'une dizaine d'années de mesure de la foudre en Auvergne et dans les départements limitrophes. Avant l'apparition de ces informations (en 1987), l'activité orageuse d'une région était définie exclusivement par son niveau kéraunique, c'est-à-dire par le nombre de jours où le tonnerre avait été entendu. Ce témoignage était en grande partie réalisé par les bénévoles de la Météorologie Nationale. Toutefois, il paraît évident que les orages étaient plus facilement audibles dans les stations situées en milieu rural que dans celles implantées en pleine zone urbaine ou proches d'un aéroport. De plus, il était impossible d'en déterminer l'ampleur : un simple coup de tonnerre entendu dans le lointain ou une succession d'éclairs passant près de l'observateur étaient comptabilisés de la même façon.

Le système mis en place par Météorage permet, au contraire, de connaître exactement le nombre d'impacts de foudre au sol sur un lieu précis ; une spatialisation à échelle fine (inférieure au kilomètre) est alors réalisable. La carte des impacts est dressée grâce à la particularité de la foudre. En effet, chaque éclair nuage-sol émet une onde radio, dans une bande de fréquence de 1 à 500 kHz, enregistrée par un réseau de capteurs qui transmet ces données vers un centre de traitement. Par calcul, on en déduit les caractéristiques des impacts (polarité, intensité, nombre d'arcs en retour), l'instant précis de leur arrivée, ainsi que la localisation précise. Au bout de plusieurs années, les espaces les plus foudroyés, donc logiquement les plus affectés par des phénomènes convectifs, sont alors bien repérés.

On peut toutefois se demander si ces statistiques ne reflètent pas la sensibilité de certains secteurs à attirer la foudre, comme les espaces montagnards, topographiquement plus proéminents. Nous considérons cette hypothèse comme peu probable : si nous prenons

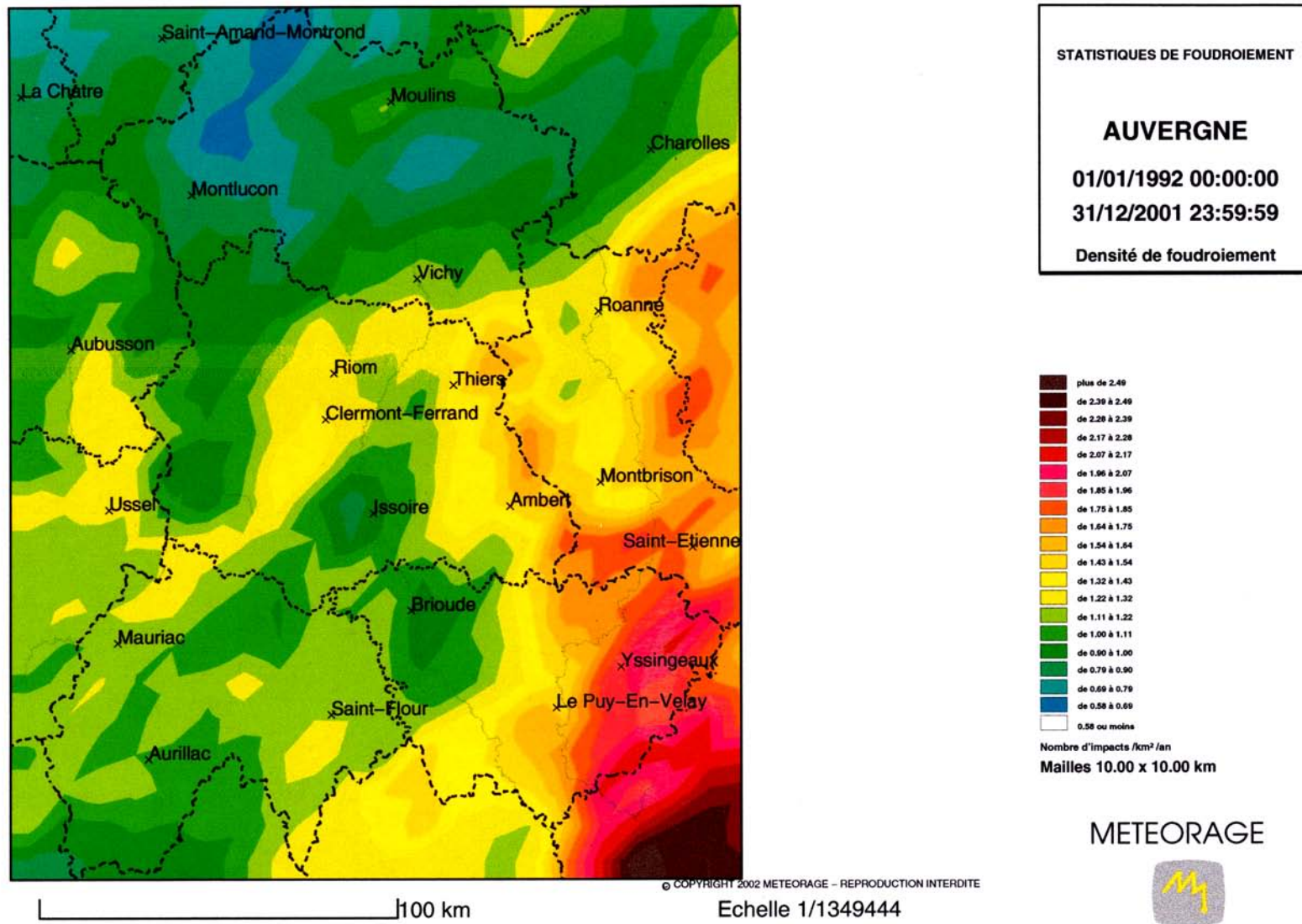


Figure 20 : Densité de foudroiement (nombre d'impacts / km² / an) établi pour l'Auvergne du 1er janvier 1992 au 31 décembre 2001 inclus

l'exemple du massif du Cantal, nous devrions trouver des densités croissantes depuis le bas des versants jusqu'à la partie centrale, or la figure 20 ne traduit absolument pas cette situation.

Les statistiques pour la région Auvergne sont le résultat de mesures effectuées du 1^{er} janvier 1992 au 31 décembre 2001. On peut observer que les densités de foudroiement (nombre d'impacts/km²/an) ont été, durant cette période, très inégalement réparties. Une logique de croissance semble toutefois se dessiner du nord-ouest du Bourbonnais (des confins du Cher et de la Nièvre, au nord de Montluçon) où l'on note entre 0,58 et 1 impact/km²/an ; jusqu'au Velay oriental où sont enregistrés entre 1,75 et 2,17 impacts dans le pays du Mézenc.

Pour autant, cette vision très schématique ne doit pas occulter une répartition, complexe, échappant parfois à la disposition du relief. On peut ainsi noter que les densités sur les Monts d'Auvergne et les limagnes oscillent dans une fourchette de 0,90 à 1,43 impact/km²/an, les pays d'Issoire et de Brioude enregistrant des densités un peu plus faibles avec seulement 0,79 à 1 impact/km²/an. Des taux bien supérieurs auraient pu être attendus dans les bassins intérieurs réputés surchauffés en été, en particulier dans l'agglomération clermontoise où se superposent les îlots de chaleur urbain. Il faut croire que les facteurs thermiques locaux n'influent pas sérieusement sur des conditions d'instabilité qui s'établissent en général à une échelle plus vaste.

Cette similitude des valeurs entre les bassins des limagnes et les massifs occidentaux nous est confirmée par l'inventaire du nombre de temps forts orageux que nous avons réalisé par analyse des situations météorologiques. On découvre ainsi (tableau 8), que si les épisodes océaniques sont, en valeur absolue, largement majoritaires à St-Jacques-des-Blats, au Falgoux et au Mont-Dore, les temps forts orageux (29 jours à St-Jacques, 33 au Falgoux et 24 au Mont-Dore) restent supérieurs à ceux enregistrés à Clermont et Vichy (11 jours). Ceci démontre que les phénomènes convectifs ne doivent pas, dans la montagne auvergnate, être sous-estimés ; ils sont simplement moins remarquables que dans les bassins intérieurs car ils prennent plus rarement une allure excessive.

	N. total d'épisodes > à 50 mm	OC	OR	OC/OR	CM	RE
St-Jacques-des-B.	203	159	29	6	7	2
Le Falgoux	183	136	33	8	3	3
Le Mont-Dore	65	33	24	3	2	3
Clermont-Fd	13	0	11	0	1	1
Vichy	12	0	11	0	1	0

Tableau 8 : Comparaison du nombre de temps forts orageux entre la montagne auvergnate et les bassins « intérieurs »

Le nombre moyen d'impacts connaît dans le Puy-de-Dôme et la Haute-Loire, à l'est de l'Allier, une augmentation sensible et rapide. A l'inverse des monts d'Auvergne et des bassins des limagnes, l'activité orageuse se calque, ici, presque parfaitement sur les montagnes. Trois taches, visibles sur la figure 19, apparaissent à la limite des départements de la Loire et du Puy-de-Dôme. La plus septentrionale matérialise les monts de la Madeleine, les deux autres, au nord-est et sud-est d'Ambert, correspondent au massif du Forez ; une extension se note toutefois à plus basse altitude dans la région de St-Etienne. Une activité intense apparaît également, à la frontière des départements de la Loire et du Rhône, sur les monts du Beaujolais.

A l'est de la Loire, le Velay concentre les plus fortes densités de foudroiement pour l'Auvergne et se situe en marge d'un foyer particulièrement actif localisé plus au sud. Cette situation est liée aux systèmes cévenols qui intègrent souvent les cellules convectives les plus puissantes, comme, par exemple, les formations en « V » (*cf. infra* chap.5). La figure 21, extraite de la carte du Languedoc-Roussillon, nous montre que l'ensemble des Cévennes est exposé. Comme pour la pluviométrie, les valeurs maximales se localisent sur les versants méridionaux des massifs du Tanargue, du Lozère, et de l'Aigoual. Les densités sont comprises entre 2,09 et 2,77 impacts/km²/an constituant, ainsi, les records au niveau national.

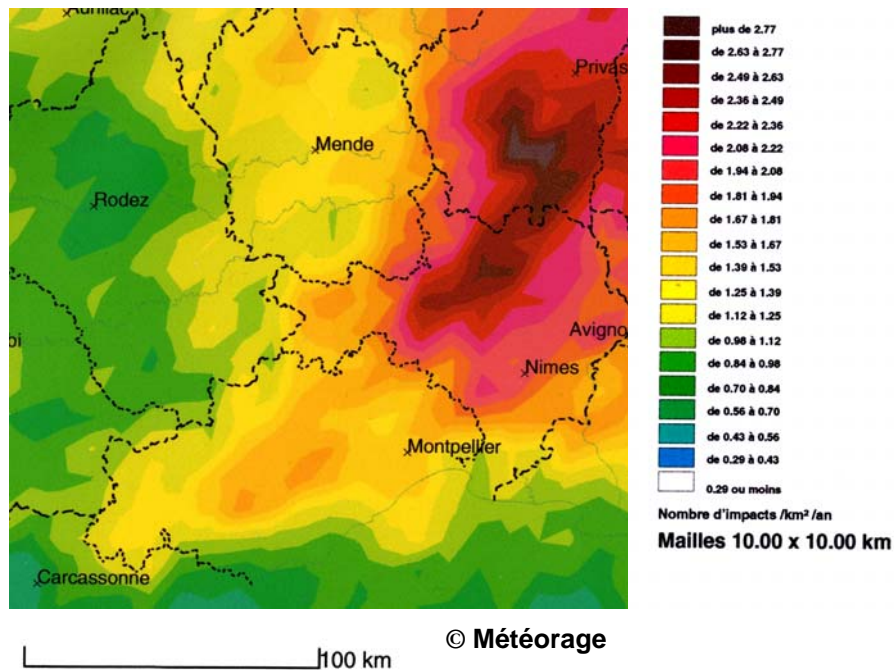


Figure 21 : Densité de foudroiement sur le massif cévenol (du 01/01/1993 au 31/12/2002)

Les records nationaux de foudroiement reviennent à la montagne cévenole et, comme pour la pluviométrie, nous remarquons que les valeurs maximales se situent sur le versant méridional des massifs du Tanargue, du Lozère et de l'Aigoual.

A défaut d'un apport direct sur la quantification des temps forts orageux, ces cartes des densités de foudroiement nous ont renseigné précisément sur les espaces pouvant être potentiellement affectés par ceux-ci.

- Nous avons montré que les phénomènes convectifs ne sont pas dans les secteurs de plaine (Bourbonnais) et de bassins (Limagne) nécessairement plus nombreux qu'en montagne (monts d'Auvergne, Margeride, Forez). Ceci explique du coup la médiocre occurrence des fortes averses orageuses (plus de 50 millimètres) relevées par exemple dans la région clermontoise comparativement aux Monts d'Auvergne. Les effets sont, en revanche, très différents selon les vulnérabilités...
- D'autre part, il s'avère que la répartition moyenne des orages, à une échelle encore plus fine, ne coïncide pas toujours avec les particularités géographiques locales. Les bassins et l'urbanisation n'ont visiblement pas d'effet d'amplification de l'instabilité aérologique, malgré la présence des sources de chaleur dans les basses couches de l'atmosphère.

Enfin, cette carte montre très clairement l'emprise spatiale des systèmes cévenols qui correspond très concrètement au foyer de fortes activités de foudroiement, bien concentré sur la montagne vivaro-vellave.

Les résultats présentés ici prouvent que la répartition des orages relève de facteurs complexes. Selon les lieux concernés et selon les situations météorologiques envisagées, le phénomène orageux semble avoir une dépendance plus ou moins lointaine avec le relief. Ce rôle, parfois secondaire, de la topographie et de l'exposition explique que les temps forts sont susceptibles de se manifester, plus ou moins fréquemment, sur n'importe quel secteur de l'Auvergne.

2.4. Dynamiques temporelles et fréquence par classe d'intensité

Ce paragraphe ne doit pas être considéré comme une sorte de « fourre-tout » fait d'analyses disparates et secondaires. Nous avons au contraire regroupé nos idées autour de deux thématiques, l'une traitant de la dynamique temporelle des temps forts et l'autre examinant leurs fréquences par classes d'intensités.

2.4.1. Rythmes saisonniers

La distribution mensuelle des temps forts, entre 1960 et 1999, s'est logiquement calquée sur les régimes pluviométriques propres à chaque faciès climatique.

La figure 22 montre que la majorité des grosses chutes se sont produites, pour la montagne océanique auvergnate, d'octobre à décembre, période où les normales de précipitations mensuelles sont effectivement élevées ; le total le plus important a été noté en décembre pour toutes les stations avec, par exemple, 47 cas à St-Jacques et 32 au Falgoux. La baisse des effectifs observée à partir de janvier à St-Jacques et à Besse, et entre janvier et février au Falgoux et au Mont-Dore, apparaît plus surprenante, le début de l'année restant une période encore très arrosée. La cause de cette baisse est à rechercher probablement dans l'inégale efficacité pluviométrique des ondes océaniques. L'apport pluvial est logiquement plus important d'octobre à décembre lorsque les eaux de l'Atlantique sont encore relativement tièdes ; en revanche de janvier à mars, si la fréquence des perturbations demeure importante, l'océan délivre moins de vapeur d'eau et les averses sont moins abondantes.

Le reste de l'année n'est pas exempt de temps forts ; et même si l'été correspond à une période de calme relatif, quelques événements ont tout de même été comptabilisés (en particulier en août au Falgoux avec onze épisodes).

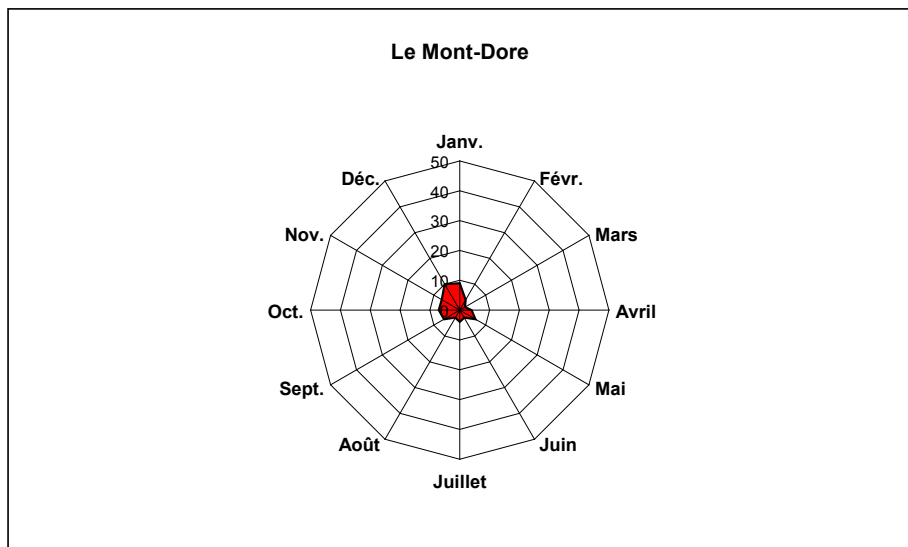
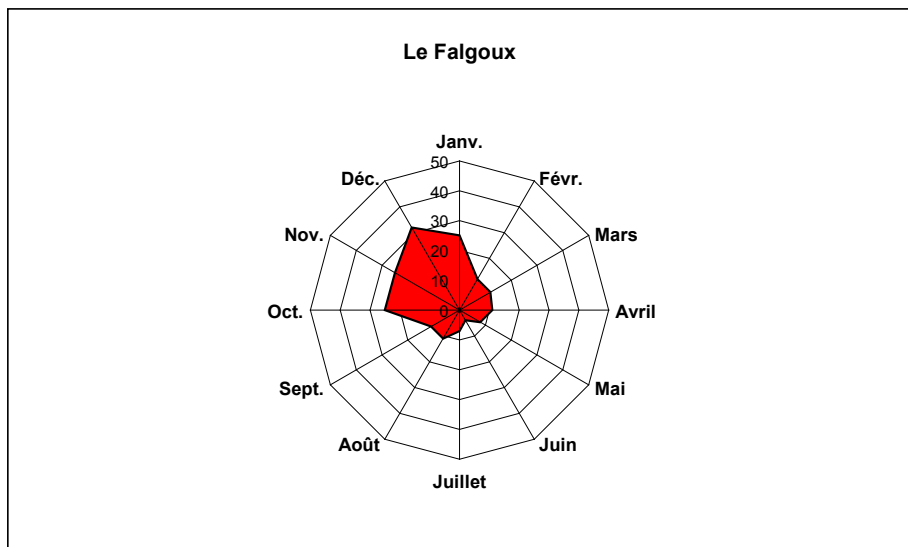
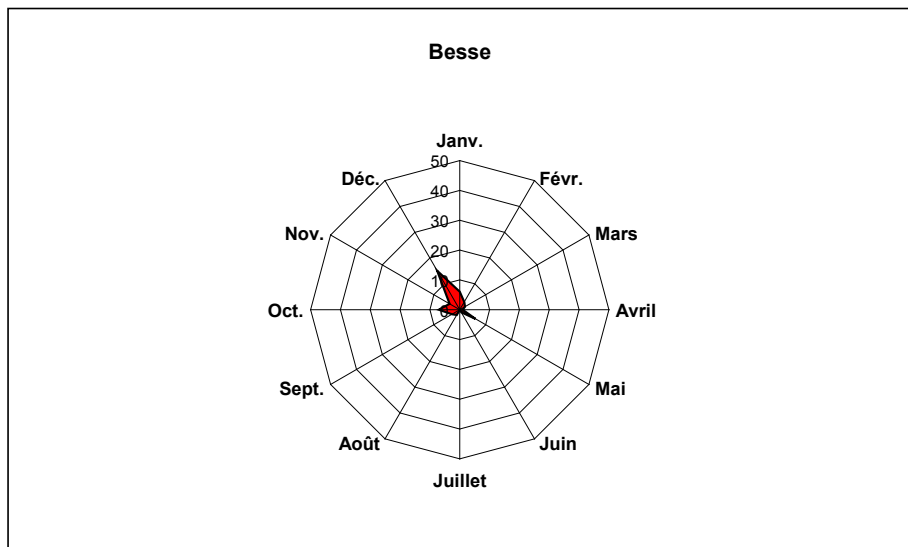
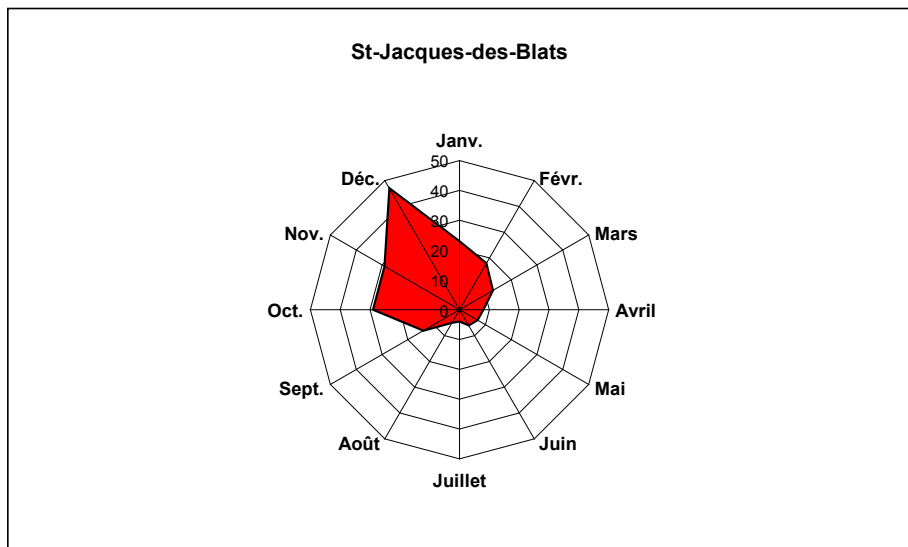


Figure 22 : Distribution mensuelle des temps forts pluviométriques (supérieur ou égal à 50 mm en 24 h) dans la montagne océanisée auvergnate (Tx : 1960-1999).

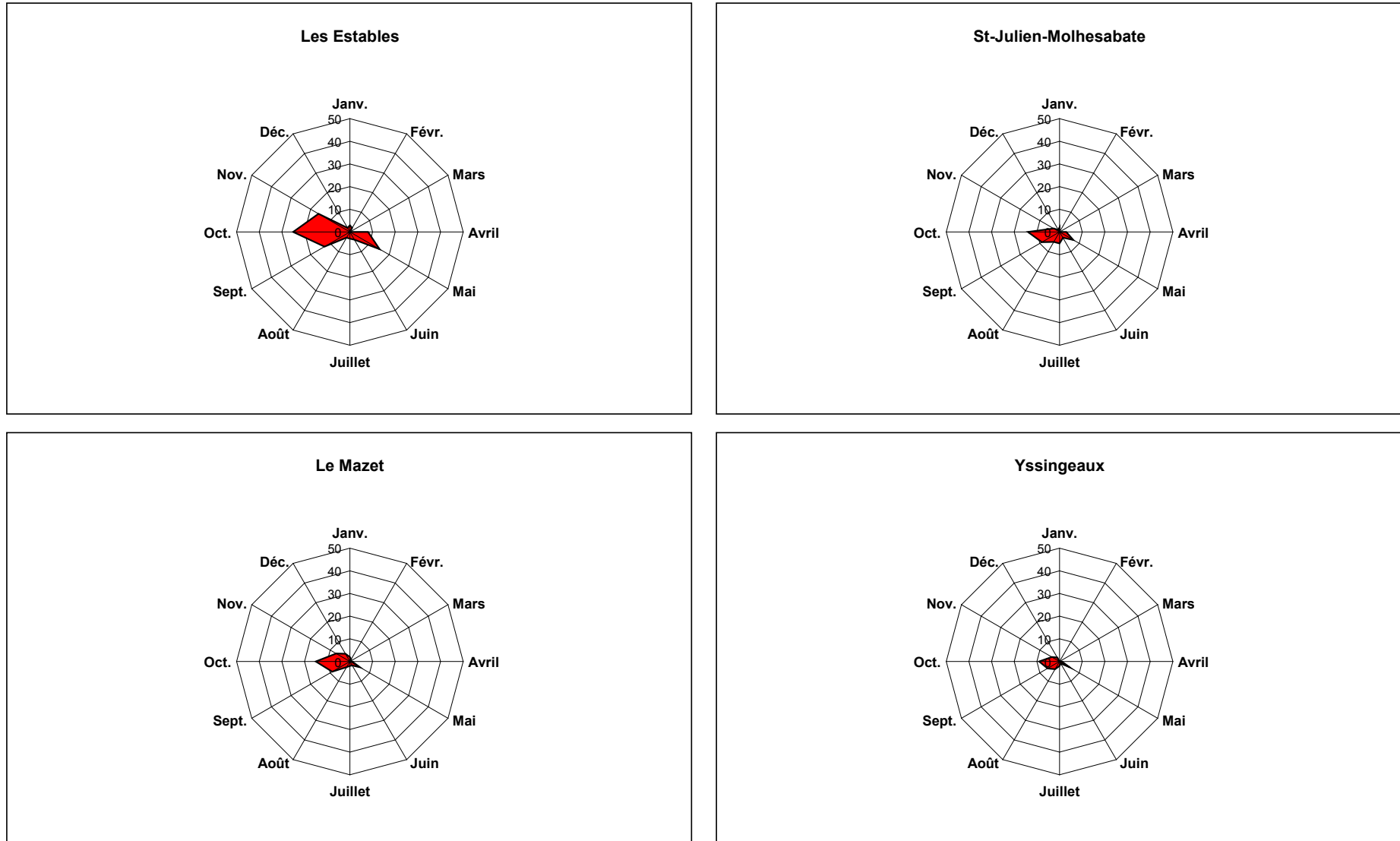


Figure 23 : Distribution mensuelle des temps forts pluviométriques (supérieur ou égal à 50 mm en 24 h) dans la montagne vivaro-vellave.

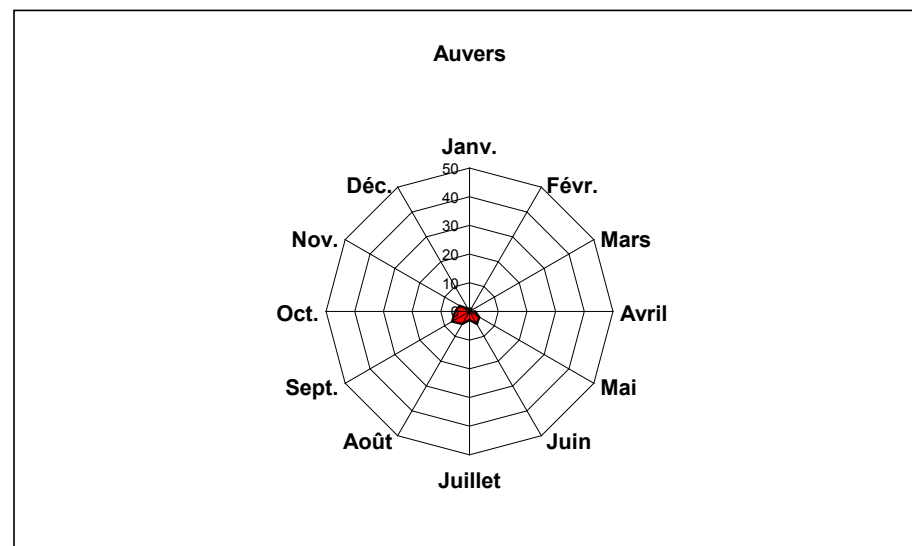
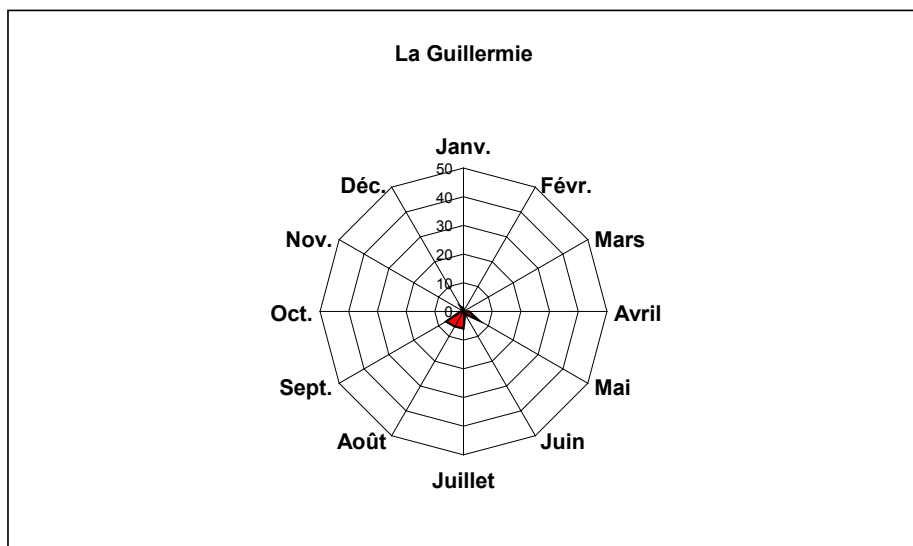
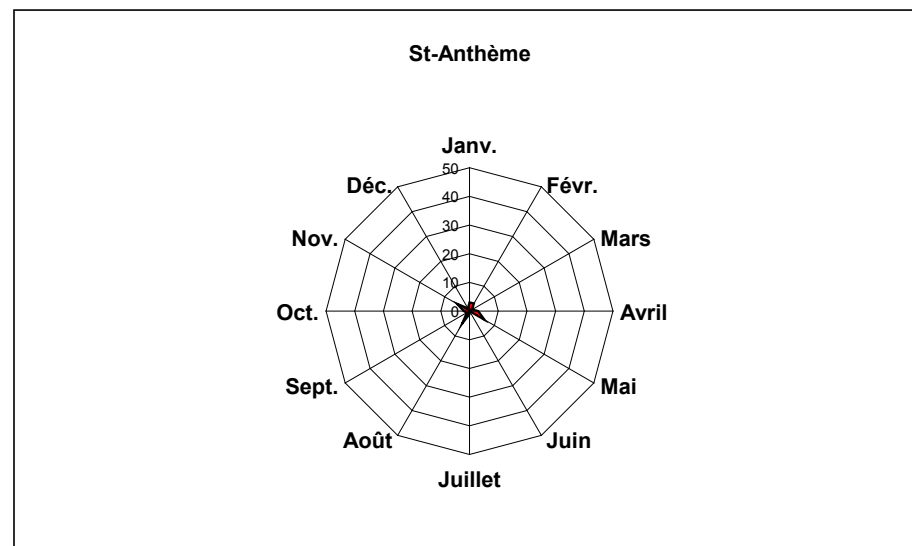
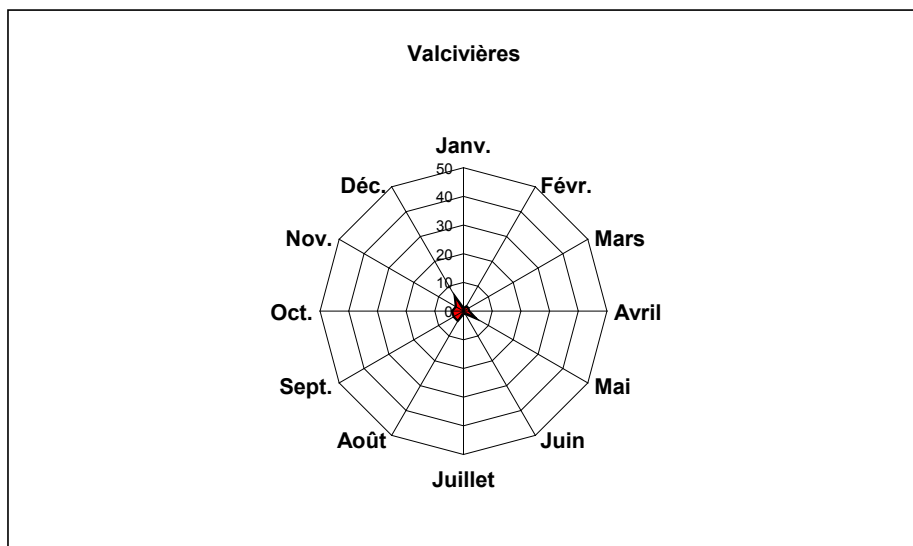


Figure 24 : Distribution mensuelle des temps forts pluviométriques dans les massifs du Forez, de la Madeleine et de la Margeride (TX : 1960-1999).

La figure 23 présente une répartition très différente dans les stations de la montagne vivaro-vellave. Deux maxima se distinguent très nettement aux inter-saisons. Le principal se place en automne, en particulier en d'octobre, mois pendant lequel un total de 25 temps forts a été recensé aux Estables. C'est en réalité 54 % des averses qui se sont déroulées du 18 septembre au 30 novembre. De manière plus anecdotique, on peut signaler que la journée du 22 septembre a été affectée à quatre reprises, suivie des 6, 25 octobre et 3 novembre qui ont été intéressés trois fois. Un pic secondaire se manifeste au début du printemps, le mois de mai étant le plus touché (15 averses dénombrées aux Estables). En dehors de ces deux périodes nous constatons une faible occurrence, le mois de mars n'ayant même jamais été affecté, aux Estables, par le moindre épisode.

Découlant principalement de phénomènes convectifs, les temps forts affectant les monts du Forez, de la Madeleine et de la Margeride se répartissent préférentiellement durant la saison chaude (figure 24). Cette configuration est la plus visible au poste de la Guillermie, avec une concentration marquée sur juillet et août. On note par contre un léger décalage vers l'automne à Auvers et Valcivières, en raison, sans doute, de l'influence des épisodes cévenols. Pour finir, nous pouvons remarquer que St-Anthème offre une distribution en "étoile" montrant ainsi la diversité des temps forts intéressant tour à tour, selon les saisons, ce site.

2.4.2. Une fréquence des temps forts marqués par la stabilité

La distribution annuelle des temps forts entre 1960 et 1999 ne fait apparaître aucune évolution notable, ni dans la montagne océanisée (figure 25), ni en direction de la Méditerranée (figure 26). Cet "apaisant" équilibre peut apparaître surprenant dans le contexte actuel du réchauffement climatique. Pour autant, on est en droit de se demander si une évolution des températures (d'origine anthropique ou non) doit nécessairement entraîner une intensification des précipitations en Europe de l'ouest (rapport du GIEC, 2001). Pour l'heure, rares sont les études sérieuses qui évoquent une augmentation du nombre de temps forts. Dans le milieu géographique, seuls Comby (1998) et Leroux (2000) pensent que nous subissons concrètement un durcissement des ambiances (mesurable dans le secteur rhodanien), mais pour une cause qui serait, cette fois, liée à un refroidissement ! A l'opposé, Carréga a démontré, en menant une étude statistique, que la tendance des pluies extrêmes sur le sud-est de la France, la Toscane et le Maghreb est stationnaire ou en baisse. D'une manière générale, les scientifiques restent prudents. Par exemple, un inventaire réalisé par Météo-France entre 1957 et 1994 dans le bassin méditerranéen (1996) atteste une réelle constance des temps forts dans ce secteur. Les météorologues n'ont également pas assimilé les derniers événements

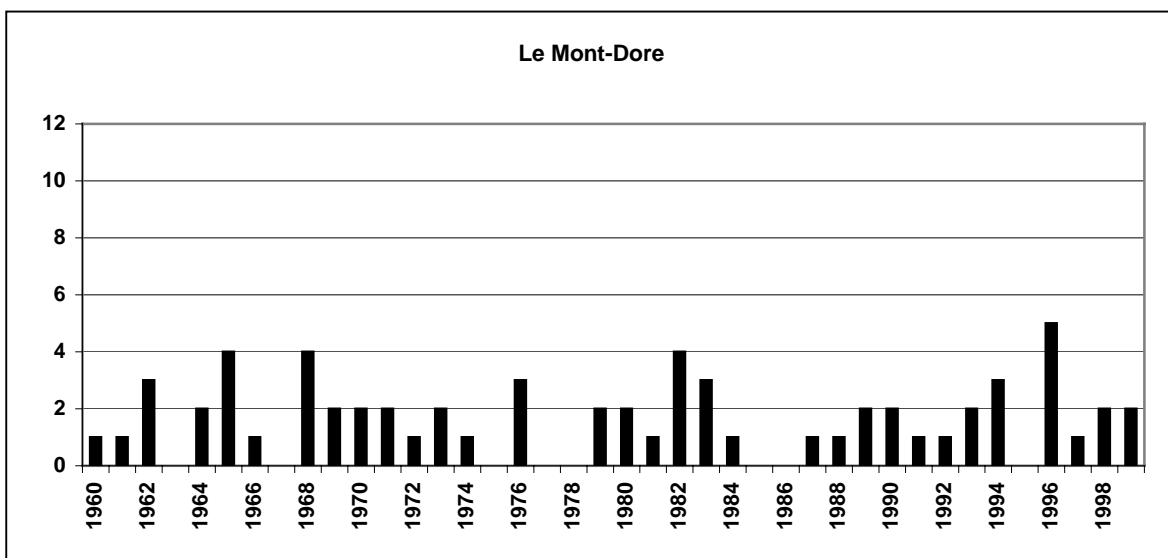
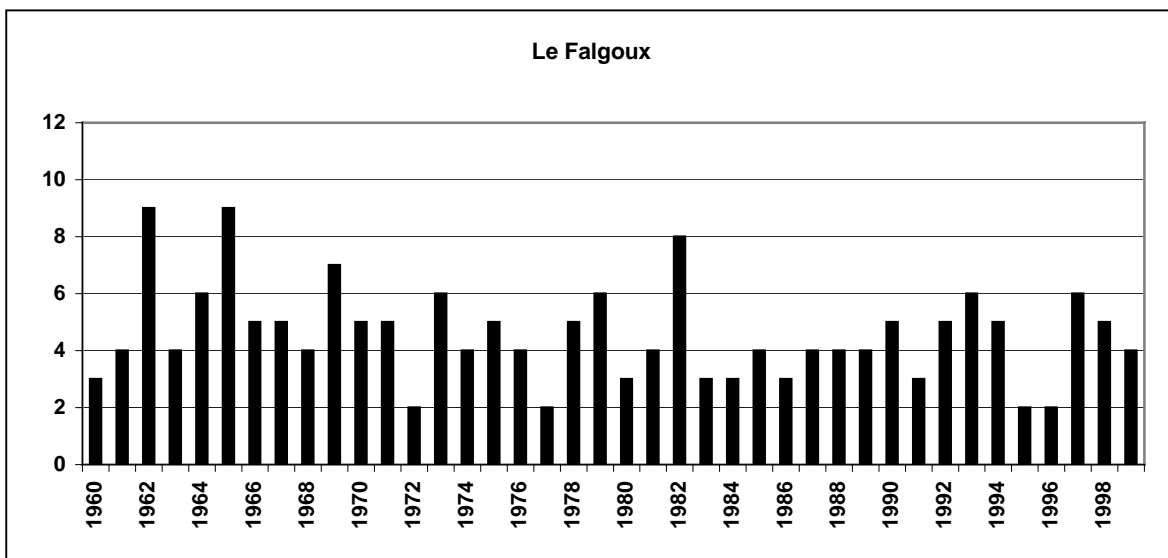
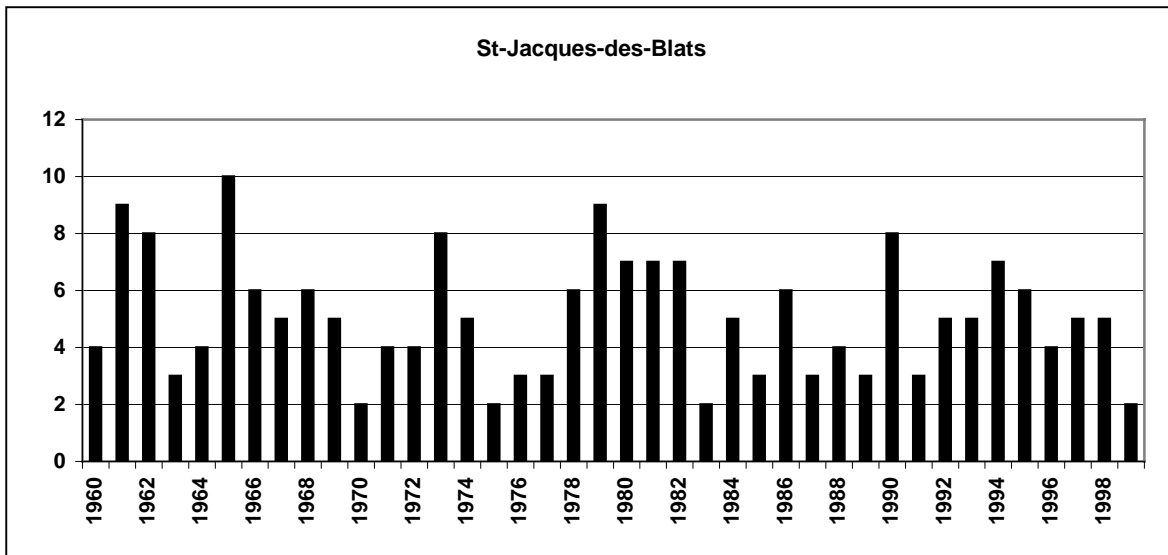


Figure 25 : Distribution annuelle des temps forts pluviométriques supérieur ou égal à 50 mm en 24 h (1960-1999).

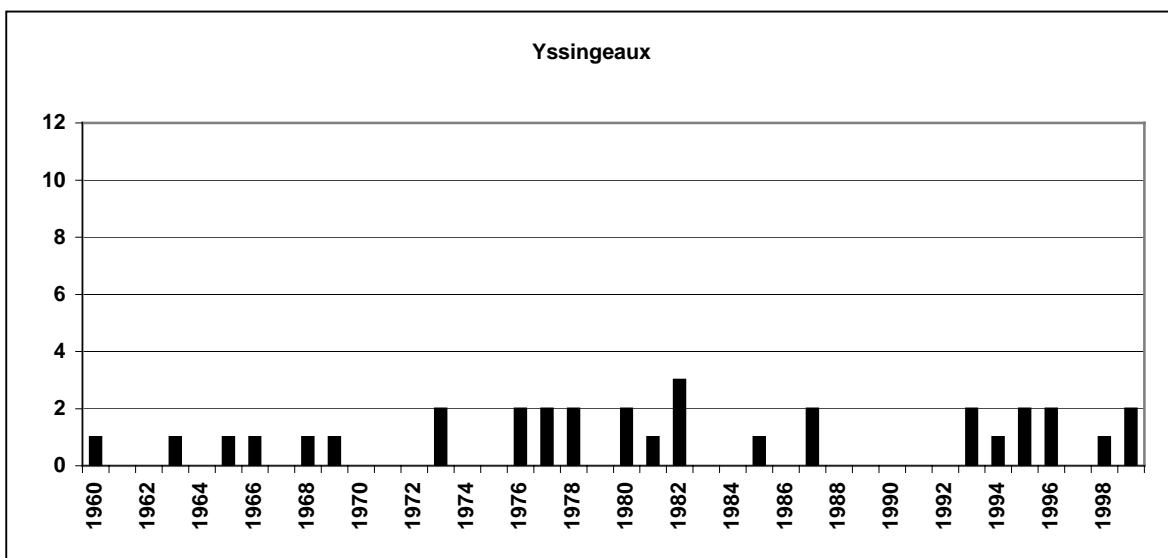
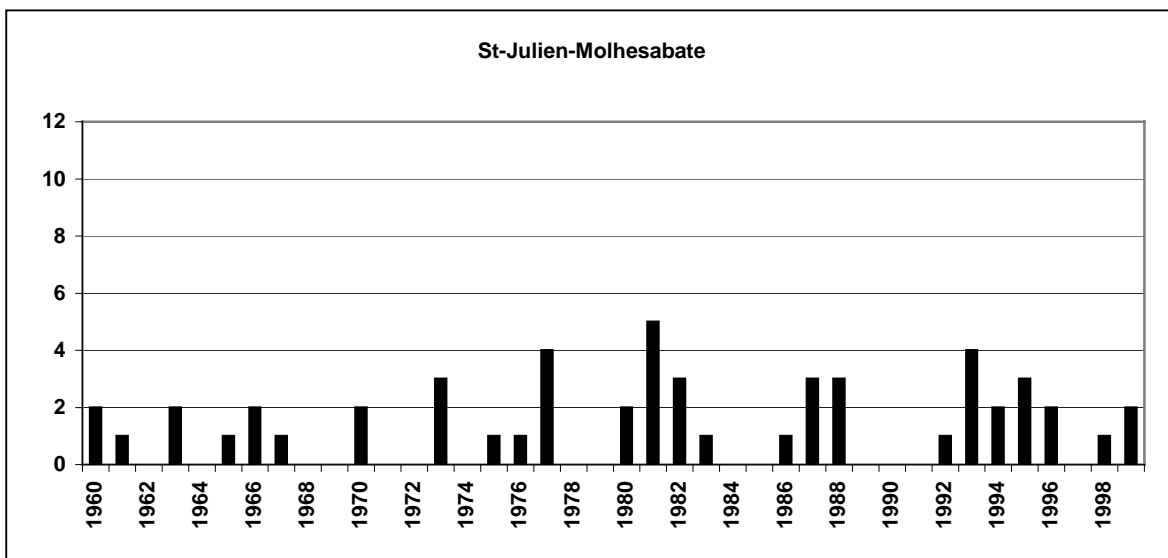
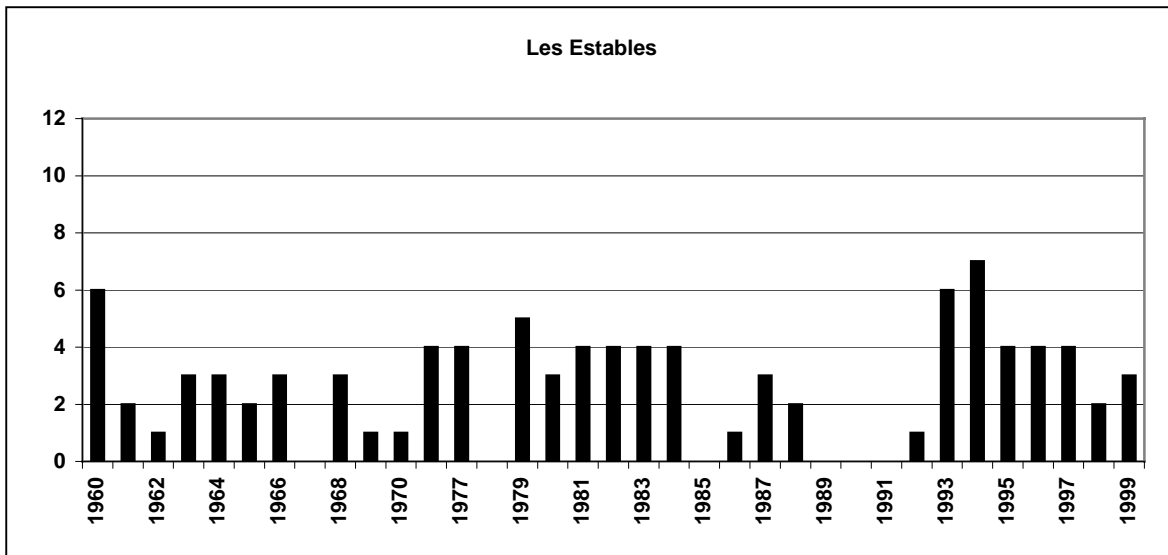


Figure 26 : Distribution annuelle des temps forts pluviométriques supérieur ou égal à 50 mm en 24 h (1960-1999)

intenses survenus en France (tempêtes de 1999, épisodes pluviométriques méditerranéens de 1999, 2002 et 2003) à un changement climatique.

Si nous regardons plus en détail les postes de St-Jacques et du Falgoux, on discerne simplement un léger tassement de la répartition, les années les plus affectées étant pour la plupart situées avant 1982. Les temps forts ont effectué des apparitions fréquentes, certaines années, dans le massif du Cantal (figure 25) où l'occurrence maximale a été atteinte en 1965 avec une dizaine d'épisodes à St-Jacques. De même, aucune année n'a été épargnée par leurs apparitions. Il y a toujours eu, au minimum, deux chutes enregistrées à plus de 50 millimètres aussi bien à St-Jacques qu'au Falgoux. Par contre, étant donné que dans les stations du Mont-Dore et de la montagne vivaro-vellave, le nombre total de temps forts est moindre, ceux-ci sont logiquement absents pendant certaines années.

Des Estables à Yssingaux (figure 26), la stabilité est également bien visible (absence de tassement). On distingue simplement, en particulier aux Estables, un groupe d'années compris entre 1993 et 1997 où le nombre de temps forts a été assez fréquent (1994 correspondant à l'année du maximum) ; cette période agitée, effet de la variabilité climatique, a été marquée par de nombreux événements excessifs dans le sud-est de la France (Vaison, Camargue...).

Cette stabilité des temps forts peut être encore étayée par une petite étude que nous avons réalisée et qui compare l'évolution des températures et le nombre de jours d'orages sur la période avril-octobre, entre 1974 et 2002 (figures 27 et 28). Nous essayons très simplement de démontrer, à l'échelle de l'Auvergne, et sur des sites très différents (St-Julien et St-Pal sont situés dans l'est de la Haute-Loire, en milieu rural, Aulnat se trouve en périphérie est de l'agglomération clermontoise), que l'augmentation thermique sensible depuis le milieu des années soixante-dix (et qui avoisine 2 à 3°), n'a pas entraîné un renforcement de l'instabilité convective qui reste, en revanche, soumise à une très forte variabilité interannuelle. Il n'y aurait donc pas plus d'intempéries orageuses aujourd'hui qu'il y a trente ans. Il est pour le moment difficile de donner une explication à cette situation ; toutefois il est clair que si le réchauffement peut favoriser un enrichissement en vapeur d'eau de l'atmosphère, il faut que celle-ci trouve les conditions adéquates pour qu'il y ait condensation et surtout formation de pluie ; or cette dernière condition passe obligatoirement par le jeu des confrontations massiques. Si on admet l'hypothèse selon laquelle la hausse des températures concerne déjà (ou concernera) surtout les hautes latitudes et reste quasi imperceptible à l'équateur (scénario aujourd'hui retenu par tous les modèles du « *Global Change* »), ceci ne peut qu'entraîner une diminution des gradients de température et de pression et donc ne peut favoriser les conflits et

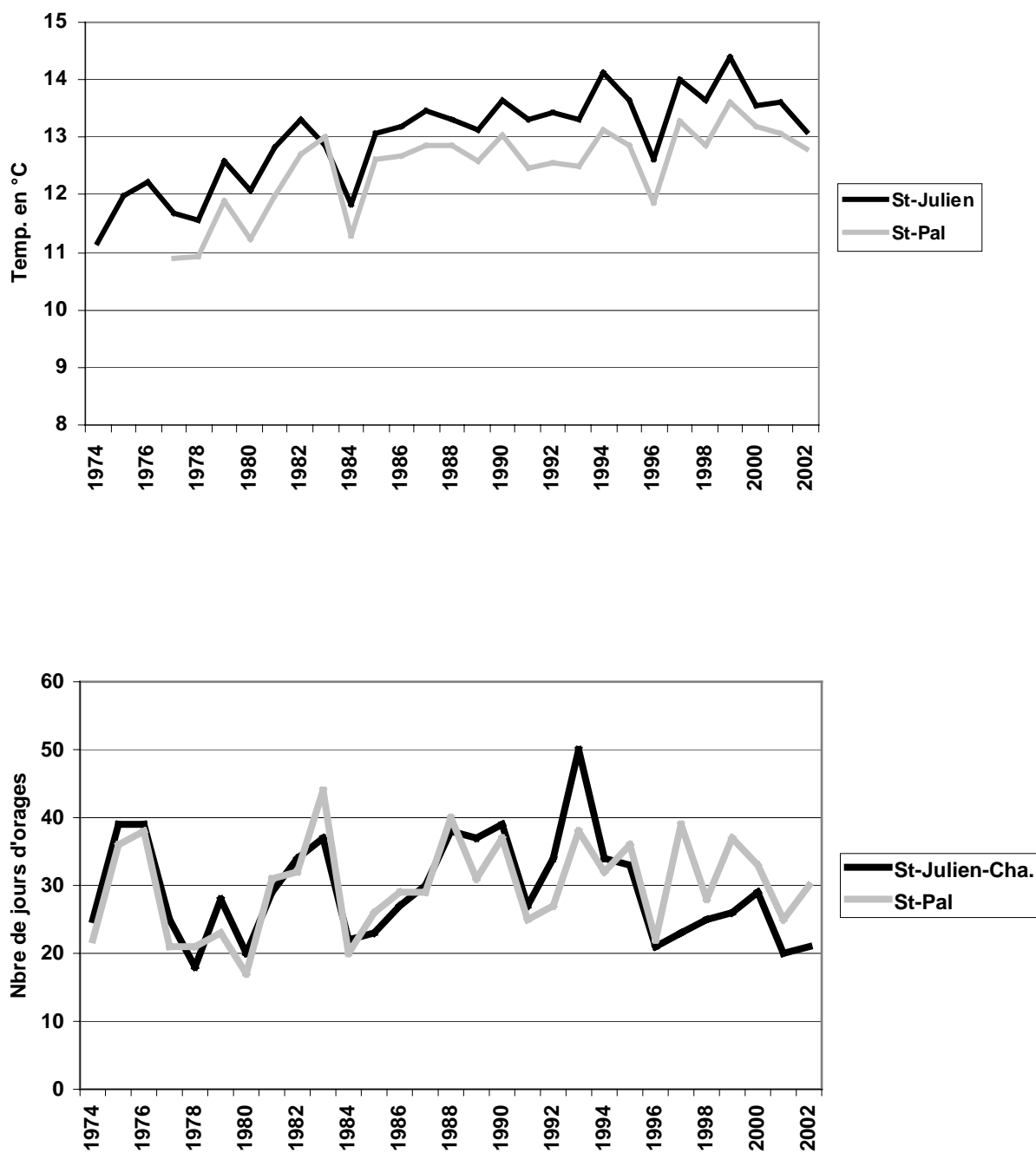


Figure 27: Evolution de la température et du nombre de jours d'orages d'avril à octobre, entre 1974 et 2002 à St-Pal-en-Chalencon et à St-Julien-Chapteuil.

Malgré la hausse régulière des températures en saison chaude depuis le milieu des années 70, nous ne remarquons aucune évolution notable du nombre de jours d'orages. La distribution est en revanche caractérisée par une variabilité inter-annuelle bien marquée.

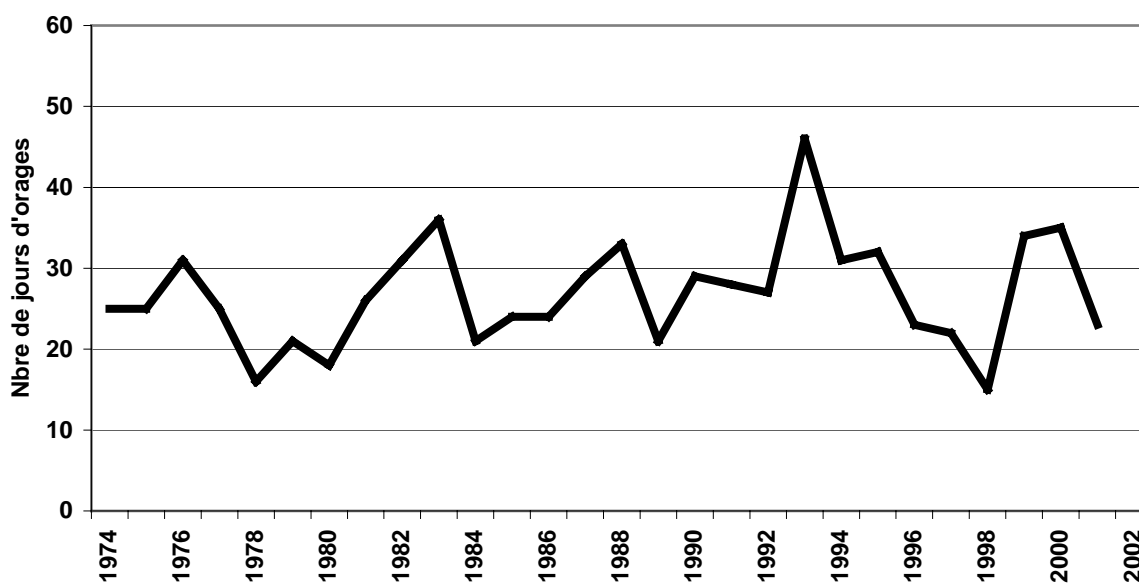
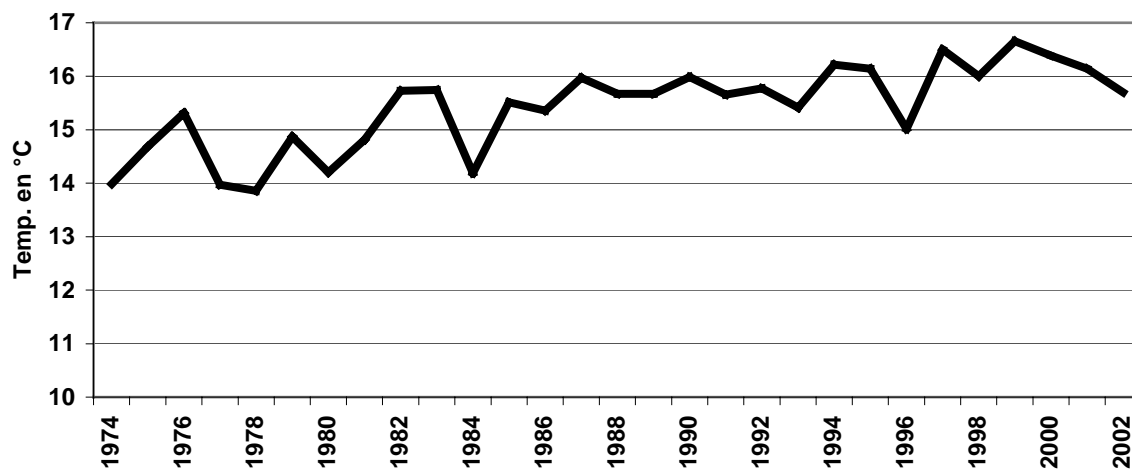


Figure 28 : Evolution de la température et du nombre de jours d'orages d'avril à octobre entre 1974 et 2002 à Clermont-Aulnat.

La situation est, en milieu urbain, comparable aux espaces ruraux ; on observe, malgré la hausse des températures, aucune évolution notable du nombre de jours d'orages.

la formation de systèmes perturbés pluviogènes. Toutefois, le réchauffement observé en Auvergne et plus largement en Europe occidentale n'est sans doute pas encore généralisé, c'est pourquoi il faut se garder de tomber dans des raisonnements hâtifs qui de toute façon dépassent largement le cadre de notre thèse et ... de nos compétences. Nous tentons simplement ici de chasser cette idée absurde qui associe nécessairement accroissement thermique et détérioration climatique.

2.4.3. Distribution des temps forts par classe d'intensité

Les figures 29 et 30 ventilent en valeur relative, par classes d'intensité, l'ensemble des averses de plus de 50 millimètres qui ont été relevées dans les Monts d'Auvergne et dans le massif vivaro-vellave.

Elles révèlent que les fortes chutes s'inscrivent majoritairement entre 50 et 79 millimètres, en particulier dans la montagne auvergnate, où cette classe d'intensité regroupe autour de 90% de l'ensemble des temps forts, alors qu'elle ne correspond qu'à 70 % des averses aux Estables. Les épisodes dépassant 80 millimètres sont, par conséquent, beaucoup plus rares du massif des Dore au Cantal, que sur la marge nord des Cévennes où les systèmes cévenols, souvent d'origine convective, génèrent plus aisément de forts cumuls. 31 % des temps forts sont ainsi liés à des lames de plus de 80 millimètres aux Estables, alors qu'ils ne représentent que 10, 12 et 13 % du total au Falgoux, au Mont-Dore, et à St-Jacques-des-Blats et même 8 % à Besse. Pour autant, si l'on tient compte des effectifs en valeur absolue, nous remarquons que l'écart se réduit, puisque si 29 jours ont été recensés aux Estables, on en a dénombré encore 27 à St-Jacques et il est vrai, seulement 19 au Falgoux.

Il est facile de constater que, d'une manière générale, les averses de très forte intensité n'affectent que très occasionnellement l'Auvergne. Seules, St-Jacques et les Estables ont subi, en quarante ans, quelques temps forts pluviométriques supérieurs à 150 millimètres en 24 h. Les records régionaux ont été relevés, à St-Jacques, le 5 février 1974 avec 154 millimètres, et le 12 janvier 1962 avec 173 millimètres. De même aux Estables ont été enregistrés : 190 millimètres le 20 septembre 1980, 188 le 21 septembre 1980, et 160 millimètres le 12 novembre 1996. Le maximum absolu a toutefois été noté dans un poste météorologique proche des Estables et toujours situé en Auvergne, à Fay-sur-Lignon, le 20 septembre 1980, avec un cumul de 238 millimètres en 24 h. Comparativement, nous pouvons remarquer que ce type d'averse est plus habituel dans les Cévennes, puisque d'après une étude faite par Météo-France (1986) pour la période 1951-1980, 9 épisodes de plus de 200 mm ont intéressé Loubaresse, 12 ont concerné Montpezat, et enfin 13 ont affecté le Mont Aigoual.

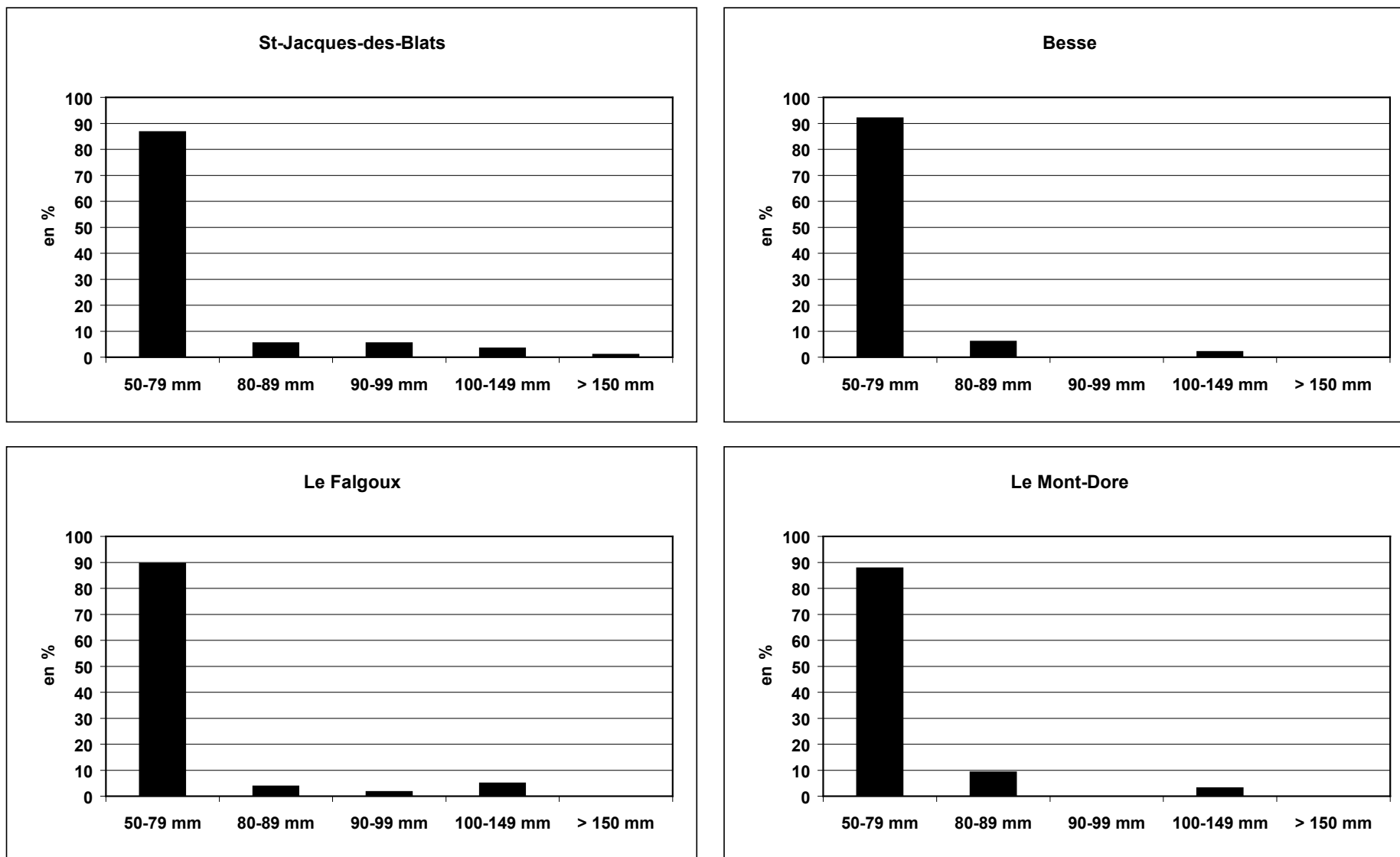


Figure 29. Distribution des temps forts pluviométriques par classes d'intensité dans la montagne océanique auvergnate (période 1960-1999).

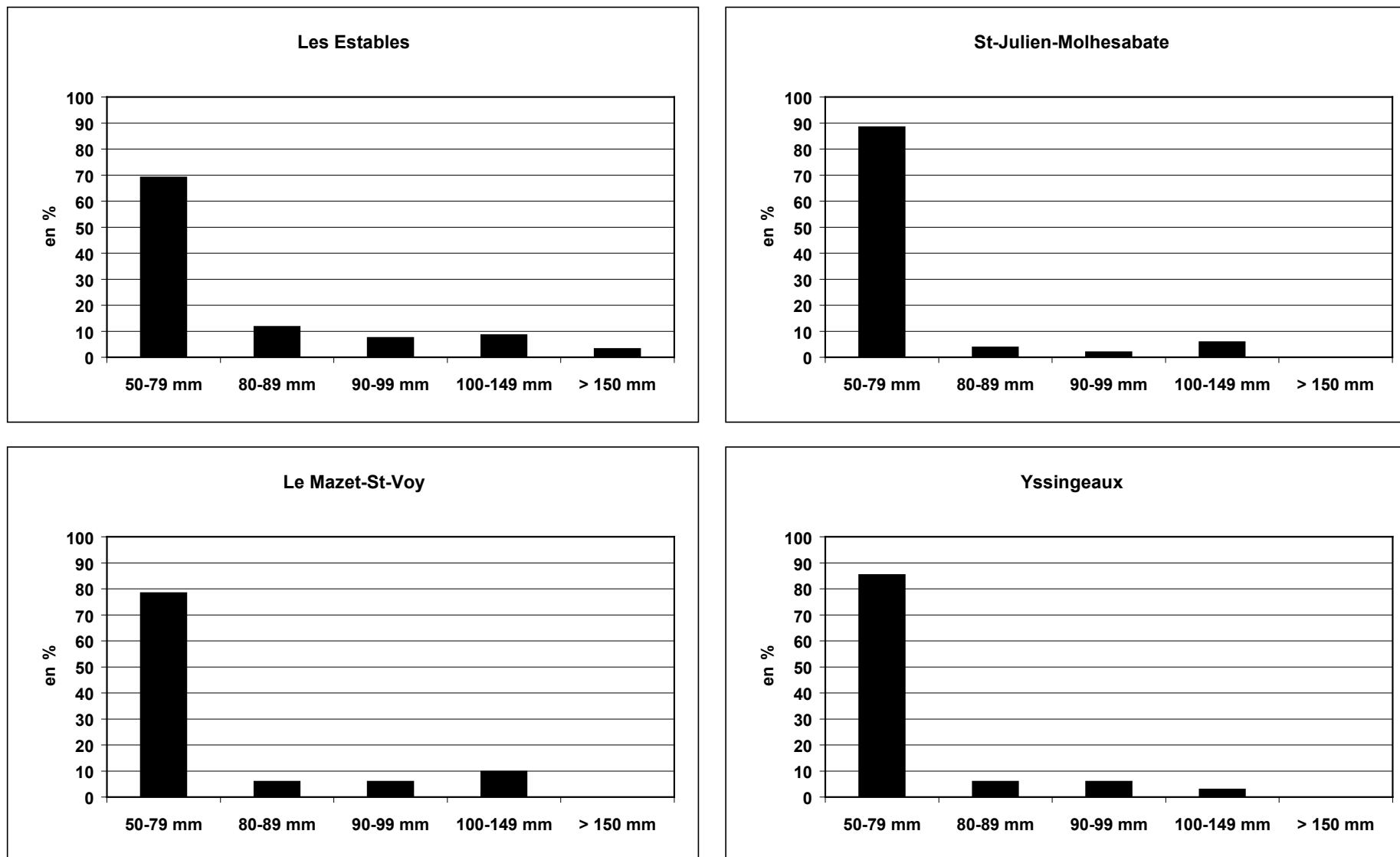


Figure 30 : Distribution des temps forts pluviométriques par classes d'intensité dans la montagne vivaro-vellave (période 1960-1999)

L'Auvergne reste une des régions françaises les plus touchées par la survenue des temps forts pluviométriques. Mais même très concernés, les pôles cantalien et vivaro-vellave ne peuvent rivaliser avec la violence des systèmes méditerranéens qui touchent directement et plus fréquemment les Cévennes jusqu'au massif du Tanargue.

Conclusion

La récurrence des temps forts pluviométriques en Auvergne est avant tout un fait montagnard. Compte tenu de la distribution des faciès climatiques liés aux facteurs d'exposition, toutes ces montagnes ne sont pas affectées de la même manière (tableau 9). Les massifs auvergnat et vivaro-vellave sont les plus dotés en fortes pluies, à l'inverse des plateaux de la Margeride, du Velay, de la Madeleine et du Forez qui, en dépit d'altitudes parfois élevées, bénéficient d'un effet d'abri plus ou moins bien affirmé face aux temps forts océaniques et cévenols. Les autres secteurs auvergnats, encore plus abrités, en raison d'altitudes le plus souvent basses, n'ont ainsi qu'assez peu retenu notre attention : les temps forts pluviométriques, d'origine le plus souvent orageuse, sont observés trop rarement (moins de 30 cas par station ont été inventoriés) pour servir de base à une quelconque étude statistique.

Cette distribution des temps forts, à présent explicitée, ne doit pas pour autant être assimilée à celle des excès. Il faut évidemment compter avec le rôle essentiel des vulnérabilités. Or, nous savons que les hautes terres du Massif central sont plutôt délaissées par les hommes et les activités ; l'exode rural, persistant depuis la fin du 19^{ème} siècle a parfois rendu ces pays quasiment déserts. Même s'il convient de ne pas noircir exagérément le tableau, il faut reconnaître que les densités humaines y sont faibles et les villes inexistantes... bref, les vulnérabilités sont peu importantes. Aussi, on peut se demander si ces espaces de montagne sont réellement soumis à des excès.

Secteurs géographiques	Nbre de temps forts annuel moyen	Origine(s) dominante(s)	Fréquence mensuelle maximale	Part des temps forts de plus de 80 mm	Tendance annuelle des temps forts	
Pôles Principaux	Massif cantalien					
	St-Jacques	5,1	océanique orageuse	12 (10-11)	13,3%	stable
	Le Falgoux	4,6	océanique orageuse	12 (10-11-01)	10,4%	stable
	Massif vivaro-vellave					
	Les Estables	2,4	cévenole orageuse	10, 11, 05	30,9%	stable
	Le Mazet-St-Voy	1,3	cévenole orageuse	10, 09, 11	21,6%	stable
Pôles secondaires	Monts-Dores					
	Le Mont-Dore	1,6	océanique orageuse	12, 01 (10-11)	12,3%	stable
	Besse	1,3	océanique orageuse	12, 10 (01-05)	8,0%	stable
	Massif du Forez					
	St-Anthème	0,8	océanique orageuse	05, 11, 08	16,1%	stable
	Valcivières	0,8	océanique orageuse	12, 05 (08-09-10)	3,0%	stable
	Monts de la Madeleine					
	La Guillermie	0,8	orageuse	09, (05-07-08)	9,4%	stable
Monts de la Margeride						
Auvers	1	orageuse combinée	09, (06-08-10)	18,4%	stable	

Tableau 9 : Caractéristiques des temps forts pluviométriques (> à 50 mm) dans différents pays de la région Auvergne entre 1960 et 1999

Chapitre III

Vulnérabilités et excès en Auvergne

1. Les vulnérabilités en Auvergne
2. Les excès vus par la loi de juillet 1982
3. Les excès recensés à travers la presse

« L'allier a été donné à ce pays comme une cause principale de sa richesse. Il importe qu'il ne devienne pas, de plus en plus, une cause de désastres par ses crues »

A. Monestier-Savignat, *Etude sur les phénomènes, l'aménagement et la législation des eaux au point de vue des inondations avec application au bassin de l'Allier, 1858.*

Nous avons, dans ce chapitre, décidé d'associer l'étude des vulnérabilités à la recherche des excès. Ce choix est, somme toute, assez logique tant les relations qui unissent ces deux concepts sont étroites. Nous nous sommes consacré, tout d'abord, à une mise en évidence des enjeux en Auvergne, le but étant de faire ressortir les espaces les plus peuplés, les plus urbanisés, les plus riches. Nous avons pour cela mené une tentative de quantification des vulnérabilités par l'élaboration d'indices. Même si la méthode peut être discutée (on peut par exemple critiquer la subjectivité des notes proposées), elle possède au moins l'avantage d'aborder la question d'une manière rationnelle.

Puis, nous avons analysé la localisation précise des excès affectant l'Auvergne. Les résultats présentés sous forme cartographique sont issus d'une longue quête menée à travers le dépouillement de la presse régionale. Les excès ont été classés suivant l'origine météorologique des temps forts ; trois types ont été retenus associés aux épisodes océaniques, combinés et orageux. Une place à part a été réservée aux excès liés à la grêle qui offrent une distribution spatiale plus complexe.

1. Les vulnérabilités en Auvergne

L'hétérogénéité orographique de l'Auvergne lui vaut une grande variété de densités de population : importantes dans le couloir des limagnes (et dans les bassins en général) et au contraire faibles sur les hautes terres. Cette distribution implique logiquement différents niveaux de vulnérabilité. Les enjeux (principalement économiques) n'auront évidemment pas la même valeur entre, par exemple, l'auréole urbaine et périurbaine active de la région clermontoise et les solitudes des vastes plateaux du Cézallier.

Nous allons nous efforcer de mieux cerner ces vulnérabilités en montrant, tout d'abord, les contrastes humains de l'Auvergne (démographie et activités), puis en proposant une carte, réalisée à partir d'indices, qui indique les degrés de vulnérabilité de ce territoire.

1.1. Une inégale répartition des biens et des personnes

1.1.1. Une très brève histoire de la démographie

En Auvergne, les disparités dans la démographie et les activités n'ont pas toujours été aussi accusées que de nos jours. A la fin du 19^{ème} siècle, non seulement on dénombrait 1 550 000 personnes, soit 220 000 de plus qu'au recensement de 1999, mais surtout cette population majoritairement rurale remplissait les espaces montagnards. A partir du début du 20^{ème} siècle commença une longue période de dépopulation. Dans certaines communes rurales le nombre d'habitants est alors divisé par deux, trois voire même quatre, comme dans le Livradois. En 1954, la région était encore en majorité rurale, mais le grand transfert vers les villes était largement entamé, soit vers les grandes cités extérieures (St-Etienne-Lyon-Paris), soit vers les villes auvergnates, la région clermontoise étant au même moment particulièrement attractive.

De 1955 à 1975, l'évolution démographique de l'Auvergne connut un certain redressement lié en réalité à la croissance urbaine des bassins qui compensa l'exode rural des montagnes qui ne cessaient de se vider. Cette situation, qui traduisait la crise des activités traditionnelles (polyculture s'effaçant peu à peu face à l'agriculture productive et marchande), concernait en réalité l'ensemble du Massif central et, au-delà, la plupart des montagnes françaises.

Le présent n'a guère changé les choses : alors que presque toutes les régions de montagnes "renaissent", stabilisent leur population et même souvent l'accroissent, les communes des hautes terres auvergnates continuent, d'après le recensement de 1999, à perdre des habitants.

1.1.2. Des disparités qui s'accroissent

La conséquence de cet inexorable mouvement est, aujourd'hui, l'apparition d'espaces quasiment désertés par les hommes, (avec moins de 10 hab/km²) qui dessinent de vastes avancées autour des Monts d'Auvergne, de la Margeride, des hauteurs du Livradois et du Forez, ainsi que sur les plateaux du Velay à l'ouest et au sud du Puy. Quelques rares espaces ruraux d'altitude, animés par des bourgs-centres, ont toutefois échappé à cette hémorragie démographique. Il s'agit des secteurs de Thiers et d'Ambert, d'une part, où la petite industrie traditionnelle (coutellerie-textile-papeterie) a maintenu un certain nombre de personnes et, d'autre part, de l'Yssingelais où le développement de l'industrie plasturgique a attiré ces dernières décennies de nombreux et nouveaux arrivants. Les secteurs à forte densité se localisent, quant à eux, autour de quelques foyers urbains qui, par ordre d'importance, correspondent à la région clermontoise (au sens large, du nord de Riom jusqu'au sud d'Issoire), puis aux bassins de Montluçon, de Vichy, du Puy, de Moulins et enfin d'Aurillac.

1.1.2.1. Le Val d'Allier et ses marges

Le Val d'Allier, entendons par là la grande région clermontoise (couloir des limagnes et sud du Bourbonnais, de Brioude à Vichy), concentre naturellement la majorité des activités et des enjeux. Cet espace, qui rassemble le tiers de la population auvergnate, a vu l'implantation de grandes affaires industrielles et commerciales. Sa vitalité se manifeste par le nombre d'infrastructures routières et autoroutières polarisées sur Clermont, et parcourues par d'intenses déplacements pendulaires. Lorsque la périurbanisation n'a pas été trop dévoreuse de terrain, se rencontrent également les meilleurs terroirs agricoles (les fameuses terres noires de la Grande Limagne). Le blé, l'orge, la betterave à sucre, le tournesol et le maïs sont cultivés de manière intensive. Toutes ces cultures, auxquelles il faut ajouter l'exploitation viticole des coteaux et du pays de St-Pourçain, sont logiquement tributaires des temps forts et représentent ainsi une forme de vulnérabilité supplémentaire. La richesse agricole de la Grande Limagne s'efface avec les varennes sableuses et pauvres qui s'affirment vers le nord dans les bocages du Bourbonnais.

Les autres aires urbaines de l'Auvergne ne possèdent pas un tel dynamisme ; aucune ne dépasse 60 000 habitants. Dans le Bourbonnais, le bassin anciennement industrialisé (charbon) et en reconversion de Montluçon-Commentry arrive toutefois à animer un espace périphérique relativement important et comparable à celui de Moulins. Au sud, les petites agglomérations d'Aurillac et du Puy possèdent un rayonnement encore plus limité. Nous pénétrons alors assez rapidement dans les campagnes dites «profondes».

1.1.2.2. L'Auvergne profonde

Cette Auvergne des solitudes correspond surtout aux hautes terres qui sont le plus souvent vouées à l'élevage. La rareté des activités non agricoles explique les faibles densités ; même la sylviculture ne maintient que peu de personnes. Et pourtant, la forêt devient envahissante dans les terroirs défavorisés. Les reboisements en épicéa ou en douglas ont été encouragés par la législation qui exempte d'impôt foncier pendant trente ans les parcelles plantées. Depuis le milieu du 20^{ème} siècle, les paysages se sont considérablement fermés dans les montagnes qui n'ont pas su ou qui n'ont pas eu la potentialité de se spécialiser dans l'élevage. Dans la haute Combraille, dans l'Artense, en Margeride, dans le Livradois et les monts du Forez, la progression des résineux a été et reste spectaculaire. Inutile de préciser que les temps forts pluviométriques n'apportent pas ici une gêne insurmontable : les pays d'élevage ou forestiers sont moins sensibles aux conditions météorologiques (sécheresse exceptée) que les secteurs agricoles à haute valeur ajoutée. Le vent, en raison de la présence forestière, pourrait

représenter une menace plus sérieuse, encore faudrait-il que se développe en Auvergne une véritable économie fondée sur l'exploitation du bois. Or, pour le moment, la forêt souffre toujours d'une image négative. Symbole d'abandon, elle ne suscite pas grand intérêt de la part de propriétaires qui se partagent de minuscules parcelles et habitent souvent loin de leurs biens (Fel, 1973). Ainsi, à la suite des tempêtes de 1982 et 1999, de nombreux chablis n'ont jamais été évacués des forêts privées, qui restent fréquemment en l'état.

L'Auvergne oppose donc clairement deux types d'espaces (Figure 31).

Le premier actif, urbain, se trouve essentiellement dans les bassins. L'agglomération clermontoise constitue l'exemple le plus accompli. S'appuyant sur une démographie dynamique, la périurbanisation s'étale aujourd'hui fort loin, rejoignant ainsi celle qui émane de vichy au nord et du bipôle Issoire-Brioude au sud. La partie septentrionale de l'Allier reste, il est vrai, un peu moins dynamique. Certains secteurs du bocage bourbonnais sont éloignés des villes de Moulins et Montluçon, et restent démographiquement peu denses. De même, les petites villes du sud à l'étroit dans leur site et trop rapidement bloquées par les hautes terres, ne jouissent pas d'une extension urbaine comparable, mais elles demeurent des "îlots de vitalité au cœur de vastes espaces à basses densités" (Mignon, 1994).

Le deuxième, correspondant à l'Auvergne du "vide", occupent de larges étendues qui se calquent assez fidèlement sur les plateaux d'altitude et la montagne auvergnate. Sans aller jusqu'à dire qu'il s'agit, comme le précisait Estienne (1994), d'une terre d'enclavement et de désespérance, il faut bien reconnaître qu'elle se caractérise par une grande rareté des activités et des hommes.

1.2. L'évaluation des vulnérabilités

Après cette première esquisse des vulnérabilités en Auvergne, nous allons tenter de les quantifier par le calcul d'indices regroupant différentes variables qui prennent en compte, par commune, les densités de population, les types de terroirs agricoles (dominante de forêt, d'élevage, de céréaliculture) et la présence d'infrastructures industrielles et de services. Cette méthode s'inspire des travaux qui ont été réalisés par Chardon, en 1994, sur la ville de Manizales en Colombie.

1.2.1. Méthodologie

L'ensemble des données que nous avons analysées pour élaborer nos indices sont issues de trois sources principales :

- les densités de population établies à partir du recensement effectué par l'INSEE en 1999 ;

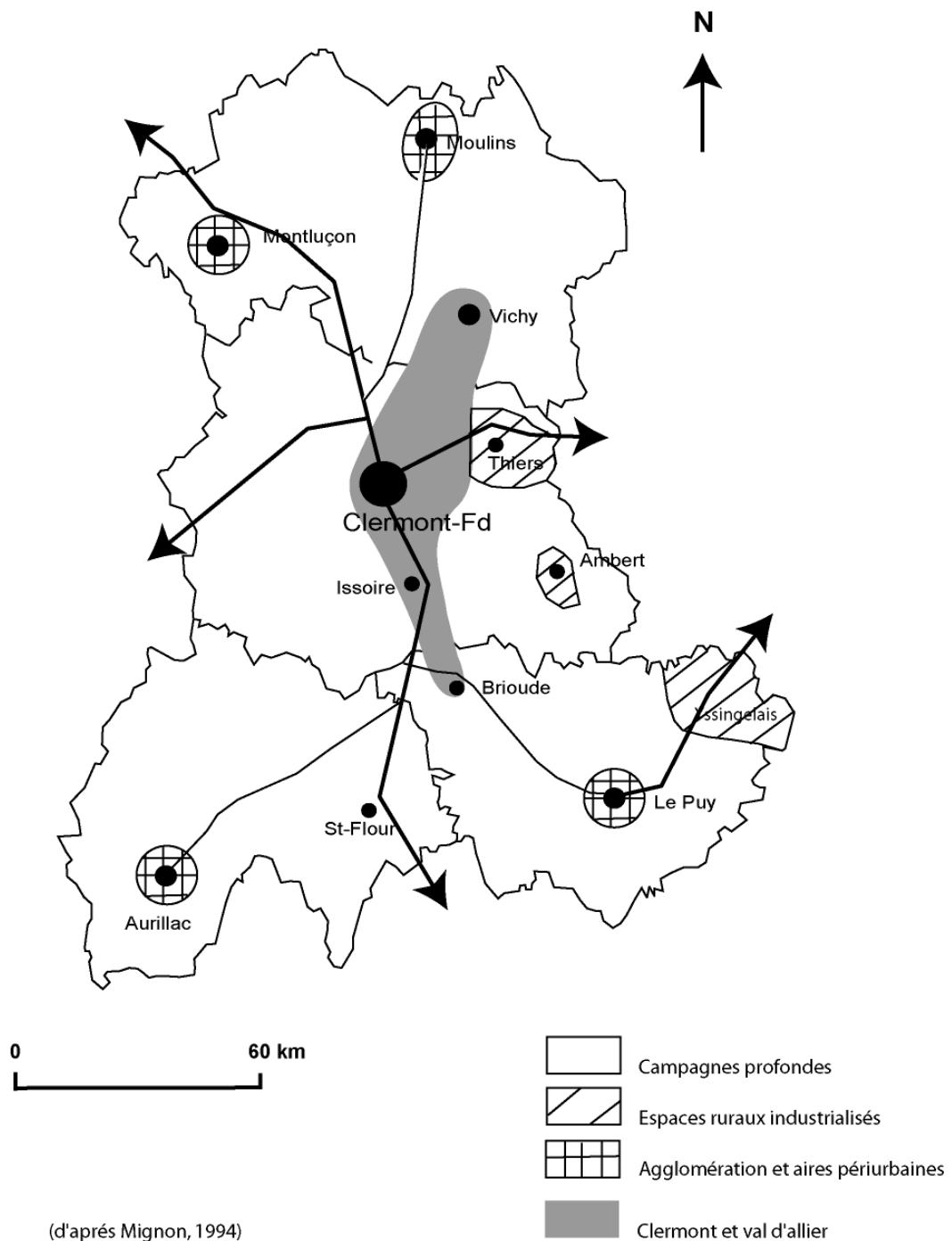


Figure 31 : L'organisation humaine de l'espace auvergnat

On peut remarquer que la population et les activités se contractent principalement dans les bassins, au détriment des espaces de moyenne montagne. La grande région clermontoise correspondant au cœur vital de l'Auvergne, s'étend ainsi dans les bas-pays du Val d'Allier et des Limagnes. Les foyers de population secondaires et périphériques se localisent également à basse altitude (Montluçon et Moulins dans le Bourbonnais) ou dans des cuvettes intra-montagnardes (Aurillac et Le Puy, dans le sud de la région).

- la typologie des terroirs agricoles grâce aux renseignements fournis par la D.R.A.F. sur les OTEX (Orientations Technico-économiques des Exploitations par commune), datant de 2000 ;

- la présence industrielle mesurée grâce aux bases de données élaborées par la D.R.I.R.E en 2002.

Une note (**N**) a été attribuée à chaque variable (tableau 10) suivant son importance et un coefficient (**C**) suivant sa nature.

	C=7		C=3		C=3
Densité de population	N	Terroirs agricoles	N	Nombre d'infrastructures industrielles et de services.	N
2-52 hab/km ²	1	+ de 35% de la superficie communale en forêt	1	0-10	1
53-102 hab/km ²	2	Elevage	2	11-20	2
103-152 hab/km ²	3	Elevage-céréales	3	21-30	3
153-202 hab/km ²	4	Céréales	4	31-40	4
203-252 hab/km ²	5	Céréales-viticulture	5	41-50	5
253-302 hab/km ²	6	Viticulture	6	51-60	6
+ de 302 hab/km ²	7	Horticulture	7	+ de 61	7

Tableau 10 : Variables et notes retenues dans le calcul des vulnérabilités.

► L'emploi des coefficients a pour objectif de pondérer chaque variable. Il va de soi que le critère des densités reste l'élément qui possède le plus de poids dans le calcul des vulnérabilités ; c'est pourquoi nous lui avons attribué le coefficient le plus important (**C=7**). Nous avons ensuite introduit un même coefficient de trois (**C=3**) pour les types de terroirs agricoles et le nombre d'infrastructures industrielles et de services.

► La notation utilisée pour chaque variable s'étend de **1** à **7** :

- Pour les densités, un gain de 50 hab/km² équivaut à l'ajout d'un point. Nous considérons, en effet, qu'à un tel seuil de progression s'associe une notable modification des paysages, correspondant à une croissance du bâti et de l'urbanisation.

- L'évaluation portant sur le critère des terroirs agricoles se justifie de la manière suivante. Comme les étendues forestières ne possèdent pas un caractère de vulnérabilité bien affirmé, la note la plus faible (**1**) revient ainsi aux communes ayant au moins 35% de leur superficie en forêt. La situation est également quasi comparable pour les secteurs d'élevage qui se sont vu concéder deux points (**2**), ou trois points (**3**) lorsqu'une partie de la S.A.U. est consacrée à la

céréaliculture. Les grandes communes céréalières et assimilées obtiennent une note moyenne de quatre (4) ou de cinq (5) lorsqu'on constate la présence de quelques parcelles de vignes. Enfin, les espaces viticoles et horticoles (correspondant à bien peu de communes en Auvergne) détiennent les notes respectives de six (6) et sept (7), car elles sont les plus sensibles. Il est à noter que les communes possédant plus de 300 hab/km² n'ont pas été, dans ce critère, comptabilisées car assimilées à des espaces en grande partie urbanisés.

- Le dernier critère mesurant la présence industrielle pourrait paraître comme un choix surprenant. C'est en opérant l'inventaire des excès dans la presse, dont nous verrons les résultats plus loin, que nous avons réalisé combien ce type de bâtiments était fréquemment touché par des problèmes d'inondations. Il est vrai que les industries, consommatrices d'espace, recherchent des terrains peu onéreux, lesquels se trouvent souvent en zone inondable. Les dégâts peuvent, en outre, s'avérer importants et toucher la matière première ou les stocks, les biens de production ou encore les produits finis. L'attribution de la notation est fonction du nombre d'infrastructures, une augmentation d'un point équivaut à la présence d'une dizaine d'implantations supplémentaires.

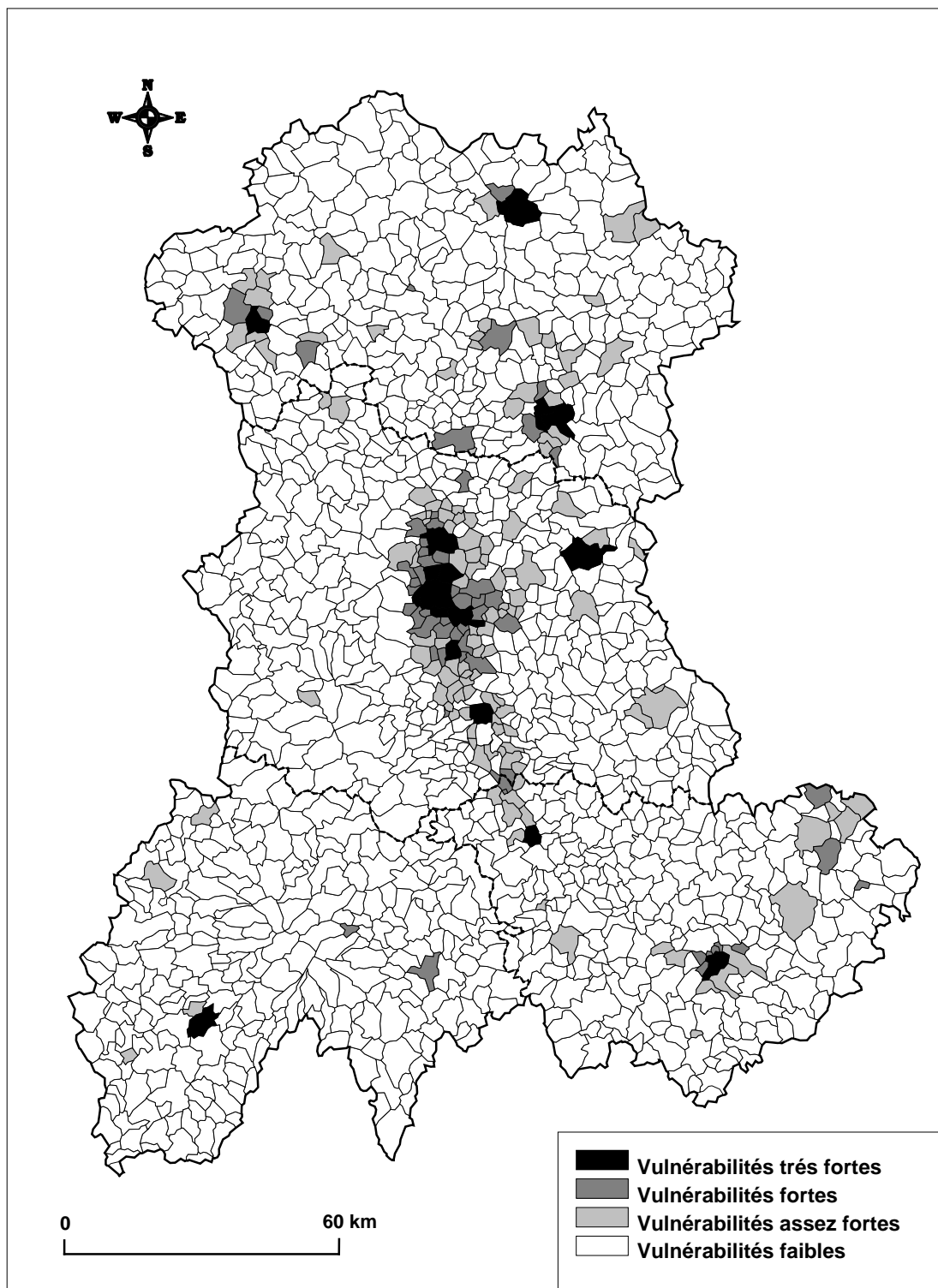
L'indice final s'obtient par multiplications successives des notes et de leur coefficient au sein du critère, puis par la somme des résultats obtenus. Une commune est jugée peu vulnérable (tableau 11) avec un indice allant de 10 à 25 ; les vulnérabilités assez fortes se mesurent entre 25 et 40 ; les vulnérabilités fortes se jugent entre 40 et 55 ; enfin les communes les plus sensibles possèdent un indice compris entre 55 et 70 points.

Vulnérabilités très fortes	De 55 à 70 points
Vulnérabilités fortes	De 40 à 55 points
Vulnérabilités assez fortes	De 25 à 40 points
Vulnérabilités faibles	De 10 à 25 points

Tableau 11 : Classes de vulnérabilités et nombre de points associés.

1.2.2. Résultats

La figure 32 montre effectivement une grande hétérogénéité des vulnérabilités en Auvergne. Les secteurs à très fortes vulnérabilités (totalisant au moins cinquante-cinq points) apparaissent clairement dans le Val d'Allier, les agglomérations et les communes urbaines de Brioude, Issoire, Clermont et Riom. D'autres foyers à très forte sensibilité sont également mis



Conception et réalisation : F. Jubertie

Figure 32 : Les vulnérabilités en Auvergne

On peut noter que les espaces les plus sensibles (totalisant plus de 25 points) se situent principalement en milieu urbain et dans un vaste secteur allant du sud de l'Allier, en passant par la grande Limagne jusqu'au Val d'Allier.

en évidence à Thiers, ainsi que dans les villes du Cantal (Aurillac), de la Haute-Loire (Le Puy), et de l'Allier (Montluçon, Moulins, Vichy).

Les communes possédant un indice correspondant à des vulnérabilités assez fortes à fortes (entre 25 et 55 points) se trouvent majoritairement en périphérie de la région clermontoise. Elles dessinent une vaste étendue en forme de croissant, rejoignant quasiment les agglomérations de Vichy au nord, et de Brioude au sud. Ce type de vulnérabilité est en partie lié à l'agriculture céréalière de la grande Limagne et du « pays coupé » (au sud de Clermont), ainsi qu'à la périurbanisation des villes d'Issoire, Clermont, Riom, Vichy. Quelques pôles isolés, correspondant aux banlieues des aires urbaines du Puy, d'Aurillac, Moulins et de Montluçon-Commentry se distinguent également. De même, de petits foyers ruraux, liés à des implantations industrielles locales, apparaissent dans le Bourbonnais (Dompierre-sur-Besbre au nord-est, Gannat au sud), dans le Forez (secteurs de Thiers-Ambert), dans la Haute-Loire (Langeadois au sud-ouest et Yssingelais à l'est), et dans le Cantal (pays de St-Flour à l'est et d'Ydes au nord-ouest).

Enfin, subsistent les vastes espaces s'associant aux faibles vulnérabilités. Sans surprise, ceux-ci se localisent majoritairement en montagne (montagne volcanique occidentale, Livradois et sud du Forez, Margeride, plateaux sud et nord du Velay).

Alors que les temps forts pluviométriques se rapportent à un fait essentiellement montagnard, la figure 32 prouve que les vulnérabilités les plus importantes répondent à une organisation régionale privilégiant une présence humaine dans les basses terres. Un tel déphasage peut-il réellement permettre l'apparition massive d'excès ? En toute logique et si l'on se réfère au modèle établi dans notre premier chapitre, l'Auvergne ne devrait pas posséder d'espaces comparables au secteur C qui associe une grande fréquence de temps forts pluviométriques et l'existence de vulnérabilités.

Les documents qui vont suivre vont pourtant démontrer que l'excès est loin d'être un phénomène inconnu en Auvergne. Quelles sont alors les causes qui peuvent entraîner son apparition ? Quels sont les secteurs qui sont malgré tout victimes d'excès ?

2. Les excès vus par le biais de la loi de juillet 1982

Depuis juillet 1982 existe en France une loi qui a pour objectif d'indemniser les personnes qui ont été victimes d'un phénomène naturel dommageable : elle se traduit par les déclarations de "catastrophes naturelles". Celles-ci présentent l'avantage de s'appliquer à l'échelle communale, et constituent donc une source d'information intéressante pour localiser les espaces les plus fragiles d'un territoire. Sont concernés par le cadre de cette loi, les

événements tels que les séismes, les sécheresses, les coulées de boue et les inondations, le dernier élément nous intéressant tout spécialement. Les dégâts résultant des effets des tempêtes (exception faite de 1999) ou de la grêle ne sont, en revanche, pas pris en compte.

Le dossier de reconnaissance de l'état de « catastrophe naturelle » est constitué en préfecture par le maire dans un délai de quinze jours à compter de la date du début du sinistre et doit être accompagné d'une fiche de synthèse rapportant les différentes interventions des pompiers et des gendarmes et relatant les événements. Si l'état de « catastrophe » est reconnu pour une commune, par arrêté interministériel (rendant ainsi possible l'indemnisation des particuliers auprès de leurs assureurs), celui-ci est publié au Journal Officiel. A partir de là, il n'est pas difficile d'opérer un recensement communal et ce d'autant plus qu'il existe aujourd'hui, sur Internet, une base de données, établie par la Délégation aux Risques Majeurs du Ministère de l'Ecologie et du Développement durable. Cette recherche s'avère simple et surtout plus rapide que la consultation numéro par numéro du Journal Officiel.

Les résultats que nous présentons pour l'Auvergne sont issus de dix-huit années d'application de cette loi (1982-1999). Toutefois, l'exploitation des arrêtés nécessite une certaine prudence. En effet, d'après le législateur, sont considérés comme les effets des « catastrophes naturelles » les dommages matériels directs ayant pour cause déterminante l'intensité anormale d'un agent naturel. Il faut reconnaître que cette définition, assez imprécise (nous ne reviendrons pas sur l'abus même du terme « catastrophe »), laisse une grande liberté d'interprétation. Aucune indication n'est donnée sur l'ampleur des dégâts, une déclaration s'appliquera aussi bien à quelques caves inondées qu'à des destructions massives. Dans les petites communes, par exemple, l'existence des déclarations ne se rapporte le plus souvent qu'à bien peu de choses ; la reconnaissance du sinistre dépendra surtout de l'influence et du zèle que le maire apportera à la mise en œuvre de la procédure. Il faut ainsi envisager avec recul la lecture cartographique des « catastrophes naturelles » proposée ci-après : il ne s'agit que d'une première image de l'excès qui demandera à être définie plus rigoureusement par le dépouillement de la presse.

Notre travail s'est articulé autour de deux points principaux ; nous chercherons à connaître les causes de cette répartition d'abord par l'analyse temporelle des déclarations, puis par la spatialisation régionale des arrêtés.

2.1. Répartition temporelle

Grâce à la figure 33, nous pouvons d'emblée noter que la distribution annuelle des déclarations « inondations et coulées de boue » offre une très grande variabilité temporelle. A

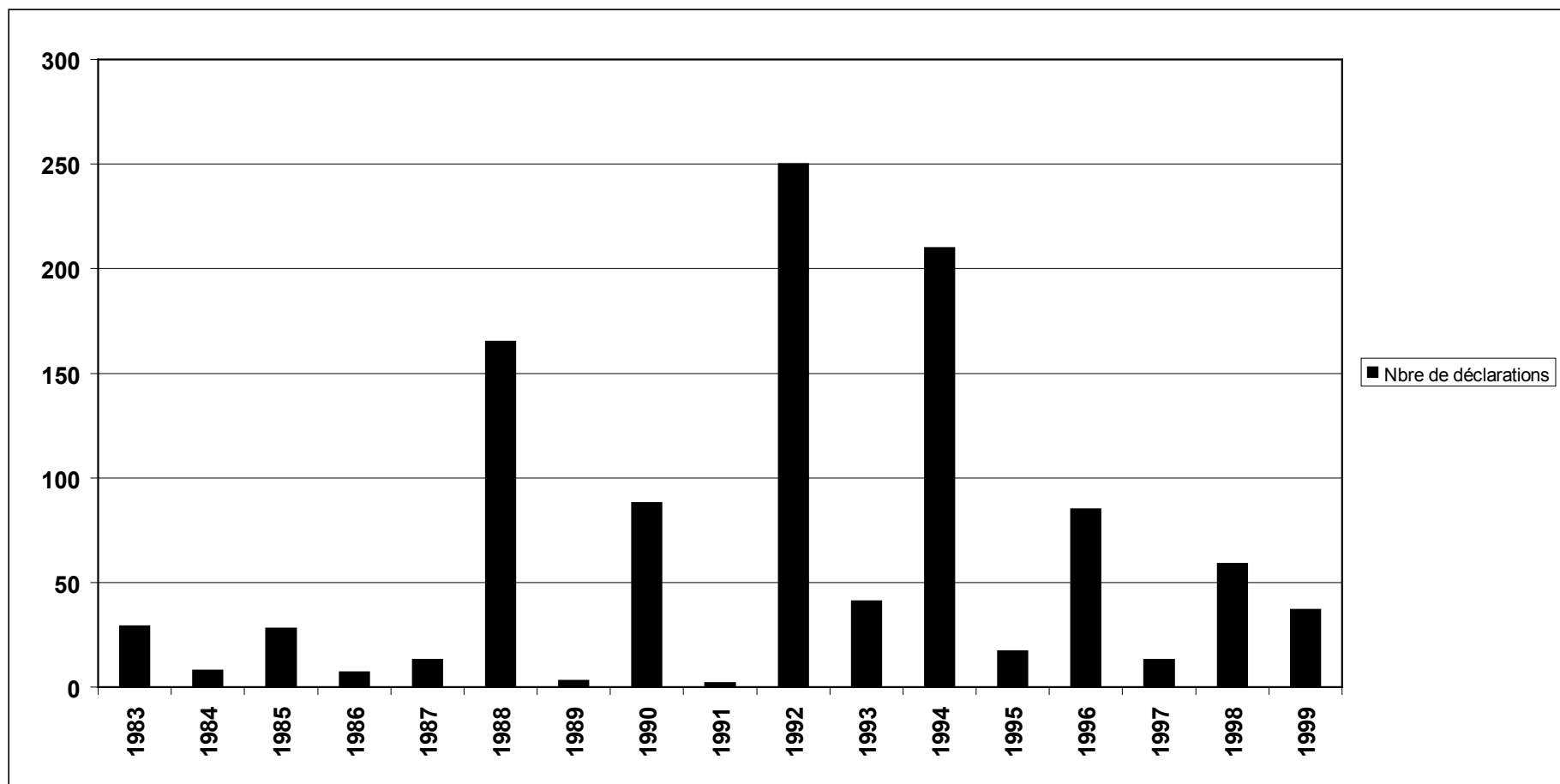


Figure 33 : Nombre annuel de déclarations « inondations et coulées de boue » pour la région Auvergne de 1983 à 1999

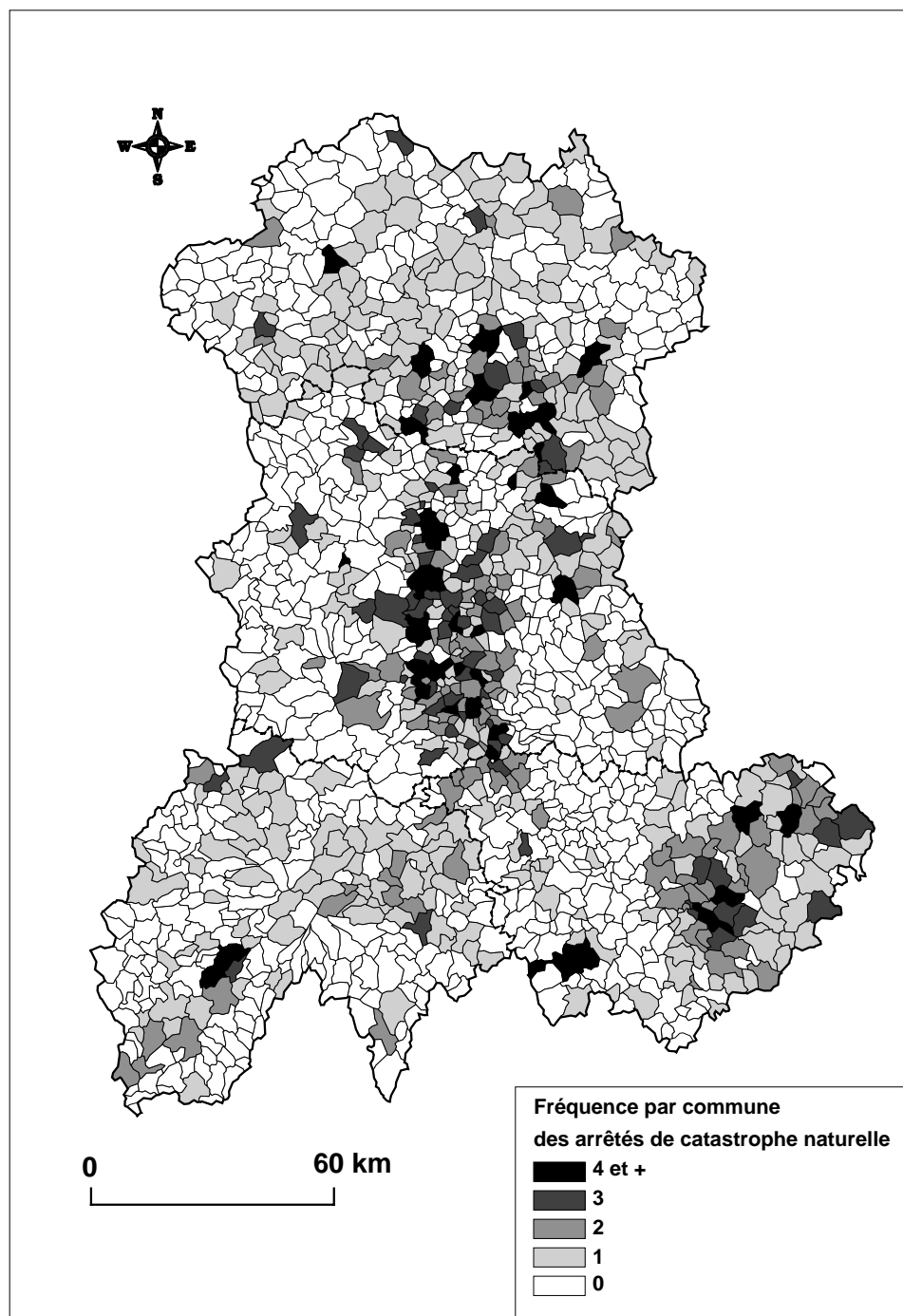
peine une dizaine d'arrêtés ont été enregistrés les années les plus calmes (1984, 1986, 1991...), à l'opposé de certaines années au cours desquelles ont été inventoriées entre 90 et 150 déclarations (1988, 1992, 1994...). Cette inconstance est évidemment liée à la variabilité des temps forts pluviométriques affectant l'Auvergne. Par exemple, l'année 1989 s'est signalée par la rareté d'épisodes pluviométriques intenses, tant dans les phénomènes orageux, que dans les grands systèmes océaniques et combinés ; elle fut en effet marquée par de grandes périodes de stabilité anticyclonique.

Toutefois, cette explication n'est pas totalement satisfaisante, puisque il a été démontré dans le chapitre 2 que la distribution annuelle des temps forts n'affichait pas une telle variabilité. Cela signifie que le nombre de déclarations est aussi tributaire de la localisation des fortes pluies et des crues en fonction des vulnérabilités. Ainsi, en 1992, la fréquence élevée des arrêtés fut la conséquence d'incessantes précipitations ayant intéressé le Val d'Allier, donc un secteur à forte vulnérabilité. De même, en 1994, la grande majorité des déclarations (86 %) a été liée à l'épisode combiné des 3 et 4 novembre qui affecta une grande partie de l'Auvergne et provoqua une importante inondation de l'Allier dans la grande région clermontoise, où les dégâts furent effectivement notables. A titre de comparaison, le début de cette même année fut marqué par le passage de systèmes océaniques, n'ayant concerné que les monts d'Auvergne. En raison de la faiblesse des vulnérabilités caractérisant ce secteur, les dégâts furent limités n'entraînant le déclenchement que de rares procédures (2 % à peine du total de l'année).

Cette première analyse démontre que les temps forts pluviométriques et hydrologiques jouent de façon différentielle sur le nombre d'arrêtés de catastrophes naturelles suivant la vulnérabilité des secteurs affectés. Les années qui se singularisent par quelques épisodes pluvieux touchant les espaces les plus vulnérables de l'Auvergne (donc, les bassins) cumulent, de ce fait, un nombre élevé de déclarations. On peut ainsi constater que, malgré la rare survenue des temps forts, les bassins auvergnats se présentent bien parfois comme des espaces subissant des excès.

2.2. Distribution régionale

La figure 34 présente à la fois la localisation des déclarations de catastrophes naturelles, et la fréquence de ces arrêtés pour chaque commune. 44,6 % de ces dernières ont été intéressées au moins une fois par la mise en place d'une procédure.



Cartographie : F. J

Figure 34 : Localisation des communes déclarées en état de catastrophe naturelle au titre des « inondations et coulées de boue » de 1982 à 1999 inclus.

Nous pouvons remarquer que les communes les plus fréquemment déclarées sont souvent les plus peuplées et les plus vulnérables. Toutefois, la lecture de ce document est quelque peu troublée, des déclarations étant parfois attribuées de manière abusive à des communes montagnardes possédant de faibles densités.

On peut constater que les secteurs les plus peuplés paraissent regrouper les communes les plus fréquemment touchées. Outre les principales villes de la région, deux grands ensembles se distinguent très clairement :

- Le premier, situé au centre de l'Auvergne, s'étend de la région vichyssoise au nord, à la région thiernoise à l'est, et en direction du sud, au Val d'Allier.
- Le deuxième se concentre sur la moitié orientale de la Haute-Loire et couvre le bassin du Puy ainsi que le plateau d'Yssingaux.

Les espaces montagnards ont été au contraire moins touchés :

- A l'ouest, peu de communes ont été sinistrées dans le massif des Monts Dore et les Combrailles ; dans le Cantal elles ne l'ont été le plus souvent qu'une fois.
- A l'est, aucune déclaration n'a été signalée dans bien des communes du Livradois-Forez, du Devès et de la Margeride (à l'exception notable de Saugues, ceci s'expliquant certainement par l'étendue du territoire communal).

Les disparités, bien qu'importantes, pourraient être encore plus accusées si nous avions la possibilité d'effacer de notre carte les déclarations faites pour dégâts mineurs ; des espaces en blanc apparaîtraient alors sur de nombreuses communes du Cantal et de l'Allier. En mai 1988, par exemple, pas moins de 82 communes furent considérées en état de catastrophe naturelle dans l'Allier, après le passage de pluies orageuses répétitives. La prospection dans la presse a révélé que les dégâts apparaissaient, en fait, dans les secteurs urbanisés de la région vichyssoise.

La fréquence des déclarations montre clairement que l'excès est un fait principalement urbain ou périurbain, ce n'est donc pas le fruit du hasard si Clermont totalise un maximum de sept sinistres, avec encore trois arrêtés prononcés durant l'été 2000. La figure 35 tente de prouver, d'ailleurs, qu'une relation peut être établie entre le nombre d'arrêtés et le nombre d'habitants. On constate effectivement que plus les communes sont peuplées, plus celles-ci ont été déclarées. La majorité des bourgs de moins de 500 habitants (près de 70 %) n'ont ainsi jamais été reconnus en état de catastrophe naturelle, et seuls 0,5 % d'entre eux l'ont été quatre fois ou plus. Une configuration totalement inverse s'affiche avec les villes de plus de 5 000 habitants. Alors qu'elles ne sont que 2,8 % à n'avoir subi aucun sinistre, 31 % d'entre elles ont été concernées au moins à quatre reprises, et plus largement 50 % ont été recensées avec trois déclarations.

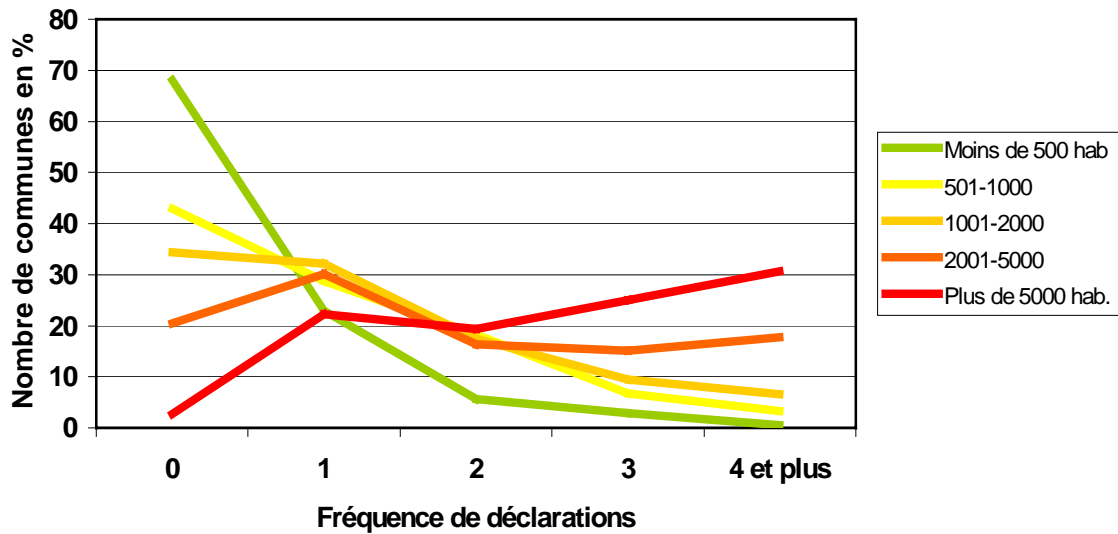


Figure 35 : Fréquence des déclarations selon le nombre d'habitants.

On constate que la réitération des arrêtés « inondations et coulées de boue » est quasi proportionnelle au nombre d'habitants. Plus une commune est peuplée plus est déclarée.

Cette analyse de la distribution régionale des arrêtés de catastrophe naturelle en Auvergne est plutôt singulière. Nous arrivons, en effet, à la contradiction apparente suivante : alors que les espaces montagnards les plus exposés aux temps forts ne sont que rarement déclarés, les bassins qui sont affectés plus occasionnellement regroupent, en raison de plus grandes vulnérabilités, la majorité des déclarations, la fréquence des arrêtés étant maximale dans les communes les plus urbanisées des limagnes. Les temps forts orageux locaux et les transgressions hydrologiques originaires des Monts d'Auvergne ou des Cévennes ont dans les bas pays un impact remarquable, souvent inconnu dans les hautes terres (espaces équivalents aux secteurs B et D de notre modèle).

Cette configuration n'est pas propre à l'Auvergne et se retrouve dans d'autres régions françaises (Ledoux ; Bonnefoy, 1994). Ainsi, dans le Limousin, les communes situées sur le plateau de Millevaches n'ont eu à déplorer, entre 1984 et 1994, aucun sinistre, la fréquence des déclarations étant par contre plus importante dans les secteurs de Limoges et de Brive. De même, dans l'Ardèche et le Gard, un net contraste oppose, là aussi, les espaces montagnards cévenols peu déclarés, aux communes situées dans les vallées.

Même si nous sommes parvenu à dégager des résultats solides, cette première approche des excès, réalisée au travers de la loi de juillet 1982 n'est toutefois pas l'outil le plus approprié pour peaufiner une cartographie. Deux principales critiques peuvent être formulées :

- Comme nous l'avons déjà mentionné, il faut avouer que l'exploitation des arrêtés n'apporte aucune indication précise sur l'ampleur des phénomènes. Une solution consisterait à chiffrer les indemnisations versées auprès des particuliers par les cabinets d'assurances ; toutefois, ce travail herculéen devient assez rapidement fastidieux.

- D'autre part, aucune information ne nous est livrée, ni au cours de l'élaboration de l'arrêté, et encore moins lors de sa publication, sur la nature et l'origine des temps forts responsables des dégâts. Nous ne savons pas, par exemple, si les communes déclarées dans le couloir des limagnes l'ont été précisément suite à des transgressions hydrologiques de type océanique ou cévenol, ou pour du ruissellement urbain et des crues éclaircies issus de phénomènes orageux. On doit, à défaut, se contenter de deviner.

Les déclarations de catastrophes naturelles permettent de recenser les excès de manière indirecte, à travers un outil juridique ; il est donc logique qu'elles manquent de précision. Les démonstrations ne possèdent pas, du coup, la portée qu'on aurait souhaitée. Le travail peut, fort heureusement, être sensiblement amélioré en recourant au dépouillement de la presse quotidienne régionale. Les phénomènes météorologiques et leurs conséquences correspondent souvent à des sujets médiatiques "porteurs", et bénéficient ainsi d'une place de choix dans les journaux. Si la prudence doit être de rigueur dans l'observation et le récit des événements faits par les journalistes, cette méthode procure, sans nul doute, une foule de renseignements sur le vécu qu'il paraît difficile d'obtenir par d'autres voies.

3. Les excès recensés par la presse

Le principal avantage de la presse régionale réside dans son implantation au sein de la vie locale. Le moindre fait divers y est transcrit dans le détail ; cela vaut aussi pour les excès climatiques qui touchent au quotidien des populations. En oubliant le caractère subjectif des articles, on apprend par leur lecture de nombreux détails, même si ceux-ci pèchent plus dans la précision temporelle que dans la localisation des excès à l'échelle de la commune, du lieu-dit, du quartier...

Le paysage médiatique auvergnat est aujourd'hui dominé par la présence de deux quotidiens :

- *La Montagne*, appartient au puissant groupe de presse « Centre France » dont le siège social est situé à Clermont-Ferrand. Son influence s'étend au-delà des limites de l'Auvergne et couvre également le Limousin, le Berry et le Nivernais.

- *L'Eveil de la Haute-Loire*, possède une diffusion plus restreinte et n'intéresse que la région du Puy-en-Velay, du Devès au Mézenc.

L'ensemble des excès a été recensé sur trente ans, du 1^{er} janvier 1970 au 31 décembre 1999. Cette période est donc un peu plus courte que celle utilisée dans l'inventaire des fortes précipitations, pour autant cela ne gêne guère les comparaisons. Il faut dire que cette exploration nécessite une attention rigoureuse et constante qui demande du temps !

3.1. Le poids des mots

La consultation de la presse est l'une des méthodes les plus efficaces pour effectuer la recherche spatio-temporelle des excès lorsqu'on travaille sur le long terme. Toutefois, nous n'oublions pas que les journaux sont "les interprètes du sentiment public" (Lemartinel, 2001), et sont ainsi empreints de subjectivité et parfois d'irrationalité. Les journalistes ne se contentent pas de porter sur le papier de simples témoignages ; ils se livrent à des raisonnements souvent hasardeux sur la causalité des phénomènes, n'ayant guère de fondement scientifique. Cette attitude est évidemment motivée par des objectifs de vente : il faut donner au lecteur de quoi étancher une soif de curiosité ; il faut la provoquer en faisant du fait le plus banal un phénomène extraordinaire. Tricart (1992) précisait, d'ailleurs, de manière incisive que "le sensationnel est le moyen de gagner de l'argent pour les commerçants de la communication". Le récit des phénomènes d'origine naturelle passe par une dramatisation des faits que l'on retrouve aisément dans le vocabulaire inflationniste utilisé dans les titres, pour désigner la nature des temps forts météorologiques (tableau 12), pour qualifier l'ampleur des dégâts (tableau 13) et enfin pour décrire une ambiance (tableau 14).

A la lecture du tableau 12, on a peine à croire qu'autant d'événements météorologiques graves se soient produits en Auvergne. Ce bilan ressemble à une véritable vision d'épouvante. Quel est donc ce climat qui associe si fréquemment les "trombes d'eau", "les déluges" et les "tornades"? A l'exception de "gros" et "violents" orages qui correspondent aux termes les plus neutres, on peut regrouper le vocabulaire médiatique en quatre grands ensembles :

- Le premier traduit le potentiel destructeur des phénomènes, il s'agit de la "trombe" de la "pluie torrentielle" des orages qui sont "désastreux", "dévastateurs", d'une "violence inouïe"...

- Le deuxième se réfère à la terminologie biblique avec l'utilisation du "déluge" ou des "pluies diluviennes". Il est intéressant de noter qu'on parle de "vrai" ou de "véritables

déluges" quand les précipitations sont encore plus abondantes, sous-entendant ainsi que les précédents étaient des faux !

- Le troisième correspond à la singularité de l'événement qui est "exceptionnel", "séculaire" ou même "sans précédent".

- Enfin, le quatrième groupe désigne, par l'utilisation d'un vocable extrêmement maladroit, les temps forts venteux rencontrés le plus souvent sous les averses orageuses. Plus que les grandes plaines Nord-américaines, l'Auvergne, d'après les journalistes, aurait été frappée à trente reprises par des "tornades", mais aussi intéressée quatre fois par d'étranges "mini-tornades" (néologisme apparaissant pour la première fois en 1977 dans *l'Eveil*) et comme si cela ne suffisait pas, fut traversée par un cyclone et un ouragan !

Termes utilisés	Nbre de fois	Termes utilisés	Nbre de fois
Violent orage	46	Pluies diluviennes	11
Gros orages	2	Vrai déluge	1
Trombe d'eau	31	Véritable déluge	1
Pluies torrentielles	4	Orage du siècle	2
Orage d'une rare violence	2	La pluie du siècle	1
Orage mémorable	1	Orage sans précédent	1
Orage d'une violence inouïe	1	Précipitations records	1
Orage désastreux	1	Précipitations exceptionnelles	1
Orage dévastateur	1	Précipitations très exceptionnelles	1
Pluies et vents se déchaînent	2	Tornade	31
Déferlante de pluie	1	Mini-Tornade	3
Cauchemar liquide	1	Cyclone	1
Ciel tombant sur la tête	1	Ouragan	1
Déluge	29	Violente tempête	1
Violent déluge	1		

Tableau 12 : Termes journalistiques ayant servi à désigner en titre les temps forts pluvieux et venteux.

De la même manière, les qualificatifs employés dans la description des dégâts (tableau 13) paraissent exagérés. Ceux-ci sont souvent "importants", "nombreux", "lourds"... , parfois l'utilisation des superlatifs comme "très gros", "très graves", "très lourds" ne suffisant plus,

les dommages deviennent du coup "énormes", "considérables", "spectaculaires" ou alors sont financièrement incalculables provoquant des "millions de dégâts". Bien sûr, le terme de "catastrophe" nous est fréquemment servi, probablement trop, c'est pourquoi, ayant pris conscience de l'utilisation abusive de ce mot et donnant l'impression de se justifier, le journaliste retraçant les dégâts laissés par les tempêtes de 1999 annonce alors une "véritable catastrophe".

La prose médiatique affectionne également certains verbes qui nous ramènent à des images de destructions profondes, référence faite au champ de ruines qui fume après la bataille. Ainsi, l'orage de grêle "dévaste", "ravage", "saccage", "anéantit" l'exploitation et les biens agricoles.

Termes utilisés	Nbre de fois	Termes utilisés	Nbre de fois
Importants	25	Millions de dégâts	1
Nombreux	3	Catastrophe	6
Multiples	1	Véritable catastrophe	1
Lourds	3	Bilan catastrophique	6
Gros	5	Grande catastrophe	1
Très gros	3	Dévaster	15
Très graves	1	Ravager	6
Gravement, durement	3	Anéantir	5
Très lourds	1	Saccager	4
Enormes	2	Sinistré à 100%	4
Considérables	4	Isolé / coupé du monde	5
Spectaculaires	1		

Tableau 13 : Qualificatifs utilisés par la presse en titre pour désigner l'ampleur des dégâts.

L'impact psychologique doit être à la hauteur des scènes dépeintes (tableau 14). Le phénomène en cours d'évolution, comme une inondation, "préoccupe" et "inquiète" nécessairement les riverains d'un cours d'eau vivant dans "l'incertitude" et même dans "l'angoisse". Une fois le temps fort passé, la population est logiquement "sous le choc" ; il règne une atmosphère de "désolation" et de "consternation" qui conduit au "désarroi" et au "désespoir" ; la fin du monde est proche, bientôt "l'apocalypse" !

Termes utilisés (phénomène en cours)	Nbre de fois	Termes utilisés (temps fort passé, perception de l'excès)	Nbre de fois
Inquiétude	6	Sous le choc	1
Crainte	1	Désolation	1
Incertitude	1	Consternation	1
Angoisse	1	Désespoir	1
Situation préoccupante	1	Grand dépit	1
		Vallée meurtrie	1
		Désarroi	1
		L'apocalypse	1

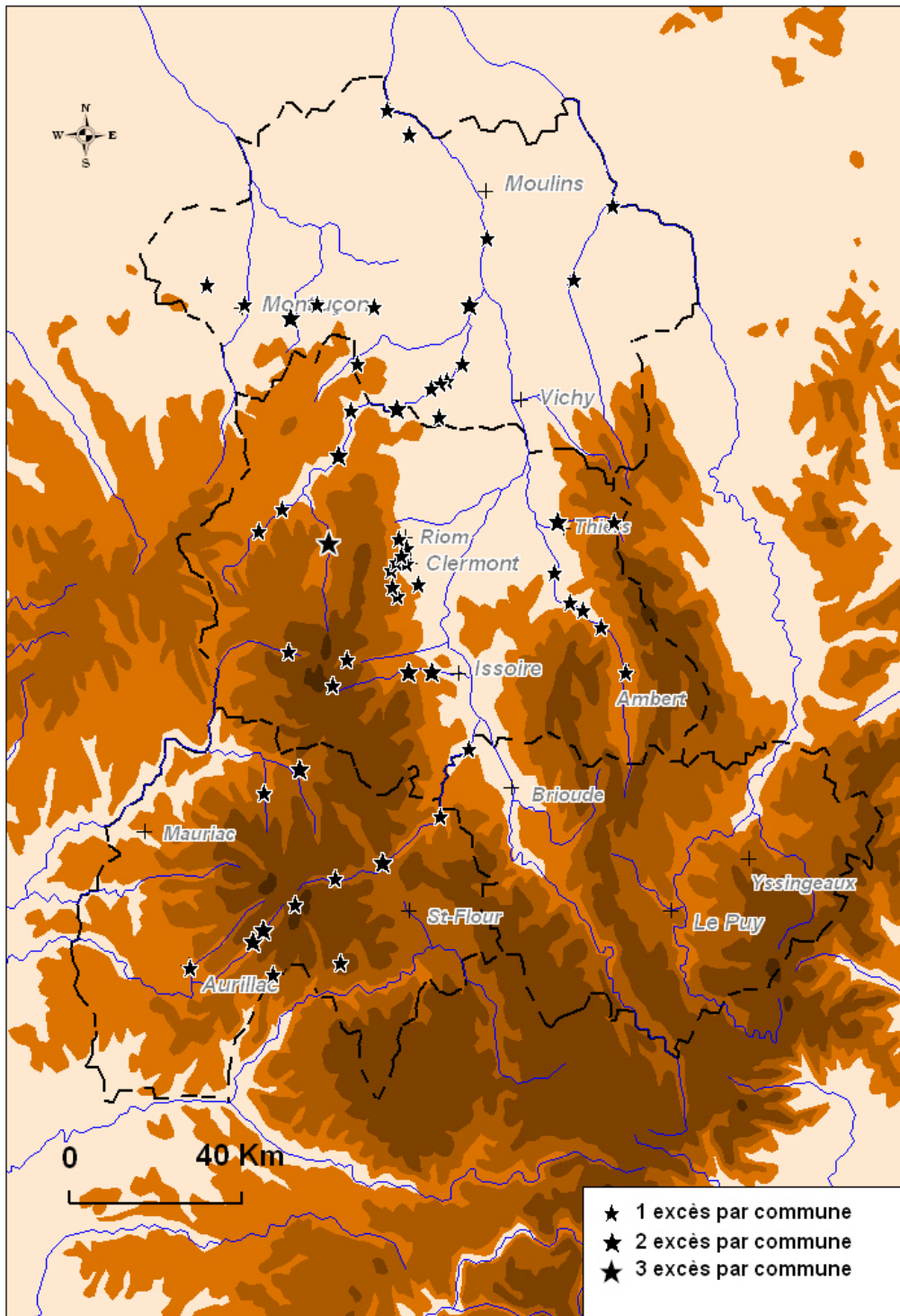
Tableau 14 : Termes médiatiques exprimant en titre l'ambiance excessive

L'usage abusif des mots qui frappent, "le poids des mots", dans le jargon médiatique n'est donc plus à démontrer. Une prise de recul permanente est nécessaire dans l'interprétation des phénomènes dommageables ; mais une fois les propos tempérés, il devient possible de réaliser un dénombrement précis des excès, de leur genèse, de leur nature et de leur localisation. Les cartes qui suivent offrent une vision, pour le moment globale, des espaces auvergnats affectés par les excès. Cette présentation faite suivant l'origine climatique des temps forts, devrait permettre de mieux saisir les causes générant l'excès, en particulier, dans les bassins auvergnats.

3.2. Les excès liés aux épisodes océaniques

Les systèmes océaniques concernent principalement, on le sait, la Montagne auvergnate et secondairement le massif du Forez. Si ce fait détermine la présence d'excès sur les massifs du Cantal et des Monts Dore (figure 36), on constate toutefois que leur nombre reste dérisoire comparativement à la quantité de temps forts qui affectent ces secteurs. C'est bien l'absence de vulnérabilités qui explique cette situation ; seuls, les épisodes les plus puissants sont ainsi parvenus à engendrer des problèmes dans quelques bourgs, comme au Lioran et à Thièzac dans le Cantal, ou encore à la Bourboule et au Chambon dans le massif des Dore.

En dessous de 1200 mètres d'altitude, les temps forts pluviométriques sont déjà plus rares ; en revanche, subsistent plus sûrement les transferts de crues. Certains excès ont été recensés dans les vallées cantaliennes, sur la Cère (Vic), sur l'Alagnon (Murat, Neussargues, Massiac), sur la Rhue (Condat) et enfin sur la Véronne (Riom-ès-Montagne). De même, quelques-uns ont été signalés, le long des cours d'eau descendant des Monts Dore comme sur la Sioule



Conception et réalisation : F. Jubertie

Figure 36 : Excès liés aux épisodes océaniques en Auvergne de 1970 à 1999

Nous constatons que les excès sur les monts d'Auvergne sont finalement peu nombreux, en comparaison de l'importante fréquence des temps forts hydrométéorologiques (cf. fig. 16). Quelques excès apparaissent également dans le bas-pays liés à des transferts de crues.

(Pontgibaud). Ces transferts peuvent parfois atteindre les bas-pays, affectant alors des espaces plus vulnérables. Nous pouvons évoquer, une fois encore, le cas de la Sioule où nous notons effectivement d'amont en aval tout une série d'excès de Menat à St-Pourçain. D'autres cas peuvent être soulignés : à l'ouest d'Issoire sur la couze Pavin, des excès ont été recensés sur les communes de St-Floret et de Meilhaud ; de même l'abondance des précipitations sur le Forez justifie leur présence dans la vallée de la Dore (Ambert, Vertolaye, Olliergues, Giroux, Courpière), ainsi que sur la Durolle (Chabreloche et Thiers). Enfin, les excès situés dans la région clermontoise doivent leur existence à un épisode météorologique original qui s'est produit les 5 et 6 janvier 1982. En effet, à l'inverse des systèmes traditionnels, les pluies océaniques ont intéressé durant ces deux journées des secteurs habituellement abrités comme les versants orientaux des Monts d'Auvergne ou bien encore la Limagne. Les glissements de terrain furent multiples sur les coteaux et les rues en pente de Royat et de Chamalières ; les inondations liées au ruissellement urbain provoquèrent également pas mal de problèmes sur Clermont et sa banlieue est.

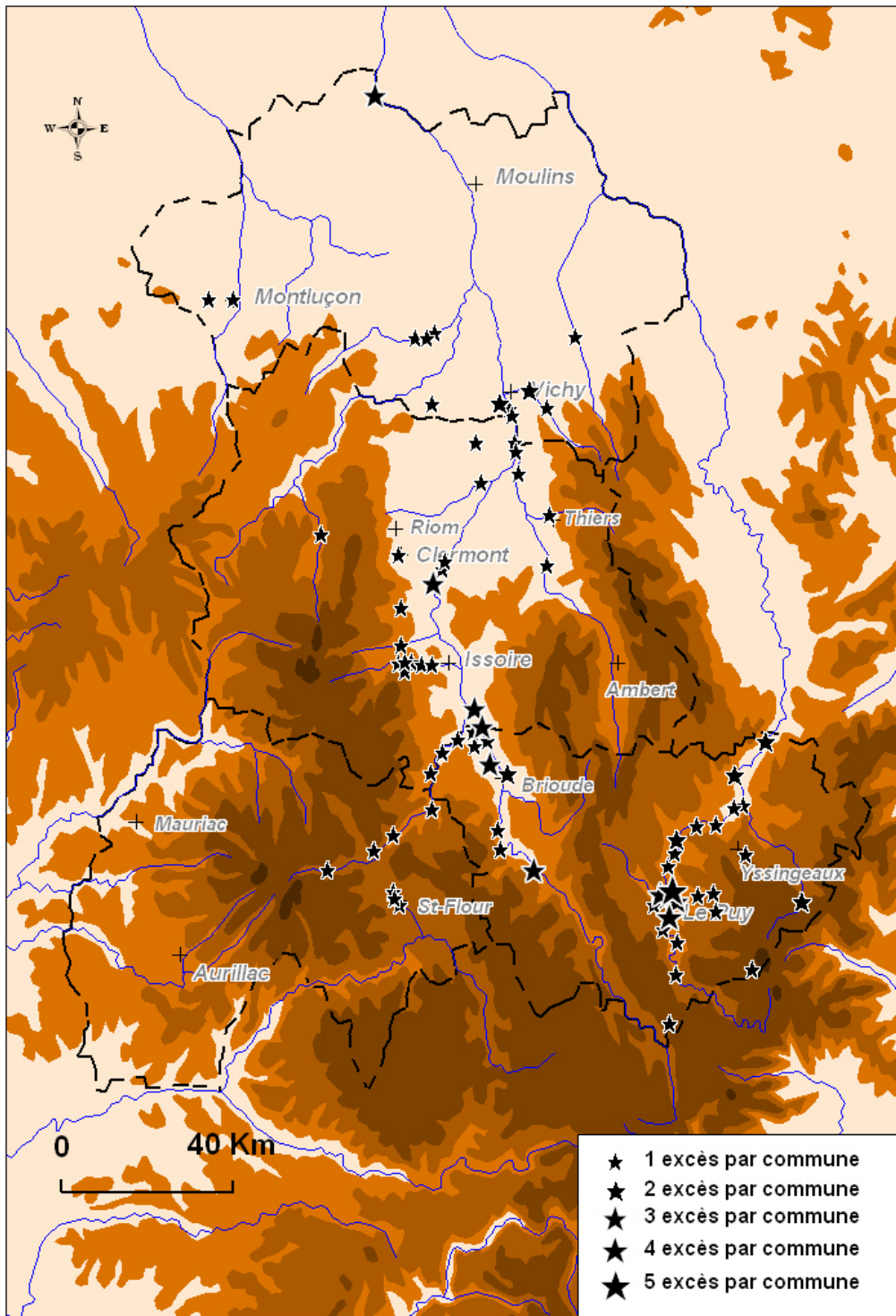
Les excès associés aux épisodes océaniques ne sont finalement pas extrêmement nombreux et sont loin d'intéresser toute l'Auvergne. La cause est à rechercher dans le manque de relations qui règne entre les temps forts et les vulnérabilités. Sauf cas exceptionnel, comme en janvier 1982, les fortes averses concernent le plus fréquemment des espaces peu peuplés à faible urbanisation. Les transferts de crues peuvent amener davantage de problèmes, en arrivant dans les basses terres ; toutefois, là aussi, ceux-ci concernent des vallées qui ne sont pas toujours très vulnérables.

3.3. Les excès liés aux épisodes combinés et aux retours d'est

Avant d'aborder la description de la figure 37, il paraît utile d'expliquer brièvement ce que nous désignons par épisode "combiné" et "retour d'est" (une définition plus détaillée de ces deux termes se trouve dans les chapitres 5 et 6).

Les épisodes combinés juxtaposent dans l'espace ou associent dans la durée des précipitations d'origine océanique et cévenole, ou orageuse et cévenole, évoluant dans une circulation méridionale. Cette situation peut alors engendrer les crues simultanées des principaux cours d'eau (les fameuses crues « mixtes » définies par Onde, 1923) provenant à la fois des Monts d'Auvergne, et des Cévennes.

Les retours d'est correspondent, comme leur nom l'indique, à un système pluviogène abordant la région par l'est et le sud-est. Le terme de « retour » est conventionnellement utilisé dans le jargon météorologique, car la perturbation peut effectivement se présenter



Conception et réalisation : F.Jubertie

Figure 37 : Excès liés aux épisodes combinés en Auvergne de 1970 à 1999

N'apportant que peu d'excès sur les plateaux de l'Auvergne, les temps forts combinés déclenchent, en revanche, des transferts de crues sur l'Allier et la Loire qui engendrent de nombreux problèmes dans les communes urbanisées situées le long de ces deux cours d'eau.

comme un ancien front océanique réalisant un mouvement rétrograde. Le plus souvent, toutefois, les retours d'est montrent une genèse fort complexe qu'il conviendra d'expliquer beaucoup plus longuement dans notre cinquième chapitre.

Comme pour les ondes océaniques, les pluies résultant de ces deux types de systèmes affectent le plus fréquemment des espaces montagnards vides d'hommes. Les excès sont donc peu nombreux en altitude. Le secteur vivaro-vellave, pourtant le plus concerné par les temps forts, n'en a recensé, entre 1970 et 1999 qu'à peine trois ou quatre. Même si les extensions pluvieuses en direction des bassins sont rares, puisque seules 4 à 5 occurrences ont été signalées sur les trente années d'études, on peut, en revanche, remarquer un nombre d'excès assez élevé dans les vallées de la Loire et de l'Allier. Ceux-ci ont été générés par des crues ou transferts de crues qui ont inondé des secteurs urbanisés. C'est le cas par exemple, sur la Loire, du secteur de Brives-Charensac, du Monteil, et plus généralement de l'agglomération du Puy (Espaly, Chadrac, Aiguilhe, concernées également par les débordements d'un affluent, la Borne). On peut noter que d'autres problèmes sont apparus en aval du fleuve, du côté de Vorey, Retournac et surtout à l'approche de la banlieue "verte" de St-Etienne (Pont-de-Lignon, Bas-en-Basset, Aurec). Le Val d'Allier et ses affluents possèdent également quelques importantes concentrations, en particulier sur cinq foyers. Le plus méridional correspond principalement à la ville de Langeac. Un peu plus au nord, nous pouvons localiser le Brivadois (Lamothe, Brioude, Brassac, Ste-Florine, Lempdes, Auzat), durement touché car subissant en plus la confluence de l'Alagnon. Le troisième secteur concerne la région d'Issoire (Meilhaud, Perrier, St-Cirgues, St-Floret, Champeix) et les excès liés aux inondations des couzes Chambon et Pavin. Le quatrième est situé à l'est de l'agglomération clermontoise (Cournon, Mézel, Dallet). Enfin, le dernier ensemble regroupe les communes proches de Vichy (Ris, St-Priest-Bramefand, Hauterive, Cusset, Molles), affectées de surcroît par la confluence de la Dore ou du Sichon (provenant du massif de la Madeleine).

A la différence des épisodes océaniques, les excès liés aux systèmes combinés et aux retours d'est apparaissent plus nombreux et se localisent préférentiellement dans quelques secteurs bien définis. Très logiquement, les hautes terres ne sont, une fois de plus, que très peu concernées, même si les assauts pluviométriques (en particulier cévenols), peuvent y posséder une intensité redoutable. Les transgressions hydrologiques affectant les vallées de la Loire et de l'Allier provoquent, en revanche, de nombreux dégâts car touchant les secteurs les plus vulnérables de l'Auvergne. Du coup, ce type d'événement représente, sans nul doute, la

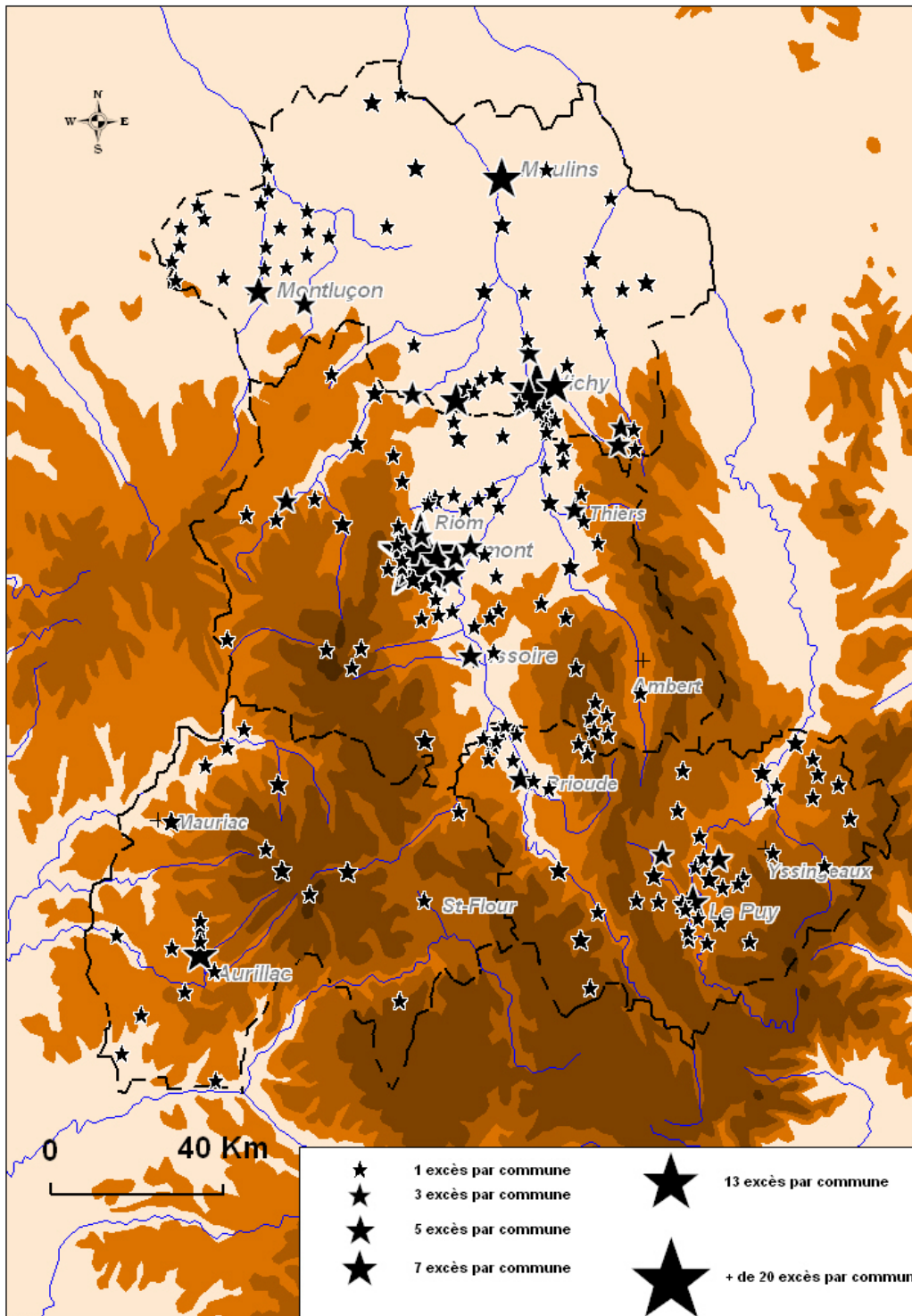
menace régionale la plus sérieuse, non seulement parce qu'il touche le cœur actif de l'Auvergne, mais aussi parce que sa grande ampleur ne facilite en rien sa gestion.

3.4. Les excès liés aux épisodes orageux

Les phénomènes orageux sont les seuls types de temps forts pluvieux pouvant concerner, localement ou à l'échelle du pays, l'ensemble de l'Auvergne. L'examen de la figure 38 montre, toutefois, que les excès qui s'y rattachent se concentrent surtout dans les espaces urbanisés. Toutes les villes sont concernées, des plus modestes comme Brioude ou Gannat (6 excès ont été relevés en trente ans), aux agglomérations les plus importantes, comme le Puy (5 excès ont été enregistrés dans la commune et beaucoup plus en comptant la banlieue), Montluçon (5 excès), Aurillac (7 excès), Moulins (8 excès), Vichy (13 excès) et surtout Clermont où l'on a recensé pas moins de 21 excès, ce chiffre étant même multiplié par deux en incluant les communes périphériques. La fréquence des orages, en ville, n'est pas forcément plus importante qu'ailleurs (nous avons montré dans notre second chapitre que l'activité n'était pas amplifiée par les îlots de chaleur), mais, l'intensité parfois très forte des averses convectives, tombant sur des sols imperméabilisés, déclenche facilement un fort ruissellement que les réseaux d'assainissement ont du mal à absorber. A cela, il faudrait encore ajouter les difficultés provoquées par les inondations de caves, de parkings souterrains ou de rez-de-chaussée d'immeubles.

Les temps forts orageux n'engendrent logiquement pas autant de problèmes en montagne, même si leur présence est souvent plus importante que dans les bassins et les vallées. Il faut toute la puissance d'orages comparables, par exemple à ceux qui ont concerné le Livradois en septembre 1982, pour que des excès puissent apparaître. Dans la nuit du 25 au 26 septembre de violentes rafales de vent soulevèrent plusieurs toitures de fermes dans les villages de Laval-sur-Doulon et de St-Vert. De même, seule la force d'un événement, assimilé à une tornade (Dessens, Snow, 1989), a pu provoquer dans le même secteur, en juillet 1982, de lourds dégâts dans le pays d'Echandelys.

Dans la montagne auvergnate, les excès, ont également été rares. Toutefois, la conjonction de temps forts hydrométéorologiques remarquables, comme les crues torrentielles éclair, et la présence du tourisme (qui reste encore diffus) peut engendrer des excès parfois spectaculaires. Ainsi, le 31 juillet 1994, un violent orage s'abattit dans le massif des Monts Dorés et provoqua de nombreuses coulées de boue, ainsi que la crue subite de la couze Chambon. La rapidité des événements fut telle que 300 campeurs, installés dans le secteur, furent évacués à la hâte laissant derrière eux tous leur matériel (équipements et affaires personnels, caravanes,



Conception et réalisation : F.Jubertie

Figure 38 : Excès liés aux épisodes orageux en Auvergne de 1970 à 1999

Les excès orageux se concentrent principalement dans les espaces urbanisés de l'Auvergne. Toutes les villes sont concernées, même les plus modestes. Toutefois, l'agglomération clermontoise en enregistre logiquement le plus.

voitures). Fort heureusement, aucune victime ne fut à déplorer ; toutefois, ce phénomène, très proche de celui qui s'était produit au Grand-Bornand en 1987, a montré que les excès orageux pouvaient avoir en montagne une puissance redoutable inconnue dans les bassins.

Il est incontestable que les excès orageux sont essentiellement un fait urbain. Le développement d'averses très "agressives", touchant directement les espaces aux densités humaines les plus élevées, suffit à expliquer la prolifération de problèmes. Pour autant, même rare, la puissance des excès ne doit pas être négligée en montagne, en particulier dans les massifs du Cantal et des Monts Dore. L'occupation humaine engendrée par l'activité touristique saisonnière peut effectivement être confrontée à la menace d'événements hydrométéorologiques remarquables.

3.5. Les excès liés aux chutes de grêle

Les chutes de grêle apparaissent dans les situations orageuses, mais il s'agit de phénomènes qui sont bien plus rares que les temps forts pluviométriques. Il est convenu que seulement 10% des orages sont grêligènes, et que 10 à 20% du total des précipitations orageuses sont constituées de grêle (Herment, 2000 p.114). Néanmoins, les excès liés à ce type d'hydrométeore ont souvent un caractère spectaculaire ; les dégâts, proportionnels au poids et à la vitesse de chute des grêlons, peuvent concerner tous les biens extérieurs sur les cultures, les habitations, les véhicules...

Les figures présentées ci-après (39 A,B,C) retracent la distribution des excès recensée par décennies. La variabilité de la répartition, qui peut surprendre, traduit à la fois l'extrême variété des trajectoires qui se jouent de la topographie, et montre également une plus grande dépendance de ce type d'excès vis-à-vis de la mise en valeur des terroirs agricoles. Des problèmes apparaissent, en effet, dès qu'une commune possède, sur son territoire, des exploitations céréalières ou des cultures. Néanmoins, des dommages ont également été recensés dans les campagnes profondes, à la suite d'épisodes particulièrement violents.

3.5.1. Décennie 1970-1979

Nous pouvons observer qu'entre 1970 et 1979 (figure 39A) l'Allier a été le département le plus touché. Tous les secteurs, ou presque, ont été concernés par cinq épisodes majeurs. A chaque reprise des dégâts ont été signalés, en zone rurale, sur les exploitations céréalières et les maïs (7/08/70, 9/08/72, 30/05/74, 8/07/75), ainsi que sur le vignoble de St-Pourçain (18/08/71). En ville, c'est surtout l'agglomération de Montluçon qui eut à souffrir de la chute

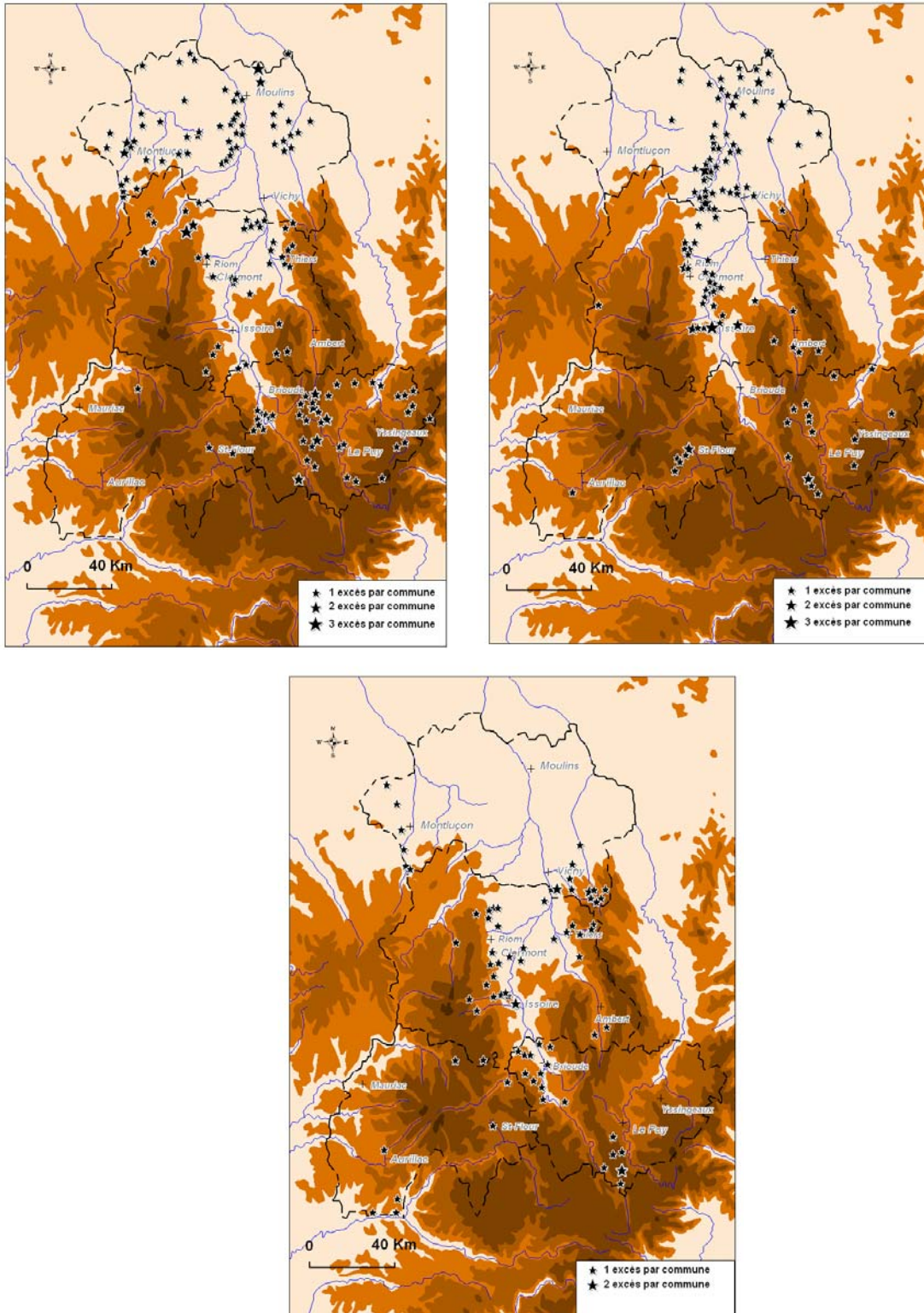


Figure 39 : Excès liés aux chutes de grêle en Auvergne de 1970 à 1979 (en haut à gauche), de 1980 à 1989 (en haut à droite), de 1990 à 1999 (en bas au centre)

Malgré une grande variabilité spatiale à l'échelle régionale, on peut remarquer que les Monts d'Auvergne et le Forez (fortement spécialisés dans le domaine de l'élevage) n'ont été que peu affectés par les excès liés aux chutes de grêle.

du 18 août 1971 où de nombreux toits ont été endommagés et des habitants légèrement blessés par la chute des grêlons.

La Haute-Loire a également comptabilisé durant cette première décennie un nombre assez élevé de phénomènes excessifs. Les déprédations sur les cultures ont été plus ou moins importantes, au nord et au sud de Brioude (respectivement les 25/08/71 et 19/07/79). De même, la montagne du Devès qui possédait encore à l'époque une orientation polyculturelle a subi des excès, plutôt sur les orges et les avoines (10/08/71), sur les seigles (27/08/72) ou, dans le domaine de l'élevage, sur les volailles (15/08/73). La montagne vivaro-vellave, également polyculturelle, a recensé des dégâts dans la région d'Yssingeaux (9/07/75) et plus au sud, sur les fourrages du Mézenc (12/07/77). Enfin, l'agglomération du Puy a été touchée à divers degrés par l'abondance d'une averse (le 11/07/75) qui s'accompagna d'une accumulation de grêlons atteignant par place une épaisseur de 50 à 150 centimètres. La conséquence assez inattendue de cette situation fut le blocage de la circulation automobile et surtout l'obstruction des réseaux d'assainissement, ce qui provoqua de nombreuses inondations de caves.

Le Puy-de-Dôme, département possédant pourtant des espaces céréaliers, n'a finalement relevé qu'assez peu d'excès. Quelques foyers de la grande Limagne ont tout de même été sérieusement frappés. Ainsi, le 25 mai 1970, 70 % des récoltes ont été détruites à Lempdes et Dallet, le 8 juin 1971, 80 % ont été sinistrées à Boudes et Chalus, enfin, le 2 juin 1979 de lourds dégâts ont été à déplorer sur les betteraves et les plants de tabac dans plusieurs communes autour de Randan. Les espaces urbanisés ont plutôt été épargnés durant cette décennie. Seules, la région thiernoise (le 18 août 1971) et l'agglomération riomoise (23 juillet 1972) ont subi deux chutes assez conséquentes (dégâts sur les toitures, les véhicules...).

Enfin, nous pouvons remarquer que le département du Cantal a pratiquement échappé en totalité à ce type d'excès. Trois épisodes seulement ont été recensés, sur St-Flour dans la nuit du 6 au 7 octobre 1970, à Riom-ès-Montagne le 12 juillet 1971, et à Ruynes-en-Margeride le 10 août 1971.

3.5.2. Décennie 1980-1989

La période suivante, comprise entre 1980 et 1989 (figure 39B), a principalement été marquée par deux vagues de grêle qui ont frappé une bande méridienne comprise entre Issoire et Moulins. La première a été la plus destructrice : dans l'après-midi du 14 juillet 1982, un puissant cumulo-nimbus déversa une averse, tout d'abord sur l'agglomération d'Issoire (Perrier, Orbeil, St-Babel), puis en descendant le Val d'Allier, intéressa la banlieue est de

Clermont (Vic-le-Comte, Cournon, Pont-du-Château...). Continuant sa route vers le nord, le phénomène ne perdit pas en intensité et provoqua de nombreuses pertes sur les surfaces céréalières de la région gannatoise (140 exploitations touchées dans le canton de Gannat) ; pire, en arrivant dans le secteur de St-Pourçain, il toucha le vignoble à 50 % !

Il s'agit incontestablement du phénomène le plus important de ces trente années d'étude, non seulement parce qu'il a été lié à un temps fort particulièrement virulent (nous verrons les principales caractéristiques météorologiques de celui-ci dans notre septième chapitre), mais aussi parce qu'il fut, en plus, étendu, concernant les secteurs agricoles les plus vulnérables de l'Auvergne.

Le deuxième épisode du 11 juillet 1984 fut spatialement plus limité, mais concerna néanmoins divers secteurs du département de l'Allier. Surtout, il engendra, une fois encore, de lourds dégâts sur l'aire de production du St-Pourçain (plus de la moitié de la récolte concernée). D'autres problèmes furent recensés dans les campagnes autour de Moulins où des volailles (poules) ont été, par endroits, tuées par des grêlons. D'autre part, nombre de vitres, toitures et véhicules furent endommagés dans certains villages ; il faut dire que certains grêlons, relevés par exemple à Ebreuil, avaient plus de quatre centimètres de diamètre !

Les autres phénomènes qui se sont déroulés au cours des années quatre-vingt n'ont pas eu l'ampleur des deux épisodes précédemment décrits. Parmi les plus marquants, nous pouvons, toutefois, évoquer les deux chutes qui se sont produites sur la ville de St-Flour, les 11 août 1986 et 3 août 1988. Les conséquences sur la cité cantalienne furent multiples, et comme souvent en milieu urbain, l'obstruction des bouches d'égout par l'important amas de grêlons, empêcha l'évacuation des eaux de ruissellement provoquant de nombreuses inondations. Les pompiers ont dû ainsi faire face à plus de deux cents appels venant de particuliers. Le 15 juin 1986, l'agglomération d'Issoire a rencontré le même type de difficultés, plusieurs caves ont là aussi été inondées...

3.5.3. Décennie 1990-1999

La distribution des excès apparaît, dans les années quatre-vingt-dix, encore toute différente de celles des périodes précédentes (figure 39C). Moins de secteurs ont, en revanche, été atteints, en particulier dans le département de l'Allier. Il est difficile d'apporter une explication à cette situation. Peut-être les temps forts ont été moins nombreux, peut-être, aussi, ont-ils intéressé des espaces très peu vulnérables ?

Quoi qu'il en soit, les événements les plus sérieux ont concerné essentiellement l'escarpement occidental des limagnes, de Châtelguyon à la région de Brioude. Trois autres

foyers majeurs se sont localisés dans l'ouest de l'Allier, dans le sud du Devès et surtout dans les Monts de la Madeleine et la région thiernoise. Pour ne pas tomber dans une forme de redondance, il paraît inutile de passer en revue l'ensemble des phénomènes qui se sont produits durant la décennie. Deux épisodes marquants méritent, toutefois, d'être décrits.

La journée du 5 juillet 1993 fut incontestablement une des plus remarquables. De nombreuses communes ont été affectées ; toutefois, les chutes furent liées non pas à une vague unique qui aurait traversé la région d'un point à un autre, comme en juillet 1982 ou en juillet 1984, mais plutôt à une multitude de cellules qui ont affecté simultanément plusieurs secteurs de l'Auvergne. Les excès se sont donc concentrés dans la région thiernoise (Thiers, Peschadoires, Aubusson-d'Auvergne, Celles-sur-Durolle...), ainsi qu'à l'est de l'agglomération clermontoise (Beauregard, Lempdes, Vertaizon), dans les monts de la Madeleine, (Le Mayet, Laprugne, St-Nicolas-des-Biefs...), dans l'agglomération riomoise (Mons, Davayat, Gimeaux, Prompsat...), dans la région d'Ambert (Arlanc, Beurières), et plus localement sur Pontgibaud (au nord-ouest du plateau des Dômes) ou à St-Haon (dans le sud de la Haute-Loire).

Le deuxième épisode significatif s'est déroulé dans la soirée du 14 juillet 1997 ; deux principaux secteurs ont été affectés. Le premier, localisé dans la Haute-Loire, au sud-ouest du Puy, n'a comptabilisé que des excès de faible ampleur. Le second correspondant à la vallée de la couze Chambon et au Brivadois a produit, par contre, des dommages plus sérieux, la grêle ayant porté atteinte aux cultures, engendrant par endroits de lourdes pertes (près de Brioude, 600 hectares ont été détruits à Léotoing et 250 à St-Géron).

3.5.4. Bilan

Le bilan cartographique de ces trois décennies de recherche montre clairement une grande variabilité de la distribution des excès liés à la grêle. La localisation de ces derniers ne coïncide pas toujours avec les espaces les plus vulnérables de l'Auvergne. Ainsi, nous avons vu que les Monts de la Madeleine, ou bien encore les plateaux du Velay et le Devès, ont été aussi fréquemment touchés que la grande Limagne clermontoise. Ces fortes fréquences sont difficilement explicables. Toutefois, il est probable que les excès observés dans le Velay sont liés à des chutes de grêle plus nombreuses que sur le reste de l'Auvergne. Nous avons effectivement montré dans le chapitre 2 que les reliefs situés à l'est de l'Allier étaient souvent intéressés par des manifestations orageuses (densités de foudroiement importantes). Il peut exister une corrélation, à moins que ces orages ne soient davantage liés à des systèmes cévenols qui sont, eux, peu pourvoyeurs de grêle.

Une autre interprétation peut être plus sûrement avancée. De nombreux espaces ruraux des départements de l'Allier et de la Haute-Loire possédaient encore, il y a peu, une orientation polyculturelle. Il va de soi que les exploitations étaient alors plus vulnérables face à la grêle. Ainsi s'expliquent les nombreux excès recensés dans les années 70. Depuis, ces régions se sont de plus en plus spécialisées dans l'élevage (Fel, 1973 ; Estienne, 1994), entraînant ainsi une diminution du nombre d'excès.

Pour autant, la répartition générale des excès se montre aussi parfois logique ; il existe des permanences.

- Certains secteurs montagnards et leurs périphéries sont restés à l'écart. Ceci est particulièrement net pour les massifs du Cantal, des Monts Dore, de la Margeride, de l'Aubrac et du Forez.
- Au contraire, d'autres ont été souvent touchés, c'est le cas, par exemple, des limagnes et de leurs escarpements (à l'ouest, de Clermont à Brioude ; à l'est, sur l'agglomération de Thiers).

Nous retrouvons, ici, l'agencement dicté par les vulnérabilités.

Conclusion

L'objectif de ce chapitre était double. Nous avons, dans un premier temps, essayé de montrer quels pouvaient être les différents niveaux de vulnérabilité intéressant l'Auvergne. L'opération quantitative qui a été menée a surtout mis en valeur les enjeux présents le long du Val d'Allier, plus spécifiquement dans la région clermontoise, et sur l'ensemble des agglomérations urbaines.

La deuxième phase de notre travail nous a permis de localiser les secteurs les plus concernés par les excès. Les différentes cartes présentées ont prouvé la relation étroite qui existe entre espace vulnérable et excès. Nous avons vu que ces derniers étaient largement tributaires des transferts de crues qui se produisent lors des épisodes océaniques et combinés ; les épisodes orageux agissant, quant à eux, plus directement et touchant au cœur même des villes.

Conclusion de la première partie

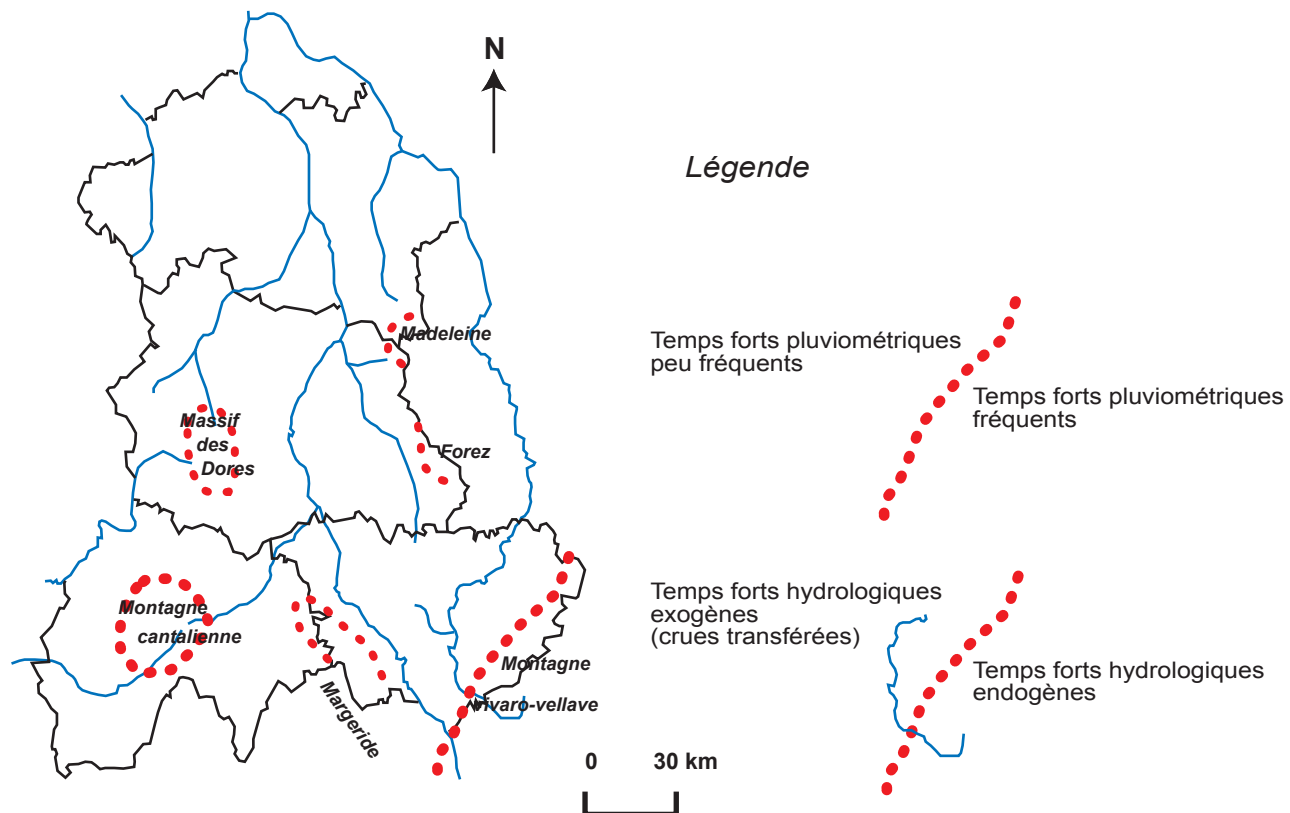
Le but de cette première partie était de réaliser une identification précise des excès en Auvergne et surtout de comprendre leur genèse. Notre démarche s'est totalement fondée sur le modèle présenté au cours de notre premier chapitre, c'est pourquoi les figures 40a et 40b en reproduisent les différentes étapes.

Nous avons commencé, au cours du chapitre 2, par localiser les espaces les plus affectés par les temps forts pluviométriques. Grâce à l'étude d'une longue série de relevés (1960-1999), nous avons recensé les cumuls égaux ou supérieurs à 50 mm/jour sur environ quatre-vingt postes météorologiques répartis sur l'ensemble du territoire. Deux pôles principaux se sont dégagés (figure 40a, étape 1) : à l'ouest, il s'agit de la Montagne cantalienne et au sud-est de la Montagne vivaro-vellave. D'autres foyers, secondaires, sont également apparus, correspondant au massif des Monts Dorés, aux monts de la Madeleine, du Forez et de la Margeride.

Dans le troisième chapitre, nous avons montré que les secteurs les plus vulnérables de la région se trouvaient essentiellement dans les bassins ou le long de quelques vallées (figure 40a, étape 2). Les densités les plus importantes sont effectivement situées dans les limagnes, le long du val d'Allier (Brioude, Issoire, Clermont, Vichy, Moulins), ainsi que dans quelques secteurs, plus isolés, comme le long des vallées de la Dore et de la Durolle (Ambert, Courpière, Thiers), du Cher (Montluçon), de la Sioule (St-Pourçain), mais aussi dans les petits bassins intramontagnards d'Aurillac et du Puy. Les hautes terres sont, en revanche, le plus souvent délaissées par les hommes ; toutefois, l'attrait grandissant du tourisme vert apporte une pression humaine un peu plus forte durant la saison estivale. Même si ces espaces sont majoritairement ruraux, quelques unités urbaines apparaissent quand même, à l'est du Cantal grâce à St-Flour, et surtout dans la partie orientale de la Haute-Loire avec Yssingeaux (où s'ajoute la périurbanisation stéphanoise).

Ces résultats montrent clairement un décalage entre la localisation des temps forts pluviométriques et celles des vulnérabilités. Cette absence d'association ne devrait, *a priori*, ne pas favoriser la production massive d'excès. Pourtant, les différentes cartes que nous avons établies, par épisode, dans la deuxième moitié du chapitre 3, nous ont prouvé que l'Auvergne en était riche. S'il est vrai que les averses les plus copieuses touchent fréquemment les montagnes, celles-ci génèrent logiquement des crues (d'origines océanique et combinée) qui intéressent et inondent, dans le bas-pays, les vallées et les bassins urbanisés. De plus, les

Etape 1: Localisation des temps forts



Etape 2: Localisation des vulnérabilités

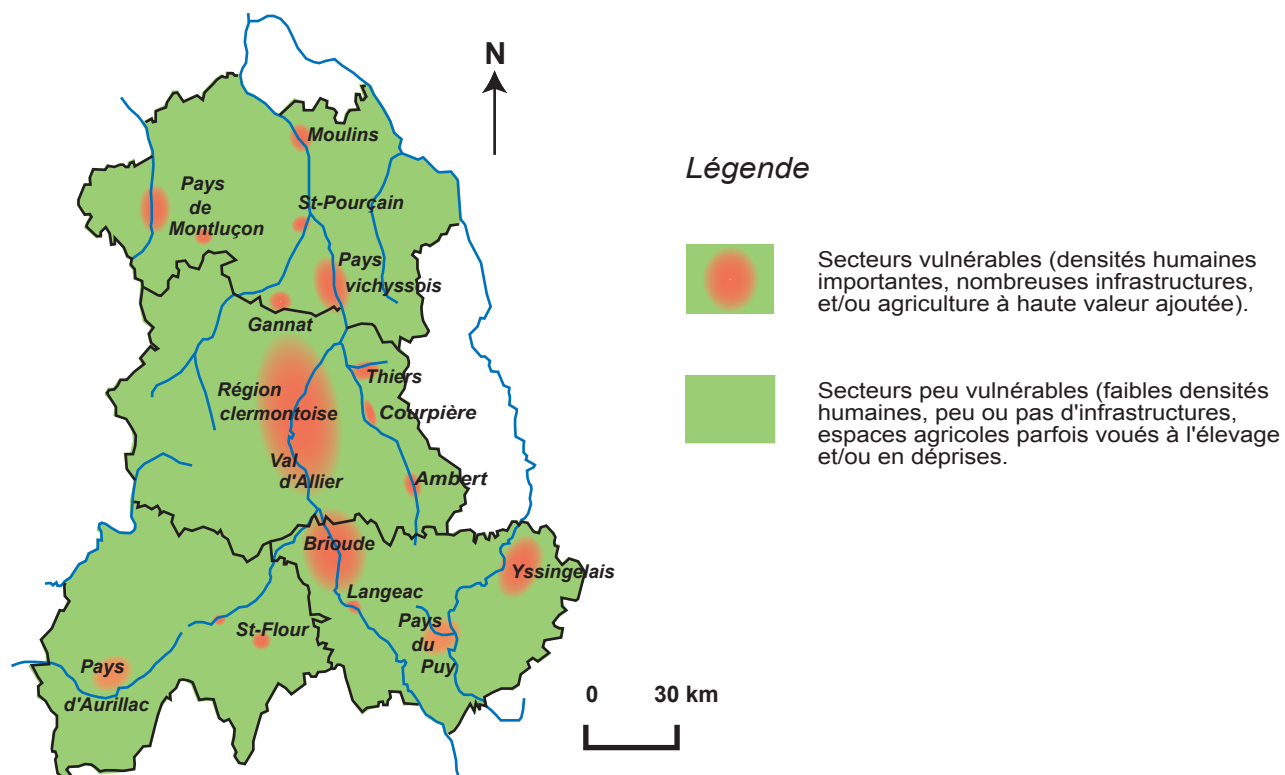
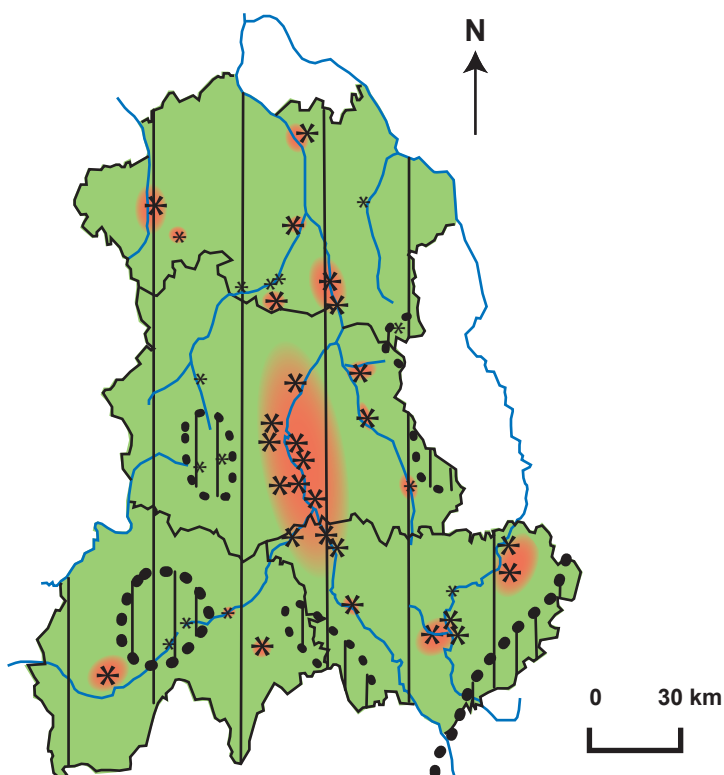


Figure 40 a: genèse et spatialisation des excès en Auvergne (étapes 1 et 2)

Etape 3: Croquis de synthèse



Typologie des espaces

Conception et réalisation F.Jubertie

Secteur A



Temps forts météorologiques peu fréquents
Temps forts hydrologiques fréquents par transferts

Vulnérabilités faibles
Peu ou pas d'excès
(ex: plateaux situés en dessous de 1200 m d'altitude et plaine bourbonnaise)

Secteur B



Temps forts hydrométéorologiques fréquents
Vulnérabilités faibles
Présence de quelques excès, le plus souvent de faibles intensités
(ex: montagne située au-dessus de 1000-1200 m d'altitude, sauf Devès et Meygal)

Secteur D



Temps forts météorologiques peu fréquents, le plus souvent sous forme d'averses orageuses
Temps forts hydrologiques fréquents par transferts de crues cévenoles et/ou océaniques

Vulnérabilités fortes
Excès nombreux le long des cours d'eau et/ou en milieu urbain
(ex: secteurs urbanisés comme la région clermontoise, montluçonnaise, aurillacoise, ponote...)
Ampleur des excès atténués si présence d'une politique de prévention (ex: Brives-Charensac)

Figure 40 b: genèse et spatialisation des excès en Auvergne (étape 3)

temps forts orageux, pourtant peu nombreux à basse altitude, provoquent à chaque occurrence, une foule de problèmes qui restent, heureusement, le plus souvent mineurs.

En matière d'excès, l'Auvergne peut donc être divisée en trois types d'espaces (figure 40b, étape 3) :

- **Le secteur A regroupe, à l'exception des Monts du Devès, du Meygal et du Cézallier, les plateaux situés au-dessus de 1000-1200 mètres d'altitude.** Ces espaces sont affectés par des temps forts hydrométéorologiques fréquents, toutefois, l'absence de vulnérabilités n'engendre que des excès de faible ampleur. La situation, en raison de la fréquentation touristique, peut être un peu plus préoccupante en été, en particulier sur les monts du Cantal et des Monts Dore.
- **Le secteur B correspondant, entre autres, aux Monts du Devès, du Meygal, du Cézallier, à la plupart des plateaux dont l'altitude est inférieure à 1000-1200 mètres, ainsi qu'à une grande partie de la plaine bourbonnaise,** n'apparaît pas plus touché. En effet, non seulement, comme en montagne, les vulnérabilités demeurent faibles mais en outre nous assistons à une diminution fréquentielle des temps forts pluviométriques. Quelques excès apparaissent tout de même en raison des transferts de crues le long de la Sioule ou de la Besbre (dans l'est de l'Allier) notamment, ou bien encore lors des épisodes liés à la grêle.
- **Enfin, le secteur D, le plus atteint, est exclusivement circonscrit aux vallées et aux bassins urbanisés, ainsi qu'aux pays de St-Flour et d'Yssingeaux.** La faible fréquence des temps forts pluviométriques n'empêche en rien l'apparition nombreuse d'excès, en raison des transferts de crues (principalement sur l'Allier et la Loire, pour les épisodes combinés et essentiellement sur l'Allagnon, les couzes et la Dore, pour les épisodes océaniques), et en raison des problèmes liés au ruissellement lors des phénomènes orageux.

Même si l'Auvergne ne possède pas de « secteur C », combinant temps forts hydrométéorologiques fréquents et vulnérabilités, l'excès reste néanmoins un phénomène plutôt récurrent. Nous avons dans cette première partie réalisé une approche globale qui a mis en valeur les espaces les plus sensibles. La suite de notre travail s'attachera à une description précise à l'échelle de l'événement, ce qui nous permettra de mieux saisir le fonctionnement des temps forts et des excès, et à en connaître les variantes.

Deuxième partie















Les distributions induites par les systèmes de types zonal et méridien

Chapitre IV. Les épisodes océaniques et leurs effets

Chapitre V. Les épisodes combinés et leurs impacts

Chapitre VI. Les retours d'est et leurs conséquences

**Légende se rapportant aux figures des deuxième et troisième parties
(figures traitant de la nature des excès)**

	Excès mineurs	Excès majeurs
Excès sur les activités : - inondations de bâtiments agricoles - inondations de bâtiments industriels	 	 
Excès sur les réseaux de transports - inondations de routes, de voies ferrées - destructions de routes, de voies ferrées		
Excès chez les particuliers ou sur les biens publics - inondations de maisons, de caves... - Evacuations de personnes	 	 
- victimes (blessés) - victimes (tués ou disparus)		
Glissements de terrains, éboulements touchant des infrastructures		

Introduction de la deuxième partie

Seront étudiés dans cette deuxième partie les distributions des temps forts et des excès induites par les systèmes océaniques, combinés ou de retour d'est.

L'objectif est de détailler la genèse de certains temps forts pluviométriques qui affectent prioritairement les reliefs des Monts d'Auvergne et des Cévennes. Nous démontrerons qu'un nombre important d'excès sont provoqués par des transferts de crues affectant les bas pays urbanisés. Pour cela, nous décrirons et expliquerons, tout d'abord, les mécanismes météorologiques responsables. Les cartes isobariques serviront de support principal à l'analyse des épisodes océaniques tandis que l'imagerie satellitaire et radar sera utilisée dans l'étude des épisodes combinés et dans les retours d'est. Nous analyserons, ensuite, les crues et les éventuels excès associés grâce aux articles de presse et aux documents provenant des Directions Départementales de l'Équipement.

Nous essaierons de comprendre pour quelles raisons il existe, pour un même type de système pluvieux, des variantes dans l'extension et la localisation des temps forts. Cette variabilité, qui implique nécessairement un nombre plus ou moins grand d'excès, peut être, nous le verrons, tributaire de l'orientation de la circulation atmosphérique (cela est surtout vrai pour les systèmes océaniques) ainsi que de plusieurs mécanismes aérologiques et géographiques intervenant à diverses échelles. Toutefois, quelle que soit l'emprise des temps forts pluviométriques, nous démontrerons que les excès sont majoritairement localisés dans les bassins vulnérables. Les transferts de crues fluviales issus des espaces montagnards inondent, en effet, les lits majeurs des cours d'eau comme les Couzes, l'Allier, la Dore et la Loire... qui sont malheureusement trop souvent occupés par les habitations et les activités.

Enfin, nous essaierons, pour les épisodes les plus remarquables, de préciser, à l'aide de cartes, la nature exacte des excès. Nous décrirons les types de dégâts (chaque type étant représenté par un symbole cartographique précis) et nous analyserons leur gravité.

Chapitre IV

Les épisodes d'origine océanique et leurs effets

1. Les structures aérologiques induisant les temps forts
2. L'analyse des épisodes et de leurs effets

Servant de modèle à la théorie norvégienne, les perturbations océaniques font parties des systèmes dont le fonctionnement aérologique est le mieux connu. Trois secteurs principaux, animés par des mouvements ascendants, sont particulièrement pluviogènes. Le premier, situé à l'avant de la perturbation, correspond au front chaud où l'on note la lente élévation de l'air chaud au-dessus d'une masse d'air antérieure refroidie. Le deuxième, le front froid, qui se présente cette fois à l'arrière, est la conséquence de l'arrivée rapide et parfois brutale de l'air froid qui chasse celui du secteur chaud. Enfin le troisième, qui fait alterner éclaircies et averses, matérialise le fameux « ciel de traîne » et répond à l'écoulement final de cet air froid dans la partie postérieure du système.

L'apparente simplicité du modèle ne doit pas faire oublier que les temps forts océaniques résultent d'une très grande variété de structures aérologiques induisant des circulations tout aussi variées. Ainsi, au début de ce chapitre, nous allons tenter d'élaborer, comme dans la thèse de J-P Vigneau (1986), un inventaire de ces structures en réalisant une typologie des configurations en altitude et des situations au sol. Nous chercherons ensuite la fréquence des combinaisons entre les deux niveaux.

Bien sur, nous allons dans un deuxième temps travailler particulièrement sur les épisodes qui se sont montrés les plus virulents. Nous verrons, du coup, qu'un certain nombre de facteurs expliquant les fortes chutes apparaissent à des échelles plus fines.

1. Les structures aérologiques induisant les temps forts

Réaliser une classification fondée sur la description des structures aérologiques à échelle synoptique semble plutôt bien adapté à l'étude des épisodes océaniques. La nécessité de travailler à un niveau d'analyse plus fine, plus détaillée, se fait moins sentir que dans l'examen de systèmes cévenols ou orageux. Même si le temps fort pluviométrique doit le plus souvent son apparition aux détails de l'orographie, les mécanismes aérologiques donnant naissance à la perturbation jouent, en revanche, sur des distances importantes. Quant aux vents forts, leur emprise couvre toujours des espaces étendus, même si, là aussi, les rafales les plus violentes sont fréquemment observées localement sur les lignes de crêtes ou au niveau des cols.

1.1. Les bases d'une classification

L'élaboration de notre typologie a tout d'abord commencé par la visualisation minutieuse des 231 situations météorologiques ayant généré ces temps forts en Auvergne. Cette analyse a pu être effectuée grâce aux cartes isobariques qui ont été publiées dans les différents bulletins de la Météorologie Nationale (B.Q.E., B.H.E.R.) ainsi que par les réanalyses provenant du

site Internet du Wetterzentrale. Les grands styles de la circulation atmosphérique ont été repérés à partir de l'étude des champs de pression au sol et en altitude. Nous avons ainsi retenu 16 grandes configurations au niveau 500 hPa et 17 situations au niveau du sol. Ce nombre peut apparaître au premier abord, important, toutefois, la volonté d'indiquer l'évolution des conditions atmosphériques au-cours de la journée, afin de montrer la complexité du réel, enrichit forcément la typologie. Nous avons ainsi doté chaque classe d'une symbolique visuellement parlante ; cette dernière traduit, sous la forme d'une ou deux flèches, l'état ou la dynamique de la circulation et montre par là même les modifications qui sont intervenues aux niveaux de la configuration et de la situation. Même s'il n'est pas utile de passer en revue le détail de chaque classe, nous pouvons apporter, en plus des commentaires donnés à l'intérieur des tableaux 15 et 16, quelques explications complémentaires.

Pour simplifier, on peut regrouper les configurations et les situations types en six catégories. La classification de détails est fournie par les tableaux 15 et 16 ainsi que par les figures 41 et 42.

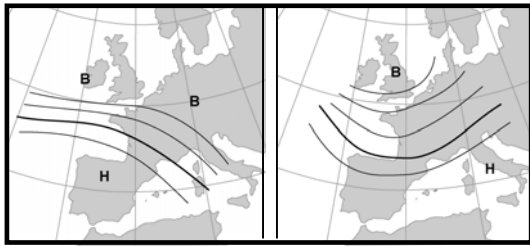
- La première, assez complexe, voit se succéder une aire de hautes pressions, qui s'établit provisoirement (induisant une circulation de nord-nord-ouest), suivie par l'arrivée de basses pressions ;
- La deuxième correspond, plus simplement, au passage d'une aire dépressionnaire ;
- Le troisième ensemble matérialise une circulation zonale évoluant, en raison d'un affaiblissement du champ de pression, vers un style à méandres ;
- Dans le quatrième groupe, nous avons rassemblé les configurations et les situations qui se signalent par la persistance d'un type de circulation ;
- Les circulations méridiennes de sud constituent l'avant dernière catégorie. Bien qu'elles soient plus souvent associées à des épisodes combinés (océanique et cévenol), quelques cas ont toutefois été inventoriés durant notre période d'étude ;
- Enfin, le dernier groupe se distingue par des champs barométriques et une circulation momentanément mal définis.

1.2. Les structures et leur fréquence

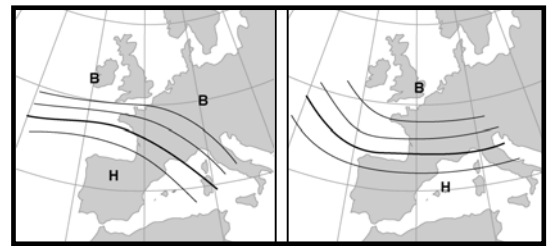
Seront tour à tour analysés dans ce développement, la fréquence des divers types de configurations (tableaux 17 à 19) puis, celle des situations (tableaux 20 à 22) enfin, nous terminerons par la quantification des structures (figures 43 et 44). Nous présentons les

Tableau 15 : Dynamique des configurations d'altitude en 24 h

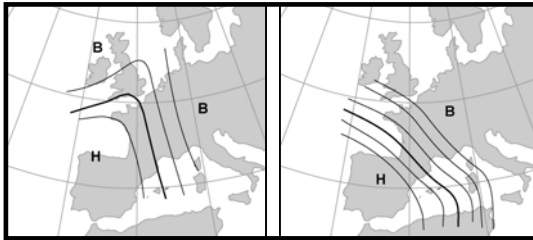
	Description	Symboles	
C.1	Bordure nord-est d'une crête puis arrivée d'une vallée – Courant de nord-ouest puis de sud-ouest .		1
	Bordure nord-est d'une crête puis arrivée d'une vallée ne descendant guère au sud de l'Europe – Courant de nord-ouest puis d' ouest .		2
	Bordure orientale d'une crête puis avancée vers le sud d'une vallée située à l'est du Massif central – Courant de nord puis de nord-ouest .		3
	Bordure orientale d'une crête puis arrivée d'une vallée – Courant de nord puis de sud-ouest .		4
C.2	Passage d'une vallée – Courant de sud-ouest puis de nord-ouest .		5
	Arrivée d'une vallée ne descendant guère au sud de l'Europe – Courant de sud-ouest puis d' ouest .		6
C.3	Progression vers le sud d'une vallée située à l'est du Massif central – Courant d' ouest puis de nord-ouest .		7
	Progression vers le sud d'une vallée située à l'ouest du Massif central – Courant d' ouest puis de sud-ouest .		8
	Progression vers le sud d'une vallée située sur le Massif central – Courant d' ouest puis devenant indéfini car correspondant à l'axe de la vallée.		9
C.4	Maintien d'une vallée ne descendant guère au sud de l'Europe – Courant restant à l' ouest .		10
	Maintien d'une vallée située à l'est du Massif central – Courant restant au nord-ouest .		11
	Maintien d'une vallée située à l'ouest du Massif central – Courant restant au sud-ouest .		12
C.5	Blocage ou évolution vers le blocage – Courant de sud ou s'orientant du sud-ouest vers le sud .		13
	Passage d'une vallée à forte amplitude – Courant de sud puis de nord-ouest .		14
C.6	Arrivée puis installation d'une goutte froide au-dessus du Massif central – Courant de sud-ouest puis devenant indéfini car correspondant au cœur de la goutte.		15
	Diffluence marquée puis arrivée d'une vallée : - courant indéfini s'orientant au sud-ouest - courant indéfini s'orientant à l' ouest (vallée ne descendant guère au sud de l'Europe) - courant indéfini s'orientant au nord-ouest (avancée vers le sud d'une vallée située à l'est du Massif central)		16



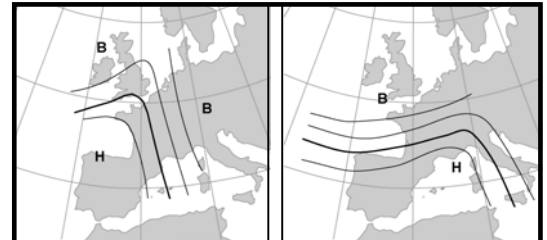
Type de configuration 1 (↙ ↗)



Type de configuration 2 (↙ →)

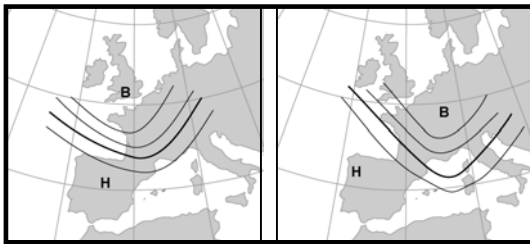


Type de configuration 3 (↓ ↘)

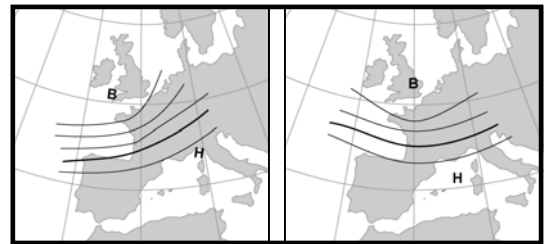


Type de configuration 4 (↓ ↗)

Catégorie 1

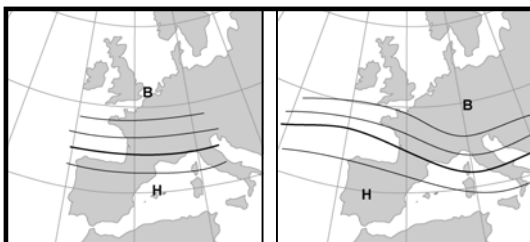


Type de configuration 5 (↗ ↘)

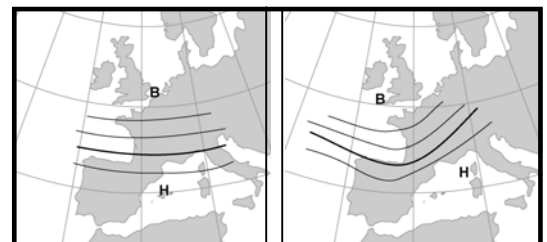


Type de configuration 6 (↗ →)

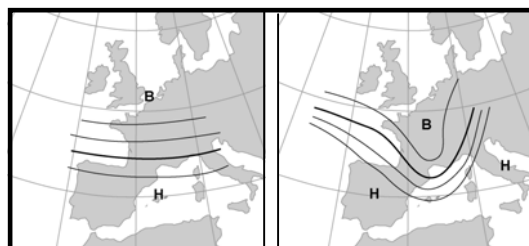
Catégorie 2



Type de configuration 7 (→ ↘)



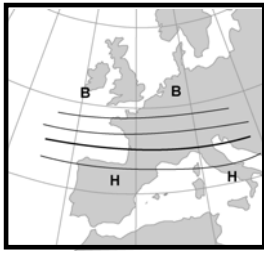
Type de configuration 8 (→ ↗)



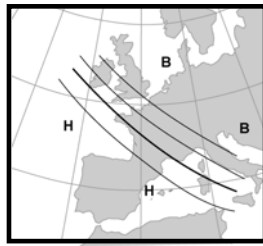
Type de configuration 9 (→ ⋮)

Catégorie 3

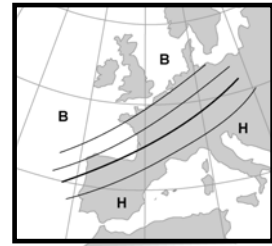
Figure 41a : Catalogue des configurations



Type de configuration 10
(→)

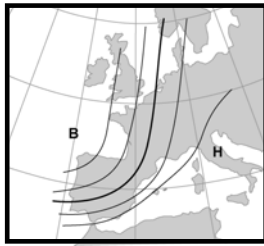


Type de configuration 11
(↘)

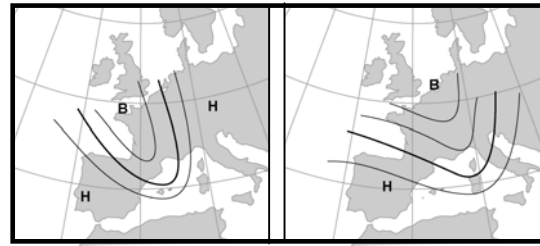


Type de configuration 12
(↗)

Catégorie 4

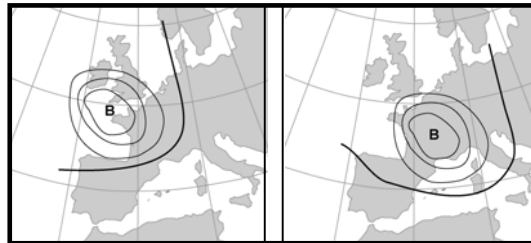


Type de configuration 13
(↑ ou ↗)

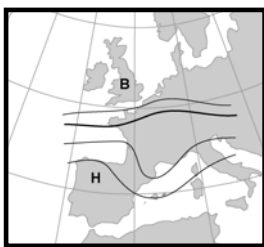


Type de configuration 14 (↑ ↘)

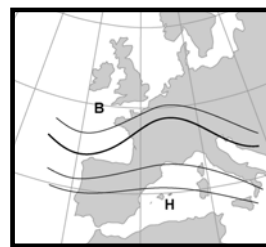
Catégorie 5



Type de configuration 15 (↗ ○)



ou



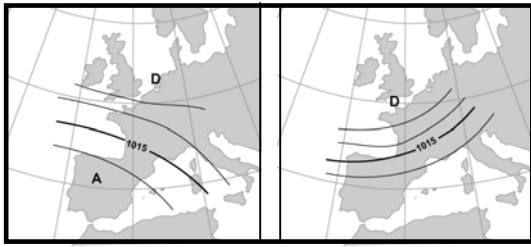
Type de configuration 16 (⋮)

Catégorie 6

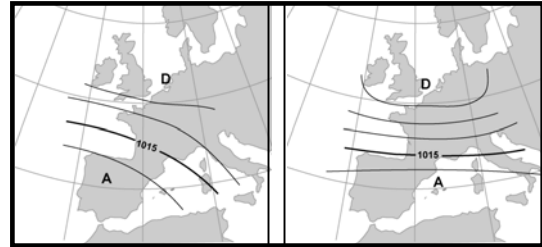
Figure 41b : Catalogue des configurations

Tableau 16 : Dynamique des situations en 24 h

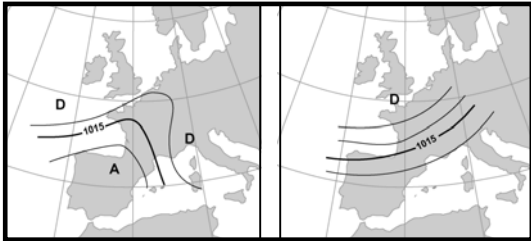
	Description	Symboles	
C.1	Coude anticyclonique sur le sud-ouest de la France ou fin de traîne puis arrivée d'une aire dépressionnaire – Flux de nord-ouest puis de sud-ouest .		1
	Coude anticyclonique sur le sud-ouest de la France ou fin de traîne puis arrivée d'une aire dépressionnaire ne descendant guère au sud de l'Europe – Flux de nord-ouest puis d' ouest .		2
	Bordure orientale d'un appendice anticyclonique se situant sur l'ouest et le nord-ouest de la France puis arrivée d'une aire dépressionnaire :		3
	- avec un flux de nord puis de sud-ouest		4
	- avec un flux de nord puis d' ouest (aire dépressionnaire ne descendant guère au sud de l'Europe)		5
- avec un flux de nord puis de nord-ouest (aire dépressionnaire situé au nord-est et à l'est du Massif central)		5	
C.2	Passage d'une aire dépressionnaire sur le Massif central – Flux de sud-ouest puis de nord-ouest .		6
	Arrivée d'une aire dépressionnaire ne descendant guère au sud de l'Europe – Flux de sud-ouest puis d' ouest .		7
C.3	Affaiblissement du champ de pression au sud-est du Massif central – Flux d' ouest puis de nord-ouest .		8
	Affaiblissement du champ de pression au sud-ouest du Massif central – Flux d' ouest puis de sud-ouest .		9
C.4	Maintien d'une aire dépressionnaire ne descendant guère au sud de l'Europe – Flux restant à l' ouest .		10
	Aire dépressionnaire se maintenant à l'est et au nord-est du Massif central – Flux restant au nord-ouest .		11
	Aire dépressionnaire se maintenant à l'ouest et au sud-ouest du Massif central – Flux restant au sud-ouest .		12
C.5	Grande aire dépressionnaire nord-sud – Flux de sud ou s'orientant du sud-ouest au sud .		13
	Grande aire dépressionnaire nord-sud se rétractant vers le nord ou se décalant à l'est du Massif central – Flux de sud s'orientant au sud-ouest ou au nord-ouest		14
C.6	Difffluence marquée puis arrivée d'une aire dépressionnaire :		
	- flux indéfini s'orientant au sud-ouest		15
	- flux indéfini s'orientant à l' ouest (aire ne descendant guère au sud de l'Europe)		
	- flux indéfini s'orientant au nord ouest (lié à un affaiblissement du champ de pression au sud-est du Massif central)		
- flux indéfini s'orientant au nord			
C.7	Flux (de sud-ouest , ouest , ou nord-ouest selon les cas) perceptible devenant indéfini en raison d'une difffluence marquée.		16
C.8	Flux restant indéfini		17



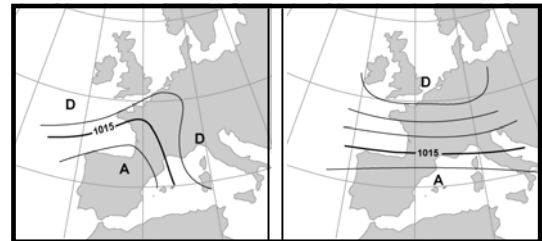
Type de situation 1 (↙ ↗)



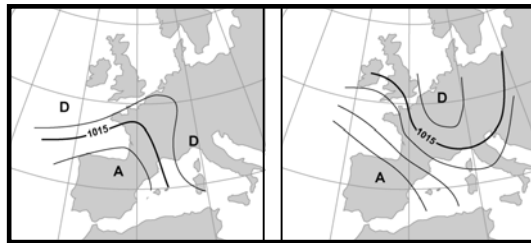
Type de situation 2 (↙ →)



Type de situation 3 (↓ ↗)

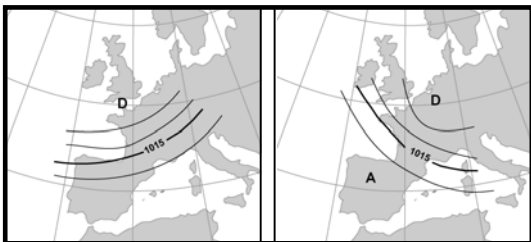


Type de situation 4 (↓ →)

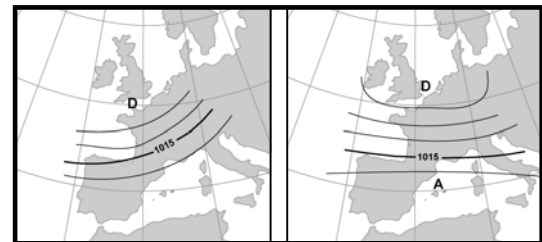


Type de situation 5 (↓ ↘)

Catégorie 1

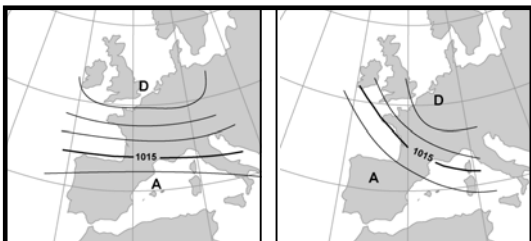


Type de situation 6 (↗ ↘)

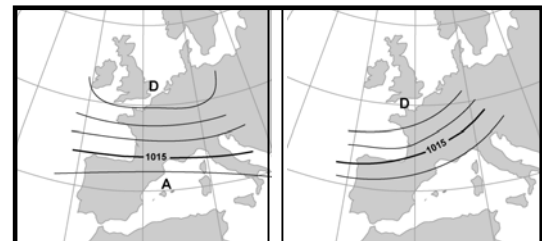


Type de situation 7 (↗ →)

Catégorie 2



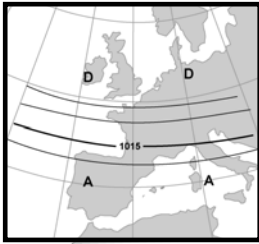
Type de situation 8 (→ ↘)



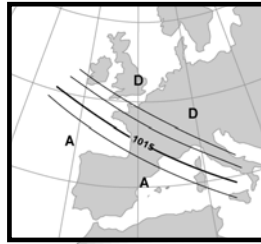
Type de situation 9 (→ ↗)

Catégorie 3

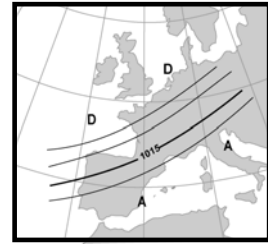
Figure 42a : Catalogue des situations



Type de situation 10
(→)

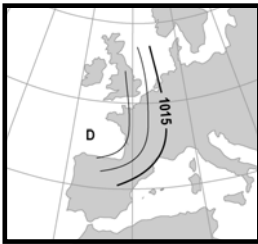


Type de situation 11
(↙)

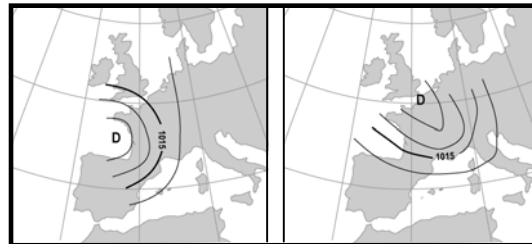


Type de situation 12
(↗)

Catégorie 4

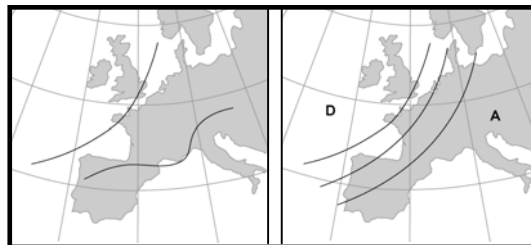


Type de situation 13
(↑ ou ↗ ↗)



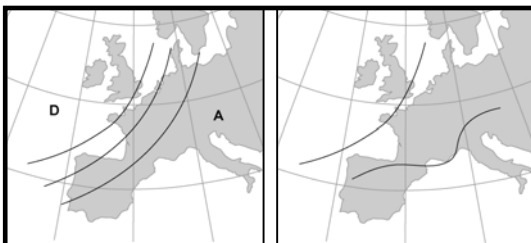
Type de situation 14
(↑ ↗ ou ↘)

Catégorie 5



Type de situation 15
(ex. de ↗ ↗)

Catégorie 6



Catégorie 7
(ex. de ↗ ↗)



Catégorie 8
(ex. de ↗ ↗)

Figure 42b : Catalogue des situations

résultats qui concernent, d'abord, les Monts d'Auvergne, puis ceux qui intéressent, en plus ou exclusivement, le Forez, le Livradois et la Margeride.

1.2.1. Les configurations

Les temps forts pluviométriques d'origine océanique sont, dans les Monts d'Auvergne, essentiellement induits par des circulations d'altitude persistantes (tableau 17). Celles d'orientation sud-ouest se placent en tête et représentent ainsi un peu plus de 17% de l'ensemble des configurations ; les courants pleinement zonaux arrivent juste après avec pratiquement 16% ; enfin, chose plus surprenante, les circulations de nord-ouest totalisent encore 14,1%.

Les configurations marquées par la progression méridionale d'une vallée à l'ouest de notre région (avec courant d'ouest puis de sud-ouest) ont été associées à 20 reprises à des pluies abondantes soit 8% de l'effectif total. Les quatre types suivants qui possèdent des totaux comparables ou légèrement plus bas, variant de 6,8 à 8%, correspondent à l'arrivée (courant de nord-ouest puis de sud-ouest ou d'ouest) ou au passage (courant de sud-ouest puis d'ouest ou de nord-ouest) d'une vallée. Viennent ensuite, avec déjà plus que 4%, les configurations qui se signalent par un courant d'ouest puis de nord-ouest (liées à la progression d'une vallée à l'est du Massif central). Enfin, les configurations marginales restantes, associées à des circulations méridiennes ou passagèrement indéfinies, offrent des valeurs comprises seulement entre 0,5 et 2,5%.

Les résultats sont moins partagés pour les épisodes océaniques atteignant, en plus des Monts d'Auvergne, les massifs de la Margeride et du Livradois-Forez. On remarque, en effet, (tableau 18) que les circulations d'altitude persistantes de nord-ouest sont majoritaires (avec 76,9%) dans la production des temps forts pluviométriques. Les autres configurations-circulations sont soit réduites à peu de chose ou ne sont pas représentées. Dans le détail (tableau 19), on constate même que les courants de nord-ouest sont les seuls à générer les fortes pluies océaniques lorsqu'elles affectent exclusivement le Livradois-Forez ; l'exposition favorable du massif vis-à-vis de ce type de courant explique cet état de fait.

1.2.2. Les situations

Même si dans le tableau 20 sont présentées toutes les situations types, nous allons dans ce paragraphe nous contenter de décrire les plus caractéristiques, c'est-à-dire celles où les fréquences sont supérieures à 4%.

Comme on pouvait s'y attendre, les flux de sud-ouest, durablement installés, génèrent sur les reliefs occidentaux les temps forts pluviométriques les plus fréquents ; ils représentent

Configurations	Effectifs	Valeur en pourcentage
	35	17.1
	32	15.6
	29	14.1
	20	8
	20	8
	15	7.3
	15	7.3
	14	6.8
	8	3.9
	5	2.4
	3	1.5
	2	1
	2	1
	1	0.5
	1	0.5
	1	0.5
	1	0.5
	1	0.5

Tableau 17 : Fréquence des circulations d'altitude associées aux temps forts océaniques affectant exclusivement la Montagne auvergnate.

Configurations	Effectifs	Valeur en pourcentage
	10	76.9
	1	7.7
	1	7.7
	1	7.7

Tableau 18 : Fréquence des circulations d'altitude associées aux temps forts océaniques affectant la Montagne auvergnate, le Livradois-Forez et la Margeride.

Configurations	Effectifs	Valeur en pourcentage
	10	100

Tableau 19 : Fréquence des circulations d'altitude associées aux temps forts océaniques affectant exclusivement le Livradois-Forez.

Situations	Effectifs	Valeur en pourcentage
↗	43	21
↗ →	26	12.7
→ ↘	20	9.8
→	19	9.3
↗ ↘	19	9.3
⊕ ↗	15	7.3
→ ↗	11	5.4
↘	10	4.9
⊕ →	7	3.4
↑ ↗ ou ↘	6	2.9
↘ →	6	2.9
↑ ou ↗ ↑	4	2
⊕ ↘	4	2
⊕ ⊕	4	2
↗ ⊕	2	1
↘ ⊕	2	1
↓ →	2	1
↘ ↗	2	1
↓ ↗	1	0.5
⊕ ↓	1	0.5
↗ ↗	1	0.5

Tableau 20 : Fréquences des diverses situations associées aux temps forts océaniques affectant exclusivement la Montagne auvergnate.

Situations	Effectifs	Valeur en pourcentage
↘	6	46.1
↗ ↘	2	15.4
↗ →	1	7.7
→	1	7.7
↓ ↘	1	7.7
⊕ ↗	1	7.7
⊕ ↘	1	7.7

Tableau 21 : Fréquences des diverses situations associées aux temps forts océaniques affectant la Montagne auvergnate, le Livradois-Forez et la Margeride

ainsi à eux seuls 21% de l'ensemble des situations. Il est vrai que cette première place s'explique facilement, les flux de sud-ouest étant évidemment ceux qui fournissent le plus d'eau précipitable aux systèmes océaniques. Nous retrouvons d'ailleurs en deuxième position, avec près de 13%, un type assez proche. Toutefois, correspondant à l'arrivée d'une aire dépressionnaire peu développée en latitude, cette situation est un peu moins fréquente car associée à un flux bifurquant peu à peu à l'ouest, donc pouvant être moins riche en eau.

Les trois types suivants offrent des valeurs tout à fait comparables, autour de 9,5%. Les deux premiers se rattachent à une circulation zonale ou temporairement zonale, le dernier correspond au passage d'une aire dépressionnaire avec flux de sud-ouest puis de nord-ouest.

La situation-type arrivant au sixième rang est marquée par la mise en place d'un flux de sud-ouest succédant à une courte période de diffluence. Elle est donc très proche de la première décrite ; toutefois, l'affirmation tardive de la circulation explique sa moins grande occurrence (autour de 7%).

Viennent ensuite deux styles possédant des valeurs voisines situées à plus ou moins 5%. Le premier caractérise, avec un flux d'ouest puis de sud-ouest, un affaiblissement du champ de pression au sud-ouest du Massif ; le second matérialise la persistance d'un flux de nord-ouest.

Tout comme les courants, les flux possédant justement une orientation durable de nord-ouest sont majoritairement responsables des temps forts pluviométriques qui affectent de manière simultanée les hauts plateaux de l'ouest, de la Margeride et du Livradois-Forez (tableau 21). Pour autant, même si nous avons comptabilisé pour ce type 6 cas (sur un total de 13), nous pouvons remarquer que d'autres situations peuvent également être à l'origine de chutes copieuses.

Ainsi, par exemple, deux temps forts ont directement été induits par le passage d'une aire dépressionnaire avec une circulation qui, suivant les cas, a été de sud-ouest puis d'ouest ou de nord-ouest. Nous essaierons de comprendre plus loin les raisons pour lesquelles l'effet d'abri, pourtant le plus souvent efficace en flux d'ouest et sud-ouest, n'a pas ici fonctionné.

Enfin, nous pouvons noter (tableau 22) que les fortes averses touchant uniquement le Livradois-Forez sont toutes véhiculées par des flux de nord-ouest. Nous retrouvons ici les mêmes orientations que dans les circulations d'altitude.

Situations	Effectifs	Valeur en pourcentage
↘	7	70
⋮ ↘	3	30

Tableau 22 : Fréquence des diverses situations associées aux temps forts océaniques affectant exclusivement le Livradois-Forez.

1.2.3. Analyse des combinaisons (fréquence des structures)

1.2.3.1. Des circulations de sud-ouest dominantes dans les Monts d’Auvergne

La figure 43 qui traduit les résultats propres aux Monts d’Auvergne semble, au premier abord, quelque peu complexe tant le nombre de combinaisons apparaît important. Toutefois, nous pouvons remarquer que, seules, neuf d’entre elles offrent, en fait, des fréquences caractéristiques.

La première, avec 22 cas recensés, combine au sol et en altitude une circulation de sud-ouest persistante. Cette concordance à tous niveaux permet évidemment un apport maximal de vapeur et d’instabilité qui favorise ainsi, le rendement pluviométrique et les ascendances des perturbations ou des traînes.

Fort logiquement, les circulations purement zonales arrivent en deuxième position, mais avec seulement 10 épisodes ; l’effectif est déjà bien moindre. Il faut dire que l’approvisionnement humide est en règle générale, dans ce type de structure, moins bien assuré pour la production des temps forts. Ces derniers sont donc encore plus dépendants des phénomènes de convergence comme ce fut, par exemple, le cas lors de l’épisode record du 12 janvier 1962.

C’est grâce, entre autres, à ces mêmes phénomènes de convergence que les circulations de nord-ouest sont parvenues à générer 7 temps forts durant notre période d’étude. L’analyse des cartes isobariques montre également que tous les systèmes pluviogènes ont été alimentés, non pas par une masse septentrionale fraîche ou froide, mais par une masse en provenance des tropiques qui a contourné par le nord la structure anticyclonique de faible amplitude présente sur l’Atlantique.

Au total, les structures associées aux circulations persistantes, qu’elles soient de sud-ouest, d’ouest ou de nord-ouest fournissent quand même, 17% des temps forts océaniques sur les Monts d’Auvergne.

Pour autant, elles sont loin d’être exclusives et on peut remarquer qu’il existe aussi des combinaisons plus originales liées à une plus grande dynamique de la circulation. Il serait

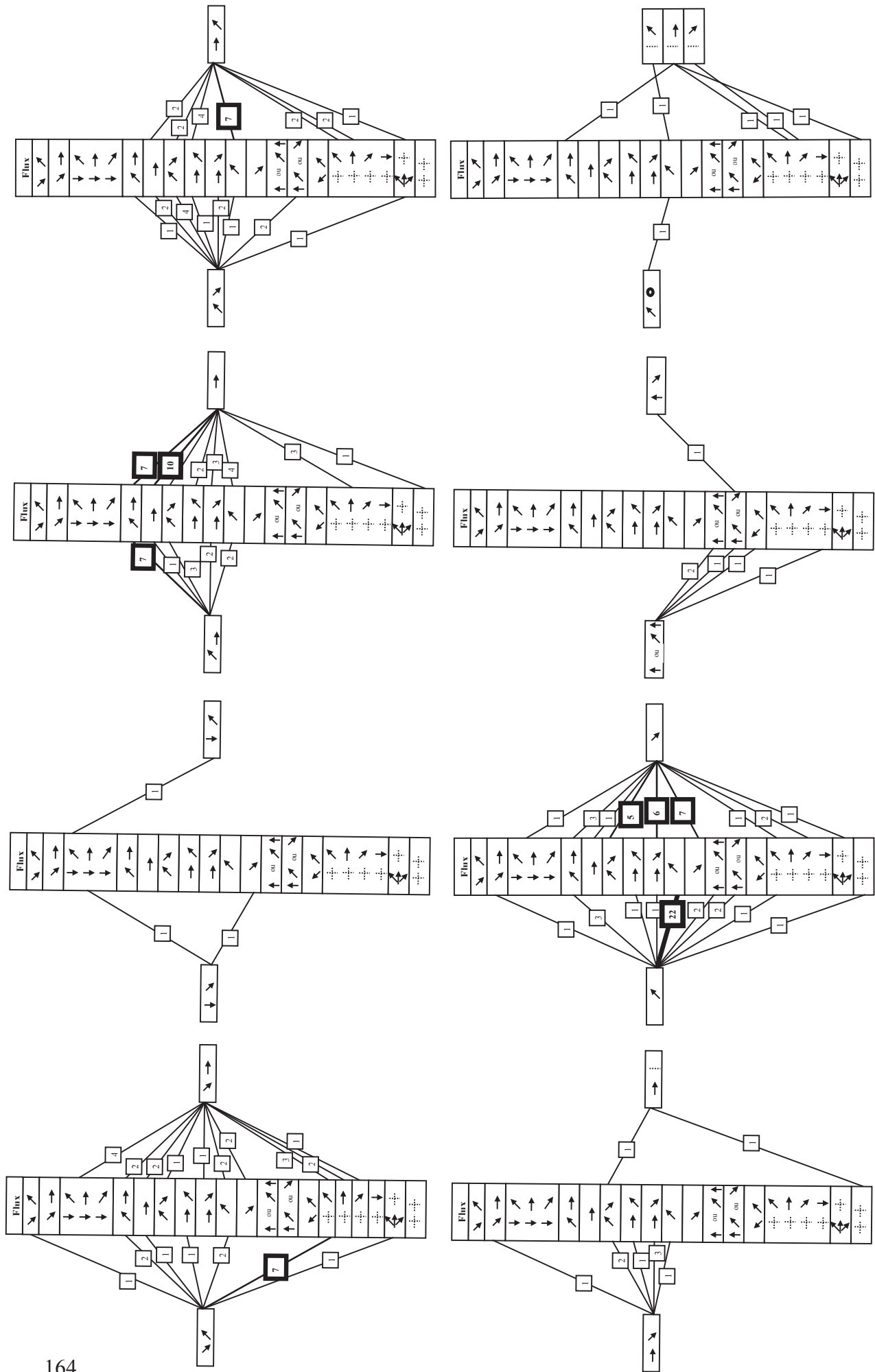


Figure 43 : Fréquence des structures intéressantes les Monts d'Auvergne (combinaisons configurations-situations)

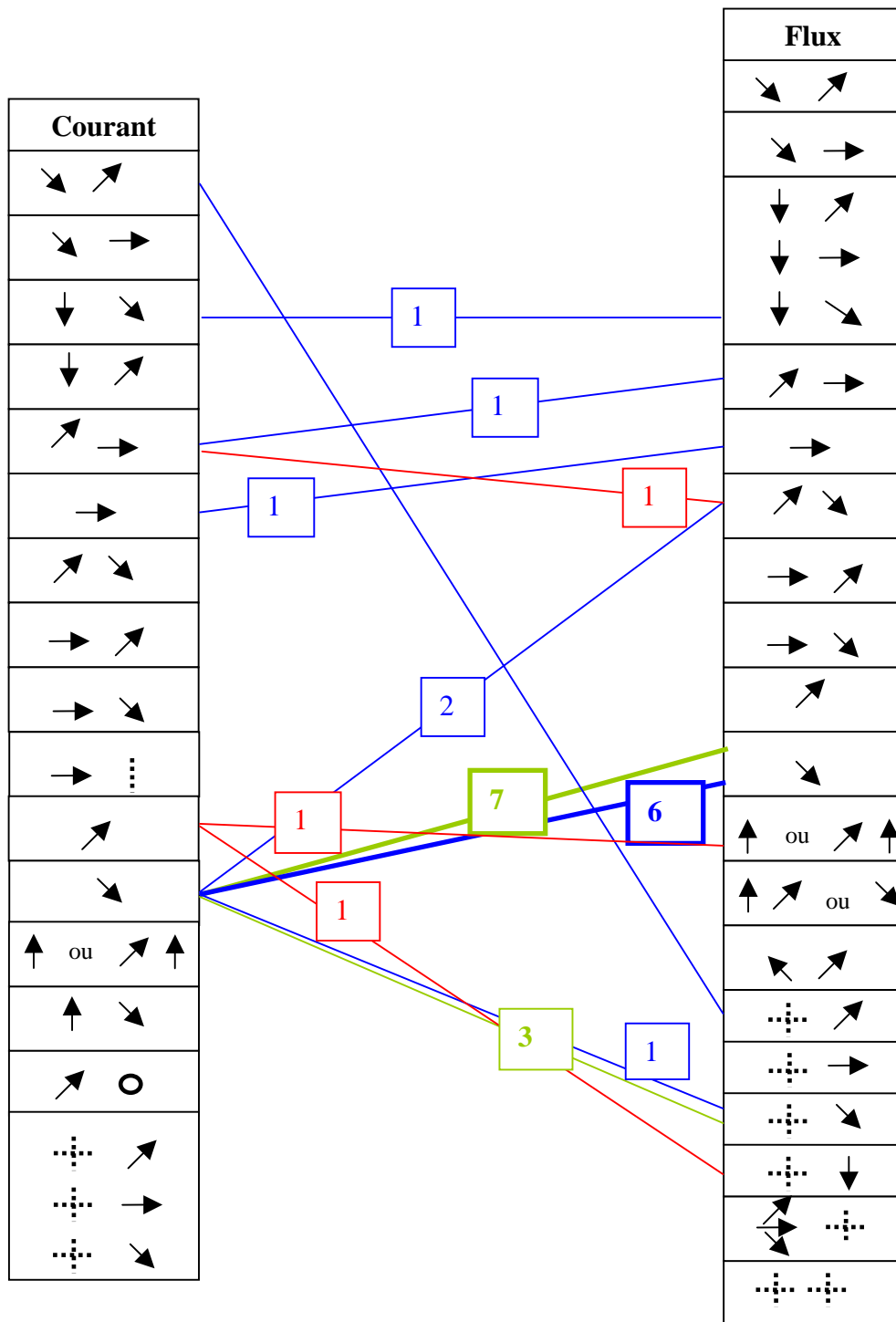
fastidieux d'entrer dans les détails de l'analyse, et ce d'autant plus que la figure 43 offre déjà une synthèse de l'ensemble des combinaisons ; toutefois, il est intéressant de noter que les dynamismes mettent souvent en jeu, tant au sol qu'en altitude, les circulations de sud-ouest. Cette prédominance est telle que seule une combinaison (parmi les plus fréquentes) échappe à cette logique en associant un courant de nord-ouest et un flux d'ouest puis de nord-ouest.

1.2.3.2. Des extensions pluviométriques favorisées par les circulations de nord-ouest

Les extensions pluviométriques qui se réalisent à partir des Monts d'Auvergne et qui touchent le Livradois-Forez et la Margeride sont largement favorisées par les circulations de nord-ouest. La figure 44 montre ainsi que 6 temps forts ont été produits par ce type de circulation. Les autres chutes ont, en revanche, été générées par des structures plus variées même si nous trouvons, là aussi, pour la plupart d'entre elles, un flux ou un courant temporairement orienté au nord-ouest. Le constat est encore plus simple à établir lorsque les temps forts concernent uniquement le Forez puisque cette orientation de nord-ouest prévaut alors de manière absolue.

Les précipitations importantes qui ont intéressé la Margeride ont été induites par des structures totalement différentes. Deux occurrences sur trois ont ainsi été liées à une circulation méridienne. On peut du coup se demander si ces épisodes possèdent encore un caractère océanique. Il peut, certes, rester une petite ambiguïté, mais ces temps forts ne peuvent être qualifiés de cévenols car aucune pluie importante n'a été observée sur les Cévennes. Les ascendances donnant naissance à ces pluies abondantes sont donc essentiellement liées au blocage du système perturbé.

Les temps forts océaniques sont, en Auvergne, liés à une grande diversité de circulations. De cette variété ressortent quand même quelques grands types que nous avons tenté de mettre en évidence. L'analyse des fréquences a ainsi montré que les structures induisant des circulations de sud-ouest persistantes sont plutôt dominantes dans les Monts d'Auvergne ; toutefois, cette prééminence n'est pas aussi nette que dans le Livradois-Forez avec les circulations de nord-ouest. Le rôle de l'orographie est évidemment essentiel pour comprendre cette distribution. D'une manière générale, les circulations d'ouest et de sud-ouest ne sont pas génératrices de fortes pluies sur le Forez car les reliefs, du Cantal aux Dômes, les « vident » de leur potentiel hydrique et réduisent les ascendances ultérieures. Au contraire, nous avons vu que toutes les circulations à composante ouest étaient efficaces dans les Monts d'Auvergne car il n'existe aucun effet d'abri. L'avantage observé par les circulations de sud-ouest s'explique par les propriétés de la masse d'air, plus douce, plus humide et plus instable.



Combinaisons intéressant :

- 1 — **Monts d'Auvergne + Forez + Margeride**
- 1 — **Livradois et Forez exclusivement**
- 1 — **Margeride exclusivement**

Figure 44 : Fréquence des structures liées aux épisodes océaniques extensifs

Bien sûr, cette étude faite sur les structures et leur fréquence n'est pas suffisante pour comprendre le détail des mécanismes aérologiques et géographiques qui conduisent au déclenchement des temps forts océaniques. Aussi, la seule manière d'approfondir l'analyse réside encore dans l'examen détaillé des cartes synoptiques ; l'exploitation de l'imagerie radar se révélant pour ce type d'épisode décevante (problèmes de lecture et inadaptation de l'échelle paradoxalement trop fine). Nous allons appuyer notre démonstration essentiellement sur des systèmes qui ont provoqué les chutes les plus intenses, c'est-à-dire supérieures à 80 ou 100 mm. Même s'ils ne représentent qu'une part restreinte de l'ensemble des temps forts, ils sont le plus souvent associés à des excès et sont donc, à tout point de vue, intéressants à analyser.

2. L'analyse des épisodes et leurs excès

Il n'est pas nécessaire de présenter un nombre important d'épisodes pour cibler les principaux facteurs qui sont responsables des temps forts. Nous allons dans ce développement en détailler une dizaine classée à partir des grands types de circulation (ouest, sud-ouest, nord-ouest). Bien sûr, le fait de travailler à cette échelle permet aussi de mieux comprendre l'apparition des excès, nous pourrions du coup préciser la nature des dégâts.

2.1. Les circulations zonales

2.1.1. Le 12 janvier 1962

Le premier événement décrit correspond au système pluvio-gène qui s'est montré le plus actif en 24h dans les Monts d'Auvergne durant notre période d'étude. Les chiffres parlent d'eux-mêmes ; il est tombé 173 mm à St-Jacques-des-Blats, 124 au Falgoux, 119 à Besse et 105 mm au Mont-Dore. Même les secteurs situés à plus basse altitude, sur les versants ou les vallées exposées, ont encore enregistré des lames parfois supérieures à 50 mm (figure 46). De tels totaux sont ainsi quasi comparables à certains abats méditerranéens. Pourtant, la circulation fut, ce jour là, bel et bien orientée à l'ouest. L'effet d'abri a d'ailleurs pleinement joué, des Limagnes à la Planèze de St-Flour et à l'ensemble du Velay, les précipitations ont été dérisoires, souvent inférieures à 10 voire 5 mm. Les pluviomètres situés sur les hautes terres du Forez, du Mézenc ou de la Margeride n'ont également comptabilisé guère plus de 20 ou 30 mm. Le temps fort pluviométrique s'est donc totalement circonscrit aux crêtes et aux versants occidentaux des Monts d'Auvergne.

2.1.1.1. Une circulation extrêmement rapide

L'analyse des cartes isobariques du jour apporte un certain nombre d'explications sur l'activité de cet épisode. Ainsi, la configuration météorologique du 13 janvier à 0h (figure 45a), qui n'est pas sans rappeler celle du 26 décembre 1999, est marquée par une puissante circulation zonale établie de Terre Neuve à l'Europe centrale. Un fait concernant la rapidité du courant nous est rapporté par Viaut (1964) qui précise, que le 12 janvier 1962, des avions ont mesuré sur l'Atlantique, au voisinage du 20° W, des vents de 365 km/h entre 10 000 et 11 000 m d'altitude.

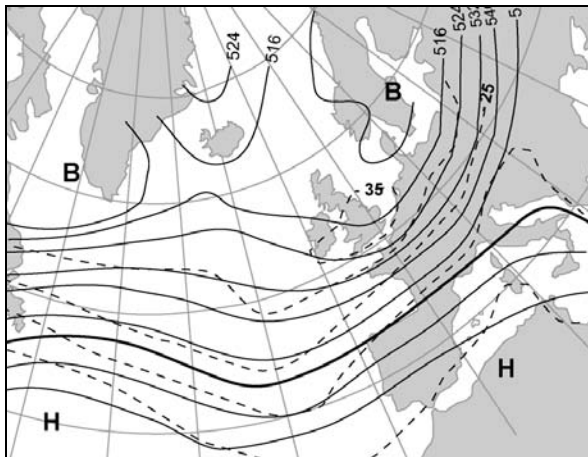


Figure 45a : 13/01/62 0h T.U.

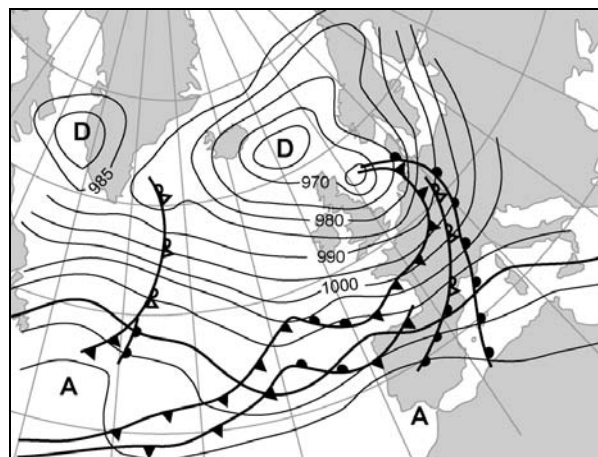


Figure 45b : 12/01/62 18h T.U.

Figure 45a : Configuration météorologique au niveau 500 hPa

Figure 45b : Situation météorologique au niveau sol

On peut également remarquer, sur la carte de la situation (figure 45b), que le gradient barométrique est, au-dessus de la France, particulièrement serré. Par conséquent, les vents ont soufflé en tempête sur l'ensemble des côtes de l'Europe occidentale. En Auvergne, si à basse altitude les rafales n'ont pas dépassé les 100 km/h, des pointes à 180 km/h ont été, en revanche, enregistrées sur le sommet du Puy-de-Dôme (cette vitesse n'est toutefois pas exceptionnelle, sur ce site d'altitude particulièrement bien dégagé, puisque atteinte en moyenne tous les deux ans). Quoi qu'il en soit, ces vents, de surcroît très convergents, ont certainement favorisé l'amplification des ascendances sur les versants ouest des Monts d'Auvergne. D'autre part, la circulation a été associée à un système perturbé complexe suivi par un front qui a ondulé à la latitude du Massif central dans la nuit du 12 au 13 janvier. A l'intensité pluviale s'est donc ajoutée la persistance des chutes.

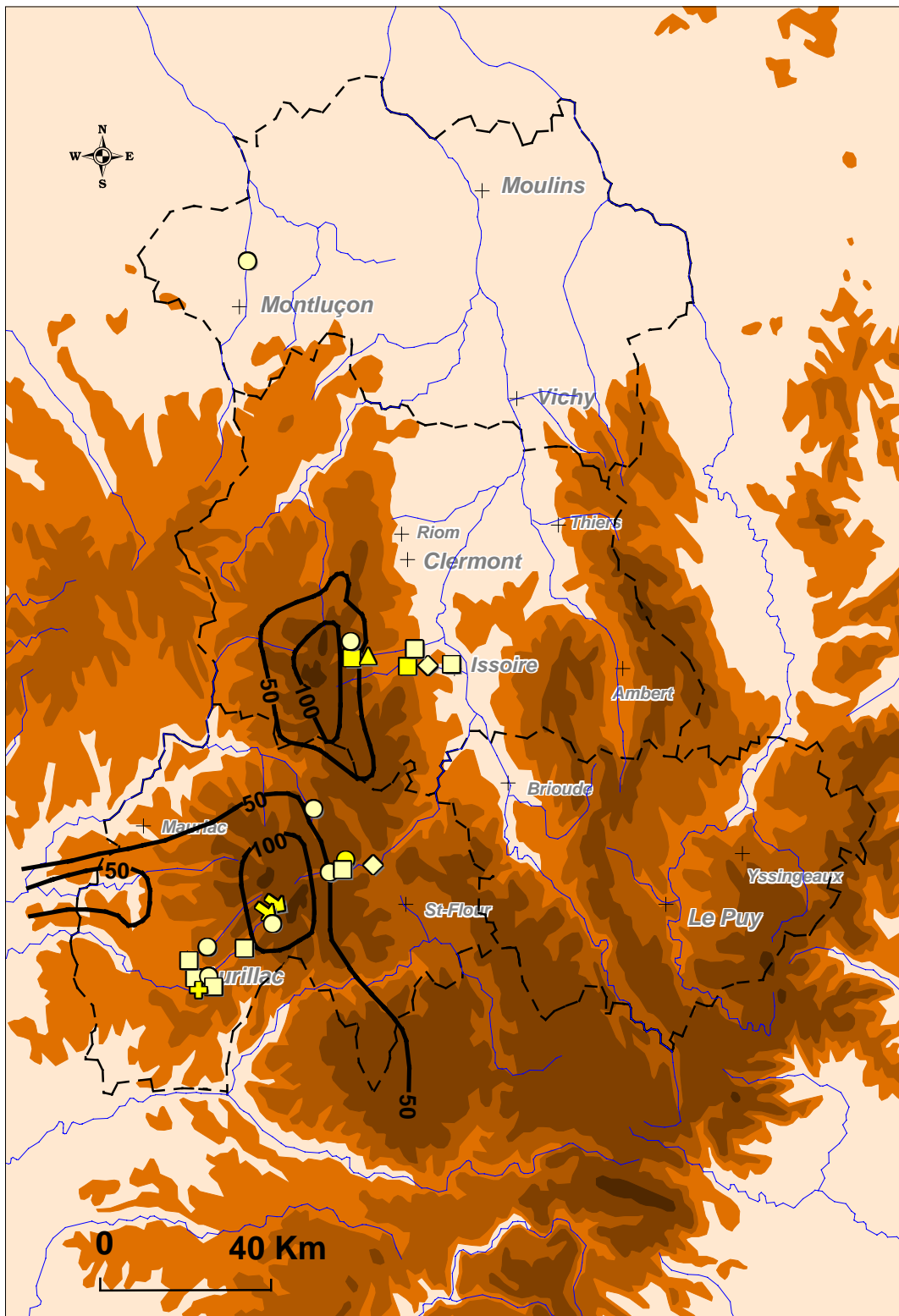
2.1.1.2. Le département du Cantal et le pays des Couzes, les plus touchés par les excès

Les fortes pluies ont logiquement entraîné la crue de toutes les rivières descendant des Monts d'Auvergne. Toutefois, l'élévation du niveau des cours d'eau, commencée dans la soirée du 12, a été amplifiée en cours de nuit par la hausse des températures, liée au courant zonal qui a provoqué la fonte rapide de la couche de neige présente au-dessus de 800 m d'altitude.

Les excès les plus sérieux ont été principalement signalés dans deux secteurs (figure 46) :

- dans le Cantal, la crue de la Jordanne et celle de la Cère dans leur traversée du bassin d'Aurillac ont inondé plusieurs maisons dans la cité de Clairvivre, ainsi que dans la commune d'Arpajon. Beaucoup plus grave, un adolescent de 15 ans a été emporté par les eaux de la Jordanne. Dans la haute vallée de la Cère, à St-Jacques-des-Blats, plusieurs coulées de boue ont envahi une maison et en ont endommagé une autre. La route nationale, Clermont-Aurillac, fut également coupée à la circulation à la sortie du village pendant quelques heures. Dans la vallée de l'Alagnon, plusieurs excès se sont produits dans la petite ville de Murat avec, entre autres, l'inondation d'un lotissement et l'effondrement de la route menant à Allanche. Plus en aval, à Neussargues, une famille isolée par les eaux a dû être évacuée par les sapeurs-pompiers.
- à l'ouest d'Issoire, ce sont les Couzes Chambon et Pavin qui ont provoqué pas mal de problèmes inondant plusieurs habitations à Champeix et à Perrier. A St-Floret, les inondations furent causées par les égouts qui refoulaient l'eau de la Couze Pavin, tandis qu'à Meilhaud les autorités durent procéder à l'évacuation d'un collège technique et de deux maisons. Tout en amont, les installations touristiques de la plage du lac Chambon (golf, camping, restaurant...) furent submergées par la montée des eaux ; les dégâts y ont été importants.

La pointe de crue semble avoir été atteinte, pour l'ensemble des cours d'eau, dans la journée du 13 janvier. En raison de l'arrêt des précipitations et de la disparition du manteau neigeux (tout au moins en dessous de 1500 m d'altitude) les débordements ont cessé rapidement le 14 janvier. Faute de données précises, la durée de retour de tels phénomènes ne put être précisément chiffrée. Toutefois, l'enquête menée par les Ponts et Chaussées a révélé qu'aucune crue n'avait été aussi dommageable depuis plus de 30 ans dans le bassin supérieur des Couzes. Les témoignages recueillis par les journalistes, auprès de la population du Cantal, renvoient également à ce même laps de temps.



Conception et réalisation : F.Jubertie

Figure 46 : Episode océanique du 12 janvier 1962 : temps fort pluviométrique et excès.

2.1.2. Les 30 novembre et 1^{er} décembre 1976

L'épisode des 30 novembre et 1^{er} décembre 1976 est, d'un point de vue aérologique, tout à fait comparable au 12 janvier 1962 (figures 47 a,b,c,d). On observe, effectivement, la même circulation zonale extrêmement rapide vers le 45° parallèle, ainsi que le même système perturbé complexe qui ondule de l'Atlantique à l'Europe. Mesurés à plus de 120 km/h en Bretagne et dans le Bassin Parisien (124 à Troyes, 120 à Bourges), les vents ont été, cette fois, assez violents à la station de Clermont-Aulnat puisqu'une rafale de 118 km/h y a été relevée. Fort logiquement, les précipitations ont été abondantes sur les Monts d'Auvergne, en particulier le 1^{er} où les postes qui ont reçu plus de 50 mm ont été les plus nombreux. En cumul, sur deux jours, Le Falgoux a reçu 156 mm, Le Mont-Dore 154, Saulzet-le-Froid 123, St-Cernin 118... Toutefois, à la différence du 12 janvier 1962, le Forez et la Margeride n'ont pas été épargnés puisqu'il est tombé 59 mm le 30 novembre à Auvers (104 mm en deux jours !) et 66 mm à Chabreloche le 1^{er} décembre. L'arrivée de basses températures en altitude (visibles au niveau 500 hPa), en particulier dans la nuit du 1^{er} au 2, a probablement favorisé la déstabilisation des masses d'air. La subsidence, d'ordinaire observée à l'est du massif auvergnat, a certainement été contrariée même dans les bassins où il est tombé entre 10 et 25 mm le 1^{er} décembre (10 mm au Puy, 18 à Clermont).

Cet épisode pluviométrique, aussi important soit-il, n'a pas généré d'inondation de part et d'autre du massif auvergnat. Il faut dire que les crues n'ont pas été amplifiées par les eaux de fusion nivale, vu que la neige était absente des plateaux avant l'arrivée du système perturbé.

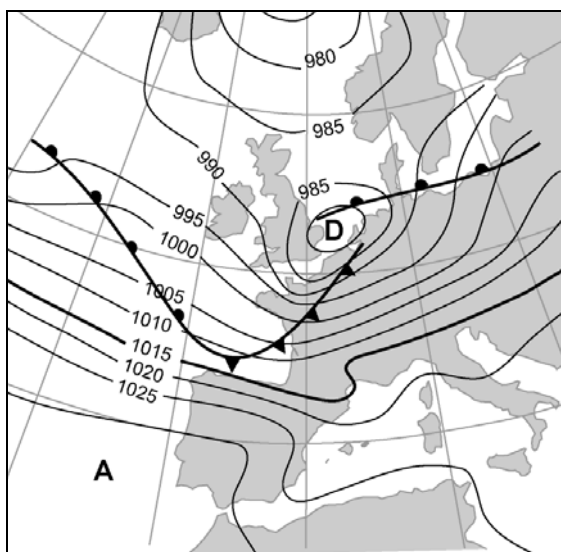


Figure 47a : 30/11/76 18h T.U.

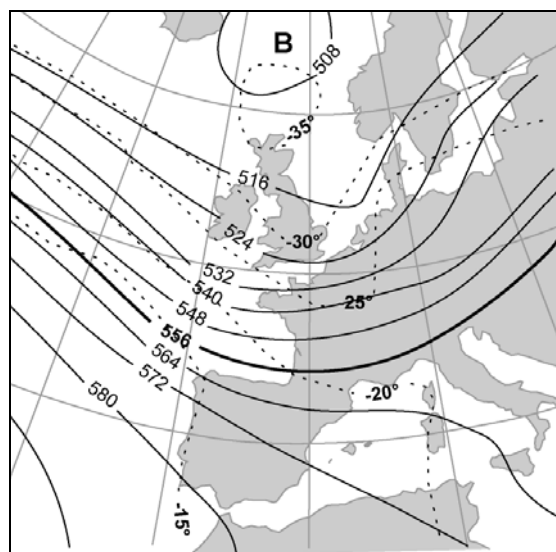


Figure 47b : 1/12/76 0h T.U.

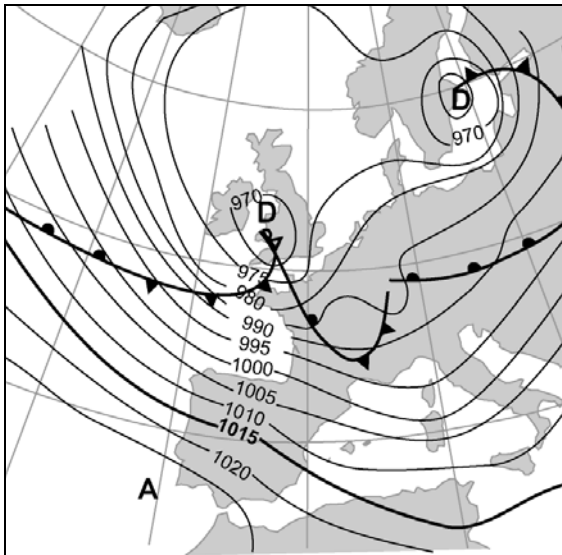


Figure 47c : 1/12/76 18h T.U.

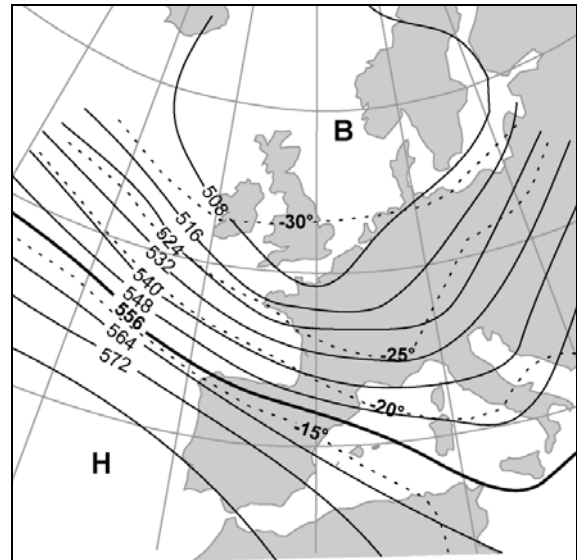


Figure 47d : 2/12/76 0h T.U.

Figures 47a et c : Situation météorologique au niveau sol

Figures 47b et d : Configuration météorologique au niveau 500 hPa

2.2. Des variantes à la circulation zonale

Les quelques exemples que nous allons décrire à présent correspondent à des systèmes possédant des circulations proches ou voisines d'une forme zonale ou qui s'en écarte que très provisoirement.

2.2.1. Le 5 février 1974

Les figure 48 a et b montre effectivement que l'épisode du 5 février 1974 diffère très peu d'une circulation zonale. Dans le détail, on devine toutefois qu'avant l'arrivée du secteur chaud, le 6 février au matin, le flux, rapide, fut de direction ouest-sud-ouest durant la nuit. C'est probablement cette orientation qui explique que le seuil des 100 mm ait été dépassé dans 3 stations du massif du Cantal, avec 154 mm à St-Jacques-des-Blats, 107 au Falgoux, 102 à St-Saury. Par comparaison, les cumuls ont été bien plus modestes dans les Monts-Dores puisqu'on n'a « simplement » relevé que 85 mm à Egliseneuve-d'Entraigues, 83 au Mont-Dore et 74 à Saulzet-le-Froid. L'effet d'abri a très bien fonctionné dans le Val d'Allier et la vallée de la Loire ; Le Puy et Clermont n'ont ainsi reçu que quelques gouttes. Les chutes n'ont pas été, non plus, abondantes dans le Forez et la Margeride puisque se tenant, le plus souvent, bien en-dessous de 30 mm.

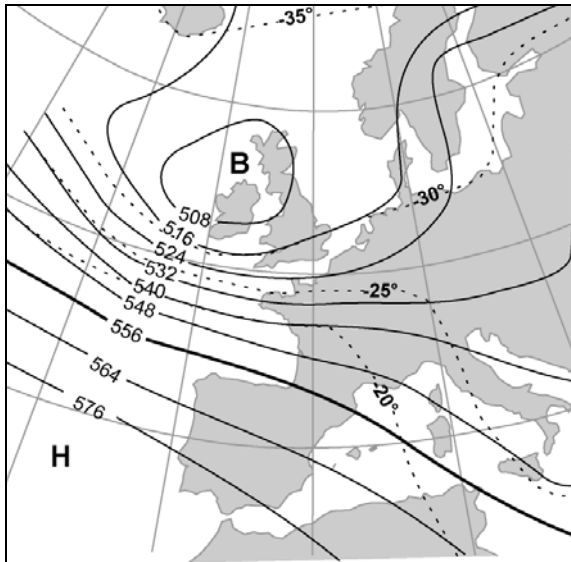


Figure 48a : 6/02/74 0h T.U.

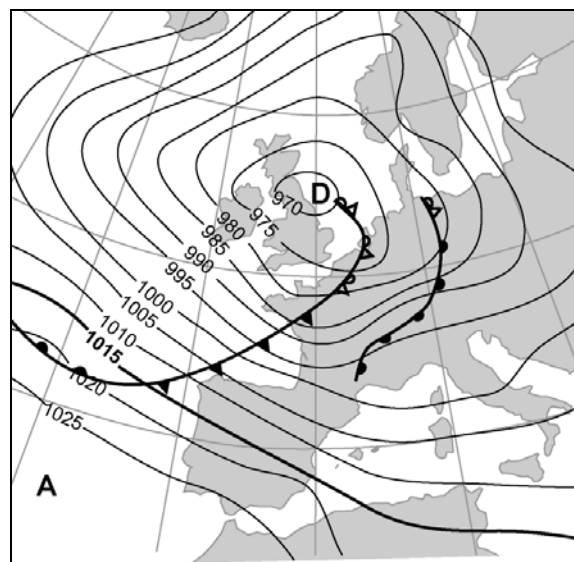


Figure 48b : 6/02/74 6h T.U.

Figure 48a : Configuration météorologique au niveau 500 hPa

Figure 48b : Situation météorologique au niveau sol

D'une manière générale les crues, qui n'ont pas été amplifiées par la fonte nivale (absence de neige au sol), sont restées modérées. Seules, quelques inondations se sont produites dans le Cantal, toutefois, à l'exception du bassin d'Aurillac, elles n'ont pas entraîné d'excès car se produisant dans des secteurs peu vulnérables.

2.2.2. Le 26 novembre 1983

Cet épisode peut servir de transition entre les circulations zonales et celles de sud-ouest. Nous pouvons ainsi remarquer (figure 49a) qu'une masse d'air d'origine supratropicale est largement advectée sur l'Europe occidentale et centrale. Malgré des pressions élevées (noter la courbure anticyclonique du flux), les précipitations sont déjà bien présentes en matinée sur l'ensemble des Monts d'Auvergne. Favorisées par la forte capacité hygrométrique de l'air, elles parviennent à se déclencher grâce aux ascendances orographiques provoquées par la rapidité de la circulation. La baisse du champ de pression tout au long de la journée ne fait qu'accentuer l'activité de la pluviogénèse malgré l'absence de limites frontales dans les parages du Massif central (figure 49b). En deuxième partie de nuit, on note l'intensité maximale des pluies lors de l'arrivée du front froid. Les contrastes thermiques sont alors importants et entraînent probablement l'apparition de structures nuageuses convectives.

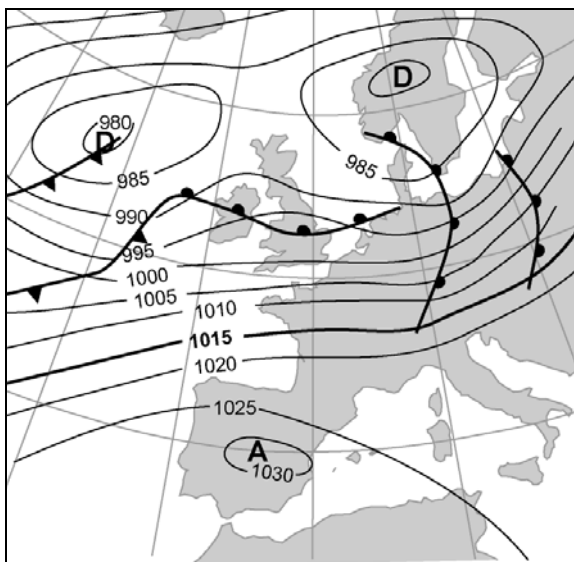


Figure 49a : 26/11/83 6h T.U.

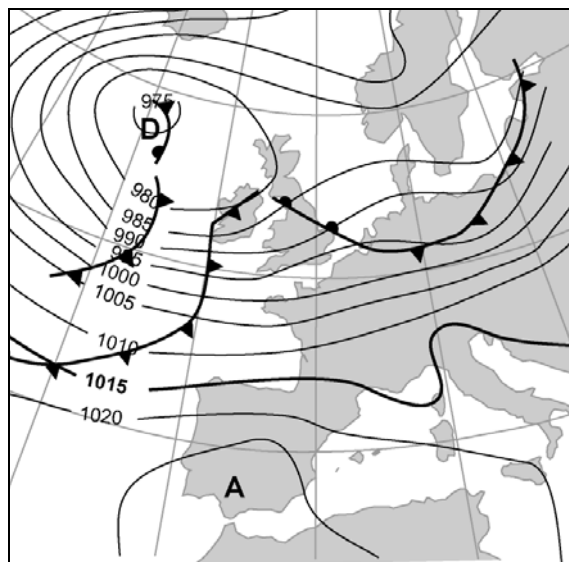


Figure 49b : 26/11/83 18h T.U.

Figures 49 a et b : Situation météorologique au niveau sol

Une fois encore, les crues associées à ce temps fort pluviométrique n'ont pas été importantes. Même si les pluviomètres ont enregistré 112 mm au Falgoux, 105 mm à St-Jacques et 85 mm à Besse, il aurait fallu des chutes plus importantes, après 3 semaines de temps sec (pas une goutte n'a été observée du 31 octobre au 24 novembre) pour augmenter fortement le débit des cours d'eau.

2.3. Les circulations de sud-ouest

Si les circulations persistantes de sud-ouest sont statistiquement les plus nombreuses à engendrer des chutes supérieures à 50 mm, elles sont curieusement sous-représentées dès que l'on franchit le seuil des 80 mm. Seuls 2 épisodes ayant affecté les Monts d'Auvergne intègrent, en effet, cette classe d'intensité.

2.3.1. Le 21 avril 1969

La situation observée à 18h (figure 50a) est, à première vue, des plus classiques. Le Massif central se trouve dans le secteur chaud d'un système perturbé qui s'étend de l'Ibérie au nord des Iles Britanniques. Contrairement à ce que l'on pourrait imaginer, le front froid qui a largement abordé l'ouest de la France dans l'après-midi, n'avance que très lentement vers l'est durant la nuit. Sa progression est contrariée par la circulation de sud-ouest et surtout par le creusement d'un minimum dépressionnaire sur le Golfe du Lion. Ce blocage frontal, somme toute partiel – on peut effectivement observer sur la carte d'altitude (figure 62b) que la vallée n'a pas une forte amplitude – explique l'abondance des chutes sur le Cantal (98 mm à St-Jacques, 90 mm au Falgoux, 62 mm à St-Saury et à Pierrefort... et, encore 45 mm à

Aurillac) et celles, plus modestes, des Monts Dore (72,5 mm au Mont-Dore, 40 mm à Besse). En liaison avec le petit creusement méditerranéen, des cumuls compris entre 50 et 100 mm sont également enregistrés essentiellement dans le Bas-Vivarais. Toutefois, ces fortes pluies n'atteignent pas le sud-est de la Haute-Loire, puisque les Estables ne reçoivent seulement que 17 mm.

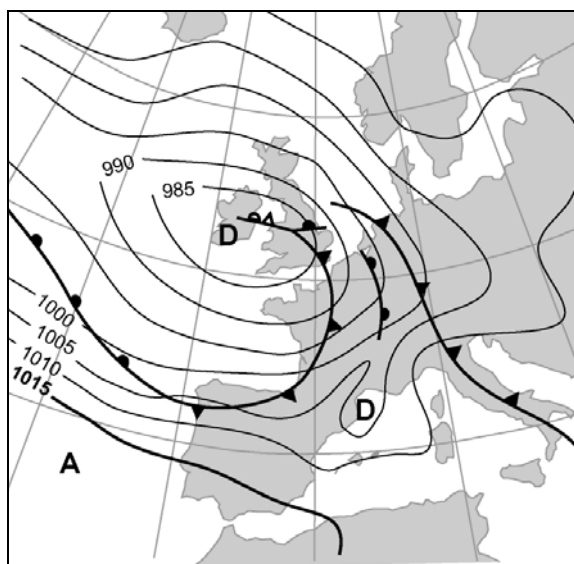


Figure 50a : 21/04/69 18h T.U.

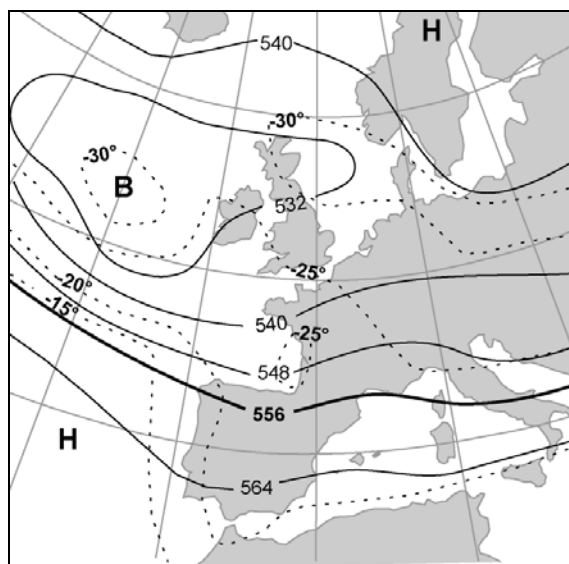


Figure 50b : 22/04/69 0h T.U.

Figure 50a : Situation météorologique au niveau sol

Figure 50b : Configuration météorologique au niveau 500 hPa

Nous l'aurons compris, cet épisode se place à la limite des systèmes combinés. Toutefois, nous verrons, dans le chapitre suivant, des exemples de blocage plus durables associés à des précipitations cévenoles plus abondantes et concernant surtout, au moins, une partie de l'Auvergne.

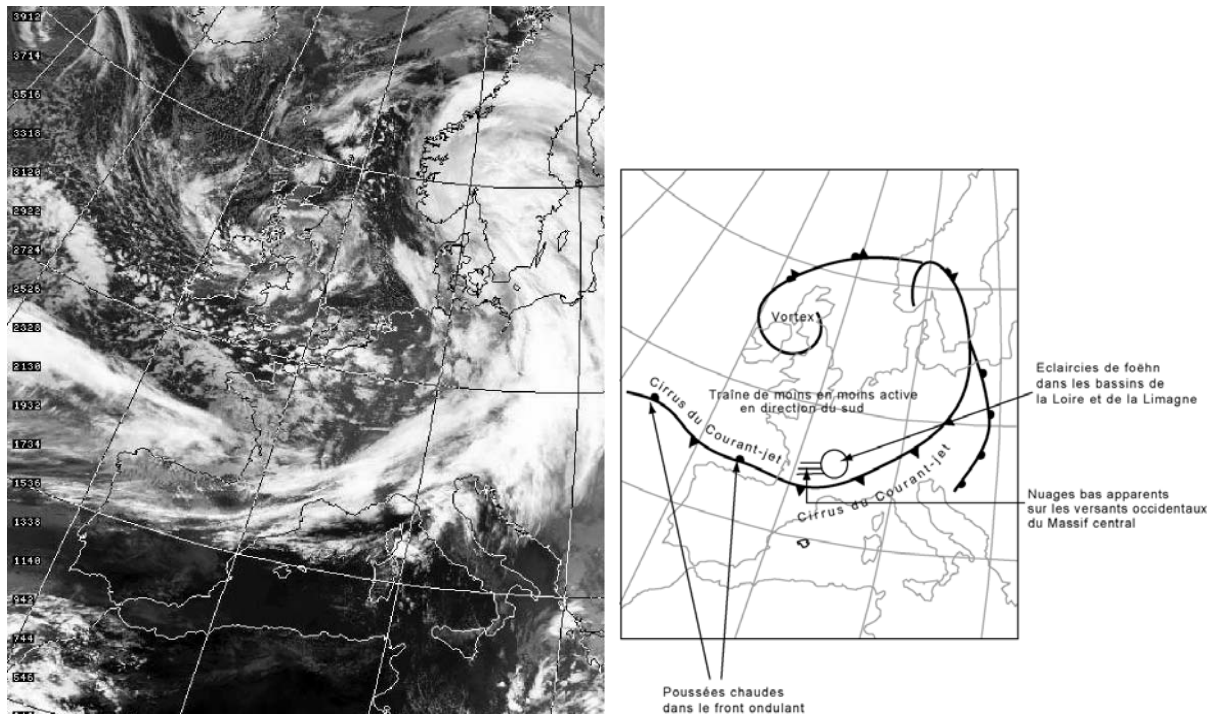
2.3.2. Le 12 novembre 1987

Ce deuxième épisode est très différent puisque nullement lié à un effet de blocage. Pour comprendre son déroulement, nous adoptons ici une description plus originale basée sur l'interprétation d'une image satellite (figure 51). Cette dernière, fort intéressante, nous montre clairement l'action de plusieurs phénomènes.

A petite échelle, nous pouvons voir qu'un superbe front froid achève de traverser la France, par l'est, durant l'après-midi. Alors que s'observe au nord de la France une traîne, surtout active des côtes de la Manche au Benelux, le sud reste soumis à un temps beaucoup plus nébuleux et arrosé. L'advection froide, liée à la traîne, ne parvient pas à s'imposer au sud du 45^e parallèle (la carte d'altitude indiquerait une vallée à faible amplitude) et s'oppose à des remontées chaudes que l'on voit nettement sur le Golfe de Gascogne. Ce conflit donne

naissance à un front ondulant qui a pour effet de prolonger les précipitations sur le tiers sud de la France (à l'exception des régions méditerranéennes).

A échelle fine, l'image dévoile également, à la fois l'accumulation nuageuse présente sur les versants occidentaux du Massif central, et les éclaircies de fœhn localisées dans les bassins de la Limagne et du Forez. Cette opposition des ambiances, enfin démontrée, résulte bien d'une circulation très vive (la forme étirée des cirrus ne laisse aucun doute quant à la rapidité de la circulation).



Figures 51 : Image NOAA (canal 4 infrarouge) du 12 novembre 1987 à 14h46 T.U. et interprétation

La présence de cette ondulation persistante, et les effets de l'orographie, ont apporté des lames de 89 mm au Falgoux, 84 à St-Jacques, 70 au Mont-Dore, 64 à Besse, 55 à Picherande... et, seulement de 2 mm à Clermont, 6 à St-Anthème, 9 à Auvers et 1 mm aux Estables !

2.4. Les circulations de nord-ouest

Avec les circulations de nord-ouest, nous assistons à une distribution de la pluviométrie quelque peu différente des circulations zonales et de sud-ouest. L'orientation des grandes lignes de relief facilite ici la pénétration des masses d'air humides dans les bassins et les vallées de l'intérieur qui subissent, ainsi, des conditions météorologiques plus désagréables avec une plus grande fréquence des ondées et des averses. Toutefois, le changement le plus

radical s'observe sur les Monts du Forez où le jeu des ascendances orographiques conduit à des cumuls pluviométriques non négligeables.

2.4.1. Les 23, 24 et 25 décembre 1968

Ces 3 journées se sont caractérisées par le maintien d'une ondulation frontale qui a amené des lames importantes non seulement sur les Monts d'Auvergne, où de nombreux postes ont enregistré plus de 100 mm (avec par exemple, 153 mm au Mont-Dore, 156 à Egliseneuve-d'Entraigues, 183 à St-Jacques), mais aussi sur l'ensemble de la région où aucun secteur ne s'est réellement tenu à l'abri des précipitations. On a ainsi relevé de 30 à 50 mm en Limagne, de 50 à 70 dans les plaines du Bourbonnais, de 40 à 90 dans le Velay, de 50 à 100 dans les Combrailles ; les Monts de la Madeleine et du Forez ont été encore plus arrosés avec des cumuls compris entre 100 et 150 mm (le maximum ayant été atteint à Valcivières avec 174,5 mm).

2.4.1.1. Une structure aérologique immobile

La persistance des précipitations est liée à l'immobilité des centres d'action, immobilité que l'on constate bien sur les figures 52a à 52d. Tout au long de la séquence, la circulation de nord-ouest est véhiculée par un anticyclone, visible à tous niveaux, centré au large de l'Ibérie et par un vaste système dépressionnaire, bien développé en latitude, s'étendant des pays scandinaves au sud de l'Italie. La France qui se situe à la limite de ces 2 individus isobariques est également partagée par 2 masses d'air différenciées. L'une douce, sous le couvert de l'anticyclone, occupe le sud-ouest des Iles Britanniques, l'ouest de la France et l'Ibérie, l'autre froide, qui s'écoule dans la partie occidentale de la dépression, s'étend depuis la Scandinavie et l'Europe centrale à l'est de la France. Ces contrastes thermiques entretiennent l'activité d'un front ondulant qui affecte, en particulier, les régions allant de la Normandie, du Centre, à l'ouest de la Bourgogne et au Massif central. Les précipitations conservent sous ce front un caractère souvent faible ou modéré, le flux n'est effectivement que peu convergent et les pressions demeurent quand même élevées. Toutefois, la stationnarité du corps de la perturbation entraîne, comme précisé plus haut, des cumuls finalement abondants.

Dans le détail, quelques menues différences se présentent tout de même entre ces 3 journées. Tout d'abord, le 23 apparaît comme le jour où les précipitations ont été les plus fortes ; on relève dans le Cantal : 80 mm à St-Jacques, 67 au Falgoux, 58 à Riom-ès-Montagnes ; dans le Cézallier : 73 mm à Egliseneuve et 57 à Marcenat ; dans les Monts-Dores : 75 mm à Picherande, 64 au Mont-Dore et 58 à Besse ; enfin, dans le Forez et la Madeleine : 65 mm à St-Anthème, 61 à Valcivières et 50 à La Guillermie. Cet avantage est

probablement dû à la douceur des températures. Il fait ainsi un maximum de 13° à Clermont et de 9° au Puy. D'autre part, même si cela n'est pas très net, on peut voir sur la figure 52a que le flux se montre dans la soirée du 23 le plus convergent.

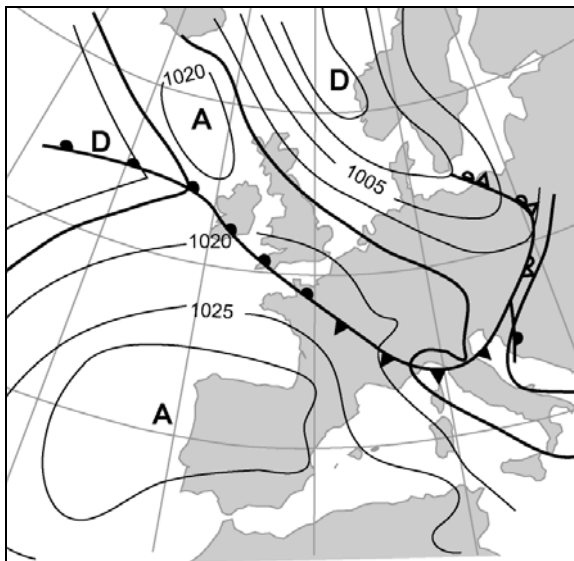


Figure 52a : 23/12/68 18h T.U.

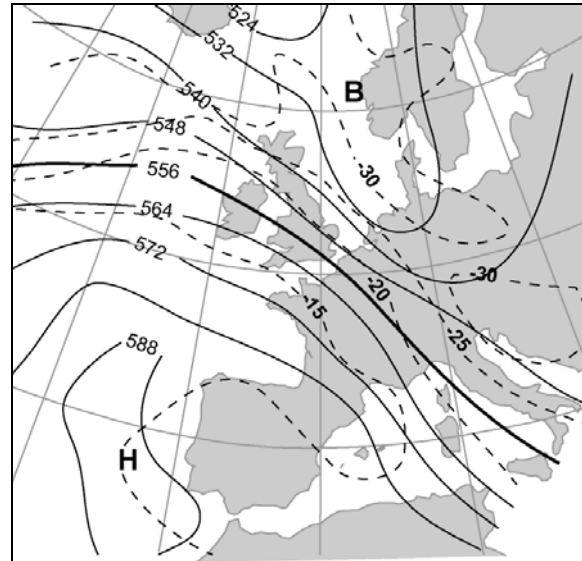


Figure 52b : 24/12/68 0h T.U.

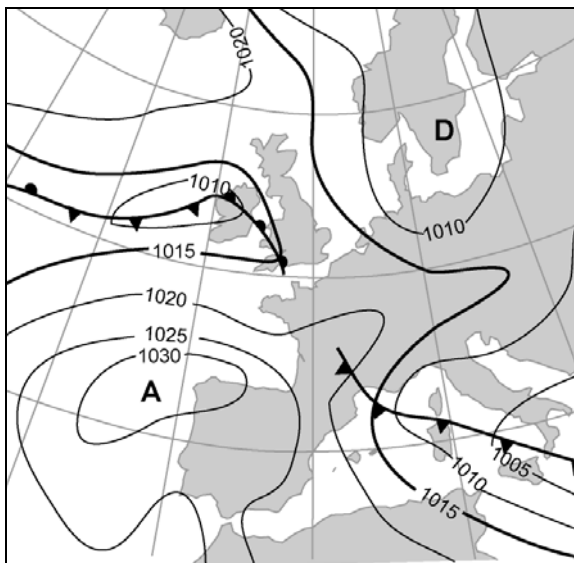


Figure 52c : 24/12/68 18h T.U.

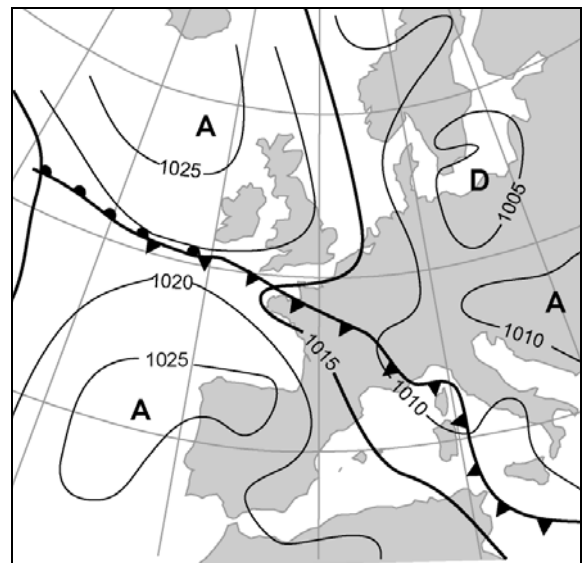


Figure 52d : 25/12/68 18h T.U.

Figures 52 a, c, d : Situation météorologique au niveau sol
 Figure 52 b : Configuration météorologique au niveau 500 hPa

Le 24 (figures 52b et c), les pluies faiblissent mais ne connaissent aucune interruption. La baisse sensible des températures par rapport à la veille (de 6°) justifie pour l'essentiel cette diminution. Toutefois, il tombe encore 50 mm à St-Jacques (il s'agit de la valeur maximale) et on relève même une étonnante lame de 20 mm à Clermont. Cette abondance, notable pour la Limagne, tient à la trajectoire du flux qui s'oriente provisoirement en fin de journée au nord-est sur le quart sud-est de la France. Déjà moins bien abritées, les stations de la Limagne et du

Val d'Allier subissent, avec cette nouvelle direction, les ascendances qui apparaissent sur les versants orientaux des Monts d'Auvergne. On relève par exemple encore 14 mm à Chappes, 12 à Brioude, 11 à Auzat et Meilhaud.

Enfin, la tranche journalière du 25 (figures 52d) est à mettre au compte des contrastes thermiques qui s'accroissent entre le nord-est et le sud-ouest de la France. Le front ondulant gagne ainsi en activité. On enregistre 52 mm à St-Jacques, 57 à La Guillerme et 66,5 à Valcivières. L'arrêt des précipitations intervient avec la progression de l'air froid qui pousse l'ondulation vers le sud-ouest et homogénéise la masse d'air sur le Massif central.

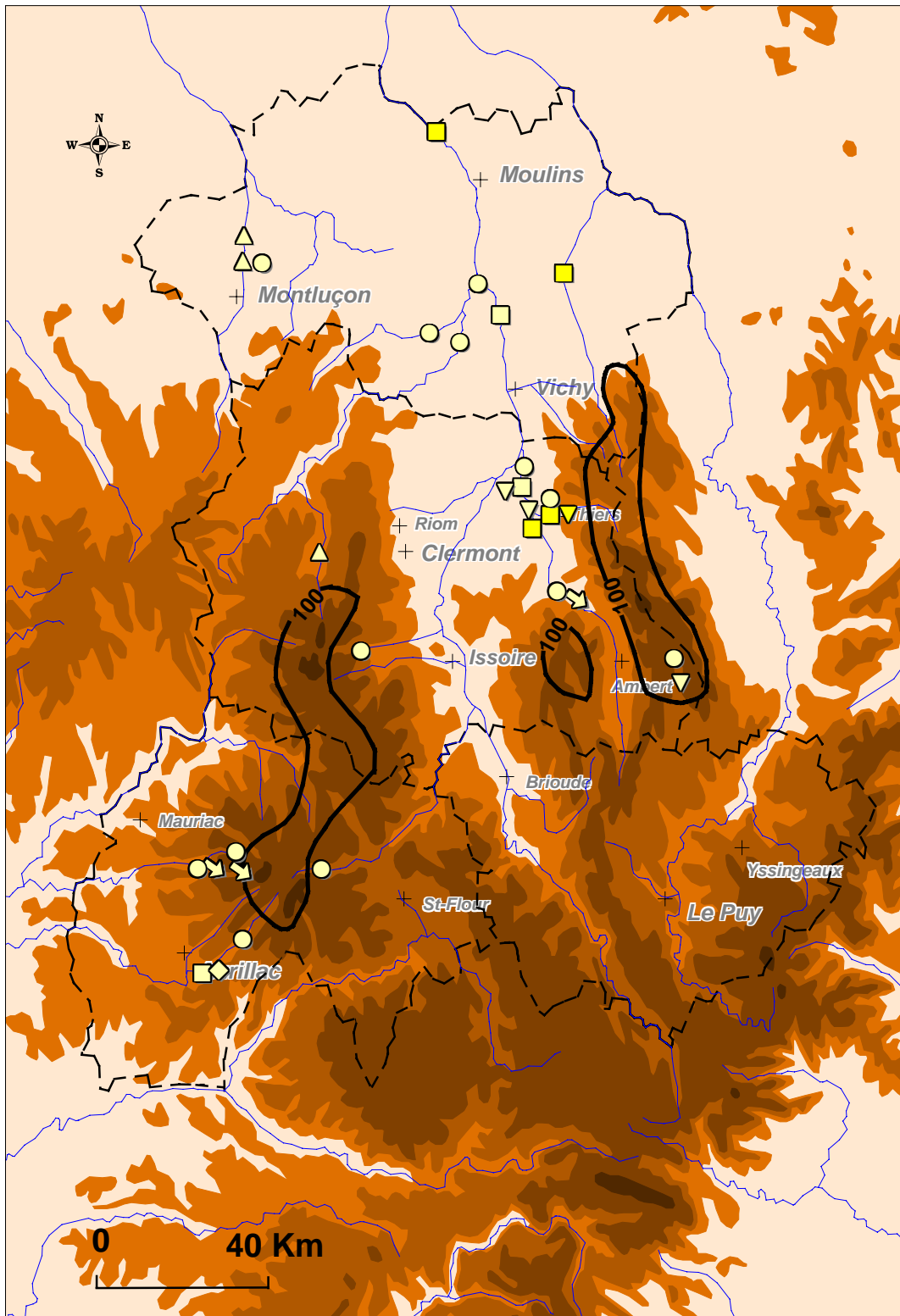
Cet épisode a donc été remarquable non seulement pour la durée des chutes de pluies, mais aussi pour les cumuls qui ont été enregistrés un peu partout en Auvergne. C'est bien la faible vitesse du flux et la constante régénération de l'ondulation qui a favorisé cette distribution. Plus rapide, la circulation au sol aurait entraîné des disparités plus importantes sans mettre pour autant totalement à l'abri des précipitations les vallées et bassins de l'intérieur.

2.4.1.2. Des excès surtout dans le pays thiernois

Le caractère général de la pluviosité a forcément eu des conséquences sur l'ensemble des cours d'eau auvergnats, d'autant plus que la neige présente en montagne n'a pas résisté à la douceur des températures. De nombreuses crues ont ainsi été signalées en maint endroit et deux secteurs ont, en particulier, été touchés par des inondations. Il s'agit des Monts du Cantal ainsi que l'ensemble Monts du Forez - Madeleine et leur piémont. La situation semble avoir été plus calme à proximité des Couzes ; il est difficile d'en justifier la cause, toutefois, il est probable que les précipitations et la lame de fusion nivale ont été moins importantes sur le versant est-sud-est des Monts-Dores (sur la séquence, les pluies ont « simplement » apporté 88 mm à Besse).

Comme en janvier 1962, les excès localisés dans le Cantal se sont produits essentiellement dans quelques vallées et dans le bassin d'Aurillac (figure 53). De nombreuses routes ont été partiellement inondées ou coupées par des éboulements sans faire de dégradations massives sur les chaussées. Plus problématique, à Aurillac, les habitants de la cité Clairvivre déjà touchés par la montée des eaux de la Jordanne en 1962, ont du être une nouvelle fois évacués.

La situation s'est révélée encore plus préoccupante dans toute la région de Thiers. Bien alimentées par les précipitations tombées sur le Forez et associées à la fonte des neiges, les crues de la Dore et de la Durolle ont largement inondé certains quartiers de la cité coutelière comme celui du Moutier situé en contrebas du centre historique. Dans cette ville, industrielle, trois entreprises ont également eu à déplorer de lourds dégâts. Plus en aval, la Dore, peu avant



Conception et réalisation : F.Jubertie

Figure 53 : Episode océanique des 23, 24, 25 décembre 1968 : temps fort pluviométrique et excès

sa confluence avec l'Allier a provoqué quelques dommages sur les communes de Dorat et Limons.

En dehors de ces deux principaux secteurs, les excès sont apparus de manière plus ponctuelle sur le reste de l'Auvergne. Pour autant, leur impact a parfois été remarquable, comme à Jaligny (située dans l'est de l'Allier) où la crue de la Besbre a entraîné de gros dégâts sur quelques habitations ; de même, dans la région de Montluçon, des exploitations agricoles ont été inondées par le Cher.

2.4.2. Les 17 et 18 mars 1988

Peu de différences caractérisent, au plan aérologique, cet épisode du précédent. Il suffit de jeter un œil sur les figures 54 a et b pour en juger. Outre la même disposition du champ de pression, on peut remarquer qu'une ondulation concerne également une grande partie de la France. Toutefois, moins stationnaire, celle-ci glisse peu à peu, en liaison avec la crête d'altitude, vers le nord-est et cesse de concerner le Massif central dans la nuit du 18 au 19. Du fait de cette mobilité, les précipitations ont été moins persistantes et, à l'exception du massif du Cantal, moins abondantes que lors de la séquence pluvieuse de décembre 1968. On a ainsi noté entre 10 et 20 mm des Limagnes au pays de Massiac et à la Planèze de St-Flour, 20 à 40 dans le Velay, 30 à 50 dans l'Allier et les Combrailles, 50 à 100 dans la Madeleine et le Forez (115 à Valcivières) et enfin 40 à 120 dans les Monts d'Auvergne (121,5 à St-Jacques, 133,5 au Falgoux).

Néanmoins, les crues se sont montrées plus violentes. Par exemple, alors que le débit maximal de la Dore avait été enregistré à 143 m³/s en 1968, il a atteint en 1988, 193 m³/s (Cubizolle, 1994). Une telle intensité trouve son explication dans l'importance des cumuls qui ont marqué plus généralement le premier trimestre de l'année 1988. De nombreuses stations ont quasiment battu leur record comme à St-Anthème où il est tombé 398 mm pour une normale de 248, ou au Mont-Dore où on a enregistré 958 mm pour une normale de 454 mm. L'autre facteur est à mettre en relation, une fois de plus, avec le produit de la fonte des neiges. D'après le bulletin climatique du Puy-de-Dôme, entre le 15 et le 18 mars, 50 à 65 cm de neige auraient fondu dans les Monts-Dores et sans doute plus dans le massif du Forez. Si on considère que pour une épaisseur de 1 cm correspond une lame de fusion de 1 mm, on comprend alors l'ampleur des crues.

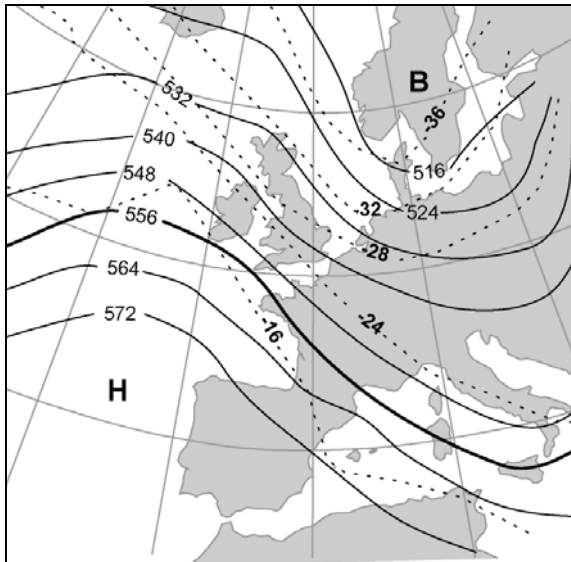


Figure 54a : 17/03/88 12h T.U.

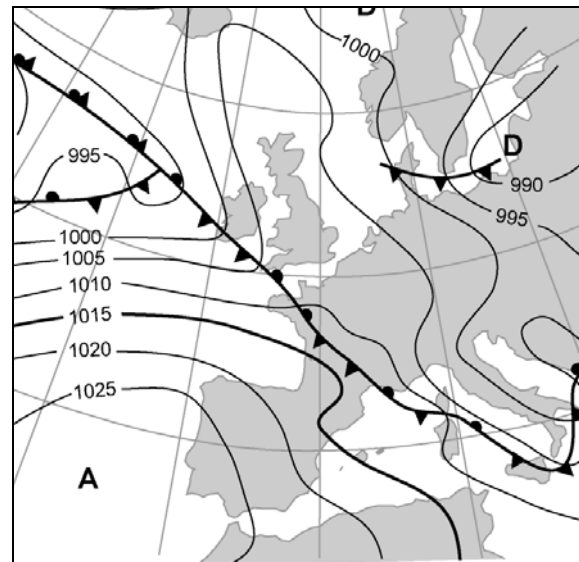


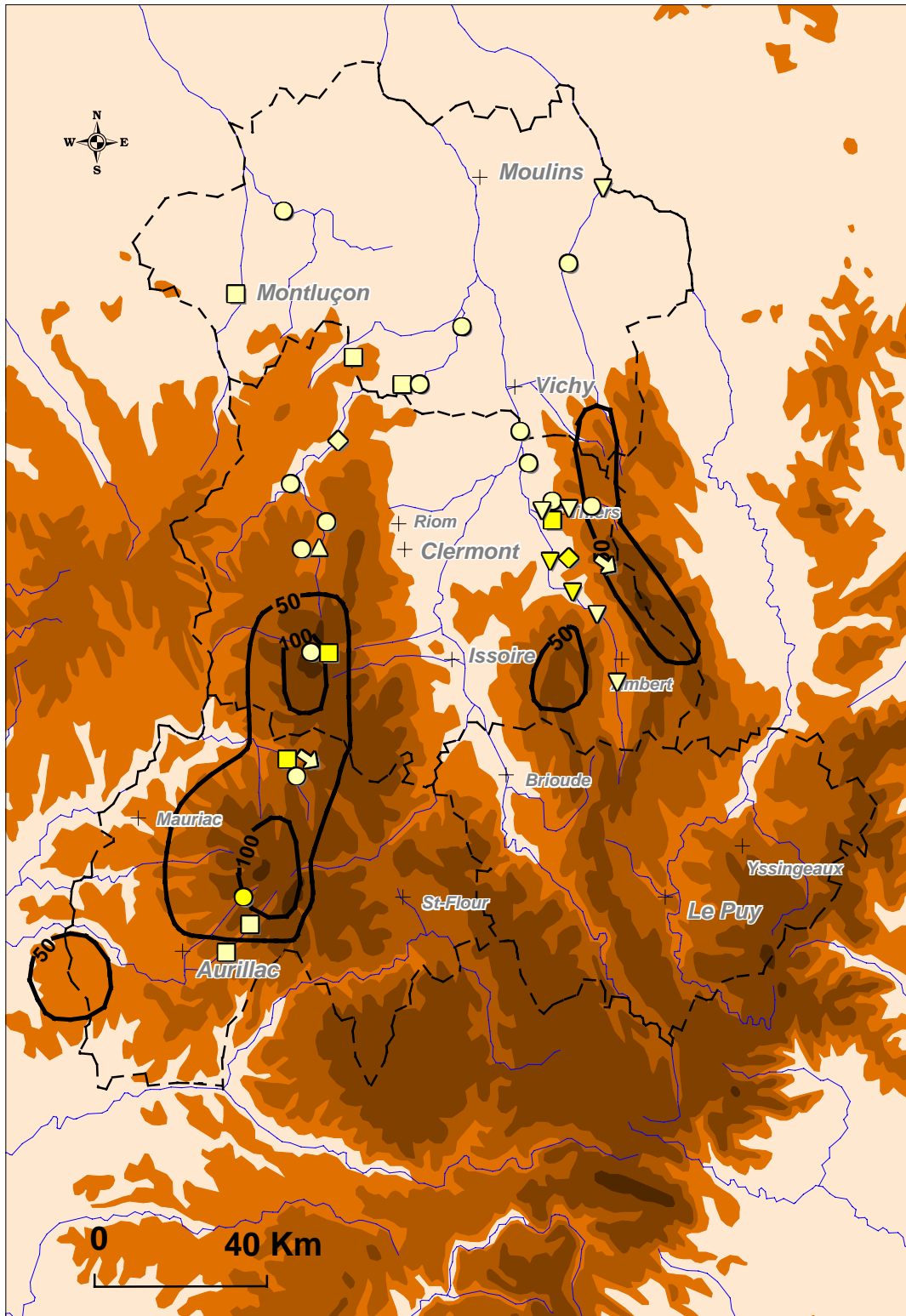
Figure 54b : 17/03/88 12h T.U.

Figure 54a : Configuration météorologique au niveau 500 hPa

Figure 54b: Situation météorologique au niveau sol

Comme on peut se douter, de nombreux excès se sont produits principalement le long des cours d'eau descendant du Forez et des Monts d'Auvergne (figure 55). En montagne, peu de dégâts ont été signalés, si ce n'est dans le village de Condat-en-Feniers (localisé à la limite du massif du Cantal et du Cézallier) où les crues de la Rhue et de la Santoire ont inondé quelques maisons. De même, dans le massif du Sancy, comme en 1962, les équipements touristiques du bourg du Chambon ont été envahis par les eaux du lac. Toutefois, les débordements ont cette fois gagné plusieurs bâtiments dont la mairie et l'église.

A basse altitude, les problèmes ont été logiquement plus nombreux. Bien sûr le secteur de Thiers fut le plus atteint ; les événements prirent néanmoins une tournure plus grave qu'en 1968. A cause de la crue de la Durolle, les sapeurs-pompiers ont reçu une cinquantaine d'appels surtout en provenance des habitants du quartier du Moutier. Plusieurs entreprises furent inondées dans l'agglomération, ainsi qu'entre Thiers et Chabreloche. La situation fut encore plus préoccupante dans la ville de Courpière, où la crue de la Dore toucha les zones industrielles de la Valette et de Lagat, ainsi que les quartiers historiques des Arnauds et de l'Alliet. Une famille fut même évacuée par hélicoptère. Plus en amont, les secteurs industriels d'Olliergues, de Giroux et d'Ambert furent également sérieusement atteints. Selon les témoignages des habitants d'Ambert, de telles inondations n'avaient pas été observées depuis 1943 (il ne s'agissait d'ailleurs pas d'inondations liées à des pluies océaniques). D'une manière plus objective, la crue de la Dore fut estimée d'une durée de retour supérieure à 50 ans.



Conception et réalisation : F.Jubertie

Figure 55 : Episode océanique des 17 et 18 mars 1988 : temps fort pluviométrique et excès

D'autres dégâts, assez graves, ont été recensés dans le département de l'Allier. Deux secteurs ont été concernés : à l'est, les communes de Jaligny et de Diou ont souffert des débordements de la Besbre ; dans le centre du département, la crue de la Sioule a entraîné des dommages dans les basses villes de St-Pourçain et surtout d'Ebreuil. En amont du cours d'eau, dans les Combrailles, plusieurs routes ont été coupées (à Pontaumur, Miremont, Châteauneuf-les-Bains) et des maisons sinistrées essentiellement au nord de Pontgibaud.

2.4.3. Les 13-14 février 1990

Cet épisode s'inscrit dans une période de forte pluviométrie océanique qui débuta le 10 février. Tout d'abord de tendance zonale, la circulation s'oriente lentement au nord-ouest provoquant un rafraîchissement assez notable des températures. Les 11 et 12, il neige en montagne dès 600 m d'altitude. Les hauteurs sont parfois importantes puisqu'on relève, par exemple dans le Cantal, entre 9 cm à Aurillac et 45 cm au Claux (dans la vallée de la Rhue), à Mandailles (dans la vallée de la Jordanne) et au Super-Lioran. Le 13, (figures 56 a et b) l'anticyclone situé sur le proche Atlantique se développe en direction du Sud-Ouest de la France et dirige, dans un flux qui se réoriente à l'ouest nord-ouest, une masse d'air nettement plus douce d'origine tropicale (on gagne 6° par rapport à la veille). Cette douceur entame la fonte du manteau neigeux qui s'accélère avec le retour des pluies dans la nuit du 12 au 13. Ces pluies s'intensifient en matinée du 13 avec le passage du front chaud. Les ascendances frontales sont, par la suite, relayées par la convergence du flux et par son accélération qui amplifie l'influence du relief.

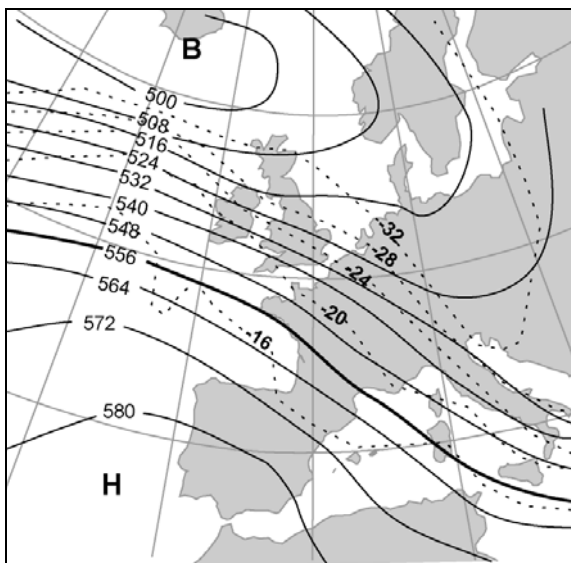


Figure 56a : 13/02/90 12h T.U.

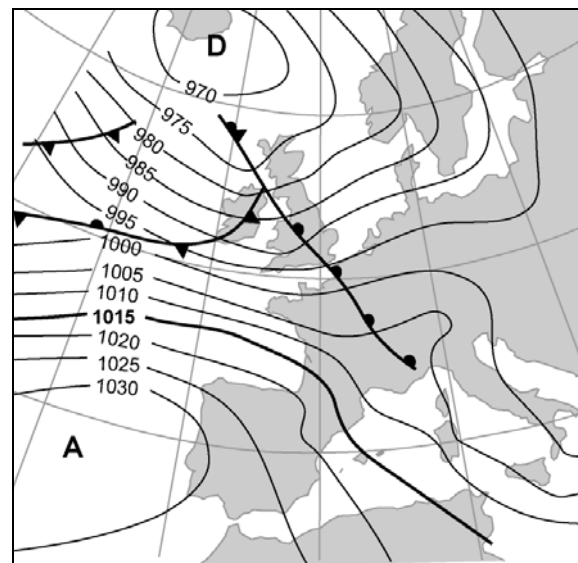


Figure 56b : 13/02/90 12h T.U.

Figure 56a : Configuration météorologique au niveau 500 hPa

Figure 56b: Situation météorologique au niveau sol

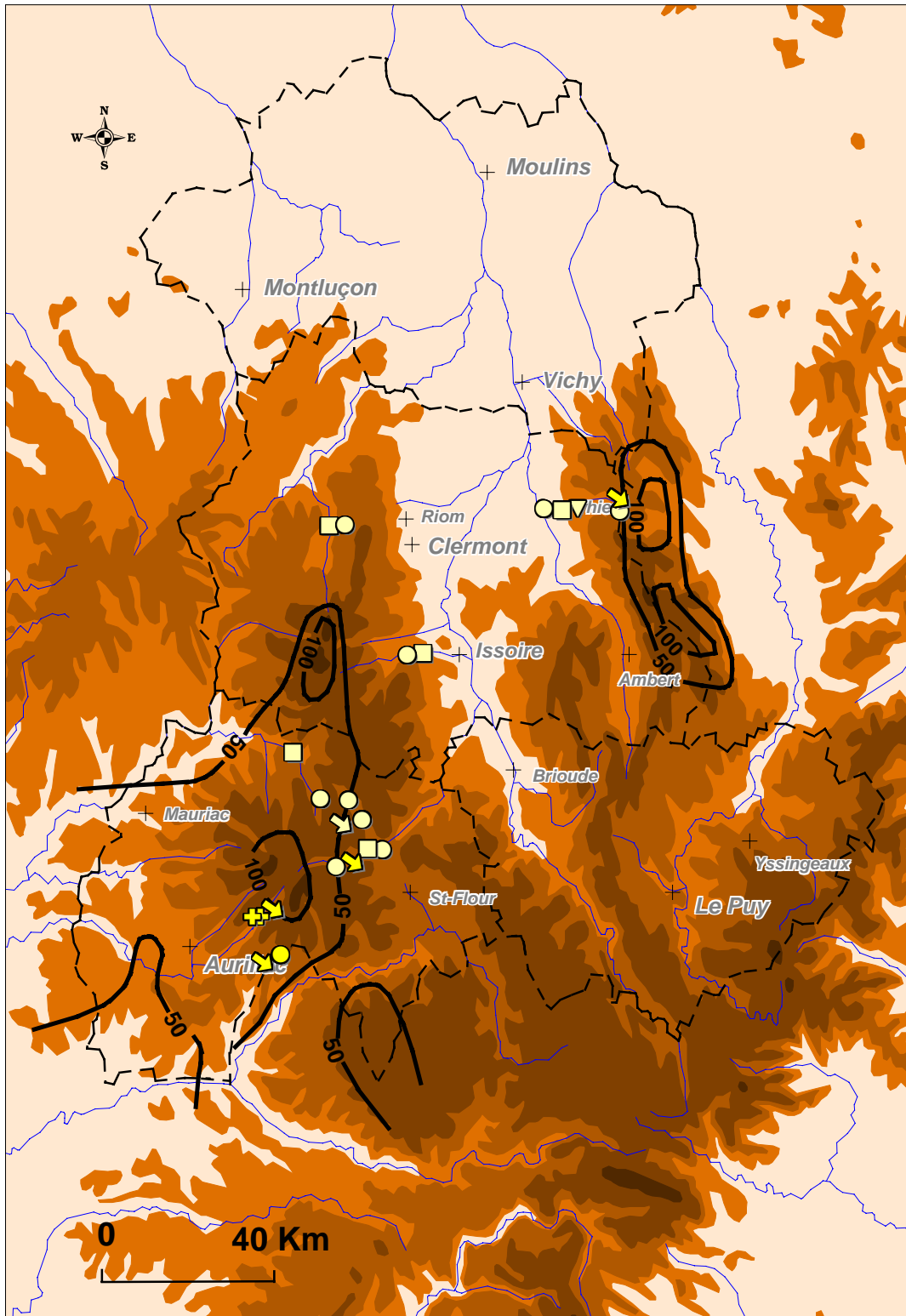
Les cumuls pluviométriques les plus importants, relevés les 13 et 14, sont localisés, sans surprises, sur les massifs auvergnat et forézien. On relève souvent entre 100 et 150 mm, un peu plus à St-Jacques avec 184 mm. Si les crues ont largement intéressé les cours d'eau des Monts d'Auvergne, elles ont par contre épargné le bassin de la Dore. En effet, les précipitations ont été plus abondantes sur le versant nord-oriental du Forez que dans la partie occidentale. Ainsi, Valcivières n'a reçu que 80 mm alors que Chalmazel, dans le département de la Loire, a enregistré plus du double ; le même rapport s'établit en comptant les pluies tombées les jours précédents. Seule, une orientation locale du flux, échappant à l'analyse synoptique, peut expliquer cette répartition. Par ailleurs, la remarquable crue du Lignon (située sur le versant nord-est du Forez), la plus grosse depuis 1907 (Etlicher et *al.*, 1993), atteste de la sévérité de l'événement dans ce secteur.

Logiquement, peu d'excès ont été mentionnés par la presse dans le pays de Thiers (figure 57). Les quelques dégâts recensés ont simplement été induits par la crue de la Durolle. Toutefois, si quelques entreprises ont été inondées, la situation fut nettement moins grave qu'en 1968 et 1988. A contrario, les problèmes ont été plus fréquents dans les Monts d'Auvergne et les bas pays environnants :

- Dans le massif du Cantal, de nombreuses routes secondaires ont été coupées, non seulement à cause des inondations, mais aussi en raison de plusieurs glissements de terrains qui se sont produits dans les secteurs en pente. La situation fut ainsi fort délicate dans le secteur de Raulhac où la voirie communale a, en plus, été touchée, ainsi que dans les environs de Condat et enfin à Murat où la R.N. 122, Clermont-Aurillac, fut totalement coupée sur 30 mètres. Dans la région aurillacoise, plusieurs habitations ont été inondées par les eaux de la Jordanne nécessitant une vingtaine d'interventions de la part des pompiers.

- Au pied du massif du Sancy, les inondations ont surtout été excessives à l'ouest d'Issoire. De Perrier à St-Floret, la Couze Pavin avait largement envahi les terrains et les propriétés riveraines. La crue fut telle que la rue principale de St-Floret fut envahie par la rivière et interdite à la circulation automobile. Toutefois, les événements furent plus spectaculaires que graves malgré les dégâts causés à certains rez-de-chaussée et au revêtement goudronné de quelques tronçons de route.

- Enfin, la Sioule, qui a atteint une cote un peu inférieure à celle de 1988 (1,90 m pour 2,27 m à l'échelle de Pontgibaud) a entraîné des dégâts en amont de Pontgibaud dans quelques maisons et surtout sur les infrastructures du terrain de camping.



Conception et réalisation : F.Jubertie

Figure 57 : Episode océanique du 13 février 1990 : temps fort pluviométrique et excès.

2.4.4. Les 5-6 janvier 1982

Ces deux journées, tout à fait atypiques, ont donné lieu à de fortes précipitations en Limagne, en particulier, sur la région clermontoise où on a relevé 70 mm à la station d'Aulnat. Ce cumul est d'autant plus remarquable qu'il s'est constitué en moins de 48h.

Nous remarquons, en effet, que le 5 (figure 58a), la circulation quasi zonale maintient encore un effet de foehn dans les bassins intérieurs. C'est seulement dans la nuit du 5 au 6 que les premières pluies importantes touchent la Limagne et le Val d'Allier en raison de l'orientation du courant au nord-ouest (figure 58b) et en raison du ralentissement du flux observé le 6 (figures 58c et d). On assiste également à la convergence de 2 masses d'air sur la France ; l'une, froide, originaire de la mer Baltique, est propulsée par une dépression centrée sur l'Allemagne ; l'autre, douce, est véhiculée par un anticyclone ibérique. Cette convergence donne naissance à un axe pluvieux actif qui s'étend des côtes charentaises, au nord du Massif central et aux Alpes. La lente évolution de la situation n'a fait qu'accroître la durée des chutes sur ces régions.

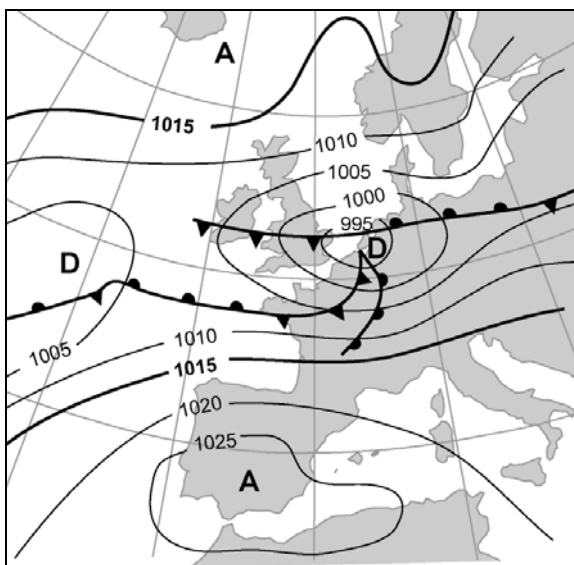


Figure 58a : 5/01/82 18h T.U.

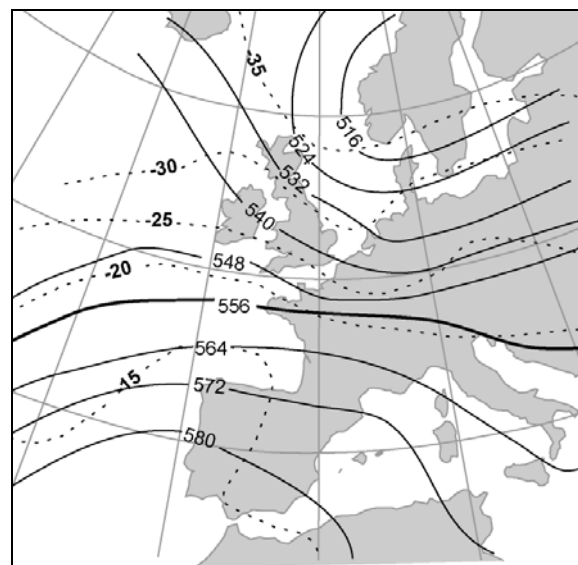


Figure 58b : 6/01/82 0h T.U.

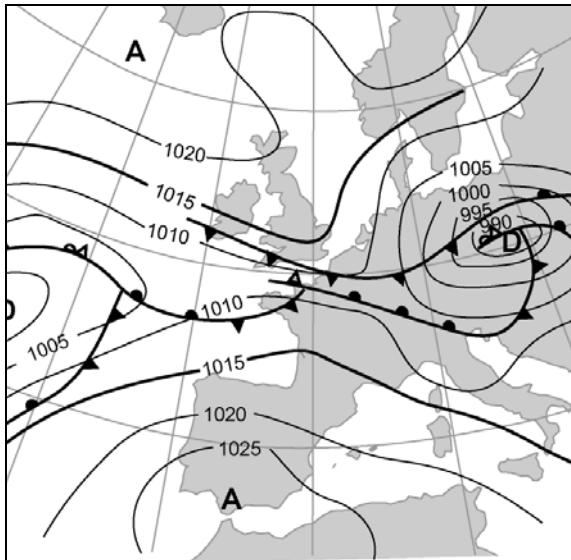


Figure 58c : 6/01/82 6h T.U.

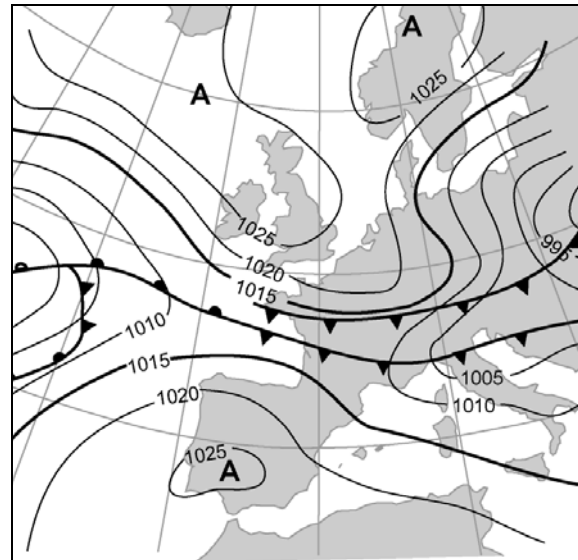


Figure 58d : 6/01/82 18h T.U.

Figures 58 a, c, d : Situation météorologique au niveau sol
 Figure 58b : Configuration météorologique au niveau 500 hPa

A côté de ces facteurs, agissant à petite échelle, il faut ajouter des causes plus spécifiques intervenant au niveau local. Même si aucun document ne nous permet de vérifier cette hypothèse, nous pensons que l'air doux a, selon un mécanisme bien connu, été peu à peu pris en tenaille puis expulsé en altitude entre l'air froid arrivant lentement par le nord de la Limagne et le relief situé au sud-ouest. La lente progression de l'air froid a évidemment prolongé les ascendances locales (figure 59).

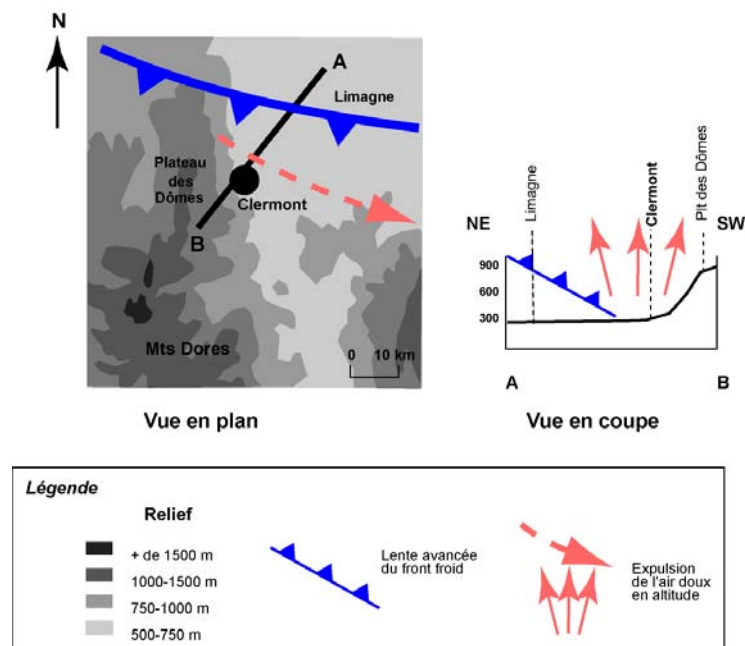


Figure 59 : L'origine des fortes pluies tombées en Limagne le 6 janvier 1982

L'air doux et humide qui circule lentement du nord-ouest au sud-ouest est coincé puis expulsé entre les reliefs et le front froid qui progresse par le nord de la Limagne.

Episode océanique oblige, les précipitations ont également été abondantes sur les Monts d’Auvergne. Pour la majorité des postes, les lames ont oscillé entre 50 et 80 mm, même dans les Combrailles. La barre des 100 mm a été franchie, comme d’habitude, dans le centre du Cantal et dans les Monts-Dores. Toutefois, nous pouvons remarquer sur la figure 60 que l’isohyète 50 mm a, pour une fois, débordé en direction des bas plateaux et des bassins de l’intérieur. Mis à part dans le Val d’Allier au sud d’Issoire, la Planèze de St-Flour et l’ensemble de la Haute-Loire, les cumuls n’ont nulle part été inférieurs à 30 ou 40 mm.

Il n’est pas étonnant que les crues aient été nombreuses et spectaculaires. Tous les affluents de rive gauche de l’Allier, du Cantal aux Combrailles, ont ainsi largement dépassé leur côte d’alerte même dans les basses vallées.

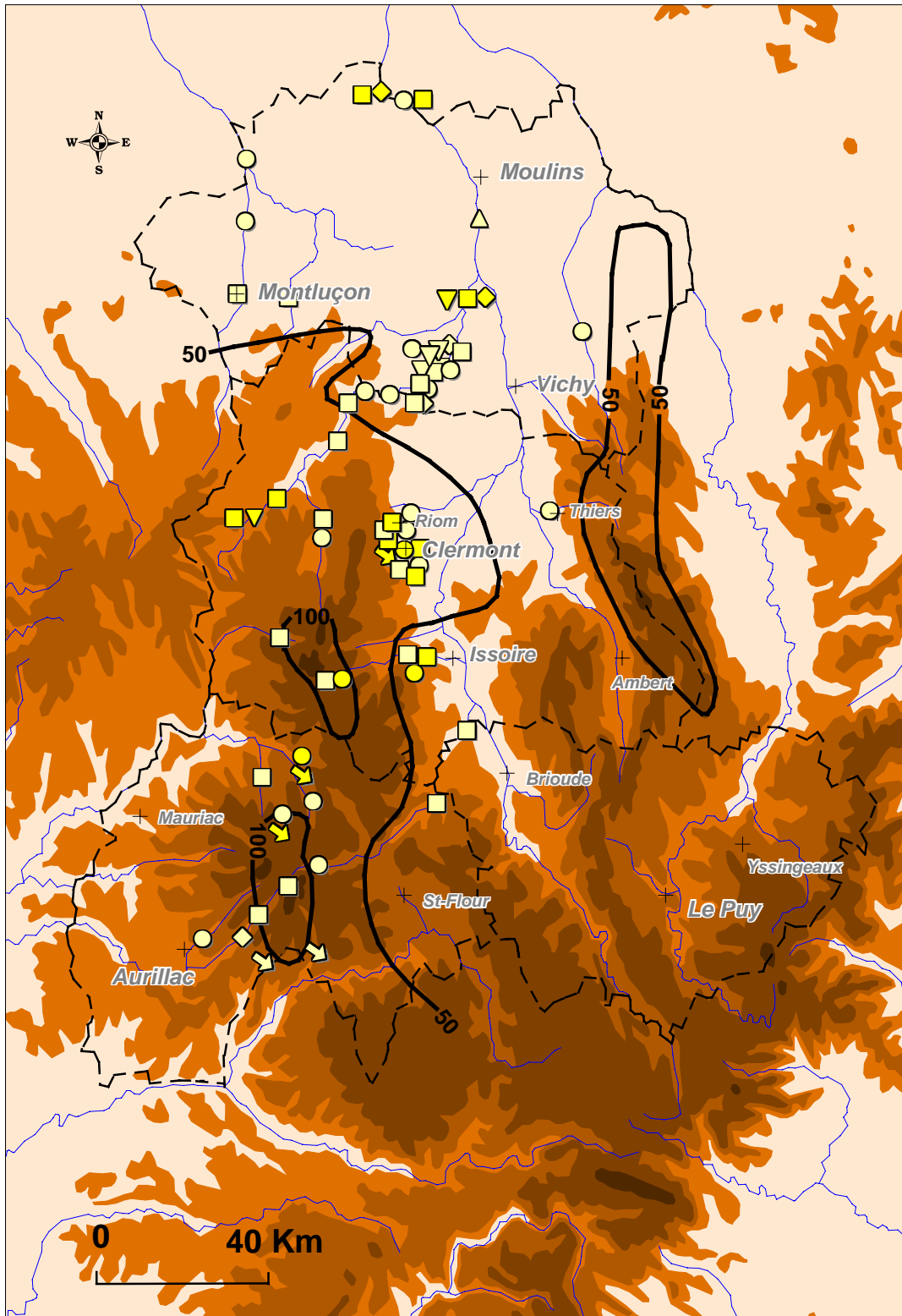
Ce formidable « coup d’eau » n’a pas simplement été induit par ces pluies tombées en 48h. Les fortes précipitations sont, en réalité, venues au mauvais moment alors que les sols étaient en montagne déjà totalement saturés après un mois de décembre régulièrement et exceptionnellement arrosé par la persistance d’une circulation d’ouest à sud-ouest (tableau 23). Des temps forts pluviométriques y ont d’ailleurs été enregistrés les 8 et 15.

Stations	Localisation	Cumuls
Le Fau	Ouest du Cantal	537,4 mm
Le Falgoux	Nord-ouest du Cantal	545,2 mm
St-Jacques-des-Blats	Sud-ouest du Cantal	559,6 mm
Mandailles	Sud-ouest du Cantal	663,8 mm

Tableau 23 : cumuls pluviométriques du mois de décembre 1981

L’étendue des secteurs qui ont été touchés par les excès est par conséquent particulièrement vaste (figure 60).

En altitude, de nombreux glissements de terrain ont été dénombrés surtout dans le Cantal. Plusieurs routes furent parfois coupées ou gravement endommagées comme du côté de Pierrefort ou du Claux ; d’autres se sont effondrées comme à Marcenat par exemple. A Thiézac, un pont a été emporté par la Cère. Parmi les communes qui ont subi des inondations, on peut citer le cas de Vic où des dommages ont été à déplorer dans le collège à cause de la Cère ; Aurillac, où le jardin public principal a été dévasté par la Jordanne ; Riom-ès-Montagnes et Massiac où des caves ont été submergées respectivement par la Véronne et l’Alagnon ; La Bourboule où la Dordogne a atteint, d’après les habitants, un niveau jamais vu depuis 1941. Plus surprenant, dans les stations de sports d’hiver du Lioran et de Super-Besse,



Conception et réalisation : F.Jubertie

Figure 60 : Episode océanique des 5 et 6 janvier 1982 : temps fort pluviométrique et excès.

les pistes de ski ont favorisé un ruissellement tel que plusieurs magasins ont été envahis par l'eau et la boue.

En raison du lent étalement des crues, les communes situées à basse altitude ont également payé un lourd tribut. Les riverains de la Sioule et du Sioulet dans le nord des Combrailles et dans le département de l'Allier ont été parmi les plus touchés. On ne compte plus le long de ces deux cours d'eau les maisons qui ont été inondées et les routes coupées. Bien sûr, les problèmes les plus graves ont eu lieu en aval de la Sioule, là où se rencontrent de plus grandes vulnérabilités. Des entreprises ont été affectées à Neuvial et à St-Germain-de-Salles ; à St-Pourçain, une centaine d'ouvriers ont été contraints au chômage technique. A Ebreuil, un hôpital a dû être évacué, ainsi qu'une dizaine de personnes des faubourgs de la ville. A St-Pourçain, les opérations d'évacuation ont été plus importantes puisque 59 habitants ont dû être secourus par les pompiers.

D'autres dommages se sont produits, plus au nord, dans la vallée du Cher. Toutefois, ils ne sont en rien comparables avec ceux observés au bord de la Sioule. On a simplement noté quelques routes coupées et quelques caves inondées en particulier dans l'agglomération de Montluçon.

A l'est des Monts d'Auvergne, 3 secteurs ont été touchés. Le plus méridional, correspondant au pays de Lempdes-sur-Allagnon, compte le moins d'excès (même si une rue de la ville fut envahie par les eaux) mais mérite toutefois d'être signalé car il s'agit de la seule partie de la Haute-Loire pouvant être affectée par des crues océaniques. Le second foyer se situe dans les localités bordant la Couze Pavin. Commencée le 6 vers 18h, la crue a fortement atteint St-Floret où quelques maisons baignaient dans une vingtaine de centimètres d'eau et surtout Meilhaud où la moitié du village fut inondée durant toute la journée du 7. Enfin, phénomène très inhabituel lors d'un épisode océanique, de très nombreux problèmes ont eu lieu dans les agglomérations de Riom et de Clermont. Comme nous l'avons vu plus haut, les fortes précipitations qui sont tombées sur la Limagne et sur son escarpement occidental ont été la cause de crues et d'excès sur les petits bassins versants pentus, très urbanisés, de l'Ambène, de la Morge, du Bédât, en autres. Il faut ajouter à cela les effets liés au ruissellement ou, au contraire, à la stagnation des eaux dans les rues qui ont entraîné plusieurs dizaines d'inondations de sous-sols et de caves à Clermont.

Pour clore cette longue revue des excès, il faut encore parler des débordements de l'Allier. Alimentée successivement par ses affluents de rive gauche (Allagnon, Couzes, Sioule, pour les principaux), la rivière a entraîné, dans son cours aval, des dégâts sur les communes de

Bessay et de St-Léopardin-d'Augy. Les plus graves se sont produits au Veudre où tout un quartier de la ville dut être évacué.

Cet épisode de janvier 1982 a été celui qui a généré le plus d'excès sur le territoire auvergnat. On peut expliquer cela par la puissance des crues qui ont été transférées des Monts d'Auvergne vers le bas pays, mais aussi, et à la différence des autres systèmes océaniques, par la concomitance qui s'est pour une fois observée entre temps fort pluviométrique et vulnérabilités.

Ces 4 séquences de nord-ouest que nous venons d'analyser montre clairement que l'abondance pluviométrique est, au-delà des divers processus d'échelles variées, largement conditionnée par les qualités thermiques et hygrométriques de la masse d'air. Cette dernière est, en effet ici, très proche de celles observées dans de nombreuses circulations de sud-ouest car également d'origine tropicale ou supratropicale. De plus, en raison de son parcours, plus septentrional, la masse subit un rafraîchissement relatif qui, par conséquent, provoque sa quasi saturation. Le moindre obstacle orographique entraîne alors de rapides condensations même dans un champ de pression élevé comme dans les exemples de mars 1988 et surtout de décembre 1968.

Conclusion

Vu le nombre de temps forts, il paraissait judicieux de réaliser un récapitulatif que nous avons consigné dans le tableau 24. Chaque facteur explicatif s'ordonne suivant une logique scalaire allant de la petite (le domaine) vers la grande échelle (le pays).

Nous avons tout d'abord vu, dans l'analyse fréquentielle des structures, que les temps forts pluviométriques sont dans les Monts d'Auvergne générés par toutes les circulations (courant à l'échelle du domaine ; flux à l'échelle de la province) à composante ouest. En raison de l'origine de la masse, celles de sud-ouest sont statistiquement les plus nombreuses, toutefois, les chutes les plus intenses peuvent aussi être liées à une orientation de nord-ouest si on observe l'advection d'une masse d'air tropicale ou supratropicale évoluée. Les extensions pluviométriques sur le Livradois-Forez, la Madeleine et éventuellement sur la Margeride et le bas pays sont, en revanche, quasiment réservées aux circulations de nord-ouest. Quelques rares temps forts peuvent également se produire par type de sud-ouest à ouest (exemple des 30 novembre et 1^{er} décembre 1976) si les conditions d'instabilité s'avèrent suffisantes pour réduire significativement le rôle du relief (disparition de l'effet d'abri).

Localisation		Temps fort sur les Monts d'Auvergne	Temps fort sur le Livradois-Forez, la Madeleine, la Margeride	Temps fort sur le bas pays
Echelle				
Domaine	Orientation du courant	Tous les courants à composante ouest - courants d'WSW les plus fréquents - courants de NW pouvant être aussi associés aux chutes les plus intenses	Principalement les courants de NW - courants d'WSW si présence d'une forte instabilité (air froid en altitude) - courants méridiens (pour la Margeride)	Principalement les courants de NW
	Origine de la masse d'air	Tropicale, supratropicale, plus rarement polaire	Tropicale, supratropicale "évoluée", plus rarement polaire	Tropicale, supratropicale "évoluée", plus rarement polaire
Province	Type de perturbation	Présence d'un front ondulant ou d'un front froid actif ou blocage partiel ↳ implique une longue durée des chutes et/ou un fort contraste massique	Présence d'un front ondulant ↳ implique une longue durée des chutes	Présence d'un front froid ondulant ou front froid actif ↳ implique une longue durée des chutes et/ou un fort contraste massique
	Orientation du flux	Tous flux à composante ouest - flux d'WSW les plus fréquents - flux de NW souvent associés aux chutes les plus intenses Flux convergent et rapide	- Flux de NW - Flux d'W à SW si présence d'une forte instabilité	- Flux de NW ou nordiques (N-NE)
Région	Caractéristiques du système nuageux	Stratiforme voire strato-convectif	Stratiforme voire strato-convectif	
	Rôle du relief	Air humide guidé par les grandes lignes du relief Amplification des ascendances sur les versants SW-W-NW Ascendances le long des vallées	Air humide guidé par les grandes lignes du relief Amplification des ascendances sur les versants NW	Air humide guidé par les grandes lignes du relief Amplification des ascendances sur les versants NW Ascendances sur la bordure occidentale des Limagnes
Pays				

Tableau 24 : Synthèse des divers mécanismes aérologiques et géographiques favorisant la production des temps forts pluviométriques océaniques

L'ensemble de ces orientations possède une grande efficacité pluviométrique car cette dernière est très dépendante des effets orographiques, à l'échelle de la région (masses d'air humides guidées par les reliefs) et, à celle du pays (amplification des ascendances sur les versants et éventuellement le long des vallées). Ce mécanisme est d'autant plus marqué dans les Monts d'Auvergne que le flux d'ouest sud-ouest est rapide et convergent (exemple du 12 janvier 1962).

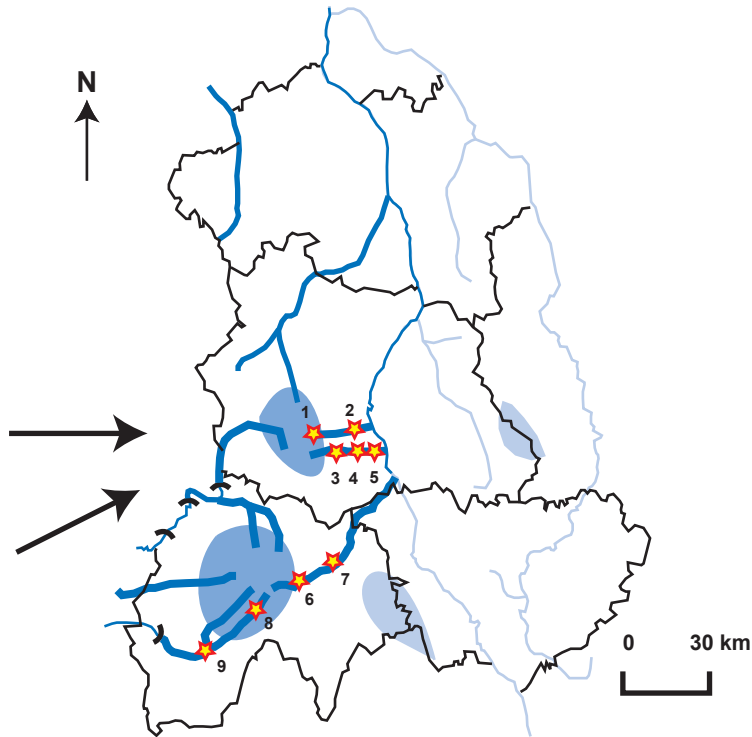
L'importance des cumuls pluviométriques est également induite, à l'échelle de la province, par le style du système perturbé. La puissance des contrastes massiques joue sur l'activité du front (cas d'un front froid précédé d'une advection douce comme le 26 novembre 1983 ou cas d'un front partiellement bloqué comme le 21 avril 1969). Les masses nuageuses peuvent alors prendre une allure convective favorisant l'exaltation des averses. Toutefois, dans bien des cas, la perturbation se montre peu active. C'est alors la stationnarité du front qui en ondulant prolonge durablement la durée des chutes (cas des 12 janvier 1962, 30 novembre et 1^{er} décembre 1976, décembre 1968, mars 1988).

Tous les facteurs que nous avons présentés dans le tableau 24 agissent rarement seuls pour déclencher les fortes chutes. En analysant les épisodes, nous avons ainsi pu constater que l'ensemble des temps forts, surtout les plus extrêmes, étaient en fait, issus d'un faisceau de causes s'articulant à différentes échelles.





La répartition des crues et des excès est évidemment totalement dépendante (au-delà des problèmes liés à la vulnérabilité, bien sûr) de la localisation des temps forts pluviométriques. La figure 61 nous montre qu'il existe deux grandes logiques dans la distribution spatiale :

- En circulation d'ouest sud-ouest, les fortes pluies affectant principalement les Monts d'Auvergne (Cantal et Monts-Dores), les crues se localisent sur les affluents de rive gauche de l'Allier, ainsi que sur les affluents de la Dordogne (cas des rivières descendant des versants ouest). Les secteurs à problèmes se situent le long de quatre grands cours d'eau (Cère, Allagnon, Couzes Pavin et Chambon).
- En circulation de nord-ouest, les temps forts pluviométriques s'étendant plus largement sur les Combrailles, la Madeleine, le Livradois-Forez et occasionnellement sur le bas-pays, on assiste à une généralisation des crues sur l'ensemble des cours d'eau auvergnats. Seule la Haute-Loire fait exception puisque la faible occurrence (sur la Margeride) et même l'absence de forts cumuls sur les secteurs d'altitude n'engendrent aucun transfert de crues. Si la figure 61 prouve combien le Velay (pris géographiquement au sens large) est un espace bien abrité des circulations océaniques et de leurs conséquences, ailleurs, on

Temps forts hydrométéorologiques et excès induits par des circulations d'**ouest** ou de **sud-ouest**



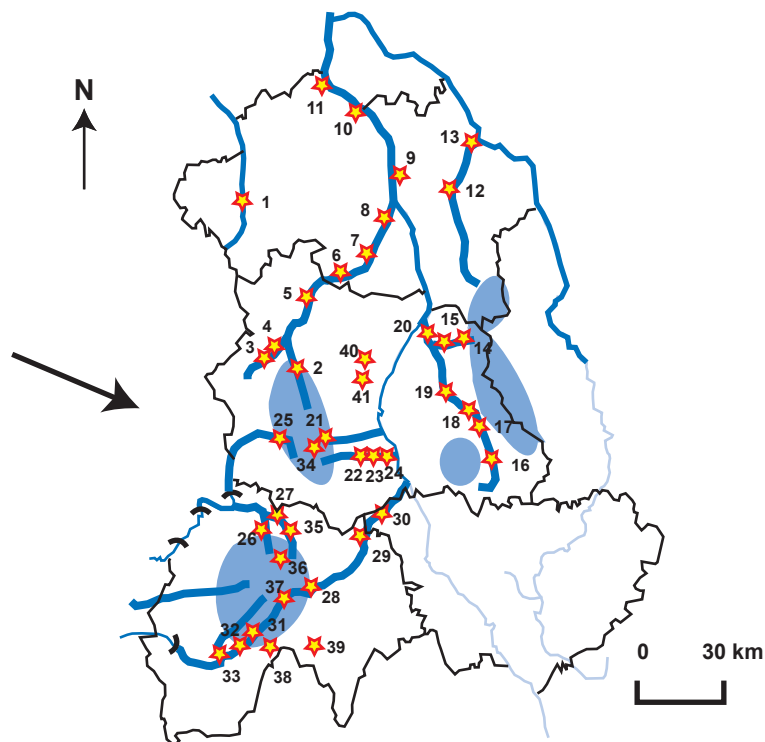
Légende commune aux 2 cartes

-  Espaces concernés par des temps forts pluviométriques
-  Crues et inondations observées sur les cours d'eau (temps forts hydrologiques)
-  Excès
-  Barrages écrêteurs de crues

Lieux concernés par les excès

- | | |
|----------------------|----------------------------|
| Sur la Couze Chambon | Sur l'Alagnon |
| 1- Le Chambon | 6- Murat |
| 2- Champeix | 7- Neussargues |
| Sur la Couze Pavin | Sur la Cère et la Jordanne |
| 3- St-Floret | 8- St-Jacques-des-Blats |
| 4- Meilhaud | 9- Aurillac - Arpajon |
| 5- Perrier | |

Temps forts hydrométéorologiques et excès induits par des circulations de **nord-ouest**



Lieux concernés par les excès

- | | |
|-----------------------------|---------------------------------|
| Sur le Cher | Sur les Couze Chambon et Pavin |
| 1- Montluçon | 21- Le Chambon |
| Sur la Sioule et le Sioulet | 22- St-Floret |
| 2- Pontgibaud | 23- Meilhaud |
| 3- Pontaumur | 24- Perrier |
| 4- Miremont | Sur la Dordogne |
| 5- Châteaufort-les-B. | 25- La Bourboule |
| 6- Ebreuil | Sur la Véronne |
| 7- St-Germain-de-S. | 26- Riom-ès-Mtagnes |
| 8- St-Pourçain | Sur la Santoire |
| Sur l'Allier | 27- Condat |
| 9- Bessay | Sur l'Alagnon |
| 10- St-Léopadin | 28- Murat |
| 11- Le Veudre | 29- Massiac |
| Sur la Besbre | 30- Lempdes |
| 12- Jaligny | Sur la Cère et la Jordanne |
| 13- Diou | 31- Thiézac |
| Sur la Durole | 32- Vic |
| 14- Chabreloche | 33- Aurillac |
| 15- Thiers | |
| Sur la Dore | Glissements de terrain |
| 16- Ambert | 34- Super-Besse |
| 17- Olliergues | 35- Marcenat |
| 18- Giroux | 36- Le Claux |
| 19- Courpière | 37- Le Lioran |
| 20- Dorat - Limons | 38- Raulhac |
| | 39- Pierrefort |
| | Crues et ruissellements urbains |
| | 40- Riom |
| | 41- Clermont |

Conception et réalisation : F.Jubertie

Figure 61 : Temps forts hydrométéorologiques et excès selon l'orientation de la circulation à composante ouest

peut voir que les excès sont multiples. Trop nombreux, il paraît difficile de tous les citer ; il faut surtout retenir ceux qui se produisent sur les Couzes, la Sioule, la Dore et la Durolle.

Enfin, la figure 62 modélise le lien qui existe entre la localisation des crues et celle des fortes pluies. Nous constatons, ainsi, que l'extension progressive des précipitations sur plusieurs secteurs de la région, envisageable en circulation de nord-ouest, entraîne également une importante extension des espaces inondés et donc des excès.

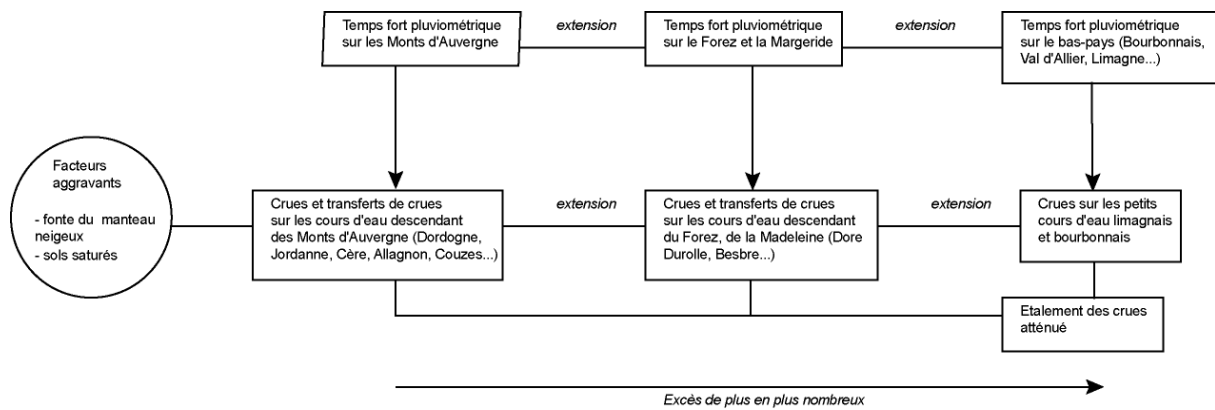


Figure 62 : Dépendance de la localisation des crues par rapport à la localisation des temps forts pluviométriques

Chapitre V

Les épisodes pluviométriques combinés et leurs impacts

1. Un fonctionnement complexe

2. Genèse des systèmes cévenols touchant l'Auvergne

« La dicte année, sur le vendredi XIIIe de octobre, de nuyt, pleust tellement que les eaux de Loire se enflarent par telle sorte, que les petits ruyseaux, en quelque part qu'ils fussent assis et quelque petite nature, firent tant de dommaiges que le racompter feroit horreur. Et dedans le moys après, en fist aultres deux non quière distantes de la première. Dieu par sa divisne grace et bonté, nous en garde une aultre fois ! Disons « Amen »

Chroniques d'Etienne Médicis, éd. Chassaing, tome I, (1869-1874)

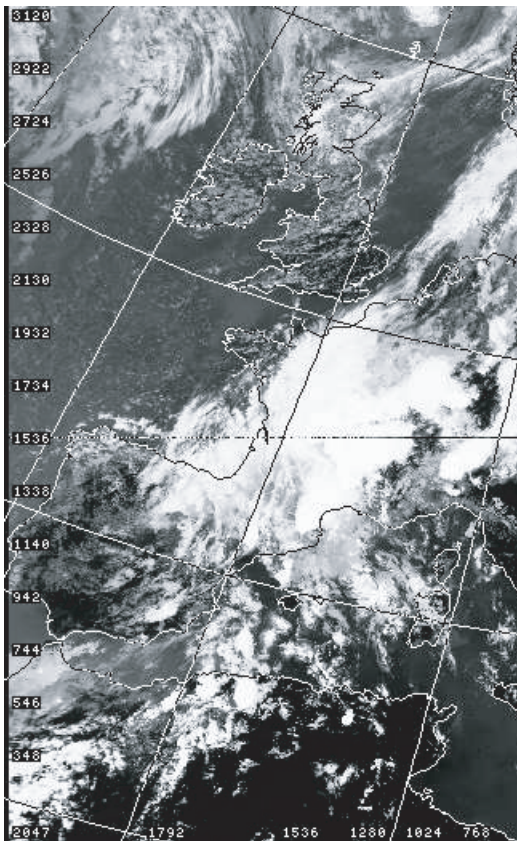
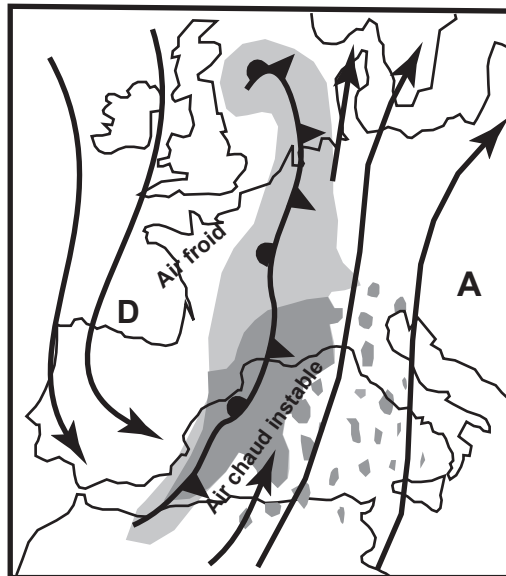
Le terme d'épisode « combiné » peut apparaître, au premier abord, curieux. Nous n'avons toutefois pas trouvé mieux pour qualifier les systèmes perturbés qui associent simultanément dans l'espace deux types de pluie ayant des origines tout à fait différentes. Ainsi, il n'est pas rare que le Massif central, climatiquement diversifié, soit affecté, lors d'une circulation de sud, par un temps fort océanique sur l'ouest de l'Auvergne et par un autre, méditerranéen, sur les Cévennes. Nous allons, dans ce chapitre, focaliser notre attention sur la formation des systèmes cévenols et surtout sur leurs extensions qui intéressent alors, plus directement, l'espace auvergnat. Nous verrons que ces averses sont responsables des principales crues qui intéressent l'Allier et la Loire ; elles génèrent donc plus d'excès que les systèmes océaniques. Nous ne réaliserons pas, ici, d'analyses de bilans sur les configurations-situations car ils n'apportent pas vraiment d'éléments décisifs à notre problématique. Il est vrai que les temps forts cévenols ne peuvent résulter que d'une organisation structurale aérologique très limitée. De plus, nombre de causes ne peuvent s'expliquer qu'à des échelles plus fines. Aussi, l'étude privilégiera l'exploitation d'images satellites et quand cela sera possible d'images radars.

1. Un fonctionnement complexe

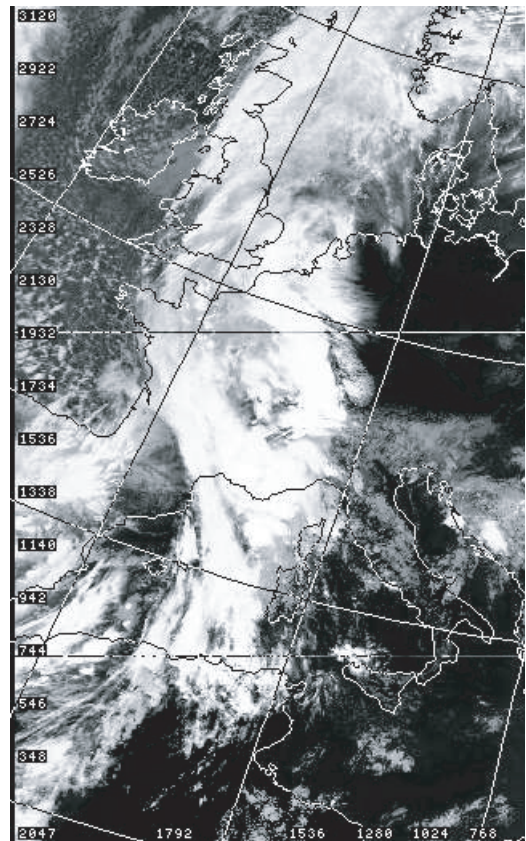
Evoluant dans une circulation à composante sud, les épisodes combinés se caractérisent par le passage lent sur le Massif central d'une discontinuité d'origine océanique, plus ou moins instable, à laquelle s'adjoit un système original, à l'échelle du front orographique cévenol, pluviométriquement très actif car de type méditerranéen. En cas de blocage, on peut assister dans certains cas à une plus ou moins grande extension du temps fort cévenol vers le nord et vers l'ouest du Massif central. Tout l'intérêt de ce chapitre repose donc sur la compréhension de ces transformations et de ces extensions.

1.1. Caractéristiques générales

La quasi-totalité des épisodes combinés ayant affecté la région s'inscrit dans un contexte isobarique très simple que nous avons schématisé sur la figure 63. Il faut dire qu'il n'y a guère



Exemple du 22/09/81 à 13h33 T.U.



Exemple du 10/10/87 à 14h00 T.U

F.Jubertie d'après Carrega et Vigneau modifiés

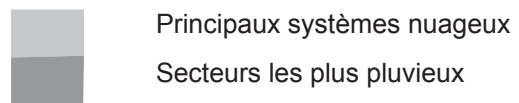
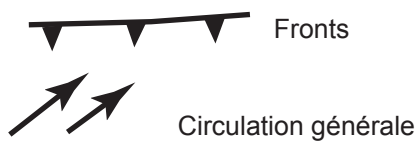


Figure 63: Les systèmes combinés: contexte isobarique et exemples d'épisodes vus par satellite

de place pour la variété. Si les centres d'action orientent la circulation au sud-ouest, toute alimentation méditerranéenne est coupée, le temps fort océanique subsiste, mais le temps fort cévenol disparaît ; orientée au sud-est ou à l'est, la circulation peut maintenir le temps fort cévenol, mais les pluies océaniques sont alors remplacées par des ondées liées à un retour d'est. Ce dernier système, au fonctionnement un peu différent, fera l'objet d'une étude ultérieure.

Grossièrement, lors d'un épisode combiné, s'observe à l'échelle synoptique, une masse nuageuse bien étirée en latitude séparant deux masses d'air très différenciées. Alors qu'une coulée polaire atteint généralement la Péninsule Ibérique, une advection chaude d'origine tropicale, siège de nombreuses convections en particulier durant l'automne, remonte vers le nord à l'avant et dans le système perturbé. Déjà importante sous le front, en raison des contrastes thermiques, l'activité pluvieuse peut devenir particulièrement intense dans le sud-est de la France. L'advection méridionale se charge, en effet, de vapeur lors de son passage sur la Méditerranée et peut ainsi délivrer les cumuls pluviométriques importants que l'on connaît.

Les deux images satellites N.O.A.A. présentées en mode infrarouge dans la figure 63 permettent d'apprécier l'importance des convections (fortes réflectivités nuageuses), donc des précipitations. Dans l'exemple du 22 septembre 1981, on voit la présence d'une cellule convective sur l'ensemble du Languedoc, le sud-est du Massif central et la vallée du Rhône. Plus à l'ouest, la masse nuageuse paraît plus étirée et les précipitations, sous les nuages stratiformes, sont moins abondantes. Sur la deuxième image, du 10 octobre 1987, nous remarquons qu'un ensemble convectif affecte la quasi-totalité du pourtour méditerranéen, le sud-est du Massif central et le sud des Alpes. Ailleurs, les pluies orageuses qui sont observées, en particulier dans le nord-est de la France, présentent une moins grande abondance.

A la vue de ces deux images, on constate que le système perturbé d'origine océanique est manifestement, dans sa partie sud, transformé par le cadre méditerranéen. L'ondulation juxtapose deux systèmes pluvio-nuageux bien distincts. Nous constatons surtout que le Massif central se trouve, en raison de son organisation climatique, en limite de ces deux structures. Cette situation n'est évidemment pas sans conséquences. De la position de cette limite dépend une plus ou moins grande extension du temps fort cévenol. L'Auvergne peut se trouver, selon les cas, totalement à l'écart des pluies, ou bien partiellement touchée sur le sud-est de la Haute-Loire ou enfin (mais c'est plus rare) intéressée sur une large étendue.

Avant d'analyser les causes aérologiques induisant ces extensions pluvieuses, il nous faut tout d'abord comprendre précisément comment le temps fort apparaît et se développe à l'échelle stricte des Cévennes. Nous allons, en particulier, tenter de mettre en évidence le poids du cadre naturel dans l'élaboration des mécanismes pluviogènes.

1.2. Mise à jour du système cévenol par l'imagerie radar

Jusqu'à une période encore récente, l'analyse des phénomènes pluviométriques à échelle fine était, pour le chercheur, difficilement réalisable. La diffusion massive des images satellites, à partir des années soixante-dix, favorisa un certain nombre de progrès dans la connaissance des structures pluviogènes aux échelles domaniale et régionale. Le développement actuel de l'imagerie radar à usage météorologique devient à son tour intéressant pour comprendre les dynamiques pluvieuses à l'échelle du pays. Cet outil est donc parfaitement adapté à notre problématique.

1.2.1. Rappels sur le fonctionnement des radars

La mesure des précipitations par radar hydrométéorologique est une mesure (en dBZ) d'impulsions très courtes d'énergie hyperfréquences émises par le radar et rétrodiffusées par les gouttes de pluie sous la forme d'un signal (la réflectivité) capté par l'antenne radar. La direction de l'antenne, la vitesse de transmission et de réflexion des hyperfréquences étant connues, il est alors possible de calculer la localisation des météores. Les signaux sont ensuite affichés sur un écran comportant des références géographiques qui ont pour but d'aider les utilisateurs à situer exactement les champs de précipitations. L'intensité des signaux étant également proportionnelle à la distribution granulométrique des gouttes, l'intensité des pluies peut être du coup déterminée.

Le radar de Sembadel est intégré au réseau français appelé ARAMIS (acronyme signifiant **A**pplication **R**adar à la **M**étéorologie **I**nfra-**S**ynoptique) et qui comprenait en 2002 18 installations couvrant une large partie du territoire métropolitain. Les images que nous présentons dans notre thèse ont été corrigées par un logiciel fourni par la société RHEA et nommé CALAMAR (**C**alcul des **L**ames d'eau à l'**A**ide du **R**adar). Ce logiciel est censé traiter les échos parasites comme les échos de sol et les effets de masque, ainsi que calibrer les données radar par leur comparaison avec les pluviographes installés par la D.D.E. Les images possèdent donc une certaine fiabilité pour le suivi quantitatif des systèmes pluvieux.

1.2.2. L'analyse de quelques séquences

L'ensemble des images que nous allons étudier nous ont été gracieusement offertes par le service d'annonce des crues de la D.D.E. du Puy-de-Dôme. Même si l'archivage est récent, puisque datant de 1998, il n'a pas été difficile de trouver quelques séquences très représentatives. La lecture des images est extrêmement simple, les intensités pluviométriques sont mesurées en mm/h et reproduites par des niveaux de couleur que nous pouvons noter sur la gauche de l'image.

1.2.2.1. Les 22 et 23 octobre 1999 (figure 64)

Cette première séquence, débutant en fin d'après-midi, met en scène les deux champs pluviométriques composant le système combiné. Le premier, situé sur l'ouest et le nord-ouest de l'Auvergne, correspond à la perturbation océanique qui possède, ici, une allure orageuse marquée. Le deuxième, localisé sur le versant méridional et sur la ligne de crête du massif cévenol, matérialise le forçage orographique lié à l'advection méditerranéenne.

On peut noter la lente avancée vers l'est de la limite orageuse qui met ainsi plus de deux heures (entre 17h25 et 19h35) pour traverser, entre autres, le massif du Cantal. En cours de nuit, le front progresse peu à peu vers les Cévennes. A 22h50, une étroite bande sans précipitations sépare encore les deux systèmes pluvieux. Entre 23h et 1h, la fusion s'effectue et une ligne très convective apparaît à la limite des départements de la Haute-Loire et de l'Ardèche. Cette ligne évolue, en fin de nuit, vers une structure convective stationnaire en forme de « V »

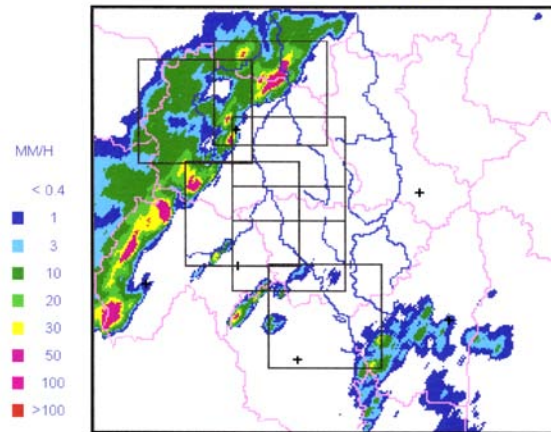
1.2.2.2. Le 19 septembre 2000 (figure 65)

La deuxième séquence nous montre, tout d'abord, dans la matinée du 19 septembre 2000, la seule présence du système cévenol. Ce dernier couvre l'ensemble des reliefs de l'Aigoual, du Lozère et du Vivarais. Fort logiquement, les précipitations ne parviennent guère à pénétrer à l'intérieur du Massif central. Malgré l'instabilité convective qui se développe, par exemple dans le secteur de l'Aigoual, l'effet de fœhn reste efficace.

La mi-journée voit apparaître, par l'ouest, une ligne orageuse active et bien organisée. Cette ligne matérialise l'advection océanique qui s'achemine peu à peu vers l'est. L'approche du front, au niveau des Cévennes, provoque une accélération du flux de sud. Par conséquent, des cellules orageuses commencent à se former régulièrement du sud vers le nord en raison de l'amplification de l'advection méditerranéenne et des convergences liées à l'orographie.

RADAR DE SEMBADEL Advecté calibré

22/10/1999 17:25 HL

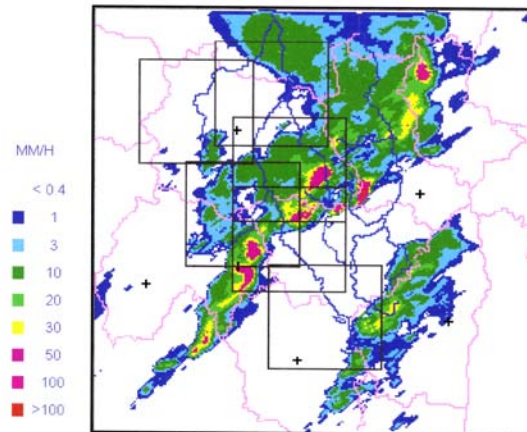
Image advectée et calibrée avec un FC = 1.0
(FC moyen imposé)

■ Cumul

(c) RHEA / Météo-France

RADAR DE SEMBADEL Advecté calibré

22/10/1999 19:35 HL

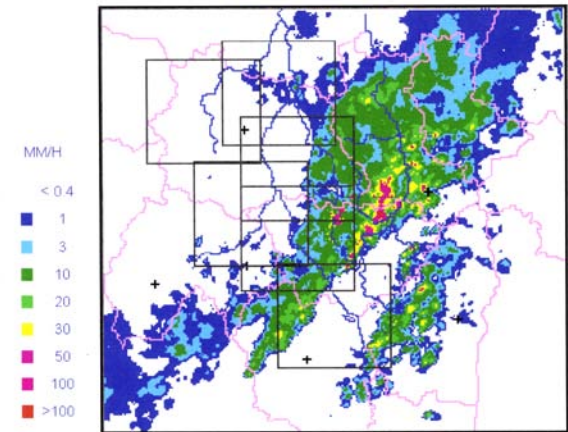
Image advectée et calibrée avec un FC = 1.0
(FC moyen imposé)

■ Cumul

(c) RHEA / Météo-France

RADAR DE SEMBADEL Advecté calibré

22/10/1999 22:50 HL

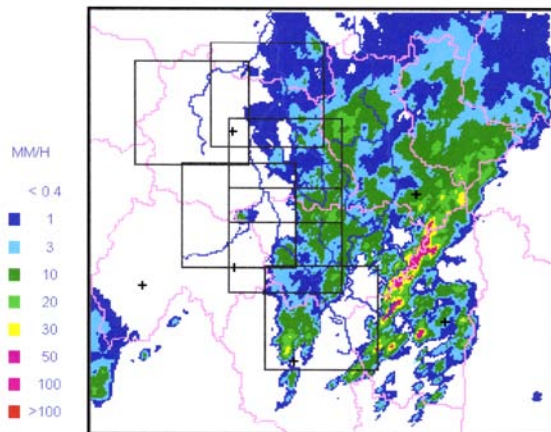
Image advectée et calibrée avec un FC = 1.0
(FC moyen imposé)

■ Cumul

(c) RHEA / Météo-France

RADAR DE SEMBADEL Advecté calibré

23/10/1999 01:20 HL

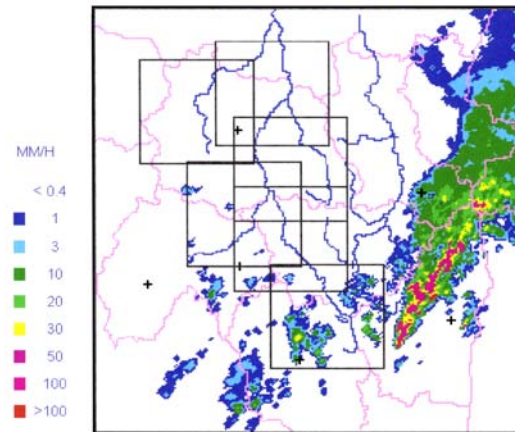
Image advectée et calibrée avec un FC = 1.0
(FC moyen imposé)

■ Cumul

(c) RHEA / Météo-France

RADAR DE SEMBADEL Advecté calibré

23/10/1999 04:00 HL

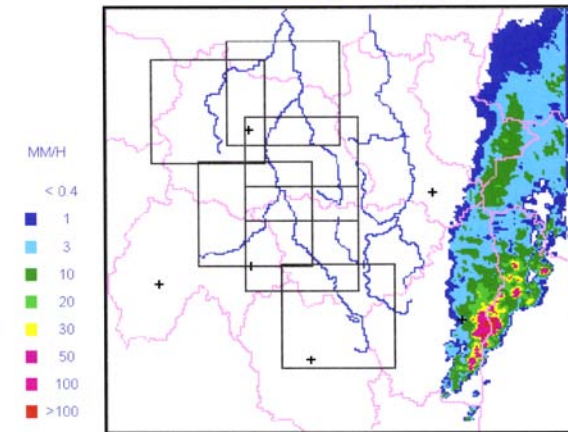
Image advectée et calibrée avec un FC = 1.0
(FC moyen imposé)

■ Cumul

(c) RHEA / Météo-Fra

RADAR DE SEMBADEL Advecté calibré

23/10/1999 07:10 HL

Image advectée et calibrée avec un FC = 1.0
(FC moyen imposé)

■ Cumul

(c) RHEA / Météo-France

Figure 64 : séquence pluvieuse des 22 et 23 octobre 1999

RADAR DE SEMBADEL Advecté calibré

19/09/2000 08:30 TU

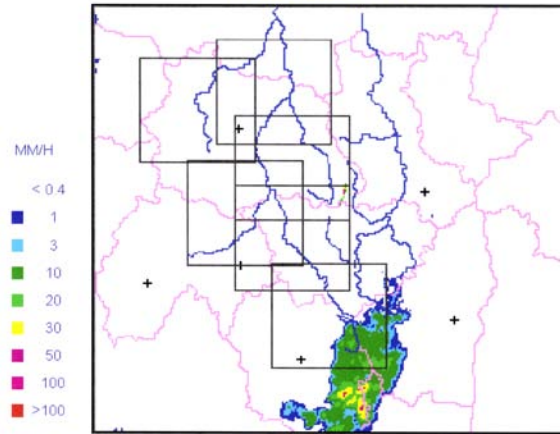


Image advectée et calibrée avec un FC = 1.0
(FC moyen imposé)

Cumul

(c) RHEA / Météo-France

RADAR DE SEMBADEL Advecté calibré

19/09/2000 12:40 TU

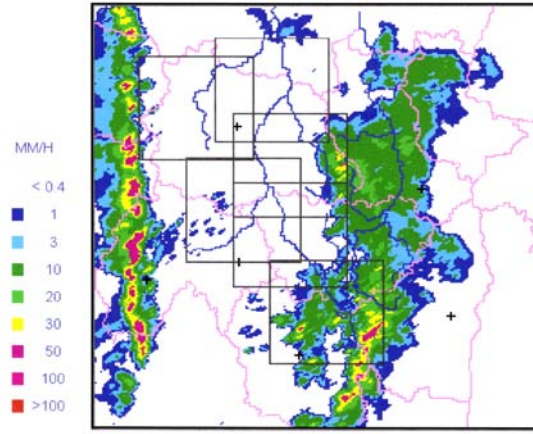


Image advectée et calibrée avec un FC = 1.0
(FC moyen imposé)

Cumul

(c) RHEA / Météo-France

RADAR DE SEMBADEL Advecté calibré

19/09/2000 13:25 TU

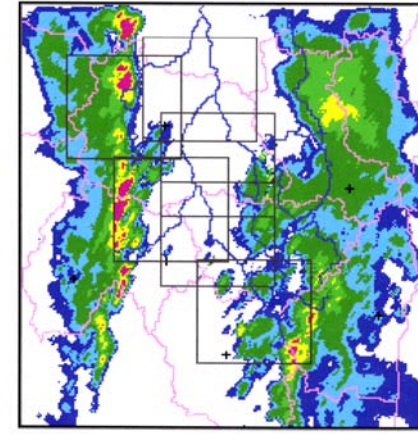


Image advectée et calibrée avec un FC = 1.0
(FC moyen imposé)

Cumul

(c) RHEA / M&M

RADAR DE SEMBADEL Advecté calibré

19/09/2000 14:55 TU

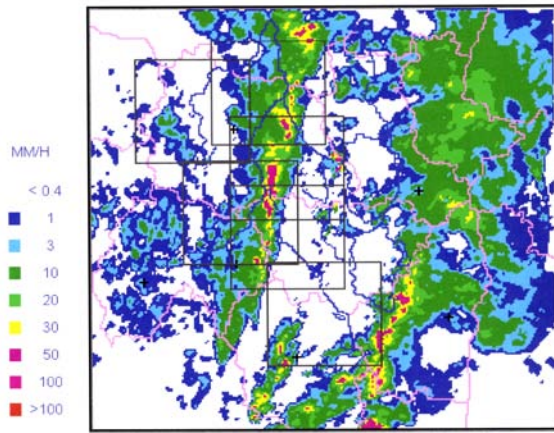


Image advectée et calibrée avec un FC = 1.0
(FC moyen imposé)

Cumul

(c) RHEA / Météo-France

RADAR DE SEMBADEL Advecté calibré

19/09/2000 16:30 TU

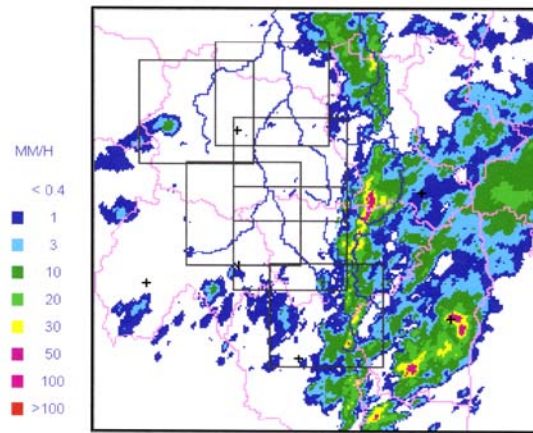


Image advectée et calibrée avec un FC = 1.0
(FC moyen imposé)

Cumul

(c) RHEA / Météo-France

RADAR DE SEMBADEL Advecté calibré

19/09/2000 17:40 TU

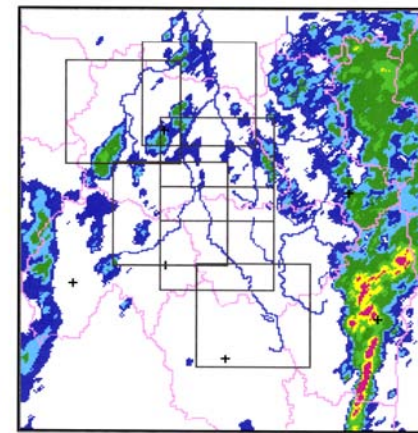


Image advectée et calibrée avec un FC = 1.0
(FC moyen imposé)

Cumul

(c) RHEA / M&M

Figure 65 : Séquence pluvieuse du 19 septembre 2000

Le front orageux, qui circule assez rapidement d'ouest en est, est en cours d'après-midi (entre 13h25 T.U. et 14h55 T.U.), immédiatement suivi, sur les Monts d'Auvergne, par un type de temps de traîne chargé avec un vent d'ouest. Sur les Cévennes, les orages éclatent toujours régulièrement, les précipitations les plus fortes se produisent peu avant la ligne de crêtes sur les versants sud-orientaux. Loin de s'affaiblir, le système cévenol gagne en intensité, le flux devenant de plus en plus convergent.

A 16h30, le front rejoint les pluies orographiques cévenoles qui persistaient depuis le début de journée. Les contrastes massiques sont « fatalement » forts. L'advection océanique qui balaye à présent presque toute l'Auvergne entre directement en contact avec le flux méditerranéen qui achemine toujours de l'air chaud et humide. Cette opposition massique donne naissance, comme pour l'épisode des 22 et 23 octobre 1999, à un système convectif en « V ». La signature radar ne trompe pas, la basse Ardèche est touchée, à 17h40 T.U., de plein fouet alors que le département du Rhône n'est affecté que par son panache.

La carte des cumuls pluviométriques, enregistrés entre 5h55 et 18h T.U. (figure 66), laisse apparaître un maximum principal s'étirant du sud de la Lozère aux limites orientales de la Haute-Loire ; le Vivarais étant le secteur le plus touché (totaux compris entre 150 et 200 mm en 12 heures !). Il semblerait que le seuil des 50 mm ait également été dépassé (toutefois de peu) sur le sud-ouest de la Loire et dans le Rhône. L'ouest du Massif central a aussi connu des cumuls relativement abondants (entre 30 et 50 mm), toutefois, d'après l'historique que nous avons réalisé sur cette épisode, on peut facilement déduire que ces précipitations n'ont pas grand chose avoir avec celles tombées sur les Cévennes.

RADAR DE SEMBADEL Advecté calibré

CUMUL 19/09/2000 05:55 - 18:00 TU

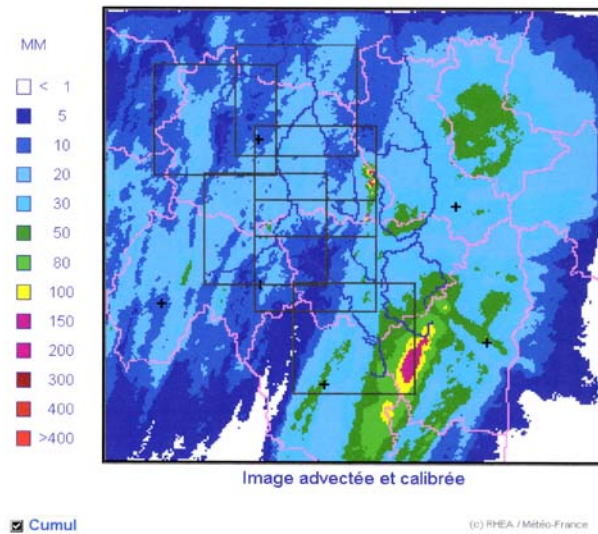


Figure 66 : Cumuls pluviométriques du 19 septembre 2000 enregistrés par radar

Les cumuls enregistrés sont issus de deux systèmes pluviogènes différents. D'origine océanique, la perturbation qui a entraîné quelques pluies orageuses sur l'Auvergne s'est par la suite fortement déstabilisée en rencontrant, sur les Cévennes, l'air chaud et humide méditerranéen qui donnait déjà, depuis plusieurs heures, des pluies orographiques. Cette rencontre a généré un phénomène redoutable et finalement assez typique des régions méditerranéennes : un système en « V ».

La visualisation de ces deux séquences a pour principal mérite de montrer le détail et l'évolution des systèmes pluviogènes liés à un épisode combiné. Nous avons ainsi constaté que la phase la plus active de l'épisode cévenol débute bien au moment où le front océanique, après son cheminement à travers le Massif central, est transformé, au niveau des Cévennes, par la poussée méditerranéenne. Le résultat de cette mutation s'est soldé, dans les exemples proposés, par l'apparition d'un « super » système convectif générant des averses aux intensités horaires extrêmement élevées.

Il nous reste, toutefois, à comprendre pour quelles raisons le système méditerranéen cévenol parvient parfois à se développer hors de son champ d'action traditionnel. La figure 67 nous indique, certes, que ces débordements pluviaux sont extrêmement rares puisque les averses supérieures à 190 mm en 48h restent essentiellement localisées sur le versant méridional des Cévennes, en particulier au niveau de l'Aigoual, du Lozère et du Tanargue. Pour autant, en regardant de plus près, on peut constater que d'importants cumuls ont également intéressé, à quelques reprises, une étroite frange située à l'ouest de la ligne de crête. Ceci montre que des averses plus modestes, comprises entre 50 et 100 mm en 24h, sont largement envisageables même à l'intérieur du Massif (*cf.* chap. 2). Il est également

intéressant de remarquer que certains hauts bassins versants comme ceux du Tarn, de l'Allier et surtout de la Loire restent encore assez exposés. La conséquence directe de cette situation est le risque que de fortes crues, générées en amont, soient transférées même loin des régions cévenoles.

2. Genèse des systèmes cévenols touchant l'Auvergne

Les structures cévenoles touchant l'espace auvergnat correspondent en quelque sorte à des intrusions pluvieuses allogènes puisque se manifestant hors de leur cadre physique habituel, c'est-à-dire au-delà de la ligne de crête des Cévennes et s'opposent, ainsi, à la subsidence orographique. Ces extensions sont principalement de deux types :

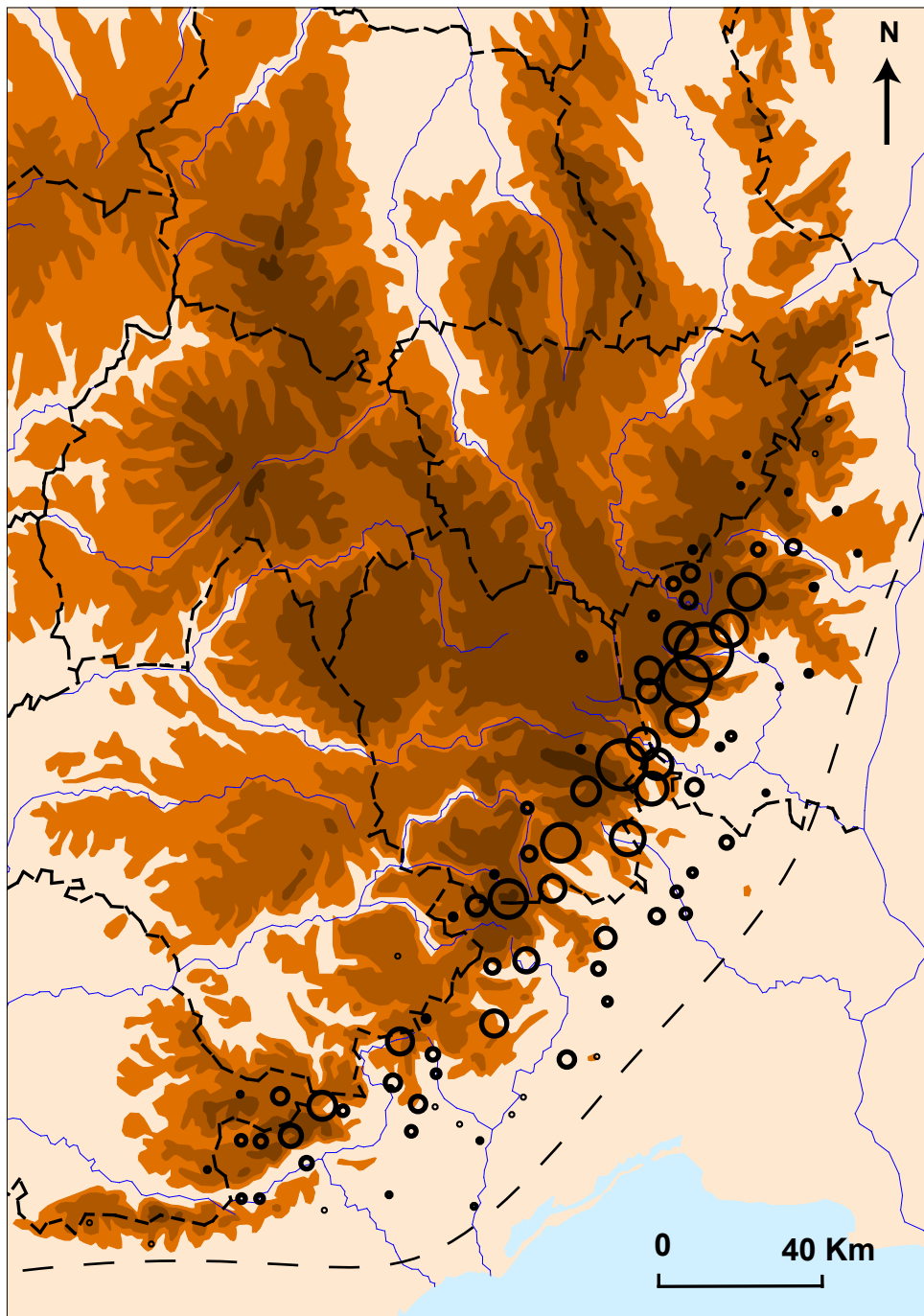
- Les premières n'amènent les précipitations qu'assez peu au nord et à l'ouest des Cévennes. Même si, dans la majorité des cas, on assiste à un affaiblissement rapide des averses, ces dernières ont pu parfois encore rester très puissantes. Deux exemples serviront à illustrer ce cas de figure : les 19 et 20 octobre 2001 et le 20 septembre 1980 où le noyau pluvieux le plus actif s'est même situé sur le versant nord-ouest des Monts du Vivarais.
- Les deuxièmes correspondent à des extensions beaucoup plus vastes. Même si les cumuls sont bien inférieurs à ceux enregistrés sur les Cévennes, des lames encore importantes peuvent être observées sur l'ensemble de l'Auvergne. Les facteurs expliquant cette plus grande diffusion sont, nous le verrons, assez nombreux et complexes, c'est pourquoi nous appuierons notre démonstration à l'aide de quatre épisodes.

2.1. Des intrusions spatialement limitées mais actives

L'exemple des 19 et 20 octobre 2001 constitue l'épisode le plus récent et donc le mieux documenté. Les résultats que nous parviendrons à dégager serviront, par comparaison, à analyser l'autre séquence sélectionnée.

2.1.1. Les 19 et 20 octobre 2001

Ce premier événement s'inscrit dans un contexte isobarique des plus classiques et répond au modèle que nous avons présenté au début de ce chapitre. Plutôt que d'utiliser les traditionnelles cartes norvégiennes de Météo-France, nous allons, pour commencer, prendre connaissance du contexte météorologique grâce à l'imagerie satellitaire de Météosat 7.



Cartographie : F.J

Source : Banque Pluvio

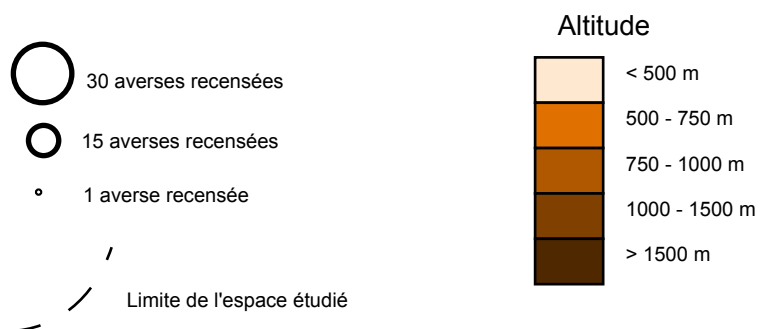


Figure 67 : Fréquence des averses de plus de 190 mm en 48 h sur les Cévennes et son piémont (période 1970-1999)

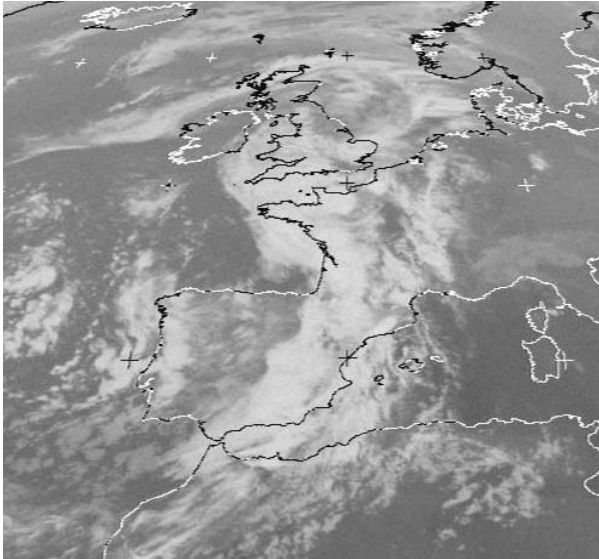
2.1.1.1. Evolution du contexte aérologique

Le 19 octobre 2001 à 21h00 T.U. (figure 68), nous remarquons la présence sur le proche Atlantique, entre les 30 et 50° de latitude nord, d'un bel enroulement cyclonique, matérialisant en altitude une importante déformation des jets (faible indice de circulation). De part et d'autre du front qui est axé de l'Andalousie aux Iles Britanniques, deux masses d'air thermiquement dissemblables s'opposent. Alors qu'une coulée d'origine polaire atteint les côtes portugaises (on peut observer une traîne avec des fronts secondaires), une poussée chaude en provenance d'Afrique du nord, très instable, circule à l'avant et dans le système frontal. Dans la nuit du 19 au 20, la situation n'évolue que très lentement. Cependant, à partir de 4h00 T.U., le tourbillon cyclonique, qui a glissé en direction de la Péninsule Ibérique, commence à diriger dans les basses couches un flux convergent franchement orienté au sud et bien alimenté par la Méditerranée. Les effets de cette modification ne se font pas attendre : très rapidement un ensemble convectif se met en place autour du Golfe du Lion (image à 5h00 T.U.). Très actif, il abandonne assez rapidement le Roussillon pour remonter vers le nord-est, c'est-à-dire sur le Massif central et les Cévennes. Après une courte période d'étiollement vers 6 h 00 T.U., la structure convective reprend nettement de la vigueur du Gard à l'Ardèche (8 h 00 T.U.). L'extension de cette dernière est extraordinairement rapide ; l'apport méditerranéen, en modifiant la perturbation, génère (une fois encore) un puissant système convectif en V qui pointe vers l'amont de la circulation méridienne de sud (10h00 T.U.).

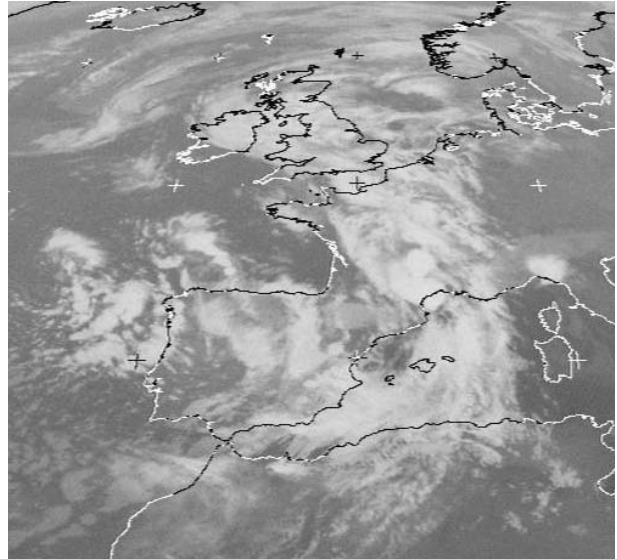
Comme nous l'aurons compris, ce genre de convection, typique à l'espace méditerranéen, est particulièrement redoutable. En plus de leur forte activité pluvieuse, les « panaches » (appelés ainsi par les prévisionnistes de Météo-France en raison de la ressemblance de l'organisation nuageuse avec un panache de fumée) sont stationnaires et en constante régénération (comparer les images de 8h00 T.U. et de 10h00 T.U.).

Est-il possible dans le cas présent d'individualiser les éléments qui, à petite échelle, ont permis la mise en place de cette structure ? La tâche est loin d'être simple, on peut cependant considérer que le système a été initié par la combinaison de plusieurs processus.

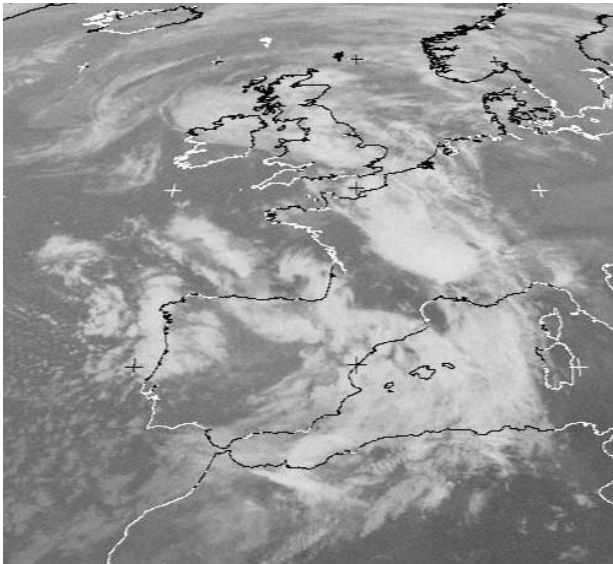
- L'approche lente du minimum d'altitude (figure 69) qui s'incurve sur le Golfe du Lion a certainement renforcé l'instabilité de la masse d'air sur toute son épaisseur par l'aplomb de l'air froid au-dessus d'un flux qui est resté chaud et très humide. Même à l'arrière du front le rafraîchissement est d'ailleurs à peine perceptible.



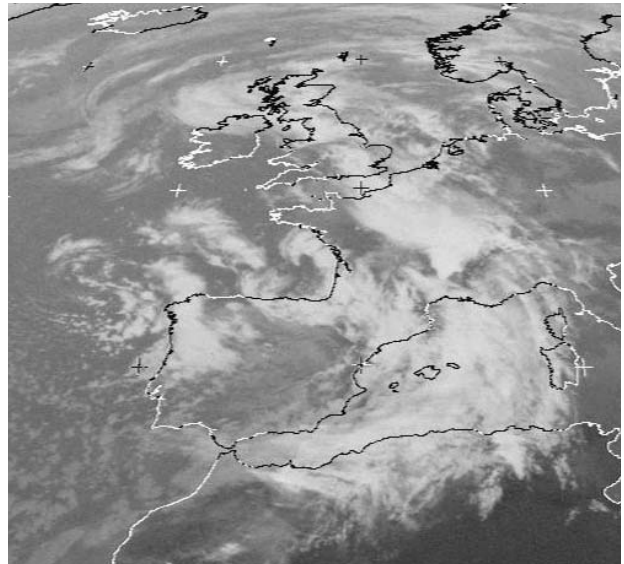
19 octobre 2001 21h00 T.U.



20 octobre 2001 5h00 T.U.



20 octobre 2001 8h00 T.U.



20 octobre 2001 10h00 T.U.

Figure 68 : Suivi satellitaire de l'épisode combiné des 19 et 20 octobre 2001

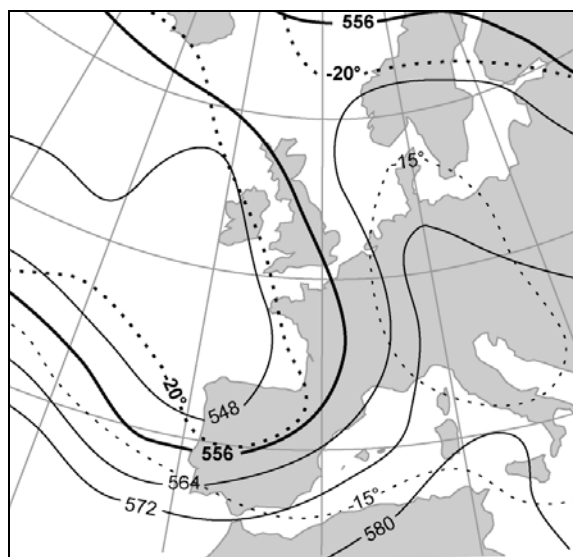


Figure 69 : Configuration météorologique au niveau 500 hPa le 20/01/01 à 12h

- Le sud du massif se situe à 12 h 00 T.U. (figure 69) en sortie maximale de jet. Il a été démontré (Barret *et al.*, 1994), que cet élément de la circulation d'altitude, marquant le début d'une diffluence, favorise les mouvements convectifs et même la cyclogénèse. Bien sûr, on peut tout à fait considérer que cette diffluence résulte simplement des ascendances. Toutefois, il est également logique que l'apparition d'un « champ » de divergence entretienne l'aspiration vers le haut des couches inférieures (un peu comme pour le tirage d'une cheminée).

- Enfin, l'impulsion de l'air froid dans la basse troposphère a-t-elle amplifié les ascendances ? Rien n'est moins sûr. Si l'on compare les images satellites de la figure 68 avec la figure 70 qui précise la circulation et les masses d'air présentes au niveau 850 hPa, on remarque bien, dans le courant d'WSW, l'arrivée d'une couche froide principalement sur le Nord-ouest de la Péninsule ibérique. Elle atteint même, d'une manière atténuée, la Catalogne. Il est évident que le cheminement de cet air froid a renforcé, par contraste, le cyclonisme du Levant espagnol aux Baléares, et a favorisé l'aspiration de l'air chaud humide méditerranéen qui est venu ensuite buter contre le relief cévenol. Mais, comme cela a déjà été prouvé (Carréga, 1997a, Vigneau 1987, 1997) l'air froid n'agit que d'une manière indirecte et ne possède pas, ici, un rôle plus déterminant que l'air chaud dans la dynamique du phénomène. D'ailleurs, en regardant de plus près la figure 70, on constate que le système convectif cévenol évolue dans une masse d'air encore très douce... La cellule ne serait donc pas le produit d'un contact massique brutal observé au niveau du sol.

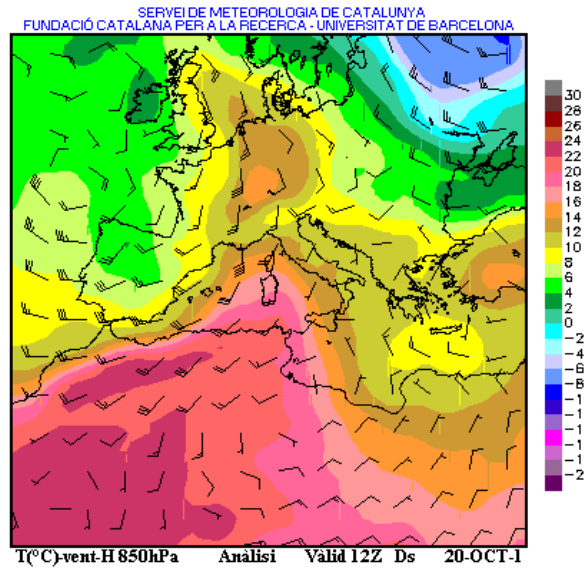


Figure 70 : Circulation et températures observées au niveau 850 hPa, le 20 octobre 2001 à 12h

Entre 12 et 16h00 T.U., nous observons une évolution notable de la situation (figure 71). Nous notons la disparition progressive du système en V qui avait sévi toute la matinée. Alors qu'à 12h00 T.U. la structure est encore stationnaire et active sur le sud-est du Massif, elle se désorganise et semble s'étioler (baisse de la réflectivité) de 14 à 16h00 T.U. La perte de ce dynamisme ne peut être liée qu'à une rupture de l'alimentation chaude et humide méditerranéenne, facteur premier d'instabilisation. Mais quelles peuvent être les raisons qui ont conduit à la coupure du « combustible » ?

Une réponse peut être avancée en comparant les cartes isobariques au niveau 500 hPa du 20 octobre à 12h00 T.U. et du 21 octobre à 0 h T.U. (figures 69 et 72).

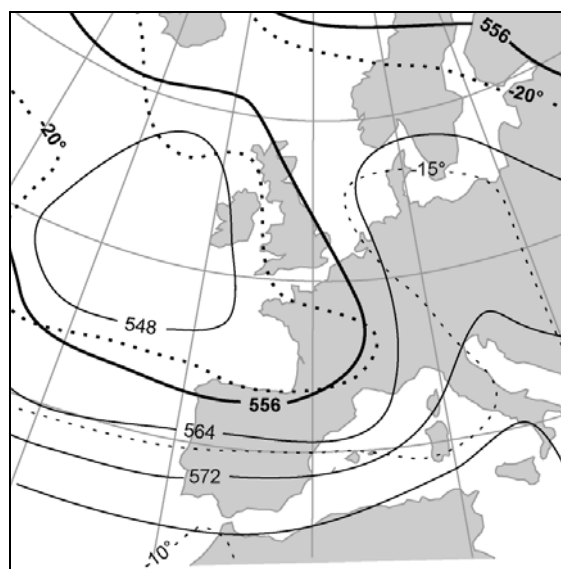
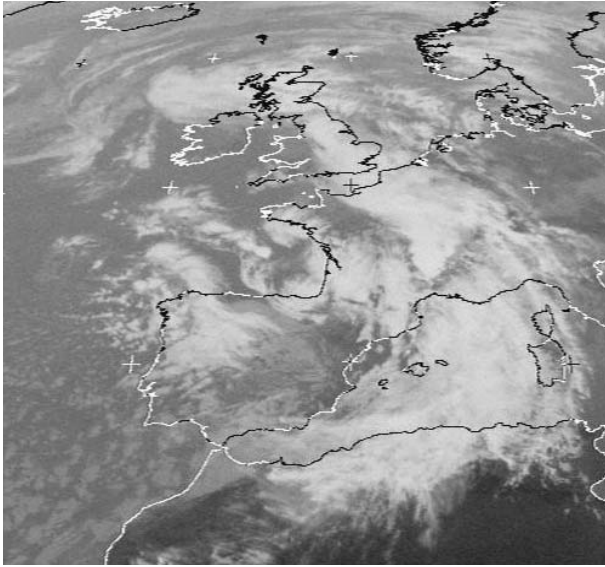
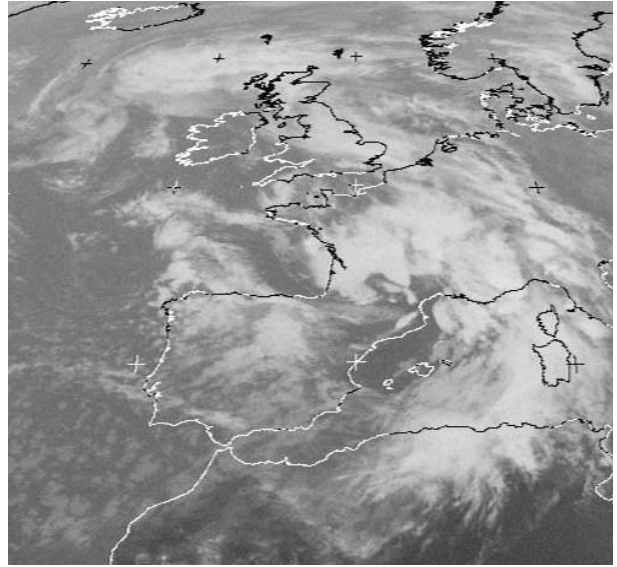


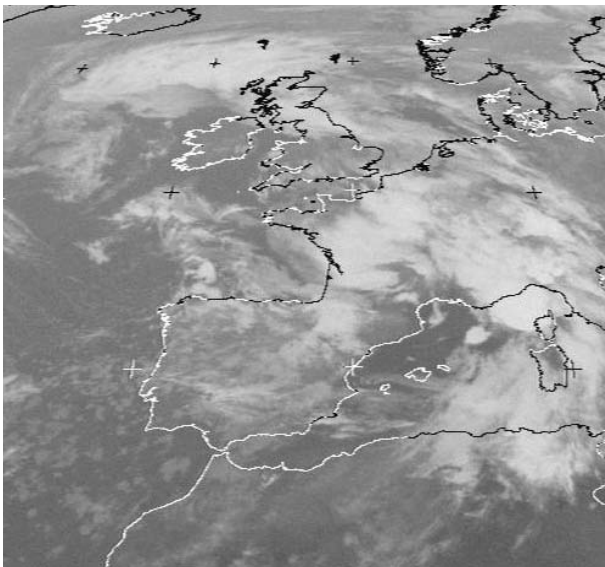
Figure 72: Configuration météorologique au niveau 500 hPa le 21/01/01 à 0h



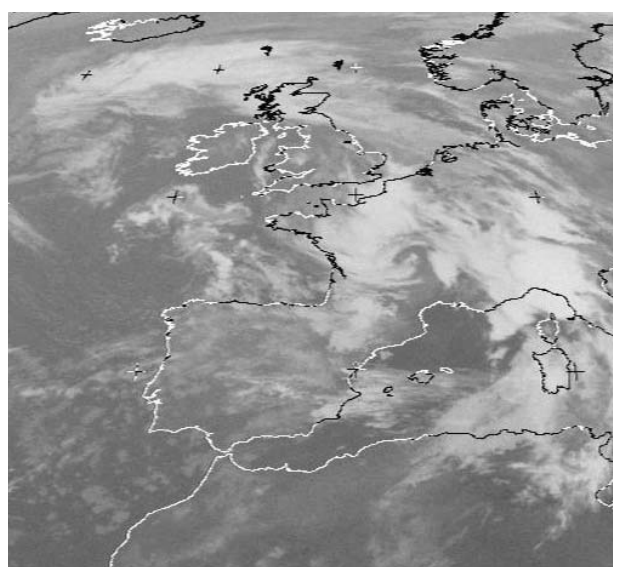
20 octobre 2001 12h00 T.U.



20 octobre 2001 16h00 T.U.



20 octobre 2001 19h00 T.U.



20 octobre 2001 21h00 T.U.

Figure 71: Suivi satellitaire de l'épisode combiné des 19 et 20 octobre 2001

On peut constater que la vallée froide a glissé en direction du nord-est et a, par conséquent, laissé le bassin méditerranéen sur sa droite. S'associant à ce glissement, l'amplitude de la vallée a diminué en cours d'après-midi, déverrouillant ainsi le blocage et entraînant une réorientation radicale de la circulation, du méridien au zonal. Fort logiquement, la cyclogénèse dans la basse troposphère n'a pu se développer parfaitement sur la Méditerranée par manque de dynamisme, faute d'air froid en altitude ; elle s'est donc réalisée préférentiellement au nord, précisément sur le Massif central. On peut effectivement remarquer sur l'imagerie satellitale l'apparition (entre 16 et 18h00 T.U.) et l'essor (entre 19 et 21h00 T.U.) d'un vortex ; l'air chaud rejeté s'isole sur le nord et centre-est de la France, tandis que l'air frais arrive, cette fois pour de bon et de façon brutale, par le sud-ouest. Le développement de cette dépression sur le centre de la France n'a fait que renforcer le flux d'ouest de la Catalogne au Golfe du Lion ; de belles éclaircies apparaissent alors sur tout le rivage languedocien (effets de la subsidence).

Si le creusement cyclonique marque la fin du temps fort pluvieux sur les Cévennes, il fut responsable de violentes bourrasques de sud-ouest qui ont particulièrement intéressé le Puy-de-Dôme : quelques dégâts ont ainsi été signalés dans l'agglomération clermontoise.

Nous avons, grâce à l'imagerie satellitale, pu mettre en relief les principales étapes de cet épisode qui a principalement été marqué par la présence, sur les Cévennes, du système convectif en V. Ce dernier a logiquement laissé des cumuls pluviométriques importants de l'Aigoual au Vivarais puisque des lames comprises entre 200 et 300 mm y ont été relevées. L'imagerie radar va, toutefois, démontrer que le système ne s'est pas simplement limité à arroser l'escarpement méridional. Son emprise a également porté au-delà de la barrière orographique pour atteindre une partie de la Haute-Loire.

2.1.1.2. Le système convectif en V, cause de l'extension cévenole

La première image radar coïncide avec le passage, dans la matinée du 20 (7h00 T.U.), de la perturbation océanique (figure 73a). En raison de la circulation de sud, les précipitations, généralisées à l'ensemble de l'Auvergne et d'activité modérée, progressent lentement du sud-ouest au nord-est. Si les chutes commencent à prendre, dès 7h00 T.U., un caractère très instable sur les Cévennes, ce n'est réellement qu'à partir de 8h30 T.U. que la pluviométrie s'intensifie. La concentration et la constance des pluies s'abattant toujours sur le même secteur sont singulièrement frappantes. Nous retrouvons la signature radar des systèmes orageux se régénérant, les fameuses structures en forme de V, que nous avons clairement identifiées sur l'imagerie satellitale. La pointe du V qui peut se deviner sur le sud-est de la

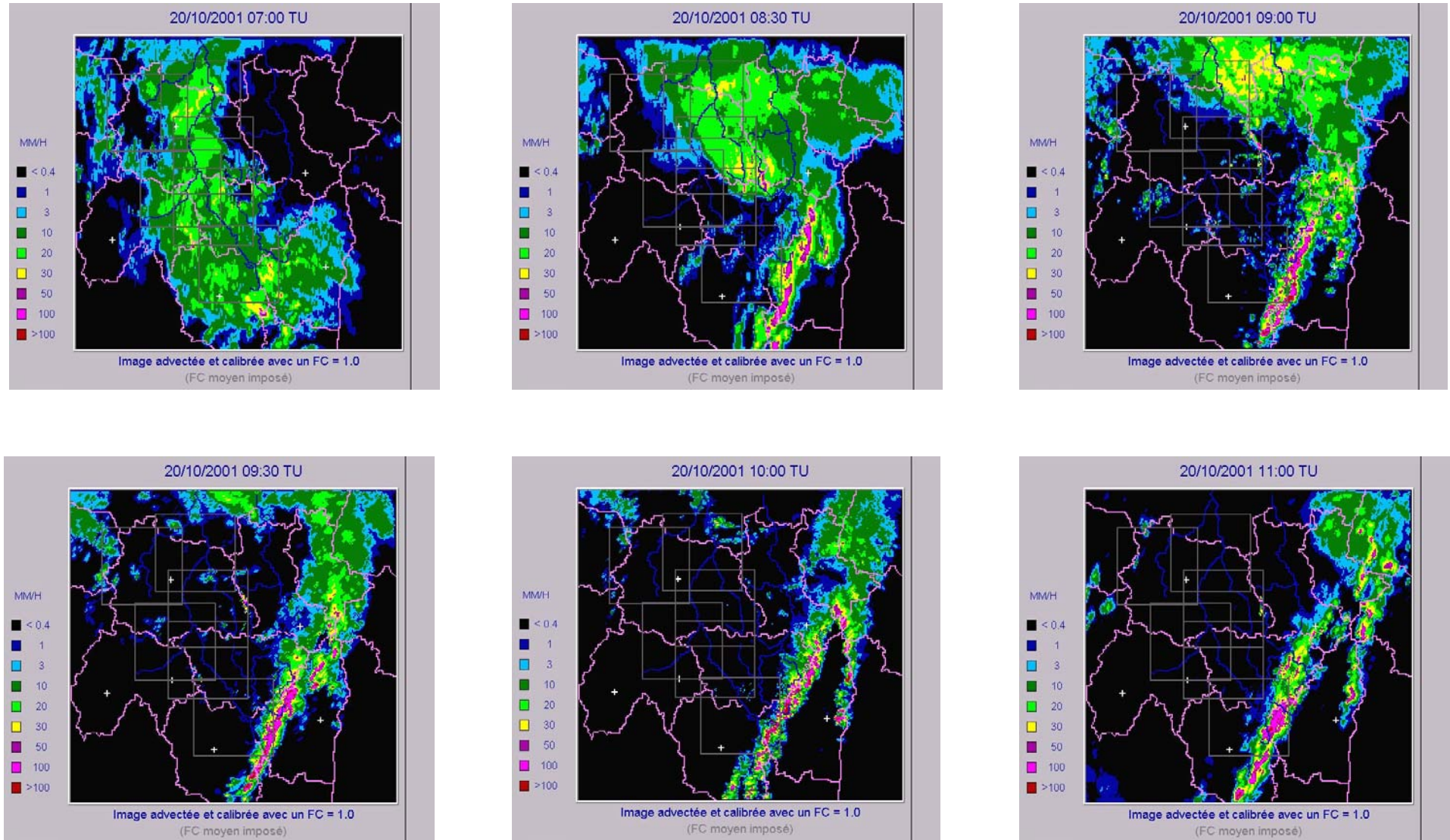


Figure 73a : séquence pluvieuse du 20 octobre 2001 entre 7h 00 T.U. et 11h30 T.U.

Lozère, est constamment alimentée par le flux Méditerranéen qui structure les convections. Les nouvelles cellules, très actives et très pluvio-gènes, se forment sans cesse au niveau de cette pointe et sont, par la suite, emportées par le courant d'altitude, c'est-à-dire vers le nord-est, où elles perdent, peu à peu, de leur intensité.

A partir de 11-11 h 30 T.U. (figure 73b), on peut constater, avec surprise, que le système en V, opérant un léger déplacement d'une trentaine de kilomètres vers l'ouest, franchit la ligne de crêtes. Demeurant organisé et virulent, il semble totalement se jouer des effets induits par le relief (subsidence, assèchement de masse d'air). Cette translation vers l'ouest du faisceau pluvieux se retrouve parfaitement dans les pluviogrammes des stations de Météo-France (figure 74). On constate, ainsi, que les fortes intensités horaires ont tout d'abord atteint le haut bassin versant de l'Ardèche (Montpezat) entre 7h00 T.U. et 10h00 T.U.. Le poste des Etables fut ensuite affecté entre 9h00 et 11h00 T.U.. Enfin, Landos, localisée dans le sud du Devès, fut la dernière station à subir l'averse entre 11h00 et 12h00 T.U. C'est également durant cette période que divers dégâts se sont concentrés dans le sud-est de la Haute-Loire (du côté du Monastier et de Laussone). La crue subite de la Gazeille, affluent de rive droite de la Loire, ainsi que l'apparition d'inondations de caves et de glissements de terrain, obstruant quelques points du réseau routier secondaire, prouvent la soudaineté et la violence des précipitations dans le secteur.

Mais pour quelles raisons la structure orageuse a opéré ce décalage vers l'ouest ?

Il est difficile de donner des réponses précises à ce type de question. Néanmoins, certains éléments permettent d'apporter un début d'explication. Il a tout d'abord fallu que l'alimentation chaude et humide soit suffisamment durable, que la masse d'air méditerranéenne soit assez épaisse pour franchir l'obstacle orographique. Cette première condition a pu être remplie grâce à la persistance de la circulation de sud, ainsi qu'à l'absence d'arrivée d'air frais océanique dans les basses couches. Ensuite, l'instabilité a pu être conservée, malgré la subsidence orographique, en raison du refroidissement qui s'est opéré à haute altitude. C'est, en fait, le déphasage entre l'air froid d'altitude, présent au-dessus du Massif central, et celui situé au sol plus à l'ouest, qui a permis le maintien de cette instabilité.

De 12h30 à 14h30 T.U. (figure 73b), le faisceau de fortes précipitations ne pénètre pas plus à l'intérieur du Massif, et reste localisé du Vivarais au Velay oriental. En raison de la disparition du blocage aérologique, le système montre même ses premiers signes de faiblesse, les convections semblant se désorganiser progressivement. Une dernière reprise apparaît vers 14 h 30 T.U. principalement sur le Tanargue, mais cette éphémère structure ne possède pas

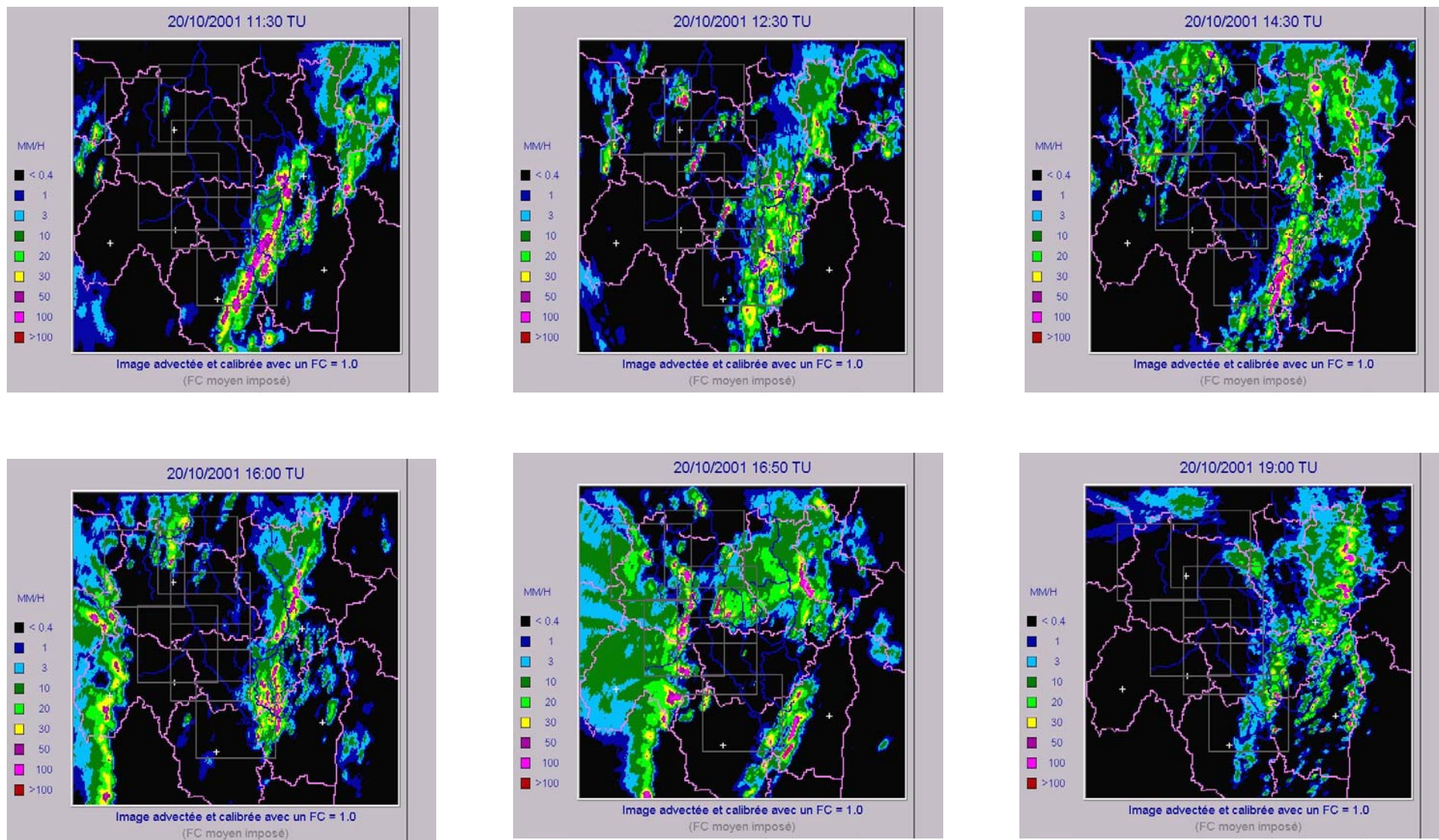


Figure 73b : séquence pluvieuse du 20 octobre 2001 entre 12h30 et 19h00 T.U.

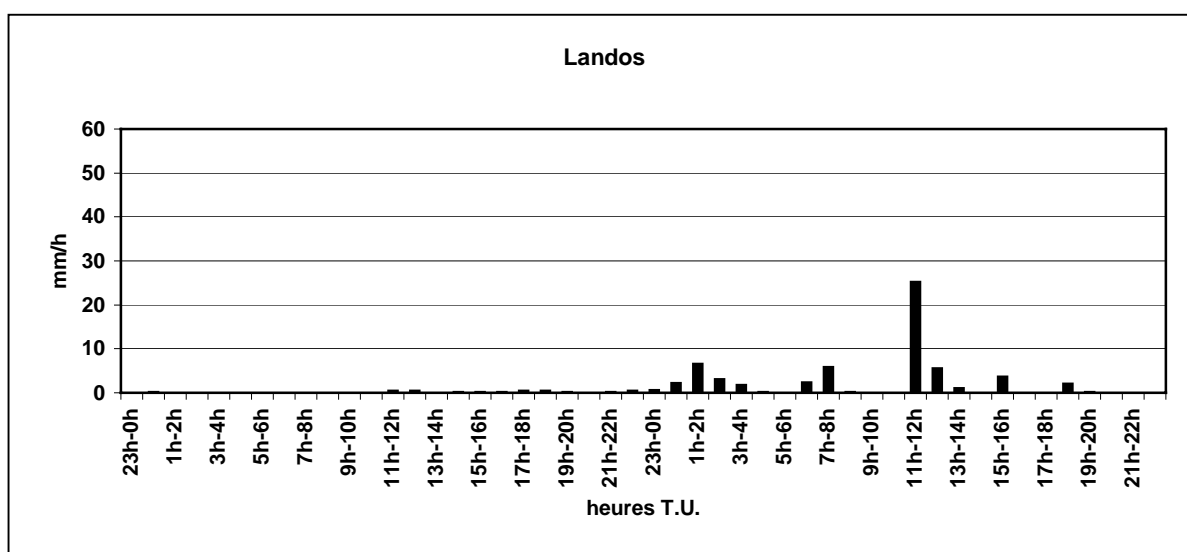
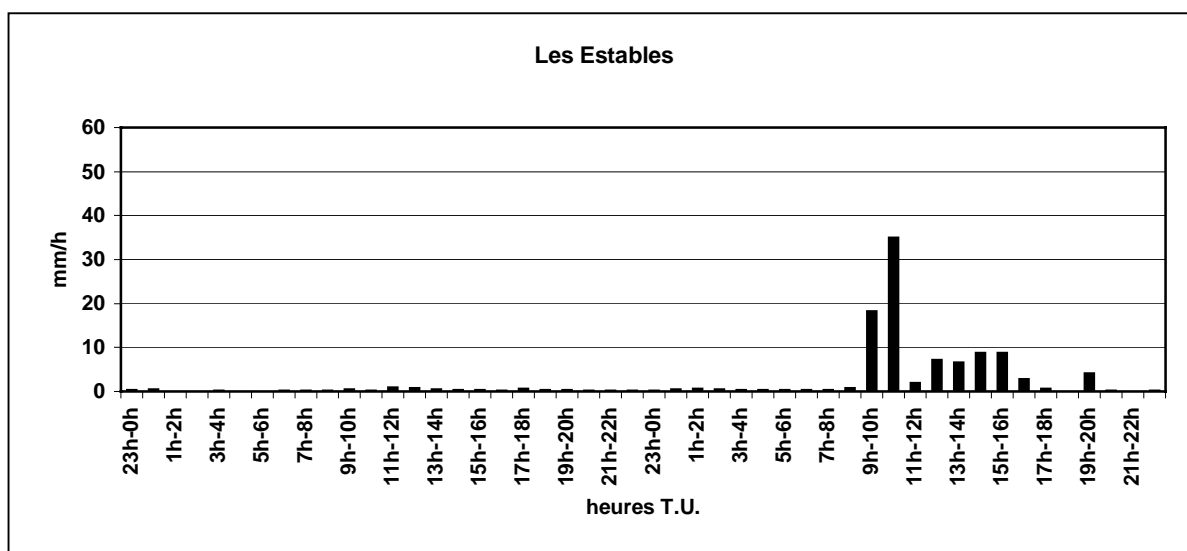
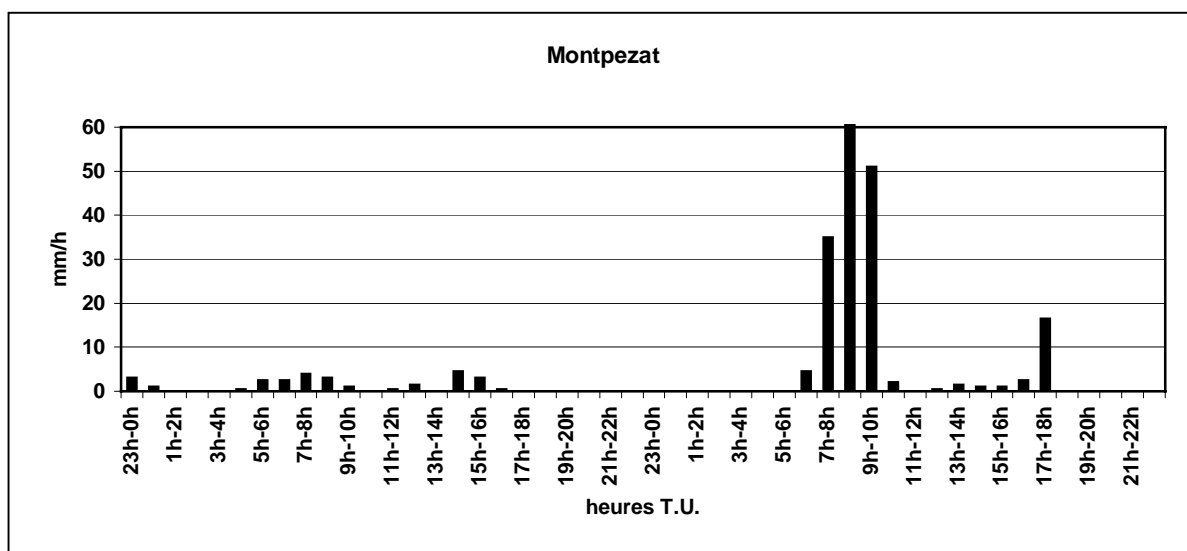


Figure 74 : Données pluviométriques horaires relevées dans le Velay oriental et le Vivarais les 19 et 20 octobre 2001 (sources Météo-France)

l'envergure de la précédente ; il est clair que l'apport instable méditerranéen commence à se tarir peu à peu.

La dernière phase de l'épisode est marquée par le passage du vortex, dont nous avons pu suivre l'évolution et le creusement sur l'imagerie satellitale.

Nous pouvons constater qu'à 16 h 00 T.U., quelques convections, héritage de l'ancien système en V, arrivent encore à intéresser le Vivarais et le Velay, même si l'animation des images entre 16 et 17 h 00 T.U. montre de courtes périodes d'accalmies entre les averses. Cependant, le fait le plus intéressant est incontestablement l'arrivée par l'ouest d'une ligne convective, assez active et fort mobile. Elle matérialise à la fois le passage du vortex et la brusque arrivée de la masse fraîche d'air océanique dans toute l'épaisseur de l'atmosphère. Cette nouvelle structure orageuse n'a rien de comparable avec le système en V cévenol, tant dans sa physionomie que dans sa dynamique. Elle s'apparente d'avantage à une « ligne de grains » : les cellules sont organisées le long d'une ligne, étroite mais assez puissante ; sa vitesse de propagation est rapide puisqu'elle est de 50 kilomètres en 50 minutes ! (d'Aurillac à St-Flour de 16 à 16 h 50 T.U.). A l'arrière du système se manifestent des précipitations sous nuages stratiformes correspondant à l'étalement postérieur des enclumes et à la divergence de l'air frais.

Contrairement à ce qui s'était produit en matinée, cette ligne orageuse d'ouest n'entraîne pas un fort regain pluviométrique sur les Cévennes et à plus forte raison sur sa marge septentrionale. A cela, on peut avancer deux causes principales :

- D'une part, nous constatons que la ligne de grains perd de l'activité en progressant vers l'est. A 19 h 00, elle se trouve axée de la Lozère (à l'ouest de Mende) au département du Rhône, mais les averses en arrivant sur le Vivarais n'offrent plus que des intensités pluviométriques comprises entre 10 et 30 mm/h ; l'activité orageuse semblant curieusement décliner avec le creusement cyclonique (on peut observer la courbure formée par les précipitations, de l'est de la Haute-Loire au nord-ouest du Puy-de-Dôme, sur l'image de 19 h 00 T.U.).

- D'autre part, l'alimentation chaude et humide méditerranéenne est, en fin de soirée, totalement stoppée ; il n'y a donc pas d'opposition massique suffisamment forte pour recréer des conditions favorables d'instabilité sur les Cévennes et leurs alentours. Pour autant, rien ne prouve que ces conditions eussent été durables puisque l'air frais océanique aurait pu chasser rapidement l'air doux méditerranéen, en particulier en Haute-Loire.

Cet épisode, correspondant à un bel exemple d'extension cévenole, a pu être étudié en détail. Grâce à l'analyse de l'imagerie satellitale nous avons facilement identifié l'individu convectif qui a engendré les fortes averses sur les Cévennes ; grâce à l'imagerie radar, nous avons pu suivre précisément sa dynamique et, par conséquent, sa progression sur la Haute-Loire.

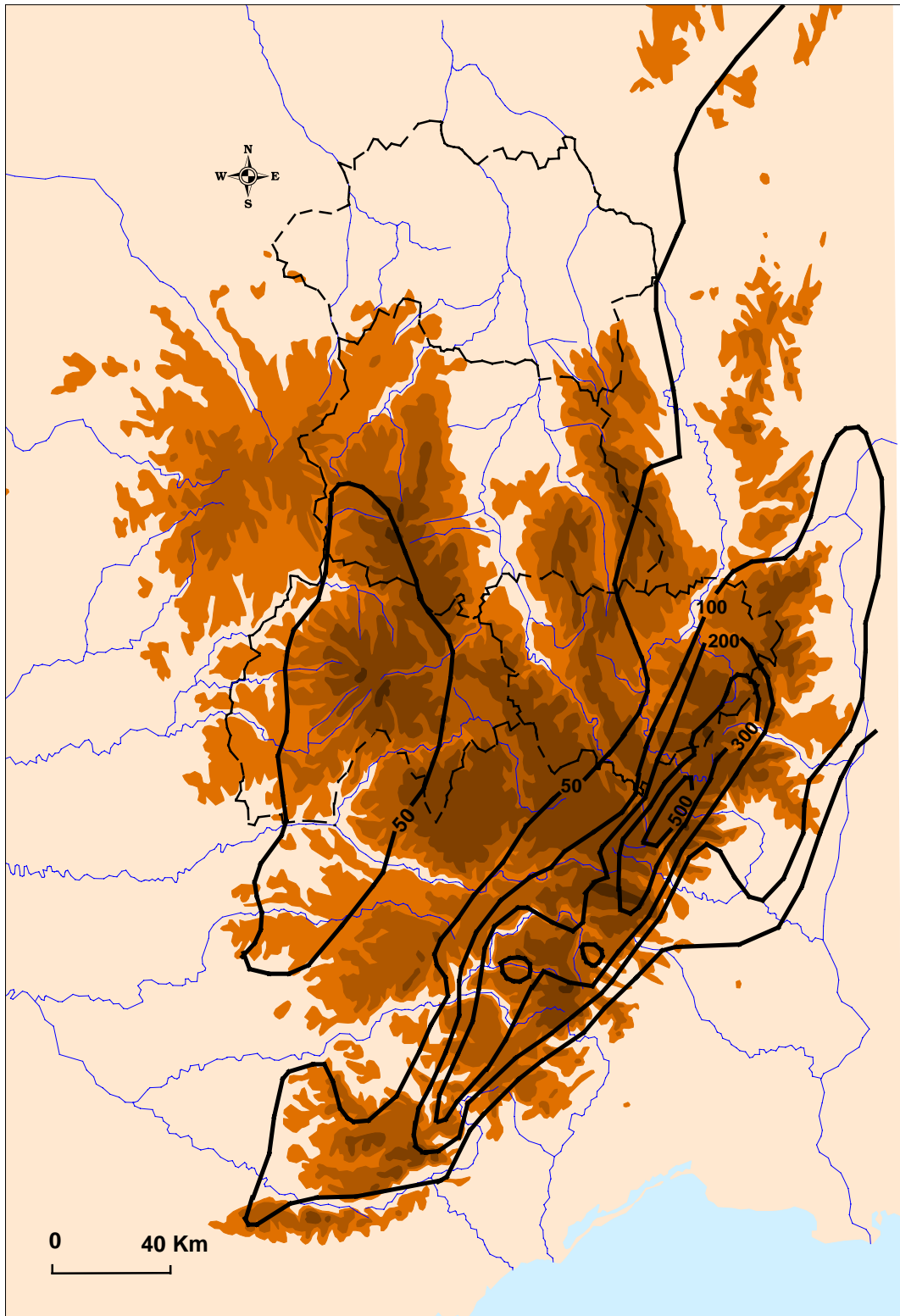
2.1.2. Les 20 et 21 septembre 1980

En raison de la date, déjà ancienne, nous ne disposons pas d'outils aussi précis pour expliquer l'épisode des 20 et 21 septembre 1980. Et pourtant, il aurait été intéressant de suivre le système cévenol le plus remarquable qui ait affecté le sud-est de l'Auvergne depuis au moins la fin du 19^{ème} siècle. Les chiffres parlent d'eux-mêmes : il est tombé, en une vingtaine d'heures, plus de 600 mm sur les hauts bassins versants de l'Allier et de la Loire. Conséquence directe de ces pluies, des crues exceptionnelles (le terme n'est pas trop fort) se sont déclenchées sur les deux cours d'eau. Si celle de l'Allier s'est assez vite amortie, en raison d'une médiocre alimentation de ses affluents, la situation fut tout à fait différente sur la Loire qui connut une crue, dans toute la traversée du département de la Haute-Loire, d'une durée de retour estimée entre 500 et 1000 ans ! Les riverains du fleuve ont évidemment payé un lourd tribut, en particulier dans le secteur urbanisé de Brives-Charensac. Là, six morts ont été dénombrés et, plus généralement, les dégâts ont coûté pour plus de 300 MF sur l'ensemble de ce département.

Nous allons, avec les documents qui sont à notre disposition, essayer de comprendre la genèse de ces temps forts. Nous tenterons de comparer le phénomène météorologique avec celui des 19 et 20 octobre 2001 ; nous verrons qu'il se dégage quelques similitudes. Puis, nous nous attacherons à la description de la crue. Nous verrons qu'il s'agit d'un des transferts de crue les plus remarquables que nous ayons eu à étudier. Bien sûr, nous dresserons, pour finir, un bilan des excès. Ces derniers se sont logiquement localisés, pour l'essentiel, à partir du pays ponot.

2.1.2.1. Un temps fort météorologique séculaire dans l'est de la Haute-Loire

La figure 75 montre les cumuls pluviométriques qui ont été enregistrés sur le sud-est du Massif central les 20 et 21 septembre 1980. Si nous remarquons l'importance des lames, on constate surtout que les noyaux de fortes précipitations ont intéressé le plateau ardéchois en plus du versant méridional des Cévennes. La station la plus arrosée fut, en effet avec 632 mm, celle de St-Etienne-de-Lugdarès qui est située près des sources de l'Allier. D'une manière



Cartographie : F.J

Figure 75 : Temps fort pluviométrique des 20 et 21 septembre 1980. Cumuls sur l'ensemble du Massif central

plus générale, on note que l'isohyète 300 mm englobe le massif du Tanargue, le Vivarais et le Velay oriental (avec 324 mm à Fay-sur-Lignon et 378 mm aux Estables).

Les facteurs aérologiques expliquant l'apparition de cet épisode n'ont, à l'échelle synoptique, rien de surprenant. Le 21 septembre à 0h (figure 76a), on note, au niveau 500 hPa, la présence d'une goutte froide au large du golfe de Gascogne qui dirige sur la France une circulation de sud à sud-ouest. La progression, vers l'est, de la goutte est fortement ralentie à cause de la résistance d'une crête située sur l'Europe centrale.

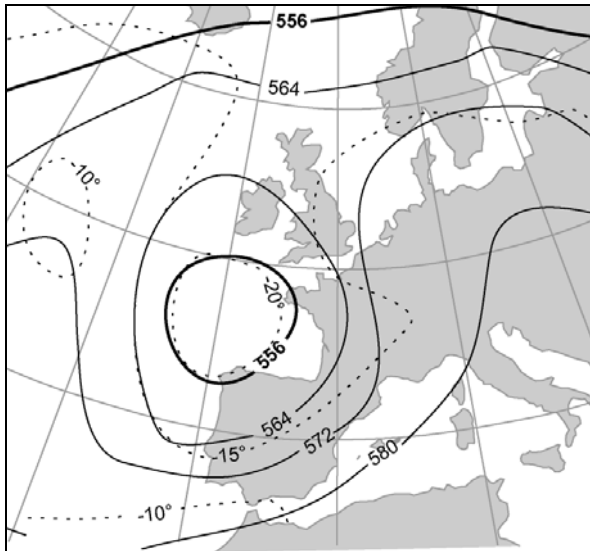


Figure 76a : 21/09/80 0h T.U.

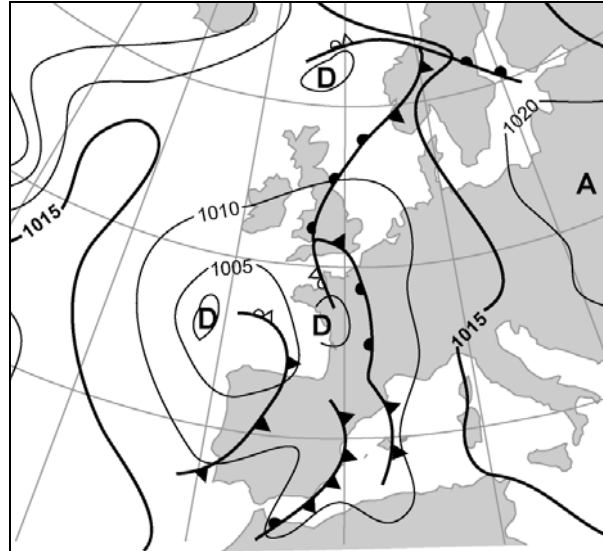


Figure 76b : 20/09/80 18h T.U.

Figure 76a : Configuration météorologique au niveau 500 hPa

Figure 76b : Situation météorologique au niveau sol

Au niveau du sol le 20 à 18h (figure 76b), une dépression, assez peu creusée, se situe sous l'emplacement de la goutte. Elle propulse, sur la Péninsule Ibérique et l'ouest de la France, l'air frais océanique et fait remonter, dans un flux de sud plutôt diffluent, une masse nettement plus chaude sur le centre et l'est de la France. Le contact massique est matérialisé par un front qui ondule des Baléares, à la Belgique, en passant par l'ouest du Massif central.

On peut noter sur l'image satellite N.O.A.A. de 14h57 (figure 77), le caractère essentiellement orageux du front. L'organisation nuageuse est même remarquable tant les convections paraissent actives et bien alignées sur le méridien de Greenwich.

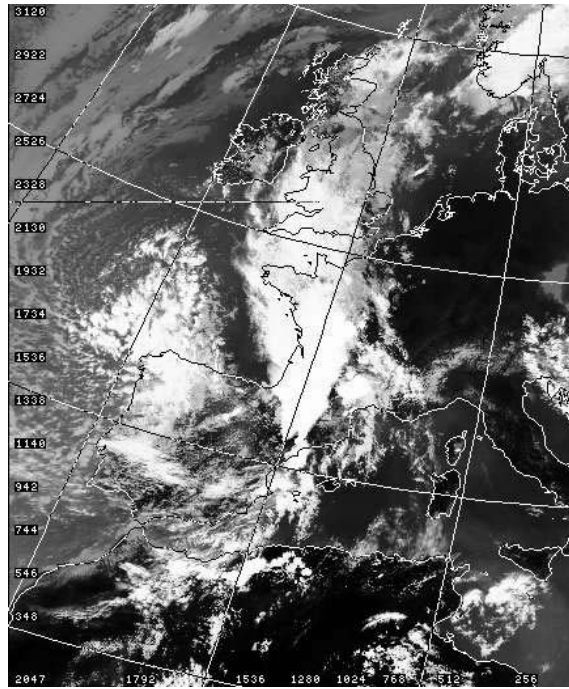


Figure 77 : Image satellite N.O.A.A. du 20/09/80 à 14h57 T.U.

Les précipitations sont déjà abondantes sur le sud-ouest de la France et dépassent même, par endroits, 50 mm. Dans la nuit du 20 au 21, la situation n'évolue que très peu. A 6h on retrouve l'ondulation pratiquement sur les mêmes régions que la veille. L'activité orageuse, persistante, est signalée dans de nombreuses régions s'étendant de l'est du Midi-Pyrénées à la Bourgogne, en passant par le Massif central et la région lyonnaise. Ce sont évidemment les Cévennes qui sont concernées par les précipitations les plus abondantes. Il semblerait qu'un double foyer orageux, très limité dans l'espace et stationnaire (à en juger d'après la répartition des cumuls), se soit formé en milieu de nuit. Le plus méridional, mais aussi le moins actif, s'est localisé des Causses au massif de l'Aigoual et a donné quand même jusqu'à 305 mm à la station du Mont Aigoual ; le deuxième, plus actif, a donc concentré toute son énergie du Tanargue au sud-est de l'Auvergne.

L'image satellite de 14h46 le 21 (figure 78), correspond pratiquement à la fin de la séquence pluvieuse mais montre encore clairement ces deux structures.

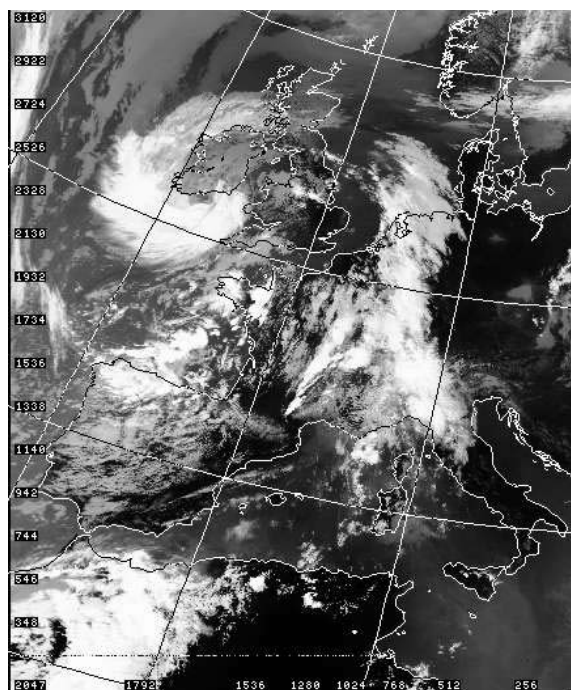


Figure 78 : Image satellite N.O.A.A. du 21/09/80 à 14h46 T.U.

Ces dernières s'apparentent à deux systèmes en V. Ainsi, s'explique la répartition si particulière des cumuls, très distinctement alignés sur deux secteurs. D'autres indices tendent, d'ailleurs, à confirmer la présence d'un tel type de convections. En regardant attentivement la figure 75, on peut constater un accroissement rapide des cumuls du Tanargue au Vivarais (qui correspondrait aux chutes observées sous la pointe du V), et au contraire une diminution, lente, du Vivarais au massif du Pilat (qui coïnciderait avec l'espace situé sous l'étalement des enclumes). Cet épisode, bien que nettement plus actif, ressemblerait donc à celui des 19 et 20 octobre 2001. Les mêmes causes aérologiques ont produit les mêmes effets. Les cartes isobariques (au niveau 500 hPa) et de masses d'air montrent, en effet, un refroidissement s'effectuant en altitude mais devenant, en revanche, médiocre dans les basses couches¹. La plus grande efficacité pluviométrique de cet épisode vient probablement de la plus longue durée du blocage qui a ainsi maintenu le flux méditerranéen.

La fin de l'averse serait, d'après une étude réalisée par le centre météorologique de la Haute-Loire, à mettre en relation avec l'évacuation de l'air froid d'altitude vers le nord provoquant, ainsi, un affaiblissement de l'instabilité.

¹ On peut également remarquer sur l'image satellite de 14h46, l'absence de traîne à l'arrière du système orageux. Les convections liées à un plus fort refroidissement restent sur la côte Atlantique.

2.1.2.2. Un temps fort hydrologique très excessif sur la Loire

La disposition et l'intensité extrême du système pluvieux ont déclenché de violentes crues sur les hauts bassins versants du Tarn, de l'Allier et de la Loire. C'est sur ce dernier cours d'eau que le phénomène a été le plus spectaculaire. A l'échelle du Moulin Sabarot, à Brives-Charensac, la crue a dépassé de 70 cm la cote de référence qui était de 6 m et qui avait été atteinte le 8 octobre 1878. Plus en aval, à Bas-en-Basset, le niveau enregistré fut presque comparable, ou légèrement inférieur aux importantes crues de la fin du 19^{ème} siècle et à celle d'octobre 1907 (Staron, 1981).

Nous avons reporté, sur la figure 79, les pointes de crues qui ont été relevées sur la Loire et l'Allier depuis leur source jusqu'à leur rentrée respective dans les départements de la Loire et du Puy-de-Dôme. Si on observe, sur la Loire, une rapide augmentation des débits, d'amont en aval, on constate que la crue de l'Allier n'a pas progressé au nord de Poutès. A cela, peut-être avancée une explication très simple. Même si le centre de l'averse a intéressé les deux cours d'eau (la hauteur de l'Allier a d'ailleurs atteint à Langogne le niveau record de 8,50 m pulvérisant ainsi la cote de 6 m qui avait été enregistrée en 1866) on remarque aussi qu'elle s'est largement étendue vers le nord-est (en liaison avec l'orientation du système en V). Tous les affluents de rive droite de la Loire (Gazeille, Gagne, Lignon, Dunière, Semène) ont ainsi été copieusement alimentés par des précipitations supérieures à 100 et même le plus souvent à 150 mm. Sur l'Allier, en revanche, aucun affluent n'est venu soutenir la crue qui, par conséquent, s'est rapidement amortie, le temps fort pluviométrique n'ayant concerné que l'extrême sud de la Margeride et du Devès.

L'évolution très différenciée des débits a bien sûr compté dans l'importance des excès. Alors que la crue de la Loire est arrivée dans des espaces vulnérables sans avoir perdu de sa puissance, l'Allier au contraire n'a plus été menaçante en abordant le secteur humanisé qui débute en aval de Vieille-Brioude. Le bilan fut sans appel : seuls quelques particuliers et quelques entreprises ont été inondés par l'Allier dans le brivadois, en revanche, toutes les communes situées sur la Loire à partir du sud de l'agglomération du Puy ont été dévastées. Brives-Charensac fut la ville la plus touchée. Outre les zones commerciales et industrielles, le quartier historique fut également envahi par 2 à 2,5 m d'eau. L'effet de surprise a malheureusement été total. En effet, au plus fort de la crue, vers 13h, l'eau est montée de 3 m en ½ heure. De plus, la population est longtemps restée incrédule, car ne pouvant imaginer qu'une crue aussi violente soit possible avec une pluie qui, sur place, restait plutôt faible. Le maire de Brives de l'époque précisait d'ailleurs « *qu'il pleuvait [en matinée] à peine, et*

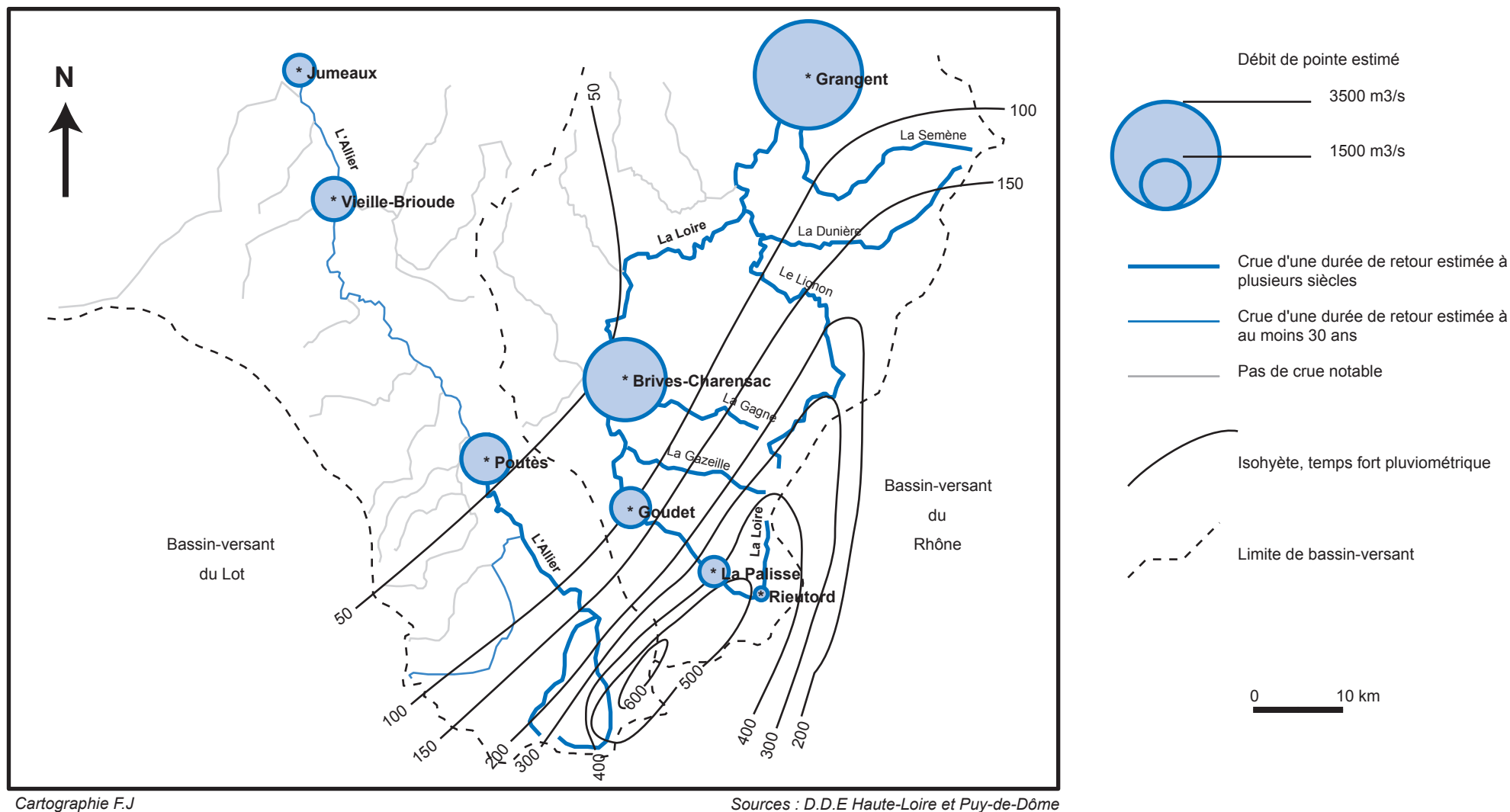


Figure 79 : Temps forts pluviométriques et hydrologiques sur les bassins-versants de la Loire et de l'Allier le 21 septembre 1980

pourtant à 11h20, la sirène nous alertait » (Rapport de la Fond. Nat. Pour la prévention des Risques Naturels, 1989). De même, on pouvait lire dans les journaux : « Alors que sur Le Puy même les précipitations [...] n'avaient rien d'exceptionnels (les rivières qui traversent l'agglomération n'étaient même pas sorties de leur lit), la Loire s'est brusquement gonflée vers 10h par suite de pluies torrentielles sur la partie supérieure de son bassin » (La Montagne du 22/09/80).

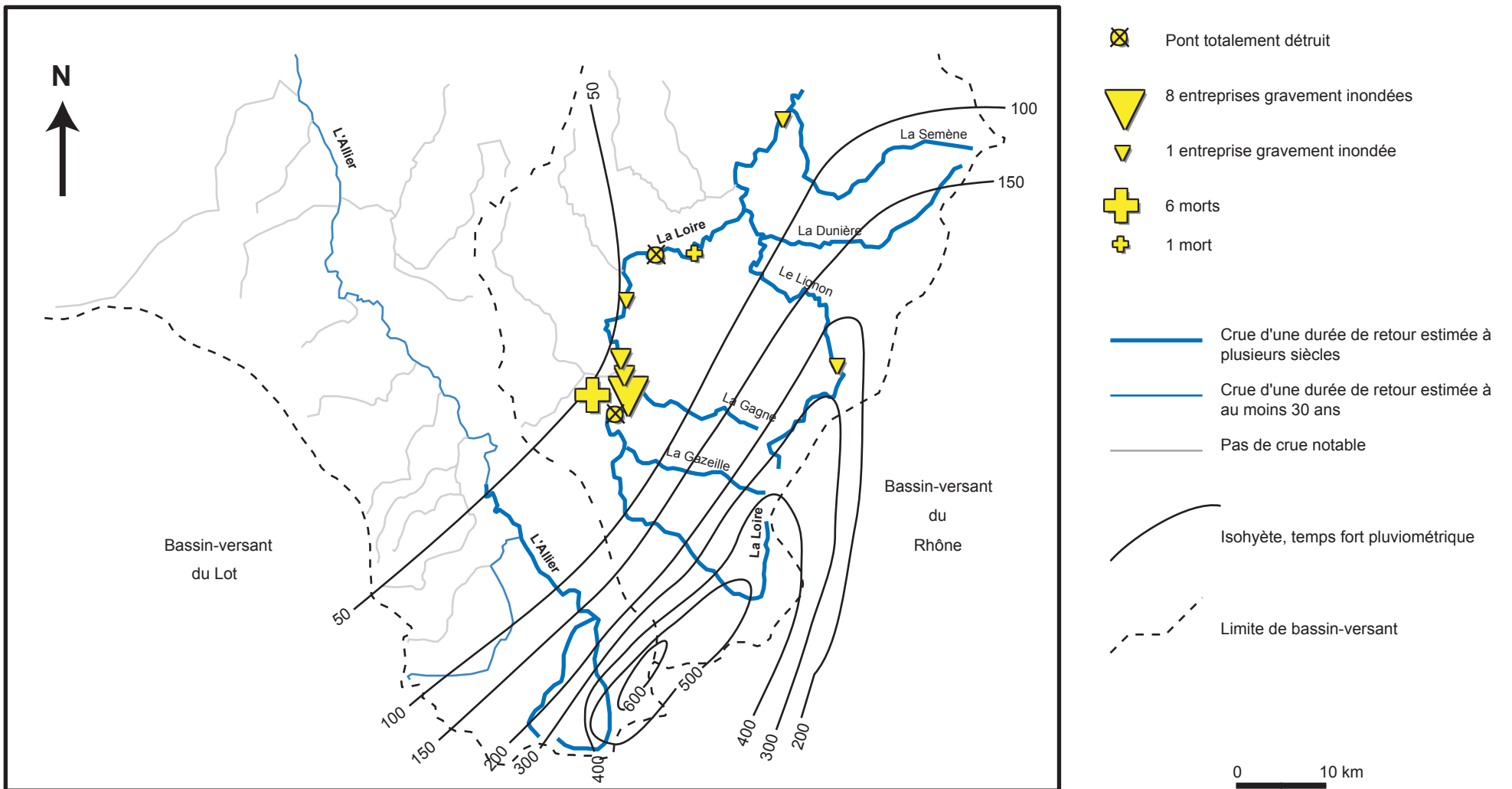
Les excès, trop nombreux, n'ont pu être tous indiqués sur la figure 80 ; nous avons simplement retenu les principaux. Il faut savoir qu'en plus des 7 personnes décédées, une quarantaine de blessés ont été comptabilisés et que près de 800 familles ont été sinistrées. De même, si 9 entreprises ont été gravement inondées, c'est en réalité 45 bâtiments qui ont été en partie touchés. 1700 salariés ont été concernés ; 600 sont restés au chômage pendant plusieurs semaines.

Le plan ORSEC a été déclenché le 21 à 14h30. De très gros moyens ont été engagés pour secourir la population. Des hélicoptères de la sécurité civile, de la gendarmerie, de l'armée sont venus de Grenoble, Lyon, Clermont, Montpellier et Istres et ont sauvé 135 personnes menacées par la montée des eaux. Du 22 septembre à début octobre, près de 3000 soldats sont intervenus le long de la Loire.

Le coût global des excès s'est élevé pour la Haute-Loire à plus de 300 MF. La tableau 25 donne une estimation des montants dans les infrastructures publiques et selon les diverses catégories professionnelles.

Catégorie	Nbre de sinistrés	Montant des dégâts
Particuliers et associations	1272	54 MF (45,3 dans l'arrondissement du Puy et 5,8 dans celui d'Yssingeaux)
Industries	45 entreprises, 1700 salariés	175 MF
Commerces	60	20 MF
Artisans	100	24 MF
Agriculteurs	54	3 MF
Equipements publics	-	-
- Communes	-	34,7 MF
- Département	-	16,5 MF
- Etat	-	1,8 MF
Lignes électriques	-	27 MF

Tableau 25 : Estimation du coût des excès en Haute-Loire consécutifs aux inondations du 21 septembre 1980



Conception et réalisation : F.Jubertie

Figure 80 : Nature des principaux excès liés à la crue du 21 septembre 1980

Les inondations de septembre 1980 ont fortement marqué les esprits des riverains de la Loire. Vécu comme une expérience traumatisante, cet excès a, par la force des choses, amené les populations à s'interroger sur les problèmes de prévention. Toutefois, les politiques servant à limiter les risques dans ce secteur ont malheureusement beaucoup de mal à se mettre en place.

Au cours de ces deux développements, nous avons tenté d'expliquer les facteurs qui favorisent les violentes intrusions cévenoles qui touchent, parfois, les hauts bassins versants de l'Allier et de la Loire. Il peut être risqué de généraliser une analyse à partir de deux épisodes. Toutefois, il faut bien avoir à l'esprit que ces types de situation restent rares, il est donc difficile de trouver d'autres cas pertinents qui permettraient d'apporter des éléments précis. De plus, des séquences pluvieuses comme celle, par exemple, des 31 octobre et 1^{er} novembre 1968 qui s'est également associée à des crues modérées, sont difficilement exploitables car les documents sont peu adaptés à l'échelle de l'étude.

Pour autant, et malgré ces manques, il semble que certains facteurs se dégagent et jouent prioritairement.

- Tout d'abord, le maintien de la circulation de sud sur deux ou trois jours apparaît nécessaire, à la fois pour assurer une alimentation méditerranéenne sur un secteur déjà relativement éloigné de la Méditerranée, mais aussi pour permettre à la masse d'air de s'épaissir et de franchir l'obstacle orographique.

- Ensuite, il faut que cette masse soit instable et le reste, même au-delà de la ligne de crête, et ce, malgré la subsidence orographique. Pour cela, seul un profil vertical atmosphérique associant air froid à haute altitude et air chaud dans les basses couches peut garantir l'extension de l'instabilité. En fait, l'extension est le résultat d'une désynchronisation entre l'air froid d'altitude, déjà présent, et l'air frais de basses couches pas encore arrivé. Dans le cas d'une arrivée d'air froid dans toute l'épaisseur de l'atmosphère, des pluies de contact se produiront, mais elles risquent d'être moins durables, tout au moins sur le versant septentrional des Cévennes et sur les plateaux vivaro-vellaves, car l'air chaud méditerranéen de basses couches sera expulsé rapidement. Cet air chaud résistera davantage et les pluies seront plus persistantes, seulement une fois la ligne de crête passée.

2.2. Comprendre les plus grandes extensions

Certains systèmes cévenols se caractérisent également par des extensions pluvieuses de plus grande envergure. L'abondance des cumuls ne se limite plus alors aux seuls espaces proches des Cévennes, mais couvre une grande partie du Massif central. Cette progression

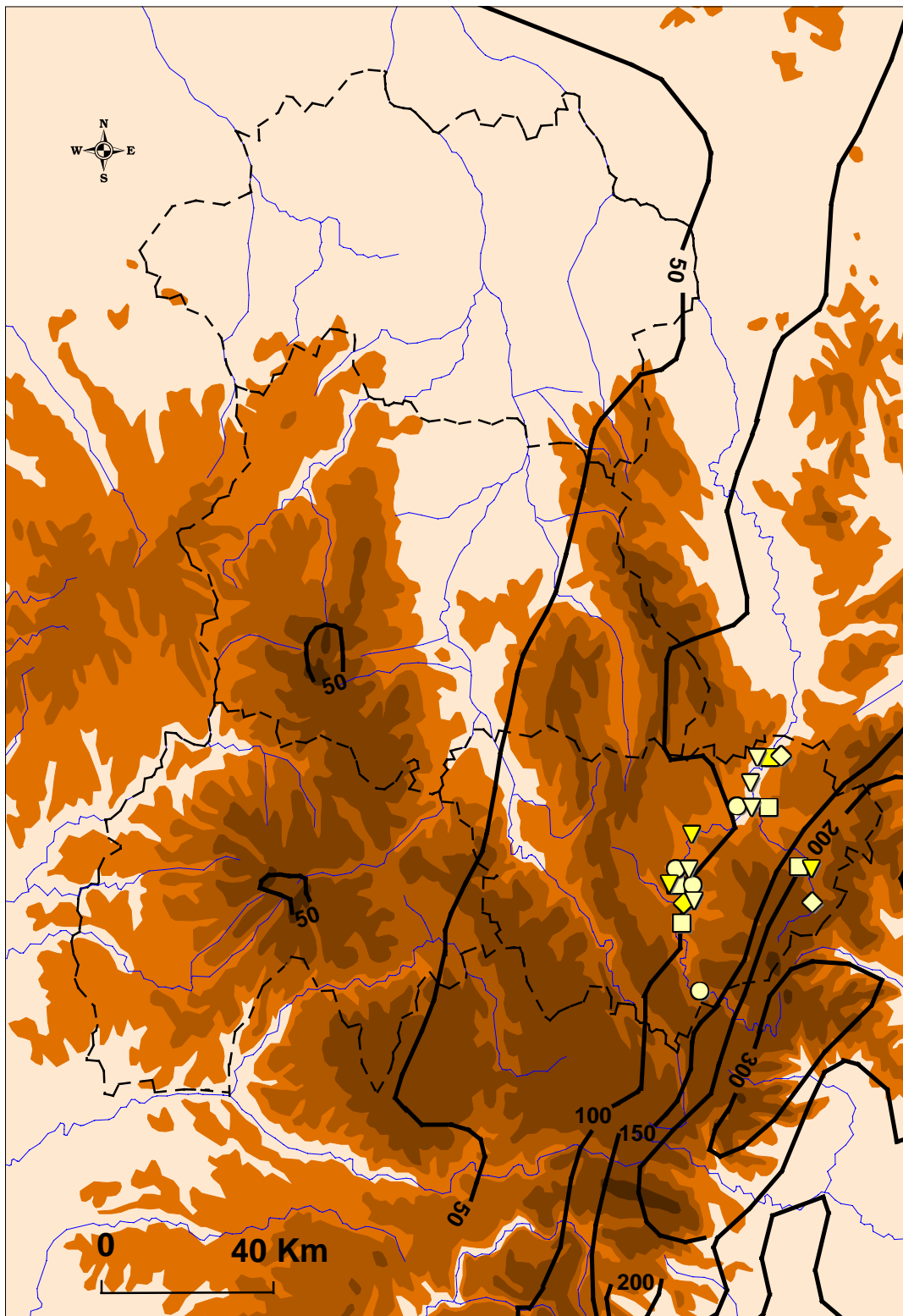
plus généralisée des pluies vers le nord n'est rendue possible, nous allons le voir, que par le blocage du système frontal sur le Massif central. Le problème est de savoir, dans les lames observées, ce qui revient réellement à l'apport méditerranéen. Les chutes, qui restent toujours plus faibles que dans les parages des Cévennes, ne seraient-elles pas, simplement, le fruit de ce blocage frontal ?

En tout état de cause, il est évident que de telles extensions favorisent le déclenchement des crues et facilitent surtout leur transfert dans les bassins urbanisés de l'Auvergne.

2.2.1. Les 11 et 12 novembre 1996

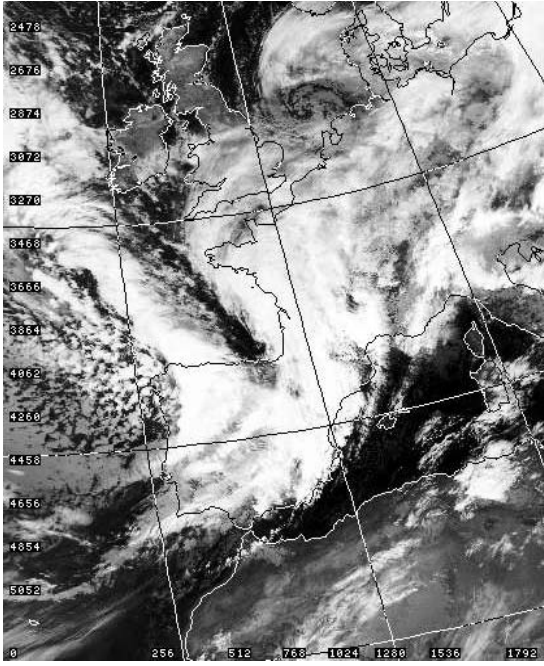
L'extension cévenole des 11 et 12 novembre 1996 a généré le temps fort hydrologique le plus important depuis 1980 sur la Loire. La séquence pluvieuse a effectivement été très intense sur les Cévennes, mais le cœur de l'averse s'est localisé d'une manière plus habituelle sur le bassin versant de l'Ardèche et sur le Tanargue. Ainsi, 547 et 518 mm ont été enregistrés au bord de l'Ardèche, respectivement à Mayres et à Barnas ; 416 mm ont été relevés à Loubaresse dans le Tanargue ; 412 à Pereyres dans le sud-est du massif du Gerbier (figure 81). Toutefois, même en dehors de l'espace proprement cévenol, les cumuls ont été parfois abondants. Ainsi, la barre des 200 mm a été dépassée sur le nord-ouest du département de l'Ardèche, ainsi que sur le sud-est de la Haute-Loire avec 257 mm aux Estables, 204 au Mazet-St-Voy et 208 à Tence. Des lames supérieures à 100 mm ont également été atteintes sur les 2/3 des départements de la Loire et du Rhône, ainsi que sur l'est du Puy-de-Dôme.

On peut douter que ces précipitations aient été induites, partout, par un apport méditerranéen substantiel. Il paraît plus logique que ces chutes aient été produites par le simple blocage du système perturbé. L'imagerie satellitale montre, en effet, dans la journée du 11, le passage, lent, d'une discontinuité océanique sur l'ouest de la France (figures 82 a et b). Alors qu'elle semble s'évacuer en fin de journée par l'est, abandonnant ainsi une partie du Massif central, on constate que la perturbation est, dans la nuit du 11 au 12 (figures 82 c et d), refoulée sur l'ouest en liaison avec le rétrécissement du flanc est de la vallée d'altitude. Au même moment, une nouvelle onde, associée à un refroidissement, aborde rapidement le sud-ouest de la France et se rapproche du premier front bloqué. Les précipitations, déjà persistantes des Pyrénées au nord-est de la France, se renforcent encore à cause du retour du premier front par l'est et de l'arrivée du second par l'ouest, puis par accentuation des contrastes massiques (figure 83). C'est seulement dans la matinée du 13 que le système frontal se déplace définitivement vers l'est.

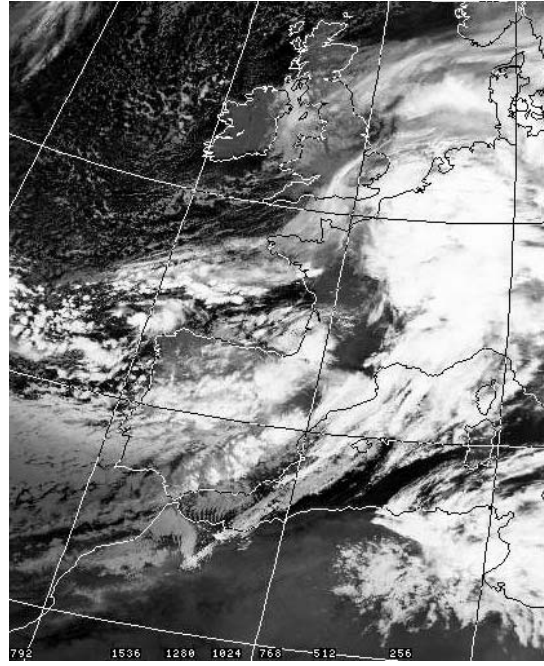


Conception et réalisation : F.Jubertie

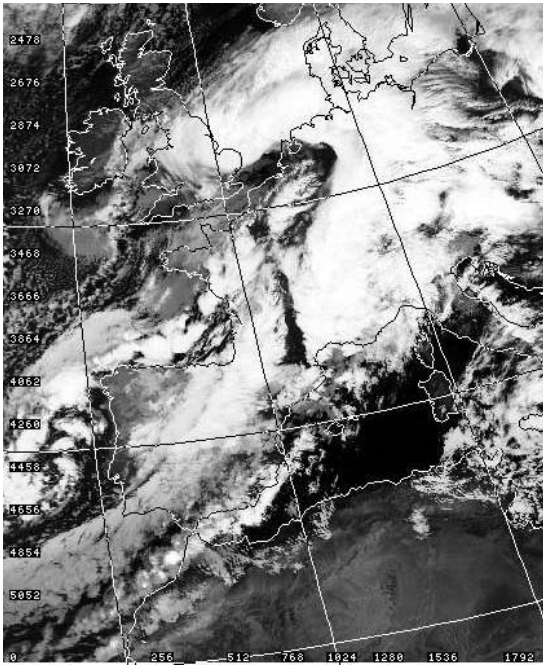
Figure 81 : Episode combiné des 11 et 12 novembre 1996 : temps fort pluviométrique et excès.



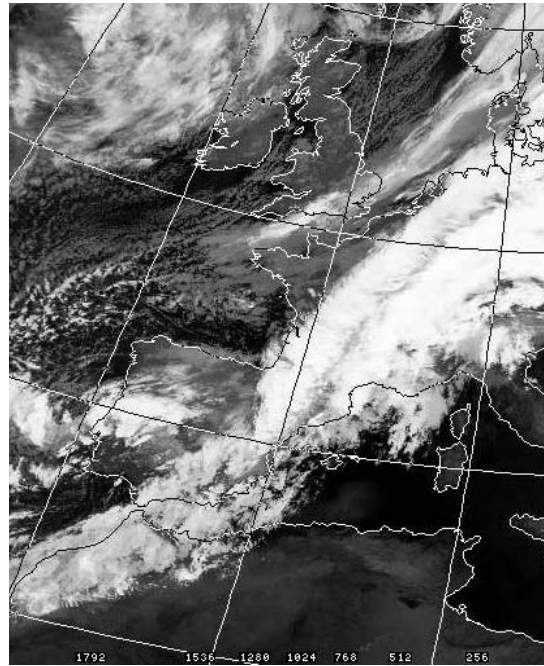
A : 11 novembre 1996 2h27 T.U.



B : 11 novembre 1996 18h35 T.U.



C : 12 novembre 1996 2h16 T.U.



D : 12 novembre 1996 18h14 T.U.

Figure 82 : Suivi satellitaire de l'épisode des 11-12 novembre 1996

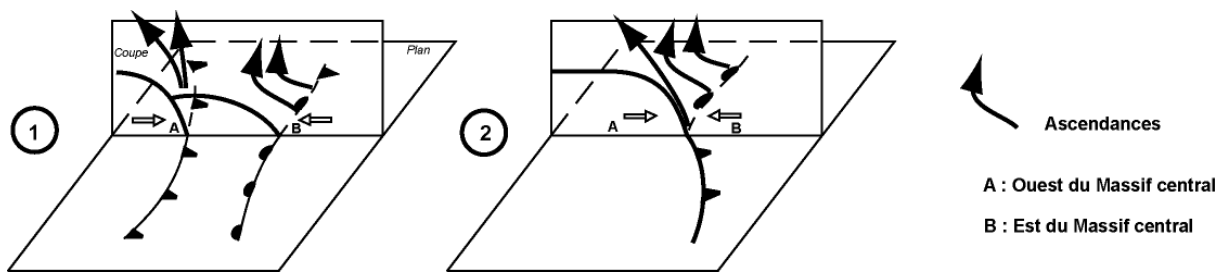


Figure 83 : Le blocage complexe observé dans la nuit du 11 au 12 novembre 1996 (d'après imagerie satellitale et BHER de Météo-France)

Hors des régions méditerranéennes, il ne fait aucun doute qu'une grosse part des chutes s'explique par ce blocage complexe. Dans les Cévennes, en revanche, l'exaltation des pluies est bien le produit d'un supplément d'instabilité lié à l'advection méditerranéenne.

En fait, pour la majorité du Massif central, et pour une grande partie de l'Auvergne, l'extension cévenole n'est, si l'on peut dire, qu'apparente. Même si on ne peut exclure totalement quelques intrusions plus lointaines, la masse méditerranéenne n'affecte le plus souvent que l'espace en périphérie proche des Cévennes (comme le sud-est de la Haute-Loire par exemple). L'instabilité frontale, en abolissant la subsidence orographique, prolonge seulement de quelques kilomètres vers le nord les précipitations méditerranéennes, avant que la masse ne se vide de son potentiel hydrique.

2.2.2. Les 4 et 5 novembre 1994

La séquence pluvieuse des 4 et 5 novembre 1994 n'est pas tout à fait comparable à la précédente, le blocage frontal s'étant effectué plus à l'ouest (figures 84 a et b).

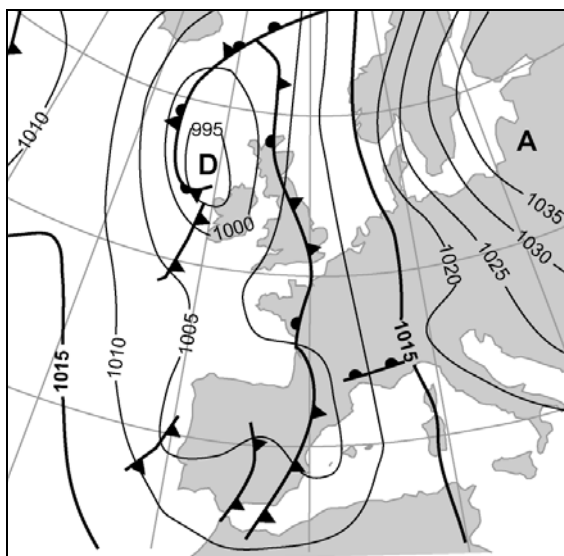


Figure 84a : 4/11/94 12h T.U.

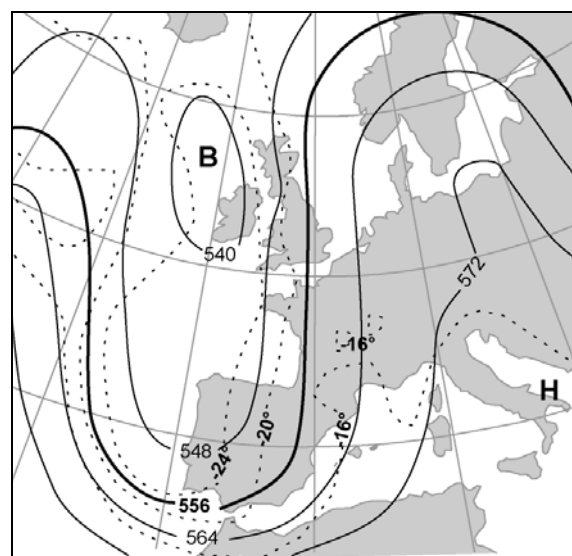


Figure 84b : 4/11/94 12h T.U.

Figure 84a : Situation météorologique au niveau du sol

Figure 84b : Configuration météorologique au niveau 500 hPa

Associée à une profonde aire dépressionnaire nord-sud, l'ondulation perturbée a évolué, en effet, de l'ouest des Pyrénées aux Iles Britanniques. Sa progression en 24 h a été faible puisque le 5 le système pluvio-nuageux, moins actif, se trouvait encore à l'ouest du Rhône. Les averses ont particulièrement intéressé l'ouest du Massif central, des Combrailles au sud de l'Aubrac, où le seuil des 80 mm a bien souvent été dépassé. Dans le massif du Cantal, les précipitations ont été encore plus abondantes, le pluviomètre du Lioran a, par exemple, enregistré 175 mm en deux jours, de même, il est tombé, dans la seule journée du 4, 100 mm à Murat. Bien sûr les Cévennes ont été les plus copieusement arrosées, toutefois, les cumuls n'ont pas atteint des niveaux très élevés puisque à l'exception de St-Sauveur-Camprieu (situé au sud-ouest de l'Aigoual) aucune station n'a reçu plus de 300 mm.

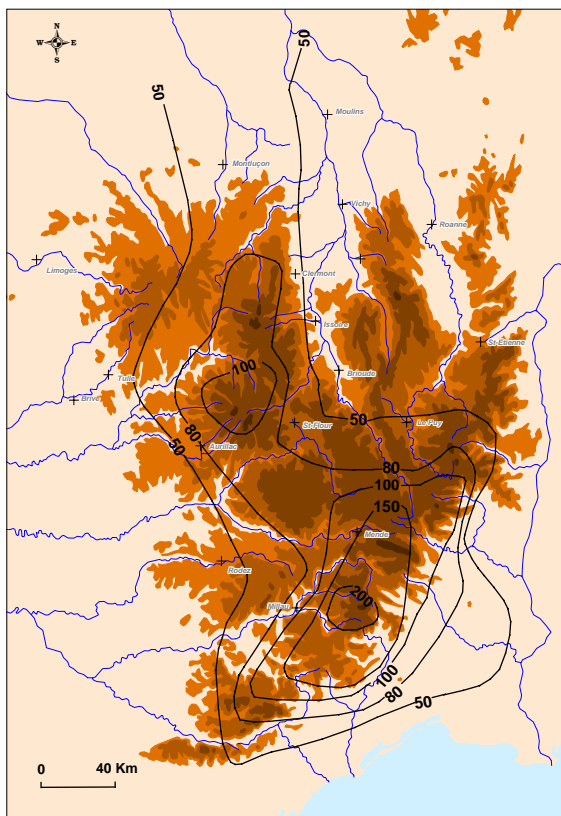


Figure 85 : Temps fort pluviométrique lié à l'épisode des 3 et 4 novembre 1994

La figure 85 qui rend compte de la distribution pluviométrique est particulièrement instructive. On peut constater que les isohyètes dessinent parfaitement l'emplacement du front, *grosso modo* du nord de Montluçon à la vallée du Tarn, et met de la même manière en évidence l'espace régional strictement concerné par le système méditerranéen cévenol.

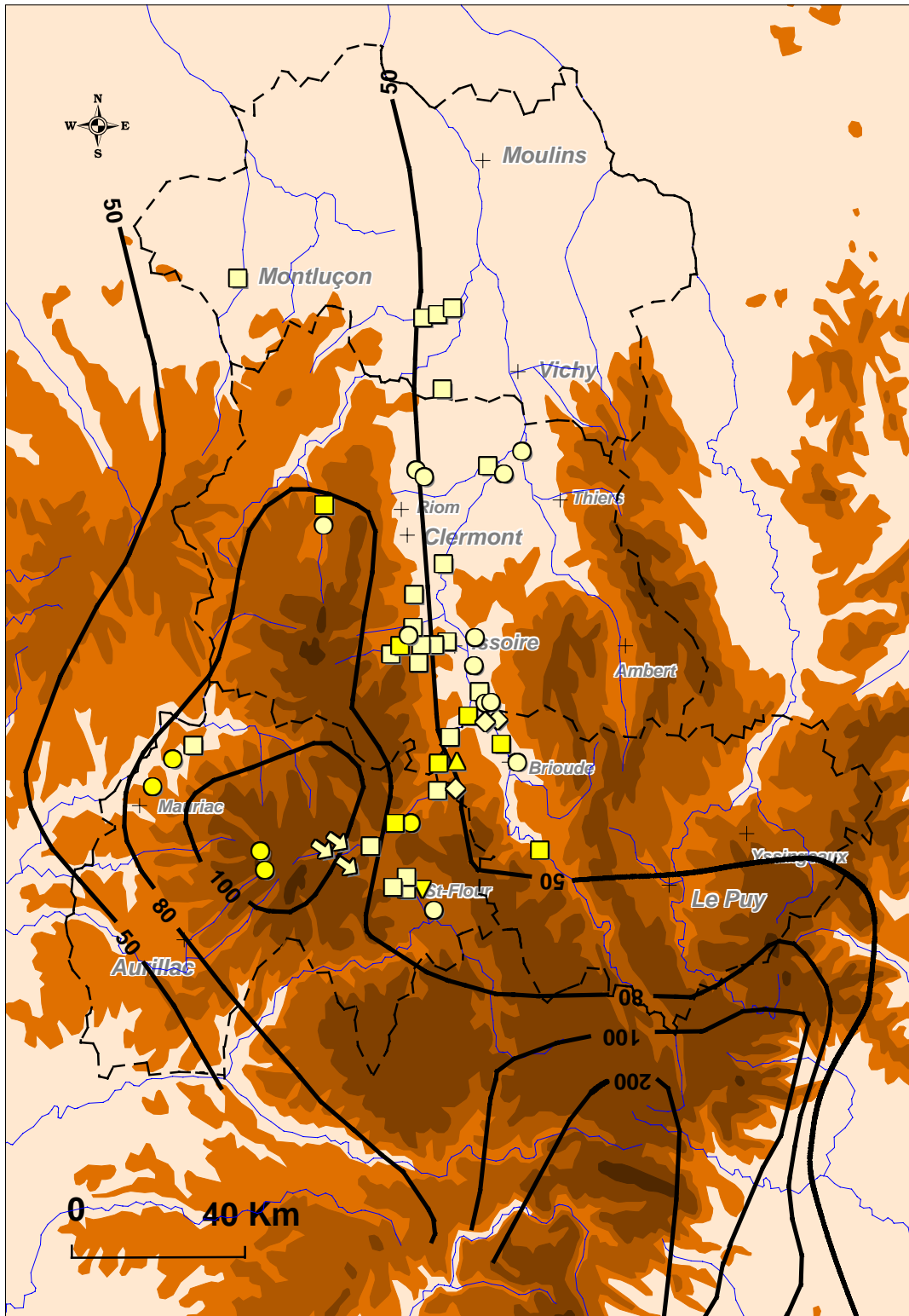
Les crues qui se sont déclenchées à la suite de ce temps fort pluviométrique ont surtout intéressé, en Auvergne, les affluents de rive gauche de l'Allier. L'Allagnon a, en particulier, enregistré des niveaux très élevés. A la station de Lempdes, un débit de 455 m³/s a été relevé le 5 à 12h, ce qui correspond à une durée de retour estimée entre 50 et 100 ans. Plus au nord, la Sioule et le Sioulet ont également connu une montée des eaux importante, toutefois, d'une durée de retour un peu moins longue puisque d'ordre vicennale.

Malgré la bonne alimentation de ces affluents, la crue de l'Allier est restée modérée. Il faut dire que les cumuls sur le bassin versant amont sont restés raisonnables (on a connu pire), de plus, les affluents de rive droite (par exemple, comme la Dore et les petits cours d'eau

descendant du Devès et du plateau de la Chaise-Dieu) n'ont que très peu réagi puisque moins concernés par les précipitations induites par le blocage frontal.

Par rapport à l'intensité de la crue, les excès de l'Allier ont, en revanche, été importants (figure 86). Il est vrai que les communes riveraines, à partir du brivadois, connaissent depuis les années soixante une urbanisation croissante qui a largement gagné le lit majeur de la rivière. Ainsi, à Langeac, les habitations de la « Plaine de Von » ont été inondées. Au nord-est de Brioude, les villages de Crespiat et de Cohade ont été en partis isolés. A la limite des départements de la Haute-Loire et du Puy-de-Dôme, six personnes ont été évacuées à Vézézoux et à Ste-Florine. Près de l'agglomération clermontoise, 200 habitations ont été inondées dans la commune de Cournon. Bien sûr, des excès ont également été signalés au bord des affluents de l'Allier. L'Allagnon a ainsi provoqué des problèmes à Neussargues, Blesle, Lanau, Lempdes. Les plus graves ont concerné les communes de Ferrières-St-Mary et de Massiac. A Ferrières, des voitures ont été emportées et à Massiac dans le secteur du Bouteirou, entièrement recouvert par les eaux, 5 personnes ont dû être hélitreuillées. Dans la vallée de la Sioule, les dégâts se sont essentiellement concentrés, d'une part, à Pontgibaud où 50 maisons et commerces ont été inondés et, d'autre part, à Gannat et Ebreuil. Dans ces deux dernières localités, les pompiers sont intervenus 132 fois pour régler des problèmes se produisant aussi sur de petites rivières comme l'Andelot et surtout la Bouble. Pas mal de difficultés se sont également présentées dans le pays des Couzes puisque à Lavarat 30 personnes ont dû être évacuées ; à Champeix, la place de la mairie a été submergée par 1,50 m d'eau et à St-Vincent, une coulée de boue a envahi les rues du village, enfouissant des voitures à hauteur de roue. Enfin, pour être complet, il faut mentionner les dommages qui ont été occasionnés par la crue de l'Ander dans l'agglomération et dans la basse ville de St-Flour. 16 résidences ont été affectées et des entreprises ont subi de graves dégâts

Cet épisode tire son originalité de la localisation des précipitations qui ont davantage touché l'ouest que l'est de l'Auvergne. Par conséquent, la Loire n'a pas connu, ici, de temps fort hydrologique à la différence de l'Allier qui a reçu le soutien des affluents descendant des Monts d'Auvergne et des Combrailles. Bien que fort, ce « coup d'eau » de l'Allier n'a pas été exceptionnel. Pourtant, en comparaison, l'importance des excès semble démesurée. On peut alors se demander quel serait l'impact d'une violente crue comparable à celles qui se sont produites sur ce même cours d'eau pendant le 19^{ème} siècle...



Conception et réalisation : F. Jubertie

Figure 86 : Episode combiné des 3 et 4 novembre 1994 : temps fort pluviométrique et excès

2.2.3. Les 17 et 18 mai 1999

Associé à une goutte froide localisée sur le golfe de Gascogne, le blocage frontal a, lors de l'épisode des 17 et 18 mai 1999 (figures 87 a et b), laissé des cumuls importants du massif de l'Aigoual aux plateaux du Velay.

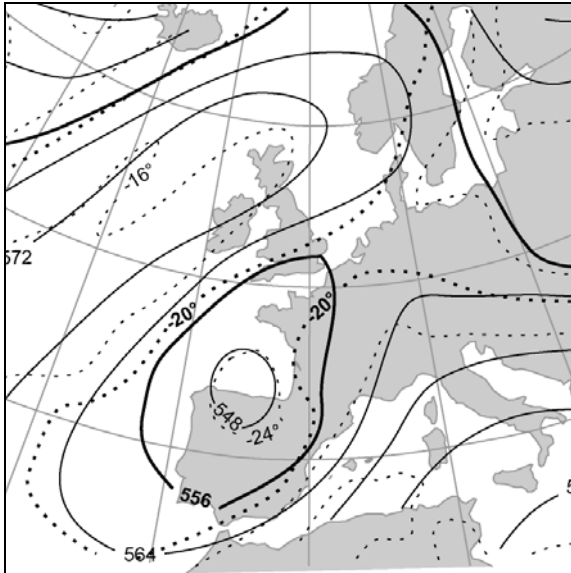


Figure 87a : 17/05/99 12h T.U.

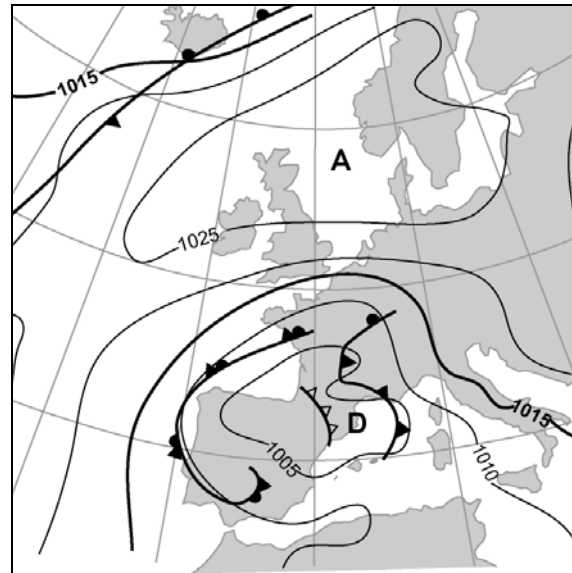


Figure 87b : 17/05/99 12h T.U.

Figure 87a : Situation météorologique au niveau du sol

Figure 87b : Configuration météorologique au niveau 500 hPa

Plus précisément, les tranches pluviométriques ont dépassé le seuil des 200 mm sur les Cévennes et ont été logiquement moins importantes dans le département de la Haute-Loire puisque comprises, souvent, entre 50 et 100 mm.

Comme on peut le noter sur la superbe image satellite du 17 mai à 18h18 (figure 88), le système frontal est associé à une puissante circulation de SSE donnant naissance à des nuages d'onde. Ces derniers sont visibles sous la forme de deux bandes légèrement divergentes au-dessus du Massif central. Dans le détail, il est possible d'observer, grâce à la forme des masses nuageuses, la convergence frontale qui s'effectue dans les basses couches au niveau du Golfe du Lion et des Cévennes, et la divergence qui s'organise au-dessus du Massif central où les pluies perdent peu à peu de leur activité.

Le renforcement des précipitations est, dans la nuit du 17 au 18, lié à une généralisation de la convergence sur l'ensemble du Massif. Cette évolution est bien traduite par l'imagerie radar (figure 89). Ainsi, on peut reconnaître à 19h20 les deux systèmes pluvieux correspondant aux deux bandes nuageuses divergentes. En début de nuit (entre 21h et 23h55), sous l'effet de la convergence, les précipitations, tout en s'intensifiant, se concentrent de plus en plus sur un espace linéaire. En cours de nuit et au petit matin, les chutes affectant toujours

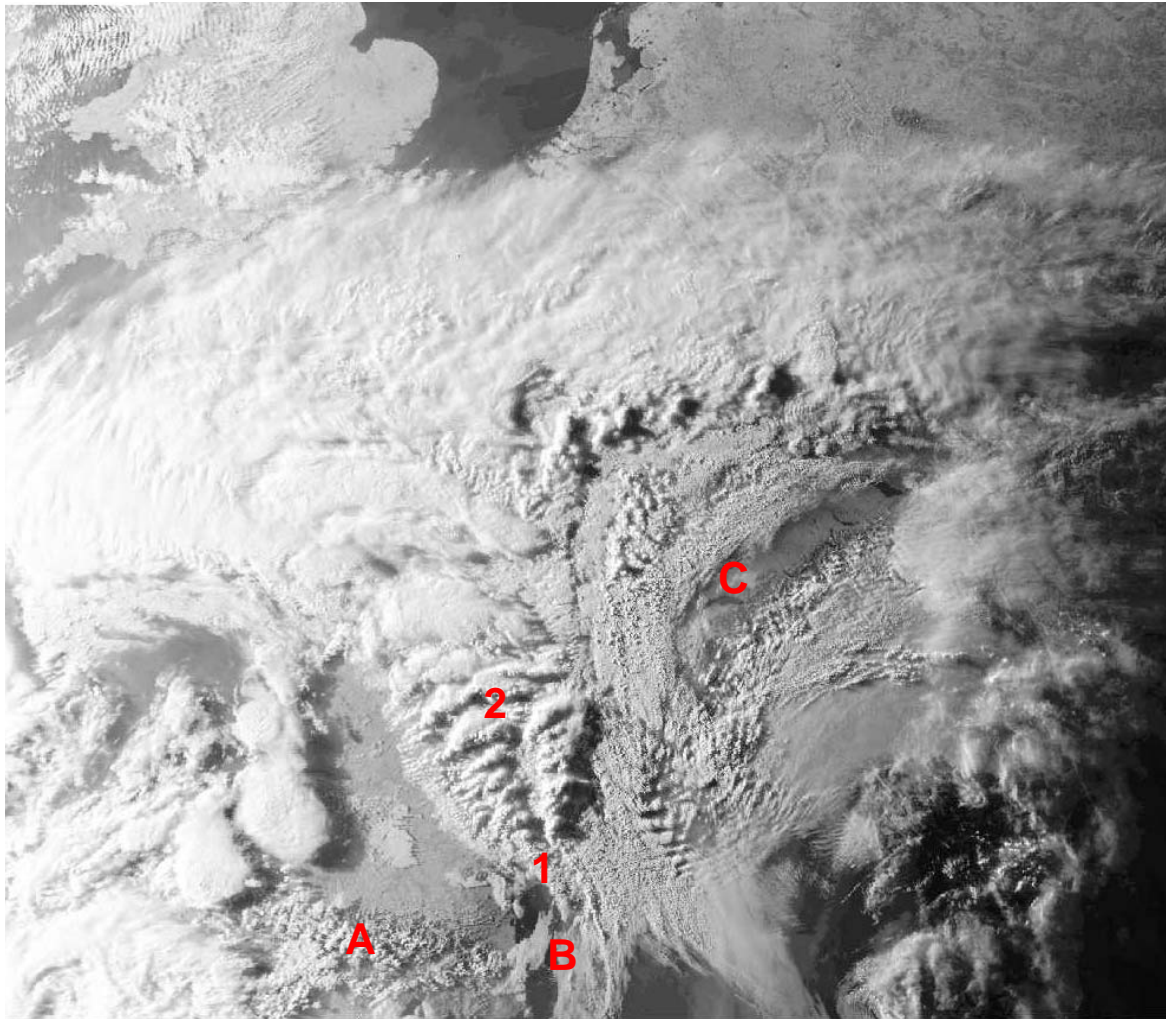


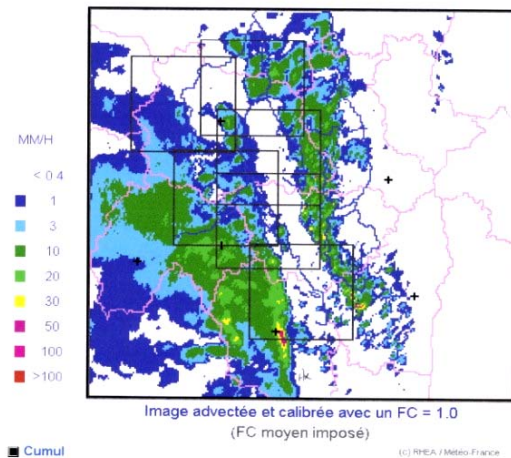
Figure 88 : Image NOAA-15 (canal 2 visible) du 17 mai 1999 à 18h18 T.U.

Le blocage frontal est associé à une rapide circulation de SSE créant ainsi des nuages d'ondes. On voit nettement, grâce à la forme et à l'orientation des masses nuageuses, la convergence se réaliser dans les basses couches sur le golfe du Lion et les Cévennes et la divergence s'organiser au-dessus du Massif central, où les pluies perdent peu à peu de leur activité.

- **Repères géographiques**
 - A** - Chaîne pyrénéenne
 - B** - Golfe du Lion
 - C** - Lac Léman
- **Caractéristiques aérologiques**
 - 1** - Forte convergence au pied des Cévennes
 - 2** - Divergence au-dessus du Massif central

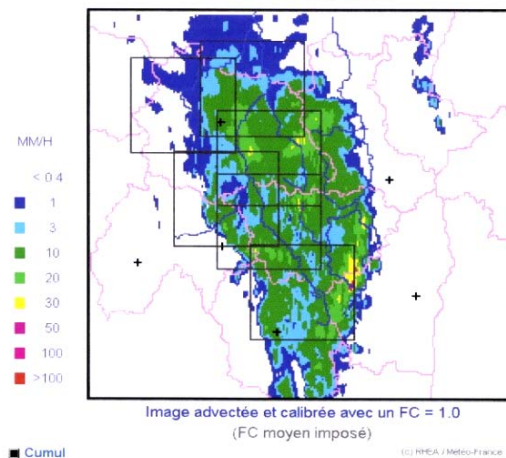
RADAR DE SEMBADEL Advecté calibré

17/05/1999 19:20 HL



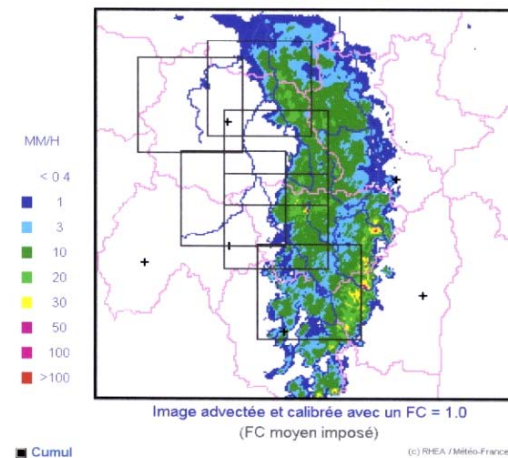
RADAR DE SEMBADEL Advecté calibré

17/05/1999 22:50 HL



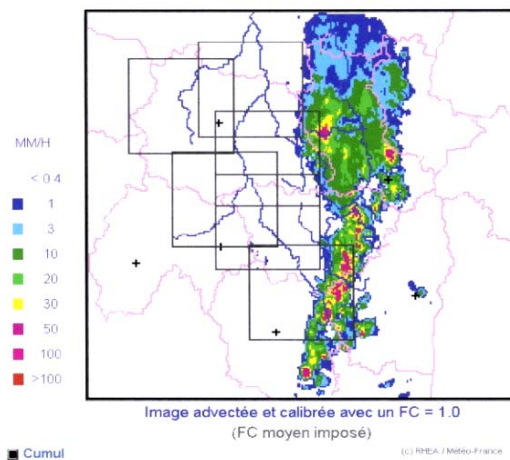
RADAR DE SEMBADEL Advecté calibré

17/05/1999 23:55 HL



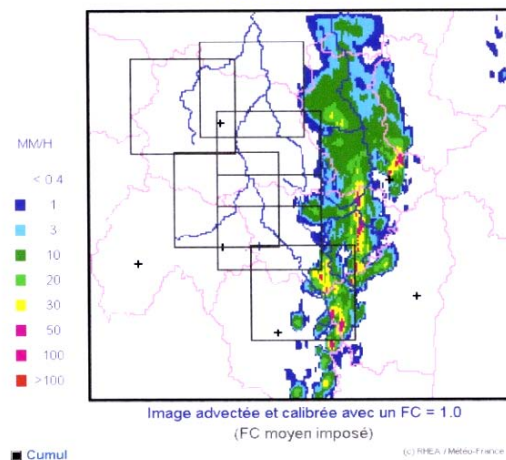
RADAR DE SEMBADEL Advecté calibré

18/05/1999 03:30 HL



RADAR DE SEMBADEL Advecté calibré

18/05/1999 05:00 HL



RADAR DE SEMBADEL Advecté calibré

18/05/1999 06:00 HL

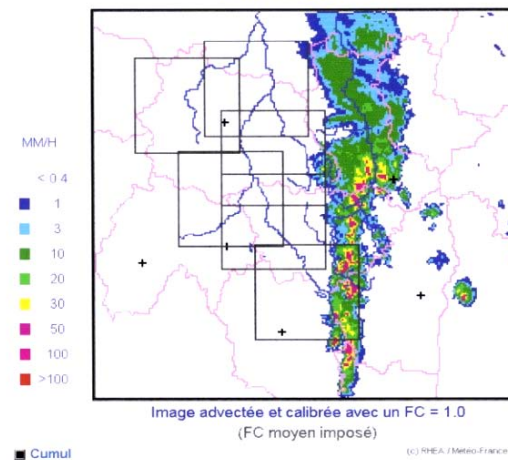


Figure 89 : Séquence pluvieuse des 17 et 18 mai 1999

le même secteur sont de plus en plus liées à des phénomènes convectifs qui ne faiblissent quasiment pas à l'intérieur du Velay (images de 3h30 et de 5h). Le dernier cliché est, sans doute, le plus remarquable et montre ainsi le moment où convergences et ascendances offrent leur activité maximale.

Une fois encore, il est très difficile de savoir quel a été l'impact de l'advection méditerranéenne dans la genèse de ce système pluvieux. Il est toutefois probable que l'apport n'a pas été, ici, négligeable au moins jusqu'au nord du Velay. La convergence et la rapidité de la circulation ont sans doute respectivement annihilé la subsidence orographique et véhiculé une rapide alimentation humide assez loin vers le nord.

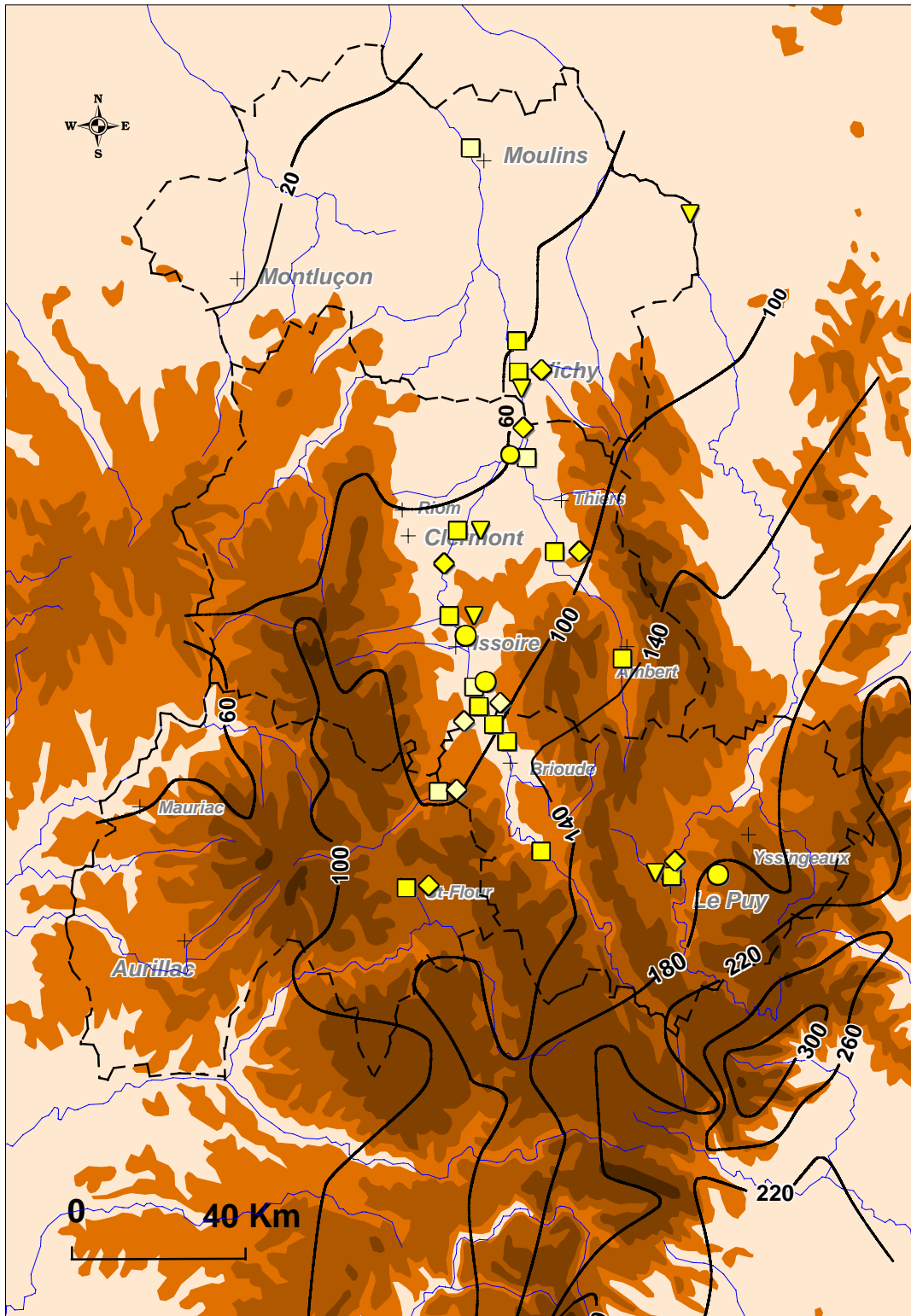
2.2.4. Les 1^{er}, 2, 3 décembre 2003

Le dernier épisode que nous présentons fut remarquable par sa durée et son étendue. Durant 3 jours, sur un espace allant de l'ouest de l'Hérault, à la Loire et aux Bouches-du-Rhône (soit sur environ 25 000 km²), les tranches pluviométriques ont le plus souvent dépassé le seuil des 150 mm ; les Cévennes ayant reçu les plus gros abats avec un maximum d'environ 350 mm en Haute-Ardèche. Vu l'ampleur spatiale des fortes précipitations, de nombreux cours d'eau du sud-est de la France ont franchi leur cote d'alerte. La crue du Rhône fut, par exemple, impressionnante avec un débit de 12 000 m³/s à Beaucaire, en raison, entre autres, du soutien des affluents provenant du Massif central, comme le Gier, l'Eyrieux, l'Ardèche. Ce temps fort hydrométéorologique aurait provoqué quelque 100 000 sinistres dans les entreprises et chez les particuliers et serait, au dire des compagnies d'assurances, l'événement le plus coûteux pris en charge dans le cadre du régime des « catastrophes naturelles » depuis son instauration en 1982. La totalité des excès représenterait un coût compris entre 800 millions et 1 milliard d'Euros pour le marché de l'assurance.

L'ensemble de l'Auvergne n'a pas été épargné par ces intempéries puisque les cumuls ont souvent encore été compris entre 50 et 200 mm (avec un maximum de 250 mm à St-Paul-de-Tartas, dans le sud de la Haute-Loire). Aussi, et à la différence des épisodes précédents déjà étudiés, les crues ont, ici, intéressé simultanément les bassins versants de la Loire et de l'Allier. Nous verrons que les pluies ont été liées à un blocage aérologique et frontal si efficace que plusieurs processus pluviogènes sont apparus à des échelles variées.

2.2.4.1. L'ensemble des bassins versants de la Loire et de l'Allier touché par le temps fort

L'abondance pluviométrique liée à cet épisode apparaît clairement à la lecture de la figure 90. A l'exception des Combrailles et d'une grande partie du département de l'Allier, aucun poste n'a, en effet, enregistré, en Auvergne, une lame inférieure à 60 mm. Si l'extension du



Conception et réalisation : F.Jubertie

Figure 90 : Episode combiné des 1^{er}, 2, 3 décembre 2003 : temps fort pluviométrique et excès

temps fort pluviométrique a été importante, on peut en revanche noter que les cumuls n'ont pas été extrêmement copieux sur les plateaux et les versants méridionaux cévenols. De la même manière, les chutes observées au niveau des sources de la Loire et de l'Allier sont restées loin derrière les records établis en 1980. C'est finalement une chance car, plus actives, les précipitations auraient pu conduire à des crues plus graves.

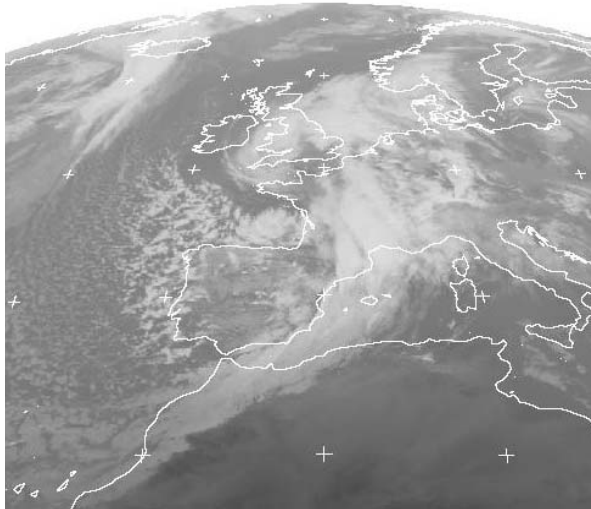
Au total, pour l'Allier, les débits (de 660 m³/s à Vieille-Brioude) ont été estimés d'une durée de retour de 10 à 15 ans en amont, et de 20 à 30 ans plus en aval puisque la crue s'y est propagée sans perdre de son intensité (elle fut de 1700 m³/s à Vic-le-Comte et à St-Yorre). Fort logiquement, les crues furent également importantes sur les affluents, en particulier, sur l'Allagnon et la Dore. Pour autant, elles furent un peu inférieures, pour le premier, à celle de 1994 et, pour le second, à la crue océanique de mars 1988. De nombreux cours d'eau secondaires descendant du Cantal, de la Margeride, du Forez et des Bois Noirs ont également connu des pointes de crue qui ont atteint une fréquence proche ou supérieure à la décennie. Le temps de retour de la crue de la Loire a été semblable à celui de l'Allier. En amont, avec un débit de 460 m³/s à Goudet, il a dépassé le temps de retour de 10 ans ; en aval, avec un débit de 850 m³/s à Chadrac et de 1700 m³/s à Bas-en-Basset, il a été d'environ 30 ans.

2.2.4.2. Différents processus pluviogènes

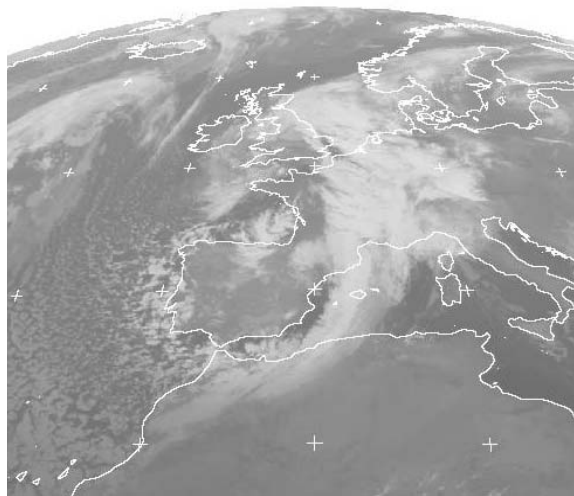
L'activité pluvieuse de cet épisode a pu se maintenir sur un laps de temps aussi long, en raison de la grande stationnarité d'une vaste structure dépressionnaire, centrée de la Bretagne à l'Ibérie, qui a entretenu une circulation d'origine méridionale et très chargée en eau persistante sur un grand quart sud-est de la France. A ce blocage, très efficace, sont venus se greffer divers processus pluviogènes qui ont fait varier l'intensité et la localisation des chutes durant ces trois jours.

La première image satellite du 1^{er} décembre à 14 h T.U. (figure 91a) montre d'emblée la forte convergence qui s'opère de la Méditerranée à une grande partie de la France. La masse nuageuse la plus épaisse, qui s'étire du golfe du Lion au centre-est, borde le versant oriental d'une puissante vallée axée des Iles Britanniques au Maroc. A 22h30 T.U. (figure 91b), le même jour, on constate la faible évolution de la structure dépressionnaire qui se bloque totalement. L'air froid, qui a envahi toute la Péninsule Ibérique (sauf la Catalogne) poursuit son parcours vers l'Afrique du Nord, tandis que l'air chaud, toujours pris dans une circulation très convergente (on note pour preuve l'aspect effilé des formations nuageuses), affecte encore le centre-est et le sud-est de la France. Le système perturbé fait donc du sur-place

(figure 91c). Au soir du 2 décembre, de nombreux postes ont déjà relevé plus d'une centaine de millimètres.



A : 1^{er} décembre 2003 14h00 T.U.



B : 1^{er} décembre 2003 23h30 T.U.



C : 2 décembre 2003 14h00 T.U.



D : 3 décembre 2003 9h00 T.U.

Figure 91 : Suivi satellitaire de l'épisode combiné des 1^{er}, 2, 3 décembre 2003

Dans la nuit du 2 au 3, la structure dépressionnaire, à présent isolée (la vallée a évolué en une goutte froide), se décale légèrement vers l'ouest et favorise ainsi une nouvelle advection méridionale de sud-sud-est qui repousse l'air froid présent plus à l'ouest. Associé à cette poussée, se forme à partir de 6h T.U., sur le département de l'Hérault, un paquet orageux prenant très vite la physionomie d'un système en V. Fidèle à sa réputation, il a été à l'origine d'une puissante averse qui a déversé 129 mm en 6h sur la ville de Montpellier. Mais le plus étonnant, c'est que le système - que l'on voit fort bien sur l'image du 3 à 9h T.U. (figure 91d)

- a quelque peu débordé de son champ d'action traditionnel et a intéressé une grande partie du Massif central. Compte tenu de l'orientation progressive au sud-est du virulent courant d'altitude, les pluies ont surtout concerné un axe partant de l'Aigoual et des Causses et allant jusqu'aux monts d'Auvergne. Le système en V apparaît d'ailleurs clairement sur la carte de détection de l'activité électrique (figure 92) enregistrée ce 3 décembre de 0h à 9h T.U.. On observe, ainsi, une véritable pénétration de l'activité orageuse sur le Massif central entre 9h et 10h T.U. du matin².

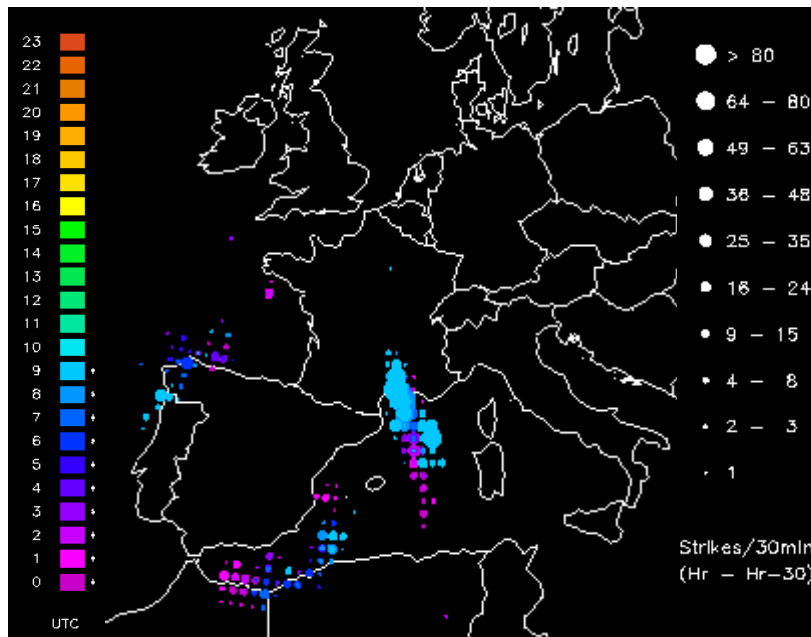


Figure 92 : Détection de l'activité électrique le 3 décembre de 0h à 9h T.U.

La fin de la séquence pluvieuse intervient dans l'après-midi du 3 sur le Massif central, plus tardivement autour du golfe du Lion. Cet affaiblissement est lié essentiellement à la remontée des pressions à tous niveaux (provoquant la fin de la convergence), ainsi qu'au fort recul vers l'ouest de l'air froid qui était présent en altitude (provoquant la fin de l'instabilité).

² Les couleurs correspondent à l'évolution temporelle de l'activité orageuse, alors que le diamètre des disques traduit la fréquence de l'activité électrique sur un maillage d'environ 50 km.

Conclusion

Nous avons, en présentant ces quelques épisodes, tenté d'exposer l'ensemble des causes qui favorise le déclenchement des fortes pluies cévenoles ainsi que leur extension sur une plus ou moins grande partie de l'Auvergne. Le tableau 26 qui retrace l'ensemble de ces facteurs se compose de deux parties : la première montre les divers mécanismes qui sont nécessaires à l'apparition de fortes chutes dans le cadre strict des Cévennes, la deuxième regroupe les conditions favorisant les extensions. On constate, ainsi, que le poids du milieu géographique, important dans le système cévenol, s'efface avec les extensions au profit, quasi exclusif, des facteurs aérologiques. Pour l'Auvergne, la genèse du temps fort peut dépendre des contrastes massifs observés dans les basses couches et plus sûrement de l'importance du blocage frontal, de l'instabilité verticale de l'air et des convergences, seuls capables de réduire notablement l'effet d'abri.

Il est intéressant de remarquer que les versants méridionaux des Cévennes ne reçoivent pas toujours lors des extensions des chutes « extrêmes ». Certes, en 1996, la barre des 500 mm a été franchie dans la vallée de l'Ardèche ; mais en 1994 et en 2003, les cumuls sont restés loin des records. A l'inverse, certains épisodes qui ont simplement concerné l'espace cévenol sont parfois parvenus à générer des chutes très copieuses.

La localisation des crues et des excès est, en Auvergne, totalement dépendante des extensions pluviométriques. Au cours de ce chapitre, nous sommes parvenu à en dégager 4 grands types (figures 93 a et b). Nous avons tout d'abord vu, grâce aux exemples des 20 et 21 septembre 1980 et des 19 et 20 octobre 2001 (**A**), que de violentes intrusions pluvieuses peuvent atteindre la bordure sud-orientale de la région. Les intensités maximales, liées à un système convectif très puissant, sont capables de se produire sur les hauts bassins versants de l'Allier et de la Loire. Si pour le premier cours d'eau, le temps fort hydrologique est rapidement amorti et reste peu dommageable, il en est tout autrement sur le second où l'alimentation des affluents soutient la crue plus en aval jusque dans les secteurs urbanisés.

La localisation des fortes chutes est, pour les deux types suivants, liée au maintien d'un système perturbé ondulant. Selon sa position, il affecte largement, soit l'est de la région (donc le bassin versant de la Loire) comme dans le cas des 11 et 12 novembre 1996 (**B**), soit l'ouest (donc le bassin versant de l'Allier) comme dans l'exemple des 4 et 5 novembre 1994 (**C**). Enfin, le dernier cas correspond à l'extension cévenole la plus vaste car induite par un blocage frontal intéressant l'ensemble du Massif central. Comme en décembre 2003, la généralisation

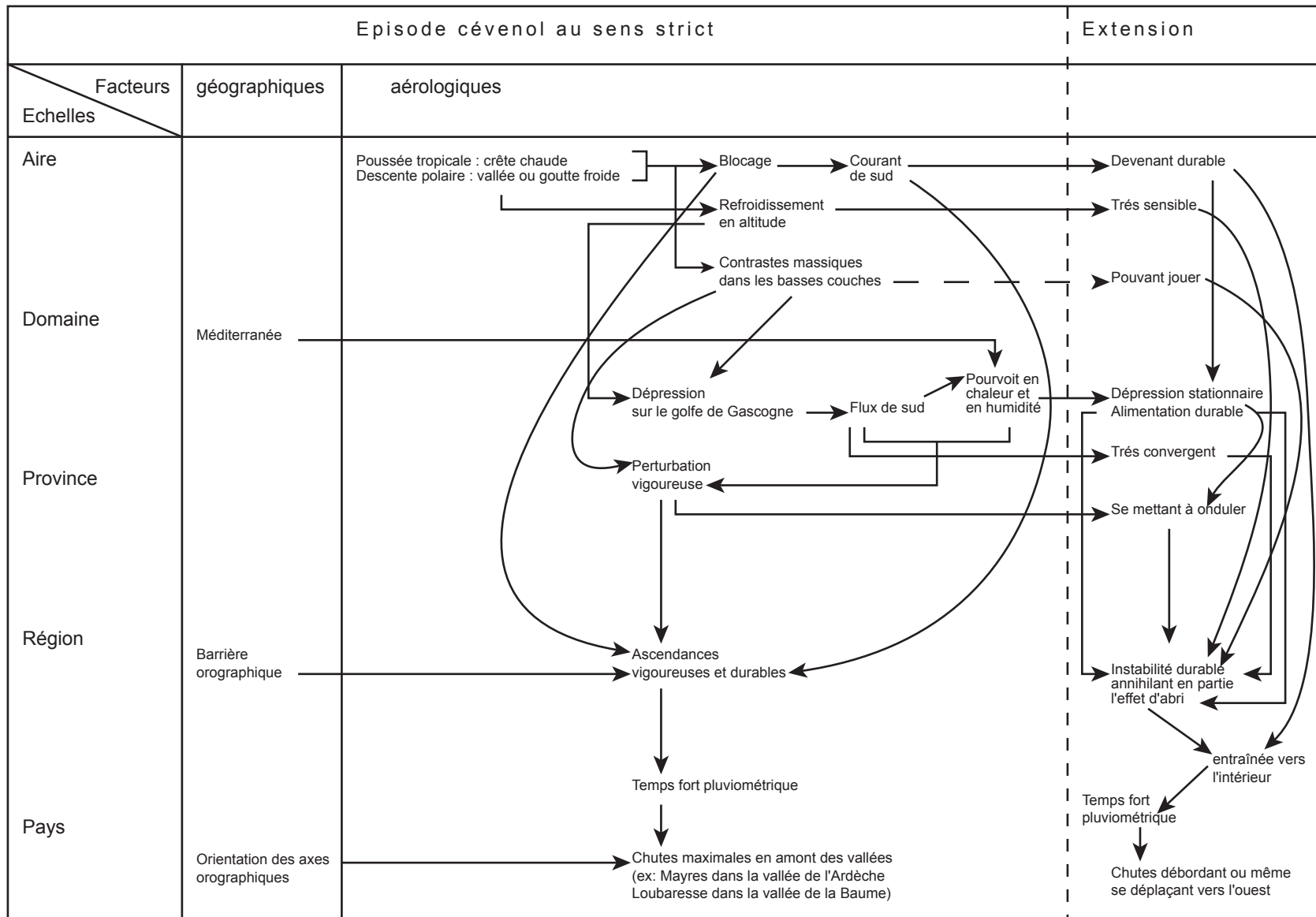
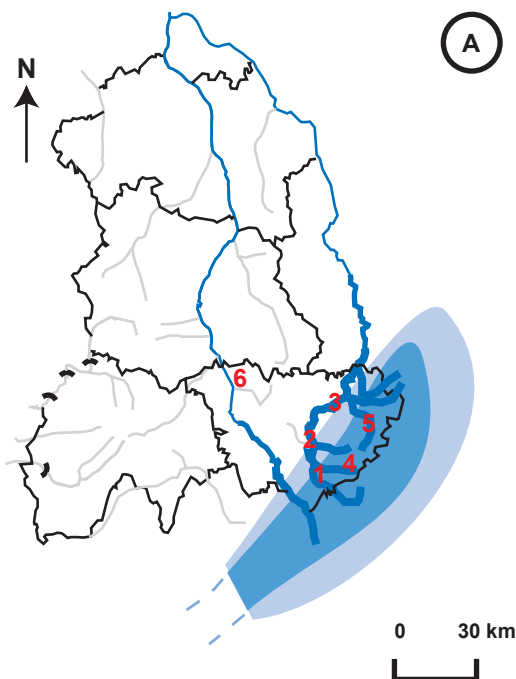


Tableau 26 : Synthèse des divers mécanismes aérogiques et géographiques favorisant la production des temps forts pluviométriques cévenols et leurs extensions sur le Massif central



(A)

Système cévenol très intense mais extension limitée dans l'espace

Exemples des 20 et 21 septembre 1980 et des 19 et 20 octobre 2001

Crue concernant principalement la Loire et ses affluents de rive droite
Crue importante de l'Allier dans son cours amont mais s'atténuant rapidement en raison de l'absence d'alimentation de ses affluents

Lieux concernés par les excès

Sur la Loire

- 1- secteur amont (Goudet, Cussac)
- 2- secteur de Brives-Charensac (Coubon, Brives, Le Monteil-Chaspinhac, Chadrac)
- 3- secteur "aval" (Lavoûte/Loire, St-Vincent, Vorey, Chamalières/Loire, Retournac, Pont-de-Lignon, Bas, Aurec)

Sur la Gazeille

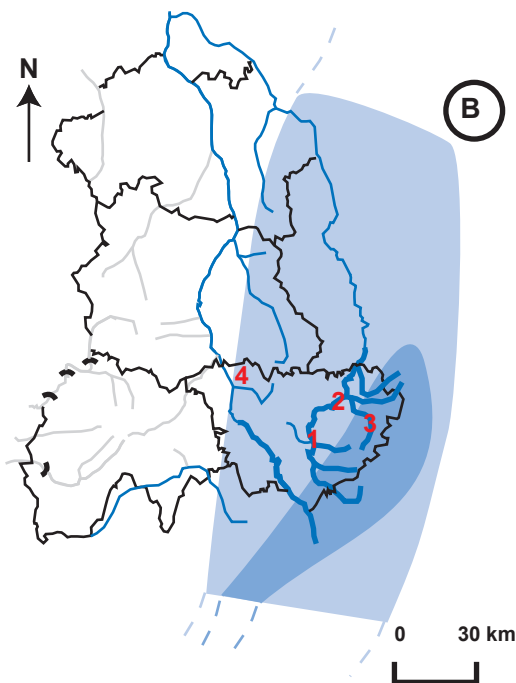
- 4- secteur du Monastier

Sur le Lignon

- 5- secteur du Chambon/Lignon et de Tence

Sur l'Allier

- 6- secteur du brivadois-langeadois (Langeac, Brassac-les-Mines)



(B)

Extension cévenole liée à un blocage frontal sur l'est du Massif central. Noyau pluviométrique principal sur les Cévennes

Exemple des 11 et 12 novembre 1996

Crues intéressant principalement la Loire et ses affluents de rive droite
Crue importante de l'Allier dans son cours amont et restant relativement importante en aval en raison d'une assez forte alimentation de ses affluents de rive droite

Lieux concernés par les excès

Sur la Loire

- 1- secteur de Brives-Charensac (Coubon, Brives, Le Monteil-Chaspinhac, Chadrac)
- 2- secteur "aval" (Vorey, Pont-de-Lignon, Bas, Aurec)

Sur le Lignon

- 3- secteur du Chambon/Lignon et de Tence

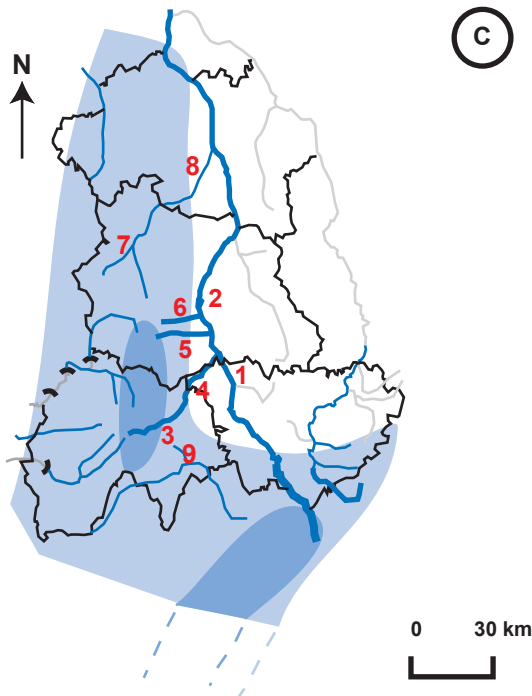
Sur l'Allier

- 4- secteur du brivadois-langeadois (Langeac, Brassac-les-Mines)



Temps fort pluviométrique de plus en plus intense

Figure 93a : Dépendance de la localisation des crues et des excès par rapport à la localisation du temps fort pluviométrique cévenol et son éventuelle extension



C

Extension cévenole liée à un blocage frontal sur l'ouest du Massif central. Noyau pluviométrique principal sur les Cévennes, noyau secondaire plutôt sur le sud des Monts d'Auvergne

Exemple des 3 et 4 novembre 1994

Crue intéressant principalement l'Allier et ses affluents de rive gauche
Crue plus ou moins importante de la Loire dans son cours amont mais s'amortissant vite en aval en raison d'une mauvaise alimentation de ses affluents

Lieux concernés par les excès

Sur l'Allier

- 1- secteur du brivadois-langeadois (Langeac, Cohade, Vézezeux, Ste-Florine, Brassac-les-Mines, Auzat)
- 2- secteur de l'agglomération clermontoise (Courmon)

Sur l'Allagnon

- 3- secteur amont, massif du Cantal (Murat, Neussargues, Ferrières-St-Mary)
- 4- secteur aval (Massiac, Blesle, Babory-de-Blesle, Lanau, Lempdes)

Sur les Couzes

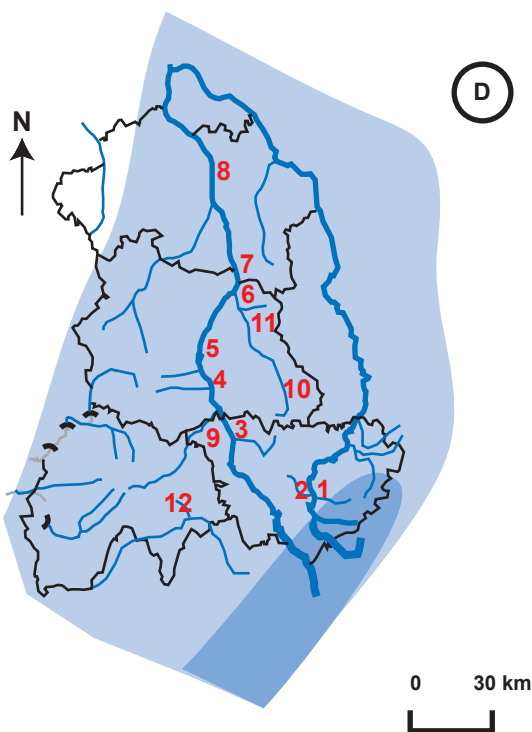
- 5- secteur de la Couze Pavin (St-Floret, Tourzel-Ronzières, St-Cirgues, Meilhaud, Perrier)
- 6- secteur de la Couze Chambon (Champeix)

Sur la Sioule

- 7- secteur amont (Pontgibaud)
- 8- secteur aval + affluents secondaires (Gannat, Ebreuil, Chantelle, Chareil-Cintrat, Fourilles)

Sur l'Ander

- 9- secteur de St-Flour (St-Flour, Andelat, Roffiac, St-Georges)



D

Extension cévenole liée à un blocage frontal généralisé à l'ensemble du Massif central. Noyau pluviométrique principal sur les Cévennes, noyaux pluviométriques secondaires possibles de manière aléatoire surtout sur le sud de la région

Exemple des 1er, 2, 3 décembre 2003

Crue concernant l'Allier et la Loire, plus ou moins importante en amont selon l'intensité du noyau pluviométrique cévenol et s'amortissant plus ou moins rapidement en aval selon l'importance des crues touchant les affluents

Lieux concernés par les excès

Sur la Loire

- 1- secteur de Brives-Charensac (Le Monteil-Chaspinhac, Chadrac)

Sur la Borne

- 2- secteur du Puy (Espaly, Aiguilhe, Le Puy)

Sur l'Allier

- 3- secteur du brivadois-langeadois (Langeac, Cohade, Ste-Florine, Brassac-les-Mines, Jumeaux, Auzat)
- 4- secteur d'Issoire (Coudes, Parentignat)
- 5- secteur de l'agglomération clermontoise (Pont-du-Château, Courmon)
- 6- confluence Allier-Dore (Puy-Guillaume, Ris, St-Priest-Bramefand, St-Sylvestre-Pragoulin)
- 7- secteur de l'agglomération vichyssoise (St-Yorre, Hauterive, Abrest, Bellerive, Vichy, St-Germain-des-Fossés)
- 8- secteur de Moulins

Sur l'Allagnon

- 9- Massiac, Lempdes

Sur la Dore

- 10- secteur d'Ambert
- 11- secteur de Thiers-Courpière

Sur l'Ander

- 12- secteur de St-Flour



Temps fort pluviométrique de plus en plus intense

Conception et réalisation : F.Jubertie

Figure 93b : Dépendance de la localisation des crues et des excès par rapport à la localisation du temps fort pluviométrique cévenol et de son extension

des précipitations provoque la conjugaison des crues sur l'Allier et la Loire. Du coup, les excès dans le type **D** combinent en quelque sorte ceux présents en **B** et en **C**.

Même si dans ces dernières décennies les extensions cévenoles ont parfois été remarquables, il semble qu'il y ait une forme qui ne se soit pas produite : celle qui associe à la fois un blocage frontal généralisé (type **D**) à un système convectif très intense qui concerne les sources de l'Allier et de la Loire (type **A**). Cette situation (**A+D**) se produira tôt ou tard. Les grandes crues du 19^{ème} siècle, comme celle de 1866, qui ont généré de graves excès sur les bassins versants des 2 principaux cours d'eau auvergnats, trouvent d'ailleurs certainement leur origine dans ce contexte. On peut alors se demander ce que produirait un tel événement aujourd'hui surtout au niveau de l'Allier où l'absence d'importantes crues durant le 20^{ème} siècle (à la différence de la Loire) n'a pas favorisé l'éveil d'une vraie politique de prévention.

Chapitre VI

Les retours d'est et leurs conséquences

1. Un système pluvieux généré par la cyclogénèse méditerranéenne
2. Processus et fonctionnement

Les météorologues désignent conventionnellement par « retour d'est » tout système pluvieux qui, comme son nom l'indique, effectue un retour par l'est ou le sud-est parce que propulsé par une petite dépression méridionale en cours de creusement. Sur le Massif central, comme sur la quasi-totalité du sud de la France, le retour d'est est, de ce fait, fréquemment lié à la cyclogénèse méditerranéenne. Toutefois, si le système apporte des lames parfois abondantes, du Lyonnais aux Pyrénées, son efficacité reste bien moindre qu'au niveau du Languedoc-Roussillon ou de la Provence. En clair, hors de ses origines, le retour d'est perd en grande partie sa spécificité méditerranéenne, mais conserve, néanmoins, certains facteurs aérologiques favorisant le déclenchement des précipitations. Nous allons, dans ce petit chapitre, tenter d'individualiser ces mécanismes instabilisateurs. Nous présenterons, tout d'abord, les principales caractéristiques en nous basant sur un épisode, puis nous approfondirons notre démonstration toujours à l'aide d'exemples.

1. Un système pluvieux généré par la cyclogénèse méditerranéenne

Tout comme le système cévenol, qui s'établit dans une circulation méridienne de sud, le retour d'est appartient à ces phénomènes types capables d'engendrer de fortes précipitations dans les régions méditerranéennes. Toutefois, les abats pluvieux peuvent, ici, concerner simultanément d'autres secteurs du midi méditerranéen car ils sont induits par des systèmes perturbés et dépressionnaires formés à l'échelle provinciale. La marge nord de cette cyclogénèse peut, également, intéresser l'ensemble du Massif central, mais, là aussi, d'autres régions auront, au même moment, de grandes chances d'être touchées comme, par exemple, le sud-ouest français.

Avant d'étudier les processus générant les précipitations à l'extérieur de l'espace méditerranéen, nous allons, tout d'abord, présenter les principales caractéristiques du retour d'est et tenter d'analyser les différentes étapes de sa genèse.

1.1. L'élaboration du système

L'exemple que nous présentons, celui des 22, 23 et 24 septembre 1993, ne doit pas être exactement considéré comme un modèle, mais doit être plutôt vu comme une des possibilités d'enchaînement aérologique conduisant à la formation de la dépression méditerranéenne et au retour d'est.

La cyclogénèse ne peut s'envisager que dans une circulation à méandres favorisant les grands échanges massiques méridiens. L'arrivée de l'air froid au-dessus de la Méditerranée est, en particulier, essentiel. Comme le précise Vigneau (1986, p.283) : « la poussée froide est

décisive en ce qu'elle sert de point d'appui à la mise en place du vortex ». Dans notre exemple du 22 septembre à 12h (figure 94a), on peut voir que la coulée, avant d'atteindre pleinement la Méditerranée, s'effectue des Iles Britanniques à l'Ibérie. La situation au sol est ainsi comparable à celles étudiées dans le chapitre précédent. Une ondulation méridienne associée à une circulation de sud sépare, plus ou moins distinctement, l'air froid, à l'ouest, de l'air chaud qui, par compensation, remonte à l'est. Un épisode combiné est observé sur le Massif central ; plus de 300 mm sont ainsi enregistrés sur les Cévennes en 24h (du 22, 6h, au 23, 6h).

Bien sûr, tous les retours d'est n'apparaissent pas forcément après un épisode combiné. Le tableau 27 montre que d'autres situations et configurations peuvent aussi précéder l'apparition des temps forts.

Dans la journée du 23, on peut constater que la vallée est coupée de son alimentation froide et une goutte s'isole sur l'est de l'Espagne (figure 94b). Cette goutte favorise le creusement dépressionnaire au niveau des Baléares, creusement que l'on note clairement sur l'image satellite du 23 à 14h44 (figure 95).

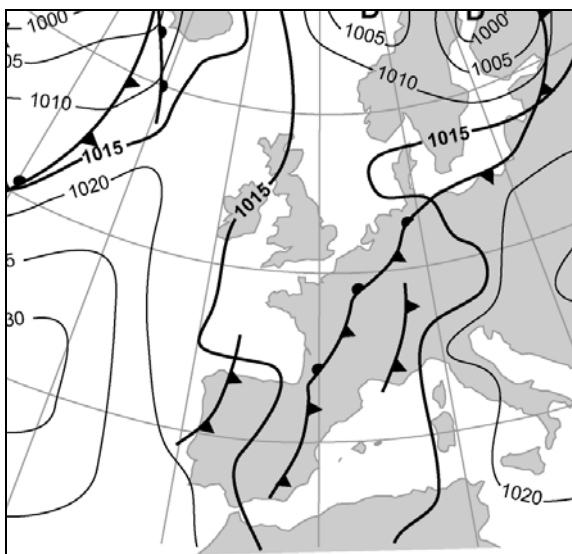


Figure 94a : 22/09/93 12h T.U.

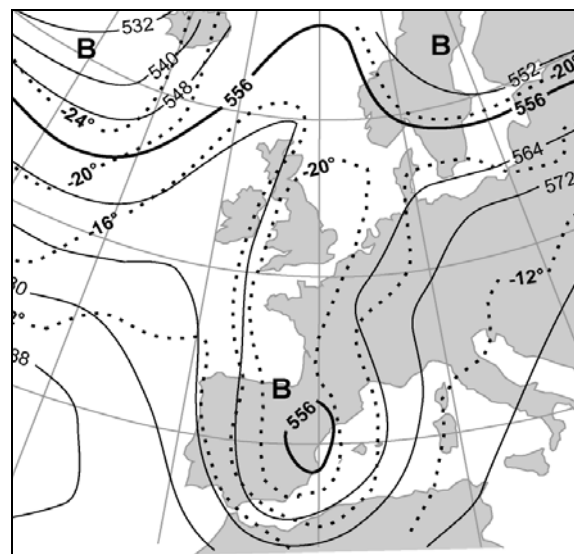


Figure 94b : 23/09/93 12h T.U.

Figure 94a : Situation météorologique au niveau du sol

Figure 94b : Configuration météorologique au niveau 500 hPa

Date du temps fort	Configuration précédant l'épisode	Situation précédant l'épisode
7 novembre 1962	Vallée froide sur le proche Atlantique	Flux de sud avec front ondulant
20 mai 1968	Vallée froide arrivant par le nord de la France	Flux de nord-est anticyclonique
27 avril 1969	Vallée froide sur le proche Atlantique	Flux de sud avec front ondulant
8 octobre 1970	Vallée froide sur le proche Atlantique	Flux de sud avec front ondulant
22 juin 1973	Goutte froide sur la France se déplaçant vers le sud-est	Petite dépression sur la France Flux indéfini
2 octobre 1973	Vallée froide arrivant par le nord de la France qui s'isole en goutte sur la Péninsule Ibérique	Flux de nord instable
29 avril 1974	Vallée froide englobant toute l'Europe occidentale	Vaste dépression sur toute l'Europe de l'ouest
3 mai 1977	Vallée froide sur le proche Atlantique	Flux de sud avec front ondulant
6 mai 1985	Vallée froide sur le proche Atlantique	Flux de sud avec front ondulant
7 avril 1986	Vallée froide à petite longueur d'onde localisée du Portugal à la Scandinavie	Flux de Nord-est plutôt anticyclonique
4 mai 1987	Vallée froide arrivant sur le nord de la France qui s'isole rapidement en goutte en descendant vers le sud	Flux de nord instable
4 février 1994	Vallée froide englobant toute l'Europe occidentale	Vaste dépression sur toute l'Europe de l'ouest
23 septembre 1994	Vallée froide arrivant par le nord de la France qui s'isole en goutte sur la Péninsule Ibérique	Aire dépressionnaire médiocrement creusée sur la France et l'Espagne. Flux indéfini
7 juillet 1996	Vallée froide arrivant par le nord de la France	Flux de Nord-ouest instable, puis dépression se creusant sur le golfe de Gascogne

Tableau 27 : Configurations et situations aérologiques observées sur le Massif central avant le début de la cyclogénèse méditerranéenne

Si les structures associant vallée froide sur le proche Atlantique (avec courant de sud) et flux de sud avec front ondulant sont majoritaires, puisque s'étant produites à 5 reprises, on peut constater qu'il en existe d'autres combinant des configurations et des situations assez variées.

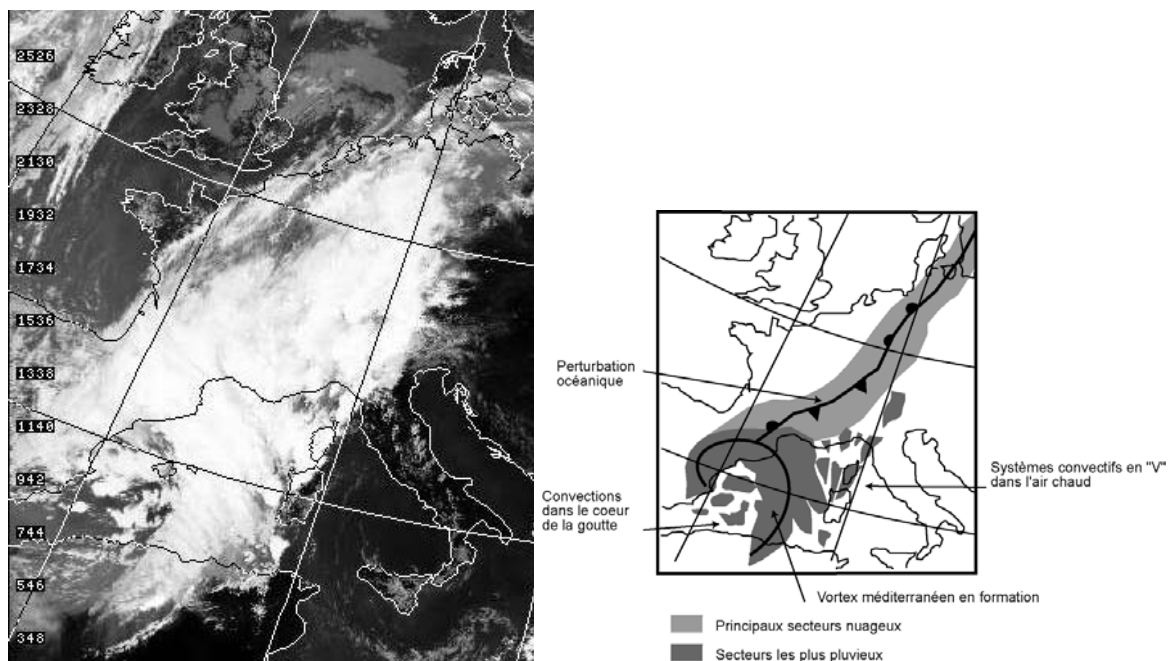
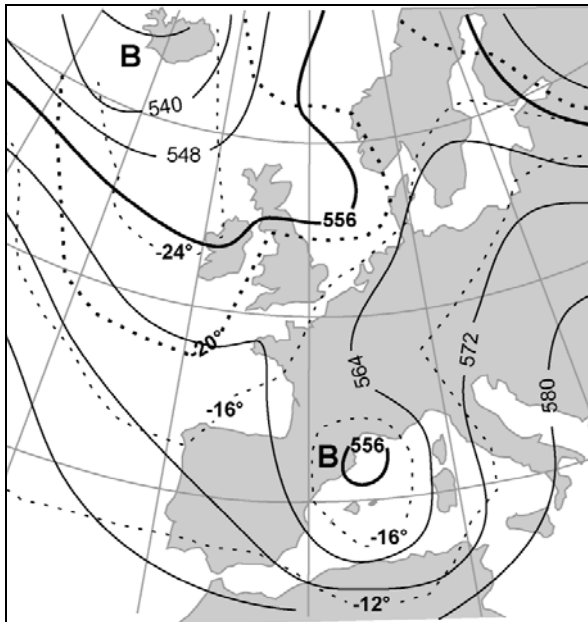


Figure 95 : Image N.O.A.A. du 23/09/93 à 14h44 T.U. et interprétation

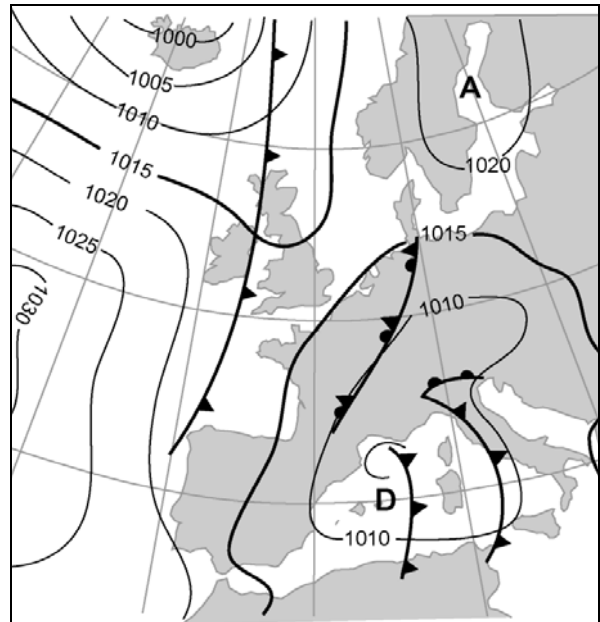
Le mauvais temps se généralise à l'ensemble du bassin méditerranéen occidental, des côtes espagnoles à l'Italie. L'air chaud qui contourne la goutte par l'est puis par le nord est soulevé par convergence en raison du rapide mouvement cyclonique. De violents orages sont observés de la Sardaigne au Golfe de Gênes, tandis que de nouvelles précipitations sous des étalements nuageux strato-convectifs se produisent sur le littoral français. Le cœur de la goutte est également animé par des convections qui sont liées à un profil thermique vertical favorisant nettement l'instabilité. A la périphérie septentrionale de la jeune dépression des précipitations continues mais nettement plus faibles sont enregistrées (les cumuls restent largement en dessous de 50 mm). Ces quelques pluies sont liées au glissement de l'air méridional, doux et humide, surmontant une couche d'air plus froid concentrée à basse altitude (on relève seulement une valeur maximale de 15°C à Clermont, 14°C à Aurillac et 11°C au Puy). Si ce profil thermique inversé annihile l'action du relief et favorise des chutes même à l'intérieur du Massif central, l'éloignement de la Méditerranée et l'organisation encore médiocre de retour d'est expliquent la faiblesse des pluies. Elles se renforcent, en revanche, nettement dans la nuit du 23 au 24.

1.2. Le vortex est en place (figure 96)

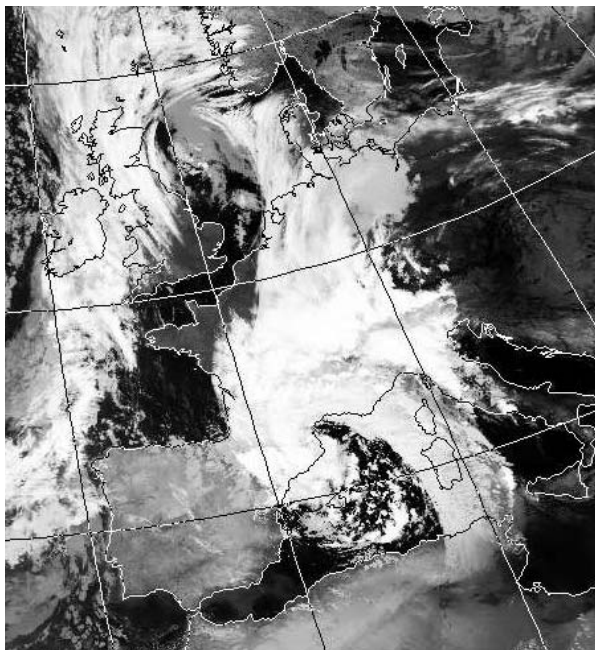
Dans la nuit du 23 au 24, la goutte froide se rapproche progressivement de la France et entraîne avec elle le vortex méditerranéen qui reste centré toute la journée sur le golfe du Lion (figure 96a). La poursuite du creusement cyclonique (figure 96b) renforce, de la Sardaigne à l'ensemble du littoral français, les ascendances liées à la convergence. L'air chaud et humide



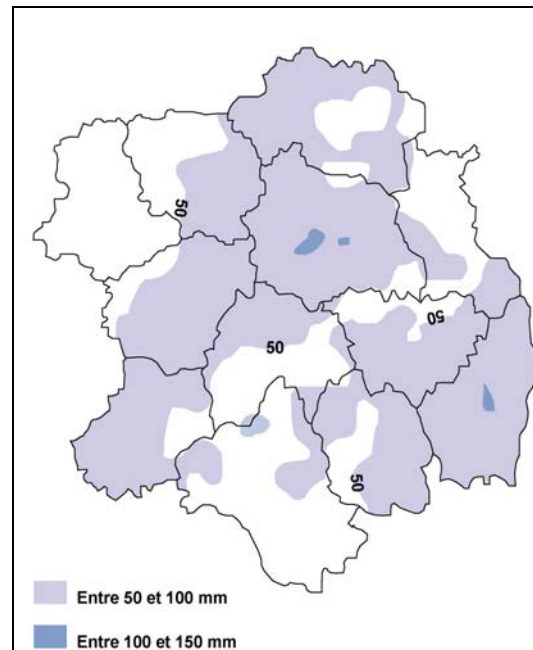
A : Configuration météorologique au niveau 500 hPa à 12h



B : Situation météorologique au sol à 12h



C : Image satellite N.O.A.A. à 4h38



D : Cumuls pluviométriques du 23/09 6h au 25/09 6h

Figure 96 : Caractéristiques du retour d'est : exemple du 24/09/93

est, dans le même temps, expulsé en altitude. Pris dans la forte circulation de sud-est, il s'infiltré plus massivement sur les régions situées au nord du bassin méditerranéen (figure 96c). Là, il surplombe l'air froid et combiné à la convergence cyclonique génère des précipitations importantes (souvent comprises entre 50 et 100 mm) sur l'ensemble du Massif (figure 96d). Les ascendances aérologiques jouant prioritairement sur celles liées à l'orographie, les lames sont aussi importantes sur l'Ardèche qu'en Corrèze. De même, les valeurs maximales sont enregistrées à la fois dans la vallée de l'Ardèche et à l'ouest de l'agglomération clermontoise.

La fin de l'épisode se réalise dans la nuit du 24 au 25 septembre en raison, d'une part, de l'éloignement de la goutte froide vers le golfe de Gênes et, d'autre part, de sa progressive dissipation provoquant ainsi l'étiollement de la dépression méditerranéenne.

Après l'étude de ce « cas d'école », nous allons compléter notre travail en exposant plus finement les divers processus susceptibles de déclencher des temps forts en Auvergne. Nous allons, pour cela, présenter quatre nouveaux exemples. Les deux premiers correspondent à des retours d'est qui ont engendré de fortes pluies sur l'est du Massif central, les deux suivants ont été responsables de chutes plus généralisées.

2. Processus et fonctionnement

Le nombre d'épisodes présentés dans ce développement est plutôt restreint. Cela s'explique simplement par le fait que les retours d'est, surtout les plus actifs, sont rares en Auvergne. Seuls 14 épisodes ayant engendré, entre 1960 et 1999, des lames supérieures à 50 mm ont été comptabilisés.

2.1. Le sud-est de la région touchée

Si lors de ces deux premiers épisodes les temps forts ont concerné les mêmes secteurs, nous allons voir, en revanche, que ces chutes ont été induites par des causes bien différentes.

2.1.1. Le 7 avril 1986

Une vaste goutte froide, centrée sur le proche Atlantique (figure 97), intéresse, par sa marge, l'ouest du bassin méditerranéen. En raison du refroidissement qui est, somme toute, modéré en altitude, la dépression méditerranéenne reste médiocrement creusée.

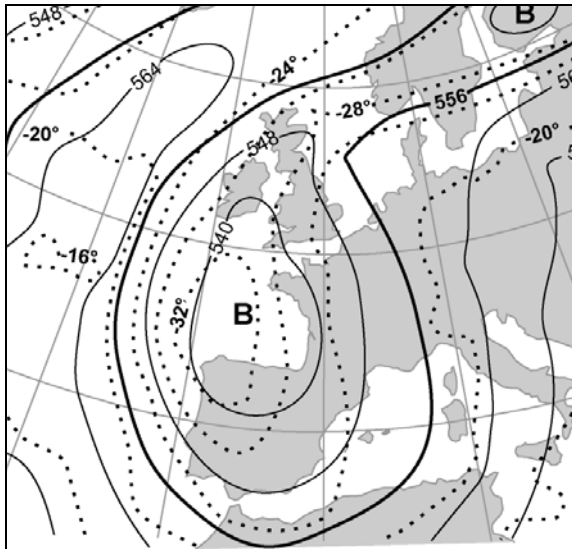


Figure 97a : 7/04/86 12h T.U.

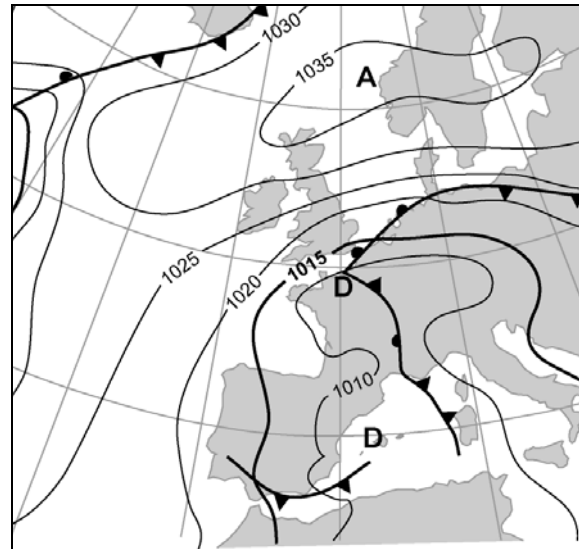


Figure 97b : 7/04/86 12h T.U.

Figure 97a : Configuration météorologique au niveau 500 hPa

Figure 97b : Situation météorologique au niveau sol

Elle envoie, toutefois par la Provence, une bouffée d'air doux et humide qui s'avance jusque dans la vallée du Rhône. L'écart thermique entre la région Rhône-Alpes et le Massif central est saisissant puisqu'on relève, en température maximale, 14°C à Lyon, 5°C à Clermont et 2°C à Limoges ! L'air chaud qui bute et s'élève contre cette masse froide génère des précipitations sur l'ensemble du Massif (le plus souvent sous forme de neige) et plus particulièrement sur l'est de la Haute-Loire où 56 mm sont enregistrés à St-Julien-Molhesabate.

2.1.2. Le 23 septembre 1994

Cet épisode correspond à un cas bien différent du précédent. Les précipitations ont, cette fois, été liées à une forte instabilité orageuse qui a essentiellement intéressé le massif cévenol. Les cumuls ont atteint 197 mm au Pont-de-Montvert (au pied du Lozère), 193 mm à Loubaresse et 124 mm aux Estables. On peut apprécier l'importance de ces convections sur l'image satellite du 23 à 16h31 (figure 98).

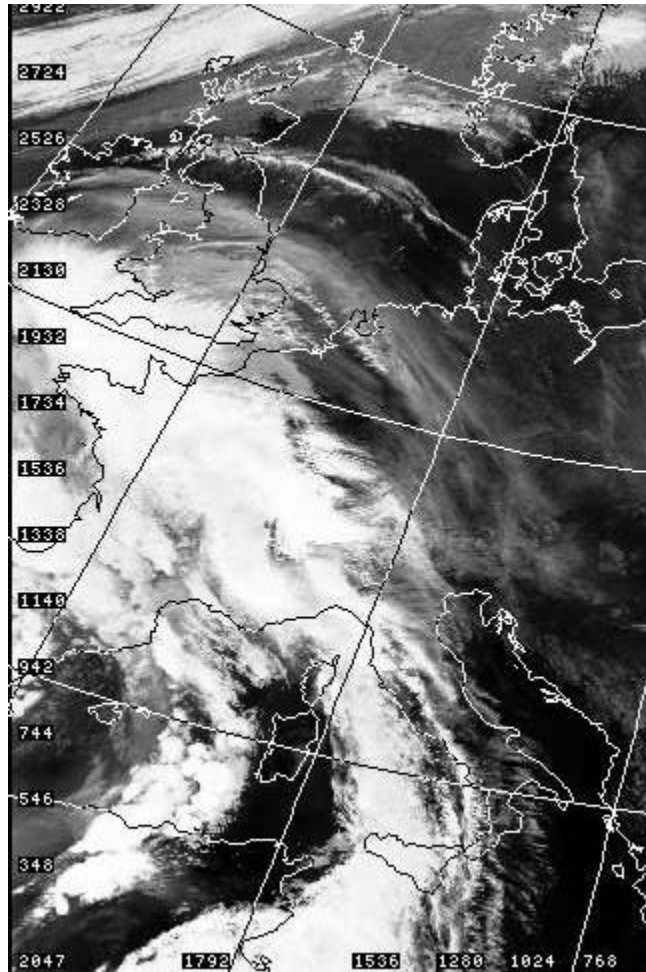


Figure 98 : Image N.O.A.A. du 23 septembre 1994 à 16h31 T.U.

On peut voir qu'elles ont été induites par une très forte poussée chaude qui s'est opérée, de l'Afrique du nord au sud de la France, à l'avant d'une goutte bien creusée en plein centre de la Péninsule Ibérique.

Les ascendances orographiques sont certainement intervenues dans la genèse de ces pluies. Toutefois, plus certainement, l'instabilité a été amplifiée par deux facteurs aérologiques principaux. Nous remarquons, d'une part, à la forme effilée des enclumes, que le courant a été vigoureux au-dessus du Massif. Non seulement cela a facilité la pénétration pluvieuse observée aux Estables, mais également déclenché un effet de succion lié à un probable cisaillement. D'autre part, il est clair que l'aplomb de l'air froid au-dessus de cette alimentation massive d'air doux méditerranéen a largement favorisé les ascendances.

2.2. Des chutes généralisées

Passons à présent à l'étude de deux systèmes qui ont amené d'abondantes chutes sur l'ensemble de la région.

2.2.1. Le 3 mai 1977

Cet épisode est difficile à analyser car les documents qui sont à notre disposition ne nous renseignent que sur peu de choses.

Les cumuls ont dépassé la barre des 50 mm sur de nombreux secteurs sauf dans le Bourbonnais. Les hauteurs maximales ont été atteintes dans l'est de la Haute-Loire et dans les Cévennes (81 mm aux Estables, 83 mm au Mont-Aigoual), mais on a également relevé 71 mm à Riom-ès-Montagnes et 54 mm à Pionsat (dans le nord des Combrailles). Il semblerait que le caractère généralisé des précipitations soit dû, une fois encore, à une advection chaude surmontant l'air froid, assez épais, présent dans les basses couches (la température maximale à Clermont, de 8°C, fut la plus basse depuis l'ouverture de la station en 1923).

La carte isobarique du 3 mai à 18h (figure 99a) montre, en effet, l'amorce d'un retour chaud par la Provence et par les Alpes.

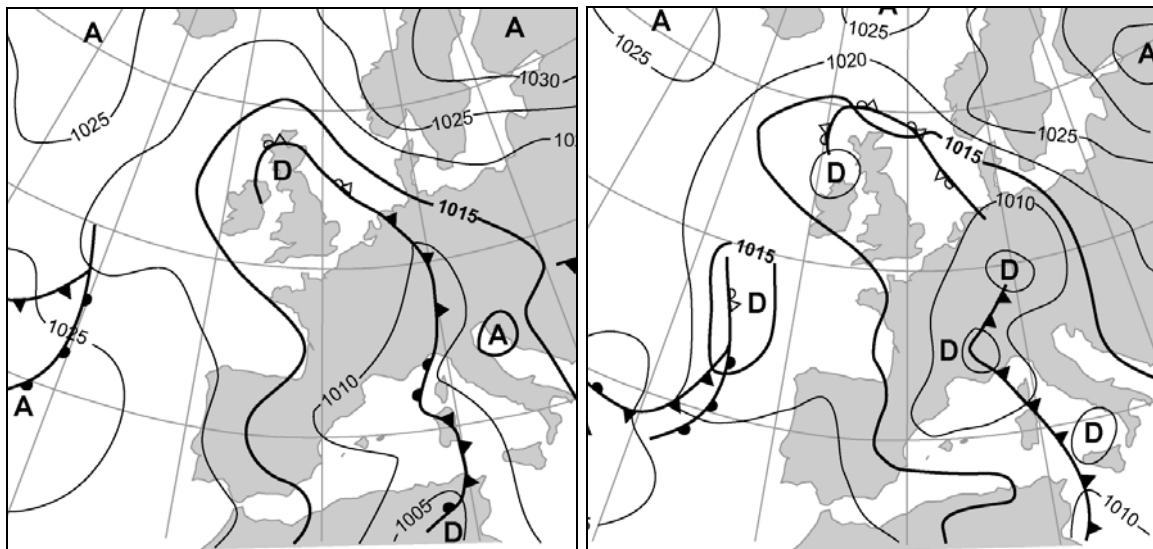


Figure 99a : 3/05/77 18h T.U.

Figure 99b : 4/05/77 6h T.U.

Figure 99a et 99b : Situation météorologique au niveau du sol

Toutefois, on peut remarquer que cet air chaud reste encore confiné sur la plaine du Pô et sur le golfe de Gênes. Il est donc peu probable que les précipitations aient été fortes en cette fin de journée. En revanche, on remarque, le 4 mai à 6h (figure 99b), que le front qui ondulait la veille au soir, de l'est des Alpes à la Sardaigne, a modestement reculé en direction du Massif central. Surtout, on observe que les ascendances ont été suffisamment vigoureuses pour donner naissance à une petite dépression entre les Cévennes et la Provence.

2.2.2. Le 2 octobre 1973

Une vaste aire dépressionnaire, peu creusée, occupe l'ouest de la Méditerranée. Elle est associée à une goutte froide qui est centrée sur l'est de la Péninsule Ibérique (figures 100a et b).

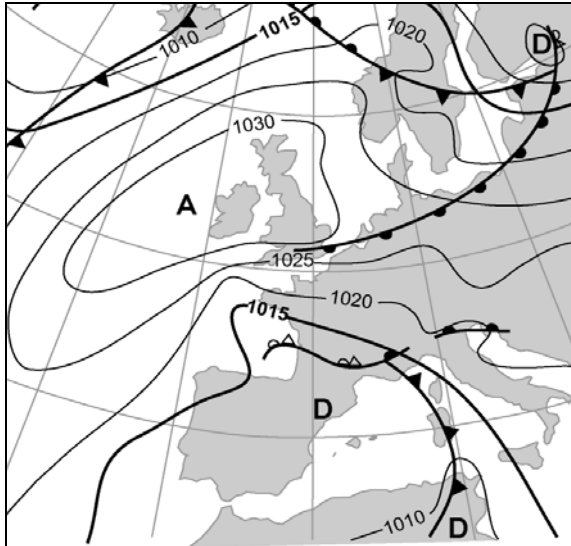


Figure 100a : 2/10/73 18h T.U.

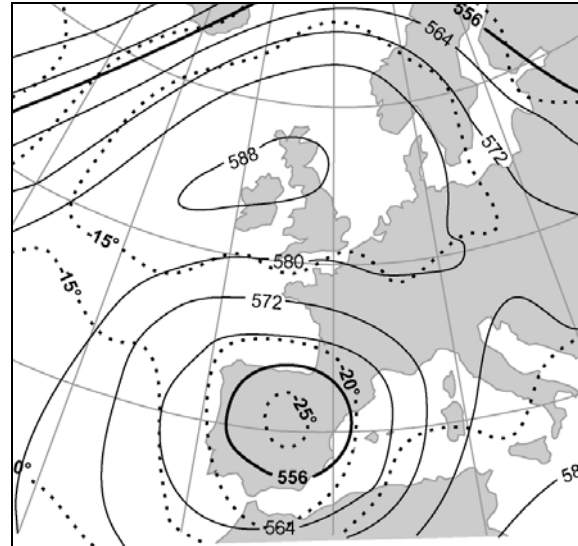


Figure 100b : 3/10/73 0h T.U.

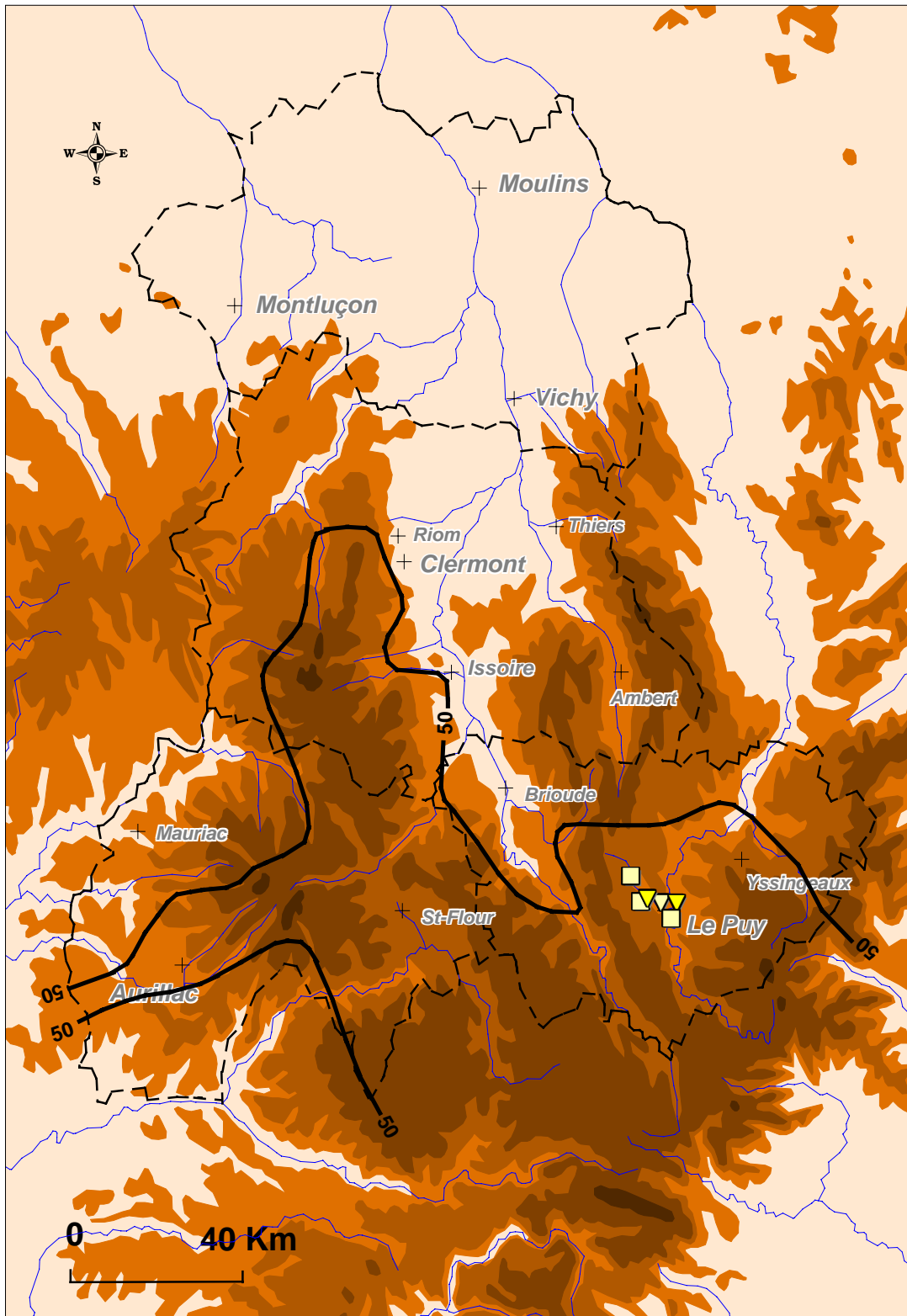
Figure 100a : Situation météorologique au niveau du sol

Figure 100b : Configuration météorologique au niveau 500 hPa

Les précipitations intéressent tout le sud de la France. Particulièrement intenses sur la Provence et dans le Gard (où les lames dépassent, par endroit, 150 mm), elles sont liées à une forte activité orageuse. Il faut dire que ces régions sont directement concernées par l'advection chaude. Plus au nord, les cumuls sont loin d'être négligeables puisqu'on note encore sur la quasi-totalité du sud de l'Auvergne plus de 50 mm. Toutefois, à la vue des températures (Lyon, 19°C, Clermont, 10°C, Le Puy, 9°C) il paraît logique que ces pluies aient été induites, ici, non par l'instabilité orageuse dans l'air chaud mais par l'advection de l'air chaud sur l'air froid de basses couches.

Ce retour d'est fut le seul, durant notre période d'étude, à être excessif (figure 101). Même si les pluies ont été importantes dans le Cantal, c'est en Haute-Loire que les problèmes se sont concentrés, plus précisément le long de la Borne près du Puy. On peut se demander pour quelles raisons les excès se sont uniquement localisés sur ce cours d'eau, alors que, d'après les relevés météorologiques, les pluies sont tombées uniformément sur de vastes espaces. A cette interrogation, nous pouvons apporter deux réponses très simples.

- D'une part, il est probable que le lit de la Borne n'est pas calibré pour recevoir autant d'eau, à la différence des affluents de rive droite de la Loire qui subissent plus fréquemment



Conception et réalisation : F.Jubertie

Figure 101 : Retour d'est du 2 octobre 1973 : temps fort et excès

de grosses crues cévenoles. Par conséquent, les eaux de la Borne ont, durant cet épisode, facilement inondé les terrains avoisinants et touché des riverains qui sont, en plus, peu habitués à subir des crues de cette rivière.

- D'autre part, la rivière, traversant à l'aval de son cours l'agglomération du Puy, a inondé de nombreuses habitations et industries qui sont implantées dans son lit majeur (bas quartiers d'Espaly, d'Aiguilhe, du Puy, papeteries d'Espaly, tanneries du Puy...)

Conclusion

Etroitement lié au développement de la cyclogénèse méditerranéenne, le retour d'est est bien associé, sur le Massif central, à une advection d'air chaud et humide. Toutefois, cette advection ne devient fortement pluviogène, sur l'ensemble de l'Auvergne, que si les facteurs aérologiques se substituent (comme dans l'extension cévenole) au jeu de l'orographie. Cette substitution peut, suivant la position de la structure dépressionnaire, prendre deux formes :

- la première, qui est la plus fréquente, suppose que l'air chaud surmonte une masse d'air plus froide bloquée à basse altitude. Les précipitations se produiront à cause de cette ascension mais également en raison de l'inversion qui gomme la subsidence s'observant habituellement à l'ouest des Cévennes.
- La deuxième, qui se produit lors d'une poussée chaude à tous niveaux, se réalise si la convergence cyclonique est suffisamment importante (toutefois cela est souvent difficile en raison de l'éloignement de la dépression) ou si le refroidissement en altitude est tel (favorisant, ainsi, un gradient thermique très serré) que de puissantes convections puissent se développer.

Conclusion de la deuxième partie

Le travail conduit tout au long de cette deuxième partie a montré, logiquement, que la distribution des temps forts pouvait être liée à l'organisation de la circulation atmosphérique et aux facteurs orographiques. Ainsi, les Monts d'Auvergne sont copieusement arrosés par circulation zonale, tandis que la Montagne vivaro-vellave l'est par circulation de sud. Les extensions pluviométriques, qui peuvent concerner les bassins intérieurs, trouvent aussi, en partie, leur origine dans ces causes. Nous avons, en effet, constaté qu'une orientation de nord-ouest favorise une avancée des pluies dans la Limagne et une puissante circulation de sud peut expliquer certains débordements pluviaux bien au-delà des Cévennes. Toutefois, certaines extensions ou variantes dans la localisation des temps forts ne peuvent se comprendre que si d'autres facteurs aérologiques essentiels interviennent comme, par exemple, la position des fronts, l'importance des convergences, de l'instabilité...

Nous avons également constaté que la distribution des excès est très dépendante des transferts de crues qui sont issus des espaces montagnards. Les excès les plus graves se produisent logiquement quand les crues les plus importantes (liées à l'étendue et/ou à la localisation des temps forts pluviométriques) atteignent les bas pays vulnérables et, en particulier, les principales agglomérations de la région.

Troisième partie
Du ponctuel au généralisé

Chapitre VII. Les orages
Chapitre VIII. Les tempêtes

Introduction de la troisième partie

Nous allons étudier, dans cette troisième partie, les épisodes orageux et les deux tempêtes de 1982 et 1999. Ce regroupement peut paraître curieux, il est toutefois possible de le justifier pour deux raisons principales :

- Tout d'abord, la localisation des temps forts (et indirectement des excès) échappe totalement à l'organisation de la circulation atmosphérique. Dans le cas des temps forts orageux, la distribution possède un aspect « aléatoire » parce que les structures aérologiques, qui produisent les bourrasques et les averses, se caractérisent par l'absence de flux bien définis dans les basses couches et laissent ainsi la part belle à la thermoconvection. Les temps forts peuvent concerner ponctuellement tout lieu de l'Auvergne ; les excès, quant à eux, restent préférentiellement concentrés dans les espaces urbains. De même, dans le cas des tempêtes de 1982 et 1999, le lien entre circulation et secteurs exposés aux temps forts est impossible à établir. En effet, les vents ont été violents partout (expliquant la généralisation des excès aux quatre départements auvergnats) et les vitesses les plus rapides ont parfois été relevées, nous le verrons, dans les lieux situés à l'opposé de la circulation de petite échelle ou dans des secteurs qui semblaient *a priori* abrités.

- Ensuite, les excès ne sont pas induits, à la différence des épisodes océaniques, combinés et de retour d'est, par des crues et des transferts de crues fluviales se réalisant sur de vastes bassins versants. Les excès d'origine orageuse sont générés par des crues torrentielles survenant à l'échelle du versant. Il n'existe pas de transferts puisque la crue se manifeste toujours dans ou à proximité de l'averse orageuse. De même, l'inondation n'est pas toujours liée à l'action d'un cours d'eau mais peut être la conséquence de la stagnation de l'eau à la surface du sol ou du ruissellement urbain. Au contraire, ces temps forts météorologiques agissent ou peuvent agir (cela dépend du type d'épisode) directement dans la genèse de l'excès. La grêle, par exemple, engendre des dégâts en raison de sa propre chute. De même, les vents qu'ils soient liés à des rafales d'orages ou à des systèmes cycloniques de plus petites échelles provoquent des dommages par leur propre force.

Chapitre VII

Les orages

1. Les causes structurelles

2. Les dynamiques cellulaires et pluvieuses

« Je lève l'œil. Il y avait dans le ciel cinq gros nuages lancés à fond de train et c'était l'avant-garde. Ça avait encore un peu figure humaine, mais ce qui venait derrière : la fin de tout, une confiture d'encre, sans forme ni rien, avec des tressautements de tonnerre et un grand rire d'éclair qui montrait ses dents en silence avant de bramer ».

Jean Giono, *un de Baumugnes*, 1929.

Correspondant à des phénomènes météorologiques de petite dimension, les systèmes orageux possèdent des dynamiques qui ne sont pas simples à démontrer. L'analyse des structures isobariques, qui fait l'objet de notre premier développement, est certes très utile pour comprendre la genèse de l'instabilité à l'échelle domaniale, mais elle s'avère insuffisante pour cerner le jeu complexe des processus à échelle fine. Aussi, nous essaierons de voir, ce que l'imagerie radar peut apporter dans la connaissance de ces dynamiques convectives. Grâce au suivi des averses, nous constaterons qu'il existe plusieurs types d'orages au fonctionnement bien particulier qui provoquent selon les cas trois principaux types d'excès : les excès liés aux inondations d'origine torrentielle ou urbaine, ceux liés au vent et ceux liés à la grêle.

1. Les causes structurelles

L'analyse des structures aérologiques ne doit pas être considérée, dans l'étude des temps forts orageux, comme une fin en soit. Il s'agit, en réalité, d'une première approche qui permet d'appréhender les grands processus qui, à l'échelle de l'Europe occidentale, autorisent le développement de l'instabilité.

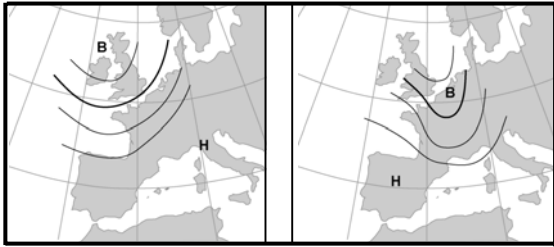
La méthode est comparable à celle utilisée dans le chapitre 5 (identification des grands styles de la circulation atmosphérique à partir des champs de pression au sol et en altitude). Bien sûr, la typologie proposée est très différente de celle présentée pour les épisodes océaniques. Nous avons ainsi isolé vingt grandes configurations (tableau 28 et figure 102) que nous avons regroupées en quatre catégories :

- La première correspond au passage (1) ou à la proche présence d'une vallée induisant un courant de nord-ouest (2), d'ouest (3), de sud-ouest (4) et de sud-sud-ouest (5) ;
- La deuxième associe les configurations qui se signalent par l'absence de courant vigoureux (6 à 10) ;
- La troisième rassemble les nombreux cas présentant une goutte froide¹ (11 à 19) ;

¹ Les symboles se traduisent de la manière suivante : le point correspond au lieu et le cercle indique la position géographique de la goutte par rapport à ce lieu.

	Description	Symboles	
C.1	Passage d'une vallée – Courant de sud-ouest puis de nord-ouest		1
	Vallée située à l'est du Massif central – Courant de nord-ouest		2
	Vallée à grande longueur d'onde ne descendant guère au sud de l'Europe – Courant d' ouest		3
	Vallée située à l'ouest du Massif central – Courant de sud-ouest		4
	Blocage ou évolution vers le blocage – Courant de sud-ouest à sud		5
C.2	Courant diffluent de nord-ouest		6
	Courant diffluent d' ouest – sud-ouest		7
	Courant diffluent de sud ou de sud-ouest		8
	Infiltration d'air froid s'effectuant par l' ouest		9
	Infiltration d'air froid sur le sud de la France		10
C.3	Goutte froide située sur la Manche – mer du Nord		11
	Goutte froide située sur le proche Atlantique		12
	Goutte froide située sur l' Ibérie – Golfe de Gascogne		13
	Goutte froide située au large de l' Ibérie		14
	Goutte froide située sur l' Ibérie et l' Afrique du Nord		15
	Goutte froide située sur le nord-est de l' Ibérie		16
	Goutte froide située le Golfe de Gênes - Corse		17
	Goutte froide située sur la France		18
	Goutte polynucléaire		19
C.4	Confluence		20

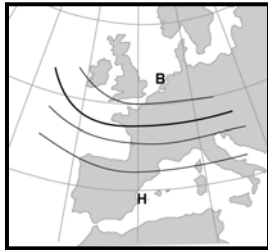
Tableau 28 : Configurations types



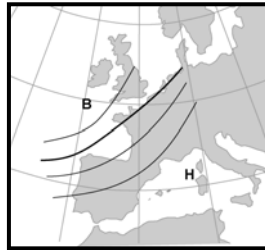
Type de configuration 1 (↗ ↘)



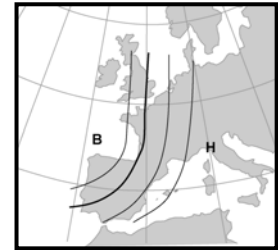
Type de configuration 2 (↘)



Type de configuration 3 (→)



Type de configuration 4 (↗)



Type de configuration 5 (↗ ↖)

Catégorie 1



Type de configuration 6 (↘)



Type de configuration 7 (↘)



Type de configuration 8 (↖)



Type de configuration 9 (↖)



Type de configuration 10 (.....)

Catégorie 2



Catégorie 3



Catégorie 4

Figure 102 : Catalogue des configurations

	Description	Symboles	
C.1	Système perturbé traversant la France du nord-ouest au sud-est		1
	Système perturbé traversant la France d' ouest en est		2
	Système perturbé traversant la France du sud-ouest au nord-est		3
C.2	Traîne active de nord-ouest		4
	Traîne active de sud-ouest		5
C.3	Système perturbé traversant la France du nord au sud		6
	Système perturbé remontant par le sud de la France		7
	Grand système perturbé méridien		8
C.4	Dépression centrée sur la France		9
	Front stationnaire		10
C.5	Marais barométrique		11
	Système perturbé restant sur le proche Atlantique		12

Tableau 29 : Situations types

- Enfin, la dernière est composée d'un type un peu particulier puisque marquée par un champ de pression confluent (20).

Les situations ont été divisées en cinq grands ensembles (tableau 29) :

- Le premier regroupe les types qui s'identifient par le passage d'une perturbation océanique (1 à 3) ;
- Le deuxième correspond aux situations de traîne (4 et 5) ;
- Le troisième présente les systèmes perturbés évoluant dans un flux méridien (6 à 8) ;
- Le quatrième caractérise les types qui sont marqués par des systèmes pluvio-gènes s'attardant sur la France (9 et 10) ;
- Le dernier groupe est composé des situations qui s'individualisent par un champ de pression peu marqué (11) et par l'absence, sur la France, de tout système frontal (11 et 12).

1.1. Des configurations fréquemment associées à un courant de sud-ouest

Les résultats présentés dans le tableau 30 montrent que les cinq configurations qui ont le plus fréquemment généré des temps forts en Auvergne ont toutes été associées à un courant d'orientation sud-ouest. Cela apparaît fort logique si on considère que les convections orageuses ont besoin pour leur développement d'une alimentation chaude et humide.

Arrivant en première position, avec près de 33%, les types à vallée sont ainsi particulièrement bien représentés. Viennent ensuite, mais beaucoup plus loin avec déjà plus que 11%, les courants diffluent d'ouest sud-ouest ainsi que les gouttes froides situées sur le proche Atlantique. Avec 7%, nous retrouvons en quatrième position les courants diffluent de sud-sud-ouest. Les gouttes situées sur la Péninsule Ibérique-Golfe de Gascogne prennent la quatrième place avec 19 cas (6%), soit un de plus que les configurations qui se manifestent par l'infiltration d'air froid sur le sud de la France (correspondant souvent aux restes d'une goutte). Les types suivants, encore nombreux, ne totalisent plus que des valeurs assez faibles puisque inférieures à 5%. Pour 9 d'entre eux, les chiffres sont même insignifiants car passant sous la barre des 3%, ce qui équivaut, en réalité, à moins de 10 occurrences.





















Configurations	Effectifs	Valeur en %
	104	32.6
	35	11
	35	11
	23	7.2
	19	5.9
	18	5.6
	16	5
	16	5
	12	3.7
	10	3.1
	6	2.7
	5	1.5
	5	1.5
	3	0.9
	3	0.9
	3	0.9
	2	0.6
	2	0.6
	1	0.3
	1	0.3

Tableau 30 : Fréquence des configurations associées aux temps forts orageux

Le classement peut surprendre par le fait que seuls quelques grands types prédominent laissant ainsi peu de place à la diversité. Toutefois, on peut comprendre que les autres configurations n'obtiennent que des fréquences assez faibles puisque l'instabilité n'est pas toujours assurée. En effet, soit les bas géopotentiels sont trop éloignés de notre région, soit lorsqu'ils sont proches, ils ne véhiculent plus suffisamment de chaleur, en raison d'une mauvaise orientation du courant.

1.2. L'importance des situations perturbées d'origine océanique

Nous pouvons voir, grâce au tableau 31, qu'un nombre important d'épisodes est lié au passage de perturbations ayant une trajectoire ouest-est (près de 30%).

Situations	Effectifs	Valeur en %
	90	28.6
	46	14.6
	45	14.3
	26	8.2
	26	8.2
	24	7.6
	20	6.3
	15	4.8
	12	3.8
	5	1.6
	3	0.9
	2	0.6

Tableau 31 : Fréquence des situations associées aux temps forts orageux

Assez curieusement, on peut constater que les systèmes traversant la France du sud-ouest au nord-est sont nettement moins nombreux. C'est en partie la conséquence de notre méthode de classification : en effet, nous n'avons pas intégré dans ce type, les convections pré-frontales qui, il est vrai, remontent parfois du sud-ouest même à l'avant de perturbations arrivant par l'ouest.

Les fronts stationnaires et les marais sont également bien représentés avec respectivement 14,6% et 14,3%. La répétitivité des averses dans le premier cas et la présence d'une masse d'air souvent très chaude, dans le second expliquent l'importance des temps forts.

Assez bien placées sont aussi les situations générant des remontées orageuses sud-nord (8,2 et 7,6%). Les grands systèmes perturbés méridiens sont, en particulier, responsables de chutes souvent largement diffusées. Ils témoignent, en effet, de contrastes massiques forts et sont ainsi génétiquement proches des épisodes combinés qu'ils peuvent d'ailleurs quelquefois précéder. Favorisant des convections ayant différentes origines (pré-frontale, frontale, post-frontale, retour d'occlusion) les dépressions centrées ou passant sur la France comptabilisent encore 8%. Correspondant pourtant à des situations favorables, les fronts stationnaires sur l'Atlantique ne comptent, en revanche, plus que pour 5% des effectifs (il faut dire que les perturbations sont rarement immobiles et traversent la France). Enfin, mettant en jeu des

masses d'air trop fraîches, les 4 derniers types (traînes et flux de nord) enregistrent logiquement des totaux inférieurs à 4%.

Si on tire un bilan de notre classement, on constate que le trait déterminant réside dans la prépondérance des situations orageuses associées aux perturbations océaniques. Ce résultat semble logique vu qu'à l'instabilité potentielle de la masse d'air, déjà élevée, s'ajoutent les effets du soulèvement de fronts provenant ordinairement de l'océan.

1.3. Fréquences des combinaisons

La multiplicité des combinaisons ne rend pas la lecture de la figure 103 facile. Toutefois, on constate que quatre structures se dégagent clairement :

- L'association « courant de sud-ouest » et « système perturbé traversant la France d'ouest en est » arrive avec 49 occurrences largement en tête. L'image satellite du 23 juillet 1988 (figure 104) correspond à un exemple de ce type de structure.

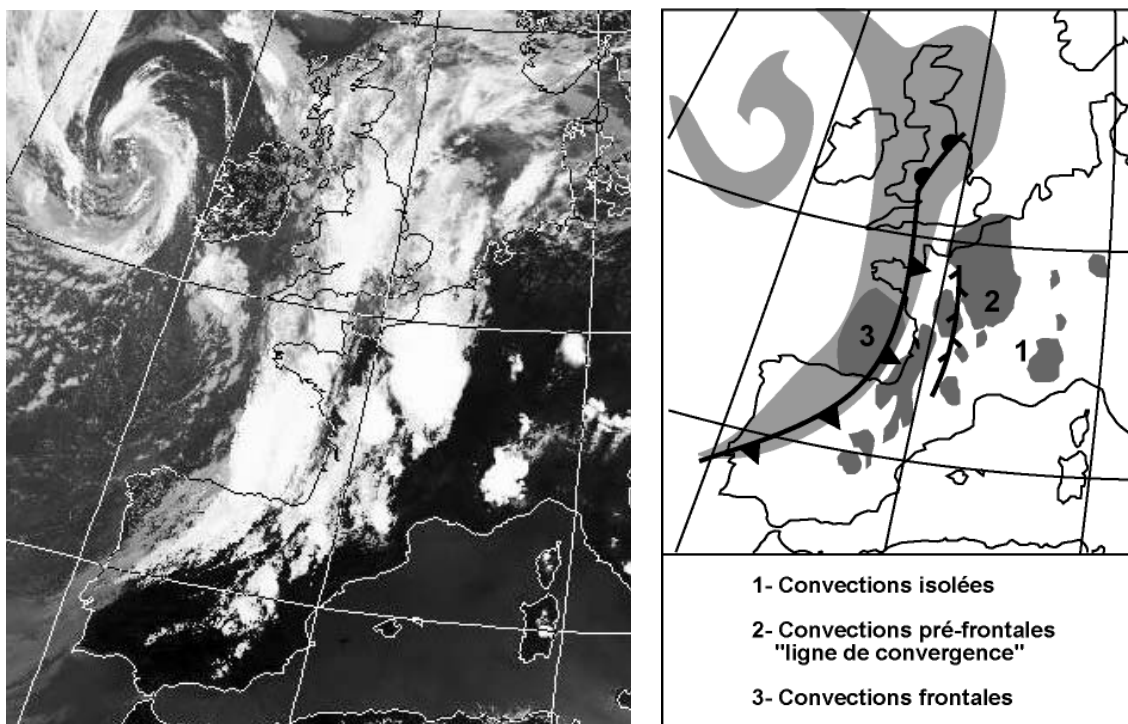


Figure 104 : Image satellite du 23 juillet 1988 à 15h47 T.U. et interprétation

On peut remarquer que les manifestations orageuses ne se produisent pas exclusivement sur le front au sens strict. Des convections apparaissent, aussi, bien avant son arrivée. Cela signifie que l'instabilité est largement provoquée par la surchauffe qui est observée au sol combinée au refroidissement qu'apporte, en altitude, la vallée (1+2). Le mouvement cyclonique, de plus en plus sensible vers l'ouest, organise, quant à lui, les orages sous forme de lignes convergentes (2). Le passage frontal provoque, en fait, l'ultime soulèvement (3)

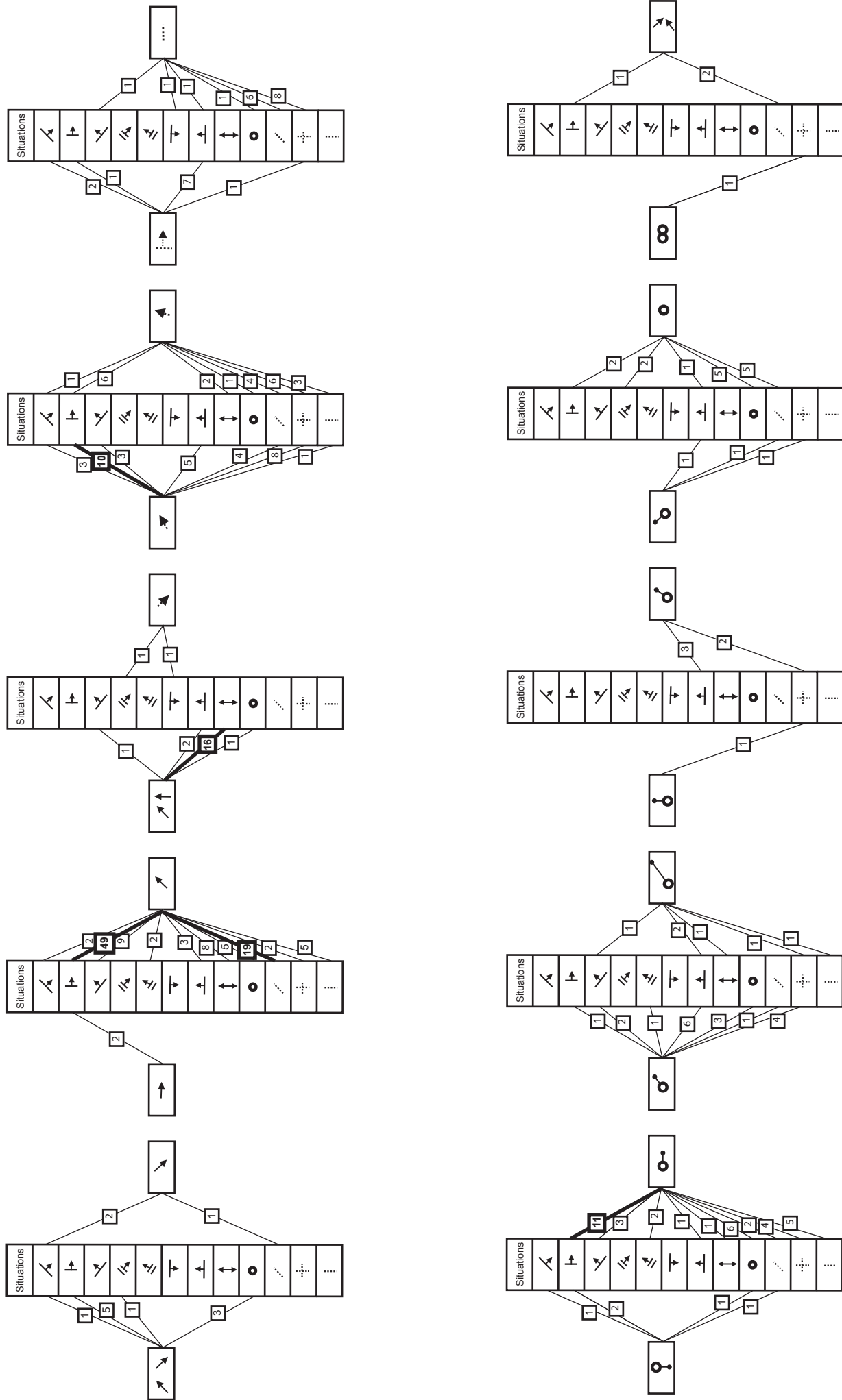


Figure 103 : Fréquence des structures intéressantes l'Auvergne (combinaisons configurations-situations)

avec la brusque irruption de l'air frais à tous niveaux. Cette image montre quelle peut être la complexe organisation des cellules orageuses lorsqu'elles sont induites plus ou moins directement par l'approche d'une structure océanique. Surtout, le cliché confirme bel et bien que ce type d'épisode ne se résume pas toujours au seul passage du front.

- Trois des quatre autres structures dominantes ressemblent à celle que nous venons de décrire. La première, avec 11 cas recensés, unit une perturbation océanique mais, cette fois, avec une goutte localisée sur le proche Atlantique. La deuxième associe un système océanique à un courant de sud-ouest diffluent. Nous retrouvons, enfin, dans la troisième une circulation de sud-ouest plus rapide en altitude conjuguée à un front demeurant stationnaire (avec 19 occurrences). Il ne s'agit pas d'une évolution vers le blocage, la vallée glissant, en fait, du sud-ouest au nord-est tout en se comblant.

- Les structures correspondant à de vrais blocages, impliquant ainsi une circulation méridienne de sud, réunissent 16 épisodes (la structure « courant de sud-ouest » et grand système méridien est également très voisine). Leur nombre aurait pu être encore plus important si n'apparaissait pas un système cévenol (pour les structures les plus dynamiques).

Nous ne nous attarderons pas sur la description des combinaisons restantes. On peut, toutefois, citer, parmi les plus remarquables, celles qui rapprochent les situations à marais aux configurations se signalant par l'absence de courant vigoureux (8 cas entre « courant diffluent de sud-ouest » et « marais », 7 entre « infiltration d'air froid par l'ouest » et « marais », 8 entre « infiltration d'air froid sur le sud de la France » et « marais »), ou bien celle qui lie une goutte sur le proche Atlantique à une dépression sur la France...

L'étude des structures et leurs fréquences nous a permis de comprendre quelles sont les grandes conditions favorisant le développement de l'instabilité à l'échelle domaniale. Nous avons vu que si l'air chaud est indispensable à la formation des cellules (d'où la prédominance des structures générant des remontées tropicales), la présence d'air froid en altitude, quelquefois conjuguée à un courant rapide, est tout aussi nécessaire à l'extension verticale des ascendances nées dans les couches inférieures.

2. Les dynamiques cellulaires et pluvieuses

Si la connaissance des processus est, à l'échelle des structures aérologiques, totalement indispensable pour comprendre la mise en place des orages, elle n'en demeure pas moins insuffisante pour expliquer la distribution géographique fine des précipitations. C'est, qu'en réalité, ces chutes sont totalement tributaires de dynamiques propres aux systèmes convectifs. En clair, la répartition et la quantité totale des pluies en un endroit donné sont la conséquence

directe de la physionomie des cellules, de leur mobilité et de l'importance des mouvements verticaux qui les animent.

Tout au long de ce développement, nous allons tenter de mieux cerner la logique de ces dynamiques et en chercher la cause grâce aux détails qu'apporte l'imagerie radar. Nous allons démontrer qu'il existe différents types d'orages aux caractéristiques bien marquées, possédant une évolution et une organisation propre. Bien sûr, nous allons essayer de déterminer les liens qui rapprochent ces convections de certaines structures aérologiques.

2.1. Les systèmes convectifs stationnaires

Avant d'aborder l'analyse des séquences, il faut pour commencer apporter quelques précisions sur le terme de stationnaire. Un système orageux est considéré comme stationnaire quand celui-ci apparaît, se développe et se désagrège sur un même secteur à l'échelle d'un lieu, d'un pays, rarement plus. Cela ne signifie en aucun cas l'absence de déplacements cellulaires au sein de l'ensemble convectif.

2.1.1. Le 12 août 1998

Le 12 août 1998 est caractéristique de ces journées estivales, où au beau temps du matin succède, en raison du réchauffement diurne (on a relevé 35°C à Clermont, 37°C à Vichy), une atmosphère lourde et orageuse. L'instabilité n'est donc pas liée à la proche présence d'un système dépressionnaire ; l'analyse isobarique montre, en effet, un marais barométrique au sol et le passage d'une « langue » d'air froid peu marquée au niveau 500 hPa.

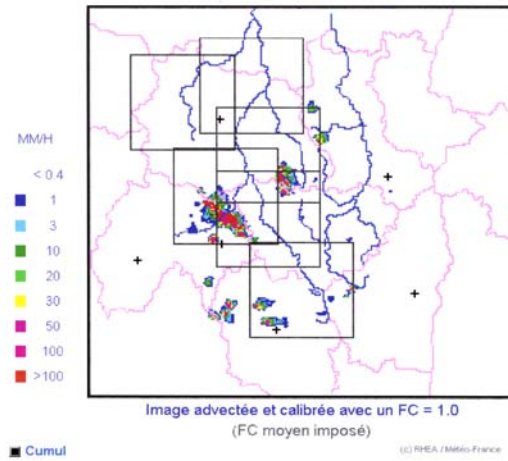
La présence d'une telle structure où règne l'absence de circulation vigoureuse favorise massivement les échanges thermiques entre le substrat et l'atmosphère. Le suivi radar (figure 105) montre d'ailleurs la manière selon laquelle le milieu géographique est intervenu dans l'édification des cellules convectives. *Grosso modo*, on peut observer 3 phases :

- En début d'après-midi (14h15), on constate que les reliefs (Cézallier, Aubrac, Livradois, Forez) sont les premiers secteurs à être touchés par les averses. Ceci semble logique vu que les cumulonimbus ont été alimentés dès le matin par le réchauffement solaire des couches d'air sur les versants. Pour autant, ces cellules ne se développent que difficilement. En effet, l'ennuage précoce des sommets a vite inhibé le rayonnement solaire (Combes, Vigneau 1994) et ralenti ainsi, dans l'après-midi, le renforcement de la convection.

- A 15h45, les averses qui ont un caractère plus intense se développent à plus basse altitude ; la convection des bassins relayant en quelque sorte celle des versants. L'activité pluviométrique se concentre une heure plus tard sur 3 grands foyers. Le premier se trouve sur

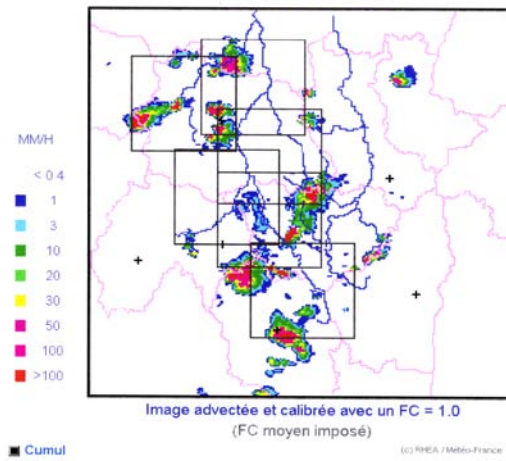
RADAR DE SEMBADEL Advecté calibré

12/08/1998 14:15 HL



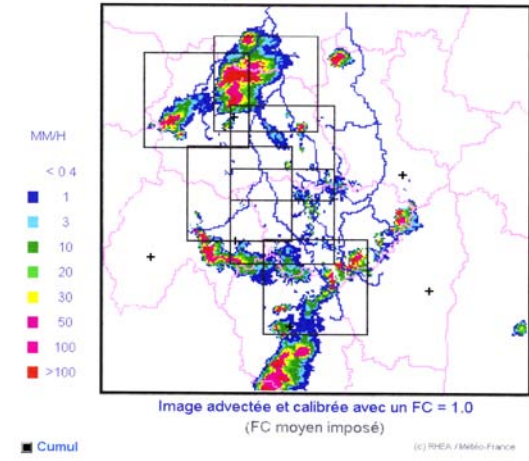
RADAR DE SEMBADEL Advecté calibré

12/08/1998 15:45 HL



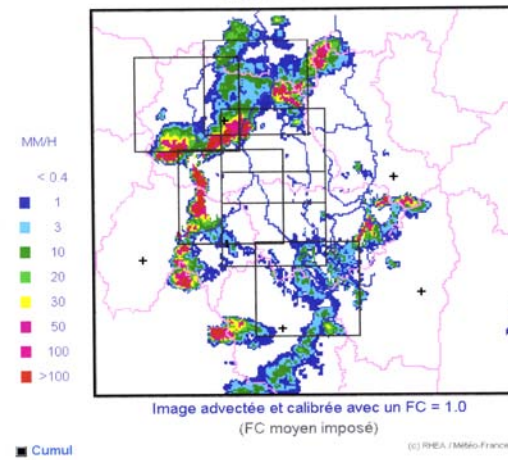
RADAR DE SEMBADEL Advecté calibré

12/08/1998 16:45 HL



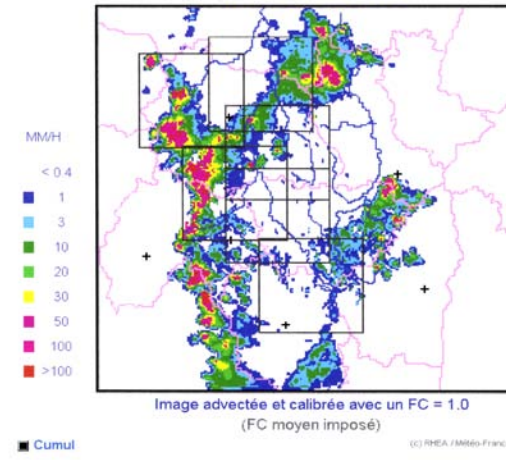
RADAR DE SEMBADEL Advecté calibré

12/08/1998 17:50 HL



RADAR DE SEMBADEL Advecté calibré

12/08/1998 18:30 HL



RADAR DE SEMBADEL Advecté calibré

12/08/1998 20:30 HL

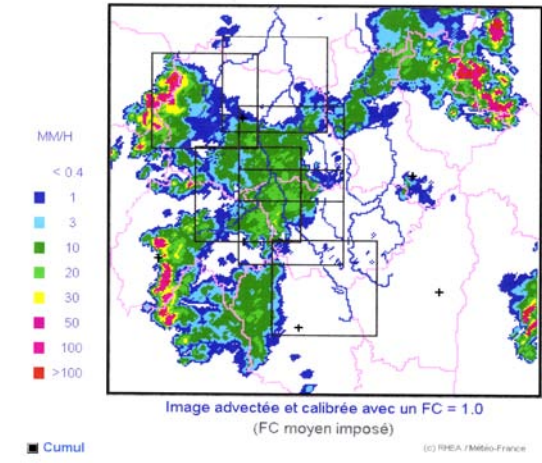


Figure 105 : séquence pluvieuse du 12 août 1998

les Cévennes, le deuxième se localise au sud de St-Flour, le troisième, le plus important, est situé du nord de la Limagne aux Combrailles.

-Enfin, dans la soirée, s'observe le fait le plus intéressant. Alors que les averses présentes sur la Limagne, le pays st-florain et les Cévennes commencent à s'étioler (tarissement des sources de chaleur), un axe orageux, assez bien organisé, se forme des Monts-Dores aux Causses lozériens (comparer les images de 17h50 et de 18h30). Cet axe se déplace, tout au long de la soirée, en direction de l'ouest. A 20h30, les précipitations tombent de la limite des départements de la Creuse et du Puy-de-Dôme au sud du bassin d'Aurillac. Il semblerait que ces orages ont, après avoir « pompé » l'énergie thermique des bassins, suivi les sources de chaleur qui se sont déplacées en soirée sur les versants occidentaux avec l'inclinaison du soleil. Il est de même possible que la ligne orageuse ait été activée au contact de vents locaux liés à l'étalement de l'air frais issu des courants descendants des cellules précédentes (l'air frais provoquant un soulèvement).

Grâce à cette séquence radar, nous sommes parvenu à mettre en évidence les interactions existant entre le sol et l'atmosphère. Dans un contexte isobarique favorable au développement de l'instabilité, ces interactions génèrent des dynamiques convectives tout à fait particulières. Le réchauffement successif de différents secteurs provoque un apparent déplacement des cellules (en réalité, elles se dissipent et réapparaissent plus loin) depuis le sommet des montagnes, en passant par les bassins jusqu'aux versants occidentaux des reliefs.

Ces orages que l'on peut qualifier à la rigueur « d'orographiques » (car fortement tributaires de l'échauffement diurne du substrat) ont amené des lames non négligeables sur quelques secteurs du Puy-de-Dôme ; on a ainsi relevé 52 mm à Besse. Mais c'est dans le nord de la Limagne qu'ils ont été les plus excessifs, en particulier sur le bourg de Vensat près d'Aigueperse. Toutes les habitations situées en contrebas du plateau de Chaptuzat ont ainsi été envahies par l'eau et la boue. Situé au débouché d'un petit talweg, où l'eau s'est engouffrée depuis le haut du plateau, le centre du village a concentré les dommages les plus lourds.

Aucun relevé pluviométrique n'est venu étayer l'importance de cette averse. Toutefois, on peut noter que de fortes intensités horaires ont été relevées par le radar (images de 15h45 et 16h45). De même, vu l'ampleur des dégâts qui nous ont été rapportés par le personnel de la D.D.E., on peut imaginer que les cumuls ont été très importants sur ce tout petit espace.

D'autres problèmes se sont également produits au même moment, c'est-à-dire entre 16 et 17h, dans l'agglomération clermontoise en raison, cette fois, d'une autre cellule (visible également sur les images radars de 15h45 et 16h45). Comme d'habitude en cas d'orage, de

nombreux sous-sols, caves et commerces ont été inondés. Cette situation s'est soldée par 300 appels chez les pompiers. Enfin, correspondant à l'axe orageux vespéral, des grêlons de 4,5 cm de diamètre ont été relevés, plus à l'ouest, au poste météorologique de Tauves.

Ce premier exemple nous a prouvé que l'instabilité orageuse pouvait être importante même dans un contexte isobarique peu ou pas dépressionnaire. L'essentiel de l'activité provient, d'une part, d'un fort gradient thermique altitudinal et, d'autre part, de facteurs géographiques qui, dans de pareilles conditions aérologiques, jouent pleinement. Les cumuls pluviométriques sont, certes, spatialement hétérogènes mais peuvent être, par endroits, importants (et éventuellement excessifs) à cause de la stationnarité des cellules. En fait, plus leur durée de vie est longue, plus elles ont de chances de générer des temps forts.

2.1.2. Le 1^{er} juillet 2000

Avec cette deuxième séquence, nous abordons à présent l'analyse d'orages toujours stationnaires, mais animés par des déplacements nuageux intramasses. Nous allons voir que les causes géographiques semblent, ici, moins jouer dans la formation des cellules, s'effaçant au profit de facteurs aérologiques nettement dominants.

L'analyse radar se résume à la description de deux images, mais expose clairement le problème. Deux axes orageux intéressent le Massif central (figure 106):

- le plus septentrional et le plus long s'étend de l'Artense aux Monts du Lyonnais
- le deuxième de plus petite envergure est positionné sur les Monts du Cantal

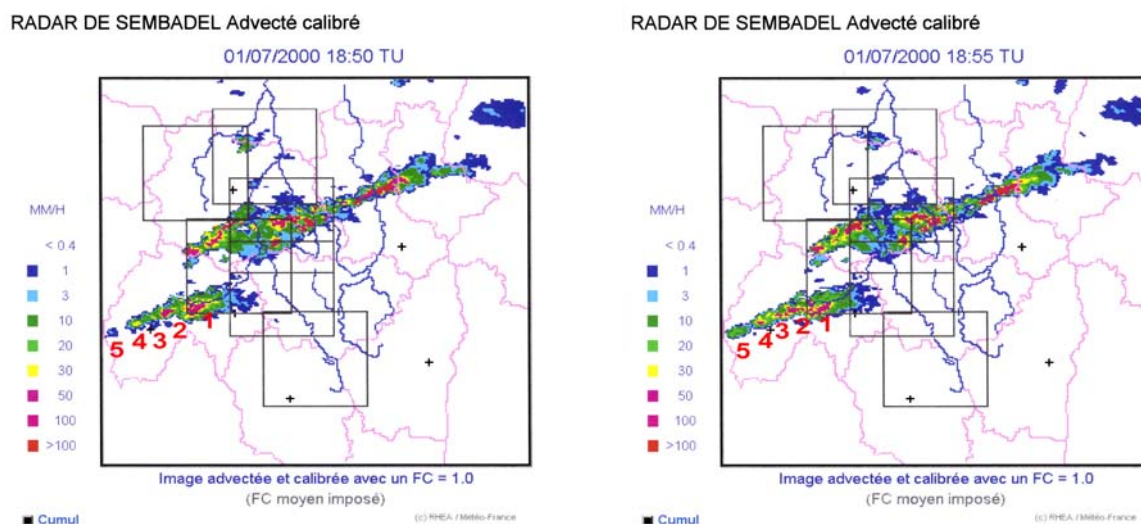


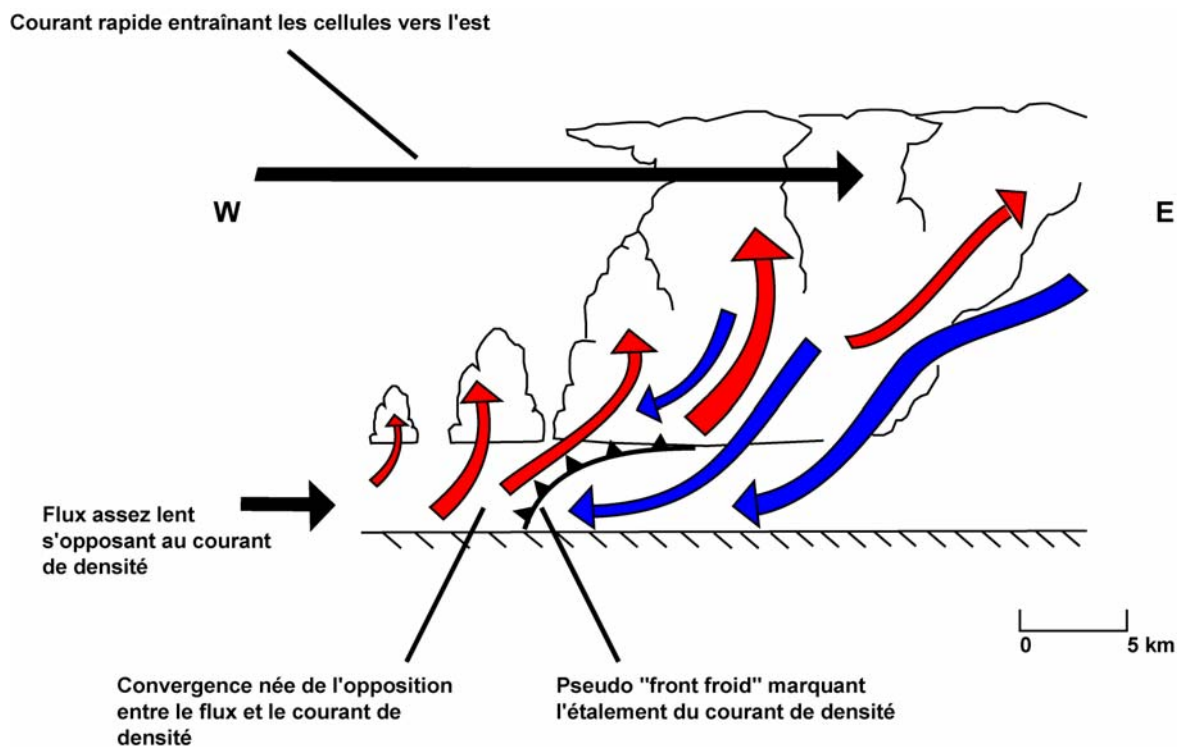
Figure 106 : Séquence pluvieuse du 1^{er} juillet 2000

Ces deux phénomènes correspondent à des systèmes dits à « régénération rétrograde » ou « régénération arrière » (Roux, 1991 ; Herment, 2000). Ce terme signifie que la structure nuageuse se développe dans le sens opposé de la circulation générale, en particulier du courant. Cette extension débute lorsque l'air frais issu des vents descendants d'un premier orage (en voie de dissipation) se glisse sous l'air chaud plus à l'ouest, et force celui-ci à s'élever entraînant la formation d'un deuxième cumulonimbus. Au fur et à mesure, se constitue, comme dans une réaction en chaîne, un défilé très régulier de convections qui se suivent par ordre d'ancienneté les unes à la suite des autres. Ainsi, si on compare les images de 18h50 et 18h55 on constate, en focalisant notre attention sur le système cantalien, que les cellules les plus récentes se trouvent au sud-ouest de la chaîne (n°3 à 5) tandis que les plus anciennes se situent au nord-est (1 et 2).

Les processus conduisant à l'élaboration d'une telle organisation ne sont pas simples à montrer. On peut, toutefois, mettre en évidence le caractère essentiel de la circulation telle qu'elle s'est présentée ce jour là. Le courant d'altitude d'ouest sud-ouest, très rapide, explique certainement la disposition linéaire des cellules ; chaque nouvelle convection étant, lors de sa formation puis de sa dissipation, transférée vers le nord-est (figure 107). De même, la présence d'un flux sensible mais restant toutefois faible semble capitale. S'opposant au « courant de densité »² ce flux favorise la convergence même à grande distance vers l'ouest. Plus fort, il empêcherait l'étalement de l'air frais descendant ; plus faible la convergence ne pourrait plus s'effectuer aussi loin (l'opposition serait moins marquée).

Le rôle des facteurs géographiques semble, en revanche, jouer moins nettement, même s'il est possible qu'un forçage orographique se soit produit sur les versants occidentaux. La circulation, interceptée par le relief, a favorisé le développement de sources d'instabilité locale et ainsi libéré l'énergie convective potentielle. Toutefois, nous pouvons remarquer que certaines averses se sont également produites dans des secteurs théoriquement abrités (comme le bassin du Forez par exemple).

² Il s'agit du terme communément utilisé pour désigner les vents descendants issus des cumulonimbus.



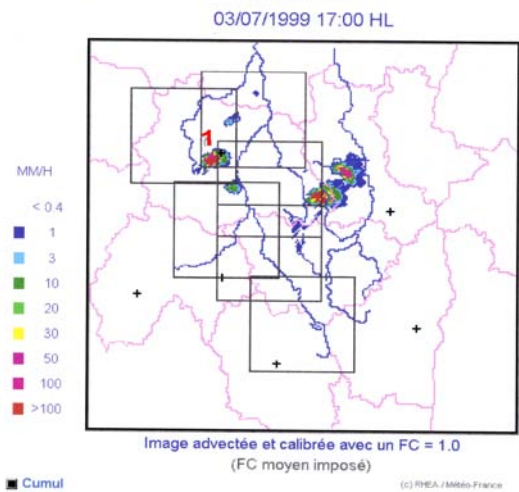
Conception et réalisation : F.J

Figure 107 : Genèse du système orageux à régénération arrière

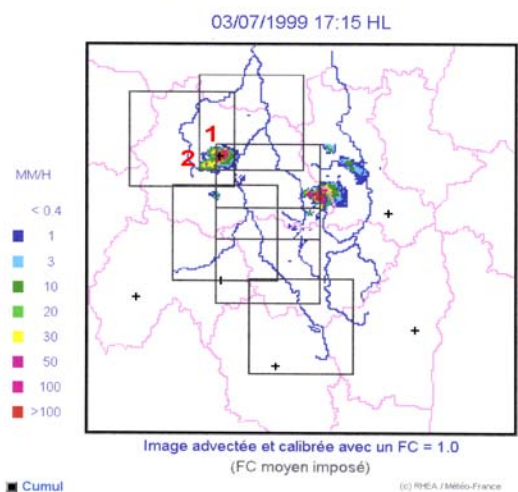
2.1.3. Le 3 juillet 1999

Le système qui s'est développé dans l'après-midi du 3 juillet 1999 est, sur certains points, comparable au précédent. Très peu mobile, cet orage a affecté pendant plus de 2 heures un même secteur compris entre le plateau des Dômes et l'agglomération clermontoise. Les dynamiques ont toutefois été un peu différentes. Si l'on regarde attentivement les images qui composent notre séquence radar (figure 108), on remarque que la structure n'a pas connu de développement vers l'ouest. On note, par contre, une régénération cyclique des cellules à partir d'un même point ; ces cellules prenant ensuite une direction linéaire sud ouest / nord-est, toujours identique, et commandée par le courant d'altitude. La source d'instabilité, toujours fixe en raison de l'absence totale de flux, a fonctionné par à coups. Chaque ascendance – on peut en compter 4 (notées 1,2,3,4 sur les images) - a donné lieu à une averse qui est restée active seulement sur une courte distance. Si on osait faire une comparaison avec une image tirée de la volcanologie, on pourrait affirmer que le mouvement convectif a fonctionné comme un point chaud (figure 109). Les ascendances (correspondant à la montée du magma) sont restées à la même place, alors que les masses d'air transportées par le courant se sont déplacées au-dessus d'elles, ce qui a produit, dans l'atmosphère, un alignement de cumulonimbus (comparable au déplacement des plaques qui crée un alignement de volcans).

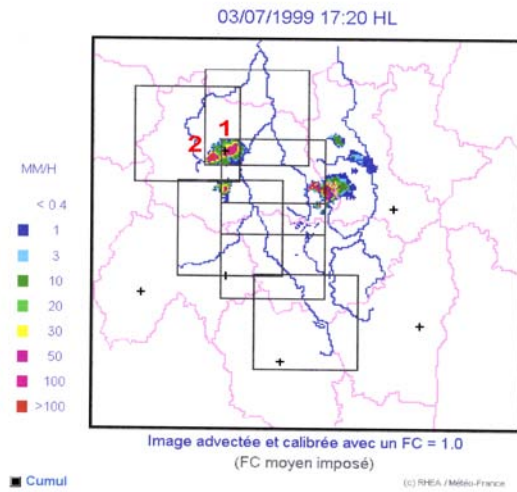
RADAR DE SEMBADEL Advecté calibré



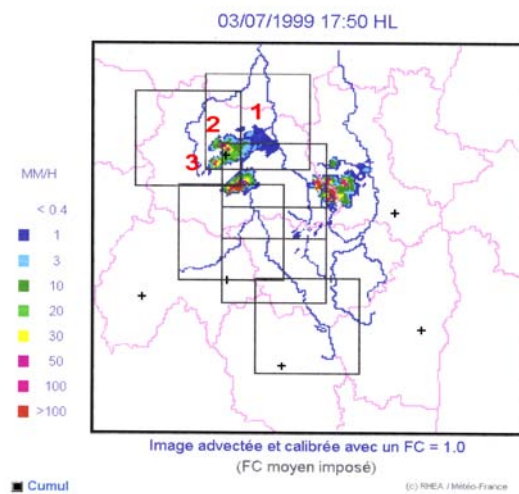
RADAR DE SEMBADEL Advecté calibré



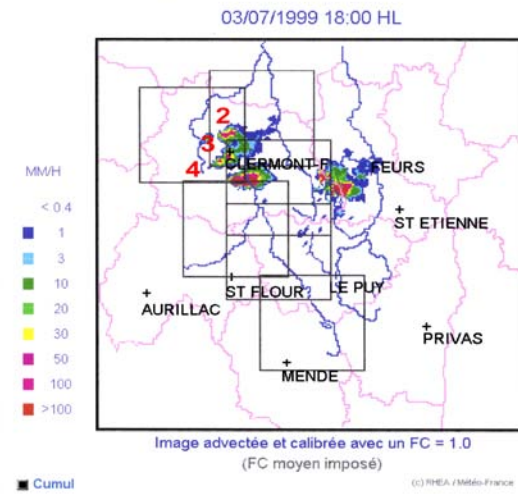
RADAR DE SEMBADEL Advecté calibré



RADAR DE SEMBADEL Advecté calibré



RADAR DE SEMBADEL Advecté calibré



RADAR DE SEMBADEL Advecté calibré

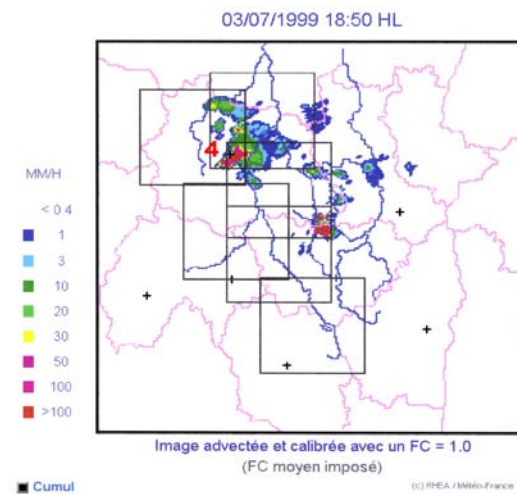


Figure 108 : séquence pluvieuse du 3 juillet 1999

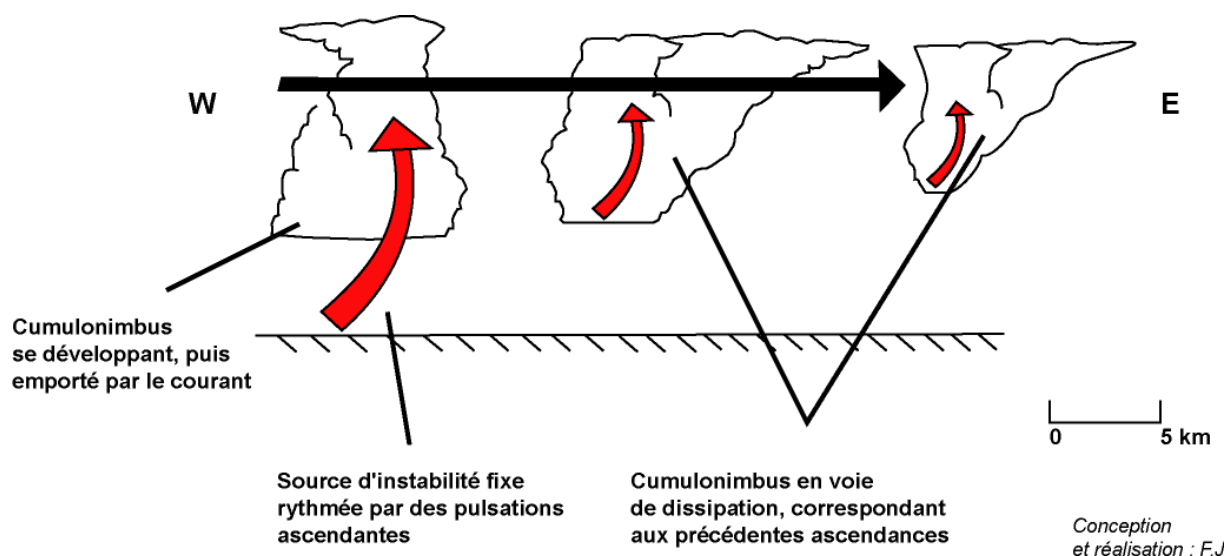


Figure 109 : Genèse et dynamique du « point chaud » orageux

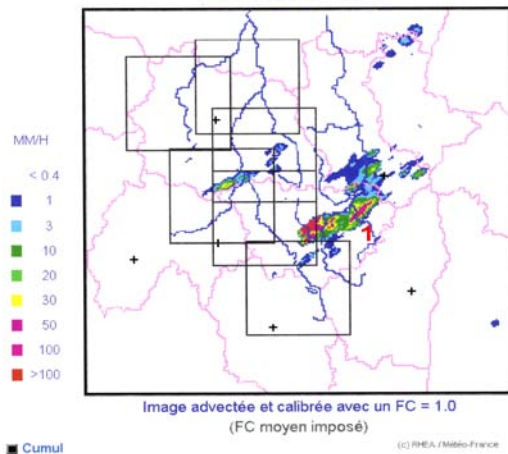
2.1.4. Le 26 juin 1998

Le système orageux qui a frappé une grande partie de la Haute-Loire, le 26 juin 1998, s'associe aux phénomènes les plus remarquables de ces dernières années. En 4 heures, il est tombé 68 mm à Yssingaux, 91 mm à Chadrac, 98 mm à Saugues et 105 mm au centre départemental de Loudes. Ces fortes pluies ont été induites par plusieurs vagues orageuses qui se sont essentiellement concentrées sur un axe qui s'est étendu de la Margeride jusqu'au massif du Pilat (figure 110).

Les premières averses, visibles sur l'image radar de 14h35, apparaissent entre les cours d'eau de la Borne et du Lignon. Alors que ce premier ensemble convectif (1) se déplace assez lentement vers le nord-est, on note à 15h25 la naissance d'une nouvelle cellule (2) qui se localise, cette fois, dans les gorges de l'Allier. Celle-ci se déplace plus rapidement puisqu'elle atteint le même secteur compris entre la Borne et le Lignon à 15h25. Au même moment, une troisième averse (3) est détectée par le radar aux confins des départements du Cantal, de la Lozère et de la Haute-Loire. Très active, cette nouvelle convection prend le même chemin que les autres, toutefois, à une vitesse de plus en plus lente (image de 16h20). A partir de 16h45, l'instabilité semble se généraliser. Aux trois cellules précédemment vues se rajoutent de nouveaux foyers : 2' qui se situe dans le sud du bassin du Forez et 4 qui se forme au même endroit que 3. L'activité pluviométrique devient particulièrement intense et durable entre 17h et 17h30 dans le bassin du Puy à cause de la régénération de 3. Les pluviographes ont ainsi enregistré, dans le centre ville, 20 mm en moins d'1/2 heure. La séquence pluvieuse s'est poursuivie, après une courte pause, entre 18 et 19h, avec le lent passage de 4.

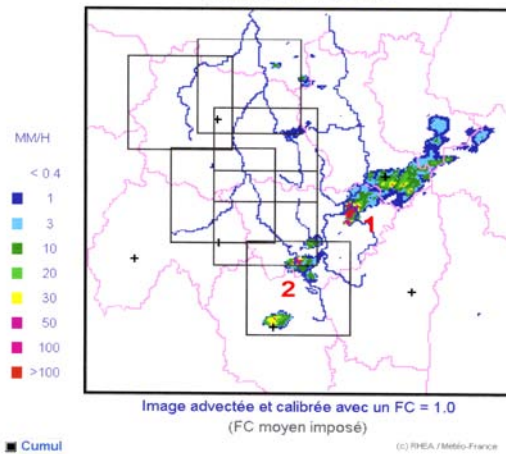
RADAR DE SEMBADEL Advecté calibré

26/06/1998 14:35 HL



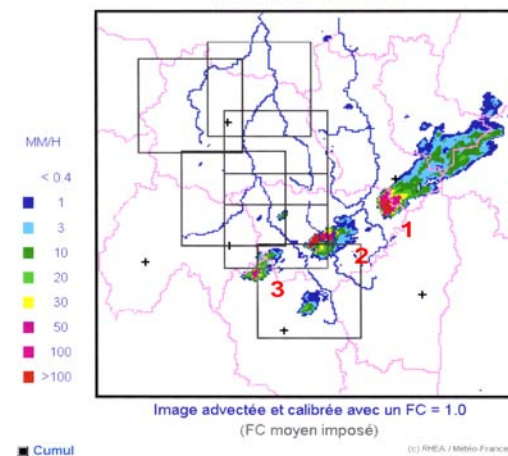
RADAR DE SEMBADEL Advecté calibré

26/06/1998 15:25 HL



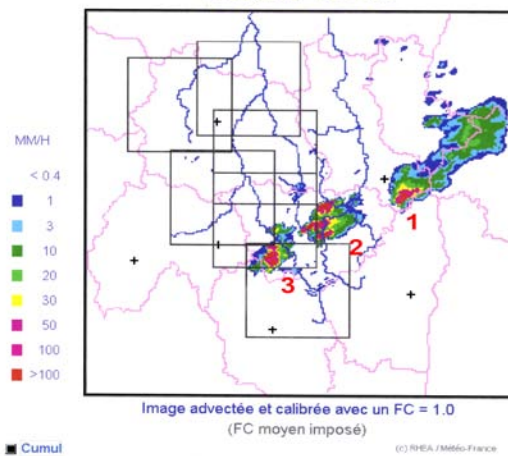
RADAR DE SEMBADEL Advecté calibré

26/06/1998 15:55 HL



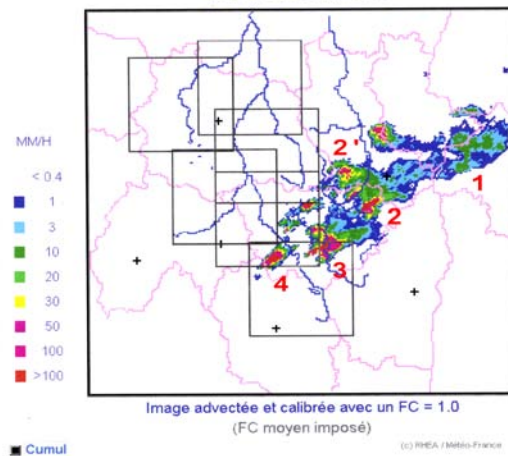
RADAR DE SEMBADEL Advecté calibré

26/06/1998 16:20 HL



RADAR DE SEMBADEL Advecté calibré

26/06/1998 17:20 HL



RADAR DE SEMBADEL Advecté calibré

26/06/1998 17:20 HL

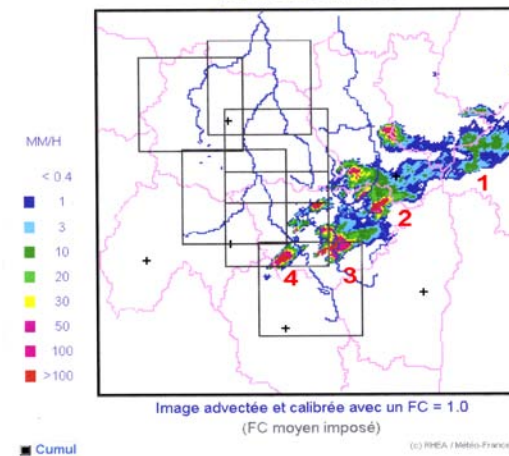


Figure 110 : séquence pluvieuse du 26 juin 1998

Malheureusement, en raison d'une panne du radar nous n'avons pu obtenir les images correspondantes.

L'origine de ces convections est extrêmement difficile à expliquer à échelle fine. Cette difficulté provient surtout de la diversité des dynamismes. Nous retrouvons d'une part, ici, des caractéristiques qui sont à la fois propres aux systèmes à régénération arrière (2 est apparu à l'ouest de 1 et 3 à l'ouest de 2) et aux point chauds (3 et 4 avaient la même source d'instabilité située sur le même lieu). D'autre part, il apparaît clairement que d'autres mécanismes peu compréhensibles sont intervenus. Ainsi, pour quelles raisons les cellules se sont-elles déplacées à différents rythmes ? Qu'est-ce qui peut expliquer leur irrégulière activité ?

Quoi qu'il en soit, la répétitivité des averses sur ce petit secteur a fini par provoquer les crues de petits cours d'eau, comme le Dolaizon qui traverse la ville du Puy. Le centre de secours de l'agglomération ponote a enregistré près de 1000 appels en deux heures. A cause du ruissellement urbain, les pompiers ont ainsi effectué, de 18h à 21h, plus de 200 interventions pour des assèchements de caves, de sous-sols... En raison de cet orage, l'ensemble de l'agglomération ponote fut déclarée en état de catastrophe naturelle.

2.2. Les structures convectives mobiles

Les cellules que nous avons qualifiées de « mobiles » correspondent à notre deuxième grand groupe d'épisodes. A l'inverse des foyers stationnaires, ces systèmes, circulant parfois très rapidement, ne sont jamais associés à des cumuls pluviométriques extrêmement abondants. Les chutes peuvent être, en revanche, très intenses et accompagnées de phénomènes violents, comme des averses de grêle ou des vents forts.

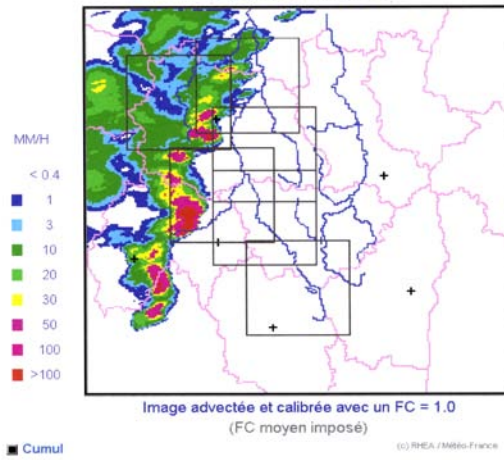
2.2.1. Les 20 et 21 août 2000

Cet épisode a été mémorable en raison de la grêle qui a sévi dans le sud de la région. Les chutes se sont produites à 2 reprises : dans la nuit du 20 au 21 et le 21 à la mi-journée.

La première averse fut associée au passage d'un front d'origine océanique. Sur les images radars de 21h55 et 23h10 T.U. (figure 111), on remarque, en effet, qu'une ligne de cumulonimbus traverse le sud de l'Auvergne. Les échos montrent des intensités très élevées (supérieures à 100 mm/h), correspondant certainement à la grêle, sur les plateaux du Cézallier et au sud de Clermont à 21h55 T.U., dans le bassin du Puy et dans le sud-est du massif du Forez à 23h10 T.U. Bien que très violente, cette première vague orageuse fut moins spectaculaire que la seconde qui fut simplement liée à une convection isolée. On peut

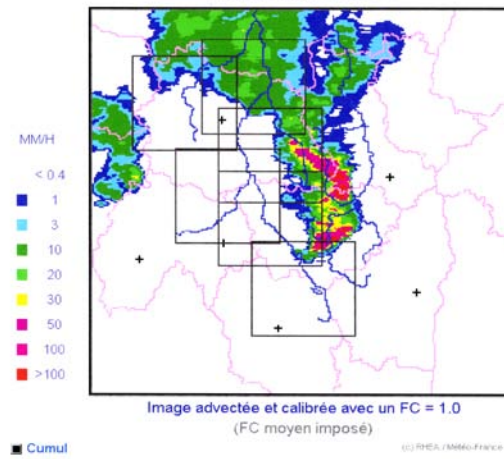
RADAR DE SEMBADEL Advecté calibré

20/08/2000 21:55 TU



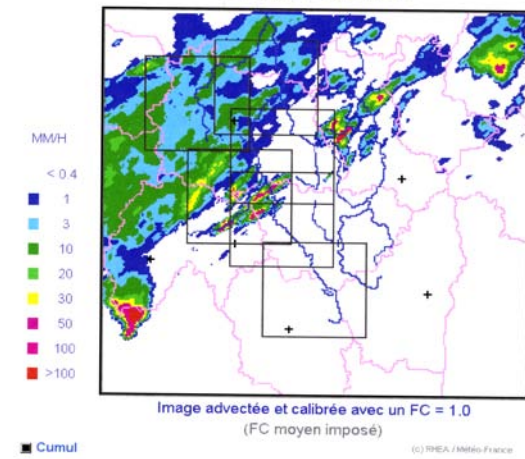
RADAR DE SEMBADEL Advecté calibré

20/08/2000 23:10 TU



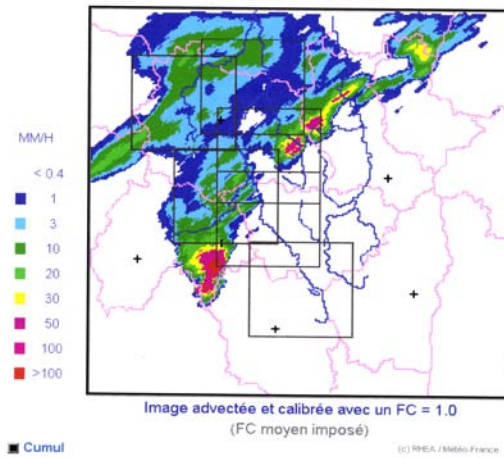
RADAR DE SEMBADEL Advecté calibré

21/08/2000 09:15 TU



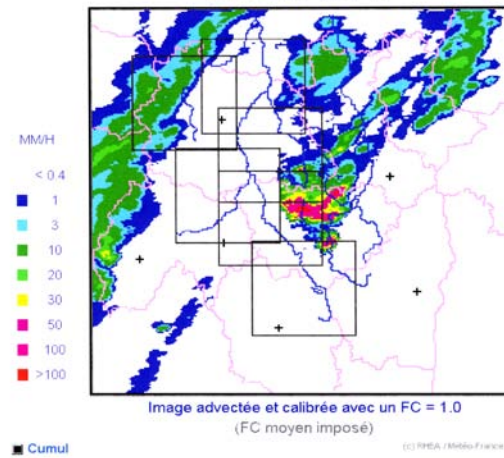
RADAR DE SEMBADEL Advecté calibré

21/08/2000 10:00 TU



RADAR DE SEMBADEL Advecté calibré

21/08/2000 10:55 TU



RADAR DE SEMBADEL Advecté calibré

21/08/2000 11:35 TU

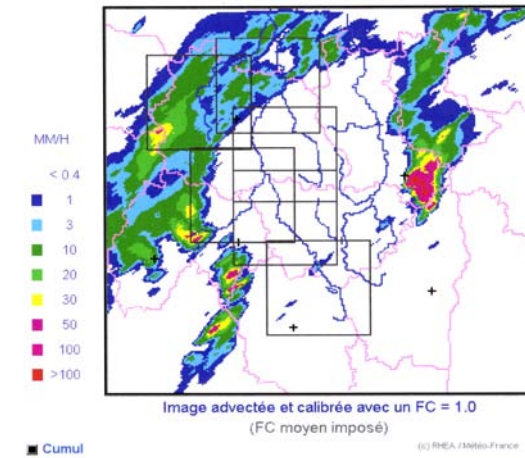


Figure 111 : séquence pluvieuse radar des 20 et 21 août 2000

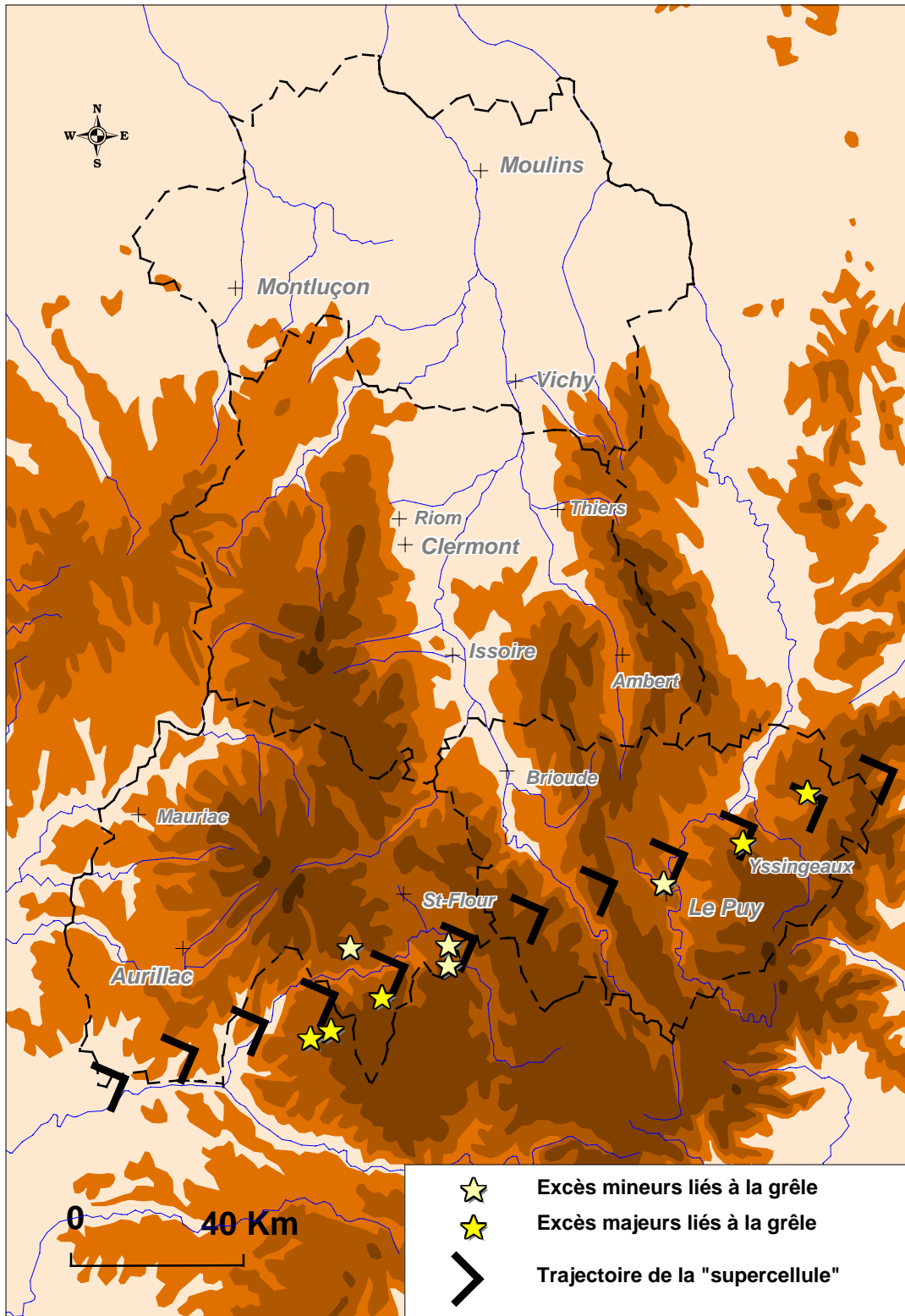
toutefois remarquer que cette dernière fut remarquable en raison de sa taille, de son intensité et de sa vitesse de progression. Cet énorme foyer possède, en fait, tous les traits d'une « supercellule ». Assez rares en Europe, ces orages sont particulièrement redoutables car correspondant, avec les systèmes en « V », aux phénomènes convectifs les plus violents. Ils sont, entre autres, fréquemment responsables des plus grosses averses de grêle (Vinet, 1998) et génèrent parfois même des tornades (Herment, 2000).

La présence d'un courant d'altitude très rapide (comme celui observé le 21 à 12h) semble être nécessaire à leur genèse :

- Couplé à un flux très faible, il favorise un effet de cisaillement qui génère un puissant courant ascendant.
- Il dévie le courant de densité qui ne peut ainsi s'opposer à la colonne ascendante (la cellule ne peut donc pas se détruire).
- Cette déviation permet au courant de densité de s'intensifier par l'apport continu d'air froid provenant du courant descendant. La convergence avec l'air entrant devient alors marquée et constante.
- Il appauvrit le cumulonimbus en noyaux de congélation, renforce le diamètre des embryons existants et potentiellement la grosseur des grêlons au sol (Vinet, 1998).

Les supercellules ont ainsi une durée de vie qui peut excéder plusieurs heures. Leur isolement trahit une concentration énergétique extrêmement forte. Comme on peut le noter sur les images radars, aucune autre cellule n'arrive à se développer à proximité car trop fortement concurrencée.

Le passage de cette supercellule n'a pas engendré, en Auvergne, les mêmes effets partout. Si peu de dégâts ont été signalés sur au moins les $\frac{3}{4}$ de son trajet (puisqu'elle a traversé des secteurs peu peuplés et massivement forestiers), de graves excès se sont, en revanche, produits du côté de Chaudes-Aigues ainsi que dans le bassin du Puy et le nord-est de la Haute-Loire (figure 112). Tous les témoignages se regroupent pour préciser que l'averse fut brève mais d'une intensité extrême. De nombreuses habitations ont été endommagées, de nombreuses voitures ont eu leur carrosserie abîmée par les impacts. Dans le nord de l'Aveyron, les pare-brise et les phares des véhicules ont même éclaté sous le poids des grêlons. La photo 14 donne une idée de la taille de ceux tombés vers Yssingaux et Dunières. L'observateur météo d'Yssingaux a même mesuré un spécimen de 10 cm de long pour un poids de 125 g !



Conception et réalisation : F.Jubertie

Figure 112 : Episode orageux du 21 août 2000



Photo 1 : Grêlons tombés dans le secteur d'Yssingeaux après le passage de la supercellule du 21 août 2000 (source : La tribune-Le Progrès)

2.2.2. Le 6 août 1999

Le dernier système que nous allons étudier s'apparente à une ligne de grains. Comme on peut le voir sur l'image satellite du 6 août à 17h12 (figure 113), ce complexe orageux, de taille régionale, est constitué de nombreuses cellules très proches les unes des autres. Celles-ci s'organisent sur un axe qui, dans notre exemple, s'étend de la Bourgogne aux Pyrénées.

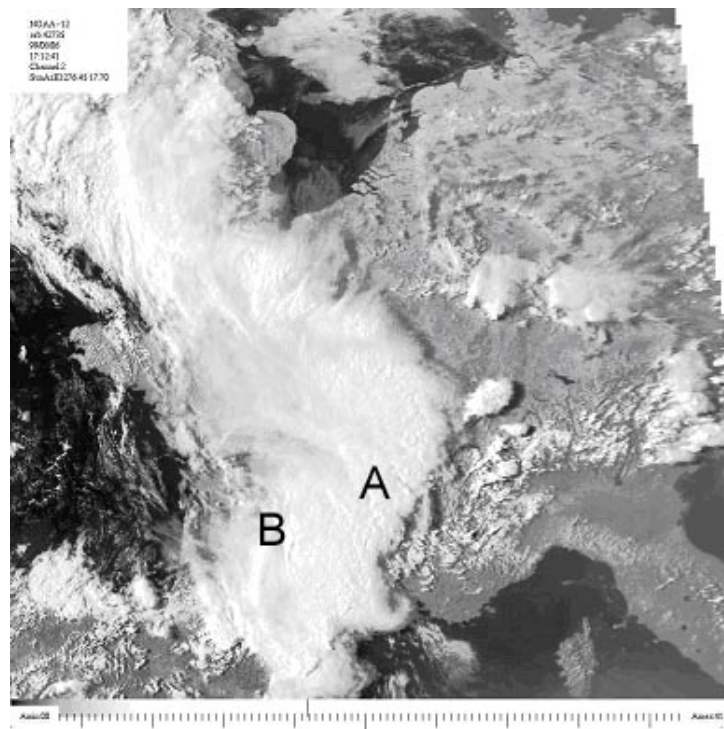


Figure 113 : Image NOAA-12 (canal 2 visible) du 6 août 1999 à 17h12 T.U.

La constitution d'une telle ligne, compacte et relativement étendue, est provoquée par un brusque changement de masse d'air, tout d'abord sensible en altitude (approche d'une vallée) puis gagnant les couches moyennes ou basses de l'atmosphère (passage du front froid). Les

ascendances les plus vigoureuses se situent sur la bordure avant du système (c'est-à-dire à l'est). L'image satellite montre d'ailleurs très nettement le « bouillonnement » convectif s'effectuer dans cet espace (en A), qui concentre les pluies les plus violentes parfois mêlées de grêle et souvent accompagnées de vent. A l'inverse les ascendances sont moins importantes à l'arrière de la ligne (c'est-à-dire à l'ouest). Là (en B), les éléments se calment, les pluies perdent peu à peu en intensité, la masse nuageuse n'est plus constituée que par des enclumes.

L'imagerie radar (figure 114) qui confirme l'organisation rigoureuse du système, montre également sa grande mobilité. Ainsi, la ligne d'averses, qui est positionnée à 16h55 sur les Monts d'Auvergne, se situe ½ heure plus tard, de la Limagne, au brivadois et à l'Aubrac.

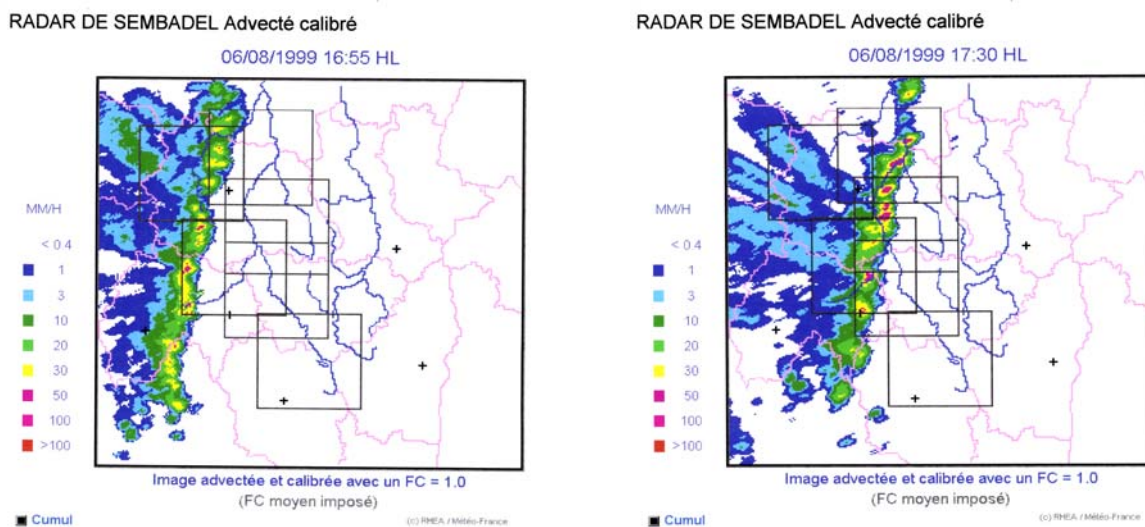


Figure 114 : Séquence pluvieuse du 6 août 1999

Ce déplacement est la conséquence, d'une part, à la fois du flux qui devient relativement rapide à l'arrière du système et de l'advection de l'air frais et, d'autre part, de la rapide formation des cellules à l'avant ; la vitesse de propagation de l'orage pouvant même devenir supérieure à celle de la circulation générale.

Les dynamiques qui conditionnent l'activité de la ligne de grains sont, comme pour les autres types d'orages, liées à la convergence du courant de densité et de l'air chaud humide entrant. Toutefois, vu l'importance du nombre de cellules, le courant de densité peut s'organiser de telle sorte qu'un front de rafales apparaît à l'avant du système. Il s'agit d'un espace très turbulent où soufflent, le long d'une bande de plusieurs kilomètres, des vents catabatiques parfois destructeurs. La rapidité des rafales s'explique par l'air froid qui, en raison de sa forte densité, se glisse violemment sous la masse d'air chaud. La disparition de cet air chaud à l'arrière du système (qui ne peut être renouvelé puisqu'un changement

massique est intervenu) explique pourquoi le vent tombe et devient diffluent. De la même manière, cela justifie la progressive atténuation des ascendances.

Cette ligne de grains a généré divers problèmes sur la région. Dans le massif du Sancy, une centaine de randonneurs, piégés par les intempéries, ont dû être secourus par les gendarmes et les pompiers. La même mésaventure est arrivée à plusieurs touristes dans les monts du Cantal. A Clermont, une soixantaine de pompiers sont intervenus pour dégager les chaussées, procéder à l'enlèvement d'antennes, de tuiles arrachées par le vent et, à cause des coupures d'électricité, délivrer des personnes bloquées dans les ascenseurs. De nombreux dégâts ont également été signalés dans le secteur de Montluçon. A Mesples, par exemple, le coup de vent a couché les cultures (tournesol et maïs), endommagé les stocks de paille et les bâtiments agricoles. Sur la commune pas moins de 600 arbres (formant les haies bocagères) ont été déracinés.

Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons essayé de traiter les phénomènes orageux par l'approche de deux méthodes :

- la première, la plus classique, s'est basée sur l'étude, à l'échelle domaniale et provinciale, des structures aérologiques générant les temps forts. Nous avons ainsi montré, et ceci ne constitue pas vraiment une nouveauté, que les systèmes orageux étaient principalement induits par une circulation de sud-ouest, surtout sensible en altitude, et plus ou moins directement par l'approche d'une perturbation d'origine océanique.
- La deuxième, plus novatrice, a tenté de mettre à jour, par imagerie radar, les dynamiques spatiales des averses. La typologie qui en découle, et qui regroupe 6 cas, n'est évidemment pas exhaustive. L'élaboration d'un classement plus détaillé s'effectuera progressivement au fil du temps par la visualisation d'autres phénomènes. De la même manière, il ne faut pas croire que toutes les averses convectives possèdent des traits aussi distinctifs ; nous avons naturellement choisi, ici, les exemples les plus intéressants.

Le tableau 32 synthétise les différentes observations que nous avons effectuées lors de l'analyse radar des 6 systèmes pluvio-orageux. Les 4 premiers types correspondent aux orages que nous avons qualifiés de stationnaires, les 2 derniers s'associent aux convections mobiles.

Types d'orages	Structures aérologiques	Rôle de l'orographie	Dynamiques et caractéristiques du système orageux
Orages orographiques (ex. du 12/08/98)	Sol: Marais barométrique Alt.: Passage d'air relativement froid	Essentiel	Orages peu mobiles. Développement des cellules consécutif au réchauffement successif de différents secteurs (crêtes → bassins → versants occidentaux). Précipitations qui peuvent être importantes (ex: Vensat) à cause de la stationnarité de l'orage. On assiste, toutefois, assez fréquemment à un étiolement rapide des cellules (absence de cisaillement).
Orages à régénération rétrograde (ex. du 1/07/2000)	Sol: Flux faible Alt.: courant rapide (approche d'une vallée)	Incertain	Orages peu mobiles, mais animés par des dynamiques internes favorisant la répétitivité des averses sur un lieu. Précipitations pouvant être durables et importantes.
Point chaud orageux (ex. du 3/07/99)	Sol: Marais barométrique Alt.: Courant assez rapide	Incertain	Orages peu mobiles à régénération cyclique. Précipitations pouvant devenir importantes à cause de la répétitivité des averses.
Le 26/06/98	Sol: Marais barométrique Alt.: Courant rapide	Incertain	Orages peu mobiles qui possèdent une organisation complexe combinant les caractéristiques d'une régénération rétrograde et du point chaud. Précipitations pouvant être importantes en raison de la répétitivité des averses et de la durée du phénomène.
Orage supercellulaire	Sol: Marais barométrique Alt.: Très fort courant	Inexistant	Orage très mobile, isolé, de très grande taille et d'une très grande violence souvent marqué par des chutes de grêle.
Ligne de grains (ex. du 6/08/99)	Sol: Flux devenant sensible Alt.: Courant rapide	Incertain	Orages mobiles caractérisés par l'alignement de plusieurs cellules. Précipitations peu durables mais généralisées en raison de la taille du système. Vent souvent violent (front de rafales) lié à l'étalement des courants issus des cumulonimbus.

Tableau 32: Caractéristiques des systèmes orageux observés par imagerie radar

Cette division nous semble importante car elle permet de distinguer les épisodes pluvieux prolongés, des phénomènes plus brefs mais pouvant être extrêmement violents.

Enfin, contrairement à ce que l'on pourrait imaginer, nous avons vu que les facteurs géographiques n'intervenaient qu'assez modestement dans la formation des orages (contrairement aux systèmes océaniques et cévenols). Si la thermoconvection liée au réchauffement du sol joue un rôle important, il est clair que l'amplification des ascendances trouve son origine dans l'air froid d'altitude et dans le cisaillement des vents.

Chapitre VIII

Les tempêtes

1. Novembre 1982, une tempête de sud
2. Martin, une « super » tempête océanique

« Un grand vent soufflait au dehors, un vent d'automne mugissant et galopant, un de ces vents qui tuent les dernières feuilles et les emportent jusqu'aux nuages »

Guy de Maupassant, *Histoire vraie*, 1880

Après avoir analysé les temps forts pluviométriques et leurs éventuelles conséquences, nous allons, avec les épisodes des 6, 7, 8 novembre 1982 et du 27 décembre 1999, étudier deux systèmes qui se sont surtout fait remarquer par la violence de leurs vents et des dégâts associés. Nous verrons que ces deux tempêtes n'ont en commun que leur intensité car elles sont, d'un point de vue météorologique, tout à fait dissemblables. Une fut liée, dans une circulation de sud, à un blocage aérologique, l'autre fut associée, dans une circulation d'ouest, à une petite dépression très creuse et très mobile.

1. Novembre 1982, une tempête de sud

La tempête qui a soufflé du 6 au 8 novembre 1982 fut associée à une circulation de sud engendrée par une structure dépressionnaire très creuse sur le proche Atlantique ainsi que par un anticyclone européen très résistant. Le blocage des centres d'action a favorisé le maintien des vents forts sur une période de 48h. Le sud du Massif central a particulièrement été éprouvé. En plus des importantes précipitations qui ont intéressé les Cévennes (449 mm ont été relevées à Valleraugue et encore 239 à Meyrueis), générant ainsi une puissante crue du Tarn, les vents ont atteint 155 km/h, le 7, à Millau. En Auvergne, cet épisode a été plus excessif qu'en 1999. Les rafales ont souvent été plus violentes et les dégâts plus nombreux.

Nous allons tenter de décrire au mieux les phénomènes. Mais le manque de données et de documents ne nous permettra pas, hélas, d'obtenir une étude aussi complète que pour la tempête de décembre 1999.

1.1. Une puissante circulation méridienne

Associée à un blocage aérologique, la tempête trouve son origine dans la puissante circulation de sud qui s'est établie dans la nuit du 5 au 6 novembre entre une profonde structure dépressionnaire axée le long du 15° W et un môle anticyclonique positionné sur l'Europe centrale. Dans les journées des 6 et 7, le gradient barométrique déjà très serré se renforce encore. En effet, en raison d'une coulée d'altitude très froide, la surface 500 hPa s'abaisse à moins de 5300 m à seulement 45° de latitude nord, alors que la crête, qui se développe jusqu'à la Scandinavie, résiste (figure 115b). Au niveau du sol, une dépression se creuse au large de la Corogne, on relève alors moins de 980 hPa sur l'ouest de la France, tandis que l'anticyclone européen, stabilisé par l'air froid continental de basse couche, se

maintient à plus de 1020 hPa jusqu'à la plaine du Pô (figure 115a). Dans la soirée du 7, la différence de pression atteint 30 hPa entre Toulouse et Gênes et 25 hPa entre Clermont et Milan ! (figure 115b).

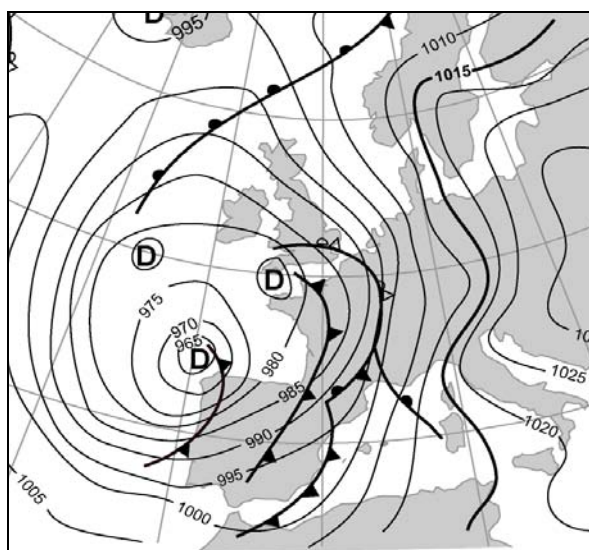


Figure 115a : 7/11/82 18h T.U.

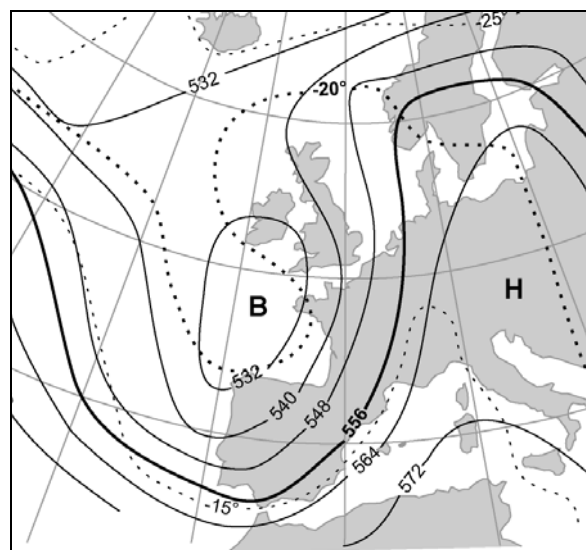


Figure 115b : 8/11/82 0h T.U.

Figure 115a : Situation météorologique au niveau sol

Figure 115b : Configuration météorologique au niveau 500 hPa

Durant trois jours, les vents ont fréquemment dépassé, sur de nombreux secteurs du sud de la France, plus de 100 km/h (148 à Gourdon, 137 à Martignes, 166 à Sète...). Le tableau 33 indique les valeurs qui ont été enregistrées dans les différentes stations de la Météorologie Nationale situées dans le Massif central.

Station	Altitude	Force et (direction) le 6	Force et (direction) le 7	Force et (direction) le 8
St-Etienne	400	86 km/h (180°)	108 km/h (180°)	115 km/h (180°)
Vichy	249	79 km/h (160°)	112 km/h (160°)	115 km/h (160°)
Clermont	329	108 km/h (180°)	130 km/h (180°)	104 km/h (180°)
Aurillac	639	115 km/h (160°)	144 km/h (160°)	119 km/h (160°)
Le Puy	714	108 km/h (160°)	137 km/h (180°)	144 km/h (160°)
Millau	715	94 km/h (140°)	155 km/h (140°)	151 km/h (140°)

Tableau 33: Vitesse maximale et direction des vents observées dans les différentes stations du Massif central (sources : Météorologie Nationale)

On peut constater que les rafales se sont toutes produites dans une direction comprise entre le sud-est (140° à Millau) et le sud (180° à St-Etienne et Clermont). Les plus fortes, qui ont franchi la barre des 140 km/h à Aurillac (constituant ainsi un record) et au Puy, ont été

relevées dans la nuit du 7 au 8. On peut imaginer que des pointes encore plus rapides ont affecté les plateaux, puisqu'au sommet du Mont Aigoual, seul lieu d'altitude qui disposait à l'époque de mesures sur le vent, des vitesses supérieures à 200 km/h ont été signalées par les météorologues. Les coups de vent ont été, en revanche, en Limagne, plus modérés qu'en 1999, tout au moins à Clermont et à Vichy (avec respectivement 130 et 115 km/h).

1.2. Des excès nombreux (plus qu'en 1999)

La tempête de 1982 fut, d'une manière générale, plus excessive sur le Massif central que celle du 27 décembre 1999. Si l'on regarde, tout d'abord, le tableau 34 on peut se rendre compte que les volumes de chablis dans les forêts publiques ont été, en Auvergne, à l'exception notable du Cantal, plus importants.

Départements	Chablis en m ³ , tempête 1982	Chablis en m ³ , tempête 1999
Cantal	145 000	400 000
Haute-Loire	269 000	200 000
Allier	350 000	128 400
Puy-de-Dôme	1 218 000	569 500
Total Auvergne	1 982 000	1 297 000

Tableau 34 : Comparatif des chablis dans les forêts publiques entre la tempête de 1982 et celle de 1999 (sources : O.N.F.)

Cette supériorité est particulièrement nette dans l'Allier et dans le Puy-de-Dôme où les vents ont généré plus du double de chablis. Au total, près de 2 millions de m³ de bois ont été abattus en Auvergne en 1982, alors qu'il y en a eu un peu plus de 1 million en 1999. Si l'on ajoute les dégâts recensés dans les forêts privées, on arrive au chiffre assez impressionnant de 6,8 millions de m³, dont 4 pour le seul département du Puy-de-Dôme.

Les massifs forestiers les plus gravement atteints ont été dans l'Allier, ceux de Tronçais dans le nord-ouest du département ainsi que ceux de Civrais et de Gros-Bois dans le centre. A Tronçais, beaucoup de chênes ont été déracinés. D'après l'O.N.F. ce sont entre 50 000 et 100000 arbres qui ont été touchés (sur un total estimé, quand même, à 10 millions). Dans le Puy-de-Dôme, le secteur des Combrailles a surtout été concerné. Les dégâts équivaldraient à 20 années de récolte. Enfin dans la Haute-Loire, les excès les plus sérieux se sont concentrés principalement dans les forêt du Meygal, de la Chaise-Dieu, du Bouchet ainsi que dans la Margeride.

Bien sûr, de nombreuses coupures de téléphone et d'électricité ont été causées par la chute des arbres (figure 116).

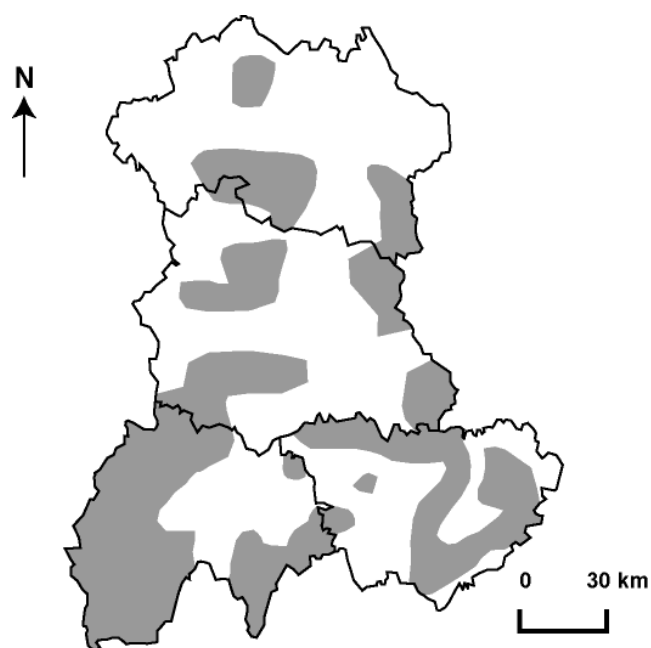


Figure 116 : Principaux secteurs touchés par des coupures d'électricité et de téléphone (sources E.D.F, d'après *La Montagne*)

Le 8 novembre au matin, 30 000 abonnés étaient privés d'électricité dans l'Allier, 35 000 dans la Haute-Loire, 45 000 dans le Puy-de-Dôme et plus de 50 000 dans le Cantal. Dans ce dernier département, les problèmes ont été amplifiés par la rupture de 2 lignes de 20 000 volts. La majorité des habitants des arrondissements de Mauriac et d'Aurillac se sont ainsi retrouvés, même en ville, dans le noir. Ailleurs, dans la région, les difficultés ont essentiellement affecté les espaces ruraux, en particulier, les Monts-Dores, les Combrailles, les Monts de la Madeleine et du Forez, les plateaux de la Chaise-Dieu, le Devès, l'est de la Haute-Loire, l'Aubrac ainsi qu'une partie de la Margeride. Le 10 novembre à 18h, 30 000 foyers restaient toujours sans courant. On en dénombrait 7400 dans le Cantal, 6900 dans le Puy-de-Dôme, 2200 en Haute-Loire et 250 dans l'Allier.

Toutefois, les excès les plus graves, liés à cette tempête, ont surtout concerné les infrastructures et les habitations. Les toitures qui ont été détériorées sont au nombre de 15 000 (tableau 35).

Département	Types et ampleur des dégâts
Allier	1 000 toitures endommagées
Haute-Loire	1 000 toitures endommagées
Puy-de-Dôme	2 500 toitures endommagées
Cantal	10 000 toitures endommagées + 4 749 bâtiments agricoles touchés

Tableau 35 : Dégâts recensés dans les bâtiments et les infrastructures (sources : *La Montagne*)

Le Cantal est le département qui a payé le plus lourd tribut. Les secteurs de Mauriac et de Riom-ès-Montagnes ont même été sinistrés, puisque 2 habitations sur 3 ont été plus ou moins endommagées ; à Trizac, 8 maisons ont été détruites. Au total 150 à 200 personnes ont dû être relogées dans le Cantal, soit autant que dans les 3 autres départements auvergnats. De nombreux dégâts ont également été signalés dans les édifices publics et communaux. Les bâtiments scolaires ont particulièrement souffert, 15 d'entre eux (ce qui correspond à un nombre déjà important pour le Cantal) n'ont pu ouvrir le 8 novembre au matin.

La tempête de novembre 1982 semble avoir été, à l'exception de la Limagne, plus forte que celle de 1999. L'ampleur des excès confirme la violence des rafales qui ont été enregistrées dans les stations météorologiques. Peut-être l'importance des chablis a-t-elle été favorisée par le fait qu'il n'y a pas eu de vent excessif les années précédentes. Quoi qu'il en soit, il est clair que certains secteurs ont plus souffert qu'en 1999. L'exemple le plus frappant concerne l'ouest du Cantal, mais on pourrait également ajouter les Combrailles ou le sud-est de la Haute-Loire. Il est très difficile de comprendre (surtout avec le peu de documents dont nous disposons) pour quelles raisons ces espaces ont été aussi gravement touchés. Nous pouvons toutefois supposer, même si l'hypothèse paraît hasardeuse, que les vents de sud sud-est ont, en franchissant les principaux axes orographiques (comme le Cantal, les Monts-Dores, les Monts-Dômes, le Vivarais), subi une accélération qui aurait affecté les espaces situés au nord-ouest de ces massifs.

2. Martin, une « super » tempête océanique

L'occurrence de vents soufflant à plus de 100 km/h est loin d'être un phénomène inconnu en Auvergne, même à basse altitude. A Aulnat, ces vitesses ont été observées à 28 reprises entre 1974 et 2002 soit, en moyenne, une fois par an. Toutefois, la tempête du 27 décembre 1999 a généré des rafales qui ont tout de même atteint 158 km/h, ce qui en fait l'événement le plus intense depuis le 5 novembre 1951, date à laquelle les anémomètres avaient enregistré 169 km/h. Même si elles n'ont pas dépassé celle de novembre 1982, les rafales se sont également montrées virulentes au Puy et à Aurillac avec respectivement 126 et 137 km/h. Cette tempête est d'autant plus remarquable que les vents les plus forts sont, en Auvergne, fréquemment liés à des épisodes combinés et possèdent donc le plus souvent une orientation à composante sud. Les tempêtes d'ouest perdent, en effet, beaucoup de leur activité en pénétrant à l'intérieur des terres. L'originalité est que celle-ci n'a justement pas faibli en traversant le sud de la France et a en plus succédé à un phénomène du même type (la tempête Lothar) qui avait affecté le nord du pays dans la matinée du 26 décembre.

Pour comprendre sa marche et son évolution, nous examinerons, tout d'abord, la situation à l'échelle synoptique (contexte isobarique et genèse du tourbillon dépressionnaire), puis nous décrirons, au niveau régional, l'ambiance de cette journée particulière. Grâce au travail d'inventaire des dégâts sur la végétation réalisé par l'I.F.N. ainsi qu'à des observations personnelles, nous essaierons aussi de localiser et de quantifier les impacts de cette tempête, en particulier, sur le couvert forestier auvergnat.

2.1. Aspects météorologiques

La genèse de cette tempête se place dans un contexte isobarique dominé depuis le 23 décembre par un courant zonal extrêmement rapide établi de l'Atlantique nord à l'Europe de l'ouest. Les vents mesurés en altitude soufflent à plus de 350 km/h, ce qui correspond au double des valeurs habituellement enregistrées (Wahl, 2000). Cette vitesse est entretenue par l'existence d'un contraste fortement marqué entre bas et haut géopotentiels. La surface 500 hPa se trouve ainsi à une altitude inférieure à 5200 m au-dessus des Iles Britanniques, tandis qu'elle se situe à plus de 5800 m dans l'extrême sud de l'Espagne. Dans la journée du 25, une première dépression se creuse extrêmement rapidement sous les jets océaniques, à la périphérie du vaste système cyclonique islandais. De taille réduite, elle se laisse guider par la puissance du courant d'altitude et se déplace alors à une vitesse de plus de 100 km/h dans la nuit du 25 au 26. Arrivée sur les côtes d'Armor à 4h du matin, la dépression, qui possède un diamètre de seulement 300 km, est déjà bien creusée avec 980 hPa. Mais, à la surprise générale, le système en continuant rapidement sa route à l'intérieur des terres ne se comble pas. A 7h, le minimum, centré entre la Normandie et l'ouest de la région parisienne, atteint même 959 hPa. Entre 10 et 11h, la cellule de basse pression quitte déjà la France par les Ardennes tout en se comblant légèrement.

Cette première tempête, Lothar, qui n'a fait qu'effleurer le nord du Massif central, a entraîné d'innombrables dégâts sur les habitations et les espaces forestiers des régions situées entre la Normandie et l'Alsace. Des vents maximaux à 140 km/h ont été enregistrés à Caen, Rouen, Chartres, Troyes, Langres, Nancy, Strasbourg et sur les aéroports parisiens (avec même plus de 170 km/h à Orly).

Une dizaine d'heures plus tard (figure 117a) une nouvelle onde dépressionnaire, prémices de la tempête Martin, commence à se former sur l'Atlantique au voisinage du 30°W. On peut remarquer, en regardant la situation du 27 à 6h (figure 117b), qu'elle se déplace tout aussi rapidement que l'avait fait Lothar. En altitude, le courant d'ouest, vigoureux, se maintient avec un gradient thermique très resserré (figure 117c). Le radiosondage de Brest a d'ailleurs

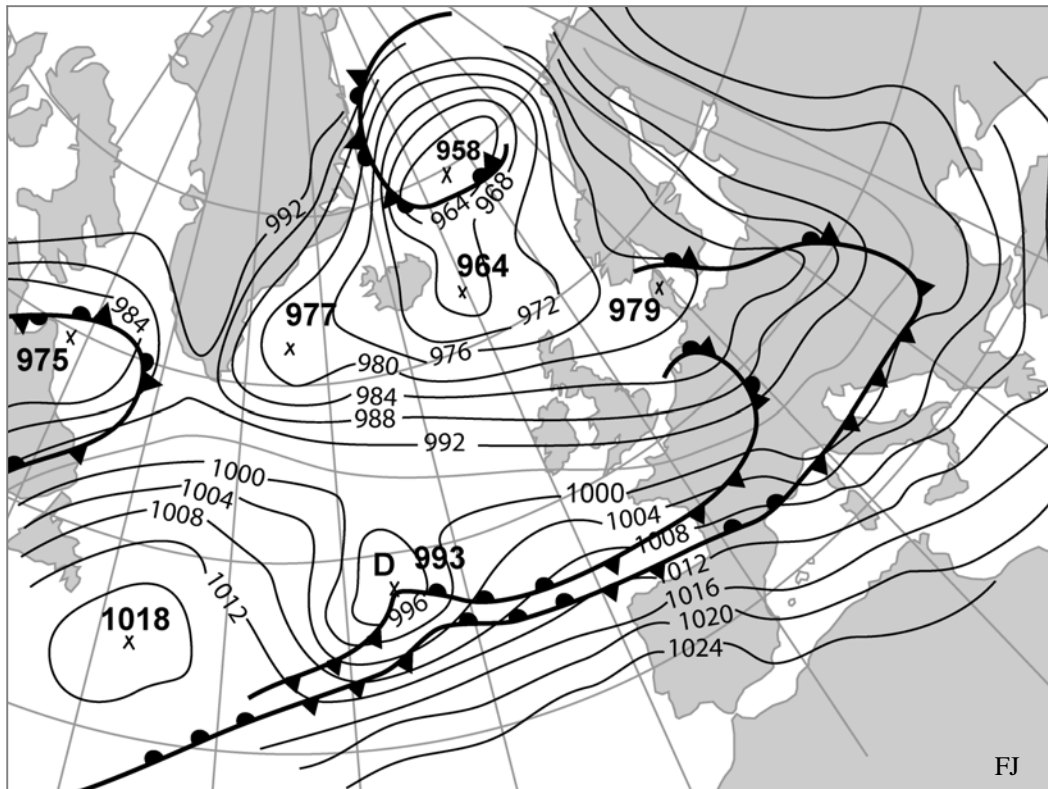


Figure 117a : Situation météorologique au niveau sol le 27/12/1999 à 0h T.U. (d'après le *Meteorological Office*)

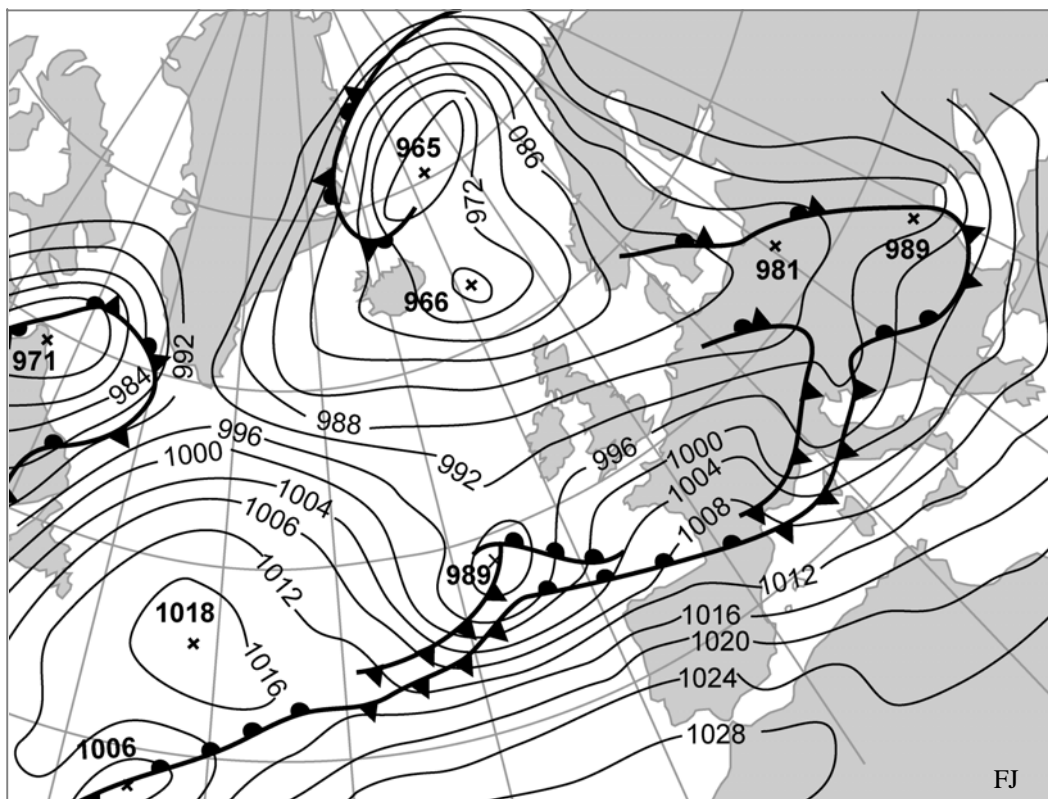


Figure 117b : Situation météorologique au niveau sol le 27/12/1999 à 6h T.U. (d'après le *Meteorological Office*)

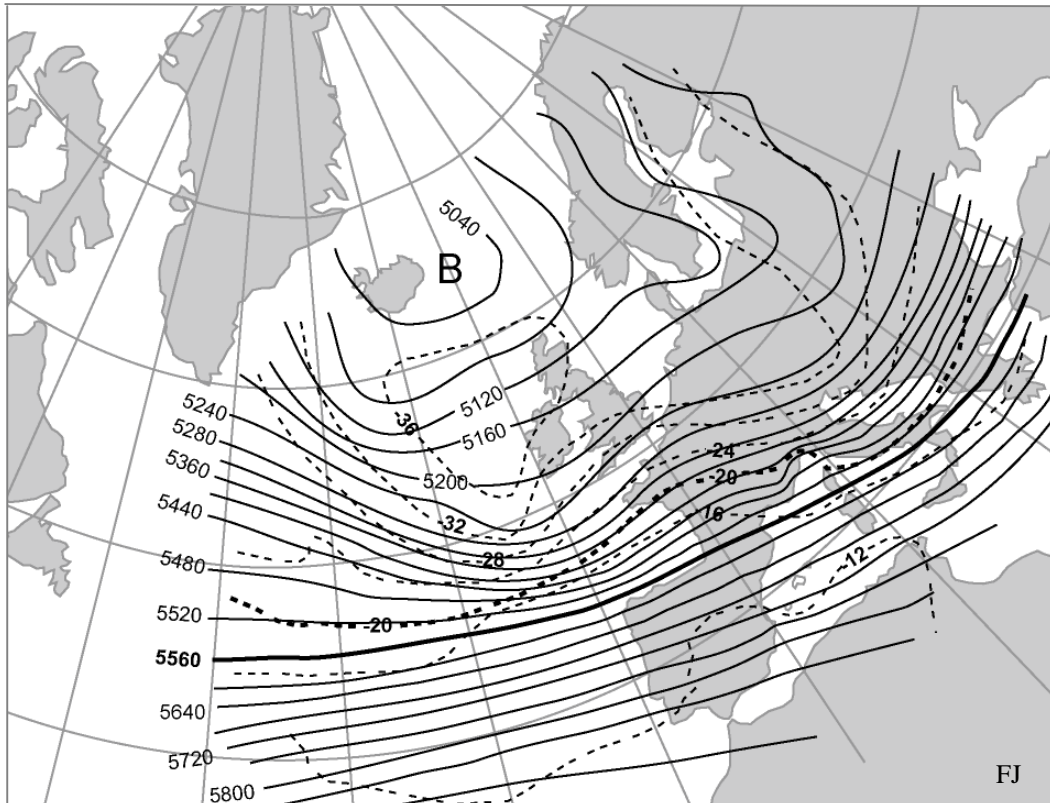


Figure 117c : Situation météorologique au niveau 500 hPa le 27/12/1999 à 12h T.U. (d'après Météo-France)

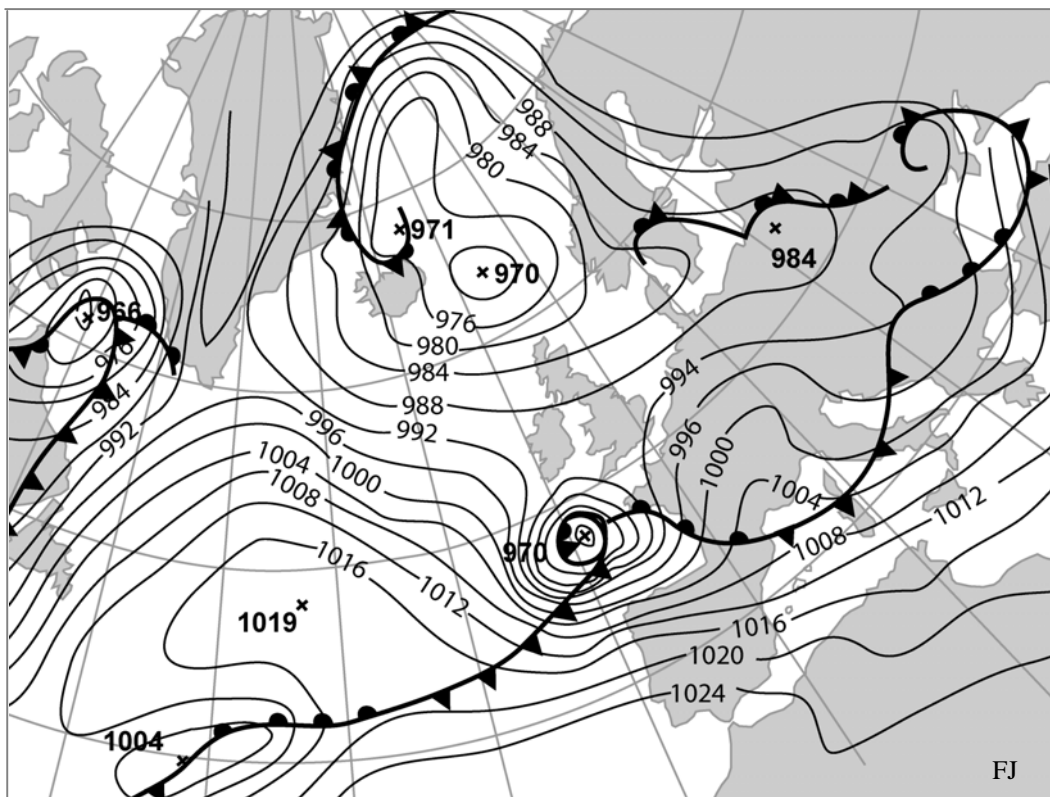


Figure 117d : Situation météorologique au niveau sol le 27/12/1999 à 12h T.U. (d'après le *Meteorological Office*)

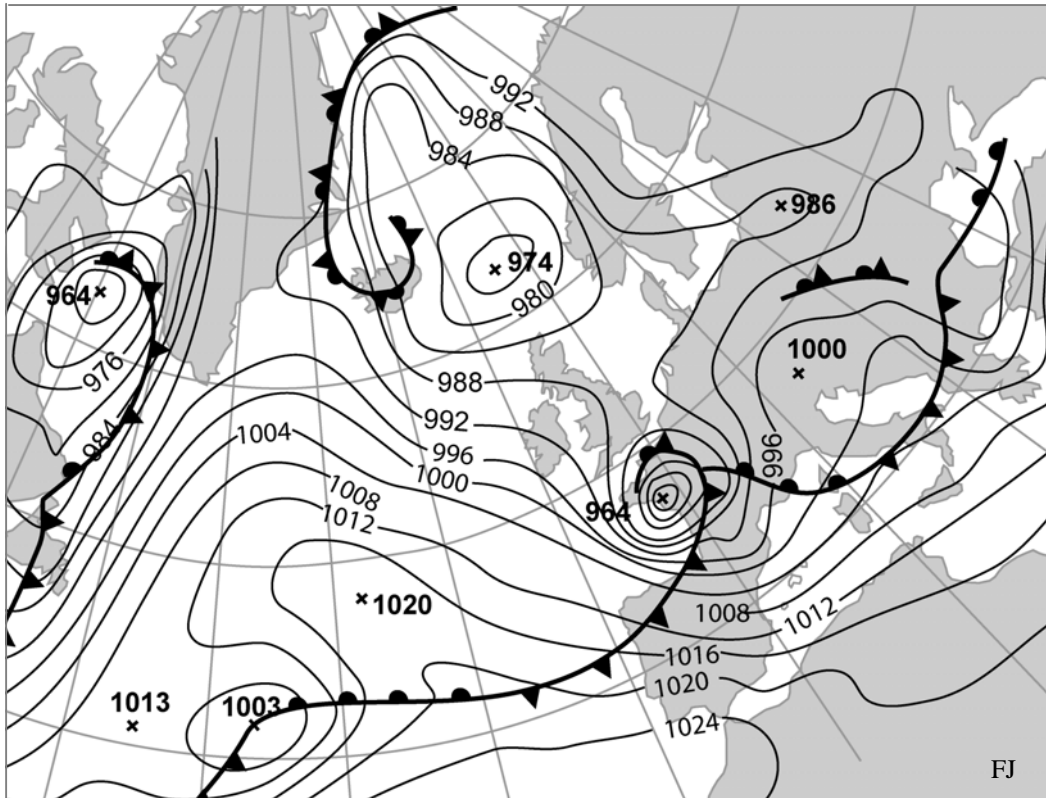


Figure 117e : Situation météorologique au niveau sol le 27/12/1999 à 18h T.U. (d'après le *Meteorological Office*)

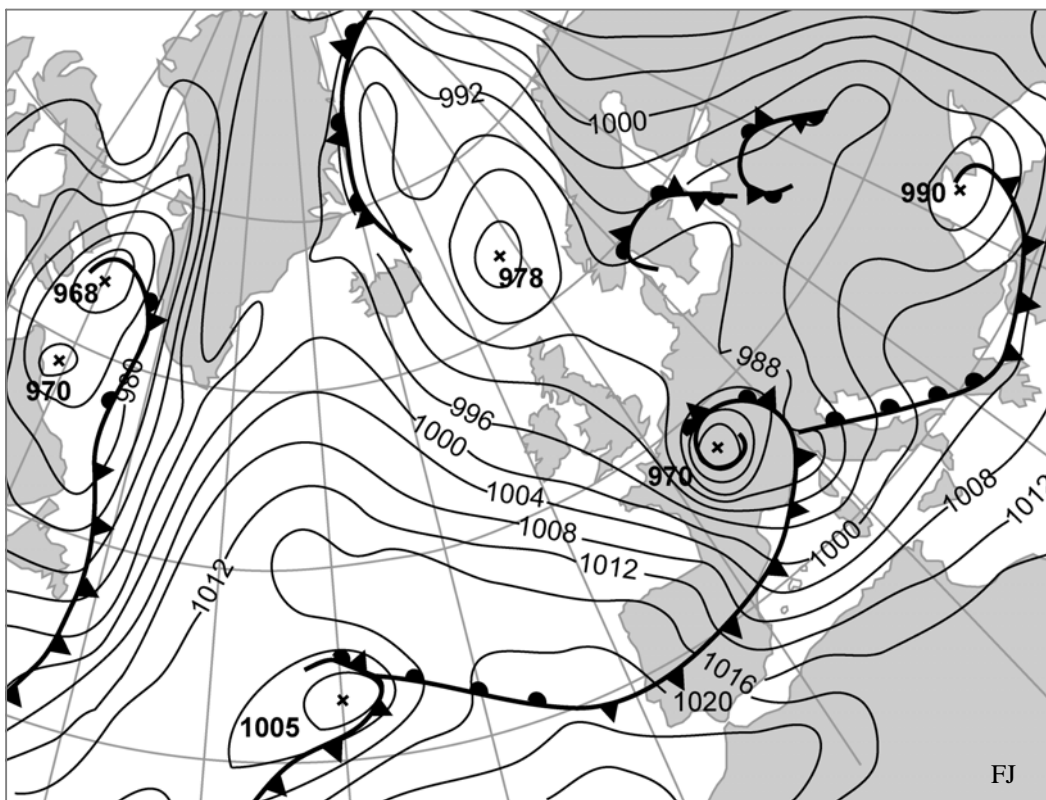


Figure 117f : Situation météorologique au niveau sol le 28/12/1999 à 0h T.U. (d'après le *Meteorological Office*)

enregistré, au sein des jets vers 8000 m, la vitesse extraordinaire de 529 km/h le 27 à 0h (Baleste *et al.*, 2001). Durant la matinée du 27, la cyclogénèse s'accélère brutalement au large de la Bretagne, la dépression perd ainsi, en 6 heures, près de 20 hPa (figure 117d). Le front chaud aborde la côte Atlantique à la mi-journée, alors que bien à l'est sont déjà observées les premières précipitations sur une grande partie du Massif central. Peu avant 18h, Martin aborde la région nantaise et marque son creusement maximal avec 964 hPa (figure 117e). Tout en se comblant très lentement, le centre de la dépression passe ensuite sur Romorantin (sud du Loir-et-Cher) vers 22h locales puis, Dijon vers 1h du matin le 28 (figure 117f), et touche l'Alsace vers 4h du matin. Les vents les plus violents ont été signalés au sud du noyau dépressionnaire là où le gradient isobarique au niveau du sol s'est montré le plus serré ; de nombreux secteurs ont ainsi, à leur tour, subi des rafales supérieures ou égales à 140 km/h. Les espaces situés au nord-est ont connu, par contre, des vents plus calmes, le flux orienté à l'est s'opposant à la circulation d'altitude de direction ouest.

Le bilan de ces 2 tempêtes fut pour la France assez lourd. 88 morts ont été dénombrés, 100 millions de m³ de bois ont été déracinés ou endommagés (soit l'équivalent de 500 000 ha) et le coût général des intempéries fut estimé à 75 milliards de Francs.

Les milieux scientifiques se sont très vite interrogés sur les causes physiques de ces phénomènes. Météo-France a, en particulier, engagé de nombreux travaux sur le sujet en reprenant et en exploitant une théorie initiée dès le début des années 90 par le météorologue français A. Joly. Cette théorie développe toutefois des notions difficiles à mettre en évidence car renvoyant à des schémas physiques parfois abstraits portant sur le rôle prépondérant du courant jet et des discontinuités dynamiques d'altitude. Pour autant, même complexes, ces idées trouvent aujourd'hui une place de plus en plus importante au sein de la recherche climatologique.

2.1.1. Le rôle des discontinuités dynamiques d'altitude

Le fait de renvoyer l'explication de la circulation générale atmosphérique à des phénomènes d'altitude a débuté, en réalité, dans les années 1930, après que les lâchers de ballons-sondes et les avions eurent permis la découverte de la structure verticale de la température et du vent entre 1 et 10 kilomètres d'altitude. L'identification, au niveau de la tropopause, du courant-jet et de ses ondulations amenèrent les théoriciens à considérer, dès les années 50, ces phénomènes comme essentiels dans la formation et le déplacement des dépressions et des anticyclones au niveau du sol. La théorie développée par A. Joly s'inscrit dans la lignée de ces idées.

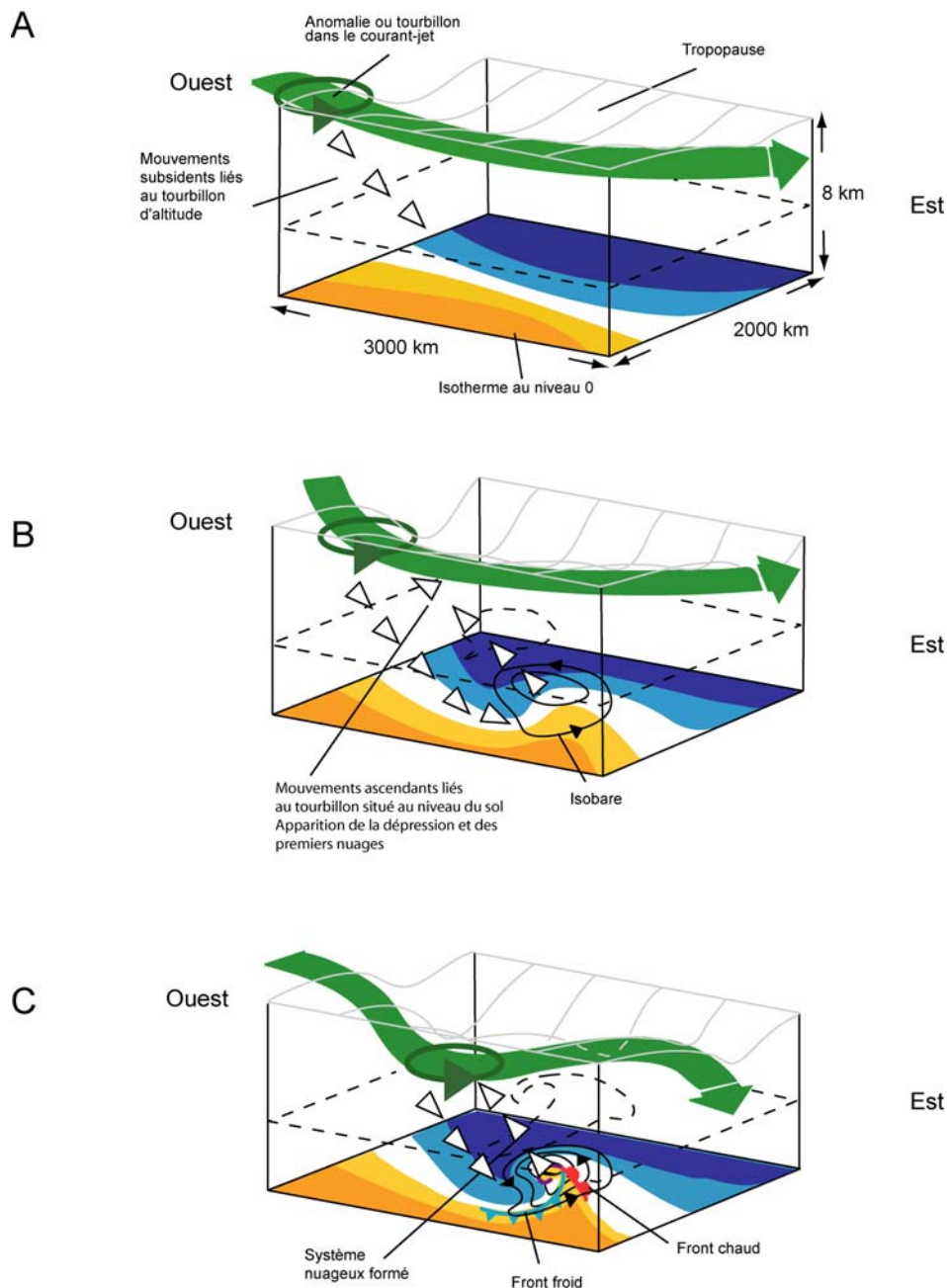
Ainsi, Lothar et Martin auraient commencé à se former sous l'action d'un tourbillon potentiel « précurseur » vers 9 km d'altitude transporté par le courant-jet (figure 118a). L'origine du tourbillon a pu être liée soit à l'apparition spontanée de turbulences au sein du jet, soit à une ancienne dépression qui a pu garder une part de mouvement tourbillonnaire, la rareté de l'air en altitude, peu visqueux, expliquant la longue conservation du mouvement. Ce tourbillon d'altitude a provoqué la confluence des jets et a ainsi généré un mouvement subsident parti de la tropopause et qui a progressivement rejoint la surface du sol. Par la suite, le tourbillon d'altitude est entré en synergie avec un autre qu'il a lui-même induit, plus à l'est, par phénomène de résonance dans la basse troposphère (figure 118b). Une boucle dynamique avec mouvements ascendants s'est ainsi formée créant la dépression ; ces déplacements verticaux conduisant à la cyclogénèse trouvent leur énergie dans les contrastes thermiques existant de part et d'autre du jet. Une fois la cyclogénèse établie, les masses d'air se sont mises en mouvement, l'air froid a commencé sa route vers le sud et l'air chaud est remonté vers le nord. L'aspiration vers le haut de ces masses par le système tourbillonnaire a provoqué, en raison des ascendances, l'apparition des premiers nuages.

La phase de maturité est illustrée par la figure 118c. Nous pouvons voir que la boucle dynamique constituée par le tourbillon d'altitude et la jeune dépression (Lothar ou Martin) ont provoqué leur renforcement mutuel. Au niveau 0, la pression est brutalement tombée (phase dite explosive), le vent a continué de se renforcer et, à plus grande échelle, les flux se sont constitués. En ces mêmes endroits, le gradient thermique serré a permis l'apparition de sous-structures correspondant aux fronts.

On le voit, ces idées, qui ne s'appliquent d'ailleurs pas à toutes les formes de dépressions océaniques, s'éloignent des fondements de la théorie norvégienne. Si dans cette dernière, la frontogénèse et les contrastes massiques sont la cause de la cyclogénèse, la théorie de Joly montre au contraire qu'elle en est une simple conséquence ; les fronts résultent du cyclonisme mis en place par le courant-jet.

Ainsi, si cette circulation d'altitude s'était développée sur un axe plus habituel allant de Terre-Neuve à la Scandinavie, la France aurait été épargnée ou, au pire, partiellement touchée par ces deux tempêtes. Leur développement explosif se serait effectué bien à l'ouest ou nord-ouest de la France. Malheureusement, comme nous avons pu le constater précédemment, le courant-jet, très rapide et zonal, avait une position nettement plus méridionale.

La visualisation de l'imagerie satellitaire infrarouge N.O.A.A. confirme plusieurs aspects qui viennent d'être relatés. Sur le premier cliché, datant du 27 à 4h37 T.U.(figure 119a), nous pouvons voir que Martin est encore réduit à une simple ondulation nuageuse au sein du



FJ

(D'après Joly, 1995)

Figure 118 : Formation des dépressions dites « explosives » comme Lothar et Martin

Trois étapes principales ont été nécessaires à la formation de Lothar et Martin :

En **A**, on a noté l'arrivée d'un tourbillon d'altitude qui s'est renforcé au sein du courant-jet. Il s'est associé à des mouvements subsidents (abaissement de la tropopause) qui se sont rapprochés peu à peu du sol.

En **B**, en réponse au tourbillon d'altitude, un deuxième est apparu cette fois au niveau du sol. Il s'est associé à des mouvements ascendants qui ont formé en conséquence la dépression ; les masses d'air se sont mises en mouvement.

En **C**, on observe une parfaite synergie entre les deux tourbillons qui se sont amplifiés mutuellement. Au sol, la dépression s'est creusée, les vents se sont renforcés et, par convergence, les fronts se sont mis en place.

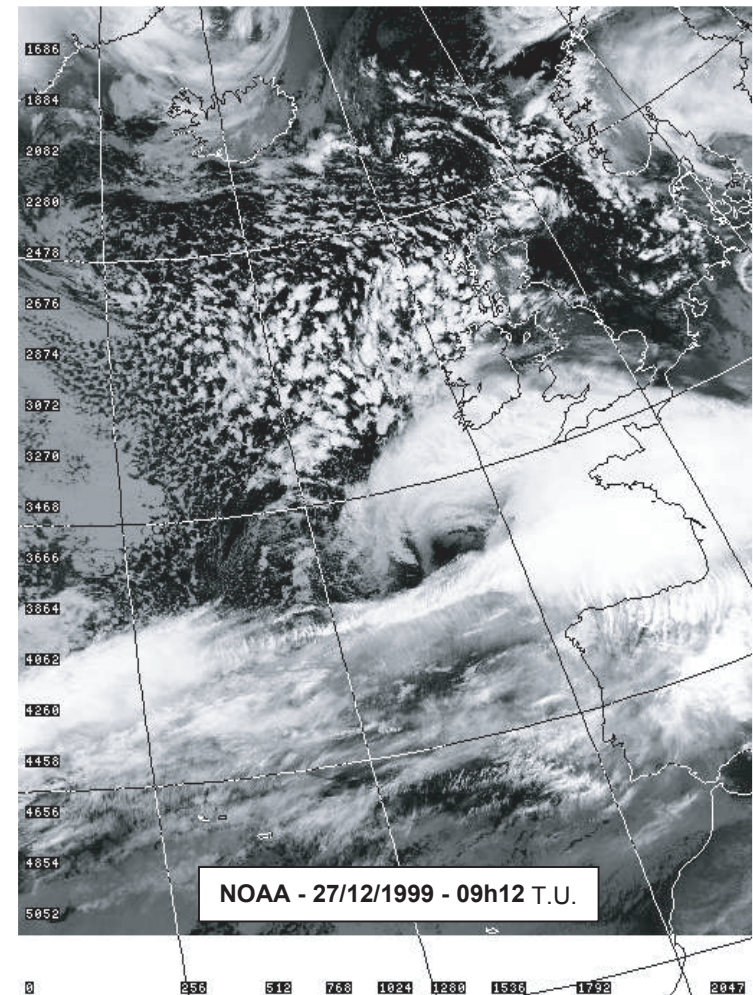
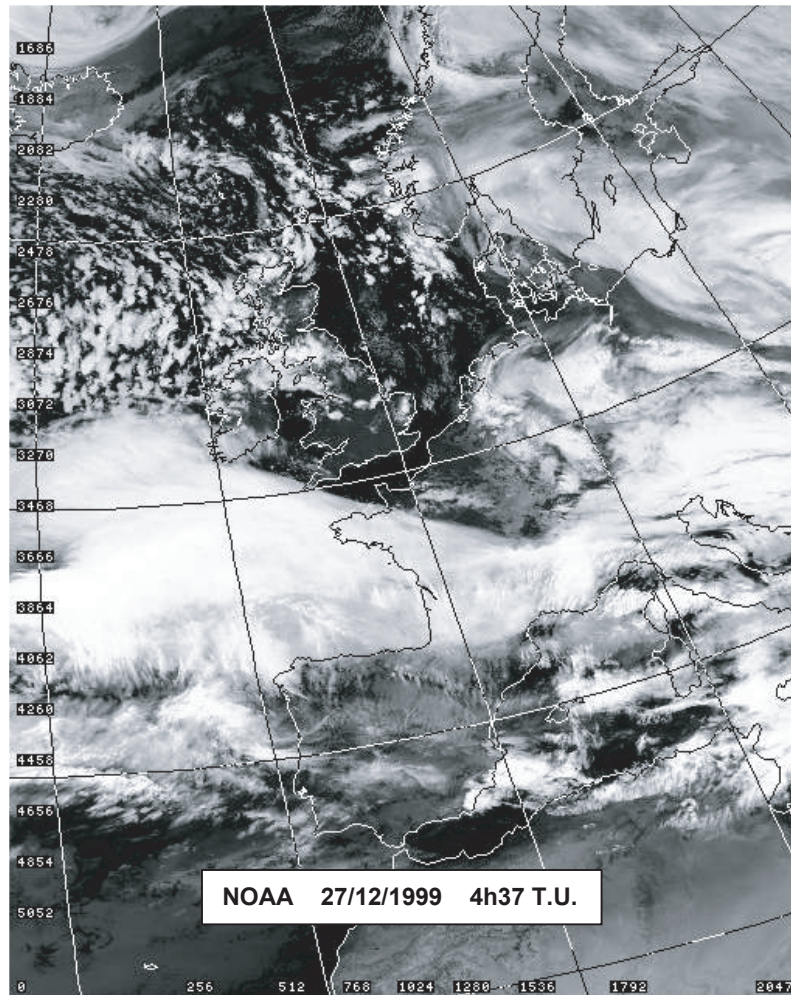


Figure 119a: Formation et trajectoire de la tempête "Martin" dans la matinée du 27 décembre 1999

Nous pouvons voir qu'en fin de nuit "Martin" est en formation mais se réduit encore à une simple ondulation nuageuse. En cours de matinée, l'enroulement cyclonique est bien visible, on observe un espace sombre marquant une forte subsidence dans le coeur de la dépression (confluence du courant d'altitude).

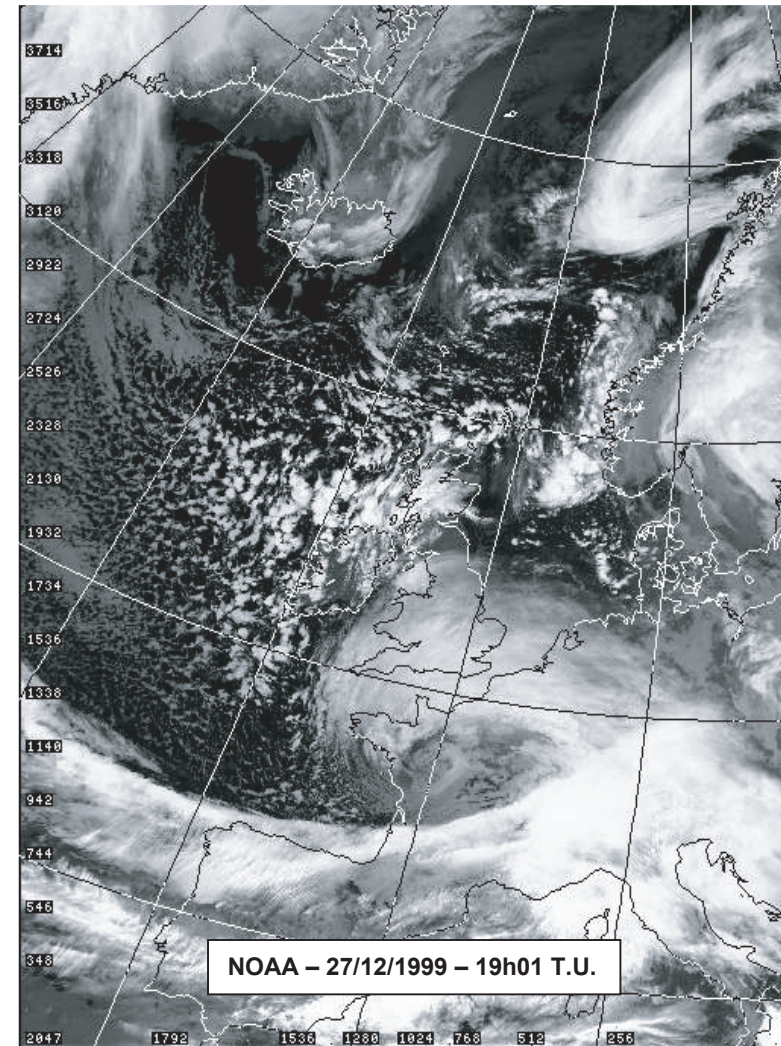
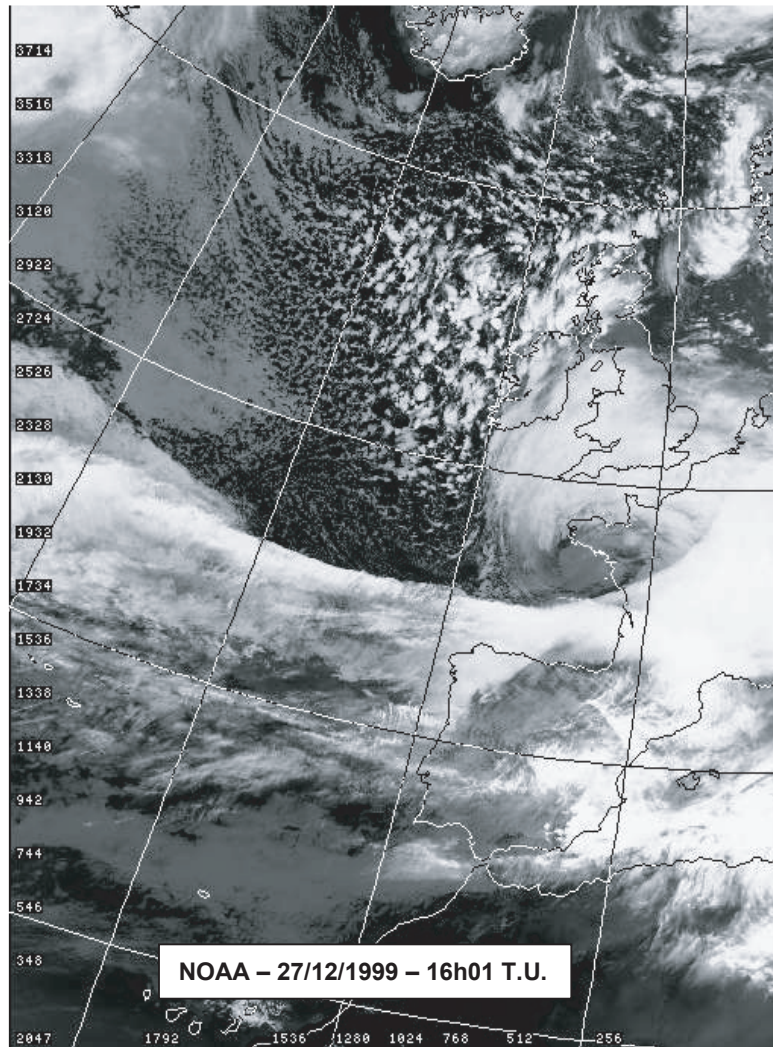


Figure 119b : Formation et trajectoire de la tempête "Martin" dans la soirée du 27 décembre 1999

Martin aborde le nord-ouest de la France. Le noyau dépressionnaire est situé à 19h sur Nantes. Au sud, les vents soufflent avec violence, les précipitations sont abondantes (noter le forte réflectivité de la masse nuageuse). La dépression cesse de se creuser en pénétrant dans le substrat continental, mais ne se comblera que très lentement lors de son avancée vers l'est.

Courant-jet ; l'enroulement dépressionnaire est à peine esquissé. Toutefois, on peut remarquer, à l'ouest du système (bordure gauche de l'image), un secteur sombre, sans nuages, trahissant la circulation subsidente sèche liée à la confluence des jets. Cet espace tranche nettement avec la forte réflectivité du secteur chaud où se produisent, manifestement, de fortes ascendances. La cyclogénèse est, en revanche, bien amorcée à 9h12 T.U.. L'espace subsident au cœur du vortex apparaît clairement, tandis que la masse nuageuse prend autour du tourbillon des dimensions remarquables. La phase « explosive » a commencé, les pressions perdent 11 hPa entre 9h et 12h T.U.. A 16 h T.U. (figure 119 b), la tempête est proche de son stade de maturité. On peut constater que l'air polaire qui stationnait sur le nord-ouest des Iles Britanniques commence sa progression vers le sud avec la traîne. Sous l'importante masse nuageuse, qui recouvre une grande partie de la France, sont observées simultanément de fortes précipitations et, dans la moitié sud, des températures en brusque augmentation. A 19 T.U., le centre dépressionnaire, situé sur Nantes, achève sa phase de creusement. On peut noter que la masse nuageuse principale s'écarte progressivement du minimum, indiquant l'étiollement de la cyclogénèse. En pénétrant à l'intérieur du territoire, il semblerait que Martin ait été affaibli par le substratum montagneux de la moitié sud de la France.

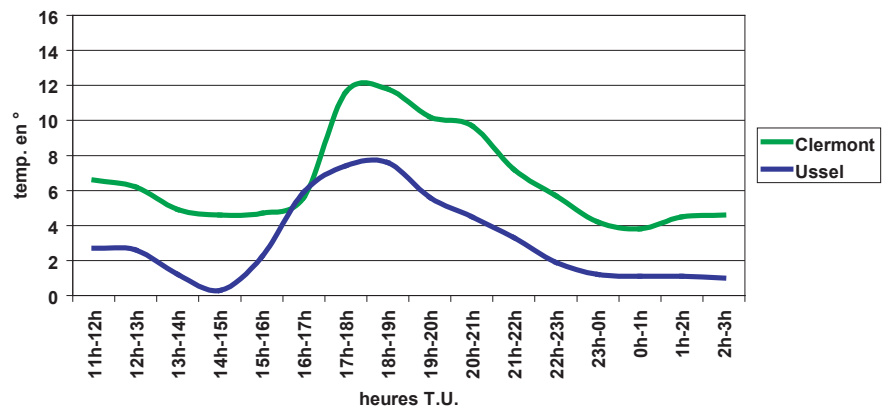
Si la théorie de Joly semble bien s'appliquer à la genèse des tempêtes de décembre 1999, on peut toutefois se demander si elle est en mesure d'expliquer la formation de toutes les dépressions et tempêtes océaniques. Ne s'appliquerait-elle pas seulement à une certaine catégorie de systèmes ?

Plutôt que de nous attarder sur cette question, qui dépasse d'ailleurs le cadre de notre problématique, il paraît plus judicieux de poursuivre notre réflexion en effectuant le récit des événements aux échelles régionale et locale ; à utiliser une démarche plus classique davantage basée sur l'observation.

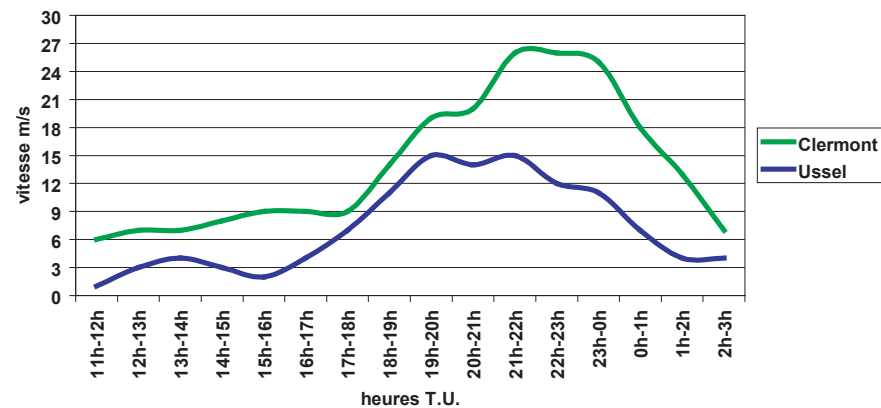
2.1.2. Une ambiance tempétueuse

Nous allons, dans ce développement, tenter de rendre l'ambiance particulière de cette journée du 27 décembre. Le but est de donner, en privilégiant le vécu, une image concrète de la grande variété des temps qui s'y sont succédé. Pour cela, nous utiliserons conjointement des notes personnelles ainsi que des documents de Météo-France (figure 120) portant sur différents paramètres (températures, vitesses et directions des vents, pression atmosphérique) enregistrés à Ussel (Haute-Corrèze) et à Clermont-Aulnat.

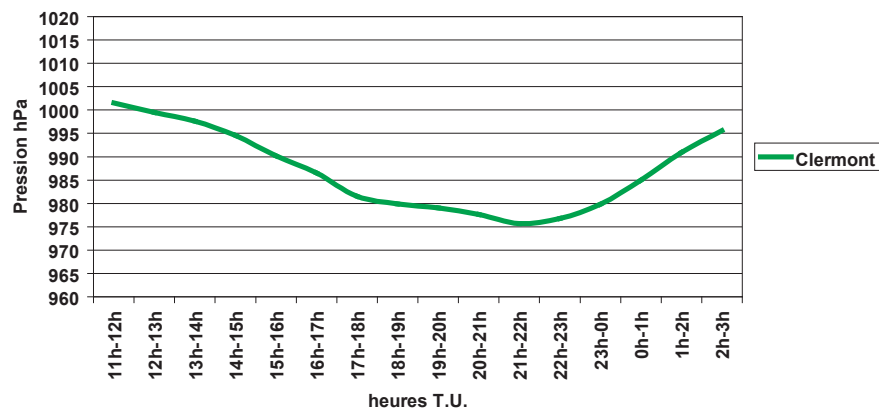
La matinée commence en Auvergne avec un ciel bouché, de couleur uniforme ; le vent au niveau du sol est imperceptible, aucune précipitation n'est encore signalée. Malgré la



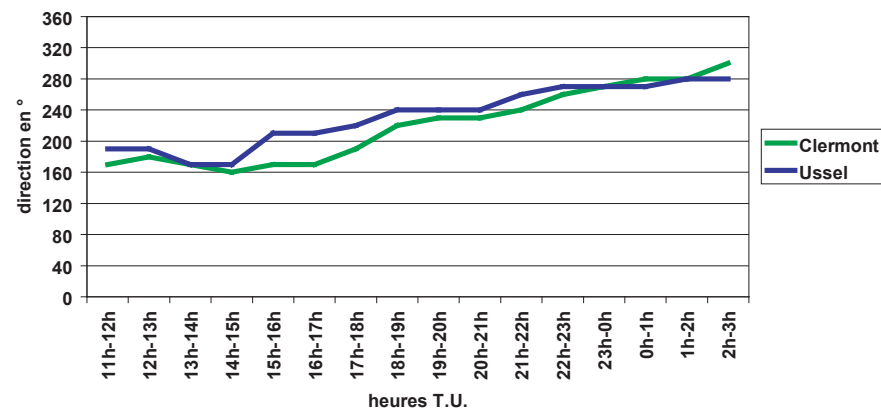
A : Températures horaires



B : Vitesses du vent horaires



C : Pressions horaires



D : Directions du vent horaires

Figure 120 : Paramètres météorologiques retraçant l'ambiance tempétueuse des 27 et 28 décembre 1999 à Ussel (Haute-Corrèze) et Clermont-Aulnat

circulation zonale en altitude, les éclaircies de fœhn ne sont pas observées dans le Val d'Allier. La progression d'air assez doux dans les couches moyennes de l'atmosphère surplombant une masse plutôt fraîche près du sol annihile la subsidence induite par le relief et explique certainement l'absence de l'effet d'abri. Les premières précipitations, sous forme de neige à partir de 800 m, se produisent sur et à l'ouest des Monts d'Auvergne vers 9-10h. Tout d'abord faibles, et gagnant l'ensemble de la région, ces pluies et neiges deviennent plus modérées à la mi-journée et en début d'après-midi. Entre 15 et 16h, on note une accalmie associée à une remontée des températures (figure 120a). Les vents, encore faibles à basse altitude, commencent à souffler fort sur les plateaux dès 1000 m. Peu après 16h, alors que la hausse des températures s'accélère (figure 120a), des pluies sont à nouveau enregistrées dans le massif du Cantal. Intenses, elles se conjuguent à la fonte du manteau neigeux et des crues modérées sont alors rapidement observées. Ces pluies persistent durant deux heures jusqu'à l'arrivée des vents forts. Entre 19h et 21h, les rafales les plus tempétueuses touchent le Cantal, la Haute-Corrèze (Ussel, figure 120b) et l'ouest du Puy-de-Dôme. Dans le reste de la région, elles se produisent peu après que les valeurs minimales de pression ont été atteintes (976 hPa à Aulnat), c'est-à-dire au-delà de 21h30 (figures 120 b et c). Les températures très douces jusqu'à 19h (figure 120a) amorcent une baisse au plus fort de la tempête, baisse qui s'accroît plus tard dans la nuit avec la progressive orientation du flux du sud-ouest à l'ouest (figure 120d). En dépit de la rapide remontée du champ de pression, la tempête ne s'atténue réellement qu'aux alentours de minuit-1h le 28. De nouvelles précipitations sont observées et, en raison du très net rafraîchissement de la masse d'air, la neige tombe à nouveau sur l'ensemble des plateaux dès 600-700m.

Grâce à cette description, quatre grandes phases ont pu être distinguées:

- La première, la plus longue, correspond à l'arrivée dès le milieu de matinée du vaste front chaud. Les ascendances qui s'y produisent sont surtout liées à la progression de l'air doux humide qui surmonte l'air relativement froid momentanément présent dans les basses couches.
- La deuxième voit passer le secteur chaud dès le milieu d'après-midi. Les températures se sont fortement radoucies au sol (advection douce importante à l'avant de la tempête), l'inversion thermique observée en début de journée a disparu. Les ascendances un peu moins vigoureuses, en attendant l'arrivée du front froid, provoquent le déclin provisoire des précipitations. L'approche de la tempête amène un renforcement des vents, tout d'abord sensible en altitude, puis gagnant peu à peu les bassins et les vallées.

- La troisième, entre 19h et le milieu de la nuit, constitue le cœur de la tempête. Liées dans un premier temps à de fortes précipitations (passage du front froid et branche ascendante du tourbillon), les rafales les plus violentes se produisent ensuite avec un ciel clair (subsidence associée au proche passage du « trou » dépressionnaire). Curieusement, les températures augmentent au passage du front froid. La baisse s'amorce seulement qu'après son évacuation vers l'est.
- Enfin, la quatrième se caractérise, en seconde partie de nuit, par l'arrêt progressif des vents. Le minimum s'éloigne tout en se comblant vers l'Alsace. L'air polaire a envahi le Massif central à l'arrière du système dépressionnaire. Associée au retour d'occlusion qui descend par le nord nord-ouest, la neige tombe à basse altitude (les quantités seront comprises entre 10 et 15 cm vers 1000 m).

Si elle n'a pas été en Auvergne un événement « séculaire », la tempête de décembre 1999 n'en fut pas moins remarquable. Surtout, elle correspond au temps fort venteux océanique le plus violent depuis, au moins, le début des années 1920.

Un tel phénomène n'a pas été, on s'en doute, sans conséquences sur le territoire régional. Ainsi, de nombreux excès ont été à déplorer, aussi bien dans les villes où de nombreuses infrastructures et habitations ont souffert, que dans les campagnes où le quotidien des habitants fut notablement perturbé par l'absence d'électricité. Bien sûr, les massifs forestiers ont également été mis à mal, les pertes (chablis, volis) ont ainsi été quasi comparables à celles qui ont été induites par l'épisode combiné de novembre 1982 (*cf.* tableau 34, comparaison avec 1982).

2.2. Des excès sur tout le territoire auvergnat

A la différence des épisodes hydrométéorologiques, les excès liés à cette tempête ont eu un caractère beaucoup plus général. Aucun secteur, à l'exception peut-être du nord du Bourbonnais et du sud-est de la Haute-Loire n'a été réellement épargné par des problèmes finalement extrêmement variés. Il faut dire que les temps forts venteux, au contraire des temps forts hydrométéorologiques, touchent tous types d'espaces et pas seulement les vallées. Les excès ont également été nombreux même dans les espaces ruraux les plus reculés. C'est d'ailleurs là que les difficultés ont, en raison de l'isolement, été les plus longues à se résorber. Pour autant, les excès les plus graves, ceux qui financièrement ont coûté le plus, se sont logiquement concentrés en milieu urbain.

2.2.1. Les excès touchant les infrastructures

L'évaluation des conséquences socio-économiques a pu être établie, en plus des renseignements issus de la presse, grâce aux documents fournis par les administrations et la préfecture de région. Vu la diversité des problèmes, ce bilan ne peut être exhaustif, nous allons, toutefois, essayer de rapporter les principaux faits par grands secteurs d'activités.

2.2.1.1. Les difficultés rencontrées par E.D.F. et France Télécom

Le département le plus touché fut incontestablement le Cantal, puisque 80% des foyers ont été privés d'électricité au plus fort de la tempête. Seul, le bassin d'Aurillac a pu échapper à ces coupures. Au niveau régional, c'est près de 37% des abonnés (soit 280 000 foyers) qui ont été momentanément affectés, principalement en milieu rural (figure 121). 500 km de réseau moyenne tension et 350 km en basse tension ont, en effet, été entièrement détruits. Globalement, les dégâts subis par E.D.F. représentent un coût de 500 millions de F., auxquels il faut ajouter 100 millions de F. de dépannage. 12 hélicoptères ont été affrétés au plus vite pour assurer la reconnaissance des dégâts et réparer, tout d'abord, les lignes les plus importantes. Grâce à cette hiérarchisation des interventions, dès le matin du 29, un grand nombre d'abonnés ont pu être à nouveau desservis (figure 121).

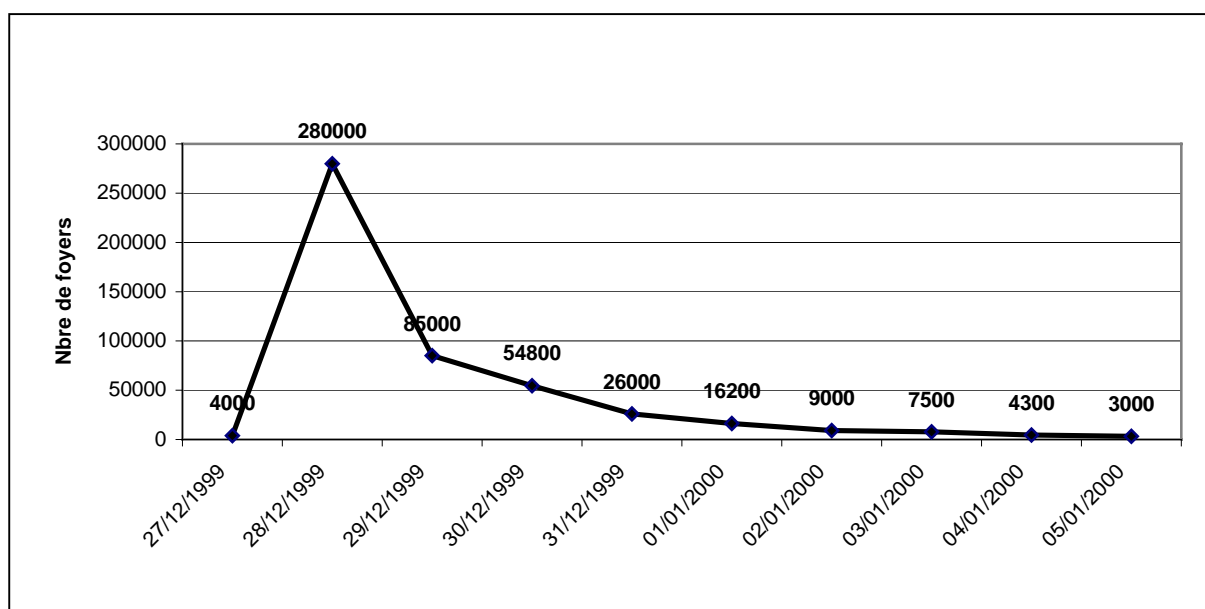


Figure 121 : Evolution du nombre de foyers privés d'électricité en Auvergne (sources E.D.F.)

La situation a évolué, par la suite, plus lentement. Les équipes d'E.D.F., par ailleurs secondées par des entreprises sous-traitantes et par du personnel étranger (Italiens dans la région d'Ambert, par exemple), ont dû rétablir les petites lignes fortement disséminées dans l'espace et reliant de simples hameaux ou fermes isolées. Le 30 au soir, 35 800 foyers étaient

toujours dans le noir (tableau 36). Le 1^{er} janvier, ce chiffre tombe péniblement sous la barre des 20 000. Le lendemain, alors que la situation dans l'Allier et la Haute-Loire est totalement rentrée dans l'ordre, des problèmes subsistent encore dans les campagnes profondes du Cantal et du Puy-de-Dôme. Il faudra attendre le 6 janvier pour que les derniers habitants des plateaux situés de part et d'autre de la vallée de la Dore et ceux du Cézallier retrouvent enfin la lumière.

La conséquence directe de ces longues coupures d'électricité fut l'usure des batteries alimentant les centraux téléphoniques de France-Télécom. Il faut effectivement savoir que ces batteries, nécessaires au fonctionnement des réseaux fixes et « Itinériss » n'ont qu'une autonomie de 24 à 48h. L'entreprise de télécommunication a eu, en plus, des difficultés pour emporter ses 30 groupes électrogènes sur place et assurer leur approvisionnement en carburant. Au total, le manque d'énergie a privé de téléphone 47 000 abonnés répartis sur 49 communes.

	Allier	Puy-de-Dôme	Cantal	Haute-Loire
29 au soir	7 800	25 000	20 000	8 000
30 au soir	4 000	12 000	14 000	5 800
31 au matin	1 000	8 000	10 000	1 000
1^{er} au soir	400	5 000	10 000	800
2 au soir	0	3 500	4 000	0
3 au soir	0	3 000	2 000	0
4 au soir	0	2 500	500	0

Tableau 36 : Nombre de foyers privés d'électricité par département (sources E.D.F., La Montagne)

D'autres problèmes ont également été signalés en raison, cette fois, des poteaux et des fils touchés par la chute des arbres. 20 000 pannes, très dispersées sur le territoire régional, ont ainsi été enregistrées. Si tout le réseau a pu être rétabli seulement le 14 janvier, les coupures n'ont pas duré, en réalité, 3 semaines d'affilée, puisque les 9 derniers villages ont eu à leur disposition des portables satellitaires. Finalement, France-Télécom a remplacé durant l'année 2000 aux environs de 4 000 poteaux et a évalué les dégâts à 25 millions de F.

2.2.1.2. La gêne dans les transports

Tous les secteurs dans le domaine des transports ont été affectés par l'événement. Si sur les routes la situation était franchement problématique au matin du 28, la diligence des agents de l'équipement a permis aux réseaux national et départemental d'être à 90% dégagés dès la fin

de l'après-midi. Il faut dire que la route constitue, aujourd'hui, le mode de transport privilégié de nos sociétés, en particulier en milieu rural ; il était donc urgent d'intervenir au plus vite. Quelques secteurs sont toutefois restés un peu plus longtemps isolés comme, par exemple, les Combrailles.

Au plan du réseau ferroviaire, le retour à la normale a été beaucoup plus long à se mettre en place. Les perturbations ont essentiellement été causées non seulement par des arbres et objets divers qui se sont couchés sur les voies, mais aussi en raison des lignes électriques qui ont été endommagées interdisant ainsi le fonctionnement de la signalisation. L'interruption de la circulation des trains en gare de Clermont a été décidée dès les premières bourrasques de la soirée. La rame qui venait de Paris et qui devait arriver en gare de Clermont n'y est ainsi parvenu qu'au lendemain à 3h du matin. Aux environs de 23h, le dernier T.E.R. (Train Express Régional) reliant Clermont à Aurillac a dû être stoppé au Lioran. Après plusieurs heures d'attente, les 130 passagers purent, enfin, achever leur voyage par autocar dans la matinée du 28.

Comme on peut le noter sur le tableau 37, le rétablissement de la circulation des trains fut, dans les jours qui suivirent la tempête, plus que laborieux.

	Grandes lignes	Lignes régionales (T.E.R.)
28 décembre	47%	34%
29 décembre	82%	68%
30 décembre	77%	76%
31 décembre	77%	75%
1^{er} janvier	80%	79%
2 janvier	80%	91%
3 janvier	83%	97%
4 janvier	95%	97%
5 janvier	96%	97%
6 janvier	96%	97%

Tableau 37 : Pourcentage de circulation des trains (sources : S.N.C.F.)

A l'exception de la liaison en direction de Paris qui fut opérationnelle au matin du 28, le réseau resta notablement perturbé, aussi bien sur les grandes que sur les petites lignes régionales. La situation était la plus critique, d'une part, dans le secteur de Montluçon et en direction du Limousin et, d'autre part, vers le sud et le sud-ouest en particulier dans la traversée du Cantal. Au 7 janvier, 100% des trains grandes lignes purent enfin circuler, et

c'est seulement le 17 janvier que l'ensemble des axes régionaux fonctionna à nouveau normalement.

Pour être complet, il faut également signaler les perturbations qui sont intervenues dans les transports aériens. Même si cela n'a pas été durable, l'aéroport d'Aulnat dut fermer ses pistes pendant quelques heures (c'était du jamais vu depuis 1971 où la fermeture avait été causée par d'abondantes chutes de neige), tout simplement parce que le toit de la tour de contrôle avait, en effet, été arraché vers 22h45 par les bourrasques. La reprise des vols, partielle dans la journée du 28, redevint totale dès le lendemain.

2.2.1.3. Les éleveurs, premiers pénalisés dans le secteur agricole

La tempête n'a eu dans le domaine de l'agriculture qu'un impact direct limité. Les dégâts sur les exploitations ont été peu nombreux, sauf en Limagne où quelques-uns ont été recensés dans les serres de maraîchers et dans les séchoirs à tabac. De manière indirecte, en revanche, l'absence d'électricité a fortement entravé le travail des éleveurs qui ont dû montrer une certaine organisation pour sauver leur production. Sans électricité, en effet, il est impossible de traire mais aussi de conserver le lait dans les tanks (problèmes de réfrigération). Ainsi, par exemple, la Chambre d'Agriculture du Cantal associée à la cellule de crise mise sur pied par le préfet, s'est employée à favoriser les échanges de groupes électrogènes entre agriculteurs. De même, une dizaine de puissants générateurs ont été attribués aux laiteries qui, le 31 décembre, étaient toutes dépannées.

Toutefois, les entreprises agro-alimentaires ont tout de même souffert tant au niveau de la fabrication que de la collecte. Par exemple, l'usine 3A-LFO de St-Mamet-la-Salvetat (sud-ouest d'Aurillac) a été arrêtée, comme celle de St-Flour, du 27 au soir au 29 le matin. Celle de Lanobre (dans le nord-ouest du département du Cantal) n'a retrouvé l'électricité que dans la nuit du 29 au 30. Durant cette période, tout le lait collecté chez les éleveurs a été acheminé vers Toulouse. A Condat (dans le nord du département du Cantal), la laiterie Wälchli n'a été réalimentée en électricité que le 30 en début d'après-midi. Par conséquent, toute la collecte des 28, 29 et 30 fut perdue.

2.2.1.4. Les préjudices sur le patrimoine bâti et culturel

Les préjudices portés au patrimoine bâti et culturel ont principalement concerné la destruction partielle ou totale de toitures qui furent, le plus souvent, arrachées par le vent. Plus rarement, certains dégâts, parfois très graves, ont pu être induits par la chute de gros arbres d'ornementation tels que des sapins ou des séquoias. Il va de soit que de nombreux particuliers ont eu à subir ces types de désagrément. Toutefois, comme il est impossible de

dresser la liste complète de toutes les habitations affectées, nous allons simplement passer en revue les dégâts qui ont concerné les grandes infrastructures, résidentielles ou fonctionnelles, privées ou publiques.

A l'exception du Puy, de Montluçon et de Moulins, l'ensemble des agglomérations auvergnates ont toutes dénombré un ou plusieurs grands bâtiments spectaculairement atteints par la tempête. A Vichy, par exemple, c'est tout le quartier résidentiel des Ailes qui a souffert du vent. Un toit fut ainsi soulevé dans l'immeuble d'habitation des « Sablettes » ; un autre s'est effondré à Varennes-sur-Allier. Certains établissements scolaires ont également été durement touchés. A Aurillac, le toit du bâtiment de l'I.U.F.M. a ainsi été arraché (photo1), celui du gymnase du lycée Blaise Pascal à Clermont a été broyé. La toiture du Lycée Lafayette à Brioude a été endommagée, tandis que celles du gymnase du collège Diderot à Aigueperse et du bâtiment de l'E.R.E.A. (Etablissement Régional d'Enseignement Adapté) à Opme se sont envolées. Enfin, un séquoia centenaire, en se brisant en deux, est tombé sur la toiture du lycée Jeanne d'Arc à Clermont.



Photo 2 : La toiture arrachée du bâtiment de l'I.U.F.M. d'Aurillac (source : Conseil Régional d'Auvergne)

Concernant les infrastructures sportives, on peut signaler la destruction de la toiture du stade Gabriel Montpied à Clermont qui ne datait pourtant que de 1995.

Les parcs et les jardins ont également souffert, comme à Royat par exemple, les dégâts les plus remarquables ont toutefois concerné le jardin Lecoq à Clermont où 60 arbres ont été déracinés ou sectionnés.

Certains édifices historiques ont également été malmenés par la tempête. Dans ce domaine, les excès ont été les plus nombreux dans les départements de l'Allier et du Puy-de-Dôme.

On peut citer ces quelques exemples dans le Puy-de-Dôme avec :

- le château de St-Saturnin (classé Monument Historique) dont la toiture a été en partie détruite,
- les communs du château d'Effiat, dont la toiture a aussi été endommagée,
- l'église de la Roche-Blanche dont le clocher gravement touché a dû être démonté.

De même, on peut évoquer dans l'Allier :

- l'arboretum de Baleine à Villeneuve-sur-Allier où les dégâts sur la toiture du château en ardoises ont été importants, et où le parc a été particulièrement sinistré avec autour de 300 arbres arrachés,
- l'abbaye St-Vincent-de-Chantelle (classée Monument Historique) dont la toiture de l'église abbatiale, en tuiles, a été très endommagée, ainsi qu'une grande partie du parc.

Financièrement parlant, l'estimation chiffrée des dégâts s'est montée par département à :

1 000 000 de F. dans le Cantal

1 988 000 F dans la Haute-Loire

3 563 000 F dans l'Allier

13 933 000 F dans le Puy-de-Dôme

Comme on peut le voir, les dégâts causés par cette tempête ont été très divers et nombreux car touchant la quasi totalité de la région. Pour cela, il a été décidé en mai 2000, lors du Comité Interministériel d'Aménagement et de Développement du Territoire (C.I.A.D.T.), que l'Auvergne recevrait 125 millions de F. d'aides en provenance de l'Etat.

L'importance de la tempête s'est également mesurée par l'ampleur des chablis observés dans les forêts. Grâce aux cartes qui ont été publiées par l'Inventaire Forestier National (I.F.N.), nous allons procéder à l'analyse des dommages par département. Ensuite, nous présenterons les résultats d'un travail personnel sur les dégâts à l'échelle locale. Nous visualiserons, tout d'abord, les secteurs les plus atteints, avant de déterminer les facteurs ayant généré les dégâts (facteurs aérologiques, orographiques, liés aux types de peuplement forestier...)

2.2.2. Les dommages dans les espaces forestiers

Il est très difficile de donner une estimation des dégâts portés au massif forestier auvergnat. Selon les données de l'I.F.N., il est vraisemblable que les pertes (forêts publiques et privées confondues) s'élèvent aux environs de 400 000 m³ de bois dans l'Allier, entre 1 à 1,5 million en Haute-Loire, également entre 1 à 1,5 million dans le Cantal, et autour de 2 millions de m³ dans le Puy-de-Dôme. Plus précis sont les chiffres proposés par l'Office National des Forêts (O.N.F.) concernant le domaine public. L'Allier avec 128 000 m³ de chablis et la Haute-Loire avec 200 000 m³ seraient les moins touchés, alors que le Cantal et le Puy-de-Dôme comptabiliseraient respectivement 400 000 et 600 000 m³.

2.2.2.1. Les dégâts par département

Les cartes des dégâts qui ont été réalisées par l'I.F.N pour un certain nombre de départements français (malheureusement pas pour l'Allier car trop peu touché) offrent l'avantage de donner une localisation assez précise des espaces qui ont été affectés. Ce travail a été réalisé par interprétation de photographies aériennes au 1/30 000^e en émulsion panchromatique noir et blanc. Les prises de vues ont été effectuées durant le printemps 2000. Les zones de dégâts ont été délimitées selon quatre classes d'intensité. En raison de l'échelle utilisée, les chablis inférieurs à 1ha ou se présentant dans les petits massifs forestiers, comme les bosquets et boqueteaux, n'ont pas été pris en compte par l'approche cartographique. Cette absence n'est toutefois pas problématique, l'essentiel étant d'avoir pour notre analyse une vision globale de l'état du massif forestier auvergnat ; l'étude des détails nous importe déjà moins.

Nous avons décidé de présenter les cartes départementales séparément sur 3 pages (figures 122, 123, 124). Si cette disposition tronque la visualisation régionale des dégâts, l'échelle adaptée en facilite, par contre, la localisation.

Des 3 départements cartographiés, le Puy-de-Dôme est effectivement celui qui présente le plus de forêts touchées par la tempête (figure 122). Aucun secteur n'a réellement été épargné. On remarque, néanmoins, des espaces où les destructions ont été plus importantes. La moyenne Combraille, dans le nord-ouest et l'ouest, porte ainsi à elle seule le tiers des dégâts. De nombreuses destructions apparaissent aussi dans le nord-est au niveau de la forêt de Randan ainsi que dans les Bois Noirs. En montagne, des parcelles ont également été parfois entièrement dévastées, dans le Livradois, dans l'est des Monts-Dores, dans le sud du plateau des Dômes, et surtout dans le massif du Forez à l'est de St-Anthème.

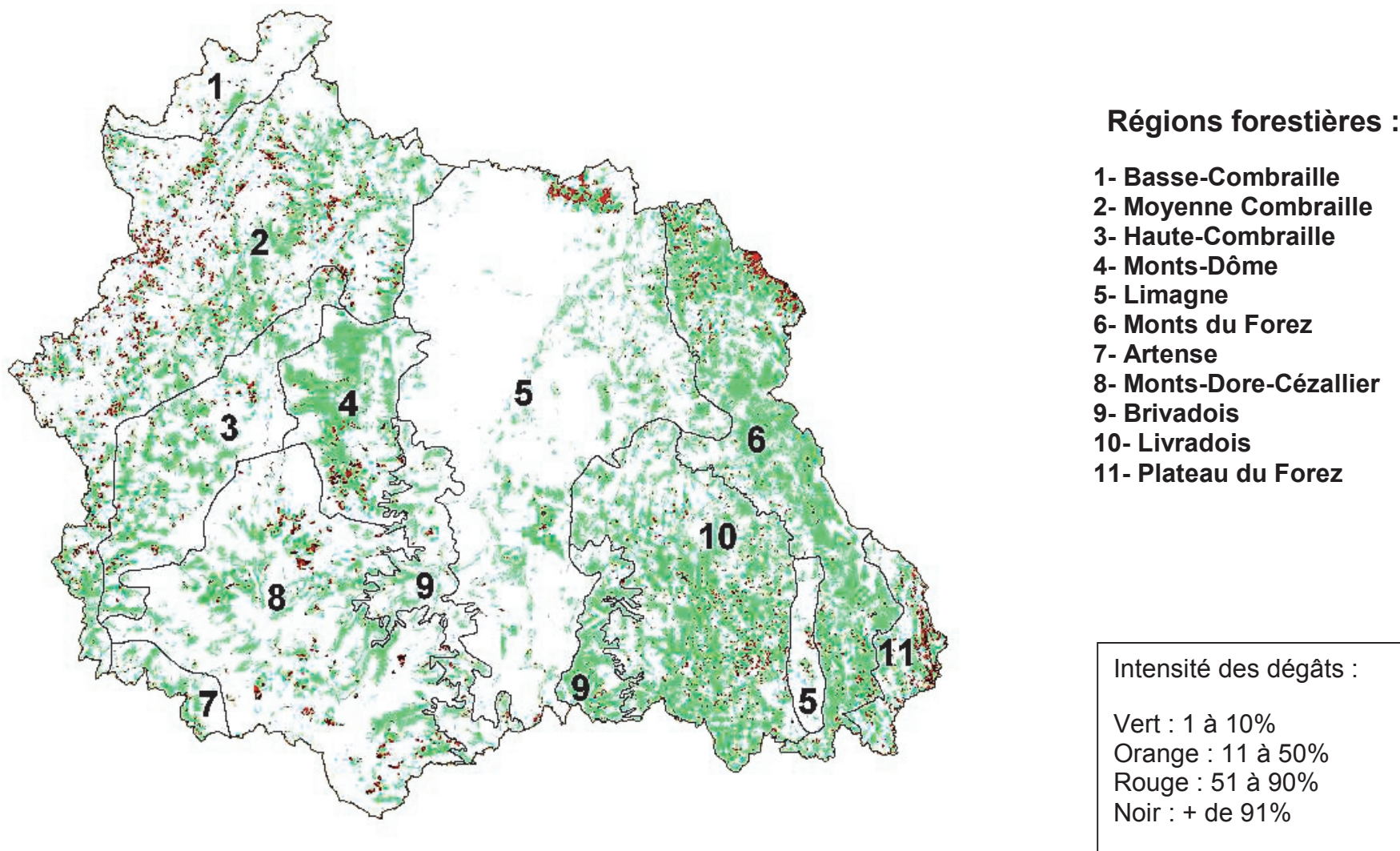


Figure 122 : Estimation des dégâts inventoriés sur les forêts par l'I.F.N. dans le département du Puy-de-Dôme après la tempête du 27 décembre 1999.

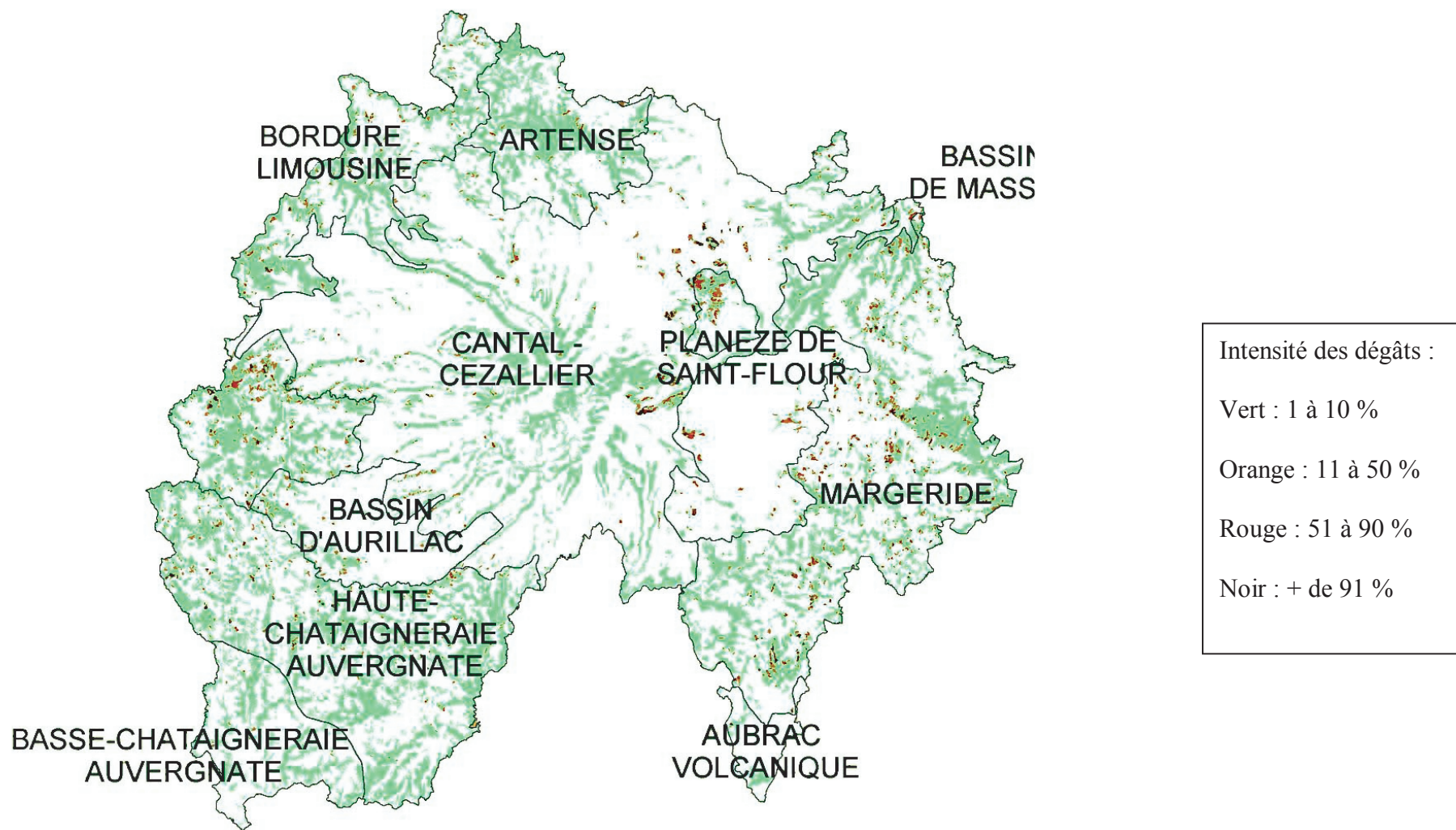


Figure 123 : Estimation des dégâts inventoriés sur les forêts par l'I.F.N. dans le département du Cantal après la tempête du 27 décembre 1999.

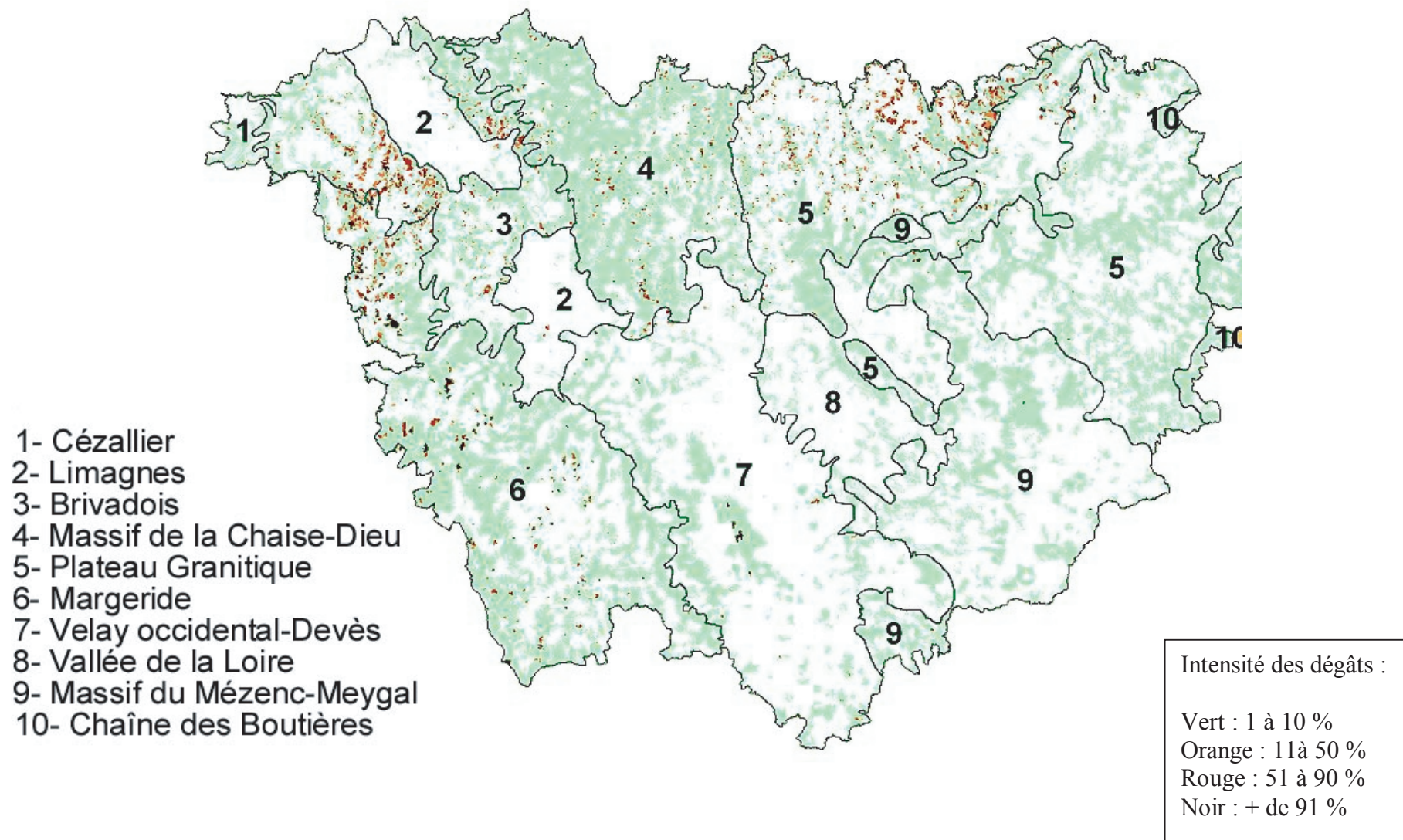


Figure 124 : Estimation des dégâts inventoriés sur les forêts par l'I.F.N. dans le département de la Haute-Loire après la tempête du 27 décembre 1999.

Le département du Cantal apparaît, au premier abord, moins affecté (figure 123). La situation y est, en réalité, plus contrastée. S'il ne fait aucun doute que le sud et le centre ont quasiment échappé aux chablis on peut, en revanche, remarquer de fortes concentrations dans l'ouest à proximité du Limousin et surtout dans le sud-est du Cézallier, la Planèze de St-Flour, et la Margeride.

Enfin, on peut noter que la répartition des dégâts est, dans la Haute-Loire, très partagée (figure 124). Le nord du département a été notablement plus atteint que le sud, en particulier dans le nord de la Margeride, ainsi que dans la partie est des plateaux de la Chaise-Dieu (nommés plateaux granitiques par l'I.F.N.)

Trois causes essentielles permettent de comprendre cette répartition des dégâts à l'échelle régionale :

- Tout d'abord, l'étendue des dommages s'explique, d'un point de vue aérologique, par le fait que les 2/3 de l'Auvergne se sont trouvés dans l'axe des vents forts de la dépression. Seuls, le Bourbonnais et l'extrême sud et sud-est de la région, exempts de dégâts, ont été à la périphérie de cet axe très tempétueux.
- On peut également évoquer la répartition des essences forestières. Comme la tempête est survenue au début de l'hiver à une époque où les feuillus sont dégarnis, les dégâts ont principalement touché les conifères. Selon le S.C.E.E.S. (Service Central des Enquêtes et Etudes Statistiques du Ministère de l'Agriculture et de la Pêche), plus de 80% des chablis se sont produits, en Auvergne, sur les sapins, les épicéas et les pins sylvestres. Les secteurs les plus atteints concentrent de ce fait une densité importante de conifères.
- Enfin, les facteurs géographiques ont évidemment joué. Les secteurs de plateaux, nombreux en Auvergne, ont supporté les dégâts les plus lourds. Le relief tabulaire n'offre effectivement aucun obstacle à l'écoulement de l'air. Ainsi s'expliquent les dégâts relevés dans les Combrailles, dans la Margeride, dans le Cézallier... et, plus généralement dans les espaces montagnards. Quelques sites forestiers ont, en revanche, été totalement abrités car implantés dans de grandes vallées glaciaires comme celles du Cantal (vallées du Mars, de la Jordanne, de la Cère, de Cézens...)

Secondairement, il est également possible qu'une accélération des vents se soit réalisée sur les versants orientaux des massifs. Selon un principe bien connu (Viaut, 1964), on sait que l'action dynamique d'une chaîne de montagne peut conduire à la formation de vents rabattants tourbillonnaires le long des pentes situées sous le flux général. Il se crée, ainsi, une forte instabilité, le vent souffle moins régulièrement, il est plus « fantasque ». Ces

conditions favorisent la destruction des peuplements en engendrant, en plus des chablis, des volis. Les dégâts observés à l'est des Monts-Dores, du Cantal, de la Margeride (Brivadois) et des plateaux de la Chaise-Dieu trouvent probablement, en partie, leur origine pour cette raison.

L'ensemble des chablis qui ont été inventoriés par l'I.F.N. résulte, finalement, de la combinaison de ces diverses causes. Par exemple, les destructions observées sur la Planèze de St-Flour s'expliquent par la présence de résineux implantés sur un site de plateau, lui-même localisé sous le vent du massif du Cantal. De même l'absence de chablis dans la Montagne Cantalienne se comprend aisément. Les forêts sont, en effet, composées de feuillus (en général des hêtres) bien abrités au fond ou sur les versants des grandes vallées glaciaires. Les crêtes, quant à elles, laissées à l'élevage extensif (les estives) ne portent que des herbages.

Après cette recherche au niveau régional, il paraît à présent intéressant de connaître les facteurs permettant de comprendre la répartition des chablis à l'échelle d'un massif forestier. Nous avons, pour cela, réalisé un travail de terrain effectué durant le printemps 2000 sur deux forêts témoins. Nous avons complété cette étude par l'interprétation de photographies aériennes prises par l'I.F.N. La première forêt s'étendant sur le Mont Devès et autour du lac du Bouchet est située à une trentaine de kilomètres au sud-ouest du Puy-en-Velay ; la seconde, localisée non loin des hameaux de Pessade et Saulzet-le-Froid, dans le nord-est du massif des Monts-Dores, se trouve à une trentaine de kilomètres au sud-ouest de Clermont-Ferrand.

2.2.2.2. Essai d'une analyse fine à l'échelle locale

L'utilisation de documents photographiques couplés au travail de terrain s'avère une méthode efficace pour obtenir une cartographie fine des chablis. Les deux outils se complètent ; les photographies autorisent un repérage précis des principales zones de chablis, tandis que l'étude de terrain permet d'affiner les caractéristiques portant sur la nature des dégâts (intensité et nature des arbres affectés par exemple).

Quelques problèmes ont toutefois concerné la lecture des photographies du Mont Devès et du Lac du Bouchet. Effectués à plus de 8000 mètres d'altitude avec, entre les prises des décalages variant de 50 mètres, les clichés ont malheureusement été un peu complexes à interpréter. L'échelle, trop petite, n'a pas permis une localisation précise des dégâts diffus et les modifications de l'altitude, se répercutant sur l'échelle, ont rendu le report des dégâts au 1/25^{ème} fort délicat. Nous n'avons, en revanche, rencontré aucune difficulté pour interpréter les photographies concernant le massif forestier de Pessade-Saulzet-le-Froid.

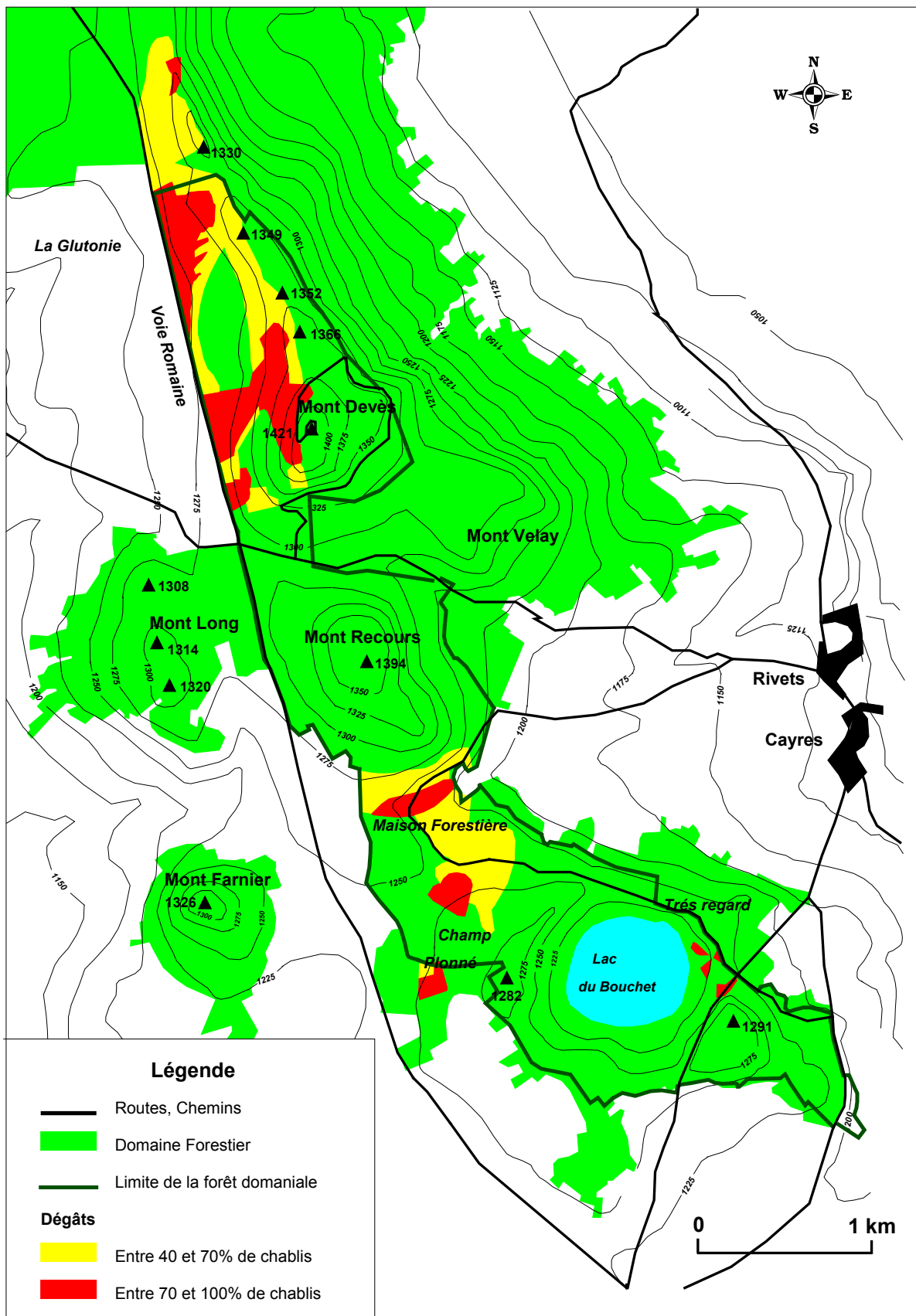


Figure 125 : Dégâts observés dans le massif forestier du Mont Devès-Lac du Bouchet après la tempête du 27 décembre 1999

- Forêt du Mont Devès-Lac du Bouchet (figure 125)

Le massif forestier du Mont Devès-Lac du Bouchet est, en grande partie, géré par l'Office National des Forêts. Seules, les parcelles situées sur le secteur nord et sur le versant oriental du Mont Devès appartiennent à des propriétaires privés.

Le domaine forestier est situé à une altitude moyenne de 1300 mètres. Cette contrainte altitudinale est d'autant plus marquée que l'ensemble de cette forêt est implantée sur un plateau extrêmement exposé à l'emprise des vents. Autre élément aggravant, les peuplements sont composés à plus de 90% de conifères. On comprend alors la présence de « saignées » importantes : la tempête a effectivement entraîné la perte d'environ 25000 m³ de bois, dont 7700 de sapin et 17500 d'épicéas.

Nous pouvons remarquer que deux secteurs ont été particulièrement touchés (en jaune, correspondent les espaces comprenant entre 30 et 60% de chablis ; en rouge, ceux qui contiennent entre 60 et 100% de chablis). Le premier est situé sur le versant ouest du Mont Devès, le deuxième se localise entre le Mont Recours et le Champ Plonné au niveau de la maison forestière. Quelques trouées apparaissent également sur le Champ Plonné, ainsi qu'à l'est du Lac du Bouchet.

Les dégâts auraient pu être encore plus lourds, si la forêt n'avait pas souffert des rafales de l'épisode de novembre 1982, qui avait engendré 36000 m³ de chablis. Ainsi, de vastes parcelles ont, à la suite, été réaménagées et sont aujourd'hui occupées par de jeunes plantations (comme sur le Mont Recours et sur le versant sud-est du Devès par exemple) qui n'ont que peu été éprouvées par la tempête de décembre 1999. Nous pouvons voir sur la figure 126, correspondant à la carte des peuplements, que ces jeunes plants de sapins et d'épicéas occupent, en effet, plus de 50% de la superficie forestière (photos 2, 3, 4)

Si la majorité des chablis s'est produite dans ce que les forestiers nomment « les gros bois », il est clair que la répartition des dégâts ne se limite pas à une question d'âge des peuplements. Cette répartition dépend également du jeu de la topographie. En regardant attentivement la figure 125, nous pouvons déduire que les secteurs les plus touchés l'ont été en raison :

- d'une exposition favorable face aux vents d'ouest comme ce fut le cas sur le versant occidental du Mont Devès (photo 5)
- d'un effet de canalisation des vents (dit effet Venturi) au niveau d'un col comme celui que l'on trouve vers la maison forestière entre le Mont Recours et le Champ Plonné (photo 6)

Carte des Peuplements

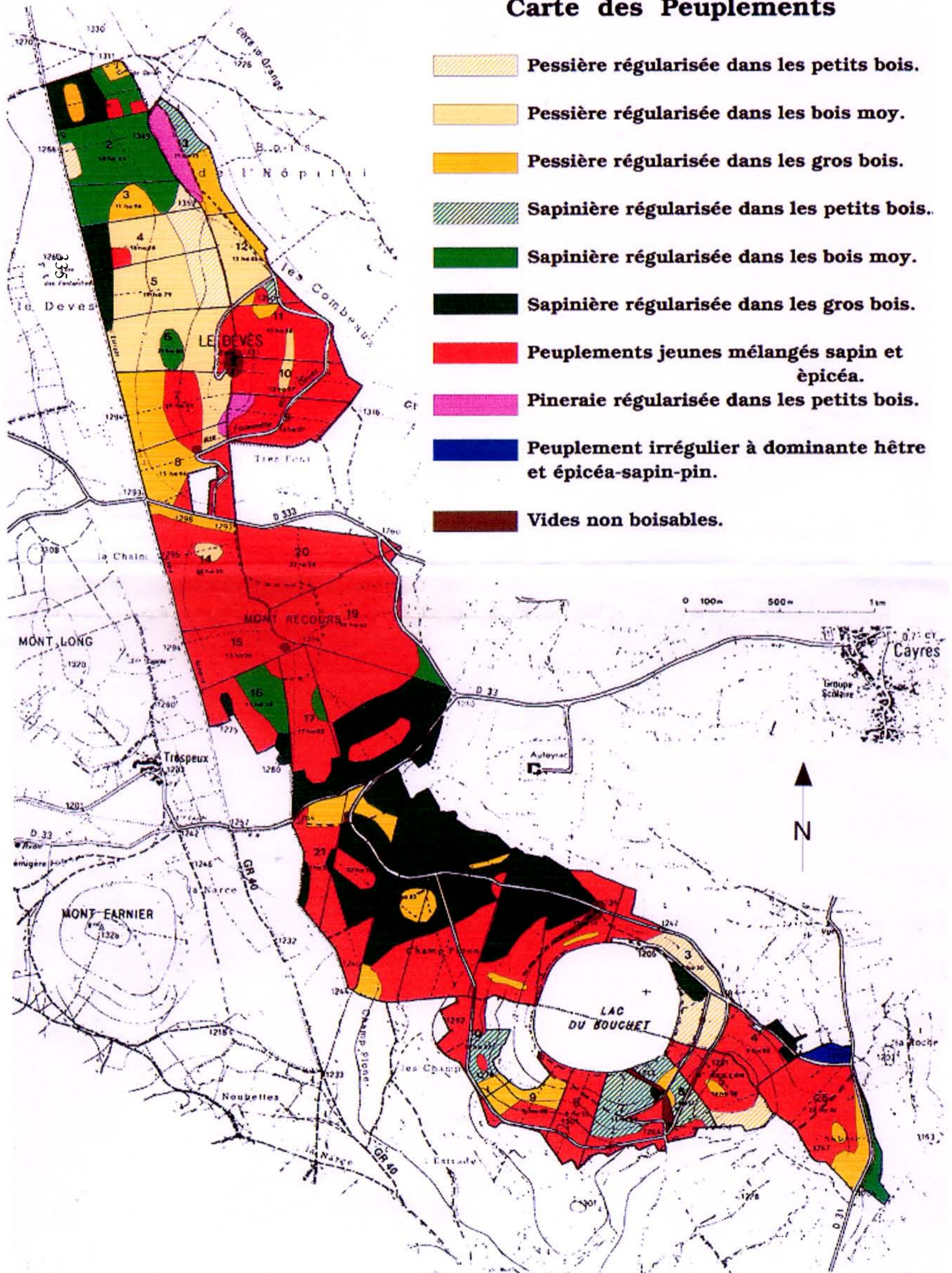


Figure 126 : Carte des peuplements dans la forêt domaniale du Lac du Bouchet

De même, les zones de chablis les plus intenses sur le versant ouest du Mont Devès s'expliquent certainement par une accélération des vents qui a été induite par les deux seuils situés au lieu-dit et au sud du lieu-dit de « La Glotonie ».



Photos 3 : Reboisements récents sur le versant est du Mont Recours

Jeunes plants de sapins et d'épicéas résultant de la tempête de 1982 et recouvrant le Mont Recours (cliché F.J).



Photo 4 : Reboisements récents sur le Mont Velay (photo prise depuis le sommet du Mont Recours en direction du nord-est) (cliché F.J).



Photo 5 : Des chablis datant de 1982 encore présents

Prise depuis le sommet du Mont Recours, cette photo nous montre, sur le versant sud-est, des chablis jonchant encore le sol 18 ans après la tempête de 1982 (cliché F.J).



Photos 6 : Une vision des dommages laissés par la tempête de décembre 1999 sur le versant occidental du Mont Devès

L'atmosphère brumeuse de cet fin d'après-midi du mois de mars 2000 laisse une ambiance de désolation sur ces chablis et volis situés immédiatement en contrebas du Mont Devès. La majorité des conifères n'ont pas été déracinés mais cassés à mi-hauteur (chandelles). Ceci paraît logique vu que la force exercée par le vent s'est principalement concentrée sur la partie médiane et haute des conifères, partie la plus fournie en aiguilles et donc la plus sensible à l'emprise des rafales (cliché F.J).



Photo 7 : Le vent canalisé au niveau de la maison forestière

On peut remarquer en arrière plan (direction WSW) la passe par laquelle le vent s'est engouffré. La maison forestière est située sur un col à 1242 m, entre les hauteurs du Champ Plonné à gauche (à 1282 m d'altitude) et le Mont Recours à droite (à 1394 m d'altitude) (cliché F.J).



Photo 8 : Conifères fortement élancés dans le secteur du « Très Regard »

La croissance des arbres a été dans ce secteur trop rapide. Les troncs possédant un diamètre de faible dimension sont fragiles et potentiellement instables. La cause est liée à une forte densité des plants. Par conséquent, mêmes récents, ces arbres ont cassé sous l'effet des rafales (cliché F.J).



Photos 9 et 10 : Des arbres de bordures sauvegardés le long de la zone de chablis située au-dessus de « La Glotonie »

Moins soumis à la concurrence car recevant davantage de lumière, les arbres en périphérie du massif forestier, plus robustes, ont davantage résisté aux rafales (clichés F.J)

Toutefois, la présence des dégâts n'est pas uniquement liée à des causes physiques ; elle est aussi le fruit d'une mauvaise gestion des milieux sylvicoles. Sans adopter d'esprit partisan, il faut reconnaître que l'uniformisation des forêts provoque, face aux temps forts météorologiques, sa fragilisation. Répondant à une logique productiviste, les reboisements ne sont pas adaptés au long terme.

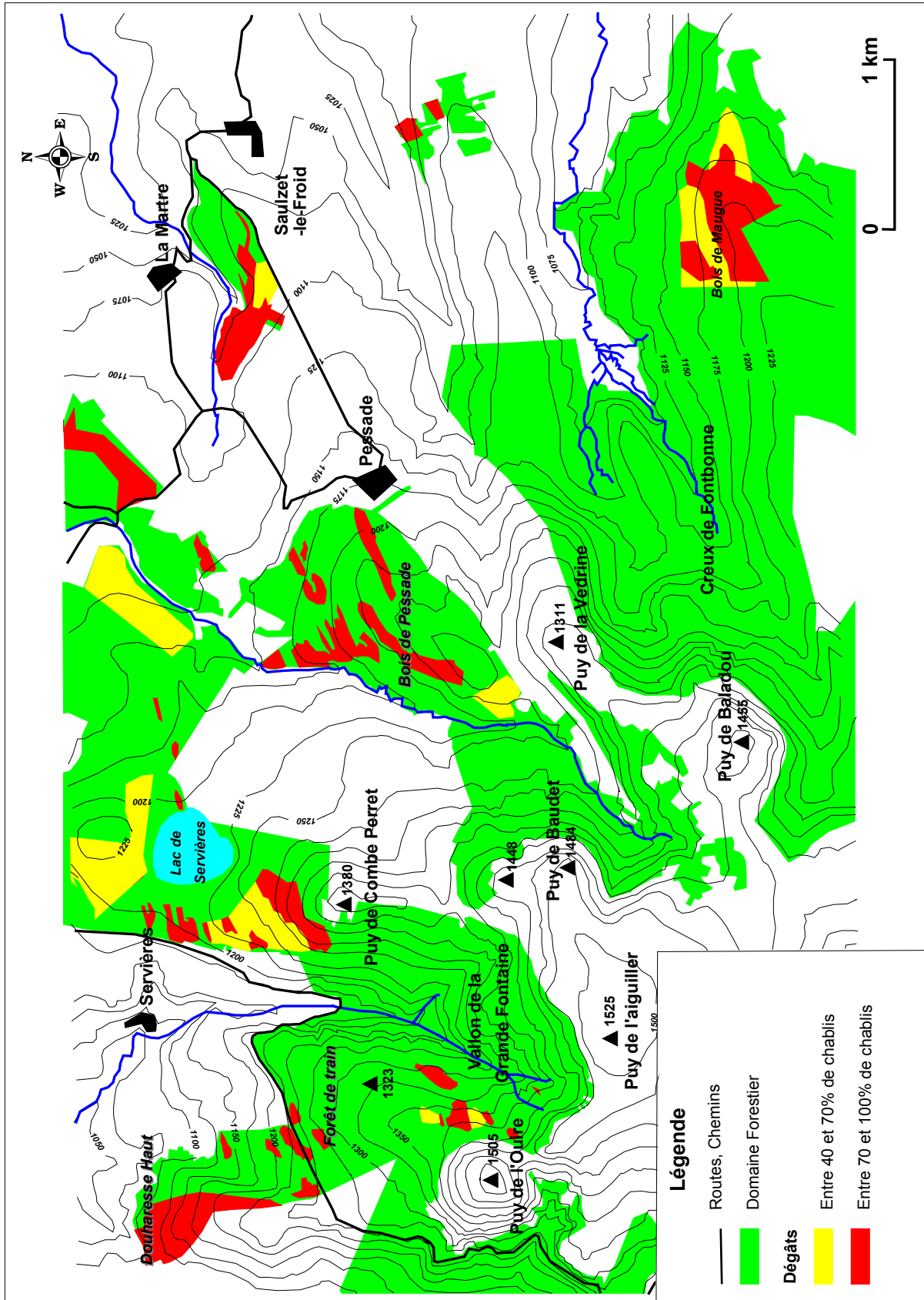
Tout d'abord, les futaies régulières de résineux (tels les sapins et les épicéas), résistent moins que les futaies irrégulières (jardinées) composées d'essences mélangées (Bouchon, 1987). La variété des peuplements favorise, en effet, à la fois la pénétration du vent dans les massifs et empêche l'apparition de chablis en « château de cartes » comme ceux observés sur le versant du Mont Devès.

Ensuite, la densité des plantations, trop élevée, conduit les arbres à une forte concurrence. Recherchant la lumière, ils s'élèvent trop rapidement au détriment de la robustesse de leur tronc. Ils sont donc élancés et potentiellement instables (de Champs, 1987). L'exemple le plus remarquable se situe, par exemple, dans le secteur du « Très Regard » (photo 7). C'est également le rôle de l'élancement qui explique la présence de chablis au-dessus de « La Glotonie ». Alors qu'à l'intérieur de la zone les peuplements étaient fragiles, ceux situés en périphérie ont été moins soumis à la concurrence, ont reçu plus de lumière, et ont ainsi été nettement plus résistants (photos 8 et 9).

Les lourds dégâts rencontrés dans la forêt du Mont Devès-Lac du Bouchet ont combiné plusieurs types de causes qui ont agi plus ou moins prioritairement selon les secteurs. Si l'influence de l'orographie a bien joué, l'intensification des dégâts débouche également de l'exploitation même du domaine. La mise en valeur de conifères comme l'épicéa, certes estimé pour la qualité de son bois, apparaît risqué dans un milieu de plateau montagnard comme celui du Devès trop souvent battu par les vents.

- Forêt de Pessade Saulzet-le-Froid (figure 127)

Fort logiquement, les dégâts qui ont affecté l'espace forestier des environs de Pessade et de Saulzet-le-Froid ont des origines similaires. Tout comme le massif du Devès, cette forêt d'altitude est essentiellement constituée de conifères comme, par exemple, des épicéas, des mélèzes, des sapins pectinés. Toutefois, adossé sur le versant nord-est du massif des Monts-Dores, le milieu forestier repose, ici, sur un terrain nettement plus accidenté qui comprend des dénivelés assez importants. La forêt recouvre principalement les vallées ainsi que les versants raides correspondant aux mauvais terroirs tandis que les herbages occupent les sommets dont les altitudes varient entre 1300 et 1500 m. Seuls, les secteurs nord et est, également en partie



Conception et réalisation : F.Jubertie

Figure 127 : Dégâts observés dans le massif forestier de Pessade Saulzet-le-Froid après la tempête du 27 décembre 1999

forestiers, s'apparentent davantage à un paysage de plateaux, et c'est d'ailleurs là que les chablis ont été les plus nombreux. Ainsi, les espaces les plus atteints se situent :

- entre le lieu-dit Douharesse Haut et la forêt de Train, où 5000 m³ de chablis ont été inventoriés par l'O.N.F.
- à l'ouest et au nord du lac de Servières
- dans le bois de Pessade (photo 10)
- dans le bosquet à l'ouest de Saulzet-le-Froid
- dans une parcelle du bois de Maugue

Ailleurs, sur les pentes et dans les vallées, la forêt probablement plus abritée, a subi des dommages plus limités. Aucun dégât n'a été noté sur les versants est des puys de Baudet, Védrine et Baladou, ainsi que dans la vallée du Creux de Fontbonne, même dans les gros bois. Bien sur, la présence de parcelles récentes, reconstituées après la tempête de 1982 - comme dans le secteur compris entre le puy de l'Ouire et le puy de Baudet - ne favorisent également pas la présence de chablis. Quelques traînées ont tout de même affecté le versant nord-est du puy de l'Ouire. Localisés juste en contrebas d'un col, ces chablis sont certainement liés à un « effet Venturi » (photo 11). Le vent de sud-ouest a d'ailleurs été si fortement canalisé qu'il s'est montré violent jusque sur le versant nord-ouest du puy de la Combe Perret où il a occasionné de forts dégâts (photo 12).

Enfin, nous ne reviendrons pas sur les critiques qui pourraient être formulées au sujet de la gestion sylvicole. Mais il est tout de même frappant de constater que les bois les plus atteints correspondent également, ici comme dans le Devès, aux peuplements les plus serrés. La photo 13, qui a été prise dans le secteur de Douharesse Haut, nous montre, en effet, l'importante densité des arbres et le fort élancement de leur tronc.



Photo 11 : Le « bois de Pessade » fortement touché par la tempête

Le vent qui n'a rencontré aucun obstacle, en raison de l'orographie des lieux très plane, semble avoir dessiné dans le massif forestier des sillons de chablis orientés sud-ouest – nord-ouest (cliché F.J).



Photo 12 : Zones de chablis liés à l'effet Venturi présentes de part et d'autre du vallon de la Grande Fontaine

On peut remarquer que les trois zones de chablis sont dans l'axe du col qui est situé au sud-est du puy de l'Ouire (à gauche de la photo). Le vent de sud-ouest a, en effet, été canalisé et a fait sentir ses effets loin vers le nord-est, c'est-à-dire jusque sur le versant nord-ouest du puy de la Combe Perret (sur la bordure droite de la photo) (cliché F.J).



Photo 13 : Gros plan sur les chablis localisés sur le versant nord-ouest de la Combe Perret

Une grande partie de la parcelle forestière, composée de conifères assez âgés, a été soufflée par les rafales venues du col situé en contrebas du puy de l'Ouire (cliché F.J).



Photo 14 : Chablis et élancement des arbres dans la parcelle forestière de Douharesse Haut

Comme dans le massif du Devès, on peut noter que cette parcelle gérée par l'O.N.F. contient une population d'arbres trop denses. Trop élancés, trop fragiles, ces conifères n'ont pas résisté aux assauts de la tempête (cliché F.J).

Les facteurs principaux permettant de comprendre la répartition des chablis à l'échelle d'un massif forestier sont donc au nombre de trois :

- Au plan du relief, l'analyse a révélé le rôle essentiel de la topographie comme l'effet Venturi par exemple. Au contraire, d'autres éléments ont moins joué. Ainsi, nulle part nous n'avons observé de dégâts qui auraient pu être causés par des vents rabattants. Les versants situés sous le flux général, c'est-à-dire regardant vers l'est, ont plutôt été des secteurs d'abri. Il est toutefois possible que le phénomène se soit produit plus loin.
- L'âge des peuplements composant les parcelles forestières est également un élément essentiel. Les dégâts se portent avant tout sur les arbres les plus anciens. Vu que leur nombre a diminué après la tempête de 1982, les chablis causés par la tempête de 1999 auraient pu être nettement plus importants.
- Enfin, les orientations économiques prises dans la gestion des milieux sylvicoles fragilisent les forêts face aux temps forts météorologiques. L'exploitation de parcelles monospécifiques, composés de peuplements équéens et à fort élancement paraît, en effet, assez mal adaptée à un espace montagnard où les coups de vent sont finalement assez récurrents.

La tempête du 27 décembre 1999 a donc été remarquable à plus d'un titre. Au plan météorologique, nous avons vu que les processus qui ont donné naissance à cet événement ont été tout à fait particuliers. Il est effectivement rare qu'un système océanique demeure aussi virulent en pénétrant à l'intérieur des terres. Même si les rafales n'ont pas toujours dépassé, comme dans le sud de la région, les vitesses de la tempête de novembre 1982, à Clermont les pointes de vent ont quand même égalé ou dépassé celles observées sur le littoral Atlantique ! La genèse de ce type de dépression, très mobile et de petite taille, serait donc peut-être causée par le rôle prépondérant du courant-jet

Les conséquences ont été logiquement à la hauteur du phénomène. Les excès ont concerné la quasi totalité de la région et ont parfois perturbé le quotidien des habitants. Il convient, toutefois, de relativiser leur importance. Au-delà de l'émotion qu'elle a pu susciter, la tempête n'a finalement pas laissé de traces durables dans les paysages. Les dégâts occasionnés aux infrastructures ont été rapidement réparés, les perturbations sociales ont été brèves. Même dans les forêts, la situation est loin d'être dramatique. Pour les écosystèmes forestiers, les tempêtes correspondent à des événements nécessaires au renouvellement des organismes vivants ; elles favorisent la biodiversité. Quant à son exploitation, la production en bois serait,

d'après l'O.N.F., redevenue en 2004 comparable aux quantités observées avant décembre 1999.

Conclusion

Ce chapitre consacré aux temps forts venteux s'est donc résumé à l'analyse de deux tempêtes. Cela peut paraître peu, mais il s'agit des seuls phénomènes (en dehors des coups de vent associés aux orages) qui ont marqué ces dernières décennies, en particulier, en raison des dégâts occasionnés. De plus, l'essentiel était de montrer les deux évènements types qui peuvent frapper l'Auvergne, l'un dans un blocage associé à une circulation méridienne de sud, l'autre en circulation d'ouest.

Conclusion de la troisième partie

Les deux types de systèmes météorologiques que nous avons décrits n'ont que peu de choses en commun. *A priori*, tout les sépare : leur taille, la nature des temps forts, les processus d'élaboration des systèmes. Malgré leurs différences, nous avons constaté que la localisation des temps forts et des excès, qu'elle soit ponctuelle comme dans le cas des orages ou généralisée comme dans le cas des tempêtes de 1982 et 1999, n'obéit pas franchement à l'organisation de la circulation atmosphérique. De plus, les excès, qui ne sont pas générés par des transferts de crues fluviales, le sont soit par des crues torrentielles locales, soit par saturation des sols (submersion) ou soit par l'action directe des temps forts météorologiques (grêle, vent).

Les vulnérabilités favorisent, logiquement, une plus grande fréquence d'excès dans les secteurs les plus densément peuplés.

Cela est particulièrement net dans le cas des épisodes orageux où l'on observe une forte concentration de dommages dans les espaces urbains. Les violentes averses, qui peuvent amener des cumuls de plusieurs dizaines de millimètres en quelques minutes, provoquent une rapide saturation des réseaux d'assainissement qui se solde par l'inondation de caves, de rez-de-chaussée... Plus graves sont les inondations liées aux petits cours d'eau, comme la Tiretaine, le Bédât, l'Artière, le Dolaizon..., qui traversent les villes et collectent souvent les eaux de ruissellement urbain.

Quelques excès, d'origine orageuse, peuvent également survenir en milieu rural mais dans des secteurs bien définis. En montagne, les crues torrentielles, dont la violence est amplifiée par la vigueur des pentes, engendrent principalement des problèmes dans les espaces les plus touristiques des Monts d'Auvergne (vallées glaciaires des Monts Dore et du Cantal). En plaine, seules la Grande Limagne de Clermont et la Limagne des buttes autour d'Issoire sont réellement affectées souvent en raison de la grêle.

Les excès induits par les tempêtes de 1982 et 1999 ont davantage intéressé l'ensemble de la région. Toutefois, il faut reconnaître que les excès ont certainement eu, un impact financier, au kilomètre carré, plus lourd en ville qu'en milieu rural. En effet, la destruction d'une parcelle forestière de quelques hectares en montagne n'a pas un coût comparable à la dégradation d'immeubles en pleine zone urbaine.

Bilan :
les territoires de l'excès en Auvergne

1. Des territoires identifiés et caractérisés
2. Le « jeu » des comparaisons

Avec ce bilan, nous parvenons à l'aboutissement de notre thèse. Nous allons, en effet, présenter la synthèse cartographique précise des excès. Il ne s'agit pas simplement d'affiner le travail déjà effectué à la fin de notre première partie ; notre démarche est plus ambitieuse. A la lumière des résultats obtenus lors de la deuxième et de la troisième parties, il nous est, à présent, possible d'élaborer un classement typologique des espaces plus complet, plus abouti. En plus des précisions apportées à l'origine des temps forts, nous allons avec cette nouvelle carte tenter d'individualiser finement les territoires de l'excès en Auvergne. Une fois la description de ces territoires effectuée, nous opérerons une comparaison avec les travaux qui ont été faits par la Direction de l'Environnement et par la Délégation aux Risques Majeurs. Le but de cette comparaison est de montrer ce que notre contribution peut apporter de nouveau à la connaissance des risques en Auvergne.

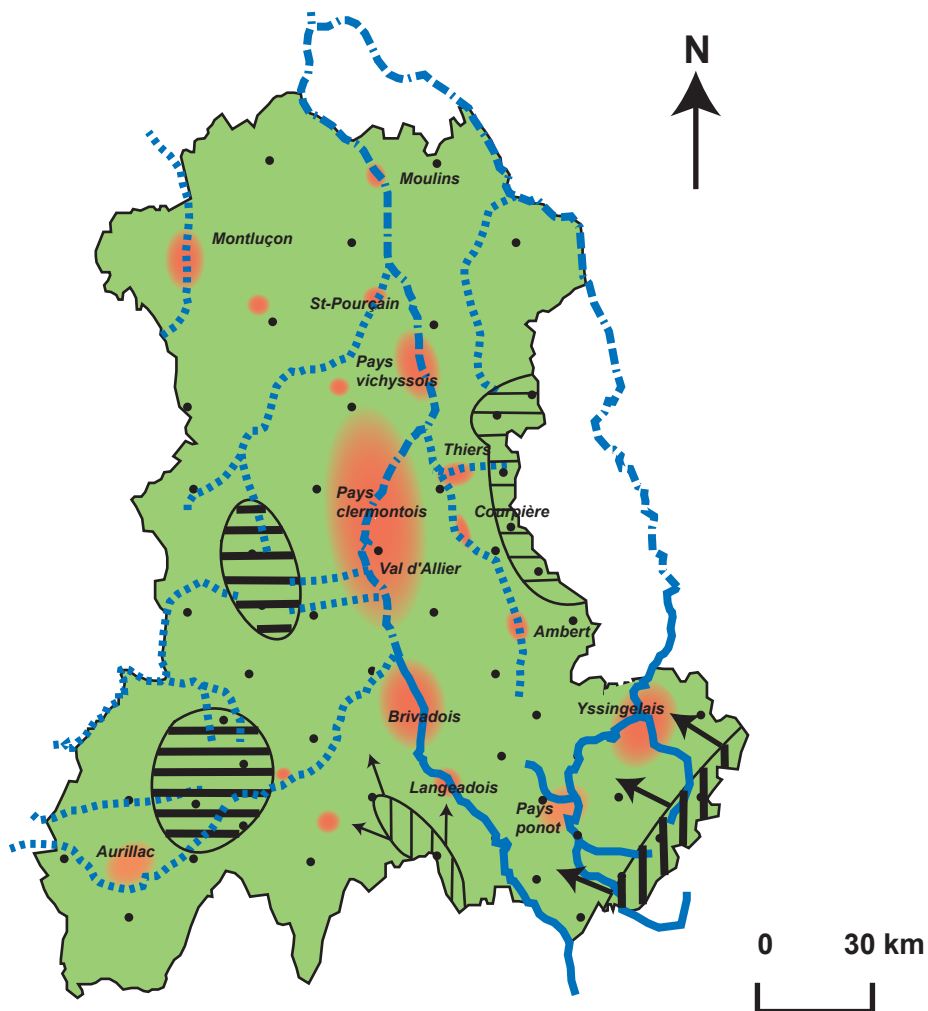
1. Des territoires identifiés et caractérisés

Les figures 128 a et b montrent que l'espace auvergnat peut être découpé, sur le plan de l'excès, en pas moins de onze territoires.

Rapporté à notre problématique, **le territoire peut s'envisager comme un espace socialisé, plus ou moins vulnérable, qui possède des contraintes ou temps forts naturels spécifiques. Le territoire participe à la production d'excès de mêmes origines hydrométéorologiques, à l'échelle du pays, tout en les subissant.** Par exemple, le pays clermontois correspond à un territoire vulnérable, regroupant de nombreux enjeux et occupé par une population urbaine. Ce pays est concerné par des excès d'origine orageuse et par des excès liés à des transferts de crues d'origine combinée.

Nous avons représenté sur la figure 128 a, les temps forts pluviométriques par trois types de figurés. Ceux liés à des systèmes océaniques ont été symbolisés par des traits horizontaux, rappelant ainsi l'origine zonale des chutes ; ceux associés aux structures cévenoles ont été représentés par des lignes verticales rappelant cette fois l'origine méridienne des pluies. Enfin, les temps forts orageux sont indiqués par un semis de points plus dense sur les reliefs et dans le sud-est montrant ainsi leur plus grande fréquence. Les temps forts et les transgressions hydrologiques ont également été individualisés par trois types de figurés linéaires afin de distinguer les crues océaniques, cévenoles et combinées.

Ont tout d'abord été isolés, les quatre territoires qui subissent les temps forts les plus fréquents (figure 128b). Nous retrouvons, ainsi, les monts d'Auvergne qui sont intéressés principalement par des temps forts océaniques hivernaux et secondairement par des temps forts orageux estivaux. Viennent ensuite les Monts de la Madeleine et du Forez qui possèdent



Les temps forts

*Espaces concernés par les **temps forts pluviométriques**

- d'origine océanique		
- d'origine cévenole et ses éventuelles extensions		
- d'origine orageuse		
	— Fréquence	+

Conception et réalisation : F. Jubertie

* Espaces concernés par les **temps forts et les transgressions hydrologiques**

(dominante)	{	- d'origine océanique	
		- d'origine cévenole	
		- d'origine combinée	

Les vulnérabilités et les excès

* Espaces subissant peu d'excès car étant peu vulnérables



* Espaces subissant de nombreux excès car étant vulnérables
(en italique, sont nommés les pays les plus touchés par les excès)



Figure 128a : Les territoires de l'excès en Auvergne

Territoires	Temps forts météorologiques						Temps forts hydrologiques						Vulnérabilités		Caractéristiques de l'excès	Symbolique spatiale
	- Fréquence			+			- Fréquence			+			-	+		
	Oc	Cé	Or	Oc	Cé	Or	Oc	Cé	Or	Oc	Cé	Or				
Monts d'Auvergne			■	■					■	■			■		Territoire subissant peu d'excès liés à des temps forts océaniques fréquents et à des temps forts orageux de fréquence secondaire.	
Monts de la Madeleine et du Forez	■		■				■		■				■		Territoire subissant peu d'excès liés à des temps forts océaniques et orageux assez peu fréquents.	
Velay oriental, sources de la Loire			■		■				■		■		■		Territoire subissant peu d'excès liés à des temps forts cévenols fréquents et à des temps forts orageux de fréquence secondaire.	
Margeride		■	■					■	■				■		Territoire subissant peu d'excès liés à des temps forts cévenols et orageux assez peu fréquents.	
Plateaux de l'ouest et du forez (- de 1200 m), du Velay + plaine bourbonnaise.			■						■				■		Territoire subissant peu d'excès liés à des temps forts orageux assez peu fréquents.	
Grandes vallées situées à l'ouest de la région + vallées de la Dore et de la Besbre.			■						■	■			■		Territoire subissant peu d'excès liés à des transferts de crues d'origine océanique et à des temps forts orageux restant peu fréquents.	
Espaces ruraux du Val de Loire et du Val d'Allier et de leurs affluents en secteur amont			■									■	■		Territoire subissant peu d'excès liés à des transferts de crues d'origine cévenole et à des temps forts orageux peu fréquents.	
Espaces ruraux du Val de Loire et du Val d'Allier en secteur aval			■						■	■	■		■		Territoire subissant peu d'excès liés à des transferts de crues d'origine combinée et à des temps forts orageux peu fréquents.	
Pays de Montluçon, d'Aurillac, des Couzes, de St-Pourçain, de Thiers, Courpière, Ambert.			■						■	■				■	Territoire subissant de nombreux excès liés à des transferts de crues d'origine océanique et à des temps forts orageux peu fréquents (ruissellement urbain).	
Pays ponot, Yssingelais, langeadois, brivadois.			■						■		■			■	Territoire subissant de nombreux excès liés à des transferts de crues d'origine cévenole et à des temps forts orageux peu fréquents (ruissellement urbain).	
Pays clermontois, Val d'Allier, Grande Limagne, pays vichyssois et moulinois.			■				■		■		■			■	Territoire subissant de nombreux excès liés à des transferts de crues peu fréquents d'origine combinée et plus rarement d'origine océanique. Excès également liés à des temps forts orageux peu fréquents (ruissellement urbain).	

Conception et réalisation : F.Jubertie

Figure 128b : Les territoires de l'excès en Auvergne

des similitudes avec les reliefs de l'ouest. Toutefois, les temps forts océaniques s'y produisent d'une manière plus occasionnelle (en flux de nord-ouest par exemple). Le troisième territoire, correspondant au Velay oriental et aux sources de la Loire, est, on le sait, souvent affecté par de fortes précipitations cévenoles automnales même si quelques temps forts orageux estivaux peuvent également survenir. Le massif de la Margeride, voisin du Velay, est comparable à ce dernier mais les temps forts sont moins nombreux. Les extensions cévenoles, liées à d'éventuels blocages, ont été mentionnées par des flèches. Elles déterminent une plus ou moins grande progression des précipitations vers le nord-ouest.

Si ces quatre territoires connaissent des chutes et des crues récurrentes, il ne faut pas oublier que les excès sont rares car ces pays sont peu vulnérables. C'est pourquoi, dans notre symbolique spatiale, à la trame des temps forts est associée un fond vert.

Le cinquième territoire, le plus vaste, regroupe les plateaux de l'ouest et du Forez situés en dessous de 1200 m d'altitude, ainsi que le Velay et la plaine bourbonnaise. Cette large étendue a pour caractéristique d'être peu concernée par les temps forts ; tout au plus quelques orages violents peuvent apporter quelques grosses averses l'été. Nous nous trouvons, en effet, soit à basse altitude, soit à l'abri des principaux reliefs. Vu la faible vulnérabilité du secteur, les excès sont logiquement peu courants.

Les grandes vallées (Cère, Jordanne, Alagnon, Sioule...) situées à l'ouest de la région ainsi que les vallées de la Dore, de la Durolle et de la Besbre composent notre sixième territoire. Ces secteurs sont concernés, l'hiver, par des transferts de crues principalement océaniques provenant des Monts d'Auvergne pour l'ouest et des Monts du Forez et de la Madeleine à l'est. Ces crues engendrent un nombre d'excès limités car traversant des espaces ruraux (les zones urbanisées, comme l'agglomération thiernoise ou aurillacoise, par exemple, ont été intégrées à un autre type).

Les espaces ruraux du Val de Loire et du Val d'Allier offrent les mêmes spécificités que le territoire précédent, à la différence notable que les transferts de crues ont une autre origine. En amont de St-Etienne, pour la Loire, et de Brioude, pour l'Allier, nous assistons à des temps forts hydrologiques cévenols, alors qu'en aval il s'agit plutôt de temps forts combinés. Le qualificatif « combiné » signifie que les deux vallées peuvent subir, soit de manière alternative, soit de façon simultanée au cours d'un seul épisode, une crue cévenole et océanique.

Les trois derniers territoires individualisés correspondent aux principales aires urbaines de la région. Si ces pays ont en commun une forte vulnérabilité, les menaces

hydrométéorologiques pesant sur ces villes ne sont pas, à l'exception des orages et des phénomènes de ruissellement, de même nature :

- Dans le premier ensemble, qui comprend les pays de Montluçon, d'Aurillac, de St-Pourçain, de Thiers et d'Ambert, ainsi que les petites villes bordant les Couzes, les temps forts sont essentiellement liés aux transferts de crues océaniques de saison froide.
- Dans le deuxième, qui englobe les trois secteurs urbanisés de la Haute-Loire (pays ponot, de l'ysingelais, le langeadois-brivadois), les temps forts sont associés, en automne, à des transferts de crues cévenoles.
- Enfin le dernier, qui correspond aux aires urbaines s'étirant des pays d'Issoire à Moulins en passant par l'agglomération clermontoise, est intéressé par des transferts de crues d'origine combinée.

En raison des fortes densités, ces territoires urbains, situés dans les bassins, subissent de nombreux excès, il s'agit sans doute des espaces les plus à risques en Auvergne.

On peut remarquer qu'aucun symbole n'a été porté sur la carte pour représenter les temps forts venteux. Le manque de données statistiques sur la fréquence des vents forts (observations rares et trop récentes) justifie, en partie, cette absence. De plus, il ne faut pas oublier que les deux tempêtes ressenties en Auvergne, l'ont été sur l'ensemble de l'espace régional. Aussi, mentionner leur présence reviendrait à recouvrir la quasi totalité de la carte.

2. Le « jeu » des comparaisons

Une fois la typologie spatiale fine des excès effectuée, il paraît intéressant de confronter nos travaux avec les réalisations cartographiques de la DIREN (Direction Régionale de l'Environnement) et de la DRM (Délégation aux Risques Majeurs). Notre choix s'est porté sur deux types de carte : la première correspond à une synthèse régionale du risque inondation (figure 129) ; la seconde localise les communes auvergnates classées à risque en raison de ces mêmes inondations (figure 130). Ces cartes sont disponibles via Internet et ont été publiées dans le cadre de la loi sur la sécurité civile du 22 juillet 1987 qui donne aux citoyens un droit à l'information sur les risques auxquels ils sont exposés.

La figure 129 proposée par la DIREN (juin 2000) met en relief les espaces où les inondations représentent une source de danger notable auprès des populations. On peut tout d'abord constater, même si cela n'apparaît pas dans la légende, que les crues (dont l'origine météorologique n'est pas précisée) intéresseraient principalement l'Allier, l'Alagnon, la Sioule, la Loire, le Cher ainsi que la Dordogne (en cas de ruptures de barrages ?). Les autres

cours d'eau seraient donc moins affectés par les temps forts, ce qui apparaît surprenant. La DIREN minimise donc l'importance des crues qui peuvent se produire en particulier sur la Cère, le Lignon, la Dore et la Besbre. De même, on peut noter que les Couzes n'ont pas été représentées sur la carte.

Bien sûr, ces temps forts hydrologiques ne sont pas aussi menaçants selon les secteurs ; la DIREN a ainsi dégagé trois types d'espace où apparaissent des « enjeux » de différentes importances. Le terme d'enjeu, qui a été préféré à celui de vulnérabilité, n'a malheureusement pas été précisément défini par la DIREN. Si on considère que l'enjeu correspond à la population et aux infrastructures exposées à un phénomène naturel, on comprend que celui-ci soit considéré comme fort dans la région clermontoise et le Val d'Allier. Toutefois, comment peut-on expliquer la présence d'enjeux dans les Monts d'Auvergne, le Livradois et le plateau de la Chaise-Dieu, alors que les densités de population sont faibles ? La pression touristique estivale peut être une réponse partielle, encore que cela paraît bien exagéré dans le cas du Livradois. De même, s'il est logique que les villes concentrent le plus d'enjeux, on peut se demander quel est l'élément qui différencie les villes du « nord » (Montluçon, Moulins, Vichy, Clermont) à celles du « sud » (Aurillac, Le Puy) ? Par exemple, pourquoi Le Puy possède moins d'enjeux que Moulins, alors que le nombre d'habitants est comparable, voire même un peu supérieur, et que les menaces physiques sont plus importantes (ruissellement urbain orageux accentué par les pentes, crues cévenoles sur la Loire et retour d'est sur la Borne) ?

Il faut avouer que la carte élaborée par la DIREN paraît incomplète (nous avons peu de précisions sur la nature des temps forts), voire même inexacte en ce qui concerne l'estimation de l'importance des enjeux. Ces imprécisions s'expliquent probablement parce que la synthèse n'a pas été faite d'après un inventaire rigoureux des événements (excès) passés. La typologie, réduite, n'a pas été réalisée *a posteriori*.

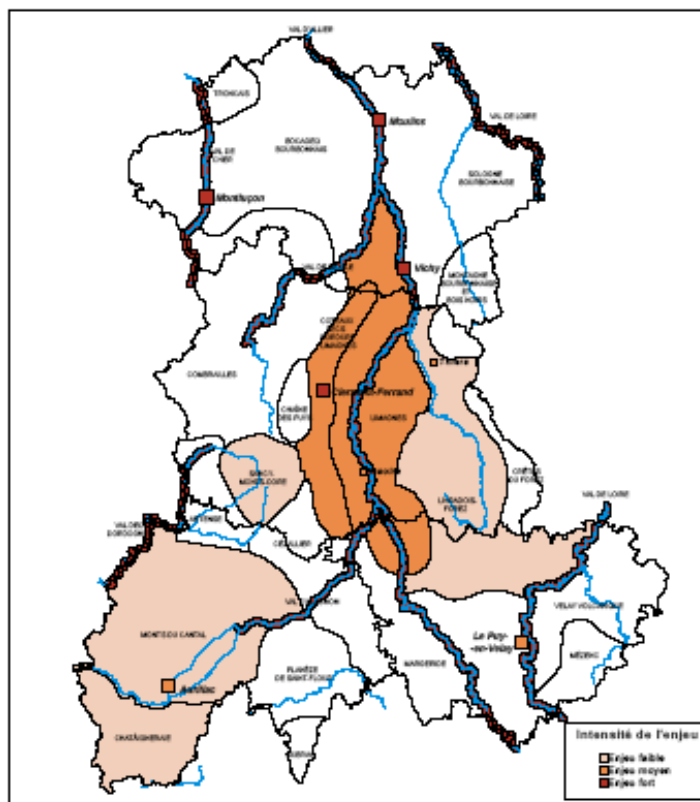


Figure 129 : Le risque inondation d'après la DIREN

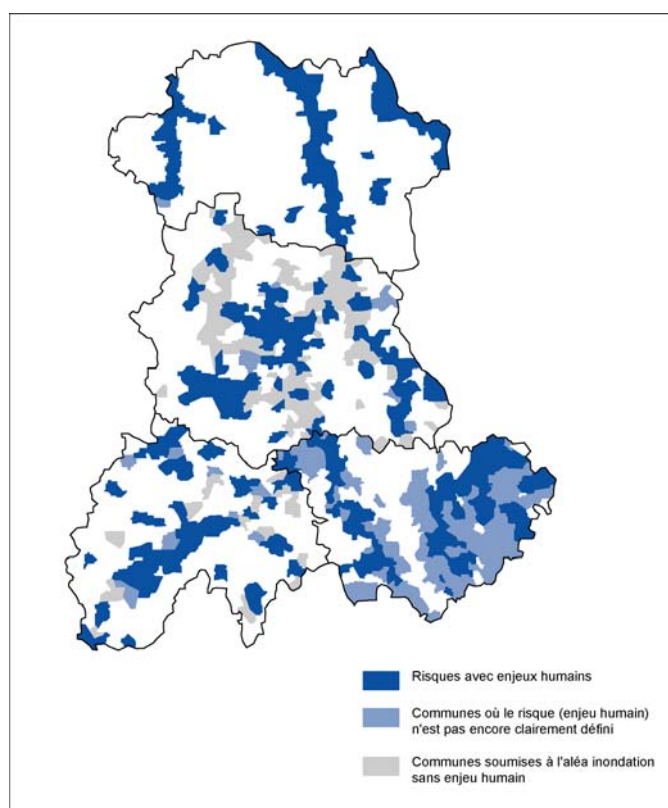


Figure 130 : Le risque inondation vu par la DRM

La deuxième carte émanant de la DRM (2005) s'avère plus intéressante (figure 130). Elle a été dressée à partir des dossiers départementaux des risques majeurs (DDRM) qui sont élaborés pour les communes en préfecture.

En bleu foncé apparaissent les communes où l'inondation représente un risque avec enjeux humains ; en bleu clair correspondent les communes où le risque inondation n'est pas encore clairement défini (en 2005) ; enfin les communes en gris sont affectées par des inondations restant « théoriquement » sans conséquences. On retrouve, assez logiquement sur cette carte, le dessin, le linéaire, des principaux cours d'eau. Ainsi, on devine le tracé de la Cère, de la Jordanne et de l'Alagnon dans le Cantal, ceux de la Loire et de l'Allier ainsi que ceux du Cher dans l'Allier et de la Dore dans le Puy-de-Dôme. D'autres espaces à risques s'identifient également. On peut citer, en montagne, le cas des Monts Dorés qui sont soumis à des inondations torrentielles lors d'épisodes orageux ou encore de l'est du Velay. Dans ce dernier secteur, le nombre de communes classées peut sembler, au premier abord, important. Toutefois, il ne faut pas oublier qu'ici sévissent les crues cévenoles sur les affluents de rive droite de la Loire (Gazeille, Gagne, Lignon). Le dilemme qui se pose apparemment pour la DRM est de savoir si dans ce territoire, peu peuplé à proximité du département de l'Ardèche, les crues sont capables de générer des dégâts et des victimes. Notre travail a montré qu'une grande partie de l'est de la Haute-Loire est, en réalité, par le faible nombre d'excès recensés, nettement moins à risque que la vallée de la Loire à partir de l'agglomération du Puy. Enfin, on peut constater que les communes urbaines ont été classées très justement parmi les espaces les plus à risques (avec enjeux humains). L'ensemble de l'agglomération clermontoise est ainsi facilement discernable sur la carte.

Cette réalisation cartographique de la DRM est donc plus juste et plus précise que celle de la DIREN. Certes, on peut citer quelques petites incohérences. Ainsi, par exemple, l'intensité du risque paraît exagéré au niveau de l'Allier en amont de Langeac, et au contraire, il est sous-estimé au niveau de la basse vallée de la Sioule. Toutefois, dans l'ensemble, les espaces les plus sensibles sont bien identifiés. Surtout, cette carte offre l'avantage de donner une vision à la fois régionale et assez fine des risques puisque se basant sur la trame communale.

Conclusion

Avec la réalisation de notre carte de synthèse, il nous semble avoir proposé une territorialisation assez complexe des excès en Auvergne. Plusieurs espaces ont, en effet, été définis parce que possédant des caractéristiques qui leur sont propres tant au niveau des temps forts hydrométéorologiques que des vulnérabilités. Contrairement à ce que laissent envisager

les cartes de la DIREN et de la DRM, l'Auvergne se montre, au plan de l'excès, d'une assez grande diversité. Cette variété s'explique par le fait que la région est soumise, à cause de son relief, à une distribution très particulière des temps forts. De la même manière, les contraintes altitudinales imposent une répartition très différenciée des hommes et des activités qui se concentrent préférentiellement dans les bassins.

Aussi, il apparaît clairement que la problématique des risques ne peut être traitée dans les mêmes conditions sur l'ensemble de l'espace auvergnat. En clair, les efforts et les actions portés sur la prévention ne peuvent être rigoureusement identiques entre deux territoires.

Conclusion générale

Nous avons essayé, dans notre étude, de mener une approche originale en traitant de la thématique des risques par le recensement des excès d'origine climatique à l'échelle régionale. Cet inventaire qui nous a permis de cerner précisément les secteurs les plus sensibles de l'Auvergne, nous a également conduit à réfléchir sur les processus physiques et humains expliquant l'endommagement. Dans la première partie, cette recherche fut effectuée d'une manière globale, alors que dans les deuxième et troisième parties nous l'avons affinée à l'échelle du type d'épisode climatique.

Nous avons montré que la distribution des excès est le produit de deux logiques :

- la première tient compte des vulnérabilités et explique une plus grande fréquence des excès dans les bassins,
- la seconde tient compte de l'origine et de l'extension des temps forts. Par exemple, l'emprise des précipitations conditionne le plus ou moins grand maintien des crues de certaines rivières localisées dans les bassins vulnérables.

La méthode, qui a donc privilégié le vécu par la spatialisation des excès, ne laisse que peu de place au doute ou à l'incertitude puisque nous avons réalisé une démarche *a posteriori*. Un secteur ayant été fréquemment touché par des excès est forcément un espace à risque. Comme le précise d'Albouy (2002), « une fois réalisée, la catastrophe devient risque ».

Bien sûr, l'image des excès, donné pour l'Auvergne, n'est pas immuable et on peut se douter qu'elle a déjà évolué. Ainsi, depuis le 19^{ème} siècle, la baisse démographique n'a fait qu'affaiblir les vulnérabilités en montagne, limitant ainsi le nombre d'excès. Au contraire, la hausse observée dans les bassins a favorisé une augmentation des vulnérabilités et ainsi amplifié l'occurrence des phénomènes dommageables. De la même façon, nous savons que le 19^{ème} siècle était aussi une période où les temps forts hydrométéorologiques étaient en Auvergne plus fréquents qu'aujourd'hui (Cubizolle, 1994). Le Val d'Allier a ainsi été plusieurs fois ravagé par des crues comparables à celle qui a touché Brive-Charensac en 1980. Toutes ces évolutions se font toutefois sur le long terme. Le seul changement rapide peut être lié à l'application d'une politique de prévention réduisant sensiblement la vulnérabilité d'un secteur (comme à Brive-Charensac par exemple).

La description et l'explication des processus générant les temps forts ont privilégié l'utilisation d'outils s'adaptant à différentes échelles. La quantification des structures isobariques a surtout servi à éclaircir la genèse des temps forts océaniques. L'imagerie satellitale s'est révélée utile à la compréhension de facteurs jouant aux niveaux du domaine ou de la région ; cela a été particulièrement vrai dans le cas des systèmes cévenols ou dans le déroulement de la tempête de 1999. Mais, c'est indiscutablement l'exploitation de l'imagerie radar qui a autorisé les avancées les plus intéressantes dans le fonctionnement des phénomènes à l'échelle du pays. Les séquences nous ont ainsi permis d'appréhender finement les dynamiques pluvieuses, en particulier, des structures convectives. La dangerosité des systèmes en « V » a clairement été mise en évidence et les espaces se trouvant sous l'emprise des fortes averses ont été identifiés à l'échelle locale. De la même manière nous avons montré que ces convections, typiquement méditerranéennes, peuvent occasionnellement franchir la barrière cévenole. Elles représentent, alors, la menace hydrométéorologique la plus sérieuse pour l'Auvergne (crue de la Loire de 1980).

L'imagerie radar s'est également avérée déterminante dans la reconnaissance des systèmes convectifs estivaux. Nous avons ainsi observé, en plus des types de structures déjà individualisées depuis plusieurs années (lignes de grains, supercellules...), des convections possédant un fonctionnement plus original ou plus complexe (comme le « point chaud » orageux par exemple).

L'ensemble de ces observations et résultats ne peuvent qu'enrichir les fondements de la connaissance en géoclimatologie. Mais d'autres apports sont encore réalisables grâce à l'imagerie radar. Ainsi, il serait intéressant de connaître la fréquence et les types d'orages qui provoquent le plus de chutes de grêle. De même, quand l'archivage des données deviendra plus important, il sera possible d'établir des fréquences entre structures aérologiques (flux au niveau 0, courant en altitude) et types de convections.

Au-delà de ces aspects fondamentaux, notre travail peut également répondre à une attente sociale et constituer une aide à la décision. La territorialisation des excès que nous avons effectuée a clairement mis en évidence les secteurs les plus sensibles de l'Auvergne.

Ces territoires, caractérisés, doivent prioritairement bénéficier d'une politique de prévention menée à l'échelle du pays. La situation paraît urgente dans la vallée de l'Allier où les inondations et les excès de ces dernières décennies, pourtant modestes, ont révélé l'existence de risques majeurs. Cette prévention doit être ciblée sur trois pays principaux :

- le Brivadois,
- l'est de l'agglomération clermontoise et le Val d'Allier en général,
- enfin, l'agglomération vichyssoise.

De la même manière, les aménagements importants liés au « Plan Loire Grandeur Nature » et visant à protéger les riverains du fleuve n'ont toujours pas été étendus en aval de Brive-Charensac. Pourtant, les crues d'octobre 2001 et de décembre 2003 ont rappelé que la Loire reste une réelle menace.

Enfin, nous devons insister sur le fait que la territorialisation des excès que nous avons réalisée pour l'Auvergne est parfaitement reproductible sur tout autre espace régional. Par exemple, si nous prenons le cas du Limousin, nous constatons que le plateau de Millevaches offre les mêmes spécificités territoriales que les Monts d'Auvergne. Les temps forts, d'origine océanique, génèrent, en effet, peu d'excès en raison de faibles vulnérabilités. Les pays de Tulle et de Brive sont aussi tout à fait comparables à ceux de Montluçon ou d'Aurillac, car subissant des excès nombreux liés à des transferts de crues océaniques et à des pluies orageuses. Dans la région Midi-Pyrénées, on peut considérer que les vallées du Tarn et du Lot possèdent les mêmes particularités que celle de l'Allier. Elles sont affectées, en amont, par des crues cévenoles qui se combinent ou alternent avec des crues océaniques grâce à l'alimentation des affluents provenant de l'Aubrac, du Lévezou ou de la Montagne Noire. Les secteurs urbanisés de Millau, Albi ou Cahors ressemblent alors à ceux de Clermont, Vichy ou Moulins. Enfin, en régions Rhône-Alpes et Languedoc, les vallées de l'Ardèche et du Gardon possèdent de nombreuses similitudes avec celle de la Loire. Les crues, exclusivement d'origine cévenole, amènent peu de problèmes en amont d'Aubenas et d'Alès, alors qu'elles deviennent excessives en aval.

Nous osons espérer que notre « modèle » de territorialisation des excès d'origine climatique pourra constituer une approche reproductible (avec des spécificités propres) en d'autres lieux.

Bibliographie

- ALBOUY F.X.**, 2002 – *Le temps des catastrophes*. Descartes et Cie Ed., Paris, 172 p.
- ANDRIEU H.**, 2001 – La mesure de pluie par radar : du calibrage avec des pluviomètres vers l'interprétation physique. In *Imagerie satellitaire et radar au service de l'eau*, Société hydrotechnique de France, Paris, pp. 91-98.
- ANTOINE J-M., DESAILLY B., GAZELLE F.**, 2001 – Les crues meurtrières, du Roussillon aux Cévennes. *Annales de géographie*, 110 (622) : 597-623
- ASENSIO E., BORDREUIL C., ROUX D.**, 1977 – Une approche des conditions météorologiques sur le golfe du Lion. *Annales de l'institut océanographique*, 53, 1, pp.155-169.
- BAILLY ANTOINE S.**, 1996 – *Risques naturels, risques de sociétés*, Economica, Paris, 101 p.
- BALDIT A.**, 1932 – *Orages, grêle et foudre dans la Haute-Loire*. Publications de la société des études locales n°11, Le Puy-en-Velay, 224 p.
- BALESTE M-C., BRUNET H., MOUGEL A., COIFFIER J., BOURDETTE N., BESSEMOULIN P.**, 2001 – *Les tempêtes exceptionnelles de Noël 1999*. Météo-France, Phénomènes remarquables n°7, Paris, 96 p.
- BALSEINTE R.**, 1966 – *Climats montagnards et stations climatiques d'altitude en France*. Thèse Lettres, Grenoble, Tome 1, 523 p., Tome 2 atlas (149 fig.).
- BARRET I., JACQ V., RIVRAIN J-C.**, 1994 – Une situation à l'origine de pluies diluviennes en région méditerranéenne (l'épisode orageux des 22 et 23 septembre 1993 sur le Sud-Est de la France). *La Météorologie*, 8^{ème} série, 7, 38-60.
- BARRY R-G., CHORLY R-J.**, 1968 – *Atmosphere, weather and climate*. Methuen, Londres, 319 p.
- BASSET-TERRUSSE A.**, 1964 – Les retours d'est sur la côte d'Azur. Deuxième partie : étude à l'échelle locale. *La Météorologie*, 6^{ème} série, 73, pp.43-60.
- BEAULIEU R., MIRONOVITCH V., VIAUT A.**, 1935 – Sur l'origine des inondations survenues dans le midi de la France entre le 25 et le 30 septembre 1933. *La Météorologie*, pp. 416-424.
- BEGUIN M., PUMAIN D.**, 1994 – *La représentation des données géographiques*, A. Colin, Paris, 192 p.
- BELTRANDO G., CHEMERY L.**, 1995 – *Dictionnaire du climat*, Larousse, Paris, 344 p.
- 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*, 8^{ème} série, 1, p. 72-90.

- BERENGUER J.**, 1993 – Les dommages causés à l'agriculture en Vaucluse et dans le sud dromois le 22 septembre 1992. *Revue de géographie de Lyon*, 68 (2-3) : 171-174.
- BETHEMONT J.**, 1991 – Sur la nature des événements extrêmes : catastrophe et cataclysme. *Revue de géographie de Lyon*, 66 (3-4) : 139-142.
- BEUGIN R., ROCHARD M.**, 1991 – *L'hiver 1989-1990. Les tempêtes et quelques autres phénomènes*. Météo-France, SCEM/PREVI/PG, Paris, 172 p. + 12 p. d'annexes.
- BLANCHET G.**, 1983 - Le temps dans la région Rhône-Alpes en 1982. *Revue de géographie de Lyon*, 58 (4) : 395-407.
- BLANCHET G.**, 1990 – Régimes météorologiques et diversité climatique dans l'espace rhonalpin. *Revue de géographie de Lyon*, 65 (2) : 106-117.
- BLANCHET G.**, 1993 – L'épisode pluvio-orageux catastrophiques de septembre 1992 dans le Sud-Est de la France : Analyse pluviométrique et météorologique. *Revue de géographie de Lyon*, 68 (2-3) : 129-138.
- BONTEMPS G.**, 1987 – La grande crue de 1866. *Association des amis du vieux Pont-du-Château*, Bull. n°18, pp. 33-36.
- BONTROND E.**, 1964 – Le problème des retours d'Est sur la côte d'Azur. *La Météorologie*, 4^{ème} série, 76, pp. 279-336.
- BOUCHON J.**, 1987 – Etat de la recherche relative aux dégâts forestiers dus aux tempêtes. *Revue Forestière Française*, n° spécial « les chablis », 4, pp. 301-312.
- BRAVARD J.-P.**, 2000 – *Les régions françaises face aux extrêmes hydrologiques*. Gestion des excès et de la pénurie. Sedes, Paris, 287 p.
- BRUNET R., FERRAS R., THERY H.**, 1993 – *Les mots de la géographie « dictionnaire critique*. Reclus, la Documentation Française, Paris, 518 p.
- BUCHOT C.**, 1978 – *Le fœhn en haute Tarentaise. Contribution à l'étude d'un fœhn alpin français*. Monographies de la météorologie nationale, n°108, Paris, 69 p.
- CAILLEAU C., SANTURETTE P.**, 1983 – *La tempête des 6,7, et 8 novembre 1982*. Direction de la météorologie nationale, note de travail du service métropolitain, n°10, Paris, 86 p.
- CALVET C.**, 1987 – Le risque calculé en climatologie. In 4^{ème} Colloque de l'AFGP - *Climat et risques naturels*, Paris, p.193-195.
- CANIAUX G.**, 1984 – *Trombes et chutes de grêle du 20 septembre 1982 sur les Ardennes*. Direction de la météorologie nationale, note technique n°8, Paris, 28 p.
- CANTAT O., GIRES J.-O.**, 1996 – Des épisodes climatiques actuels, à propos des pluies exceptionnelles de janvier 1995 dans le Calvados. *Norois*, 43 (169) : 23-33
- CAOUDAL S.**, 1996 – *Expérimentation Marseille 92-93 mesure des précipitations en hydrologie urbaine à l'aide d'un radar bande X*. Thèse sciences, Grenoble, 212 p.

- CARREGA P.**, 1993 – Les pluies azuréennes de septembre-octobre 1992. *Revue de géographie de Lyon*, 68 (2-3) : 115-124.
- CARREGA P.**, 1997a – Point de vue (et images d'Europe) : A.M.P., coulées froides et anticyclones subtropicaux. In Vigneau J-P, *Autour de l'anticyclone*, Actes des journées de la commission Climat et société, Le Mans, 1995, ITEEM, Poitiers, pp. 129-140.
- CARREGA P.**, 1997b – Les topoclimats dans le domaine méditerranéen. In *Le climat, l'eau et les hommes, ouvrage en l'honneur de Jean Mounier*, Rennes, p.281-300.
- CARRIERE P.**, 1966 – Mise au point : le climat pluviométrique de la Cévenne. *Bulletin de la société languedocienne de Géographie*, 37 (2) : 271-294.
- CHAMPS de J.**, 1987 – Mesures sylvicoles préventives. *Revue Forestière Française*, n° spécial « les chablis », (4) : 313-322.
- CHALON J-P.**, 1978 – Dynamique des nuages convectifs. Influence du cisaillement de vent sur l'évolution des cumulonimbus. *La Météorologie*, 6^{ème} série, 13, p.17-27.
- CHARDON A-C.**, 1994 – Etude intégrée de la vulnérabilité de la ville de Manizales (Colombie) aux risques naturels. *Revue de géographie alpine*, 82 (4) : 97-110.
- CHEZE J-L.**, 2001 – Le réseau Aramis et ses utilisations qualitatives et quantitatives. In *Imagerie satellitaire et radar au service de l'eau*, Société hydrotechnique de France, Paris, pp. 99-106.
- CHOCAT B.**, 1997 – Le rôle possible de l'urbanisation dans l'aggravation du risque d'inondation : l'exemple de l'Yzeron (Lyon). *Revue de géographie de Lyon*, 72(4) : 273-280.
- CITERNE E.**, 1982 – *Les crues de l'Allier. Quelle protection adopter ?* Direction régionale de l'équipement, Clermont-Ferrand, 108 p.
- COLLECTIF**, 1985 – *Auvergne*, édition Bonneton, Le Puy-en-Velay, 400 p.
- COLLECTIF**, 1990 – *Les Monts du Forez : le milieu et les hommes*, Publications de l'université de Saint-Etienne, 226 p.
- COLLECTIF**, 1998 – *Cantal*, édition Bonneton, Paris, 320 p.
- COMBES L., VIGNEAU J-P.**, 1994 – Une première pyrénéenne : parapente et aérologie. In Vigneau J-P., *L'air du temps. Echelles spatiales fines et pas de temps courts en climatologie*, Jean-Pierre Vigneau éditeur, Poitiers, pp. 13-28.
- COMBY J.**, 1993 – Bilan social et économique de la séquence orageuse du 22 septembre 1992 dans le sud du couloir rhodanien. *Revue de géographie de Lyon*, 68 (2-3) : 175-192.
- COMBY J.**, 1998 – *Les paroxysmes pluviométriques dans le couloir rhodanien et ses marges*. Thèse université de Lyon - Jean Moulin, 670 p.
- COMBY J.**, 2000 – Eléments d'évaluation des conséquences socio-économiques des intempéries des 12 et 13 novembre 1999, n° spécial « sur la séquence orageuse de novembre 1999 ». *Revue de géographie de Lyon*, 75 (3) : 227-243.

- CONGNARD J., BARBASTROU E.**, 1999 – *Inventaire des situations à précipitations remarquables de 1958 à 1997 en Aquitaine, Midi-Pyrénées, Limousin et Poitou-Charentes*. Météo-France, Phénomènes remarquables n°6, Bordeaux, 212 p.
- COSTESEQUE L., FITE Ch., FOUCAULT C.**, 1998 – *Catastrophes naturelles et assurance*. Mémoire de maîtrise de Sciences Economiques, Toulouse.
- CUBIZOLLE H.**, 1994 – *La Dore et sa vallée, approche géohistorique des relations homme – milieu fluvial*. Publication de l'université de Saint-Etienne, 389 p.
- CUBIZOLLE H.**, 1995 – Les risques de crue et d'écoulement torrentiel : Une menace pour certaines villes du bassin de la Dore. *Bulletin de l'association de géographes français*, 72 (2) : 146-167.
- DAUPHINE A.**, 1986 – La perception des paroxysmes climatiques, études préliminaires. *Revue de géographie de Lyon*, 61 (3) : 343-350.
- DAUPHINE A.**, 2001 – *Risques et catastrophes*, A. Colin, Paris, 288 p.
- DEBLAERE J-C., FABRY M-H.**, 1998 – *Inventaire des situations à précipitations remarquables en Auvergne, Bourgogne et Rhône-Alpes*, Météo-France, Phénomènes remarquables n°5, 102 p.
- DEGRON R.**, 2000 – Les forêts lorraines dans la tempête du 26 décembre 1999 : premier bilan, n° spécial « l'ouragan du 26 décembre 1999 dans l'Est de la France. *Revue Géographique de l'Est*, 40 (3) : 125-132.
- D'ERCOLE R.**, 1994 – Les vulnérabilités des sociétés et des espaces urbanisés : concepts, typologie, modes d'analyse. *Revue de géographie alpine*, 82 (4) : 87-96.
- D'ERCOLE R., PIGEON P.**, 2000 – *La géographie des risques dits « naturels » entre géographie fondamentale et géographie appliquée*. Cahiers Savoisiens de Géographie, Le Bourget du Lac, 116 p.
- DERRUAU M.**, 1996 – *Composantes et concepts de la géographie physique*. A. Colin, Paris, 256 p.
- DESPRES F.**, 1987 – Les chablis des 6 et 7 novembre 1982 en Auvergne. *Revue Forestière Française*, n° spécial « les chablis », 4, pp. 281-287.
- DESSENS J., SNOW T-J.**, 1989 – Tornadoes in France. *Weather and forecasting*, 4, p. 110-132.
- DIRECTION DES FORETS**, 1987 – Les réactions des pouvoirs publics lors de la tempête des 6,7 et 8 novembre 1982. *Revue Forestière Française*, n° spécial « les chablis », 4, pp. 257-268.
- DOLLFUS O., D'ERCOLE R.**, 1996 – Les mémoires des catastrophes au service de la prévision et des la prévention des risques naturels. In Bailly S., *Risques naturels, risques de sociétés*, Economica, Paris, pp 7-18.

DOUGUEDROIT A., SAINTIGNON M-F. de, 1984 – Les gradients de températures et de précipitations en montagne. *Revue de géographie Alpine*, 72 (2-3-4) : 225-240.

DOUGUEDROIT A., 1987 – Rôle du climat dans la genèse des risques naturels. In 4^{ème} *Colloque de l'AFGP - Climat et risques naturels*, Paris, pp.181-186.

DOUGUEDROIT A., 1997 – Climat du Bassin méditerranéen. In *Le Climat l'eau et les hommes, ouvrage en l'honneur de Jean Mounier*, Rennes, pp.251-280.

DOUX N., 1993 – *Les types de temps à risques climatiques. Prédiction probabiliste à partir de stations météorologiques Bas-Normandes. Essai d'extension au Massif armoricain*. Thèse, 365 p.

DUCROCQ V., BOUGEAULT P., 1990 – *La ligne de grain du 7 juin 87, résultats du modèle Périidot « 10 km »*, Direction de la météorologie nationale, notes de recherches.

DUBOIS J-J, PETIT-BERGHEN, 1991 – Les risques climatiques dans les forêts du Nord de la France : l'exemple des chablis éoliens de 1990. *Hommes et terres du Nord*, 4, pp. 218-226.

DUBOIS-MAURY J., 2002 – Les risques naturels en France, entre réglementation spatiale et solidarité de l'indemnisation. *Annales de géographie, n° spécial approches géographiques des risques « naturels »*, 111 (627-628) : 637-651.

DUFOUR J., GRAVIER J., LARUE J-P., 1990 – Fortes pluies et érosion des sols. L'orage de mai 1988 dans la Sarthe. *Bulletin de l'Association de géographes français*, 67 (2) : 159-170.

DUGRAND R., FERRAS R., 1974 – *Bas-Languedoc, Causses, Cévennes*. Larousse, coll. « découvrir la France », Paris, 100 p.

ENCYCLOPAEDIA UNIVERSALIS, 1998 – *Dictionnaire des Sciences de la Terre*. Albin Michel, Paris, 922 p.

ERPICUM M., 1993 – Suivi satellitaire (Météosat 5) de la situation météorologique des 21, 22, 23 septembre 1992 sur l'Europe occidentale et le proche Atlantique. *Revue de Géographie de Lyon*, 68 (2-3) : 125-127.

ESCOURROU G., 1978 – *Climatologie pratique*, Masson, Paris, 172 p.

ESCOURROU G., 1984 – Quelques remarques sur la climatologie urbaine. *Bulletin de l'Association de Géographes Français*, 61 (500-501) : 84-97.

ESCOURROU G., 1986 – Climat et société : l'exemple du froid de janvier 1985 dans la région parisienne. *Revue de Géographie de Lyon*, (3) : 301-308.

ESCOURROU G., 1987 – Quelques réflexions sur les risques naturels d'origine climatique. In 4^{ème} *Colloque de l'AFGP - Climat et risques naturels*, Paris, pp.219-222.

ESTIENNE P., 1956 – *Recherches sur le climat du Massif central français*. Météorologie Nationale, Mémorial n°43, Paris, 242 p.

- ESTIENNE P., GODARD A.**, 1970 – *Climatologie*. A. Colin, Paris, 365 p.
- ESTIENNE P.**, 1994 – *Les régions françaises* (volume 2). Masson géographie, Paris, 271 p.
- FAUGERES L.**, 1990 – Géographie physique et risques naturels. *Bulletin de l'association de géographes français*, 67 (2) : 89-98.
- FAUGERES L.**, 1991 – La géo-cindynique, géo-science du risque. *Bulletin de l'association de géographes français*, 68 (3) : 179-193.
- FEL A.**, 1973 – *L'Auvergne, le Bourbonnais*. Larousse, Coll. « découvrir la France », Paris, 80 p.
- FONTAINE P., PORTELA C.**, 1959 – Causes météorologiques des grandes crues cévenoles du début de l'automne 1958. *La Météorologie*, 1^{ère} série, 53, pp.25-43.
- FONTAINE P.**, 1962 – Analyse de la situation météorologique à l'origine des crues des 3 et 4 octobre 1960 dans le Nord-Ouest du Massif central. *La Météorologie*, 4^{ème} série, 65, pp.34-69.
- FRECAUT R., PAGNEY P.**, 1983 – *Dynamique des climats et de l'écoulement fluvial*. Masson, Paris, 239 p.
- GARCON R.**, 2001 – L'imagerie satellitaire et radar pour la prévision hydrologique : l'expérience d'EDF. In *Imagerie satellitaire et radar au service de l'eau, Société hydrotechnique de France*, Paris, pp. 149-156.
- GARNIER M.**, 1974 – *Valeur moyenne des hauteurs de précipitations en France*. Période 1951-1970. Monographie n°91 de la météorologie nationale, Paris, 117 p.
- GARRY G.**, 1995 – Auch, Nîmes, Vaison-la-Romaine : Retours d'expériences. *Bulletin de l'Association de géographes français*, 72 (2) : 131-145.
- GAZELLE F.**, 1982 – Averses exceptionnelles sur l'extrême sud du Massif central. *Travaux du laboratoire de géographie physique appliquée de l'université de Bordeaux*, 3, 6, pp. 3-38.
- GEORGE P., VERGER F.**, 2004 – *Dictionnaire de la géographie.*, P.U.F, Paris, 8^{ème} édit., 500 p.
- GHIO M.**, 1995 – Les activités humaines augmentent-elles les crues ?. *Annales de géographie*, 104 (581-582) : 119-147.
- GILBERT Y.**, 2001 – Du risque naturel à la catastrophe. Jeux et enjeux dangereux de société. In Lemartinel B., *Au chevet d'une catastrophe, les inondations des 12 et 13 novembre 1999 dans le sud de la France*, Actes du colloque *Médi-terra*, 26-28 juin 2000, Presse universitaire de Perpignan, pp.123-130.
- GIORGETTI J-P., JACQ V., JOURDAN R., PALAUQUI J-P, RIVRAIN J-C., BOERI F., GAUTHIER A.**, 1994 – Les pluies diluviennes et les inondations en Corse ; étude descriptive. *La Météorologie*, 8^{ème} série, 6, 9-30.

GLATRON S., 2003 – Culture des risques. In Moriniaux V., *Les risques*, Editions du temps, Nantes, pp. 71-87.

GRAVIER J., 1987 – Un exemple de catastrophe météorologique locale : la tornade du 13 octobre 1982 dans le sud du département de la Sarthe. In 4^{ème} *Colloque de l'AFGP - Climat et risques naturels*, Paris, pp. 63-69.

GRAVIER J., ROUSSEL I., 1997 – Le phénomène orageux à Tours et à Nancy. In Vigneau J-P, *Autour de l'anticyclone*, Actes des journées de la commission Climat et société, Le Mans, 1995, ITEEM, Poitiers, pp 21-55.

HERMENT A., 2000 – *Traqueur d'orages*. Nathan, Paris, 256 p.

HUFTY A., 2001 – Introduction à la climatologie. De Boeck Université, Les presses de l'Université de Laval, 542 p.

JACQ V., B.C.I.R. SUD-EST, 1996 – *Inventaire des situations à précipitations diluviennes sur le Languedoc-Roussillon, la Provence-Alpes Côte d'Azur et la Corse*. Météo-France, phénomènes remarquables n°3, Toulouse, 190 p.

JACQUIER E., 1979 – Les crues de l'Allier : genèse, Evolutions, Moyens de défense. *Almanach de Brioude*, pp. 97-143.

JALU R., 1958 – Les précipitations anormales de fin décembre sur le Centre et le Sud-Est de la France. *La Météorologie*, 4, 49, pp. 69-73.

JOLY A., 1992 – *Les tempêtes, les dépressions, comment elles se forment, comment elles évoluent. Idées actuelles sur les perturbations aux latitudes tempérées*. Ecole nationale de la météorologie, 7, Paris, 54 p.

JOLY A., 1995 – Le front polaire : un concept dépassé...qui a la vie dure. *La Recherche*, 273, pp. 128-135.

KASTENDEUCH P. PH., 2000 – La mesure du vent : conventions, instruments et données, n° spécial « l'ouragan du 26 décembre 1999 dans l'Est de la France ». *Revue Géographique de l'Est*, 40 (3) : 115-123.

LABEYRIE J., 1993 – *L'homme et le climat*, Denoël, Paris, 350 p.

LAGEAT Y., NEBOIT-GUILHOT R., 1989 – Les contraintes physiques en moyenne montagne. L'exemple de l'Auvergne. *Revue d'Auvergne*, 103 (3-4) : 249-271.

LAMARRE D., 1997 – Le concept de risque lié au climat : une tentative de clarification. In *Les risques liés au climat*, Publications de l'université de Bourgogne, Dijon, pp. 7-28.

LAMBERT R., VIGNEAU J-P., 1981 – Les inondations catastrophiques de juillet 1977 en Gascogne. *Annales de Géographie*, 100 (497) : 1-54.

LAMORISSE R., 1966 – Recherches géographiques sur la forêt des Palanges (Aveyron). *Bulletin de la société languedocienne de géographie*, 37 : 50-127.

LAURENT M-C., 1986 – *Situation météorologique du 11 juillet 1984. Violents orages dans le Nord-Est et chutes de grêle exceptionnelles dans le Centre-Est de la France*. Notes techniques de la Météorologie Nationale, 14, Paris, 25 p.

LAVALETTE R., 1983 – *Contribution à l'étude des fronts froids orageux. Passage du 29 juillet 1980 sur la région parisienne*. Notes techniques de la météorologie nationale, 2, Paris, 61 p.

LEBLANC P., 1877 – *Les inondations de l'Allier dans l'arrondissement de Brioude*, Imprimerie Marchassou, Le Puy.

LEDOUX B., BONNEFOY J-L., 1994 – Deux approches du risque d'inondation en France. *Mappemonde*, 4, pp 23-26.

LEDOUX B., 1995 – *Les catastrophes naturelles en France*. Documents Payot, Paris, 455 p.

LEMARTINEL B., 2001 – Réalités et mythes : En matière de conclusion. In Lemartinel B., *Au chevet d'une catastrophe, les inondations des 12 et 13 novembre 1999 dans le sud de la France*, Actes du colloque *Médi-terra*, 26-28 juin 2000, Presse universitaire de Perpignan, pp.181-188.

LEROUX M., 1993 – La dynamique des situations météorologiques des 21-22 et 26-27 septembre 1992 dans le sud du couloir rhodanien. *Revue de géographie de Lyon*, 68 (2-3) : 139-152.

LEROUX M., 1996 – *La dynamique du temps et du climat*. Masson, Paris, 310 p.

LEROUX M., 2000 – Les phénomènes extrêmes récents s'inscrivent-ils dans une évolution perceptible du temps ? n° spécial sur la séquence orageuse de novembre 1999. *Revue de géographie de Lyon*, 75 (2) : 261-270.

LEROUX M., 2001 – Les pluies torrentielles des 12 et 13 novembre 1999 dans le Languedoc-Roussillon : analyse météorologique et évolution récente du temps. In Lemartinel B., *Au chevet d'une catastrophe, les inondations des 12 et 13 novembre 1999 dans le sud de la France*, Actes du colloque *Médi-terra*, 26-28 juin 2000, Presse universitaire de Perpignan, pp. 27-40.

LE VOURC'H J-Y, FONS C., LE STUM M., 2001 – *Météorologie générale et maritime*. Ecole nationale de la Météorologie, 14, 280 p.

LORBLANCHET J., 1983 – Les situations météorologiques à fortes précipitations sur le Languedoc et plus particulièrement sur les Cévennes. *La Météorologie, n° spécial climat méditerranéen et ressources en eau, 1^{ère} partie*, 34, pp. 373-382.

MAHERAS P., 1988 – Les types de temps synoptiques au-dessus de la Méditerranée orientale. *Méditerranée*, 4, pp.35-42.

MARCHAND J-P., 1975 – Contribution à l'étude des fortes tempêtes d'ouest sur la façade Atlantique de l'Europe du Nord-ouest, *Norois*, 22 (86) : 259-274.

MARCHAND J.P., 1980 – Les contraintes physiques et la géographie contemporaine. *L'espace géographique*, 3, pp 231-240.

MARCHAND J-P, BAUQUIN F., LETONDOUX P., 1986 – Les calamités agricoles d'origine atmosphériques : le cas de l'Ille-et-Vilaine. *Revue de géographie de Lyon*, 61 (3) : 319-327.

MARCHAND J-P., 1997 – Climat et géographie régionale. Exemples pris en Europe du Nord-Ouest. In *Le climat, l'eau, et les hommes, ouvrage en l'honneur de Jean Mounier*, Rennes, pp.33-44.

MARNEZY A., MARTIN N., 1983 – La tempête des 7-8 novembre 1982 dans le département de l'Isère. *Revue de géographie alpine*, 71 (1) : 85-93.

MARNEZY A., MIETTON M., BOULANAACHE L., 1991 – Vents maximums en Savoie et impact des tempêtes durant l'hiver 1989-1990. *Revue de géographie de Lyon*, 66 (3-4) : 207-221.

MAYENCON R., 1983 – Cyclogénèses en Méditerranée et fortes précipitations sur le littoral français de Méditerranée. *La Météorologie, n° spécial climat méditerranéen et ressources en eau, 1^{ère} partie*, 34, 359-372.

METEOROLOGIE NATIONALE, 1986 – *Normales climatologiques 1951-1980, fasc.2 : Précipitations*, direction de la météorologie, coll. Données et statistiques n°4, 431 p.

METEO-FRANCE, 1995 – *Inventaire des épisodes de fortes pluies en Ardèche*. (Tome 2 : 1928-1994). Comité météorologique départemental de l'Ardèche, Aubenas, 308 p.

METEO-FRANCE, 1996 (2^{ème} éd.) – Inventaire des situations à précipitations diluviennes sur le Languedoc-Roussillon, la Provence-Alpes-Côte-d'Azur et la Corse, période 1958-1994. Direction Interrégionale du Sud-est, 190 p.

MIGNON CH., 1994 – Auvergne. In Gamblin A., *La France dans ses régions*, Sedes, Paris, pp. 85-105.

MOTTET G., 1993 – Fortes pluies et crues de septembre 1992 sur le bassin cristallin de l'Ardèche, en amont d'Aubenas : causes et conséquences. *Revue de géographie de Lyon*, 68 (2-3) : 159-169.

MOUNIER J., 1997 – Anticyclone et climat aux latitudes moyennes. L'exemple de l'Europe. In Vigneau J-P, *Autour de l'anticyclone*, Actes des journées de la commission Climat et société, Le Mans, 1995, ITEEM, Poitiers, pp 73-92.

MOUNIER J., et PAGNEY P., 1982 – Climats et satellites. *Annales de géographie*, 91 (505) : 273-299.

NEBOIT-GUILHOT R., 1991 – Sociétés et risques naturels. De la gestion du risque à la mythologie. *Bulletin de l'Association de Géographes Français*, 68 (3) : 253-260.

NEBOIT-GUILHOT R., DAVY L. (dir.), 1996 – *Les Français dans leur environnement*. Nathan, Comité national français de géographie, Paris, 382 p.

NOVEMBER V., MARCO O., PIGEON P., SCHOENEICH P., 1998 – Avant-propos, N° spécial représentation des risques naturels en montagne. *Revue de géographie alpine*, 86 (2) : 7-9.

- ONDE H.**, 1923 – Conséquences géographiques des crues de l'Allier. *Revue d'Auvergne*, 50, p 10-17.
- PAGNEY P.**, 1987 – Climat et risques naturels. La synthèse. In 4^{ème} Colloque de l'AFGP - *Climat et risques naturels*, Paris, pp.223-226.
- PAGNEY P.**, 1994 – *Les risques climatiques*. P.U.F, Paris, 128 p.
- PAGNEY P.**, 1994 – *Les climats de la terre*. Masson, Paris, 2^{ème} édit., 167 p.
- PARDE M.**, 1925 – *Le régime du Rhône. Etude hydrologique*, (2^{ème} partie, la genèse des crues. Thèse, université de Grenoble, 440 p.
- PARDE M.**, 1934 – Intempéries Méditerranéennes récentes en France. *Revue de géographie alpine*, 22 (3) : 675-703.
- PARDE M.**, 1962 – La crue exceptionnelle d'octobre 1960 dans l'ouest du Massif central. *Annales de géographie*, 71 (383) : 36-63.
- PARENT DU CHATELET**, 2003 – Aramis, le réseau français de radars pour la surveillance des précipitations. *La Météorologie*, 40 : 44-52.
- PAUL F.**, 1991 – Les tempêtes des mois de janvier et février 1990 dans le Nord de la France. *Hommes et terres du Nord*, 4, pp. 208-212.
- PAUL P.**, 1969 – *Contribution à l'étude du climat du Velay et du Haut-Vivarais*. Monographies de la météorologie nationale, 69, Paris, 105 p.
- PEDELABORDE P.**, 1982 – *Introduction à l'étude scientifique du climat*. SEDES, Paris, 352 p.
- PEGUY CH-P.**, 1970 – *Précis de climatologie*. Masson, Paris, 2^{ème} édit., 468 p.
- PEGUY CH-P.**, 1989 – *Jeux et enjeux du climat*, Masson, Paris, 254 p.
- PEGUY CH-P.**, 1990 – Introduction. Catastrophes et risques climatique, numéro spécial. *Bulletin de la société languedocienne de géographie*, 1-2, pp.9-19.
- PEGUY CH-P.**, 1997 – Cinquante ans de climatologie française. In *Le climat, l'eau et les hommes, ouvrage en l'honneur de Jean Mounier*, Rennes, pp.23-32.
- PIGEON P.**, 1996 – La gestion des risques urbains. In Bailly S., *Risques naturels, risques de société*, Economica, Paris, pp 51-62.
- PIGEON P.**, 2002 – Réflexions sur les notions et les méthodes en géographie des risques dits naturels, n° spécial approches géographiques des risques « naturels ». *Annales de Géographie*, 111 (627-628) : 452-470.
- PIGEON P.**, 2005 – *Géographie critique des risques*. Economica, coll. « Anthropos », Paris, 220 p.
- PINCHEMEL Ph, PINCHEMEL G.**, 1997 – *La face de la terre*. A.Colin, Paris, 5^{ème} édit., 517 p.

- PORTELA C.**, 1960 – Comparaison des situations météorologiques responsables de crues dans le sud de la France notamment dans les Cévennes en septembre 1933 et septembre-octobre 1958. *La Météorologie*, 4, 58, pp. 284-287.
- POTTIER N.**, 2003 – La lutte contre les inondations en France : outils et stratégies d’hier à demain. In Moriniaux V., *Les risques*, Editions du temps, Nantes, pp. 173-204.
- QUENEY P.**, 1974 – *Eléments de météorologie*. Masson, Paris, 300 p.
- RIVRAIN J-CH.**, 1997 – *Les épisodes orageux à précipitations extrêmes sur les régions méditerranéennes de la France*. Météo-France, Phénomènes remarquables n°4, 96 p.
- ROUSSEL I.**, 1987 – L’orage du 11 juillet 1984 dans le Nord-Est de la France : Une tornade ? In 4^{ème} Colloque de l’AFGP - *Climat et risques naturels*, Paris, pp. 71-78.
- ROUSSEL I.**, 1990 – Les inondations en milieu urbain et la gestion du risque. L’exemple de l’agglomération nancéenne. *Bulletin de l’Association de géographes français*, 67 (1) : 13-33.
- ROUSSEL I.**, 1997 – Les recherches de Jacques Gravier. In Vigneau J-P, *Autour de l’anticyclone*, Actes des journées de la commission Climat et société, Le Mans, 1995, ITEEM, Poitiers, pp 13-18.
- ROUX F.**, 1991 – *Les orages, Météorologie des grains, de la grêle et des éclairs*. Documents Payot, Paris, 349 p.
- SAINT-JOIGNY J.**, 1985 – Un climat de moyenne montagne méditerranéenne : Le cas du massif de l’Aigoual (Cévennes). *La Météorologie*, 7^{ème} série, 6, pp.31-36.
- SALOMON J-N.**, 1997 – *L’homme face aux crues et aux inondations*, Presses universitaires de Bordeaux, Coll. « Scieteren », 136 p.
- SALOMON J-N.**, 2001 – L’« imprévisibilité » dans les catastrophes naturelles. In Lemartinel B., *Au chevet d’une catastrophe, les inondations des 12 et 13 novembre 1999 dans le sud de la France*, Actes du colloque *Médi-terra*, 26-28 juin 2000, Presse universitaire de Perpignan, pp.131-138.
- SENEZI S., BOUGEAULT P., CHEZE J-L., COSENTINO P., THEPENIER R-M.**, 1995 – *The Vaison-la-Romaine flash food: Mesoscale analysis and predictability issues*. Météo-France, Note de groupe n°35, CNRM/GMNE.
- SERRE F.**, 2001 – *La neige dans le Massif central. Une contrainte pour la gestion des territoires ?* Presses universitaires Blaise Pascal, coll. « Nature et société », Clermont-Ferrand, 204 p.
- SOULAGE G.**, 1968 – Théories récentes sur la formation de la grêle. *La Météorologie*, 2^{ème} série, 2, pp. 143-157.
- STARON G.**, 1981 – Hydrologie : la crue des 21 et 22 septembre 1980 sur le bassin de la Loire supérieure. *Revue de géographie de Lyon*, 56 (1) : 49-73.
- STARON G.**, 1986 – Exemples de calamités climatiques sur l’Est du Massif central (septembre 1980-novembre 1982). *Revue de géographie de Lyon*, 61 (3) : 283-290.

STARON G., 1990 – La spécificité pluviométrique du Massif central. *Revue de géographie de Lyon*, 65 (2) : 90-96.

STARON G., 1991 – Chronologie des catastrophes neigeuses dans le sud-est de la France. *Revue de géographie de Lyon*, 66 (3-4) : 143-150.

STARON G., 1993 – Chronologie des catastrophes pluvieuses dans le sud de la France. *Revue de géographie de Lyon*, 68 (2-3) : 91-100.

SUCHEL J-B., 1990 – L'imbrication des régimes pluviométriques dans la partie médio-orientale du Massif central. *Revue de géographie de Lyon*, 65 (2) : 97-105.

SUCHEL J-B., 1997 – Le vent à St-Etienne, élément significatif du climat et risque naturel majeur. *Revue de géographie de Lyon*, 72, pp.281-289.

TABEAUD M., SIMON L., 1993 – Dommages et dégâts dans les forêts françaises : éléments pour un bilan. *Annales de géographie*, 572, pp 339-358.

TABEAUD M., 2000 – *La Climatologie*. A. Colin, Paris, 176 p.

TABEAUD M., 2003 – Tempête, vous avez dit tempête ? In Tabeaud M., *Ile de France avis de tempête force 12*, Publication de la Sorbonne, Paris 1, pp.15-29.

TARDIEU J., DUCROCQ V., 7 june 1987 squall line. In 8th *meteosat scientific user's meeting*, Norrköping, Sweden, 28th-31st august 1990, Eumetsat, S.M.H.I.

THEPENIER R-M., CRUETTE D., 1983 – Etude de la cyclogénèse en Méditerranée par l'observation satellitaire. *La Météorologie, n° spécial climat méditerranéen et ressources en eau, 1^{ère} partie*, 34, pp. 359-372.

THOURET J-C., 1994 – Les phénomènes naturels créateurs de dommages (= menaces) : diagnostic, inventaire et typologie. *Revue de géographie alpine*, 82 (4) : 17-25.

THOURET J-C., 1996 – Les phénomènes naturels dommageables : approche globale, bilan et méthodes de prévention. In Bailly S., *Risques naturels, risques de sociétés*, Economica, Paris, pp 19-33.

THOURET J-C., 2002 – Aléas et risques volcaniques : mieux comprendre pour prévoir et mieux gérer pour durer, n° spécial approches géographiques des risques « naturels ». *Annales de Géographie*, 111 (627-628) : 503-523.

THOURET J-C., LEONE F., 2003 – Aléas, vulnérabilités et gestion des risques naturels. In Moriniaux V., *Les risques*, Editions du temps, Nantes, pp. 37-70.

TONNERRE-GUERIN M-A., 2003 – Les tempêtes, un concept et une genèse revisités : l'exemple de la façade occidentale de l'Europe. *Annales de géographie*, 112 (633) : 451-470.

TRICART J., 1992 – Dangers et risques naturels et technologiques. *Annales de Géographie*, 101 (565) : 257-288.

TRZPIT J-P., 1978 – Activité cyclonique et rythmes climatiques aux latitudes moyennes: L'exemple du domaine atlantique et des espaces bordiers. *Norois*, 25, pp.69-86 et pp.149-168.

- TRZPIT J-P.**, 1980 – La Méditerranée, un creuset d’humidité. *Méditerranée*, 4, pp.13-28.
- VEYRET Y., PECH P.**, 1997 – *L’homme et l’environnement*. P.U.F, Paris, 423 p.
- VEYRET Y.**, 2000 – *Géoenvironnement*. Armand Colin, Paris, 159 p.
- VEYRET Y., VIGNEAU J-P.**, 2002 – *Géographie physique, Milieux et environnement dans le système terre*. Armand Colin, Paris, 368 p.
- VEYRET Y.**, 2004 – *Géographie des risques naturels en France. De l’aléa à la gestion*. Hatier, Paris, 256 p.
- VEYRET Y., BEUCHER S., BONNARD J.Y.**, 2005 – Risques naturels et territoires. BAGF, (1) : 63-7 ?
- VIALA R.**, 1969 – Les causes météorologiques des crues de l’Agout entre 1950 et 1960. *Revue des Pyrénées et du Sud-Ouest*, 40 (2) : 171-178.
- VIAUT A.**, 1964 – *La météorologie du navigant*. Blondel la Rougery, Paris, 295 p.
- VIERS G.**, 1987 – Observations sur les effets thermiques du fœhn en Pays Basque (Pyrénées-Atlantiques, France). In *Mélanges à P.Estienne, Le Climat, la Montagne et l’homme*. Publication de la faculté de Lettres – Institut de géographie, Clermont-Ferrand pp.57-76.
- VIERS G.**, 1990 – *Eléments de climatologie*. Nathan, Paris, 224 p.
- VIGNEAU J-P.**, 1986 – Production du temps et films climatiques. *Revue de géographie de Lyon*, 61 (3) : 291-300.
- VIGNEAU J-P.**, 1986 – *Climat et climats des Pyrénées orientales*, J-P Vigneau édit., Toulouse, 618 p.
- VIGNEAU J-P.**, 1987 – 1986 dans les Pyrénées orientales : deux perturbations méditerranéennes aux effets remarquables. *Revue géographique des Pyrénées et du Sud-Ouest*, 58 (1) : 23-54.
- VIGNEAU J-P.**, 1987 – La limite des domaines océaniques et méditerranéens et l’exemple des Pyrénées Orientales. In *Mélanges à P.Estienne, Le Climat, la Montagne et l’homme*, Publication de la faculté de Lettres – Institut de géographie, Clermont-Ferrand, pp. 77-87.
- VIGNEAU J-P.**, 1988 – L’individualisation des pays climatiques. L’exemple des Pyrénées Orientales. In *Climats et climatologie – Hommage offert au professeur P. Pagny*, Dijon, pp. 509-517.
- VIGNEAU J-P.**, 1990 – Vous avez dit océanique ? Introduction à l’étude des régions climatiques du Sud-Ouest français. In *Paysages et Sociétés – Mélanges géographiques en l’honneur du professeur Abel Bouhier*, Poitiers, pp.345-359.
- VIGNEAU J-P.**, 1991 – Les mots du temps. Réflexions sur le vocabulaire des géoclimatologues. *Noréis*, 38 (152) : 351-361.

VIGNEAU J-P., 1997 – Le climat océanisé de la façade atlantique médiane de l'Europe. In *L'eau, le climat et les hommes*, ouvrage en l'honneur de Jean Mounier, Rennes, pp.227-244.

VIGNEAU J-P., 1997 – La climatologie entre le global et le complexe. In Vigneau J-P, *Autour de l'anticyclone*, Actes des journées de la commission Climat et société, Le Mans, 1995, ITEEM, Poitiers, pp. 147-159.

VIGNEAU J-P., 2000 – *Géoclimatologie*. Ellipses, Paris, 334 p.

VIGNEAU J-P., 2001 – La zone « supratropicale » dans le monde...et en France. Réflexion sur la classification des climats. *Annales de géographie*, 110 (619) : 227-242.

VIGNEAU J-P., 2004 – Sur les risques d'origine climatique. *L'information géographique* (1) : 3-13.

VINET F., 1994 – L'évaluation des risques atmosphériques : l'exemple de la grêle dommageable dans le Maine et Loire. In *L'air du temps, Actes des Journées de la commission « Climat et Société » du Comité National de Géographie, Poitiers- 25 et 26 novembre 1993. Etudes Méditerranéennes n° 16*, pp.107-117.

VINET F., 1998 – *Le risque grêle en France : étude géographique*. Thèse université de Lille, 650 p.

VINET F., 2000 – L'épisode pluvieux catastrophique des 12 et 13 novembre 1999 dans l'Aude et les départements voisins : analyse pluviométrique et météorologique, n° spécial « sur la séquence orageuse de novembre 1999 ». *Revue de géographie de Lyon*, 75 (3) : 189-201.

VINET F., 2002 – *Crues et inondations dans la France méditerranéenne. Les crues torrentielles des 12 et 13 novembre 1999 (Aude, Tarn, Pyrénées-orientales, Hérault)*. Editions du temps, coll. « Questions de géographie », Nantes, 224 p.

WAHL L., 2000 – L'ouragan Lothar en Alsace-Lorraine : un événement climatique sans précédent ? n° spécial « l'ouragan du 26 décembre 1999 dans l'Est de la France ». *Revue Géographique de l'Est*, 40 (3) : 105-113.

Sites Internet

► Données climatologiques, cartes isobariques :

<http://www.infomet.fcr.es/> (cartes isobariques)

<http://www.wetterzentrale.de> (réanalyses et détection de l'activité électrique)

<http://weather.uwyo.edu/> (sondages aérologiques)

► Imagerie satellitale :

- (N.O.A.A.)

<http://www.sat.dundee.ac.uk>

<http://www.grtr.u-strasb.fr>

- (METEOSAT)

<http://www.eumetsat.de>

► Sites possédant des données ou expliquant des notions relatives aux risques :

<http://www.prim.net/professionnel/documentation/documentation.html> (délégation aux risques majeurs)

- *Rapport d'activité de la délégation aux risques majeurs pour l'année 2000.*
- *Rapport d'activité de la délégation aux risques majeurs pour l'année 2001.*
- *Rapport d'activité du Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'environnement sur les événements naturels et dommageables en France et dans le monde en 2001.*
- *Rapport d'activité du Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'environnement sur les événements naturels et dommageables en France et dans le monde en 2002.*

http://www.prim.net/cgi_bin/citoyen/macommune/23_face_au_risque.html (délégation aux risques majeurs; types de risques à l'échelle communale).

<http://www.adminet.com/jo/ENVP9530058D.html> (décret relatif aux P.P.R., loi du 13/07/82, relative à l'indemnisation des victimes de catastrophes naturelles)

► Divers :

<http://www.cnrm.meteo.fr/fastex/> (questions sur les mécanismes et l'origine des tempêtes)

<http://www.ifn.fr> (inventaire forestier national ; cartes sur les dégâts consécutifs aux tempêtes de 1999)

<http://www.onf.fr> (office national des forêts)

Documents

► **Bulletins, données et cartes météorologiques :**

Bulletin pluviométrique mensuel (1960-1980)

Banque Pluvio (1981-1999)

Bulletin quotidien de renseignements (1970-1985)

Bulletin quotidien d'études (1970-1976)

Bulletin hebdomadaire d'études et de renseignements (depuis 1985)

Bulletin météorologique européen (1976-1982)

Bulletins climatiques départementaux : Allier, Puy-de-Dôme, Cantal, Haute-Loire

Précipitations en France, carte I.G.N., 2^{ème} édition, 1988.

► **Presse :**

LA MONTAGNE, éditions de Moulins, Montluçon, Vichy, Clermont, Thiers, Riom, Issoire, Aurillac, Le Puy-Brioude. (consultations quotidiennes 1970-1999)

L'EVEIL DE LA HAUTE-LOIRE (consultations complémentaires ponctuelles)

LA TRIBUNE-LE PROGRES (consultations complémentaires ponctuelles)

LE MONDE

L'UNION AGRICOLE ET RURALE (n°1508 du 5/01/2001)

LE RENOUVEAU DE LA HAUTE-LOIRE (n°2939 du 31/12/99)

NATURALLIER (n°76 du 2^{ème} trimestre 2000)

NATURE VIVANTE (n°49, 2000)

C'EST L'Auvergne, revue trimestrielle du Conseil Régional d'Auvergne, (spécial tempête, n°5, 2^{ème} trimestre 2000)

L'ETAT EN AUVERGNE (n°30, avril – mai – juin 2000)

Journaux anciens ne paraissant plus (événements relatés et antérieurs à 1970) :

LE MONITEUR

L'AVENIR DE LA HAUTE-LOIRE

LA LIBERTE DU PUY-DE-DOME

► **Divers :**

INSEE – Populations légales. Recensement de la population de 1999 (Allier, Puy-de-Dôme, Cantal, Haute-Loire).

Annexes

Annexe 1. Inventaire des excès liés à la grêle

Annexe 2. Inventaire des excès pluvieux et venteux

Annexes 3. Calcul des indices de vulnérabilités

Annexe 4. Localisation des postes pluviométriques de Météo-France

Annexe 1

Inventaire des excès liés à la grêle réalisé à partir d'articles de presse

Les dates soulignées signifient que les sources sont tirées du quotidien "L'Eveil de la Haute-Loire" et non de "La Montagne"

Date Episode	Date Article	Localisation	Observations météorologiques éventuelles et nature des excès
25/05/1970	28/05/1970	Est de Clermont (Herbet), Lempdes, Dallet.	A Lempdes, 70% des récoltes ont été ravagées.
6-7/08/70		*Ygrande, Neuvy, Montilly, Avermes, Trévol, St-Ennemond, Gennetines. *Cosne-d'Allier, Verneix	*A Trévol, 20 cm de grêle ont été relevés au sol. Les grêlons ont parfois atteint la grosseur d'un œuf de pigeon. Dégâts sur les voitures, les vitres des habitations... * A Cosne, des toitures ont été endommagées, des vérandas brisées. Le vignoble a été touché heureusement sur un secteur réduit. A Verneix, des agriculteurs ont été légèrement blessés par des grêlons.
07/08/1970	10/08/1970	Lurçy-Lévis, Château-sur-Allier	Nombreux dégâts signalés sur les toitures, verrières. A Château, les récoltes ont été complètement détruites.
6-7/10/70	08/10/1970	St-Flour	
05/06/1971	06/06/1971	Miremont	Les récoltes ont été presque en totalité détruites autour de Miremont.
08/06/1971	10/06/1971	Secteurs compris entre Chalus, Boudes, Barrèges. Région d'Ardes/Couze. Epicentre semble-t-il sur Chalus.	La couche de grêle a atteint, par endroit, 15 cm d'épaisseur. A Boudes, les cultures ont été sinistrées à 80% environ.
12/07/1971	15/07/1971	Riom-ès-Montagne	La couche de grêle a atteint, par endroit, 50 cm d'épaisseur.
27/07/1971	28/07/1971	*Billom, Mézel, canton de Vertaizon *Manzat, en particulier à Laty, Les Sannaires et Sauterre	Des parcelles de vignes ont été détruites à 100% A Manzat, 300 hectares de céréales ont été ravagés.
06/08/1971	07/08/1971	*Ainay-le-Château	Gros dégâts observés sur les toitures, voitures, vitres...
10/08/1971	12/08/1971	*Loudes, St-Jean-de-Nay, Siaugues, Lissac	*Nombreux dégâts signalés sur les récoltes dans les hameaux de Vaures, Civeyrac, Lestrade Lanthenas et coubladour (commune de Loudes), Les Granges, Montagnac, (commune de St-Jean-de-Nay), Farges, Vacheresse et Montplot (commune de Siaugues). Les orges et les avoines ont subi de gros dégâts (parfois jusqu'à 100%). A Lanthenas et Les Granges, les habitations ont été endommagées (vitres, tuiles) par des grêlons de la grosseur d'une noix. Des oiseaux ont été tués dans la campagne.
	14/08/1971	*Ruynes-en-Margeride	*Une couche de 8 à 12 cm a été observée avec parfois des grêlons de 1 à 2 cm de diamètre. Les récoltes et les jardins ont été dévastés de 80 à 100%. Dans le village, on a compté par dizaines les vitres brisées et les caves inondées. Les occupants du camping qui ont subi logiquement des dégâts (toiles arrachées...) ont connu lors de l'orage un moment de panique.

18/08/1971	20/08/1971	*Viersat, Montluçon (quartiers ouest, Fontbouillant: de Prémilhat au quartier du Bien-Assis), St-Victor, Louroux-Hodement, Hérisson. *Huriel, La Chapelaude *Saulcet, Contigny, Louchy, Montord, Chareil-Cintrat. *Miremont, La Goutelle, Espinasse, St-Priest-des-Champs, Manzat, Charbonnières-les-Vieilles. *Thiers, Dorat, Peschadoires, Ste-Agathe, Palladuc, St-Rémy, Paslières, Lachaux, Escoutoux.	Toitures endommagées par la grêle. Des habitants de Montluçon ont été blessés par la chute de grêlons. Le vignoble du St-Pourçain a, en certains points, été ravagés entre 70 et 90% Nombreuses voitures et toitures touchées.
19/08/1971	20/08/1971	Ferrières-sur-Sichon	Des grêlons de la grosseur d'un œuf de poule ont été mesurés. Au sol, l'amas atteignait 15 à 40 cm d'épaisseur.
?	21/08/1971	*St-Privat-d'Allier, St-Jean-Lachalm, Loudes	Gros dégâts signalés sur les récoltes.
25/08/1971	27/08/1971	*Lempdes (43), Ste-Florine *St-Germain-l'Herm	Les cultures ont été saccagées à 100%
26/08/1971	28/08/1971	Ste-Catherine (15 km au SE de Sauxillanges)	La plupart des toitures du bourg ont été endommagées par des grêlons gros comme des œufs de pigeon.
15/06/1972	16/06/1972	Manzat, Blot-l'Eglise (10 km au N. de Manzat)	
19/07/1972	20/07/1972	*St-Ennemond *Ebreuil	
23/07/1972	24/07/1972	Marsat (banlieue SW de Riom), Volvic.	Une couche de 10 cm a été observée.
09/08/1972	10/08/1972 11/08/1972	2 bandes de 1,5 à 2 km de large au sud de Moulins, description du SW au NE: *St-Sornin, Le Montet, Tronget, Cressanges, Bresnay, Besson, Chemilly. *Meilhard, Châtel-de-Neuvre, La Ferté-Hauterive, Bessay, puis à partir de Neuilly-le-Réal, on observe 2 directions: * Vers le NE: Chapeau, Thiel/Acolin, * Vers l'E: Mercy, St-Pourçain/Besbre, Saligny-sur-Roudon	Les vignobles, les champs, les cultures, les toitures des bâtiments ont été durement touchés. Les céréales et les vignes ont été sinistrées à 100% sur la commune de Bresnay et de 40 à 70% à Besson, *A Bessay, les récoltes de maïs ont été totalement détruites, de même que les céréales. Même situation à Neuilly.
26-27/08/72	29/08/1972	*Ceaux-d'Allègre, Félines, St-Martin-de-Fugères, St-Georges-Lagricol	Les grêlons qui avaient la taille d'une noix ont généré des dégâts sur les seigles.
02/05/1973	03/05/1973	*Montluçon, Désertines, St-Victor-Nafour	Quelques dégâts signalés sur les voitures et les cultures (orage moins violent qu'en août 1971).
13/06/1973	16/06/1973	Charbonnières-les-Vieilles Condat-les-Montboisier.	
21/07/1973	24/07/1973	*Secteur assez vaste autour d'Allègre. Varennes-St-Honorat, Fix, Allègre, La Chapelle-Bertin, Monlet, Malaguet, Sembadel, Félines, Chomelix * Tiranges, Bas-en-Basset, Monistrol/Loire (d'W en E)	

15/08/1973	18/08/1973	St-Paulien (la Sablière, le Lac et une partie du plateau de Champagne) Allègre et Alleyrac (S. du Monastier/Gazeille).	Dégâts estimés entre 40 et 70% sur les cultures dans le secteur de St-Paulien. Des pigeons ont été retrouvés décapités par la grêle.
30/05/1974	31/05/1974 01/06/1974	* Treteau, Jaligny (30-35 km au N. de Vichy), Châtelperron, St-Léon, Liernolles. * Chavroches, Sorbier	Des grêlons de la taille d'un œuf de pigeon ont été observés. Certaines exploitations ont été sinistrées à 80%. Gros dégâts sur les toitures, les lignes téléphoniques...
08/07/1975	10/07/1975	*Moulins, St-Ennemond-Gennetines *Chambonchard, , La Petite Marche, Terjat, St-Marcel-en-Marcillat, Marcillat-en-Combrailles, Commentry, Hyds, Montmarault, St-Marcel-en-Murat. *Gannay-sur-Loire	La plupart des toitures ont été détruites à St-Marcel-en-Murat. Gros dégâts sur les récoltes, les verrières...
09/07/1975	11/07/1975	*Le Puy-en-Velay, Brives-Charensac * Région d'Yssingeaux (Ste-Sigolène, Dunières, St-Pal-de-Mons, St-Romain-Lachalm, Montfaucon.	Accumulation importante de grêlons sur les chaussées (parfois jusqu'à 50 cm, et même 1,50 m à Brives) bloquant les voitures, provoquant l'obstruction des bouches d'égouts. De nombreuses caves ont, par conséquent, été inondées en particulier sur Brives. Très gros dégâts observés sur les cultures.
09/06/1977	10/06/1977	Le Veudre et les communes environnantes.	Importants dégâts signalés sur les récoltes.
12/07/1977	14/07/1977	Les Estables, St-Paulien	Les plantes fourragères (herbes) ont été couchées par l'importance de la chute. Plusieurs toitures ont été endommagées (grêle et vent), en particulier, dans le hameau de Blanzac. Gros dégâts également sur les champs d'escourgeon qui arrivaient à maturité.
07/08/1978	09/08/1978	Recharingues, Le Mazet, Le Chambon/Lignon, St-Bonnet-le-Froid.	
02/06/1979	03/06/1979	*St-Clément-de-Régnat, Bas-et-Lezat, Villeneuve-les-Cerfs, Randan. * Beaumont-les-Randan, Mons, St-Priest-Bramefand.	Les récoltes d'orges, de betteraves et de tabac ont été gravement sinistrées. Des caves et des habitations ont été inondées à cause d'importantes accumulations de grêlons (atteignant parfois un mètre).
16/07/1979	23/07/1979	*St-Prejet-d'Allier	Nombreux dégâts dans le milieu agricole. Les plantes fourragères ont été saccagées (herbes et céréales). Dans le village, des dégâts ont été signalés sur les voitures et les toitures.
19/07/1979	21/07/1979	* Villeneuve-d'Allier, Blassac, St-Illpize, St-Privat-du-Dragon. * St-Austremoine, St-Cirgues, Aubazat, Cerzat-les-Etangs, St-Georges-d'Aurac.	Les cultures de tabac, de maïs, les légumes ont été saccagées sur plusieurs dizaines d'hectares.

07/08/1981	08/08/1981	*Le Mayet-de-Montagne	Accumulation de grêlons dans les rues du bourg atteignant une hauteur de 40 cm, provoquant ainsi des inondations de caves.
	09/08/1981	*Buxières-les-Mines	
22/06/1982	<u>24/06/1982</u>	*Fix, Allègre, St-Pal-de-Chalencon *Landos *Queyrières	Certains grêlons ont atteint la taille d'œufs de pigeon. Les récoltes ont été fortement touchées. Des véhicules ont été endommagés et des tuiles ont été cassées.
14/07/1982	15/07/1982 16/07/1982 17/07/1982	De nombreuses communes ont été touchées du val d'Allier (Issoire) jusqu'à la plaine bourbonnaise (sud de Moulins). <i>(description du sud au nord):</i> Perrier, Issoire, Orbeil, St-Babel, Vic-le-Comte, Cournon, Pérignat-sur-Allier, St-Bonnet-lès-Allier, Chauriat, Chas, Mezel, Dallet, Lempdes, Pont-du-Château, Malintrat, St-Beauzire, Artonne, Effiat, St-Priest-d'Andelot, Poëzat, Charmes, Gannat, Bègues, Mazerier, Saulzet, St-Bonnet-de-Rochefort, Jenzat, Etroussat, Fourilles, Deneuille-les-Chantelle, Fleuriel, Cesset, Bransat, Verneuil-en-Bourbonnais, Meillard, Bresnay.	Il s'agit incontestablement de l'épisode le plus grave des trente années d'études. Non seulement, l'étendue du temps fort fut importante pour un orage de grêle mais en plus ce dernier a touché les secteurs les plus vulnérables de l'espace auvergnat, comme les secteurs céréaliers des limagnes, du Bourbonnais et les coteaux du vignoble de St-Pourçain. 140 exploitations ont été touchées dans le canton de Gannat. 50% du vignoble de St-Pourçain a été détruit. Les dégâts ont donc été très lourds, dans le milieu agricole, mais aussi chez les particuliers (toitures, vitres, véhicules...)
20/07/1982	21/07/1982	Toulon/Allier, Dompierre, Chevagnes, Moulins	A Moulins, les amas de grêlons ont favorisé l'inondation de certaines caves.
30/07/1982	31/07/1982	Gannat, Saulzet, Ussel-d'Allier, Etroussat, Fourilles	La situation fut moins critique que le 14/07/82. Quelques dégâts observés, cependant, sur les parcelles de maïs et de tournesol.
19-20/07/82	21/07/1983	Marsat, Mozac, St-Hypolyte, Châtelguyon, Chazeron, St-Bonnet.	Nombreuses voitures et caravanes endommagées. Les campings ont particulièrement souffert. Dans le secteur de St-Bonnet, ce sont plus spécialement les cultures qui ont souffert.
16/08/1983	17/08/1983	Sayat	Gros dégâts signalés sur les cultures. 100 ha détruit à 100%
10/06/1984	11/06/1984	Bourg-Lastic	
11/07/1984	12/07/1984 13/07/1984	Vallée de la Sioule, d'Ebreuil à St-Pourçain. Fourilles, Chareil-Cintrat. Loriges, Bayet, Paray-sous-Briailles, St-Didier-en-Rollat. Varennes/Allier, St-Loup. Cantons de Jaligny/Besbre, Neuilly-le-Réal, Dompierre/Besbre, Chevagnes, Le Donjon, Le Pin La Chapelle-aux-Chasses, Paray-le-Frésil, Gannay-sur-Loire	Cultures détruites de 60 à 100 %. Dans l'aire de production du St-Pourçain, les dégâts dépasseraient plus de la moitié de la récolte. Les volailles (poules) ont par endroits été tuées par les grêlons. Beaucoup de dégâts sur les vitres, les toitures et les voitures. Certains grêlons sur Ebreuil avaient plus de 4 cm de diamètre.
01/06/1985	04/06/1985	Blanzac, St-Paulien, St-Geney, Bellevue-la-Montagne	Dégâts en particulier signalés sur les cultures (orges d'automne détruites de 80 à 100%)
30/06/1985	01/07/1985	Sayat, Blanzat	Des dégâts importants se sont produits chez les particuliers (vérandas, voitures...), mais aussi sur les cultures maraîchères et fruitières (pommes et raisins).
27/07/1985	<u>29-30/07/85</u>	Raucoules	Les seigles et les avoines ont été détruites.

15/08/1985	17/08/1985	Fournols, Marsac-en-Livradois, St-Just-de-Baffie, Eglisolles) Job Cayres, lac du Bouchet, l'Herm Aurec	Les grêlons ont atteint à Marsac 35 mm de diamètre (selon Météo-France). Les toitures et une centaine de voitures ont été endommagées. A Cayres, des grêlons de 4 cm de diamètre auraient été récupérés.
26/05/1986	28/05/1986	St-privat-d'Allier (Mercoeur)	
15/06/1986	16/06/1986 17/06/1986	St-Floret, Chidrac, Issoire, Sauxillanges	L'accumulation de la grêle s'est avérée très importante dans les rues d'Issoire. Des engins de chantiers ont été utilisés pour en permettre à nouveau l'accès. En raison de l'obstruction des bouches d'égoûts, des caves ont été inondées (75 interventions des pompiers).
31/07/1986	02/08/1986	Secteur compris entre Laussone et Les Estables	
11/08/1986	12/08/1986 13/08/1986	Neuvéglise, Sériers, Les Ternes, Villedieu, St-Flour (axe SW-NE)	Certains grêlons ont atteint, à St-Flour, plus de 50 mm de diamètre. Les pompiers sont intervenus 60 fois pour des caves inondées (obstruction des bouches d'égoûts par la grêle). Plusieurs centaines d'hectares de récoltes ont été endommagées. Sur la commune de Villedieu, 35 exploitations sur 40 ont été touchées (90 % des avoines et des orges ont été ravagées).
15/08/1986	16/08/1986	Corent St-Dier	Gros dégâts sur la vigne, le vignoble a été détruit à 90 %
17/08/1986	19/08/1986	Gannay-sur-Loire	Lourds dégâts. Jardins et vergers dévastés, tuiles transpercées par centaines. Ce secteur a été touché par la même zone orageuse qui a généré une tornade très destructrice sur la Charité-sur-Loire (Nièvre).
18/08/1986	19/08/1986	Roannes-St-Mary, Le Bex d'Ytrac	Des grêlons de 7 à 8 cm de diamètre auraient été ramassés par les habitants de la commune. Vu l'importance et surtout la nature des dégâts, cette mesure peut être considérée comme plausible. En effet, des animaux de basse-cour ont été tués et des bovins ont même été blessés !
24/09/1986	25/09/1986	Franchesse, Limoise	Dégâts observés, en particulier, sur le maïs.
03/08/1988	04/08/1988 05/08/1988	St-Flour	Les dégâts ont touché les campings et les habitations. Une épaisseur de 15 à 40 cm de grêle a été relevée dans la ville. Les services de l'équipement ont été obligés de déblayer les routes avec une lame de chasse-neige! L'eau ne pouvant plus être évacuée en ville, de nombreuses caves et habitations ont été inondées. Les pompiers ont dû faire face à plus de 200 appels venant des particuliers. La situation fut probablement, à St-flour, plus grave qu'en 1986, mais aussi plus locale puisque qu'aucun dégâts n'a été signalés dans les campagnes environnantes.
11/08/1988	13/08/1988	Cayres: Bande de 4 km de large sur 6 km de long comprenant Le Bouchet-St-Nicolas, Preyssac, l'Herm, le Lac du Bouchet, Auteyrac, Cayres.	Dégâts signalés sur les cultures et sur les bâtiments agricoles (toitures, vitres...)

26/06/1989	28/06/1989	St-Pont, Vendat, Charmeil, St-Rémy-en-Rollat. (Bande SW-NE)	Chute qui a engendré de nombreux dégâts, en particulier, sur Vendat. Les pompiers sont intervenus 60 fois pour des inondations de caves. Les céréales et les oléagineux ont été touchés. Les pertes ont été estimées de 20 à 80 % surtout pour le colza.
16/08/1989	17/08/1989	La Ferté-Hauterive, Toulon/Allier, Yzeure, Montbeugny, Coulanges Gannat	Quelques dégâts enregistrés sur les cultures. Importants dégâts signalés sur la carrosserie des voitures... Inondation de caves à déplorer
20/08/1989	22/08/1989	Cusset, Crépin (Creuzier-le-Vieux), Creuzier-le-Vieux	Une centaine de voitures détériorées. Cultures maraîchères détruites à Cusset. Maïs et tournesols détruits à Creuzier.
12/08/1990	13/08/1990	Auzon, St-Hilaire, Mazeyrat-d'Allier	Les plus gros dégâts sont situés à Auzon (dégâts sur les toitures).
01/06/1991	2-3/06/1991	Chanonat	Selon les témoignages, les grêlons possédaient la grosseur d'une noix. Sur certains toits inclinés en pente douce, des grêlons se sont accumulés, faisant barrage à l'écoulement des eaux. Il s'en est suivi des infiltrations sous les tuiles, qui ont gagné les pièces d'habitation, causant dans certaines maisons de gros dommages.
20/05/1992	21/05/1992	St-Flour	La ville a été recouverte d'une couche de plusieurs centimètres. Les services de secours ont effectué 25 interventions (inondations de sous-sols, toitures foudroyées...)
12/05/1993	13/05/1993	Clermont, Aubière, Romagnat, Beaumont	Plus de 300 appels enregistrés chez les pompiers principalement pour des inondations.
19/06/1993	21/06/1993	Riom	Une vingtaine d'interventions des pompiers, pour des inondations de caves.
05/07/1993	06/07/1993 07/07/1993 12/07/1993	Beauregard-l'Evêque, Lempdes, Vertaizon, Thiers, Peschadoires, Aubusson-d'Auvergne. Celles-sur-Durolle, Chabreloche, Arconsat Arlanc, Beurières Mons Loubeyrat, Châtelguyon Davayat, Gimeaux, Prompsat Pontgibaud Arrones, Busset, Ferrières, Le Mayet, St-Clément, La Chabanne, St-Nicolas-des-Biefs, Laprugne. St-Haon	Plusieurs véhicules ont été endommagés. Le diamètre des grêlons a atteint ou même dépassé 20 mm à Celles (selon Météo-France) De nombreuses caves ont été inondées dans la basse ville de Thiers. Des toitures ont été transpercées par des grêlons. Les dégâts à Beauregard sont encore plus sérieux. Les maïs ont beaucoup souffert le long de l'Allier. Les cultures maraîchères ont également subi quelques dégâts. A Peschadoires, plusieurs magasins ont été inondés, trois entreprises ont été sinistrées, dont une par l'effondrement d'un plafond. Nombreuses voitures touchées par la grêle à Arconsat. Des toitures, des vérandas, des gouttières ont été endommagées. Au camping d'Arlanc de nombreux dommages sont à déplorer. Cultures fortement touchées (tournesol, maïs, Colza). Dégâts importants sur les blés. Dégâts intéressants les récoltes. Un grêlon aurait pesé 470 grammes! Grêlons mesurant au moins 20 mm de diamètre dans la Montagne bourbonnaise. Nombreux dégâts à St-Clément où une personne a été blessée par la chute d'un grêlon.

08/09/1993	09/09/1993	Aurillac	Dégâts restant limités (les grêlons n'étaient pas très gros). Certains caniveaux ont simplement été bouchés provoquant ainsi des inondations.
		Lavoûte-Chilhac	Dégâts qui furent importants sur les cultures. La luzerne a été broyée. Par endroit, les champs de maïs, tournesol, sorgho ont été détruits à 100%.
08/06/1994	09/06/1994	Le Mayet-de-Montagne	80% des récoltes détruites. Des sous-sols inondés (dégâts comparables au 5/07/93)
06/08/1994	08/08/1994	Le Mayet-de-Montagne, Molles, Busset, Lapalisse, St-Christophe, St-Yorre, Murol, St-Pierre-Colamine	Dégâts signalés sur presque toutes les toitures, en particulier, à Busset. Dégâts assez importants, en particulier, dans le camping où les installations des campeurs ont été fortement endommagées. 80 voitures et caravanes endommagées. Certains campeurs ont du être relogés. Des dégâts ont également été signalés dans le camping de St-Pierre-Colamine.
12/09/1994	13/09/1994	Vieillevie, Le Fel, St-Projet-de-Cassaniouze, une partie de la commune de Junlhac.	Dégâts importants sur la vigne, la noiseraie et des serres. Nombreuses maisons endommagées (toitures, fenêtres), des voitures cabossées. Episode vécu comme une catastrophe par les viticulteurs, qui tentent de relancer le terroir viticole de la vallée du Lot.
01/07/1995	03/07/1995	St-Poncy Anzat-le-Luguet	Dégâts importants signalés sur les fourrages, gouttières, potagers, véhicules, vitres, tuiles. Pénétration de l'eau à l'intérieur des maisons. L'herbe a été couchée sur une surface totale d'environ 3 kms de large sur 5 de long. Les travaux de fenaisons sont ainsi compromis. Des dégâts ont également été observés sur les rares habitations et véhicules présents sur ce secteur.
10/07/1995	12/07/1995 22/07/1995	Vallée de la Ribeyre St-Fargeol, St-Marcel-en-Marcillat, Mazirat, Quinssaines, La Chapelaude, Courçais.	Dégâts observés sur les maïs, tabac, vigne. Dégâts affectant les habitations. Quelques inondations de caves signalées. Dans le secteur de La Chapelaude-Courçais, les dégâts ont concerné le colza, le blé, l'avoine, l'orge, le tournesol (près de 300 ha endommagés). "Pour le fragile colza la perte est totale" alors que pour le blé la perte serait de 75%.
10/09/1996	11/09/1996	Courpière	Plus d'une centaine de caves inondées.
9-10/07/1997	11/07/1997	Landos	Nombreuses récoltes, d'orge, de blé, de lentilles perdues.
14/07/1997	15/07/1997 16/07/1997 19/07/1997 29/07/1997	<u>Vallée de la Couze Chambon</u> : Montaigut-le-Blanc, Champeix, Neschers, Chadeleuf, partie sud de Sauvagnat-St-Marthe. (arrêt de l'orage peu avant Coudes). Issoire <u>Dans le brivadois</u> : Léotoing, St-Géron, Bournoncle St-Beauzire <u>Dans le Velay</u>: (axe N-S), St-Christophe-sur-Dolaizon, Cayres, Le Brignon, Landos, St-Etienne-du-Vigan.	Les véhicules, les toitures et les jardins ont été endommagés. Quelques inondations ont été signalées en raison de l'obstruction des égoûts par la grêle (en particulier à Champeix). Plusieurs tentes et caravanes ont été endommagées dans le camping. Des touristes ont été relogés. Les pompiers sont intervenus 15 fois dans le camping. Les cultures ont été dévastées sur Léotoing, St-Géron, St-Beauzire, Bournoncle. Des pertes de 50 à 100% ont été signalées sur les blés, les maïs, les seigles, le colza (600ha sur Léotoing, 250 sur St-Géron).

10/08/1997	12/08/1997	Marcenat	Quelques dégâts recensés sur les pare-brise, chénaux, fenêtres. La mairie a délivré une trentaine d'attestations à des propriétaires de véhicules abîmés par la grêle.
01/07/1998	02/07/1998	*Cournols *St-Rémy-sur-Durolle	Quelques dégâts signalés sur les récoltes. Des grêlons de 40 mm de diamètre ont été mesurés à St-Rémy (selon Météo-France). Plusieurs voitures ont été endommagées.
2-3/07/1998	04/07/1998	*Issoire	Des conduits d'évacuation ont été obstrués.
02/07/1999	04/07/1999	*Vallée de la Ribeyre. Vieille-Brioude, St-Ilpize, Fontannes, St-Just-près-Brioude	
24/09/1999	25/09/1999	St-Germain-des-Fossés	L' accumulation de la grêle a provoqué l'inondation de certaines rues.

Annexe 2

Inventaire des excès pluvieux et venteux réalisé à partir d'articles de presse

Les dates soulignées signifient que les sources sont tirées du quotidien "L'Eveil de la Haute-Loire" et non de "La Montagne"

Episode	Date article	Nature du temps fort	Secteurs concernés	Excès observés
25/05/1970	26/05/1970	Pluies d'orages	*Clermont-Ferrand	*Ruissellement urbain. Plus de 50 interventions des pompiers. Sous-sols, garages, caves inondées, en particulier dans les rues Gustave Flaubert, St-Jean, Claude Guichard, le quartier de la gare, rue Philippe Lebon.
17/06/1970	19/06/1970	Pluies d'orages	*Gannat (03)	*Ruissellement urbain, le quartier face à la gare est le plus touché. Les rez-de-chaussées et les caves de certaines maisons ont été inondés. Le point le plus sensible se trouve dans les rues des Jonchères et Augustins où le ruissellement venant des premiers contreforts des côtes d'Ebreuil a emporté du sable, des cailloux, et des débris. Par conséquent, les bouches d'égoûts ont été obstruées et les inondations ont été aggravées dans les immeubles.
23/06/1970	24/06/1970	Pluies d'orages	*Vichy et sa banlieue (Bellerive)	*Ruissellement urbain, refoulements d'égouts (Bellerive) nombreuses caves inondées.
23/06/1970	25/06/1970	Pluies d'orages	*Randan, région de Mons exactement (63)	*Crue du Buron, dégâts en apparence forts limités.
27/06/1970	<u>29-30/06/70</u>	Pluies d'orages	*Pont-de-Lignon, Monistrol/Loire, Bas-en-Basset.(43)	*Nombreux éboulements obstruant la RN 88 dans les gorges de la Loire et du Lignon. Une partie de la voie ferrée fut emportée vers Bas. Inondation d'une partie d'un quartier à Monistrol. Des fermes ont également été inondées et du bétail noyé.
7-8/07/70	09/07/1970	Pluies d'orages	*Gannat (03)	*Dégâts en particulier en milieu rural, récoltes couchées par le vent. Dans Gannat, quelques caves ont été inondées dans les parties basses.
03/08/1970	04/08/1970	Pluies d'orages	*Aurillac	*Ruissellement urbain. Les sapeurs-pompiers ont reçu 80 appels téléphoniques.
6-7/10/70	08/10/1970	Bourrasques d'orages	*Région de Gannat (03)	*Arbres abattus, interruption de la circulation et des relations téléphoniques. Quelques dégâts aux toitures.
09/05/1971	<u>11/05/1971</u>	Pluies d'orages	*Frugière-le-Pin, Lavaudieu, Paulhaguet, Vals-le-Chastel (43)	*Plusieurs routes coupées dans le secteur par des éboulements et par submersion.

05/06/1971	06/06/1971	Pluies d'orages	*Miremont, vallée du Sioulet.(63)	*Très gros dégâts. Toutes les maisons du bourg ont été inondées, les routes d'accès coupées. La Chancelade, en forte crue, a envahi la campagne alentour. Miremont, étroitement encaissé dans une vallée, a subi de nombreuses coulées de boue, l'eau dévalait des pentes et pénétrait dans les maisons. Du bétail a été entraîné par les flots. La voirie départementale est endommagée, et toute la voirie communale est à refaire.
12/07/1971	15/07/1971	Pluies d'orages	*Riom-ès-Montagnes (15)	*Ruissellement urbain et débordement du Sar. Du bétail a été emporté par les coulées de boue.
23/07/1971	24/07/1971	Bourrasques d'orages	*Dompierre et vallée de la Besbre (03) *Joze (63)	*Arbres abattus, toitures endommagées, pas de gros dommages sur Dompierre. Les plus gros dégâts ont été signalés sur une étroite bande le long de la Besbre. *Plusieurs toitures endommagées par le vent.
27/07/1971	28/07/1971	Pluies d'orages	*Clermont-Ferrand	*Nombreuses inondations. Submersions des chaussées entraînant d'importants embouteillages dans la ville (Boulevard Lavoisier).
18/08/1971	19/08/1971 20/08/1971	Bourrasques d'orages	*Montluçon	*Quelques toitures arrachées, des cheminées renversées, des liaisons téléphoniques interrompues. Caves et rez-de chaussées inondés. Orage ayant amené l'excès le plus sérieux sur cette région sur les 30 ans d'étude. 15 blessés et 1 mort ont été recensés sur Montluçon. Le 19 au matin, 391 interventions ont été réalisées par les pompiers.
19/08/1971	20/08/1971	Bourrasques d'orages	*Ferrières-sur-Sichon (03)	*Dégâts par la grêle et le vent. (100 toitures endommagées)
	<u>21/08/1971</u>	Bourrasques d'orages	*Sanssac-L'Eglise, St-Vidal (43)	*Passage probable d'une tornade sur une bande de 2 à 300 mètres de large et sur un parcours de 5 à 6 km entre le hameau de Lonnac (commune de Sanssac-l'Eglise), où elle prit naissance, jusqu'au hameau de Lecussol (commune de St-Vidal). A Lonnac une toiture fut soulevée et emportée sur 300 mètres. Des tuiles se sont incrustées dans les arbres. Des pierres tombales de plusieurs centaines de kilos ont été couchées et brisées dans le cimetière de Sanssac. A Grasac (commune de St-Vidal) plusieurs toitures ont été endommagées.
25/08/1971	27/08/1971	Bourrasques d'orages	*Région d'Aurillac, Mauriac.	*Nombreux arbres abattus par le vent, nombreuses lignes téléphoniques coupées.
19/07/1972	20/07/1972	Pluies d'orages	*Clermont-Ferrand *Montluçon	*Ruissellement urbain. Les réseaux d'assainissements ont été saturés. Inondations de sous-sols, caves, chaufferies, ascenseurs, appartements... Les pompiers sont intervenus plus de 40 fois. Quelques dégâts aussi à Orcines et Veyre. *Inondations de caves, ruissellement urbain, plusieurs artères impraticables. Plusieurs dizaines d'interventions des pompiers. Inondations de caves également signalées à Vallon-en-Sully et Huriel.
23/07/1972	24/07/1972	Pluies d'orages	*Clermont-Ferrand	*Ruissellement urbain. Plus de 80 demandes de secours. Les rues St-Simon, de la Parlette, et le boulevard Lavoisier ont été les plus touchés

10-11/08/72	12/08/1972	Pluies d'orages Bourrasques	*Moulins	*Arbres abattus, ruissellement urbain, caves inondées. Dégâts limités.
07/09/1972	09/09/1972	Pluies d'orages	*Commeny (03)	*Nombreuses caves inondées, en particulier des les cités H.L.M.
13/06/1973	16/06/1973	Pluies d'orages	*Menat, Châteauneuf-les-Bains, Charbonnières-les-Vieilles (63)	*Ruissellements et nombreuses caves inondées. La voirie fut endommagée (Menat, Châteauneuf, Charbonnières).
24/07/1973	26/07/1973 27/07/1973	Pluies d'orages	*Massif du Puy-Mary *"Plaine" de Yolet (15)	*Plusieurs coulées de boue se sont produites autour du Puy-Mary. Les routes ont été obstruées comme celle en provenance de Mandailles (D17), et celle conduisant à Salers (D680). *Crue de la Cère: présence d'un "lac" de plusieurs hectares s'étendant dans la plaine d'inondation.
?	18/08/1973	Pluies d'orages	*St-Paulien (43) *Rosières (43)	*Nombreux dégâts dans les habitations. Coupure de la D906 à l'entrée sud du bourg. *Ruissellements et dégâts dans les habitations.
23/08/1973	25/08/1973	Pluies d'orages	*Commeny (03)	*30 appels chez les pompiers pour des caves et sous-sols inondés. Certaines toitures ont été gravement endommagées par le vent.
17/09/1973	18/09/1973	Pluies d'orages	Clermont-Ferrand	*Inondation de caves, dégâts limités.
1-2-3/10/73	04/10/1973	Pluies par retour d'Est	<u>Agglomération du Puy-en-Velay</u> Le Puy, Espaly, Aiguilhe	*Crue de la Borne (inondation entre les Estreys et Espaly), du Dolaizon. Nombreux dégâts: inondation d'une papeterie (Espaly), d'une entreprise de transport, des stades Massot et Lafayette.
23-24/12/73	25/12/1973 26/12/1973 27/12/1973	Pluies combinées	<u>Vallée de l'Allier (description d'amont en aval)</u> *Monistrol-d'Allier *Langeac *Lavoûte-Chilhac *Villeneuve-d'Allier *Région brivadoise *Cristiat, Cohade, Cougeat (brivadois) *Auzon *Brassac-les-Mines *Jumeaux *Auzat-sur-allier	Crue la plus importante depuis 1943 Inondation des caves de la cité S.N.C.F. Niveau de la crue à 2,90m au pont de Lamothe. (inondations dans le quartier de Von et du camping). Coupure de la route du Puy. Coupure également à 3 endroits entre Langeac et Lavoûte sur la D585 (d'amont en aval) à la plaine de Reilhac , près de la Prade, et à St-Cirgues. *Nombreuses caves inondées, et inondation du camping. Les affluents de l'Allier, tels que l'Alagnon et la Sénouire, n'ont, en revanche, jamais atteint leur côte d'alerte. L'Allier à 4,90 m à Lavoûte à 17h le 24. *Disparition des installations sportives au bord d'une plage. *"Spectacle de désolation" , de Lavoûte-Chilhac au pont d'Auzon. Terrains inondés, nombreuses caves inondées. *Villages fortement touchés avec 80 cm d'eau dans les rues, les chaussées ont été défoncées. Coupure de la route entre Lubières et Lugeac (vers Auzon). Dans les exploitations agricoles, les semis d'automne ont été emportés ou ensablés *Evacuation de 10 maisons à Grigues (Auzon), gros dégâts sur les habitations. *Evacuations d'habitations et inondations *Evacuations d'habitations et inondations *Route coupée au "Saut-du-Loup". Hameau isolé. Gros dégâts. Rapide évacuation

*Parentignat

*Cournon

*Dallet

*Mezel

*Pont-du-Château

*Joze, Limons

*Ris, Crevant-Laveine

*Bellerive-sur-Allier

*Le Veudre

**Autres crues excessives dans le département
de l'Allier**

*Lapalisse

des habitants qui fuyaient la montée des eaux.

*L'Allier à 4,40 à Parentignat (côte maxi)

*Inondation du camping et de trois villas à Cournon.

Coupsures des routes entre Pont-du-Château et Dallet (D1) sur une longueur de 1 km, et entre Mezel et Pérignat/Allier.

*Bas quartiers inondés (caves), inondation du camping.

*Une ferme isolée par les eaux.

*Hauteur de crue de l'Allier :

Le 24 à 11h : 1m40

Le 24 à 19h : 2m30

Le 25 à 8h : 3m75

Le 25 à 9h : 4m10

Le 25 à 11h : 4m50 (stabilisation à 12h, décrue dans l'après-midi)

*Inondations de l'Allier. Coupures des routes entre Joze et Lempty et entre Joze et Culhat.

*Quelques routes inondées.

*Une partie de la ville fut inondée (inondation la plus importante depuis 1943).

Gros dégâts sur le stade nautique et sur une entreprise.

Coupsure des routes entre Bellerives et Randan, de la D 131 (route d'Hauterive).

Principaux secteurs touchés dans la ville:

* riverains de la route d'Hauterive

* rue Eugénie Desgouttes

* rue Ravy

* rue Breton

* rue Navarre

* rue Claude Décloitre

* rue Victor-Hugo

* rue Grenet

* rue Gravier

* dégâts importants sur le chemin de halage

Au total 120 habitations endommagées. Plusieurs personnes ont dû être évacuées.

*Crue de la Bieudre (quelques prés inondés) près de l'embouchure avec l'Allier.

Inondation de la ville basse (quartier de la rivière, des Aubrys et du Champs de foire). Evacuations d'habitations.

Coupsure de la route entre Le Veudre et Montilly.

*Crue de la Besbre: plusieurs routes et caves inondées, des maisons isolées.

Coupsure des routes entre Jaligny et Dompierre, entre Jaligny et St-Léon, de la D17

au sud de Lapalisse et de la D 205 à Chavroches.

			<p>*Jaligny *Cusset, Ferrières-sur-Sichon</p> <p>*Molles <u>Vallée de la Loire</u> *Brives-Charensac</p> <p>*Chamalières-sur-Loire *Retournac *Le Puy, St-Christophe-sur-Dolaizon, Chadrac</p> <p><u>Autres secteurs inondés dans la Haute-Loire</u> *Landos <u>Vallée de la dore et de la Durole</u> *Thiers</p> <p>*Pont-de-Dore (Peschadoires)</p> <p>*Courpière</p> <p>*Puy-Guillaume</p>	<p>*Pusieurs routes inondées par la Besbre. *Plusieurs routes et caves inondées dans la banlieue de Cusset par le Sichon. Route coupée entre Cusset et Ferrières à l'Ardoisière (5-10 km au SE de Cusset). *Crue du Jolan: prés et exploitations inondés.</p> <p>*Crue de la Loire (côte approchant de 70 cm la crue de 1907 à Brives). A Brives-Charensac: Le secteur d'Audinet fut inondé, la route entre Brives et le Monteil fut coupée, la laiterie fut isolée, des villas furent inondées à Peyredeyre, des dégâts importants ont été signalés dans une entreprise de transports. Les tanneries ont été envahies par la boue. Inondation de l'immeuble "le Picardie" *Un pont ébranlé. *La piscine a été submergée *Crue du Dolaizon, de la Borne (- forte qu'en Octobre). Quelques sous-sols inondés au bord du Dolaizon.</p> <p>*Nombreuses caves et sous sols inondés</p> <p>*Crue de la Durole (modeste, peu de dégâts) Crue de la Dore (décrue dès le 25), et des principaux affluents venant du Forez Pas de problèmes signalés cependant. *Gros débordement, cette fois, de la Durole et de la Dore, mais excès limité à l'inondation du camping (quelques dégâts). *Garages et caves inondés dans le quartier d'Alliet, ainsi qu'à Taragnat (décrue de la Dore dès le 25). *Quelques dégâts sur le camping. Quelques routes inondées</p>
5-6/02/74	07/02/1974	Pluies océaniques	<p>*Issoire</p> <p>*Région d'Aurillac</p>	<p>*Crue de la Couze Pavin. Prés et champs submergés à Perrier. Quelques coupures d'électricité liées au vent. *Crue de la Jordanne, coupure de la D17 en plusieurs endroits entre Rouffiac et Aurillac. L'ensemble des cours d'eau cantaliens ont connu une crue, sans gravité toutefois.</p>
30/05/1974	31/05/1974	Pluies d'orages	*Vichy	*Sous-sols et caves inondés.
4-5/06/74	06/06/1974	Pluies d'orages	*Arvant	*Les rez-de-chaussée d'une dizaine d'habitations ont été recouverts par 10 à 40 cm d'eau. Nombreuses caves inondées également à Vergongheon.

05/06/1974	06/06/1974	Pluies d'orages	*Clermont-Ferrand	*Ruissellement urbain. Refoulement des réseaux d'assainissement, inondations de caves, appartements, magasins... Les secteurs les plus touchés sont: le quartier St-Jacques, l'avenue Jean Girod (près de la piscine). Plus de 50 interventions des pompiers.
27/06/1975	28/06/1975	Pluies d'orages	*Moulins *Lurcy-Lévis	*Ruissellement urbain. Refoulement des réseaux d'assainissement, inondations de caves, sous-sols, appartements, magasins... 150 appels furent enregistrés chez les sapeurs-pompiers. Importants dégâts dans les ensembles H-L-M aux Champins-Champmilan. Gros dégâts aussi au centre hospitalier. Les secteurs les plus touchés sont: les rues de la Flèche, Minimés, d'Allier, l'impasse de la Poudrière. *Dégâts aux récoltes, inondations de caves.
27/06/1975	29/06/1975	Pluies d'orages	*St-Flour	*Nombreuses caves et dépôts inondés
14-15/08/75	15/08/1975 17/08/1975	Pluies d'orages	*Craponne *Vorey	*Nombreuses caves inondées, quelques dégâts sur les récoltes. *Crue de l'Arzon en raison des averses orageuses tombées sur Craponne. Evacuation du camping qui fut inondé, quelques dégâts à signaler.
15/08/1975	16/08/1975	Pluies d'orages	*Vichy	*Ruissellement urbain. 300 appels téléphoniques chez les sapeurs-pompiers. Nombreux dégâts.
6-7/09/75	08/09/1975	Pluies d'orages	*Moulins	*Ruissellement urbain semblable au 27 juin . Les secteurs les plus atteints se sont localisés dans le quartier Bréchimbault et la place aux Foires. Interventions des sapeurs-pompiers également sur la place Jean Moulin (gros dégâts), rues de Pont, des minimés, place de la Liberté.
10/05/1976	12/05/1976	Pluies d'orages	*Périmètre compris entre Puy-Guillaume, Châteldon, Ris, Lachaux.	*Crues éclairs de divers ruisseaux. Les plus gros dégâts se sont concentrés à Ris, à cause du ruisseau qui traverse le village. Nombreuses inondations chez les particuliers et sur trois entreprises. Dégâts également à Puy-Guillaume où la Crédogne a envahi les habitations.
08/08/1976	10-11/08/76	Pluies d'orages	*Le Puy-en-Velay	*Inondations de quelques caves, garages et appartements. Dégâts forts limités puisque les pompiers sont intervenus seulement qu'à 5 reprises.
09/08/1976	10/08/1976	Pluies d'orages	*Clermont-Ferrand	*Crue de la Tiretaine dans le Boulevard Lafayette, rue de Romagnat. Les sapeurs-pompiers ont répondu à plus de 60 appels pour des sous-sols inondés.
25-26/10/76	27/10/1976 28/10/1976	Pluies combinées	<u>Vallée de l'Allier(description d'amont en aval)</u> *Entre Monistrol et Issoire *Langeac *Lavoûte-Chilhac *Vieille-Brioude *Brioude *Lamothe *Cohade	*Etat de vigilance, souvenir de la crue du mois de décembre 1973 *Crue de l'Allier : 3 m le 26 à 10h Inondation du camping sous 1 mètre d'eau et de deux ateliers d'une usine d'appareillages électriques. En revanche pas d'inondation dans la plaine de Von, en raison de travaux effectués. *3,30 m en début de matinée du 27, puis 2,70 m à 17h30. *Inondation de l'usine électrique. *Côte de l'Allier à 2m *12 ha de terres inondées *Inondation du village

	30/10/1976		<p>*Brassac *Auzat *Parentignat *Coudes</p> <p>*Joze, St-Priest-Bramefant</p> <p>*Le Veurdre</p> <p><u>Vallée de la Loire</u> *Brives-Charensac</p>	<p>300 ha de terres inondées</p> <p>*Une partie de la ville inondée, quelques routes coupées.</p> <p>*Plusieurs maisons ont été inondées.</p> <p>*L'Allier à 3,40 m dans la nuit du 26 au 27 (cote maxi)</p> <p>*Côte de l'Allier le 26/10 :</p> <p>2 m à 7h30 2,05 m à 9h 2,30 m à 11h30 2,35 m à 12h 2,70 m à 16h 3 m à 17h 3,85 à 16h le 27/10.</p> <p>*Secteur où les débordements de l'Allier ont été les plus spectaculaires.</p> <p>"apparition d'un lac" dans quelques champs vers St-Priest, toutefois pas de dégâts notables.</p> <p>Coupure de la route Joze-Culhat.</p> <p>Pas de débordements de la Dore.</p> <p>*L'Allier à 3 m au pont du Veurdre (côte maxi le 29 dans l'Après-midi).</p> <p>Une partie de la ville fut inondée: quartiers de la croix-des-mariniers, de la rivière et des Aubrys.</p> <p>*La Loire à 1,50m au-dessus de sa côte d'alerte. Pas de dégâts à signaler. Pas de réaction de la Borne.</p>
9-10/11/76	11/11/1976 12/11/1976 14/11/1976	Pluies combinées	<p>*Bellerive-sur-Allier</p> <p>*Charmeil, Hauterive, Brugheas...</p> <p>*Cusset *Randan</p> <p>*Varennes-sur-Allier *Lapalisse, Jaligny</p>	<p>*Débordements importants du Sarmon dans la traversée de Bellerive, avenue de Randan (rue Auberger) quartier des Compoints où le ruisseau est canalisé.</p> <p>Submersion sur 800 mètres, toutes les rues adjacentes ont été touchées, les commerçants nombreux ont été sinistrés.</p> <p>Les sapeurs-pompiers ont reçu plus de 100 appels. Evacuation de certains riverains.</p> <p>Pas de problèmes importants concernant l'Allier, grâce à des aménagements réalisés après la crue de 1973 (renforcement des berges).</p> <p>*Débordement à Bellerive du Briandet, caves inondées dans la rue du Golf, inondation de l'hippodrome.</p> <p>Au total on a compté plus de 200 caves inondées sur Bellerive.</p> <p>*Débordement du Béron, inondation des terrains voisins de l'aérodrome à Charmeil.</p> <p>Inondations de caves.</p> <p>*15 interventions des pompiers. Rien de grave</p> <p>*Maisons inondées dans les quartiers bas, aux "Graveyrons" au "Casson", aux "Guinards". "L'eau dévalait des pentes".</p> <p>*Débordement du Mourgon.</p> <p>*Débordement de la Besbre. Pas de gros problèmes.</p>

	11/11/76		<p>*Agglomération clermontoise</p> <p>*Limagne</p> <p><u>Vallée de l'Allier</u></p> <p>*Vieille-Brioude</p> <p>*Dans le brivadois</p> <p>*Parentignat</p> <p>*Cournon, Dallet</p> <p>*Pont-du-Château</p> <p>*Joze</p> <p>*Pont de Ris</p> <p>*Puy-Guillaume, St-Yorre</p> <p>*Le Veurdre</p> <p><u>Vallée de la Loire</u></p> <p>*Brives</p> <p>*Coubon</p>	<p>*Dégâts en ville, ainsi que dans les communes bordant l'Artière, l'Auzon, la Tiretaine... 50 appels reçus chez les pompiers, 30 interventions réalisées.</p> <p>*Débordement de la Morge, coupure des routes entre Varennes/Morge et le Cheix/Morge.</p> <p>*Côte de l'Allier: 2,40 m le 10 à 8h contre 1,25 m à 20h.</p> <p>*Plusieurs routes coupées comme la D585, près de Lavoûte, à St-Cirgues, à Laprade.</p> <p>*Côte de l'Allier: 1,70 m le matin du 12</p> <p>*Campings submergés. Coupure de D4 entre Pérignat et Mézel. Quelques villas évacuées.</p> <p>*Côte de l'Allier: 2,80 m le matin du 12</p> <p>*Coupure de la D20 et de la D.194 E</p> <p>*Coupure de la D43</p> <p>*Inondation de l'Allier entre St-Yorre et Puy-Guillaume. Coupure de la route Hauterive-St-Yorre.</p> <p>Inondation des bas quartiers de St-Yorre.</p> <p>*Dégâts dans les bas quartiers. Hauteur maxi. de la crue à 3,48m le 13 (niveau moins élevé qu'en 1973). Coupure de la route 975 reliant les départements de l'Allier et de la Nièvre.</p> <p>*Crue de la Loire avec quelques dégâts. Toutefois, cette crue n'a même pas atteint les niveaux les plus faibles. (2,50 au-dessous de la crue du 8/10/1878). Inondation de la plaine d'audinet (camping, stade, boulodrome). Inondation d'un immeuble. Pas de dégâts aux tanneries, évacuation réalisée à temps.</p> <p>Hauteur de crue: 2,90 m en début d'après-midi le 10 novembre, quelques centimètres en-dessous du niveau de 1973.</p> <p>A Peyredeyre, (le Monteil) les eaux de la Sumène ont été refoulées par la Loire.</p> <p>Inondation du lotissement Mazet (situation comparable à 1973).</p> <p>*Dégâts dans une minoterie.</p>
30/11-1/12	02/12/1976		*Vic-le-comte, Gerzat, Le Mont-Dore, La Bourboule, Messeix, Clermont.	*Vent violent, quelques dégâts (30 interventions des pompiers à Clermont).
25/05/1977	26/05/1977	Pluies d'orages	Moulins	Ruissellement urbain, parties basses inondées. 80 interventions des pompiers en début de soirée. Très nombreuses caves inondées.
26 et 27/05	27/05/1977		*Bellerive *Le Donjon	*Débordement du Sarmon avec quelques inondations, mais pas de gros dégâts. *Il s'agissait des plus graves inondations depuis 1908. Dommages très sérieux dans les magasins et immeubles. On a relevé par endroits près d'1 mètre d'eau, lié à la montée de deux ruisseaux (la Lodie et le Salièvre).
	28/05/1977		*St-Priest-Bramefant *Pont-de-Ris	*Crue du Buron. Coupure de la D59 en plusieurs points. *Le Buron recouvre la D43 entre le Port et le Pont-de-Ris. Coupure également à St-Priest-Bramefant, de part et d'autre du Guesinet. Pas de problèmes toutefois pour la Dore et l'Allier.

	28/05/1977		<p>*Vallée du Cher (en aval de Montluçon)</p> <p>*Hérisson *Meaulne *Moulins</p> <p>*Lurcy-Lévis</p> <p>*Bourbon-l'Archambault *Varennes-sur-Allier</p> <p>*Jaligny</p>	<p>*Les riverains du Cher ont eu leurs caves inondées. A l'aval de Montluçon, le Cher a généré d'importants dégâts. A Vaux, plusieurs personnes ont été évacuées.</p> <p>*L'Aumance a balayé le camping et emporté trois caravanes.</p> <p>*L'Aumance a envahi les bas quartiers et recouvert le camping.</p> <p>*18 personnes évacuées en bateau. 250 caves inondées. En 48 h les pompiers ont reçu 350 appels de toute la ville. 2 personnes évacuées à Lusigny.</p> <p>*100 ha sous les eaux, débordements des affluents de la Bievre. L'Allier est aussi sortie de son lit. Nombreuses maisons inondées à Lurçy, au Veurdre, à Pouzy-Mésangy à l'aérodrome de Château-sur-Allier.</p> <p>*Des maisons inondées en raison du débordement d'un étang en amont de la ville.</p> <p>*Crue du Valençon. Inondation du stade, des abords de la piscine, du jardin public. Habitations inondées dans les rues de la Bèche et du Clos-Richard.</p> <p>*Débordement de la Besbre, le plus fort depuis 1941. Nombreuses caves et habitations inondées.</p>
08/06/1977	09/06/1977	Bourrasques d'orages	*Ferrières-sur-Sichon	*Routes et lignes téléphoniques coupées par de nombreux arbres déracinés ou cassés.
23/06/1977	24/06/1977	Pluies d'orages	*Bellerive	*Crue du Sarmon. Débordements au niveau des ponts des rues Gravier et Grenet. Inondation de la rue Auberger. Crue du Briandet inondant une partie des installations de l'hippodrome de Bellerive
07/07/1977	09/07/1977	Pluies d'orages	Moulins	120 caves inondées dans les bas quartiers (rues des Minimes, Pont de la Flèche, Bréchinbault, Bouchers, Lieutenant Burlanud).
13/07/1977	<u>15-16/07/77</u> <u>17/07/1977</u> <u>27/07/1977</u>	Pluies d'orages	*Agglomération du Puy-en-Velay (quartiers sud, Taulhac, Mons, Les Baraques, Malpas et les communes de Vals, Cussac-sur-Loire, Coubon).	<p>*Très forte crue des petits affluents du Dolaizon (le Riou pénétrant dans Vals, le ruisseau de Taulhac coulant dans la partie sud de la commune du Puy et le ruisseau de Malpas traversant Cussac).</p> <p>A Taulhac, le quartier de la Vaysse a été inondé par des ruisseaux provenant du plateau environnant. Dégradations de la route de Coubon par le ruisseau de "Taulhac".</p> <p>Les plus gros dégâts ont été observés à Cussac, où la place du village a été dévastée par le ruisseau de Malpas (disparition du goudron entre autres). La quasi totalité des maisons de la commune ont été inondées, envahies par la boue.</p> <p>A Vals, le Riou a submergé les rez-de-Chaussée de nombreuses maisons. Une autre partie de la ville a également été concernée par les débordements du ruisseau de Taulhac.</p> <p>A Latour (commune de Coubon), un ruisseau a arraché un pont.</p> <p>Dans tous le secteur de nombreux chemins communaux ont été endommagés, de même sur les communes du Brignon, de St-Christophe-sur-Dolaizon, Solignac-sur-Loire, St-Jean-de-Nay.</p>
30-31/07/77	01/08/1977	Pluies d'orages	<p>*St-Clément</p> <p>*Ferrières-sur-Sichon</p> <p>*Thiers</p>	<p>*Crue de la Besbre qui traverse la localité. Plusieurs maisons inondées, évacuation du camping. De nombreux dégâts ont été signalés sur les tentes et les caravanes.</p> <p>*Plusieurs maisons inondées.</p> <p>*Crue de la Durolle. Inondation du quartier du Moutier. Inondation des campings</p>

21/09/1980	22/09/1980	Pluies combinées	<p><u>Vallée de la Loire (description d'amont en aval)</u></p> <p>*Goudet *Chadron, Cussac *Coubon *Brives-Charensac</p> <p>*Le Monteil-Chaspinhac</p> <p>*Chadrac *Lavoûte/Loire,</p> <p>*St-Vincent *Chamalières-sur-Loire *Retournac, Beauzac (Pont-de-Lignon)</p> <p>*Bas-en-Basset *Aurec</p> <p><u>Affluents de la Loire</u> Crue du Lignon, Le Chambon-sur-Lignon</p> <p>Crue de la Gazeille, Les Estables</p> <p><u>Vallée de l'Allier</u></p>	<p>*Crue très importante de la Loire dépassant les extrêmes connus (côte maximale à Brives enregistrée le 21 septembre à 6,80 m soit 80 cm de plus que lors de l'épisode du 8 octobre 1878).</p> <p>* 7 morts, 13 blessés.</p> <p>*1273 sinistrés, 45 entreprises touchées soit 1 700 salariés concernés.</p> <p>* Toute la vallée jusqu'à Vorey a été inondée</p> <p>Tous les affluents de rive droite ont également été en crues.</p> <p>Plusieurs habitations inondées.</p> <p>Campings dévastés, plusieurs caravanes ont été emportées par les flots.</p> <p>Terrain de camping dévasté, et un pont emporté.</p> <p>Une centaine de personnes prisonnières des eaux, certaines d'entre elles s'étant réfugiés sur leur toit. Plusieurs entreprises inondées et gravement touchées (Tanneries, moulins Sabarot, moulin Celle, transports Eyraud, transports Jamon, fromageries du Velay, moulinages de Brives, Charpentes Perre). Dans l'entreprise Jamon près d'une quarantaine de semi-remorques ont été balayés par la Loire.</p> <p>Une carcasse a encore été retrouvée en 1996 lors des travaux du plan Loire à Brives. A Brives, 5 victimes ont été comptabilisées; 2 dans le centre-ville, 3 sur la rive droite dans le secteur d'Audinet.</p> <p>Dégâts importants sur une entreprise (Le Marbre), ainsi que sur les gravières.</p> <p>Disparition quasi totale d'un lotissement (Mazet à Peyredeye) sous les eaux.</p> <p>Dégâts importants sur la station d'épuration.</p> <p>Dégâts moins importants, le village se trouvant surélevé par rapport au lit de la Loire.</p> <p>Dégâts dans l'entreprise Mauriange.</p> <p>Destruction d'un pont</p> <p>Une victime recensée à Retournac. De nombreuses maisons ont été inondées et une centaine de caravanes emportées dans un camping de Retournac.</p> <p>Effondrement d'une maison. 120 caravanes ont été emportées dans un camping.</p> <p>Gros dégâts sur une entreprise de teinturerie sinistrée à 100 %. Un chalet a été emporté.</p> <p>Entreprise J.V.C. sinistrée à 100 %</p> <p>Nombreux dégâts liés aux ravinements des pentes et à l'infiltration de l'eau chez les habitants. La presque totalité du revêtement des rues du bourg est détruit. On a noté, à plusieurs endroits, des trous de plus d'un mètre de profondeur.</p> <p>Crue importante de l'Allier entre Monistrol et Lavoute-Chilhac (côte de 5,50 m à Lavoûte-Chilhac à 18h45 le 21), mais générant peu de dégâts.</p>
------------	------------	------------------	---	--

			A NOTER	Ces précipitations ont généré des glissements de terrain dans le Cantal, coupant des routes et la voie de chemin de fer Paris-Béziers.
5-6/01/82	07/01/1982 08/01/1982 09/01/1982	Pluies océaniques	<p><u>Vallées de la Sioule et du Sioulet</u></p> <p>RAPPEL sur les crues de la Sioule (côtes relevées à St-Pourçain)</p> <p>*Pontaumur</p> <p>*Miremont</p> <p>*Pontgibaud</p> <p>*Pont-de-Menat</p> <p>*Ebreuil</p> <p>*Bègues (Neuvial), Jenzat, St-Germain-de-Salles</p> <p>*Gannat</p> <p>*St-Pourçain-sur-Sioule</p> <p><u>Autres crues et excès dans l'Allier et le Puy-de-Dôme</u></p> <p>*Le Veudre</p> <p>*St-Léopardin-d'Augy</p> <p>*Montluçon</p> <p>*Commentry</p> <p>*Bessay-sur-Allier</p> <p>*Jaligny</p> <p>*Chateauneuf-les-Bains (N. de Combronde)</p> <p>*Cellule, Davayat, région riomoise</p> <p>*Le Mont-Dore, La Bourboule</p> <p>*Besse, Super-Besse</p>	<p>Gros débordements de la Sioule et du Sioulet. Il s'agit de la plus forte inondation à Miremont, Pontaumur et Pontgibaud depuis 1866. 7/05/40: 2,28m; 1944: 2,10m; 1952: 1,96m; 1958: 1,90m; 1982: 1,85 m</p> <p>*Crue du Sioulet. Inondation du camping. Des entreprises et des bâtiments publics ont été touchés.</p> <p>*Inondations des bas quartiers par le Sioulet et la Chantelade. Nombreuses habitations sinistrées. Il s'agit des plus gros dégâts depuis 1940.</p> <p>*Inondations de caves par la Sioule (Pont-sur-Sioule). Coupure de la route de St-Pierre-le-Chastel (sud de Pontgibaud).</p> <p>*Plusieurs maisons ont été inondées.</p> <p>*Evacuation de l'hôpital. Débordements importants de la rivière entre Ebreuil et son confluent avec l'Allier. De nombreuses routes ont été coupées. Côte maxi. de la Sioule à Ebreuil de 2,80 m (7/01 à 4h)</p> <p>*Quelques maisons inondées sur l'ensemble de ces communes. Une entreprise inondée à Bègues et deux autres, en partie, à St-Germain.</p> <p>*Inondation du camping de Gannat et évacuation de quelques personnes dans le bourg.</p> <p>*59 personnes évacuées d'un lotissement construit en zone inondable. (situation qui ne s'était pas produite depuis mai 1958). L'inondation d'une entreprise a entraîné la mise au chômage d'une centaine d'ouvriers. Inondations moins importantes qu'en 1958, mais générant plus d'excès.</p> <p>*Personnes évacuées (quartier des Aubrys, rue de la rivière, champ de foire). Montée également du Bieudre qui avait du mal à s'écouler dans l'Allier.</p> <p>*Inondations importantes dans le bourg.</p> <p>*Crue du Cher. Quelques routes coupées.</p> <p>Les ruisseaux traversant Montluçon ont inondé quelques prés et quelques caves.</p> <p>*Inondation du vieux bourg par l'Œil.</p> <p>*Inondations par l'Allier.</p> <p>*Côte maxi. de la Besbre: 1,60m, débit de 18 m/s le 7/01. Pas de gros dégâts à signaler.</p> <p>*Débordements de la Morge. Inondation des champs et des caves.</p> <p>*Débordements de l'Ambène (Riom).</p> <p>*Crue de la Dordogne. Inondation du camping du Mont-Dore et de quelques caves à la Bourboule (crue la plus importante depuis 1941).</p> <p>*Des coulées de boue dévalant les pentes de la station ont inondé des commerces</p>

			<p>*Agglomération clermontoise (Cébazat, Nohanent, Blanzat, Ceyrat, Aubière, Royat, Chamalières)</p> <p>*Châteaugay, Durtol</p> <p>*Clermont-Ferrand</p> <p>*Meilhaud, St-Cirgues, St-Floret, Champeix</p>	<p>*Nombreux problèmes en raison des débordements de ruisseaux (Bédât), du ruissellement des coteaux et du ruissellement urbain. Problèmes liés également à la stagnation des eaux en raison d'une mauvaise évacuation.</p> <p>*Inondation de plusieurs maisons (ruissellement urbain, et ruissellement issu des coteaux.)</p> <p>*Sous-sols inondés. Les interventions les plus importantes se sont produites dans les rues du 11 novembre, Auguste Thierry, Pierre Puget, Maréchal Gallieni, Blatin, Wailly, des Courtiaux, dans les boulevards Côte-Blatin, Aristide Briand, dans la place Delille (hôtel Concorde) et dans l'avenue de Grande Bretagne. Chaussées défoncées dans le quartier de la Glacière, submersion de la N.9 au nord et au sud de la ville...</p> <p>*Crue des couzes. Meilhaud fut à moitié inondée. Nombreuse caves inondées à St-Floret. Chaussées partiellement dégradées par la crue.</p>
			Dans le massif du Cantal	
			<p>*Aurillac</p> <p>*Vic-sur-Cère</p> <p>*Thièzac</p> <p>*St-Simon</p> <p>*Super-Lioran</p> <p>*Riom-ès-Montagne</p> <p>*Séguir-les-Villas</p> <p>*Marcenat</p> <p>*Le Claux</p> <p>*Murat</p> <p>*Pierrefort</p> <p>*St-Vincent</p> <p>*Bort-les-Orgues</p> <p>*Massiac</p> <p>*Lempdes-sur-Allagnon</p>	<p>Montée générale des cours d'eau, provoquant l'inondation des prés et de quelques maisons riveraines (peu nombreuses d'où la faiblesse de l'excès). Nombreux glissements de terrains entraînant la coupure de plusieurs routes.</p> <p>*Un jardin public dévasté par la Jordanne.</p> <p>*Un collège a été inondé et des dégâts importants ont été signalés sur le camping (présence de caravanes).</p> <p>*Un pont emporté par la Cère.</p> <p>*Coupure de la D17 par la Jordanne à hauteur de Rouffiac, Velzic, Le Pont-du-Mousset.</p> <p>*Ruissellement important le long des pistes de ski entraînant l'inondation de plusieurs magasins.</p> <p>*Crue de la Véronne. Des caves inondées.</p> <p>*Crue de la Santoire. Coupure de la D.3</p> <p>*Effondrement de la chaussée sur la D. 679.</p> <p>*Eboulement particulièrement important affectant entre autres la D. 62.</p> <p>*Submersion de la D. 39.</p> <p>*Réseau routier totalement bloqué et fortement endommagé par deux gros éboulements sur les D.990 et 334. Les chaussées ont disparu.</p> <p>*Débordement du Mars. Pas de dégâts notables.</p> <p>*Pas de problèmes sur la Dordogne car la crue fut amortie par le barrage.</p> <p>*Quelques caves inondées par l'Arcueil et l'Alagnon.</p> <p>*L'Allagnon à 2,05 à Lempdes. Inondation d'une rue du bourg.</p>
20/07/1982	21/07/1982	Pluies d'orages	<p>*Vichy</p> <p>*Moulins</p>	<p>*Rafales de vent (106 km/h). Plusieurs blessés et 1 mort. Plus d'une centaine de caves inondées.</p> <p>*30 interventions des pompiers à Moulins. 50 caves inondées.</p>
	23/07/1982	Pluies d'orages	*Brioude	*Ruissellement urbain, caves inondées, plus d'une cinquantaine d'interventions des pompiers.

30/07/1982	31/07/1982	Bourrasques d'orages	*Echandelys	*Rafales extrêmement violentes, très gros dégâts (tornade?). Toits soulevés (église, mairie, école). Inondation de plusieurs maisons, la pluie pénétrant par les toits.
15/08/1982	16-17/08/82	Pluies d'orages	*Saugues *Prades	*Crue de la Seuge. Inondation très brutale du camping. *Panique de la population gardant en mémoire les excès de 1977 et 1951. Pas de dégâts toutefois.
16/08/1982	<u>18/08/1982</u> 17/08/1982	Pluies d'orages	*Le Puy-en-Velay *Brioude	*Ruissellement urbain et caves inondées. *Mêmes problèmes.
Nuit du 25-26/09/82	27/09/1982 <u>27-28/08/82</u>	Bourrasques d'orages	*Région de Brioude et d'Ambert *Vallée du Chapeauroux *Le Puy-en-Velay	*Violentes rafales de vents (tornade?) sur Laval-sur-Doulon et St-Vert. Gros dégâts sur Chanteduc, Nugier, Fioux, La Pouille (à l'E de St-Vert). Dégâts importants au sud d'Ambert dans la continuité de St-Vert et de Laval, à St-Sauveur-la-Sagne, Doranges, Novacelles, St-Bonnet-le-Bourg, St-Bonnet-le-Chastel, Marsac-en-Livradois. *Gros dégâts sur les forêts. Les villages d'Aurouzet et de Pierrefiche sont les plus touchés. La description des dégâts laissent envisager le passage d'une tornade. *Quelques caves inondées.
20-21/05	22/05/1983	Pluies d'orages	*Ebreuil *Bellenaves, Saulzet, Monteignet *Fourilles *Jenzat *St-Pourçain	*Crue de la Sioule: 2,10 m au pont d'Ebreuil. Camping inondé, ainsi que le faubourg de la Guillotière. Inondation de nombreuses caves. Coupure de la D35 entre Ebreuil et St-Bonnet-de-Rochefort. *Caves inondées. *La Bouble est sortie de son lit. *Camping inondé. De nombreuses routes coupées. Crue de l'Andelot. *Inondation de la Sioule, côte de 1,33 m. Quelques habitations touchées.
12/06/1983	14/06/1983	Pluies d'orages	<u>Agglomération vichyssoise</u> Vichy, Bellerive, Cusset, Charmeil, Randan, Jaligny	*Orage violent, nombreuses caves inondées (plus de 450). Ruissellement urbain et refoulement d'égouts. 300 appels chez les sapeurs-pompiers de Vichy. Une centaine d'appels pour la commune de Bellerive, une soixantaine pour Cusset.
Nuit du 18-19/07	20/07/1983	Bourrasques d'orages	*Montluçon	*Quelques arbres abattus mais pas de gros dégâts.
Nuit du 19-20/07	21/07/1983	Bourrasques d'orages	*Ste-Laure, Entraigues, Ennezat (marais de riom), St-Bonnet, Lezoux, Maringues, Puy-Guillaume, Bulhon, Crevant-Laveine, Vinzelles, Noalhat, Dorat, Orléat, Culhat, Ris, Paslières, Lachaux, Châteldon, Palladuc. *Le Mayet-de-Montagne	*Sur l'ensemble de ces communes, on a dénombré de nombreuses lignes téléphoniques et électriques coupées. Le vent a couché les cultures (tournesols, maïs, tabac).
27/07/1983	29/07/1983	Bourrasques d'orages	*Chamblet, Nérès, Villebret.	*Obstruction de routes par des arbres déracinés.
11/08/1983	12/08/1983	Pluies d'orages	*Vichy	*Orage violent, nombreuses caves inondées. 150 appels enregistrés chez les pompiers. Nombreux dégâts chez les commerçants.

24/08/1983	25/08/1983	Pluies d'orages	*Aigueperse	*Ruissellement urbain (débordements d'égouts). Inondation de quelques maisons.
28/08/1983	29/08/1983	Pluies d'orages	<u>Agglomération clermontoise</u> Clermont, Chamalières, Gerzat, Cébazat, Royat, Durtol, Lempdes	Ruissellement urbain (débordements d'égouts) et ruissellement sur les coteaux (coulées de boue). 150 interventions chez les pompiers. Trois secteurs ont été principalement touchés: * Le quartier des Bughes où la tiretaine, qui est à ciel ouvert, est sortie de son lit inondant les rues Maréchal Leclerc et Henrie Barbusse (caves et parkings). * La rue Sully, située dans les côtes de Clermont. Le ruisseau "le Bouy" a soulevé la chaussée en plusieurs endroits et dévasté de nombreux jardins. * Le quartier Galaxie-Fontgivière où l'eau de la Tiretaine et des égouts ont noyé les caves de cinq immeubles. * Débordement du Bédât à Gerzat Le sud de l'Agglomération fut moins touchée. Pas de dégâts non plus à Aulnat grâce aux travaux réalisés pour canaliser les crues.
31/08/1983	01/09/1983	Pluies d'orages	*Mouliins	*200 appels chez les pompiers pour plus de 150 caves inondées. Les dégâts les plus sérieux se sont localisés dans la rue des Minimes, l'avenue du Général de Gaulle, route de St-Ennemond, place Garibaldi...
10/06/1984	11/06/1984	Pluies d'orages	*Thiers *Courpière	*Enormes dégâts. Nombreuses coulées de boue et torrents dévalant les rues en pentes. Evacuation de 30 personnes (8 familles). Nombreuses caves inondées.
6-9/05/85	09/05/1985 10/05/1985 11/05/1985	Pluies d'orages	*Parentignat *Thiers *Ambert *Puy-Guillaume, Ris, Chateldon. *Plaine de St-Priest-Bramefant *Montluçon *Cusset, Bellerive *Lapalisse *Région thiernoise *Région d'Issoire * Le Veudre	*L'Allier a atteint 2,10 m le 8/05. *Crue de la Dore. Quelques routes coupées (D906 entre Néronde et Courpière). *La Dore est sortie de son lit inondant les prés avoisinants. *Nombreuses routes coupées par les eaux de la Dore. *Routes coupées (D59 au pont de Buron, la D55E). *Crue du Couraud, inondations de quelques caves dans la cité Dunlop. *Inondations de caves (15 interventions) à Cusset. A Bellerive, le Sarmon a débordé. Coupure de la D 1093. *Crue de la Besbre (coupure de la D423). La côte d'alerte n'a toutefois pas été atteinte à Jaligny. *Décrue de la Dore. Deux zones demeurent critiques: Dorat et Puy-Guillaume. Inondation du camping et du terrain de sport de Dorat. Coupure de la D144. A Puy-Guillaume, coupure de la D63. * Dégâts vers Brenat, plusieurs maisons inondées. *Coupures de routes par l'Allier. (Le Veudre-St-Léopardin-d'Augy et celle S-Pierre le-Moutier). Inondation des quartiers des Aubry et de la Rivière. Crue dans le même secteur du Bieudre.
01/06/1985	03/06/1985	Pluies d'orages	*Aurillac	*500 appels au centre de secours causés par du ruissellement urbain et des coulées de boue. Gros dégâts dans toute la ville, surtout ds le quartier NE.

27/07/1985	29-30/07/85	Pluies d'orages	<u>Emblavès-Meygal</u> *Le Pertuis, St-Hostien, St-Etienne-Lardeyrol, Malrevers, Rosières.	*Crue de la Roudesse, de la Suisse (Rosières) et du ruisseau de Courbeyre (Malrevers). Gros dégâts. (2 ponts emportés, inondation des habitations, coupures de routes). Du béton a été emporté par les flots.
24-25/04/86	26/04/1986	Pluies d'orages	*Le Puy-en-Velay *Beauzac	*Crue de la Borne et du Dolaizon. Quelques entreprises inondées (papeteries d'Espaly, les tanneries, transports Jamon). Pas de gros problèmes cependant. Côte de la Borne à 1,80 m au pont d'Estrouilhas (vieux pont d'Espaly). (côte d'alerte à 1,30m) Inondation de l'Ance. Quelques dégâts mais rien de sérieux.
26/05/1986	28/05/1986	Pluies d'orages	*St-Paulien	*Ruissellements et inondations de caves ayant causé dégâts importants.
	28/06/1986	Pluies d'orages	*Secteur de Bizeneuille (Vernaix-sur-la Goutte, Bizeneuille-sur-Lorzais, Sauvagny, Louroux-Hodement, Givarlais, Estivareilles).	*Dégâts principalement dans le milieu agricole.
15/08/1986	16/08/1986	Bourrasques d'orages	*Cournon, Orcet, Ceyrat, Estandeuil, Ceilloux	*Arbres cassés et dégâts dans les campings, en particulier à Cournon (plusieurs voitures et caravanes endommagées).
17/09/1986	18/09/1986	Bourrasques d'orages	*Solignac/Loire (Concis)	*Plusieurs toitures emportées et nombreux dégâts sur les fermes.
24/09/1986	25/09/1986	Pluies d'orages	*Bourbon-l'Archambault	*Ruissellement urbain et saturation des réseaux d'assainissement, provoquant l'inondation de caves.
07/06/1987	08/06/1987	Bourrasques d'orages	*St-Eloy-les-Mines *Montmarault, Doyet, Moulins, Lapalisse, Jaligny	*7 blessés à cause du vent (ligne de grains). *Quelques dégâts (arbres tombées sur les routes). Quelques infrastructures détériorées à Moulins.
06/07/1987	07/07/1987	Pluies d'orages	*Vichy, Cusset, Bellerive *Arpajon-sur-Cère *Super-Lioran *Brioude	*Inondations de caves et d'habitations. 200 appels chez les pompiers à Vichy, 25 à Bellerive, 45 à Cusset. A Vichy, ce sont les rues de Paris, Georges Clémenceau, Lucas, Sornin, Desbrest, l'hôtel des postes, boulevard de l'hôpital, Kennedy..., qui ont été principalement touchés. *Plusieurs maisons inondées par ruissellement ainsi que par le Mamou à Morzières (confluence avec la Cère). Inondation des pavillons situés en bordure de la Z.I de Sistrières. *Des laves torrentielles ont embourbé les infrastructures (téléskis...) *Le vent violent a généré quelques dégâts et l'averse a provoqué l'inondation de quelques caves.
	08/07/1987		*Montluçon	*117 interventions des pompiers.
15-18/03/88	19/03/1988	Pluies océaniques	*Le Chambon-sur-Lac <u>Vallées de la Sioule et du Sioulet</u> *Pontgibaud *Pontaumur, Miremont, Chateauneuf-les-Bains	*Débordement du lac. Le bourg est en partie inondé. *Débordement de la Sioule. Côte maxi. à 2,27 m (alerte à 1,07m). Quelques routes secondaires coupées en amont de Pontgibaud. *En aval de pontgibaud, quelques maisons ont été atteintes par la crue. A

*Ebreuil

*St-Pourçain

Autres crues et excès dans l'Allier

*Souvigny

*Montluçon

*Hérisson

*Echassières

*Bayet

*Diou, Jaligny

Vallées de la Dore et de la Durolle

*Thiers

*De Chabreloche à Thiers

*Courpière

*Puy-Guillaume

*Ambert

*Vertolaye

*Olliergues, Giroux

*St-Priest-Bramefant

Dans le massif du Cantal

*Condat-en-Feniers.

*Mauriac

*Aurillac, Vic, Polminhac

Chateaneuf, une famille a du être évacuée. A Miremont, la D. 121 a été fermée en raison de la montée du Sioulet.

*Les rues de la basse ville ont été envahies par les eaux. La route de St-Bonnet-de-Rochefort fut coupée.

Hauteur de crue: 2,40 m le 18. (3,60 m en 1866, 2,90 m en 1982).

Grâce au barrage de Besserves, la crue fut écrêtée.

*Le camping et le stade municipal ont été submergés. Le barrage des Fades n'étant pas assez important pour retenir une telle crue, des "lâchages" ont été effectués.

*La Queune est sortie de son lit.

*Caves inondées par la crue du cher. Quelques problèmes à Huriel, Commentry, Montmarault, Doyet. Quelques coupures de routes (D. 157, D.94).

*Crue de l'Aumance provoquant l'inondation de quelques routes.

*Inondation du village par la rupture d'une digue provenant d'un étang.

*Quelques coupures de routes.

*Inondation par la Besbre. Côte de 2 m à Jaligny le 18. (2,10 en 1983).

*Crue de la Durolle et de la Dore. Plusieurs routes inondées (coupure de la D.906).

Inondation d'une partie de la ville (le Moutier) par la Durolle. Deux entreprises ont été affectées. 50 appels chez les pompiers.

*La situation fut préoccupante. Des entreprises ont été inondées au bord de la Durolle.

*Des entreprises également inondées par la Dore et une famille évacuée par hélicoptère.

*Quelques routes inondées.

*Inondation de la Dore. Crue maxi. de 2,75 m, le 18.

La zone industrielle fut inondée. Il s'agit des plus graves inondations depuis 1941.

Inondation du camping et du terrain de sport.

*Deux entreprises (les entreprises Villadère et les cartonneries d'Auvergne) ont été sérieusement touchées.

*L'Allier et le Buron sont sorties de leur lit coupant ainsi plusieurs routes.

*Crues de la Rhue, de la Santoire, du Bonjon, du Granget. Quelques maisons inondées. Coupure de la D.16. Crues les plus importantes depuis 1940.

*La plupart des rivières du Nord-cantal ont débordé, mais cela n' a pas engendré d'excès car les secteurs touchés sont peu peuplés.

*Riverains de la Cère inondés. Campings et terrains de sport submergés. Crue moins forte qu'en 1982.

Débordements de la Jordanne sans conséquences graves.

			*Arpajon-sur-Cère	*Camping inondé. (D'après le Maire, la crue fut plus forte qu'en 1982 mais moins importante qu'en 1962).
1-2/05/88	03/05/1988	Pluies d'orages	<u>Agglomération du Puy-en-Velay</u>	*Crue de la Borne et du Dolaizon. Caves inondées par la Borne. Débordement du Farnier à Brives, en raison d'un problème de canalisation.
Nuit du 13-14/05/88	15/05/1988	Pluies d'orages	<u>Agglomération de Vichy</u> *Saulzet	*Plus de 250 interventions des pompiers, souvent pour des caves. Rive gauche de l'Allier la plus touchée (Bellerive). *Nombreuses caves inondées.
14/05/1988	15/05/1988	Pluies d'orages	*Auzon	*Crue torrentielle du ruisseau Auzon. Tous les ruisseaux dans le bassin minier sont sortis de leurs lits. Inondations à Chappes (hameau au sud d'Auzon). Gros dégâts sur la voirie.
14-15/05/88	16/05/1988	Pluies d'orages	*Ardes/Couze	*Crue du ruisseau le "Ganat". Des dizaines de maisons inondées. Gros dégâts (destructions) sur les équipements sportifs. Des routes coupées. Inondation du Lembronnet et de la Couze d'Ardes sur les cultures.
15/05/1988	16/05/1988	Pluies d'orages	*Aurillac *St-Paul-des-Landes *Mauriac *Laps	*Ruissellement important sur les coteaux, provoquant des torrents de boues dans la ville. De nombreuses maisons ont été inondées. Le même secteur avait été plus gravement inondé en 1985. Au total les pompiers ont reçu plus d'une centaine d'appels. *Inondations dans un lotissement. *Inondations de caves. *Nombreuses coulées de boue déferlant sur le village. Les dégâts chez les particuliers sont importants.
15-16/05/88	17/05/1988	Pluies d'orages	*Thiers	*Ruissellement urbain, inondations de nombreuses caves. Une centaine d'appels parvenus au centre de secours. Ce sont les quartiers du Paquier, de la varenne, des molles et du Fau qui ont été les plus touchés. Plusieurs routes inondées, à Peschadoires, Courpière et Puy-Guillaume.
16-17/05/88	18/05/1988	Pluies d'orages	*Montluçon *Commentry *St-Victor	*Crue du ruisseau St-Jean associée à des coulées de boue inondant des sous-sols et des garages, dans le quartier du même nom et de Nerdre. Crue la plus violente depuis 25 ans. Evacuation de 5 personnes en barque. Inondation également liée à la crue du Cher. *Crue de l'Oeil et de l'Aumance. Inondations de maisons et plusieurs routes coupées. *Gorges de Thison, débordements de ruisseaux, maisons inondées.
15-18/05/88	19/05/1988	Pluies d'orages	*Vendat	*Crue du Béron. Dégâts sur les cultures (ravinelements et maïs arrachés). Débordement également du Servagnon, ravinelements sur des exploitations agricoles.
14/05/1988	25/05/1988	Pluies d'orages	*St-Vidal	*Dégâts importants, ruissellement sur les coteaux. Entreprises (agricole, industrielle) et particuliers inondés. Nombreuses voies communales endommagées.
16/06/1988	18/06/1988	Pluies d'orages	*Bessay	*15 interventions des pompiers pour des caves inondées.

16/08/1988	18/08/1988	Pluies d'orages	*Le Puy	*Quelques caves inondées. Dégâts limités.
22/07/1989	24/07/1989	Bourrasques d'orages	*Aurillac *St-Simon	*75 interventions des pompiers. Dans le centre d'Aurillac, des tuiles, des panneaux ont été emportés (blessant sévèrement une personne), des arbres ont été sectionnés, des antennes arrachées. Nombreuses coupures de courant et de téléphone. *Les intempéries ont déclenchées une coulée de boue qui a envahi plusieurs habitations.
24/07/1989	25/07/1989	Pluies d'orages	*Pérignat-lès-Sarliève, Cournon.	*Ruissellement urbain. Inondation, dans la Z.I de Cournon, de 10 entreprises. Une vingtaine de particuliers et de commerces ont également souffert de l'inondation. Quelques sous-sols inondés également sur Pérignat (moins de dégâts, car urbanisation moins dense).
13-14/02/90	15-16/02/90	Pluies océaniques	<u>Massif du Cantal</u> *Thièzac *Région de Raulhac *Neussargues *Murat et haute vallée de l'Allagnon *Entre Lempdes et Massiac *Condat *Région de Mauriac, nord Cantal *Aurillac *Arpajon <u>Vallées de la Sioule et du Sioulet</u> *Pontgibaud *Pontaumur <u>Pays d'Issoire</u> *De Perrier à St-Floret	*Glissement de terrain. Deux personnes ont péri dans les décombres d'une maison. *Nombreux glissements de terrains (argileux, marneux). Coupures de routes et voirie communale durement touchée. *Inondation de la ville (4 sous-sols et 1 maison de plein-pied) par le ruissellement issu des plateaux voisins (aggravation par la fonte des neiges). *Inondation par l'Allagnon. Eboulement sur la RN. 122 *Débordements de l'Allagnon par endroits mais sans gravité. *Inondations de l'Allanche, de la Santoire, de la Grande-Rhue. Quelques caves sinistrées. Nombreuses routes coupées (Allanche, Ségur, Ste-Anastasia). *Crues de la Marrone, du Mars, de la Sumène, de la Véronne... Dégâts mineurs. *Inondation par la Jordanne. Une vingtaine d'interventions des pompiers. *Inondation du camping. *La Sioule est sortie de son lit. La zone sinistrée se trouve en amont du bourg . Quelques maisons inondées sur la route de Mazayes. Dégâts sur le camping "le domaine de la Palle". Hauteur de crue: 1,40 m à 7h30; 1,60 m à 11h; 1,71 m à 12h10; 1,82 m à 13h20; 1,90 m à 16h. (Record du 18/03/88 de 2,27 m non battu). Début de décrue dans la soirée. *Crue du Sioulet (côte maxi. de 1,70 m; côte d'alerte à 0,80m), pas de dégâts. Crue des couzes. *Inondation des terrains et des propriétés riverains à la Couze Pavin. A St-Floret, il faut remonter à 1981 et 82 pour trouver de pareilles inondations. (crue plus importante ici qu'au niveau de la Sioule en raison de la fonte des neiges issue du massif des Dore). La rue principale de St-Floret est largement inondée. Les dégâts restent toutefois peu importants.

			<p>*Saurier</p> <p><u>Vallées de la Dore et de la Durolle</u></p> <p>*Thiers, Pont-de-Dore</p> <p>*Cervières (Loire)</p>	<p>*A Saurier, le camping a été inondé. Montée également importante de la Couze d'Ardes et du Lenbronnet.</p> <p>*Crues de la Dore et de la Durolle. A Thiers, quelques riverains et entreprises touchés au bord de la Durolle. Dans le bas de la ville, nombreux prés inondés par la conjugaison des eaux de la Dore (base de loisir de Courty inondée). *Glissement de terrain obstruant l'A 72 à la limite du PDD et de la Loire. Perturbations durant la journée du 14.</p>
18/05/1990	19/05/1990	Pluies d'orages	<p>*Clermont-Ferrand (63)</p> <p>*Aulnat (63)</p>	<p>*Une centaine d'interventions des pompiers pour les traditionnelles inondations de caves (plusieurs dizaines). *Débordement de l'Artière. Une partie d'un lotissement se trouvant en bordure du ruisseau fut inondé.</p>
19/06/1990	20/06/1990	Pluies d'orages	<p>*Aulnat (63)</p>	<p>*Débordements de l'Artière. 7 à 8 pavillons du lotissement de la Breide ont été inondés. Grogne des habitants qui attendent que soient réalisés les bassins de rétention sur le cours de l'Artière, au niveau de Beaumont et de Crouël.</p>
26/06/1990	27/06/1990 28/06/1990 29/06/1990	Pluies d'orages	<p><u>Agglomération clermontoise</u></p> <p>*Aulnat (63)</p> <p>*Pont-du-Château (63)</p> <p>*Cournon (63)</p> <p>*Lempdes (63)</p> <p>*Aigueperse (63)</p> <p><u>Dans le Cantal</u></p> <p>*Riom-ès-Montagnes (15)</p> <p>*Collandres, Marchastel (15)</p>	<p>*Plus de 800 appels vers les centres de secours, pour plus de 200 interventions dans la ville et sa banlieue. *Importants débordements de l'Artière. Le centre de la ville a été touché, mais c'est surtout le quartier de la Brède qui fut le plus sinistré (21 maisons inondées). *Inondation du lotissement "Béatrice" (56 interventions des pompiers pour des caves inondées). *92 interventions des pompiers. *une vingtaine d'interventions des pompiers.</p> <p>*Ruissellement urbain. Nombreuses caves et garages inondés</p> <p>*Une grande partie du bourg a été touché, soit par ruissellement urbain, soit par le débordement éclair des ruisseaux environnants, comme le Sard. Nombreuses coulées de boue et quelques glissements de terrains. La Véronne est également sortie de son lit générant des inondations. Au total 40 familles ont été touchées, une dizaine évacuée. Dans le nord-Cantal 200 maisons ont été sinistrées: 179 à Riom 15 à Ydes 15 à Champs-sur-Tarentaine La Voirie communale a été en de nombreux sites touchée par des éboulements. Pas mal de prairies ont été inondées, ce qui a causé une gêne pour les fenaisons. *Quelques glissements de terrains.</p>

			*Gannat (03)	*Inondations de plusieurs habitations. Une centaine d'interventions ont été effectuées par les pompiers, principalement dans le sud de la ville, dans les habitations et les commerces.
27-28/06/90	29/06/1990 30/06/1990	Pluies d'orages	*Cusset, Vichy *Lapalisse *Trezelles *St-Etienne-de-Vicq *Bert *St-Germain-des-Fossés *Vollere-Ville, Ste-Agathe	*Le Jolan et le Sichon sont montés de plus d'un mètre et sont sorties de leur lit emportant plusieurs voitures. 200 interventions des pompiers ont été nécessaires sur l'ensemble de l'agglomération vichyssoise. *Orage encore plus violent entraînant des inondations importantes de caves ou de maisons. Quatre personnes bloquées sur les toits dû être évacuées en barque. *Camping inondé par les eaux de la Besbre, deux couples de touristes sauvés <i>in extremis</i> . *Un pont a été emporté par les eaux et une famille est restée isolée durant toute la nuit. *Quelques dégâts signalés aux cultures. *Les eaux ont atteint dans certaines rues une hauteur de 2 m. Plusieurs voitures ont été emportées. Des dizaines de maisons ont eu leur rez-de-chaussée inondé parfois jusqu'au plafond. Une trentaine de personnes ont été évacuées. Ces inondations sont en partie liées aux débordements du Mourgon. 500 interventions des pompiers sont à dénombrer. *Torrents de boue et débordement du Cros à la suite de ces orages. De gros dégâts ont été signalés sur quelques maisons.
28/07/1990	29/07/1990	Pluies d'orages	*Clermont-Ferrand	*50 interventions des pompiers. Montée de l'Artière à Aulnat mais pas de dégâts.
12/08/1990	14/08/1990	Pluies d'orages	*Laussonne *Chadron *Lantriac	*Inondations au Roure et à Rochambert. *Ruissellements *Quelques maisons inondées.
14/09/1990	17/09/1990	Pluies d'orages	*Mauriac	*Inondations de caves. 15 interventions des pompiers
01/06/1991	2-3/06/91	Pluies d'orages	*Chanonat *St-Amant-Tallende (Chagourdat)	*Des torrents de boue descendant du plateau de Cimard ont envahi les rues du vieux bourg, à la suite d'un orage accompagné de grêle. Nombreuses caves inondées, quelques habitations touchées. *Coulées de boue également et quelques dégâts sur les toitures des habitations.
30/07/1991	31/07/1991	Pluies d'orages	*Messeix	*Inondations de plusieurs caves à la suite d'un orage.
28/05/1992	29/05/1992	Pluies d'orages	<u>Agglomération clermontoise</u> *Clermont-Ferrand, Beaumont, Cébazat <u>Agglomération rimoise</u> *Riom, Châteaugay, Pompignat, Marsat, Mozac.	*Nombreuses inondations. 300 interventions des pompiers ont été nécessaires à la suite du ruissellement urbain. Des parkings souterrains ont été inondés, en particulier celui du Centre Jaude. *Le même foyer orageux a déclenché un torrent de boue issu du plateau de Lachaud

				(Châteaugay) et qui a envahi les rues du village de Pompignat. Nombreux dégâts sur la voirie, interruption de la voie express Clermont-Riom. 150 interventions ont été effectuées par les pompiers dans toute l'agglo. de Riom (Marsat, Mozac), pas de problèmes à Ménérol.
31/05/1992	01/06/1992	Pluies d'orages	*Gannat *Clermont	*Orage causant des coulées de boue et l'inondation de plusieurs caves. Plus de 50 interventions des pompiers. *Une vingtaine de caves inondées.
04/06/1992	05/06/1992	Pluies d'orages	*Issoire *Chas	*Coupures de routes et inondations de caves. *Inondation d'une dizaine de maisons.
1-4/06/92	06/06/1992	Pluies d'orages	<u>Sur l'ensemble de la région (dégâts diffus)</u> <i>Communes riveraines de la Sioule.</i> *Pontgibaud *Chateauneuf-les-Bains. *Menat *Ebreuil *Jenzat	*L'Allier, la Sioule, Le Sioulet, la Dore, ont dépassé les côtes d'alerte (2,39 m pour l'Allier à Coudes), provoquant des inondations restant mineures, à la suite de précipitations convectives généralisées et persistantes. La montée des eaux s'est produite à partir de la nuit du 4 au 5. Principaux problèmes: A Miremont, 1 camping évacué. A St-Julien-de-Coppel, dégâts plus sérieux à la suite d'une coulée de boue qui a touché le groupe scolaire et plusieurs maisons. *La Sioule a inondé une maison, le camping a été évacué. *Evacuation du camping et inondation sérieuse d'une entreprise. *Les maisons en bordure de la sioule ont été touchées. *La Sioule a débordé sur plusieurs dizaines de kms. 2 campings ont été évacués, tandis que les bas quartiers d'Ebreuil ont été inondés. 30 personnes ont été relogées. *Evacuation du camping.
9-10/06/92	11/06/1992 12/06/1992		*Vendat *Pontgibaud (vallée de la Miouze) *Ebreuil *Pontaumur *Miremont *Escurolles *Châteauneuf-les-Bains *Aurillac	*Orage violent qui a provoqué plusieurs coulées de boue. Crue du Béron jusqu'à Charmeil. Une dizaine d'interventions des pompiers. A Vendat, des arbres ont été arrachés, des récoltes inondées... *Entre 600 et 800 ha de terres inondées et embourbées par la Sioule entre la Miouze et Pontgibaud. Dans la commune de Pontgibaud, de nombreuses récoltes ont été dévastées, le camping inondé, quelques maisons également en bas du bourg. *Inondation du camping et de quelques habitations par la Sioule dans l'après-midi du 10. Hauteur de crue de la Sioule (le 11 à 16h): 1,80 à Ebreuil; 1,15 m à St-Pourçain. *Le camping a été évacué. *Le ruisseau de la Chancelade fut à l'origine d'inondations survenues dans le bas du village. *Crue de l'Andelot. Plusieurs inondations de caves. *Le camping a été une deuxième fois inondée par la Sioule. *Inondations dans la partie nord de la ville (quartier du Cap-Blanc), en raison du
10/06/1992				

10-11/06/92		<p><u>Agglomération clermontoise</u></p> <p>*Beaumont, Aubière, Clermont-ferrand</p> <p>*Romagnat</p> <p>*Aulnat</p> <p>*Lempdes, Cournon</p> <p>*Les Martres-de-Veyre</p> <p><u>Val d'Allier, pays de Brioude</u></p> <p>*Issoire</p> <p>*Ardes-sur-Couze</p> <p>*Cohade</p> <p>*Lempdes, Arvant, St-Florine</p> <p>*Fontannes</p> <p><u>*Région de Thiers</u></p>	<p>ruissellement provenant de la ville haute. Les pompiers sont intervenus à 58 reprises pour dégager des véhicules, évacuer un camping, pour des caves inondées... Des routes ont été endommagées à plusieurs endroits.</p> <p>*L'Artière a envahi les rues des bas-quartiers de Beaumont où plusieurs personnes ont du être évacuées. A Aubière, cette dernière a inondé le centre-ville, tandis qu'à la Pardieu le parc technologique a durement été touché. Gros dégâts dans les locaux de l'I.N.R.A.</p> <p>*Un affluent de l'Artière (la Gazelle) a menacé plusieurs habitations. Deux maisons ont été inondées.</p> <p>*Pas de dégâts grâce au bassin d'orage de Crouël.</p> <p>*Plusieurs inondations signalées.</p> <p>Au total 300 interventions des pompiers dans l'agglo. clermontoise. Plusieurs dizaines de maisons ont été inondées.</p> <p>Nombreuses interventions des pompiers pour des glissements de terrains. La Couze d'Ardes a isolé une maison au Breuil. A Issoire, ce sont les petits cours d'eau qui ont causé quelques dégâts.</p> <p>*Glissement de terrain. Une personne a péri dans les décombres d'une maison.</p> <p>*Village totalement isolé par les eaux de l'Allier et en particulier par le ruisseau la Vendage.</p> <p>*Quelques habitations également inondées par des ruisseaux et par la Leuge à Ste-Florine (Arrest).</p> <p>Des coulées de boue ont envahi le centre ville. La rue principale a été transformée en un véritable torrent, de nombreuses habitations ont souffert (rez-de-chaussée). La cause serait liée à l'insuffisance du réseau des fossées qui ont été réalisés après le remembrement.</p> <p>*Débordement de la Dore. Evacuation du terrain de camping à Thiers car la base de loisirs fut inondée. Inondation également du camping de Pont-de-Dore, un bâtiment industriel inondé à Courpière.</p> <p>Entre Dorat, Puy-Guillaume, Charnat, Pont-de-Crevant, Limons, Pont-de-Ris et Maringues, nombreuses routes coupées par les crues de la Dore et de l'Allier. Côte maxi. de la Dore: 1,60 m à Pont-de-Dore à 12h le 11/06. Une maison inondée à Luzillat et une dizaine à Maringues le long de la Morge.</p>
10-11/06/92			
9 au 11/06/92 (cumul)	13/06/1992	<p><u>Agglomération vichyssoise</u></p> <p>*Hauterive, St-Yorre</p>	<p>*Crue de l'Allier à Vichy, Hauterive. Dégâts plus importants à St-Yorre où le camping et le centre omnisports ont été inondés.</p> <p>Maxi de la crue à St-Yorre: 4,53 m le 12/06 à 14 h.</p>

			*Mariol	*Pas mal de dégâts à la suite des orages de la nuit du 10 au 11 sur les biens publics, chemins communaux, habitations des particuliers.
24/06/1992	25-26/06/92	Pluies d'orages	*Saugues	*Très violent orage provoquant la crue de plusieurs ruisseaux en provenance de la Margeride. Gros dégâts sur la voirie, ainsi que sur les habitations (ruisseau St-Jean). Pas de grosse crue de la part de la Seuge. Quelques glissements de terrains sur la voirie départementale.
03/08/1992	05/08/1992	Pluies d'orages	*Bellevue-la-Montagne	*Dégâts importants après la crue éclair de l'Arzon.
21-22/09/92	23/09/1992	Pluies d'orages	*St-Vincent (Le Falgoux) *Vebret	*Inondation du bourg par le Mars *Inondation de la Sumène dans la traversée du village.
19-20/05/93	21/05/1993	Pluies d'orages	* Les Estables	*Fortes précipitations, mais aucun dégâts. Crues du Lignon (qui se montrait simplement menaçant à Tence), de la Gazeille (pas de dégâts).
21/06/1993	23/06/1993	Bourrasques d'orages	*Laschamps	*Gros coup de vent pendant un orage. Gros dégâts sur de nombreuses toitures. Plusieurs arbres déracinés, des lignes EDF sectionnées.
22/06/1993	23/06/1993	Pluies d'orages	* Riom	*Une cinquantaine d'appels chez les pompiers émanant de la plupart des quartiers de la ville.
22-23/06/93	24/06/1993	Pluies d'orages	*Brassac-les-Mines, Ste-Florine	*Réseau d'assainissement saturé. Déclenchement de plusieurs coulées de boue. Nombreuses maisons inondées. Plus de 150 interventions effectuées chez les pompiers. Les dégâts ont été plus importants à Brassac qu'à Ste-Florine.
	25/06/1993		*St-Géron	*Inondation du bourg. Concentration des eaux en provenance d'un coteau.
29/06/1993	30/06/1993	Pluies d'orages	*Langeac	*Crue de 2 ruisseaux. Inondation des habitations les plus proches (Chadernac et lotissement "Le Richet").
05/07/1993	06/07/1993	Pluies d'orages Bourrasques orageuses	<u>Partie Est de l'agglomération clermontoise</u> *Beauregard-l'évêque, Lezoux, Pont-du-Château, Lempdes, Cournon. *Mayet-de-Montagne (03) *Laprugne (03) *Busset (03) *Ferrières-sur-Sichon (03) *St-Haon *Mauris, Boisset *Chaudes-Aigues	*20 appartements inondés à Pont-du-Château, 10 à Lempdes, 20 à Cournon. *Des maisons ont été inondées ainsi que des entreprises de la zone artisanale. *Des toitures se sont affaissées. *Arbres déracinés et toitures affaissées. Sur 5 kilomètres, une soixantaine de sinistres ont été enregistrés. *Plusieurs habitations inondées. *Nombreux dégâts, l'ensemble de la commune à été touchée (routes, habitations à cause du ruissellement). Dégâts amplifiés par la crue du ruisseau de St-Haon. *Dégâts très importants à Boisset. Des torrents de boue ont dévalé des collines. Crue du "Moulègre". Nombreuses maisons inondées. Inondation du camping de Mauris. Crue de la "Rance". *77,5 mm sont tombés entre 21h30 et minuit, ce qui représente la deuxième plus forte hauteur d'eau du siècle en 24 h. Les dégâts en partie causés par la crue d'un ruisseau sont importants sur les biens publics.
14-15/08/93	16/08/1993	Bourrasques orageuses	*Vieillevie	*Une vingtaine d'arbres ont été arrachés et sont tombés sur un camping causant la mort d'une jeune fille.

11/10/1993 12/10/1993	14/10/1993	Pluies d'orages	*Tence	*Crue du Lignon. Quelques inondations dans les habitations riveraines.
Fin 12/93 Début 01/94	03/01/1994 04/01/1994	Episode océanique	*Entre Issoire et St-Floret *Lempdes *Cantal *Neussargues *Pour l'ensemble de l'Auvergne	*Débordement de la Couze Pavin (1 maison simplement inondée). *Montée de l'Alagnon dépassant sa côte d'alerte, mais pas de problèmes pour les riverains. *Montée de la Jordanne, de l'Authre, de la Cère (inondation des prés entre Vic et Arpajon), montée de l'ensemble des cours d'eau cantaliens (Alagnon, Rhue, Allanche). *Ruissellement le long des versants inondant 3 maisons. *L'Allier, la Sioule, le Sioulet, la Dore ont atteint leur côte d'alerte, mais dès le 3 la décrue s'est amorcé. Aucun dégâts signalés.
22/05/1994	23/05/1994 24/05/1994	Pluies d'orages Bourrasques	*Cusset, Bellerive, St-Yorre, Le Vernet, Abrest, Brugheas. *Le Donjon	*Une centaine d'interventions des pompiers dans l'agglomération vichyssoise. Dégâts très importants surtout à cause du vent (tuiles arrachées). Une toiture d'un lotissement H.L.M. fut arrachée par le vent à Vichy. Dégâts également importants au Vernet avec une quarantaine de maisons touchées par le vent. *Plusieurs toitures ont été emportées par les rafales.
08/06/1994	09/06/1994 10/06/1994	Pluies d'orages	*St-Germain-des-Fossés, Billy	*Inondations nombreuses à St-Germain. 120 interventions des pompiers. 36 mm sont tombés en 10 minutes!
17-18/07/94	19/07/1994	Pluies d'orages	*Vichy, Cusset, Bellerive	*70 interventions des pompiers pour des épuisements de caves.
28/07/1994	29/07/1994	Pluies d'orages	*Murat	*15 interventions des pompiers. Coupure de la N122. 48 personnes ont été évacuées du terrain de camping (au bord de l'Alagnon).
31/07/1994	01/08/1994	Pluies d'orages	*Le Mont-Dore *Le Chambon-sur-Lac *Super-Besse	*Glissements de terrains, laves torrentielles. Une centaine de campeurs évacués, la Dordogne se faisait menaçante. *Inondation du village par des eaux boueuses. Des voitures et des caravanes ont été transportées par la coulée. Dégâts très lourds sur les habitations et la voirie. Crue de la Couze de Chaudefour. 2 campings ont dû être évacués. Nombreux et gros dégâts sur les installations des touristes. 350 campeurs ont dû être relogés. La crue de la Couze fut également en grande partie responsable des graves dégâts observés à Besse. *Débordement du lac des Hermines. Inondation de la piscine et de la patinoire. Nombreuses coulées de boue venant s'échouer dans le lac. Gros dégâts sur les pistes et les remontées mécaniques. Inondations de garages et de sous-sols.
9 et 10/08	11/08/1994	Bourrasques d'orages	*Laroquebrou	*Nombreux dégâts sur le trajet de la bourrasque (arbres déracinés, lignes électriques coupées, toitures arrachées, routes obstruées).
23/08/1994	24/08/1994 25/08/1994	Pluies d'orages	*Ste-Sigolène	*15 interventions des pompiers. Inondations de sous-sols chez les particuliers (plusieurs dizaines) et dans 3 entreprises, dont une assez gravement.

23/09/1994	24/09/1994	Retour d'est	<p>*Agglo. Clermontoise</p> <p>*Arrest</p> <p>*Vergongheon</p> <p>*Dans le brivadois en général</p>	<p>*20 interventions des pompiers pour des caves inondées.</p> <p>*Inondations dans les cités ducellier (ruisselement urbain).</p> <p>*Une cinquantaine de personnes sinistrées par la crue de la Leuge.</p> <p>*Nombreux éboulements et quelques routes coupées par l'Allier.</p>
22/10/1994	23/10/1994	Pluies d'orages	*Thoras	*Crues des ruisseaux. Inondation de quelques habitations.
4 et 5/11/94	06/11/1994 07/11/1994	Episode combiné	<p><u>Excès liés à la crue de l'Alagnon</u></p> <p>*Murat</p> <p>*Neussargues</p> <p>*Ferrières-St-Mary, Massiac</p> <p>*Blesle, Babory-de-Blesle</p> <p>*Lanau, Lempdes</p> <p><u>Autres excès dans le département du Cantal</u></p> <p>*St-Flour</p> <p>*Andelat, Roffiac, St-Georges (agglo. de St-Flour)</p> <p><u>Excès liés à la crue de l'Allier</u></p> <p>*Langeac</p> <p>*Crespiat, Cohade</p> <p>*Vézezoux</p> <p>*Ste-Florine</p> <p>*Auzat</p> <p>*Cournon</p> <p>*Hameaux de Grigues et de Mégecoste (Ste-Florine)</p> <p><u>Excès dans le département de l'Allier</u></p>	<p>*Plusieurs éboulements ont affecté la voirie départementale.</p> <p>*Des habitations ont été inondées.</p> <p>*A Ferrières, des voitures ont été emportées. A Massiac, dans la zone du Bouteirou entièrement recouverte par les eaux, 5 personnes ont du être évacuées par hélicoptère.</p> <p>*Crue dépassant la cote record (3,80 m) du 25 mai 1964. Plusieurs habitations inondées. Du bétail emporté.</p> <p>*4 maisons et la station d'épuration inondées à Lanau; 12 habitations et le camping inondé à Lempdes.</p> <p>*16 résidences ont été inondées, mais les dégâts les plus importants ont été enregistrés dans les entreprises (dans la ville basse à cause du l'Ander).</p> <p>*Pas mal de dommages signalés. Une voiture a été emportée par la crue du l'Ander. Pour l'ensemble du Cantal, les pompiers sont intervenus une centaine de fois. Ils ont effectués :</p> <p>56 sorties dans l'arrondissement de St-Flour 34 dans celui d'Aurillac 10 dans celui de Mauriac</p> <p>*Les habitants de la plaine de Von ont durement subi la crue de l'Allier. Les campings de Langeac comme celui de Lavoûte-Chilhac ont été totalement immergés.</p> <p>L'Allier à 4 m le 5 en début d'après-midi.</p> <p>*Villages totalement isolés par la crue. Inondation des ruelles.</p> <p>*Evacuation d'un couple.</p> <p>*Evacuation de 4 personnes.</p> <p>*Inondations dans quelques habitations.</p> <p>*Le complexe sportif et près de 200 habitations ont été inondés par l'Allier.</p> <p>*Des habitations parfois durement touchées. Au pont d'Auzon, au plus fort de l'inondation, le 5 à 20h, la côte des eaux s'est hissée quasiment à celle de déc. 1973.</p>

			<p>*Gannat, Ebreuil</p> <p>*Montluçon *Villefranche-d'Allier, Doyet, Bézenet, Hérisson, Cosne-d'Allier</p> <p><u>Excès dans le département du Puy-de-Dôme</u></p> <p>*Romagnat *St-Amant-Tallende</p> <p><u>Dans le pays des Couzes</u> *Perrier, Meilhaud, St-Cirgues-sur-Couze, Tourzel-Ronzières, St-Floret *St-Vincent</p> <p>*Champeix *Lavaur</p> <p><u>Dans la vallée de la Sioule</u> *Pontgibaud</p> <p><u>Dans le pays de Thiers</u> *Ris *Maringues</p>	<p>*132 interventions des pompiers en particulier sur Chantelle, Gannat, Ebreuil. Crue de la Sioule, mais les problèmes sont surtout venus des petits affluents. Le plus virulent fut l'Andelot qui a traversé une habitation à Gannat. Plus importants ont été les dégâts provoqués par la Bouble. Des personnes ont du être évacuées à Chantelle-la-Vieille, Chareil-Cintrat, Fourille. Des sous-sols et des locaux ont également été inondés.</p> <p>*Inondations de caves et d'appartements (ruisselements urbains). *Mêmes problèmes.</p> <p>*3 pavillons ont été inondés par les eaux de ruissellement venues d'une colline. *Crues de la Veyre et de la Monne. Inondation de la caserne des pompiers et d'une quarantaine de caves. Terrains de sport de St-Amand et de Veyre-Monton ont été inondés.</p> <p>*Inondations causant des dégâts aux installations sportives, aux habitations, aux commerces et aux routes. *Coulée de boue qui a envahi les rues du village enfouissant des voitures à hauteur de roue. Des maisons ont été inondées. *La place de la mairie a été envahie par 1,50 m d'eau. Des magasins ont été inondés. *30 personnes évacuées.</p> <p>*50 maisons, des commerces, 1 hôtel-restaurant et le camping inondés.</p> <p>*Une habitation évacuée. *4 maisons (sous-sols) inondées.</p>
31/05 et 01/06/1995	02/06/1995	Pluies d'orages	*Séauve-sur-Semène, St-Victor-Malescours, Pont-Salomon, Aurec.	*Crue de la Semène. Inondations de caves, de locaux commerciaux et industriels.
13/07/1995	14/07/1995	Pluies d'orages	*Riom	*21 interventions des pompiers. Quelques dégâts restant mineurs.
31/07/1995	01/08/1995	Pluies d'orages	*Quinssaines	*Nombreux dommages, quelques inondations.
24/05/1996	26/05/1996	Pluies d'orages	<u>Emblavès, Yssingelais</u> *Yssingaux	Dégâts considérables et mort d'une jeune femme. Crues de la Suisse, du Ramel, de la Siaulne. Le pluviomètre d'Yssingaux a enregistré un cumul de 104 mm en seulement 3 heures ! Une soixantaine d'habitations ont été évacuées, 1300 appels de particuliers ont été dénombrés pour 200 interventions réalisées par les pompiers. *Nombreuses caves inondées et une voirie très endommagée. Une voiture a été

			<p>*Beaulieu, Rosières *St-Julien-du-Pinet, Bessamorel *Lavoûte, Beaulieu, Rosières, Malrevers</p>	<p>emportée avec sa conductrice par les eaux du Ramel. *Crue de la Suisse. Dégâts sur les ponts et la voirie. *Des canalisations d'eau et des installations électriques ont été temporairement coupées. *Nombreuses coulées de boue (nombreux dégâts).</p>
01/08/1996	02/08/1996	Pluies d'orages	*Dunières	32 appels chez les pompiers, une quinzaine de caves ont été inondées, des locaux commerciaux ont également été touchés.
11 et 12/11/96	<u>12-12/11/96</u> 14/11/1996 14/11/1996 15/11/1996	Episode combiné	<p><u>Vallée de la Loire (description d'amont en aval)</u></p> <p>*Coubon *Brives</p> <p>*Le Monteil (Peyredeyre)</p> <p>*Chadrac</p> <p>*Vorey</p> <p>*Bas-en-Basset *Aurec</p>	<p>Il s'agit de la crue la plus importante depuis 1980. Débit maxi. à Brives de 1 100 m3/seconde le 13 à 3h30 (1980 2 000 m3/s). Côte maxi. à Goudet de 6 mètres (8 mètres en 1980). *Inondation du plan d'eau, inondations d'habitations à Gendriac. *Inondation partielle de la plaine d'Audinet, dégâts restant légers en raison de la vitesse d'écoulement de la Loire qui est restée faible. Quelques dégâts dans l'entreprise "Gagne" *50 personnes évacuées. 5 maisons situées au lotissement du " Mazet" ont été inondées. 2 entreprises inondées. *Au monteil, une voiture a été emportée par les eaux. Une entreprise de transport a vu 40 de ses camions disparaître sous les eaux. Dégâts sur le terrain de tennis de la "petite Mer". Dégâts à la station d'épuration. Véhicules submergées au parking des tanneries. Evacuation des habitants de Bouteyre, toutefois, seules les caves ont été inondées. *1 entreprise inondée. 1 garage (vente et réparation de véhicule) inondé. 2 caravanes emportées. *1 entreprise inondée. *46 habitations inondées et 2 personnes évacuées. 80 personnes isolées par les eaux dans les villages de Nurol et Nurlets. 1 camping inondé. 1 entreprise inondée et une autre évacuée.</p>
			<p><u>Vallée du Lignon</u> *Pont-de-Lignon (confluence avec la Loire)</p> <p>*Tence *Le Chambon-sur-Lignon</p> <p><u>Vallée de l'Allier</u></p>	<p>*Une entreprise inondée. 3 maisons entièrement inondées. *1 entreprise inondée. Inondation des terrains de tennis, de foot, et du boulodrome. *Crue du Lignon. Evacuation de plusieurs bâtiments. *A Langeac, l'Allier a atteint la côte de 2,10 m le 13 à 17h40. Le camping fut inondé.</p>

9 -10/07/97	11/07/1997	Pluies d'orages	* Bas-en-Basset	*20 interventions des pompiers apparemment pour des inondations.
05/08/1997	06/08/1997	Pluies d'orages	<u>Agglomération clermontoise</u> * Beaumont, Aubière, Pérignat-lès-Sarliève * Aurec-sur-Loire * Bessay, St-Pourçain-sur-Sioule	*300 interventions des pompiers (plus de 400 appels) pour des inondations de caves et de sous-sols dans le secteur de la gare S.N.C.F. à Clermont. Dégâts dans certains commerces. Inondation au lycée professionnel de Romagnat. *Série d'interventions des pompiers pour des caves inondées. *Une quarentaine d'interventions des pompiers pour l'épuisement de caves.
10/08/1997	11/08/1997	Bourrasques d'orages	* Paulhaguet	*Dégâts importants sur les toitures, électricité coupée, inondations de caves.
21/08/1997	22/08/1997	Pluies d'orages	* Puy-Mary	*Laves torrentielles dans le cirque du Falgoux. 50 véhicules et 150 personnes bloquées. Fontanges a été inondée par l'Aspre, un camping a été évacué à St-Martin-Valmeroux (crue de la Maronne).
25/08/1997	26/08/1997 27/08/1997	Pluies d'orages	* Pont-du-Château * Vertaizon * Randan * Gerzat, Cébazat <u>Agglomération Vichyssoise</u> * Bellerive * Vichy	*Inondations de sous-sols, arbres arrachés, toitures envolées. *Coulées de boues. *Une quinzaine d'interventions des pompiers pour l'épuisement de caves. *Inondations de caves. 104 mm sont tombés en 16 heures. Le centre d'intervention de l'agglomération a reçu près de 300 appels. *6 personnes ont été évacuées à Bellerive, la partie basse de la ville ayant été touchée par la crue du Briandet. *Les parkings souterrains de Vichy ont été sérieusement touchés. Inondation de l'hippodrome.
04/05/1998	05/05/1998	Pluies d'orages	* Roannes-St-Mary * Reilhac, Naucelles, Jussac	*Plusieurs glissements de terrain se sont produits (1 blessé léger). *Une trentaine de caves inondées.
03/06/1998	04/06/1998	Pluies d'orages	* Le Puy	*Inondations de caves et de garages.
26/06/1998	27/06/1998	Pluies d'orages	* Le Puy	*216 interventions des pompiers pour plus d'1 millier d'appels, pour des caves et garages inondés.
01/07/1998	02/07/1998	Pluies d'orages	* Aurillac <u>Agglomération Clermontoise</u> * Peschadoires, Maringues	Dégâts limités. 60 appels chez les pompiers pour des inondations de caves. Inondations de caves, principalement dans les secteurs de Cébazat et de Gerzat, mais aussi à Beaumont. 200 appels ont été enregistrés chez les pompiers. *Quelques sous-sols inondés.
2 et 3/07	04/07/1998	Pluies d'orages	* Issoire	*Obstruction des égouts par la grêle, (pas plus de 5 mm de diamètre) associée à de fortes pluies. Inondations de sous-sols.

12/08/1998	13/08/1998	Pluies d'orages	*Vensat <u>Agglomération Clermontoise</u>	*Inondation du bourg par un torrent de boue envahissant les caves et les habitations en quelques minutes. Gros dégâts. Plus de 300 appels chez les pompiers pour des inondations de caves, dans le secteur sud, vers le Puy de Crouël et Aubière (2 grandes surfaces inondées).
04/09/1998	05/09/1998	Pluies d'orages	*Langeac	*Nombreuses caves inondées. 10 interventions des pompiers. Quelques interventions également dans le secteur de Lavoûte-Chilhac.
17-18/05/99	19/05/1999	Episode combiné	<u>Vallée de la Loire</u> *Coubon *Peyredeyre(Le Monteil) *St-Hostien, St-Etienne-Lardeyrol *Le Monastier *St-Julien-Chapteuil	Crue de la Loire et de ses affluents. Hauteurs de crue de la Loire à Goudet : 1,48 m à 0h le 18 ; 2,81 m à 3h ; 3,02 m à 6h. Hauteurs de crue de l'Allier à Langogne: 1,72 m à 0h le 18 ; 4,41 m à 6 h. Débit de 580 m3 de la Loire à Brives . Début de la décrue à 7h. Crue sur l'ensemble des affluents de rive droite: Laussonne, Gagne, Gazeille, Aubépin, Sumène. *Crue de la Laussonne. Une dizaine de personnes évacuées. Inondation du bouldrome *Evacuation de personnes au lotissement du "Mazet". *Certains quartiers ont été inondés. *Véritables torrents dans le bourg. *Interventions nombreuses des pompiers, ruissellement important dans les rues.
02/07/1999	04/07/1999	Pluies d'orages	*Issoire	*Caves et habitations inondées. 20 interventions des pompiers.
19/07/1999	20/07/1999	Pluies d'orages	*Clermont-Ferrand	*Une centaine d'interventions des pompiers. Le centre ville et le secteur de "la plaine" ont été les plus touchés. Nombreuses inondations de sous-sols.
06/08/1999	07/08/1999	Bourrasques d'orages	*Massif du Sancy *Clermont *Vichy *Mesples	*Evacuation d'une centaine de personnes (randonneurs). *Plus de 40 appels chez les pompiers. Dégâts liés aux vents. *Une vingtaine d'inondations. *Nombreux dégâts, arbres arrachés, toitures soufflées, cultures dévastées (maïs et tournesol). 95% de la commune a eu à pâtir de la tempête. St-Sauvier, Treignat, Viplaix, Courçais, St-Désiré, Nassigny, ont été touchés mais moins gravement.
06/09/1999	08/09/1999	Pluies d'orages	*Moulins	*74 interventions des pompiers.
24/09/1999	25/09/1999	Pluies d'orages	*St-Germain-des-Fossés	*Inondations de caves

Annexe 3A
Calcul des indices de vulnérabilité pour
les communes du département de l'Allier

	Densités			Otex		Nbre d'infras.			TX
	(valeurs)	(notes)	Coeff.7	(notes)	Coeff.3	(valeurs)	(notes)	Coeff.3	
Abrest	232	5	35	3	9	13	2	6	50
Agonges	15	1	7	2	6	0	1	3	16
Ainay	48	1	7	3	9	0	1	3	19
Andelaroche	13	1	7	2	6	0	1	3	16
Archignat	14	1	7	2	6	0	1	3	16
Arfeuilles	12	1	7	1	3	0	1	3	13
Arpheuilles	15	1	7	2	6	0	1	3	16
Arronnes	13	1	7	1	3	0	1	3	13
Aubigny	6	1	7	1	3	0	1	3	13
Audes	16	1	7	3	9	0	1	3	19
Aurouër	12	1	7	3	9	0	1	3	19
Autry	16	1	7	3	9	0	1	3	19
Avermes	254	6	42	3	9	16	2	6	57
Avrilly	16	1	7	2	6	0	1	3	16
Bagneux	11	1	7	1	3	0	1	3	13
Barberier	13	1	7	4	12	0	1	3	22
Barrais	9	1	7	2	6	0	1	3	16
Bayet	27	1	7	3	9	2	1	3	19
Beaulon	24	1	7	3	9	2	1	3	19
Beaune	11	1	7	2	6	0	1	3	16
Bègues	24	1	7	3	9	0	1	3	19
Bellenaves	29	1	7	1	3	1	1	3	13
Bellerive	445	7	49			10	2	6	55
Bert	11	1	7	2	6	1	1	3	16
Bessay	40	1	7	3	9	0	1	3	19
Besson	16	1	7	3	9	0	1	3	19
Bézenet	96	2	14	2	6	1	1	3	23
Billezois	22	1	7	2	6	0	1	3	16
Billy	91	2	14	4	12	1	1	3	29
Biozat	40	1	7	4	12	0	1	3	22
Bizeneuille	10	1	7	2	6	0	1	3	16
Blomard	9	1	7	1	3	0	1	3	13
Bost	16	1	7	2	6	0	1	3	16
Boucè	24	1	7	3	9	0	1	3	19
Bouchaud le	10	1	7	2	6	0	1	3	16
Bourbon	47	1	7	3	9	5	1	3	19
Braize	12	1	7	1	3	1	1	3	13
Bransat	33	1	7	5	15	2	1	3	25
Bresnay	16	1	7	5	15	1	1	3	25
Bressolles	41	1	7	3	9	1	1	3	19
Le Brethon	8	1	7	1	3	1	1	3	13
Le Breuil	16	1	7	2	6	1	1	3	16
Brout-Vernet	34	1	7	3	9	0	1	3	19
Brugheas	46	1	7	1	3	1	1	3	13
Busset	23	1	7	1	3	0	1	3	13
Buxières	25	1	7	2	6	3	1	3	16
La Celle	13	1	7	2	6	0	1	3	16
Cérilly	22	1	7	3	9	1	1	3	19
Cesset	29	1	7	5	15	0	1	3	25
La Chabanne	10	1	7	1	3	0	1	3	13
Chambérat	11	1	7	2	6	0	1	3	16
Chamblet	46	1	7	2	6	1	1	3	16
Chantelle	95	2	7	5	15	0	1	3	25
Chapeau	6	1	5	1	3	0	1	3	11
La Chapelaude	33	1	7	2	6	1	1	3	16
La Chapelle	16	1	7	2	6	0	1	3	16
La Chapelle-aux-Ch.	8	1	5	2	6	0	1	3	14
Chappes	12	1	7	3	9	0	1	3	19
Chareil	25	1	7	4	12	0	1	3	22
Charmeil	82	2	14	3	9	7	1	3	26
Charmes	36	1	7	4	12	0	1	3	22
Charroux	32	1	7	4	12	0	1	3	22
Chassenard	37	1	7	3	9	1	1	3	19
Château-sur-Allier	6	1	7	1	3	0	1	3	13
Châtel-de-N.	27	1	7	3	9	0	1	3	19
Châtel-Mont.	10	1	7	1	3	0	1	3	13
Châtelperron	7	1	7	2	6	0	1	3	16
Châtelus	20	1	7	2	6	0	1	3	16
Châtillon	21	1	7	2	6	0	1	3	16
Chavenon	9	1	7	2	6	0	1	3	16
Chavroches	25	1	7	3	9	1	1	3	19
Chazemais	13	1	7	3	9	0	1	3	19
Chemilly	33	1	7	3	9	0	1	3	19

Chevagnes	14	1	7	3	9	0	1	3	19
Chezelle	19	1	7	4	12	0	1	3	22
Chézy	6	1	7	3	9	0	1	3	19
Chirat	6	1	7	3	9	0	1	3	19
Chouvigny	18	1	7	2	6	0	1	3	16
Cindré	14	1	7	3	9	0	1	3	19
Cognat	44	1	7	4	12	0	1	3	22
Colombier	24	1	7	2	6	0	1	3	16
Commentry	344	7	49			14	2	6	55
Contigny	31	1	7	3	9	0	1	3	19
Cosne-d'A	95	2	14	3	9	3	1	3	26
Coulandon	35	1	7	3	9	0	1	3	19
Coulanges	13	1	7	3	9	0	1	3	19
Couleuvre	12	1	7	3	9	1	1	3	19
Courçais	12	1	7	3	9	0	1	3	19
Coutansouze	8	1	7	1	3	0	1	3	13
Couzon	15	1	7	3	9	0	1	3	19
Créchy	38	1	7	3	9	1	1	3	19
Cressanges	16	1	7	2	6	1	1	3	16
Creuzier-le-Neuf	88	2	14	4	12	3	1	3	29
Creuzier-le-Vieux	260	6	42	3	9	17	2	6	57
Cusset	419	7	49			40	4	12	61
Deneuille-lès-Chante	11	1	7	1	3	0	1	3	13
Deneuille-les-Mines	14	1	7	2	6	0	1	3	16
Désertines	557	7	49	*		4	1	3	52
Deux-Chaises	10	1	7	2	6	0	1	3	16
Diou	62	2	14	3	9	3	1	3	26
Domérat	248	5	35	2	6	5	1	3	44
Dompierre-sur-Besbr	76	2	14	3	9	10	2	6	29
Le Donjon	32	1	7	2	6	1	1	3	16
Doyet	42	1	7	2	6	1	1	3	16
Droiturier	17	1	7	2	6	0	1	3	16
Durdard	45	1	7	2	6	0	1	3	16
Ebreuil	53	2	14	1	3	2	1	3	20
Echassières	16	1	7	3	9	0	1	3	19
Escurolles	50	1	7	4	12	1	1	3	22
Espinasse	41	1	7	4	12	2	1	3	22
Estivareilles	92	2	14	3	9	3	1	3	26
Etroussat	46	1	7	4	12	1	1	3	22
Ferrières	15	1	7	1	3	0	1	3	13
La Ferté	15	1	7	4	12	1	1	3	22
Fleuriel	11	1	7	2	6	0	1	3	16
Fourilles	27	1	7	5	15	0	1	3	25
Franchesse	11	1	7	3	9	0	1	3	19
Gannat	158	4	28	3	9	12	2	6	43
Gannay	12	1	7	3	9	0	1	3	19
Garnat	39	1	7	2	6	0	1	3	16
Gennetines	14	1	7	2	6	1	1	3	16
Gipcy	8	1	7	1	3	0	1	3	13
Givarlais	15	1	7	2	6	0	1	3	16
Gouise	9	1	7	3	9	0	1	3	19
La Guillermie	13	1	7	1	3	0	1	3	13
Hauterive	131	3	21	3	9	11	2	6	36
Hérisson	22	1	7	2	6	0	1	3	16
Huriel	68	2	14	2	6	1	1	3	23
Hyds	19	1	7	2	6	0	1	3	16
Isle-et-Bardais	7	1	7	1	3	1	1	3	13
Isserpent	18	1	7	2	6	1	1	3	16
Jaligny	72	2	14	3	9	1	1	3	26
Jenzat	39	1	7	4	12	0	1	3	22
Laféline	7	1	7	2	6	0	1	3	16
Lalizolle	13	1	7	1	3	1	1	3	13
Lamaids	17	1	7	2	6	1	1	3	16
Langy	30	1	7	4	12	0	1	3	22
Lapalisse	101	3	21	3	9	9	1	3	33
Laprugne	12	1	7	1	3	1	1	3	13
Lavault	128	3	21	2	6	4	1	3	30
Lavoine	10	1	7	1	3	0	1	3	13
Lenax	10	1	7	2	6	0	1	3	16
Lételon	23	1	7	3	9	0	1	3	19
Liernolles	8	1	7	2	6	0	1	3	16
Lignerolles	48	1	7	2	6	0	1	3	16
Limoise	13	1	7	2	6	1	1	3	16
Loddes	8	1	7	2	6	0	1	3	16
Loriges	34	1	7	4	12	0	1	3	22
Louchy	80	2	14	4	12	0	1	3	29
Louroux-Bourbonnais	7	1	7	2	6	0	1	3	16
Louroux-de-Beaune	17	1	7	2	6	0	1	3	16
Louroux-de-Bouble	17	1	7	2	6	0	1	3	16
Louroux-Hodement	10	1	7	2	6	0	1	3	16
Luneau	11	1	7	2	6	0	1	3	16
Lurcy	29	1	7	3	9	4	1	3	19
Lusigny	32	1	7	3	9	5	1	3	19

Magnet	55	2	14	3	9	1	1	3	26
Maillet	12	1	7	3	9	0	1	3	19
Malicorne	69	2	14	7	21	3	1	3	38
Marcenat	17	1	7	4	12	0	1	3	22
Marcillat	26	1	7	2	6	1	1	3	16
Marigny	12	1	7	3	9	0	1	3	19
Mariol	70	2	14	2	6	0	1	3	23
Mayet-d'Ecole	38	1	7	4	12	0	1	3	22
Mayet-de-Montagne	55	2	14	2	6	4	1	3	23
Mazerier	38	1	7	4	12	0	1	3	22
Mazirat	13	1	7	2	6	0	1	3	16
Meaulne	36	1	7	3	9	3	1	3	19
Meillard	11	1	7	5	15	0	1	3	25
Meillers	7	1	7	1	3	1	1	3	13
Mercy	10	1	7	2	6	0	1	3	16
Mesples	8	1	7	3	9	0	1	3	19
Molinet	45	1	7	2	6	6	1	3	16
Molles	26	1	7	2	6	0	1	3	16
Monestier	9	1	7	3	9	0	1	3	19
Monétay-sur-A.	39	1	7	3	9	0	1	3	19
Monétay-sur-L.	11	1	7	3	9	0	1	3	19
Montaigut-le-Blin	27	1	7	3	9	0	1	3	19
Montaiguet	14	1	7	2	6	0	1	3	16
Montbeugny	17	1	7	1	3	1	1	3	13
Montcombroux	18	1	7	2	6	0	1	3	16
Monteignet	29	1	7	4	12	0	1	3	22
Le Montet	284	6	42	2	6	1	1	3	51
Montilly	23	1	7	2	6	0	1	3	16
Montluçon	2001	7	49	*		111	7	21	70
Montmarault	185	4	28	3	9	2	1	3	40
Montoldre	32	1	7	3	9	0	1	3	19
Montord	53	2	14	3	9	0	1	3	26
Montvicq	68	2	14	2	6	0	1	3	23
Moullins	2543	7	49	*		47	4	12	61
Murat	15	1	7	2	6	0	1	3	16
Nades	16	1	7	1	3	0	1	3	13
Nassigny	8	1	7	3	9	0	1	3	19
Naves	13	1	7	4	12	0	1	3	22
Néris	82	2	14	2	6	0	1	3	23
Neuilly-en-Donjon	9	1	7	2	6	0	1	3	16
Neuilly-le-Réal	28	1	7	3	9	1	1	3	19
Neure	14	1	7	3	9	0	1	3	19
Neuvy	79	2	14	3	9	1	1	3	26
Nizerolles	17	1	7	2	6	1	1	3	16
Noyant	39	1	7	3	9	0	1	3	19
Paray-le-Frésil	11	1	7	3	9	0	1	3	19
Paray-sous-Briailles	24	1	7	4	12	2	1	3	22
Pérgny	15	1	7	3	9	0	1	3	19
Petite-Marche	14	1	7	2	6	0	1	3	16
Pierrefitte	21	1	7	3	9	0	1	3	19
Le Pin	17	1	7	2	6	1	1	3	16
Poezat	61	2	14	4	12	0	1	3	29
Pouzy	12	1	7	3	9	0	1	3	19
Prémilhat	94	2	14	3	9	5	1	3	26
Quinssaines	42	1	7	2	6	4	1	3	16
Reugny	36	1	7	2	6	0	1	3	16
Rocles	17	1	7	2	6	1	1	3	16
Rongères	63	2	14	4	12	1	1	3	29
Ronnet	9	1	7	2	6	0	1	3	16
St-Angel	27	1	7	3	9	0	1	3	19
St-Aubin	13	1	7	2	6	2	1	3	16
St-Bonnet-le-Four	12	1	7	2	6	0	1	3	16
St-Bonnet-de-Rochefort	40	1	7	4	12	3	1	3	22
St-Bonnet-de-Tronçais	28	1	7	1	3	1	1	3	13
St-Caprais	5	1	7	3	9	0	1	3	19
St-Christophe	17	1	7	3	9	0	1	3	19
St-Clément	13	1	7	1	3	0	1	3	13
St-Désiré	11	1	7	4	12	0	1	3	22
St-Didier-en-Dojon	9	1	7	2	6	0	1	3	16
St-Didier-la-Forêt	11	1	7	1	3	1	1	3	13
St-Eloy	5	1	7	3	9	0	1	3	19
St-Ennemon	16	1	7	3	9	1	1	3	19
St-Etienne-de-Vicq	22	1	7	2	6	0	1	3	16
St-Fargeol	21	1	7	2	6	0	1	3	16
St-Felix	48	1	7	4	12	0	1	3	22
St-Genest	23	1	7	2	6	0	1	3	16
St-Gérand-de-Vaux	12	1	7	3	9	1	1	3	19
St-Gérand-le-Puy	53	2	14	3	9	2	1	3	26
St-Germain-de-Salles	36	1	7	3	9	4	1	3	19
St-Germain-des-Fossés	444	7	49			12	2	6	55
St-Hilaire	27	1	7	3	9	0	1	3	19
St-Léger	17	1	7	2	6	0	1	3	16
St-Léon	19	1	7	3	9	1	1	3	19

St-Léopardin	8	1	7	3	9	0	1	3	19
St-Loup	33	1	7	4	12	0	1	3	22
St-Marcel-en-Marcilla	13	1	7	3	9	0	1	3	19
St-Marcel-en-Murat	9	1	7	3	9	0	1	3	19
St-Martin-des-Lais	8	1	7	3	9	0	1	3	19
St-Martinien	20	1	7	2	6	0	1	3	16
St-Menoux	34	1	7	3	9	0	1	3	19
St-Nicolas-des-Biefs	6	1	7	1	3	0	1	3	13
St-Palais	10	1	7	3	9	0	1	3	19
St-Pierre-Laval	15	1	7	2	6	0	1	3	16
St-Plaisir	8	1	7	2	6	0	1	3	16
St-Pont	36	1	7	3	9	0	1	3	19
St-Pourçain-sur-Best	13	1	7	3	9	0	1	3	19
St-Pourçain-sur-Siou	148	3	21	5	15	12	2	6	42
St-Priest-D'andelot	15	1	7	3	9	0	1	3	19
St-Priest-en-Murat	9	1	7	2	6	0	1	3	16
St-Prix	37	1	7	2	6	0	1	3	16
St-Rémy-en-Rollat	70	2	14	3	9	0	1	3	26
St-Sauvier	10	1	7	3	9	0	1	3	19
St-Sornin	12	1	7	2	6	0	1	3	16
St-Victor	84	2	14	3	9	24	3	9	32
St-Voir	8	1	7	3	9	0	1	3	19
St-Yorre	447	7	49			7	1	3	52
Ste-Thérèence	14	1	7	2	6	0	1	3	16
Saigny	13	1	7	3	9	2	1	3	19
Sanssat	33	1	7	3	9	0	1	3	19
Saulcet	76	2	14	3	9	0	1	3	26
Saulzet	36	1	7	4	12	0	1	3	22
Sauvagny	5	1	7	2	6	0	1	3	16
Sazeret	8	1	7	2	6	0	1	3	16
Serbannes	48	1	7	1	3	1	1	3	13
Servilly	21	1	7	2	6	0	1	3	16
Seuillet	42	1	7	4	12	0	1	3	22
Sorbier	18	1	7	2	6	0	1	3	16
Souvigny	44	1	7	3	9	1	1	3	19
Sussat	13	1	7	4	12	0	1	3	22
Target	9	1	7	2	6	0	1	3	16
Taxat	15	1	7	4	12	0	1	3	22
Teillet	21	1	7	2	6	0	1	3	16
Terjat	13	1	7	2	6	0	1	3	16
Theil	14	1	7	2	6	0	1	3	16
Theneuille	10	1	7	2	6	1	1	3	16
Thionne	11	1	7	2	6	0	1	3	16
Tortezais	6	1	7	2	6	0	1	3	16
Toulon	28	1	7	4	12	5	1	3	22
Treban	14	1	7	2	6	0	1	3	16
Treignat	16	1	7	1	3	1	1	3	13
Treteau	16	1	7	3	9	2	1	3	19
Trévol	33	1	7	3	9	3	1	3	19
Trézelles	22	1	7	3	9	0	1	3	19
Tronget	30	1	7	2	6	0	1	3	16
Urçay	24	1	7	1	3	0	1	3	13
Ussel	18	1	7	4	12	0	1	3	22
Valignat	25	1	7	4	12	0	1	3	22
Valigny	21	1	7	2	6	0	1	3	16
Vallon	45	1	7	2	6	3	1	3	16
Varennes-sur-Allier	169	4	28	3	9	5	1	3	40
Varennes-sur-Tèche	14	1	7	2	6	0	1	3	16
Vaumas	16	1	7	2	6	1	1	3	16
Vaux	53	2	14	3	9	2	1	3	26
Veauce	13	1	7	3	9	0	1	3	19
Venas	8	1	7	2	6	0	1	3	16
Vendat	117	3	21	3	9	0	1	3	33
Verneix	19	1	7	2	6	0	1	3	16
Le Vernet	157	4	28	2	6	0	1	3	37
Verneuil	20	1	7	5	15	0	1	3	25
Vernusse	10	1	7	2	6	0	1	3	16
Le Veurdre	27	1	7	2	6	1	1	3	16
Vichy	4535	7	49	*		47	4	12	61
Vicq	23	1	7	4	12	0	1	3	22
Vieure	9	1	7	3	9	0	1	3	19
Le Vilhain	10	1	7	2	6	0	1	3	16
Villebret	67	2	14	3	9	0	1	3	26
Villefranche-d'Allier	33	1	7	3	9	6	1	3	19
Villeneuve	36	1	7	4	12	0	1	3	22
Viplaix	10	1	7	3	9	0	1	3	19
Vitray	4	1	7	1	3	0	1	3	13
Voussac	13	1	7	2	6	0	1	3	16
Ygrande	15	1	7	2	6	0	1	3	16
Yzeure	294	6	42	3	9	41	4	12	63

Annexe 3B

Calcul des indices de vulnérabilité pour les communes du département du Puy-de-Dôme

	Densités			Otex			Nbre d'infras			TX
	(valeurs)	(notes)	Coef.7	(notes)	Coef.3	(valeurs)	(notes)	Coef.3		
Aigueperse	238	5	35	4	12	2	1	3	50	
Aix	8	1	7	1	3	0	1	3	13	
Ambert	121	3	21	1	3	3	3	9	33	
Ancizes	86	2	14	1	3	2	1	3	20	
Antoingt	43	1	7	3	9	0	1	3	19	
Anzat	4	1	7	2	6	0	1	3	16	
Apchat	6	1	7	2	6	0	1	3	16	
Arconsat	32	1	7	1	3	3	1	3	13	
Ardes	33	1	7	2	6	1	1	3	16	
Arlanc	63	2	14	2	6	7	1	3	23	
Ars	15	1	7	1	3	0	1	3	13	
Artonne	44	1	7	4	12	0	1	3	22	
Aubiat	49	1	7	4	12	0	1	3	22	
Aubière	1294	7	49	*		49	4	12	61	
Aubusson	32	1	7	2	6	0	1	3	16	
Augerolles	27	1	7	1	3	2	1	3	13	
Augnat	14	1	7	3	9	1	1	3	19	
Aulhat	35	1	7	2	6	0	1	3	16	
Aulnat	1066	7	49	*		8	1	3	52	
Aurières	19	1	7	2	6	0	1	3	16	
Authezat	86	2	14	4	12	0	1	3	29	
Auzat	160	4	28	3	9	1	1	3	40	
Auzelles	10	1	7	1	3	0	1	3	13	
Avèze	11	1	7	2	6	0	1	3	16	
Ayat	9	1	7	2	6	0	1	3	16	
Aydat	33	1	7	1	3	0	1	3	13	
Baffie	10	1	7	1	3	0	1	3	13	
Bagnols	13	1	7	2	6	0	1	3	16	
Bansat	20	1	7	1	3	0	1	3	13	
Bas-et-Lezat	17	1	7	1	3	0	1	3	13	
Beaulieu	46	1	7	3	9	0	1	3	19	
Beaumont	2679	7	49	*		11	1	3	52	
Beaumont-lès-Rand	32	1	7	4	12	0	1	3	22	
Beauregard-l'Evêque	96	2	14	4	12	0	1	3	29	
Beauregard-Vendon	102	2	14	4	12	0	1	3	29	
Bergonne	58	2	14	4	12	0	1	3	29	
Bertignat	20	1	7	1	3	1	1	3	13	
Besse	23	1	7	2	6	4	1	3	16	
Beurières	21	1	7	1	3	0	1	3	13	
Billom	250	5	35	4	12	2	1	3	50	
Biollet	17	1	7	2	6	0	1	3	16	
Blanzat	563	7	49			1	1	3	52	
Blot	14	1	7	2	6	0	1	3	16	
Bongheat	22	1	7	1	3	0	1	3	13	
Bort	29	1	7	2	6	0	1	3	16	
Boudes	32	1	7	3	9	0	1	3	19	
La Bourboule	160	4	28	1	3	2	1	3	34	
Bourg-Lastic	25	1	7	2	6	0	1	3	16	
Bouzel	120	3	21	4	12	1	1	3	36	
Brassac	451	7	49			5	1	3	52	
Brenat	53	2	14	3	9	0	1	3	26	
Le Breuil	146	3	21	3	9	1	1	3	33	
Briffons	8	1	7	1	3	0	1	3	13	
Le Broc	34	1	7	4	12	1	1	3	22	
Bromont	20	1	7	2	6	0	1	3	16	
Brousse	14	1	7	1	3	0	1	3	13	
Le Brugeron	10	1	7	1	3	1	1	3	13	
Bulhon	29	1	7	3	9	0	1	3	19	
Busséol	33	1	7	3	9	0	1	3	19	
Bussièrès	9	1	7	2	6	0	1	3	16	
Bussièrès-et-Pruns	26	1	7	4	12	0	1	3	22	
Buxières	22	1	7	2	6	0	1	3	16	
Cébazat	778	7	49	*		31	3	9	58	
Ceilloux	17	1	7	2	6	0	1	3	16	
La Celle	6	1	7	1	3	13	1	3	13	
Celles-sur-Durolle	49	1	7	1	3	0	1	3	13	
La Cellette	13	1	7	2	6	0	1	3	16	
Cellule	77	2	14	4	12	1	1	3	29	
Le Cendre	1154	7	49	*		4	1	3	52	
Ceyrat	598	7	49			1	1	3	52	
Ceyssat	15	1	7	1	3	0	1	3	13	
Chabreloche	138	3	21	1	3	5	1	3	27	
Chadeleuf	73	2	14	4	12	0	1	3	29	
Chalus	24	1	7	3	9	0	1	3	19	
Chamalières	4811	7	49	*		27	3	9	58	
Chambon-sur-Dolore	9	1	7	1	3	0	1	3	13	
Chambon-sur-Lac	8	1	7	2	6	0	1	3	16	
Chaméane	12	1	7	1	3	0	1	3	13	
Champagnat	10	1	7	1	3	0	1	3	13	
Champeix	94	2	14	3	9	0	1	3	26	

Champetières	14	1	7	1	3	0	1	3	13
Champs	17	1	7	3	9	0	1	3	19
Chanat	51	1	7	1	3	0	1	3	13
Chanonat	112	3	21	3	9	0	1	3	33
Chapdes	30	1	7	2	6	0	1	3	16
Chapelle-Agnon	16	1	7	1	3	1	1	3	13
Chapelle-Marcousse	4	1	7	2	6	0	1	3	16
Chapelle-sur-Usson	10	1	7	1	3	1	1	3	13
Chappes	113	3	21	4	12	6	1	3	36
Chaptuzat	44	1	7	4	12	1	1	3	22
Charbonnier-les-Mines	248	5	35	4	12	0	1	3	50
Charbonnières-les-Vieilles	38	1	7	1	3	1	1	3	13
Charbonnières-les-Vieilles	26	1	7	2	6	0	1	3	16
Charensat	12	1	7	2	6	0	1	3	16
Charnat	37	1	7	3	9	0	1	3	19
Chas	83	2	14	4	12	0	1	3	29
Chassagne	7	1	7	1	3	0	1	3	13
Chastreix	6	1	7	2	6	0	1	3	16
Château-sur-Cher	9	1	7	2	6	0	1	3	16
Chateaugay	326	7	49			3	1	3	52
Chateaufort-les-Bains	18	1	7	2	6	1	1	3	16
Châteldon	26	1	7	1	3	0	1	3	13
Châtelguyon	373	7	49			2	1	3	52
La Chaume	10	1	7	1	3	0	1	3	13
Chaumont-le-Bourg	24	1	7	1	3	0	1	3	13
Chauriat	131	3	21	4	12	0	1	3	36
Chavaroux	77	2	14	4	12	0	1	3	29
Le Cheix	130	3	21	4	12	0	1	3	36
Chidrac	106	3	21	4	12	0	1	3	36
Cisternes	14	1	7	2	6	0	1	3	16
Clémensat	25	1	7	4	12	0	1	3	22
Clerlande	37	1	7	4	12	0	1	3	22
Clermont	3214	7	49	*		457	7	21	70
Collanges	33	1	7	3	9	0	1	3	19
Combrailles	10	1	7	1	3	0	1	3	13
Combronde	104	3	21	1	3	2	1	3	27
Compains	3	1	7	2	6	0	1	3	16
Condat-en-Combraille	11	1	7	2	6	0	1	3	16
Condat-les-Montbois	10	1	7	1	3	0	1	3	13
Corent	212	5	35	5	15	0	1	3	53
Coudes	186	4	28	3	9	4	1	3	40
Courgoul	7	1	7	1	3	0	1	3	13
Cournols	22	1	7	2	6	0	1	3	16
Coumon	1015	7	49	*		70	6	18	67
Coupière	145	3	21	3	9	18	1	3	33
Le Crest	165	4	28	3	9	0	1	3	40
Creste	9	1	7	2	6	0	1	3	16
Crevant	42	1	7	3	9	0	1	3	19
Cros	10	1	7	1	3	0	1	3	13
Crouzille	15	1	7	2	6	0	1	3	16
Culhat	47	1	7	4	12	0	1	3	22
Cunhat	46	1	7	1	3	0	1	3	13
Dallet	153	4	28	4	12	2	1	3	43
Dauzat	5	1	7	2	6	0	1	3	16
Davayat	219	5	35	4	12	0	1	3	50
Dormaise	22	1	7	2	6	0	1	3	16
Doranges	8	1	7	1	3	0	1	3	13
Dorat	33	1	7	1	3	0	1	3	13
Dore	25	1	7	1	3	1	1	3	13
Durmignat	15	1	7	2	6	0	1	3	16
Durtol	505	7	49	*		3	1	3	52
Echandelys	10	1	7	1	3	0	1	3	13
Effiat	37	1	7	4	12	1	1	3	22
Egliseneuve-d'Entrailles	10	1	7	2	6	0	1	3	16
Egliseneuve-des-Près	17	1	7	1	3	0	1	3	13
Egliseneuve-près-Billey	41	1	7	3	9	0	1	3	19
Eglisolles	11	1	7	1	3	0	1	3	13
Ennezat	112	3	21	4	12	4	1	3	36
Entrailles	58	2	14	4	12	0	1	3	29
Enval	278	6	42	3	9	6	1	3	54
Escoutoux	41	1	7	1	3	7	1	3	13
Espinasse	12	1	7	2	6	0	1	3	16
Espinhal	12	1	7	2	6	0	1	3	16
Espirat	56	2	14	4	12	0	1	3	29
Estandeuil	29	1	7	1	3	0	1	3	13
Esteil	13	1	7	1	3	0	1	3	13
Fayet-le-Château	17	1	7	1	3	0	1	3	13
Fayet-Ronaye	7	1	7	1	3	0	1	3	13
Fernoel	10	1	7	2	6	0	1	3	16
Flat	91	2	14	3	9	0	1	3	26
La Forie	132	3	21	2	6	2	1	3	30
Fournols	17	1	7	1	3	1	1	3	13
Gelles	19	1	7	2	6	0	1	3	16
Gerzat	557	7	49	*		27	3	9	58
Giat	20	1	7	2	6	0	1	3	16
Gignat	65	2	14	4	12	0	1	3	29
Gimeaux	145	3	21	3	9	0	1	3	33
Glaine-Montaigut	37	1	7	3	9	0	1	3	19
La Godivelle	2	1	7	2	6	0	1	3	16
La Goutelle	24	1	7	1	3	0	1	3	13

Gouttières	15	1	7	2	6	0	1	3	16
Grandeyrolles	10	1	7	1	3	0	1	3	13
Grandrif	8	1	7	1	3	0	1	3	13
Grandval	12	1	7	1	3	0	1	3	13
Herment	37	1	7	2	6	0	1	3	16
Heume	8	1	7	2	6	0	1	3	16
Isserteaux	19	1	7	2	6	1	1	3	16
Issoire	699	7	49	*		35	3	9	58
Job	25	1	7	1	3	0	1	3	13
Joserand	28	1	7	3	9	0	1	3	19
Joze	48	1	7	4	12	0	1	3	22
Jumeaux	94	2	14	4	12	0	1	3	29
Labessette	9	1	7	2	6	0	1	3	16
Lachaux	12	1	7	1	3	0	1	3	13
Lamontgie	70	2	14	4	12	0	1	3	29
Landogne	12	1	7	2	6	1	1	3	16
Lapeyrouse	16	1	7	2	6	1	1	3	16
Laps	70	2	14	4	12	0	1	3	29
Laqueuille	17	1	7	2	6	2	1	3	16
Larodde	16	1	7	1	3	0	1	3	13
Lastic	7	1	7	1	3	0	1	3	13
Lempdes	683	7	49	*		22	2	6	55
Lempty	55	2	14	4	12	1	1	3	29
Lezoux	143	3	21	3	9	6	1	3	33
Limons	42	1	7	3	9	0	1	3	19
Lisseuil	14	1	7	1	3	0	1	3	13
Loubeyrat	36	1	7	2	6	0	1	3	16
Ludesse	42	1	7	3	9	0	1	3	19
Lussat	78	2	14	4	12	1	1	3	29
Luzillat	33	1	7	4	12	0	1	3	22
Madriat	23	1	7	3	9	0	1	3	19
Malauzat	149	3	21	3	9	0	1	3	33
Malintrat	107	3	21	4	12	2	1	3	36
Manglieu	19	1	7	2	6	0	1	3	16
Manzat	32	1	7	2	6	0	1	3	16
Marat	28	1	7	1	3	0	1	3	13
Marcillat	17	1	7	3	9	1	1	3	19
Mareugheol	21	1	7	3	9	0	1	3	19
Maringues	113	3	21	4	12	4	1	3	36
Marsac	27	1	7	1	3	2	1	3	13
Marsat	279	6	42	3	9	1	1	3	54
Martres-d'Artières	88	2	14	4	12	0	1	3	29
Martres-de-Veyre	422	7	49			2	1	3	52
Martres-sur-Morge	58	2	14	4	12	0	1	3	29
Mauzun	65	2	14	2	6	0	1	3	23
Mayres	14	1	7	1	3	0	1	3	13
Mazaye	26	1	7	2	6	1	1	3	16
Mazoires	2	1	7	2	6	0	1	3	16
Medeyrolles	6	1	7	1	3	0	1	3	13
Meilhaud	85	2	14	4	12	0	1	3	29
Menat	30	1	7	1	3	0	1	3	13
Ménérol	190	4	28	4	12	3	1	3	43
Messeix	34	1	7	2	6	0	1	3	16
Mezel	179	4	28	4	12	1	1	3	43
Mirefleurs	198	4	28	3	9	0	1	3	40
Miremont	9	1	7	2	6	0	1	3	16
Moissat	58	2	14	4	12	0	1	3	29
Le Monestier	10	1	7	1	3	0	1	3	13
Monnerie-le-Montel	482	7	49			28	3	9	58
Mons	25	1	7	4	12	0	1	3	22
Mont-Dore	47	1	7	1	3	2	1	3	13
Montaigut	138	3	21	2	6	2	1	3	30
Montaigut-le-Blanc	27	1	7	3	9	0	1	3	19
Montcel	28	1	7	2	6	0	1	3	16
Montel-de-Gelat	21	1	7	2	6	0	1	3	16
Montfermy	11	1	7	1	3	0	1	3	13
Montmorin	38	1	7	3	9	0	1	3	19
Montpensier	44	1	7	3	9	0	1	3	19
Montpeyroux	100	2	14	4	12	0	1	3	29
Moriat	31	1	7	3	9	0	1	3	19
Moureuille	16	1	7	2	6	0	1	3	16
La Moutade	70	2	14	4	12	0	1	3	29
Mozac	906	7	49	*		7	1	3	52
Murat-le-Caire	43	1	7	2	6	0	1	3	16
Murol	37	1	7	2	6	0	1	3	16
Nébouzat	29	1	7	2	6	1	1	3	16
Néronde	53	2	14	1	3	1	1	3	20
Neschers	69	2	14	4	12	1	1	3	29
Neuf-Eglise	18	1	7	1	3	0	1	3	13
Neuville	27	1	7	3	9	0	1	3	19
Noalhat	31	1	7	2	6	0	1	3	16
Nohanent	428	7	49			0	1	3	52
Nonette	38	1	7	3	9	0	1	3	19
Novacelles	10	1	7	1	3	0	1	3	13
Olby	30	1	7	2	6	0	1	3	16
Ollergues	55	2	14	1	3	2	1	3	20
Olloux	19	1	7	2	6	0	1	3	16
Olmet	9	1	7	1	3	0	1	3	13
Orbeil	73	2	14	3	9	0	1	3	26
Orcet	447	7	49			1	1	3	52

Orcines	72	2	14	2	6	2	1	3	23
Orcival	9	1	7	1	3	0	1	3	13
Orléat	61	2	14	3	9	4	1	3	26
Orsonnette	68	2	14	4	12	0	1	3	29
Palladuc	37	1	7	1	3	6	1	3	13
Pardines	35	1	7	4	12	0	1	3	22
Parent	172	4	28	3	9	0	1	3	40
Parentignat	133	3	21	3	9	0	1	3	33
Paslières	49	1	7	1	3	1	1	3	13
Pérignat-lès-Sarlièvre	565	7	49	*		1	1	3	52
Pérignat-sur-Allier	254	6	42	4	12	1	1	3	57
Perpezat	11	1	7	2	6	0	1	3	16
Perrier	122	3	21	4	12	0	1	3	36
Peschadoires	94	2	14	1	3	17	2	6	23
Peslières	8	1	7	1	3	0	1	3	13
Pessat	75	2	14	4	12	1	1	3	29
Picherande	10	1	7	2	6	0	1	3	16
Pignols	23	1	7	1	3	0	1	3	13
Pionsat	41	1	7	2	6	1	1	3	16
Plauzat	75	2	14	4	12	0	1	3	29
Pont-du-Château	411	7	49			18	2	6	55
Pontaurmur	56	2	14	2	6	0	1	3	23
Pontgibaud	169	4	28	2	6	0	1	3	37
Pouzol	14	1	7	2	6	0	1	3	16
Les Pradeaux	54	2	14	3	9	0	1	3	26
Prompsat	88	2	14	4	12	0	1	3	29
Prondines	9	1	7	1	3	0	1	3	13
Pulvérières	21	1	7	2	6	0	1	3	16
Puy-Guillaume	105	3	21	3	9	3	1	3	33
Puy-st-Gulmier	8	1	7	2	6	0	1	3	16
Le Quartier	10	1	7	2	6	0	1	3	16
Queuille	25	1	7	1	3	0	1	3	13
Randan	87	2	14	4	12	4	1	3	29
Ravel	66	2	14	1	3	6	1	3	20
Reignat	59	2	14	4	12	0	1	3	29
La Renaudie	9	1	7	1	3	0	1	3	13
Rentières	7	1	7	2	6	0	1	3	16
Riom	580	7	49	*		37	3	9	58
Ris	43	1	7	2	6	0	1	3	16
Roche-Blanche	251	5	35	3	9	11	2	6	50
Roche-Charles-la-Ma	3	1	7	2	6	0	1	3	16
Roche-d'Agoux	15	1	7	2	6	0	1	3	16
Roche-Noire	155	4	28	1	3	1	1	3	34
Rochefort	52	1	7	2	6	0	1	3	16
Romagnat	486	7	49			19	2	6	55
Royat	704	7	49	*		1	1	3	52
Saillant	15	1	7	1	3	0	1	3	13
St-Agoulin	26	1	7	3	9	0	1	3	19
St-Alyre-d'Aranc	8	1	7	1	3	1	1	3	13
St-Alyre-ès-Montagn	4	1	7	2	6	0	1	3	16
St-Amant-Roche-S.	22	1	7	1	3	0	1	3	13
St-Amant-Talende	342	7	49			1	1	3	52
St-André-le-Coq	26	1	7	4	12	0	1	3	22
St-Angel	20	1	7	1	3	0	1	3	13
St-Anthème	12	1	7	1	3	0	1	3	13
St-Avit	14	1	7	2	6	1	1	3	16
St-Babel	39	1	7	4	12	1	1	3	22
St-Beauzire	115	3	21	4	12	3	1	3	36
St-Bonnet-Le-Bourg	6	1	7	1	3	0	1	3	13
St-Bonnet-le-Chastel	11	1	7	1	3	0	1	3	13
St-Bonnet-ès-Allier	134	3	21	4	12	0	1	3	36
St-Bonnet-près-Orciv	25	1	7	2	6	0	1	3	16
St-Bonnet-près-Riom	212	5	35	4	12	0	1	3	50
St-Cirgues-sur-C.	177	4	28	4	12	0	1	3	43
St-Clément-de-Régn.	29	1	7	4	12	0	1	3	22
St-Clément-de-Valor	16	1	7	1	3	0	1	3	13
St-Denis-Com.	21	1	7	4	12	0	1	3	22
St-Dier	27	1	7	2	6	1	1	3	16
St-Diery	17	1	7	1	3	1	1	3	13
St-Donat	8	1	7	2	6	0	1	3	16
St-Eloy-la-Glacière	5	1	7	1	3	0	1	3	13
St-Eloy-les-Mines	187	4	28	2	6	10	2	6	40
St-Etienne-des-Ch.	6	1	7	2	6	0	1	3	16
St-Etienne-sur-Usson	15	1	7	1	3	0	1	3	13
St-Ferréol-des-Côtes	38	1	7	1	3	0	1	3	13
St-Floret	20	1	7	1	3	0	1	3	13
St-Flour	23	1	7	2	6	0	1	3	16
St-Gal	13	1	7	2	6	0	1	3	16
St-Genès-Champagn	52	1	7	2	6	3	1	3	16
St-Genès-Champesp	8	1	7	1	3	0	1	3	13
St-Genès-du-Retz	52	1	7	4	12	0	1	3	22
St-Genès-la-Tourette	10	1	7	2	6	0	1	3	16
St-Georges-de-Mons	66	2	14	2	6	2	1	3	23
St-Georges-sur-Allier	106	3	21	4	12	0	1	3	36
St-Germain-l'Herm	14	1	7	1	3	0	1	3	13
St-Germain-Lembron	103	3	21	4	12	0	1	3	36
St-Germain-près-Her	4	1	7	2	6	0	1	3	16
St-Gervais-d'Auvergn	27	1	7	2	6	0	1	3	16
St-Gervais-sous-Mey	23	1	7	2	6	0	1	3	16
St-Gervazy	18	1	7	3	9	0	1	3	19

St-Hérent	9	1	7	1	3	0	1	3	13
St-Hilaire	10	1	7	2	6	1	1	3	16
St-Hilaire-la-Croix	14	1	7	2	6	1	1	3	16
St-Hilaire-les-Monges	11	1	7	2	6	0	1	3	16
St-Ignat	42	1	7	4	12	0	1	3	22
St-Jacques-d'Ambur	15	1	7	1	3	0	1	3	13
St-Jean-d'Heurs	46	1	7	2	6	1	1	3	16
St-Jean-des-Ollières	21	1	7	1	3	0	1	3	13
St-Jean-en-Val	23	1	7	1	3	0	1	3	13
St-Jean-St-Gervais	7	1	7	1	3	0	1	3	13
St-Julien-de-Coppel	42	1	7	3	9	1	1	3	19
St-Julien-la-Geneste	10	1	7	1	3	0	1	3	13
St-Julien-Puy-L.	12	1	7	2	6	1	1	3	16
St-Just	9	1	7	1	3	0	1	3	13
St-Laure	52	1	7	4	12	0	1	3	22
St-Maigner	9	1	7	2	6	0	1	3	16
St-Martin-d'Ollières	11	1	7	2	6	0	1	3	16
St-Martin-des-Olmes	16	1	7	1	3	0	1	3	13
St-Martin-des-Plains	34	1	7	4	12	0	1	3	22
St-Maurice	141	3	21	3	9	2	1	3	33
St-Maurice-prés-Pior	13	1	7	2	6	0	1	3	16
St-Myon	57	2	14	3	9	0	1	3	26
St-Nectaire	20	1	7	2	6	2	1	3	16
St-Ours	25	1	7	1	3	2	1	3	13
St-Pardoux	23	1	7	3	9	3	1	3	19
St-Pierre-Colamine	13	1	7	2	6	0	1	3	16
St-Pierre-la-Bourlhon	13	1	7	1	3	0	1	3	13
St-Pierre-le-Chastel	18	1	7	2	6	0	1	3	16
St-Pierre-Roche	20	1	7	2	6	1	1	3	16
St-Priest-Bram	34	1	7	3	9	0	1	3	19
St-Priest-des-Champ	15	1	7	2	6	0	1	3	16
St-Quentin-sur-Saux	11	1	7	1	3	0	1	3	13
St-Quintin-sur-Sioule	20	1	7	3	9	0	1	3	19
St-Rémy-de-B	13	1	7	1	3	0	1	3	13
St-Rémy-de-Ch	74	2	14	3	9	2	1	3	26
St-Rémy-sur-Du	106	3	21	1	3	21	2	6	30
St-Romain	13	1	7	1	3	0	1	3	13
St-Sandoux	61	2	14	3	9	0	1	3	26
St-Saturnin	57	2	14	3	9	0	1	3	26
St-Sauves	21	1	7	2	6	0	1	3	16
St-Sauveur	14	1	7	1	3	0	1	3	13
St-Sulpice	6	1	7	1	3	0	1	3	13
St-Sylvestre	45	1	7	3	9	1	1	3	19
St-Victor-la-Rivière	11	1	7	2	6	0	1	3	16
St-Victor-Montvianeix	6	1	7	1	3	0	1	3	13
St-Vincent	49	1	7	4	12	0	1	3	22
St-Yvoine	42	1	7	3	9	2	1	3	19
Ste-Agathe	11	1	7	1	3	0	1	3	13
Ste-Catherine	11	1	7	1	3	0	1	3	13
Ste-Christine	10	1	7	1	3	0	1	3	13
Sallèdes	24	1	7	2	6	0	1	3	16
Sardon	29	1	7	4	12	0	1	3	22
Saulzet-le-Froid	8	1	7	2	6	0	1	3	16
Sauret	19	1	7	2	6	0	1	3	16
Saurier	22	1	7	3	9	0	1	3	19
Sauvagnat	7	1	7	2	6	0	1	3	16
Sauvagnat-ste-Marth	57	2	14	4	12	0	1	3	29
Sauvessanges	16	1	7	1	3	1	1	3	13
La Sauvetat	74	2	14	4	12	0	1	3	29
Sauviat	29	1	7	2	6	0	1	3	16
Sauxillanges	43	1	7	3	9	1	1	3	19
Savennes	7	1	7	1	3	0	1	3	13
Sayat	272	6	42	3	9	5	1	3	54
Sermentizon	27	1	7	2	6	0	1	3	16
Servent	20	1	7	2	6	0	1	3	16
Seychalles	48	1	7	4	12	1	1	3	22
Singles	10	1	7	1	3	0	1	3	13
Soignat	38	1	7	3	9	0	1	3	19
Sugères	25	1	7	2	6	1	1	3	16
Surat	45	1	7	4	12	1	1	3	22
Tallende	192	4	28	4	12	1	1	3	43
Tauves	25	1	7	2	6	2	1	3	16
Teilhède	32	1	7	3	9	1	1	3	19
Teilhèth	16	1	7	1	3	0	1	3	13
Ternent-les-Eaux	11	1	7	1	3	0	1	3	13
Thiers	300	6	42	2	6	91	7	21	69
Thiolières	27	1	7	1	3	0	1	3	13
Thuret	43	1	7	4	12	0	1	3	22
Tortebesse	6	1	7	1	3	0	1	3	13
La Tour-d'Auvergne	15	1	7	1	3	0	1	3	13
Tours-sur-Me	29	1	7	2	6	0	1	3	16
Tourzel-Ronzières	16	1	7	2	6	0	1	3	16
Tralaigues	15	1	7	2	6	0	1	3	16
Trémouilles-St-Loup	12	1	7	2	6	0	1	3	16
Trézioux	20	1	7	3	9	0	1	3	19
Usson	36	1	7	2	6	0	1	3	16
Valbeleix	7	1	7	1	3	0	1	3	13
Valcivières	7	1	7	1	3	0	1	3	13
Valz	8	1	7	1	3	1	1	3	13
Varennes-sur-Morge	60	2	14	4	12	0	1	3	29

Varennes-sur-Usson	26	1	7	3	9	0	1	3	19
Vassel	68	2	14	4	12	0	1	3	29
Vensat	26	1	7	4	12	0	1	3	22
Vergheas	10	1	7	2	6	0	1	3	16
Vernet-la-Varenne	17	1	7	1	3	0	1	3	13
Vernet-Ste-Marguerite	11	1	7	2	6	0	1	3	16
Verneugheol	8	1	7	2	6	0	1	3	16
Vernines	18	1	7	2	6	2	1	3	16
Verrières	16	1	7	1	3	0	1	3	13
Vertaizon	178	4	28	4	12	0	1	3	43
Vertolay	57	2	14	1	3	3	1	3	20
Veyre-Monton	284	6	42	4	12	0	1	3	57
Vic-le-Comte	243	5	35	3	9	4	1	3	47
Vichel	37	1	7	1	3	0	1	3	13
Villeneuve	31	1	7	3	9	0	1	3	19
Villeneuve-les-Cerfs	40	1	7	4	12	0	1	3	22
Villosanges	12	1	7	2	6	0	1	3	16
Vinzelles	23	1	7	4	12	0	1	3	22
Virlet	14	1	7	2	6	0	1	3	16
Viscomtat	27	1	7	2	6	3	1	3	16
Vitrac	24	1	7	2	6	0	1	3	16
Viverols	31	1	7	1	3	1	1	3	13
Vodable	18	1	7	3	9	0	1	3	19
Voingt	9	1	7	2	6	0	1	3	16
Vollore-Montagne	17	1	7	1	3	1	1	3	13
Vollore-Ville	22	1	7	1	3	1	1	3	13
Volvic	151	3	21	1	3	4	1	3	27
Youx	52	1	7	2	6	0	1	3	16
Yronde-et-Buron	40	1	7	1	3	0	1	3	13
Yssac	149	3	21	4	12	0	1	3	36

Annexe 3C

Calcul des indices de vulnérabilité pour les communes du département de la Haute-Loire

	Densités			Otex		Nbre d'infras			TX
	(valeurs)	(notes)	Coeff.7	(notes)	Coeff.3	(valeurs)	(notes)	Coeff.3	
Agnat	11	1	7	1	3	0	1	3	13
Aiguilhe	1414	7	49	*		1	1	3	52
Allègre	43	1	7	1	3	2	1	3	13
Alleyrac	10	1	7	2	6	0	1	3	16
Alleyras	9	1	7	1	3	0	1	3	13
Ally	7	1	7	1	3	0	1	3	13
Araules	20	1	7	1	3	1	1	3	13
Arlempdes	8	1	7	2	6	0	1	3	16
Arlet	3	1	7	1	3	0	1	3	13
Arsac	75	2	14	2	6	0	1	3	23
Aubazat	11	1	7	1	3	0	1	3	13
Aurec	218	5	35	2	6	18	2	6	47
Autrac	8	1	7	2	6	0	1	3	16
Auvers	3	1	7	1	3	0	1	3	13
Auzon	48	1	7	1	3	4	1	3	13
Azérat	15	1	7	1	3	0	1	3	13
Bains	27	1	7	2	6	0	1	3	16
Barges	10	1	7	2	6	0	1	3	16
Bas	72	2	14	1	3	9	1	3	20
Beaulieu	38	1	7	2	6	0	1	3	16
Beaumont	20	1	7	3	9	0	1	3	19
Beaune	13	1	7	1	3	0	1	3	13
Beaux	38	1	7	1	3	0	1	3	13
Beauzac	57	2	14	2	6	7	1	3	23
Bellevue	15	1	7	1	3	0	1	3	13
Berbezit	6	1	7	1	3	0	1	3	13
Bessamorel	45	1	7	2	6	0	1	3	16
La Besseyre	6	1	7	1	3	0	1	3	13
Blanzac	31	1	7	2	6	0	1	3	16
Blassac	10	1	7	2	6	0	1	3	16
Blavozy	208	5	35	2	6	4	1	3	44
Blesle	22	1	7	1	3	2	1	3	13
Boisset	16	1	7	1	3	0	1	3	13
Bonneval	7	1	7	1	3	0	1	3	13
Borne	64	2	14	2	6	0	1	3	23
Le Bouchet	12	1	7	2	6	0	1	3	16
Bourmoncle	59	2	14	3	9	1	1	3	26
Le Brignon	16	1	7	2	6	0	1	3	16
Brioude	504	7	49		0	26	3	9	58
Brives	894	7	49	*		31	3	9	58
Cayres	21	1	7	2	6	0	1	3	16
Céaux	13	1	7	2	6	0	1	3	16
Cerzat	19	1	7	2	6	0	1	3	16
Ceyssac	37	1	7	2	6	0	1	3	16
Chadrac	1214	7	49	*		6	1	3	52
Chadron	15	1	7	2	6	0	1	3	16
Chaise-Dieu	57	2	14	1	3	3	1	3	20
Chamalières	30	1	7	2	6	0	1	3	16
Chambezon	18	1	7	2	6	0	1	3	16
Le Chambon	63	2	14	1	3	4	1	3	20
Champagnac	13	1	7	1	3	0	1	3	13
Champclause	10	1	7	2	6	0	1	3	16
Chanaleilles	5	1	7	1	3	0	1	3	13
Chaniat	10	1	7	1	3	0	1	3	13
Chanteuges	25	1	7	1	3	1	1	3	13
Chapelle-Bertin	6	1	7	1	3	0	1	3	13
Chapelle-d'Aurec	53	2	14	2	6	2	1	3	23
Chapelle-Geneste	8	1	7	1	3	0	1	3	13
Charraix	9	1	7	1	3	0	1	3	13
Chaspinhac	33	1	7	1	3	0	1	3	13
Chaspuzac	53	2	14	3	9	1	1	3	26
Chassagnes	11	1	7	1	3	0	1	3	13
Chassignolles	5	1	7	1	3	0	1	3	13
Chastel	6	1	7	1	3	0	1	3	13
Chaudeyrolles	6	1	7	2	6	0	1	3	16
Chavaniac	35	1	7	2	6	0	1	3	16
Chazelles	7	1	7	1	3	0	1	3	13
Chenereilles	17	1	7	1	3	0	1	3	13
Chilhac	45	1	7	2	6	0	1	3	16
Chomelix	15	1	7	1	3	0	1	3	13
Chomette	19	1	7	2	6	0	1	3	16
Cistrières	6	1	7	1	3	0	1	3	13
Cohade	65	2	14	3	9	2	1	3	26
Collat	8	1	7	1	3	0	1	3	13
Connangles	6	1	7	1	3	0	1	3	13
Costaros	143	3	21	2	6	1	1	3	30
Coubon	119	3	21	2	6	0	1	3	30
Couteuges	25	1	7	2	6	1	1	3	16
Craponne	80	2	14	2	6	4	1	3	23
Croisances	5	1	7	2	6	0	1	3	16

Cronce	6	1	7	2	6	0	1	3	16
Cubelles	10	1	7	2	6	0	1	3	16
Cussac	134	3	21	2	6	4	1	3	30
Desges	5	1	7	1	3	0	1	3	13
Domeyrat	15	1	7	2	6	0	1	3	16
Dunières	85	2	14	1	3	12	2	6	23
Espalem	16	1	7	3	9	0	1	3	19
Espaly	565	7	49	*		10	2	6	55
Esplantas	9	1	7	1	3	0	1	3	13
Les Estables	10	1	7	2	6	0	1	3	16
Fay	30	1	7	2	6	0	1	3	16
Félines	16	1	7	1	3	0	1	3	13
Ferrussac	5	1	7	1	3	0	1	3	13
Fix	17	1	7	1	3	0	1	3	13
Fontannes	89	2	14	2	6	1	1	3	23
Freycenet-la-Cuche	9	1	7	2	6	0	1	3	16
Freycenet-la-Tour	18	1	7	2	6	0	1	3	16
Frugères-les-Mines	461	7	49			0	1	3	52
Frugères-le-Pin	10	1	7	1	3	0	1	3	13
Goudet	14	1	7	1	3	0	1	3	13
Grazac	34	1	7	1	3	0	1	3	13
Grenier-M	25	1	7	2	6	0	1	3	16
Grèzes	7	1	7	1	3	0	1	3	13
Javaugues	22	1	7	1	3	0	1	3	13
Jax	11	1	7	1	3	0	1	3	13
Josat	9	1	7	1	3	0	1	3	13
Jullianges	21	1	7	1	3	0	1	3	13
Lafarre	6	1	7	1	3	0	1	3	13
Lamothe	58	2	14	2	6	0	1	3	23
Landos	25	1	7	2	6	1	1	3	16
Langeac	120	3	21	1	3	13	2	6	30
Lantriac	70	2	14	2	6	1	1	3	23
Lapte	41	1	7	2	6	2	1	3	16
Laussonne	39	1	7	2	6	1	1	3	16
Laval	5	1	7	1	3	0	1	3	13
Lavaudieu	13	1	7	1	3	0	1	3	13
Lavoûte-Chilhac	84	2	14	4	12	1	1	3	29
Lavoûte-sur-Loire	68	2	14	1	3	0	1	3	20
Lempdes	132	3	21	3	9	6	1	3	33
Léotoing	11	1	7	2	6	0	1	3	16
Lissac	20	1	7	2	6	0	1	3	16
Lorlanges	17	1	7	3	9	0	1	3	19
Loudes	33	1	7	2	6	1	1	3	16
Lubilhac	6	1	7	1	3	0	1	3	13
Malrevers	49	1	7	2	6	1	1	3	16
Malvallette	20	1	7	1	3	0	1	3	13
Malvières	8	1	7	1	3	0	1	3	13
Mas-de-Tence	12	1	7	1	3	0	1	3	13
Mazerat-Aurouze	12	1	7	1	3	0	1	3	13
Mazet-St-Voy	23	1	7	2	6	2	1	3	16
Mazeyrat-d'Allier	27	1	7	2	6	1	1	3	16
Mercoeur	5	1	7	1	3	0	1	3	13
Mézères	12	1	7	2	6	0	1	3	16
Monastier	44	1	7	2	6	2	1	3	16
Monastrol-d'Allier	9	1	7	1	3	0	1	3	13
Monistrol-sur-Loire	154	4	28	2	6	16	2	6	40
Monlet	11	1	7	1	3	0	1	3	13
Montclard	7	1	7	1	3	0	1	3	13
Monteil	242	5	35	2	6	0	1	3	44
Montfaucon	242	5	35	2	6	5	1	3	44
Montregard	15	1	7	1	3	0	1	3	13
Montusclat	12	1	7	2	6	0	1	3	16
Moudeyres	11	1	7	2	6	0	1	3	16
Ouides	6	1	7	2	6	0	1	3	16
Paulhac	74	2	14	3	9	1	1	3	26
Paulhaquet	87	2	14	2	6	3	1	3	23
Pébrac	8	1	7	1	3	0	1	3	13
Pertuis	32	1	7	1	3	0	1	3	13
Pinols	8	1	7	1	3	0	1	3	13
Polignac	79	2	14	2	6	4	1	3	23
Pont-Salomon	197	4	28	2	6	7	1	3	37
Pradelles	33	1	7	2	6	0	1	3	16
Prades	13	1	7	2	6	0	1	3	16
Présailles	7	1	7	2	6	0	1	3	16
Le Puy	1220	7	49	*		50	4	12	61
Queyrières	20	1	7	1	3	0	1	3	13
Raucoules	36	1	7	1	3	0	1	3	13
Rauret	7	1	7	2	6	0	1	3	16
Retournac	50	1	7	1	3	2	1	3	13
Riotord	22	1	7	1	3	2	1	3	13
Roche	14	1	7	1	3	1	1	3	13
Rosières	49	1	7	2	6	2	1	3	16
St-André-de-Chalen	16	1	7	1	3	0	1	3	13
St-Arcons-D'A	10	1	7	2	6	0	1	3	16
St-Arcons-de-Barges	8	1	7	2	6	0	1	3	16
St-Austremoine	5	1	7	1	3	0	1	3	13
St-Beauzire	12	1	7	1	3	1	1	3	13
St-Bérain	9	1	7	2	6	0	1	3	16
St-Bonnet-le-Froid	15	1	7	1	3	0	1	3	13
St-Christophe-d'Allier	7	1	7	1	3	0	1	3	13

St-Christophe-sur-Dc	33	1	7	2	6	1	1	3	16
St-Cirgues	11	1	7	1	3	0	1	3	13
St-Didier-d'Allier	6	1	7	1	3		1	3	13
St-Didier-en-V.	113	3	21	1	3	11	2	6	30
St-Didier-sur-Doulon	7	1	7	1	3	0	1	3	13
St-Etienne-du-Vigan	12	1	7	2	6	0	1	3	16
St-Etienne-Lardeyrol	52	1	7	2	6	0	1	3	16
St-Etienne-sur-Besbl	3	1	7	1	3	0	1	3	13
St-Ferreol	189	4	28	1	3	1	1	3	34
St-Front	10	1	7	2	6	1	1	3	16
St-Geney-près-St-P	15	1	7	1	3	0	1	3	13
St-Georges-d'A	24	1	7	2	6	0	1	3	16
St-Georges-La.	21	1	7	2	6	0	1	3	16
St-Germain-L	107	3	21	2	6	13	2	6	33
St-Géron	17	1	7	3	9	0	1	3	19
St-Haon	10	1	7	2	6	0	1	3	16
St-Hilaire	13	1	7	1	3	1	1	3	13
St-Hostien	43	1	7	2	6	0	1	3	16
St-Illize	17	1	7	2	6	0	1	3	16
St-Jean-d'AU.	10	1	7	1	3	0	1	3	13
St-Jean-de-Nay	15	1	7	2	6	0	1	3	16
St-Jean-Lachalm	8	1	7	1	3	0	1	3	13
St-Jeures	23	1	7	1	3	1	1	3	13
St-Julien-Chepteuil	64	2	14	1	3	2	1	3	20
St-Julien-d'Ance	12	1	7	1	3	0	1	3	13
St-Julien-des-Chazes	10	1	7	2	6	0	1	3	16
St-Julien-du-Pinet	10	1	7	2	6	0	1	3	16
St-Julien-Molhesabat	7	1	7	1	3	0	1	3	13
St-Just-Malmont	170	4	28	1	3	15	2	6	37
St-Just-près-Brioude	8	1	7	1	3	0	1	3	13
St-Laurent-Chabreug	29	1	7	1	3	0	1	3	13
St-Martin-de-Fugères	12	1	7	2	6	0	1	3	16
St-Maurice-de-Lignor	60	2	14	1	3	6	1	3	20
St-Pal-de-Chalencou	36	1	7	2	6	7	1	3	16
St-Pal-de-Mons	64	2	14	1	3	8	1	3	20
St-Pal-de-Sénouire	6	1	7	1	3	0	1	3	13
St-Paul-de-Tartas	9	1	7	2	6	0	1	3	16
St-Paulien	47	1	7	2	6	0	1	3	16
St-Pierre-du-Champ	17	1	7	1	3	0	1	3	13
St-Pierre-Eynac	35	1	7	1	3	0	1	3	13
St-Préjet-Armandon	11	1	7	1	3	0	1	3	13
St-Préjet-d'Allier	8	1	7	1	3	0	1	3	13
St-Privat-d'Allier	14	1	7	2	6	0	1	3	16
St-Privat-du-Dragon	9	1	7	2	6	0	1	3	16
St-Romain-Lachalm	44	1	7	1	3	4	1	3	13
St-Vénérand	5	1	7	1	3	0	1	3	13
St-Vert	5	1	7	1	3	0	1	3	13
St-Victor-Malescours	47	1	7	2	6	0	1	3	16
St-Victor-sur-Arlanc	9	1	7	1	3	0	1	3	13
St-Vidal	46	1	7	2	6	1	1	3	16
St-Vincent	41	1	7	1	3	0	1	3	13
Ste-Eugénie-de-Vill	18	1	7	1	3	0	1	3	13
Ste-Florine	391	7	49			4	1	3	52
Ste-Marguerite	7	1	7	1	3	0	1	3	13
Ste-Sigolène	177	4	28	2	6	38	4	12	46
Salettes	6	1	7	2	6	0	1	3	16
Salzuit	42	1	7	2	6	0	1	3	16
Sanssac-l'E.	58	2	14	3	9	1	1	3	26
Saugues	26	1	7	2	6	2	1	3	16
Séauve-sur-Semène	139	1	7	1	3	2	1	3	13
Sembadel	13	1	7	1	3	1	1	3	13
Séneujols	22	1	7	1	3	0	1	3	13
Siaugues-Ste-Marie	20	1	7	2	6	3	1	3	16
Solignac-sous-Roches	17	1	7	1	3	0	1	3	13
Solignac-sur-Loire	44	1	7	2	6	2	1	3	16
Tailhac	6	1	7	1	3	0	1	3	13
Tence	55	2	14	1	3	9	1	3	20
Thoras	7	1	7	1	3	0	1	3	13
Tiranges	15	1	7	1	3	1	1	3	13
Torsiac	8	1	7	1	3	0	1	3	13
Valprivas	17	1	7	1	3	1	1	3	13
Vals-le-Chastel	12	1	7	1	3	1	1	3	13
Vals-près-le-Puy	662	7	49	*		2	1	3	52
Varennes-St-Honora	3	1	7	1	3	0	1	3	13
Vastres	7	1	7	2	6	0	1	3	16
Vazeilles-Lim	18	1	7	3	9	0	1	3	19
Vazeilles-près-Saugu	7	1	7	1	3	0	1	3	13
Venteuges	10	1	7	1	3	0	1	3	13
Vergezac	20	1	7	3	9	0	1	3	19
Vergongheon	128	3	21	3	9	3	1	3	33
Vernassal	17	1	7	3	9	1	1	3	19
Le Vernet	10	1	7	3	9	0	1	3	19
Vézézoux	57	2	14	3	9	0	1	3	26
Vieille-Brioude	40	1	7	2	6	2	1	3	16
Vieilprat	9	1	7	1	3	0	1	3	13
Villeneuve-d'Allier	21	1	7	2	6	0	1	3	16
Les Villettes	72	2	14	1	3	4	1	3	20
Vissac	17	1	7	2	6	0	1	3	16
Vorey	37	1	7	1	3	2	1	3	13
Yssingeaux	81	2	14	2	6	19	2	6	26

Annexe 3D

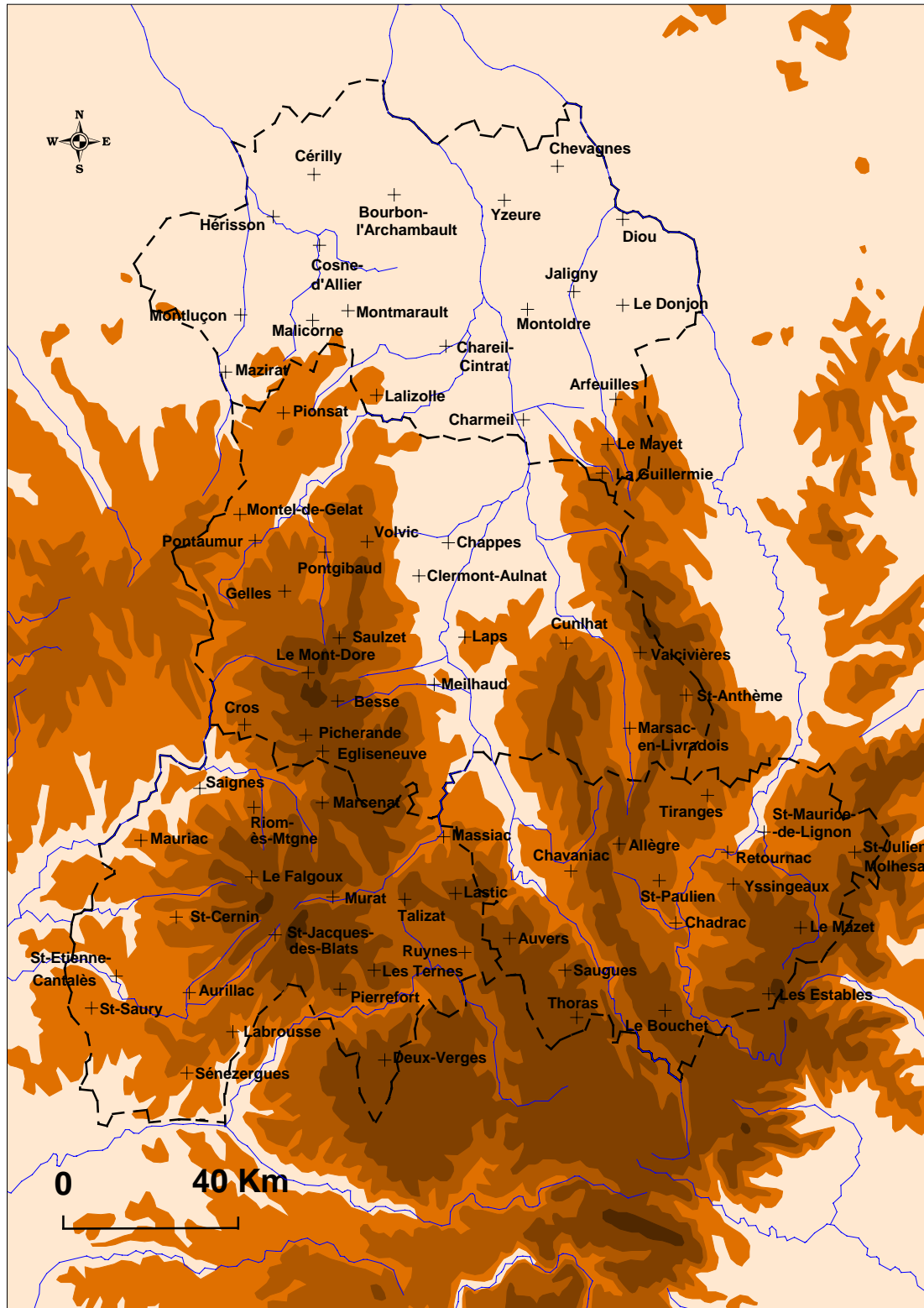
Calcul des indices de vulnérabilité pour les communes du département du Cantal

	Densités			Otex		Nbre d'infras			TX
	(valeurs)	(notes)	Coeff.7	(notes)	Coeff.3	(valeurs)	(notes)	Coeff.3	
Albepierre	7	1	7	1	3	0	1	3	13
Allanche	22	1	7	2	6	0	1	3	16
Alleuze	8	1	7	1	3	0	1	3	13
Ally	30	1	7	2	6	0	1	3	16
Andelat	16	1	7	2	6	2	1	3	16
Anglards-de-St-Flour	23	1	7	2	6	0	1	3	16
Anglards-de-Salers	16	1	7	2	6	0	1	3	16
Anterrieux	8	1	7	2	6	0	1	3	16
Antignac	18	1	7	1	3	0	1	3	13
Apchon	19	1	7	2	6	0	1	3	16
Arches	11	1	7	1	3	0	1	3	13
Arnac	9	1	7	1	3	0	1	3	13
Arpajon	116	3	21	2	6	3	1	3	30
Auriac	11	1	7	2	6	0	1	3	16
Aurillac	1062	7	49			108	7	21	70
Auzers	12	1	7	2	6	0	1	3	16
Ayrens	19	1	7	2	6	0	1	3	16
Badailhac	10	1	7	2	6	0	1	3	16
Barriac	15	1	7	2	6	0	1	3	16
Bassignac	19	1	7	2	6	0	1	3	16
Beaulieu	18	1	7	1	3	0	1	3	13
Besse	38	1	7	2	6	0	1	3	16
Boisset	17	1	7	2	6	0	1	3	16
Bonnac	7	1	7	2	6	0	1	3	16
Brageac	5	1	7	1	3	0	1	3	13
Brezons	5	1	7	2	6	0	1	3	16
Calvinet	31	1	7	2	6	0	1	3	16
Carlat	15	1	7	2	6	0	1	3	16
Cassaniouze	15	1	7	1	3	1	1	3	13
Cayrols	25	1	7	2	6	0	1	3	16
Celles	13	1	7	2	6	0	1	3	16
Celoux	9	1	7	2	6	0	1	3	16
Cézens	8	1	7	2	6	0	1	3	16
Chaliers	11	1	7	2	6	0	1	3	16
Chalargues	16	1	7	2	6	0	1	3	16
Chalvignac	14	1	7	1	3	1	1	3	13
Champagnac	42	1	7	2	6	0	1	3	16
Champs	17	1	7	1	3	0	1	3	13
Chanterelle	8	1	7	2	6	0	1	3	16
La Chapelle-d'Alagnac	27	1	7	2	6	0	1	3	16
La Chapelle-Laurent	15	1	7	2	6	0	1	3	16
Charmensac	9	1	7	1	3	0	1	3	13
Chastel-Murat	7	1	7	2	6	0	1	3	16
Chaudes-Aigues	19	1	7	2	6	0	1	3	16
Chaussonac	14	1	7	2	6	0	1	3	16
Chavagnac	6	1	7	2	6	0	1	3	16
Chazelles	7	1	7	2	6	0	1	3	16
Cheylade	10	1	7	2	6	0	1	3	16
Le Claux	9	1	7	1	3	0	1	3	13
Clavières	6	1	7	1	3	0	1	3	13
Collandres	5	1	7	2	6	0	1	3	16
Coltines	21	1	7	2	6	0	1	3	16
Condat	28	1	7	2	6	1	1	3	16
Coren	24	1	7	2	6	0	1	3	16
Crandelles	48	1	7	2	6	0	1	3	16
Cros-de-Montvert	8	1	7	1	3	0	1	3	13
Cros-de-Ronesque	8	1	7	1	3	0	1	3	13
Cussac	10	1	7	2	6	0	1	3	16
Deux-Verges	5	1	7	1	3	0	1	3	13
Dienne	6	1	7	2	6	0	1	3	16
Drugeac	20	1	7	2	6	0	1	3	16
Escorailles	28	1	7	2	6	0	1	3	16
Espinasse	5	1	7	2	6	0	1	3	16
Le falgoux	6	1	7	1	3	0	1	3	13
Le Fau	2	1	7	1	3	0	1	3	13
Faverolles	10	1	7	2	6	0	1	3	16
Ferrières	16	1	7	2	6	0	1	3	16
Fontanges	13	1	7	2	6	0	1	3	16
Fourmoulès	12	1	7	1	3	0	1	3	13
Freix	11	1	7	2	6	0	1	3	16
Fridefont	10	1	7	1	3	0	1	3	13
Giou	49	1	7	2	6	0	1	3	16
Girgols	6	1	7	2	6	0	1	3	16
Glénat	9	1	7	1	3	0	1	3	13
Gourdièges	6	1	7	2	6	0	1	3	16
Jabrun	5	1	7	1	3	0	1	3	13
Jaleyrac	22	1	7	2	6	0	1	3	16
Jou	22	1	7	2	6	1	1	3	16
Jobsac	7	1	7	2	6	0	1	3	16
Junhac	12	1	7	1	3	0	1	3	13

Jussac	97	2	14	2	6	0	1	3	23
Labessarette	19	1	7	2	6	0	1	3	16
Labrousse	19	1	7	1	3	0	1	3	13
Lacapelle-Barrès	12	1	7	2	6	0	1	3	16
Lacapelle-del-F	16	1	7	2	6	0	1	3	16
Lacapelle-Viesc	28	1	7	2	6	0	1	3	16
Ladinhac	17	1	7	2	6	0	1	3	16
Lafeuillade	31	1	7	1	3	0	1	3	13
Landeyrat	6	1	7	2	6	0	1	3	16
Lanobre	35	1	7	2	6	1	1	3	16
Lapeyrugue	15	1	7	2	6	0	1	3	16
Laroquebrou	63	2	14	1	3	1	1	3	20
Laroquevieille	21	1	7	2	6	0	1	3	16
Lascelle	17	1	7	2	6	0	1	3	16
Lastic	12	1	7	2	6	0	1	3	16
Laurie	6	1	7	2	6	0	1	3	16
Lavastrie	9	1	7	2	6	0	1	3	16
Laveissenet	10	1	7	2	6	0	1	3	16
Laveissière	17	1	7	1	3	0	1	3	13
Lavigerie	4	1	7	2	6	0	1	3	16
Leucamp	18	1	7	1	3	0	1	3	13
Leynhac	14	1	7	2	6	0	1	3	16
Leyvaux	2	1	7	2	6	0	1	3	16
Lieutadès	6	1	7	1	3	0	1	3	13
Lorcières	10	1	7	1	3	0	1	3	13
Loubaresse	15	1	7	2	6	0	1	3	16
Lugarde	12	1	7	2	6	0	1	3	16
Madic	37	1	7	1	3	0	1	3	13
Malbo	4	1	7	2	6	0	1	3	16
Mandailles	6	1	7	2	6	0	1	3	16
Marcenat	12	1	7	2	6	0	1	3	16
Marchastel	7	1	7	1	3	0	1	3	13
Marcolès	11	1	7	1	3	0	1	3	13
Marmanhac	29	1	7	2	6	1	1	3	16
Massiac	53	2	14	2	6	5	1	3	23
Mauriac	146	3	21	2	6	4	1	3	30
Maurines	7	1	7	2	6	0	1	3	16
Maus	73	2	14	2	6	2	1	3	23
Méallet	8	1	7	2	6	0	1	3	16
Menet	19	1	7	2	6	0	1	3	16
Mentières	9	1	7	2	6	0	1	3	16
Molèdes	5	1	7	2	6	0	1	3	16
Molompize	17	1	7	2	6	0	1	3	16
La Monselie	12	1	7	2	6	0	1	3	16
Montboudif	11	1	7	2	6	0	1	3	16
Montchamp	8	1	7	2	6	0	1	3	16
Le Montéil	12	1	7	2	6	0	1	3	16
Montgreleix	4	1	7	2	6	0	1	3	16
Montmurat	26	1	7	2	6	1	1	3	16
Montsalvy	44	1	7	2	6	0	1	3	16
Montvert	10	1	7	1	3	0	1	3	13
Mourjou	12	1	7	2	6	0	1	3	16
Moussages	15	1	7	2	6	0	1	3	16
Murat	333	7	49			7	1	3	52
Narnhac	8	1	7	2	6	0	1	3	16
Naucelles	152	3	21	2	6	3	1	3	30
Neussargues	76	2	14	2	6	2	1	3	23
Neuvéglise	19	1	7	2	6	0	1	3	16
Nieudan	8	1	7	1	3	0	1	3	13
Omps	22	1	7	2	6	0	1	3	16
Oradour	9	1	7	2	6	0	1	3	16
Pailherols	6	1	7	2	6	1	1	3	16
Parlan	12	1	7	1	3	1	1	3	13
Paulhac	9	1	7	2	6	0	1	3	16
Paulhenc	12	1	7	2	6	0	1	3	16
Pers	15	1	7	2	6	0	1	3	16
Peyrusse	7	1	7	2	6	0	1	3	16
Pierrefort	41	1	7	2	6	0	1	3	16
Pleaux	20	1	7	2	6	0	1	3	16
Polminhac	40	1	7	2	6	0	1	3	16
Pradiers	5	1	7	2	6	0	1	3	16
Prunet	19	1	7	2	6	0	1	3	16
Quèzac	20	1	7	2	6	0	1	3	16
Rageade	11	1	7	2	6	0	1	3	16
Raulhac	20	1	7	2	6	0	1	3	16
Reilhac	108	3	21	2	6	0	1	3	30
Rézentères	9	1	7	2	6	0	1	3	16
Riom	61	2	14	2	6	3	1	3	23
Roannes	25	1	7	2	6	0	1	3	16
Roffiac	26	1	7	2	6	0	1	3	16
Rouffiac	10	1	7	1	3	0	1	3	13
Rouget	109	3	21	2	6	2	1	3	30
Roumégoux	16	1	7	1	3	0	1	3	13
Rouzières	14	1	7	2	6	0	1	3	16
Ruynes	22	1	7	2	6	0	1	3	16
Saignes	148	3	21	2	6	0	1	3	30
St-Amandin	8	1	7	1	3	0	1	3	13
St-Antoine	18	1	7	2	6	0	1	3	16
St-Bonnet-de-Conda	10	1	7	2	6	0	1	3	16
St-Bonnet-de-Salers	10	1	7	2	6	0	1	3	16

St-Cernin	24	1	7	2	6	0	1	3	16
St-Chamand	20	1	7	2	6	0	1	3	16
St-Cirgues-de-J	11	1	7	2	6	0	1	3	16
St-Cirgues-de-Malbe	14	1	7	2	6	0	1	3	16
St-Clément	5	1	7	2	6	0	1	3	16
St-Constant	25	1	7	2	6	0	1	3	16
St-Etienne-Can	14	1	7	1	3	0	1	3	13
St-Etienne-de-Carlac	11	1	7	2	6	0	1	3	16
St-Etienne-de-Cho	9	1	7	2	6	0	1	3	16
St-Etienne-de-Maurs	36	1	7	2	6	0	1	3	16
St-Flour	244	5	35	2	6	19	2	6	47
St-Georges	28	1	7	2	6	0	1	3	16
St-Gérons	11	1	7	1	3	0	1	3	13
St-Hippolyte	9	1	7	2	6	0	1	3	16
St-Ilvide	17	1	7	1	3	0	1	3	13
St-Jacques-des-B	10	1	7	2	6	0	1	3	16
St-Julien-de-T	11	1	7	2	6	0	1	3	16
St-Just	13	1	7	2	6	0	1	3	16
St-Mamet	26	1	7	2	6	3	1	3	16
St-Marc	11	1	7	1	3	0	1	3	13
St-Martial	5	1	7	2	6	0	1	3	16
St-Martin-C.	9	1	7	2	6	0	1	3	16
St-Martin-sous-V	14	1	7	2	6	0	1	3	16
St-Martin-V.	35	1	7	2	6	2	1	3	16
St-Mary-le-P	7	1	7	2	6	0	1	3	16
St-Paul-de-S	4	1	7	2	6	0	1	3	16
St-Paul-des-Landes	58	2	14	2	6	0	1	3	23
St-Pierre	11	1	7	1	3	0	1	3	13
St-Poncy	8	1	7	2	6	0	1	3	16
St-Projet	3	1	7	2	6	0	1	3	16
St-Rémy-de-C-A	8	1	7	2	6	0	1	3	16
St-Santin-Cant	9	1	7	1	3	0	1	3	13
St-Santin-de-Ma	23	1	7	2	6	0	1	3	16
St-Saturnin	6	1	7	2	6	0	1	3	16
St-Saury	6	1	7	1	3	0	1	3	13
St-Simon	37	1	7	2	6	1	1	3	16
St-Urcize	10	1	7	2	6	0	1	3	16
St-Victor	9	1	7	1	3	0	1	3	13
St-Vincent-de-S	6	1	7	1	3	0	1	3	13
Ste-Anastasie	11	1	7	2	6	0	1	3	16
Ste-Eulalie	15	1	7	2	6	0	1	3	16
Ste-Marie	6	1	7	2	6	0	1	3	16
Salers	83	2	14	2	6	0	1	3	23
Salins	17	1	7	2	6	0	1	3	16
Sanssac-de-M	77	2	14	2	6	4	1	3	23
Sanssac-Veinazès	17	1	7	2	6	0	1	3	16
Sauvat	13	1	7	2	6	0	1	3	16
La Ségalassière	15	1	7	2	6	0	1	3	16
Séгур	10	1	7	2	6	0	1	3	16
Sénezeergues	13	1	7	2	6	0	1	3	16
Sériers	12	1	7	2	6	0	1	3	16
Siran	10	1	7	1	3	0	1	3	13
Soulaiges	7	1	7	1	3	0	1	3	13
Sourniac	15	1	7	2	6	0	1	3	16
Talizat	16	1	7	2	6	1	1	3	16
Tanavelle	18	1	7	2	6	0	1	3	16
Teissières-de-Cornet	19	1	7	2	6	0	1	3	16
Teissières-lès-Boulliè	14	1	7	1	3	0	1	3	13
Les Ternès	24	1	7	2	6	0	1	3	16
Thiézac	15	1	7	2	6	0	1	3	16
Tiviers	11	1	7	1	3	0	1	3	13
Tournemire	15	1	7	2	6	0	1	3	16
Trémouille	7	1	7	2	6	0	1	3	16
Trinitat	4	1	7	2	6	0	1	3	16
Trioulou	14	1	7	2	6	0	1	3	16
Trizac	15	1	7	2	6	0	1	3	16
Ussel	42	1	7	2	6	0	1	3	16
Vabres	13	1	7	2	6	0	1	3	16
Vallette	18	1	7	2	6	0	1	3	16
Valjouze	8	1	7	1	3	0	1	3	13
Valuéjols	14	1	7	2	6	0	1	3	16
Vaulmier	5	1	7	2	6	0	1	3	16
Vebret	21	1	7	2	6	0	1	3	16
Védrines	6	1	7	1	3	0	1	3	13
Velzic	34	1	7	2	6	0	1	3	16
Vernols	3	1	7	2	6	0	1	3	16
Veyrières	8	1	7	1	3	0	1	3	13
Vézac	63	2	14	2	6	0	1	3	23
Vèze	4	1	7	2	6	0	1	3	16
Vezels	11	1	7	2	6	0	1	3	16
Vic	64	2	14	2	6	1	1	3	23
Vieillespesse	10	1	7	2	6	0	1	3	16
Viellevie	12	1	7	2	6	0	1	3	16
Le Vigean	30	1	7	2	6	0	1	3	16
Villedieu	27	1	7	2	6	0	1	3	16
Virargues	13	1	7	2	6	0	1	3	16
Virtrac	15	1	7	1	3	0	1	3	13
Ydes	111	3	21	2	6	2	1	3	30
Yolet	50	1	7	2	6	0	1	3	16
Ytrac	87	2	14	2	6	0	1	3	23

Annexe 4 Localisation des postes pluviométriques de Météo-France



Résumé de thèse

Le but de notre thèse consiste à réaliser un bilan des excès d'origine climatique dans le Massif central français, en particulier dans la région Auvergne. Vu l'étendue du sujet, il nous ait apparu préférable de cibler notre travail sur les événements liés aux précipitations (pluie et grêle) et au vent. Il s'agit, en effet, des phénomènes qui marquent le plus les esprits, et qui laissent les traces les plus durables dans les paysages (inondations, destructions par les tempêtes...)

Après avoir apporté une définition précise du terme d'excès (l'excès est perçu par l'existence de dommages et marque la synergie entre un agent physique menaçant et les vulnérabilités sociales), nous avons tout d'abord identifié, dans une première partie, les secteurs qui ont été les plus fréquemment concernés, entre 1960 et 1999, par les fortes pluies (les temps forts pluviométriques). Deux espaces sont affectés par de fréquentes précipitations quotidiennes supérieures ou égales à 50 millimètres : il s'agit, d'une part, de la montagne volcanique occidentale intéressée par des temps forts d'origine océanique et, d'autre part, du Velay oriental qui subit les « assauts » des temps forts d'origine cévenole.

La localisation des excès a, par la suite, été réalisée grâce au dépouillement de la presse régionale. L'inventaire ainsi obtenu, basé sur une période de trente ans, débouche sur des réalisations cartographiques qui révèlent clairement que les espaces les plus sensibles aux excès ne sont pas toujours ceux qui sont affectés par les temps forts pluviométriques les plus fréquents. Ce décalage ne s'explique que par une répartition très différenciée des vulnérabilités sur le territoire auvergnat. Les secteurs les plus densément peuplés et urbanisés sont les plus couramment touchés soit par du ruissellement urbain induit par des orages, soit par des transferts de crues issus des espaces montagnards exposés aux temps forts pluviométriques océaniques et cévenols.

Dans la deuxième partie, nous détaillons la genèse des systèmes perturbés de types zonal et méridien, c'est-à-dire générant des temps forts océaniques, combinés (terme qualifiant les systèmes qui associent simultanément dans l'espace auvergnat des pluies océaniques et cévenoles) et de retour d'est qui affectent prioritairement les reliefs des Monts d'Auvergne et des Cévennes. Nous montrons qu'il existe, pour un même type de système pluvieux, des variantes dans la localisation et l'extension des temps forts pluviométriques et hydrologiques. Cette variabilité est à la fois tributaire de l'orientation de la circulation atmosphérique et des

dynamiques aérologiques plus complexes se produisant à différentes échelles. La distribution des excès est alors dépendante des transferts de crues qui sont issus des espaces montagnards. Les excès les plus graves se produisent logiquement quand les crues les plus importantes atteignent les bassins vulnérables.

Si les mécanismes météorologiques des systèmes océaniques sont étudiés d'une manière « classique » par l'analyse des fréquences des circulations aérologiques au sol et en altitude, nous privilégions l'exploitation de l'imagerie satellitaire et radar pour les systèmes combinés et les retours d'est. L'imagerie radar se révèle, en particulier, très intéressante pour visualiser la dynamique des champs pluviométriques à échelle fine et montre, suivant les situations, le poids respectif des facteurs géographiques et aérologiques dans la genèse et l'extension des précipitations.

Dans la troisième partie, sont étudiés les épisodes orageux et les deux tempêtes de 1982 et 1999. Ce regroupement se justifie pour les deux raisons suivantes :

- la distribution des temps forts (et indirectement des excès) échappe totalement à l'organisation de la circulation atmosphérique. Ainsi, en raison de l'absence de flux de basses couches, la thermoconvection provoque des temps forts orageux qui peuvent concerner tout lieu de l'Auvergne. De même, les deux tempêtes ont été ressenties sur l'ensemble de l'espace auvergnat, même dans les secteurs qui semblaient *a priori* abrités.

- les excès ne sont pas liés à des transferts de crues mais sont provoqués plus directement par l'averse (submersion, crue torrentielle), par la grêle (dégâts engendrés par la chute), ou par le vent (dommages liés à la force du vent).

Les épisodes orageux sont, tout d'abord, étudiés par l'analyse des structures aérologiques. Si cette méthode permet, en première approche, d'appréhender les grands processus qui, à l'échelle de l'Europe occidentale, autorisent le développement de l'instabilité, il est clair qu'elle s'avère limitée pour cerner le jeu complexe des dynamiques à échelle fine. C'est pourquoi, nous utilisons, par la suite, l'imagerie radar qui permet d'expliquer la distribution géographique précise des précipitations. Cette analyse nous conduit à reconnaître six grands systèmes pluvio-orageux. Quatre engendrent des précipitations relativement prolongées (car stationnaires), deux génèrent des chutes plus brèves (car mobiles) mais pouvant être extrêmement violentes et associées à de fortes rafales de vent. Les excès liés aux structures orageuses se concentrent logiquement dans les espaces urbains. Les averses, intenses, favorisent une rapide saturation des réseaux d'assainissement ou provoquent la crue de petits cours d'eau, qui en traversant les villes, collectent les eaux de ruissellement urbain.

Les deux tempêtes de 1982 et 1999 ont été induites par deux structures aérologiques différentes. Une fut liée à un blocage méridien de sud, l'autre fut associée à une petite dépression océanique très creuse et très mobile. En raison de son ancienneté et de l'absence de données précises, la tempête de 1982 n'a pas pu être analysée de manière aussi complète que celle de 1999. Nous sommes, toutefois, parvenu à expliquer le déroulement des phénomènes et à donner des indications sur la localisation et l'ampleur des excès. La tempête récente de 1999 bénéficie d'un plus long développement. Après avoir relaté sa genèse à l'échelle synoptique, nous avons tenté de rendre l'ambiance particulière du 27 décembre 1999 en Auvergne, à partir de notes personnelles et de données de Météo-France. L'évaluation des excès a été établie, en plus des renseignements issus de la presse, grâce aux documents fournis par les administrations. Nous avons ainsi rapporté les principaux faits par grands secteurs d'activités (dans les communications, dans le domaine de l'élevage, dans le domaine du patrimoine bâti et culturel). L'ampleur de cette tempête s'est également mesurée par l'importance des chablis observés dans les forêts. C'est pourquoi, nous avons détaillé les dommages à l'échelle des départements (grâce aux cartes de l'IFN) ainsi qu'à l'échelle locale par l'étude de deux forêts témoins.

L'ensemble de notre travail débouche sur un bilan présentant une synthèse cartographique précise des excès en Auvergne. Nous parvenons à individualiser onze territoires ayant des caractères originaux sur le plan des vulnérabilités, de la fréquence et de la nature des temps forts ainsi que de l'importance des excès. Nous montrons, en particulier, que les trois territoires subissant le plus grand nombre d'excès (d'origines climatiques différentes) correspondent aux principales aires urbaines de la région.

Table des illustrations

Table des figures

1 – Présentation des principaux points abordés dans la thèse	p.12
2 – Carte hypsométrique et de localisation du Massif central.....	p.16
3a – Carte hypsométrique et de localisation de l’Auvergne.....	p.17
3b – Les densités de population en Auvergne	p.17
4 – La reconnaissance des vulnérabilités à différentes échelles	p.36
5 – La logique des interactions entre temps fort et vulnérabilités.....	p.38
6a – Genèse et spatialisation de l’excès (étapes 1 et 2).....	p.40
6b – Genèse et spatialisation de l’excès (étape 3).....	p.41
7 – Genèse et spatialisation de l’excès, exemple d’un enchaînement de phénomènes	p.43
8 – Le système de l’excès	p.51
9 – Distribution moyenne annuelle des précipitations sur le Massif central	p.57
10a – Les dynamiques pluvieuses sur le Massif central de janvier à avril	p.61
10b – Les dynamiques pluvieuses sur le Massif central de mai à août	p.62
10c – Les dynamiques pluvieuses sur le Massif central de septembre à décembre.....	p.63
11a et b – Mois du minimum et du maximum pluviométrique	p.67
12 – Limites des principaux types de régimes pluviométriques moyens dans la partie médio-orientale du Massif central	p.69
13 – Part mensuelle des précipitations dans deux stations du Velay oriental.....	p.70
14 – Pénétration de l’influence méditerranéenne sur le rebord sud-est du Massif central.....	p.71
15 – Les climats du Massif central ; faciès principaux et marges climatiques.....	p.73
16 – Nombre de jours où les précipitations ont dépassé 50 millimètres en Auvergne entre 1960 et 1999	p.78
17 – Les types de temps forts affectant la montagne auvergnate	p.84
18 – Les types de temps forts affectant la montagne vivaro-vellave.....	p.85
19 – Les types de temps forts affectant les massifs du Forez et de la Margeride	p.86
20 – Densité de foudroiement établit pour l’Auvergne	p.88
21 – Densité de foudroiement sur le massif cévenol.....	p.91
22 – Distribution mensuelle des temps forts pluviométriques dans la montagne océanisée auvergnate.....	p.93
23 – Distribution mensuelle des temps forts pluviométriques dans la montagne vivaro-vellave	p.94

24 – Distribution mensuelle des temps forts pluviométriques dans les massifs du Forez, de la Madeleine et de la Margeride	p.95
25 – Distribution annuelle des temps forts pluviométriques supérieur ou égal à 50 mm en 24h	p.97
26 – Distribution annuelle des temps forts pluviométriques supérieur ou égal à 50 mm en 24h	p.98
27 – Evolution de la température et du nombre de jours d'orages d'avril à octobre, entre 1974 et 2002 à St-Pal-en-Chalencon et à St-Julien-Chapteuil	p.100
28 – Evolution de la température et du nombre de jours d'orages d'avril à octobre, entre 1974 et 2002 à Clermont-Aulnat	p.101
29 – Distribution des temps forts pluviométriques par classes d'intensité dans la montagne océanique auvergnate	p.103
30 – Distribution des temps forts pluviométriques par classes d'intensité dans la montagne vivaro-vellave.....	p.104
31 – L'organisation humaine de l'espace auvergnat.....	p.113
32 – Les vulnérabilités en Auvergne	p.116
33 – Nombre de déclarations « inondations et coulées de boue » pour la région Auvergne de 1983 à 1999	p.119
34 – Localisation des communes déclarées en état de catastrophe naturelle au titre des « inondations et coulée de boue » de 1982 à 1999 inclus	p.121
35 – Fréquence des déclarations selon le nombre d'habitants.....	p.123
36 – Excès liés aux épisodes océaniques en Auvergne de 1970 à 1999	p.129
37 – Excès liés aux épisodes combinés en Auvergne de 1970 à 1999.....	p.131
38 – Excès liés aux épisodes orageux en Auvergne de 1970 à 1999	p.134
39 – Excès liés aux chutes de grêle en Auvergne de 1970 à 1979, de 1980 à 1989, de 1990 à 1999	p.136
40a – Genèse et spatialisation des excès en Auvergne (étapes 1 et 2).....	p.142
40b – Genèse et spatialisation des excès en Auvergne (étape 3)	p.143
41a et b – Catalogue des configurations.....	p.154 et 155
42a et b – Catalogue des situations	p.157 et 158
43 – Fréquence des structures intéressant les Monts d'Auvergne	p.164
44 – Fréquence des structures liées aux épisodes océaniques extensifs	p.166
45a et b – Configuration et situation météorologiques des 12 et 13 janvier 1962	p.168
46 – Episode océanique du 12 janvier 1962 : temps fort pluviométrique et excès	p.170
47a, b, c, d – Configuration et situation météorologiques du 30 novembre au 2 décembre 1976	p.171 et 172
48a et b – Configuration et situation météorologiques du 6 février 1974	p.173

49a et b – Situation météorologique du 26 novembre 1983.....	p.174
50a et b – Configuration et situation météorologiques des 21 et 22 avril 1969.....	p.175
51 – Image NOAA du 12 novembre 1987 à 14h46 T.U. et interprétation	p.176
52a, b, c, d – Configuration et situation météorologiques des 23, 24, 25 décembre 1968	p.178
53 – Episode océanique des 23, 24, 25 décembre 1968 : temps fort pluviométrique et excès.....	p.180
54a et b – Configuration et situation météorologiques du 17 mars 1988	p.182
55 – Episode océanique des 17 et 18 mars 1988 : temps fort pluviométrique et excès.....	p.183
56a et b – Configuration et situation météorologiques du 13 février 1990.....	p.184
57 – Episode océanique du 13 février 1990 : temps fort pluviométrique et excès	p.186
58a, b, c, d – Configuration et situation météorologiques des 5 et 6 janvier 1982	p.187 et 188
59 – L'origine des fortes pluies tombées en Limagne le 6 janvier 1982.....	p.188
60 – Episode océanique des 5 et 6 janvier 1982 : temps fort pluviométrique et excès.....	p.190
61 – Temps forts hydrométéorologiques et excès selon l'orientation de la circulation à composante ouest.....	p.195
62 – Dépendance de la localisation des crues par rapport à la localisation des temps forts pluviométriques.....	p.196
63 – Les systèmes combinés : contexte isobarique et exemples d'épisodes vus par satellite	p.200
64 – Séquence pluvieuse des 22 et 23 octobre 1999.....	p.204
65 – Séquence pluvieuse du 19 septembre 2000.....	p.205
66 – Cumuls pluviométriques du 19 septembre 2000 enregistrés par radar	p.207
67 – Fréquence des averses de plus de 190 mm en 48h sur les Cévennes et son piémont.....	p.209
68 – Suivi satellitaire de l'épisode combiné des 19 et 20 octobre 2001	p.211
69 – Configuration météorologique au niveau 500 hPa le 20 octobre 2001 à 12h	p.212
70 – Circulation et températures observées au niveau 850 hPa, le 20 octobre 2001 à 12h.....	p.213
71 – Suivi satellitaire de l'épisode combiné des 19 et 20 octobre 2001	p.214
72 – Configuration météorologique au niveau 500 hPa le 21 octobre 2001 à 0h	p.213
73a - Séquence pluvieuse du 20 octobre 2001 entre 7h T.U. et 11h30 T.U.....	p.216
73b - Séquence pluvieuse du 20 octobre 2001 entre 12h30 T.U. et 19h00 T.U.....	p.218
74 – Données pluviométriques horaires relevées dans le Velay oriental et le Vivarais les 19 et 20 octobre 2001.....	p.219

75 – Temps fort pluviométrique des 20 et 21 septembre 1980. Cumuls sur l'ensemble du Massif central.....	p.222
76a et b – Configuration et situation météorologiques des 20 et 21 septembre 1980	p.223
77 – Image satellite N.O.A.A. du 20 septembre 1980 à 14h57 T.U.	p.224
78 – Image satellite N.O.A.A. du 21 septembre 1980 à 14h46 T.U.	p.225
79 – Temps forts pluviométriques et hydrologiques sur les bassins-versants de la Loire et de l'Allier le 21 septembre 1980.....	p.227
80 – Nature des principaux excès liés à la crue du 21 septembre 1980	p.229
81 – Episode combiné des 11 et 12 novembre 1996 : temps fort pluviométrique et excès	p.232
82 – Suivi satellitaire de l'épisode des 11 et 12 novembre 1996	p.233
83 – Le blocage complexe observé dans la nuit du 11 et 12 novembre 1996.....	p.234
84a et b – Configuration et situation météorologiques du 4 novembre 1994.....	p.234
85 – Temps fort pluviométrique lié à l'épisode des 3 et 4 novembre 1994	p.235
86 – Episode combiné des 3 et 4 novembre 1994 : temps fort pluviométrique et excès	p.237
87a et b – Configuration et situation météorologiques du 17 mai 1999.....	p.238
88 – Image NOAA-15 du 17 mai 1999 à 18h18 T.U.	p.239
89 – Séquence pluvieuse des 17 et 18 mai 1999	p.240
90 – Episode combiné des 1 ^{er} , 2, 3 décembre 2003 : temps fort pluviométrique et excès	p.242
91 – Suivi satellitaire de l'épisode combiné des 1 ^{er} , 2, 3 décembre 2003.....	p.244
92 – Détection de l'activité électrique le 3 décembre de 0h à 9h T.U.	p.245
93a et b – Dépendance de la localisation des crues et des excès par rapport à la localisation du temps fort pluviométrique cévenol et son éventuelle extension	p.248 et 249
94a et b – Configuration et situation météorologiques des 22 et 23 septembre 1993	p.254
95 - Image N.O.A.A. du 23 septembre 1993 à 14h44 T.U. et interprétation	p.256
96 – Caractéristiques du retour d'est : exemple du 24 septembre 1993	p.257
97a et b – Configuration et situation météorologiques du 7 avril 1986.....	p.259
98 – Image N.O.A.A. du 23 septembre 1994 à 16h31 T.U.	p.260
99a et b – Situation météorologique au niveau du sol le 3 mai 1977.....	p.261
100a et b – Configuration et situation météorologiques des 2 et 3 octobre 1973	p.262
101 – Retour d'est du 2 octobre 1973 : temps fort et excès	p.263
102 – Catalogue des configurations	p.275
103 – Fréquence des structures intéressant l'Auvergne.....	p.281
104 – Image satellite du 23 juillet 1988 à 15h47 T.U. et interprétation.....	p.280
105 – Séquence pluvieuse du 12 août 1998.....	p.284

106 – Séquence pluvieuse du 1 ^{er} juillet 2000.....	p.286
107 – Genèse du système orageux à régénération arrière	p.288
108 – Séquence pluvieuse du 3 juillet 1999.....	p.289
109 – Genèse et dynamique du « point chaud » orageux	p.290
110 – Séquence pluvieuse du 26 juin 1998	p.291
111 – Séquence radar des 20 et 21 août 2000	p.293
112 – Episode orageux du 21 août 2000.....	p.295
113 – Image NOAA-12 du 6 août 1999 à 17h12 T.U.....	p.296
114 – Séquence pluvieuse du 6 août 1999	p.297
115a et b – Configuration et situation météorologiques des 7 et 8 novembre 1982.....	p.304
116 – Principaux secteurs touchés par des coupures d'électricité et de téléphone	p.306
117a, b, c, d, e, f – Situation météorologique au niveau sol les 27 et 28 décembre 1999	p.309, 310, 311
118 – Formation des dépressions dites « explosives » comme Lothar et Martin.....	p.314
119a et b – Formation et trajectoire de la tempête « Martin » dans la matinée et la soirée du 27 décembre 1999.....	p.315 et 316
120 – Paramètres météorologiques retraçant l'ambiance tempétueuse des 27 et 28 décembre 1999 à Ussel et Clermont-Aulnat.....	p.318
121 – Evolution du nombre de foyers privés d'électricité en Auvergne	p.321
122 – Estimation des dégâts inventoriés sur les forêts par l'I.F.N. dans le département du Puy-de-Dôme à la suite de la tempête du 27 décembre 1999	p.328
123 – Estimation des dégâts inventoriés sur les forêts par l'I.F.N. dans le département du Cantal à la suite de la tempête du 27 décembre 1999.....	p.329
124 – Estimation des dégâts inventoriés sur les forêts par l'I.F.N. dans le département de la Haute-Loire à la suite de la tempête du 27 décembre 1999	p.330
125 – Dégâts observés dans le massif forestier du Mont Devès-Lac du Bouchet à la suite de la tempête du 27 décembre 1999.....	p.333
126 – Carte des peuplements forestiers dans la forêt domaniale du Lac du Bouchet.....	p.335
127 – Dégâts observés dans le massif forestier de Pessade Saulzet-le-Froid à la suite de la tempête du 27 décembre 1999	p.342
128a et b – Les territoires de l'excès en Auvergne	p.354 et 355
129 – Le risque inondation d'après la DIREN.....	p.359
130 – Le risque d'inondation vu par la DRM	p.359

Liste des tableaux

1 – Les outils et les sources utilisés pour répondre à la problématique de la thèse.....	p.14
2 – Types d'épisodes météorologiques susceptibles de produire des temps forts pluvieux et venteux.....	p.34
3 – Historique de la réglementation relative à la prévention des excès hydrométéorologiques	p.48
4 – Nombre d'averses supérieures à 50 millimètres.....	p.80
5 – Nombre d'averses supérieures à 50 millimètres sur le versant occidental du Cantal.....	p.80
6 – Nombre d'averses supérieures à 50 millimètres dans le Velay oriental et le Vivarais.....	p.81
7 – Nombre d'averses supérieures à 50 millimètres de l'Aigoual au Lozère	p.82
8 – Comparaison du nombre de temps forts orageux entre la montagne auvergnate et les bassins « intérieurs »	p.90
9 – Caractéristiques des temps forts pluviométriques (> à 50 mm) dans différents pays de la région Auvergne entre 1960 et 1999	p.106
10 – Variables et notes retenues dans le calcul des vulnérabilités	p.114
11 – Classes de vulnérabilités et nombre de points associés.....	p.115
12 – Termes journalistiques ayant servi à désigner en titre les temps forts pluvieux et venteux	p.126
13 – Qualificatifs utilisés par la presse en titre pour désigner l'ampleur des dégâts	p.127
14 – Termes médiatiques exprimant en titre l'ambiance excessive	p.128
15 – Dynamique des configurations d'altitude en 24h.....	p.153
16 – Dynamique des situations en 24h.....	p.156
17 – Fréquence des circulations d'altitude associées aux temps forts océaniques affectant exclusivement la Montagne auvergnate	p.160
18 – Fréquence des circulations d'altitude associées aux temps forts océaniques affectant exclusivement la Montagne auvergnate, le Livradois-Forez et la Margeride	p.160
19 – Fréquence des circulations d'altitude associées aux temps forts océaniques affectant exclusivement le Livradois-Forez	p.160
20 – Fréquence des diverses situations associées aux temps forts océaniques affectant exclusivement la Montagne auvergnate	p.161
21 – Fréquence des diverses situations associées aux temps forts océaniques affectant exclusivement la Montagne auvergnate, le Livradois-Forez et la Margeride	p.161
22 - Fréquence des diverses situations associées aux temps forts océaniques	

affectant exclusivement le Livradois-Forez	p.163
23 – Cumuls pluviométriques du mois de décembre 1981	p.189
24 – Synthèse des divers mécanismes aérologiques et géographiques favorisant la production des temps forts pluviométriques océaniques	p.193
25 – Estimation du coût des excès en Haute-Loire consécutifs aux inondations du 21 septembre 1980	p.228
26 – Synthèse des divers mécanismes aérologiques et géographiques favorisant la production des temps forts pluviométriques cévenols et leurs extensions sur le Massif central	p.247
27 – Configurations et situations aérologiques observées sur le Massif central avant le début de la cyclogénèse méditerranéenne	p.255
28 – Configurations types.....	p.274
29 – Situations types.....	p.276
30 – Fréquence des configurations associées aux temps forts orageux	p.278
31 – Fréquence des situations associées aux temps forts orageux.....	p.279
32 – Caractéristiques des systèmes orageux observés par imagerie radar	p.300
33 – Vitesse maximale et direction des vents observés dans les différentes stations du Massif central.....	p.304
34 – Comparatif des chablis dans les forêts publiques entre la tempête de 1982 et celle de 1999.....	p.305
35 – Dégâts recensés dans les bâtiments et les infrastructures.....	p.306
36 – Nombre de foyers privés d'électricité par département.....	p.322
37 – Pourcentage de circulation des trains	p.323

Table des photographies

1 – Grêlons tombés dans le secteur d'Yssingeaux après le passage de la supercellule du 21 août 2000	p.296
2 - La toiture arrachée du bâtiment de l'I.U.F.M. d'Aurillac.....	p.325
3 – Reboisements récents sur le versant est du Mont Recours.....	p.337
4 – Reboisements récents sur le Mont Velay.....	p.337
5 – Des chablis datant de 1982 encore présents	p.338
6 – Une vision des dommages laissés par la tempête de décembre 1999 sur le versant occidental du Mont Devès.....	p.338
7 – Le vent canalisé au niveau de la maison forestière	p.339
8 – Conifères fortement élancés dans le secteur du « Très Regard »	p.339
9 et 10 – Des arbres de bordures sauvegardés le long de la zone de chablis.....	p.340

située au-dessus de « La Glotonie »

11 – Le « bois de Pessade » fortement touché par la tempête.....	p.344
12 – Zones de chablis liés à l'effet Venturi présentes de part et d'autre du vallon de la Grande Fontaine.....	p.344
13 – Gros plan sur les chablis localisés sur le versant nord-ouest de la Combe Perret.....	p.345
14 – Chablis et élancement des arbres dans la parcelle forestière de Douhairesse Haut.....	p.346

Table des matières

Les excès climatiques dans le Massif central français

L'impact des temps forts pluviométriques et anémométriques en Auvergne

Avant-propos.....	p.5	
Sommaire		
Introduction générale		
<i>La notion d'excès dans la problématique des risques.....</i>	p.9	
<i>Pourquoi ne pas élargir la thématique et le cadre de l'étude.....</i>	p.10	
<i>Objectifs et l'organisation.....</i>	p.11	
<i>Sources, outils, méthodes.....</i>	p.13	
<i>Le terrain.....</i>	p.15	
Première partie. Recherche des temps forts et des ambiances excessives.....		p.19
Introduction de la première partie.....		p.21
Chapitre I. L'excès : une notion à définir dans le langage géographique.....		p.23
1. Aux sources de l'excès.....		p.25
1.1. Un flou sémantique persistant.....		p.25
1.2. Éclaircissements étymologiques, recherche d'une définition.....		p.26
2. L'excès, un risque accompli.....		p.27
2.1. L'excès synonyme de catastrophe ?.....		p.28
2.2. Excès ou catastrophe selon le niveau de développement.....		p.29
2.2.1. L'excès dans les pays développés : un accident de parcours.....		p.30
2.2.2. La catastrophe troublant durablement les sociétés : l'exemple des P.E.D.....		p.30
3. L'association temps fort-vulnérabilité sociale est nécessaire à la production de l'excès.....		p.31
3.1. Les temps forts.....		p.32
3.1.1. Le temps fort n'est pas une anomalie climatique.....		p.33
3.1.2. Quels types de temps forts venteux et pluvieux pour le Massif central ?.....		p.33
3.2. Les vulnérabilités.....		p.35
3.3. Existe-t-il des interactions entre les temps forts et les vulnérabilités ?.....		p.38
3.4. Genèse et spatialisation.....		p.39
4. L'excès génère la prévention.....		p.44
4.1. Une prévention encore limitée.....		p.45
4.2. Des mesures pour anticiper l'excès.....		p.45
4.2.1. Maîtriser et prévoir le temps fort.....		p.46
4.2.2. La réglementation du droit des sols.....		p.47
Conclusion du chapitre I.....		p.50

Chapitre II. Les temps forts pluviométriques : quantification et localisation	p.53
1. L'identification des faciès climatiques : une aide à la connaissance des temps forts	p.55
1.1 La pluviométrie dans le Massif central : une répartition spatiale annuelle hétérogène	p.55
1.1.1. Les périphéries arrosées océanisée et méditerranéenne	p.58
1.1.2. L'espace intérieur abrité	p.59
1.2. Définition des régimes, interprétation climatique	p.60
1.2.1. Analyse des dynamiques spatio-temporelles	p.60
1.2.2. Le délicat problème des contacts	p.66
1.2.3. Bilan : les faciès climatiques du Massif central	p.72
2. Les temps forts pluviométriques : quand les précipitations dépassent 50 mm en 24 h	p.76
2.1. La sélection d'un seuil	p.77
2.2. Localisation et description des temps forts	p.79
2.2.1. Le pôle océanisé cantalien	p.80
2.2.2. Le pôle vivaro-vellave	p.81
2.3. Origines météorologiques des temps forts	p.82
2.3.1. Généralités	p.83
2.3.2. Les phénomènes orageux	p.87
2.4. Dynamique temporelle et fréquences par classe d'intensité	p.92
2.4.1. Rythmes saisonniers	p.92
2.4.2. Une fréquence des temps forts marquée par la stabilité	p.96
2.4.3. Distribution des temps forts par classe d'intensité	p.102
Conclusion du chapitre II	p.105
Chapitre III. Vulnérabilités et excès en Auvergne	p.107
1. Les vulnérabilités en Auvergne	p.109
1.1. Une inégale répartition des biens et des personnes	p.110
1.1.1. Une brève histoire de la démographie	p.110
1.1.2. Des disparités qui s'accroissent	p.110
1.1.2.1. Le Val d'Allier et ses marges	p.111
1.1.2.2. L'Auvergne profonde	p.111
1.2. L'évaluation des vulnérabilités	p.112
1.2.1. Méthodologie	p.112
1.2.2. Résultats	p.115
2. Les excès vus par le biais de la loi de juillet 1982	p.117
2.1. Répartition temporelle	p.118
2.2. Distribution régionale	p.120
3. Les excès recensés par la presse	p.124
3.1. Le poids des mots	p.125
3.2. Les excès liés aux épisodes océaniques	p.128
3.3. Les excès liés aux épisodes combinés et aux retours d'est	p.130
3.4. Les excès liés aux épisodes orageux	p.133
3.5. Les excès liés aux chutes de grêle	p.135
3.5.1. Décennie 1970-1979	p.135
3.5.2. Décennie 1980-1989	p.137
3.5.3. Décennie 1990-1999	p.138
3.5.4. Bilan	p.139
Conclusion du chapitre III	p.140

Conclusion de la première partie	p.141
Deuxième partie. Les distributions induites par les systèmes de types zonal et méridien	p.145
Introduction de la deuxième partie	p.147
Chapitre IV. Les épisodes océaniques et leurs effets	p.149
1. Les structures aérologiques induisant les temps forts	p.151
1.1. Les bases d'une classification	p.151
1.2. Les structures et leur fréquence	p.152
1.2.1. Les configurations.....	p.159
1.2.2. Les situations.....	p.159
1.2.3. Analyse des combinaisons (fréquence des structures).....	p.163
1.2.3.1. Des circulations de sud-ouest dominantes dans les Monts d'Auvergne	p.163
1.2.3.2. Des extensions pluviométriques favorisées par les circulations de nord-ouest	p.165
2. L'analyse des épisodes et leurs excès	p.167
2.1. Les circulations zonales	p.167
2.1.1. Le 12 janvier 1962	p.167
2.1.1.1. Une circulation extrêmement rapide	p.168
2.1.1.2. Le département du Cantal et le pays des Couzes, les plus touchés par les excès.....	p.169
2.1.2. Les 30 novembre et 1 ^{er} décembre 1976	p.171
2.2. Des variantes à la circulation zonale	p.172
2.2.1. le 5 février 1974.....	p.172
2.2.2. Le 26 novembre 1983	p.173
2.3. Les circulations de sud-ouest	p.174
2.3.1. Le 21 avril 1969.....	p.174
2.3.2. Le 12 novembre 1987	p.175
2.4. Les circulations de nord-ouest	p.176
2.4.1. Les 23, 24 et 25 décembre 1968	p.177
2.4.1.1. Une structure aérologique immobile.....	p.177
2.4.1.2. Des excès surtout dans le pays thiernois	p.179
2.4.2. Les 17 et 18 mars 1988	p.181
2.4.3. Les 13 et 14 février 1990	p.184
2.4.4. Les 5 et 6 janvier 1982	p.187
Conclusion du chapitre IV	p.192
Chapitre V. Les épisodes combinés et leurs impacts	p.197
1. Un fonctionnement complexe	p.199
1.1. Caractéristiques générales	p.199
1.2. Mise à jour du système cévenol par l'imagerie radar	p.202
1.2.1 Rappel sur le fonctionnement des radars	p.202
1.2.2 L'analyse de quelques séquences.....	p.203
1.2.2.1. Les 22 et 23 octobre 1999	p.203
1.2.2.2 Le 19 septembre 2000.....	p.203
2. Genèse des systèmes cévenols touchant l'Auvergne	p.208
2.1. Des intrusions spatialement limitées mais actives	p.208
2.1.1. Les 19 et 20 octobre 2001	p.208
2.1.1.1. Evolution du contexte aérologique	p.210
2.1.1.2. Le système convectif en V, cause de l'extension cévenole.....	p.215
2.1.2. Les 20 et 21 septembre 1980.....	p.221
2.1.2.1. Un temps fort météorologique séculaire dans l'est de la Haute-Loire	p.221
2.1.2.2. Un temps fort hydrologique très excessif sur la Loire	p.226
2.2. Comprendre les plus grandes extensions	p.230

2.2.1. Les 11 et 12 novembre 1996	p.231
2.2.2. Les 4 et 5 novembre 1994	p.234
2.2.3. Les 17 et 18 mai 1999	p.238
2.2.4. Les 1 ^{er} , 2, 3 décembre 2003	p.241
2.2.4.1. L'ensemble des bassins versants de la Loire et de l'Allier touché par le temps fort	p.241
2.2.4.2. Différents processus pluviogènes	p.243
Conclusion chapitre V	p.246
Chapitre VI. Les retours d'est et leurs conséquences	p.251
1. Un système pluvieux généré par la cyclogénèse méditerranéenne	p.253
1.1. L'élaboration du système	p.253
1.2. Le vortex est en place	p.256
2. Processus et fonctionnement	p.258
2.1. Le sud-est de la région touchée	p.258
2.1.1. Le 7 avril 1986	p.258
2.1.2. Le 23 septembre 1994	p.259
2.2. Des chutes généralisées	p.260
2.2.1. Le 3 mai 1977	p.261
2.2.2. Le 2 octobre 1973	p.262
Conclusion du chapitre VI	p.264
Conclusion de la deuxième partie	p.265
Troisième partie. Du ponctuel au généralisé	p.267
Introduction de la troisième partie	p.269
Chapitre VII. Les orages	p.271
1. Les causes structurelles	p.273
1.1. Des configurations fréquemment associées à un courant de sud-ouest	p.277
1.2. L'importance des situations perturbées d'origine océanique	p.278
1.3. Fréquence des combinaisons	p.280
2. Les dynamiques cellulaires et pluvieuses	p.282
2.1. Les systèmes convectifs stationnaires	p.283
2.1.1. Le 12 août 1998	p.283
2.1.2. Le 1 ^{er} juillet 2000	p.286
2.1.3. Le 3 juillet 1999	p.288
2.1.4. Le 26 juin 1998	p.290
2.2. Les structures convectives mobiles	p.292
2.2.1. Les 20 et 21 août 2000	p.292
2.2.2. Le 6 août 1999	p.296
Conclusion du chapitre VII	p.298
Chapitre VIII. Les tempêtes	p.301
1. Novembre 1982, une tempête de sud	p.303
1.1. Une puissante circulation méridienne	p.303
1.2. Des excès plus nombreux qu'en 1999	p.305
2. Martin, une « super » tempête océanique	p.307
2.1. Aspects météorologiques	p.308
2.1.1. Le rôle des discontinuités dynamiques d'altitude	p.312
2.1.2. Une ambiance tempétueuse	p.317

2.2. Des excès sur tout le territoire auvergnat	p.320
2.2.1. Les excès touchant les infrastructures.....	p.321
2.2.1.1. Les difficultés rencontrées par E.D.F. et France Télécom	p.321
2.2.1.2. La gêne dans les transports.....	p.322
2.2.1.3. Les éleveurs, premiers pénalisés dans le secteur agricole	p.324
2.2.1.4. Les préjudices sur le patrimoine bâti et culturel	p.324
2.2.2. Les dommages dans les espaces forestiers	p.327
2.2.2.1. Les dégâts par département	p.327
2.2.2.2. Essai d'une analyse fine à l'échelle locale	p.332
- Forêt du Mont Devès-Lac du Bouchet	p.334
- Forêt de Pessade Saulzet-le-Froid	p.341
Conclusion du Chapitre VIII	p.347
Conclusion de la troisième partie	p.349
Bilan: les territoires de l'excès en Auvergne	p.351
1. Des territoires identifiés et caractérisés	p.353
2. Le « jeu » des comparaisons.....	p.357
Conclusion générale	p.363
Bibliographie	p.367
Annexes	p.383
Résumé de thèse	p.445
Table des illustrations	p.449
Table des matières	p.457