

# Les inondations en région Rhône-Alpes

Isabelle LEROUX, Chargée de mission Risques  
DREAL (Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement)  
Rhône-Alpes / Service Prévention des Risques

Source : EPRI (Evaluation Préliminaire des Risques Inondation - 2011)

Les inondations en région Rhône-Alpes peuvent être regroupées selon deux types :

- les inondations par débordement de cours d'eau ;
- les inondations par rupture d'ouvrages hydrauliques (digues et barrages), souvent liées à une inondation par débordement de cours d'eau.

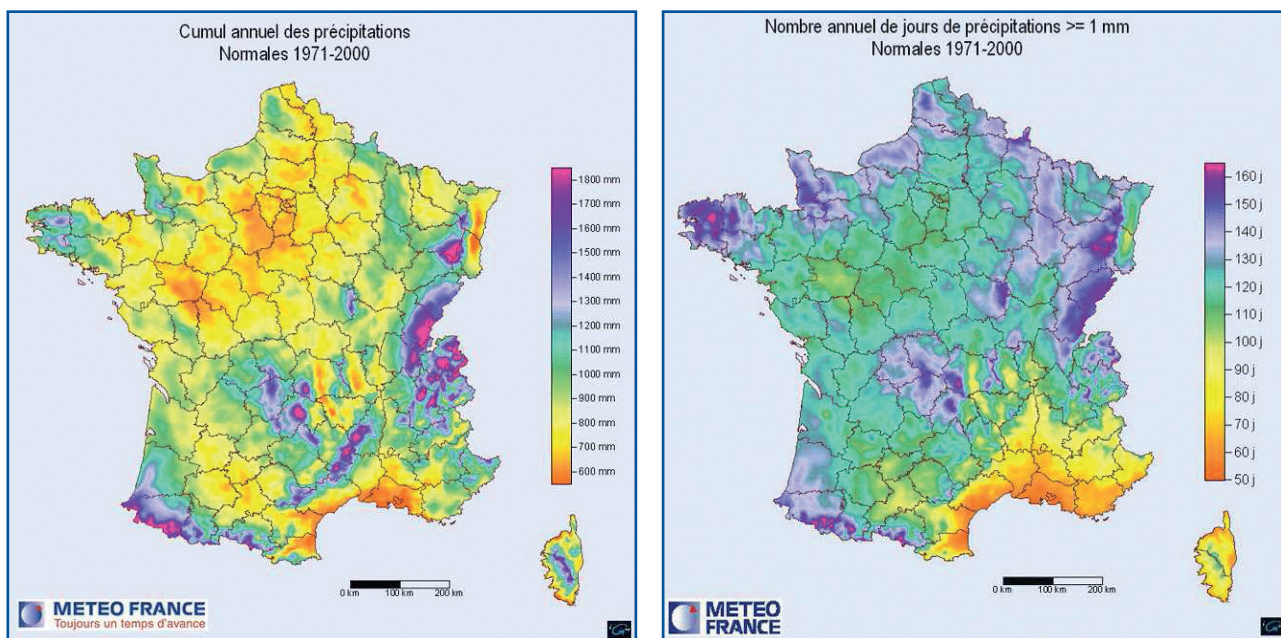
## 1- Les débordements de cours d'eau

Les inondations par débordement de cours d'eau se distinguent entre inondations de plaine à crues lentes, inondations à crues rapides, laves torrentielles. Elles sont parfois liées à un ruissellement pluvial ou encore à un phénomène de remontée de nappe et sont liées aux influences climatiques et hydrologiques des différents territoires le composant.

### 1-1- La Pluviométrie

Les régimes pluviométriques de la région Rhône-Alpes sont soumis à deux grandes influences climatiques : l'influence océanique qui concerne la majorité de la région et l'influence méditerranéenne qui en affecte l'extrême sud.

Les deux cartes ci-dessous élaborées par Météo France à l'échelle nationale illustrent la répartition pluviométrique de la région comparée à l'échelle de la France. Elles s'appuient sur une série de données pluviométriques homogènes sur la période 1971-2000.



La première carte apporte une estimation des hauteurs moyennes annuelle sur période 1971-2000.

A l'échelle nationale comme à l'échelle de la région, l'éventail des précipitations est très large. Le cumul pluviométrique annuel est lié à l'altitude, les plus fortes valeurs de précipitation concernent les massifs montagneux.

La seconde carte présente une estimation du nombre annuel de jours de pluie sur la période 1971-2000. Beaucoup plus contrastée que la carte précédente, elle illustre la fréquence pluviométrique des territoires sur l'année.

En termes de répartition pluviométrique sur l'année<sup>1</sup> :

- le nord de la région est concerné par une forte pluviométrie toute l'année (1000 à 1500 mm/an) ;
- dans les territoires alpestres, les Alpes du Nord ont une pluviométrie abondante (1200 à 1500 mm/an) irrégulièrement répartie en été ;
- à l'Est, la pluviométrie annuelle du nord-est du Massif-Central (de 800 à 1200 mm en moyenne) est bien répartie au cours de l'année ;
- au sud-est de la région, le secteur des Cévennes dispose d'une pluviométrie annuelle très importante (de 1000 à 1500 mm/an en moyenne) mais inégalement répartie au cours de l'année avec un minimal en été et un maximal à l'automne ;
- entre les Alpes et le Massif-Central, la pluviométrie de la vallée du Rhône-Moyen entre Lyon et Donzère est élevée en automne (entre 250 et 300 mm).

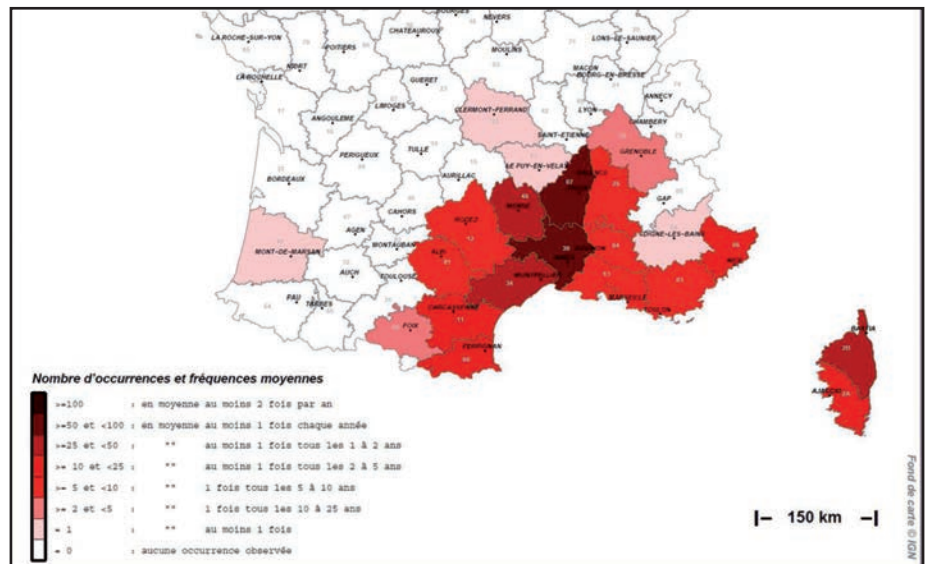
Comme le montre la carte nationale des occurrences climatiques des pluies extrêmes observées par Météo France à l'échelle de chaque département sur la période 1961-2010, le sud de la région (Drôme et plus particulièrement Ardèche) ressort comme la plus exposée aux pluies diluviennes lesquelles peuvent apporter plus de 200 mm en une journée. En termes de comparaison, une telle quantité d'eau correspond à environ un tiers de la précipitation annuelle moyenne parisienne.

## 1-2- L'influence de la pluviométrie sur les crues

La variabilité temporelle et spatiale des climats océaniques et méditerranéens est susceptible d'induire quatre types de crues par débordement de cours d'eau dans la région.

### a- les crues océaniques

Elles se produisent en saison froide, avec une fréquence maximale d'apparition d'octobre à mars, et font suite aux pluies océaniques apportées par les vents d'Ouest. L'étendue de leur domaine est remarquable. Elles concernent plus particulièrement la partie nord



Occurrence climatique observée sur un département  
Épisodes avec plus de 200 mm en 1 jour - Période 1961/2010  
© Météo France, Pluies Extrêmes, v. 4 avril 2011

du bassin. Les pluies à l'origine des crues océaniques sont exceptionnelles par leur régularité et leur persistance dans le temps.

### b- les crues cévenoles

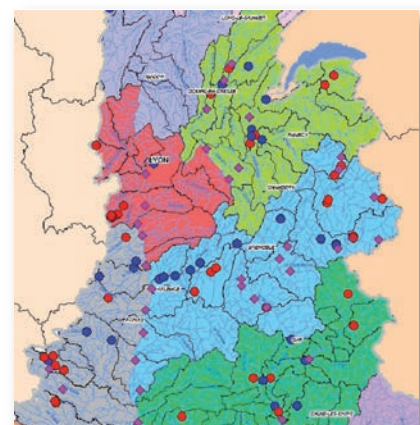
Les pluies cévenoles sont amenées par des vents automnaux de Sud à Sud-Est, avec un risque maximal de mi-septembre à fin octobre. Elles se concentrent sur le rebord oriental du Massif Central et sont dues à la remontée de masses d'air chaud méditerranéen qui entrent en collision avec des fronts d'air froid océanique sur les hauts reliefs.

Les crues cévenoles sont exceptionnelles par leur puissance et par la rapidité de montée des eaux. Elles sont dévastatrices en raison de l'intensité et de la violence des pluies reçues, mais encore plus à cause des caractéristiques des surfaces réceptrices. Les bassins cévenols présentent de fortes pentes de talweg et des terrains imperméables propices au ruissellement torrentiel. La variabilité spatiale des averses cévenoles, la rapidité de la décrue, et la faible durée de l'étalement rendent peu probable la concomitance des crues des affluents et de celles du fleuve.

### c- les crues méditerranéennes extensives

Les pluies méditerranéennes extensives ont des caractéristiques proches des pluies cévenoles. Elles se produisent généralement de fin octobre à mi-

novembre et au printemps. L'extension de leur domaine d'action peut englober les bassins en aval de Valence et remonter dans le couloir rhodanien jusqu'à Lyon voire jusqu'à l'extrémité aval des bassins de la Saône et de l'Ain.



Configuration météorologique générant une crue méditerranéenne extensive  
Illustration par les cumuls pluviométriques sur la région PACA en 1 jour du 15 au 16 juin 2010  
© Météo France, Pluies Extrêmes, v. 2 septembre 2011

### d- les crues généralisées

Certains phénomènes météorologiques peuvent entraîner des crues générales qui affectent la totalité du bassin rhodanien. Ces crues extrêmes correspondent à la succession, dans un intervalle plus ou moins rapproché, de plusieurs pluies dont l'une au moins est méditerranéenne extensive. Leurs mécanismes varient pour chaque cas et comportent des combinaisons hydrométéorolo-

giques sans cesse renouvelées. L'examen des crues passées ne permet pas d'identifier une période plus propice à l'observation de ce type de crues.

### 1-3- L'influence de l'hydrologie sur les crues

Les caractéristiques hydrologiques de la région Rhône-Alpes se regroupent autour des trois composantes : glaciaires, nivales et pluviales.

L'influence glaciaire ressort exclusivement dans les territoires alpestres de haute-montagne lesquels agissent sur l'hydrologie des cours d'eau qui les traverse. La période de hautes eaux résultant de la fonte des glaces se situe en été.

L'influence nivale concerne principalement les territoires de montagne de plus faible altitude. L'hydrologie des bassins versants nivaux est caractérisée par l'importance des crues de printemps lors de la fonte des neiges.

L'influence pluviale sur l'hydrologie des cours d'eau dépend quant à elle des influences climatiques développées plus haut.

Toutefois l'hydrologie des cours d'eau et des bassins versants drainés est souvent liée à une combinaison de plusieurs de ces composantes. Dans le bassin versant du Rhône plus particulièrement, la variété des climats et des régions drainées confère au Rhône un régime complexe lié à l'ensemble de ces combinaisons.

### 1-4- Les différents types d'inondation par débordement de cours d'eau sur le bassin.

#### a- les inondations de plaine

Il s'agit d'inondations caractérisées par une montée lente des eaux du cours d'eau sorti de son lit mineur dont la durée de submersion peut être relativement longue allant de quelques jours à plusieurs semaines.

Les débits et les volumes d'eau sont importants. La rivière occupe son lit

moyen et éventuellement son lit majeur, rendant cette inondation utile au laminage des crues. La lente montée des eaux permet l'alerte et l'évacuation des personnes concernées, mais les enjeux économiques sont considérables du fait de la durée de submersion et de l'étendue de la zone touchée qui est souvent considérable.



Crue de la Saône en amont de Tournus - mars 2001  
© DREAL Bourgogne

#### b- les crues rapides des rivières

Les crues rapides sont ainsi qualifiées si le temps de la montée des eaux est inférieur à 12 heures. Elles résultent en général d'épisodes pluvieux intenses ainsi que de la taille relativement faible des bassins versants touchés et de leurs caractéristiques topographiques et hydrogéologiques. Elles peuvent atteindre des débits de pointe très importants. Les eaux ruissellent et se concentrent rapidement dans le cours d'eau, d'où des crues brutales et violentes.

Le cours d'eau transporte de grandes quantités de sédiments et de flottants (bois morts, etc.), ce qui se traduit par une forte érosion du lit et un dépôt des matières transportées. Ces dernières peuvent former des barrages, appelés embâcles, qui, s'ils viennent à céder, libèrent une énorme vague pouvant être mortelle. Le temps de montée des eaux est très court, laissant peu de temps à l'alerte et l'évacuation des populations. Néanmoins, si la montée des eaux est extrêmement rapide, la décrue l'est tout autant.

#### c- les laves torrentielles

La lave torrentielle est un phénomène de crue particulier propre aux zones de montagne qui consiste en la propagation d'un volume considérable de boues denses charriant des blocs.



Inondation de l'Allan à Montbéliard lors de la crue de février 1990  
© DREAL Franche-Comté

Les principaux traits qui caractérisent les bassins versants torrentiels sont leur taille généralement réduite (quelques centaines de km<sup>2</sup> au plus) et la morphologie abrupte de leurs reliefs. Ainsi, entre la source et l'exutoire de ces bassins, il n'est pas rare de mesurer des dénivellations de plusieurs centaines à quelques milliers de mètres, sur des distances

horizontales souvent très inférieures à une dizaine de kilomètres.

Des écoulements de type lave torrentielle ont un pouvoir destructeur plus important qu'une crue rapide de débit équivalent, en raison de la quantité de matériaux charriés et de la densité du fluide qui les transporte.



Affouillement en sous-oeuvre - Saint Martin d'Uriage/Domène  
Août 2005  
© Yannick GUIGAL

#### d- le ruissellement pluvial

Une inondation par ruissellement pluvial est provoquée par « les seules précipitations tombant sur l'agglomération, et/ou sur des bassins périphériques naturels ou ruraux de faible taille, dont les ruissellements empruntent un réseau hydrographique naturel (ou artificiel) à débit non permanent, ou à débit permanent très faible, et sont ensuite évacués par le système d'assainissement de l'agglomération [ou par la voirie]. Il ne s'agit donc pas d'inondation due au débordement d'un cours d'eau permanent, traversant l'agglomération, et dans lequel se rejet-

tent les réseaux pluviaux »<sup>2</sup>. Ces phénomènes se caractérisent par leur soudaineté et leur courte durée, ce qui les rend peu prévisibles et difficilement maîtrisables. Ce sont en général les communes situées à l'aval des bassins versants qui sont les plus touchées par ces événements, car elles reçoivent les eaux provenant de l'ensemble du bassin versant. Il est donc fondamental, pour limiter le ruissellement, de prendre des mesures sur l'ensemble du bassin même si les communes situées en amont ne subissent aucun écoulement. L'imperméabilisation de leur sol entraîne en effet une aggravation de l'aléa à l'aval.



Inondations par ruissellement pluvial à Nîmes en octobre 1988  
© Ville de Nîmes

### e- les inondations par remontée de nappe phréatique

Dans certaines conditions une élévation exceptionnelle du niveau de la nappe phréatique entraîne un type particulier d'inondation appelée remontées de nappes. Elles arrivent principalement dans 2 cas de figure :

- au sein d'aquifères calcaires ou crayeux. Le faible coefficient d'emmagasinement (ratio entre la quantité d'eau qui imprègne la roche et le volume de celle-ci) de ces calcaires entraîne une forte remontée de la nappe, suite à des épisodes pluvieux anormalement soutenus pouvant se succéder sur plusieurs années consécutives. La nappe peut alors atteindre la surface du sol.
- au sein d'aquifères plus perméables (coefficient d'emmagasinement plus élevé) mais plus limités dans l'espace, où, en raison de la présence d'un substratum imperméable, le surplus d'eau ne peut que remonter vers la surface et provoquer une inondation.

Il est souvent corrélé avec l'élévation du niveau des cours d'eau, mais l'inverse n'est évidemment pas vrai.

Trois paramètres sont particulièrement importants dans le déclenchement et la durée de ce type d'inondation :

- une suite d'années à pluviométrie excédentaire, entraînant des niveaux d'étiages de plus en plus élevés ;
- une amplitude importante de battement annuel de la nappe, dépendant étroitement du pourcentage d'interstices de l'aquifère ;
- un volume global important d'eau contenue dans la nappe, à l'intérieur des limites du bassin d'un cours d'eau.

Ce phénomène reste nuancé en Rhône-Alpes. Aucune crue significative connue propre à ce phénomène n'a été recensée. Les phénomènes de remontées de nappes recensés sur le bassin sont principalement liées à la remontée du niveau de la nappe d'accompagnement du cours d'eau lors de crues.

## 2- Les inondations par rupture d'ouvrage hydrauliques

### a- les inondations par rupture de barrages

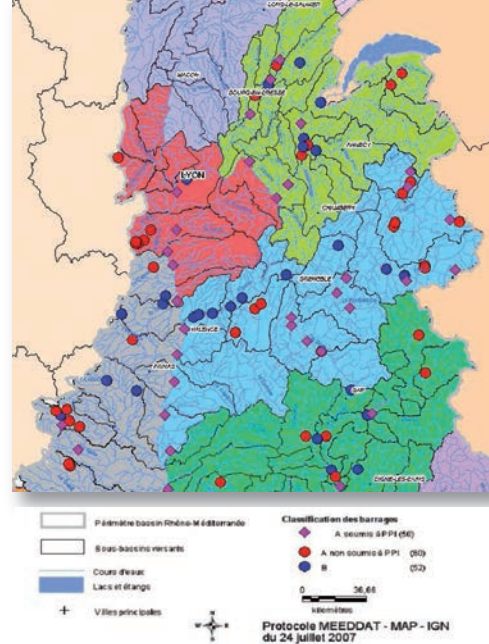


Rupture du barrage de Malpasset le 2 décembre 1959  
© Musée local de Fréjus

Les rivières de la région Rhône-Alpes accueillent de nombreux barrages. Dans l'hypothèse d'une rupture brutale d'un ouvrage, une puissante onde de crue dévastatrice se propagerait rapidement vers l'aval.

### b- les inondations par rupture de digues

Les digues de protection contre les inondations ou les submersions ont vocation à protéger les populations existantes.



Barrages les plus importants (hauteur et volume) en région Rhône-Alpes Décembre 2011 © DREAL Rhône-Alpes

Elles permettent notamment, sous réserve d'avoir été conçues dans les règles de l'art et correctement entretenues, d'apporter aux habitants concernés une protection relative contre les événements dont l'intensité est inférieure à celle pour laquelle l'ouvrage a été conçu (donc contre les événements statistiquement plus fréquents que l'événement dimensionnant). Les digues participent à la prévention des risques et réduisent les dommages et coûts pour la collectivité.

Néanmoins la présence de ces ouvrages, dont la bonne conception et l'entretien rigoureux par le maître d'ouvrage sont essentiels, ne doit pas faire oublier l'existence d'un risque important pour les événements d'intensité supérieure au dimensionnement de l'ouvrage.

Les digues de protection sont donc à considérer d'une part comme un ouvrage de protection relative (pour certaines crues), et d'autre part comme un objet de danger potentiel de nature anthropique : aucun ouvrage ne peut être considéré comme infaillible, et les ruptures de digues (par érosion, surverse, glissement, ...) se traduisent par des hauteurs d'eau et des vitesses très importantes ainsi que des phénomènes d'érosion très forte.

Les principes généraux relatifs aux ouvrages de protection dans les Plans de Prévention des Risques Naturels Inondation (PPRN Inondation) sont formalisés dans les circulaires du 30 avril 2002 et 21 janvier 2004, ainsi que tout récemment pour le cas des PPR Littoraux par la circulaire du 28 juillet 2011.

<sup>1</sup> Source : Météo France, Pluies Extrêmes, v. 4 avril 2011

<sup>2</sup> Source : M. Desbordes