



PREFECTURE DU GARD

*Direction départementale des Territoires et de la Mer
du Gard*

*Service Observation Territoriale Urbanisme et Risques
Unité Risques Inondation*

PLAN DE PREVENTION DES RISQUES D'INONDATION DU GARDON D'ALES

Rapport de présentation

Communes de :

- | | |
|---------------------------|------------------------------|
| – ALES | – SAINT HILAIRE DE BRETHMAS |
| – BAGARD | – SAINT JEAN DU PIN |
| – BRANOUX LES TAILLADES | – SAINT JULIEN DES ROSIERS |
| – CENDRAS | – SAINT MARTIN DE VALGALGUES |
| – LA GRAND-COMBE | – SAINT PAUL LA COSTE |
| – LAVAL-PRADEL | – SAINT PRIVAT DES VIEUX |
| – LES SALLES DU GARDON | – SAINTE CECILE D'ANDORGE |
| – RIBAUTE LES TAVERNES | – SALINDRES |
| – ROUSSON | – SOUSTELLE |
| – SAINT CHRISTOL LES ALES | – VEZENOBRES |

Plan de Prévention des Risques d'Inondation sur le Gardon d'Alès Rapport de présentation

1. PRÉAMBULE.....	4
2. LE RISQUE INONDATION DANS LE GARD.....	6
3. LES OBJECTIFS DE LA POLITIQUE DE PRÉVENTION DES INONDATIONS	8
4. UN PPR : QU'EST CE QUE C'EST ?.....	9
4.1) Effets du PPR	9
4.2) PPR et biens existants	9
4.3) PPR et information préventive	10
4.4) PPR et Plan communal de sauvegarde (PCS)	10
4.5)PPR et financement	10
4.6) Phases d'élaboration d'un PPR	11
5. PÉRIMÈTRE D'ÉTUDE DU PPRI GARDON D'ALES.....	13
6. CONTEXTE GÉOGRAPHIQUE ET CLIMATIQUE.....	16
6.1) Présentation générale	16
6.2) Contexte climatique	17
6.3) Bassin versant	18
7. CRUES HISTORIQUES	19
7.1) Inventaire des crues historiques	19
7.2) Crue de 1958	19
7.3) Crue des 8 et 9 septembre 2002	20
L'épisode pluvieux	22
Le déroulement de la crue	25
Les dommages	25
7.4) Autres crues historiques	32
8. MÉTHODOLOGIE DE CONNAISSANCE DU RISQUE	33
8.1) Recueil des données et enquêtes auprès des communes	34

8.2) Approche historique	34
8.3) Approche hydrogéomorphologique	35
8.4) modélisation hydraulique des crues	37
Crue de référence	38
Cas particulier des débits de référence sur le Gardon d'Alès	41
8.5) Cotes d'inondation	43
Hors secteurs endigués	43
Cas des secteurs endigués	44
8.6) Cartographie de l'aléa	48
Aléa fort et aléa modéré	48
Cas particulier des secteurs endigués : Aléa résiduel dit « aléa rupture de digue, surverse et impluvium local »	48
Zone de ruissellement	50
Le ruissellement pluvial urbain	50
8.7) Le fonctionnement hydraulique dans la traversée hydraulique d'Alès	51
Le Grabieux	51
Le Gardon d'Alès	51
8.9) Analyse des enjeux	54
L'occupation du sol	54
Les enjeux ponctuels	55
9. DISPOSITIONS RÉGLEMENTAIRES	56
9.1) Règles d'urbanisme	56
Les principes	56
Prévenir les conséquences des inondations	57
Limiter les facteurs aggravant les risques	59
9.2) Le zonage réglementaire	59
9.3) Mesures de prévention, de protection et de sauvegarde	65
Mesures de prévention	65
Mesures de protection	66
Mesures de sauvegarde	66
9.4) Règles de construction et mesures sur l'existant	66
10. DÉROULEMENT DE LA PROCÉDURE.....	67
10.1) Concertation avec les communes et le public	67
10.2) Consultations administratives	67
10.3) Enquêtes publiques	67
11. ANNEXE.....	69

1. PREAMBULE

La répétition d'évènements catastrophiques au cours des dix dernières années sur l'ensemble du Territoire national a conduit l'État à renforcer la politique de prévention des inondations.

Cette politique s'est concrétisée par la mise en place de Plans de Prévention des Risques d'Inondation (P.P.R.i.), dont le cadre législatif est fixé par les lois n° 95-101 du 2 février 1995, 2003-699 du 30 juillet 2003 et les décrets n° 95-1089 du 5 octobre 1995 et 2005-3 du 4 janvier 2005. L'ensemble est codifié aux articles L562-1 et suivants du code de l'Environnement.

L'objet d'un PPR est, sur un territoire identifié, de :

délimiter les zones exposées aux risques en tenant compte de la nature et de l'intensité du risque encouru, d'y interdire tout type de construction, d'ouvrage, d'aménagement, ou d'exploitation agricole, forestière, artisanale, commerciale ou industrielle ou, pour le cas où ces aménagements pourraient y être autorisés, prescrire les conditions dans lesquels ils doivent être réalisés, utilisés ou exploités,

délimiter les zones qui ne sont pas directement exposées au risque mais où des aménagements pourraient aggraver les risques ou en provoquer de nouveaux, et y prévoir des mesures d'interdiction ou des prescriptions,

définir les mesures de prévention, de protection et de sauvegarde qui doivent être prises par les collectivités publiques dans le cadre de leurs compétences, ainsi que celles qui peuvent incomber aux particuliers,

définir des mesures relatives à l'aménagement, l'utilisation, ou l'exploitation des constructions, ouvrages, espaces **existants** à la date d'approbation du plan, qui doivent être prises par les propriétaires, exploitants ou utilisateurs.

Le dossier dont la mise à l'étude est prescrite par arrêté préfectoral, est approuvé après enquête publique et consultation des Conseils Municipaux concernés.

Les dispositions d'urbanisme qui en découlent sont opposables à toutes personnes publiques ou privées, elles valent servitude d'utilité publique à leur approbation et demeurent applicable même lorsqu'il existe un document d'urbanisme. Le Plan de Prévention des Risques d'Inondation remplace les procédures existantes (P.S.S, P.E.R, R111.3). **Le dossier de PPR comprend :**

Un rapport de présentation, qui explique l'analyse des phénomènes pris en compte, ainsi que l'étude de leur impact sur les personnes et sur les biens, existants et futurs. Ce rapport justifie les choix retenus en matière de prévention en indiquant les principes d'élaboration du PPR et commentant la réglementation mise en place.

Le présent document constitue le rapport de présentation qui expose la démarche préalable à l'élaboration du dossier et les raisons des choix retenus.

Des cartes de zonage réglementaire, qui délimite les zones réglementées par le PPR. Il s'agit bien sûr des zones exposées à des risques.

Un règlement qui précise les règles s'appliquant à chacune de ces zones. Le règlement définit ainsi les conditions de réalisation de tout projet, les mesures de prévention, de protection et de sauvegarde qui incombent aux particuliers ou aux collectivités, mais aussi les mesures applicables aux biens et activités existants.

2. LE RISQUE INONDATION DANS LE GARD

Les inondations constituent le risque majeur à prendre en compte prioritairement dans la région.

Les inondations méditerranéennes sont particulièrement violentes, en raison de l'intensité des pluies qui les génèrent et de la géographie particulière de la région. En 50 ans de mesures, on a noté sur la région plus de 200 pluies diluviennes de plus de 200 mm en 24 h. L'équinoxe d'automne est la période la plus critique avec près de 75% des débordements mais ces pluies peuvent survenir toute l'année. Lors de ces épisodes qui frappent aussi bien en plaine ou piémont qu'en montagne il peut tomber en quelques heures plus de 30 % de la pluviométrie annuelle.

Le Gard est particulièrement exposé : depuis la moitié du 13^e siècle, le département a connu plus de 480 crues. Lors des événements majeurs, tels que les inondations de 1958 (Vidourle, Gardon, de 1988 (Nîmes), de 2002, de 2003 (Rhône) ou de 2005 (Vistre) les pluies dépassent 400 mm/jour sur plusieurs centaines de km² voire près de 2000 km² comme en septembre 2002. Les dégâts sont toujours très impressionnants et le nombre de tués reste significatif.

Les temps de réaction des bassins versants sont généralement extrêmement brefs, parfois de l'ordre de l'heure pour des petits bassins versants de quelques dizaines de kilomètres carrés, toujours inférieurs à 12h00 sauf dans les basses plaines. La gestion de l'alerte et la préparation à la crise sont donc à la fois primordiales et délicates à mettre en œuvre.

Le département est ainsi sujet à différents types de crues :

crues rapides, souvent à caractère torrentiel, qui se produisent à la suite de précipitations intenses, courtes et le plus souvent localisées sur de petits bassins versants. L'eau peut monter de plusieurs mètres en quelques heures et le débit de la rivière peut être plusieurs milliers de fois plus important que d'habitude (Vidourlades ou Gardonnades par exemple). La rapidité de montée des eaux, tout comme les phénomènes d'embâcles ou de débâcles expliquent la grande dangerosité de ces crues.

phénomènes de ruissellement correspondant à l'écoulement des eaux de pluies sur le sol lors de pluies intenses, aggravés par l'imperméabilisation des sols et l'artificialisation des milieux. Ces inondations peuvent causer des dégâts importants indépendants des débordements de cours d'eau

enfin, le département est soumis aux **crues lentes du Rhône**, qui si elles arrivent plus progressivement peuvent être dommageables par leur ampleur et la durée des submersions qu'elles engendrent

L'aggravation et la répétition des crues catastrophiques sont liées fortement au développement d'activités exposées dans l'occupation du sol dans les zones à risques (habitations, activités économiques et enjeux associés). Ceci a deux conséquences : d'une part, une augmentation de la vulnérabilité des secteurs exposés et d'autre part pour les événements les plus localisés une aggravation des écoulements. Ceci explique pour partie la multiplication des inondations liées à des orages intenses et localisés.

Le Gard est le département de la région le plus touché par le risque inondation.

24 communes (sur 353, soit 6,8% des communes du Gard) ont plus de 70 % de leur population en zone inondable (dont 7 communes 100 % en zone inondable). En 1999, 231.000 personnes habitaient en zone inondable, soit 37% de la population du département. Alors que 18,5% du territoire est situé en zone inondable, 30% des zones urbanisées sont exposées.

Cette forte vulnérabilité s'est traduit par plusieurs sinistres majeurs :

en 1958 : 36 morts, plus de 500 mm d'eau en 6 jours

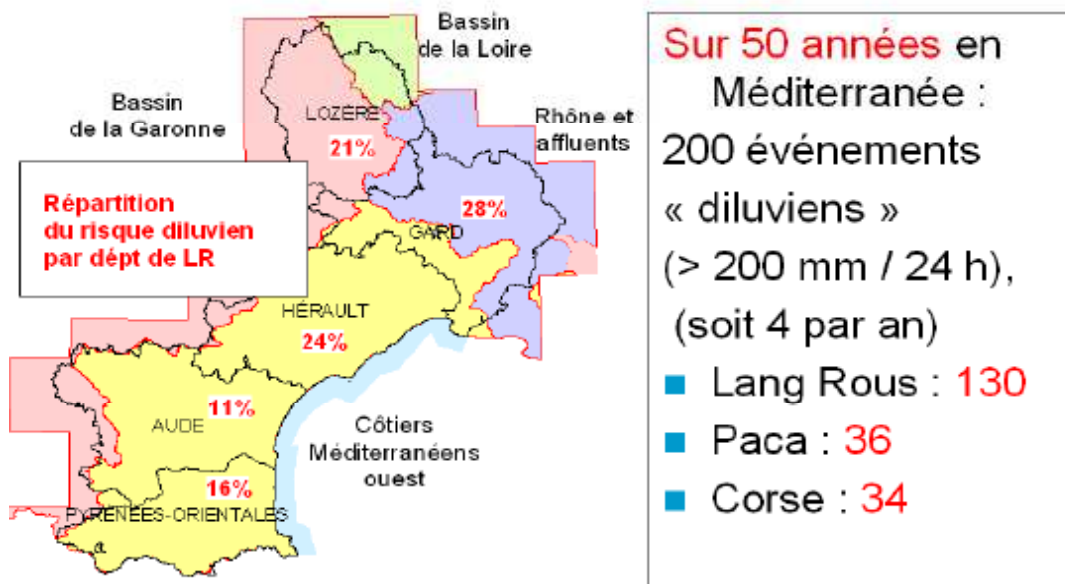
en 1988 : 11 morts, 45000 sinistrés, 610 M€ de dégâts

en 2002 : 25 morts, 299 communes sinistrées, 830 M€ de dégâts, 7200 logements et 3000 entreprises sinistrées

en 2003 : 7 morts, 300 M€ de dégâts sur le Gard.

Du fait de la forte croissance démographique du territoire, la vulnérabilité du Gard face aux inondations est croissante : de 1990 à 1999, la population exposée aux risques a cru de 9,25%, plus vite que la population départementale (+6,3%). En 2004/2005 sur 122 communes de moins de 10.000 habitants analysées on observait un accroissement de la population en zone inondable légèrement inférieur à l'accroissement hors zone inondable (+10,1% contre 11,9%).

L'arc méditerranéen : une région à haut risque



3. LES OBJECTIFS DE LA POLITIQUE DE PREVENTION DES INONDATIONS

Face à ce constat, la nécessité de réduire durablement la vulnérabilité du territoire départemental implique une action coordonnée des pouvoirs publics pour permettre un développement durable des territoires à même d'assurer la sécurité des personnes et des biens au regard des phénomènes naturels.

Cette politique se décline simultanément selon les 5 axes suivants :

amélioration des connaissances (études hydrauliques, atlas des zones inondables...) et renforcement de la conscience du risque par des actions de formation et d'information préventive des populations sur les risques pour favoriser la prise de conscience des risques et la mise en œuvre d'actions individuelles d'anticipation (Dossier Départemental des Risques Majeurs, Information Acquéreurs Locataires, repères de crues...)

amélioration de la surveillance des précipitations et des dispositifs de prévision et d'alerte (dispositifs de surveillance météo et Vigicrues...), préparation à la gestion de crise (Plan communaux de sauvegarde...) qui fixent à l'avance les conditions d'organisation en cas d'événement naturel ;

élaboration des plans de prévention des risques d'inondation, prise en compte des risques dans les décisions d'aménagement et les documents d'urbanisme (SCOT, PLU, PPR...) et mesures de réduction de la vulnérabilité des bâtiments et activités implantées en zone de risque,

action de ralentissement des écoulements à l'amont des zones exposées,

amélioration et développement des aménagements collectifs de protection localisée des enjeux existants, sans que ces aménagements ne permettent une constructibilité des terrains protégés.

Cette politique globale est déclinée localement dans le cadre d'un **Programme d'Actions de Prévention des Inondations (PAPI Gardons)** qui constitue un programme d'action publique à long terme sur l'ensemble du bassin versant du Gardon, visant à l'atténuation du risque lié aux inondations pour les personnes et les biens.

En s'engageant à soutenir ce projet de prévention des inondations, les acteurs consignataires (État, Région, Département, Agence de l'Eau, SMAGE) ont affirmé leur volonté :

de réduire de façon durable les dommages aux personnes et aux biens consécutifs aux inondations, en mettant en œuvre une approche intégrée de prévention des inondations combinant les actions décrites dans le programme d'actions ci-après,

de contribuer à l'atteinte des objectifs de bon état ou de bon potentiel des milieux aquatiques, notamment par la mise en œuvre d'actions de restauration du fonctionnement hydrodynamique des cours d'eau et de préservation des zones naturelles d'expansion de crues.

Le plan de prévention des risques naturels prévisibles (PPR) est au centre de cette politique en coordonnant et rendant possibles un certain nombre d'actions.

4. UN PPR : Qu'est ce que c'est ?

Pour les territoires exposés aux risques les plus forts, le plan de prévention des risques naturels prévisibles est un document réalisé par l'État qui **fait connaître les zones à risques** aux populations et aux aménageurs.

Le PPR est une **procédure qui régit l'utilisation des sols** en prenant en compte les risques naturels identifiés sur cette zone et de la non-aggravation des risques. Cette réglementation va de la possibilité de construire sous certaines conditions à l'interdiction de construire dans les cas où l'intensité prévisible des risques ou la non-aggravation des risques existants le justifie. Elle permet ainsi d'orienter les choix d'aménagement dans les territoires les moins exposés pour réduire les dommages aux personnes et aux biens.

4.1) EFFETS DU PPR

Le PPR vaut **servitude d'utilité publique** en application de l'article L 562-4 du code de l'environnement.

Il doit à ce titre être annexé au document d'urbanisme, lorsqu'il existe. Dès lors, le règlement du P.P.R. est opposable à toute personne publique ou privée qui désire entreprendre des constructions, installations, travaux ou activités, sans préjudice des autres dispositions législatives ou réglementaires.

Au delà, il appartient ensuite aux communes et Établissements Publics de Coopération Intercommunale compétents de prendre en compte ses dispositions pour les intégrer dans leurs politiques d'aménagement du territoire.

Le non respect de ses dispositions peut se traduire par des sanctions au titre du code de l'urbanisme, du code pénal ou du code des assurances (cf. règlement). Par ailleurs, les assurances ne sont pas tenues d'indemniser ou d'assurer les biens construits et les activités exercées en violation des règles du P.P.R. en vigueur lors de leur mise en place.

Le règlement du PPR s'impose :

aux projets, assimilés par l'article L 562-1 du code de l'environnement, aux "*constructions, ouvrages, aménagements ou exploitations agricoles, forestières, artisanales, commerciales ou industrielles* " susceptibles d'être réalisés (=> 1^{ère} partie du règlement)

aux mesures de prévention, de protection et de sauvegarde qui doivent être prises par les collectivités publiques ou les particuliers (=> 2^{ème} partie du règlement)

aux biens existants à la date de l'approbation du plan qui peuvent faire l'objet de mesures obligatoires relatives à leur utilisation ou aménagement (=> 3^{ème} partie du règlement).

4.2) PPR ET BIENS EXISTANTS

Les biens et activités existants antérieurement à la publication de ce plan de prévention des risques naturels continuent de bénéficier du régime général de garantie prévu par la loi.

Pour les biens construits ou aménagés conformément aux dispositions du code de l'urbanisme et avant l'approbation du présent PPRI, **la 3^{ème} partie du règlement du PPR impose des mesures obligatoires** visant à la réduction de la vulnérabilité des bâtiments existants et de leurs occupants.

Ces dispositions ne s'imposent que dans la limite de 10% de la valeur vénale du bien considéré à la date d'approbation du plan.

Les travaux de protection réalisés peuvent alors être subventionnés par l'État (FPRNM) à un taux établi, à la date d'approbation du présent PPRI, à :

40 % pour les biens à usage d'habitation

20 % pour les biens à usage professionnel pour les entreprises employant moins de 20 salariés:

4.3) PPR ET INFORMATION PREVENTIVE

Depuis la loi «Risque» du 30 juillet 2003 (renforcement de l'information et de la concertation autour des risques majeurs), les Maires dont les communes sont couvertes par un PPRN prescrit ou approuvé doivent délivrer au moins une fois tous les deux ans auprès de la population une information sur les risques naturels.

4.4) PPR ET PLAN COMMUNAL DE SAUVEGARDE (PCS)

L'approbation du PPR rend **obligatoire** l'élaboration par le maire de la commune concernée d'un plan communal de sauvegarde (PCS), conformément à l'article 13 de la loi n°2004-811 du 13 août 2004 relative à la modernisation de la sécurité civile.

En application de l'article 8 du décret n°2005-1156 du 13 septembre 2005 relatif au plan communal de sauvegarde et pris en application de l'article 13 de la loi n° 2004-811, la commune doit réaliser son PCS **dans un délai de deux ans** à compter de la date d'approbation du PPR par le préfet du département.

4.5)PPR ET FINANCEMENT

L'existence d'un plan de prévention des risques prescrit depuis moins de 5 ans ou approuvé permet d'affranchir les assurés de toute modulation de franchise d'assurance en cas de sinistre lié au risque naturel majeur concerné (arrêté ministériel du 5/09/2000 modifiés en 2003).

L'existence d'un plan de prévention des risques prescrit ou approuvé sur une commune peut ouvrir le droit à des financements de l'État au titre **du Fonds de Prévention des Risques Naturels Majeurs** (FPRNM), créé par la loi du 2 février 1995.

Ce fonds à vocation à assurer la sécurité des personnes et de réduire les dommages aux biens exposés à un risque naturel majeur. Sauf exceptions (expropriations), il bénéficie aux personnes qui ont assuré leurs biens et qui sont donc elles mêmes engagées dans une démarche de prévention.

Le lien aux assurances est fondamental. Il repose sur le principe que des mesures de prévention permettent de réduire les dommages et donc notamment les coûts supportés par la solidarité nationale et le système Cat Nat (Catastrophes Naturelles).

Ces financements concernent :

les études et travaux de prévention des collectivités locales

les études et travaux de réduction de la vulnérabilité imposés par un PPR aux personnes physiques ou morales

les mesures d'acquisition de biens exposés ou sinistrés, lorsque les vies humaines sont menacées (acquisitions amiables, évacuation temporaire et relogement, expropriations dans les cas extrêmes)

les actions d'information préventive sur les risques majeurs.

L'ensemble de ces aides doit permettre de construire un projet de développement local au niveau de la ou des communes qui intègre et prévient les risques et qui va au-delà de la seule mise en œuvre de la servitude PPR. Ces aides peuvent être selon les cas complétées par des subventions d'autres collectivités voire d'organismes telle l'ANAH dans le cadre d'opérations programmées d'amélioration de l'habitat (OPAH).

4.6) PHASES D'ELABORATION D'UN PPR

L'élaboration des PPR est **conduite sous l'autorité du préfet** de département conformément au décret n° 95-1089 du 5 octobre 1995 modifié par le décret 2005-3 du 4 janvier 2005.

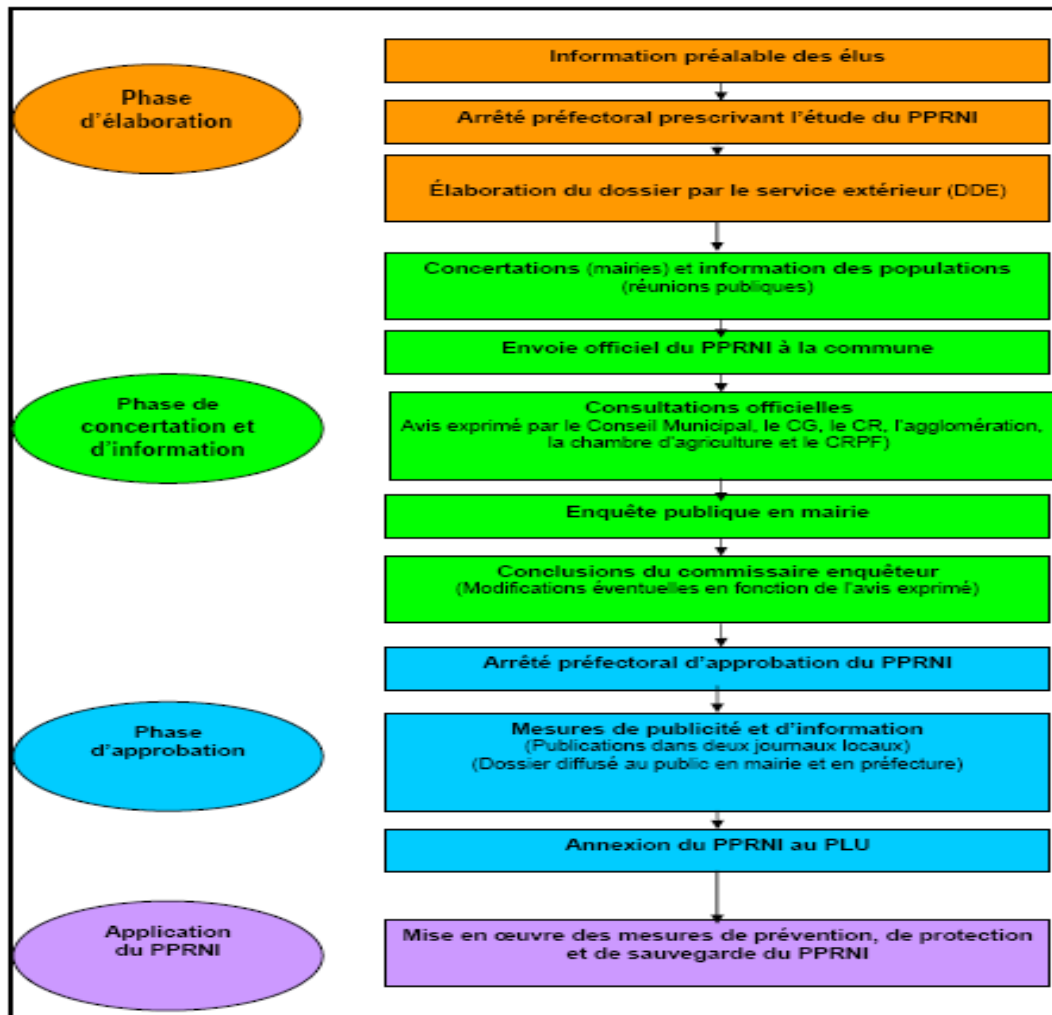
Ce dernier prescrit le PPR par arrêté qui définit son périmètre et son objet et désigne le service déconcentré de l'État qui sera chargé d'instruire le projet.

Après une phase d'élaboration technique et un travail de concertation étroit avec les collectivités concernées, le PPR est alors transmis pour avis aux communes et organismes associés.

Il fait ensuite l'objet d'une enquête publique à l'issue de laquelle, après prise en compte éventuelle des observations formulées, il est approuvé par arrêté préfectoral.

A noter que **si l'urgence le justifie**, le préfet peut rendre immédiatement après consultation des maires concernés, certaines dispositions opposables.

Synoptique des phases d'élaboration d'un PPRNI



5. PERIMETRE D'ETUDE DU PPRI GARDON D'ALES

Le PPRI du Gardon d'Alès a été **prescrit** par arrêté préfectoral du 13 août 2001. Il concernait alors 18 communes. A la suite des inondations catastrophiques des 8 et 9 septembre 2002, il a été étendu à 2 communes par arrêté préfectoral du 17 septembre 2002.

Il concerne ainsi les communes suivantes :

ALES	SAINT MARTIN DE VALGAGUES
BAGARD	SAINT PAUL LA COSTE
CENDRAS	SAINT PRIVAT DES VIEUX
LAVAL-PRADEL	SALINDRES
RIBAUTE LES TAVERNES	SOUSTELLE
ROUSSON	LES SALLES DU GARDON
SAINT CHRISTOL LES ALES	LA GRAND-COMBE
SAINT HILAIRE DE BRETHMAS	BRANOUX LES TAILLADES
SAINT JEAN DU PIN	SAINTE CECILE D'ANDORGE
SAINT JULIEN DES ROSIERS	VEZENOBRES

Le PPRI porte sur **une partie du bassin versant du Gardon d'Alès**, du barrage de Sainte-Cécile d'Andorge jusqu'à la confluence des Gardons d'Alès et d'Anduze.

La zone d'étude est représentée sur la carte suivante. Elle englobe **20 communes**, représentant une population d'environ 88 141 habitants (recensement INSEE 2006), et une superficie totale de 330 km².

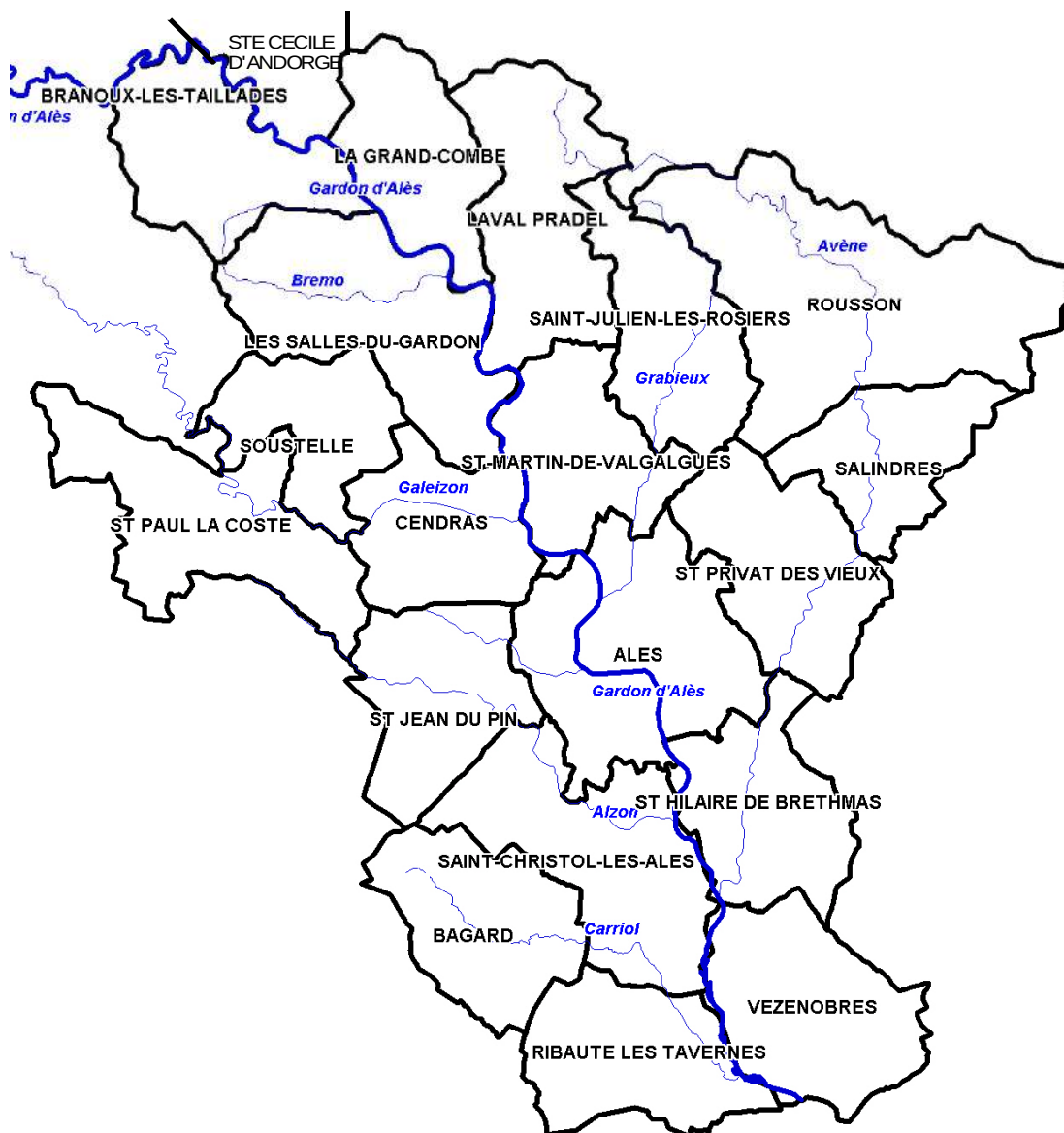
Le tableau ci-après liste les communes et les cours d'eau concernés, sachant que **l'étude porte sur les cours d'eau dont le bassin versant est supérieur à 1 km²**.

Le risque d'inondation peut résulter de débordement des principaux cours d'eau identifiés sur la zone d'étude, ou de ruissellement pluvial. Seul le premier, à caractère intercommunal, a été pris en compte.

Les inondations résultant d'épisodes pluvieux violents sur les petits bassins versants (moins d'un km²) pourront faire l'objet de réflexions particulières conduisant à des travaux ou des prescriptions d'urbanisme à inclure dans les PLU.

Liste des communes et principaux cours d'eau concernés par le PPRI du Gardon d'Alès

COMMUNES	Principaux cours d'eau concernés
Alès	Gardon d'Alès, Grabieux, Bruèges, Avène
Bagard	Carriol, Faverol
Branoux-les-Taillades	Gardon d'Alès, Brémo
Cendras	Gardon d'Alès, Galeizon
La Grand Combe	Gardon d'Alès
Laval-Pradel	Gardon d'Alès, Avène
Les-Salles-du-Gardon	Gardon d'Alès, Brémo, Gravelongue, Pourcayrargues
Ribaute-les-Tavernes	Gardon d'Alès, Carriol
Rousson	Avène
Saint-Hilaire-de-Brethmas	Gardon d'Alès, Avène, Ranc
Saint-Jean-du-Pin	Alzon, Lyonnais
Saint Julien les Rosiers	Grabieux, Ruisseau Rouge
Saint-Christol-les-Alès	Gardon d'Alès – Alzon - Carriol
Saint-Martin-de-Valgalgues	Gardon d'Alès, Grabieux, Ruisseau Blanc
Saint Paul Lacoste	Galeizon
Saint Privat des Vieux	Avène
Sainte-Cécile-d'Andorge	Gardon d'Alès
Salindres	Avène
Soustelle	Galeizon
Vézénobres	Gardon d'Alès



6. Contexte géographique et climatique

6.1) PRESENTATION GENERALE

Le sous-bassin du Gardon d'Alès appartient au bassin-versant du Gardon qui s'étend des crêtes cévenoles lozériennes (1400 m NGF) jusqu'au Rhône (11 m NGF). Le Gardon d'Alès, quant à lui, prend sa source à proximité du col de Jalcreste (833 m d'altitude) et conflue avec le Gardon d'Anduze sur les communes de Ribaute-les-Tavernes et Vézénobres (190 m d'altitude) après avoir parcouru un linéaire de 65 km.

Les principaux affluents du Gardon d'Alès sur le linéaire de cours d'eau étudié sont :

le Galeizon (~ 30 km) confluant en rive droite sur la commune de Cendras ;

le Grabieux (12 km) rejoignant le Gardon d'Alès en rive gauche sur la commune d'Alès ;

l'Avène (environ 30 km) retrouvant le Gardon d'Alès par la rive gauche sur la commune de Saint-Hilaire-de-Brethmas ;

l'Alzon (13 km) ;

le Carriol (11 km).

Le bassin versant du Gardon d'Alès couvre une superficie de 445 km² environ.

Le Gardon d'Alès est recalibré sur la traversée d'Alès et est peu anthropisé sur le reste de son linéaire.

Orographie et réseau hydrographique du bassin versant des Gardons (Source : SAGE des Gardons)



6.2) CONTEXTE CLIMATIQUE

Le climat dans la zone d'étude est de type méditerranéen. Les étés sont généralement chauds et les hivers plus frais et humides. Les pluies ont surtout lieu en automne, mais aussi, dans une moindre mesure en hiver et au printemps.

La caractéristique climatique principale du bassin des Gardons est une pluviométrie intense et brutale, avec des extrêmes entre saisons arrosées et saisons sèches. A cela s'ajoute l'importance des contrastes, voire la brutalité des changements : suite à un été sec et sans pluie, peuvent se produire des précipitations torrentielles de l'ordre de plusieurs centaines de mm en quelques jours en septembre ou novembre. Des pluies brutales et irrégulières peuvent atteindre plusieurs centimètres d'eau en 24 h.

Ainsi, suivant une étude de Météo France, 119 aléas pluviométriques extrêmes dépassant 200 mm en 24 heures ont été enregistrés en 36 ans (de 1958 à 1994) sur l'ensemble des 10 départements des régions PACA et Languedoc Roussillon, dont 45 dans le seul département du Gard.

6.3) BASSIN VERSANT

Le sous-bassin du Gardon d'Alès appartient au bassin-versant du Gardon qui s'étend des crêtes cévenoles lozériennes (1400 m NGF) jusqu'au Rhône (11 m NGF). Le Gardon d'Alès, quant à lui, prend sa source à proximité du col de Jalcreste (833 m d'altitude) et conflue avec le Gardon d'Anduze sur les communes de Ribaute-les-Tavernes et Vézénobres (190 m d'altitude) après avoir parcouru un linéaire de 65 km et drainé un bassin versant de 445 km².

Sur les $\frac{3}{4}$ amont du bassin-versant du Gardon d'Alès, constituant le premier contrefort des Cévennes, les versants relativement abrupts sont couverts de forêts essentiellement peuplées de châtaigniers et de hêtres, sur le haut bassin, puis, sur la partie intermédiaire la plus vaste du bassin-versant, de résineux et pénétrées par des chênes verts et chênes pubescents, essences qui s'intensifient vers l'aval.

Sur l'aval, le bassin, et notamment sur les bassins versants du Carriol et de l'Avène, est essentiellement agricole (pâturages, prairies de fauche, vignes, cultures oléagineuses, arboriculture et maraîchage), les principaux reliefs étant couverts d'un petit maquis de chênes verts.

Les abords du Gardon d'Alès et de ses principaux affluents sont densément urbanisés. Les agglomérations d'Alès, Salindres, ou Saint-Christol sont ainsi en partie implantées dans les champs majeurs du Gardon, de l'Avène, ou du Carriol. Ce phénomène a contribué à réduire les champs d'inondation de ces cours d'eau. Tout comme l'imperméabilisation des bassins versants, il implique l'augmentation des débits de crue et du risque inondation.

Certains secteurs (la Prairie à Alès par exemple) présentent une urbanisation moins dense, avec des « dents creuses », parcelles non aménagées isolées dans une zone urbanisée continue. Celles-ci ont été intégrées à la zone urbaine définie dans le cadre de l'élaboration du présent PPRI.

7. CRUES HISTORIQUES

7.1) INVENTAIRE DES CRUES HISTORIQUES

Les crues du Gardon, ou « gardonnades », sont connues pour leur soudaineté et leur violence et présentent des configurations très variées suivant la localisation, la dynamique et l'intensité des pluies.

Les événements météorologiques à l'origine de ces crues sont de deux types :

des orages de pluie de fin d'été - début d'automne aux intensités fortes. Ces événements, souvent très localisés (~ 20 km²) ont une durée en rapport avec les temps de réponse des sous bassins versants (20 min à 3 heures), et génèrent localement des débits de pointe maximaux ;

des pluies de fin d'automne ou d'hiver, moins intenses mais plus longues, qui peuvent toucher des surfaces importantes sur des durées longues, et saturent ainsi les sols.

Ces crues et notamment celle de 1958, associées à la vulnérabilité de la ville d'Alès, sont à l'origine de la création du barrage écrêteur de Sainte-Cécile-d'Andorge sur le Gardon, mis en eau en 1967.

7.2) CRUE DE 1958

L'événement de 1958 était un épisode typiquement cévenol. Les crues cévenoles sont généralement produites par des pluies, à caractère orographique, générées par la présence du relief sur lequel viennent buter les masses nuageuses humides. L'air chargé en vapeur d'eau monte alors le long du relief, et la diminution de la pression atmosphérique qui en découle provoque sa détente et donc son refroidissement, ce qui déclenche les précipitations.

Les crues se génèrent dans la partie amont des bassins et se propagent à l'aval, éventuellement aggravées par les apports des bas bassins.

L'événement de 1958 est en fait constitué de deux épisodes, les 29-30 septembre et 3-4 octobre.

Sur 6 jours, il est tombé plus de 400 mm avec un maxima enregistré à 583 mm à Malzons et Elze (données Météo France).

L'épisode était centré sur les hauts bassins versants du Vidourle, des Gardons et de la Cèze.

Cet événement a entraîné la mort de 35 personnes dont 21 ont péri dans leur véhicule, s'étant fait surprendre par une montée des eaux très rapide. Parmi les 27 victimes sur les Gardons, 18 se trouvaient dans des véhicules bloqués entre Boucoiran et Saint-Chaptes le soir du 30 septembre.

Les secours ont été mobilisés mais n'ont pu intervenir rapidement étant donné les conditions climatiques et les difficultés d'accès aux zones inondées.

Les pompiers de toutes les casernes du département du Gard se sont mobilisés ainsi que ceux d'Avignon et de Cavaillon. Les compagnies de gendarmerie ont prêté main-forte aux brigades et ont rendu compte de la situation sur le terrain ; 65 CRS d'Uzès ont été dépêchés sur des lieux de sauvetages et plusieurs moyens de sauvetages (barques, zodiac, bateaux, véhicules, fourgon, groupes électrogènes) ont été envoyés en provenance de tous les départements voisins et du Gard. Quatre hélicoptères ont pu procéder à des missions de reconnaissance lorsque la tempête fut terminée. Des vivres de première urgence ont été distribués dans les communes en plus grande détresse. Des brigades de gendarmerie ont patrouillé dans les quartiers évacués pour éviter les pillages. Sur les routes, les forces de l'ordre ont fait face à l'indiscipline des conducteurs qui voulaient absolument forcer le passage sur des ponts cependant submergés.

Plusieurs ponts sont détruits, notamment le pont de Ners, dont une pile cède, entraînant route et rail. Plusieurs routes sont coupées. Le trafic SNCF est interrompu entre Alès et Nîmes (pont détruit).



A Alès, le Pont Neuf est submergé et celui de La Royale s'est effondré sous les assauts du Gardon. Photo D.R.

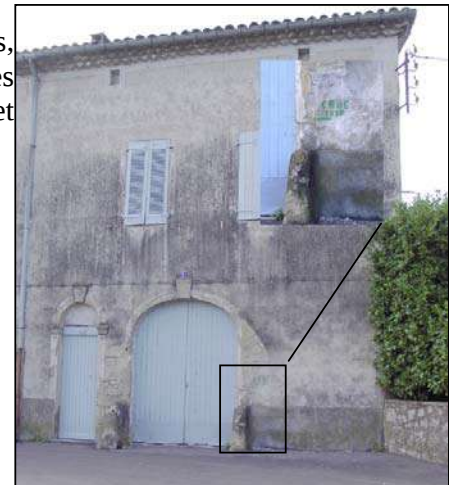


Photo 26 : Repère de la crue de 1958 à la Haute Prairie

Crue des 30 septembre et 4 octobre 1958 : plusieurs maisons et cité scolaire des Prés-Saint-Jean détruites. Le quai Boissier de Sauvages, qui barre perpendiculairement le lit majeur rive gauche a subi de nombreuses brèches par le passé. Il s'agit en réalité d'une sorte de digue transversale destinée à protéger le centre ville d'Alès au sud des eaux qui auraient débordé au quartier des Prés Saint-Jean. Dans le quartier de Rochebelle, le mur du quai Max Chaptal s'est effondré. Au lieu-dit la Haute Prairie (chemin des Prairies), les enquêtes de terrain ont permis de trouver un repère de la crue (cf. photo ci-dessus).

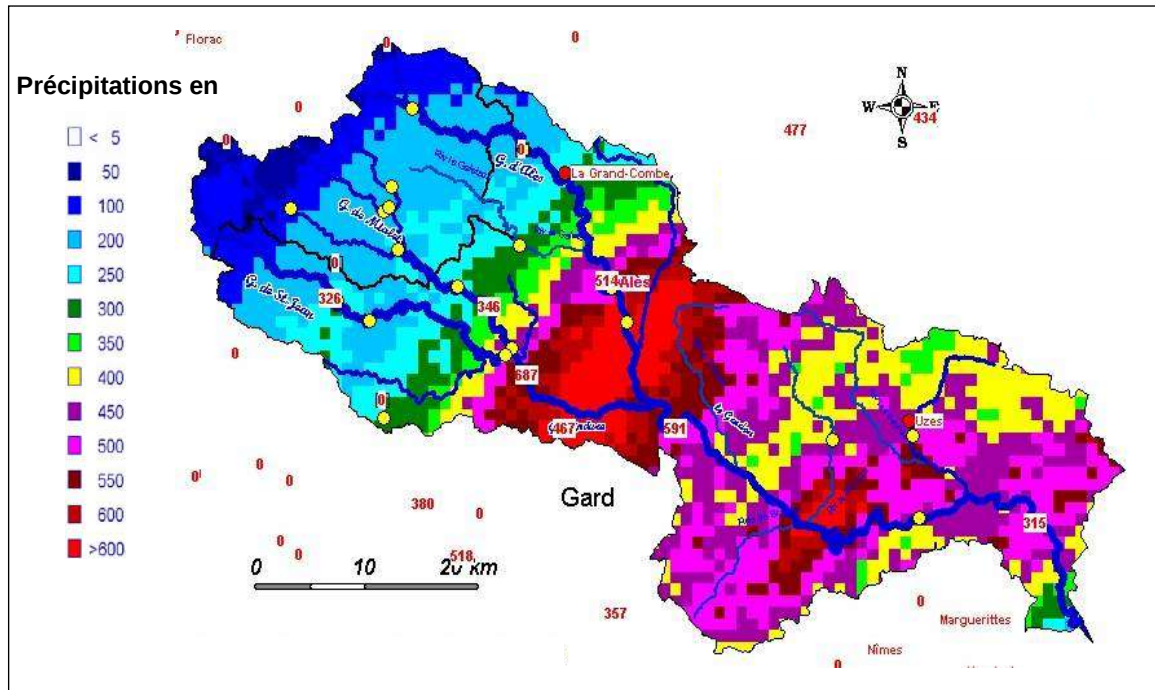
7.3) CRUE DES 8 ET 9 SEPTEMBRE 2002

Les crues torrentielles des 8 et 9 septembre 2002 ont durement frappé les bassins versants du Gardon, du Vidourle, de la Cèze.

Sur les 353 communes que compte le Gard, 299 ont demandé l'état de catastrophe naturelle.

Le bilan humain est de 23 morts dont 22 dans le département du Gard. Il aurait pu être encore plus dramatique si la crue n'était survenue un dimanche, jour de faible activité et si les secours n'avaient montré une grande efficacité.

Cumuls de pluie des 8 et 9 septembre 2002 sur le bassin versant des Gardons (Selon les images radar originales et les indications des stations pluviométriques au sol). Sources : Météo France, Rhéa, DIREN Languedoc-Roussillon, DDE



L'épisode pluvieux

L'analyse de l'évènement pluvieux des 8 et 9 septembre 2002 souligne 3 caractéristiques principales :

l'importance des cumuls ponctuels mesurés : jusqu'à 687mm en 24 heures

la superficie concernée : au moins 400 mm sur environ 1800 km² et plus de 600 mm sur 150 km² dans la Région Languedoc-Roussillon.

La disparité des précipitations : un cumul de 635 mm a été relevé à Saint-Christol-lès-Alès tandis que Gallargues, à 40 km enregistrerait 60 mm.

L'évènement s'est déroulé en deux phases. Le 8 septembre 2002, une première vague orageuse s'abat entre 10h30 et 23h30. Une bande pluvieuse s'étend sur près de 2500 km². La Gardonnenque constitue la zone la plus touchée par les fortes pluies avec près de 450 mm.

Une deuxième vague orageuse plus intense s'individualise le lendemain, de 00h00 jusqu'à 11h00, sur une surface de près de 3500 km². Au niveau des Gardons, elle affecte principalement le secteur d'Anduze et d'Alès.

Dans son ensemble, les 2/3 du département du Gard ont reçu plus de 300mm de pluie. Le volume total précipité sur le Gardon s'élève à plus de 780 millions de m³, dont 100 à 120 millions pour le Gardon d'Alès, dont seule la partie à l'extrême amont, en Lozère, a été épargnée.

La planche n°2 permet de visualiser les cumuls de pluie sur l'ensemble du bassin versant du Gardon.

On peut à ce propos faire une comparaison avec l'événement qui s'est déroulé les 21 et 22 octobre 2008 dans le secteur amont de la Grand'Combe, au cours duquel le cumul des pluies en 24 h. a été de 400 à 500 mm. Pour autant, la lame d'eau moyenne sur le bassin versant de tout le Gardon d'Alès n'a rien de comparable entre les deux événements : 200mm. en 24 h. pour 2008, contre 400 mm. en 24 h. en 2002.

Afin d'évaluer le caractère exceptionnel de l'événement pluvieux des 8 et 9 septembre 2002, il est nécessaire de le comparer à ceux déjà observés sur l'arc méditerranéen, zone au fonctionnement hydrologique similaire à celui de la zone d'étude.

En ce qui concerne les cumuls ponctuels en 24h, le maximum enregistré lors de l'événement de septembre 2002 (690 mm à Cardet et Anduze) se situe à la 5e place des observations effectuées sur l'arc méditerranéen français entre 1825 et 2002.

Le tableau suivant compare les isohyètes pour les principaux événements pluvieux enregistrés entre 1940 et 2002, c'est-à-dire les superficies touchées par différents seuils de cumul de pluie.

Evènement	Superficie touchée en 24 h par au moins	
	300 mm	400 mm
Aude, 12/11/1999	1523 km²	200 km²
Gard, 29/09/1958	908 km²	26 km²
Pyrénées orientales, octobre 1940¹	2500 km²	1500 km²
Languedoc Roussillon et PACA, 8 et 9/09/2002	3327 km²	1810 km²

(Source : Analyse de l'événement pluvieux du 8 et 9 septembre 2002 dans le Gard – Hydrosiences Montpellier, L. Neppel)

1 Les superficies pour l'aiguat, événement pluvieux d'octobre 1940 dans les Pyrénées Orientales, ont vraisemblablement été sous-estimées du fait d'une mauvaise prise en compte des cumuls de pluie sur les versants espagnols

A partir de ces comparaisons et des données pluviométriques enregistrées depuis une quarantaine d'année, les périodes de retour des différentes caractéristiques de l'évènement peuvent être estimées :

Critère	Période de retour
Cumul pluviométrique en 24 h	40 ans
Isohyète 200 mm	80 ans
Isohyète 300 mm	140 ans

(Source : Analyse de l'évènement pluvieux du 8 et 9 septembre 2002 dans le Gard – Hydrosiences Montpellier, L. Neppel)

Il est important de souligner que la période de retour n'est pas un concept simple, et qu'il comporte de larges incertitudes liées au nombre d'années d'observations disponibles et à l'influence de la densité du réseau de pluviomètres.

En terme de caractérisation fréquentielle de l'évènement, l'analyse de L. Neppel conclut comme suit : « à partir de la période d'observation 1958-2002, la période de retour des superficies touchées varie de 80 à 140 ans pour respectivement des cumuls d'au moins 200 et 300 mm en 24 h sur la région.

Si la crue des 8 et 9 septembre 2002 a été particulièrement violente, elle ne constitue cependant pas un évènement exceptionnel, au sens statistique du terme.

Ce constat est valable autant à l'échelle de l'arc méditerranéen, qu'à celle du département, comme en témoignent les résultats de l'analyse fréquentielle de l'évènement pluviométrique réalisée par L. NEPEL dont on citera un extrait de sa conclusion :

« Si l'on se penche sur le passé, des évènements pluvieux comparables ont déjà été observés en Languedoc-Roussillon, soit par rapport aux cumuls ponctuels mesurés ou par rapport à la surface couverte. Les plus ressemblants restent l'Aude en novembre 1999 et l'aigouat de 1940 dans les Pyrénées Orientales. »

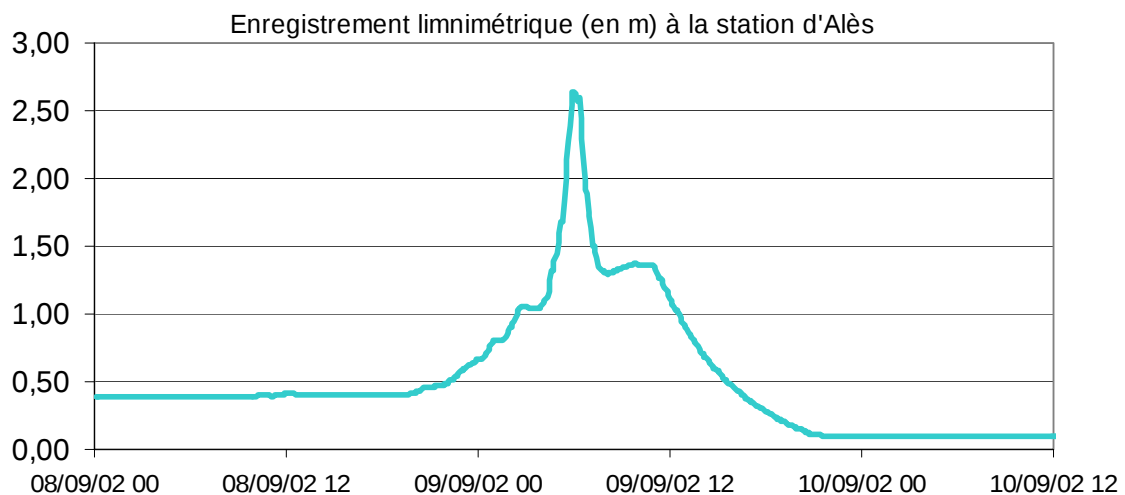
Les périodes de retour annoncées constituent une borne supérieure, compte tenu des incertitudes liées à l'échantillonnage et à la densité du réseau de mesure. Les quelques évènements historiques répertoriés depuis 1900 tendent à le montrer. Pour cette analyse de l'évènement pluvieux comme pour celle des débits ci-dessous, il est important de garder à l'esprit que, selon les termes du rapport Huet (ingénieur général du génie rural, des eaux et des forêts, chargé par le ministre de l'Ecologie et du Développement Durable, de la coordination d'une mission d'expertise à la suite des crues exceptionnelles des 8 et 9 septembre 2002), « la période de retour est à une notion techniquement fragile. Elle suppose de longues séries d'observation et est finalement peu compréhensible ».

Le déroulement de la crue

Des différents témoignages recueillis, concentrés sur la partie aval du bassin, la crue de septembre 2002 peut être caractérisée comme suit :

Sur le Gardon, un pic unique, observé aux alentours de 8 h à la traversée d'Alès, comme en témoigne l'enregistrement limnimétrique à la station du Service d'Annonce de Crue présenté sur le graphe ci-après. Ce pic est observé vers 9 h sur le hameau de la Lègue, confirmant ainsi les temps de propagation estimés par la méthode de Bressand Golossov (différence d'environ 1 h entre ces deux secteurs).

Sur les affluents, tels que le Grabieux, l'Alzon, le Carriol et l'Avène, les témoignages font tous état de deux pics de crue, reflétant les réponses plus directes de ces sous bassins vis-à-vis de la pluviométrie, et en l'absence de barrage écrêteur tel que sur le Gardon, ce dernier ayant probablement écrêté la première pointe.



Les limites des zones inondées en 2002, 1958 (et 1997 pour l'Avène), figurent sur la cartographie des phénomènes naturels annexée au présent PPRI.

La méthode d'estimation des débits est présentée dans la partie 8.4.

Les dommages

La crue des 8 et 9 septembre 2002 a provoqué la mort de 23 personnes, dont 22 dans le département du Gard. Compte tenu de la violence de l'évènement, le bilan aurait pu être bien plus lourd. Deux facteurs ont permis de limiter sa gravité :

l'efficacité des secours

le fait que l'évènement ait eu lieu un dimanche, jour où école, bureaux, ou usines étaient inoccupés.

Le fait que l'évènement ait eu lieu hors vacances scolaires pendant lesquelles camping et aires de caravanings sont occupées.

L'estimation du montant financier des dommages pour les 6 départements concernés s'élève à 1,2 milliards d'euros, dont 830 millions pour le Gard.

Sur la zone d'étude, l'analyse des documents et les entretiens réalisés avec un représentant de chacune des communes ont permis d'identifier certains dégâts provoqués par la crue de 2002.

Des bâtiments sensibles ont été inondés. La cité scolaire des Prés Saint Jean, le centre des Telecom, à Alès ou la station d'épuration de Cendras en sont des exemples. D'autre part, les infrastructures liées au cours d'eau ont été endommagées :

des traces d'affouillements sur des ponts et des murs de protection ont ainsi été observées et des enrochements ont été emportés sur le Brémo à Branoux-les-Taillades,

des digues ont été endommagées à Cendras

à Rousson, le pont de la RD16 a été submergé

à Salindres, un pont a été emporté, tout comme à Saint-Christol-lès-Alès,

à Saint-Jean-du-Pin, des voiries et ouvrages de franchissement ont été dégradés ont emportés,

une digue a cédé à Saint-Martin-de-Valgagues,

des brèches sont apparues à Vézénobres sur le remblai de la RN 106,

etc.

Sur la partie aval, des dégâts aux cultures et sur des pépinières sont également recensés.



Alès - les stades de la Haute Prairie, le Pont Neuf et l'Avenue Carnot



Extraits de l'Inventaire cartographiques des dégâts de la crue – BCEOM – juin 2003

- Le Gardon d'Alès

Le bassin amont du Gardon d'Alès a été relativement épargné par les précipitations des 8 et 9 septembre 2002 ; de plus l'écêtement de la crue par le barrage de Sainte-Cécile-d'Andorge explique la faiblesse des dégâts sur l'ensemble du linéaire en amont de l'Abbaye.

Seul le Vallat de Gravelongue, au droit des Salles-du-Gardon, a occasionné quelques dégâts. Le cône de déjection présent à la confluence avec le Gardon illustre l'importance du transport solide sur cet affluent.

C'est à partir de la **confluence avec le Galeizon** que les dégâts deviennent considérables. La ripisylve a été sérieusement dégradée et plusieurs secteurs enrochés ont été déstabilisés (au pied de la RN 106 en rive gauche et au droit de la Royale en rive droite).

A l'aval de la Royale, le Gardon est endigué dans la traversée d'Alès. La ripisylve a été couchée sur l'ensemble du linéaire et une épaisseur importante de matériaux fins a été déposée sur les risbermes. La densité importante de végétation sur ce tronçon a empêché toute remise en mouvement des bancs alluviaux ; globalement on observe un exhaussement du lit moyen jusqu'au droit de La Grande Prairie.

Après la **confluence avec l'Alzon** de Saint-Christol-lès-Alès, le Gardon s'est étendu dans toute la plaine alluviale fonctionnelle (entre 700 et 1400 mètres de large), les méandres ont été recoupés suivant la ligne de plus grande pente hydraulique. Le lit majeur a été traversé de part en part avec des vitesses très élevées.

Les dégâts sur le cours d'eau sont très importants au niveau des points de sortie des trajectoires de crue, les berges et la ripisylve ont été totalement détruites.

De nombreux dégâts sont à déplorer sur des exploitations maraîchères en rive droite (plusieurs maisons et serres au lieu dit *la Prairie*).

En rive gauche, le lit majeur est occupé par le remblai de la nouvelle RN 106 ; celui-ci a été localement très érodé et a occasionné de graves perturbations hydrauliques. En effet, le barrage aux écoulements, provenant de la plaine de l'Avène, a provoqué des survitesses et de fortes érosions au droit des ouvrages traversant le remblai routier.



Point de sortie du Gardon au droit de Montmoirac, à l'aval d'Alès. (photo Strategis)



Remblai de la RN 106 au droit du Cheval Vert. Partie érodée et enrochée à gauche, surcreusement et dépôts grossiers à l'aval de la traversée

Sur la commune de Ribaute-les-Tavernes, le lit majeur du Gardon est traversé par le remblai d'une ancienne voie ferrée. Cet obstacle a été littéralement balayé sur une soixantaine de mètres et les matériaux constitutifs du remblai sont venus combler le lit du ruisseau de Carriol.

Avant la **confluence des Gardons**, le lit majeur du Gardon d'Alès se resserre ; l'ensemble des écoulements a été concentré sur une largeur de 300 mètres environ. La ripisylve a été totalement détruite et à la sortie de cet étranglement, repoussé par le flot du Gardon d'Anduze, le Gardon d'Alès a recoupé le méandre des *Yerles*, occasionnant de nombreux dégâts sur les cultures (serres et vergers).

- Le Galeizon

Le bassin du Galeizon a subi de nombreux dégâts, essentiellement dus à l'ensemble des affluents de la moitié aval du bassin versant. A partir de Roubarbel, la ripisylve a été fortement dégradée.

L'encaissement de la vallée n'a pas permis de véritable expansion de la crue et les vitesses importantes sont à l'origine de nombreuses érosions de berges et déstabilisations de murs de soutènements.

Plusieurs ouvrages ont été endommagés ; le pont de l'Aube morte a été déstabilisé, les piles du pont des Camisards et de l'Abbaye ont été affouillées et le seuil de l'Abbaye a été détruit.

La faible cohésion des terrains schisteux du bassin du Galeizon est à l'origine d'un important transport solide. De nombreux talwegs se sont fortement incisés et des atterrissements importants se sont formés plus à l'aval. La rupture du seuil de l'Abbaye a probablement joué un rôle important dans la reprise de l'érosion régressive.



Ripisylve dévastée sur un lobe de méandre rive droite à l'aval du pont de Robinson



Transport solide et remblaiement du lit mineur du Rieusset en amont du pont de Malataverne

- Le Grabieux

Les bassins du Grabieux et du ruisseau de Bruèges, son principal affluent, ont été fortement affectés par les précipitations. De plus ces bassins drainent de nombreuses zones urbanisées.

C'est dans sa partie canalisée que les effets de la crue ont été les plus catastrophiques. En effet, à partir de la zone artisanale du Mas Barry, le lit du Grabieux a été recalibré et quasi endigué par des murets en béton. Lors de la crue de septembre, la capacité du lit était bien inférieure au débit du cours d'eau.

Pendant la crue, le lit a été raclé jusqu'à la roche mère et les murets ont été submergés par le Grabieux. De nombreux quartiers d'Alès ont été gravement inondés, avec des vitesses parfois très importantes (parapets emportés, garde-corps et clôtures couchées...).



Les laisses de crue sur la haie illustrent la hauteur d'eau pendant la crue dans ce secteur résidentiel - (Pierredon)



De nombreux parapets ont été emportés pendant la crue (parties plus claires refaites à neuf)

L'épicentre de l'épisode pluvieux de septembre 2002 se trouve en partie sur le bassin versant de l'Alzon. Tous les talwegs ont été endommagés et le cours de l'Alzon a subi d'importantes perturbations morphodynamiques (recoupement systématique des méandres, défluviations, érosions importantes...).

A l'amont du bassin versant, plusieurs hameaux ont été inondés et de nombreuses routes endommagées (Cazevielle, le Brouzet, le Lyonnais). Les gorges de l'Alzon ont été raclées jusqu'à la roche mère et de nombreux arbres ont été emportés jusqu'au vieux pont d'Arène (RD 324a). Au Château du Domaine d'Arenne, une dépendance datant de 1722 a été totalement détruite.

A partir du pont d'Arène (dont la voie submersible a été emportée) la trajectoire de crue de l'Alzon a été quasi rectiligne jusqu'au lit majeur du Gardon. Le remblai de la RN 110 a été érodé lors de la surverse et la pépinière de Saint-Christol, située juste à l'aval, a été dévastée.



Défluviation sur le cours de l'Alzon, en amont du pont de la RN110. Un nouveau lit a été creusé au premier plan, l'ancienne ripisylve est encore visible au fond à droite. On remarquera la taille des blocs déposés dans la



Recoupement de méandre au nord de Montmoirac ; les vignes ont été arrachées et recouvertes d'une épaisse couche de galets. A l'arrière plan, la pépinière de Saint-Christol-lès-Alès, littéralement ravagée. (photo Strategis)

- L'Avène

Les agglomérations de Rousson et Salindres ont été durement touchées par la crue et de nombreuses habitations ont été inondées. Dans la traversée de Salindres, les enrochements ont été sérieusement déstabilisés, parfois même emportés (sur les deux rives au droit du site industriel).

Jusqu'à la Jasse-de-Bernard, l'Avène serpente entre des terres agricoles. Souvent sous-calibré, le lit mineur a subi de nombreuses érosions de berges ; localement, des chenaux de crue parallèles se sont creusés dans les champs.

A la Jasse-de-Bernard, le pont et le remblai de la RD 981 ont été submergés par l'Avène et le Rieu, inondant plusieurs habitations à l'amont et à l'aval.

Au droit du Moulin-du-Juge, les méandres ont été recoupés, la ripisylve arrachée et la RD 280c emportée. Située à l'aval du seuil du Moulin, la station d'épuration de la Jasse-de-Bernard a été complètement détruite.

A l'aval de la vallée, les écoulements ont été perturbés par les remblais de l'ancienne RN 106, de la voie ferrée et de la nouvelle RN 106. Les mises en vitesse sous les ouvrages ont occasionné de nombreuses érosions de berges.



Le camping de Rousson, en rive droite de l'Avène, dévasté par la crue



Creusement d'un lit de crue parallèle au cours de l'Avène, dont on aperçoit la ripisylve à l'arrière plan



Le vieux pont de la Jasse-de-Bernard, submergé par la crue. Le lit mineur ne représente qu'un tiers de la capacité des arches



Le passelis de la Bugueirine, contourné par la crue (Saint-Hilaire-de-Brethmas)

7.4) AUTRES CRUES HISTORIQUES

A l'échelle du bassin-versant du Gardon d'Alès, la crue de septembre 2002 ne constitue pas un événement isolé. En effet, au cours du dernier siècle, le Gardon d'Alès a connu bien d'autres crues, plus ou moins dévastatrices, en particulier les années suivantes: 1907, 1958, 1976, 1987, 1988, 1992, 1993, 1995 et 1997. Des rencontres avec les riverains, les événements les plus marquants restent les crues de 1958, 1976, 1995 et 2002, outre la crue de 1907 pour laquelle on dispose de peu d'éléments.



Crue des 26 au 29 septembre 1907 : "les arches du pont Vieux et du pont de Rochebelle étaient couvertes par l'eau qui, ne trouvant plus de place dans le lit de la rivière, se répandait avec force au-delà de ses berges (...) Vers vingt heures trente, le quartier du quai de la Comté (quai Boissier-de-Sauvages fut particulièrement éprouvé par la crue subite du Gardon (...) Le quartier du vieux Marché, la Place de la Révolution, la Grand'Rue et la place de la République furent inondés ainsi que tout le quartier des Tempéras. Le moulin de Berthole fut submergé (...) La ville fut isolée de trois côtés".

8. METHODOLOGIE DE CONNAISSANCE DU RISQUE

La connaissance du risque est classiquement basée sur l'identification de l'aléa lié au phénomène naturel et des enjeux qui y sont soumis :

L'aléa est la manifestation d'un phénomène naturel (potentiellement dommageable) d'occurrence et d'intensité donnée.



Les enjeux exposés correspondent à l'ensemble des personnes et des biens (enjeux humains, socioéconomiques et/ou patrimoniaux) susceptibles d'être affectés par un phénomène naturel. A cela s'ajoute également, les enjeux liés aux activités et aux services (fermeture temporaire d'usines suite à des routes impraticables).



Le risque est la potentialité d'endommagement brutal, aléatoire et/ou massive suite à un événement naturel, dont les effets peuvent mettre en jeu des vies humaines et occasionner des dommages importants. On emploie donc le terme de « risque » que si des enjeux (présents dans la zone) peuvent potentiellement être affectés (dommages éventuels).



Le Gardon d'Alès et ses affluents ont un régime hydraulique très irrégulier directement lié au climat régional. Souvent réduits à un simple filet d'eau, ils connaissent parfois des crues catastrophiques. La connaissance du risque repose sur l'histoire, la mémoire collective et les études techniques réalisées.

L'élaboration du PPR a donc fait l'objet des approches suivantes, réalisées par GINGER Environnement et Infrastructures et détaillées dans les paragraphes suivants :

recueil de données et enquêtes auprès des communes

élaboration d'une carte informative des risques naturels basée sur :

l'analyse historique des zones inondées

l'analyse hydrogéomorphologique

élaboration de la carte d'aléa basée sur les approches précédentes complétées par une modélisation hydraulique

élaboration d'une carte des enjeux

élaboration de la carte de zonage réglementaire et du projet de PPR

Cette élaboration a fait l'objet depuis 2004 de nombreuses réunions de concertation avec les communes concernées.

8.1) RECUEIL DES DONNEES ET ENQUETES AUPRES DES COMMUNES

Un recueil de données a été mené auprès des services de l'Etat, du SMAGE des Gardons, des élus locaux et des riverains. Les représentants de toutes les communes ont été interviewés individuellement à partir d'un questionnaire. Ce dernier aborde les thèmes suivants : le fonctionnement hydraulique des cours d'eau, les inondations historiques, la vulnérabilité des zones inondées, les projets d'urbanisme ou d'infrastructures, les moyens de prévention et de sauvegarde.

Ce travail d'enquête a permis d'enrichir l'état des lieux de la situation actuelle, et d'amorcer la concertation et la réflexion sur les enjeux et les orientations en matière d'aménagement et de gestion du risque. Les informations recueillies utiles à la compréhension des phénomènes ont été reportées sur la cartographie des phénomènes naturels.

8.2) APPROCHE HISTORIQUE

La cartographie des zones inondées par la crue de 2002 (BCEOM, 2003), réalisée sur le Gardon d'Alès et les principaux affluents, comparée aux emprises hydrogéomorphologiques (Carex, 2003), montre que les lits majeurs, qualifiés d'exceptionnels, des cours d'eau, ont été sollicités dans leur intégralité sur une très grande partie du linéaire.

Lors des enquêtes réalisées auprès des communes, le tracé de la zone inondée en 2002 a pu faire l'objet de modifications ponctuelles.

Ces cartographies, ainsi que celle de la crue de 1958, sont intégrées aux cartes informatives des phénomènes naturels.

8.3) APPROCHE HYDROGEOMORPHOLOGIQUE

Au-delà de ces aléas caractérisés à partir des modélisations et expertises hydrauliques, l'aléa inondation est également caractérisé par approche hydrogéomorphologique. Plus précisément, cette approche – couvrant la totalité du chevelu pour des bassins versants de plus de 1 km²- assure la délimitation du lit majeur hydrogéomorphologique, qui constitue rappelons-le, la zone mobilisée en cas de crue majeure à exceptionnelle, sans considération des modifications anthropiques réalisées dans l'emprise de ce lit majeur.

Cette analyse permet de déterminer par une approche naturaliste éprouvée les différentes composantes d'un cours d'eau :

Le **lit mineur** (L1) qui est constitué par le lit ordinaire du cours d'eau, pour le débit d'étiage ou pour les crues fréquentes (crues annuelles : T1)

Le **lit moyen** (L2), sous certains climats, on peut identifier un lit moyen. Pour les crues de période de 1 à 10 ans, l'inondation submerge les terres bordant la rivière et s'étend dans le lit moyen. Il correspond à l'espace alluvial ordinairement occupé par la ripisylve, sur lequel s'écoulent les crues moyennes (T2)

Le **lit majeur** (L3) qui comprend les zones basses situées de part et d'autre du lit mineur, sur une distance qui va de quelques mètres à plusieurs kilomètres. Sa limite est celle des crues exceptionnelles (T3).

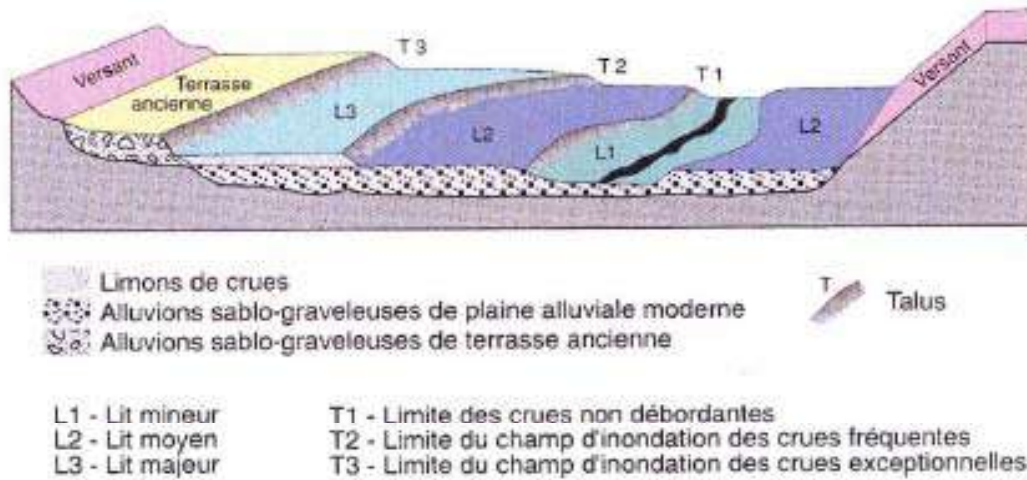
On distingue 2 types de zones :

Les **zones d'écoulement**, au voisinage du lit mineur ou des chenaux de crues, où le courant a une forte vitesse

Les **zones d'expansion de crues ou de stockage des eaux**, où les vitesses sont faibles. Ce stockage est fondamental, car il permet le laminage de la crue (réduction du débit et de la vitesse de montée des eaux à l'aval).

Hors du lit majeur, le risque d'inondation fluviale est nul (ce qui n'exclut pas le risque d'inondation par ruissellement pluvial, en zone urbanisée notamment). On y différencie sur les cartes les **terrasses alluviales anciennes**, qui ne participent plus aux crues mais sont le témoin de conditions hydrauliques ou climatiques disparues. Leurs caractéristiques permettent d'y envisager un redéploiement des occupations du sol sensibles hors des zones inondables.

Organisation de la plaine alluviale fonctionnelle (source DIREN)



Les lits majeurs des cours d'eau ainsi déterminés, ainsi que les zones de « glacia » correspondant à des écoulements en nappe, ont été reportés sur l'atlas de la cartographie informative des phénomènes naturels au 1/10 000°.

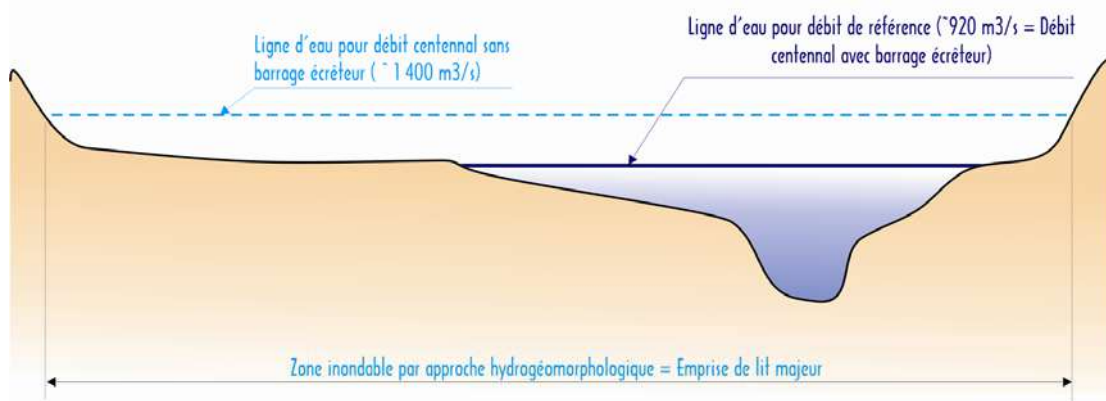
Cet aléa inondation par approche hydrogéomorphologique sera exploité comme suit :

Pour les affluents non couverts par la modélisation (hors enjeux majeurs) : Zone inondable par approche hydrogéomorphologique = zone inondable avec aléa indifférencié compte tenu de l'absence d'enjeux ;

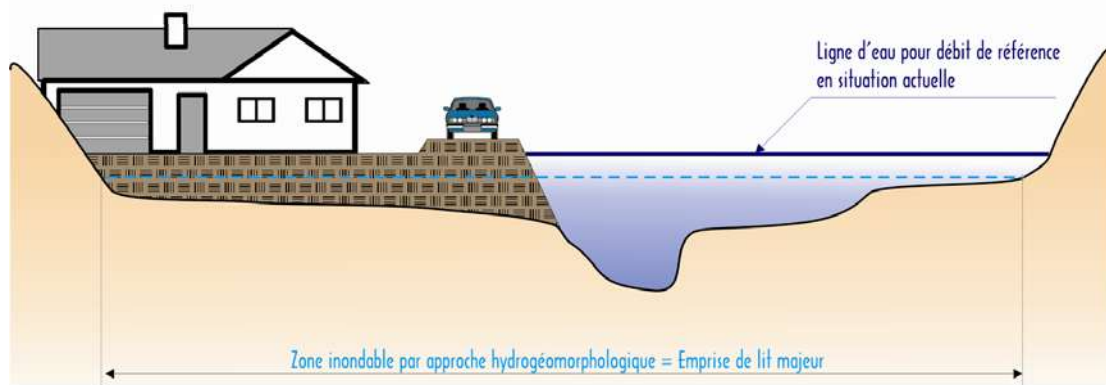
Pour les cours d'eau couverts par la modélisation : Zone inondable par approche hydrogéomorphologique = zone potentiellement inondable pour un événement supérieur à la crue de référence.

Les schémas ci-dessous illustrent cette démarche, et ses limites :

Exemple 1 : Cas des cours d'eau avec présence de barrage écreteur de crue



Exemple 2 : Cas des lits majeurs urbanisés



8.4) MODELISATION HYDRAULIQUE DES CRUES

Afin de compléter la connaissance du risque issue de la délimitation des crues historiques et du lit majeur des cours d'eau, notamment dans les zones urbanisées, Ginger Environnement et Infrastructures a mis en œuvre une modélisation mathématique des écoulements de crue.

La modélisation a été réalisée en mode filaire et en régime permanent sur tous les cours d'eau concernés.

La modélisation porte sur la crue de référence, dont il faut estimer au préalable le débit.

Crue de référence

L'objectif est une cartographie des zones inondées s'appuyant sur la prise en compte d'une crue de référence.

La crue dite de référence à prendre en compte pour la cartographie de l'aléa inondation des Plans de Prévention des Risques (circulaire du 24 janvier 1994) est la plus forte crue connue, ou à défaut la crue centennale (crue ayant chaque année une chance sur cent de se produire) si celle-ci lui est supérieure.

Afin de compléter la connaissance du risque issue de la délimitation des crues historiques et du lit majeur des cours d'eau, SIEE a mis en œuvre des modélisations mathématiques des écoulements de crue.

Ces modélisations ont été réalisées en mode filaire et en régime permanent sur tous les cours d'eau concernés.

Estimation des débits centennaux (hors Gardon d'Alès)

En parallèle à l'estimation des débits pour un événement tel que celui de 2002, les débits dit centennaux, ou rares, ont été estimés sur la base de la formulation dite FBG (Formule de Bressand-Golossof – validée par la Direction de l'Eau du Ministère de l'Environnement), en concertation avec la DDE et un comité d'expert (L.NEPPEL – Hydrosiences Montpellier, M.LABORDE – Université de Nice,...) avec pour rappel :

Pour les bassins de moins de 20 km² : $Q = 1/360 \times C \times i \times A$

Pour les bassins de 20 km² à 400 km² : $Q_{100} = 30 \times A^{0.75}$

où **Q** : débit de pointe (en m³ / s)
C : coefficient de ruissellement (SI)
A : superficie du bassin-versant (en km²)
i : intensité de la pluie (en mm / h) = $a \times t^{-b}$
a et b : coefficient de Montana (Cf. tableau ci-dessous)
t : temps de concentration (h) = L / V
L : longueur du cheminement hydraulique (km) ;
V : vitesse d'écoulement (m / s) = $(1 + (p \times 100 - 1) / 9) \times L^{0.25}$ avec vitesse minimale de 1 m / s
 Les coefficients de Montana étant résumés dans le tableau ci-dessous

Durée de la pluie	T < 30 min	t < 6 h	t < 24 h
a	93	88.5	144
b	0.366	0.487	0.76

Nous citerons pour mémoire M. LABORDE, qui estime que la méthode FBG « est actuellement la seule permettant une évaluation acceptable des ordres de grandeurs des crues de références ».

Estimation des débits 2002

Une analyse des débits de la crue de 2002 a été réalisée selon l'approche exposée ci-après

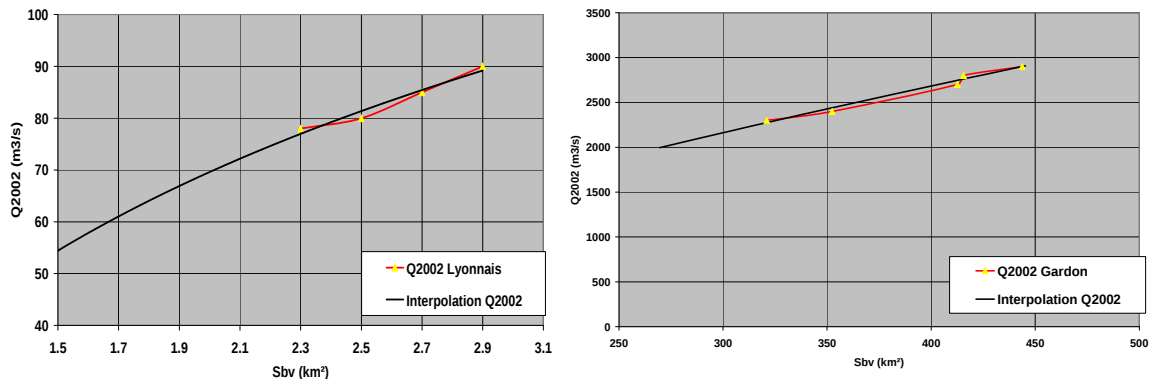
Sur les secteurs où des NPHE (niveaux des plus hautes eaux) ont été recensés et cotés (Source DDE 30), les débits correspondant ont été estimés sur la base des modèles hydrauliques à partir du moment où les niveaux d'eaux calculés pour la crue centennale étaient inférieurs aux niveaux observés lors de l'épisode de 2002.

Cette analyse des débits de crue ainsi estimés a été complétée, à travers le recensement et l'analyse comparative des autres estimations de débits disponibles (CEREVE, Stations hydrométriques, BRL, ISL - modèle SHYREG);

Sur la base de ces débits 2002, la série surface – débit spécifique a donnée lieu à une analyse statistique pour en extraire une courbe représentative surface – débit spécifique, afin de permettre l'extrapolation des estimations des débits 2002 sur les ensembles hydrographiques similaires sur lesquels aucune donnée (NPHE, emprise de la zone inondée, estimation de débits,...) n'est disponible.

Ce type d'analyse n'a été menée que sur le bassin versant de l'Alzon et du Lyonnais et sur le Gardon d'Alès à l'aval de sa confluence avec le Galeizon. Les débits de crue 2002 sur ces cours d'eau ont été calés grâce aux NPHE connues. Une courbe d'évolution des débits a alors été tracée (cf. figures ci-dessous), permettant, ainsi d'estimer les valeurs en n'importe quel point du bassin versant ou du cours d'eau concerné.

A noter également que cette analyse a été réalisée en gardant une cohérence d'ensemble en termes de superficie de bassin versant étudié, et ce, afin de limiter les risques liés à une extrapolation douteuse sur des bassins dont la surface est largement inférieure et/ou supérieure à celles analysées.



Estimations des débits de référence hors Gardon d'Alès

En chaque nœud hydrologique, et lorsque cela était possible, les débits 2002 (et 1997 pour l'Avène) et débits centennaux ont été comparés.

Le débit de référence a été retenu comme celui présentant les NPHE les plus hauts, soit le maximum des deux débits, selon les termes de la méthodologie pour l'élaboration des PPRi.

De manière générale, et après comparaison avec les NPHE disponibles, le débit de référence est celui estimé avec la méthode FBG, excepté sur les bassins versants suivants :

Alzon et Galeizon : le débit de référence correspond à la crue de septembre 2002 ;

Avène sur sa partie aval, à partir de la Jasse de Bernard : le débit de référence correspond à la crue de septembre 1997.

Carriol, Rivensol : équivalence entre FBG et 2002

Concernant les cours d'eau de la traversée d'Alès (Grabieux, Bruèges), les débits estimés par ISL (2005) pour l'épisode de septembre 2002, et utilisés notamment dans le cadre de l'étude BCEOM pour le compte de la Communauté d'Agglomération du Grand Alès (2006), ne permettent pas un calage satisfaisant sur les NPHE. Les valeurs affichées pour les débits (**Bruèges : 210 m³/s au droit de la rocade ; Grabieux : 410 m³/s au niveau du Pont du Grabieux**) semblent en effet surestimées. Le calage est par contre satisfaisant en utilisant le débit FBG, ce qui laisse présager que l'épisode de 2002 présentait une période de retour comparable à la centennale pour ce qui concerne les affluents du Gardon d'Alès dans la traversée d'Alès.

Le tableau en annexe présente les débits de référence retenus.

Cas particulier des débits de référence sur le Gardon d'Alès

Amont de la confluence avec le Galeizon

Sur le Gardon d'Alès, la présence du barrage de Sainte Cécile d'Andorge, barrage écrêteur de crue construit suite à la crue de 1958, nécessite une démarche particulière pour l'estimation des débits centennaux. En effet, la formulation FBG ne peut intégrer le rôle écrêteur de l'ouvrage, rôle qu'il a été convenu de prendre en compte dans le présent cadre, compte tenu des volumes de stockage importants vis-à-vis d'un évènement centennal.

L'estimation des débits de référence en aval de l'ouvrage passe donc par une analyse hydrologique spécifique, prenant en compte les caractéristiques du barrage. Cette analyse a été appréhendée à partir des éléments disponibles, à savoir :

Etude Générale de l'aménagement hydraulique du Gard - DDE-DDAF 30 - Coyne et Bellier - BRL 1982- 1995 ;

Schéma Directeur d'Aménagements pour la Prévention des Inondations dans le département du Gard - Conseil Général du Gard - ISL - 2004 2005 ;

Reprise des études hydrologiques des barrages départementaux - étude Conseil Général du Gard - BRL – 2004 2005 ;

Hydrologie du bassin versant des Gardons – Mission complémentaire - SMAGE des Gardons - ISL 2004-2005.

La mission « Schéma Directeur d'Aménagements pour la Prévention des Inondations dans le département du Gard - Conseil Général du Gard - ISL - 2004 2005 » présente des débits à l'aval du barrage, mais concerne un évènement pluviométrique centennal à l'échelle du bassin global des Gardons, maximisant les débits à Dions. Aussi, ce scénario ne correspond pas à un évènement centennal pour le Gardon d'Alès, et les débits fournis à l'aval du barrage ($\sim 500\text{-}600 \text{ m}^3/\text{s}$) pour ce scénario ne sont pas représentatifs des débits centennaux attendus pour ce secteur. A noter que ces débits sont supérieurs aux débits Coyne et Bellier dit centennaux (Cf. ci-dessous).

L'étude Coyne et Bellier présente des débits dit centennaux en aval du barrage, pour des valeurs de l'ordre de $450 \text{ m}^3/\text{s}$, jusqu'à la confluence au Galeizon. Si l'analyse et la critique de ces valeurs reste délicate compte tenu du manque de données concernant les hypothèses hydrologiques retenues, il est probable que ces valeurs soient sous-estimées, du fait de l'ancienneté de cette étude (> 20 ans), et de l'évolution générale de la science concernant l'estimation des pluviométries et débits centennaux vers une augmentation des paramètres de calcul (pluviométries, coefficients de ruissellement, temps de concentration...). Cette évolution est d'ailleurs à l'origine de la reprise des études hydrologiques des barrages départementaux lancée par le CG30 en tant que gestionnaire des ouvrages.

Toujours concernant l'étude Coyne et Bellier, les débits proposés pour une crue dite millénale sont de $880 \text{ m}^3/\text{s}$ à l'aval du barrage, pour un débit de pointe avant écrêtement annoncé à $1084 \text{ m}^3/\text{s}$, cette valeur de débit correspondant à un débit de pointe centennal selon la formulation actuelle dite FBG ($Q_{100} = 1120 \text{ m}^3/\text{s}$).

L'étude « Mission hydrologique – SMAGE des Gardons - ISL 2004-2005 » présente des débits de pointe, estimés par sous-bassin versant, pour la pluie centennale centrée sur le sous-bassin concerné, le modèle prenant en compte le barrage de Sainte Cécile d'Andorge. Les valeurs fournies à l'aval du barrage sont de l'ordre de 900 m³/s, débit correspondant au débit maximal susceptible d'être évacué par le barrage.

En conclusion, l'analyse comparative des différentes données disponibles pour l'estimation du débit centennal à l'aval du barrage de Sainte Cécile d'Andorge et jusqu'à la confluence avec le Galeizon amène à retenir la valeur de **890 m³/s**, compte tenu :

que les valeurs de 450 m³/s (Coyne et Bellier – 1985) et 500-600 m³/s (ISL-2004 – SDAPI) sous-estiment le débit centennal pour un évènement centré sur le bassin versant du Gardon d'Alès à l'amont du barrage ;

que la valeur de 880 m³/s (Coyne et Bellier – 1985) pourrait correspondre à ce débit centennal par simple comparaison des débits de pointe annoncé dans cette étude ;

que le débit maximal évacué par le barrage est de l'ordre de 925 m³/s, avec un risque de débordement et de rupture au-delà, le barrage n'étant pas conçu pour déborder ;

de la valeur du débit calculé de l'ordre de 900 m³/s (ISL - 2005) pour un évènement centré sur le sous-bassin amont ;

Aval de la confluence avec le Galeizon

Si à l'amont de la confluence du Galeizon, l'épisode de référence est la crue centennale, il n'est en pas de même à l'aval. En effet, le sous-bassin du Gardon d'Alès concerné a été très fortement touché par les précipitations de septembre 2002, et les débits estimés par ISL montrent que l'épisode a dépassé les valeurs calculées pour l'occurrence centennale.

Dans la traversée d'Alès, si la configuration topographique du Gardon d'Alès a évolué depuis le crue de 2002 (curage), ce qui interdit toute estimation fiable du débit de l'épisode au droit d'Alès. Le calage sur les NPHE situés à l'aval permet cependant, à partir du modèle hydraulique, d'évaluer le débit, qui varie de 2300 m³/s à l'aval immédiat d'Alès, à 2800 m³/s au niveau de la confluence avec le Carriol. Ces chiffres sont cohérents avec les estimations ISL (2005), qui annonce des débits de l'ordre de 2500 à 3300 m³/s sur le même secteur.

Aussi, le débit de crue dans la traversée d'Alès a été estimé sur les bases précédentes (cohérence de l'évolution du débit spécifique) aux alentours de 2200 m³/s, valeur du même ordre de grandeur que le débit ISL (2500 m³/s). Les niveaux d'eau calculés dans le cadre du PPRI intègrent les caractéristiques actuelles du Gardon (les données topographiques ayant été réalisées après les travaux d'aménagement en lit mineur). Ces niveaux paraissent être équivalents ou légèrement inférieurs aux cotes indicatives de la crue de 2002, ce qui s'explique par une configuration topographique différente. A noter que les calculs réalisés sont cohérents avec les résultats obtenus par BCEOM dans sa modélisation des crues dans la traversée d'Alès.

Le débit calculé à l'exutoire, d'environ 2900 m³/s, est compatible avec les estimations sur Ners (SOGREAH – 2003) et Anduze (SIEE – 2004), compte tenu :

que le débit probable pour le Gardon d'Anduze se situe aux alentours de 3800 m³/s à la confluence ;

que la valeur du débit de pointe est comprise entre 6500 et 7200 m³/s au droit de Ners.

de la forme de l'hydrogramme observé Ners, très pointu, une quasi-concomitance entre les pointes de crue des Gardons d'Anduze et d'Alès n'étant pas à exclure.

Le débit de pointe à l'aval du Gardon d'Alès est compris entre 2700 m³/s et 3400 m³/s.

Le débit obtenu par la méthodologie appliquée dans le cadre du PPRI, de 2900 m³/s, est cohérent avec ces valeurs.

8.5) COTES D'INONDATION

Hors secteurs endigués

Sur les cours d'eau concernés par l'approche hydraulique, des nœuds hydrologiques ont été identifiés pour le calcul des débits à modéliser, selon une densité et une localisation assurant :

la présence d'un nœud de calcul à l'amont immédiat des principales zones à enjeux ;

la présence d'un nœud de calcul à chaque confluence, pour prendre en compte les apports ponctuels ;

des différences de débits entre deux nœuds consécutifs ne dépassant pas un ratio de 10-15 %, hors secteurs de confluence ;

Sur la base de ces débits, et des données topographiques levées pour les besoins de la présente mission, des modèles hydrauliques ont été montés afin de simuler les écoulements pour la crue de référence, et apporter ainsi une caractérisation des cotes d'inondation au droit de chaque profil.

Les modèles mathématiques sont de type filaire (code de calcul HEC-RAS), et sont exploités en régime permanent. De façon générale sur la zone d'étude, les écoulements en crue sont bien représentés par un fonctionnement selon un bief unique constitué du lit mineur et des champs d'expansion.

Néanmoins, sur certains points (débordements et écoulements déconnectés...), cette modélisation ne permet pas d'approcher de façon réaliste le fonctionnement en crue et les niveaux d'inondation associés. Ces secteurs ont donc fait l'objet de modélisations plus complexes et/ou d'expertises de terrain.

Cas des secteurs endigués

Sur le bassin du Gardon d'Alès, et principalement sur le Gardon lui-même, on recense des secteurs endigués, notamment sur les communes de la Grand-Combe, les Salles du Gardon, Saint Martin de Valgagues, Alès et Saint Christol les Alès, en arrière desquels sont présents des enjeux majeurs (habitations isolées et/ou secteurs urbanisés).

Par définition, les digues sont des ouvrages en longueur destinés à faire obstacle à des mouvements d'eau ou à retenir l'eau. La digue peut être construite de matériaux divers : terre, béton, pierres, bois, ...

Les zones endiguées sont des zones soumises à un risque d'inondation, certes protégées contre les crues les plus fréquentes, mais où le risque demeure quel que soit le degré de protection théorique de ces digues et est même augmenté en cas de ruptures brutales ou de surverse, avec des conséquences catastrophiques, notamment pour les secteurs situés juste derrière les digues.

Les nombreux retours d'expériences souvent désastreux (cf. inondations d'Aramon en 2002 ou Arles en 2003) indiquent clairement que malgré le degré de protection théorique des digues, les espaces situés en arrière demeurent soumis à un risque important et qu'il convient donc de ne pas créer de nouveaux développements d'urbanisation à l'arrière de digues.

Aussi, il est indispensable d'afficher clairement l'aléa pour identifier les secteurs susceptibles d'être exposés (y compris dans une logique d'information préventive et de gestion de crise)

Sont considérées comme digues, les seuls ouvrages classés d'intérêt pour la sécurité publique ou réalisés dans un intérêt général de protection. Ainsi, les murs de clôture, murs de quai ne sont pas considérés, compte tenu des éléments recensés ci-dessous :

absence d'étanchéité, et/ou de continuité ;

très faible garantie vis à vis d'une mise en charge hydraulique ;

absence de garantie sur l'entretien et la pérennité de l'ouvrage ...



Vues depuis le secteur de l'Habifareille du mur d'enceinte en bordure du Gardon (vue d'ensemble et vue de détail)



Vue du mur de clôture du camping de Rousson en bordure de l'Avène et d'un petit affluent suite à la crue de septembre 2002



Vue du mur de quai en bordure du Gardon d'Alès sur la commune des Salles du Gardon : Ouvrage présentant des ouvertures dans sa structure (fente de dilatation, ouvrage discontinu, trou d'évacuation ...) au-delà des risques de brèche comme ce fut observé sur la traversée d'Alès (débordement du Grabieux avec retour en lit du Gardon ayant entraîné une brèche dans le mur de quai lors de la crue de septembre 2002

La méthodologie adoptée pour la modélisation des écoulements sur ces secteurs, prévue initialement en ne tenant pas compte des digues -soit en considérant des ouvrages transparents- a été revue après analyse des résultats des simulations afin de mieux caractériser l'aléa inondation.

En effet, selon les secteurs, cette approche ne permet pas de rendre compte du fonctionnement hydraulique réel, et peut entraîner localement une sous-estimation des niveaux de submersion attendus, autant en lit mineur que en champ majeur.

Plus précisément, **trois cas de figures ont été distingués** :

Cas des secteurs endigués avec connexion hydraulique entre champ majeur et lit mineur : il s'agit de secteurs où les endiguements présentent une faible hauteur, et où l'emprise du champ majeur est également limitée, avec un débordement généralisé, l'ouvrage est submergé à la crue de référence, et est donc hydrauliquement transparent. C'est le cas des ouvrages linéaires dont la crête est très en dessous de la cote de référence. La modélisation est effectuée en considérant l'ouvrage comme transparent (cf. figure 1) ;

Cas des secteurs dont l'endiguement assure une protection théorique à la crue de référence, avec un champ majeur situé en dessous de la ligne d'eau du lit mineur pour la crue de référence (figure 2).

Soit le champ majeur protégé par la digue est de surface limitée : la modélisation est alors effectuée en considérant que l'inondation par rupture couvre la même zone qu'une inondation par effacement de l'ouvrage : la ligne d'eau du lit mineur est donc prolongée sur l'ensemble du champ majeur, comme dans le cas de figure 1; C'est le cas, pour le Gardon d'Alès, de la majorité des digues.

Soit le champ majeur protégé par la digue est d'emprise importante et/ou de topographie impliquant des écoulements largement déconnectés. La modélisation est alors effectuée en prenant en compte le rôle structurant de l'ouvrage (digues représentées par des unités de type déversoir latéral permettant de caractériser les échanges) et en maillant le modèle pour distinguer les écoulements en lit mineur et champ majeur (figure 3). C'est le cas, pour le Gardon d'Alès, du quartier de la Prairie sur la commune d'Alès.

Figure 1 : Ouvrage transparent

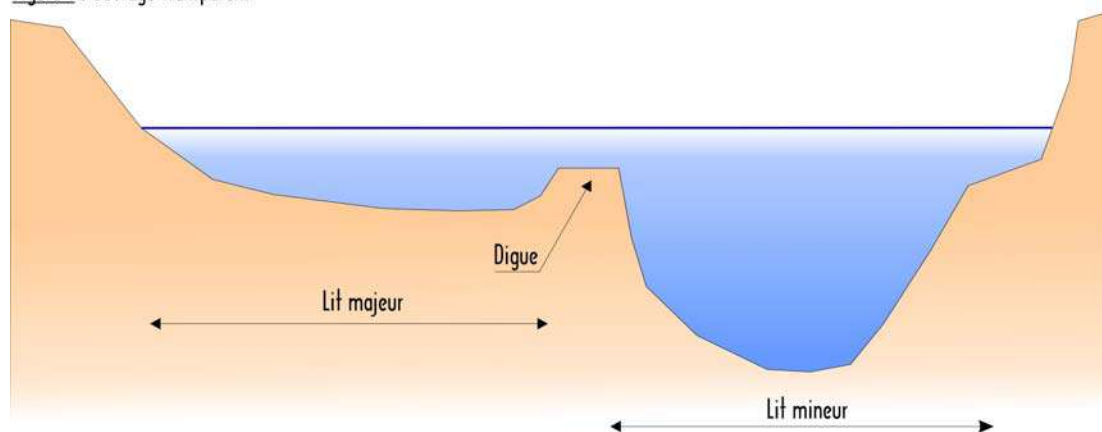


Figure 2 : Ouvrage structurant non débordant ou limite débordant

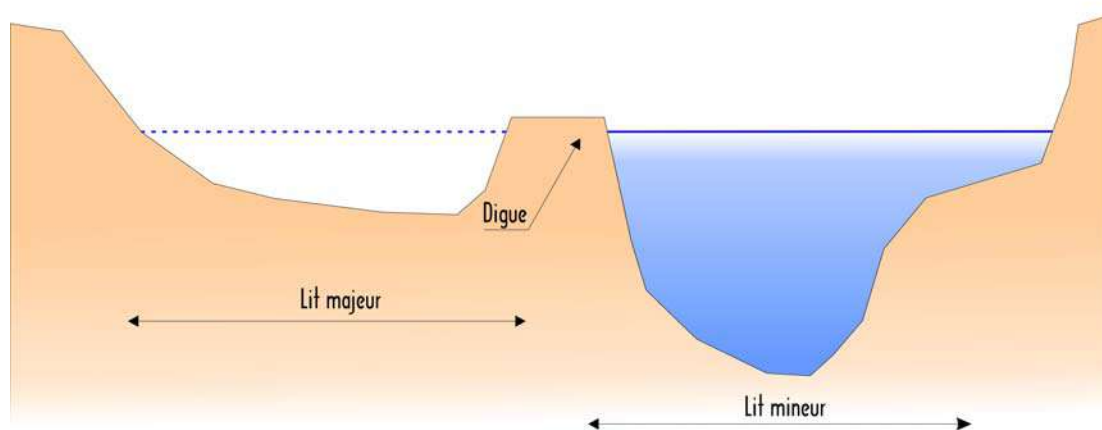
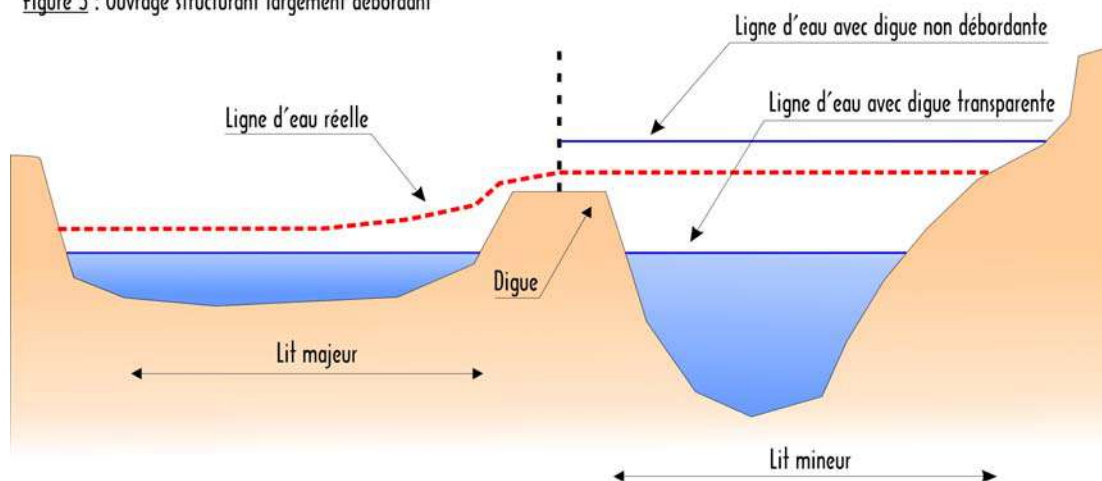


Figure 3 : Ouvrage structurant largement débordant



8.6) CARTOGRAPHIE DE L'ALEA

Aléa fort et aléa modéré

S'agissant de crues rapides (temps de montée inférieur à 12 heures) le seuil différenciant l'aléa fort de l'aléa modéré a été fixé à 50 cm.

En effet, à partir de ce seuil de 50 cm d'eau, la marche et les déplacements peuvent devenir difficiles pour les adultes. C'est d'autant plus le cas pour les enfants, les adultes non sportifs et les personnes âgées ou en situation de stress.

Dès l'association de vitesse d'écoulement importante à la hauteur de 50 cm, il devient difficile de tenir debout et de résister au courant. De plus, le relief du sol (trottoirs, regard d'assainissement ouvert...) est masqué.

Gardons en mémoire que la plupart du temps, la mise en situation se passe de nuit, d'où la pertinence de ce seuil pour caractériser la limite entre un aléa modéré et un aléa fort.

Cas particulier des secteurs endigués : Aléa résiduel dit « aléa rupture de digue, surverse et impluvium local »

Comme explicité précédemment, les secteurs endigués structurant les écoulements (Cas de figure 2 et 3) nécessitent une approche complémentaire, compte tenu :

de la caractérisation plus complexe des écoulements et cotes d'inondation associées ;

de la prise en compte des risques, de contrôle, voire de refoulement sur les réseaux d'assainissement en lit majeur, impliquant des risques d'inondation en champ majeur même sans débordement ;

de la prise en compte des risques de rupture de digue, risques qui ne peuvent être écartés quelque soit l'état et le niveau d'entretien des ouvrages, compte tenu de la violence des crues, des risques d'embâcles ou d'obstruction, des fortes capacités érosives des cours d'eau ...

du classement de ces digues comme intéressant la sécurité publique.

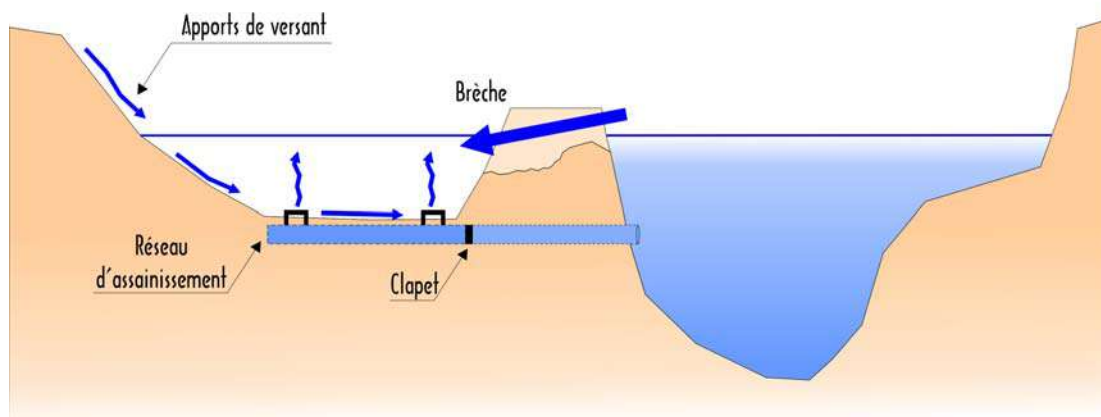
Pour ces cas de figure, l'aléa est caractérisé comme suit :

Aléa inondation modéré à fort selon la hauteur de submersion qui concerne les zones inondées par surverse au-dessus de la digue pour la crue de référence ;

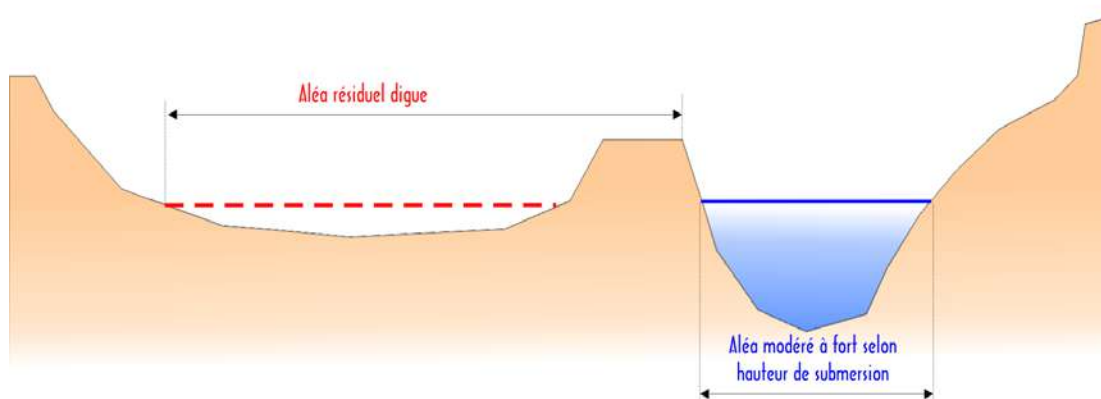
Aléa résiduel digue sur les secteurs en arrière de digues, non exposés à une inondation pour la crue de référence mais qui restent exposés en cas de crue supérieure, de rupture éventuelle des ouvrages ou de dysfonctionnement hydraulique.

Les croquis ci-dessous illustrent cette caractérisation.

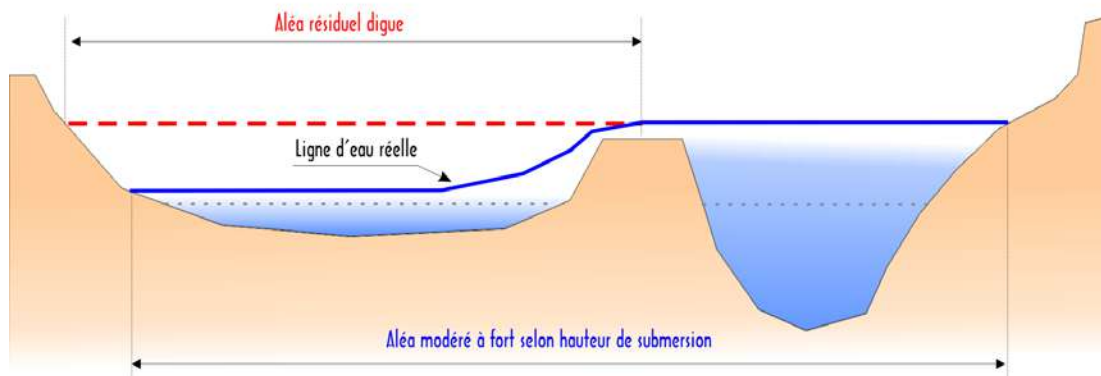
Cas de figure 2 ou 3 : Risque de contrôle sur réseau d'assainissement (voire de refoulement en cas d'absence de clapet)



Cas de figure 2



Cas de figure 3



Concernant l'aléa résiduel digue, la hauteur d'eau prise en compte est la suivante :

sur les secteurs de superficie faible à modérée (traversée Alès par exemple) : par prolongement du niveau du lit mineur dans le champ majeur à l'arrière des digues. En effet, sur ces zones, une rupture (ou une surverse) remplira de façon très rapide le volume potentiellement mobilisable (très largement inférieur au volume de crue), de telle manière à atteindre un équilibre hydrostatique avec le niveau des eaux dans le lit mineur.

sur les secteurs de grande superficie (la Prairie) : le fait de considérer un remplissage total de la zone en cas de rupture ou de surverse, n'étant pas réaliste, on considèrera préférentiellement un effacement total de l'ouvrage de protection. Ce scénario présente l'avantage de définir le niveau maximal que l'on pourra observer en cas de brèche dans l'ouvrage de protection.

Zone de ruissellement

Sur certains secteurs, et notamment au droit des cônes de déjection (exemple du Brémo, Gravelongue, Rieusset ...), les débordements en lit majeur s'écoulent de façon déconnectés des écoulements en lit mineur, selon un fonctionnement de type ruissellement diffus.

Dans ces cas de figure, les modèles de type filaires ne permettant pas de caractériser finement les côtes et vitesses d'inondation, l'aléa inondation a été appréhendé à partir d'expertises de terrain, associées aux valeurs de débits débordés résultants des modélisations.

Ces zones ont été classées en aléa modéré à fort, en fonction des débits débordés, des vitesses d'écoulement, de la morphologie du secteur d'écoulement

Le ruissellement pluvial urbain

La problématique liée au ruissellement pluvial en milieu urbain, dont la dynamique ne répond pas au même fonctionnement que celle des écoulements des cours d'eau étudié, n'a été globalement pas prise en compte, pour les bassins versants de moins de 1 km², du fait :

de son caractère généralement très localisé, la plupart du temps sans commune mesure avec l'ampleur des débordements liés au cours d'eau ;

de la complexité de son fonctionnement, dont les modèles ne peuvent rendre compte à l'échelle de modélisation retenue. Il aurait pour cela fallu modéliser chaque rue, canalisation, avaloir,... ce qui n'était bien évidemment pas envisageable en regard de la superficie de la zone étudiée (plus de 400 km²).

Pour autant, les apports (20 m³/s au maximum) du **ruisseau des Dupines**, qui se situe à Alès au droit de la Prairie, ont été intégrés, sur la base d'une modélisation fine permettant d'avoir une estimation des débits (études SIEE 2000 et 2005 pour le compte de la Communauté d'Agglomération du Grand'Alès). Cette prise en compte des apports est d'autant plus justifiée que la zone, au fonctionnement complexe, draine un bassin versant supérieur à 1 km².

8.7) LE FONCTIONNEMENT HYDRAULIQUE DANS LA TRAVERSEE HYDRAULIQUE D'ALÈS

Le Grabieux

Dans la traversée d'Alès, le Grabieux déborde largement, principalement en rive droite sur sa partie amont (profils 704 à 693). Ces débordements deviennent différenciés à l'aval du pont du Grabieux (profil 692), inondant alors le quartier des Cévennes (profil 692 à P627). Sur ce secteur, la rive gauche est également touchée, mais de façon moins importante (rarement au-delà de la route du Pont de Grabieux) compte tenu de la configuration topographique des lieux.

Plus à l'aval, les écoulements se concentrent au niveau du pont SNCF, avant que des débordements conséquents soient observés sur les deux rives, et plus particulièrement en rive gauche, au niveau du quartier des Prés St-Jean. Les eaux du Grabieux inondent alors largement la zone en passant par dessus les parapets, avant de confluer avec les écoulements du Gardon, à l'amont immédiat du pont Resca (profil 62).

Le Gardon d'Alès

Période de retour de la crue de septembre 2002

Contexte général

A l'aval de la traversée d'Alès, le calage du modèle SIEE sur les observations a permis de montrer que l'évolution des débits était équivalente à la formulation FBG. Dans la traversée d'Alès, cette dernière loi a été utilisée afin d'estimer les débits pour la crue de 2002. Après calculs, la comparaison avec les NPHE est satisfaisante, et ce, malgré les nombreuses incertitudes, notamment liées au curage du Gardon.

La méthode FBG est utilisée classiquement pour estimer les débits de fréquence centennale. Cependant, au droit d'Alès, la présence à l'amont du barrage écrêteur de St-Cécile d'Andorge permet un léger laminage des débits du Gardon. Aussi, il est logique de considérer que la fréquence de l'épisode sur le secteur est a priori supérieure à la centennale.

Il est aussi important de préciser qu'en 2002, le secteur de St-Cécile d'Andorge n'a été que faiblement touché : l'incidence du barrage, qui ne contrôle environ qu'1/3 de la superficie du bassin au droit d'Alès, a donc été négligeable. La crue a essentiellement été générée par le Galeizon et les affluent du Gardon situés en aval de la confluence avec le Galeizon.

Les débits ISL

ISL (octobre 2005) a réalisé une modélisation pluie-débit sur le secteur, permettant notamment de déterminer les débits de pointe de référence pour les différentes périodes de retour : Q10, Q20, Q50, Q100 et Q2002, en prenant en compte ou non le barrage de St-Cécile. Si l'incidence de ce dernier est avérée pour un épisode homogène à l'échelle du bassin, l'épisode de 2002 rappelle que des débits importants peuvent être générés par les 2/3 du bassin, non contrôlés par le barrage.

Cependant, l'absence de données hydrométriques fiables sur une longue période ne permet pas d'apporter les éléments quantitatifs qui aurait permis a minima une comparaison avec l'analyse précédente.

Aussi, et compte tenu des phénomènes de génération des crues sur le bassin, la valeur des débits de référence calculées par ISL ne doivent être considérées que comme des valeurs minimales.

Estimation de la période de retour dans la traversée d'Alès

Si a priori l'occurrence semble être supérieure à la centennale, il apparaît difficile de déterminer avec précision la période de retour et ce, pour plusieurs raisons :

d'expérience, l'incertitude sur l'estimation des débits de crue peut être très importante (jusqu'à plus de 20 %)

un ajustement statistique (type Gumbel notamment) sur les données ISL paraît critiquable du fait que :

à l'instar des pluies, les débits peuvent suivre une loi de type hyper-exponentiel, et non pas simplement exponentiel (loi de Gumbel),

d'autre part, l'imprécision sur les calculs hydrologiques n'a pas été explicitée,

les valeurs caractérisées sont à considérer avec précaution compte tenu de ce qui a été précisé auparavant (débits ISL)

Aussi, attribuer avec précision une période de retour à l'épisode de septembre 2002 (comme peut le faire EGIS, avec une occurrence estimée à 350 ans) est illusoire. Tout au plus, peut on conclure que la période de retour centennale semble être dépassée sur le secteur, mais de combien ? Nul ne peut l'estimer compte tenu des imprécisions des méthodes de calculs hydrologiques utilisées et de l'absence de données quantitatives fiables sur une longue période.

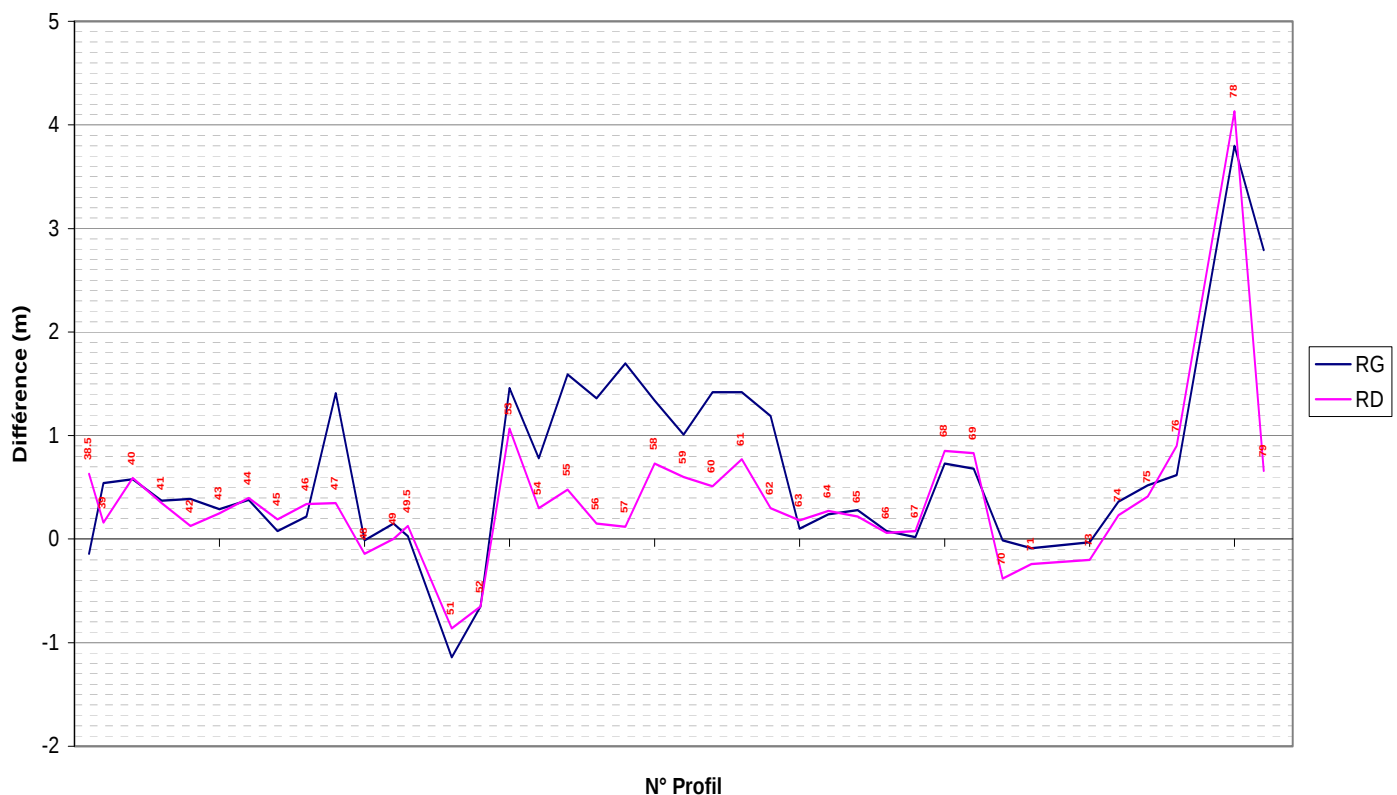
Fonctionnement hydraulique

Dans la traversée d'Alès et jusqu'à la Rocade, le Gardon n'est que très légèrement débordant, le principal point de faiblesse se situant au droit du Pont Neuf submergé (entre le profil 52 et le profil 49.5).

Cependant, sur toute la traversée et hormis quelques zones ponctuelles, les NPHE sont très proches du pied des parapets, comme l'atteste la figure ci-dessous. On y observe une revanche moyenne de l'ordre de 0.6 m pour la rive gauche, et 0.4 m pour la rive droite. Le graphique permet également de caractériser la principale zone de débordement (différence négative), au niveau du Pont Neuf.

Différence ligne d'eau - pieds parapets

- si Diff < 0 => NPHE > cote pied parapet
- si Diff > 0 => NPHE < cote pied parapet



Sur ce secteur, en rive gauche, les débordements (environ 20 m³/s) affectent alors le Quartier du Tempéras, qui, de part sa configuration topographique (en cuvette), stocke les eaux. Ces dernières s'écoulent par la suite vers le Gardon au niveau du coude que fait ce dernier à l'aval immédiat de la zone (entre les profils 47 et 48).

En rive droite, une légère surverse (de l'ordre d'une dizaine de m³/s) vers le secteur de la Prairie est observée. Ces débordements viennent alors gonfler les écoulements provenant de l'impluvium local et du ruisseau des Dupines (débit de l'ordre de 20 m³/s), provoquant une large submersion des terrains concernés.

L'étude hydraulique *Modélisation des crues dans la traversée d'Alès* réalisée par le BCEOM en juillet 2006, pour le compte de la Communauté d'Agglomération du Grand'Alès, avait parmi ses objectifs, celui d'évaluer l'impact hydraulique des aménagements réalisés après la crue de septembre 2002 dans le lit mineur du Gardon. Pour répondre à cet objectif le Gardon a été modélisé dans sa configuration de septembre 2002 et dans sa configuration de début 2006. Elle a conclu que : *" pour une même crue, en l'occurrence celle de septembre 2002, les niveaux calculés dans la situation de 2006 sont inférieurs de quelques centimètres à ceux calculés pour la situation de 2002. Globalement ces niveaux sont inférieurs de 28 cm en moyenne sur tout le lit mineur du Gardon. Sur le tronçon du Pont Neuf au Pont de la Rocade, ils sont inférieurs d'environ 50 centimètres "*.

A l'aval de la Rocade, le Gardon, bien que chenalisé et endigué, inonde par contrôle aval et remontée des eaux, principalement la rive droite, et, dans une moindre mesure, la rive gauche.

Les principales zones touchées sont :

en rive droite, le secteur aval de la Prairie. Le niveau d'eau constaté est alors comparable à celui observé à l'aval immédiat de la digue protégeant la zone des débordements directs du Gardon (P38), soit environ 119.5 mNGF. Sur ce secteur, ce sont bien les eaux de ce dernier qui inondent principalement la zone, en contournant la digue de protection par l'aval. La limite de la remontée des eaux est constituée par la rocade.

en rive gauche, le secteur à l'aval immédiat de la rocade. La submersion de cette zone a une double origine : une remontée des eaux du Gardon par l'aval, le point de faiblesse se situant au niveau de la cimenterie, couplée à l'apport de l'impluvium local. Du fait de la mise en place d'un équilibre hydrostatique, le niveau d'eau calculé dans la zone est alors similaire à celui observé dans le Gardon au niveau de la cimenterie, soit environ 120.3 mNGF.

8.9) ANALYSE DES ENJEUX

L'occupation du sol

L'analyse des enjeux est réalisée sur les territoires soumis aux inondations, dans l'emprise du champ majeur des cours d'eau. Les investigations portent sur l'occupation du sol et les enjeux ponctuels de type établissement vulnérable.

L'occupation du sol a été établie à partir des documents mis à disposition par le maître d'ouvrage, notamment :

Documents d'urbanisme des communes concernées : PLU et POS,

Les photographies aériennes (orthophotoplans IGN) couvrant la zone d'étude, **réalisées en 2006** (source DIREN).

Elle a été complétée lors de la réalisation du recueil des données réalisé auprès des représentants des communes et de visites sur le terrain.

La typologie du zonage de l'occupation des sols retenu pour la cartographie des enjeux est la suivante :

Centre urbain ancien : secteur de cœur historique et de faubourgs présentant une continuité bâtie et une mixité des usages entre logements, commerces et services,

Extensions urbaines récentes :

Résidentiel collectif,

Résidentiel pavillonnaire,

Zone d'activité industrielle, commerciale ou artisanale,

Équipement sportif ou touristique : espaces verts, campings, stades,

Dent creuse ou enclave : il s'agit d'un espace vierge d'urbanisation – friche, culture, zone naturelle, ... - inséré dans la tache urbaine.

La cartographie des enjeux, réalisée sur les photographies aériennes, fait l'objet de cartes communales spécifiques, sur fond de plan IGN 1/10000^e.

Les enjeux ponctuels

Les enjeux ponctuels de type station d'épuration, station de pompage, cave coopérative, activité commerciale ou artisanale isolée, et habitat isolé, sont issues du recueil de données et des enquêtes réalisées auprès des communes. Ils sont reportés sur les cartes des enjeux annexées au présent dossier.

Les enjeux ponctuels « stratégiques » ont fait l'objet de fiches descriptives élaborées en fonction des informations disponibles et transmises aux communes pour validation et compléments. Ces fiches sont rassemblées dans un cahier annexé au présent dossier.

9. DISPOSITIONS REGLEMENTAIRES

A partir de ce travail d'identification des risques, le PPR a vocation à traduire ces éléments en règles visant à :

interdire certains **projets** ou les autoriser sous réserve de prescription, en délimitant les zones exposées aux risques ou les zones qui ne sont pas directement exposées au risque mais où des aménagements pourraient aggraver les risques ou en provoquer de nouveaux,

définir les **mesures** de prévention, de protection et de sauvegarde qui doivent être prises par les collectivités publiques dans le cadre de leur compétences, ainsi que celles qui peuvent incomber aux particuliers,

Définir des mesures relatives à l'aménagement, l'utilisation, ou l'exploitation des constructions, ouvrages, espaces **existants** à la date d'approbation du plan, qui doivent être prises par les propriétaires, exploitants ou utilisateurs.

Pour ce faire, les objectifs du PPR visent à :

Assurer la sécurité des personnes, en interdisant les implantations humaines dans les zones les plus dangereuses où la sécurité des personnes ne peut être garantie

Ne pas augmenter les enjeux exposés, en limitant strictement l'urbanisation et l'accroissement de la vulnérabilité dans les zones inondables

Diminuer les dommages potentiels en réduisant la vulnérabilité des biens et des activités dans les zones exposées et en aidant à la gestion de crise

Préserver les capacités d'écoulement et les champs d'expansion des crues pour ne pas aggraver les risques dans les zones situées en amont et en aval.

Eviter tout endiguement ou remblaiement nouveau qui ne serait pas justifié par la protection de lieux fortement urbanisés

Sauvegarder l'équilibre des milieux dépendant des petites crues et la qualité des paysages souvent remarquables du fait de la proximité de l'eau et du caractère encore naturel des vallées concernées.

9.1) REGLES D'URBANISME

Les principes

Par son volume, son implantation ou du fait des aménagements qui l'accompagnent (remblais, clôtures, ...), **toute opération de construction en zone inondable est de nature à contrarier l'écoulement et l'expansion naturelle des eaux, et à aggraver ainsi les situations à l'amont ou à l'aval.**

De plus, de façon directe ou indirecte, immédiatement ou à terme, **une telle opération tend à augmenter la population vulnérable en zone à risque**. Au delà de ces aspects humains et techniques, la présence de constructions ou d'activités en zone inondable accroît considérablement le coût d'une inondation pris en charge par la collectivité.

Prévenir les conséquences des inondations

La mise en danger des personnes

C'est le cas notamment s'il n'existe pas de système d'alerte (annonce de crue) ni d'organisation de l'évacuation des populations, ou si les délais sont trop courts, en particulier lors de crues rapides ou torrentielles. Le danger se manifeste par le risque d'être emporté ou noyé en raison de la hauteur d'eau ou de la vitesse d'écoulement, ainsi que par la durée de l'inondation qui peut conduire à l'isolement de foyers de population.

La première priorité de l'État est donc de préserver les vies humaines.

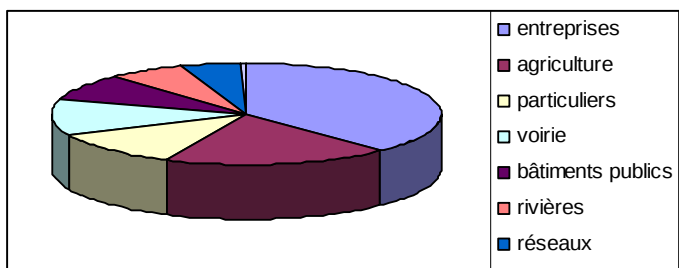
Les dégâts aux biens (particuliers, collectivités, entreprises)

Les dégâts occasionnés par les inondations peuvent atteindre des degrés divers, selon que les biens ont été simplement mis en contact avec l'eau (traces d'humidité sur les murs, dépôts de boue) ou qu'ils ont été exposés à des courants ou coulées puissants (destruction partielle ou totale). Les dommages mobiliers sont plus courants, en particulier en sous-sol et rez-de-chaussée. Les activités (industries) et l'économie sont également touchées en cas d'endommagement du matériel, pertes agricoles, arrêt de la production, impossibilité d'être ravitaillé... A titre d'exemple, la seule crue de 2002 s'est traduite dans le Gard par plus de 7200 logements sinistrés dont 1500 inondés par plus de 2m d'eau, 3000 entreprises touchées, plus de 800 M€ de dégâts.

La deuxième priorité est donc de réduire le coût des dommages liés à une inondation pour la collectivité nationale qui assure, au travers de la loi sur l'indemnisation des catastrophes naturelles (articles L121-16 et L125-1 et suivants du code des assurances), une solidarité financière vis à vis des occupants des zones exposées aux risques naturels.

Bilan des dégâts de la crue de 2002 dans le Gard

Dommages	Millions d'euros	%
entreprises	311	38,2%
agriculture	150	18,4%
particuliers	95	11,7%
voirie	94	11,5%
bâtiments publics	68	8,3%
rivières	52	6,4%
réseaux	41	5,0%
déchets	4	0,5%
Total	815	100%



L'interruption des communications : en cas d'inondation, il est fréquent que les voies de communication (routes, voies ferrées...) soient coupées, interdisant les déplacements de personnes ou de véhicules.

Par ailleurs, **les réseaux enterrés ou de surface** (téléphone, électricité...) peuvent être perturbés. Or, tout ceci peut avoir des conséquences graves sur la diffusion de l'alerte, l'évacuation des populations et l'organisation des secours.

Limiter les facteurs aggravant les risques

Les facteurs aggravants sont presque toujours liés à l'intervention de l'homme. Ils résultent notamment de :

L'implantation des personnes et des biens dans le champ d'inondation : non seulement l'exposition aux risques est augmentée mais, de plus, l'imperméabilisation des sols due à l'urbanisation favorise le ruissellement au détriment de l'infiltration et augmente l'intensité des écoulements. L'exploitation des sols a également une incidence : la présence de vignes (avec drainage des eaux de pluie sur les pentes) ou de champs de maïs plutôt que des prairies contribue à un écoulement plus rapide et diminue le temps de concentration des eaux vers l'exutoire.

La défaillance des dispositifs de protection : le rôle de ces dispositifs est limité. Leur efficacité et leur résistance sont fonction de leur mode de construction, de leur gestion et de leur entretien, ainsi que de la crue de référence pour laquelle ils ont été dimensionnés. En outre, la rupture ou la submersion d'une digue peut parfois exposer davantage la plaine alluviale aux inondations que si elle n'était pas protégée.

Le transport et le dépôt de produits indésirables : il arrive que l'inondation emporte puis abandonne sur son parcours des produits polluants ou dangereux, en particulier en zone urbaine. C'est pourquoi il est indispensable que des précautions particulières soient prises concernant leur stockage.

La formation et la rupture d'embâcles : les matériaux flottants transportés par le courant (arbres, buissons, caravanes, véhicules...) s'accumulent en amont des passages étroits au point de former des barrages qui surélèvent fortement le niveau de l'eau et, en cas de rupture, provoquent une onde puissante et dévastatrice en aval.

La surélévation de l'eau en amont des obstacles : la présence de ponts, remblais ou murs dans le champ d'écoulement provoque une surélévation de l'eau en amont et sur les côtés qui accentue les conséquences de l'inondation (accroissement de la durée de submersion, création de remous et de courants...)

9.2) LE ZONAGE REGLEMENTAIRE

Le zonage et son règlement associé ont vocation à traduire ces priorités en s'imposant aux projets futurs dans une logique essentiellement préventive.

Il consiste à croiser l'aléa de crue et les enjeux d'occupation des sols afin de définir des zones de réglementation notamment en matière d'urbanisme.

Les zonages réglementaires ainsi issus du croisement enjeu/aléa sont cartographiés sur fond de plan cadastral. Les plans de zonage communaux sont joints au présent dossier.

Conformément à l'article L 562-1 du code de l'environnement, le territoire couvert par le présent PPR inondation distingue deux types de zones au regard de l'aléa :

Les zones exposées aux risques, dites « zones de danger », elles-mêmes divisées en deux :

Les zones d'aléa fort (F),

Ce sont les zones de l'enveloppe hydrogéomorphologique où la hauteur d'eau, pour la crue de référence, est supérieure à 0,50 m.

Elles sont de couleur rouge sur le plan de zonage.

Les zones en contrebas d'une digue (Fd) situées,

soit immédiatement à l'arrière de la digue, dans un secteur où l'effet de seuil peut provoquer une aggravation des risques, de 50 m. de large en centre urbain et 100 m. en zone urbanisée,

soit dans un secteur où la hauteur d'eau serait, en cas de défaillance de l'ouvrage, supérieure à 1 m.

Elles sont de couleur rouge sur le plan de zonage.

Les zones dites « zones de précaution », elles-mêmes divisées en trois :

Les zones d'aléa modéré (M) Ce sont les zones de l'enveloppe hydrogéomorphologique, où la hauteur d'eau pour la crue de référence est inférieure ou égale à 0,50 m.

Elles sont de couleur bleue marine, (ou rouge en secteur non urbanisé), sur le plan de zonage.

Les zones situées en contrebas d'une digue (Md) dans un secteur où la hauteur d'eau serait, en cas de défaillance de l'ouvrage, inférieure à 1 m.

Elles sont de couleur bleue marine, (ou rouge en secteur non urbanisé), sur le plan de zonage.

Les zones d'aléa résiduel (R)

Ce sont les zones de l'enveloppe hydrogéomorphologique, où la hauteur d'eau pour la crue de référence est nulle.

Pour autant, situées dans le lit majeur de la rivière, elles sont exposées à un risque résiduel en cas de crue supérieure à la crue de référence ou, de dysfonctionnement hydraulique.

Elles sont de couleur bleue claire sur le plan de zonage (ou orangé en secteur non urbanisé).

En dehors des zones situées en contrebas d'une digue, l'aléa est qualifié de fort lorsque les hauteurs d'eau dépassent 0,5 m.

En effet, on considère que le risque pour les personnes est lié principalement aux déplacements :

routiers (véhicules emportés en tentant de franchir une zone inondée) :

à 0,5 m. une voiture peut être soulevée par l'eau et emportée par le courant, aussi faible soit-il,

0,5 m. est aussi la limite de déplacement des véhicules d'intervention classiques de secours,

Pédestres : des études basées sur des retours d'expérience des inondations passées, menées par des services de secours (équipements, pompiers, services municipaux,...) montrent qu'à partir de 0,5 m. d'eau un adulte non entraîné et, a fortiori des enfants, des personnes âgées ou à mobilité réduite, sont mis en danger :

Fortes difficultés dans leur déplacement,

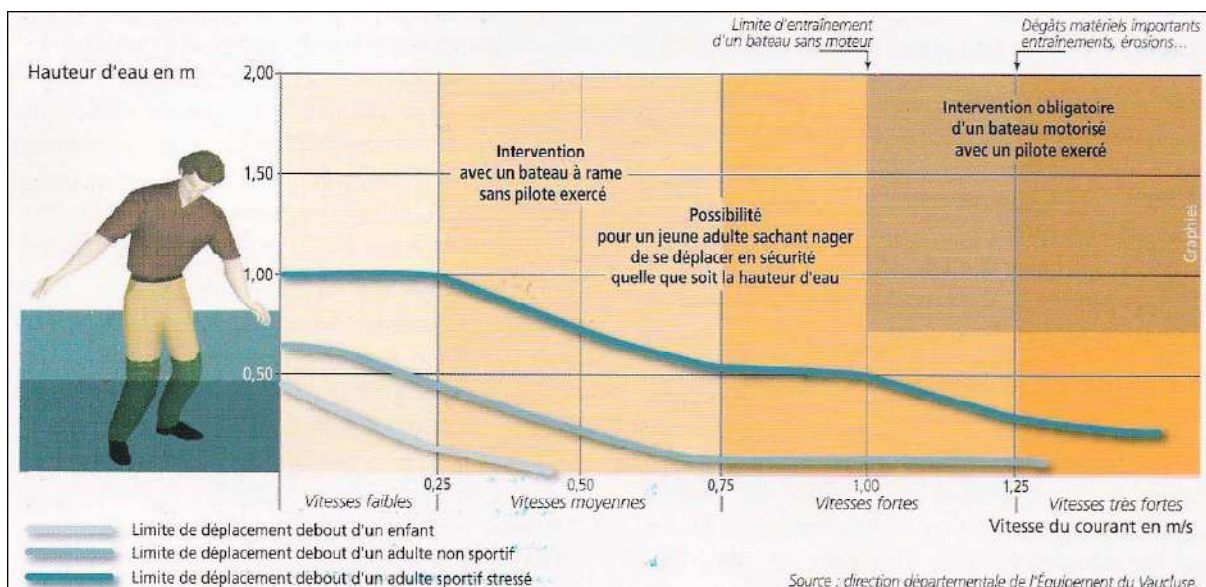
Disparition totale du relief (trottoirs, fossés, bouches d'égout ouvertes, ...),

Stress.

Ce type d'aléa correspond également aux zones d'écoulement principal, qu'il s'agit de préserver prioritairement de manière à ne pas aggraver les conditions d'écoulement.

L'aléa est qualifié de modéré lorsque les hauteurs d'eau sont inférieures à 0.5 m.

Il s'agit de zones d'expansion de crue où le risque, en terme de fréquence de submersion, de hauteur d'eau et de vitesse de courant y est moins important. Ces zones ne sont donc pas en principe concernées par les crues courantes, mais ont été ou seront submergées lors des crues rares ou exceptionnelles. Dans ce cas, elles jouent un rôle essentiel de stockage et leur caractère naturel doit être préservé.



Les zones de précaution, correspondent aux secteurs qui ne sont pas directement exposés aux risques d'inondation au regard de la crue de référence.

Il s'agit des zones d'aléa résiduel qui sont susceptibles d'être mobilisées pour une crue supérieure à la crue de référence et jouent un rôle majeur de stockage de ces crues.

En limite d'aléa calculé par modélisation, l'approche géomorphologique ou la crue historique peuvent délimiter une zone plus large que celle résultant du calcul hydraulique.

Le risque y est inférieur à celui de la zone d'aléa modéré et des projets d'urbanisation peuvent y être envisagés dans certaines zones en limite d'urbanisation qui ont été identifiées après analyse concertée avec la commune.

Le reste du territoire communal peut aussi contribuer, de par son imperméabilisation éventuelle, à accroître le risque sur les secteurs exposés.

Les zones situées en contrebas d'une digue

Les extensions d'urbanisation dans les espaces endigués sont interdites car elles contribuent à rajouter des enjeux dans une zones exposées donc à « créer du risque ». Il est par ailleurs extrêmement difficile de garantir la stabilité d'un ouvrage sur une période longue, qui est celle d'une urbanisation (un quartier créé sera toujours présent dans 50 ans, ce qui implique une gestion de l'ouvrage dans cette période). De même, sur une telle période, la possibilité de survenance d'un événement supérieur, avec des conséquences catastrophiques, n'a rien d'hypothétique.

En conséquence, l'aléa est qualifié de fort lorsque les hauteurs d'eau dépassent 1,00 mètre.

De plus, le risque de rupture ou de surverse nécessite la mise en place d'une **bande de sécurité à l'arrière de l'ouvrage**, car l'effet de seuil peut provoquer une aggravation des risques. Cette bande est fixée à 50 m. de large dans les centres urbains anciens et à 100 m. dans les zones urbanisées.

Les dispositions d'urbanisme qui ont été retenues pour atteindre les objectifs précédemment listés, visent principalement à interdire l'expansion urbaine en zone naturelle inondable et ce, quelque soit l'importance du risque en termes de hauteur d'eau ou de vitesse de courant.

Dans les secteurs déjà urbanisés, l'évolution du bâti existant est admise sous certaines conditions liées à la forme urbaine et à l'importance du risque.

Les principes du zonage sont les suivants :

Dans les **zones non urbanisées**, quelque soit l'aléa, tout le champ d'expansion de crue est préservé, afin de laisser le libre écoulement des eaux de crue et de maintenir libre le champ d'inondation qui participe à l'écêtement naturel des crues.

Seule l'implantation de bâtiment agricole (hors logement de fonction) est autorisée dans la zone d'aléa résiduel dans un souci du maintien de l'activité.

Dans les **zones actuellement urbanisées**,

-> Les nouvelles constructions ne sont autorisées que dans les **zones urbanisées d'aléa modéré et résiduel**, en réduisant par des mesures constructives les conséquences dommageables d'une crue :

mise hors d'eau du bâti en positionnant le plancher 0,30 m. au dessus de la PHE calculée, ou 0,80 m. au dessus du Terrain Naturel (TN) en l'absence de PHE,

respect d'un franc bord de 10 m. non constructible de part et d'autre de l'axe du lit mineur du cours d'eau,

mesures constructives de réduction de la vulnérabilité.

-> **Dans les zones d'aléa fort**, compte tenu des risques importants liés aux crues, la logique de prévention prédomine.

Des dispositions spécifiques permettent toutefois de prendre en compte l'évolution du bâti existant.

Dans les zones du centre urbain, l'aménagement de nouveaux logements dans le bâti existant est autorisé, à condition d'intégrer des mesures de réduction de la vulnérabilité.

Le croisement de ces niveaux d'aléa et du degré d'urbanisation des secteurs considérés (selon les trois types d'occupation du sol: centre urbain, extensions urbaines récentes, zones peu ou pas urbanisées) **conduit à délimiter 6 types de zones pour le règlement du présent PPR :**

La zone FU : Zone de danger urbanisée, inondable par un aléa de référence fort et, correspondant à des secteurs résidentiels ou d'activités, où il convient de ne pas augmenter les enjeux (population, activités) tout en permettant l'évolution du bâti existant, notamment pour en réduire la vulnérabilité.

Elle englobe les **quartiers des Prés Saint Jean et des Cévennes**, inondés par le Grabieux lors des événements des 8 et 9 septembre 2002. Ces quartiers font l'objet d'une **Convention de Rénovation Urbaine**, (telle que prévue à l'article 10 de la loi n° 2003-710 du 1er août 2003 d'orientation et de programmation pour la ville et la rénovation urbaine), signée le 9/12/2008, devant se traduire par une diminution sensible de la vulnérabilité au risque d'inondation, après réalisation d'un aménagement du lit et des berges de la rivière et en allant principalement vers une diminution du nombre de logements et de personnes exposés. Dans ce contexte, les constructions et aménagements des constructions existantes sont admis sous réserve que le niveau fini des planchers habitables des locaux d'habitation ou d'activités nouvellement créés ou nouvellement affectés à ces destinations, soit situé au dessus de la côte PHE + 0,30 m.

Elle englobe également les **zones urbanisées situées en contrebas d'une digue (FUd) :**

dans la zone de danger immédiatement à l'arrière d'une digue, de 50 mètres de large en centre urbain et 100 mètres en zone urbanisée,

ou, inondable en cas de défaillance de l'ouvrage par un aléa de référence fort (>1 m.),

et correspondant à des secteurs résidentiels ou d'activités, dans lesquels il convient également de ne pas augmenter les enjeux (population, activités) tout en permettant l'évolution modérée du bâti existant, notamment pour en réduire la vulnérabilité.

La zone FUcu : Zone de danger, densément urbanisée, inondable par un aléa de référence fort, correspondant à des secteurs ayant :

- un intérêt historique,
- une occupation des sols dense,
- une continuité du bâti,
- une mixité des usages entre logements, commerces et services.

Dans cette zone, des aménagements du règlement visent à assurer la continuité de vie et à permettre le renouvellement urbain en favorisant la réduction de la vulnérabilité.

Elle englobe le secteur **FUcu du Tempéras**, secteur du centre urbain ancien d'Alès caractérisé par : une occupation des sols dense et une mixité du bâti entre maisons de ville, immeubles d'habitation et quelques équipements publics.

Ce quartier est exposé aux risques d'inondation par débordement du Gardon, à l'amont du pont Neuf, ainsi que par ruissellement, principalement par un fossé drainant une partie de la zone urbaine du centre ville et des quartiers situés au nord de la voie SNCF. Cette situation induit un aléa fort du fait de la configuration topographique naturelle des terrains en cuvette.

Ce quartier, situé à proximité immédiate du centre ville d'Alès, est soumis à une pression foncière importante. Aussi du fait de ses particularités, la ville d'Alès et la Communauté d'Agglomération ont prévu d'y réaliser des **travaux destinés à réduire la vulnérabilité**.

Ces travaux (cf. paragraphe 3-2-Mesures de protection) comprennent le renforcement et la surélévation des parapets du Gardon dans la zone de débordement, au minimum jusqu'au niveau de la ligne d'eau de référence et, la mise en place de batardeaux à hauteur du pont Neuf. Pour autant, réalisés sur la rive gauche du Gardon, ces travaux ne devront pas avoir pour effet d'aggraver la situation existante en rive droite.

Dans ces conditions, **des aménagements du règlement** visant à assurer la continuité de vie et permettre le renouvellement urbain en favorisant la réduction de la vulnérabilité, sont admis **dans le respect des principes généraux applicables dans les zones inondables** :

- Ne pas augmenter globalement la population sur tout le périmètre considéré,
- Ne pas augmenter le niveau de risque des constructions existantes,
- Réduire autant que possible la vulnérabilité des constructions existantes et à venir,
- Permettre le maintien des activités existantes.

La zone MU : Zone de précaution urbanisée, inondable par un aléa de référence modéré, par débordement (<0,50 m.),
ou, parce que située en contrebas d'une digue (**zone MUd**) (<1 m.),
où, compte tenu de l'urbanisation existante, il s'agit de permettre un développement urbain, compatible avec l'exposition aux risques.

La zone NU : Zone inondable non urbanisée (naturelle ou agricole), d'aléa modéré à fort, **englobant les zones de danger NUF et les zones de précaution NUM**, dans laquelle il convient de préserver les capacités d'écoulement ou de stockage des crues en y interdisant les constructions nouvelles.

Un franc-bord inconstructible de 10 mètres de part et d'autre de l'axe des principaux ruisseaux et fossés est également classé dans cette zone.

Elle englobe également des **secteurs situés en contrebas d'une digue (NUd)** et non urbanisés (naturel ou agricole), soumis à un aléa modéré à fort, en cas de défaillance de l'ouvrage et dans lesquels il convient de préserver les capacités d'écoulement ou de stockage des crues en y interdisant les constructions nouvelles.

La zone RU : zone urbanisée de précaution, exposée à un aléa résiduel en cas de crue supérieure à la crue de référence ou de dysfonctionnement hydraulique.

Son règlement vise à permettre un développement urbain compatible avec ce risque résiduel.

La zone RNU : zone de précaution non urbanisée (naturelle ou agricole), exposée à un aléa résiduel en cas de crue supérieure à la crue de référence ou de dysfonctionnement hydraulique.

Son règlement vise à préserver les capacités de stockage de ces zones mobilisées pour les plus fortes crues, de façon à limiter les dégâts dans les secteurs les plus exposés.

Ces principes sont présentés dans le tableau ci après et détaillés dans le règlement du PPR

9.3) MESURES DE PREVENTION, DE PROTECTION ET DE SAUVEGARDE

Mesures de prévention

Information des habitants

Les municipalités doivent mettre en place un plan d'information et des réunions publiques communales

La pose de repères de crues constitue un élément important de l'information de la population sur les risques, elle fait partie intégrante de " la mémoire du risque " et permet de développer une " culture du risque ". Les municipalités sont invitées à poser des marques dans les secteurs les plus pertinents (lieux publics, de passage, ...).

Entretien des cours d'eau

Il est du ressort des propriétaires riverains. En cas de défaillance des propriétaires, concessionnaires ou locataires des ouvrages pour l'entretien des lits mineurs des cours d'eau, la collectivité pourra se substituer à ceux-ci selon les dispositions prévues par la loi pour faire réaliser ces travaux d'entretien aux frais des propriétaires, concessionnaires ou bénéficiaires de droits d'eau défaillants.

Réseaux et infrastructures

Les réseaux électriques, téléphoniques, d'eau potables et d'assainissement, et les voiries seront aménagés de manière à réduire la vulnérabilité des personnes et des biens.

Mesures de protection

Un **zonage d'assainissement pluvial** doit être établi dans chaque commune soumise au PPR dans un délai de cinq ans.

Les **digues de protection** des lieux habités contre les inondations doivent faire l'objet de la part de leur propriétaire d'un diagnostic complet au moins une fois tous les 5 ans. Le gestionnaire doit veiller à assurer une surveillance régulière en plus du diagnostic ainsi qu'un entretien

Sur le territoire de la ville d'Alès, dans le **quartier du Tempéras** qui fait l'objet d'un règlement particulier, la ville d'Alès (ou la Communauté d'Agglomération du Grand'Alès) doit dans un délai de cinq ans, réaliser une étude globale d'aménagement du quartier et effectuer les travaux destinés à réduire la vulnérabilité du quartier par notamment le renforcement et la surélévation des parapets du Gardon dans les zones de débordement,

Mesures de sauvegarde

Elles consistent à établir :

Un plan communal de sauvegarde,

Un diagnostic de vulnérabilité pour les bâtiments, équipements et installations d'intérêt général implantés en zone inondable et susceptibles de jouer un rôle important dans la gestion de crise tels que casernes de pompiers, gendarmeries, mairies, services techniques, équipements de santé.

9.4) REGLES DE CONSTRUCTION ET MESURES SUR L'EXISTANT

Un certain nombre de règles et de recommandations sont instaurées afin de réduire la vulnérabilité des personnes et des biens sur le bâti existant.

Il s'agit de mesures visant à :

assurer la sécurité des personnes (zone refuge, évacuation, étanchéification du bâtiment, matérialisation de l'emprise des piscines, ...),

limiter les dommages aux biens (matériaux insensibles à l'eau, réseau électrique descendant et compteur hors d'eau, clapets anti-retour sur le réseau d'eaux usées, ...)

faciliter le retour à la normale (faciliter l'évacuation de l'eau, le nettoyage et le séchage,...).

Ces mesures sont détaillées dans le règlement joint au présent dossier.

10. DEROULEMENT DE LA PROCEDURE

10.1) CONCERTATION AVEC LES COMMUNES ET LE PUBLIC

1ère réunion d'information sur la procédure et présentation de la démarche d'élaboration : le 15 juin 2004,

2ème réunion de présentation de la démarche proposée concernant les cartographies informatives - enjeux - aléas et les principes de prévention : le 17 février 2006,

3ème réunion d'information concernant la phase réglementaire : le 14 octobre 2009 .

Des réunions ponctuelles d'échanges ont été conduites tout au long de la phase d'élaboration à la demande des communes concernées

Une réunion publique avant lancement de l'enquête a été organisée le 15 juin 2010.

10.2) CONSULTATIONS ADMINISTRATIVES

Les 20 communes concernées ainsi que les personnes publiques associées (intercommunalités, Conseil Régional, Général, Parc national des Cévennes, pays des Cévennes, Centre régional de la propriété forestière LR, ...) ont été destinataires des projets de PPRI pour consultation officielle deux mois avant le lancement de l'enquête.

10.3) ENQUETES PUBLIQUES

Par arrêtés préfectoraux n°:2010-148-5 ; 2010-148-6 ; 2010-148-7 ; 2010-148-8 ; 2010-148-9 ; 2010-148-10 ; 2010-148-11 ; 2010-148-12 ; 2010-148-13 ; 2010-148-14 ; 2010-148-15 ; 2010-148-16 ; 2010-148-17 ; 2010-148-18 ; 2010-148-19 ; 2010-148-20 ; 2010-148-21 ; 2010-148-22 ; 2010-148-23 ; 2010-148-24 du 28 mai 2010, Monsieur le préfet du GARD a ordonné l'ouverture des enquêtes publiques relatives aux projets de Plan de Prévention des Risques Inondation des 20 communes concernées du 21 juin 2010 au 22 juillet 2010 inclus

La commission d'enquête désignée par le Président du Tribunal Administratif de Nîmes est composée par :

- Président : Monsieur Georges FIRMIN, cadre SNCF honoraire
- Membres titulaires :

Monsieur Marcel BOURRAT ingénieur retraité

Monsieur Yves BOYER ingénieur SNCF retraité

Madame Maria DEL GIORGIO architecte retraitée

Monsieur Jean-Charles DROUET maître de conférence hors classe en chimie retraité

Chaque projet de PPRI fait l'objet d'une enquête sur le territoire de la commune concernée.

La commission d'enquête a reçu le public à :

- **ALES** : le 21 juin 2010 de 9h à 12 h ; le 6 juillet 2010 de 9h à 12 h, le 22 juillet 2010 de 14h à 17 h
- **BAGARD** : le 5 juillet 2010 de 9h à 12h
- **BRANOUX LES TAILLADES** : le 6 juillet 2010 de 9h à 12h
- **CENDRAS** : le 7 juillet 2010 de 9h à 12h
- **LA GRAND-COMBE** : le 21 juin 2010 de 9h à 12h ; le 22 juillet 2010 de 14h à 17h
- **LAVAL-PRADEL** : le 8 juillet 2010 de 9h à 12h
- **LES SALLES DU GARDON** : le 21 juin 2010 de 14h à 17h
- **RIBAUTE LES TAVERNES** : le 9 juillet 2010 de 14h à 17h
- **ROUSSON** : le 7 juillet 2010 de 9h à 12h
- **SAINT CHRISTOL LES ALES** : le 21 juin 2010 de 14h à 17h
- **SAINT HILAIRE DE BRETHMAS** : le 9 juillet 2010 de 9h à 12h
- **SAINT JEAN DU PIN** : le 5 juillet 2010 de 9h à 12h
- **SAINT JULIEN DES ROSIERS** : le 5 juillet 2010 de 14h à 17h
- **SAINT MARTIN DE VALGAGUES** : le 8 juillet 2010 de 14h à 17h
- **SAINT PAUL LA COSTE** : le 7 juillet 2010 de 14h à 17h
- **SAINT PRIVAT DES VIEUX** : le 9 juillet 2010 de 14h à 17h
- **SAINTE CECILE D'ANDORGE** : le 6 juillet 2010 de 14h à 17h
- **SALINDRES** : le 7 juillet 2010 de 14h à 17h ; le 22 juillet 2010 de 9h à 12h
- **SOUSTELLE** : le 9 juillet 2010 de 9h à 12h
- **VEZENOBRES** : le 5 juillet 2010 de 14 h à 17h

11. ANNEXE

Tableau des débits.