

DIRECTION DÉPARTEMENTALE
DES TERRITOIRES ET DE LA MER
DU GARD

PLAN DE PRÉVENTION DES RISQUES D'INONDATION (PPRI)

BASSIN VERSANT DU GARDON D'ANDUZE



COMMUNE D'ANDUZE

Rapport de présentation

1. OBJECTIFS ET DÉMARCHE.....	1
1.1 Préambule	1
1.2 Le risque inondation dans le Gard	2
1.3 Les objectifs de la politique de prévention des risques	5
1.4 La démarche PPRi	6
1.5 La raison de la prescription des PPR	10
1.6 L'approche méthodologique (études techniques préalables)	10
2. CONTEXTE GÉOGRAPHIQUE ET HYDROLOGIQUE.....	11
2.1 Le périmètre concerné	11
2.2 Contexte hydrographique et climatique	15
2.3 Le phénomène naturel et les crues historiques	16
2.3.1 "Les Gardonnades"	16
2.3.2 Les aménagements hydrauliques du Gardon d'Anduze	17
2.3.3 Inventaire des crues historiques	18
3. CARTOGRAPHIE DU RISQUE.....	20
3.1 Hypothèses de détermination de l'aléa	20
3.1.1 Recueil des données et enquêtes auprès des communes	20
3.1.2 Analyse hydrogéomorphologique	21
3.1.3 Choix de la crue de référence	21
3.1.4 Débits de référence	22
3.1.5 Evolution morphologique de la rive droite en aval du centre-ville	22
3.2 Détermination de l'aléa	23
3.2.1 Modélisation hydraulique	23
3.2.2 L'analyse hydrogéomorphologique	32
3.3 Qualification de l'aléa sur la commune d'Anduze	34
3.4 Enjeux exposés	36
3.5 Zonage du risque inondation	38
3.6 Modification du zonage suite à l'Enquête Publique	38
4. DISPOSITIONS RÉGLEMENTAIRES.....	38
4.1 Règles d'urbanisme	39
4.2 Zonage réglementaire	40
4.3 Mesures de prévention, de protection et de sauvegarde et règles de construction et mesures sur l'existant	45
4.3.1 Mesures de prévention, de protection et de sauvegarde	45
4.3.2 Règles de construction et mesures sur l'existant	46
5. DÉROULEMENT DE LA PROCÉDURE.....	48
5.1 Concertation avec les communes	48
5.2 Consultations administratives	48
5.3 Enquête publique	48
ANNEXES	49
Annexe 1	Rapport technique BRL Ingénierie Phase 1
Annexe 2	Rapport technique BRL Ingénierie Phase 2
Annexe 3	Rapport technique BRL Ingénierie Phase 3
Annexe 4	Rapport technique ISL Ingénierie Phase 3
Annexe 5	Rapport technique ISL Ingénierie :Etude de l'endiguement d'Anduze

1 Objectifs et démarche

1.1 PRÉAMBULE

La répétition d'événements 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 de PPR, dont la mise à l'étude est prescrite par arrêté préfectoral, est approuvé après :

- enquête publique et avis de la commission d'enquête, le PPRi approuvé par arrêté préfectoral constitue, dès lors, une servitude d'utilité publique qui devra être annexée au document d'urbanisme si il existe (article L 126-1 du code de l'Urbanisme).

Pour la commune d'Anduze, 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 en commentant la réglementation mise en place. La carte d'aléa sur le bassin versant est jointe en annexe.
- **Les cartes de zonage réglementaires à l'échelle de la commune** distinguant les zones exposées à des risques et celles qui n'y sont pas directement exposées mais où l'utilisation du sol pourrait provoquer ou aggraver des risques. Ils visualisent les zones de dispositions réglementaires homogènes.
- **Un règlement** qui précise les mesures d'interdiction et les prescriptions applicables dans chacune de ces zones. Le règlement précise aussi les mesures de prévention, de protection et de sauvegarde qui incombent aux particuliers ou aux collectivités. Le règlement mentionne, le cas échéant, celles de ces mesures dont la mise en œuvre est obligatoire et le délai fixé pour celles-ci.
- **Un résumé non technique**

Le présent document constitue le rapport de présentation, dont une partie présente et synthétise les études techniques préalables sur lesquelles reposent l'élaboration du dossier de PPR :

- Étude GERI, BRL Ingénierie (2011).
- Modélisation complémentaire sur le Gardon d'Anduze, DDTM30 (2013).

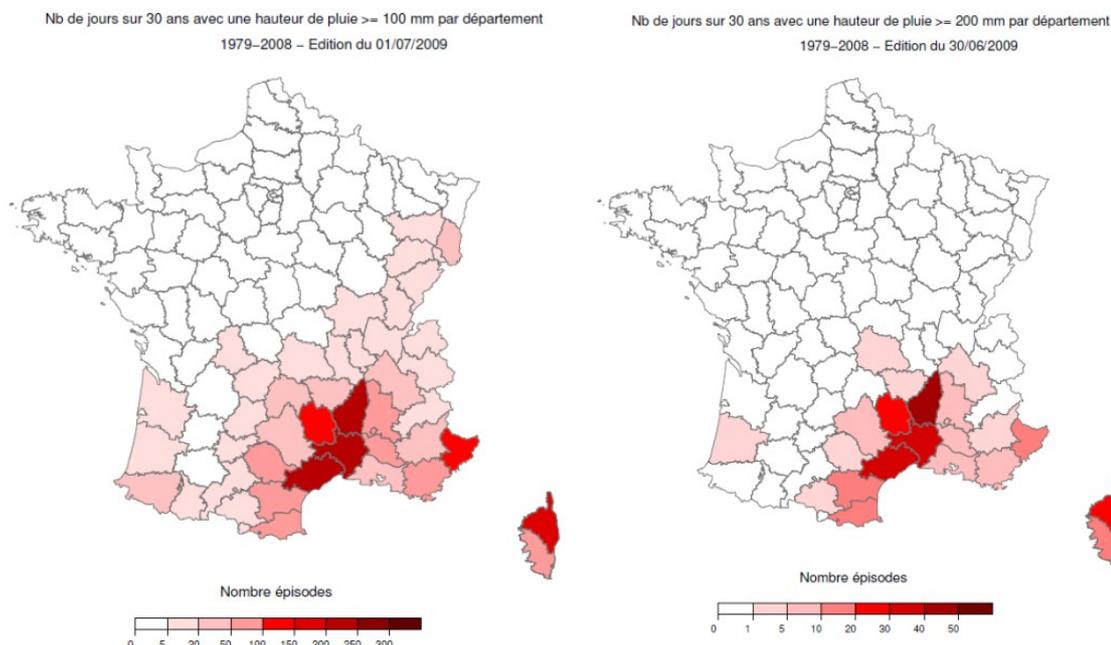
1.2 LE RISQUE INONDATION DANS LE GARD

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 heures. 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.

Ces épisodes pluvieux intenses appelés pluies cévenoles peuvent provoquer des cumuls de pluie de plusieurs centaines de millimètres en quelques heures. Les pluies cévenoles sont des précipitations durables qui se produisent par vent de sud, sud-est ou est sur les massifs des Cévennes, des pré-Alpes et des Corbières. Elles ont généralement lieu en automne dans des conditions météorologiques bien particulières :

- près du sol : un vent de sud ou sud-est apporte de l'air humide et chaud en provenance de la mer Méditerranée,
- en altitude : de l'air froid ou frais.
- La rencontre entre le courant froid d'altitude et le courant chaud et humide venant de Méditerranée rend l'atmosphère instable et provoque souvent le développement d'orages. Le relief joue également un rôle déterminant : il accentue le soulèvement de cet air méditerranéen et bloque les nuages.
Les orages de ce type, bloqués par le relief et alimentés en air chaud et humide, se régénèrent : ils durent plusieurs heures et les pluies parfois plusieurs jours. Ils apportent ainsi des quantités d'eau considérables.
- Des précipitations intenses sont observées en toutes saisons. Mais les deux périodes les plus propices sont
 - de mai à septembre, quand se produisent la plupart des orages sur l'ensemble du pays,
 - l'automne, saison particulièrement favorable aux fortes précipitations dans les régions méditerranéennes, quand l'air en altitude se refroidit plus vite que la Méditerranée encore chaude.

Départements concernés par le risque de pluies diluviennes en France (Source : Météo France 2009)

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 12h 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 du Gard 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 : c'est le cas des crues du Vidourle « Vidourlades », **comme de celle du Gardon « Gardonnades »**. 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 particulièrement exposé au risque inondation :

- 353 communes en partie ou totalement soumises au risque d'inondation,
- 18.5% du territoire situé en zone inondable,
- 37% de la population gardoise vivant de manière permanente en zone inondable,
- Une augmentation de la population habitant dans les lits majeurs des cours d'eau de 6.5% de 2000 à 2005.

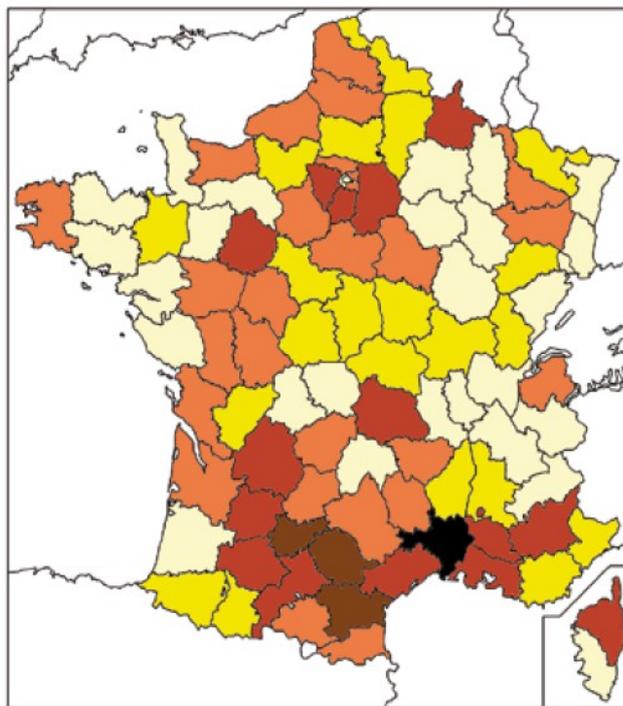
Depuis la moitié du 13^e siècle, le département a connu plus de 480 crues. Lors des événements majeurs, tels que les inondations de 1958 et 2002 (Vidourle, Gardon, Cèze), de 1988 (Nîmes), de 2003 (Rhône) ou de 2005 (Vistre), les pluies dépassent 400 mm/jour sur plusieurs centaines de km², voire près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

La forte vulnérabilité s'est ainsi traduite par plusieurs sinistres majeurs :

- en 1958 : 36 morts,
- en 1988 : 11 morts, 45000 sinistrés, 610 millions d'euros de dégâts,
- en 2002 : 25 morts, 299 communes sinistrées, 830 millions d'euros de dégâts, 7200 logements et 3000 entreprises sinistrées,
- en 2003 : 7 morts dont 1 dans le Gard, 37 communes sinistrées, 300 millions d'euros de dégâts sur le Gard,
- en 2005 : 86 communes sinistrées, 27 millions d'euros de dégâts.

Sur la période 1955, 2005, le département du Gard est le département qui a le plus bénéficié des dédommagements permis par la solidarité nationale du système Catastrophes Naturelles, par rapport à sa contribution à ce même système.

Sinistralité des départements pour les contrats multirisques habitations et entreprises sur la période 1995-2005 (ratio sinistre sur primes)



Classe	0	1	2	3	4	5
Ratio S/P	[0 - 0,25]]0,25 - 0,5]]0,5 - 1]]1 - 3]]3 - 5]	>5

Lecture : Jusqu'à un ratio S/P de 1 (classes 0, 1 et 2), le département est un contributeur au système CatNat. Au-delà (classes 3, 4 et 5), le département est un bénéficiaire du système CatNat.

Source : Caisse Centrale de Réassurance, calculs : MEEDDM/CGDD

1.3 LES OBJECTIFS DE LA POLITIQUE DE PRÉVENTION DES RISQUES

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.

La politique publique de prévention du risque inondation repose ainsi sur les principes suivants :

- Mieux connaître les phénomènes et leurs incidences ;
- Assurer, lorsque cela est possible, une surveillance des phénomènes naturels ;
- Sensibiliser et informer les populations sur les risques les concernant et sur les moyens de s'en protéger ;
- Prendre en compte les risques dans les décisions d'aménagement ;
- Protéger et adapter les installations actuelles et futures ;
- Tirer des leçons des événements naturels dommageables lorsqu'ils se produisent.

Les 7 composantes de la prévention des risques



Source : CETE du Sud-Ouest, 2008.

Cette politique globale est déclinée à l'échelle départementale, au travers du **Schéma Directeur d'Aménagement pour la Prévention des Inondations (SDAPI) du Gard**, adopté en 2006, et qui s'articule autour de six axes majeurs d'interventions :

- Adapter l'occupation des sols en zone inondable,
- Améliorer l'information et l'alerte en temps de crise,
- Préparer les communes et les services publics,
- Sensibiliser et informer les populations,
- Privilégier la rétention, l'expansion des eaux et la réduction des vitesses,
- Recourir si besoin réel à des ouvrages de protection rapprochée.

Le révision partielle du PPRi Gardon d'Anduze menée par l'État se situe ainsi au cœur de cette politique globale de prévention du risque.

1.4 LA DÉMARCHE PPRi

OBJECTIFS

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 réglemente 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.

Le PPR répond à trois objectifs principaux :

- **Interdire les implantations nouvelles dans les zones les plus dangereuses** afin de préserver les vies humaines,
- **Réduire le coût des dommages liés aux inondations** en réduisant notamment la vulnérabilité des biens existants dans les zones à risques,
- **Interdire le développement de nouveaux enjeux** afin de limiter le risque dans les secteurs situés en amont et en aval. Ceci dans l'objectif de préserver les zones non urbanisées dédiées à l'écoulement des crues et au stockage des eaux.

Le PPR a également un objectif de **sensibilisation et d'information de la population** sur les risques encourus et les moyens de s'en prémunir en apportant une meilleure connaissance des phénomènes et de leurs incidences.

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. 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,
- aux collectivités publiques ou les particuliers qui doivent prendre des mesures de prévention, de protection et de sauvegarde,
- 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.

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, **le 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 hauteur de :

- 40 % de leur montant pour les biens à usage d'habitation ou à usage mixte,
- 20 % de leur montant pour les biens à usage professionnel (personnes morales ou physique employant moins de 20 salariés).

PPR et information préventive

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.

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.

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 a vocation à assurer la sécurité des personnes et à 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 entrepris par les collectivités territoriales,
- les études et travaux de réduction de la vulnérabilité imposés par un PPR aux personnes physiques ou morales propriétaires, exploitants ou utilisateurs des biens concernés, sous réserve, lorsqu'il s'agit de biens à usage professionnel, d'employer moins de 20 salariés,
- 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).

Phases d'élaboration 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.

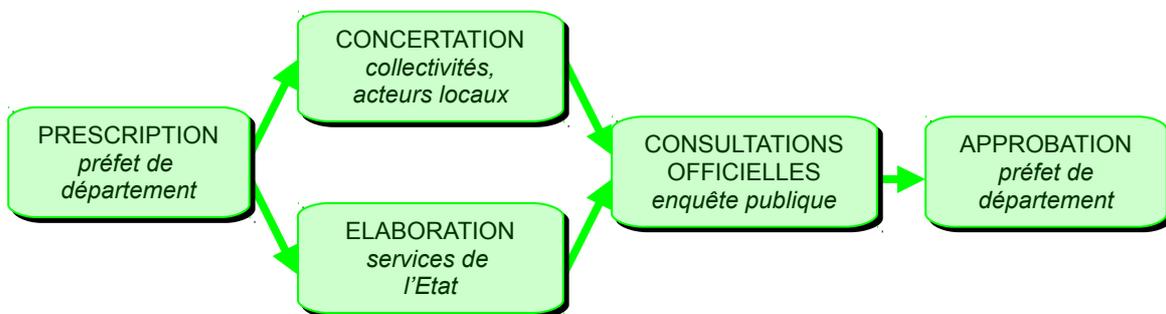
L'arrêté prescrivant l'établissement d'un PPR détermine le périmètre mis à l'étude et la nature des risques pris en compte; il désigne le service déconcentré de l'État qui sera chargé d'instruire le projet. Cet arrêté définit également les modalités de la concertation relative à l'élaboration du projet.

Après une phase d'élaboration technique et un travail de concertation étroite 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.

Un PPRI est donc élaboré dans le cadre d'une **démarche concertée** entre les acteurs et les entités de la prévention des risques.

La démarche concertée du PPRI.



Source : DDTM30.

Les études techniques préalables consistent à cartographier les phénomènes naturels, les enjeux et les aléas. L'analyse du risque, le zonage réglementaire et le règlement associé, reposent ensuite sur le croisement des aléas et des enjeux.

- L'**aléa** est la manifestation d'un phénomène naturel d'occurrence et d'intensité données. On évalue l'aléa à partir d'une crue de référence. Les critères utilisés sont principalement la hauteur d'eau et la vitesse d'écoulement.
- Les **enjeux** sont l'ensemble des personnes, biens économiques et patrimoniaux, activités technologiques ou organisationnelles, etc. susceptibles d'être affectés par un phénomène naturel et de subir des préjudices. Les enjeux se caractérisent par leur importance (nombre, nature, etc.) et leur vulnérabilité.
- La **vulnérabilité** exprime et mesure le niveau des conséquences prévisibles de l'aléa sur les enjeux. Elle caractérise la plus ou moins grande résistance d'un enjeu à un événement donné.
- Le **risque** est le croisement d'un aléa avec des enjeux et permet de réaliser le **zonage** réglementaire. Le risque majeur se caractérise par sa faible fréquence, sa gravité et l'incapacité de la société exposée à surpasser l'événement. Des actions sont dans la plupart des cas possibles pour le réduire, soit en atténuant l'intensité de l'aléa, soit en réduisant la vulnérabilité des enjeux.

Les notions d'aléa, enjeux et risque.



Source : DDTM30.

1.5 LA RAISON DE LA PRESCRIPTION DES PPR

En 1995, au regard de l'ampleur des inondations survenues dans le passé et du lourd bilan qui en avait déjà résulté, le dossier départemental des risques majeurs (D.D.R.M. – diffusé notamment à tous les maires et aux responsables de services publics) faisait du risque inondation une priorité d'action en matière d'information préventive. 137 communes étaient à l'époque recensées comme étant concernées par ce risque majeur. Tout en confirmant le bien-fondé de ce choix, la crue des 8 et 9 septembre 2002 est malheureusement venue aggraver la perception que l'on avait de ce risque sur le département, en engendrant des inondations historiques. 299 communes ont alors été l'objet d'un arrêté de catastrophe naturelle, liée aux inondations et/ou aux coulées de boue.

Pris en application de la loi n° 87-565 du 22 juillet 1987 modifiée et complétée par la loi n°95-101 du 2 février 1995, appliqué en vertu du décret n° 95-1089 du 5 octobre 1995, un arrêté préfectoral a prescrit la révision partielle du PPRi Gardon d'Anduze approuvé en avril 1995 uniquement sur la commune d'Anduze.

1.6 L'APPROCHE MÉTHODOLOGIQUE (ÉTUDES TECHNIQUES PRÉALABLES)

La méthodologie aboutissant à la cartographie des zones de risque est basée sur :

- La cartographie des aléas issue des études hydrauliques menées par les bureaux d'études ISL (sur le Gardon), BRL (affluents) et la DDTM30 (compléments sur le Gardon). Ces cartes d'aléa reposent sur :
 - la prise en compte des débits et plus hautes eaux attendus pour une crue centennale, ou observés lors de la crue historique de 2002, si ces derniers sont supérieurs à ceux d'une crue centennale modélisée (et compatibles avec la configuration actuelle des sites)
 - l'analyse hydrogéomorphologique des cours d'eau, qui permet de prendre en compte une crue exceptionnelle ou un facteur aggravant (embâcles, rupture de digue, ...)
- La cartographie des enjeux et son croisement avec l'aléa, réalisée dans le cadre des études GERI (Groupe d'Echanges sur le Risque Inondation), par le bureau d'études BRL et par la DDTM du Gard.

2. Contexte géographique et hydrologique

2.1 LE PÉRIMÈTRE CONCERNÉ

Préambule et textes fondateurs du PPR Commune d'Anduze

Le bassin versant du Gardon d'Anduze a été fortement frappé par les crues de septembre / octobre 1958 et septembre 2002. Ces crues ont particulièrement marqué les esprits des riverains, ainsi que ceux de l'opinion publique par leurs ampleurs, leurs puissances dévastatrices, le nombre de victimes et le coût des dégâts occasionnés.

Bien que couverte par un Plan d'Exposition aux Risques Inondation (PPRi du Gardon d'ANDUZE approuvé en 1995), la commune ne disposait d'aucune connaissance de l'aléa inondation sur plusieurs petits affluents (Graviès, l'Olivier, et Veyrac) qui traversent des zones d'urbanisation et dont la crue de 2002 est l'évènement de référence.

L'actualisation des zones soumises au risque inondation du territoire de la commune d'Anduze était donc nécessaire.

Ainsi, la Commune d'Anduze souhaite, conformément à l'article L.123-1 du code de l'urbanisme et l'article 2224-10 du CGDCT, intégrer dans son Plan Local d'Urbanisme (PLU) en cours d'élaboration les risques d'inondation qu'il s'agisse des débordements de cours d'eau ou de ruissellement pluvial.

Dans le cadre du Groupe d'Echange sur le Risque Inondation (GERI) auquel participe l'Etat, le Conseil Régional et le Conseil Général, une étude hydraulique a été réalisée sur le Gardon d'Anduze et ses affluents sur le territoire de la commune d'Anduze par le bureau d'études BRL ingénierie (Validation en 2011).

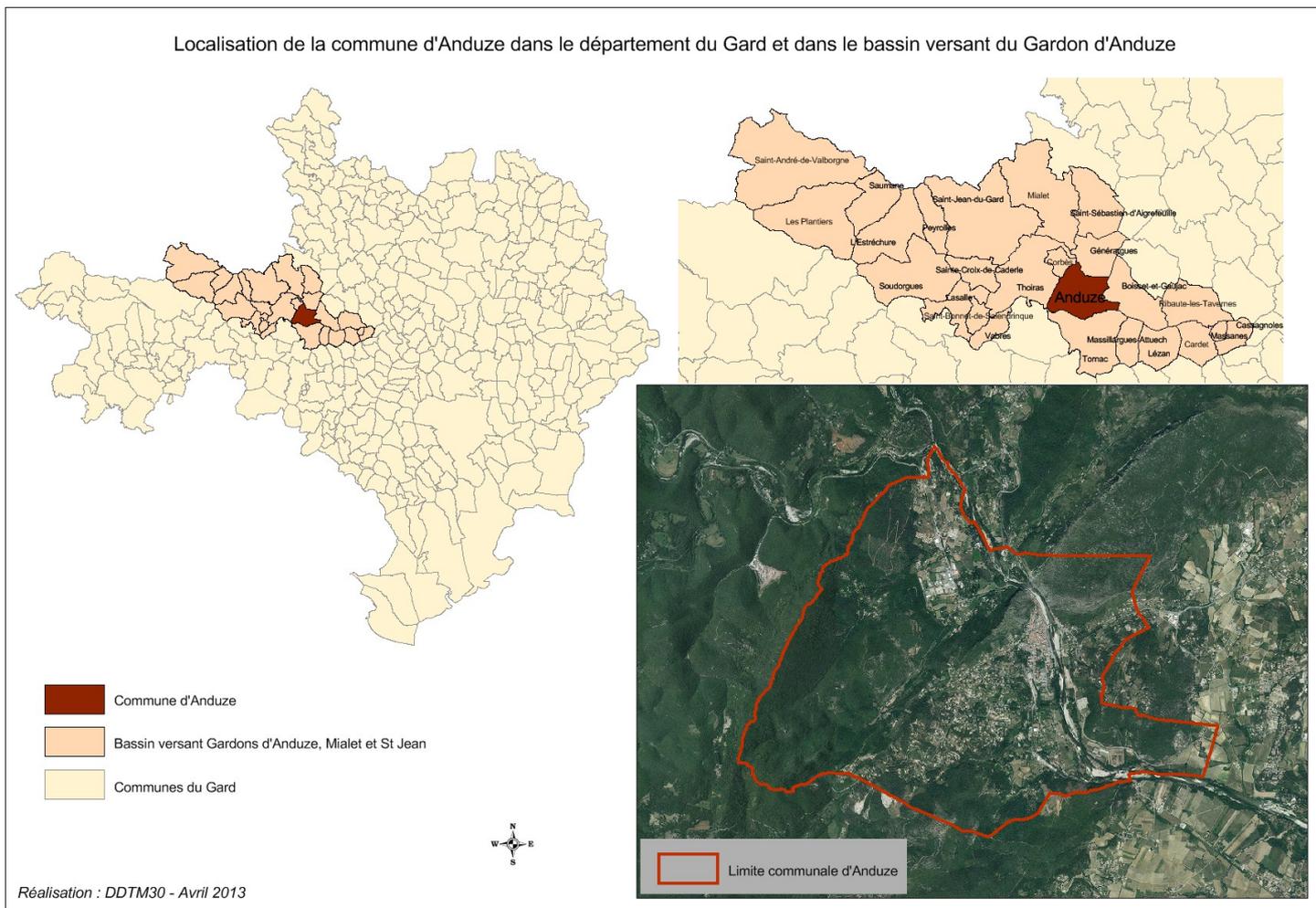
Cette meilleure connaissance de l'aléa inondation a conduit les services de l'Etat à intégrer les résultats de cette étude pour acter la révision partielle du PPRi Gardon d'Anduze (par arrêté préfectoral du 26 décembre 2012).

Cette étude a fait l'objet de validations intermédiaires au travers de la concertation engagée dans le Plan Local d'Urbanisme.

Les autres communes du PPRi Gardon d'Anduze seront révisées dans les prochaines années.

Cette révision partielle du PPRi est effective uniquement sur la commune d'Anduze.

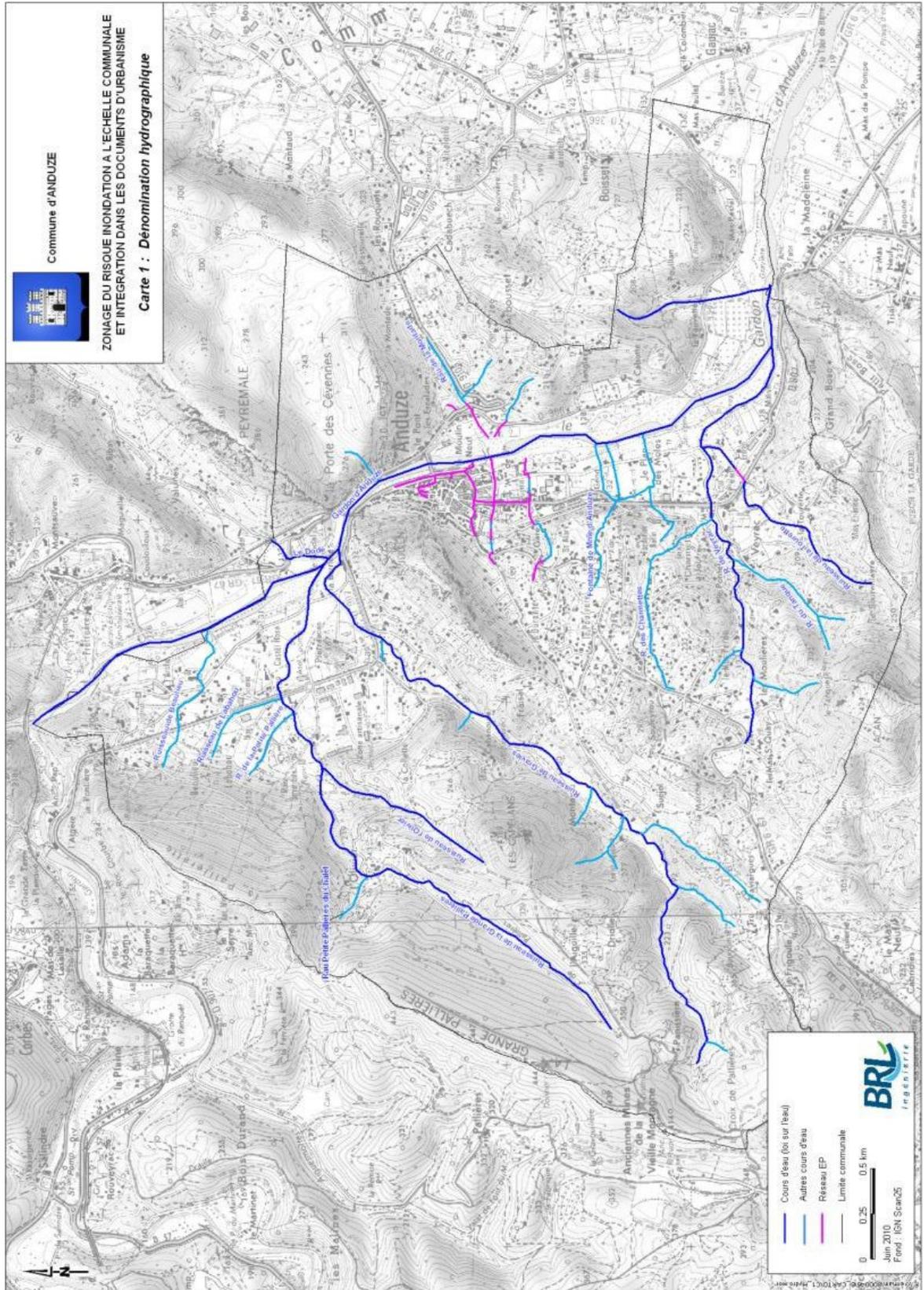
Localisation de la zone d'étude



Située au Nord-Ouest du département du Gard, la commune d'Anduze est étendue sur 14,6 km² et compte 3287 habitants (2010).

La zone géographique concernée par la révision est limitée à la commune d'Anduze. Il concerne le Gardon d'Anduze, les affluents du Gardon d'Anduze, à savoir, le ruisseau des Gravies, du Veyrac, de la Grande Pallières, de la Tourette, le Dodé et de l'Olivier.

La délimitation du secteur d'étude comprenant le périmètre communal et le réseau hydrographique est figurée à la page suivante.



2.2 CONTEXTE HYDROGRAPHIQUE ET CLIMATIQUE

LE GARDON D'ANDUZE

Constitué des Gardons de St-Jean et de Mialet au nord de la commune d'Anduze, le Gardon reçoit les eaux de l'Amous en rive gauche au niveau de la Bambouseraie. Longeant 3 campings, le Gardon franchit ensuite le verrou hydraulique que forme la Porte des Cévennes, où celui-ci est emmuré jusqu'au niveau du pont submersible. Le centre-ville d'Anduze, situé sur la rive droite du Gardon est soumis aux débordements de la rivière. Le lit du Gardon se resserre ensuite au niveau de la Madeleine, en aval du camping le Maliver (Bel Eté).

LE RUISSEAU DE L'OLIVIER

Cet affluent rive droite du Gardon d'Anduze possède un lit encaissé et très pentu qui chemine à travers un milieu boisé. Il est constitué de 2 grands sous bassins : le ruisseau de la Grande Pallières et le ruisseau de l'Olivier (s.s.) qui confluent immédiatement en amont de la maison de retraite. Plus en aval la forme du bassin versant s'ouvre rapidement dans une zone d'activités avec quelques habitations isolées. Le ruisseau de la Petite Pallières et des ruissellements issus du nord de la commune peuvent alimenter les volumes de l'Olivier en amont de la RD.907. Une fois le remblai de la route RD.907 franchi, le ruisseau de l'Olivier conflue avec le Gardon en aval du camping de Castel Rose. Lors de la crue de septembre 2002, une caravane a obstrué le pont sous la RD.907 et les eaux ont surversé sur le remblai de la route et ont engendré de forts ruissellements vers l'aval.

LE RUISSEAU DE GRAVIES

Il s'agit également d'un cours d'eau qui conflue avec le Gardon en aval de la RD.907, en amont du verrou rocheux de la Porte des Cévennes. Son bassin versant est orienté suivant un axe sud-ouest / nord-est. Les pentes les plus fortes se situent en amont du centre équestre. Les zones habitées les plus exposées au débordement de ce ruisseau sont situées principalement en amont du pont de la RD.907. En cas de crue du Gardon, les eaux peuvent également gagner cette zone en remontant le lit au-delà de la route départementale.

LE RUISSEAU DE VEYRAC

Ce ruisseau est un affluent rive droite du Gardon ; ils confluent en aval de la station d'épuration de la commune d'Anduze. La partie sud du bassin versant est composé de zones naturelles boisées, alors que les parties ouest et nord présentent un habitat individuel diffus. Le franchissement du remblai de la RD.907 (et de la voie ferrée) peut s'avérer difficile en cas de fortes crues du Veyrac. Des murs de soutènement ont été réalisés sur une grande partie de son linéaire pour faciliter le captage des eaux de source pour l'alimentation de moulins ou pour l'arrosage de petites parcelles. La crue de septembre 2002 a engendré de très forts dégâts sur cet ouvrage transversal, notamment en aval du camping de Veyrac jusqu'au Plan des Moles. Enfin, la partie du bassin versant du Veyrac située en aval de la RD.907 et de la voie ferrée se trouve dans la zone inondable du Gardon.

RUISSellement PLUVIAL

La commune d'Anduze peut être soumise à de forts ruissellements suite à des pluies intenses. C'est notamment le cas le long de la route de Saint-Félix-de-Pallières (RD.133) qui captent les eaux de débordements et les dirigent vers le centre-ville au niveau du Plan de Brie. A travers un milieu karstique, de nombreuses petites sources peuvent jaillir suite à de fortes pluies (sud de St-Julien, Peyremale, les Escalades, Fontaine de Madame d'Anduze,...). Un réseau pluvial a été réalisé dans le vieux Anduze ; son exutoire se situe sous la digue de protection coté rive droite (« tunnel »). Cet ouvrage refoule vers le Gardon mais sa section a été réduite par rapport à celle conçue initialement. Le Plan de Brie a été également équipé d'un ouvrage pour collecter les eaux de ruissellement. Enfin plusieurs axes d'écoulement perpendiculaires à la route de Nîmes ont été enterrés au sud du centre-ville.

Le contexte hydraulique se caractérise donc par différents type d'inondations sur la commune d'Anduze :

- la zone inondable par débordement du Gardon, qui occupe une large emprise de la zone urbaine dense d'Anduze et plus en aval vers la station d'épuration, et conditionne, en cas de crue du Gardon concomitante avec une forte pluviométrie locale, les niveaux d'écoulement aval de ses affluents des ruisseaux du Veyrac, du Graviès et de l'Olivier,
- les débordements des ruisseaux cités ci-dessus de type crues torrentielles, ayant pour origine de gros apports provenant de petits sous-bassins versants naturels à l'amont de la commune,
- celles liées au ruissellement urbain et qui résultent des insuffisances et/ou absences du réseau pluvial du centre et des zones péri urbaines : il s'agit principalement d'écoulements sur voiries ou à travers des propriétés privées entre la Montagne de St-Julien et le bassin versant du Veyrac.

Dans le cadre de l'élaboration des PPRI, seul l'aléa lié au débordement des différents cours d'eau est pris en compte. La problématique du ruissellement urbain relève de la compétence communale et n'est donc pas traitée dans le PPRI.

2.3 LE PHÉNOMÈNE NATUREL ET LES CRUES HISTORIQUES

2.3.1 « Les Gardonnades »

Les pluies cévenoles engendrent des crues subites et violentes, les « **Gardonnades** », particulièrement redoutées pour leur violence. Les caractéristiques particulières de la pluviométrie se retrouvent au plan hydrologique ; des étiages estivaux sévères alternant avec des crues importantes

Le caractère brutal des crues qui affectent tant le bassin des Gardons s'explique par la conjonction de plusieurs facteurs défavorables que sont :

- une pluviométrie très irrégulière, très élevée et très localisée, sous la double dépendance des climats méditerranéen et montagnard,
- un ruissellement très important sur des versants à pente forte pour des terrains peu perméables, des pentes longitudinales fortes dans les secteurs amont, etc.

Les « **Gardonnades** » les plus violentes se produisent principalement en automne ou au printemps.

Elles sont donc caractérisées :

- par des hauteurs d'eau importantes et des débits de pointe particulièrement élevés pouvant atteindre, pour des crues exceptionnelles, plusieurs milliers de m³/s.
- par leur soudaineté et leur vitesse de propagation.

2.3.2 Les aménagements hydrauliques du Gardon d'Anduze

La digue d'Anduze

Une digue de protection en maçonnerie a été édifée en zone urbaine à la fin du XVIIIème siècle suite à la crue de 1768. Cependant, cette digue n'est pas continue et par conséquent, ne permet pas de protéger efficacement les populations et les biens.

Les propriétaires de la digue existante sont le Département du Gard et la commune d'Anduze.

Dans le cadre du plan d'actions de prévention des inondations du bassin des Gardons (PAPI), le Syndicat Mixte pour l'Aménagement et la Gestion Equilibrée des Gardons souhaite réduire le risque inondation de la commune. Pour cela, le Syndicat envisage de prolonger l'ouvrage vers l'aval.

Photo de la digue :



Digue d'Anduze Rive droite – Prise de vue sur le pont routier de la RD 910a – DDTM30, avril 2013

Ouvrages hydrauliques sur les affluents (étude BRLi)

Les ruisseaux de l'Olivier, du Graviès et du Veyrac et leurs affluents sont caractérisés par le grand nombre d'ouvrages transversaux qui se succèdent sur leurs lits mineurs, mais également dans leur partie aval par des ouvrages longitudinaux :

- pont de franchissement ou ponceau selon le gabarit, en pierres maçonnées la plupart du temps,
- seuil permettant d'alimenter les béals de moulins ou pour stabiliser le lit,
- pont submersible,...

2.3.3 Inventaire des crues historiques du Gardon d'Anduze

Les observations faites suite aux crues ont permis de comprendre la dynamique d'inondation de la ville d'Anduze. Au cours des épisodes de crue passés, notamment ceux de 1907, 1958 et 2002, jugés les plus importants de ces 100 dernières années, le secteur du centre-ville d'Anduze a été inondé à plusieurs reprises, bien qu'aucun débordement n'ait été observé par-dessus la digue existante.

La cause principale de ces inondations est le débordement par retour-aval de la digue existante. A ce titre, on peut remarquer que les repères de crues relevés en ville lors de la crue de 2002 (129,3 à 129,4 m NGF) correspondent au niveau atteint par le Gardon au droit du point de débordement.

Dans une moindre mesure, les inondations sont également le fait :

- du ruissellement urbain qui, pour des événements majeurs, dépasse la capacité d'évacuation du réseau d'eaux pluviales ;
- de la remontée d'eau du Gardon par les collecteurs d'eaux pluviales lors de la montée de la crue ; ce point concerne les deux collecteurs les plus en aval.

Ce sont les événements de 1958, 2002 et 2008 qui reviennent principalement en mémoire du fait que :

- **1958** est une catastrophe départementale ayant causé de nombreuses victimes et qui constitue la crue historique du Gardon d'Anduze,
- **2002** est une autre catastrophe départementale qui a directement touché Anduze puisqu'il s'agit de la crue de référence sur les affluents du Gardon et ayant engendré une crue exceptionnelle du Gardon,
- **2008** car il s'agit des événements ayant engendré la dernière crue importante du Gardon.

30 SEPTEMBRE 1958

La crue de 1958 est la crue historique de référence du Gardon d'Anduze sur ce secteur, il avait en effet beaucoup plu sur l'amont du bassin versant contrairement à la crue de septembre 2002. Cet événement est typiquement assimilé à un épisode cévenol où des pluies orogéniques ont engendré un ruissellement extrême sur des sols gorgés d'eau.

Sur la commune d'Anduze, les PHE sont en moyenne plus élevées en 1958 qu'en 2002, de 2m en amont du pont Vieux (mise en charge en 1958), et en moyenne de 50cm en aval de l'ouvrage. Les eaux ont franchi le haut du parapet le long du mur en pierres, suite à la mise en charge du Pont Vieux. Les eaux se sont également largement étendues dans le lit majeur en amont du verrou rocheux de la Porte des Cévennes.

8 ET 9 SEPTEMBRE 2002

A partir de la pluviométrie enregistrée et au vu des dégâts associés, il apparaît que la crue de septembre 2002 est la crue la plus importante connue à ce jour sur les affluents du Gardon d'Anduze. **C'est la crue de référence.** Durant cet épisode pluvieux, les zones regroupant les habitats denses de la vieille ville (quais du Gardon, le centre en rive droite et la partie de la ville située à l'est de la D.907) ont été inondées. Les zones habitats éparses au niveau du plan des Moles en rive droite du Gardon ont été également touchées. La zone sur le ruisseau de l'Olivier au niveau du pont de la D.907 et sur le ruisseau du Veyrac en aval de la D.907 l'ont été également. Enfin la zone du complexe sportif au sud d'Anduze a été inondée.

Une description de l'événement dans l'étude du SMAGE (4) fournit les éléments suivants :

« Durant la crue du 9 septembre 2002, le ruisseau de l'Olivier est sorti de son lit, suite à l'encombrement de l'ouvrage sous la D.907. Les eaux sont montées à l'amont du pont jusqu'à ce que le niveau atteigne le sommet du remblai de la route. Les débordements sont à l'origine de dégâts importants. La maison située en aval du pont sur la rive droite a été noyée, le mur de protection a été emporté ainsi qu'une partie du jardin jusqu'à la terrasse. Aujourd'hui le pont a été refait et la section d'écoulement est plus importante. Sur le ruisseau de Veyrac, un recoupement de méandres a été constaté entre le camping et les moulins suite à la crue de septembre 2002. Un pont a été détruit, les berges sont aujourd'hui dégradées et présentent un profil sub-vertical instable dans ce méandre. »

A partir des données fournies par la station hydrométrique d'Anduze située au droit du pont métallique de la voie ferrée, le pic de crue du Gardon intervient le 09/09 à 8h55 avec un débit estimé à environ 2 560 m³/s.

En résumé, les principales crues historiques recensées pour le Gardon sont :

- Les 30 et 31 mars 1948
- Les 21 et 22 septembre 1992 ;
- Les 30 septembre et 1^{er} octobre 1958 ;
- Les 3 et 4 octobre 1995
- Les 3 et 4 octobre 1958 ;
- Les 27 et 28 mai 1998
- Les 15 et 16 septembre 1970 ;
- Les 8 et 9 septembre 2002
- Les 12 et 13 septembre 1976 ;
- Les 21 et 22 octobre 2008

On peut donc voir que la période septembre / octobre est privilégiée dans les épisodes dits « cévenols ».

3 Cartographie du risque

Méthodologie générale

L'élaboration de la révision partielle du PPR a donc fait l'objet des approches suivantes, détaillées dans les paragraphes suivants :

- recueil de données et enquêtes auprès de la commune d'Anduze
- élaboration de cartes informatives des risques naturels basées 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 :
 - Sur le Gardon par l'étude ISL Ingénierie,
 - Sur les affluents du Gardon d'Anduze par l'étude BRL Ingénierie,
 - Sur la zone non couverte par la modélisation, réalisée par les services de la DDTM30

La crue de référence sera la crue centennale ou la crue historique si celle-ci lui est supérieure.

- élaboration d'une carte des enjeux
- élaboration de la carte de zonage réglementaire et du projet de révision partielle du PPR

3.1 HYPOTHÈSES POUR LA DÉTERMINATION DE L'ALÉA

3.1.1 Recueil des données et enquêtes auprès de la commune

Un recueil de données a été mené par le bureau d'études BRL ingénierie dans le cadre de l'étude des affluents du Gardon d'Anduze. Il s'agit d'enquêtes portant sur des visites de terrain avec des élus et des riverains locaux. Également, un reportage photo a permis d'observer les aménagements et l'état des cours d'eau (affluents).

Ce travail de recueil de données 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.

DOCUMENTS	INFORMATION UTILE A L'ETUDE
PPRi Gardon d'Anduze	Niveau aval des modèles
Étude de l'endiguement d'Anduze	Référence débit Gardon
SDAPI / SHYREG CEMAGREF	Pluies de projets SHYREG, échelle bassin versant des Gardons
Pluviométrie : stations DDE Anduze et Météo France Générargues	Pj et pluie réelles Pluies courtes durée Nîmes Courbessac Ratio 1,22 à appliquer aux pluies courtes durées de Nîmes à Anduze

Topographie	SDAPI et Étude de l'endiguement d'Anduze par ISL
Crues historiques	2002 est la crue de référence sur les affluents 1958 est la crue de référence sur le Gardon d'Anduze Levés de PHE de 2002

Données recueillies et informations utiles à l'étude extraites - Source : BRLi

3.1.2 Approche hydrogéomorphologique

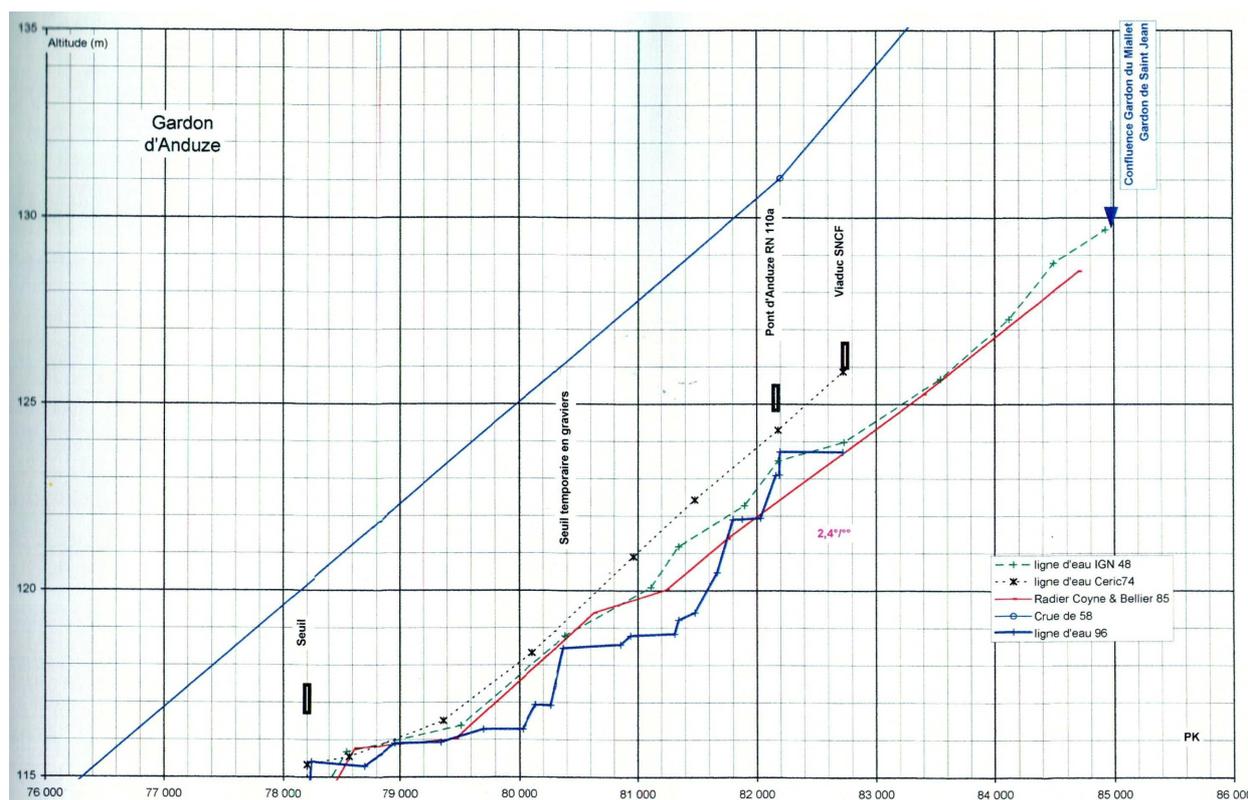
Née de la nécessité de mieux gérer les zones exposées aux aléas d'inondation, la méthode hydrogéomorphologique permet de « mettre en évidence des unités géomorphologiques non contestables, façonnées par l'eau, et qui marquent les limites potentielles d'une crue prochaine ».

Outre l'exploitation de la documentation existante, la méthode hydrogéomorphologique s'appuie sur les informations tirées de l'étude stéréoscopique des photos aériennes et sur les données de terrain. Ces dernières consistent notamment en l'observation des éléments topographiques, souvent de taille modeste (microtopographie) et en la caractérisation des dépôts (granulométrie, couleur). Il est également intéressant, dans le cas de cours d'eau fortement artificialisés (calibrés, retracés, etc.) de déterminer l'axe d'écoulement des eaux en période de crue grâce à l'identification de leur tracé d'origine. Les délimitations obtenues grâce aux critères géomorphologiques peuvent également être précisées par des éléments de nature anthropique (localisation des habitations, structure du parcellaire, etc.). Enfin, les observations recueillies auprès des riverains donnent des précisions concernant les caractéristiques des crues précédentes.

3.1.3 Choix de la crue de référence

La crue de référence sur le secteur d'étude est **l'événement des 8 et 9 septembre 2002**, dont le débit de pointe a été estimé à **3 200 m³/s**. Toutefois, l'analyse historique des repères de crue montre que les niveaux atteints lors de la crue de 1958 étaient supérieurs d'environ 0,50 à 1 m à ceux atteints en 2002, pour un débit de pointe estimé à 3 000 m³/s.

Ces deux observations traduisent une évolution des conditions d'écoulement entre les deux événements. La figure suivante présente l'évolution du profil en long du Gardon entre 1948 et 1996 au droit du secteur d'étude :



Dans le secteur de l'étude, en aval du pont reliant la RD 907 à la RD 910a, le lit du Gardon s'est abaissé de 1 à 2 m depuis 1948.

Cette évolution morphologique justifie le choix de la crue de septembre 2002 comme événement de référence sur le domaine d'étude, en dépit des niveaux supérieurs atteints en 1958.

3.1.4 Débits de référence

Les quantiles de pluie ainsi que les débits caractéristiques retenus au droit d'Anduze ont été définis dans le cadre de l'étude « Hydrologie du bassin versant des Gardons » réalisée par ISL en 2005. Ils sont présentés dans le tableau suivant :

	Cumuls pluviométriques en mm					
	1h	3h	6h	12h	24h	48h
10 ans	58	105	150	200	243	276
20 ans	70	123	176	243	294	329
50 ans	87	147	212	300	372	409
100 ans	100	166	239	345	437	479

Les débits de pointe des crues de référence sont présentés dans le tableau suivant.

Q ¹⁰	Q ₂₀	Q ₅₀	Q ₁₀₀
1310 m ³ /s	2000 m ³ /s	2630 m ³ /s	3260 m ³ /s

Avec un débit de pointe estimé de l'ordre de 3200 m³/s, la période de retour de la crue de septembre 2002 est centennale.

Pour comparaison, la crue de 1958 a atteint le débit de 2940 m³/s.

3.1.5 Evolution morphologique de la rive droite en aval du centre-ville

Une recherche bibliographique d'anciennes photographies a été réalisée dans le cadre de l'étude de prolongement de digue (ISL). Les documents recueillis (anciennes cartes postales) indiquent que la morphologie du lit moyen du Gardon en aval du centre-ville en rive droite était jadis différente de sa configuration actuelle avec un lit moyen à tresses divagant dont la largeur était significativement supérieure à sa géométrie actuelle ; l'emprise du lit moyen s'étendait alors au droit des secteurs aujourd'hui urbanisés à l'aval immédiat de la digue actuelle.

Cette évolution semble être liée au développement urbain de la commune, souhaitant se développer vers l'aval.

De plus, des témoignages ont confirmé l'enfoncement important du lit du Gardon d'Anduze depuis 1958.

3.2 DÉTERMINATION DE L'ALEA

Pour cette étude, deux méthodes de travail ont été retenues :

3.2.1 Modélisation hydraulique

3.2.1.1 La modélisation par le bureau d'étude ISL pour le Gardon d'Anduze (étude complète en annexes)

La modélisation hydraulique du bureau d'études ISL a été réalisée pour les besoins du Syndicat Mixte d'Aménagement et de Gestion des Eaux dans l'étude relative au projet de prolongement de la digue d'Anduze.

De ce fait, le bureau d'étude ISL a réalisé la modélisation sur certaines parties du Gardon d'Anduze. Les profils en travers levés sont dans les limites communales même si certains dépassent sur les communes voisines, principalement en partie aval.

Le prolongement de la digue actuelle d'Anduze interviendrait dans une politique de prévention des inondations mise en place dans les projets PAPI (Plan d'Actions de Prévention des Inondations). Le zonage du PPRi ne prend pas en compte l'impact des futurs aménagements sur l'aléa inondation.

Objectif de la modélisation

Pour les besoins de la présente étude, le modèle hydraulique construit dans le cadre de l'étude de 2007 a été étendu et complété.

Le modèle hydraulique exploité s'étend sur un linéaire de 8,1 km depuis, d'amont en aval :

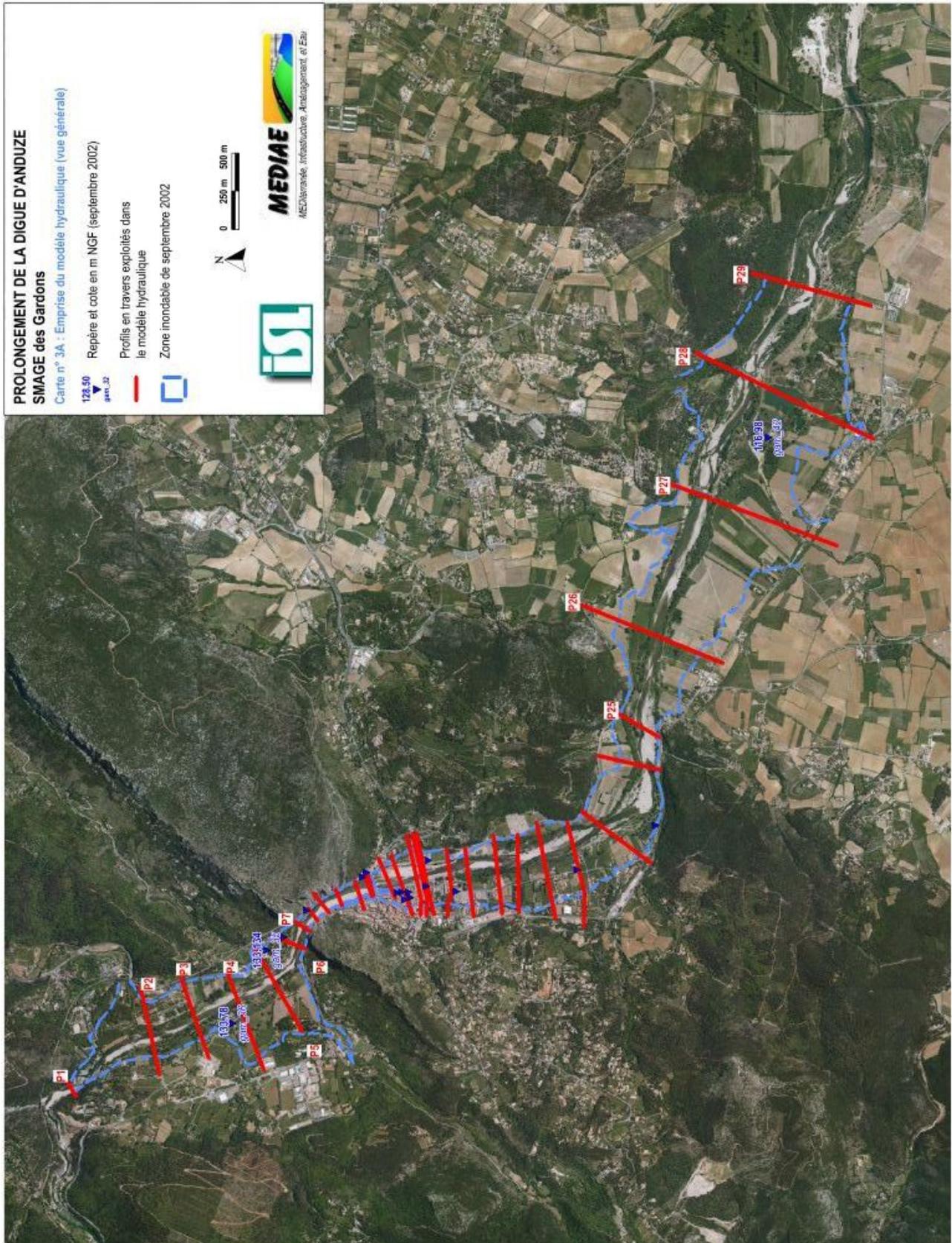
- le profil P1 situé environ 200 m en aval de la confluence entre le Gardon de Saint-Jean et le Gardon de Mialet,
- le profil P29 situé environ 700 m en aval du bourg de Attuech.

Le modèle doit permettre :

- de définir les niveaux d'eau correspondants aux débits de référence du Gardon (crue de 2002) dans la zone d'étude,
- d'apprécier l'impact du projet du prolongement de la digue actuelle sur les niveaux d'eau ainsi que sur les débits de pointe.

Le modèle a été construit à l'aide du logiciel HEC-RAS version 4.0, développé par l'Hydrologic Engineering Center de l'US Army Corps, qui permet la modélisation des écoulements permanents ou transitoires maillés en régime fluvial, torrentiel ou mixte.

Les profils d'ISL :



Calage du modèle

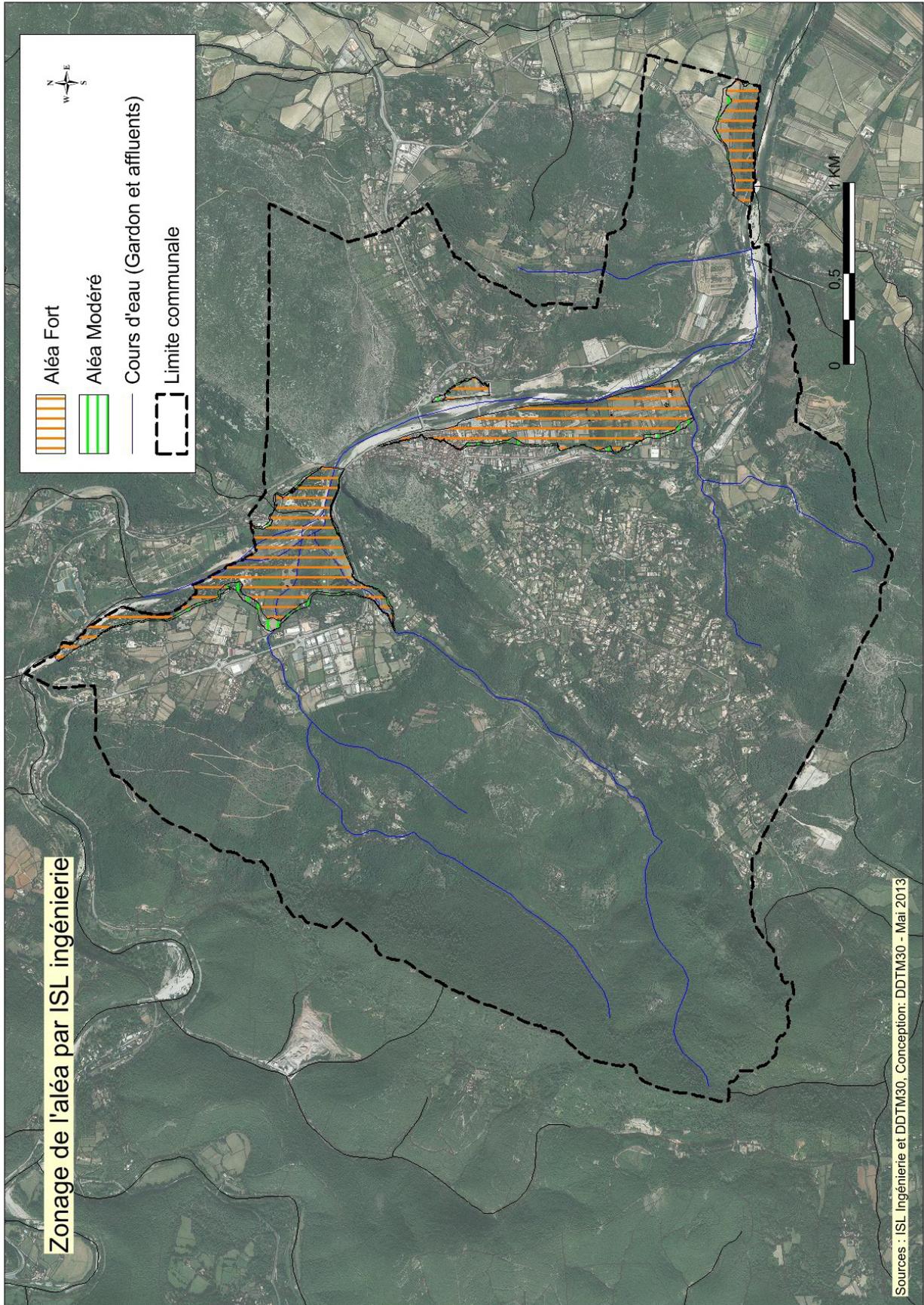
Les données de calage :

Le modèle a été calé en régime transitoire sur la crue des 8 et 9 septembre 2002 qui est l'événement de référence sur le domaine d'étude.

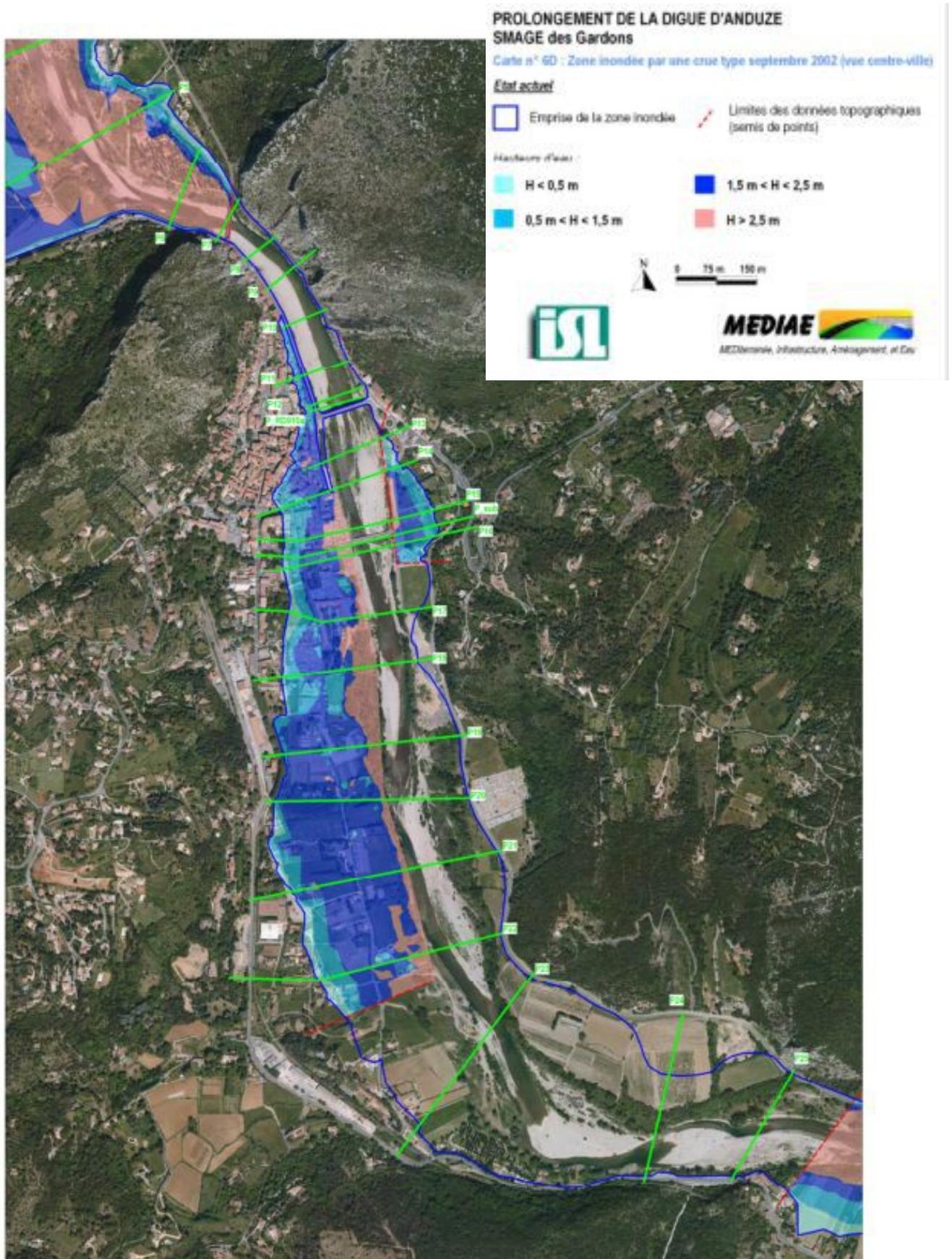
Les données disponibles relatives à cet événement sont les suivantes :

- l'hydrogramme et le limnigramme enregistrés à la station de télémessure (TM) de la DDE située au droit du pont SNCF,
- les laisses de crues (DDE 2002),
- la cote maximale estimée au niveau de l'Echelle d'Annonce de Crue (EAC) située à l'aval immédiat du pont routier et les courbes de tarage établies en ce même point par SIEE dans le cadre de l'étude de validation des relevés hydrométriques de la crue de septembre 2002,
- des photos prises pendant la crue par des habitants d'Anduze.

Le zonage de l'aléa par ISL :



Zone centre-ville



3.2.1.2 La modélisation par le bureau d'études BRL ingénierie pour les affluents du Gardon d'Anduze (Étude complète en annexes)

A partir des levés topographiques réalisés lors de la campagne topographique spécifique à l'étude (Géomètre Vincens 2010), des levés fournis par la Mairie d'Anduze (SDAPI 2005 et étude endiguement 2010) et du travail de terrain effectué, des modèles hydrauliques ont été construits sur :

- Le bas du ruisseau de la Grande Pallières et le ruisseau de l'Olivier jusqu'à sa confluence avec le Gardon d'Anduze (profils PO01 à PG15),
- le ruisseau du Graviès jusqu'à sa confluence avec le Gardon d'Anduze (profils PG01 à PG15),
- le ruisseau du Veyrac jusqu'à sa confluence avec le Gardon d'Anduze (profils PV01 à PV09).

Logiciel ISIS

Les modélisations hydrauliques ont été réalisées à l'aide du logiciel ISIS. Ce logiciel basé sur les équations de Barré St Venant est adapté à la fois à la simulation du fonctionnement de réseaux filaire comportant des ouvrages singuliers divers tels que des ponts, des seuils, des siphons et des vannages, et la représentation de champ d'expansion de crue au travers de casiers de stockage ou de lits parallèles alimentés par les déversements des lits mineurs sur les berges ou les remblais. Sur chacun des trois ruisseaux concernés par cette étude, un modèle filaire a été réalisé et la modélisation a été menée en régime permanent. En effet, ces cours d'eau ne comportent pas de réelles zones d'expansion pouvant créer des effets de laminage notables qui justifierait une modélisation en transitoire.

L'ensemble des ouvrages, ponts et seuils, a été modélisé afin de prendre en compte les phénomènes de mise en charge.

Calage du modèle

Sur les crues des ruisseaux de l'Olivier, de Graviès et du Veyrac, certaines informations qualitatives du déroulement de la crue de septembre 2002 ont été recueillies :

- Le ruisseau de l'Olivier déborde par-dessus la route de Saint-Jean (RD.907),
- Le ruisseau de Veyrac déborde en rive gauche en amont de la RD.907 et les eaux s'écoulent à travers le pont routier en pierres débouchant près des terrains, Aucune donnée sur les crues antérieures à septembre 2002 n'a pu être récoltée sur ces ruisseaux.

Ces observations n'ont pas fait l'objet d'un levé topographique des niveaux d'eau maximums atteints, et ne peuvent pas permettre de caler précisément les modèles. Sans élément de calage et par similitude, les coefficients de Strickler (lit majeur et lit mineur) des modèles hydrauliques de l'étude du zonage inondation de Générargues (étudié par ailleurs) ont été appliqués : $K=20$ pour le lit mineur et $K=10$ pour le lit majeur. En effet, le secteur géographique est proche et les bassins versants concernés se ressemblent fortement par leur petite surface et leur forte pente.

Toutefois il a été testé la sensibilité du modèle à la variation des coefficients de rugosité K . Il a été choisi de vérifier l'impact sur la ligne d'eau modélisée pour une crue type 2002 en prenant pour le lit mineur dans un premier temps un coefficient $K=15$ et dans un deuxième temps $K=25$. Il apparaît que :

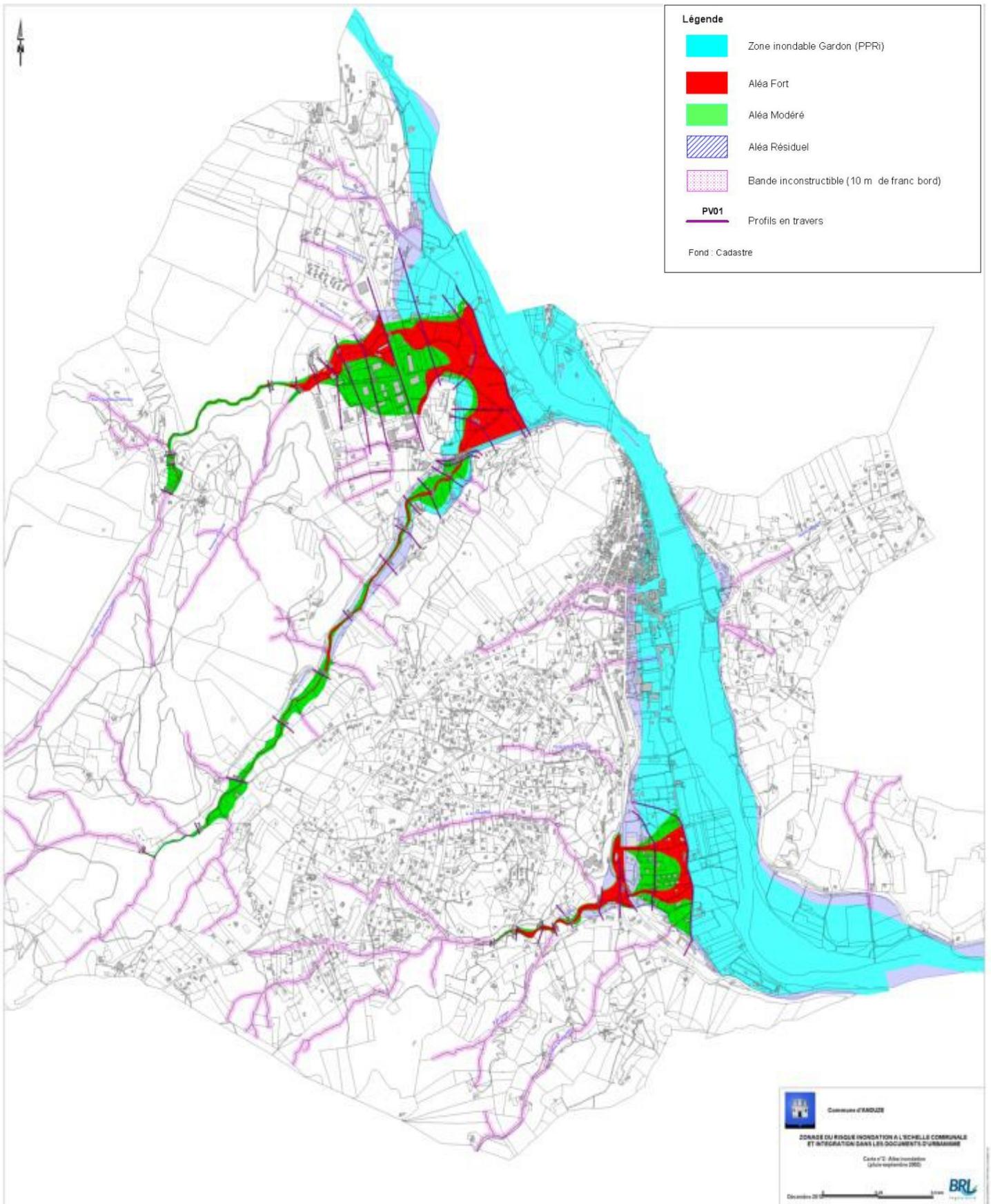
-La hauteur d'eau est globalement augmentée de 5cm environ dans le premier cas et réduite de 5cm dans le deuxième cas. La sensibilité du modèle à la variation du Strickler peut donc être considérée comme faible.

- L'impact est plus important dans le secteur très pentu pour le ruisseau de l'Olivier en amont de Labahou : modification de la hauteur d'eau de plus ou moins 20cm liée au passage en écoulement torrentiel dans ce secteur. Cette différence au niveau de la cote de la ligne d'eau n'engendre qu'un faible impact sur le tracé de la zone inondable dans une zone encaissée, naturelle et sans enjeux.

Prise en compte de l'influence aval

L'influence aval d'une crue du Gardon a été prise en compte sur les 3 modèles hydrauliques. Les temps de réaction de ces bassins versants sont plus courts que celui du Gardon d'Anduze : la crue des affluents devance la plupart du temps celle du Gardon. Une crue concomitante du Gardon d'Anduze de période de retour 10 ans a été retenue pour la modélisation des crues centennales de ses 3 affluents.

Résultats du modèle (version projet avant enquête publique)



3.2.1.3 Le recouplement avec la modélisation par les services de la DDTM 30

Malgré toutes ces études réalisées, des zones n'ont pas bénéficié d'une étude d'un zonage de l'aléa inondation. Les services de la DDTM30 ont donc réalisé une modélisation hydraulique sur la base des profils en travers et de leurs cotes d'eau respectives des études précédentes (ISL, BRLi). Un allongement des profils ISL a été réalisé pour permettre une meilleure interpolation.

Grâce à l'outil Vertical Mapper (MapInfo), une interpolation a été effectuée afin d'obtenir une cote d'eau entre les profils.

En croisant cette cote d'eau à la topographie de l'IGN levée en 2010, il a été obtenu les hauteurs d'eau pour la réalisation du zonage d'aléa (Aléa fort > 0,5m et aléa modéré < 0,5m).

Utilisation de Vertical Mapper dans MapInfo :

Vertical Mapper est une application qui permet de générer des interpolations et la représentation d'informations, dans ce cas précis, géographiques.

Le calcul se base sur des données localisées en coordonnées X, Y et Z. Il en résulte une image continue sous la forme d'une grille GRID.

Pour chaque point de la grille, une donnée y est rattachée.

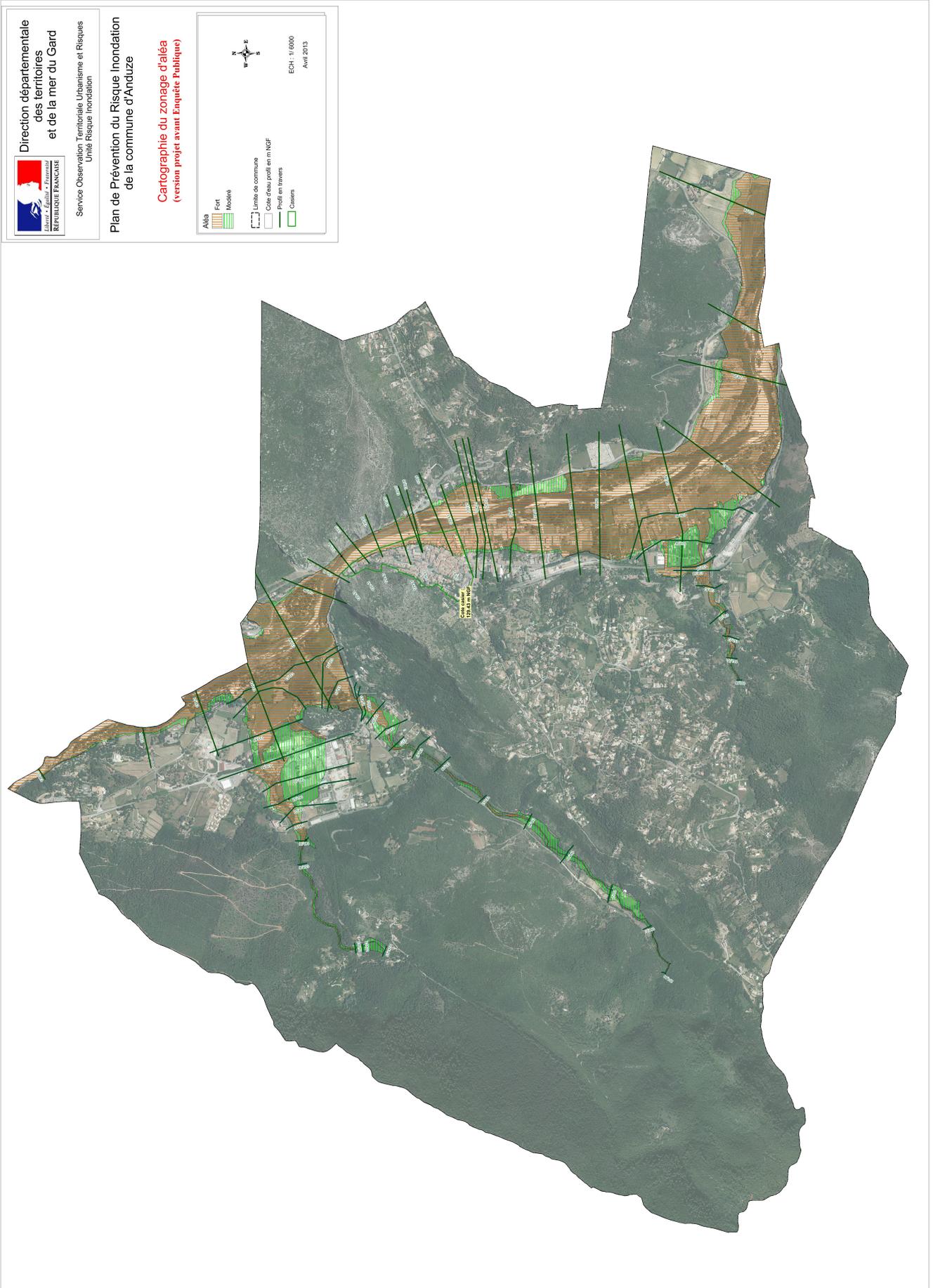
Dans le cadre de la modélisation du PPRI, les cotes profils de l'étude ISL ont été interpolées dans le but d'y modéliser les cotes d'eau sur toute la surface du territoire étudié.

Par la suite, Vertical Mapper a permis de calculer les hauteurs d'eau par soustraction du niveau d'eau et de la topographie IGN.

3.2.1.4 Synthèse des trois modélisations

La carte page suivante représente l'aléa modélisé des études du projet de prolongement de digue d'ISL, de l'étude des affluents de BRL ingénierie et de la modélisation des zones non couvertes par les deux autres études de la DDTM30.

L'Enquête Publique a permis la mise en évidence d'une erreur dans le report des aléas sur les affluents. Les cartographies ont donc été corrigées (cf point 3.6 page 38)



3.2.2 L'Analyse hydrogéomorphologique

Afin de délimiter les zones inondables au-delà de la crue de référence, une analyse hydrogéomorphologique a été réalisée par le bureau d'études CAREX en 2003.

C'est une approche naturaliste fondée sur la compréhension du fonctionnement naturel de la dynamique des cours d'eau (érosion, transport, sédimentation) au cours de l'histoire.

Elle consiste à étudier finement la morphologie des plaines alluviales et à retrouver sur le terrain les limites physiques associées aux différentes gammes de crues (annuelles, fréquentes, exceptionnelles) qui les ont façonnées.

Dans l'élaboration du document, cette analyse géomorphologique appliquée aux espaces alluviaux se prête à être associée aux informations relatives aux crues historiques.

L'analyse s'appuie sur l'interprétation géomorphologique d'une couverture stéréoscopique de photographies aériennes (mission IGN 2002_FR 5554_P_17500 au 1/17 500ème) validée par des vérifications de terrain.

Cette étude a été réalisée en conformité avec les principes retenus par les Ministères de l'Équipement et de l'Écologie et du Développement Durable pour la réalisation des Atlas des zones inondables par analyse hydrogéomorphologique, exprimés dans un guide méthodologique publié en 1996, et dans un cahier des charges national détaillé qui constitue aujourd'hui le document de référence pour ce type d'étude. La fiabilité de cette approche et ses limites ont par ailleurs été vérifiées à l'occasion des crues exceptionnelles récentes (Aude 1999, Gard 2002).

La cartographie produite par l'analyse hydrogéomorphologique permet de disposer d'une vision globale et homogène des champs d'inondation sur l'ensemble des secteurs traités en pointant à un premier niveau, les zones les plus vulnérables au regard du bâti et des équipements existants. L'information fournie reste cependant essentiellement qualitative, même si elle est complétée, là où elles existent, par des données historiques.

Dans la stratégie de gestion du risque inondation, cette démarche constitue une phase préalable relativement précise mais dont les limites résident clairement dans la quantification de l'aléa (notamment vis-à-vis de la définition de la crue de référence et de la détermination des paramètres hauteur ou vitesse des écoulements). C'est pourquoi, dans les secteurs où les enjeux sont importants notamment en terme d'urbanisation ou d'aménagement, elle nécessite d'être complétée ultérieurement par des approches hydrologiques et hydrauliques.

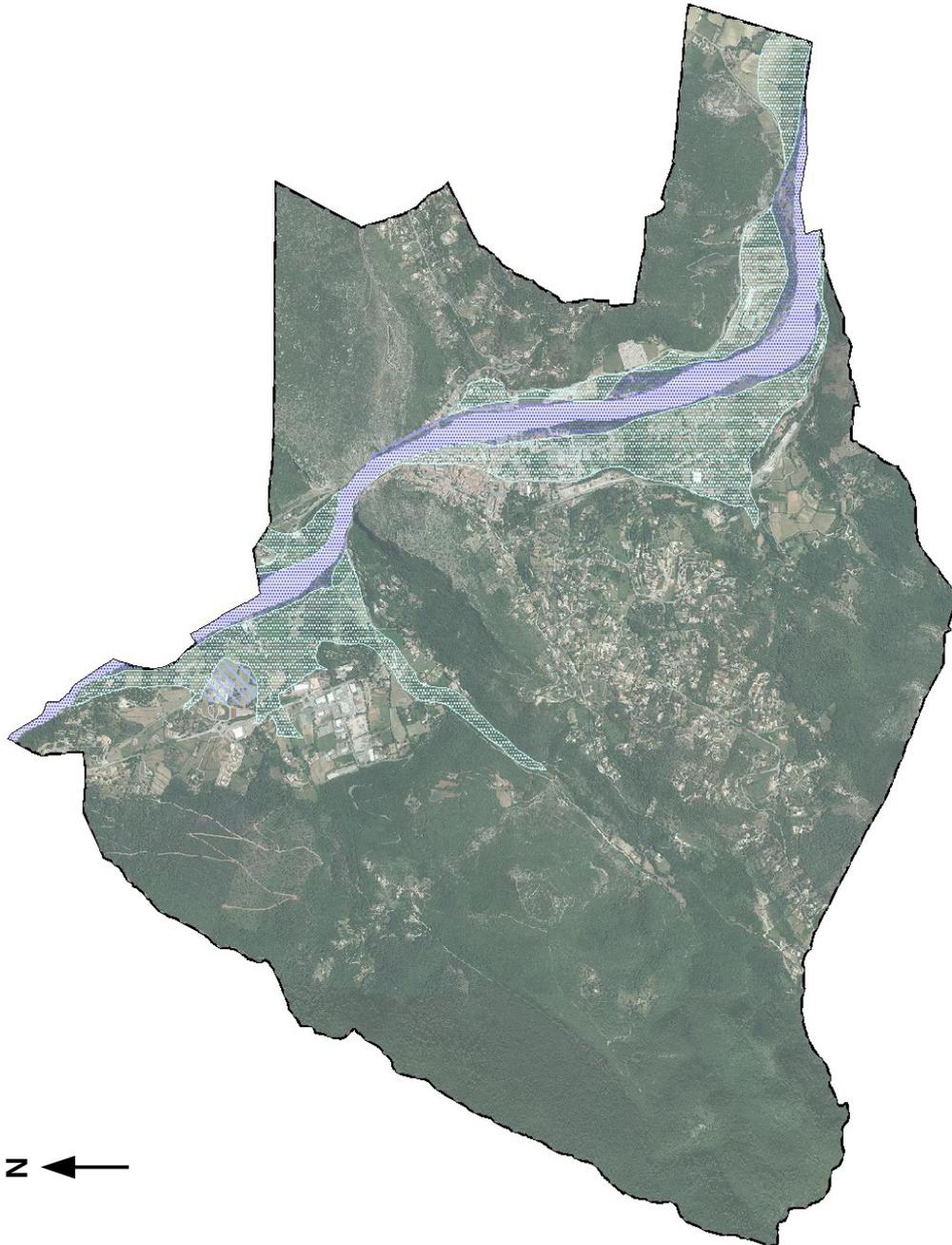
La cartographie hydrogéomorphologique est basée sur l'identification des unités spatiales homogènes modelées par les différents types de crues au sein de la plaine alluviale.

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

- Le lit mineur qui est constitué par le lit ordinaire du cours d'eau, pour le débit d'étiage ou pour les crues fréquentes
- Le lit moyen, 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
- Le lit majeur 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. On distingue 2 types de zones :
 - o Les zones d'écoulement, au voisinage du lit mineur ou des chenaux de crues, où le courant a une forte vitesse
 - o 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.



Délimitation des lits du Gardon d'Anduze avec la méthode hydrogéomorphologique – Source : Carex environnement, 2003 – Réalisation : DDTM30, 2013

3.3 QUALIFICATION DE L'ALÉA SUR LA COMMUNE D'ANDUZE

La cartographie de l'aléa repose sur trois zonages d'aléa:

L'aléa fort : zone correspondant à des hauteurs d'eau supérieures à 50 cm pour la crue de référence,

L'aléa modéré : zone correspondant à des hauteurs d'eau inférieures à 50 cm pour la crue de référence,

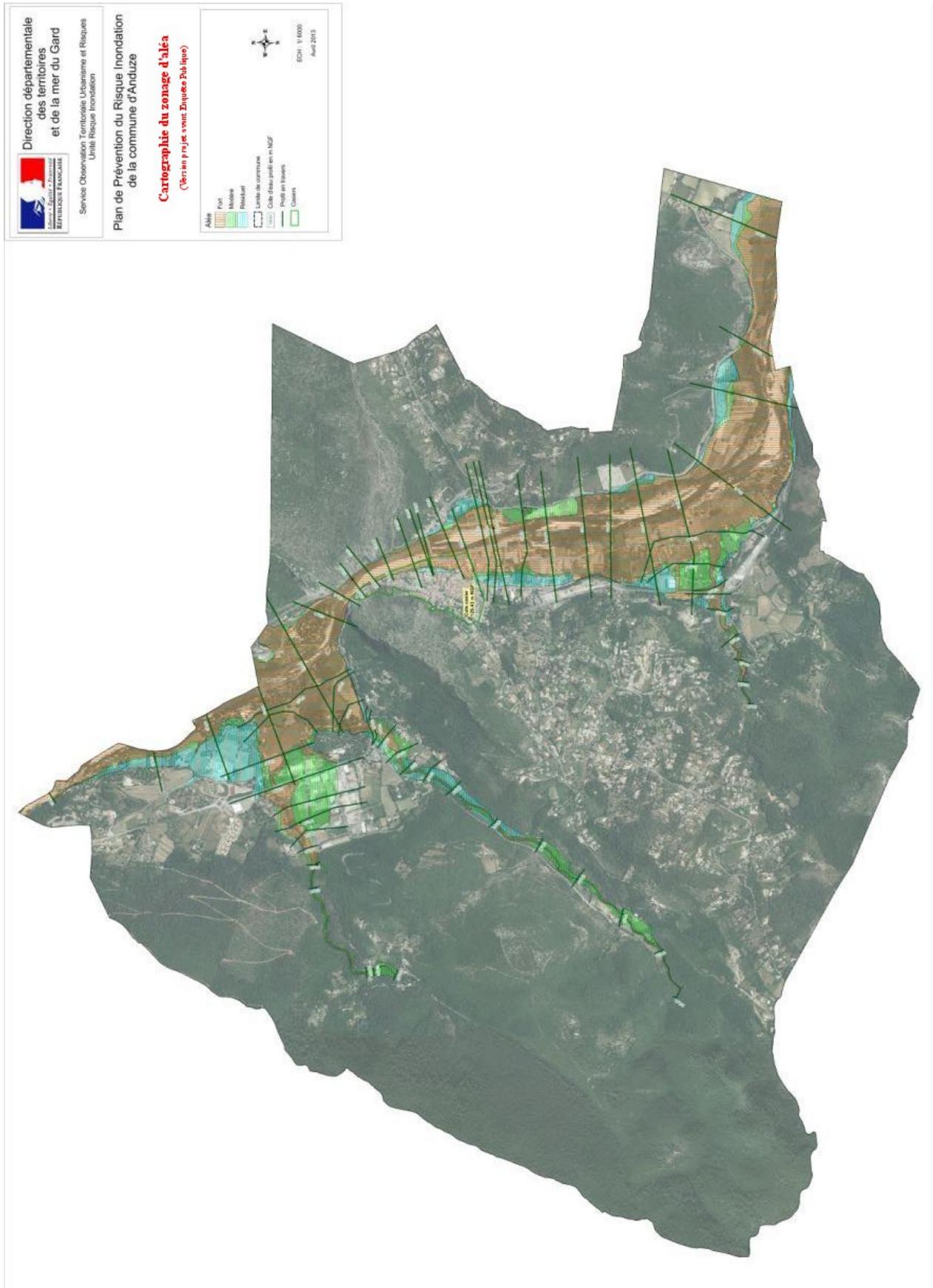
L'aléa résiduel : zone inondable non inondé par la crue de référence

La modélisation hydraulique qualifie pour la crue de référence, les aléas fort et modéré grâce aux calculs des hauteurs obtenus par la soustraction de la topographie aux cotes d'eau.

A ceci s'ajoute les secteurs situés dans le lit majeur hydrogéomorphologique mais non inondés par la crue de référence qui définissent l'aléa résiduel.

Ces secteurs peuvent être inondés par des crues supérieures à la crue de référence ou lors d'un dysfonctionnement hydraulique (embâcles...).

Cartographie synthétique de l'aléa modélisé avec prise en compte des études de modélisation et de l'enveloppe hydrogéomorphologique (cartographie projet avant Enquête Publique) :



SYNTHÈSE ET DESCRIPTION GÉNÉRALE DES ALÉAS DE CRUE

La connaissance de l'aléa inondation s'est donc basée sur le croisement de plusieurs approches :

La délimitation de la crue historique de 2002, considérée comme la crue de référence, cette délimitation a pu être précisée ou complétée lors des enquêtes réalisées dans le cadre de l'élaboration du présent dossier de PPR.

La délimitation du lit majeur des cours d'eau par approche hydrogéomorphologique, qui est globalement très cohérente avec l'approche précédente, et permet :

- de disposer ponctuellement d'une enveloppe de crue supérieure à la précédente correspondant à un événement très exceptionnel (dans de rares cas),
- de disposer d'une analyse sur les cours d'eau où la crue de 2002 n'a pas été délimitée en l'absence de témoignages, et où il n'y a pas eu de modélisations hydrauliques, c'est-à-dire sur les zones amont rurales et naturelles.

La délimitation des aléas issus des modélisations hydrauliques du débit de référence, avec zonage de plages de hauteurs de submersion.

Cette cartographie permet de disposer des hauteurs de submersion et d'affiner la connaissance de l'aléa, notamment sur les zones à enjeux couvertes par des plans topographiques détaillés.

3.4 LES ENJEUX EXPOSÉS

Les **enjeux** apprécient l'occupation humaine à la date d'élaboration du plan.

On distingue :

- les zones à enjeux faibles, constituées des zones non urbanisées, qui regroupent donc, selon les termes de l'article R.123-4 du code de l'urbanisme, les zones à dominante agricole, naturelle, forestière, même avec des habitations éparses, ainsi que les zones à urbaniser non encore construites.
- les zones à enjeux forts, constituées des zones urbaines et des zones à urbaniser déjà construites à la date du présent plan. Un centre urbain dense pourra être identifié au sein de ces zones d'enjeux forts. Le cas échéant, les enjeux forts pourront inclure des secteurs d'urbanisation future qui constituent un enjeu stratégique ou des zones dont l'aménagement est déjà largement engagé.

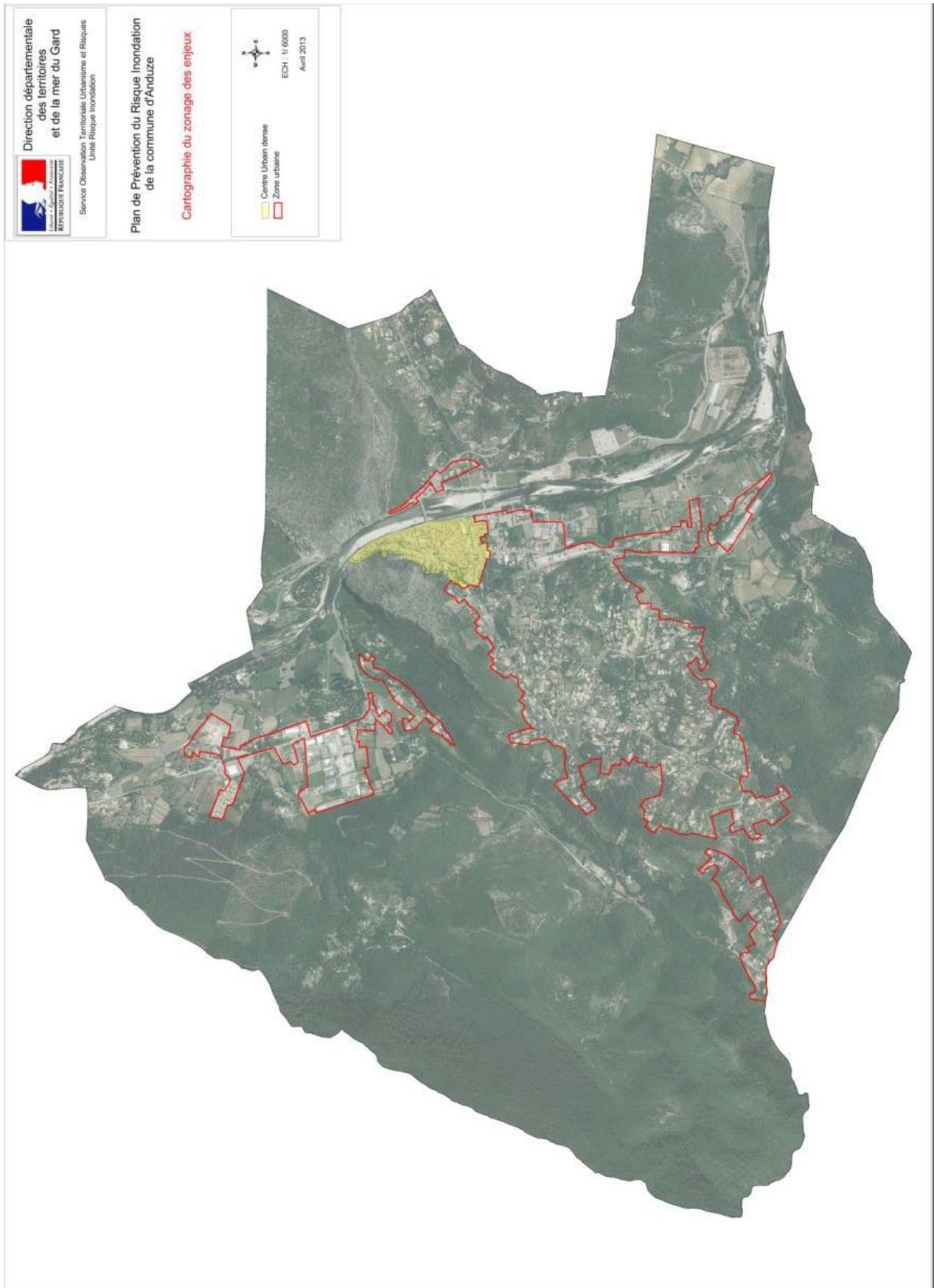
ZONES URBANISÉES DENSE ET DIFFUSE

Il s'agit de la zone urbaine dense d'Anduze en rive droite, qui peut être exposée à la fois aux crues du Gardon par contournement de la digue de protection, ou par la montée des eaux par accumulation des eaux pluviales (crues concomitantes en septembre 2002).

Il a été ensuite distinguée une zone urbaine diffuse (principalement composée de maisons individuelles en périphérie de la zone urbaine dense) et qui peut être soumise à des phénomènes de ruissellement en cas de fortes pluies. Il est à noter qu'ils se produisent par débordement de petits fossés, mais également suite à de l'écoulement des eaux dont l'activité humaine a modifié le fonctionnement :

- par les voiries canalisant les eaux de surface
- par les murs de clôture faisant barrage aux écoulements
- par absence ou colmatage des fossés d'évacuation des eaux
- ...

Dans le zonage d'enjeux du PPRi, il apparaît les zones dites « non urbaines », « urbaines » et les zones de « centre urbain ».



3.5 ZONAGE DU RISQUE INONDATION

Le croisement de l'aléa inondation (Fort, Modéré et Résiduel) avec les enjeux (urbain, de centre urbain et non urbain) permet de construire le zonage réglementaire du risque inondation. Il en découle 9 zones :

Aléa	Zones urbaines : U		Zones non urbaines : NU
	Centre urbain Ucu	Autres zones urbaines U	
Fort (F)	Zone de danger F-Ucu	Zone de danger F-U	Zone de danger F-NU
Modéré (M)	Zone de précaution M-Ucu	Zone de précaution M-U	Zone de précaution M-NU
Résiduel (R)	Zone de précaution R-Ucu	Zone de précaution R-U	Zone de précaution R-NU

3.6 MODIFICATION DU ZONAGE SUITE À L'ENQUÊTE PUBLIQUE

A l'issue de l'enquête publique, l'analyse des remarques consignées dans le registre d'enquête a permis de déceler une mauvaise retranscription des aléas. En effet, les aléas utilisés pour construire la carte de zonage des affluents du gardon ne sont pas en adéquation avec les hauteurs d'eau calculées dans les profils en travers. La DDTM en a informé le Maire d'Anduze et le commissaire enquêteur puis leur a fourni les cartes de zonage corrigées. Dans son rapport du 30 janvier 2014, le commissaire enquêteur détaille les écarts de zonage entre les cartes mises à l'enquête et les cartes corrigées après enquête et conclue que la carte de zonage initiale n'est pas remise en cause dans sa globalité et seuls quelques ajustements marginaux et ponctuels seront nécessaires. Le zonage du PPR approuvé tient compte des aléas corrigés.

4. Dispositions réglementaires

A partir du 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 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.

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.
- **Éviter tout endiguement ou remblaiement nouveau** qui ne serait pas justifié par la protection de lieux fortement urbanisés

4.1 RÈGLES 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 **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...)

4.2 ZONAGE RÉGLEMENTAIRE

L'article L.562-1 du code de l'Environnement définit deux grands types de zones : les zones directement exposées aux risques (appelées ici zones de danger) et les zones non directement exposées (appelées ici zones de précaution).

Les zones de danger sont constituées des zones d'aléa fort.

Les zones de précaution sont constituées d'une part des zones d'aléa modéré et d'autre part des zones situées entre la crue de référence et l'enveloppe du lit majeur où la probabilité d'inondation est plus faible mais où des aménagements sont susceptibles d'être exposés ou peuvent augmenter le risque sur les zones inondables situées à l'aval.

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.

QUALIFICATION DE L'ALÉA :

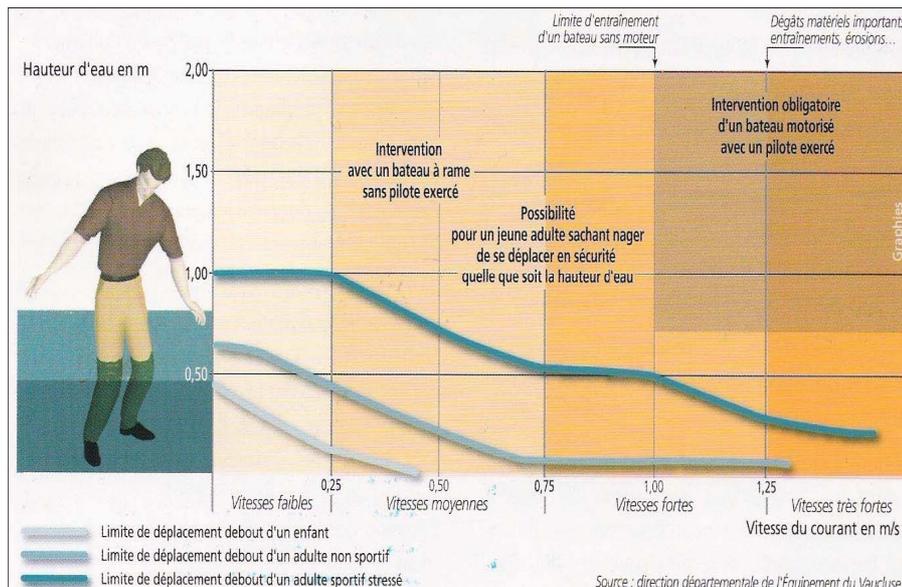
Sur le secteur d'étude du PPRI, le type de crue auquel est soumise la commune d'Anduze sont des crues rapides. Elles se caractérisent par une montée des eaux rapides ce qui implique un délai de prévenance et d'alerte très court.

a) 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 difficulté 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.

b) 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.

c) L'aléa est qualifié de résiduel dans les secteurs qui ne sont pas directement exposés aux risques d'inondation au regard de la crue de référence, mais susceptibles d'être mobilisés pour une crue supérieure à la crue de référence. Ils 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 le calcul hydraulique. Le risque y est inférieur à celui de la zone modérée et des projets d'urbanisation peuvent y être envisagés dans les zones urbanisées, tout en conservant la capacité de stockage dans les zones non urbanisées.

Cas particulier de l'aléa à l'arrière des digues :

Dans les espaces protégés par les digues, l'aléa d'inondation peut se manifester :

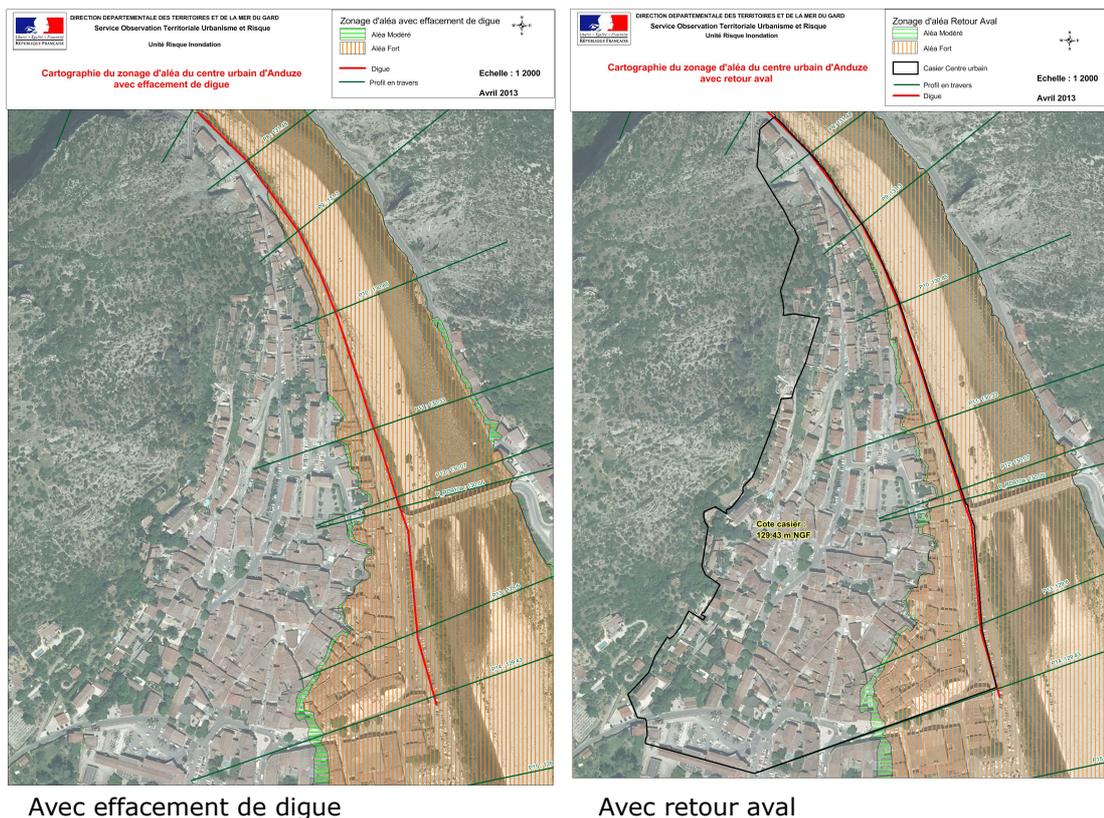
- par surverse
 - > Le « débit de protection de la vallée » ou « débit capable » ou « débit de projet », qui est contenu dans le lit endigué en laissant un revanche suffisante pour la sûreté de la digue.
 - > Le « débit de danger » est le débit maximal avant déversement.
- par rupture : une ruine de l'ouvrage peut rapidement découler
 - > d'une surverse sur les points bas de l'ouvrage ;
 - > d'un défaut d'étanchéité ou de stabilité de l'ouvrage lors la montée des eaux de crue.

Dans tous les cas, l'invasissement par les eaux des terrains en arrière des digues est rapide et peut s'étendre sur tous les espaces qui seraient inondables en l'absence de digues.

Les espaces compris dans une bande en arrière des digues seront systématiquement classés en aléa fort, sur une bande de sécurité de 400 m en zone non urbanisée et 100 m en zone urbaine et **de 50m en zone de centre urbain**, afin de préserver pour l'avenir toute possibilité de renforcement et de protéger le secteur où les vitesses seront les plus dévastatrices en cas de rupture.

Concernant la commune d'Anduze, la digue est située en rive droite du centre urbain. Le zonage d'aléa établi dans l'étude GERI a été cartographié sur la base du scénario d'un retour aval, scénario reproduisant ce qui s'est passé lors de la crue de 2002. Toutefois, la politique de l'Etat, lors de la définition de l'aléa inondation dans les PPRI, est d'appliquer un scénario d'effacement de l'ouvrage, de part le constat récurrent que les terrains protégés par ce type d'ouvrages restent inondables (catastrophe de Xynthia par exemple). Dans le cadre de l'élaboration de la révision partielle du PPRI Gardon d'Anduze, la DDTM a décidé de procéder à la comparaison l'aléa pour ces 2 scénarii. Bien que l'évolution des cotes d'eau varient selon l'un ou l'autre des scénarii (surcote jusqu'à 1 mètre pour l'effacement de la digue par rapport au retour aval), l'emprise inondée est quasi identique dans les 2 cas. Il a donc été retenu de garder l'aléa issu de l'étude GERI, et donc le scénario du retour aval.

Illustration de l'incidence d'un retour aval et d'un retour aval sur la zone du centre urbain protégée par la digue :



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 directement exposées aux risques, appelées ici « zones de dangers », comprennent :
 - **Les zones d'aléa fort** : ce sont les zones où la hauteur d'eau, pour la crue de référence, est supérieure à 0,50 m pour les crues rapides. Elles sont de couleur rouge sur le plan de zonage.
 - **Les zones en contrebas d'une digue** situées dans une bande 50m en zone de centre urbain.
- Les zones appelées ici « zones de précaution », comprennent :
 - **Les zones d'aléa modéré** : ce sont les zones où la hauteur d'eau pour la crue de référence est inférieure ou égale à 0,50 m pour les crues rapides. Elles sont de couleur bleue marine en secteur urbanisé, ou rouge en secteur non urbanisé, sur le plan de zonage.
 - **Les zones d'aléa résiduel** : 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 en secteur urbanisé sur le plan de zonage ou orangé en secteur non urbanisé.

CROISEMENT DE L'ALÉA ET DES ENJEUX

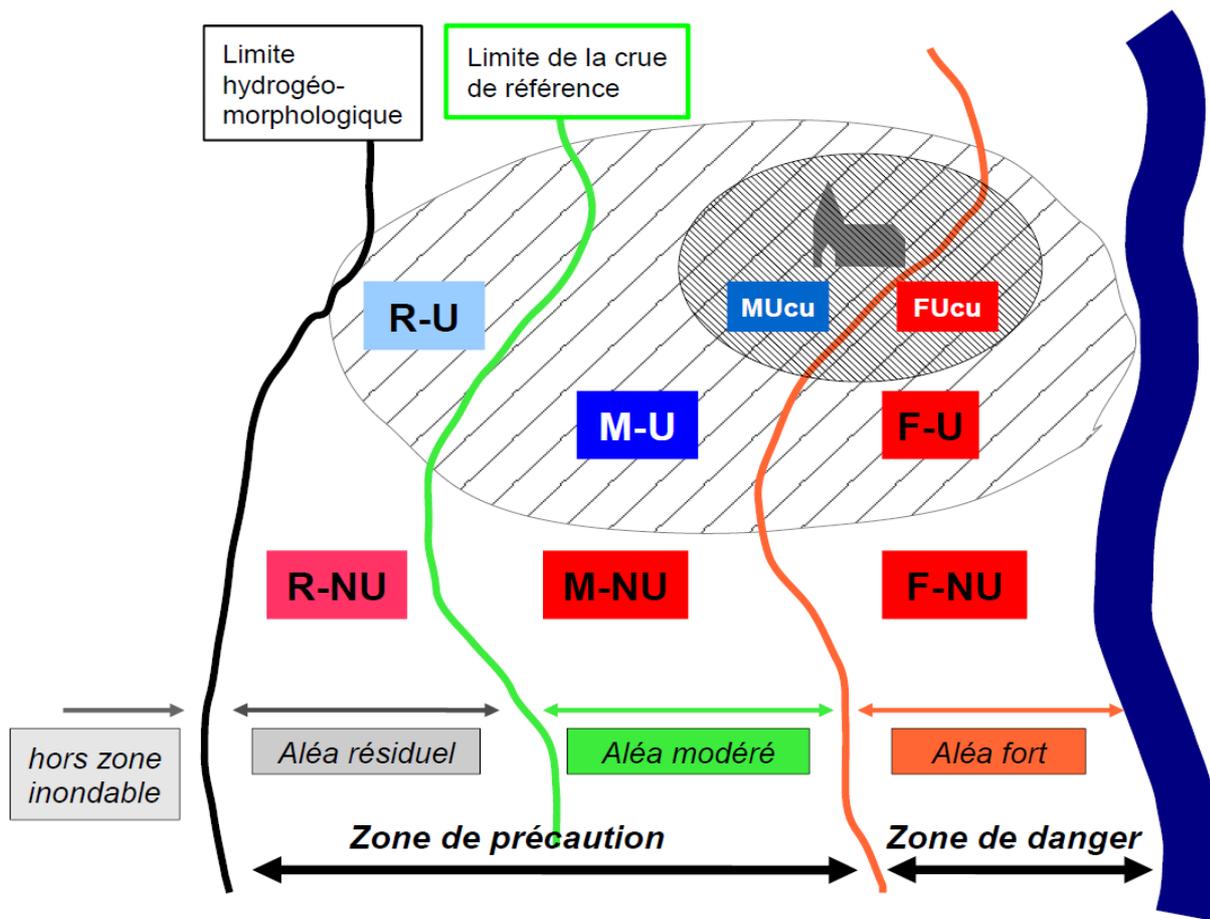
Dans la carte de **zonage**, les couleurs sont associées au principe général régissant la zone :

- en **rouge** les zones soumises à interdiction, avec un principe général d'inconstructibilité,
- en **bleu** les zones soumises à prescription.

Enjeu Aléa	Fort (zones urbaines : U)		Faible (zones non urbaines : NU)
	Centre urbain Ucu*	Autres zones urbaines U	
Fort (F)	Zone de danger F-Ucu*	Zone de danger F-U	Zone de danger F-NU
Modéré (M)	Zone de précaution M-Ucu*	Zone de précaution M-U	Zone de précaution M-NU
Résiduel (R)	Zone de précaution R-Ucu*	Zone de précaution R-U	Zone de précaution R-NU

tableau 1 : classification des zones à risque
* si défini

Le schéma de principe suivant est un exemple (cas d'un secteur non endigué) qui permet de visualiser les zones de danger et de précaution, les délimitations des enjeux et des aléas, et le zonage résultant :



PRINCIPES RÉGLEMENTAIRES DE CHAQUE ZONE

En fonction de l'intensité de l'aléa et de la situation au regard des enjeux, 6 zones inondables ont donc été identifiées. Les principes de prévention retenus sont les suivants :

- **la zone F-U** : zone urbanisée inondable par un aléa fort. Il convient de ne pas augmenter les enjeux (population, activités) en permettant une évolution minimale du bâti existant pour favoriser la continuité de vie et le renouvellement urbain, et en réduire la vulnérabilité. Lorsqu'un zonage spécifique a été identifié pour le centre urbain dense, la zone correspondante d'aléa fort, dénommée **F-Ucu**, permet de concilier les exigences de prévention visées dans la zone F-U et la nécessité d'assurer la continuité de vie et le renouvellement urbain.

Elle englobe également les zones de centre urbain situées à l'arrière d'une digue (**F-Ucu-d**); dans une zone de danger de 50 m de large, immédiatement à l'arrière d'une digue.

Compte tenu des hauteurs d'eau potentielles dans cette zone, elle est qualifiée de zone de danger. Réglementairement, le principe associé est l'interdiction de toute construction nouvelle.

- **la zone F-NU**, zone non urbanisée inondable par un aléa fort. Il convient de ne pas implanter de nouveaux enjeux (population, activités...) dans ces zones de danger ; sa préservation permet de préserver les capacités d'écoulement ou de stockage des crues, en n'augmentant pas la vulnérabilité des biens et des personnes.

Elle englobe également les zones non urbanisées situées à l'arrière d'une digue (**F-NU-d**); dans une zone de danger de 50 m de large, immédiatement à l'arrière d'une digue.

Compte tenu des hauteurs d'eau potentielles dans cette zone, elle est qualifiée de zone de danger. Réglementairement, le principe associé est l'interdiction de toute construction nouvelle.

- **la zone M-U**, zone urbanisée inondable par un aléa modéré. Compte tenu de l'urbanisation

existante, il convient de permettre la poursuite d'un développement urbain compatible avec l'exposition aux risques, notamment par des dispositions constructives. Lorsqu'un zonage spécifique a été identifié pour le centre urbain dense, la zone correspondante d'aléa modéré, dénommée M-Ucu, permet de concilier les exigences de prévention visées dans la zone M-U et la nécessité d'assurer la continuité de vie et le renouvellement urbain.

Compte tenu des hauteurs d'eau potentielles dans cette zone, elle est qualifiée de zone de précaution. Réglementairement, l'objectif associé est de permettre un développement urbain prenant en compte l'exposition au risque de façon à ne pas augmenter la vulnérabilité. On permet donc la réalisation de travaux et projets nouveaux en secteur urbain, sous réserve de certaines interdictions ou conditions.

- **la zone M-NU**, zone non urbanisée inondable par un aléa modéré. Sa préservation permet de ne pas accroître le développement urbain en zone inondable et de maintenir les capacités d'écoulement ou de stockage des crues, de façon à ne pas aggraver le risque à l'aval.

Compte tenu des hauteurs d'eau potentielles dans cette zone, elle est qualifiée de zone de précaution. Réglementairement, l'objectif associé est de préserver les zones d'expansion de crue non urbanisées, avec pour principe l'interdiction de

toute construction nouvelle susceptible d'aggraver le risque existant, d'en provoquer de nouveaux, de favoriser l'isolement des personnes ou d'être inaccessible aux secours. Quelques dispositions sont cependant introduites pour assurer le maintien et le développement modéré des exploitations agricoles.

- **la zone R-U**, zone urbanisée exposée à un aléa résiduel en cas de crue supérieure à la crue de référence. Son règlement vise à permettre un développement urbain compatible avec ce risque résiduel. Lorsqu'un zonage spécifique a été identifié pour le centre urbain dense, la zone correspondante d'aléa résiduel, dénommée R-Ucu, permet de concilier les exigences de prévention (calage des planchers) visées dans la zone R-U et la nécessité d'assurer la continuité de vie et le renouvellement urbain.

Compte tenu des hauteurs d'eau potentielles dans cette zone, elle est qualifiée de zone de précaution. Réglementairement, l'objectif associé est de permettre le développement urbain en tenant compte du risque résiduel en cas de crue supérieure à la crue de référence et de la nécessité de ne pas aggraver l'inondabilité des zones inondables.

- **la zone R-NU**, zone non urbanisée exposée à un aléa résiduel en cas de crue supérieure à la crue de référence. Sa préservation permet de ne pas accroître le développement urbain en zone potentiellement inondable et de maintenir des zones d'expansion des plus fortes crues, de façon à ne pas aggraver le risque à l'aval.

Compte tenu des hauteurs d'eau potentielles dans cette zone, elle est qualifiée de zone de précaution. Réglementairement, l'objectif associé est de ne pas étendre l'urbanisation afin de conserver des possibilités d'expansion aux fortes crues. Le principe est donc de maintenir ces zones sans nouvelles constructions, en aménageant des dispositions pour le développement des activités agricoles.

4.3 MESURES DE PRÉVENTION, DE PROTECTION ET DE SAUVEGARDE ET RÈGLES DE CONSTRUCTION ET MESURES SUR L'EXISTANT

Le règlement du PPRi intègre également des mesures de prévention, de protection et de sauvegarde, et des règles de construction et des mesures sur l'existant, qui sont brièvement évoquées ci-après.

4.3.1 Mesures de prévention, de protection et de sauvegarde

Instaurées au 3^{ème} alinéa de l'article L562-1 du code de l'environnement, ces mesures ont pour objectif la préservation des vies humaines par des actions sur les phénomènes ou sur la vulnérabilité des personnes. Certaines relèvent des collectivités publiques dans le cadre de leurs compétences, d'autres

sont à la charge des individus. Elles concernent aussi bien les projets de construction, d'aménagements ou d'activités que les biens et activités existants.

Les mesures de prévention visent à réduire l'impact d'un phénomène sur les personnes et les biens, à améliorer la connaissance et la perception du risque par les populations et les élus et à anticiper la crise.

À cette fin, plusieurs dispositions peuvent être prises, telles que notamment :

- la réalisation d'études spécifiques sur les aléas (hydrologie, modélisation hydraulique, hydrogéomorphologie, atlas des zones inondables, etc.) ;
- la mise en place d'un système de surveillance et d'annonce ;
- l'élaboration d'un plan de gestion de crise aux niveaux départemental et communal, tel qu'il est prévu dans le plan communal de sauvegarde (PCS) ;
- la mise en œuvre de réunions publiques d'information sur les risques, élaboration de documents d'information tels que le document d'information communal sur les risques majeurs (DICRIM), etc. ;

Les mesures de protection ont pour objectif la réduction des aléas par la construction d'ouvrages sur les secteurs les plus exposés et les plus vulnérables, telles que notamment :

- bassins de rétentions dans les zones de ruissellement ;
- digues de protection pour protéger les secteurs densément urbanisés ;
- barrages écrêteurs de crue permettant de « retenir temporairement une partie du débit de la crue et de relâcher ensuite petit à petit le volume correspondant », ce qui réduit les effets de la crue sur la zone aval.

Les mesures de sauvegarde seront davantage axées sur la gestion de crise et regroupent l'ensemble des mesures de planification et de programmation.

4.3.2 Règles de construction et mesure sur l'existant

La vulnérabilité actuellement préoccupante des biens existants en zone inondable a suscité la prise en compte par le législateur de nouvelles mesures lors de l'élaboration du PPRi. Ces mesures, appelées « mesures de mitigation » et issues du 4^{ème} alinéa de l'article L562-1 du code de l'environnement, ont pour objectif :

- d'assurer la sécurité des personnes (adaptation des biens ou des activités dans le but de réduire la vulnérabilité des personnes : zone refuge, travaux de consolidation d'ouvrages de protection).
- de réduire la vulnérabilité des biens (limiter les dégâts matériels et les dommages économiques).
- de faciliter le retour à la normale (adapter les biens pour faciliter le retour à la normale lorsque l'événement s'est produit : choix de matériaux résistants à l'eau, etc. ; atténuer le traumatisme psychologique lié à une inondation en facilitant l'attente des secours ou de la décrue, ainsi qu'une éventuelle évacuation dans des conditions de confort et de sécurité satisfaisante).

Pour les biens construits ou aménagés conformément aux dispositions du code de l'urbanisme et avant approbation du présent PPRi, les travaux relevant de certaines mesures individuelles sur le bâti sont désormais rendus obligatoires et ne s'imposent que dans la limite de 10% de la valeur vénale ou estimée du bien considéré à la date d'approbation du plan (article R.562-5 du code de l'Environnement)

La mise en œuvre de ces dispositions doit s'effectuer dans un délai maximum de 5 ans à compter de l'approbation du présent plan. A défaut de mise en œuvre de ces mesures dans les délais prévus, le préfet peut imposer la réalisation de ces mesures aux frais du propriétaire ou du gestionnaire.

L'article L.561-3 du code de l'environnement dispose que tous les travaux de mise en sécurité des personnes et de réduction de la vulnérabilité des biens peuvent bénéficier d'une subvention de l'État. Cette subvention issue du Fond de Prévention des Risques Naturels Majeurs, dit « Fond Barnier » vise à encourager la mise en œuvre de ces mesures et concerne :

- les particuliers (biens d'habitation) à hauteur de 40%
- les entreprises de moins de vingt salariés (biens à usage professionnel) à hauteur de 20%.

Ces mesures ne sont applicables qu'aux biens situés dans les zones soumis à l'aléa de référence, donc en F-U, F-NU, M-U, M-NU ainsi que dans les sous-secteurs de centre urbain (cu) de ces zones : F-Ucu, M-Ucu.

Le financement du fond de prévention des risques naturels majeurs est strictement lié au caractère obligatoire des mesures figurant dans le règlement du PPRi.

5 Déroulement de la procédure

5.1 CONCERTATION AVEC LES COMMUNES

Sont indiquées ci-après les principales réunions d'étape d'élaboration du PPRI. En revanche, plusieurs réunions bilatérales spécifiques à des projets ou à des dossiers particuliers n'ont pas été mentionnées ici bien que participant à la concertation générale aboutissant au PPRI.

Anduze :

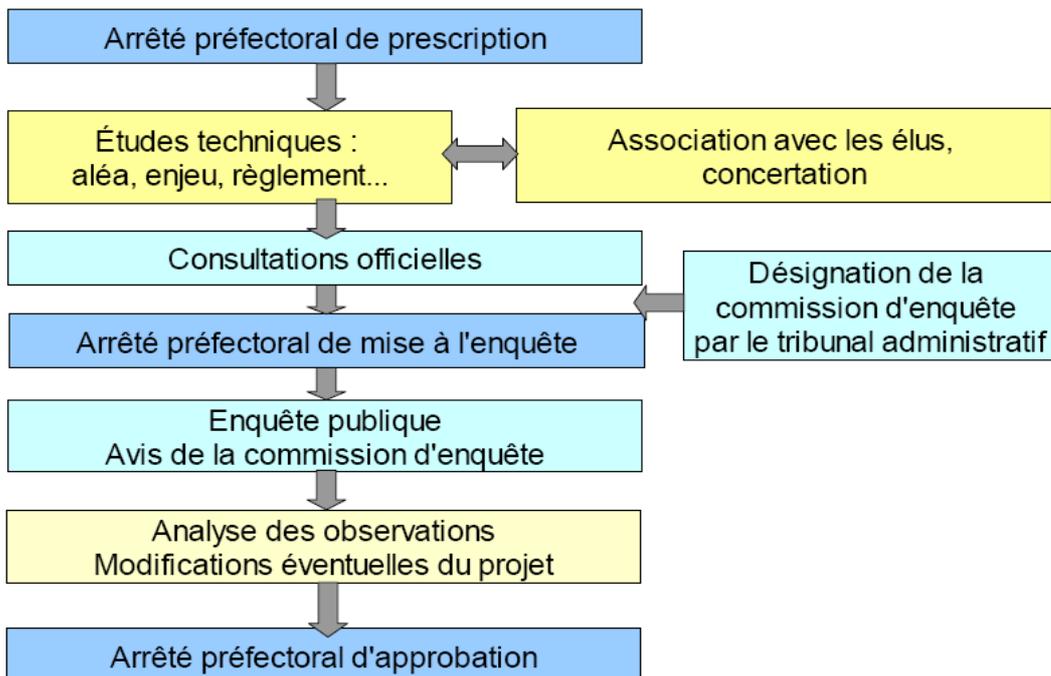
02.04.2013 : réunion de concertation aléa enjeux

Ce PPRI reprenant l'étude hydraulique et de zonage menée par la commune et validée par les services de l'État pour l'intégration dans son PLU, de plusieurs réunions ont eu lieu lors de l'élaboration de celle-ci au cours des années 2011 et 2012.

5.2 CONSULTATIONS ADMINISTRATIVES

5.3 ENQUÊTE PUBLIQUE

Méthode d'élaboration des PPRI (en jaune les phases techniques, en bleu, les phases administratives)



ANNEXE 1 :

BRL Ingénierie

**ZONAGE DU RISQUE INONDATION A
L'ECHELLE COMMUNALE ET
INTEGRATION DANS LES DOCUMENTS
D'URBANISME - COMMUNE
D'ANDUZE**

Phase 1 – Etat des lieux :

ANNEXE 2 :

BRL Ingénierie

**ZONAGE DU RISQUE INONDATION A
L'ECHELLE COMMUNALE ET
INTEGRATION DANS LES DOCUMENTS
D'URBANISME - COMMUNE
D'ANDUZE**

Phase 2 – Risque statistique

ANNEXE 3 :

BRL Ingénierie

**ZONAGE DU RISQUE INONDATION A
L'ECHELLE COMMUNALE ET
INTEGRATION DANS LES DOCUMENTS
D'URBANISME - COMMUNE
D'ANDUZE**

Phase 3 – Elaboration du zonage

ANNEXE 4 :

ISL Ingénierie

**ETUDE PRÉALABLE AU PROLONGEMENT
DE LA DIGUE D'ANDUZE**

Rapport de phase 3

ANNEXE 5

ISL Ingénierie

ETUDE DE L'ENDIGUEMENT D'ANDUZE :

ETUDE DU SCÉNARIO RETENU

AU STADE PRÉLIMINAIRE