



**MAIRIE D'ANDUZE**

---

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

***Phase 1 – Etat des lieux***

*Décembre 2010*

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

## PHASE 1 – ETAT DES LIEUX

<b>1. CONTEXTE HYDRAULIQUE.....</b>	<b>1</b>
<b>2. ETAT DES LIEUX .....</b>	<b>4</b>
<b>2.1 Recueil et analyse des données existantes</b>	<b>4</b>
2.1.1 Etudes existantes	5
2.1.2 Pluviométrie	14
2.1.3 POS / PLU	18
2.1.4 Données sur les crues historiques	18
2.1.5 Données topographiques	25
2.1.6 Projets	26
<b>2.2 Reconnaissance de terrain et enquêtes</b>	<b>27</b>
2.2.1 Enquêtes	27
2.2.2 Reconnaissance de terrain	28
2.2.2.1 Reportage photographique	30
2.2.2.2 Ouvrages hydrauliques	37
2.2.2.3 Réseau d'eaux pluviales	39
<b>2.3 Caractérisation des enjeux</b>	<b>41</b>
2.3.1 Désordres	41
2.3.2 Enjeux	42
<b>2.4 Découpage en bassins versants</b>	<b>46</b>
2.4.1 Caractérisation des bassins versants	46
2.4.2 Occupation des sols	46
<b>2.5 Approche zonage pluvial</b>	<b>48</b>
<b>3. SYNTHESE DE PHASE 1 .....</b>	<b>50</b>
<b>3.1 Définition de la campagne topographique</b>	<b>50</b>
<b>3.2 Poursuite de la mission</b>	<b>50</b>



<b>ANNEXES .....</b>	<b>52</b>
<b>ANNEXE 1 : DOCUMENTS DU PPRI GARDON D'ANDUZE .....</b>	<b>53</b>
<b>ANNEXE 2 : FICHES DE LECTURE .....</b>	<b>54</b>
<b>Annexe 2-1 : Etude de l'endiguement d'Anduze (2)</b>	<b>55</b>
<b>Annexe 2-2 : Repérage des secteurs les plus exposés aux inondations à Anduze (3)</b>	<b>56</b>
<b>Annexe 2-3 : Etudes globales des sous-bassins versants du Gardon, suite à la crue des 8 et 9 septembre 2002 Lot 3 : le Gardon d'Anduze (4)</b>	<b>57</b>
<b>Annexe 2-4 : Schéma Directeur d'Aménagements pour la Prévention des Inondations dans le département du Gard – Bassins versants du Vidourle et des Gardons (5)</b>	<b>58</b>
<b>Annexe 2-5 : Référentiel hydrologique sur le bassin versant des Gardons (6)</b>	<b>60</b>
<b>Annexe 2-6 : SHYREG : une méthode pour l'estimation régionale des débits de crue – Application aux régions méditerranéennes françaises (7)</b>	<b>61</b>
<b>ANNEXE 3 : INFORMATIONS CONCERNANT LES PHE .....</b>	<b>62</b>
<b>ANNEXE 4 : FICHES OUVRAGES.....</b>	<b>63</b>
<b>ANNEXE 5 : COMPTE RENDU DE LA REUNION DE DEMARRAGE .....</b>	<b>64</b>
<b>ANNEXE 6 : CAHIER DES CHARGES DE LA CAMPAGNE TOPOGRAPHIQUE.....</b>	<b>65</b>

# ILLUSTRATIONS

## CARTES

Carte 1 : Dénomination hydrographique .....	3
Carte 2 : Crues historiques et désordres .....	24
Carte 3 : Reportage photographique.....	36
Carte 4 : Réseau hydrographique, ouvrages et bassins versants .....	40
Carte 5 : Enjeux.....	45

## TABLEAUX

Tableau 1 : Bassin versant des Gardons : débits de pointe de référence pour différentes périodes de retour ( $m^3/s$ ) .....	13
Tableau 2 : Caractéristiques des pluies de références SHYREG construites sur le BV du Gardon .....	15
Tableau 3 : Caractéristiques des pluies SHYREG sur un pixel d'Anduze .....	15
Tableau 4 : Coefficients a et b de Montana à Nîmes-Courbessac (1964-2008).....	16
Tableau 5 : Estimation des quantiles de pluies de courtes durées à Nîmes-Courbessac (1964-2008) .....	16
Tableau 6 : Données recueillies et informations utiles à l'étude extraites .....	28

# GLOSSAIRE

<b>BV :</b>	Bassin versant
<b>CG30 :</b>	Conseil Général du Gard
<b>CN :</b>	Curve Number (méthode SCS) : coefficient représentatif de la nature du sol, de son occupation et des antécédents pluviaux
<b>DCE :</b>	Directive Cadre sur l'Eau
<b>DIREN LR :</b>	Direction Régionale de l'Environnement du Languedoc-Roussillon
<b>DDTM30 :</b>	Direction Départementale des Territoires et de la Mer du Gard
<b>.DWG :</b>	Extension de fichier informatique de dessin réalisé avec le logiciel Autocad
<b>EP :</b>	Eaux pluviales
<b>FBG :</b>	Méthode de la DDE30 dite de Bressand-Golossof de calcul des débits rares dans le Gard
<b>IGN25 :</b>	Carte de l'IGN au 1/25000 <sup>ème</sup>
<b>PCS :</b>	Plan Communal de Sauvegarde
<b>PHE :</b>	Plus Hautes Eaux
<b>PPRi :</b>	Plan de Prévention des Risques Inondation
<b>PR :</b>	Poste de relèvement des eaux usées
<b>Q :</b>	Débit d'un cours d'eau en m <sup>3</sup> /s
<b>RD :</b>	Rive droite
<b>RG :</b>	Rive gauche
<b>SAC :</b>	Service d'Annonce de Crues
<b>SCS :</b>	Soil Conservation Service
<b>SDAPI :</b>	Schéma Directeur d'Aménagements pour la Prévention des Inondations
<b>STEP :</b>	Station d'épuration
<b>SMAGE :</b>	Syndicat Mixte pour l'Aménagement et la Gestion Equilibrée des Gardons
<b>T :</b>	Période de retour en années
<b>TC :</b>	Temps de concentration
<b>ZI :</b>	Zone inondable

# PREAMBULE

Suite aux dernières inondations de septembre 2002, 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 PLU en cours d'élaboration le risque inondation, qu'il s'agisse des débordements de cours d'eau et/ou de ruissellement pluvial.

La commune est couverte par un R111-3 valant PPRi concernant les crues du Gardon d'Anduze, et approuvé en 1995.

Lors de la crue de 2002, la commune d'Anduze a été classée en catastrophe naturelle. Certaines zones destinées à l'urbanisation future ont été inondées, des voiries, des habitations. Le centre ville a été touché par des ruissellements combinés à la montée des eaux du Gardon.

La présente étude a pour but de définir les zones soumises au risque inondation pour les ruisseaux du Veyrac, du Graviès et de l'Olivier et pour le ruissellement. Elle se déroule selon les étapes suivantes :

- **Phase 1 : Recueil des données et état des lieux, approche globale des enjeux,**
- Phase 2 : Elaboration des crues de projet, modélisation hydraulique, tracé de l'aléa inondation, cartographie du risque inondation,
- Phase 3 : Zonage pour intégrer la problématique inondation et pluvial dans les documents d'urbanisme.

**L'objet du présent dossier concerne le rendu de Phase 1.**

## 1. CONTEXTE HYDRAULIQUE

Afin de mener à bien cette étude, il était indispensable de réaliser un état des lieux pour bien comprendre notamment les phénomènes d'inondation en situation actuelle en s'appuyant sur des données issues de la **bibliographie, des témoignages et des reconnaissances de terrain**. Ces informations sont mises en parallèle avec les enjeux présents afin de clarifier la zone d'étude et le type d'approche selon le contexte hydraulique, les désordres et enjeux associés.

### 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. Un projet de prolongement de cet ouvrage vers l'aval est actuellement à l'étude pour mieux protéger les biens et les personnes. 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. Il est à noter que l'extrême sud du bassin versant est destiné à l'urbanisation. 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 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 du Gardon, qui occupent une large emprise de la zone urbaine dense d'Anduze et plus en aval vers la station d'épuration, et conditionnent, 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.**

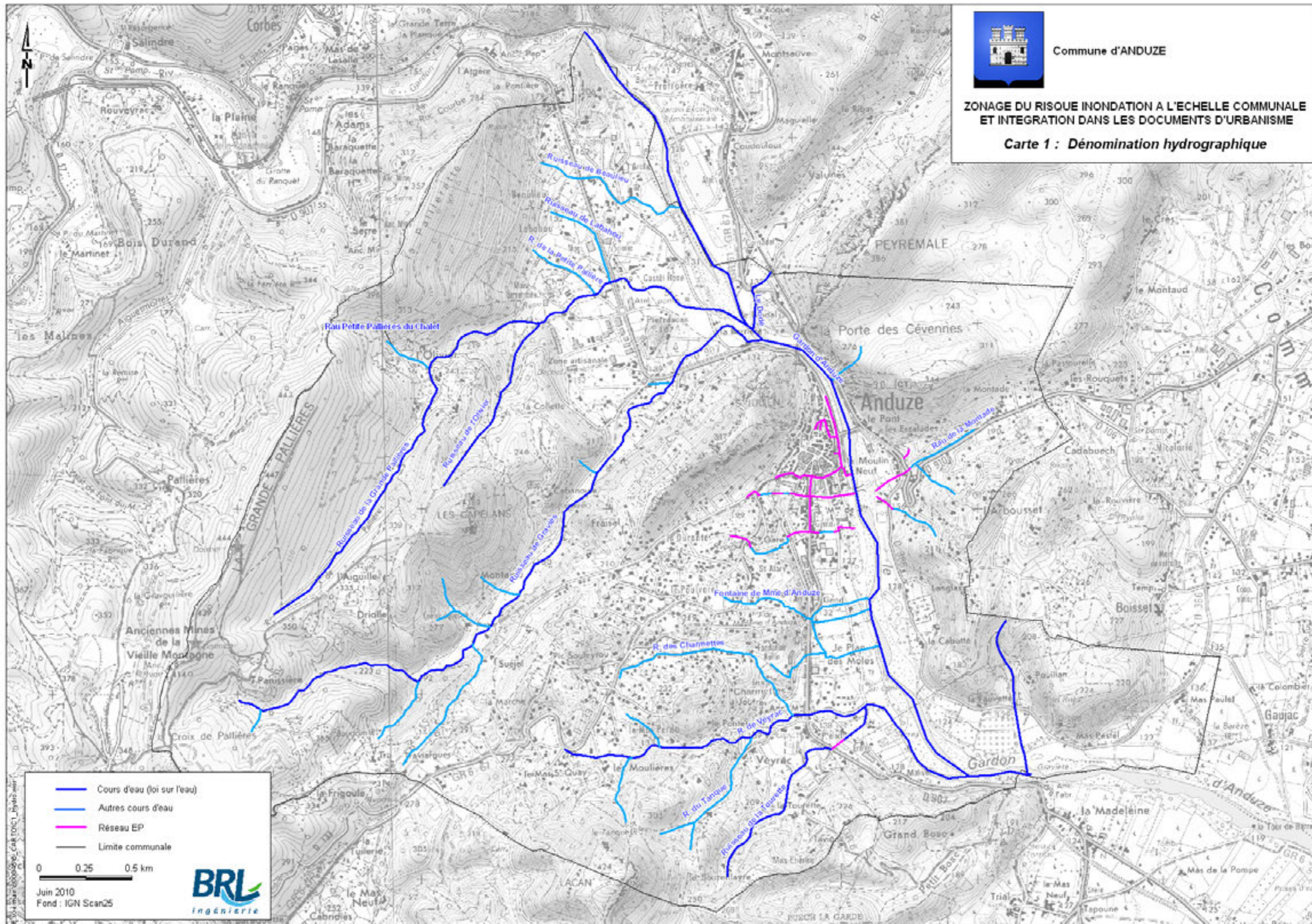
**Ces deux dernières problématiques concernent la présente étude.**



Commune d'ANDUZE

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

Carte 1 : Dénomination hydrographique



- Cours d'eau (loi sur l'eau)
- Autres cours d'eau
- Réseau EP
- Limite communale

0 0.25 0.5 km

Juin 2010  
Fond : IGN Scan25

**BRL**  
Ingénierie

## 2. ETAT DES LIEUX

Cette première étape permet :

- de faire une première analyse du fonctionnement des axes d'écoulement (ruisseaux et pluvial) à travers les données collectées, les témoignages recueillis et le travail de terrain,
- de localiser les principaux désordres, leurs possibles causes, leurs récurrences et leurs effets,
- d'identifier les enjeux existants et futurs associés à ces désordres ou en limite de la zone à risque telle que délimitée à ce jour.

### 2.1 RECUEIL ET ANALYSE DES DONNEES EXISTANTES

Les données ont été recueillies auprès de :

- \* la Mairie (sources observations Police Rurale et Administrés),
- \* le CG30 service de l'eau et des rivières et service ouvrages d'art,
- \* la DDTM30 unité risques inondations,
- \* le SMAGE des Gardons.

Ainsi que via les documents en ligne sur internet :

- \* Atlas des zones inondables du Gardon :  
<http://www.languedoc-roussillon.ecologie.gouv.fr/zi/hydrogeomorphologie/gardons/CDROM/zoom/07.html>
- \* Cartographie du risque inondation de la DIREN LR  
<http://carto.languedoc-roussillon.ecologie.gouv.fr/index.php>
- \* Documents du SMAGE :  
<http://www.les-gardons.com/>
- \* PPRi : site de la Préfecture pour l'information aux acquéreurs  
[http://www.gard.pref.gouv.fr/sections/securite/securite\\_civile/risques\\_majeurs/pdf\\_informations\\_acq/documents\\_communaux1078/anduze/](http://www.gard.pref.gouv.fr/sections/securite/securite_civile/risques_majeurs/pdf_informations_acq/documents_communaux1078/anduze/)
- \* Atlas des PHE du Gard  
[http://rp.gard.equipement.gouv.fr/AtlasPHE/affichercarte?com=15\\_12](http://rp.gard.equipement.gouv.fr/AtlasPHE/affichercarte?com=15_12)
- \* Données pluviométriques :  
⇒ Observatoire Hydro-météorologique Méditerranéen Cévennes Vivarais :  
<http://194.254.67.232:8080/Sevnol2/>

### 2.1.1 Etudes existantes

Les études et documents existants intéressants l'étude ont été recueillis et utilisés.

#### PPR INONDATION DU GARDON D'ANDUZE (1)

*Document approuvé le 27/04/1995 il s'agit d'un R111-3 du code de l'urbanisme valant PPRi.*

La cartographie figure en annexe 1. Il s'agit de la zone inondable du Gardon d'Anduze concernant Anduze définie pour la crue de référence centennale ( $Q=2880 \text{ m}^3/\text{s}$ ) par une modélisation du CETE. La crue de 1958 était légèrement plus importante que la crue centennale sur le Gardon ( $Q=2940 \text{ m}^3/\text{s}$ ).

La zone inondable d'Anduze concernée par le PPRi du Gardon d'Anduze a été classée en secteur A, c'est-à-dire en zones naturelles. Il s'agit d'espaces qui lors de la crue de référence servent aux eaux de cheminements préférentiels d'écoulement, mais aussi de champ d'expansion. C'est principalement le lit majeur du Gardon avec notamment les zones de Castel Rose et du Plan des Môles en rive droite.

Ces secteurs sont caractérisés par :

- hauteur d'eau  $\geq 0.75 \text{ m}$
- vitesse  $\geq 0.60 \text{ m/s}$
- proximité du lit mineur à moins de 100 m des berges du Gardon ou 20 m de celles d'un affluent

Les zones urbanisées soumises à un risque moindre du fait de leur position en frange de la zone inondable (ou protégées tout ou partie par un ouvrage de type digue) ont été classées en secteur B. Il s'agit du chemin au sud du ruisseau de Graviès, le centre urbain d'Anduze en arrière de la digue et la partie ouest du Plan des Môles.

#### ETUDE DE L'ENDIGUEMENT D'ANDUZE (2)

*Réalisée pour le SMAGE des Gardons par ISL (2007 et 2010)*

La digue existante a été recensée comme intéressant la sécurité publique (ISP) par les services de l'Etat.

Une procédure de classement est en cours. Les propriétaires de la digue sont le Conseil général 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.

Le prolongement du mur digue a été retenu jusqu'au niveau du pont submersible, d'où sera réalisé une déviation routière passant le long du lit du Gardon et au pied d'une future digue en remblai protégeant des crues le centre urbain d'Anduze. Le dispositif devrait être complété par une porte étanche au niveau du passage routier face au pont submersible et des ouvrages permettant l'évacuation des eaux pluviales à l'arrière de la digue.

### REPERAGE DES SECTEURS LES PLUS EXPOSES AUX INONDATIONS A ANDUZE (3)

*Réalisée pour la DDE30 par Hydratec en mai 2004*

Cette étude a permis d'identifier sur la commune d'Anduze l'exposition de certains quartiers à l'aléa inondation.

Ce découpage a été réalisé à partir des limites de crue connues (crues rare type septembre 2002 et exceptionnelle type septembre 1958) et en fonction de facteurs hydrauliques (hauteurs d'eau et vitesse) au droit de la zone à enjeux. Il a été également pondéré par la proximité de la zone avec le lit mineur, ainsi que de la facilité à gagner une zone hors d'eau.

Il en découle la définition de 2 zones :

- ◆ Zones exposées au risque inondation le long du Gardon
- ◆ Zones peu exposées pour les secteurs situés dans la zone inondée pour des crues exceptionnelles du Gardon.

Il n'a pas été défini de zone très exposée au risque inondation sur la commune d'Anduze.

### ETUDES GLOBALES DES SOUS-BASSINS VERSANTS DU GARDON, SUITE A LA CRUE DES 8 ET 9 SEPTEMBRE 2002 – LOT 3 : LE GARDON D'ANDUZE (4)

*Réalisé pour le SMAGE par BRLi en 2004*

Une fiche de lecture figure en annexe 2-2, il est question ici seulement des éléments pouvant être intéressants pour l'étude ou intéressants dans la connaissance des ruisseaux de Veyrac, du Graviès et de l'Olivier.

#### *Hydrologie générale*

Une comparaison entre les pluies journalières<sup>1</sup> de Nîmes-Courbessac et celles de Cardet et de Générargues sur le bassin versant du Gardon d'Anduze aboutit à un rapport de 1,21 pour les périodes de retour 5, 10, 50 et 100 ans. Ce coefficient a été affecté aux pluies de Nîmes dans le calcul des débits.

Les principales caractéristiques physiques des sous-bassins versants des affluents du Gardon d'Anduze ont été étudiées. Concernant Anduze, elles sont présentées dans le tableau ci-dessous :

---

<sup>1</sup> D'après l'Estimation des hauteurs de précipitations d'occurrence rare pour des durées de cumul de 1 à 10 jours sur 3000 postes français, par la méthode du renouvellement (Météo France, juillet 1999)

<i>Sous-bassins versants du Gardon d'Anduze</i>	<i>Superficie (km<sup>2</sup>)</i>	<i>Longueur du plus long thalweg (km)</i>	<i>Pente moyenne (m/m)</i>	<i>Temps de concentration (h)</i>
Ruisseau l'Olivier	3	3,1	0,048	0,51
Ruisseau de Graviès	3,25	3,3	0,036	0,6
Ruisseau de Veyrac	2,2	2,1	0,059	0,35

Les débits de crue des affluents ont été définis par la méthode SCS (avec un Curve Number compris entre 55 et 64). Ils figurent dans le tableau ci-dessous :

<i>Sous-bassins versants du Gardon d'Anduze</i>	<i>Q 2 ans</i>	<i>Q 10 ans</i>	<i>Q 50 ans</i>	<i>Q 100 ans</i>	
	<i>m<sup>3</sup> / s</i>			<i>m<sup>3</sup>/s/km<sup>2</sup></i>	
Ruisseau l'Olivier	0,79	18	48	65	22
Ruisseau de Graviès	1,4	19	52	69	21
Ruisseau de Veyrac	0,01	11	35	48	22

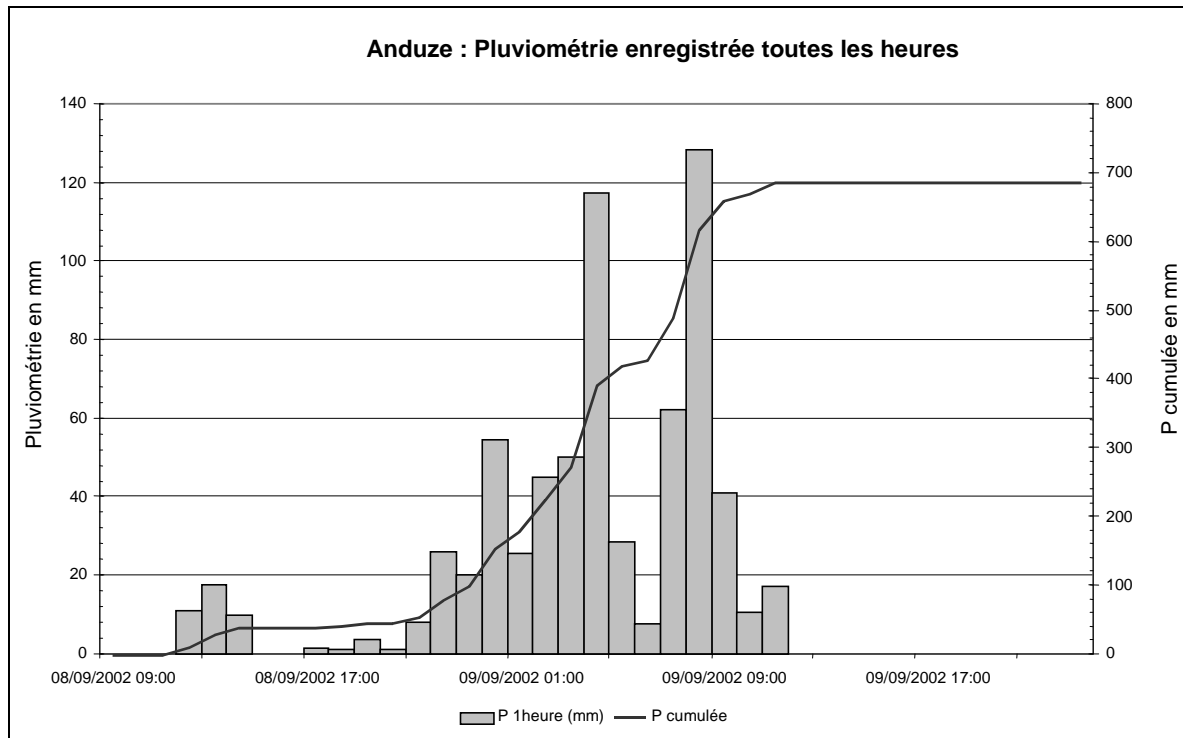
### *Septembre 2002*

Le bassin versant du Gardon d'Anduze est situé à l'épicentre dépressionnaire et a enregistré des lames d'eau de 350 à plus de 650 mm.

Les lames d'eau enregistrées à Générargues, Anduze, Cardet et Ners sont présentées dans le tableau ci dessous.

<i>Précipitations maximales enregistrées à divers pas de temps (mm)</i>						
<i>Stations</i>	<i>1h</i>	<i>2 h</i>	<i>6 h</i>	<i>12 h</i>	<i>24 h</i>	<i>Cumul des 08 et 09/09/02</i>
Générargues	106.8					589
Anduze	136,5	202,5	398	612	687	687
Cardet	94	143	296	500	683	684
Ners	92	163	277	413	594	594

Les stations ayant enregistré le plus de pluie sont Anduze et Cardet. Anduze est le point du département où il a été enregistré l'intensité maximale ; en 6h, il est tombé 398 mm et 612 en 12h ! La partie amont du bassin versant du Gardon d'Anduze n'a par contre pas été touchée par des cumuls de pluie très importants.



Par comparaison aux valeurs statistiques établies à Nîmes, l'évènement se situe dans des périodes de retour très rares supérieures à 100 ans que ce soit sur de courtes ou de longues durées. Mais, il convient d'être prudent car il est difficile d'extrapoler des valeurs extrêmes (> T=10 ans) à partir d'un échantillon qui ne dépasse pas 40 ans d'observations.

Par ailleurs, à une échelle régionale (Languedoc Roussillon), un cumul ponctuel de 690 mm (Anduze) a été évalué à une période de retour de 40 ans (cf. analyse de l'épisode pluvieux- Hydrosociences Montpellier pour le MEDD). Ce cumul se situe à la 5<sup>ème</sup> place dans l'espace méditerranéen entre 1825 et 2002. Des évènements comparables ont été observés en Languedoc Roussillon à plusieurs reprises : Aiguat d'octobre 1940 dans les Pyrénées Orientales, novembre 1999 dans l'Aude. Du point de vue pluviométrique, le caractère exceptionnel de cet évènement est donc à relativiser.

L'analyse hydrologique menée par le CEREVE pour le MEDD en novembre 2002 dans le cadre du retour d'expérience, a permis d'évaluer sur plusieurs cours d'eau les débits écoulés par application de formules hydrauliques empiriques au droit de section d'écoulement relevées sur le terrain.

D'après le CEREVE, il semble qu'à Anduze, plus de la moitié du volume écoulé corresponde à un écoulement retardé. Il semble que pour au moins une partie des affluents du gardon d'Anduze, la saturation complète des bassins versants n'a pas été atteinte et que les processus d'écoulement rapide n'ont pas été les seuls à participer à la crue, une bonne part de l'écoulement total pouvant être liée à des écoulements souterrains retardés. Ce phénomène souligne donc l'importance de l'effet tampon du karst.

Suite à 2002 les travaux d'urgence ont consisté sur Anduze en des reprises de VRD et des protections de berges en travaux d'urgence (enrochements).

## Synthèse des actions identifiées

Les actions proposées par objectif concernant les ruisseaux de Veyrac, de Graviès et de l'Olivier sont reprises ci-dessous.

### 1. Diminuer risques liés aux crues

Cours d'eau	N° fiche	Libellé de l'opération	Priorité	Montant investissement
Ruisseau de Graviès	16	Redimensionnement de la buse OGr3	1	Déjà réalisé
Ruisseau de l'Olivier	18	Protection ouvrages contournés en amont du bassin	1	Déjà réalisé
Ruisseau du Veyrac	22	Reconstruction du pont OVe6	1	36 000,00 €
Ruisseau du Veyrac	52	Redimensionnement des murs de protection dans la traversée d'Anduze	2	24 000,00 €
Ruisseau du Veyrac	53	Etude de faisabilité bassin de rétention en amont de la D.907	2	12 000,00 €
Ruisseaux de Graviès et l'Olivier	45	Etude de faisabilité bassin de rétention	2	36 000,00 €

### 2. Mieux prendre en compte le fonctionnement dynamique des cours d'eau

Cours d'eau	N° fiche	Libellé de l'opération	Priorité	Montant investissement
Ruisseaux de Graviès et l'Olivier	44	Restauration mur de soutènement	2	10 000,00 €

### 3. Préserver et entretenir les milieux rivulaires

Cours d'eau	N° fiche	Priorité	Montant investissement pour restauration	Montant investissement pour entretien
Ruisseau de Graviès	43	2	4 800,00 €	1 450,00 €
Ruisseau de Graviès	44	1	2 100,00 €	650,00 €
Ruisseau de Graviès	45	1	13 450,00 €	4 050,00 €
Ruisseau de l'Olivier	53	2	2 800,00 €	850,00 €
Ruisseau de l'Olivier	54	2	2 000,00 €	600,00 €
Ruisseau de l'Olivier	55	2	2 150,00 €	650,00 €
Ruisseau de Veyrac	60	1	12 000,00 €	3 600,00 €
Ruisseau de Veyrac	61	2	1 750,00 €	550,00 €

### 4. Améliorer la qualité des eaux

Cours d'eau	N° fiche	Libellé de l'opération	Priorité	Montant investissement
Ruisseau de l'Olivier	47	Aménagement sentier thématique	2	6 000,00 €

Des travaux d'entretien de la ripisylve ont été lancés sur le bassin versant du ruisseau de Graviès.

SCHEMA DIRECTEUR D'AMENAGEMENTS POUR LA PREVENTION DES INONDATIONS DANS LE DEPARTEMENT DU GARD – BASSINS VERSANTS DU VIDOURLE ET DES GARDONS (5)

Réalisée pour le CG30 par ISL de 2003-2004

Suite aux inondations dramatiques des 8 et 9 septembre 2002, faisant suite à 1958 en ce qui concernent les grosses crues sur le bassin versant des Gardons, le Syndicat Départemental d'Aménagement et de Gestion des Cours d'Eau et des Milieux Aquatiques du Gard a souhaité l'élaboration d'un schéma directeur d'aménagements d'écrêtement des crues sur le territoire gardois pour une meilleure protection contre les inondations.

Cette étude est analysée ici pour l'aspect hydrologique. Par ailleurs nous faisons un bilan de manière générale concernant le Gardon d'Anduze en termes de proposition d'aménagement visant à réduire les inondations. Cette étude s'est déroulée en plusieurs étapes :

➤ **Premier recensement des sites potentiels de stockage, septembre 2003**

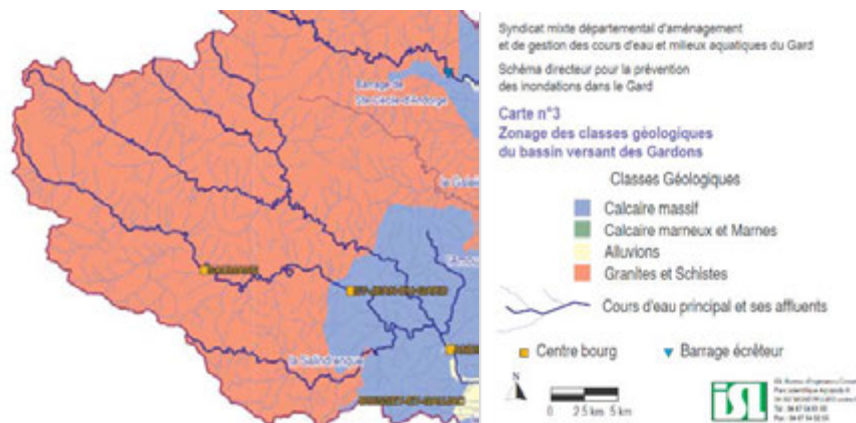
A l'issue de cette première partie, un site a été retenu en amont du verrou de la Porte des Cévennes – site n°605 (cf. carte en annexe 2-3). Il n'a pas été proposé au cours de cette étude de site de stockage sur les 3 bassins versants des ruisseaux de l'Olivier, de Graviès et du Veyrac.

➤ **Présentation et calage du modèle de propagation des Gardons, décembre 2004**

BV du Gardon d'Anduze d'environ 545 km<sup>2</sup>. Calculs hydrologiques basés sur le modèle pluie-débit de l'hydrogramme unitaire du Soil Conservation Service, puis propagation de type Muskingum.

✱ Détermination de CN :

Zonage en fonction de la **nature géologique** : BV Gardon d'Anduze principalement sur granite et schistes en amont et calcaires massifs en aval (schistes et granites catégorie la moins captive, calcaire massif presque la plus captive)



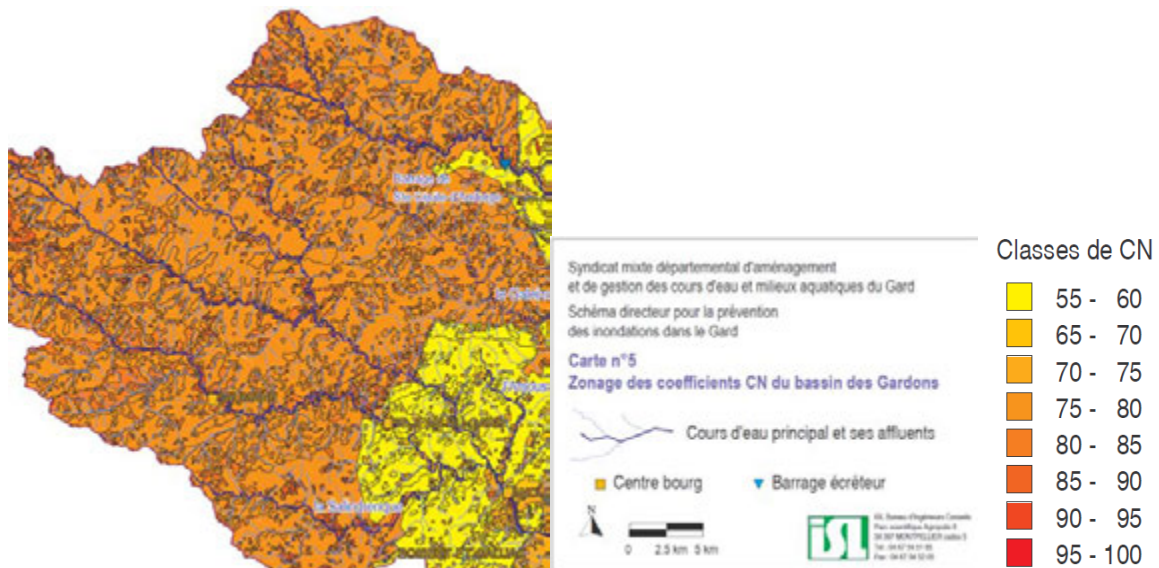
Zonage par rapport à l'**occupation des sols** : zones boisées feuillus et résineux dominants



CN retenu en considérant des antécédents pluvieux moyens :

Valeurs de CN		1	2	3	4
		Granites Schistes	Calcaires marneux	Calcaires massifs	Alluvions
1	Aéroports, Centres bourgs et Centres anciens	95	93	91	90
2	Réseau routier	95	93	91	90
3	Zones industrielles et commerciales, Zones portuaires, Habitats continus collectifs et individuels	95	90	87	85
4	Habitats discontinus collectifs et individuels	85	78	73	70
5	Territoires agricoles	86	78	73	70
6	Zones boisées feuillus et résineux dominants	75	65	58	55
7	Chantiers mines décharges, Espaces de sport et loisir, Zones humides, Lagunes, Marais salant, Zones végétalisées non boisées	82	74	68	65
8	Zones peu ou pas végétalisées, Roches nues	80	75	72	70
9	Cours d'eau, Plans d'eau	100	100	100	100

Source : page 16 rapport ISL



- \* Temps de concentration retenu, c'est-à-dire temps de réaction du bassin versant : formule de Ventura-Passini affectée d'un coefficient correcteur (paramètre de calage)
- \* Pluies de projet : construction de pluies de projet sur la base de pluies fournies par le CEMAGREF : estimation des quantiles de pluies pour différentes périodes de retour et durées à l'exutoire des 131 sous bassins versants du modèle

### ➤ Prédimensionnement et hiérarchisation multicritère des sites de stockage des Gardons, décembre 2004

L'ouvrage imaginé sur le Gardon d'Anduze en amont de la Porte des Cévennes a été envisagé afin de retenir les eaux dans une zone où le lit est relativement large.

Cet ouvrage coupe un bassin versant de 545km<sup>2</sup> environ, pour un volume stocké d'environ 1Mm<sup>3</sup>. Toutefois l'installation d'un barrage de 5 à 10m de haut rend submersible les activités de la plaine (campings, Bambouseraie,...) avec une surface recouverte de 41 hectares.

Le débit de projet du Gardon d'Anduze définit au droit du barrage est de 5 016 m<sup>3</sup>/s pour une crue millennale. Ce site potentiel a été écarté du fait que les hauteurs engendrées de la crue de projet du barrage sont très largement supérieures aux PHE relevées en aval et notamment au droit de la zone urbaine d'Anduze.

La fiche du site figure en annexe 2-3.

Dans l'analyse multicritères sur les autres sites définit sur l'ensemble du bassin versant, un classement a été réalisé sur :

- \* l'efficacité hydraulique (locale, individuelle et collective)
- \* le coût,
- \* la sensibilité environnementale,
- \* l'occupation des sols et l'emprise de la retenue

**Actuellement seul un site sur Saint-Geniès-de-Malgoires qui a un effet local important vis-à-vis des enjeux (protection des lieux habités), est en projet (inauguration en octobre 2010). Aucune autre retenue n'est à l'étude à ce jour sur le bassin versant des Gardons.**

## REFERENTIEL HYDROLOGIQUE SUR LE BASSIN VERSANT DES GARDONS (6)

*Réalisée pour la DDE30 par ISL en octobre 2005*

L'objet est la réalisation d'un référentiel hydrologique sur le BV des Gardons (logiciel Ecret utilisant la méthode SCS)

*Tableau 1 : Bassin versant des Gardons : débits de pointe de référence pour différentes périodes de retour (m<sup>3</sup>/s)*

Noeud	Situation	Surface BV (km <sup>2</sup> )	10 ans	20 ans	50 ans	100 ans	Crue de septembre 2002
GZ1	Gardon Anduze confluence Gardons St Jean/Mialet	505	1259	1901	2553	3091	2642
GZ2	Gardon Anduze confluence Gardon d'Anduze/Amous	527	1298	1967	2603	3207	3202
GZ3	Gardon d'Anduze – pont de la voie ferrée	539	1313	1994	2625	3258	3395

## SHYREG : UNE METHODE POUR L'ESTIMATION REGIONALES DES DEBITS DE CRUE – APPLICATION AUX REGIONS MEDITERRANEENNES FRANÇAISES (7)

*Réalisée pour le CEMAGREF en 2003*

Il s'agit de la méthode régionalisée de SHYPRE qui a pour but de fournir des quantiles de pluies et de débits pour une large gamme de durées et de périodes de retour en chaque km<sup>2</sup> de la région étudiée.

Les données fournies par le CEMAGREF se font par pixel de 1 km<sup>2</sup>, par période de retour et par durée de pluie.

*Voir ci-dessous détails de la méthode (cf 2.1.2).*

## 2.1.2 Pluviométrie

La pluviométrie de la zone peut être appréhendée au niveau de différentes sources.

### STATIONS

Enregistrements des pluies réelles et des pluies journalières aux deux stations suivantes :

- Anduze : station DDE (SPC Grand Delta)
- Générargues : station Météo-France située dans la Bambouseraie

Enregistrement des pluies de courtes durées :

- Générargues sur la période 1998-2008
- Anduze sur la période 1980-2008
- Nîmes-Courbessac sur la période 1964-2008

### PLUIES DE REFERENCE SHYREG ETUDE SDAPI (5)

Le Cemagref d'Aix-en-Provence a fourni à ISL une estimation des quantiles de pluies pour différentes périodes de retour (10, 20, 50 et 100 ans) et différentes durées (1, 3, 6, 12, 24 et 48 h) à l'exutoire des 131 sous-bassins versants définis pour le modèle ECRET<sup>ISL</sup> des Gardons. Ce calcul s'est appuyé sur la méthode SHYREG développée par le Cemagref.

Les quantiles de pluie sont le fruit de l'agrégation des quantiles calculés sur des surfaces unitaires de 1 km<sup>2</sup>. Un coefficient d'abattement spatial a donc été appliqué. Le coefficient d'abattement spatial retenu a été mis au point par le Cemagref sur la région Languedoc-Roussillon. Sa formule est la suivante :

$$K = \frac{1}{1 + \frac{0.02\sqrt{S}}{(1-F)^{0.07} t^{0.33}}}$$

Avec

- S : la superficie du bassin versant en km<sup>2</sup>
- t : la durée de pluie en heures
- F : la fréquence au non dépassement

A partir de ces informations de base, quatre évènements de référence de périodes de retour 10, 20, 50 et 100 ans ont été construits en considérant, pour chaque évènement, une pluie homogène moyenne abattue centrée et d'une durée totale 48 heures sur l'ensemble du bassin versant des Gardons.

*Tableau 2 : Caractéristiques des pluies de références SHYREG construites sur le BV du Gardon*

Durée de la pluie en heures	Cumul pluviométrique abattu en mm			
	T = 10 ans	T = 20 ans	T = 50 ans	T = 100 ans
1	31	47	57	60
3	64	91	108	120
6	98	138	163	180
12	137	192	226	258
24	163	235	296	353
48	209	286	355	413

Remarque : avec un cumul pluviométrique maximum en 24 heures sur l'ensemble du bassin versant des Gardons de l'ordre de 380 mm, la crue de septembre 2002 apparaît comme supérieure à la crue centennale (T=100 ans) de référence.

## PLUIES SHYREG A ANDUZE

Les quantiles récupérés dans le cadre de l'étude citée précédemment ne convenant pas pour la présente étude (lame d'eau moyenne sur le BV des Gardons), les quantiles SHYREG d'un pixel d'Anduze ont été commandés. Ils sont indiqués dans le tableau suivant :

*Tableau 3 : Caractéristiques des pluies SHYREG sur un pixel d'Anduze*

Durée de la pluie en heures	Cumul pluviométrique abattu en mm		
	T = 10 ans	T = 50 ans	T = 100 ans
1	55.4	80.9	93.5
2	77.6	111.1	126.6
3	97.3	135.4	152.2
4	112.1	154.8	173.8
6	135.5	189.6	215.7
12	188.9	278.6	315.1
24	248.7	372.7	421.9
48	295.7	437.6	493
72	313	462.8	521.7

## PLUIES DE COURTES DUREES 6 MIN

On ne dispose de données pluviographiques à la station d'Anduze gérée par le SPC Grand Delta que depuis 1980. De même, les postes pluviographiques de Générargues (Météo-France) et de Mialet (SPC Grand Delta), proches de la zone d'étude ont été respectivement installés en 1998 et 1989. La période d'observation est donc trop restreinte pour effectuer une statistique directement à partir de ces données.

Néanmoins, on dispose des ajustements statistiques sur les pluies de courtes durées à la station Météo-France de Nîmes-Courbessac calculés sur la période de 1964 à 2008. La loi d'ajustement de Gumbel a été retenue pour les durées inférieures à 1 heure et celle de Jenkinson a été retenue pour les durées supérieures à 1 heure. La cassure de Montana est observée à 3 heures.

La loi de Montana utilisé est la suivante :  $i = at^{-b}$

Avec

- $i$  : intensité pluviométrique en mm/h pour la période de retour considérée
- $t$  : durée de la pluie en heures
- $a$  et  $b$  : coefficients de Montana

Tableau 4 : Coefficients  $a$  et  $b$  de Montana à Nîmes-Courbessac (1964-2008)

Période de retour (ans)	durée de la pluie <3h		durée de la pluie >3h	
	b	a	b	a
10	0.46	57.54	0.79	78.18
20	0.44	68.29	0.79	100.32
50	0.40	83.58	0.79	136.89
100	0.37	96.14	0.80	171.64

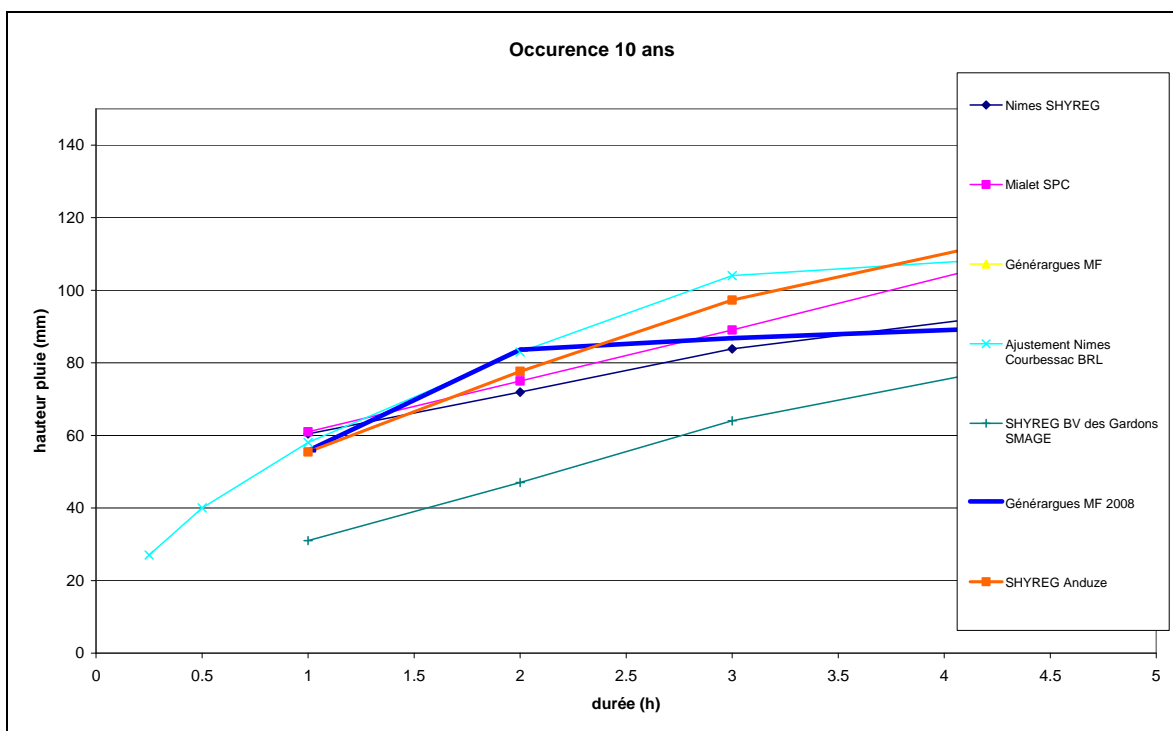
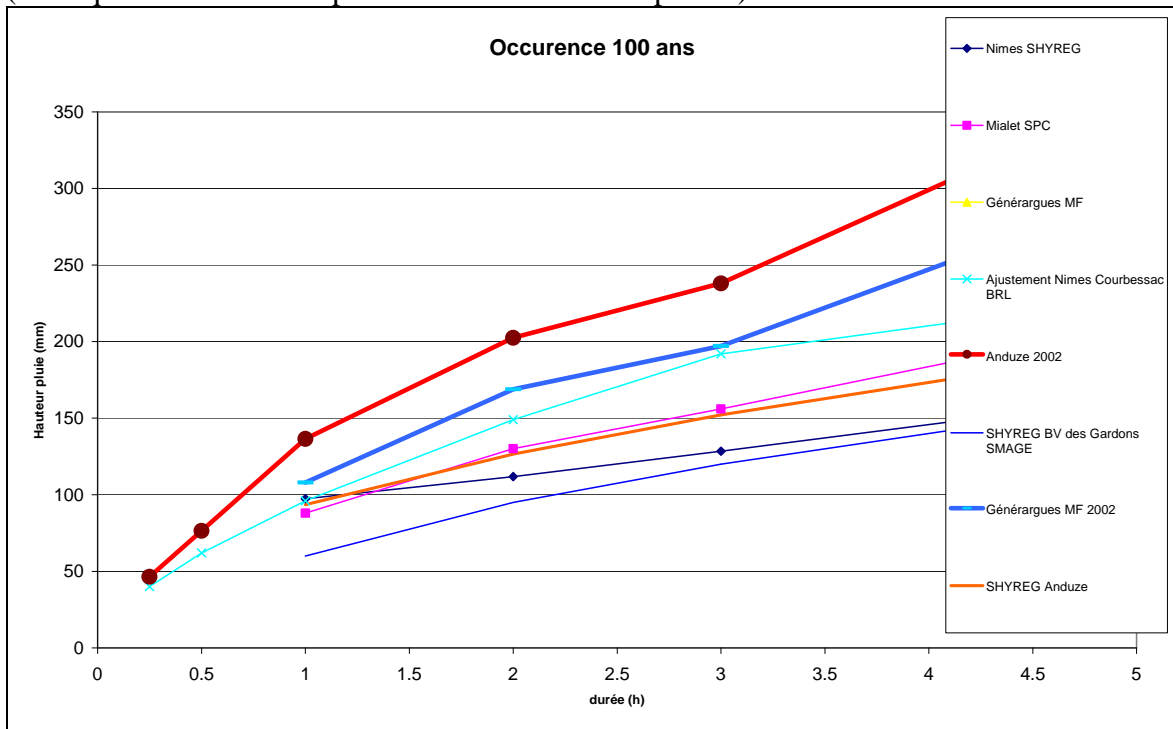
Tableau 5 : Estimation des quantiles de pluies de courtes durées à Nîmes-Courbessac (1964-2008)

Période de retour (ans)	Quantiles de précipitations (mm)								
	6 min	15 min	30 min	1h	2h	3h	6h	12h	24h
2	11	17	24	33	46	55	58	69	81
5	15	23	33	47	67	82	89	103	120
10	17	27	40	58	83	104	115	133	155
20	19	31	46	68	101	127	146	169	195
40	20	35	53	80	120	153	184	212	245
50	21	36	55	84	127	162	198	228	263
100	22	40	62	96	149	192	247	284	326

On dispose également des estimations des quantiles de pluies en 24 heures d'occurrence 10, 20, 50 et 100 ans à la station Météo-France de Générargues (Bambouseraie) sur la période 1964-2005, qui sont respectivement de 182, 234, 324 et 411 mm. La loi de Log-Pearson III a été retenue (cf. Reprise des Etudes Hydrologiques des Barrages du Gard – BRLi, 2008).

Ces quantiles de pluies 24 h peuvent être comparés aux quantiles annoncés par SHYREG Anduze sur 24h, à savoir, pour les occurrences 10, 50 et 100 ans respectivement, 249mm (écart de + 37 %), 373mm (écart de + 13 %) et 422 mm (écart de + 3 %).

Ces diverses données ont été portées sur un graphique, pour les occurrences 10 et 100 ans (ainsi que l'évènement septembre 2002 à titre comparatif).



Mialet SPC : données issues du pluviomètre à la station du Service de Prédiction des Crues de Mialet  
Nîmes Courbessac BRL : données issues de la station Météo-France de Nîmes Courbessac et mises à jour par BRL avec données allant de 1964 à 2008.

On observe que la pluie d'Anduze de septembre 2002 (en rouge sur le premier graphique) est bien supérieure à la crue centennale. D'autre part, d'après les graphiques, les pluies de durées inférieures à 3h sont plus importantes sur la station de Nîmes Courbessac (ajustement BRL), que sur Anduze (SHYREG). Les courbes se rejoignent vers 1h. Pour les durées inférieures à 1h, il est donc proposé de prendre les quantiles de Nîmes Courbessac.

Les quantiles retenus pour la commune d'Anduze sont donc les suivants :

Période de retour (ans)	Quantiles de précipitations (mm)								
	6 min	15 min	30 min	1h	2h	3h	6h	12h	24h
10	17	27	40	55.4	77.6	97.3	135.5	188.9	248.7
50	21	36	55	80.9	111.1	135.4	189.6	278.6	372.7
100	22	40	62	93.5	126.6	152.2	215.7	315.1	421.9

**Dans le cadre de la présente étude nous proposons d'utiliser les pluies de courtes durées inférieures à 1h de Nîmes-Courbessac actualisées à 2008 et les quantiles du SHYREG Anduze au-delà de 1h. En effet la taille des sous-bassins versants va nécessiter l'utilisation des pluies inférieures à 1h.**

**Le tracé de la zone inondable sera établi à partir de la pluie d'Anduze de septembre 2002, crue historique supérieure à l'occurrence centennale.**

### 2.1.3 POS / PLU

Le POS d'Anduze en vigueur a été approuvé le 20/12/2002.

Le passage en PLU a été entrepris il y a quelque temps, mais la première version est apparue comme nécessitant des compléments d'information, notamment en termes de quantification du risque d'inondation par crue torrentielle. Certaines zones destinées à une urbanisation future (et parfois déjà partiellement urbanisés) ont été touchées par la crue septembre 2002.

Cette étude va permettre de compléter la démarche de passage en PLU de la commune d'Anduze.

### 2.1.4 Données sur les crues historiques

La commune a fait l'objet d'un classement en catastrophe naturelle pour inondation et coulées de boue aux dates suivantes :

- 21/09/1992
- 03/10/1995
- 08/09/2002
- 22/10/2008
- 02/11/2008

Par ailleurs, les événements historiques connus sur la commune d'Anduze se trouvent synthétiser dans le tableau suivant en fonction de leur cumul pluviométrique sur 24h à la station Météo-France à la Bambouseraie

**Liste des évènements pluvieux majeurs enregistrés au poste pluviographique de Générargues au regard du maximum de pluie en 24 heures sur la période de 1942 à 2008**

Rang	Jour 1	Jour 2	p24h_max (mm)
1	08/09/2002	09/09/2002	539.4
2	03/10/1995	04/10/1995	219.0
3	21/10/2008	22/10/2008	204.6
4	21/09/1992	22/09/1992	192.0
5	30/03/1948	31/03/1948	167.0
6	30/09/1958	01/10/1958	165.5
7	03/10/1958	04/10/1958	161.9
8	27/05/1998	28/05/1998	159.2
9	15/09/1970	16/09/1970	154.8
10	12/09/1976	13/09/1976	150.0

Ce sont les  v nements 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 de référence 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  v nements 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  v nement 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) 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 vue 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**.

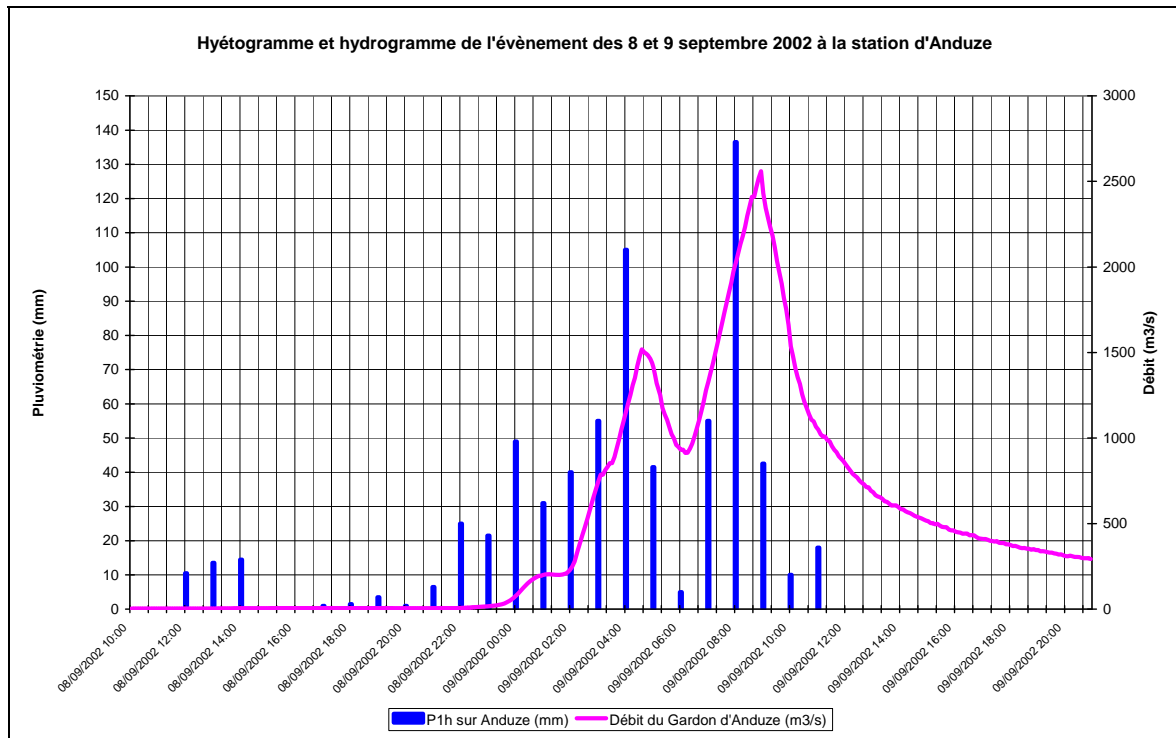
Concernant cet épisode pluvieux, les zones traduites dans le POS d'Anduze UA, UAr et UB regroupant les habitats denses de la vieille ville (quais du Gardon, le centre en rive droite et la partie de la ville située à l'est de la D.907) ont été inondées. Les zones UC et UCr (habitats éparses nécessitant un étage pour les zones identifiées avec « r ») au niveau du plan des Moles en rive droite du Gardon ont été également touchées. La zone UE et UEs 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 IIINA<sup>a</sup>, 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 (voir fiche travaux d'urgence Anduze). Aujourd'hui ce pont (O014) 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. Le pont OVe6 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 m<sup>3</sup>/s.



*Source : Données issues DDE30 station d'Anduze au pont de la voie ferrée*

L'onde de crue maximum arrive environ 1h30 après la **pluviométrie** la plus intense relevée à cette même station (avec l'heure de la tranche écoulée le 09/09) :

- P5mn max = 19,5mm relevés à 7h10
- P10mn max = 32 mm à 7h10
- P15mn max = 46,5 mm à 7h15
- P20mn max = 58 mm à 7h20
- P30mn max = 76,5 mm à 7h15
- P45mn max = 111 mm à 7h45
- P1h max = 136,5 mm à 8h00
- P2h max = 202,5 mm à 8h35
- P3h max = 238 mm à 8h40
- P6h max = 398 mm à 7h45
- P12h max = 612 mm à 8h40
- P24h max = 687 mm à 10h55

Il est rappelé ici les pluies courtes durées retenues à Anduze pour une période de retour :

Période de retour (ans)	Quantiles de précipitations (mm)								
	6 min	15 min	30 min	1h	2h	3h	6h	12h	24h
10	17	27	40	55.4	77.6	97.3	135.5	188.9	248.7
50	21	36	55	80.9	111.1	135.4	189.6	278.6	372.7
100	22	40	62	93.5	126.6	152.2	215.7	315.1	421.9

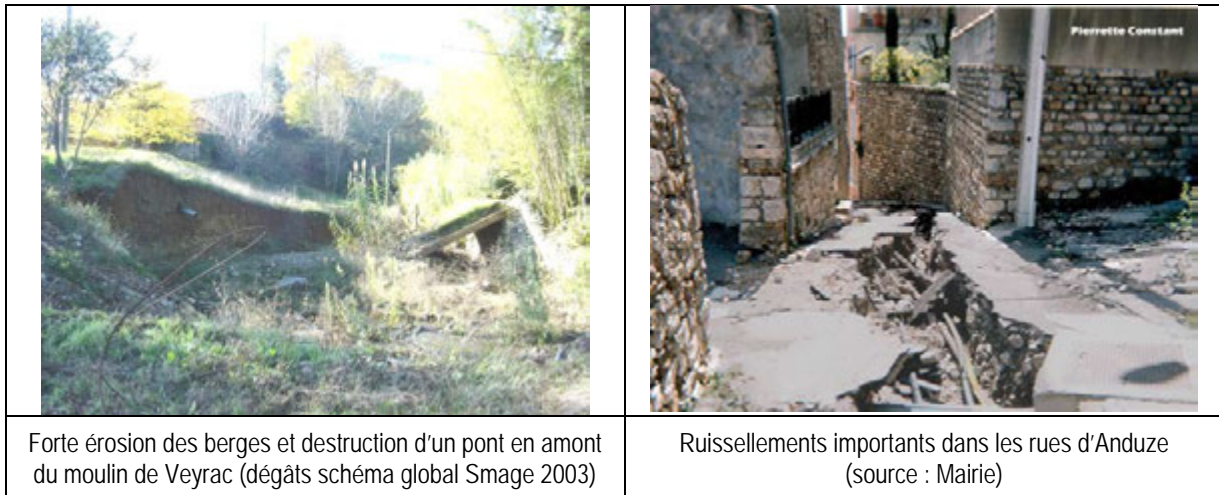
Les plus fortes intensités enregistrées le 09/09/2002 au matin correspondent à un évènement centennal sur la durée de 30mn. En tenant compte de durées de pluies supérieures à 1h, cet évènement dépasse très rapidement l'occurrence centennale (2h, 6h, 12h et 24h).

Aux dires de la population, les temps de réaction des affluents du Gardon ont été très rapides au droit d'Anduze (<15mn), notamment en début de matinée où les intensités pluviométriques ont été les plus fortes. En effet la commune d'Anduze détient le record concernant le cumul total et l'intensité pluviométrique maximale sur l'ensemble des communes du Gard touchées par cet épisode.

Cet évènement, centré sur Anduze, a causé le débordement de tous les affluents du Gardon quelque soit la taille du bassin versant.

Quelques photos, dont certaines ont été remises par des élus, figurent ci-dessous. Elles témoignent de la violence de l'évènement.

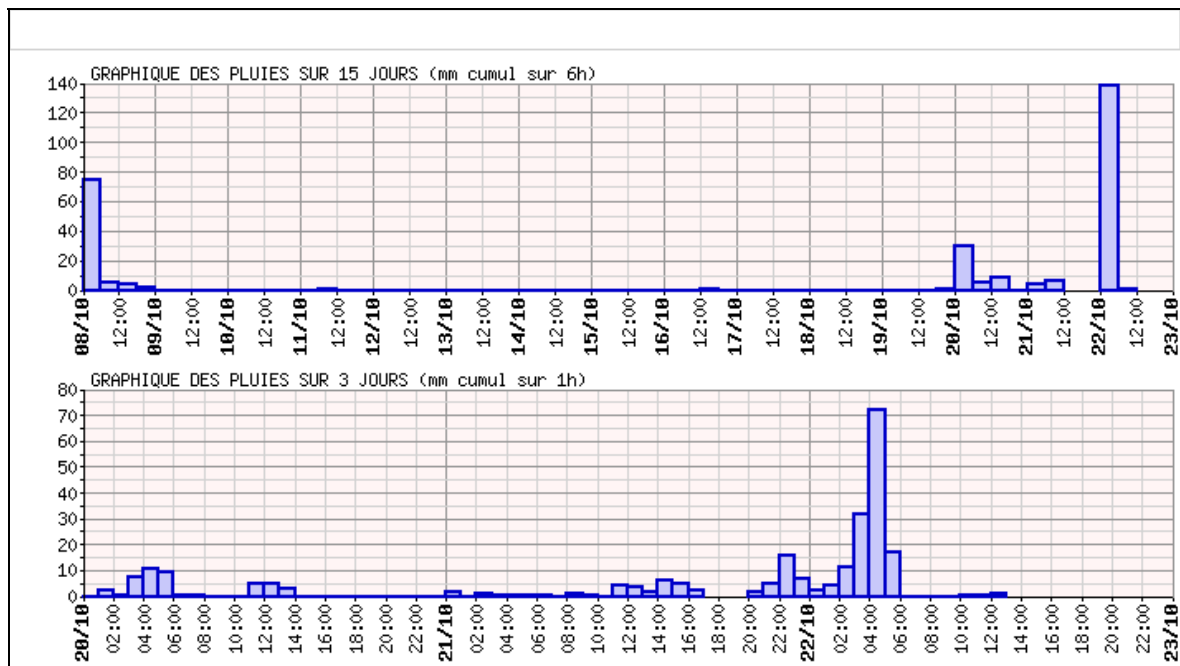
 <p>le Gardon en crue photo D. Jeannot</p>	 <p>le Gardon en crue photo D. Jeannot</p>
<p>Vue du lit du Gardon et du Pont Vieux durant le pic de crue (ruissellements visibles au bas de la route d'Alès)</p>	<p>Vue du Gardon durant le pic de crue et cascades d'eau au pied de la falaise de Peyremale</p>
	
<p>Vue du lit du Gardon d'Anduze et du Pont Vieux au maximum de la crue depuis l'aval (Ph. Verdier)</p>	<p>Forts ruissellements ayant entraînés destruction de la protection et une érosion de la berge sur le ruisseau de l'Olivier en aval de la RD.907 (dégâts schéma global Smage 2003)</p>



### 21-22 OCTOBRE 2008

Avec une hauteur de 5,70m à la station du SPC (pont de la voie ferrée) et un débit estimé à 1080 m<sup>3</sup>/s, la crue du Gardon d'Anduze d'octobre 2008 s'approche de la crue décennale, dont le débit a été estimé à 1300 m<sup>3</sup>/s par ISL à travers l'étude de l'endiguement (2007).

Les graphiques ci-dessous représentent la pluviométrie enregistrée à cette même station avec 2 échelles de lecture : en haut pluie cumulée sur 6h durant les 15j avant la dernière mesure et en bas pluie cumulée sur 1h durant les 3 jours précédents la dernière mesure.



Pluviométrie horaire à la station SPC d'Anduze du 20 au 22 octobre 2008

Le Gardon d'Anduze a débordé sur le parking au droit du pont submersible et les eaux ont gagné le lit majeur coté rive droite.

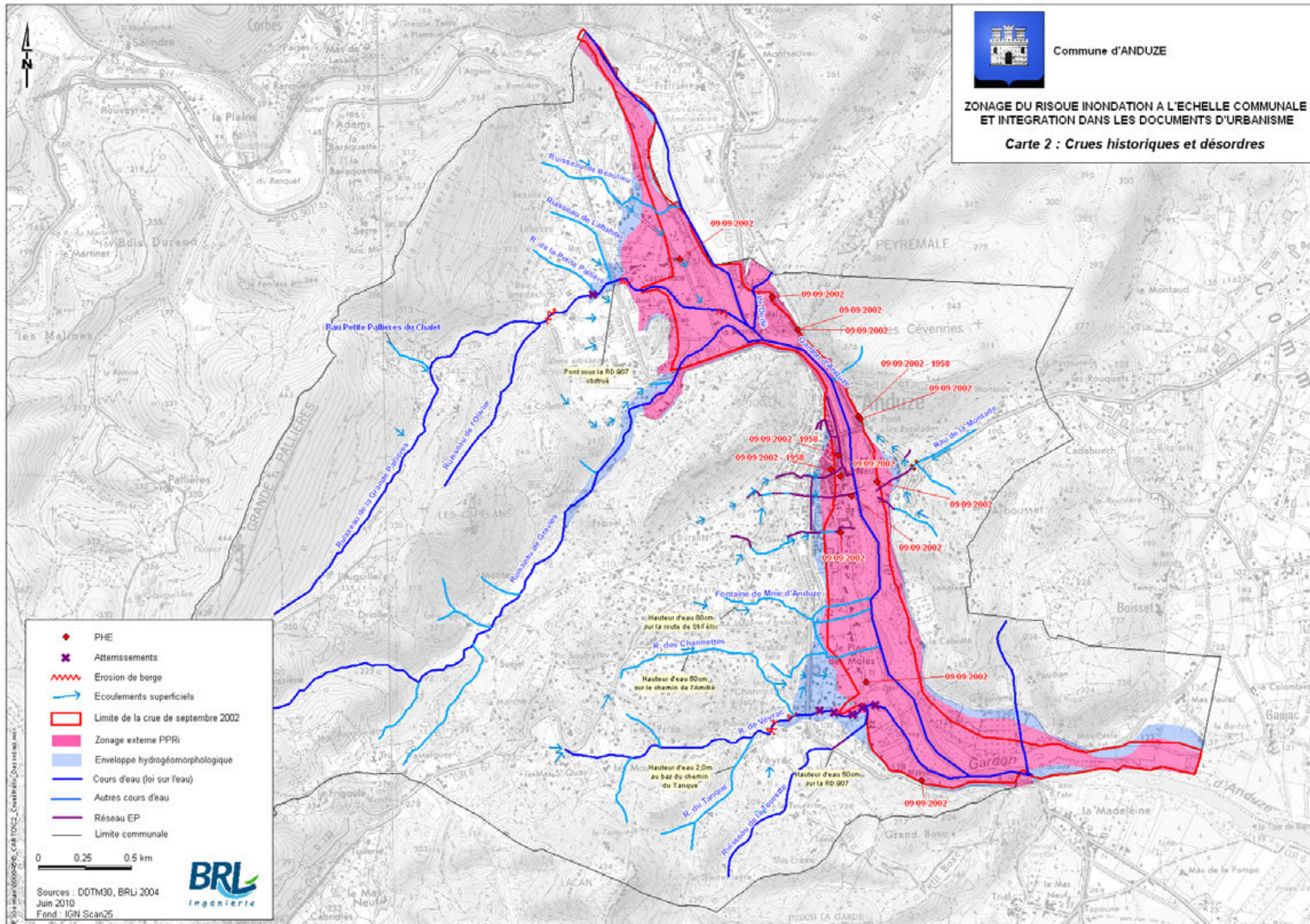
Les affluents n'ont pas engendré de problème particulier hormis des ruissellements sur la voirie ayant engendré quelques dégâts (chemins sur l'Olivier amont)



Commune d'ANDUZE

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

Carte 2 : Crues historiques et désordres



- ◆ PHE
- ✖ Atterrissements
- ~ Erosion de berge
- Ecoulements superficiels
- ▭ Limite de la crue de septembre 2002
- Zonage externe PPRi
- Enveloppe hydrogéomorphologique
- Cours d'eau (loi sur l'eau)
- Autres cours d'eau
- Réseau EP
- Limite communale

0 0.25 0.5 km

Sources : DDTM30, BRU 2004  
Jun 2010  
Fond : IGN Scan25



### 2.1.5 Données topographiques

La recherche de données vise à réduire le contenu de la campagne de levés topographiques qui représente un budget important dans les études hydrauliques de zonage du risque inondation. Nous avons prospecté auprès des différents interlocuteurs susceptibles de posséder des levés récents.

#### COMMUNE

La commune ne dispose pas de levés topographiques récents intéressant l'étude.

#### DDE30

La DDE a lancé début 2009 un appel d'offre concernant la réalisation d'un MNT sur le Gard. Cependant la mission n'est pas encore engagée et le degré de précision du document ne correspondra pas aux besoins de l'étude.

#### CG30

Dans le cadre de la réalisation du SDAPI du Gard (5), un levé topographique a été réalisé en 2004 dans le lit majeur du Gardon dans la zone où les ruisseaux de l'Olivier et du Graviès confluent avec le Gardon. Ces éléments permettront de préciser notamment la zone d'influence de la crue du Gardon sur les lignes d'eau de ces 2 ruisseaux.

Pour l'élargissement de la RD.907 sur la cote de Beaulieu à Anduze, il a été procédé à un levé topographique de la zone en situation actuelle. Par ailleurs, les données topo du futur ouvrage ont été précisées au cours de cette campagne.

#### SMAGE

Dans le cadre de l'étude du schéma global pour le SMAGE suite aux crues de 2002 un profil en long du Gardon d'Anduze avait été réalisé en 2004. Ces données ont été complétées par des profils en travers pour permettre de modéliser l'influence du pont submersible sur la ligne d'eau entre le verrou rocheux de la Porte des Cévennes et le camping le Maliver.

Le bureau d'études ISL traite actuellement l'étude de l'endiguement de la zone urbaine d'Anduze. Dans le cadre de cette étude préalable démarrée en 2007, 2 campagnes topo ont été menées :

- 2007 : levé de la digue actuelle et de la rive droite en aval de la zone urbaine
- 2010 : levé des chemins « creux » dans le lit majeur du Gardon en amont de la Porte des Cévennes (complétant levé topo pour la SDAPI) et des chemins rive gauche et rive droite le long du ruisseau de Graviès (en amont de la RD.907).

## 2.1.6 Projets

### URBANISME

Deux secteurs sur lesquels des terrains sont actuellement à lotir ont été identifiés:

- Rive droite du ruisseau de l'Olivier face à la maison de retraite (8 lots) ;
- Lotissement avec quelques parcelles disponibles entre le chemin de la Jouffre et le bassin de rétention sur la rive gauche du ruisseau des Charmettes. Seules les parcelles les plus proches du thalweg sont à acquérir.

De plus, il apparaît une volonté de la Mairie de créer une ZAC entre la Gare et l'actuelle Gendarmerie., le long de la RD.907.

D'autre part, il est engagé un processus pour prolonger l'ouvrage de protection de la zone urbaine d'Anduze en cas de crue du Gardon. Cet aménagement ira de pair avec la nouvelle déviation routière d'Anduze qui a pour objectif de réduire la circulation dans le centre-ville. Le bureau d'études ISL présente prochainement les résultats (courant 2010) qui seront intégrés au zonage inondation en cours.

### L'ASSAINISSEMENT PLUVIAL

L'amélioration de l'assainissement pluvial est un volet de l'étude en cours sur l'endiguement de la rive droite menée par ISL. Les éléments retenus du projet seront détaillés ici à l'issue de la réunion de présentation d'ISL.

## 2.2 RECONNAISSANCE DE TERRAIN ET ENQUETES

### 2.2.1 Enquêtes

#### REUNION DE DEMARRAGE LE 11/02/10

La présentation du déroulement de l'étude a été réalisée poursuivie par la collecte des données utiles à l'étude et la prise en compte des attentes de la mairie vis-à-vis de ce travail. Enfin une grande partie de la réunion a consisté en une description des événements des crues du Gardon et des dysfonctionnements hydrauliques connues sur la commune.

Le compte rendu de la réunion se situe en annexe 5.

#### VISITE DE TERRAIN LE 02/03/10

Une journée de terrain a été réalisée en compagnie de M. Marron, garde champêtre à Anduze, qui connaît très bien la commune et qui a une bonne connaissance des événements notamment celui de 2002.

Les principaux affluents du Gardon situés sur la commune ont été parcourus avec une attention particulière au droit des points de débordements préférentiels :

- Ruisseaux de Veyrac et affluents avec franchissement sous la RD.907 et évacuation vers le Gardon,
- Fontaine de Mme d'Anduze et débordements possibles par accumulation d'eau,
- Ruissellement pluvial versant ouest de la zone urbaine et en direction du Plan de Brie,
- Ruisseaux de l'Olivier et de Graviès avec remblai de la RD.907 intersectant leur lit mineur,

Les enjeux ont été identifiés en fonction des données recueillies, mais également de la perception faite des phénomènes lors de cette visite de terrain. Des photos des principaux ouvrages sur les affluents du Gardon ont été réalisées (paragraphe 2.2.2.1).

#### REUNION DE TRAVAIL LE 11/03/10

Cette réunion fut l'occasion de rencontrer M. Kraus, adjoint au Maire, afin de préciser certains points dans la collecte des données. Il a été récupéré le réseau schématique du pluvial sur la commune. Les principales sections ont été également renseignées.

Les enjeux ont été complétés à partir de la carte provisoire réalisée à l'issue de la première visite de terrain du 02/03/2010.

Les documents réalisés par M<sup>lle</sup> Pauline Aoust dans le cadre de projet de fin d'études pour entreprendre l'élaboration du Plan Communal de Sauvegarde de la commune d'Anduze (2005) ont été consultés. Ces éléments traduisent la non-opérationnalité du document, bien qu'une échelle de risques ait été ébauchée pour les principales crues du Gardon.

Cette deuxième visite a permis de compléter la première visite sur le terrain, notamment pour visualiser les problèmes de ruissellements liés à la présence de la route de Saint-Félix qui intercepte de nombreux bassins versants et ramène les eaux vers le plan de Brie.

Tableau 6 : Données recueillies et informations utiles à l'étude extraites

DOCUMENT	INFORMATION UTILE A L'ETUDE
PPRi Gardon d'Anduze (1)	Niveaux aval des modèles
Etude de l'endiguement d'Anduze (2)	Référence débits du Gardon
SDAPI (5) / SHYREG CEMAGREF (7)	Pluies de projets SHYREG échelle bassin versant des Gardons
Pluviométrie : stations DDE Anduze et Météo France Gènerargues	Pj et pluies réelles Pluies courtes durées Nîmes Courbessac Ratio 1.22 à appliquer aux pluies courtes durées de Nîmes pour Anduze
Topographie	SDAPI (5) et Etude de l'endiguement d'Anduze (2) 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

### 2.2.2 Reconnaissance de terrain

Les reconnaissances de terrain ont porté sur les réseaux enterrés, les réseaux de surface, les milieux récepteurs et l'occupation des sols.

- le 02/03/10 : les ruisseaux de l'Olivier, du Graviès et du ruisseau de Veyrac avec visualisation des points noirs hydrauliques. Les zones de forts ruissellements en dehors de ces bassins versants ont également été parcourues avec M. Marron.
- le 10/03/10 : reportage photo et découpage des bassins versants, plus particulièrement en amont du ruisseau de Veyrac, le long de la RD.133 (route de St-Félix).

Il a été rencontré par hasard deux personnes sur le terrain, qui ont confirmé ou précisées les indications fournies par le Garde Champêtre (M. Marron). Ces dernières ont été intégrées dans la carte n°2 d'observations des désordres liés aux crues des affluents du gardon d'Anduze.






A l'issue de la réunion du comité de pilotage du 29 mars, une enquête a été réalisée dans le chemin de l'Amitié pour connaître les hauteurs d'eau visualisées lors des pluies de septembre. M. Deleuze indique que les eaux ont atteint 50cm dans les jardins latéralement au chemin et que ce dernier a été profondément érodé. Cette observation est confirmée par le fait que le garage de la maison située en aval a été inondée par 40cm d'eau (traces visibles à l'intérieur).

Ce chemin de l'Amitié a été construit dans le lit d'un ruisseau (ancienne calade) et que les différentes couches de bitume ont engendrées son exhaussement par rapport au terrain naturel. Lors de fortes pluies, il est donc couramment observé un écoulement dans cette rue qui gagne perpendiculairement la rue de la Jouffre (maison Lescarcelle, à l'angle des 2 rues, inondée en 2002) avant de s'enfoncer dans un thalweg rejoignant le bassin de rétention.

### 2.2.2.1 Reportage photographique

Les photos suivantes sont positionnées sur la carte 3.

#### LE RUISSEAU DE L'OLIVIER

	
<p><i>Photo 10 : vue du lit emmuré en amont du pont du chemin de Recoulin (Castel Rose)</i></p>	<p><i>Photo 20 : enrochements en rive gauche entre pont submersible et pont RD.907</i></p>
	
<p><i>Photo 34 : vue du lit emmuré au droit de la Maison de retraite (quelques effondrements visibles de l'ouvrage)</i></p>	<p><i>Photo 28 : vue vers l'amont au niveau de la confluence des ruisseaux de l'Olivier et de la Grande Pallières (ripisylve envahissante au milieu du lit mineur)</i></p>
	
<p><i>Photo 37 : vue vers l'amont au droit du pont en pierres entre Labahou et mas de l'Olivier (substratum affleurant)</i></p>	

Ce cours d'eau est emmuré sur la plupart de son linéaire. Cet ouvrage longitudinal se trouve en relatif mauvais état suite à l'abandon de certains tronçons et à la crue dévastatrice de septembre 2002. Il est noté un fort développement de la ripisylve dans la zone naturelle, pouvant correspondre à une zone de production d'embâcles potentielle.

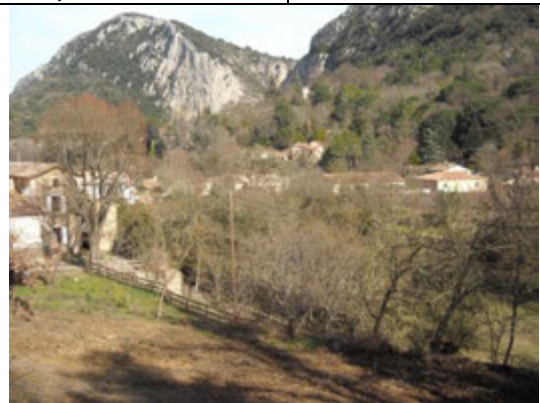
## LE RUISSEAU DU GRAVIÈS



*Photo 4 : Vue vers l'amont du lit emmurée depuis le pont du chemin de Recoulin (Castel Rose)*



*Photo 67 : vue du lit majeur du ruisseau en amont du remblai de la RD.907*



*Photo 49 : vue de la zone habitée au nord de la Montagne de St-Julien*



*Photo 59 : lit majeur du Graviès avec zone naturelle en rive droite et champ en terrasses en rive gauche*



*Photo 4 : vue du lit majeur depuis le centre équestre*

Le lit du Graviès se découpe clairement en 2 zones distinctes avec un environnement naturel et lit peu retouché jusqu'au début du chemin de Montaigu, puis une zone d'habitat diffus jusqu'à la confluence avec le Gardon où le lit a été emmuré.

## LE RUISSEAU DE VEYRAC



*Photo 50 : Vue du mur de soutènement en aval du pont du chemin du Plan des Mômes (lit majeur du Gardon)*



*Photo 73 : Vue du mur de soutènement en aval de la voie ferrée (mur effondrée en 2002 en rive gauche)*







*Photo 78 : vue du remblai de la RD.907 depuis le pont du ruisseau du Veyrac en direction du CV d'Anduze*



*Photo 86 : Vue du lit majeur en amont du moulin de Veyrac (érosion visible des murs de soutènement)*



*Photo 84 : vue des murs de soutènement vers l'amont en direction du camping de Veyrac*

	
<p><i>Photo 87 : vue du franchissement du ruisseau en amont du camping (enfoncement très rapide du cours d'eau en aval de l'ouvrage)</i></p>	<p><i>Photo 89 : vue du mur de soutènement au niveau du Mas Perdu (effondrements localisés de l'ouvrage)</i></p>
	
<p><i>Photo 7 : Vue du lit emmuré au niveau du mas des Moulières</i></p>	<p><i>Photo 97 : entonnement du lit au niveau du chemin de la rivière captant les ruissellements amonts</i></p>

Le ruisseau du Veyrac a été très largement stabilisé dans son lit grâce à la réalisation de murs de soutènement. Cet ouvrage a été dans son ensemble dégradé suite à la crue de 2002 et souffre d'un manque d'entretien notamment dans la partie située en amont de la RD.907.

## FONTAINE DE MME D'ANDUZE



*Photos 8 : vue vers l'amont de l'ouvrage sous la RD .907*



*Photo 118 : vue de la zone d'accumulation des eaux en amont de la route de Saint-Félix (RD.133)*



*Photo 119 : vue du lit très encombré de la source Fontaine de Madame d'Anduze depuis la RD.133 vers l'aval*

Initialement cette source ne produit pas de gros volumes, mais en cas de fortes pluies le terrain en dépression en amont de la RD.133 est le point de convergence d'eaux de ruissellements pouvant engendrer un débordement très important sur la chaussée et vers les habitations en aval (fortes pentes observées en amont de la RD.907)

## RUISSELLEMENT PLUVIAL

	
<p><i>« Tunnel » pour évacuation des eaux pluviales de la vieille ville sous la digue rive droite du Gardon avec section réduite (source Mairie)</i></p>	<p><i>Dalot en béton sous le plan de Brie (source Mairie)</i></p>
	
<p><i>Photo 120 : vue du réseau pluvial traversant en aérien le parc des Cordeliers</i></p>	<p><i>Photo 19 : vue de l'entrée est du parc des Cordeliers (coté RD.907) avec grille de collecte des eaux pluviales</i></p>

Un réseau d'assainissement d'eaux pluviales existe dans la partie urbaine d'Anduze (coté rive droite du Gardon) avec collecte des eaux de la route de Saint-Félix branché au « tunnel » (collecte EP de la vieille ville) sous la digue pour rejet dans le Gardon.

Des canalisations enterrées traversent la zone urbaine et gagnent le lit du Gardon sous le Parc des Cordeliers et sous la Gare.



### 2.2.2.2 Ouvrages hydrauliques

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 d'ouvrages longitudinaux.

Les ruisseaux de Veyrac, de Graviès et de l'Olivier, ainsi que leurs affluents sont caractérisés par la présence de nombreux ouvrages transversaux :

- 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,...

Les ouvrages identifiés et importants pour la modélisation sont décrits ci-après et font l'objet de fiches ouvrage en annexe 4. Ils sont positionnés sur la carte 4.

#### *L'Olivier et ruisseau de la Grande Pallières)*

**OO11** : enrochement en prolongement du mur de soutènement du lit

**OO12** : pont du chemin de Recoulin (Castel Rose)

**OO13** : seuil largeur lit mineur

**OO14** : pont RD.907 bouché lors des crues de septembre 2002 et eaux déversant par-dessus la chaussée

**OO15** : passage submersible avec 2 dalots en béton

**OO16** : pont d'accès propriété privée

**OO17** : pont d'accès maison de retraite de Labahou

**OO18** : pont en pierres non utilisé

**OO19** : seuil de prise de l'ancien moulin de Labahou largeur lit mineur

**OO110** : pont en pierres abandonné

**OO111** : buse Armco et pont sur le chemin de la Grande Pallières

**OO112** : pont avec tablier métallique pour accès (abandonné) jardin château de Labahou

**OO113** : pont en pierres sur sentier pédestre

**OO114** : pont avec parapet amont détruit le long du chemin des Griottiers (ruisseau de la Petite Pallières du Chalet)

**OO115** : pont en béton repris après la crue de 2002 (ruisseau de la Petite Pallières du Chalet)

**OO116** : pont sur bas du chemin des Griottiers

**OO117** : passerelle en bois dans jardin privé

**OO118** : ponceau sur accès propriété privée

**OO119** : ponceau sur chemin de la Grande Pallières

**OO120** : buse refaite après 2002

### *Le Graviès*

**OGr1** : pont du chemin de Recoulin (Castel Rose)

**OGr2** : ponceau béton abandonné

**OGr3** : pont en béton refait après la crue du Graviès en 2002

**OGr4** : mur de soutènement du lit mineur dans la partie soumise à la pression humaine (de la confluence avec le Gardon à la partie encaissée du lit située en aval de Cabanoule)

**OGr5** : pont de la RD.907

**OGr6** : pont d'accès propriété privée

**OGr7** : pont en pierres face au centre équestre d'Anduze

### *Le Veyrac*

**OVe1** : mur de soutènement du lit mineur dans la partie soumise à la pression humaine (de la confluence avec le Gardon à la partie du lit située en aval de la RD.907)

**OVe2** : pont sur chemin du Plan des Môles où le ruisseau peut déborder lors de fortes pluies

**OVe3** : pont de la voie ferrée (tronçon à usage abandonné)

**OVe4** : pont RD.907 qui s'est en partie bouché lors des crues de septembre 2002 (ruissellement vers la rive gauche)

**OVe5** : seuil en pierres sur largeur du lit mineur pour prise d'eau du moulin de Veyrac

**OVe6** : ponceau remplaçant ouvrage détruit en 2002

**OVe7** : pont d'accès au camping

**OVe8** : buse au niveau de la route bétonnée avec retenue en amont des eaux

**Ove9** : mur de soutènement du lit mineur dans la partie entre le camping et l'entonnement du lit au niveau des Moulières

**Ove10** : pont sur chemin menant au mas des Moulières

## EROSION DE BERGES

Sur le ruisseau de l'**Olivier**, il a été signalé suite à la crue de 2002 une érosion de la berge en rive droite en aval de la RD.907 (surverse des eaux par-dessus la chaussée) emportant le mur de soutènement et une partie du jardin de l'habitation. Entre la maison de retraite et la zone d'activités les murs de soutènement sont par endroit en mauvais état avec écrêtement de l'ouvrage, voire écroulement d'une partie du mur. Ceci s'explique par une forte érosion latérale liée à des débordements généralisés. Les chemins au niveau du Mas de l'Olivier ont été fortement abîmés suite aux débordements des eaux.

Concernant le ruisseau du **Graviès**, la partie haute du mur de soutènement est par endroit instable du fait notamment des débordements du cours d'eau lors des crues importantes (type septembre 2002).

La crue de septembre 2002 a provoqué sur le ruisseau de **Veyrac** l'effondrement d'une grande partie du mur de protection en aval de la voie ferrée (inondation très importante du Plan des Môles). L'engravement de cette partie du lit mineur fait qu'aujourd'hui il est par endroit au même niveau que le terrain naturel. Dans les méandres situés en amont du moulin de Veyrac, les érosions de berge ont été très intenses avec de gros volumes de matériels sédimentaires (rive gauche et rive droite).

## ATTERRISSEMENTS

Suite à la visite de terrain du 2 mars 2010, il est à noter des dépôts dans le lit mineur (volumes toutefois relativement modestes), notamment en amont de la RD.907 sur le ruisseau de l'Olivier. Ils sont issus du matériel sédimentaire transporté par les crues, mais également de l'effondrement par endroit de la protection de berges.

Des volumes plus importants sont visualisés sur le ruisseau du Veyrac. Les dépôts se produisent principalement entre le pont de la RD.907 et la confluence avec le Gardon. Cette zone se caractérise par une rupture de pente du cours d'eau (lit majeur du Gardon). Il est indiqué par la Mairie que des opérations de dégraissage du lit ont déjà été réalisées sur ce tronçon depuis la crue de septembre 2002.

### **2.2.2.3 Réseau d'eaux pluviales**

Il est noté au cours de ce diagnostic l'existence de réseaux d'évacuation d'eaux de pluie, mais de capacité insuffisante selon la Mairie lors de fortes pluies.

Il s'agit notamment du « tunnel » sous la digue en rive gauche permettant d'assainir les quartiers du vieux Anduze et dont la section hydraulique a été réduite (6m<sup>2</sup> à 1,7m<sup>2</sup>). De plus, le réseau (dalot en béton) collectant les eaux de ruissellement de la route de Saint-Félix et du Plan de Brie y a été connecté. L'angle que fait l'exutoire de ce réseau vers le Gardon accroît la difficulté qu'on les eaux à s'évacuer lors de crues concomitantes du Gardon.

Le ruissellement a été la cause principale des dégâts sur voiries constatés suite aux pluies des 8 et 9 septembre 2002. Le ravinement lié aux fortes pentes a engendré la mise à nu des canalisations AEP et EU. Des murs de clôture ont été détruits suite à des coulées de boue.



## 2.3 CARACTERISATION DES ENJEUX

Les désordres et enjeux liés aux risques hydrauliques de la commune d'Anduze ont été identifiés. La carte 2 recense les désordres. Les enjeux sont recensés dans les pages suivantes sur la carte 5. Il s'agit ici, non seulement d'identifier les secteurs et « structures » vulnérables, mais aussi ceux susceptibles de l'être ou de le devenir. L'approche adoptée est présentée dans les paragraphes suivants.

### 2.3.1 Désordres

Suite aux données recueillies, aux entretiens, aux visites de terrain effectuées avec la commune ou indépendamment, les principaux désordres hydrauliques ont été repérés.

#### LES ZONES DE DEBORDEMENT FREQUENT

Sur le ruisseau de Veyrac, on retrouve les terrains en amont de la RD.907, au niveau du moulin de Veyrac avec étalement des eaux en rive gauche. Le pont sur le chemin du Plan des Mômes peut être rapidement submergé en cas de crue. Les passages submersibles au niveau du pont de l'habitation de M. Jouffre (habitation en rive gauche) et au croisement du chemin de Veyrac et du chemin du Serre de Lacan peuvent être rapidement infranchissables.

Le chemin de Recoulin peut se trouver sous les eaux suite aux débordements du ruisseau de l'Olivier et/ou du ruisseau de Veyrac. Ce chemin collecte également les eaux de débordement du ruisseau de Beaulieu.

Le Plan de Brie est un point stratégique de la commune (administration, passage de la RD.907, nombreux commerces,...), mais également le point de convergence des eaux de ruissellement issues du versant sud de la Montagne de Saint-Julien. En cas de pluies très intenses les eaux ruissellent dans les rues avant de s'évacuer au niveau de la digue du Gardon.

#### LIMITE DES ZONES INONDABLES

L'enveloppe de la zone inondable cartographiée à ce jour a été reportée. Elle est issue de l'enveloppe maximale obtenue avec :

- le tracé de la zone inondée par la crue du Gardon du 9 septembre 2002,
- la limite de la zone inondable du PPRi (cf. annexe 1), qui, rappelons-le, ne sera pas remise en cause dans le cadre de la présente étude et dont l'enveloppe est légèrement plus large que la crue de 2002 ; elle cartographie la zone inondable sur le bas du ruisseau de Graviès,
- le tracé de l'atlas des zones inondables de la région Languedoc-Roussillon de la DIREN LR, approuvé le 20/06/07 en ligne sur Internet : il est constitué de l'atlas des zones inondables des Gardons complété par l'analyse hydrogéomorphologique de la DDE30 sur les Gardons. Ce zonage identifie la crue exceptionnelle du Gardon et une zone inondable au bas des ruisseaux de l'Olivier, du Graviès et du Veyrac.

Notons que ces limites n'intègrent que partiellement les zones inondables sur les ruisseaux de Veyrac, du Graviès et de l'Olivier.

## POINT DUR

Des points noirs hydrauliques ont été signalés ou identifiés sur le terrain. Il s'agit notamment de la route départementale RD.907 qui franchit en remblai les 3 principaux bassins versants. Lors de la crue de septembre 2002, ces ouvrages ont été mis en charge et la zone inondable en amont s'est largement étendue.

Au cours de la deuxième phase de l'étude, la modélisation hydraulique définira finement les zones potentiellement inondables en amont de la RD.907.

### 2.3.2 Enjeux

Suite aux données recueillies, aux entretiens, aux visites de terrain effectuées avec la commune ou indépendamment, les principaux enjeux liés aux risques d'inondation par débordement, ruissellement et écoulement torrentiel ont été repérés.

#### HABITAT ISOLE EN ZONE INONDABLE, SUSCEPTIBLE DE L'ETRE OU PROCHE D'UN AXE ECOULEMENT

Les maisons et propriétés concernées par le « risque » d'inondation ont été mentionnées sur cette carte. Ces maisons n'ont pas toutes été inondées en 2002 mais elles sont plus ou moins concernées par ce risque. La limite plus précise de la zone inondable sera définie clairement dans le cadre de la modélisation en phase 2. Enfin, en phase 3, sur ces secteurs devront être abordées les notions de connaissance du risque, de non-aggravation, etc..

#### ZONES URBANISEES 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
- ...

Aussi il est important de connaître le risque et de le quantifier :

- \* sur les zones déjà urbanisées afin d'adopter le bon comportement en cas de crue,
- \* sur les zones urbanisables afin si nécessaire de revoir leurs limites, de définir des prescriptions visant à placer hors zone vulnérable les nouveaux aménagements et à s'assurer que ces nouveaux aménagements n'augmentent pas le risque pour l'aval.

## ROUTE INONDABLE

Il s'agit d'axes routiers ayant déjà été inondés ou susceptible de l'être. Il s'agira de définir la hauteur d'eau mise en jeu. En effet, cet enjeu est majeur en termes de :

- coupure d'axes de communication importants,
- possibilité d'accès des moyens de secours en fonction de la hauteur d'eau,
- de prise de risque par des personnes et des véhicules qui s'engagent malgré l'inondation
- coûts vis-à-vis des destructions ou des dégradations survenues sur ces infrastructures routières.

Les routes concernées sur Anduze sont :

- \* la RD129 en direction de Générargues depuis le Pont Vieux au pont du Dodé au Pradal (hauteur d'eau jusqu'à 2,60m sur la route en 1958 et 70cm en 2002),
- \* la RD.910a en direction d'Alès coté rive gauche (forts ruissellements en 2002 sur la route très inclinée),
- \* le chemin de Recoulin dans la plaine du camping de Castel Rose avec (inondation par les eaux du Gardon et/ou par les débordements des ruisseaux de l'Olivier et/ou du Garviès (>2,50m en 2002),
- \* La route de Saint-Félix (RD.133) avec de nombreuses surverses (dont celle signalée au droit de la Fontaine de Madame d'Anduze avec 80cm sur la chaussée) et qui a dirigée une partie des eaux de ruissellement vers le centre-ville,
- \* La RD.366 qui longe la rive gauche du Gardon en aval du Pont Vieux et en direction de Bagard, où des débordements d'affluents du Gardon ont été signalés vers le stade, vers le cimetière et vers la Fauvette,
- \* Le chemin du Plan des Môles et la rue du Luxembourg ont été largement inondés par la crue du Gardon en 2002. En cas de fortes pluies centrées sur Anduze, les affluents du Gardon peuvent déborder et inonder certains secteurs,
- \* La RD.907 a été inondée en plusieurs points sur la commune d'Anduze durant la crue de 2002, notamment en amont de la Madeleine par le Gardon, entre le centre-ville et le poste EDF. Ces inondations ont été causées par les affluents du Gardon descendant sur de fortes pentes perpendiculairement à la chaussée, puis par le ruisseau de l'Olivier qui a franchi le parapet suite à la mise en charge du pont en pierres (caravane coincée sous l'ouvrage),
- \* Enfin, les nombreux chemins de la commune ont été plus ou moins détruits notamment dans les quartiers le long de la route de Saint-Félix (Pierres d'Onches, Quatres vents, Durante, Fraisal-Souéjol,...), ainsi que les rues dans le Vieux Anduze.

## ENJEUX ECONOMIQUES

L'hébergement des touristes constitue un point très important pour la commune d'Anduze avec notamment 7 campings recensés plus ou moins exposés au risque inondation.

Les enjeux économiques sont également liés à la ZAC le long de la route de Saint-Jean qui peut être soumise à un ruissellement en cas de fortes pluies, voire d'un étalement des eaux de débordement du ruisseau de l'Olivier.

Le supermarché Super U est directement concerné par les crues du Gardon et plus faiblement par le ruissellement.

D'une manière plus générale, la zone urbaine dense possède une activité économique importante (commerces de proximité, restaurants,...), notamment durant la période estivale.

Aussi, il est important, les concernant, de :

- connaître le risque inondation et sa quantification,
- de communiquer à son sujet auprès du personnel et du public,
- de connaître les actions à mettre en œuvre en cas de risque inondation pour assurer une mise en sécurité à minima des personnes, voire de certains biens.

Ces derniers éléments, qui seront abordés en phase 3, peuvent faire l'objet de l'établissement d'un Plan Communal de Sauvegarde.

## ETABLISSEMENTS RECEVANT DU PUBLIC

Les établissements recevant du public sur la commune avec notamment les écoles et collège, les maisons de santé et de retraite, la Gendarmerie, la Mairie et la Poste ont été recensés. Ces ERP peuvent être touchés par du ruissellement et/ou une inondation importante du Gardon (notamment maison de santé et Mairie).

## ENJEUX AGRICOLES

Les enjeux agricoles sont principalement contenus dans la zone inondable du Gardon avec des serres au Plan des Mômes et une culture maraîchère « familiale ».

Quelques parcelles de vignes étagées sur des terrasses ont été observées dans le bassin versant du ruisseau de Veyrac.

## INFRASTRUCTURES

Il s'agit d'infrastructures publiques, autres que les voiries, qui en cas d'inondation peuvent être touchées. Leur éventuelle dégradation ou destruction peut causer des nuisances en termes de pollution, de fourniture à la population des services (eau potable, électricité, téléphone, assainissement, etc.).

Les structures à vocation sportives et de plein air ont été positionnés sur la carte suivante, ainsi que la STEP en rive droite du Gardon au Plan des Mômes.



## 2.4 DECOUPAGE EN BASSINS VERSANTS

### 2.4.1 Caractérisation des bassins versants

Sur la carte 6, un premier découpage en bassins versants a été effectué. Il n'a pas été délimité les « petits » bassins versants qui provoquent le ruissellement en zone urbaine, car les interconnexions sont nombreuses entre chacun d'entre eux (exemple : influence de la RD.133 dans l'écoulement des eaux).

A l'issue de la première phase, ce découpage sera affiné et adapté aux besoins de la modélisation hydraulique. Le tableau ci-dessous fournit les principales surfaces.

Bassin versant	Cours d'eau	Surface (ha)
1	Ruisseau de Beaulieu (exutoire Gardon)	38
2	Ruisseau de l'Olivier (exutoire Gardon)	303
3	Ruisseau du Graviès (exutoire Gardon)	337
4	Ruisseau de la Montade (exutoire Gardon)	48
5	Ruisseau de la Tourette (RD.907)	47
6	Ruisseau de Veyrac (RD.907)	178
7	Ruisseau de Veyrac (exutoire Gardon)	237

### 2.4.2 Occupation des sols

#### SITUATION ACTUELLE

D'une manière générale les bassins versants des affluents du Gardon sont boisés avec des surfaces s'urbanisant à l'approche de la plaine du Gardon.

Le bassin versant du ruisseau de l'Olivier est celui qui a le plus conservé cet aspect naturel.

Pour le ruisseau de Graviès, celui-ci présente des terrasses plus ou moins abandonnées le long de son lit notamment entre le centre équestre et le remblai de la RD.907.

Sur le bassin versant du ruisseau de Veyrac, des habitations individuelles s'étendent dans la partie amont. Cette zone urbaine diffuse s'étend également vers le nord jusqu'au pied de la Montagne St-Julien et vers l'ouest en limite du bassin versant du Graviès. Cette imperméabilisation des sols est en partie responsable des forts volumes ruisselés en cas de pluies intenses.

#### SITUATION FUTURE

Il n'y a pas d'information sur l'occupation des sols envisagée sur les zones d'urbanisation future.

---

Toutefois il est probable qu'une densification de l'habitat individuel se réalise dans les prochaines années notamment le long de la RD.133 (route de Saint-Félix), à cheval sur les bassins versants du Veyrac et du Graviès.

Ces éléments seront pris en compte dans la définition des caractéristiques de bassins versants pour le calcul des débits (voir détails sur la carte n°4).

## 2.5 APPROCHE ZONAGE PLUVIAL

Comme mentionné dans la Note complémentaire<sup>2</sup> ministérielle sur les risques naturels majeurs, une approche du zonage pluvial a été réalisée. Elle permet le découpage de la commune en :

- zones de production et d'aggravation de l'aléa,
- zones d'écoulement,
- zones d'accumulation.

Ces différentes zones ont été identifiées dans la première approche d'état des lieux sur la commune d'Anduze et serviront à l'élaboration du zonage pluvial en fin d'étude.

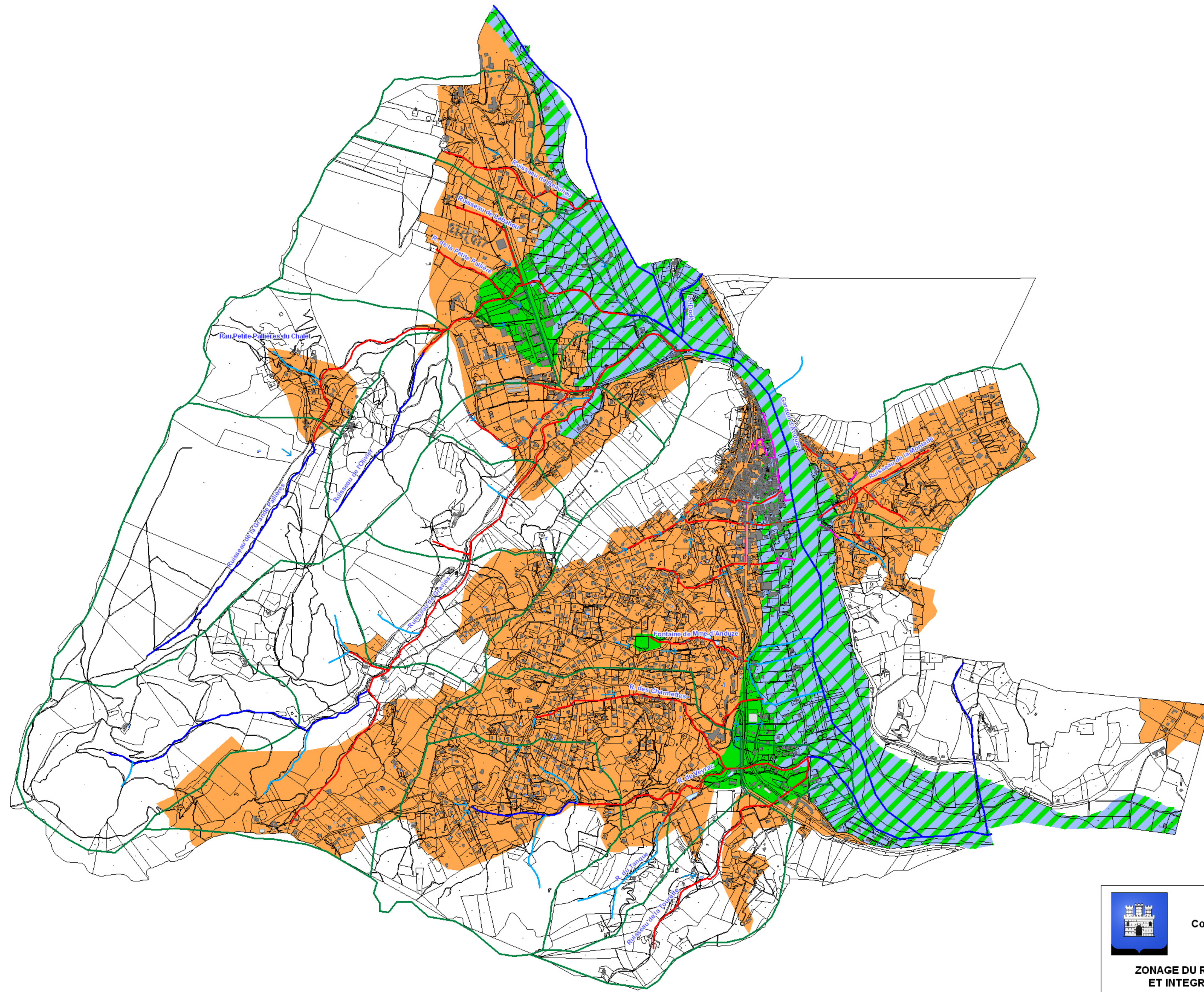
Les zones de production et d'aggravation de l'aléa, correspondent à toutes les zones urbanisées, dont celles ouvertes à l'urbanisation sur l'amont des bassins versants identifiés. En effet, sans mesure appropriée, l'augmentation de l'urbanisation sur ces zones risque d'aggraver, pour certains épisodes pluvieux, la production de ruissellement localement et en aval.

Les zones d'écoulement correspondent aux tracés des principaux thalwegs constituant le réseau hydrographique sur la commune d'Anduze. Ces affluents du Gardon peuvent lors de fortes pluies déborder localement à proximité de leur lit mineur ou s'étaler plus largement à proximité d'enjeux.

Les zones d'accumulation correspondent aux zones de débordement des ruisseaux de l'Olivier, du Graviès et du Veyrac. Ils se trouvent dans des zones relativement planes la plupart du temps en amont de remblais routiers et dont l'évènement de 2002 a rappelé l'exposition au risque inondation. Cette zone d'accumulation définit ici vient tangenter plus en aval le zonage inondation définit par le PPRi concernant les crues du Gardon.

---

<sup>2</sup> PPR – Risques d'inondation (Ruissellement péri-urbain), note complémentaire, juin 2003, Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable



- Zone de production naturelle
  - Zone de production et d'aggravation de l'aléa
  - Zones d'accumulation
  - Zone d'écoulement
  - Ecoulements superficiels
  - Limite de bassins versants
  - Cours d'eau (loi sur l'eau)
  - Autres cours d'eau
  - Réseau EP
  - Zone inondable PPRI (R111-3 de 1995)
- Fond : Cadastre numérisé

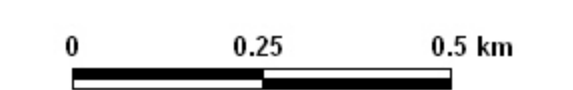


Commune d'ANDUZE

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

Carte 6 : Cartographie de l'approche du zonage pluvial

Decembre 2010



I:\Commune\ANDUZE\_CAD\DOC\_Hydra\_2\Plan\_06

### 3. SYNTHÈSE DE PHASE 1

La synthèse des éléments recueillis en phase 1 et des démarches engagées, permet :

- d'intégrer l'ensemble des données existantes pour acquérir une vision globale du réseau hydrographique et de ses dysfonctionnements,
- de définir les investigations détaillées à mener d'un point de vue topographique et reconnaissance complémentaire.

#### 3.1 DEFINITION DE LA CAMPAGNE TOPOGRAPHIQUE

A l'issue du recueil des données et de la reconnaissance du terrain, des compléments topographiques s'avèrent nécessaires pour mener à bien l'étude hydraulique (modélisation) et la définition de l'aléa d'inondation. La campagne topographique envisagée sera validée lors du comité de pilotage n°1 du 29 mars 2010.

Ces levés seront basés a priori sur :

- une modélisation des ruisseaux du Veyrac, du Graviès et de l'Olivier
- des calculs simplifiés, types Manning-Strickler, sur les tronçons d'affluents situés dans les zones à enjeux urbains (Fontaine d'Anduze, Montade, Beaulieu, Pierres d'Onches,...), afin de délimiter d'éventuelles bandes de sécurité et/ou des prescriptions constructives.

Ces choix ont été faits sur la base de l'analyse effectuée en phase 1. En effet il est ressorti de cette analyse :

- ◆ le besoin de clarification de la limite de la zone inondable dans la partie aval du ruisseau de l'Olivier (au droit et en aval de la maison de retraite), en amont de la RD.907 sur les ruisseaux de Graviès et du Veyrac,
- ◆ l'influence du niveau d'eau du Gardon dans les parties aval des BV à modéliser,
- ◆ la précision des crues torrentielles sur les petits bassins versants gagnant le centre urbain d'Anduze (rive droite).

#### 3.2 POURSUITE DE LA MISSION

Les **données topographiques** (collectées et à lever) vont permettre le montage du modèle mathématique. Par ailleurs des dimensions de sections seront levées sur les valats où des calculs « simplifiés » seront effectués, notamment à l'exutoire des sous-bassins versants (futurs nœuds de calculs).

Un cahier des charges des levés topographiques complémentaires nécessaires à l'étude est fourni en annexe, afin que la commune puisse lancer une consultation auprès des géomètres.

Pour répondre aux objectifs de l'étude qui visent à une bonne compréhension du fonctionnement des sous-bassins versants, nous proposons la mise en œuvre du **modèle hydrologique PHENIX**. Des calculs hydrologiques seront réalisés à l'aide du logiciel Phenix aux nœuds définis précédemment.

Cet outil permet de calculer les débits de pointe et hydrogrammes de crue en tous points du bassin jugés significatifs ou intéressants (secteurs vulnérables, ouvrages, confluences,...)

Cet outil didactique permettra rapidement d'apprécier et de démontrer l'importance des problèmes caractérisant les divers secteurs du bassin (points noirs de l'écoulement où les débits capables ne permettent pas le passage des crues) et de valider l'effet des mesures préconisées.

Le logiciel de modélisation hydrologique PHENIX est un logiciel de modélisation hydrologique de la formation et de la propagation de crue sur un bassin versant qui permet :

- de déterminer un hydrogramme à l'exutoire d'un bassin versant à partir de données pluviométriques (transformation pluie-débit) ;
- Le logiciel permet de calculer l'hydrogramme à un exutoire donné en fonction d'une pluie réelle (hyétogramme connu) ou une pluie de projet (méthode Keiffer, double-triangle,...) par la méthode Rationnelle, la méthode SCS ou selon une loi d'infiltration de Horton.
- de le propager ensuite dans le cours d'eau (routage) ;
- La propagation peut se faire par le modèle de Muskingum, Muskingum-Cunge ou par une méthode empirique permettant d'appliquer un coefficient de translation et d'écrêtement aux hydrogrammes produits par chacun des bassins versants.
- de simuler l'effet de bassins de rétention sur le bassin versant;
- Les ouvrages écrêteurs sont décrits par la courbe caractéristique de la retenue (relation Hauteur / Volume) et la dimension des évacuateurs (pertuis, évacuateur de surface). Les zones d'expansion de crue pourront être intégrées sous la forme d'un volume de stockage disponible associé à un ouvrage de contrôle aval.

Le logiciel de modélisation hydrologique proposé permet d'intégrer une « bibliothèque » de pluie ce qui permettra de tester différentes pluies afin de définir celle à retenir en fonction de l'objectif recherché (par exemple, débit maximal lorsqu'il s'agira de caractériser le débit à la traversée d'une zone à enjeux ou couple débit/volume maximal lorsqu'il s'agira de vérifier l'effet d'une zone de rétention).

Le logiciel permet également d'affecter une pluie différente sur chaque sous bassin versant ce qui permettra en particulier de simuler les événements historiques pour lesquels la répartition spatiale de la pluie n'est pas homogène sur le bassin versant.

Rappelons que l'aspect urbanisation future et la non-aggravation du risque seront abordés dans la phase 3 de la présente étude.

# ANNEXES

# **Annexe 1 : Documents du PPRi Gardon d'Anduze**

## **Annexe 2 : fiches de lecture**

## Annexe 2-1 : Etude de l'endiguement d'Anduze (2)

## Annexe 2-2 : Repérage des secteurs les plus exposés aux inondations à Anduze (3)

**Annexe 2-3 : Etudes globales des sous-bassins versants du  
Gardon, suite à la crue des 8 et 9 septembre 2002  
Lot 3 : le Gardon d'Anduze (4)**

**Annexe 2-4 : Schéma Directeur d'Aménagements pour la  
Prévention des Inondations dans le département du Gard –  
Bassins versants du Vidourle et des Gardons (5)**

*Carte 7 : Localisation du site de stockage des eaux envisagé sur le bassin versant du Gardon d'Anduze*

## Annexe 2-5 : Référentiel hydrologique sur le bassin versant des Gardons (6)

**Annexe 2-6 : SHYREG : une méthode pour l'estimation régionale des débits de crue – Application aux régions méditerranéennes françaises (7)**

## **Annexe 3 : Informations concernant les PHE**

## **Annexe 4 : Fiches ouvrages**

**Annexe 5 :**

**Compte rendu de la réunion de  
démarrage**

## **Annexe 6 : Cahier des charges de la campagne topographique**