



ATLAS DES ZONES INONDABLES DU DEPARTEMENT DU GARD PAR LA METHODE D'HYDROGEOMORPHOLOGIE BASSIN DE LA CEZE



Février 2003

SOMMAIRE

<u>INTRODUCTION</u>	4
<u>1. LA METHODOLOGIE DE L'ETUDE</u>	7
1.1. GENERALITES ET DEFINITIONS	7
1.2. CRITERES D'IDENTIFICATION DES UNITES GEOMORPHOLOGIQUES DE LA PLAINE ALLUVIALE	8
1.2.1. LA MORPHOLOGIE	8
1.2.2. LA SEDIMENTOLOGIE	8
1.2.3. L'OCCUPATION DU SOL	9
1.3. LES DIFFERENTS ELEMENTS METHODOLOGIQUES	10
1.3.1. LA PHOTO-INTERPRETATION	10
1.3.2. L'ANALYSE DE TERRAIN PAR SECTEURS	10
1.3.3. LES ENQUETES DE TERRAIN	11
1.3.4. INTERETS ET LIMITES DE LA METHODE	11
1.4. LA NUMERISATION ET LA RESTITUTION CARTOGRAPHIQUE	13
<u>2. LES CARACTERISTIQUES GENERALES DU BASSIN VERSANT DE LA CEZE</u>	15
2.1. LE CONTEXTE GEOLOGIQUE ET GEOMORPHOLOGIQUE : DEFINITION DE TRONÇONS HOMOGENES DE COURS D'EAU	18
2.1.1. LE SECTEUR AMONT	20
2.1.2. LE SECTEUR MEDIAN (FOSSE D'EFFONDREMENT SAINT-AMBROIX / ROCHEGUEDE)	20
2.1.3. LE SECTEUR AVAL	20
2.2. LE CLIMAT	21
2.2.1. LE CLIMAT A L'ECHELLE REGIONALE	21
2.2.2. LA PLUVIOMETRIE A L'ECHELLE DU BASSIN	22
2.2.3. LES EVENEMENTS EXCEPTIONNELS	23
<u>3. LE FONCTIONNEMENT HYDROLOGIQUE ET HYDRODYNAMIQUE DES BASSINS</u>	
3.1. LA REPARTITION DES DEBITS DANS LE BASSIN VERSANT	27
3.2. LA RELATION NAPPES-RIVIERES	28
3.3. LA REPARTITION DU COEFFICIENT D'INFILTRATION DANS LE BASSIN VERSANT	30
3.4. LES CRUES	31
3.5. LA DYNAMIQUE FLUVIALE	33

3.5.1.	LA DYNAMIQUE LONGITUDINALE	33
3.5.2.	LA DYNAMIQUE LATÉRALE ET LE FACIÈS D'ÉCOULEMENT D'AMONT EN AVAL	33
3.6.	LE DEGRÉ D'ARTIFICIALISATION DES COURS D'EAU	34
3.6.1.	LE BARRAGE DE SENECHAS	36
3.6.2.	LES SEUILS	36
3.6.3.	LES RECALIBRAGES ET LES DETOURNEMENTS	37
3.6.4.	LES DIGUES ET LA PROTECTION DES BERGES	37
3.6.5.	LES REMBLAIS	38
4.	<i>L'ANALYSE CRITIQUE DES RESULTATS EXISTANTS</i>	39
4.1.	PRESENTATION DE L'ÉTUDE ET DES RAISONNEMENTS UTILISÉS	39
4.1.1.	DETERMINATION DE PLUIES	39
4.1.2.	REMARQUE SUR LA RÉGIONALISATION DES PRÉCIPITATIONS	40
4.1.3.	DETERMINATION DU RUISSELLEMENT ET DES DÉBITS JOURNALIERS ET DE POINTE	40
4.1.4.	REMARQUE SUR LA DÉTERMINATION DE COEFFICIENTS DE RUISSELLEMENT	41
4.2.	ANALYSE CRITIQUE DE L'APPROCHE	42
4.2.1.	L'APPROCHE STATISTIQUE OU DÉTERMINISTE	42
4.2.2.	L'APPROCHE DE L'ÉTUDE	43
5.	<i>LE COMMENTAIRE DES CARTES PAR COURS D'EAU</i>	44
5.1.	LA CÈZE	44
5.2.	LA TAVE	47
5.3.	LA VEYRE	47
5.4.	L'AIGUILLON	48
5.5.	LE CANTABRE	48
5.6.	LA CLAYSSE	49
5.7.	L'ALAUZÈNE	49
5.8.	L'AUZONNET	49
5.9.	LA GANIÈRE	50
5.10.	LE LUECH	50
6.	<i>L'INVENTAIRE DES POINTS PARTICULIERS</i>	51
7.	<i>LE RENDU DES CARTES AU 1/25 000</i>	52
8.	<i>LE RENDU DES CARTES AU 1/10 000</i>	53

9. LES ANALYSES COMPLEMENTAIRES DE TERRAIN : ANALYSES GRANULOMETRIQUES	69
9.1. LE COURAU	69
9.2. GOUDARGUES	69
9.3. CHAMBORIGAUD	70
10. EVENEMENT DES 8 -9 SEPTEMBRE 2002	71
10.1. PRESENTATION DES EVENEMENTS	71
10.1.1. CUMULS DE PRECIPITATIONS	71
10.1.2. INTENSITES DES INTEMPERIES	72
10.2. LES PLUIES ET DEBITS DES 8-9 SEPTEMBRE 2002 SUR LE BASSIN DE LA CEZE	72
10.3. L'EXTENSION DE LA ZONE INONDEE PAR LA CRUE	73
ANNEXES	74

Table des figures

Figure 1 – Bassins versants de la Cèze et de ses affluents analysés dans cette étude	8
Figure 2 - Carte géologique du bassin versant de la Cèze	9
Figure 3 - Carte de zonage géomorphologique permettant de définir des tronçons homogènes de cours d'eau	9
Figure 4 - Pluviométrie mensuelle sur la bassin versant de la Cèze pour la période 1963-1990	11
Figure 5 - Exemple de cartographie d'une pluie cévenole - Episode du 18 au 23 septembre 1892	12
Figure 6 - Carte Débits mesurés lors de campagnes de jaugeage en différents points de la Cèze	13
Figure 7 - Image radar Météo France: les cumuls de précipitation du 8-9 septembre	68
Figure 8 - précipitations observées par la couverture radar de Météo-France le 9 septembre 2002 à 06 TU (soit 8h loc.), au plus fort de l'épisode.	68

Table des tableaux

Tableau 1 - Caractéristiques de la Cèze et de ses affluents	8
Tableau 2 - Stations pluviométriques du bassin de la Cèze	11
Tableau 3 - Pluies journalières décennales et centennales	12
Tableau 4 - Moyenne des débits et modules pour quelques stations situées sur la Cèze	13
Tableau 5 - Valeurs des débits réservés le long de la Cèze	13
Tableau 6 - Quantiles caractéristiques sous l'influence de Sénéchas	14

Bibliographie

BCEOM (1983) "déviation du CD 9, contournement de Laudun, étude d'impact", DDE Gard.

BCEOM (1994) "Déviation de Bagnols sur Cèze, étude préliminaire hydraulique", rapport d'étude, janvier 1994, DDE Gard.

COYNE et BELLIER (1982) "Etude Générale de l'Aménagement Hydraulique du Gard"

Pardé (1933) "Fleuves et Rivières". Armand Colin.

SCP Richer (1984) "enquête hydraulique, pont du Pin sur la Tave, CD n°5, département du Gard".

SIEE (1994) "Etude Générale pour l'aménagement et la Gestion de la Cèze", étude commandée par le Syndicat Mixte pour l'Aménagement et le Développement Touristique du Pays de Cèze.

BRL ingénierie (1995) : Etude préalable aux équipements hydrauliques. Analyse des soutiens d'étiages de la Cèze et affluents.

SAFEGE CETIIS (1999) : Etude préalable à la gestion et au soutien des étiages de la Cèze.

INTRODUCTION

Dans le cadre de ses missions relatives aux risques naturels, la Direction Départementale de l'Équipement du Gard a programmé la réalisation d'un atlas des zones inondables sur le bassin versant de la Cèze, par la méthode d'hydrogéomorphologie. Cette méthode fait appel conjointement à l'analyse géomorphologique des milieux alluviaux et à l'analyse hydrologique des données relatives aux crues historiques.

Cet atlas a pour objectifs :

- d'informer le public,
- de porter à connaissance des documents de planification,
- d'aider à la gestion et l'aménagement du territoire, grâce à une planification spatiale,
- de programmer des interventions ultérieures, notamment la réalisation de Plan de Prévention des Risques Inondation.

Plus qu'un outil cartographique, cet atlas s'inscrit dans la politique actuelle d'aménagement du territoire et de prévention des risques. La réalisation de bases de données régulièrement mises à jour assure un meilleur suivi des événements et une meilleure appréhension du risque en temps réel.

Ces bases de données intégrées à un Système d'Information Géographique permettent l'élaboration de Schémas de Cohérence Territoriaux, de Plans Locaux d'Urbanisme et de Plans de Prévention des Risques.

Cet atlas s'inscrit dans le contexte réglementaire relatif :

- ⇒ à la prévention des inondations et la gestion des zones inondables (circulaire du 24 janvier 1994),
- ⇒ au renforcement de la protection de l'environnement (Loi du 2 février 1995), instituant les Plans de Prévention des Risques (P.P.R.) et Loi sur l'Eau du 2 janvier 1992 (articles L110-1 et L562-1 à 8 du Code de l'Environnement - partie législative),
- ⇒ à la Loi de Solidarité et Renouvellement Urbain du 13 décembre 2000, instituant les Schémas de Cohérence Territoriaux (S.C.T.) et les Plans Locaux d'Urbanisme (P.L.U.).

1. LA METHODOLOGIE DE L'ETUDE

1.1. GENERALITES ET DEFINITIONS

L'hydrogéomorphologie, dont l'objet est l'étude de la plaine alluviale moderne, analyse les processus morphogéniques ayant généré les formes actuelles de la plaine.

L'approche hydrogéomorphologique, développée par M. Masson du C.E.T.E. Méditerranée permet une meilleure connaissance de la dynamique fluviale (écoulements dans la plaine alluviale au sein du lit mineur, du lit moyen et du lit majeur) et de l'évolution morphologique des rivières. Elle aboutit ainsi à une définition plus précise des zones inondables dont la restitution cartographique s'avère être un outil essentiel non seulement pour la prévention des risques liés aux inondations, mais aussi pour la gestion, la planification et l'aménagement de ces hydrosystèmes ainsi que pour la programmation d'interventions ultérieures. Elle s'appuie sur la photo-interprétation et sur un minutieux travail de terrain (analyse et enquêtes de terrain), complété par des analyses sédimentologiques en laboratoire.

Trois unités géomorphologiques de la plaine alluviale sont identifiées selon leur morphologie, leur sédimentologie et leur occupation du sol, et elles correspondent à des dynamiques fluviales impliquant différentes périodes de retour :

- ⇒ Le lit mineur est la partie qu'emprunte habituellement le cours d'eau. Il est souvent creusé par un chenal d'étiage qui suffit à l'écoulement lors des plus basses eaux.
- ⇒ Le lit moyen coïncide avec l'espace occupé par les crues fréquentes (1 an à 5 ans voire 10 ans), il est donc régulièrement occupé par les hautes eaux.
- ⇒ Le lit majeur est la zone d'expansion des crues rares et exceptionnelles de fréquence décennale à centennale et au-delà. Les comparaisons avec les modélisations hydrauliques et les données de crues historiques tendent à montrer que les crues qualifiées de centennales ne concernent qu'une partie du lit majeur.

Une quatrième unité a été cartographiée, qui ne répond pas à la même dynamique fluviale que les lits majeur, moyen et mineur. Il s'agit des cônes de déjection, produits par des affluents des rivières principales, régis par une dynamique torrentielle. Ces cônes n'ont pas été intégrés dans la zone inondable car ils ne font pas partie du lit majeur, mais il s'agit de zones sensibles aux inondations torrentielles et devant faire l'objet d'études spécifiques.

1.2. CRITERES D'IDENTIFICATION DES UNITES GEOMORPHOLOGIQUES DE LA PLAINE ALLUVIALE

Les trois critères d'identification des unités géomorphologiques retenus sont : la morphologie, la sédimentologie et l'occupation du sol.

1.2.1. LA MORPHOLOGIE

1) Le lit mineur est caractérisé morphologiquement par la présence de berges qui délimitent son pourtour, accompagnées en certains endroits de la formation d'un bourrelet de berge.

2) Le lit moyen présente une rupture de pente ou un talus à sa limite avec le lit majeur ; il présente une occupation végétale abondante, souvent constituée par de la végétation hygrophile. Les éléments du sol sont constitués de galets et de sables grossiers, traduisant des vitesses d'écoulement assez élevées.

3) Le lit majeur recouvre d'anciens lits mineurs et moyens. Sa morphologie est plus simple. La sédimentation des particules en suspension en fin de crue aboutit à la création d'une surface sub-horizontale en profil transversal et légèrement inclinée de l'amont vers l'aval. Le talus d'une terrasse ancienne ou un pied de versant marque la limite du champ d'inondation maximal consécutif aux crues rares.

Les largeurs respectives des différents lits varient sensiblement de l'amont vers l'aval ou d'un cours d'eau à un autre. L'ensemble lit majeur/lit moyen s'étend beaucoup plus largement que le lit mineur dans une proportion de 10 ou 20 à 1. Ce rapport évolue avec la réponse hydrologique du bassin versant. Ainsi, lorsque le bassin versant présente une forte proportion de terrains perméables, l'extension du lit mineur est réduite, contrairement au lit majeur très étendu répondant aux épisodes les plus pluvieux.

1.2.2. LA SEDIMENTOLOGIE

1) Le lit mineur est composé principalement de galets et il montre les formes actives de la dynamique fluviale : méandres, chenaux anastomosés (entrecroisés)... La limite entre le lit mineur et le lit moyen est une zone de perte de charge, et donc une zone d'hétérogénéité granulométrique, ce qui explique la présence de galets décimétriques en limite interne du lit moyen, et la formation en certains endroits d'un bourrelet de berge du lit mineur.

2) Le lit moyen est constitué de matériaux parfois graveleux et souvent sablo-limoneux avec un diamètre moyen d'ordre millimétrique. Ce sont les limons de débordement des géologues. Il montre les formes héritées de la morphologie fluviale avec notamment la présence d'anciens chenaux. Le lit moyen, de par ses disparités topographiques, montre de fortes variations granulométriques.

3) Le lit majeur, quant-à lui, est constitué principalement de limons et d'argiles.

1.2.3. L'OCCUPATION DU SOL

Elle reflète les conditions édaphiques (paramètres environnementaux tels que la pente, le sol, la végétation) liées aux différentes unités géomorphologiques.

1) Le lit mineur est globalement dépourvu de végétation.

2) Le lit moyen est le siège de l'implantation d'espèces végétales hygrophiles. Le développement de cette végétation, reportée sur les planches au 1/10 000 de l'Atlas en tant que forêt riveraine, est limité à la limite externe du lit moyen par la fréquence et par la force des crues dans des conditions hydromorphologiques très dures. Elle peut cependant être répartie sur l'ensemble de la surface du lit moyen dans les cas les plus favorables.

3) Le lit majeur, initialement occupé par la forêt hygrophile, est depuis fort longtemps occupé par les activités humaines agricoles ou économiques. Le lit majeur est fréquemment découpé en lanières étroites liées à la structure du parcellaire et perpendiculaires à l'axe du cours d'eau. Parfois, ces lanières sont distribuées en éventail reproduisant la géométrie d'un ancien méandre. Ces structures contrastent avec celles figurant sur les plateaux ou sur les terrasses anciennes.

La localisation des constructions quant-à-elle, a soigneusement intégré dans le passé le fonctionnement du milieu alluvial. Ces constructions se trouvent de manière quasi systématique en bordure externe de la zone inondable dans des positions morphologiques variables :

- en sommet de talus limitant une terrasse ancienne,
- sur un promontoire rocheux (parfois un dépôt de tufs ou de travertins),
- en pied de versant ou sur un dépôt de colluvion.

On peut noter comme exemple caractéristique la localisation des églises sur des promontoires hors des zones inondables, alors que les temples de construction plus récente, n'ont souvent pu être construits que dans les zones basses, parfois à l'intérieur des limites du lit majeur.

Dans les communes ayant un lien économique avec la rivière, des installations ont cependant pu être construites dans les limites du lit majeur, le Rez-de-Chaussée étant cependant réservé à des usages autres que d'habitation.

1.3. LES DIFFERENTS ELEMENTS METHODOLOGIQUES

1.3.1. LA PHOTO-INTERPRETATION

L'utilisation de la photo-interprétation enrichit considérablement les techniques classiques d'analyse et de mesures morphodynamiques et s'inscrit désormais dans la tendance actuelle des études en géomorphologie fluviale. Dans le cadre de cette étude, le choix de l'échelle cartographique est le 1/25 000, auquel s'ajoute le 1/10 000 pour les secteurs à enjeux.

Les données utilisées pour la cartographie des zones inondables à partir de la photo-interprétation sont :

- ⇒ Les Scan 25 de l'I.G.N., fonds topographiques au 1/25 000 numérisés et géoréférencés, pouvant être agrandis au 1/10 000.
- ⇒ Les photographies aériennes. Dans le cadre de cette étude, la mission photographique aérienne verticale retenue est celle réalisée par l'Inventaire Forestier National en 2002. Il s'agit de photographies réalisées en Infra-Rouge, ce qui permet ainsi de bien distinguer la végétation, et elles sont rendues en fausse couleur à une échelle approximative de 1/17 000, avec un recouvrement de 60% entre deux photographies successives et de 20% en latéral, afin d'appliquer le procédé stéréoscopique.

La vision stéréoscopique permet une restitution de la sensation de relief, amplifiée par l'hyperstéréoscopie résultant de l'utilisation d'appareils à grossissement ou à amplification de la distance séparant les deux points de prise de vue par rapport à la distance inter-pupillaire. On obtient une vision globale plus efficace que celle résultant du terrain, en mettant en relation des indices appartenant à un même paramètre mais souvent partiellement effacés. L'analyse de tous ces clichés par stéréoscopie, grâce au stéréoscope "zoom transfer scope" de BAUSCH et LOMB, permet la restitution graphique des différents éléments du paysage sur le fond de plan topographique de l'I.G.N. à différentes échelles.

1.3.2. L'ANALYSE DE TERRAIN PAR SECTEURS

L'analyse de terrain systématique vient compléter le travail de photo-interprétation. Dans certains secteurs où il subsiste des incertitudes d'identification des différents éléments de référence (limites des lits d'expansion de crue, talus, bourrelets de berge,...), il convient de réaliser des profils morpho-topographiques en travers des cours d'eau, associés à des prélèvements sédimentaires.

De cette analyse de terrain, dépend la validation des planches au 1/25 000. Dans le cas des secteurs à enjeux, cartographiés au 1/10 000, cette analyse assure une plus grande précision dans l'identification des différents types de secteurs fonctionnels.

1.3.3. LES ENQUETES DE TERRAIN

L'analyse de terrain s'accompagne également d'enquêtes de terrain auprès des acteurs locaux et des riverains des cours d'eau ; elle conduit ainsi à une meilleure approche du phénomène inondation. Le recueil de témoignages des riverains et d'informations diverses relatif aux zones inondables (archives, supports photographiques, repères de crues, laisses de crues...) permet d'alimenter et d'actualiser la base de données relative aux caractéristiques hydrauliques, hydrologiques, hydrogéomorphologiques... du bassin versant de la Cèze.

L'objectif de ces informations est de préciser les hauteurs d'eau et l'étendue de la zone inondée pour chaque type de crue.

1.3.4. INTERETS ET LIMITES DE LA METHODE

La méthode hydrogéomorphologique permet de réaliser un diagnostic de l'aléa inondation dans sa dimension spatiale. La compréhension de la dynamique fluviale va préciser les sources d'érosion et de sédimentation et donc l'évolution du cours d'eau. Un des intérêts de cette méthode, outre sa fiabilité, est sa rapidité et son faible coût d'exécution, puisque basée en grande partie sur la photo-interprétation. Elle intègre la réflexion globale aujourd'hui unanimement reconnue comme étant la seule à mettre en œuvre. La combinaison d'une carte hydrogéomorphologique avec les éléments de l'occupation du sol permet alors de choisir et de hiérarchiser les secteurs présentant un réel intérêt pour des études ponctuelles précises de risques d'inondation. La combinaison de la méthode hydrogéomorphologique avec l'interprétation quantitative résultant de modélisations hydrauliques conduit à la définition de points singuliers ou de points noirs, facilitant ainsi le choix des profils les plus représentatifs.

La méthode hydrogéomorphologique présente cependant des limites notamment :

- dans les secteurs de gorges où les formations alluviales sont absentes,

- dans les zones où le colluvionnement important masque les limites hydrogéomorphologiques,
- dans les zones urbanisées où la micro-topographie a été bouleversée,
- dans les secteurs où le contact lit moyen / pied de versant est franc.

Dans ces cas, il est difficile de distinguer les différentes limites de crues. Il convient alors d'effectuer un travail de terrain afin d'assurer la fiabilité de l'interprétation stéréoscopique.

Lors d'une analyse hydrogéomorphologique, il est également nécessaire de bien différencier les informations liées au fonctionnement "naturel" du milieu alluvial et celles qui découlent des actions anthropiques et qui peuvent modifier le comportement d'un cours d'eau en crue. Des analyses diachroniques (études de photos aériennes avant et après un aménagement, ou comparaison avec des documents d'archives) peuvent cependant permettre de définir l'origine naturelle ou anthropique des dysfonctionnements.

1.4. LA NUMERISATION ET LA RESTITUTION CARTOGRAPHIQUE

Les cartes des zones inondables reportées sur les fonds cartographiques papier au 1/25 000 de l'I.G.N. après photo-interprétation et analyse de terrain, sont ensuite saisies numériquement à l'aide de MAPINFO® 6.0, logiciel de S.I.G. (Système d'Information Géographique) sur les Scan 25 de l'I.G.N.

La saisie des données se fait à une échelle plus grande que celle des cartes de l'Atlas : ainsi pour des cartes au 1/10 000, l'échelle de saisie est le 1/5 000, et pour les cartes au 1/25 000, la saisie est le 1/12 500 voire le 1/10 000, dans un souci de précision de la saisie.

Tous les objets sont cartographiés sous forme de couches thématiques possédant chacun leurs propres attributs : type d'objet, numéro d'identifiant (unique pour chaque objet), nom de la commune, nom de l'étude, maître d'ouvrage, producteur, validation, échelle de saisie ..., conformément aux attentes du guide de numérisation annexé au cahier des charges de l'étude.

Ces objets sont regroupés selon trois grands thèmes :

- Les unités de la plaine alluviale fonctionnelle et de l'encaissant :
 - le lit mineur, le lit moyen, le lit majeur délimité par l'encaissant. Les unités peuvent être délimitées par des talus plus ou moins marqués,
 - les terrains de l'encaissant situés à proximité de la zone inondable : versants, terrasses et colluvions.
- Les éléments géomorphologiques secondaires de la plaine alluviale : bras de décharge annexes, axes d'écoulement en crue ou d'affluent secondaire, dépression de lit majeur, bourrelet de berge, cône de déjection, rochers affleurant dans le lit du cours d'eau, points de débordement et embâcles ...
- Les éléments de l'occupation du sol susceptibles de jouer un rôle dans le fonctionnement hydraulique de la plaine alluviale fonctionnelle : digues, remblais, lits rectifiés, protection de berge, fronts d'urbanisation, carrières, ouvrages d'art, seuils et barrages, campings, stations d'épuration ... Les éléments anthropiques repérés lors de la photo-interprétation et sur le terrain ont été complétés par les éléments inventoriés dans l'étude d'aménagement de la Cèze (SIEE, 1994).

La saisie des éléments cartographiques sous forme de base de données géoréférencées et regroupées en tables thématiques a un double avantage :

- la carte des zones inondables est superposable aux bases de données cartographiques existantes ou à venir, notamment celles sur l'occupation du sol,
- l'étude des informations contenues dans les différentes bases de données est réalisée grâce à des analyses thématiques sous forme de requêtes SQL (par exemple, superficie des zones soumises au risque d'inondation pour chaque commune ...).

La restitution cartographique se fait sous forme d'un atlas de planches au format A3, à l'échelle du 1/25 000 sur l'ensemble des cours d'eau sélectionnés et à l'échelle du 1/10 000 pour des secteurs à enjeux.

Ces planches sont constituées du fond cartographique de l'I.G.N. (Scan 25), fournissant des informations sur la topographie et l'occupation du sol (zones urbaines, infrastructures routières notamment) et des éléments cartographiés appartenant aux trois thèmes détaillés ci-dessus.

2. LES CARACTERISTIQUES GENERALES DU BASSIN VERSANT DE LA CEZE

Situé au nord du département du Gard, et pour une faible partie sur les départements de la Lozère et de l'Ardèche, le bassin versant de la Cèze occupe une superficie totale de 1 359 km² sur 99 communes dont 85 dans le Gard. Les altitudes du bassin s'échelonnent entre 27 m à la confluence de la Cèze avec le Rhône et 1 587 m dans le massif granitique du Mont-Lozère.

La Cèze est une rivière qui prend sa source dans les Cévennes à 793 m d'altitude, et qui va se jeter dans le Rhône à une altitude de 27 m après un parcours de plus de 120 km. En plus du cours d'eau principal de la Cèze, 13 affluents ont été analysés dans cette étude, soit un linéaire de cours d'eau de 350 km (figure 1). La longueur de chaque cours d'eau et la superficie occupée par leur sous-bassin versant sont présentées ci-dessous (tableau 1). Il faut noter que les valeurs présentées ici concernent les cours d'eau jusqu'à leur source, même s'ils changent de nom à l'amont de leur cours, et non les seules portions des cours d'eau qui ont fait l'objet de cette étude. L'Homol, affluent important de la Cèze d'une longueur de 20 km pour un bassin versant de 33,5 km², est également présenté sur cette carte, bien qu'il ne fasse pas partie du cadre de cette étude.

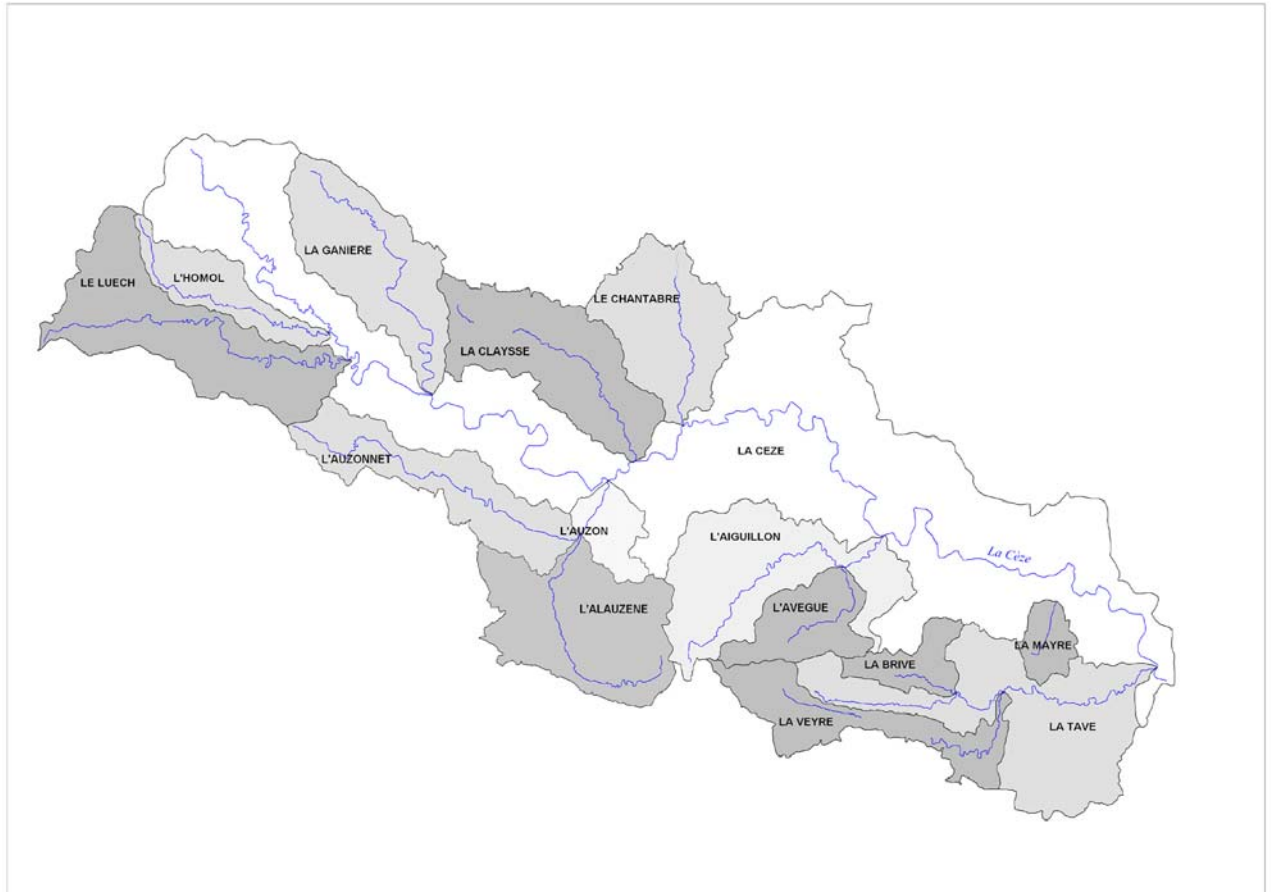


Figure 1 - Bassins versants de la Cèze et de ses affluents analysés dans cette étude.

Cours d'eau	Superficie du sous-bassin (km ²)	Longueur (km)	Altitudes des cours d'eau (m) (z _{max} - z _{min})	Pente moyenne du cours d'eau (%)
La Cèze	1 359	126,8	793 - 27	0,6
La Tave	180	30,5	244 - 30	0,7
La Veyre	50	23,3	245 - 77	0,72
La Brives	19	7,8	230 - 104	1,6
La Mayre	14	4,8	160 - 57	2,1
L'Aiguillon	124	22	285 - 65	1
L'Avègue	35	13,9	260 - 88	1,2
Le Chantabre	66	13,1	250 - 96	1,2
La Claysse	81	21,4	360 - 105	1,2
L'Auzon+Auzonnet	172	30,4	600 - 112	1,6
L'Auzonnet	64	26,3	600 - 122	1,8

Elaboration d'un atlas des zones inondables par la méthode d'hydrogéomorphologie sur le bassin versant
de la Cèze

L'Alauzène	88	20,5	330 - 122	1
La Ganière	78	27,1	830 - 154	2,5
Le Luëch	96	27,3	1 000 - 188	3

Tableau 1 - Caractéristiques de la Cèze et de ses affluents analysés dans cette étude.

Les valeurs attribuées aux rivières dont des affluents ont également été étudiés comprennent l'ensemble du bassin. Ex : La surface du bassin de la Tave comprend celle de la Veyre, celle de la Brives et la surface occupée à l'aval des confluences.

2.1. LE CONTEXTE GEOLOGIQUE ET GEOMORPHOLOGIQUE : DEFINITION DE TRONÇONS HOMOGENES DE COURS D'EAU

Le bassin versant de la Cèze comprend plusieurs grands ensembles géologiques qui se distinguent par leur morphologie, provoquant un contraste entre les paysages montagneux du domaine cévenol, les plateaux calcaires et les secteurs de plaine.

A l'amont du bassin versant, on rencontre en effet les roches cristallines cambro-ordoviciennes constituées du granite du Mont-Lozère et des terrains métamorphiques de la série cévenole, gneiss et micaschistes. Cette série cristalline est surmontée par les formations sédimentaires schisto-gréseuses du Houiller et du Trias (figure 1).

A l'aval de ce massif primaire, la bordure cévenole calcaire est constituée de terrains secondaires, de direction NE-SW et à pendage globalement orienté vers le sud-est. Ces terrains présentent une succession stratigraphique d'est en ouest qui va du Jurassique au Crétacé Supérieur, ce dernier s'ennoyant sous les alluvions caillouteuses quaternaires de la vallée du Rhône.

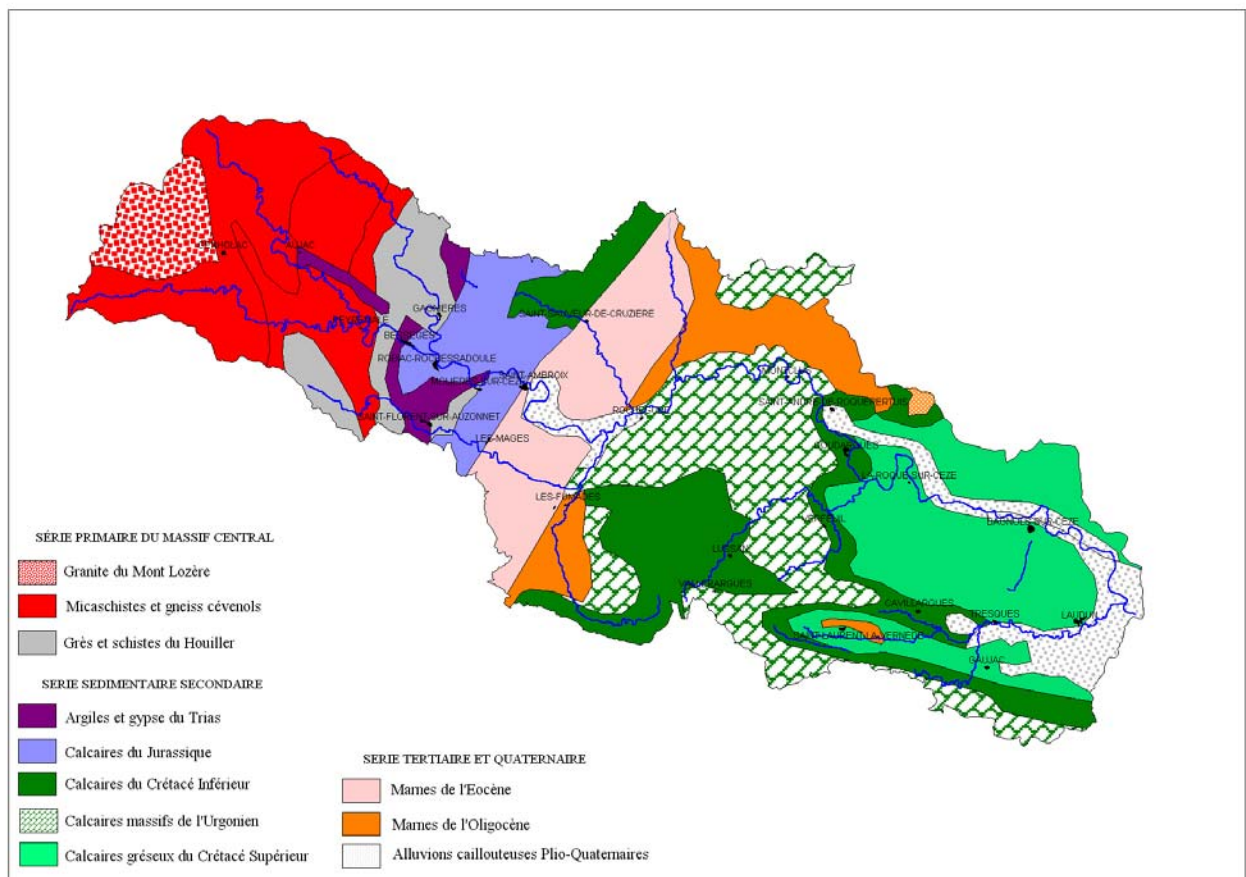


Figure 2 - Carte géologique du bassin versant de la Cèze (d'après carte BRGM 1/1 000 000)

Cette série secondaire est interrompue par un faisceau de failles de direction NE-SW qui délimitent le fossé d'effondrement oligocène d'Alès, dont la faille des Cévennes constitue la bordure occidentale. Ce fossé, qui s'est effondré sur une profondeur d'environ 1 500 m, est rempli de sédiments principalement marneux d'âges oligocène et éocène, ces derniers transgressant également sur les calcaires Crétacé à l'est du fossé.

Il faut également noter la présence dans la partie sud-est du bassin (sous bassin-versant de la Tave) d'une structure anticlinale de direction est-ouest, l'anticlinorium de Lussan, constitué de Crétacé Supérieur et d'Eocène.

Cette répartition des terrains géologique implique un zonage géomorphologique. On peut ainsi distinguer plusieurs unités géographiques et géologiques qui vont permettre de délimiter des tronçons homogènes de cours d'eau (figure 2).

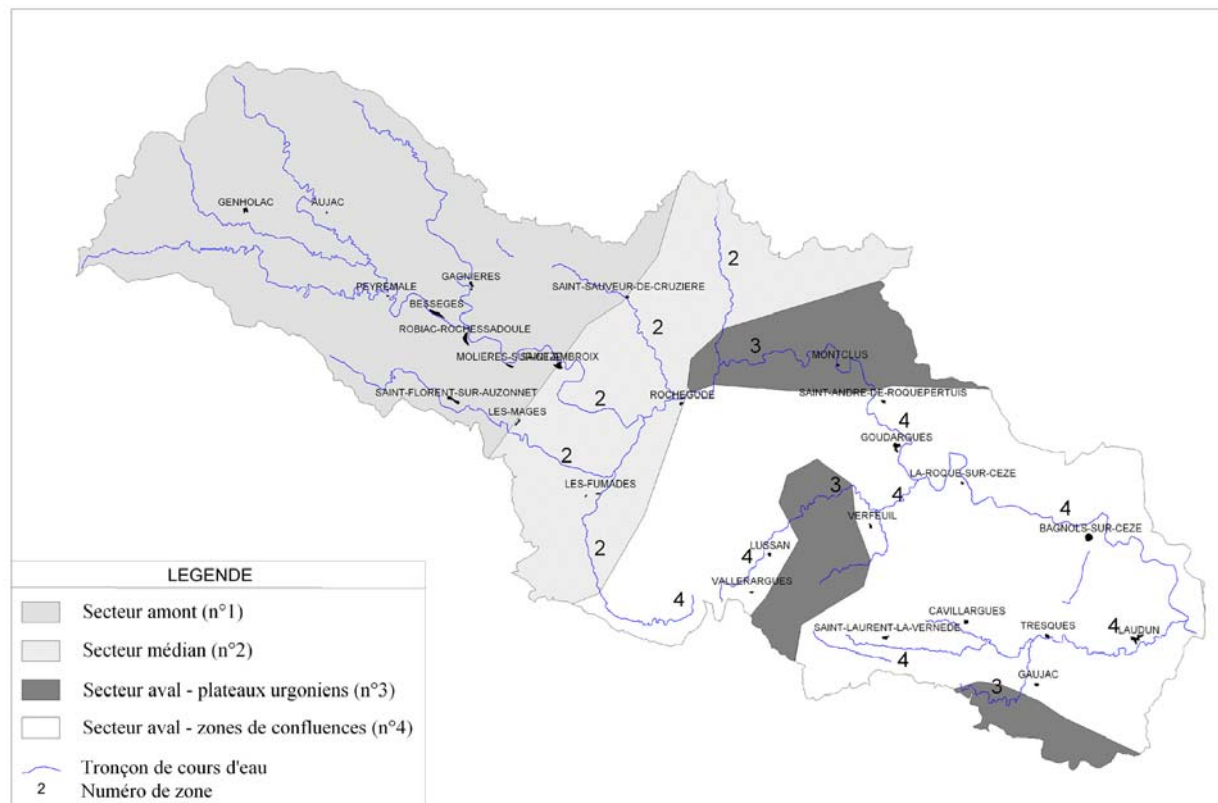


Figure 3 - Carte de zonage géomorphologique permettant de définir des tronçons homogènes de cours d'eau

2.1.1. LE SECTEUR AMONT

Ce secteur est constitué par les terrains primaires et les calcaires jurassiques formant la bordure cévenole. C'est un secteur montagneux qui montre les altitudes les plus élevées du bassin de la Cèze (300 à 1 000 m avec un maximum au-dessus de 1 500 m dans le massif granitique), des pentes abruptes et des vallées étroites. Ce secteur comprend la partie de la Cèze à l'amont de Saint-Ambroix, et ses affluents amonts (Le Luëch, La Ganière), ainsi que la partie de la Claysse à l'amont de Saint-Sauveur des Cruzières, et l'Auzonnet à l'amont des Mages.

2.1.2. LE SECTEUR MEDIAN (FOSSE D'EFFONDREMENT SAINT-AMBROIX / ROCHEGUDE)

C'est un secteur à topographie peu marquée, avec des altitudes autour de 150 m à 200 m, et une large plaine alluviale pour la Cèze. Ce secteur comprend la Cèze entre Saint-Ambroix et Rochegude, l'Auzonnet à l'aval des Mages, le tronçon aval de l'Alauzène, l'Auzon, la Claysse à l'aval de Saint Sauveur, et le Chantabre.

2.1.3. LE SECTEUR AVAL

Le secteur aval, qui est constitué par les calcaires et calcaires gréseux crétacés, ainsi que par les sédiments plio-quadernaires de la vallée du Rhône, est composé de deux zones bien distinctes, à cause de la particularité des paysages des calcaires de faciès urgonien (datant de la fin du Crétacé Inférieur).

➤ Les plateaux urgoniens (secteur des gorges)

C'est en effet une zone de plateaux karstiques de moyenne altitude (300-400m) entaillés par des gorges étroites. Cette zone comprend le tronçon de la Cèze entre Rochegude et Saint-André-de-Roquepertuis, le tronçon médian de l'Aiguillon entre Lussan et Verfeuil, la partie amont de l'Avègue, et le tronçon de la Veyre juste à l'amont de Gaujac.

Le profil longitudinal des cours d'eau de faible énergie peut présenter une forte augmentation de pente à leur passage dans les gorges. C'est notamment le cas de l'Aiguillon qui a une pente qui passe de 0,8 % à l'amont à 2,7 % en arrivant dans les gorges. Le profil longitudinal de la Cèze, en revanche, a une forme régulière globalement concave vers le haut sur tout son parcours à l'aval du barrage de Sénéchas, qui n'est pas perturbé au passage des gorges.

➤ *Les zones de confluence (à l'aval de Saint-André-de-Roquepertuis)*

Cette zone est constituée des formations calcaires et calcaréo-gréseuses du Crétacé et des alluvions caillouteuses plio-quaternaires. Elle a un relief moins contrasté que celui de la zone urgonienne, et présente des vallées alluviales plus larges. Elle comprend des paysages de combes marneuses du Crétacé Inférieur et de l'Eocène entourant les plateaux urgoniens, et des coteaux gardois du Crétacé Supérieur situés à l'aval du bassin, eux-même entaillés par les vallées alluviales plio-quaternaires. Ce secteur comprend la Cèze à l'aval de Saint-André-de-Roquepertuis, le tronçon amont de l'Alauzène, les parties aval et amont de l'Aiguillon, la Mayre, la Tave, la Brives et la majeure partie de la Veyre.

2.2. LE CLIMAT

2.2.1. LE CLIMAT A L'ECHELLE REGIONALE

Le climat de la région des Cévennes est de type méditerranéen, avec un régime des pluies qui se répercute sur l'hydrologie, presque partout marqué par une sécheresse estivale plus ou moins accentuée – si l'on excepte la zone montagneuse plus humide des massifs cristallins –, une concentration des pluies au printemps et surtout en automne. Globalement, on observe d'amont en aval du bassin de la Cèze un gradient de température moyenne croissant et de pluviométrie décroissant associés au gradient d'altitude, tandis que le caractère méditerranéen s'affirme. L'intensité des averses et la très grande irrégularité des précipitations d'une année à l'autre sont en effet un autre trait propre à la région. Les régimes des cours d'eau sont donc contrastés.

Quant aux températures, elles opposent en montagne les *soulanes* (adrets) ensoleillées et les ubacs ombragés et en plaine, en liaison avec une dominance des vents d'ouest (tramontane et mistral), elles peuvent offrir des contrastes importants.

Ces conditions climatiques associées aux caractéristiques orographiques expliquent l'organisation de la végétation.

Dans les hautes terres, la végétation présente un classique étagement montagnard, sur lequel jouent les différences d'exposition. Les pelouses des plus hauts sommets sont vite relayées par des forêts de pins sylvestres, de pins à crochets et de chênes blancs. Au-dessous de 1 000 m et jusque vers 300 m d'altitude, la châtaigneraie marque la retombée cévenole, avec les séries de chênes verts et de chênes pubescents et de pins d'Alep. Dans la plaine d'Alès, on trouve des cultures : vignes, arbres fruitiers, fourrages... Vers les régions basses des plateaux calcaires et des coteaux gardois, la forêt de chênes verts et de chênes pubescents cède fréquemment la place à des formations végétales plus ou moins dégradées : c'est le domaine de la garrigue, avec sa végétation de chênes kermès, de cistes, de lavandes et de

romarins. Enfin, dans les vallées alluviales proches de la vallée du Rhône, se développent une galerie forestière composée d'aulnes, de frênes et de saules, ou des plantations de peupliers et d'arbres fruitiers.

2.2.2. LA PLUVIOMETRIE A L'ECHELLE DU BASSIN

La pluviométrie journalière analysée sur dix postes de mesure (dont deux hors du bassin de la Cèze) et moyennée sur une vingtaine d'années permet d'observer un gradient de pluviométrie moyenne croissant de 1 500 mm/an en amont à 760 mm/an à l'aval du bassin de la Cèze (SIEE, 1994). Il faut noter l'exception du secteur de Génolhac (près d'Aujac) qui accuse un déficit de précipitation de 400 à 500 mm/an par rapport à la moyenne annuelle du bassin. La moyenne pondérée de ces 10 stations permet d'estimer la lame d'eau annuelle moyenne à 1 043 mm sur l'ensemble du bassin de la Cèze (tableau 2).

Station de mesure	Période d'enregistrement	Moyenne annuelle (mm/an)
Génolhac	1961-1980	987
La Grand Combe	1961-1974	1452
Malons et Elze	1961-1992	1550
Bessèges	1946-1985	1311
Saint-Ambroix	1961-1992	991
Salindres	1961-1992	1005
Montclus	1963-1992	910
Pont-Saint-Esprit	1971-1991	801
Tresques	1972-1992	760
Chusclan	1963-1990	762

Tableau 2 - Stations pluviométriques du bassin de la Cèze

En ce qui concerne la répartition au cours de l'année de la pluviométrie globale du bassin, on observe un minimum de la pluviométrie mensuelle moyenne en juillet, avec 36,8 mm, et un maximum en octobre avec 160,5 mm. Excepté ce pic en octobre, la pluviométrie mensuelle est relativement régulière, avec une saison plus sèche de juin à août (figure 3).

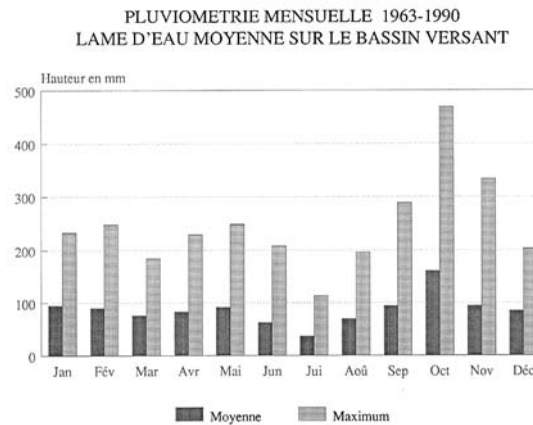


Figure 4 - Pluviométrie mensuelle sur le bassin versant de la Cèze pour la période 1963-1990
(Source : SIEE, 1994)

Cependant, les variations pluviométriques inter-annuelles peuvent être très importantes, avec des années marquées par des périodes de sécheresse exceptionnelle ou au contraire des automnes et des hivers extrêmement pluvieux. Comme on le verra plus loin lors de l'analyse des débits, l'absence de régulation interannuelle sur le bassin peut entraîner des débits d'étiage très sévères, même après des années très humides (par exemple, 1989 après 1988 humide).

2.2.3. LES EVENEMENTS EXCEPTIONNELS

Le climat de la région cévenole est également caractérisé par des pluviométries extrêmes dont la caractéristique principale est leur "violence extraordinaire"¹, pouvant entraîner des précipitations localisées de plus de 120 mm en une heure, et 160 à 200 mm en 2 heures² (figure 4). C'est cet afflux brutal qui cause la puissance des crues cévenoles. Par exemple, la pluie du 29 septembre 1958 a atteint 240,6 mm à Bessèges en 24 heures. Si ces pluviométries sont exceptionnelles sur une même station du fait de leur limitation dans l'espace, en revanche, si l'on considère une zone de 15 à 20 km de rayon, leur période de retour est de l'ordre de 20 ans. Une analyse de la pluviométrie journalière (tableau 3) montre que ces événements pluvieux extrêmes sont beaucoup plus fréquents pendant les mois de septembre-octobre (42 % des pluviométries journalières maximales annuelles) (SIEE, 1994), entraînant des débits de crue conséquents, comme on le verra dans les paragraphes suivants.

Il peut tomber plus de 500 mm (jusqu'à 791 et 950) sur le rebord oriental du massif central (PARDE, 1933).

¹ d'après Parde, in "Quelques remarques sur les crues cévenoles de septembre et d'octobre 1958"

² source : SIEE 1994.

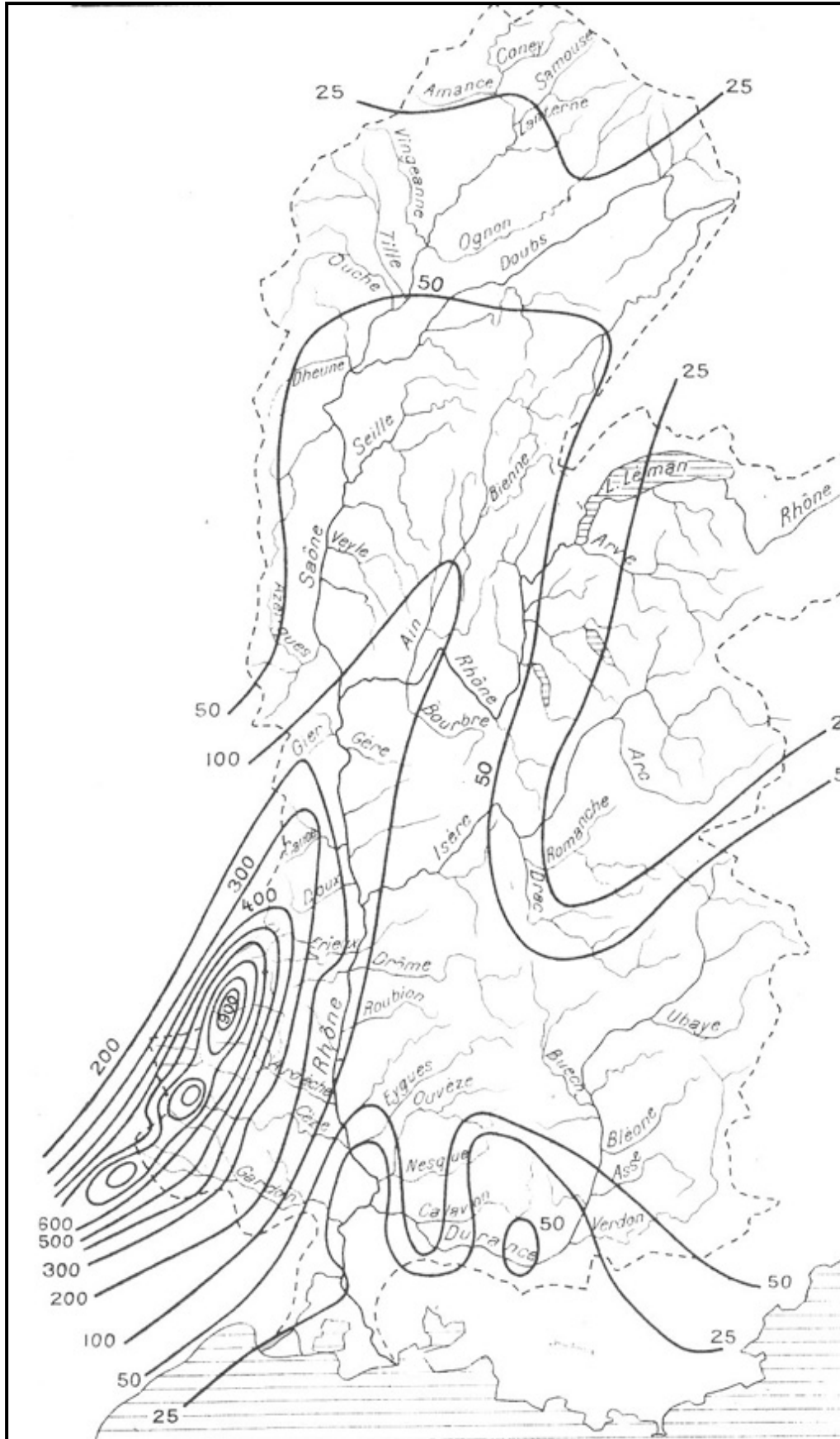


Figure 5 - Exemple de cartographie d'une pluie cévenole - Episode du 18 au 23 septembre 1892
(in PARDE,1933)

Stations de mesures	Pluies en 24 heures		Pluies en 48 heures	
	P10 (en mm)	P100 (en mm)	P10 (en mm)	P100 (en mm)
Génolhac	109	150	147	217
La Grande Combe	177	264	216	314
Malons et Elze	174	256	273	412
Bessèges	180	270	241	368
Saint-Ambroix	129	191	170	257
Salindres	126	186	166	260
Montclus	134	201	146	217
Pont-Saint-Esprit	113	169	146	223
Tresques	133	207	152	234
Chusclan	117	175	131	199

Tableau 3 - Pluies journalières décennales et centennales (Source : SIEE, 1994)

Ainsi, pour la crue de 1958, ont été enregistrés, à Saint-Maurice-de-Ventalon, en amont du bassin :

- 300 mm en 14 heures, le 30 septembre au matin,
- 124 mm en 20h, ensuite, jusqu'au 1^e octobre matin.

Des hauteurs d'eau de plus de 350 mm ont déjà été enregistrées sur 48 heures :

- 365 mm en octobre 1977 à Malons et Elze,
- 363 mm en septembre 1976 à Bessèges.

Sur une période 24 heures, plus de 240 mm ont été enregistrés à Bessèges en septembre 1958, 252 mm à Malons et Elze en octobre 1977, 341 mm à St-Ambroix en mai 1998.

Parmi les événements majeurs des 30 dernières années sur le Gard (1971-2000), c'est-à-dire parmi les événements où plus de 300 mm ont été enregistrés en 24 h, 2 événements ont concerné des stations du bassin versant de la Cèze :

- le 7 novembre 1982, il est tombé 305 mm à Génolhac, pendant qu'il tombait plus de 600 mm sur les Pyrénées Orientales, et plus de 500 mm sur les Cévennes,
- et le 27 mai 1998, 341 mm ont été enregistrés à St Ambroix.

Dans la nuit du 5 au 6 novembre 1963, un épisode pluvieux intense touche le Gard et l'Hérault, 5 jours après un très gros épisode cévenol, où 700 mm avaient été enregistrés sur le massif de l'Aigoual (qui avait provoqué la saturation des sols). La Cèze a été parmi les rivières à déborder.

L'événement exceptionnel de Septembre 2002 fait quand-à-lui l'objet d'un paragraphe particulier situé à la fin de ce rapport.

3. LE FONCTIONNEMENT HYDROLOGIQUE ET HYDRODYNAMIQUE DES BASSINS

Le fonctionnement hydrologique et hydrodynamique des bassins repose sur l'étude de SIEE (1994), basée sur l'étude de COYNE et BELLIER (1982). Cette dernière n'a pu nous être fournie dans sa totalité.

3.1. LA REPARTITION DES DEBITS DANS LE BASSIN VERSANT

De l'amont vers l'aval, le bassin versant de la Cèze dispose d'un certain nombre de stations de mesures du débit, pour lesquelles le début des observations date généralement du début des années 60.

A partir de ces mesures, on compare l'évolution des débits moyens et des débits spécifiques -rapport du débit moyen à la surface drainée- de l'amont vers l'aval (tableau 4).

Le module (moyenne des débits moyens annuels) sur la période d'observations de chaque station (SIEE, 1994) a été calculé à partir de neuf stations de mesures journalières situées sur la Cèze et sur ses affluents. Le module de la station de La-Roque-sur-Cèze (station la plus à l'aval), est de 529 mm/an, ce qui fournit un coefficient d'écoulement moyen sur le bassin de la Cèze à 51%. Il s'agit du rapport entre la lame d'eau écoulée et la lame d'eau précipitée (1 043 mm) sur le bassin versant.

Stations	Période d'observations	Superficie du bassin versant (en km ²)	Module (en m ³ /s)	Débits spécifiques (en l/s/Km ²)	Lame d'eau équivalente (en mm)
Aujac	1978-1987	69	1,7	24,4	780,4
Echelette	1960-1972	79	2,6	32	996
Chambon-Sénéchas	1960-1987	113	3,5	31,2	970
Bessèges	1961-1987	230	6,1	26,6	825
La-Roque-sur-Cèze	1961-1992	1 060	18	17	556

Tableau 4 - Moyenne des débits et modules pour quelques stations situées sur la Cèze

(Source : SIEE, 1994)

Le module spécifique (module normalisé à la superficie du bassin versant à l'amont de la station) permet de comparer l'écoulement dans le bassin de la Cèze à celui dans les rivières voisines (Gardons, Hérault, Tarn, Vidourle ...). Si les débits spécifiques de la Cèze sont comparables à ceux de ses voisins dans sa partie amont (secteur amont de la figure 2), en revanche, à l'aval, il est nettement inférieur à celui de l'Hérault par exemple (débit spécifique 45% plus faible). Cette même tendance se retrouve dans les valeurs du débit d'étiage, en plus

accentuée, puisque l'Hérault a un débit spécifique d'étiage 2,5 fois supérieur à celui calculé à La-Roque-sur-Cèze. L'explication de ces différences est due à des pertes importantes de la Cèze le long de son parcours. Il faut noter que depuis 1984, le barrage de Sénéchas, situé en amont de Peyremale, joue le rôle de soutien d'étiage pendant les mois de juillet, d'août et de septembre.

Sur la majeure partie de son cours, en effet, la Cèze ne satisfait pas le débit réservé (tableau 5), ce qui signifie, en toute rigueur, qu'aucun prélèvement supplémentaire ne peut plus être autorisé par l'Administration. Rappelons que le débit réservé est défini par la législation et par les Services du Ministère de l'Agriculture, comme le VCN 30 quinquennal (valeur minimale du débit sur 30 jours consécutifs, de fréquence de retour 5 ans) qui est le débit à maintenir pour entretenir la vie piscicole.

	Module (en m³/s)	VCN30 quinquennal (en l/s)	Respect du débit réservé
Echelette	2,6	140	oui
Chambon-Sénéchas	3,5	120	non
Bessèges	6,1	215	non
La-Roque-sur-Cèze	18	1 400	non

Tableau 5 - Valeurs des débits réservés le long de la Cèze (Source : SIEE, 1994)

3.2. LA RELATION NAPPES-RIVIERES

La répartition des stations permanentes de mesures de débit ne permet pas d'analyser les pertes de la Cèze en détail, puisqu'elles sont toutes situées dans le secteur amont du bassin versant, exceptée la station de La-Roque-sur-Cèze. Une campagne de jaugeages effectuée par SIEE en septembre 1992 (SIEE, 1994) avec un réseau de 11 stations de mesures le long de la Cèze a mis en évidence une perte importante de 800 l/s à l'amont des gorges de la Cèze entre Rochegude et Tharoux. Lors de cette campagne de jaugeages de 1992, des mesures de minéralisation permettant de tracer les sources de l'eau (pluie ou nappes), et la comparaison avec une campagne de mesures BCEOM de 1986 (figure 5) ont aidé à établir les relations entre les nappes et les rivières. Ces pertes ont été confirmées par des études ultérieures montrant une perte des eaux superficielles vers le karst dans les gorges de la Cèze (Safege-Cetiis, 1999, BRL ingénierie, 1995).

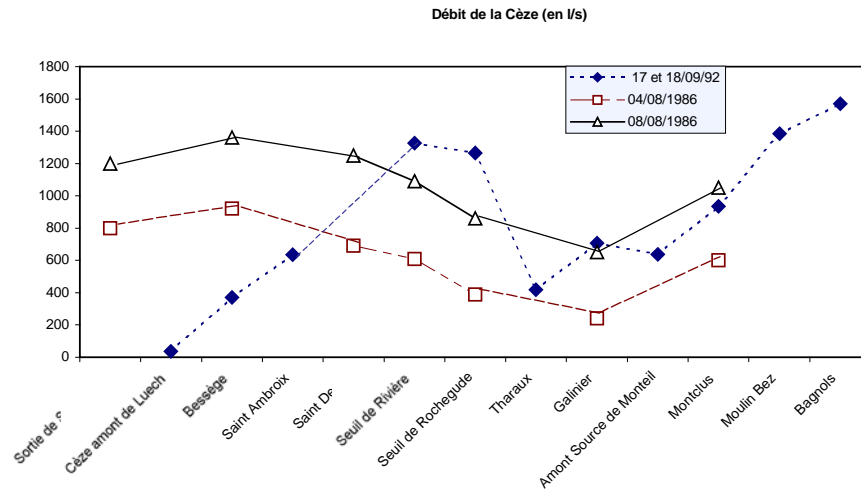


Figure 6 - Débits mesurés lors de campagnes de jaugeage en différents points de la Cèze (points présentés d'amont en aval)

Il y a en général une relation étroite entre les aquifères - karstiques ou alluviaux - et la rivière. Il y a très peu de réalimentation de la rivière par les nappes lors de l'étiage, c'est pourquoi le barrage de Sénéchas joue le rôle de soutien d'étiage depuis 1984. La faible extension de l'aquifère des zones alluviales sur le cours de la Cèze ne l'autorise pas, en effet, à jouer un rôle d'effet tampon, si on excepte le secteur situé à l'aval de La-Roque-sur-Cèze où l'aquifère des calcaires gréseux du Crétacé Supérieur peut soutenir la nappe alluviale, plus large à partir de cet endroit. Sur le cours de la Cèze entre Saint-Ambroix et Bessèges, il peut également y avoir alimentation de la rivière par l'aquifère des calcaires et des dolomies liasiques lors d'une baisse du débit de celle-ci. Il faut noter qu'à cause de la brièveté et de la rapidité des crues cévenoles, le rôle des aquifères dans ces crues est extrêmement limité.

En revanche, on observe des pertes importantes de la rivière, notamment entre Rochegude et Tharoux, vers les aquifères karstiques de l'Urgonien, qui constituent une très bonne ressource en eau (sources captées et puits), bien qu'une grande partie des eaux souterraines pourraient en fait être capturées par les eaux de l'Ardèche et du Gardon, comme le suggère la campagne de jaugeages SIEE de 1992 (SIEE, 1994) qui montre une absence d'apport à la Cèze du karst Urgonien alors que le débit d'étiage cumulé des sources principales est supérieur à 600 l/s.

3.3. LA REPARTITION DU COEFFICIENT D'INFILTRATION DANS LE BASSIN VERSANT

50% de la surface du bassin versant est constituée de terrains pouvant être considérés à faible coefficient d'infiltration, avec des écoulements rapides expliquant en partie la violence des crues. Ces terrains sont principalement situés dans les secteurs amont et médian du bassin versant (cf. figures 1 & 2). Il s'agit des terrains primaires des Cévennes et du Trias du secteur amont, ainsi que des marnes oligocènes et éocènes du secteur médian. L'effet de ruissellement est accentué dans le secteur amont par les pentes plus importantes.

Les 50% de la surface restante peuvent être divisés en deux groupes :

- les terrains de nature karstique (calcaires de l'Urgonien, du Crétacé Inférieur et du Jurassique), sièges d'infiltrations importantes, avec un transfert rapide vers les sources.
- les terrains perméables du Crétacé Supérieur (grès et calcaires gréseux situés à l'aval du bassin), avec des temps d'infiltration et de transferts plus lents mais de meilleures capacités de rétention.

La DDE du Gard, en relation avec l'école des mines d'Alès, mène actuellement une réflexion sur la caractérisation de l'infiltration des sols à l'échelle du département du Gard.

3.4. LES CRUES

Le climat de la région se caractérise par l'occurrence d'averses violentes, notamment en automne. Ces averses entraînent fréquemment des crues, dont 65% se produisent entre le 15 septembre et le 15 novembre d'après l'analyse des dates de hauteurs maximales à l'échelle de Bessèges (SIEE, 1994) et l'analyse depuis la base des données historiques sur les inondations de la Cèze.

Une des crues les plus fortes enregistrées dans la vallée de la Cèze est celle du 30 septembre 1958, avec un débit estimé à :

- 3 730 m³/s et une hauteur à l'échelle de 10,75 m à Bagnols-sur-Cèze,
- 3 130 m³/s à Goudargues,
- 2 150 m³/s à Saint-Ambroix,
- 1 360 m³/s à Bessèges.

La zone inondée par cette crue a été estimée de 4 200 ha (SIEE, 1994). Cependant, l'analyse débit-temps de retour pour les différentes stations montre que la période de retour de cette crue est inférieure à 100 ans, comprise entre 45 et 75 ans (fréquence estimée à partir des relevés depuis 1890 aux échelles de crue en place, SIEE, 1994) : la crue centennale étant estimée par le BCEOM et par SIEE à plus de 4 000 m³/s à l'aval du bassin versant.

Les débits de pointe sont calculés statistiquement pour différentes périodes de retour en divers points du bassin versant (tableau 6).

Période de retour	Débits de pointe en m ³ /s			
	Bessèges	Saint-Ambroix	Goudargues	Bagnols-sur-cèze
10 ans	930	1 300	1 810	2 090
30 ans	1 230	1 750	2 460	2 840
100 ans	1 920	2 730	3 730	4 420

Tableau 6 - Quantiles caractéristiques, sous l'influence de Sénéchas (Source : SIEE, 1994)

Dans le règlement départemental d'annonce des crues du Gard, la cote d'alerte à Bagnols-sur-Cèze est fixée à 4,00 m. La crue exceptionnelle du 30 septembre 1958 n'a en effet pas été le seul événement important depuis 1890 (soit environ un siècle de relevés), si l'on en croit les hauteurs d'eau atteintes aux différentes échelles le long du cours de la Cèze, et notamment celle de Bagnols-sur-Cèze, où l'eau a dépassé 282 fois sa cote d'alerte et 18 fois une hauteur de 8 m depuis 1890 :

- >9,00 m, le 21 septembre 1890,
- 8 m, le 21 octobre 1891,

- 9,45 m, le 30 septembre 1900,
- 8,15 m le 9 octobre et 10,15 m le 16 octobre 1907,
- 8,45 m le 6 décembre 1910,
- 8,20 m le 3 novembre 1914,
- 10 m le 9 octobre 1933,
- 8,30 m le 25 décembre 1957,
- 10,75 le 1^{er} octobre puis 10,20 m le 4 octobre 1958,
- 8,58 m le 6 novembre 1963,
- 9,35 m le 13 septembre 1976,
- 9,20 m le 24 octobre 1977,
- 8,50 m le 8 novembre 1982,
- 8,20 m le 30 octobre 1987,
- 8,85 m le 21 octobre 1994,
- 8,35 m le 28 mai 1998.

Depuis 1890, onze crues importantes ont été observées sur la période 1^{er} juin – 30 septembre, soit approximativement une tous les dix ans. Ces crues ne se sont jamais produites en juillet (historique des crues depuis 1741). Certaines années, plusieurs crues importantes peuvent survenir, comme en 1907 (octobre et novembre), ou en 1933 (septembre et octobre).

La DIREN possède 5 stations hydrométriques sur le bassin de la Cèze, même si les séries de données pour certaines sont discontinues :

- à Bessèges,
- à La Roque sur Cèze, dont les mesures ont été interrompues en 2000,
- à Chusclan, installée en 1993, la station a été emportée par la crue de 2002.
- aux Mages sur l'Auzonnet,
- à Banne sur la Ganière.

Le service d'annonces des crues de la DDE du Gard gère quant-à-elle 4 stations : Sénéchas, Tharoux, Montclus et Bagnols-sur-Cèze (cette dernière station rencontre des problèmes de tarage).

En 1994, le 21 octobre, il s'est produit une crue importante généralisée sur tout le bassin. Ainsi, l'échelle de Bessèges a enregistré une hauteur de 3,1 m, celle de Chusclan une hauteur de 6 m, (soit environ 1500 m³/s) et celle de La Roque sur Cèze une hauteur de 4,44 m, ce qui correspond également à un débit de 1500 m³/s environ (l'étalonnage a été testé jusqu'à environ 1000 m³/s),

En 1998, alors que le 27 mai, 341 mm de pluie sont tombés sur St Ambroix, à l'amont du bassin, les hauteurs suivantes aux stations hydrométriques ont pu être notées :

- à Chusclan : 5,12 m le 28 mai

- à La-Roque-sur-Cèze : 4,47 m le 28 mai, soit pour ces deux postes, situés à l'aval du bassin, des valeurs similaires à celles de 1994 (voir ci-dessus)
- et à Bessèges, une crue double : 1,93 m le 28 mai et à nouveau 1.89 m le 31 mai, hauteurs qui ne se détachent pas des quelques autres valeurs importantes de l'année : 2,6 m le 14 janvier, 1,7 m le 15 avril par exemple...

Jusqu'à présent, c'est l'observation de l'extension de la crue de 1958, parfois modifiée par des calculs prenant en compte le barrage de Sénéchas, qui a été utilisée pour définir les zones inondables dans les Plans d'Occupation des Sols des communes. En effet, des modélisations mathématiques ont été réalisées par COYNE et BELLIER (1982) sur les crues de 1958 et 1976 pour calculer des zones inondables et estimer la qualité d'écrêteur de crue du barrage de Sénéchas.

La crue du 8-9 septembre 2002, qui fait l'objet d'un paragraphe spécifique en fin de ce rapport, a eu une ampleur supérieure à celle de 1958 à l'aval de Tharoux et pourrait remplacer celle de 1958 comme crue de référence.

3.5. LA DYNAMIQUE FLUVIALE

3.5.1. LA DYNAMIQUE LONGITUDINALE

Une des caractéristiques des rivières étudiées est leur pente faible, voire très faible, à l'exception de la section la plus en amont des cours d'eau, notamment si elle est située dans le secteur montagneux du bassin). Sur la Cèze, par exemple, la pente est de 1% de Saint-André-Capcèze au barrage de Sénéchas (secteur amont), puis la pente longitudinale diminue régulièrement sur le reste du cours d'eau à l'aval du barrage, avec une pente moyenne de 0,16%. Ces pentes relativement faibles traduisent des écoulements lents et une puissance de charriage faible, avec de nombreuses zones de dépôt. Le profil longitudinal des cours d'eau est relativement stable dans le temps, seules des zones ponctuelles d'enfoncement du lit ont été relevées à Molières et à Bagnols-sur-Cèze. Aucun phénomène d'érosion régressive n'a été mis en évidence sur le parcours de la Cèze (SIEE, 1994).

3.5.2. LA DYNAMIQUE LATÉRALE ET LE FACIÈS D'ÉCOULEMENT D'AMONT EN AVAL

Dans le secteur amont du bassin, dans les terrains primaires (cf. Figure 2), on observe des écoulements plus ou moins rapides, avec des faciès de type chenal lentique, radier, rapide ou plat, entrecoupés de mouilles dans les concavités des méandres. Les zones de dépôts sont discontinues et de granulométrie grossière. Le tracé des cours d'eau est très sinueux, de type

méandrique. Dans ce secteur, et notamment lors de la traversée des schistes (cf. Figure 2), on observe des méandres abandonnés correspondant à une dynamique latérale lente, à l'échelle millénaire. Les affluents des rivières principales montrent une dynamique torrentielle produisant des cônes de colluvions pouvant modifier la délimitation de la zone inondable.

Dans le secteur médian et dans les zones de confluences, les zones de dépôt deviennent de plus en plus importantes, les écoulements sont plus lents, avec une granulométrie qui se diversifie et qui diminue : les secteurs médians et de confluence aval sont en effet des zones de construction alluvionnaire. Le déplacement latéral des lits des rivières dans les zones alluviales larges obéit à une dynamique à l'échelle séculaire liée au déplacement naturel des méandres. Dans le secteur aval des plateaux urgoniens (secteur des gorges), la largeur des vallées diminue et le tracé des cours d'eau devient plus sinueux. Les écoulements restent lents, et la granulométrie des dépôts est fine.

3.6. LE DEGRE D'ARTIFICIALISATION DES COURS D'EAU

Le bassin de la Cèze est une région relativement peu urbanisée et peu industrialisée, qui compte environ 71 000 habitants permanents. Les zones urbaines les plus importantes sont celles de Bagnols-sur-Cèze et du pôle Saint-Ambroix/Bessèges.

Les industries sont concentrées dans le canton de Bagnols-sur-Cèze où sont localisés 60 % des emplois, et dans une moindre mesure dans les cantons de Saint-Ambroix et de Pont-Saint-Esprit situés à l'aval du bassin, dans les zones de confluences. La majeure partie de la surface du bassin est occupée par des zones naturelles et des zones agricoles. La surface agricole utilisée est de 27% du territoire (département du Gard), constituée en majorité de vignes, puis de céréales, d'oléagineux, de vergers et de légumes. L'activité touristique, principalement liée au cours d'eau, est celle de baignade, de pêche, de descente en canoë, de cyclotourisme, de randonnée pédestre.

Les structures d'hébergement comprennent 59 campings d'une capacité totale de 15 000 personnes.

Les cours d'eau sont globalement peu aménagés, excepté dans les zones agricoles et urbaines situées dans la plaine de Saint-Ambroix/Rochegude et à l'aval de Bagnols-sur-Cèze.

Les modifications anthropiques apportées aux cours d'eau sont de trois natures :

- Les travaux et ouvrages hydrauliques qui ont pour but de limiter l'étendue des terrains soumis aux inondations et de régulariser le régime hydrologique (barrage de Sénéchas, digues).

- Les autres ouvrages : ponts, seuils, remblais, stations d'épuration, prises d'eau ... Ces ouvrages sont reportés sur les planches de l'Atlas et ne seront pas évoqués dans ce paragraphe.

- Les modifications liées à l'agriculture : évolution des emprises agricoles, modification des structures et des pratiques agricoles, drainage agricole, curages, recalibrages et endiguements.

3.6.1. LE BARRAGE DE SENECHAS

Il existe un seul barrage sur le bassin de la Cèze, celui de Sénéchas. Ouvrage de protection contre les crues, il a été mis en service en octobre 1976 dans la partie amont du cours de la Cèze entre Peyremale et Aujac. La capacité permanente de la retenue est de 3 millions de m³, et sa capacité maximale de 16,2 millions de m³.

- Ecrêtage de crues

D'après les études hydrologiques de COYNE et BELLIER (1982), le barrage soulage de façon significative les communes de Bessèges et de Saint-Ambroix pour les crues d'occurrence inférieure à 50 ans. En revanche, il protège faiblement contre les crues plus rares, et son effet décroît vers l'aval.

- Soutien d'étiage

Depuis décembre 1984, un rôle de soutien d'étiage a été attribué au barrage de Sénéchas, qui doit restituer à l'aval pendant les mois de juillet, d'août, de septembre, le débit amont stocké pendant les mois de mai et de juin. Le volume disponible pour le soutien d'étiage est de 4,26 millions de m³, relargable entre le 1^{er} juillet et le 30 septembre, ce qui correspond à un débit moyen de soutien pendant 90 jours de 550 l/s au-delà des apports naturels, mais les lâchers peuvent osciller entre 800 et 1200 l/s, et la cote de la retenue à la fin de l'été doit être suffisamment basse pour permettre l'écrêtage des crues d'automne.

Cependant, si à Bessèges on observe une amélioration très nette des débits d'étiages depuis la mise en service du soutien d'étiage qui permet retrouver un niveau proche du régime naturel, en revanche, à l'aval, ce soutien a été compensé par les prélèvements faits pour l'irrigation agricole, et à La-Roque-sur-Cèze, les débits d'étiage restent inférieurs à l'étiage naturel de près de 1,5 m³/s (SAFEGE-SETIIS, 1999).

3.6.2. LES SEUILS

De nombreux seuils émaillent le parcours des cours d'eau du bassin de la Cèze. Tout comme les ponts, ils sont reportés sur les planches de l'atlas. Ils sont utilisés soit pour le soutien d'étiage, soit pour l'irrigation des jardins ou de terrains agricoles quand ils alimentent un béal, soit pour la baignade dans les petits plans d'eau créés en amont. Une soixantaine de seuils a été reportée, dont la majorité (70%) est située dans le secteur amont du bassin versant de la Cèze.

3.6.3. LES RECALIBRAGES ET LES DETOURNEMENTS

- Détournements, prélèvements pour l'irrigation

Les surfaces irriguées représentent 822 ha sur l'ensemble du bassin de la Cèze, principalement dans la plaine de Saint-Ambroix/Rochegude dans le secteur des confluences avales, ce qui correspond à un total de 1,9 millions de m³ d'eau prélevée pour une fréquence de 2 ans, et de 2,5 millions de m³ pour une fréquence de 5 ans (calcul de COYNE et BELLIER, 1982, à partir du besoin unitaire pour l'irrigation). Ces prélèvements se font par des béals alimentés par les seuils (cf. paragraphe précédent) avec un retour partiel à la rivière, et des pompages au niveau de prises d'eau. Il a été recensé 9 seuils avec béal sur l'Auzonnet, 10 sur la Cèze, 7 sur le Luëch (SIEE, 1994). Le total des linéaires de cours d'eau court-circuités par ces béals est de 4,3 km pour l'Auzonnet, de 11,13 km pour la Cèze et de 5,75 km pour le Luëch.

- Recalibrages

Ponctuellement, quelques recalibrages ont pu être identifiés.

Ils concernent surtout des affluents de la Cèze : Le Rebézou à l'amont de Saint-Jean-de-Maruejols, la section de l'Aiguillon à l'amont de Vallérargues, la section aval de l'Alauzène et le ruisseau de Bourdarie, affluent du Chantabre à l'aval de Barjac.

Il s'agit de recalibrages non détournés dans le cas du Rebézou, du Bourdarie et de l'Alauzène, et détournés pour l'Aiguillon dans la plaine de Vallérargues. Dans le cas de recalibrages non détournés, les cours d'eau peuvent sortir de leur lit recalibré lors de crues intenses, pour envahir leur lit moyen et majeur. Le retour à un écoulement recalibré après de tels événements peut nécessiter des interventions humaines de réhabilitation.

3.6.4. LES DIGUES ET LA PROTECTION DES BERGES

Les berges de la Cèze sont protégées ponctuellement par des enrochements ou par des murs de soutènement en ciment assez fréquents tout le long de son parcours, notamment à l'aval de Bagnols-sur-Cèze.

Les rives du lit mineur de la Cèze sont endiguées dans les zones urbaines de Bessèges, de Molières-sur-Cèze et de Saint-Ambroix. Dans la zone urbaine de Bessèges, les berges sont constituées de murs de soutènement et donnent un aspect canalisé au cours d'eau. Les berges de l'Auzonnet, l'Aiguillon, le Luëch et la Ganière, en revanche, ont très peu d'ouvrages de protection. Les berges des cours d'eau sont en majeure partie laissées à leur état naturel, avec une végétation abondante et des zones stagnantes.

Il existe également des digues de protection contenant les crues fréquentes, situées dans les lits moyens et majeurs de la plaine alluviale de la Cèze, dans la section aval du cours d'eau.

Pour protéger Codolet des crues, des digues en terre ont été recouvertes de plaques de ciment sur le dessus et sur la face orientée vers la rivière. La face orientée vers Codolet est en terre et reste vulnérable en cas de surverse. Des digues situées à l'amont de la ville protègent Goudargues, et des merlons de terre protègent les berges à l'aval de Bagnols. Sur les communes de Sabran, St Michel d'Euzet, la Roque-sur-Cèze, des merlons de terre d'une hauteur > 2m formant des casiers agricoles, ont pour objectif de limiter les vitesses d'écoulement en crue. Ce système permet un remplissage et une vidange progressive des lits moyens cultivés.

3.6.5. LES REMBLAIS

La présence de remblais d'infrastructure est liée aux ouvrages SNCF ou routiers modernes. Les principaux se situent à Bagnols, St Gervais, St Just-et-Vaquières sur l'Alauzène et Banne sur la Ganière.

De plus, il faut noter la présence de remblais formés de déchets miniers situés dans le lit majeur de la Cèze à Molières et Bessèges, ainsi que dans le lit majeur de l'Auzonnet au Martinet, à St-Jean-de-Valériscle et St Florent-sur-Auzonnet. Ces remblais, instables, peuvent être en partie emportés lors des crues et gêner les écoulements et sont donc considérés comme inondables.

4. L'ANALYSE CRITIQUE DES RESULTATS EXISTANTS

Les différentes remarques qui suivent concernent l'analyse de la démarche suivie par COYNE et BELLIER (1982). La zone d'étude comprenait, dans le Gard, les bassins versants :

- de la Cèze,
- du Vidourle,
- des Gardons.

Les analyses hydrologiques détaillées réalisées par COYNE ET BELLIER en 1982 ont fait partie des études qui ont servi de base aux études hydrauliques des années suivantes, ainsi qu'à l'étude des écoulements centennaux. Les modélisations qui ont été faites par la suite ont entre autres délimité des extensions de crues. C'est pourquoi il est intéressant de savoir l'origine de ces données et d'analyser l'étude COYNE et BELLIER.

4.1. PRESENTATION DE L'ETUDE ET DES RAISONNEMENTS UTILISES

L'objectif ici est de pouvoir calculer les apports, en pluie et en ruissellement, ponctuellement ou sur une saison, en tout point de la zone d'étude, dans un but d'évaluation de la gestion des retenues.

A noter : l'étude de COYNE et BELLIER (1982), souffre d'une carence de données homogènes, en temps et en espace : des séries plus ou moins longues pour les pluies et les débits, une couverture géographique incomplète, des données à des pas de temps très divers....

L'approche de l'étude de COYNE et BELLIER (1982) est uniquement statistique : application de lois statistiques (Gumbel, méthode des seuils, corrélations...) et intégration de données hétérogènes pour obtenir une approche statistique globale et générale, en termes de pluies et de débits. Cela mène à l'établissement de formules et de cartes empiriques reliant différents paramètres

4.1.1. DETERMINATION DE PLUIES

Ainsi, pour chaque point et pour chaque "saison" choisis³, deux cartes d'isovaleurs (interpolées, pour chacune des trois périodes de l'année sélectionnées) ont été établies, à partir des paramètres dits de base de l'analyse statistique de COYNE et BELLIER (1982) :

- la moyenne des pluies journalières,

³ Rappel : 3 périodes ont été déterminées pour l'étude : Septembre-Décembre, Janvier-Février et Mars-Juin.

- un paramètre de caractérisation de la moyenne pour des pluies de durée inférieure à 24 h.

Une fois ces deux paramètres lus sur les cartes, il est possible, en tout point du bassin, de calculer grâce aux relations établies par corrélation statistique, la hauteur de pluie (en mm) d'un événement de durée t (1h, 2h, 6h ou 24h), pour la période de retour T choisie.

A priori, il est difficile de concevoir que l'on extrapole des relations à tout le bassin sans tenir compte des différences géographiques et orographiques qui peuvent influencer sur les pluies. Cependant, on dispose d'un réseau suffisamment dense de données (pluviographes et pluviomètres cohérents) pour pouvoir estimer (et vérifier, par corrélation) les valeurs intermédiaires et établir la carte des isovaleurs.

A la lumière des données relatives aux événements exceptionnels survenus dans le sud de la France (Nîmes, 1988 ; Vaison-La-Romaine, 1992 ; Aude, 1999 ; Gard, 2002), on utiliserait de préférence la méthode rationnelle, avec des coefficients de ruissellement compris entre 0,6 et 0,8.

4.1.2. REMARQUE SUR LA REGIONALISATION DES PRECIPITATIONS

L'étude hydrologique de COYNE et BELLIER (1982) n'a concerné que les données des pluviomètres de la zone d'étude, plus quelques points extérieurs aux bassins versants d'étude mais situés à proximité. La région est caractérisée par l'occurrence d'événements cévenols. Il est possible que les événements exceptionnels aient échappé au réseau de mesures, car situés dans un bassin versant voisin. Il est possible qu'aucune des stations n'aient enregistré les caractéristiques des véritables événements centennaux, exceptionnels ou rares, ou qu'elle leur ait attribué une fréquence plus faible. Les méthodes actuelles en hydrologie auraient une approche plus régionalisée : des événements exceptionnels enregistrés dans des stations de départements voisins comme l'Aude seraient pris en compte, afin de ne pas sous-estimer l'importance des événements rares. L'expérience nous a montré que les départements de l'Arc méditerranéen pouvaient tous subir ces événements exceptionnels.

4.1.3. DETERMINATION DU RUISSellement ET DES DEBITS JOURNALIERS ET DE POINTE

Les données couplées pluies-débits (trop peu nombreuses sur trop peu de bassins) ne sont pas suffisantes pour obtenir directement une relation linéaire entre les deux, et l'extrapoler à la région : on cherche plutôt à relier statistiquement les pluies obtenues par la carte d'isovaleurs précédente directement au ruissellement et aux débits.

Comme pour l'étude des pluies, il est fait abstraction des caractéristiques des bassins : relief, occupation du sol ... dans la génération du ruissellement ; l'information géographique

est issue seulement des cartes d'isovaleurs permettant d'obtenir les pluies. COYNE et BELLIER (1982) supposent cependant un minimum d'homogénéité entre les bassins de la zone, et se dispensent par là de déterminer empiriquement (et approximativement, car ces paramètres peuvent être très sensibles) les caractéristiques du bassin ou des sous-bassins.

La vérification de corrélation entre les bassins confortera l'hypothèse d'homogénéité. De plus, à l'échelle de grands bassins, il peut être illusoire de vouloir évaluer des caractéristiques ponctuelles des bassins pas forcément homogènes en termes de pente ou d'occupation des sols par exemple. Une approche statistique peut alors s'avérer justifiée, pour peu que certaines vérifications sur des couples de valeurs parviennent à de bonnes corrélations.

Les données de débits disponibles étant hétérogènes et dispersées spatialement et temporellement, il est vu que plus les stations sont proches, mieux elles sont corrélées (corrélation sous forme d'une exponentielle de la distance). Pour qu'il y ait corrélation, il faut un bassin homogène et de taille modérée. Sinon, il vaut mieux introduire la notion de sous bassins et faire intervenir les phénomènes de propagation des crues.

Malgré les détours et les approximations (forme du bassin, équi-répartition des stations) des raisonnements, l'ensemble des résultats demeure cohérent, la vérification ayant été faite par le calcul, avec diverses méthodes, de l'abattement et de la corrélation entre les stations.

En s'appuyant directement sur les mesures de pluie et de débit, cette méthode a l'avantage de fournir obligatoirement des résultats cohérents avec les mesures.

COYNE et BELLIER (1982) se sont attachés à justifier les relations empiriques établies entre les pluies moyennes et les paramètres du ruissellement, sur le plan théorique et à en retrouver les estimations essentielles. Le bon coefficient de corrélation obtenu conforte la validité des hypothèses de calculs et de simplification, on peut donc calculer en tout point du bassin le ruissellement journalier à origine mobile.

Suite à une approche statistique de la construction d'hydrogramme de différentes durées, il est montré que le rapport du débit de pointe sur le débit journalier à origines mobiles est fonction de la taille du bassin. Cependant, au-delà de 600 km², les résultats ne sont plus très cohérents et dépendent de chaque cas particulier.

4.1.4. REMARQUE SUR LA DETERMINATION DE COEFFICIENTS DE RUISSELLEMENT

Enfin, pour satisfaire notre besoin de voir ces élaborations statistiques se rapporter aux caractéristiques réelles / physiques des bassins, il est possible de créer des coefficients

équivalents à des **coefficients de ruissellement** reliant les paramètres de la loi de Gumbel à une moyenne de pluie. On s'aperçoit alors que ces coefficients de ruissellement :

- passent par un maximum quand le sol est plutôt saturé, en janvier-février (évapotranspiration réelle quasi nulle),
- ne diminuent pas beaucoup en septembre-décembre : l'évapotranspiration réelle est encore forte mais les pluies sont violentes,
- diminuent sensiblement en mai-juin car l'évapotranspiration reprend et l'intensité des pluies diminue.

Remarque sur la limite de validité

Ces relations et ces méthodes restent valables pour des bassins de moins de 600 km². Au-delà, le coefficient d'abattement devient moins précis et il faut prendre en compte la propagation et le laminage des crues

4.2. ANALYSE CRITIQUE DE L'APPROCHE

4.2.1. L'APPROCHE STATISTIQUE OU DETERMINISTE

On rappelle une des remarques des paragraphes précédents concernant le choix d'une étude statistique directe plutôt qu'une évaluation des paramètres physiques, et leur utilisation dans des formules empiriques.

Une approche statistique vise à établir directement une relation entre les données pluviométriques connues et les mesures de débits faites, afin d'éviter la détermination approximative et le calage difficile des caractéristiques des bassins versants (sous-bassins versants, coefficient de ruissellement, degré d'imperméabilisation, pente moyenne, etc.).

Sur les grands bassins versants, cette méthode a tendance à lisser les caractéristiques spécifiques de chaque sous-bassin versant, qui ne sont pas homogènes sur le bassin. Le bassin versant est alors considéré comme une "boîte noire" où seules sont mesurées les volumes entrants (pluies) et les volumes sortants (débits à l'exutoire).

Pour de petits bassins, le manque de mesures (pluviomètres, pluviographes, hydrographes, au besoin interpolés et corrélés entre eux) conduit à l'adoption d'une approche plus empirique, plus intuitive et basée sur la meilleure définition possible des caractéristiques physiques des bassins (méthode rationnelle, méthode de Caquot...). Sur les plus petits bassins versants, à l'amont, ou sur les affluents, ces méthodes statistiques sont lourdes et ne sont pas applicables : d'une part, on n'a pas assez de mesures de débits et de pluies, et d'autre part, les caractéristiques physiques sont plus faciles à estimer, et plus homogènes ; il faut continuer à utiliser des méthodes déterministes. De plus, on utiliserait, pour les grands comme pour les petits bassins, des données pluviométriques régionalisées, comme on l'a vu précédemment.

4.2.2. L'APPROCHE DE L'ETUDE

L'approche de l'étude n'est pas remise en cause. L'objet de l'étude était d'estimer le fonctionnement du bassin de la Cèze, des Gardons et du Vidourle, aussi bien en période d'étiage que de crues, dans un but de gestion des retenues d'eau.

L'estimation des événements exceptionnels n'était pas la priorité comme cela l'aurait été pour des études de zones inondables. Aujourd'hui, pour mieux prendre en compte ces événements importants, on utiliserait l'approche régionalisée.

De plus, la gestion des retenues amène à considérer le fonctionnement de grands bassins versants, pour lesquels une approche statistique comme ici est possible. La démarche qui consiste à considérer le bassin versant comme une "boîte noire" peut être utilisée pour la détermination des débits de crue et des zones inondables, à l'aval de bassins versants suffisamment grands.

5. LE COMMENTAIRE DES CARTES PAR COURS D'EAU

LA CEZE

Dalle 37

Dans ce secteur situé à l'aval du bassin versant, les zones inondables de la Cèze sont étendues sur de vastes formations alluviales récentes et anciennes telles que les terrasses würmiennes. Des villages tels que Codolet sont entièrement construits en zone inondables. Des aménagement hydrauliques ont été construits pour protéger Codolet des crues les plus courantes de la Cèze et du Rhône. L'importance des phénomènes d'inondation dans le secteur sont intégrés dans les aménagements routiers implantés dans le lit majeur et moyen de la Cèze.

Dalle 36

La zone inondable concerne principalement des zones en viticulture dans le lit moyen et le lit majeur. Sur la terrasse de Carmignan, la présence d'alluvions atteste de la limite du lit majeur. Cette zone a du reste été inondée, en partie, en 1958. Une dynamique particulièrement active en lit majeur en rive droite est visible sur le terrain et se manifeste par la formation de chenaux d'écoulement temporaires. Dans cette zone nous notons un projet d'aménagement de la station d'épuration de Bagnols-sur-Cèze.

Au droit de Bagnols-sur-Cèze, les zones aménagées au sein du lit majeur en rive droite sont bien identifiées. Du reste lors de récents aménagements de surfaces commerciales, les constructions ont été réalisées sur remblai. Traditionnellement dans le secteur du Moulin de la Tour en aval du pont de Bagnols-sur-Cèze en rive droite, les habitations possèdent un rez-de-chaussée affecté à l'entreposage de matériaux divers et les surfaces habitées en étage. Ici encore on a constaté environ 2 mètres d'eau lors de la crue de 1958. En rive droite comme en rive gauche le remblai de la voie ferrée est un obstacle à l'écoulement en lit majeur. Cet aménagement peut donc provoquer ponctuellement des surcôtes lors d'inondation importantes.

Dalle 35

A l'amont de Bagnols-sur-Cèze, les terrasses anciennes würmiennes ne sont pas inondables. Elles matérialisent une limite franche de la zone inondable avec parfois un talus supérieur à 3 mètres. A l'aval de Bagnols-sur-Cèze, ces terrasses (Terrasse de Carmignan) sont inondables.

Ce phénomène est expliqué par un écart de valeur entre la pente générale des formation alluviales würmiennes (accentuée) et le pente générale des formations alluviales

actuelles (plus douce). Cette différence de pente est la conséquence des variations du niveau marin depuis le Würm.

Si le niveau marin est bas (moins de 100 m par rapport au niveau actuel), la pente générale des cours d'eau est plus forte et l'ensemble des formations alluviales adoptent la même pente. Après une rehausse du niveau marin, l'ensemble des pentes des formations alluviales sont moins fortes. Sur le terrain dans les secteurs amont, les formations anciennes restent perchées au dessus des formations récentes alors que vers l'aval les formations récentes recouvrent les formations anciennes. Ce phénomène est observé sur l'ensemble des cours d'eau en France. Les terrasses de la Garonne en amont et en aval de Toulouse en sont un autre exemple.

La plaine alluviale est aménagée de merlons de terre qui forment des casiers. L'objectif de cet aménagement est de ralentir les écoulements en lit majeur afin de préserver les cultures. Cet aménagement atteste de l'occurrence élevée des crues et des vitesses observées en lit majeur.

Dans cette zone les limites des talus de lit moyen et de lit majeur sont bien marquées.

Dalle 29

On observe une alternance de secteurs encaissés et de zones en gorge. Dans les zones en gorges il n'y a pas de formations meubles susceptibles de témoigner du passage des dernières crues exceptionnelles. La méthode hydrogéomorphologique atteint ici ses limites. Cependant, l'étendue du lit majeur en amont des gorges laisse prévoir des hauteurs d'eau très importantes au sein des gorges. Les campings présents dans ces endroits sont très exposés.

La zone de Goudargues historiquement inondée est protégée par une digue permettant de contenir les eaux des crues fréquentes. La partie ancienne du village est construite au sein du lit majeur. Seule l'église construite sur une butte semble épargnée par les inondations. La partie haute du village plus récente est bien entendue hors de la zone inondable de la Cèze. Elle est cependant exposée à un ruissellement pluvial important.

En rive gauche dans le secteur de Cornillon, la limite externe du lit majeur vient rencontrer le front de 3 cônes de déjection. L'étude du fonctionnement de ces affluents particuliers n'est pas l'objet de cette étude.

Dalle 28

Situé à l'exutoire des gorges Le Coureau, hameau de Saint-André-de-Roquepertuis, est exposé à des hauteurs d'eau très importantes. Les zones inondées sont vastes avec des hauteurs d'eau importantes et des vitesses fortes. Le vallon de Saint-André, petit affluent en rive gauche de la Cèze, possède un cône de déjection actif. Le hameau est donc soumis d'une part aux crues de la Cèze et d'autre part aux crues torrentielles du vallon.

Le secteur des gorges, siège de l'implantation de nombreux campings, ne présente pas de formations alluviales susceptibles de témoigner de la hauteur des crues historiques. Ici encore il est prudent de prévoir des hauteurs d'eau exceptionnellement importantes.

Dalle 24

Le secteur de gorges depuis Tharoux confère des conditions d'écoulement spécifiques qui se traduisent par des hauteurs d'eau exceptionnelles.

Dalle 13 et 14

Les formations géologiques de cette planche appartiennent au fossé oligocène d'Alès. La largeur du lit majeur pouvant atteindre 1,2 kilomètres est la traduction de ce contexte géologique. Les villages sont ici perchés au dessus de la plaine agricole inondable. Cependant Rochegude présente la particularité de posséder une église placée sur une butte rocheuse et malgré tout inondable.

Les limites géomorphologiques des différents lits sont franches. Les écoulements rapides en lits majeurs sont fréquents dans la plaine de Rivières-Rochegude mais également au droit de Saint-Victor-de-Malcap.

Dalle 8 et 12

Cette zone est assez encaissée dans un relief accentué par des pentes fortes. Le fond de vallée occupé par le développement économique (habitat et industrie) est concerné par les inondations exceptionnelles. L'industrie minière a laissé des remblais de déchets miniers au sein des lit majeurs. Ces déchets friables sont emportés lors des crues. La stabilité générale des remblais peut alors être menacée.

La ville de Bessèges, se trouve en grande partie en lit majeur. Les lits mineur et moyen sont contenus et délimités par des digues. Une attention particulière doit être portée sur les affluents notamment en rive gauche au droit de Bessèges.

Dalle 6 et 7

Le fond de vallée est inondée dans ce secteur en gorges. Les dépôts alluviaux ne sont pas fréquents. Les recouvrements de méandres témoignent de la dynamique des écoulements.

Dalle 2 et 3

En amont du barrage de Sénéchas, les formations alluviales restent encaissées dans le relief formé de roches métamorphiques. L'ensemble des formations alluviales reste actif et susceptible d'être inondé lors des crues rares à exceptionnelles.

Dalle 1

Les secteurs en tête de bassin se situent dans un contexte orographique marqué. Les pentes sont fortes, les espaces alluviaux sont restreints mais actifs. L'espace du lit majeur sera mobilisé pour des évènements exceptionnels et très localisés.

LA TAVE

Dalle 38 et 39

Dans le secteur aval de la Tave, le contact des formations alluviales et colluviales ne permet pas toujours de préciser une limite externe du lit majeur. De plus cette zone de viticulture cartographiée au 1/25 000 est sujette aux inondations liées au ruissellement collinaire.

Dans ce secteur situé au pied du village de Laudun, l'habitat n'est pas très développé.

Dalle 40 et 41

La commune de Tresques est en partie inondée par les débordements de la Tave au sud et par des phénomènes de ruissellement pluvial au nord. Au droit du village de Tresques, des habitations sont implantées au sein d'un lit majeur qui est le siège de hauteurs d'eau et de vitesses d'écoulement importantes. De manière générale, les berges sont végétalisées par des formations arborées qui confèrent une bonne tenue des berges.

En dehors des noyaux villageois, le lit majeur de la Tave est occupé par des cultures arboricoles et viticoles.

Les zones inondables de la Tave sur la commune de Cavillargues ne présentent pas d'enjeux particuliers à ce jour. Cependant le village est traversé par un ruisseau appelé Combe d'Auzigue. Les zones soumises aux inondations de ce ruisseau sont occupées par des constructions d'habitat ancien disposant d'étages et par des constructions récentes pavillonnaires installées sur le lit mineur du ruisseau actuellement couvert. Cet ensemble est particulièrement exposé aux crues torrentielles du ruisseau.

L'espace alluviale de la Veyre est délimité par des talus bien marqués. Le lit majeur est inscrit dans des formations colluviales en rive droite et alluviales en rive gauche. Il est probable que la confluence de la Veyre et de la Tave ait évoluée progressivement vers l'aval pour atteindre sa position actuelle.

LA VEYRE

Dalle 42

Le cours d'eau est encaissé dans les formations calcaires du Crétacé. L'espace du lit majeur est occupé par des activités agricoles.

Dalle 43

Le contexte hydrogéomorphologique du secteur amont de la Veyre est conforme au précédent. Les zones inondables du lit majeur restent agricoles. Les enjeux sont à ce jour faibles.

L'AIGUILLON

Dalle 30

La zone de confluence de l'Aiguillon et la partie aval de l'Aiguillon sont marquées par un élargissement sensible du lit majeur. Cet élargissement est probablement la conséquence d'une diminution de la pente de l'Aiguillon commandée ici par le niveau du lit mineur de la Cèze.

Plus à l'amont, le lit majeur de l'Aiguillon est plus étroit. Il est inscrit dans des formations alluviales et colluviales en aval des gorges. Dans cette zone nous n'avons pas relevé d'enjeux particuliers. Cependant ponctuellement la route départementale 143 peut être inondée.

Dalle 31 et 32

A l'amont des gorges, le champ d'expansion des crues augmente à la faveur de formations colluviales assez importantes. Ce secteur ne présente pas d'enjeux particuliers à ce jour.

LE CHANTABRE

Dalle 25

Ce cours d'eau et le lit majeur associé traversent des zones agricoles sans enjeux particuliers. Le Bourdarie affluent du Chantabre en rive gauche, traverse le village de Barjac. Le lit majeur occupe un espace principalement dévoué à l'agriculture et aux aménagements de plein air. Localement des habitations pavillonnaires mitoyennes ont été construites en bordure immédiate du cours d'eau (environ 20 m) au sein du lit majeur. Ces habitations sont particulièrement exposées.

Le Roméjac, affluent du Cantabre en rive droite présente un lit majeur assez étendu par endroit. Cependant les enjeux sont assez limités sur cette unité hydrogéomorphologique.

LA CLAYSSE

Dalle 22

La zone du confluence de la Claysse et de la Cèze présente un lit majeur très étendu très différent du lit majeur identifié plus en amont. Cette particularité est due à la présence du lit majeur de la Cèze qui impose une côte à l'aval du cours d'eau. La rupture de pente qui en résulte se traduit par un étalement du lit majeur dans ce secteur. Plus à l'amont dans un secteur où la pente du cours d'eau n'est pas commandée par l'aval, l'étendue du lit majeur est plus réduite et cohérente malgré le changement de faciès du substratum (passage des marnes et grès à ciment calcaire du fossé d'Alès aux marnes et calcaires du Jurassique).

L'ALAUZENE

Dalle 15 19 et 20

Le lit majeur est assez étendu et peu marqué dans des formations alluviales anciennes. L'ensemble de la zone est sensible au ruissellement diffus. Les affluents collinaires peuvent présenter des écoulements torrentiels.

Au droit des Fumades-les-Bains, le camping et la route départementale 241 sont inondés. Le lit majeur semble assez étendu en rive droite bien que ses limites ne soient pas très nettes. Un trait en pointillés traduit cette incertitude.

A l'amont, Planche 20, l'Alauzène possède un lit majeur plus étroit. Seul point remarquable au lieu-dit "les angostrines", le lit majeur est traversé par un remblai routier susceptible de provoquer une sur-côte à l'amont.

L'AUZONNET

Planche 16 17 18

Au droit des Mages le lit majeur est bien découpé dans des formations meubles sur un substratum calcaire. En rive droite à l'aval du pont de la route départementale 904, un écoulement s'opère uniquement en crue et provoque un recoupement de méandres. Le lit majeur est globalement dépourvu d'aménagements. La culture des inondations est ici bien présente. En amont du pont, le lit majeur est assez encaissé. Cependant des habitations ouvrières construites par les établissements miniers sont susceptibles d'être inondées. L'enclavement de ces zones augmente encore leur vulnérabilité.

Sur les communes de Saint-Florent-sur-Auzonnet et Saint-Jean-de-Valérisclé, d'importants remblais constitués de matériaux stériles issus de l'exploitation des mines sont implantés en lit majeur et en bordure de cours d'eau. Ces remblais peuvent être déstabilisés à leur base par des phénomènes de sapement. La réduction de la section hydraulique dans ces zones se traduit pas une surcôte des niveaux d'eau en crue. Il n'est pas exclu qu'un glissement important de ces formations peu cohérentes provoque ponctuellement une obstruction relativement importante du lit mineur.

LA GANIÈRE

Planches 9 10 et 11

Les formations alluviales inscrites dans un contexte montagneux formé de roches métamorphiques sont toutes actives. Certains secteurs du lit majeur subissent une pression urbaine importante. Dans le secteur des Hauts-Fourneaux, la zone inondable tient compte d'une crue exceptionnelle. Cette zone subit également une pression foncière dans un secteur fortement exposé aux crues rares.

Sur la commune de Gagnières le camping est implanté au sein du lit majeur

LE LUECH

Dalle 4 et 5

Les formations hydrogéomorphologiques du lit moyen et du lit majeur sont franches et marquées. La plaine alluviale de Chamborigaud est sub-horizontale. Elle est constituée de matériaux meubles alluvionnaires et relativement grossiers traduisant ainsi des vitesses d'écoulement en lit majeur relativement importantes. Les campings sont ici implantés en lit majeur mais également pour un d'entre eux en lit moyen.

6. L'INVENTAIRE DES POINTS PARTICULIERS

- Le Martinet, Saint-Jean-de-Valériscle, Saint-Florent-sur-Auzonnet (Planche l'Auzonnet 1/1 p. 49, Planches 1/10000 n°12-13 p. 66-68)

Les remblais de matériaux issus de l'exploitation des mines peuvent être déstabilisés avec glissement de terrain. Il existe un risque d'obstruction partielle des écoulements.

- Saint-Ambroix, au lieu dit "le Paradis" (Planche la Cèze 7/11 p. 61, Planches 1/10 000 n°4 p. 58)

Un ruisseau est en partie couvert par une maison d'habitation. Le ruisseau est ensuite busé sous la route et traverse un lotissement avant de rejoindre la Cèze. Ce point présente une forte vulnérabilité.

7. LE RENDU DES CARTES AU 1/25 000

8. *LE RENDU DES CARTES AU 1/10 000*

9. LES ANALYSES COMPLEMENTAIRES DE TERRAIN : ANALYSES GRANULOMETRIQUES

9.1. LE COURAU

Sur les formations alluviales situées en rive gauche de la Cèze en aval du Courau, une incertitude concernant l'espace alluvial situé au delà de la R.D. 980 ne nous permettait pas d'affecter cette zone en lit majeur (Planche la Cèze 4/11 p. 32, Planche 1/10 000 n°2 p. 56).

3 prélèvements pour analyses granulométriques ont été effectués :

P03 : lit moyen

P02 : lit majeur

P01 : lit majeur ou terrasse?

Les résultats de l'analyse granulométrique présentent une courbe cumulative de P03 différente de celles de P02 et P01 parfaitement superposables (cf. annexes).

Les matériaux constituant les terrains alluvionnaires des courbes de P01 et P02 traduisant la même formation alluviale. De plus, des micas ont été identifiés dans chaque échantillon.

A la lumière de ces indications, nous pouvons affirmer que la formation alluviale représentée par P01 appartient au fonctionnement hydrodynamique actuel de la Cèze.

9.2. GOUDARGUES

5 prélèvements ont été effectués : P01 à P05 (Planche la Cèze 4/11 p. 32, Planches 1/10 000 n°1 p. 55)

P05 : Le prélèvement se situe en aval de Goudargues, à proximité immédiate des terrains de tennis.

Les résultats font apparaître un pourcentage de limons et d'argiles proches des 2/3 avec un indice de tri proche de 1. Les éléments constituant cette surface sont à dominante d'origine fluviatile, avec une fraction d'origine gravitaire.

La zone échantillonnée fait donc partie du lit majeur de la Cèze.

9.3. CHAMBORIGAUD

L'échantillon est constitué majoritairement de limons et d'argiles (68%) et de sables grossiers non usés. Il traduit une formation alluviale constituée d'éléments provenant du voisinage de la zone d'échantillonnage (Planche le Lüech 1/1 p. 52, Annexe 3).

Il est probable que les sables grossiers non usés de cet échantillon aient été mis en place par un mode de transport gravitaire (colluvionnement).

La zone d'échantillonnage est une formation alluviale appartenant au fonctionnement hydrodynamique actuel du Lüech.

10. EVENEMENT DES 8 -9 SEPTEMBRE 2002

10.1. PRESENTATION DES EVENEMENTS

Du 8 au 9 septembre 2002, un épisode de pluies diluviennes frappe le Languedoc. Dans la nuit, ces pluies violentes et abondantes ont gonflé les cours d'eau qui ont rapidement débordés, provoquant des inondations, des coulées de boue, et des dégâts d'une ampleur exceptionnelle. Le département du Gard est cruellement touché (le montant des dégâts a été évalué à 1,2 milliard d'euros), ainsi qu'une partie de l'Hérault et du Vaucluse. Quelques jours plus tard, l'état de catastrophe naturelle a été déclaré pour ces départements sinistrés.

Dans le Gard, il est tombé jusqu'à 687 mm à Anduze en 24h à peine. La Cèze a subi une crue exceptionnelle à l'aval de Tharoux, ainsi que sur deux de ses affluents, la Tave et l'Auzonnet.

10.1.1. CUMULS DE PRECIPITATIONS

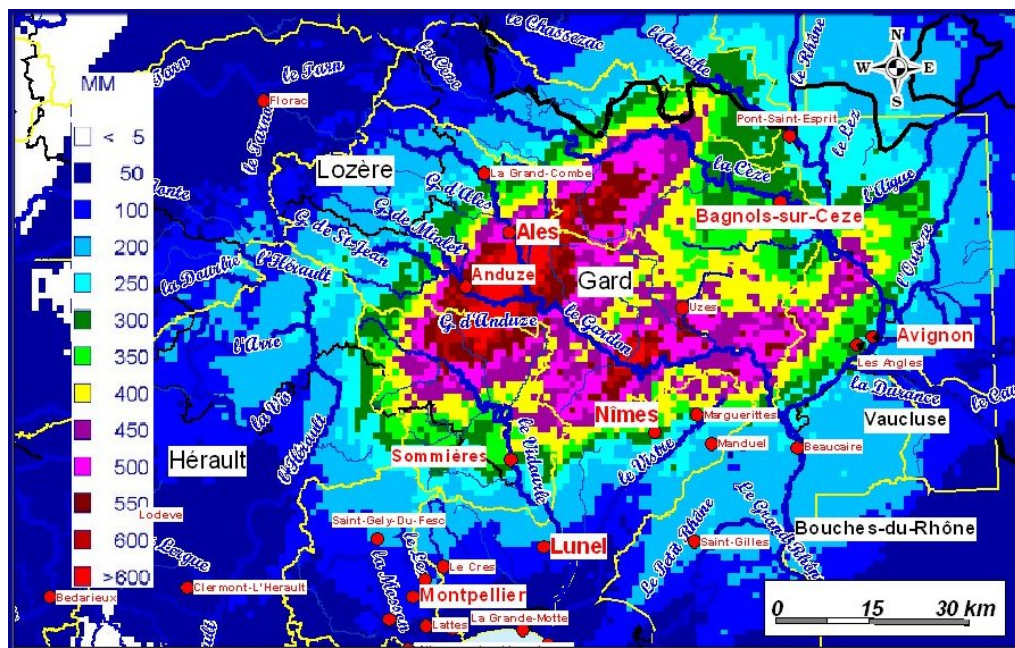


Figure 7 - Image radar Météo France: les cumuls de précipitation du 8-9 septembre

Cet épisode a principalement affecté le Gard, le Vaucluse, l'Hérault, la Lozère, et dans une moindre mesure les Bouches-du-Rhône, l'Ardèche et la Drôme. Outre certains cumuls extrêmes observés pendant cet épisode, l'importance de la superficie touchée par les fortes précipitations est exceptionnelle, les 2/3 du département du Gard ayant été affectés par des cumuls de plus de 300 mm, avec un maximum de 687 mm à Anduze. Rappelons que les

normales mensuelles pour la région nîmoise sont de l'ordre de 60 à 80 mm, tandis que les normales annuelles ne dépassent pas 800 mm.

10.1.2. INTENSITES DES INTEMPERIES

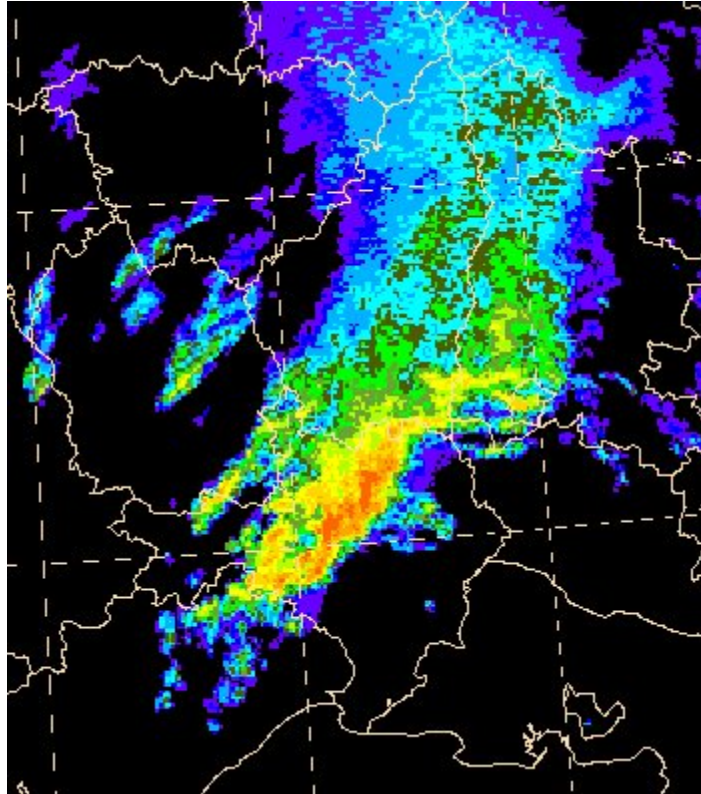


Figure 8 - précipitations observées par la couverture radar de Météo-France le 9 septembre 2002 à 06 TU (soit 8h loc.), au plus fort de l'épisode. La couleur rouge correspond à des intensités de précipitations > 365 mm/h, l'orange foncé > 115 mm/h.

10.2. LES PLUIES ET DEBITS DES 8-9 SEPTEMBRE 2002 SUR LE BASSIN DE LA CEZE

Lors de ces événements, 80 % du bassin de la Cèze (1200 km²) a été affecté (événement moins intense en amont de Bessèges). L'inondation a été très forte dans les communes situées à l'aval de Tharoux. Les débits sont en cours d'évaluation. (source : bulletin hydrologique DIREN septembre 2002). Sur le bassin de la Cèze, la vague de précipitations intenses a été centrée sur les piémonts cévenols de la plaine d'Alès (cf. carte ci-dessus) et a épargné la partie amont du bassin versant.

Les données pluviométriques enregistrées par le Service d'Annonces des Crues de la DDE montrent des précipitations cumulées sur le 8 et 9 septembre de 63,5 mm à Sénéchas

(station hors service le 9 septembre au matin), de 478 mm à Tharoux, de 435 mm à Montclus. Les stations de Météo-France ont enregistré quant-à-elles des pluviométries de 295 mm à Tresques et 329 mm à Chusclan.

Les hauteurs d'eau, enregistrées par le Service d'Annonces des Crues de la DDE 30 et la DIREN, sont en cours de validation, de même que les débits. Cependant, les hauteurs aux échelles de crue ainsi que les hauteurs d'eau observées en différents points de la zone inondée seraient supérieures à celles observées pour la crue de 1958, à l'aval de Tharoux. Cet événement pourrait remplacer celui de 1958 comme crue de référence.

10.3. L'EXTENSION DE LA ZONE INONDEE PAR LA CRUE

La délimitation de l'enveloppe de la crue du 8-9 septembre 2002 fait l'objet d'une étude en cours de réalisation sur "l'inventaire cartographique des dégâts des crues des 8 et 9 septembre – Bassin versant de la Cèze" commandée par la DIREN Languedoc-Roussillon. Nous n'avons pour le moment que quelques éléments à ce sujet. Il semble que la crue du 8-9 septembre 2002 ait eu une extension sans doute supérieure à celle de 1958 en de nombreux endroits à l'aval de Tharoux.

La cohérence entre l'extension de cette crue et l'étendue de la zone inondable déterminée par la méthode hydrogéomorphologique dans le présent atlas a été vérifiée dans les agglomération de Goudargues et de Bagnols-sur-Cèze. A proximité de Goudargues, la crue est venue à proximité de la limite du lit majeur. Près de la gendarmerie, par exemple, la crue a coupé la D371 alors que la zone inondable a été placée au-dessus de cette route.

Avant le débordement des eaux de la Cèze, Goudargues a subi un ruissellement de versant généralisé entraînant une première inondation. Une hauteur d'eau de 40 à 60 cm était déjà présente dans le village avant la crue de la Cèze.

A Bagnols-sur-Cèze, la crue est restée à 50-80 m en deçà de la limite du lit majeur en rive gauche au Nord de l'agglomération. Les inondations ont deux origines : d'une part les eaux de débordement de la Cèze, et d'autre part les eaux de ruissellement. Il n'est pas toujours aisé de déterminer avec exactitude la limite de chaque phénomène. En rive droite, dans la zone urbaine, la hauteur de l'inondation dépasse à priori celle de 1958. Cette limite est superposable à la limite hydrogéomorphologique.

ANNEXES : ANALYSES GRANULOMETRIQUES

1. Le Coureau

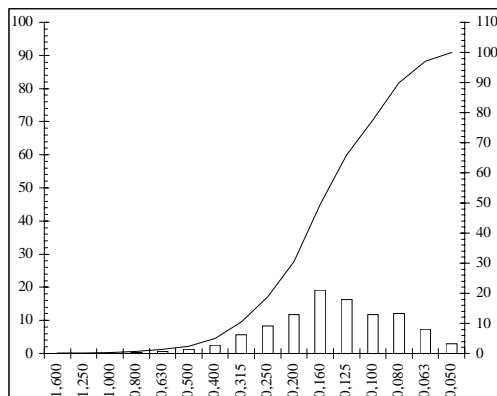
Analyste: <i>Mohamed CHAIBI</i>
Laboratoire : CEREGE/Laboratoire de sédimentologie
Références: Le Coureau P01
Observations: <i>Lit majeur extraordinaire</i>

GRANULOMETRIE DES SABLES					
Mailles	Refus		Mailles	Pourcentages	
En mm	Cumulés	Séparés	En mm	Cumulés	Séparés
1,600	0,10	0,10	1,600	0,11	0,11
1,250	0,20	0,10	1,250	0,21	0,11
1,000	0,38	0,18	1,000	0,40	0,19
0,800	0,65	0,27	0,800	0,69	0,29
0,630	1,22	0,57	0,630	1,29	0,60
0,500	2,33	1,11	0,500	2,47	1,18
0,400	4,70	2,37	0,400	4,98	2,51
0,315	9,95	5,25	0,315	10,55	5,57
0,250	17,75	7,80	0,250	18,82	8,27
0,200	28,84	11,09	0,200	30,58	11,76
0,160	46,85	18,01	0,160	49,68	19,10
0,125	62,16	15,31	0,125	65,91	16,23
0,100	73,20	11,04	0,100	77,62	11,71
0,080	84,65	11,45	0,080	89,76	12,14
0,063	91,55	6,90	0,063	97,07	7,32
0,050	94,31	2,76	0,050	100,00	2,93

Refus	94,31	0,00
-------	-------	------

Mode (en mm)	0,160
--------------	-------

Courbe cumulative et histogramme des fréquences en %



Poids de départ (en gr)	159,91
-------------------------	--------

	Texture du sédiment total	
	en gr	en %
Ballast (>2mm)	0,00	0,00
Sables (2-0,05mm)	94,31	58,98
Limons + Argiles	65,60	41,02

Quantiles (%)	mm	ϕ
Q1	0,713	0,49
Q5	0,400	1,32
Q16	0,272	1,88
Q25	0,224	2,16
Q50	0,159	2,65
Q75	0,106	3,24
Q84	0,089	3,48
Q95	0,068	3,88

Paramètres et Indices	
Grain moyen (μZ)	2,67
Sorting Index (So)	0,79
Skewness (Ski)	0,00
Kurtosis (K)	0,97

ANALYSE PHYSIQUE DES SABLES	
Couleur Munsell (humide)	
Texture des terres fines (<2mm)	
Sables (en %)	58,98
Limons + Argiles (en %)	41,02
Argiles (en %)	0,00
Texture	
Texture des sables	
Sables grossiers (2-0,5mm) en %	1,29
Sables moyens (0,5-0,2mm) en %	17,53
Sables fins (0,2-0,05mm) en %	78,25
ANALYSE CHIMIQUE	
pH (eau)	
Eau à 105°	
Matière organique (en %)	0,78
CaCO3 total (en %)	1,48

Tare	0,00
1,600	0,10
1,250	0,20
1,000	0,38
0,800	0,65
0,630	1,22
0,500	2,33
0,400	4,70
0,315	9,95
0,250	17,75
0,200	28,84
0,160	46,85
0,125	62,16
0,100	73,20
0,080	84,65
0,063	91,55
0,050	94,31

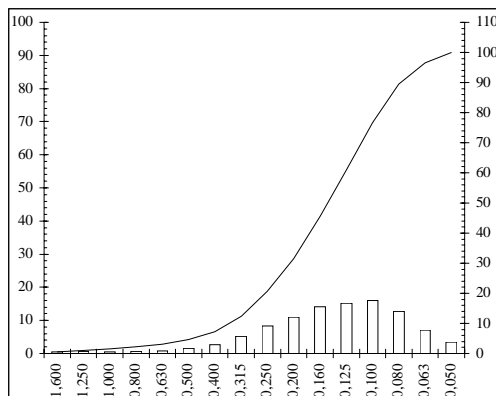
Analyste: Mohamed CHAIBI
Laboratoire : CEREGE/Laboratoire de sédimentologie
Références: Le Coureau P02
Obsevation: Lit majeur

GRANULOMETRIE DES SABLES					
Mailles			Pourcentages		
En mm	Cumulés	Séparés	En mm	Cumulés	Séparés
1,600	0,52	0,52	1,600	0,51	0,51
1,250	1,12	0,60	1,250	1,10	0,59
1,000	1,63	0,51	1,000	1,60	0,50
0,800	2,30	0,67	0,800	2,25	0,66
0,630	3,15	0,85	0,630	3,08	0,83
0,500	4,77	1,62	0,500	4,67	1,59
0,400	7,43	2,66	0,400	7,27	2,60
0,315	12,69	5,26	0,315	12,42	5,15
0,250	21,18	8,49	0,250	20,74	8,31
0,200	32,31	11,13	0,200	31,63	10,90
0,160	46,67	14,36	0,160	45,69	14,06
0,125	62,12	15,45	0,125	60,82	15,13
0,100	78,39	16,27	0,100	76,75	15,93
0,080	91,41	13,02	0,080	89,49	12,75
0,063	98,67	7,26	0,063	96,60	7,11
0,050	102,14	3,47	0,050	100,00	3,40

Refus	102,14	0,00
-------	--------	------

Mode (en mm)	0,100
--------------	-------

Courbe cumulative et histogramme des fréquences en %



Poids de départ (en gr)	156,65
-------------------------	--------

	Texture du sédiment total	
	en gr	en %
Ballast (>2mm)	6,75	4,31
Sables (2-0,05mm)	102,14	65,20
Limons + Argiles	47,76	30,49

Quantiles (%)	mm	φ
Q1	1,308	-0,39
Q5	0,487	1,04
Q16	0,287	1,80
Q25	0,230	2,12
Q50	0,150	2,74
Q75	0,103	3,28
Q84	0,089	3,50
Q95	0,067	3,90

Paramètres et Indices	
Grain moyen (μZ)	2,68
Sorting Index (So)	0,86
Skewness (Ski)	-0,15
Kurtosis (K)	1,01

ANALYSE PHYSIQUE DES SABLES	
Couleur Munsell (humide)	
Texture des terres fines (<2mm)	
Sables (en %)	68,14
Limons + Argiles (en %)	31,86
Argiles (en %)	0,00
Texture des sables	
Sables grossiers (2-0,5mm) en %	3,08
Sables moyens (0,5-0,2mm) en %	17,65
Sables fins (0,2-0,05mm) en %	75,87
ANALYSE CHIMIQUE	
pH (eau)	
Eau à 105°	
Matière organique (en %)	0,57
CaCO3 total (en %)	2,31

Tare	0,00
1,600	0,52
1,250	1,12
1,000	1,63
0,800	2,30
0,630	3,15
0,500	4,77
0,400	7,43
0,315	12,69
0,250	21,18
0,200	32,31
0,160	46,67
0,125	62,12
0,100	78,39
0,080	91,41
0,063	98,67
0,050	102,14

Elaboration d'un atlas des zones inondables par la méthode d'hydrogéomorphologie sur le bassin versant
de la Cèze

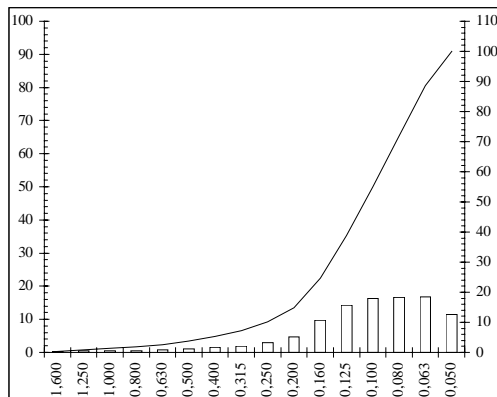
Analyste: *Mohamed CHAIBI*
Laboratoire : *CEREGE/Laboratoire de sédimentologie*
Références: Le Coureau P 03
Observations: *Lit moyen*

GRANULOMETRIE DES SABLES					
Mailles En mm	Refus		Mailles En mm	Pourcentages	
	Cumulés	Séparés		Cumulés	Séparés
1,600	0,13	0,13	1,600	0,36	0,36
1,250	0,29	0,16	1,250	0,79	0,44
1,000	0,48	0,19	1,000	1,31	0,52
0,800	0,67	0,19	0,800	1,83	0,52
0,630	0,97	0,30	0,630	2,65	0,82
0,500	1,39	0,42	0,500	3,80	1,15
0,400	1,97	0,58	0,400	5,39	1,59
0,315	2,65	0,68	0,315	7,25	1,86
0,250	3,73	1,08	0,250	10,21	2,95
0,200	5,43	1,70	0,200	14,86	4,65
0,160	8,99	3,56	0,160	24,60	9,74
0,125	14,18	5,19	0,125	38,80	14,20
0,100	20,12	5,94	0,100	55,05	16,25
0,080	26,22	6,10	0,080	71,74	16,69
0,063	32,36	6,14	0,063	88,54	16,80
0,050	36,55	4,19	0,050	100,00	11,46

Refus	36,55	0,00
-------	-------	------

Mode (en mm)	0,063
--------------	-------

Courbe cumulative et histogramme des fréquences en %



Poids de départ (en gr)	111,41
-------------------------	--------

	Texture du sédiment total	
	en gr	en %
Ballast (>2mm)		0,00
Sables (2-0,05mm)	36,55	32,81
Limons + Argiles	74,86	67,19

Quantiles (%)	mm	φ
Q1	1,151	-0,20
Q5	0,425	1,24
Q16	0,195	2,36
Q25	0,159	2,65
Q50	0,108	3,21
Q75	0,077	3,70
Q84	0,068	3,89
Q95	0,056	4,17

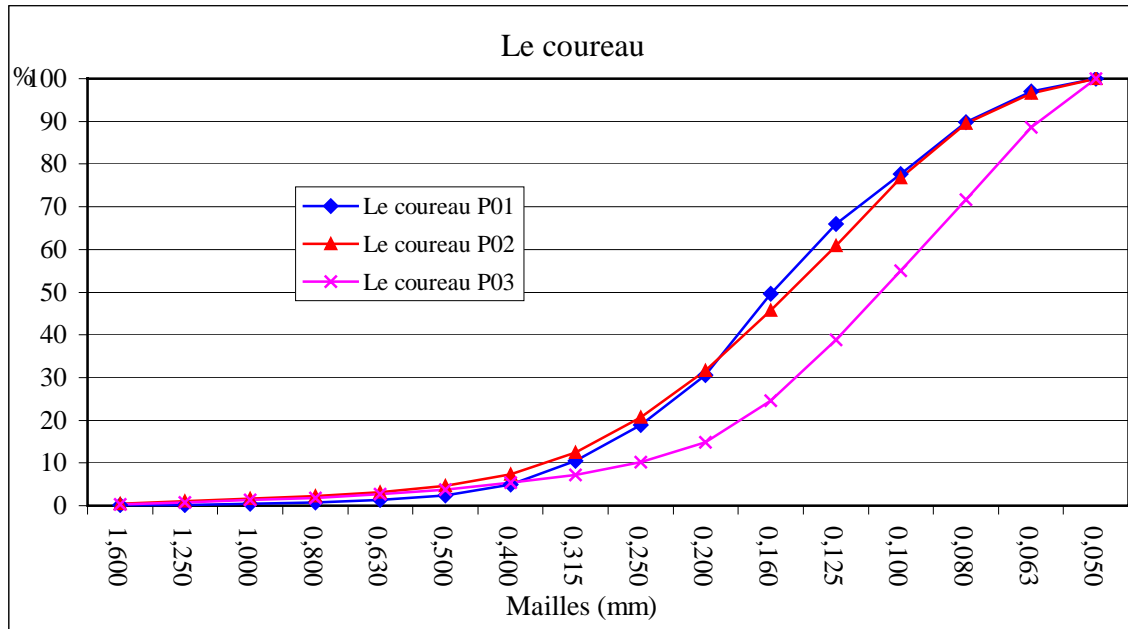
Paramètres et Indices	
Grain moyen (μZ)	3,15
Sorting Index (So)	0,83
Skewness (Ski)	-0,24
Kurtosis (K)	1,14

ANALYSE PHYSIQUE DES SABLES	
Couleur Munsell (humide)	
Texture des terres fines (<2mm)	
Sables (en %)	32,81
Limons + Argiles (en %)	67,19
Argiles (en %)	0,00
Texture	
Texture des sables	
Sables grossiers (2-0,5mm) en %	2,65
Sables moyens (0,5-0,2mm) en %	7,55
Sables fins (0,2-0,05mm) en %	78,33
ANALYSE CHIMIQUE	
pH (eau)	
Eau à 105°	
Matière organique (en %)	1,83
CaCO3 total (en %)	8,42

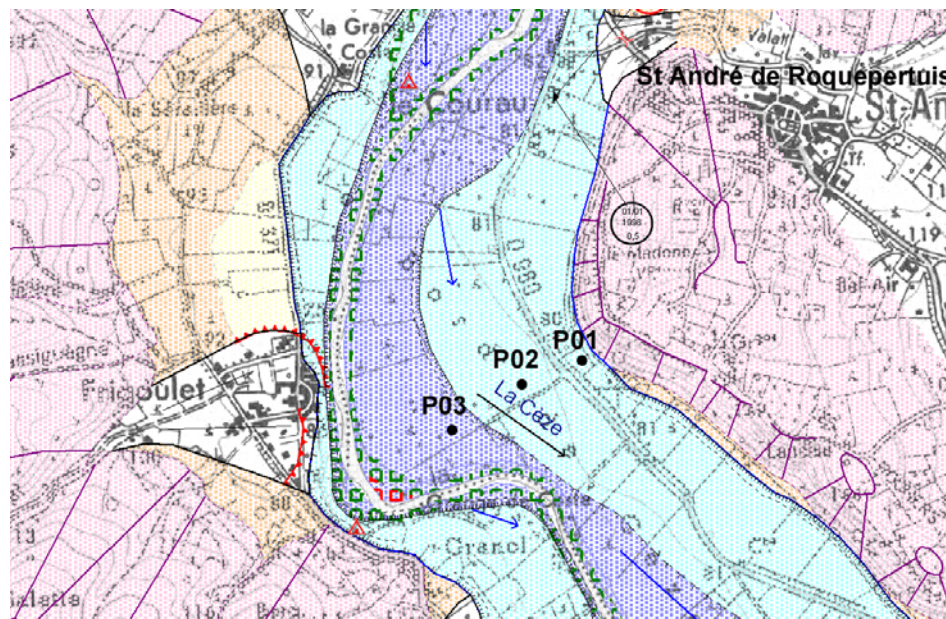
Tare	0,00
1,600	0,13
1,250	0,29
1,000	0,48
0,800	0,67
0,630	0,97
0,500	1,39
0,400	1,97
0,315	2,65
0,250	3,73
0,200	5,43
0,160	8,99
0,125	14,18
0,100	20,12
0,080	26,22
0,063	32,36
0,050	36,55

Courbe cumulative des 3 échantillons du Coureau :

Mailles (mm)	Le coureau P01	Le coureau P02	Le coureau P03
1,600	0,1	0,51	0,36
1,250	0,2	1,10	0,79
1,000	0,4	1,60	1,31
0,800	0,7	2,25	1,83



Carte de localisation (extrait planche 1/10000 n°1 p. 56)



2. Goudargues

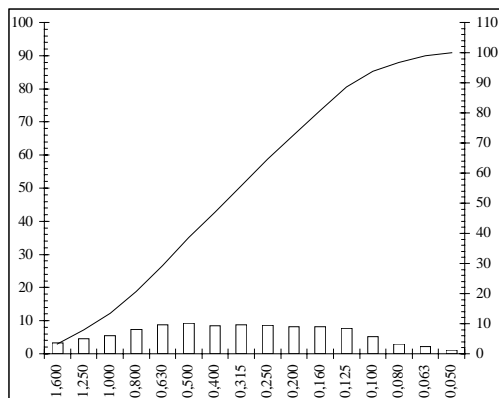
Analyste: <i>Mohamed CHAIBI</i>
Laboratoire: <i>CEREGE/Laboratoire de sédimentologie</i>
Références: Goudargues P01
Observations:

GRANULOMETRIE DES SABLES					
Mailles	Refus		Mailles	Pourcentages	
	En mm	Cumulés		En mm	Cumulés
1,600	3,89	3,89	1,600	3,24	3,24
1,250	9,43	5,54	1,250	7,86	4,62
1,000	16,05	6,62	1,000	13,38	5,52
0,800	24,82	8,77	0,800	20,69	7,31
0,630	35,26	10,44	0,630	29,39	8,70
0,500	46,35	11,09	0,500	38,63	9,24
0,400	56,53	10,18	0,400	47,12	8,48
0,315	67,04	10,51	0,315	55,88	8,76
0,250	77,47	10,43	0,250	64,57	8,69
0,200	87,26	9,79	0,200	72,73	8,16
0,160	97,10	9,84	0,160	80,93	8,20
0,125	106,30	9,20	0,125	88,60	7,67
0,100	112,58	6,28	0,100	93,83	5,23
0,080	116,15	3,57	0,080	96,81	2,98
0,063	118,73	2,58	0,063	98,96	2,15
0,050	119,98	1,25	0,050	100,00	1,04

Refus	119,98	0,00
-------	--------	------

Mode (en mm)	0,500
--------------	-------

Courbe cumulative et histogramme des fréquences en %



Poids de départ (en gr)	154,14
-------------------------	--------

	Texture du sédiment total	
	en gr	en %
Ballast (>2mm)	22,78	14,78
Sables (2-0,05mm)	119,98	77,84
Limons + Argiles	11,38	7,38

Quantiles (%)	mm	ϕ
Q1	1,877	-0,91
Q5	1,467	-0,55
Q16	0,928	0,11
Q25	0,716	0,48
Q50	0,372	1,43
Q75	0,189	2,40
Q84	0,146	2,78
Q95	0,092	3,44

Paramètres et Indices	
Grain moyen (μZ)	1,44
Sorting Index (S_o)	1,27
Skewness (S_k)	0,01
Kurtosis (K)	0,85

ANALYSE PHYSIQUE DES SABLES	
Couleur Munsell (humide)	
Texture des terres fines (<2mm)	
Sables (en %)	91,34
Limons + Argiles (en %)	8,66
Argiles (en %)	0,00
Texture	
Texture des sables	
Sables grossiers (2-0,5mm) en %	29,39
Sables moyens (0,5-0,2mm) en %	35,18
Sables fins (0,2-0,05mm) en %	34,39
ANALYSE CHIMIQUE	
pH (eau)	
Eau à 105°	
Matière organique (en %)	0,22
CaCO3 total (en %)	5,25

Tare	0,00
1,600	3,89
1,250	9,43
1,000	16,05
0,800	24,82
0,630	35,26
0,500	46,35
0,400	56,53
0,315	67,04
0,250	77,47
0,200	87,26
0,160	97,10
0,125	106,30
0,100	112,58
0,080	116,15
0,063	118,73
0,050	119,98

Analyste: *Mohamed CHAIBI*
 Laboratoire: *CEREGE/Laboratoire de sédimentologie*
 Références: Goudargues P02
 Observations:

Tare	0,00
1,600	0,70
1,250	2,94
1,000	6,34
0,800	11,71
0,630	18,69
0,500	27,79
0,400	37,98
0,315	49,66
0,250	60,22
0,200	72,70
0,160	90,19
0,125	105,49
0,100	114,51
0,080	120,88
0,063	124,24
0,050	126,13

GRANULOMETRIE DES SABLES					
Mailles	Refus		Mailles	Pourcentages	
En mm	Cumulés	Séparés	En mm	Cumulés	Séparés
1,600	0,70	0,70	1,600	0,55	0,55
1,250	2,94	2,24	1,250	2,33	1,78
1,000	6,34	3,40	1,000	5,03	2,70
0,800	11,71	5,37	0,800	9,28	4,26
0,630	18,69	6,98	0,630	14,82	5,53
0,500	27,79	9,10	0,500	22,03	7,21
0,400	37,98	10,19	0,400	30,11	8,08
0,315	49,66	11,68	0,315	39,37	9,26
0,250	60,22	10,56	0,250	47,74	8,37
0,200	72,70	12,48	0,200	57,64	9,89
0,160	90,19	17,49	0,160	71,51	13,87
0,125	105,49	15,30	0,125	83,64	12,13
0,100	114,51	9,02	0,100	90,79	7,15
0,080	120,88	6,37	0,080	95,84	5,05
0,063	124,24	3,36	0,063	98,50	2,66
0,050	126,13	1,89	0,050	100,00	1,50

Poids de départ (en gr) 152,20

	Texture du sédiment total	
	en gr	en %
Ballast (>2mm)	1,09	0,72
Sables (2-0,05mm)	126,13	82,87
Limons + Argiles	24,98	16,41

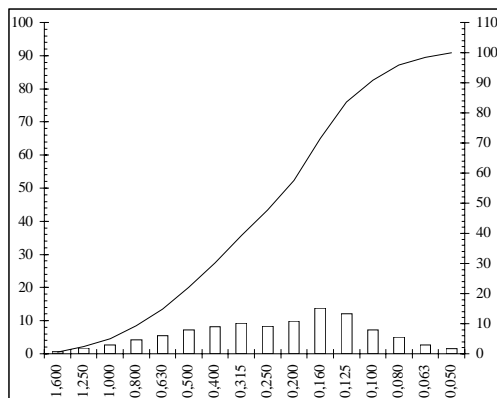
Quantiles (%)	mm	φ
Q1	1,512	-0,60
Q5	1,002	0,00
Q16	0,609	0,72
Q25	0,463	1,11
Q50	0,239	2,07
Q75	0,150	2,74
Q84	0,124	3,01
Q95	0,083	3,59

Refus 126,13 0,00

Mode (en mm) 0,160

Paramètres et Indices	
Grain moyen (μZ)	1,93
Sorting Index (So)	1,12
Skewness (Ski)	-0,16
Kurtosis (K)	0,90

Courbe cumulative et histogramme des fréquences en %



ANALYSE PHYSIQUE DES SABLES	
Couleur Munsell (humide)	
Texture des terres fines (<2mm)	
Sables (en %)	83,47
Limons + Argiles (en %)	16,53
Argiles (en %)	0,00
Texture	
Texture des sables	
Sables grossiers (2-0,5mm) en %	14,82
Sables moyens (0,5-0,2mm) en %	32,93
Sables fins (0,2-0,05mm) en %	50,76
ANALYSE CHIMIQUE	
pH (eau)	
Eau à 105°	
Matière organique (en %)	0,15
CaCO3 total (en %)	0,71

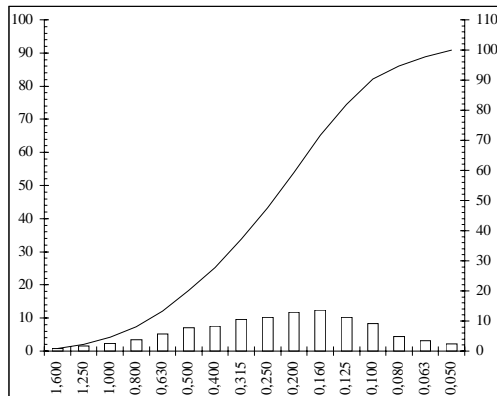
Analyste: *Mohamed CHAIBI*
 Laboratoire : *CEREGE/Laboratoire de sédimentologie*
 Références: Goudargues P03
 Observations:

GRANULOMETRIE DES SABLES					
Mailles En mm	Refus		Mailles En mm	Pourcentages	
	Cumulés	Séparés		Cumulés	Séparés
1,600	0,65	0,65	1,600	0,78	0,78
1,250	1,90	1,25	1,250	2,28	1,50
1,000	3,91	2,01	1,000	4,69	2,41
0,800	6,74	2,83	0,800	8,08	3,39
0,630	11,01	4,27	0,630	13,20	5,12
0,500	16,89	5,88	0,500	20,24	7,05
0,400	23,17	6,28	0,400	27,77	7,53
0,315	31,11	7,94	0,315	37,28	9,52
0,250	39,67	8,56	0,250	47,54	10,26
0,200	49,51	9,84	0,200	59,34	11,79
0,160	59,86	10,35	0,160	71,74	12,40
0,125	68,37	8,51	0,125	81,94	10,20
0,100	75,32	6,95	0,100	90,27	8,33
0,080	78,96	3,64	0,080	94,63	4,36
0,063	81,56	2,60	0,063	97,75	3,12
0,050	83,44	1,88	0,050	100,00	2,25

Refus	83,44	0,00
-------	-------	------

Mode (en mm)	0,160
---------------	-------

Courbe cumulative et histogramme des fréquences en %



Poids de départ (en gr)	132,43
-------------------------	--------

	Texture du sédiment total	
	en gr	en %
Ballast (>2mm)	0,30	0,23
Sables (2-0,05mm)	83,44	63,01
Limons + Argiles	48,69	36,77

Quantiles (%)	mm	φ
Q1	1,548	-0,63
Q5	0,981	0,03
Q16	0,578	0,79
Q25	0,437	1,20
Q50	0,240	2,06
Q75	0,149	2,75
Q84	0,119	3,07
Q95	0,078	3,68

Paramètres et Indices	
Grain moyen (μZ)	1,97
Sorting Index (So)	1,12
Skewness (Ski)	-0,11
Kurtosis (K)	0,96

Tare	0,00
1,600	0,65
1,250	1,90
1,000	3,91
0,800	6,74
0,630	11,01
0,500	16,89
0,400	23,17
0,315	31,11
0,250	39,67
0,200	49,51
0,160	59,86
0,125	68,37
0,100	75,32
0,080	78,96
0,063	81,56
0,050	83,44

ANALYSE PHYSIQUE DES SABLES	
Couleur Munsell (humide)	
Texture des terres fines (<2mm)	
Sables (en %)	63,15
Limons + Argiles (en %)	36,85
Argiles (en %)	0,00
Texture	
Texture des sables	
Sables grossiers (2-0,5mm) en %	13,20
Sables moyens (0,5-0,2mm) en %	34,35
Sables fins (0,2-0,05mm) en %	50,20
ANALYSE CHIMIQUE	
pH (eau)	
Eau à 105°	
Matière organique (en %)	0,31
CaCO3 total (en %)	2,63

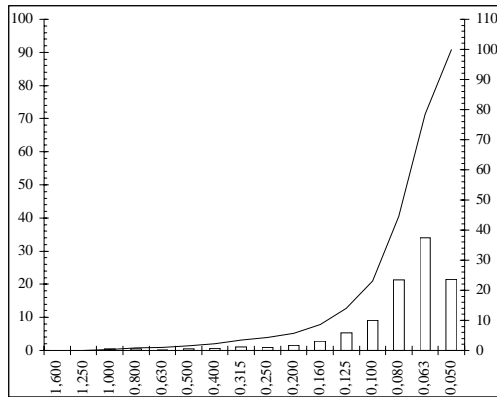
Analyste: *Mohamed CHAIBI*
 Laboratoire : *CEREGE/Laboratoire de sédimentologie*
 Références: Goudargues P04
 Observations:

GRANULOMETRIE DES SABLES					
Mailles	Refus		Mailles	Pourcentages	
En mm	Cumulés	Séparés	En mm	Cumulés	Séparés
1,600	0,00	0,00	1,600	0,00	0,00
1,250	0,00	0,00	1,250	0,00	0,00
1,000	0,09	0,09	1,000	0,42	0,42
0,800	0,18	0,09	0,800	0,84	0,42
0,630	0,22	0,04	0,630	1,03	0,19
0,500	0,33	0,11	0,500	1,55	0,52
0,400	0,47	0,14	0,400	2,20	0,66
0,315	0,72	0,25	0,315	3,38	1,17
0,250	0,91	0,19	0,250	4,27	0,89
0,200	1,23	0,32	0,200	5,77	1,50
0,160	1,82	0,59	0,160	8,54	2,77
0,125	2,96	1,14	0,125	13,88	5,35
0,100	4,91	1,95	0,100	23,03	9,15
0,080	9,47	4,56	0,080	44,42	21,39
0,063	16,73	7,26	0,063	78,47	34,05
0,050	21,32	4,59	0,050	100,00	21,53

Refus	21,32	0,00
-------	-------	------

Mode (en mm)	0,063
--------------	-------

Courbe cumulative et histogramme des fréquences en %



Poids de départ (en gr)	154,28
-------------------------	--------

	Texture du sédiment total	
	en gr	en %
Ballast (>2mm)		0,00
Sables (2-0,05mm)	21,32	13,82
Limons + Argiles	132,96	86,18

Quantiles (%)	mm	φ
Q1	0,659	0,60
Q5	0,226	2,15
Q16	0,119	3,07
Q25	0,098	3,35
Q50	0,077	3,70
Q75	0,065	3,95
Q84	0,060	4,07
Q95	0,053	4,24

Paramètres et Indices	
Grain moyen (μZ)	3,61
Sorting Index (So)	0,57
Skewness (Ski)	-0,37
Kurtosis (K)	1,43

Tare	0,00
1,600	0,00
1,250	0,00
1,000	0,09
0,800	0,18
0,630	0,22
0,500	0,33
0,400	0,47
0,315	0,72
0,250	0,91
0,200	1,23
0,160	1,82
0,125	2,96
0,100	4,91
0,080	9,47
0,063	16,73
0,050	21,32

ANALYSE PHYSIQUE DES SABLES	
Couleur Munsell (humide)	
Texture des terres fines (<2mm)	
Sables (en %)	13,82
Limons + Argiles (en %)	86,18
Argiles (en %)	0,00
Texture	
Texture des sables	
Sables grossiers (2-0,5mm) en %	1,03
Sables moyens (0,5-0,2mm) en %	3,24
Sables fins (0,2-0,05mm) en %	74,20
ANALYSE CHIMIQUE	
pH (eau)	
Eau à 105°	
Matière organique (en %)	2,81
CaCO3 total (en %)	11,44

Elaboration d'un atlas des zones inondables par la méthode d'hydrogéomorphologie sur le bassin versant
de la Cèze

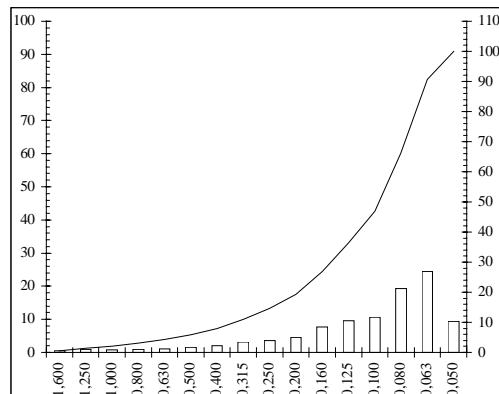
Analyste: *Mohamed CHAIBI*
 Laboratoire : *CEREGE/ Laboratoire de sédimentologie*
 Références: *Goudargues P 05*
 Observations: *Lit majeur extraordinaire*

GRANULOMETRIE DES SABLES					
Mailles En mm	Refus		Mailles En mm	Pourcentages	
	Cumulés	Séparés		Cumulés	Séparés
1,600	0,25	0,25	1,600	0,48	0,48
1,250	0,74	0,49	1,250	1,41	0,93
1,000	1,12	0,38	1,000	2,14	0,72
0,800	1,64	0,52	0,800	3,13	0,99
0,630	2,22	0,58	0,630	4,24	1,11
0,500	3,06	0,84	0,500	5,84	1,60
0,400	4,16	1,10	0,400	7,94	2,10
0,315	5,81	1,65	0,315	11,08	3,15
0,250	7,66	1,85	0,250	14,61	3,53
0,200	10,08	2,42	0,200	19,23	4,62
0,160	14,09	4,01	0,160	26,88	7,65
0,125	19,07	4,98	0,125	36,38	9,50
0,100	24,62	5,55	0,100	46,97	10,59
0,080	34,74	10,12	0,080	66,27	19,31
0,063	47,52	12,78	0,063	90,65	24,38
0,050	52,42	4,90	0,050	100,00	9,35

Refus	52,42	0,00
-------	-------	------

Mode (en mm)	0,063
--------------	-------

Courbe cumulative et histogramme des fréquences en %



Poids de départ (en gr)	155,36
-------------------------	--------

	Texture du sédiment total	
	en gr	en %
Ballast (>2mm)	3,35	2,16
Sables (2-0,05mm)	52,42	33,74
Limons + Argiles	99,59	64,10

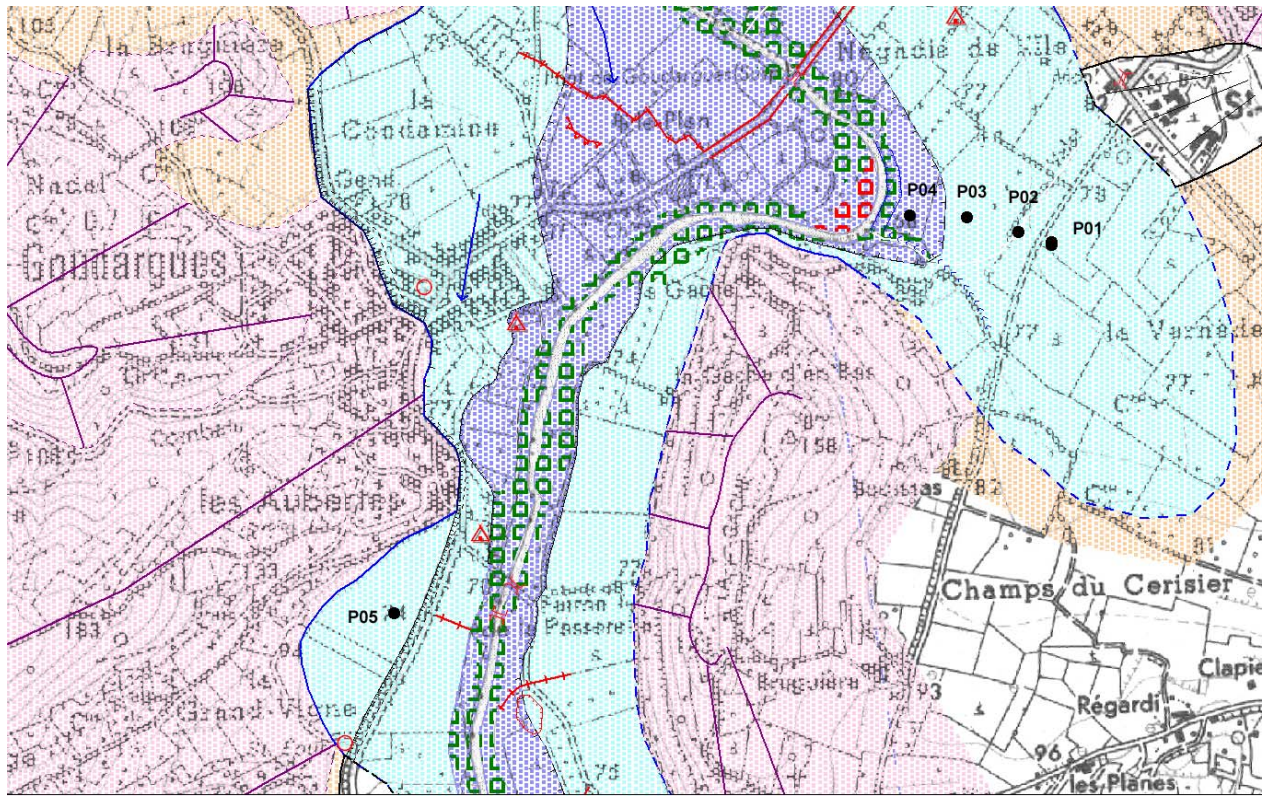
Quantiles (%)	mm	φ
Q1	1,404	-0,49
Q5	0,568	0,82
Q16	0,235	2,09
Q25	0,170	2,56
Q50	0,097	3,37
Q75	0,074	3,76
Q84	0,068	3,89
Q95	0,057	4,13

Paramètres et Indices	
Grain moyen (μZ)	3,11
Sorting Index (So)	0,95
Skewness (Ski)	-0,48
Kurtosis (K)	1,13

ANALYSE PHYSIQUE DES SABLES	
Couleur Munsell (humide)	
Texture des terres fines (<2mm)	
Sables (en %)	34,48
Limons + Argiles (en %)	65,52
Argiles (en %)	0,00
Texture	
Texture des sables	
Sables grossiers (2-0,5mm) en %	4,24
Sables moyens (0,5-0,2mm) en %	10,38
Sables fins (0,2-0,05mm) en %	76,04
ANALYSE CHIMIQUE	
pH (eau)	
Eau à 105°	
Matière organique (en %)	0,72
CaCO3 total (en %)	6,60

Tare	0,00
1,600	0,25
1,250	0,74
1,000	1,12
0,800	1,64
0,630	2,22
0,500	3,06
0,400	4,16
0,315	5,81
0,250	7,66
0,200	10,08
0,160	14,09
0,125	19,07
0,100	24,62
0,080	34,74
0,063	47,52
0,050	52,42

Carte de localisation (extrait planche 1/10000 n°2 p. 57)



3. Chamborigaud :

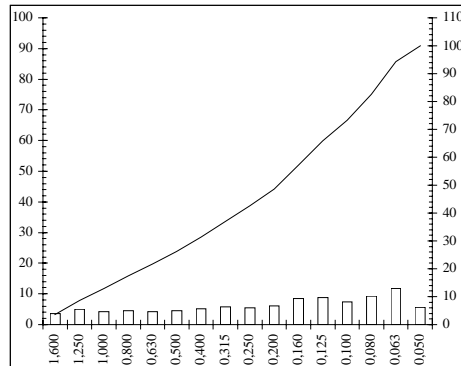
Analyse: *Mohamed CHAIBI*
Laboratoire : *CEREGE/Laboratoire de sédimentologie*
Références: Le chantier -Lit majeur RD -
Observations: *Chamborigaud*

GRANULOMETRIE DES SABLES					
Mailles En mm	Refus		Mailles En mm	Pourcentages	
	Cumulés	Séparés		Cumulés	Séparés
1,600	2,11	2,11	1,600	3,66	3,66
1,250	5,01	2,90	1,250	8,69	5,03
1,000	7,44	2,43	1,000	12,91	4,22
0,800	10,03	2,59	0,800	17,40	4,49
0,630	12,50	2,47	0,630	21,69	4,29
0,500	15,15	2,65	0,500	26,28	4,60
0,400	18,09	2,94	0,400	31,38	5,10
0,315	21,39	3,30	0,315	37,11	5,73
0,250	24,53	3,14	0,250	42,56	5,45
0,200	28,06	3,53	0,200	48,68	6,12
0,160	32,98	4,92	0,160	57,22	8,54
0,125	38,00	5,02	0,125	65,93	8,71
0,100	42,24	4,24	0,100	73,28	7,36
0,080	47,56	5,32	0,080	82,51	9,23
0,063	54,36	6,80	0,063	94,31	11,80
0,050	57,64	3,28	0,050	100,00	5,69

Refus 57,64 0,00

Mode (en mm) 0,063

Courbe cumulative et histogramme des fréquences en %



Poids de départ (en gr) 230,00

	Texture du sédiment total	
	en gr	en %
Ballast (>2mm)	14,73	6,40
Sables (2-0,05mm)	57,64	25,06
Limons + Argiles	157,63	68,53

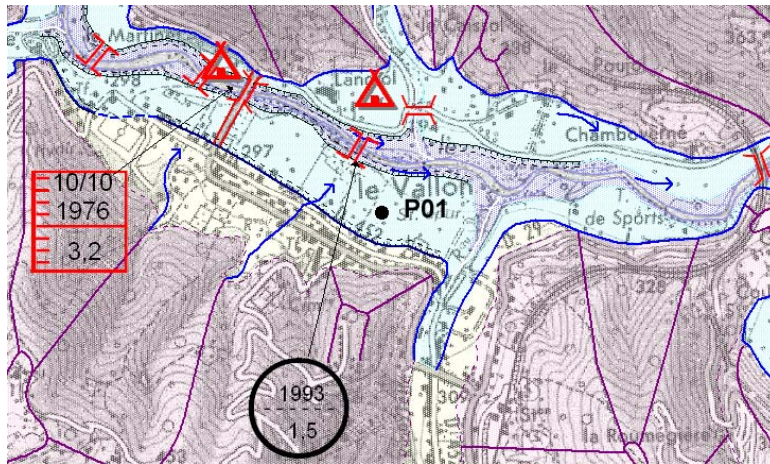
Quantiles (%)	mm	φ
Q1	1,891	-0,92
Q5	1,507	-0,59
Q16	0,862	0,21
Q25	0,536	0,90
Q50	0,194	2,37
Q75	0,096	3,38
Q84	0,078	3,68
Q95	0,061	4,03

Paramètres et Indices	
Grain moyen (μZ)	2,09
Sorting Index (So)	1,57
Skewness (Ski)	-0,26
Kurtosis (K)	0,76

ANALYSE PHYSIQUE DES SABLES	
Couleur Munsell (humide)	
Texture des terres fines (<2mm)	
Sables (en %)	26,78
Limons + Argiles (en %)	73,22
Argiles (en %)	0,00
Texture	
Texture des sables	
Sables grossiers (2-0,5mm) en %	21,69
Sables moyens (0,5-0,2mm) en %	20,87
Sables fins (0,2-0,05mm) en %	51,75
ANALYSE CHIMIQUE	
pH (eau)	
Eau à 105°	
Matière organique (en %)	1,40
CaCO3 total (en %)	1,42

Tare	0,00
1,600	2,11
1,250	5,01
1,000	7,44
0,800	10,03
0,630	12,50
0,500	15,15
0,400	18,09
0,315	21,39
0,250	24,53
0,200	28,06
0,160	32,98
0,125	38,00
0,100	42,24
0,080	47,56
0,063	54,36
0,050	57,64

Carte de localisation (extrait de la planche le Luech 1/1 p. 52)



4. Les résultats de la morphoscopie

	Non Usés %	Emousés Luisants %	Ronds Mats %
Goudargues P 01	29	71	0
Goudargues P 02	19	81	0
Goudargues P 03	24	68	8
Goudargues P 04	49	47	4
Goudargues P 05	67	30	3
Le Coureau P 01	65	34	1
Le Coureau P 02	57	43	0
Le Coureau P 03	53	47	0
Chamborigaud (RD)	65	35	0