



Cahier des charges sur les modalités de prise en compte du ruissellement pluvial dans les P.L.U. du Gard

DDTM 30

Service Eaux Et Inondations

Document Final

Octobre 2016

Table des matières

INTRODUCTION	3
A. ELEMENTS DE CONTEXTE	5
A.1. GENERALITES SUR L'ALEA INONDATION	5
A.2. GENERALITES SUR LE ZONAGE PLUVIAL	5
A.3. ZONAGE PLUVIAL AU SENS DU CONSEIL DEPARTEMENTAL DE L'EAU DU GARD	6
A.3.1. zonage pluvial et droit à construire	6
A.3.2. Zonage pluvial et prise en compte de la gestion des eaux pluviales dans les projets d'aménagement	6
B. LE CAHIER DES CHARGES TYPE	7
B.1. OBJET DU MARCHE	7
B.2. OBJECTIFS DE L'ETUDE	7
B.3. ZONE D'ETUDE	7
B.4. RECUEIL DES DONNEES	8
B.5. METHODOLOGIE	8
B.5.1. zonage pluvial et droit à construire	8
B.5.2. Zonage pluvial et prise en compte de la gestion des eaux pluviales dans les projets d'aménagement	14
B.6. RESTITUTIONS ATTENDUES	15
B.6.1. Rapport de zonage pluvial	15
B.6.2. dossier cartographique	16
B.7. REUNIONS AVEC LE COMITE DE SUIVI DE L'ETUDE	16
B.8. LIVRABLES	16
C. ANNEXE	17
C.1. LEXIQUE	17
C.2. EVALUATION DE L'ALEA INONDATION PAR RUISSellement PAR LA METHODE HYDROGEOMORPHOLOGIQUE – ELABORATION D'UNE TYPOLOGIE DES COMMUNES GARDOISES	19
C.2.1. La caractérisation des inondations par ruissellement	19
C.2.2. Les facteurs aggravants du risque par ruissellement pluvial dans le Gard	19
C.2.3. Synthèse sur le risque de ruissellement pluvial sur le département du Gard	30
C.3. QUELQUES EXEMPLES DE RESTITUTION SUR DIFFERENTES COMMUNES	45
C.4. EXEMPLES DE STRATEGIES DE GESTION DES EAUX PLUVIALES	45
C.4.1. Principes généraux	47
C.4.2. Les stratégies de gestion des eaux pluviales en zones naturelles et rurales	47
C.4.3. Les stratégies de gestion des eaux pluviales en zones urbaines ou urbanisables	49

INTRODUCTION

Le règlement des PPRi approuvé post 2002, dans le département du Gard, rappelle l'obligation faite aux communes, selon l'article L2224-10 du code général des collectivités territoriales (CGCT), de réaliser un zonage pluvial et fixe un délai pour son élaboration à 5 ans suivant l'approbation du PPRi. Le zonage pluvial permet d'assurer la maîtrise des ruissellements et la prévention de la dégradation des milieux aquatiques par temps de pluie, sur un territoire communal ou intercommunal. Sa définition est contenue dans l'article L2224-10 du CGCT qui stipule :

"Les communes ou leurs établissements publics de coopération délimitent, après enquête publique : [...]"

3° Les zones où des mesures doivent être prises pour limiter l'imperméabilisation des sols et pour assurer la maîtrise du débit et de l'écoulement des eaux pluviales et de ruissellement ;

4° Les zones où il est nécessaire de prévoir des installations pour assurer la collecte, le stockage éventuel et, en tant que de besoin, le traitement des eaux pluviales et de ruissellement lorsque la pollution qu'elles apportent au milieu aquatique risque de nuire gravement à l'efficacité des dispositifs d'assainissement."

En d'autres termes, les objectifs du zonage pluvial peuvent être résumés comme suit :

- Régir le droit à construire dans les zones exposées à l'aléa inondation par ruissellement pluvial afin de ne pas augmenter la vulnérabilité du bâti en zones inondables ;
- Définir les modalités de gestion des eaux pluviales à prendre en compte dans les projets d'aménagements afin que ces opérations n'aggravent pas l'aléa dans les secteurs situés à l'aval.

Le zonage pluvial vient fréquemment conclure la réalisation d'un schéma directeur des eaux pluviales, étude longue et plus coûteuse dont les principales étapes sont les suivantes :

- Le recensement et le levé topographique de tous les réseaux hydrographiques traversant la commune ;
- La cartographie des réseaux dans un système d'information géographique ;
- L'inventaire des exutoires pluviaux au milieu récepteur ;
- L'évaluation des flux de pollution de temps sec rejetés au niveau des exutoires pluviaux (mauvais branchements) ;
- L'évaluation des flux de pollution de temps de pluie rejetés au niveau des exutoires pluviaux (mauvais branchements) ;
- Etude capacitaire du réseau hydrographique en situation actuelle et future sur la base d'une modélisation hydraulique et hydrologique ;
- Définition d'un programme de travaux permettant de satisfaire aux objectifs de dépollution et d'évacuation des eaux pluviales.

Pour autant la réalisation d'un schéma directeur des eaux pluviales n'est pas toujours adaptée au contexte des communes gardoises souvent très rurales, avec un faible linéaire de réseau et des ressources humaines limitées pour assurer le pilotage d'une telle opération qui nécessite des compétences techniques assez fines.

Aussi, pour s'adapter au contexte gardois et aider les communes ne disposant pas de schéma directeur pluvial, le Conseil Départemental de l'Eau et des Inondations (CDEI) du Gard a mandaté le Groupe d'Echange Risque Inondation (GERI) pour élaborer un cahier des charges type devant aboutir à l'établissement d'un zonage pluvial tel qu'attendu par la DDTM 30 et rappelé dans le règlement des PPRi.

La rédaction de ce cahier des charges s'est appuyée sur deux principes structurants :

- La consistance du zonage pluvial doit être suffisamment simple pour que les communes n'aient pas besoin d'un accompagnement technique pour le recrutement et le pilotage de la prestation ;
- La consistance du zonage pluvial doit être suffisamment « légère » pour que la prestation puisse être intégrée dans la prestation du PLU et ne pas nécessiter de recherche de financement au titre de la prévention du risque inondation.

Aussi, ce cahier des charges type document s'adresse-t-il aussi bien aux communes, qu'aux cabinets de PLU qui seront en charge de recruter le prestataire à même de réaliser le zonage pluvial.

La méthode retenue pour l'évaluation de l'aléa, choisie pour sa robustesse et sa simplicité, est la méthode hydrogéomorphologique. Le bureau d'étude Cereg disposant d'experts de cette méthode, a été retenu pour rédiger le volet technique du présent document.

Les études qui seront produites sur la base de la mise en œuvre de ce cahier des charges permettront notamment de disposer d'une cartographie de l'aléa inondation par ruissellement à l'échelle communale sans pour autant que la distinction entre aléa fort, faible et résiduel n'ait été effectuée. Si sur un secteur donné de la commune, la connaissance de cette information s'avérait nécessaire, une modélisation hydrologique et hydraulique devrait alors être réalisée sur le secteur concerné. Ce type de prestation n'entre toutefois pas dans le cadre du présent cahier des charges.

La première partie de ce document traite des éléments de contextes qui viennent positionner le zonage pluvial au sein du dispositif technico-juridique gardois relatif au risque inondation et à la préservation des milieux aquatiques.

La seconde partie est le cahier des charges stricto sensu de la prestation d'élaboration du zonage pluvial qui doit permettre le recrutement de l'expert et le pilotage de l'étude. Ce cahier des charges s'appuie notamment sur un travail effectué par CEREG d'élaboration d'une typologie des communes gardoises pour l'évaluation de l'aléa inondation par ruissellement par la méthode hydrogéomorphologique. Ce travail est annexé au présent document. Il permettra à l'urbaniste de repérer, pour la commune qui le concerne, les aspects sur lesquelles l'hydrogéomorphologue devra insister dans le cadre de la réalisation de sa prestation.

A. ELEMENTS DE CONTEXTE

A.1. GENERALITES SUR L'ALEA INONDATION

Dans le Gard le droit à construire est concerné par quatre types d'aléa :

- L'aléa inondation par débordement de cours d'eau à crue lente (Rhône),
- L'aléa inondation par débordement de cours d'eau à crue rapide,
- L'aléa inondation par ruissellement,
- L'aléa érosion de berge.

Il est régi par les textes suivants :

- La doctrine PPRi Languedoc-Roussillon pour les crues rapides,
- La doctrine PPRi Rhône pour les fleuves à crues lentes
- La doctrine PLU et risque inondation du Département du Gard pour la prise en compte du risque inondation dans les documents d'urbanisme (annexée au présent document)

Les textes de référence en fonction des risques encourus sont mentionnés dans le tableau de synthèse ci-après.

	PPRi (Nouvelle génération) crue rapide	PPRi Rhône pour les fleuves à crues lentes	Doctrine PLU et risque inondation du département du Gard
Inondation par débordement de cours d'eau à crue lente		X	
Inondation par débordement de cours d'eau à crue rapide	X		
Inondation par ruissellement			X
Erosion de berge	X		X

Texte de référence en fonction des risques encourus

On peut constater que seule la doctrine PLU et risque inondation régie le risque inondation par ruissellement. Ceci s'explique par le fait qu'à ce jour, dans le Gard, l'Etat ne prend en compte dans le cadre des PPRi, que le risque inondations par débordement de cours d'eau. Le risque inondation par ruissellement est considéré comme une stricte prérogative communale. La notion de cours d'eau sur laquelle se base la DDTM 30 pour distinguer le débordement du ruissellement est celle figurant dans la doctrine PLU et risque inondation à savoir :

Sont considérés comme cours d'eau les parties du réseau hydrographique qui drainent une surface de bassin versant supérieure à 1 km², ainsi que les parties du réseau dont les écoulements sont organisés et marquent le paysage d'une emprise hydrogéomorphologique.

En pratique c'est principalement la règle du km² qui est privilégiée car à l'usage il s'est avéré fréquent que des phénomènes de ruissellement laissent des empruntes hydrogéomorphologiques organisées qui ont de fait interrogé sur la limite entre débordement et ruissellement. C'est d'ailleurs ce constat qui a conduit à retenir la méthode hydrogéomorphologique pour caractériser l'aléa ruissellement dans le cadre de la démarche de zonage pluvial objet du présent document.

A.2. GENERALITES SUR LE ZONAGE PLUVIAL

Selon le calendrier et les compétences de la collectivité, le zonage pluvial peut être élaboré :

- soit dans une démarche spécifique : projet de zonage (délimitation des zones et notice justifiant le zonage envisagé) soumis à enquête publique, puis à approbation ;
- soit dans le cadre de l'élaboration ou de la révision d'un PLU, Dans ce cas, il est possible de soumettre les deux démarches à une enquête publique conjointe.

Remarque : Le document de zonage n'a aucune valeur réglementaire s'il ne passe pas les étapes d'enquête publique et d'approbation. C'est pourquoi il est fortement recommandé de l'intégrer au PLU, conformément à l'article L123 - 1 du code de l'urbanisme. Cet article prévoit que le zonage soit annexé au PLU et que ses prescriptions soient insérées dans le règlement (article 4 notamment). Le zonage pluvial trouvera alors toute sa force réglementaire.

A.3. ZONAGE PLUVIAL AU SENS DU CONSEIL DEPARTEMENTAL DE L'EAU DU GARD

Comme évoqué dans l'introduction, le zonage pluvial vient idéalement conclure une étude de schéma directeur d'assainissement pluvial. Le présent document qui propose de réaliser un zonage pluvial sans passer par la réalisation d'un schéma directeur est donc à considérer comme un « socle » méthodologique minimal.

Dans l'hypothèse où la commune bénéficierait d'un AMO pour la conduite d'une étude de schéma directeur, cette méthodologie pourra tout-à-fait être intégrée dans le cahier des charges de l'étude, notamment en ce qui concerne la caractérisation de l'aléa.

A.3.1. ZONAGE PLUVIAL ET DROIT A CONSTRUIRE

La caractérisation de l'aléa se base sur la méthode hydrogéomorphologique. Deux cas de figure sont à distinguer :

- La commune est déjà couverte par un PPRi nouvelle génération : le chevelu hydrographique à traiter est le complémentaire de celui traité dans le cadre du PPRi.
- La commune n'est pas couverte par un PPRi nouvelle génération : la méthode à mettre en œuvre pour la réalisation du zonage portera sur l'ensemble du chevelu hydrographique, cours d'eau compris.

A.3.2. ZONAGE PLUVIAL ET PRISE EN COMPTE DE LA GESTION DES EAUX PLUVIALES DANS LES PROJETS D'AMENAGEMENT

En l'absence de zonage pluvial, les préconisations minimales qui s'appliquent sont celles de la rubrique 2.1.5.0. de la loi sur l'eau (code de l'environnement) qui vise les rejets d'eaux pluviales dans les eaux douces superficielles ou sur le sol ou dans le sous-sol. Lorsque la surface totale du projet, augmentée de la surface correspondant à la partie du bassin versant naturel dont les écoulements sont interceptés par le projet (voir figure ci-après), est :

- Supérieure ou égale à 20 ha une procédure d'autorisation est requise,
- Supérieure à 1 ha mais inférieure à 20 ha une procédure de déclaration est requise.

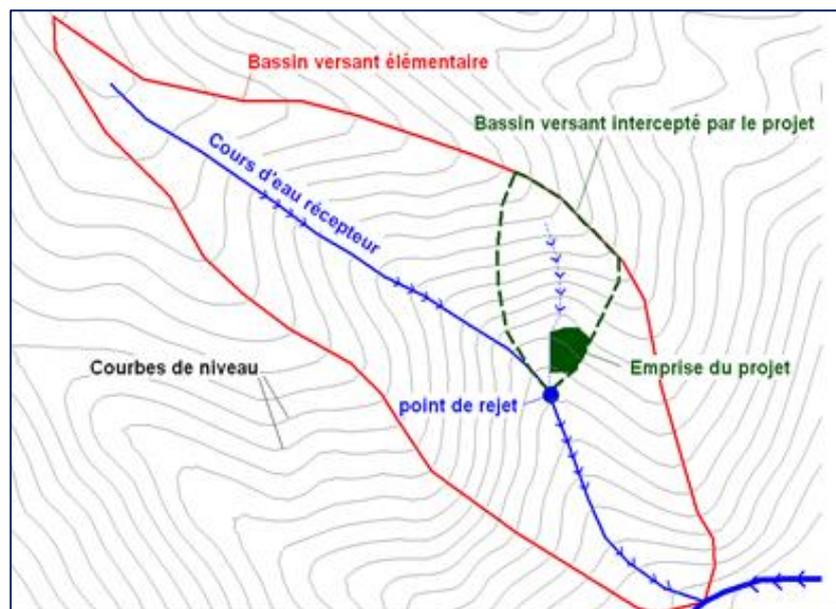


Figure 1: notion de bassin versant naturel et bassin versant intercepté par le projet

Les eaux douces superficielles sont constituées de l'ensemble des eaux courantes sur la surface du sol (cours d'eau, canaux, fossés), et des eaux stagnantes (lacs, étangs, mares). La notion de rejet sur le sol ou dans le sous-sol s'applique aux dispositifs d'infiltration ainsi qu'aux rejets dans les vallées sèches et les fossés. En revanche la rubrique 2.1.5.0 ne concerne pas les rejets d'eaux pluviales dans un réseau.

La dernière version de la doctrine gardoise d'application de la rubrique 2.1.5.0 annexée au présent document comprend notamment les prescriptions ci-après relatives aux ouvrages de gestion des eaux pluviales des projets d'aménagement :

- Volumes de rétention des ouvrages de compensation à l'imperméabilisation : **au minimum 100 l/m² imperméabilisé par le projet**, augmentés de la capacité naturelle de rétention liée à la topographie du site assiette du projet (cuvette), si elle est supprimée,
- Débits de fuite des ouvrages de restitution ou débit d'infiltration pour les noues ou bassins d'infiltration : 7 l/s/hectare de surface imperméabilisée.

B. LE CAHIER DES CHARGES TYPE

B.1. OBJET DU MARCHÉ

La prestation à fournir est la réalisation d'un zonage pluvial tel qu'attendu par la DDTM 30 et rappelé dans le règlement des PPRi. Elle se base sur la caractérisation des phénomènes de ruissellement pluvial par la méthode hydrogéomorphologique à l'échelle du territoire communale. Cette démarche est l'occasion de préciser l'emprise de l'aléa hydrogéomorphologique établi dans le cadre des atlas des zones inondables qui couvrent l'essentiel des communes du département à une échelle de précision de l'ordre du 1/25000ième tandis que celle recherchée ici est le 1/5000ième. Aussi seront identifiées tant les zones soumises à l'aléa débordement de cours d'eau que l'aléa ruissellement pluvial.

Comme évoqué plus haut, deux cas de figure pourront être distingués :

- La commune est déjà couverte par un PPRi nouvelle génération : le chevelu hydrographique à traiter est le complémentaire de celui traité dans le cadre du PPRi ;
- La commune n'est pas couverte par un PPRi nouvelle génération : la méthode à mettre en œuvre pour la réalisation du zonage portera sur l'ensemble du chevelu hydrographique, cours d'eau compris.

A partir de cette caractérisation, il va s'agir dans un second temps, pour le bureau d'études retenu de proposer pour l'ensemble du territoire communal :

- Un zonage de l'aléa inondation par débordement de cours d'eau ;
- Un zonage de l'aléa inondation par ruissellement ;
- Un zonage des modalités de gestion des eaux pluviales dans les projets d'aménagement.

remarque : concernant le zonage des enjeux et le croisement avec le zonage de l'aléa en vu de l'établissement de la carte de zonage réglementaire relative au droit à construire en zone inondable conforme à la doctrine PLU et risque inondation du Gard l'expérience a montré qu'il s'agit d'un exercice où l'expertise urbanistique est beaucoup plus utile que l'expertise hydrogéomorphologique. Aussi il est jugé préférable que ces tâches soient dévolues aux cabinets d'urbanisme en charge de l'élaboration, de la modification ou de la révision du PLU. L'établissement du zonage des enjeux au sens PPRi et du zonage réglementaires ne font donc pas partie des prestations à réaliser dans le cadre de ce cahier des charges.

Les résultats de cette mission vont mettre en exergue par croisement les secteurs d'urbanisation à densifier ou à créer, les zones d'équipements publics futurs envisagés et l'aléa inondation par ruissellement. L'identification de ces secteurs va permettre à la collectivité d'envisager suivant le cas une réimplantation des aménagements vers d'autres sites ou bien de poursuivre cette première étude de caractérisation de l'aléa par des modélisations hydrauliques poussées sur ces secteurs. Ces modélisations ne font pas l'objet du présent cahier des charges qui se limite à la mise en œuvre de la méthode hydrogéomorphologique. Ces modélisations permettront de quantifier l'aléa en termes de hauteur d'eau mais aussi, si la commune le souhaite et en application de la doctrine PLU et risque inondation s'agissant du ruissellement, d'évaluer les moyens à mettre en œuvre pour exonder le secteur concerné pour l'aléa de référence.

B.2. OBJECTIFS DE L'ÉTUDE

La production du document de zonage permettra à la commune avec l'appui de son cabinet d'urbanisme :

- Dans l'hypothèse où elle conduit en parallèle une démarche d'élaboration de PLU : d'annexer le document de zonage pluvial au PLU, d'établir un zonage réglementaire conforme à la doctrine PLU et risque inondation, d'intégrer le cas échéant les prescriptions du zonage pluvial dans le règlement du PLU,
- Dans l'hypothèse où elle dispose d'un PLU approuvé : suivant l'impact du zonage pluvial sur l'économie du PLU, sa prise en compte entrainera soit une modification soit une révision de ce dernier. Quelle que soit la procédure requise, le recours à un cabinet d'urbanisme sera là aussi nécessaire. Elle permettra là aussi, d'annexer le document de zonage pluvial au PLU, d'établir un zonage réglementaire conforme à la doctrine PLU et risque inondation, d'intégrer le cas échéant les prescriptions du zonage dans le règlement du PLU,

B.3. ZONE D'ÉTUDE

Le bureau d'étude aura à traiter l'ensemble du territoire communal suivant les principes méthodologiques énoncés ci-après.

B.4. RECUEIL DES DONNEES

Le bureau d'étude devra dans cette première étape recenser les données disponibles et en faire un inventaire critique. Les sources de données sont multiples et ne peuvent être citées de manière exhaustive. Les principales sont les suivantes:

- Services de l'Etat : DDT, DREAL, Préfecture, ... ;
- Organismes tels que : Météo- France, EDF, Service d'Etude des débits des DREAL, pour les données pluviométriques et hydrométriques ;
- L'IGN pour les cartes (en particulier les cartes au 1/25 000ème) et le Référentiel à Grande Echelle (RGE), orthophotoplans, photographies aériennes, profils en long de cours d'eau (nivellement d'une ligne d'eau de basses eaux généralement datant souvent de l'entre-deux guerres) ;
- Les sociétés gérant des infrastructures linéaires : RFF, VNF, Sociétés d'autoroutes, ... ;
- Les diverses collectivités territoriales : communes, groupement de communes, Département, Région ;
- Les différents Syndicats intervenant sur les cours d'eau ;
- Certains Maîtres d'ouvrages privés : grandes industries ayant des implantations en zone inondable, extracteurs de matériaux, ... ;
- Les archives, municipales et surtout départementales qui recèlent une foule d'informations datant notamment du 19^è siècle (demander les fiches de la « Série S » : fonds des Ponts et Chaussées, de la Préfecture, ...) et éclairent sur l'origine et la conception d'aménagements anciens, des ponts, ... ;
- Les articles de journaux (aux dates des crues historiques), cartes postales, ...

Remarque : Les couches SIG des cartes présentées dans le document « Evaluation de l'aléa inondation par ruissellement par la méthode hydrogéomorphologique – Elaboration d'une typologie des communes gardoises » seront mise à la disposition du prestataire afin qu'il puisse les représenter à l'échelle communal et les utiliser comme support d'analyse en plus des photographies stéréoscopiques.

Le prestataire analysera et résumera chaque étude dans une fiche de lecture. Chaque fiche citera le Maître d'Ouvrage, l'objet de l'étude, sa date de réalisation et regroupera l'essentiel des données ou résultats par thème : hydrologie, topographie et hydraulique (d'autres thèmes pourront apparaître au cas par cas).

B.5. METHODOLOGIE

La méthodologie à retenir repose sur la mise en œuvre de la méthode hydrogéomorphologique telle qu'elle est décrite dans le guide méthodologique : « cartographie des zones inondables – Approche hydrogéomorphologique » Les éditions Villes et Territoires- 1996 par le Ministère de l'Equipement, des transports et du tourisme. Direction de l'Architecture et de l'urbanisme.

Cette approche classiquement mise en œuvre pour appréhender l'aléa par débordement de cours d'eau fait l'objet d'une adaptation dans le présent cahier des charges pour tenir compte des problématiques spécifiques du ruissellement pluvial, des échelles de restitution mais également du retour d'expériences sur plusieurs communes du Gard dans le cadre d'études engagées dans le cadre du Comité Départemental de l'Eau du Gard.

L'intérêt de la méthode proposée réside dans la modestie des moyens techniques auxquels elle fait appel, dans la rapidité avec laquelle peut être effectuée le diagnostic et par conséquent dans la modicité des coûts d'études.

Parmi ces moyens, la photo-interprétation des photographies aériennes en stéréoscopie tient une grande place en raison de la multiplicité des informations qu'elle apporte et de son efficacité par rapport à l'investissement très limités en temps qu'elle demande.

B.5.1. ZONAGE PLUVIAL ET DROIT A CONSTRUIRE

B.5.1.1 Photo-interprétation hydrogéomorphologique des photographies aériennes

Le bureau d'études devra engager une photo-interprétation stéréoscopique des photographies aériennes pour une première cartographie des zones inondables. Le géomorphologue analysera et interprètera le fonctionnement des cours d'eau, des vallats et des écoulements pluviaux. Il appartiendra au prestataire de faire l'acquisition des photographies aériennes auprès de l'IGN. La ou les missions envisagées par le bureau d'études devront être évoquées dans le mémoire technique (année, échelle, nombre de photographies). L'échelle de prise de vue sera comprise de préférence entre le 1/15000^{ème} et le 1/25000^{ème} avec un recouvrement stéréoscopique 60%. Le choix de la prise de vue devra être validé par le MO au démarrage de la mission. L'exploitation de ces photographies aériennes est parfaitement compatible avec la restitution cartographique souhaitée du 1/5000^{ème}.

B.5.1.2 Observations de terrain

Les observations de terrain sont indispensables pour vérifier les données résultant de la photo-interprétation, pour lever les incertitudes dans les cas difficiles et pour étudier les éléments non apparents sur les photographies aériennes.

Sur le terrain, le bureau d'étude assurera la reconnaissance des structures topographiques identifiées lors de la photo-interprétation. Le géomorphologue vérifiera la réalité des reliefs, de la morphologie repérée sur les photographies. Il s'assurera du bon positionnement des objets sur le fond de plan et validera l'interprétation des unités hydrogéomorphologiques, privilégiant les secteurs où la photo-interprétation a rencontré des difficultés afin de lever les incertitudes.

Il conviendra également d'établir un relevé des cheminements préférentiels des eaux notamment le long des voiries. L'identification des chemins que peut emprunter l'écoulement ne suffit pas à donner une idée quantitative de la répartition des flux entre différents cheminements concurrents. Dans le cadre de cette mission, il est toutefois possible de prédire quelques tendances de concentration ou de diffusion des écoulements suivant leur direction, les pentes de voiries et les bassins versants interceptés et leur imperméabilisation. Au terme de ce travail il est souhaitable que le bureau d'étude se rapproche des élus pour confronter ses résultats avec la connaissance des événements survenus sur la commune par ces derniers.

B.5.1.3 Caractérisation des aléas

Principes généraux

Le niveau d'expertise attendu du prestataire devra lui permettre de distinguer les emprunts hydrogéomorphologiques imputables à des phénomènes de ruissellement de celles imputables à des inondations. En cas de litige, la règle du km² pourra cependant être employée.

Pour les inondations par débordement, il s'agira si nécessaire de compléter et/ou affiner l'Atlas des zones inondables sur la commune concernée quand il existe. Il appartiendra au prestataire de distinguer dans son rapport et sur les cartographies, les phénomènes liés strictement au ruissellement pluvial.

L'aléa ruissellement affecte indifféremment des zones naturelles et rurales où la structuration géomorphologique est encore bien marquée malgré la petite taille des bassins versants concernés. Il concerne également des zones plus fortement artificialisées comme les zones urbanisées où la morphologie d'origine est discontinue, masquée, ou a parfois disparue. Elles peuvent en première analyse passer inaperçues, mais sont en général parfaitement identifiables au moyen de la photo-interprétation, de l'observation de terrain, et intégrables dans la cartographie de l'inondabilité. En effet, dans la majorité des cas, les structures morphologiques sont encore suffisamment présentes pour être révélées par l'approche hydrogéomorphologique ce qui permet de retrouver les zones inondables correspondantes. Dans les secteurs ruraux, les aménagements agricoles ont eu tendance plutôt à s'adapter aux structures géomorphologiques. Dans les secteurs à forte urbanisation, les transformations sont importantes mais on constate globalement que les grandes structures topographiques, le sens des plus grandes pentes notamment, est préservé. Le plus souvent les corps de rue empruntent les axes préférentiels d'écoulement qui existaient avant l'urbanisation.

➔ Analyse globale du contexte hydrogéomorphologique général de la commune

Il s'agira d'établir une synthèse des principales caractéristiques déterminant les conditions générales d'écoulement sur la commune en particulier :

- Superficie totale et superficie des sous bassins versants ;
- structuration géologique et géomorphologique déterminant des tronçons de cours d'eau homogènes, des zones humides, des points bas ;
- Des caractéristiques géologiques, morphologiques et d'occupation des sols déterminant le fonctionnement hydrologique (répartition entre ruissellement et infiltration - relations pluies - débits - vitesses de transfert des crues) ;
- Du degré d'artificialisation atteint par le réseau hydrographique et par les versants (urbanisation) ;
- Si possible : les grandes crues connues et les phénomènes de ruissellement intense comme ceux survenus en septembre 2014 sur le département (dates - secteurs affectés – PHE- dégâts - principales caractéristiques), le contexte climatologique : données relatives aux pluviométries extrêmes.

➔ Identification et délimitation des unités hydrogéomorphologiques

Cette dernière est basée sur l'identification d'unités spatiales homogènes modelées par les différents types de crues et processus de ruissellement, et de ce fait différenciables hydrauliquement. Les unités hydrogéomorphologiques et leurs talus de séparation sont fréquemment accompagnées de structures morphologiques secondaires observables sur les petits bassins versant soumis au ruissellement pluvial. Ces structures, bien que parfois difficilement identifiables, peuvent jouer un rôle important dans la dynamique des crues, au point parfois de modifier profondément la distribution des zones d'aléas à l'intérieur de ces petits bassins versants. Leur reconnaissance et leur cartographie attentive peuvent être considérées aujourd'hui, à la lumière des enseignements apportés par les retours d'expérience relatifs à des catastrophes récentes (1992, 1999, 2002, 2015, entre autres), comme indispensables à la réalisation des cartes des zones inondables soumise au risque pluvial.

Le bureau d'étude devra ainsi identifier :

⇒ *Les unités hydrogéomorphologiques*

Il s'agit de recenser les unités hydrogéomorphologiques constituant la plaine alluviale fonctionnelle, ou plaine d'inondation. La plaine d'inondation sera délimitée par un encaissant : morpho-structure de contact plaine - versant pouvant être franche (talus de terrasse, pied de versant raide) ou moins nette (glacis en pente douce, zone de confluence). L'analyse de ces unités morphologiques actives permet de délimiter au sein de la plaine alluviale fonctionnelle les zones d'inondation suivantes :

- Le lit mineur ou lit de crues très fréquentes, correspondant au lit de plein - bord, intra-berges, et aux secteurs d'alluvionnement immédiats (plages, ruptures de bourrelets de berges) ;
- Le lit moyen ou lit d'inondation fréquente, où mises en vitesses et transferts de charge importants induisent une dynamique morphogénique complexe et changeante. Le modelé de ce secteur est représentatif de la dynamique d'inondation, avec alternance de chenaux de crues, parfois directement branchés au lit mineur, et bancs d'alluvionnement grossier. Ces bourrelets et chenaux sont entretenus ou remaniés par les crues inondantes qui s'y développent ;
- Le lit majeur ou lit d'inondation rare à exceptionnelle, au modelé plus plat, et situé en contrebas de l'encaissant. La dynamique des inondations dans ces secteurs privilégie la sédimentation, car ils sont submergés par des lames d'eau peu épaisses, avec peu de mises en vitesse. Lit majeur et lit moyen sont souvent séparés par un simple talus, parfois net et cartographiable. Les rares chenaux de crue parcourant ce lit (si présent) seront représentés ;
- Les cônes qui sont des accumulations de sédiments en forme d'éventail façonnées par des affluents lorsqu'ils débouchent dans une vallée principale. On distingue : les cônes torrentiels, à pente forte et les glacis-cônes, à pente faible. Les cônes torrentiels, constitués de sédiments grossiers forment une surface bombée particulièrement marquée. Leur lit mineur peut être perché sur le haut du cône ou être déjeté sur un côté. Ces cônes possèdent un fonctionnement particulier : Leur morphologie bombée dite « en toit » empêche tout débordement de revenir dans leur lit mineur, les cours d'eau concernés transportent une charge solide considérable. Ainsi leur chenal d'écoulement peut se combler et se mettre à divaguer, allant parfois jusqu'à former d'autres lits à la surface du cône. Un cône torrentiel est généralement caractérisé par un phénomène d'intensité forte et imprévisible sur tout ou partie de sa surface. L'importance de la charge solide se conjugue à des vitesses très élevées du fait de la pente forte pour occasionner lors des débordements des dégâts importants aux constructions et aménagements. Non seulement les terrains et habitations construits sur le cône sont inondables, mais ils peuvent aussi être localement engravés ou détruits.

Parmi les autres unités hydrogéomorphologiques a identifiée, il convient de porter une attention à l'ensemble des modelés en lien avec l'écoulement sur les versants suite au ruissellement diffus:

- Les vallons en berceau s'inscrivent dans les formations meubles du substratum, généralement en tête de vallon. Le ruissellement diffus est à l'origine de la forme en berceau de ces vallons colluviaux. Le raccordement entre l'étroite plaine alluviale fonctionnelle et le versant correspondant devient progressif, concave, et donc difficilement décelable. Si la pente longitudinale est relativement forte, elle privilégie les écoulements rapides dans l'axe de l'étroite plaine alluviale, qui ne comporte qu'un lit majeur peu large, à pente transversale marquée. On ne peut alors distinguer du point de vue hydrogéomorphologique qu'une seule zone d'inondation qui confond lits moyen et majeur, aux limites imprécises. Dans bien des cas, ces vallons en berceau sont dépourvus de lit mineur. Ces vallons peuvent également s'évaser au point de se présenter sous la forme de vallon à fond plat.

- Les glacis ont des formes concaves, très régulières transversalement, qui affectent uniquement les roches meubles du substratum. Ils sont parfois dotés d'un petit lit mineur. À l'occasion de fortes pluies, les glacis sont parcourus par des écoulements en nappe, peu épais, provenant à la fois du débordement des lits mineurs et de l'organisation du ruissellement sur eux-mêmes.
- Les axes d'écoulement correspondent au secteur dans lequel les eaux de ruissellement se rassemblent lors des écoulements temporaires (directement en relation avec un événement pluvieux). Ces axes d'écoulement emprunte généralement la ligne qui rejoint les points les plus bas d'une vallée que l'on nomme également talweg (ou thalweg). Progressivement ces axes disparaissent jusqu'à l'évènement pluvial suivant.

Remarque : Comme indiqué dans l'introduction, ce cahier des charges s'appuie notamment sur un travail effectué par Cereg d'élaboration d'une typologie des communes gardoises pour l'évaluation de l'aléa inondation par ruissellement par la méthode hydrogéomorphologique. Ce travail, annexé au présent document, propose une pré-identification des unités hydrogéomorphologiques témoignant d'un potentiel de risque de ruissellement. La justification des écarts entre cette pré-identification et les résultats obtenus par le prestataire sont réputés faire partie de l'étude à établir.

⇒ *Les limites entre les unités hydrogéomorphologiques*

Elles seront reportées sur la carte, par un figuré symbolisant les talus séparant ces unités. La limite séparant la plaine alluviale fonctionnelle de son encaissant sera soulignée par un trait de couleur. Lorsque le contact lit majeur - encaissant n'est pas marqué par un talus net, l'interprétation résultante quant au positionnement de la limite sera indiquée par un trait discontinu.

⇒ *Les éléments témoignant des processus hydrodynamiques*

Les unités hydrogéomorphologiques secondaires, à caractère plus ou moins permanent, jouant un rôle dans l'hydrodynamique des crues : bras de décharge - annexes fluviales - dépressions de lit majeur - bourrelets de berges - bourrelets et tertres alluviaux des lits moyen et majeur seront identifiés et cartographiés. Ces éléments pourront, selon leur importance relative, être représentés soit de manière figurative (par des talus limitant les chenaux de crues par exemple), soit de manière symbolique (flèche dans ce cas) ; il sera également noté les témoins de l'hydrodynamique fluviale récente : traces de débordements sur berges - érosions de berges - atterrissements de lit mineur et dépôts de lit majeur – embâcles végétaux – etc.

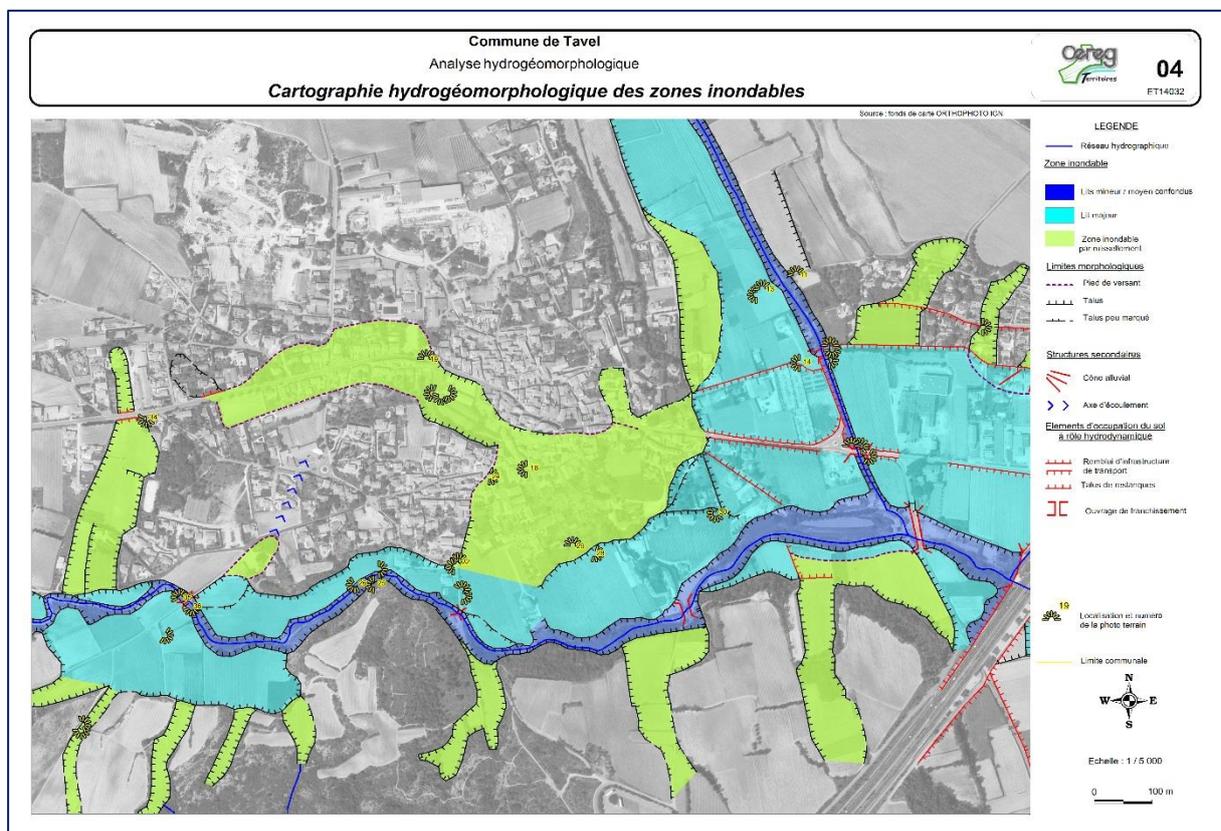


Figure 2: exemple de restitution cartographique

➡ Cartographie des aléas

⇒ Aléa inondation par débordement de cours d'eau

Cette partie de la cartographie sera conforme à la règle de l'art en matière de représentation cartographique de l'aléa débordement de cours d'eau telle que décrite précédemment (lit mineur, lit moyen, lit exceptionnel etc.).

⇒ Aléa inondation par ruissellement

En plus de la représentation des différentes unités hydrogéomorphologiques précitées il sera tenu compte des éléments de l'occupation des sols susceptibles de jouer un rôle dans le fonctionnement hydraulique et dans la genèse du ruissellement.

Les phénomènes de ruissellement peuvent être affectés plus ou moins profondément, soit par des aménagements conçus ou non dans ce but, soit par des éléments de l'occupation des sols étendus en linéaire ou en superficie (forêts), soit par des constructions faisant obstacle aux écoulements.

On rappelle que dans le cadre de cette mission, il n'est pas envisagé du prestataire de déterminer quantitativement les répercussions hydrauliques de ces éléments, par contre il est attendu leur identification et leur positionnement qui seront transcrits cartographiquement, à titre indicatif pour les plus significatifs. Il s'agit notamment des travaux et ouvrages divers : ouvrages de franchissement de fonds de talweg : ponts et remblais d'infrastructures routières, de voies ferrées, de canaux ; aménagements divers (remblais, casiers, endiguements d'affluents, canaux d'amenée, gravières).

Par ailleurs dans les zones urbaines, les écoulements sur les voiries lors des évènements pluvieux intenses peuvent être problématiques suivant les bassins versants interceptés, leur pente et la configuration topographique des abords (par exemple, présence de zone basse en contre bas). Il est demandé au soumissionnaire dans le cadre de cette mission d'identifier les voiries en zone urbaine susceptibles de générer un aléa inondation par ruissellement important.

Une indication des sens d'écoulement sur voirie sera représentée cartographiquement à partir des critères suivants :

- Surface de bassin versant amont intercepté par la voirie ;
- Pente générale de la voirie (forte, modérée, faible, nulle).

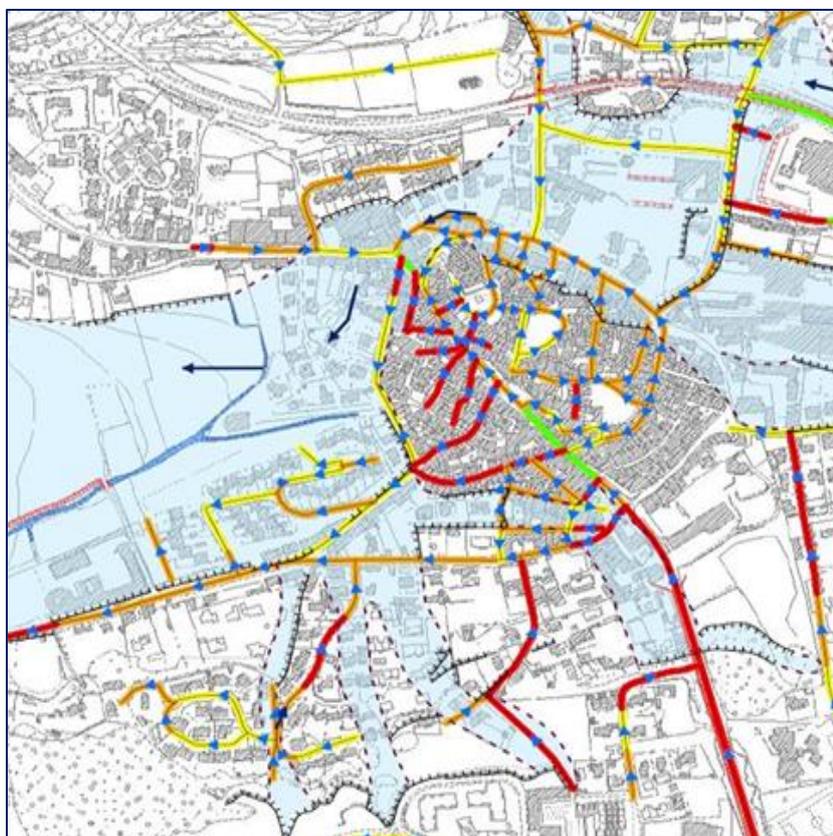


Figure 3: exemple de restitution de l'évaluation des écoulements sur voirie

➡ Zonage de prévention du risque inondation

⇒ Zonage de l'aléa

Conformément à la doctrine PLU et risque inondation les différentes zones d'aléa à retenir seront les suivantes :

- Aléa érosion de berge ;
- Aléa inondation par débordement indifférencié ;
- Aléa inondation par ruissellement indifférencié.

⇒ Zonage des enjeux

Dans un premier temps la cartographie du zonage de l'aléa sera complétée des éléments suivants fournis par le cabinet d'urbanisme :

- Parcelles cadastrales et bâti existant ;
- Proposition d'emprise de la tâche urbaine ;
- Zones d'urbanisation futures envisagées.

Ce support cartographique servira de support de réflexion entre les différentes parties prenantes du projet de PLU et notamment la commune et le cabinet d'urbanisme. Elle permettra à ce dernier d'affiner le contour du zonage des enjeux au sens du PPRI d'une part, et l'implantation des zones d'urbanisation futures d'autre part.

Pour mémoire, la doctrine indique que les enjeux s'apprécient par l'occupation humaine à la date d'élaboration du PLU. Sont distinguées :

- Les zones à enjeux forts, constituées des secteurs déjà urbanisés ou dont l'urbanisation est déjà engagée à la date d'élaboration du PLU. Un centre urbain dense peut être identifié au sein de ces zones d'enjeux forts. Il est défini en fonction de quatre critères : occupation historique, forte densité, continuité bâtie et mixité des usages (commerces, activités, services, habitat) ;
- Les zones à enjeux faibles, constituées des secteurs peu ou pas urbanisés, qui regroupent donc selon les termes de l'article R123-4 du Code de l'urbanisme, les zones à dominante agricole, naturelle ou forestière, même avec des habitations éparses, ainsi que les zones à urbaniser non encore construites.

Une fois ce travail de co-élaboration effectué, la cartographie du zonage des enjeux définitive sera établie par le cabinet d'urbanisme.

⇒ Zonage réglementaire

Le zonage réglementaire, résultat de la stricte application de la doctrine départementale, sera établi par le cabinet d'urbanisme ainsi que le règlement afférent. Pour autant, dans un souci de cohérence et d'une bonne compréhension des usagers, ces documents seront intégrés au dossier de zonage pluvial à produire par le prestataire de l'étude objet du présent cahier des charges.

Remarque : la démarche de cette prestation vise à inciter les parties-prenantes de la démarche de PLU à rechercher une implantation des zones d'urbanisation nouvelles en dehors de la zone d'aléa indifférencié. Pour autant il se peut que la commune désire maintenir malgré tout l'implantation envisagée initialement. Elle aura la possibilité de mandater un bureau d'étude en hydraulique et un géomètre si nécessaire, afin de réaliser des modélisations hydrologiques et hydrauliques qui permettront de qualifier l'aléa en terme de hauteur d'eau mais aussi si la commune le souhaite et en application de la doctrine PLU et risque inondation s'agissant du ruissellement, d'évaluer les moyens à mettre en œuvre pour exonder le secteur concerné pour l'aléa de référence. Ces modélisations ne font quoiqu'il n'en soit pas l'objet du présent cahier des charges qui se limite à la mise en œuvre de la méthode hydrogéomorphologique.

B.5.2. ZONAGE PLUVIAL ET PRISE EN COMPTE DE LA GESTION DES EAUX PLUVIALES DANS LES PROJETS D'AMENAGEMENT

B.5.2.1 Cartographie fonctionnelle du ruissellement

A partir des données mises à disposition, de l'analyse des photos aériennes et des résultats des reconnaissances de terrain, une cartographie du réseau hydrographique communal sera établie sans qu'elle fasse l'objet de relevés planimétriques ni topographiques. Cette cartographie la plus exhaustive possible malgré tout, comprendra notamment : les cours d'eau, les talwegs secs, les fossés, les réseaux enterrés, les mares et zones humides etc. La prestation de comprend pas l'inspection des réseaux enterrés. Leur cartographie se basera donc sur les plans au format papier et ou numériques qui auront pu être mis à disposition du prestataire.

Dans un second temps seront identifiées les zones correspondant à des niveaux différents de prise en compte du ruissellement que sont :

- Des zones de production ;
- Des zones de transfert permanentes ;
- Des zones d'accumulation temporaires, inondées pour des événements extrêmes, même de courte durée ;
- Des zones d'accumulation permanentes – zones humides et potentiellement inondées.

Pour ce faire le prestataire se basera tout d'abord sur la cartographie de ces zones établies par la méthode IRIP à petite échelle. Les tracés établis par le prestataire feront l'objet d'une justification dans le rapport et les écarts avec les résultats de la méthode IRIP seront analysés.

Remarque : Comme indiqué dans l'introduction, ce cahier des charges s'appuie notamment sur un travail effectué par Cereg d'élaboration d'une typologie des communes gardoises pour l'évaluation de l'aléa inondation par ruissellement par la méthode hydrogéomorphologique. Ce travail, annexé au présent document, propose une pré-identification des structures fonctionnelles du ruissellement (production transfert, accumulation) repérable sur chaque commune gardoise. La justification des écarts entre cette pré-identification et le résultat obtenus par le prestataire sont réputés faire partie de l'étude à établir.

En plus de la représentation des différentes des zones précitées il sera tenu compte des éléments de l'occupation des sols susceptibles de jouer un rôle dans le fonctionnement hydraulique et dans la genèse du ruissellement. Les phénomènes de ruissellement peuvent être affectés plus ou moins profondément, soit par des aménagements conçus ou non dans ce but, soit par des éléments de l'occupation des sols étendus en linéaire ou en superficie (forêts, haies, terrasses etc.), soit par des constructions faisant obstacle aux écoulements (ouvrages linéaires, carrières etc.).

Tous les items mentionnés dans ce paragraphe seront reportés sur une seule et même carte que l'on appellera «**cartographie fonctionnelle du ruissellement**».

B.5.2.2 Zonage de la gestion des eaux pluviales dans les projets d'aménagement

La cartographie sera ensuite complétée des éléments suivants fournis par le cabinet d'urbanisme :

- Parcelles cadastrales et bâti existant ;
- Zones d'urbanisation futures envisagées ;
- Zonage projeté du PLU.

A partir de ce support cartographique, le bureau d'étude sera force de proposition pour la mise en place d'« une stratégie pluviale » qui fera l'objet d'itérations avec la mairie et le cabinet d'urbanisme. Les principes généraux qui devront guider la réflexion seront les suivants :

- Pour les zones de production et de passage, il s'agit de limiter au maximum l'imperméabilisation des sols et de compenser les débits issus des surfaces imperméabilisées indispensables ;
- Pour les zones de passage, il est nécessaire que les projets intègrent le libre écoulement de l'amont vers l'aval et les vitesses de l'eau ;
- Pour les zones basses et d'accumulation, l'aménagement et le bâti doivent être pensés et réalisés de manière à prendre en compte les conditions locales d'écoulement et notamment les risques d'inondation des parties enterrées.

Des principes généraux de mise en œuvre d'une stratégie pluviale et des illustrations techniques sont annexés au présent cahier des charges.

Les règles à établir pourront par exemple régir l'infiltration ou le stockage temporaire des eaux pluviales en fixant des prescriptions relatives à :

- La gestion du taux d'imperméabilisation selon les secteurs géographiques ;
- La gestion des modalités de raccordement, limitation des débits (à minima conforme à la doctrine de la rubrique 2.1.5.0 de la Loi sur l'Eau) ;
- L'inscription en emplacements réservés des emprises des ouvrages de rétention et de traitement ;
- La gestion des clôtures ;

Les propositions pourront aussi porter sur la protection d'éléments du paysage tels que les haies, les bois ou les arbres, contribuant à la maîtrise du ruissellement :

- Le classement de haies (bocage), pour limiter les ruissellements de surface, voire de zones humides au titre de l'article L123-1-7° du code de l'urbanisme ;
- Le classement en espace boisé classé (EBC) des ripisylves.

A noter enfin que les exemples ci-dessus demeurent des principes qu'il conviendra de préciser ou nuancer à l'aune de la loi ALUR notamment en ce qui concerne le possible recours au coefficient de biotope dans le cadre de la maîtrise du ruissellement.

Remarque : Il importera lors de l'établissement de ces mesures, que les parties prenantes et notamment la commune, identifie les institutions et les services qui seront en charge :

- *De la vérification du respect des prescriptions au moment de l'instruction des demandes d'autorisation d'aménager,*
- *De la vérification du respect des prescriptions au moment de l'établissement du certificat de conformité,*
- *De la vérification du suivi du bon entretien des ouvrages de gestion des eaux pluviales.*

Ceci afin de s'assurer de la disponibilité et des compétences des ressources humaines dédiées.

B.5.2.3 Transcription du zonage de la gestion des eaux pluviales

En toute logique, cette transcription sera à la charge du cabinet d'urbanisme. D'une manière générale et à titre illustratif, les articles du règlement du PLU qui peuvent inclure au niveau de la parcelle des prescriptions en matière de gestion des eaux pluviales sont les suivants :

- Article 4 : réseaux,
- Article 9 : emprise au sol des constructions et surfaces imperméabilisées,
- Article 11 : qualité architecturale ;
- Article 13 : aménagements paysagers.

B.6. RESTITUTIONS ATTENDUES

B.6.1. RAPPORT DE ZONAGE PLUVIAL

Le rapport comprendra à minima les éléments suivant :

- Synthèse documentaire :
 - fiche de lecture des documents recueillis,
 - état initial des connaissances notamment à partir des couches SIG mises à disposition.
 - Compte-rendu des enquêtes de terrain réalisées,
- Approche hydrogéomorphologique et droit à construire :
 - Analyse historique des crues,
 - Justification des tracés des différentes unités hydrogéomorphologiques,
 - Justification de la distinction entre débordement et ruissellement,
 - Recensement des incertitudes.
 - Zonages et règlement
- Gestion des eaux pluviales dans les projets d'aménagement :
 - Analyse historique de la géographie communale impactant le ruissellement,
 - Inventaire du réseau hydrographique,
 - Justification des tracés de la cartographie fonctionnelle du ruissellement,
 - Justification de la stratégie pluviale retenue au vu du projet de PLU,
 - Zonages et règlement.

B.6.2. DOSSIER CARTOGRAPHIQUE

B.6.2.1 Droit à construire

Le dossier cartographique comportera à minima les cartes suivantes :

- Etat initial des connaissances en matière d'aléa inondation par ruissellement et débordement et donnée recueillies sur le terrain,
- Aléa inondation débordement et ruissellement,
- Zonage de l'aléa inondation débordement et ruissellement et zonage de de l'aléa érosion de berge,
- Zonage des enjeux au sens PPRi (à établir par le cabinet d'urbanisme),
- Zonage réglementaire (à établir par le cabinet d'urbanisme).

B.6.2.2 Gestion des eaux pluviales

Le dossier cartographique comportera à minima les cartes suivantes :

- Etat initial des connaissances en matière de cartographie fonctionnelle du ruissellement et données recueillies sur le terrain,
- Cartographie fonctionnelle du ruissellement,
- Zonage applicable à la gestion des eaux pluviales dans les projets d'aménagement.

B.6.2.3 Echelle de restitution cartographique

La cartographie sera établie au 1/5000ème sur fond de plan orthophoto accompagnée d'un plan de montage. Des zooms plus précis (1/2000ème) pourront être proposés par le bureau d'étude sur des secteurs à enjeux.

B.7. REUNIONS AVEC LE COMITE DE SUIVI DE L'ETUDE

La préparation, l'état d'avancement et les résultats de l'étude seront suivis par un Comité de suivi composé spécifiquement à cette attention par la commune. Ce comité comprendra à minima la commune et le cabinet d'urbanisme. Le secrétariat et l'animation de ce comité sera à la charge du cabinet d'urbanisme. L'ordre du jour prévisionnel des réunions de ce comité est le suivant :

- Réunion 1 :
 - présentation de la démarche de l'étude,
 - recueil des données,
 - préparation des visites de terrain.
- Réunion 2 :
 - présentation de la cartographie de l'aléa,
 - présentation de la cartographie du zonage de l'aléa et premier croisement avec les enjeux actuels et futurs,
 - présentation de la cartographie fonctionnelle du ruissellement et premier croisement avec le zonage envisagé du PLU.
- Réunion 3 :
 - Présentation du zonage des enjeux (cabinet d'urbanisme),
 - Présentation du zonage réglementaire (cabinet d'urbanisme),
 - Présentation du zonage de la gestion des eaux pluviales dans les projets d'aménagements et de son règlement.
- Réunion 4 :
 - Présentation du dossier de zonage pluvial à annexer au PLU,
 - Présentation des transcriptions du zonage pluvial dans le PLU (cabinet d'urbanisme).

B.8. LIVRABLES

Les documents qui seront à l'ordre du jour des réunions du Comité de suivi devront être disponibles au moins 8 jours ouvrables avant ces réunions.

Les documents livrables doivent être fournis à la commune par le prestataire contractant sous format papier en trois exemplaires ainsi qu'en format électronique .PDF et au format SIG suivant le standard retenu par la commune. Les documents livrables comprendront entre autres :

- Un rapport provisoire
- Un rapport final
- Un ensemble cartographique
- Les comptes rendus des éventuels entretiens réalisés avec des personnes ressources.

C. ANNEXE

C.1. LEXIQUE

Zonage pluvial : Le volet "Eaux pluviales" d'un zonage d'assainissement, défini dans le Code Général des Collectivités Territoriales, permet d'assurer la maîtrise des ruissellements et la prévention de la dégradation des milieux aquatiques par temps de pluie, sur un territoire communal ou intercommunal, selon une démarche prospective:

- Art. L 2224-10 du CGCT « Les communes ou leurs établissements publics de coopération délimitent, après enquête publique réalisée conformément au chapitre III du titre II du livre Ier du code de l'environnement: [...]»
- 3° Les zones où des mesures doivent être prises pour limiter l'imperméabilisation des sols et pour assurer la maîtrise du débit et de l'écoulement des eaux pluviales et de ruissellement;
- 4° Les zones où il est nécessaire de prévoir des installations pour assurer la collecte, le stockage éventuel et, en tant que de besoin, le traitement des eaux pluviales et de ruissellement lorsque la pollution qu'elles apportent au milieu aquatique risque de nuire gravement à l'efficacité des dispositifs d'assainissement ».

Le zonage pluvial permet de fixer des prescriptions (aspects quantitatifs et qualitatifs), comme par exemple la limitation des rejets dans les réseaux (voire un rejet nul dans certains secteurs), un principe technique de gestion des eaux pluviales (infiltration, stockage temporaire), d'éventuelles prescriptions de traitement des eaux pluviales à mettre en œuvre,... Il peut être établi dans le cadre d'un schéma directeur de gestion des eaux pluviales. Le zonage peut être repris dans le règlement du Plan Local d'Urbanisme (Art. L 151-24 du Code de l'Urbanisme). Le zonage n'aura de valeur juridique qu'après la tenue d'une enquête publique, l'approbation par la collectivité compétente et sa validation par arrêté. Son poids peut être renforcé par sa reprise dans le Plan Local d'Urbanisme

Schéma directeur d'évacuation des eaux pluviales : La réalisation d'un Schéma directeur a pour objectif d'appréhender la gestion des eaux pluviales de manière globale et cohérente en intégrant la notion de bassin versant. En lien étroit avec l'élaboration du document d'urbanisme sa conception doit permettre de prendre en compte les contraintes inhérentes à la gestion du pluvial vis-à-vis de la situation actuelle mais aussi future.

Cône torrentiel : lors des crues, les matériaux se déposent au débouché du torrent à l'endroit où le cours d'eau quitte la montagne pour rejoindre la vallée principale ou la plaine. Là ils forment un éventail lobé : le cône de déjection torrentiel (ou alluvial, ou d'épandage). Chaque lobe correspond à l'étalement des matériaux d'une crue ; ceux-ci sont grano-classés d'amont en aval, les éléments fins étant emportés le plus loin. Il s'agit donc d'une accumulation en éventail, élargi vers le bas, des matériaux transportés par les torrents dès que leur écoulement perd de la vitesse et que leur compétence diminue.

Chenaux de crue : forme linéaire inscrite en creux dans la plaine inondable. Les chenaux de crue sont des secteurs de mise en vitesse de l'écoulement. Les courants sont susceptibles de provoquer des destructions d'obstacles, des affouillements ou des accumulations de bancs de graviers et sable.

Ravin en « V » : Un ravin est une incision linéaire qui présente un profil en 'V' marqué. Cette forme élémentaire d'érosion est créée par le ruissellement concentré des eaux sur un versant en roche dure.

Vallon ou ravin en berceau : un ravin en berceau est une incision linéaire qui présente un profil en 'U' évasé plus ou moins marqué. Cette forme élémentaire d'érosion est créée par le ruissellement concentré des eaux sur un versant en roche tendre. Le fond du vallon est recouvert de formations alluviales (1) tandis que les flancs sont recouverts par des colluvions (2).

Atterrissement : Dépôts de matériaux alluvionnaires (galets, graviers, sables...) érodés en amont et déposés notamment lors des phases de crues, par le cours d'eau dans certaines zones en aval, formant des bancs qui modifient la dynamique fluviale. Au fil du temps, les atterrissements se végétalisent naturellement et peuvent parfois être préjudiciables au bon écoulement des eaux et dangereux en période de crue.

Glacis colluvial : Un glacis est une surface de terrain inclinée que l'on rencontre essentiellement en pied de versant et en bas des buttes recouvert de colluvions provenant du démantèlement des formations provenant du versant sous-jacent. Les glacis sont souvent creusés, selon leur pente, de rigoles peu profondes.

Jet de rive : Le jet de rive correspond au filet d'eau montant sur la berge du cours d'eau et à l'origine de dépôts grossiers en bordure du lit mineur.

Lit moyen : lit moyen est la partie du lit en eau pour des débits compris entre l'étiage et la crue de pleins bords. Cette «bande active» constituée de bancs alluviaux peu ou pas végétalisés, remaniés et rajeunis par des évènements hydrologiques de fréquence moyenne à forte (entre la crue annuelle et la crue biennale environ), est souvent considérée comme la zone majeure de stockage temporaire de la charge alluviale de fond en transit à l'échelle des décennies.

Zone humide : on entend par zone humide les terrains, exploités ou non, habituellement inondés ou gorgés d'eau douce, salée ou saumâtre de façon permanente ou temporaire ; la végétation, quand elle existe, y est dominée par des plantes hygrophiles pendant au moins une partie de l'année.

Cordon littoral : Un cordon littoral est une bande de terre composée de matériaux déposés par des courants marins et pouvant prendre différentes formes, lido, île barrière, tombolo, etc., mais ayant en commun leur relief peu marqué et leur nature alluvionnaire. Lorsqu'il se forme en avant des côtes et plus ou moins parallèlement à celles-ci, un cordon littoral peut isoler la plaine inondable de la mer.

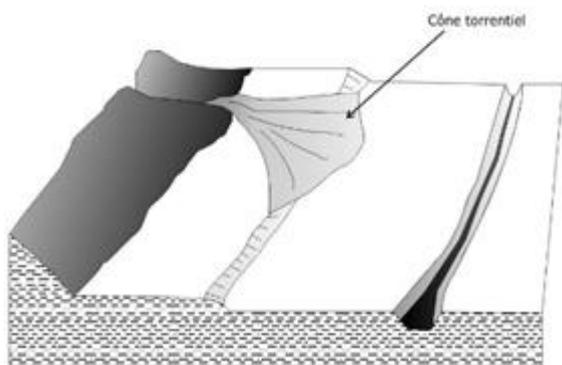


Figure 4: schéma de présentation d'un cône

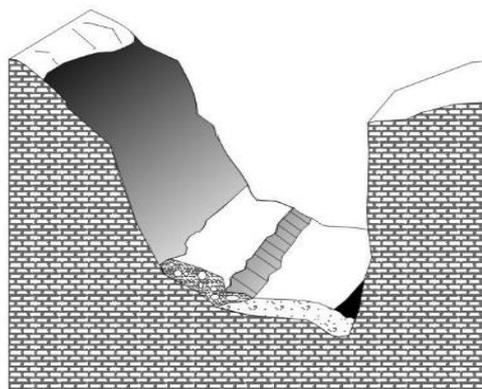


Figure 5: schéma de présentation d'un ravin

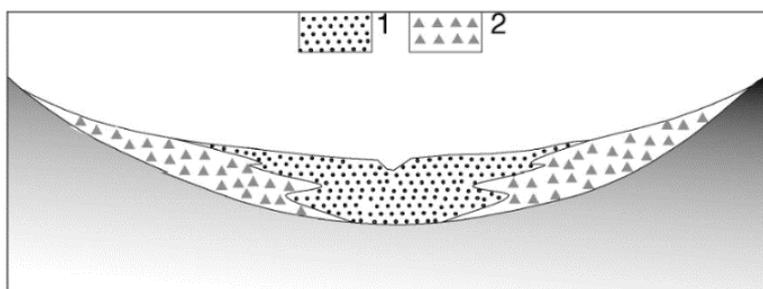


Figure 6: schéma de présentation d'un vallon en berceau évasé

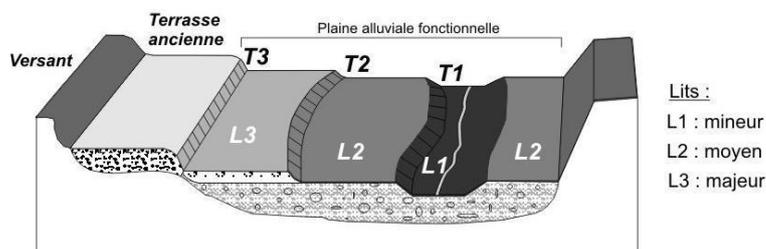


Figure 7: schéma de principe d'organisation d'une plaine alluviale

Talus

- T1 : limite des crues non débordantes
- T2 : limite du champ d'inondation des crues fréquentes ;
- T3 : limite du champ d'inondation des crues exceptionnelles

- Limons de crues
- Alluvions sablo-graveleuses de plaine alluviale fonctionnelle
- Alluvions sablo-graveleuses de terrasse alluviale
- Talus

- Lits :**
- L1 : mineur
- L2 : moyen
- L3 : majeur

C.2. EVALUATION DE L'ALEA INONDATION PAR RUISSELLEMENT PAR LA METHODE HYDROGEOMORPHOLOGIQUE – ELABORATION D'UNE TYPOLOGIE DES COMMUNES GARDOISES

C.2.1. LA CARACTERISATION DES INONDATIONS PAR RUISSELLEMENT

La définition du ruissellement est toujours difficile. Au fil du temps, la définition du phénomène de ruissellement a été affinée. Il y a été rajouté les notions d'apports d'eaux pluviales engendrés par un bassin versant, de pluie intense, de limite de capacité des systèmes d'évacuation des eaux pluviales et de microtopographie, de phénomènes de coulée de boue et d'érosion des sols, souvent associés au ruissellement.

On retiendra ici que le ruissellement est un phénomène d'écoulement de l'eau de pluie sur un bassin versant, de façon diffuse ou concentrée, qui se poursuit jusqu'à ce qu'il rencontre soit un élément du système hydrographique (une rivière, un marais), soit un réseau de drainage (enterré ou surfacique) soit un point bas où il s'accumulera. Le ruissellement peut être dû à des éléments naturels ou anthropiques. Il peut aussi bien être directement responsable d'une inondation sur un territoire éloigné de tout cours d'eau comme être contributeur à la formation de crues de cours d'eau permanents ou intermittents (talwegs), les deux types d'inondation pouvant d'ailleurs se cumuler lors d'un même événement (inondations de Nîmes en 1988, de Vaison-la-Romaine en 1992, inondations dans le département du Var en 2010...). Le ruissellement devient réellement problématique, en ville, lorsqu'il dépasse les capacités d'évacuation du réseau de drainage, entraînant alors une inondation et en milieu rural lorsqu'il contribue à l'érosion des terres ou bien lorsqu'il occasionne des coulées de boue pouvant atteindre des terres agricoles ou urbaines.

Les inondations par ruissellement telles qu'elles sont entendues dans ce cahier des charges sont des inondations liées à des pluies intenses localisées sans débordement de cours d'eau permanent. Il convient ici de faire le lien avec la problématique de débordement de cours d'eau réglementée dans les PPRI approuvés dans le Gard postérieurement à 2002. Les PPRI du Gard réglementent la problématique de débordement de cours d'eau parmi lesquels figurent tous les axes d'écoulements marqués et tous les écoulements produits par un bassin versant de plus de 1 km². La problématique de ruissellement doit donc être entendue ici comme la prise en compte des écoulements diffus produits par des bassins versants de moins de 1 km².

On retiendra donc comme critères :

- Une inondation par ruissellement est un phénomène localisé dans l'espace (bassin versant de moins de 1 km²) et dans le temps
- L'épisode pluvieux est soit un orage, soit un événement pluvieux exceptionnel avec des écoulements rapides et soudains : le temps de montée des eaux peut varier de quelques dizaines de minutes à quelques heures et peut être en décalage par rapport à l'événement pluvieux, suivant notamment le degré de saturation des sols ou les obstacles rencontrés par l'eau sur son parcours ;
- Le risque pluvial peut survenir même loin de tout cours d'eau, c'est-à-dire là où l'on ne s'attend généralement pas à être inondé ;
- L'inondation est souvent violente, avec une énergie des flots qui entraîne souvent de nombreux dégâts matériels, ainsi qu'une érosion des sols, accompagnée parfois de coulées de boue
- Le ruissellement est évacué sur les bassins versant à l'extérieur des cours d'eau, dans les vallons secs, les talwegs, les corps de rue, etc.)

C.2.2. LES FACTEURS AGGRAVANTS DU RISQUE PAR RUISSELLEMENT PLUVIAL DANS LE GARD

Le ruissellement pluvial indépendamment de l'intensité des précipitations tire son origine de facteurs naturels comme la configuration des bassins versants interceptés, la nature de la couverture végétale... mais aussi de facteurs anthropiques comme les activités humaines : pratiques agricoles, imperméabilisation des sols... On trouvera dans les pages suivantes, les points essentiels à retenir.

C.2.2.1 Les facteurs naturels

La couverture végétale

La végétation favorise la rétention des pluies et donc atténue le ruissellement, surtout si elle a pu développer un sol profond de type humifère au cours des temps. Les terrains à forte végétalisation ont donc moins tendance à ruisseler que les terrains à nu. Avec une superficie boisée de plus de 200 000 ha, le département du Gard a un taux de boisement de 37,0 % environ, soit supérieur au taux moyen national (25,4 %).

Dans le détail, on observe de grandes différences du taux de boisement :

- Dans le secteur des Costières et vallée du Rhône, le taux de boisement est très faible de l'ordre de 4%. Les zones forestières sont localisées sur les terrains les plus pauvres. Les peuplements sont très morcelés. Les pins d'Alep et les pins pignons sont les résineux principaux. Les chênes verts, les chênes pubescents et les peupliers représentent l'essentiel des feuillus.
- Dans le secteur de la Petite Camargue, la forêt est inexistante. On y rencontre essentiellement des pins pignons et des peupliers non cultivés, en boqueteaux près des fermes et du littoral.
- Dans les Garrigues gardoises, le taux de boisement est de l'ordre de 25%. Les peuplements de type garrigue dominant avec des formations allant du taillis dense au boisement clair. Les chênes verts et pubescents alternent avec les pins d'Alep.
- Sur les Causses, à l'extrémité ouest du département, les forêts occupent la majeure partie de l'espace. Les peuplements forestiers sont souvent des boisements lâches à proximité des fermes et des boisements artificiels.
- Dans les Hautes Cévennes - Lingas cette région a le taux de boisement le plus élevé. Essentiellement lié au reboisement de terrains de montagne, les peuplements sont composés majoritairement de résineux (55 %). Les peuplements feuillus (45 %) sont composés principalement de hêtres avec quelques châtaigniers à la frange inférieure de la région.
- Enfin en Basses Cévennes on trouve autour du Vigan des boisements à châtaignier : ce dernier est constitué quasi exclusivement par des feuillus (88 %) et notamment de taillis et de vieilles châtaigneraies dégradés. Aux alentours d'Alès, le pin maritime prédomine. Il a été introduit au début du siècle par les houillères a envahi la châtaigneraie dégradée et les terrasses abandonnées par l'agriculture. Les peuplements sont composés de 60 % de résineux et de 40 % de feuillus (châtaigniers et chênes).

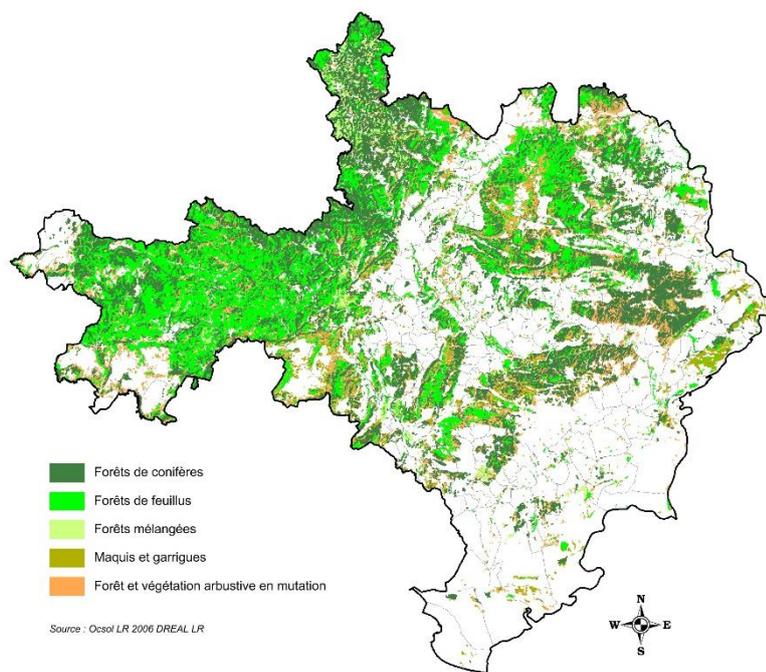


Figure 8: l'occupation végétale du Gard

Sur le département, on observe également un développement important des secteurs de landes et de friches de près de 90000 ha dont la grande majorité se concentre dans le secteur des Garrigues. On peut les regrouper dans deux grands types de formations végétales : les taillis de chêne vert et les garrigues et maquis. Ces formations plus lâches et moins couvrantes avec des sols souvent peu épais voire absents, sont généralement plus favorables au ruissellement que les secteurs forestiers.

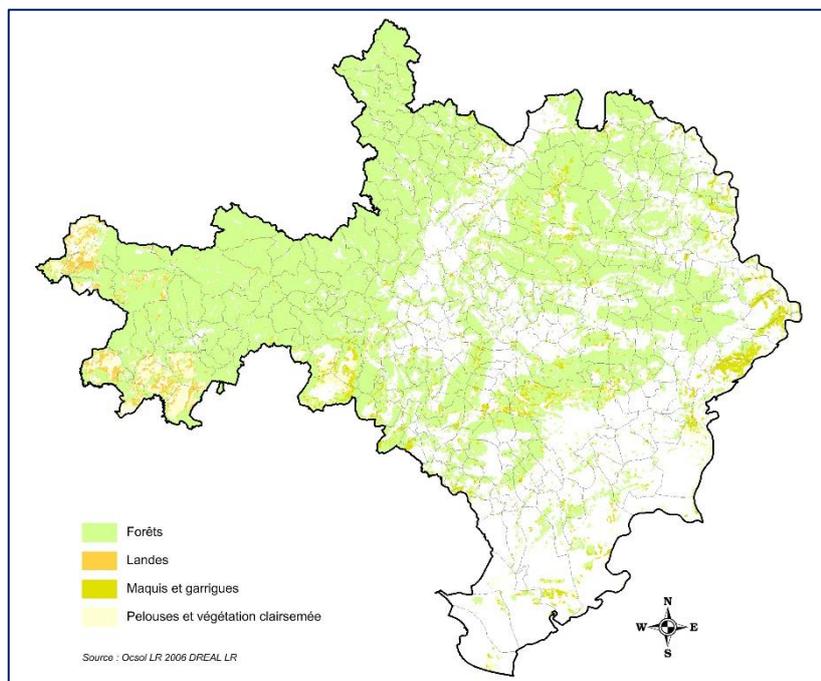


Figure 9 : les formations végétales du Gard

Les caractéristiques des bassins versants

Les caractéristiques des bassins versants sont déterminantes dans la production du ruissellement. Suivant sa superficie, sa forme, la topographie mais aussi la nature géologique et pédologique des terrains la réponse des bassins versant sera différente.

➔ La superficie

La superficie est un critère essentiel. En effet, logiquement plus l'aire de collecte des eaux est importante et plus le volume ruisselé sera conséquent à l'exutoire. Dans le cas présent, le ruissellement pluvial concerne essentiellement des bassins versant qui en général ont des tailles inférieures au km². Sur le département du Gard, on observe une multitude de ces petits bassins versants qui tient à la configuration topographique et à la géologie très diversifiées. Les bassins versants sont généralement bien identifiés dans les secteurs de reliefs (Cévennes Costières gardoises, les Garrigues) à l'inverse des grandes plaines et du littoral où les limites des petits appareils hydrographiques, des zones basses, des talwegs sont beaucoup plus floues.

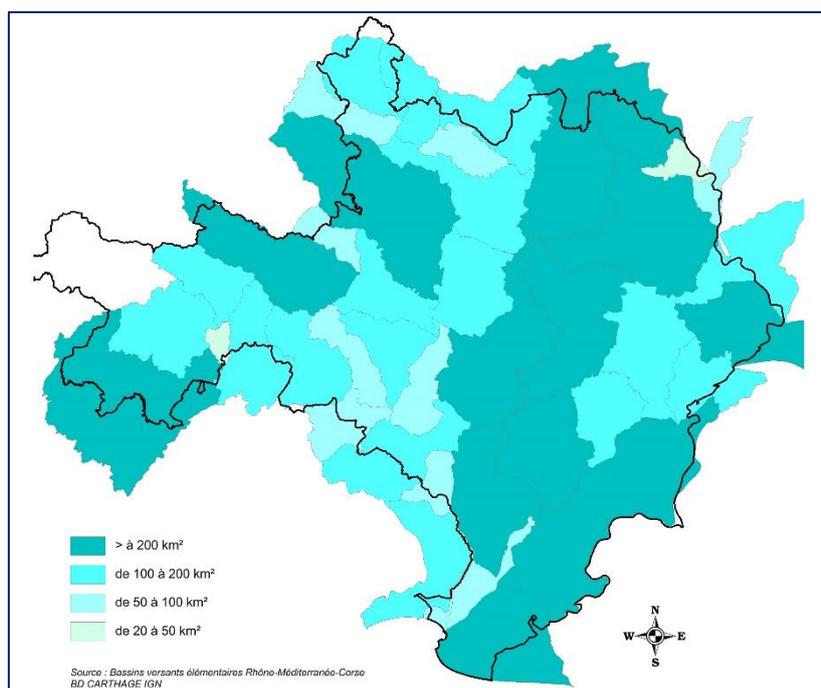


Figure 10 : les bassins versants élémentaires du Gard

➔ La forme des bassins versants

La forme des bassins versants (des talwegs, des zones humides, des cours d'eau, vallats, ravins à écoulement périodique) influe également sur la dynamique du ruissellement pluvial. Ainsi, un bassin versant de forme allongée favorise, pour une même pluie, les faibles débits de pointe de crue, ceci en raison des temps d'acheminement de l'eau à l'exutoire plus importants. Ce phénomène est lié à la notion de temps de concentration.

En revanche, les bassins en forme d'éventail présentant un temps de concentration plus court auront les plus forts débits de pointe. Cette notion est à pondérer dans le cas présent, dans la mesure où les aires de collecte des eaux du ruissellement pluvial sont réduites ce qui favorise globalement des temps de concentration significatifs.

➔ La nature pédologique

Suivant leur nature, les sols peuvent être un facteur aggravant du ruissellement pluvial. En effet, une terre tassée et desséchée favorise un déclenchement rapide du ruissellement qui sera, au contraire, retardé si la même terre a été labourée récemment. La battance est un phénomène surtout observé sur les sols limoneux (+ 50 % de limons). Dans ce cas, l'impact des gouttes d'eaux désagrège la structure du sol. Les agrégats se réorganisent alors en feuillets ne laissant aucun vide entre eux. La porosité devient quasiment nulle, en créant ce qu'on appelle une croûte de battance.

Les eaux de pluie ne s'infiltrant plus, elles ruissellent dans leur quasi-totalité. On classe les sols et leur battance généralement de la manière suivante:

- Les textures grossières, très grossières et très fines sont classées en faible battance ;
- Les textures fines et moyennes fines sont classées soit en sensibilité forte, soit en sensibilité moyenne selon la texture secondaire et le matériau parental.

Par ailleurs d'autres paramètres pédologiques influent sur le ruissellement comme la saturation des sols et l'évolution de la zone non saturée. Le sol est globalement un matériau poreux qui réagit comme une éponge. Au-delà d'une certaine quantité d'eau, le sol devient saturé et la totalité des eaux supplémentaires ruissellent suivant des valeurs de même ordre que pour des sols imperméabilisés. En ce qui concerne la zone non saturée, elle est le siège de l'infiltration vers la nappe.

L'épaisseur de cette zone saturée fluctue avec le degré de remplissage de l'aquifère. Le niveau de l'aquifère monte pendant les périodes pluvieuses et baisse pendant les périodes sèches. Ainsi après une longue période pluvieuse, une remontée du niveau de la nappe peut favoriser la saturation des sols en surface et générer également de forts ruissellements pour de faibles lames d'eau précipitées. A l'échelle du département au regard de la nature des sols on peut observer différentes situations pédologiques susceptibles de générer des valeurs de ruissellement très variables d'un secteur à l'autre. Globalement sur le département, les sols détiennent une part significative de limons favorables à la constitution d'une croûte de battance. L'épaisseur des sols joue un rôle également significatif. Les sols les moins épais sont plus favorables car ils détiennent une moindre capacité de stockage des eaux. De même la prédisposition des sols à la perméabilité est un facteur important. Sur le département, cette prédisposition des sols est forte (en jaune sur la carte) sur une grande partie du Gard. Les secteurs les moins perméables se concentrent surtout sur le massif des Cévennes.

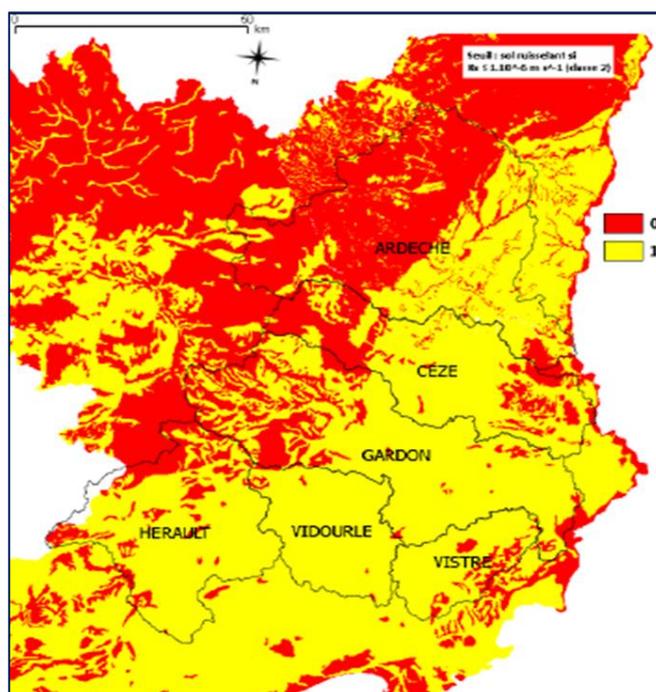


Figure 11: les prédispositions à la perméabilité des sols (source : CeMOA-IRSETA- Cemagref)

Par ailleurs, l'érosion résulte de la dégradation des couches superficielles de la couverture pédologique et du déplacement des matériaux les constituant. Ce processus généré sous l'action d'agents climatiques naturels (eau, vent, rivières) est le plus souvent renforcé par les pressions anthropiques exercées sur les sols (intensification de l'agriculture, surpâturage, déforestation, culture à faible recouvrement, artificialisation et imperméabilisation des surfaces). L'érosion hydrique caractérise le départ de sol sous l'action du ruissellement des eaux de pluies ne pouvant s'infiltrer dans le sol. Ce phénomène est accentué sous les conditions suivantes : occupation du sol peu couvrante, sols limoneux enclins à la fermeture de la porosité de surface générant une croûte de battance, pentes fortes, forte érodibilité des matériaux, agressivité des pluies. L'érosion des sols traduit donc indirectement les conditions de ruissellement.

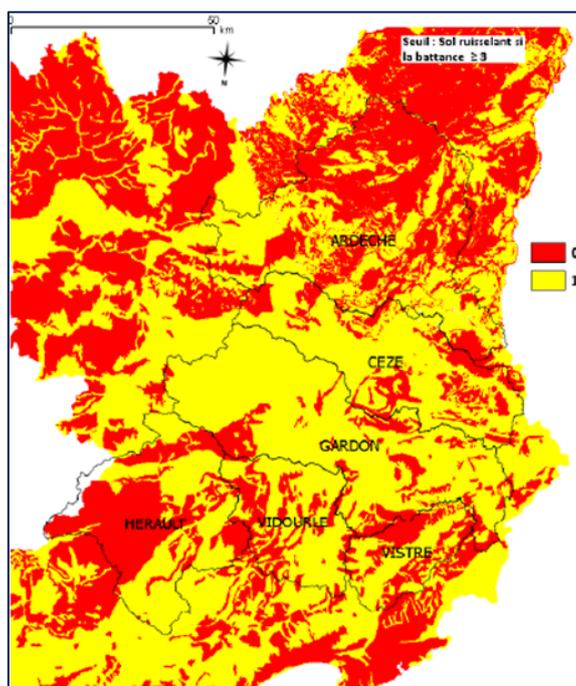


Figure 12: les niveaux de battance (source : CeMOA-IRSETA- Cemagref)

Sur la carte de la battance ci-dessus, on observe la part importante (en jaune sur la carte) sur le département des sols riches en limons qui favorisent la formation d'une couche imperméable à la surface des sols réduisant les capacités d'infiltration des sols et favorisant le ruissellement. Les zones agricoles des Costières et de la petite Camargue sont relativement préservées de ce phénomène.

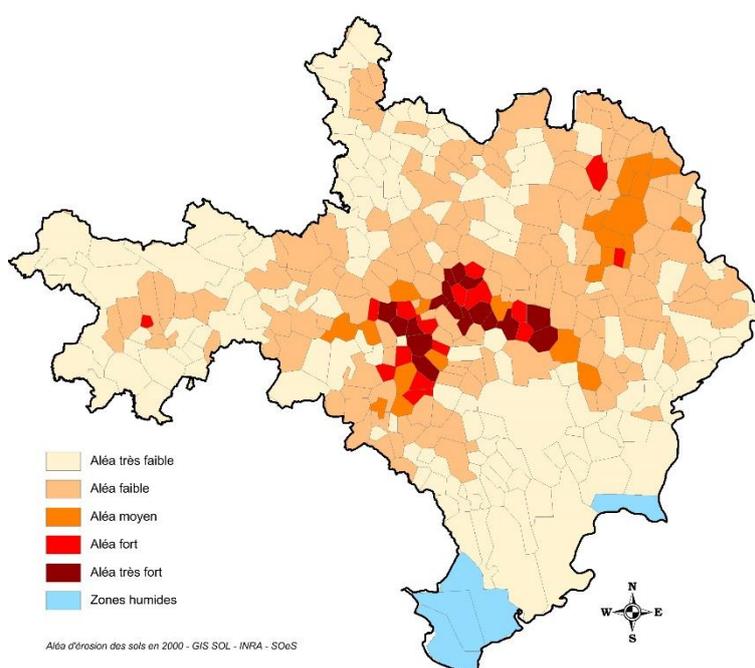


Figure 13: les aléas érosion sur le département du Gard (source : GISSOL-INRA)

Comme le montre la carte ci-avant, on observe une zone centrale entre Nîmes et Alès où l'aléa est moyen à fort qui s'explique par la présence de cultures permanentes peu couvrante (vignes), la battance des sols, l'érodibilité et l'agressivité de la pluie. A l'inverse, on remarque un faible aléa érosion sur les secteurs montagneux des Cévennes qui s'explique notamment par une forte couverture végétale et sur le secteur sud du département au niveau des Costières et de la petite Camargue en lien avec la faible érodibilité.

➔ La nature géologique

La nature géologique des terrains n'intervient pas directement dans la genèse du ruissellement. La géologie intervient indirectement comme un des supports physiques à l'origine de la nature des sols qui par contre influe fortement sur le ruissellement pluvial (comme présenté plus haut). Le département du Gard présente une grande variété géologique. Cette variété lui donne une très grande diversité de paysages, allant des sommets granitiques du massif de l'Aigoual à la plaine littorale de la Camargue, en passant par les profondes vallées des Cévennes schisteuses et les vastes espaces des garrigues. Sur le plan géologique, le Gard est constitué par des terrains d'âge et de nature variés. On y trouve des formations allant de l'antécambrien au quaternaire récent. Schématiquement le département peut se diviser en quatre grandes zones :

- La zone cévenole au nord-ouest
- Les garrigues au centre
- Les Costières au Sud Est
- Le "bas-pays" (plaine rhodanienne et plaine littorale)

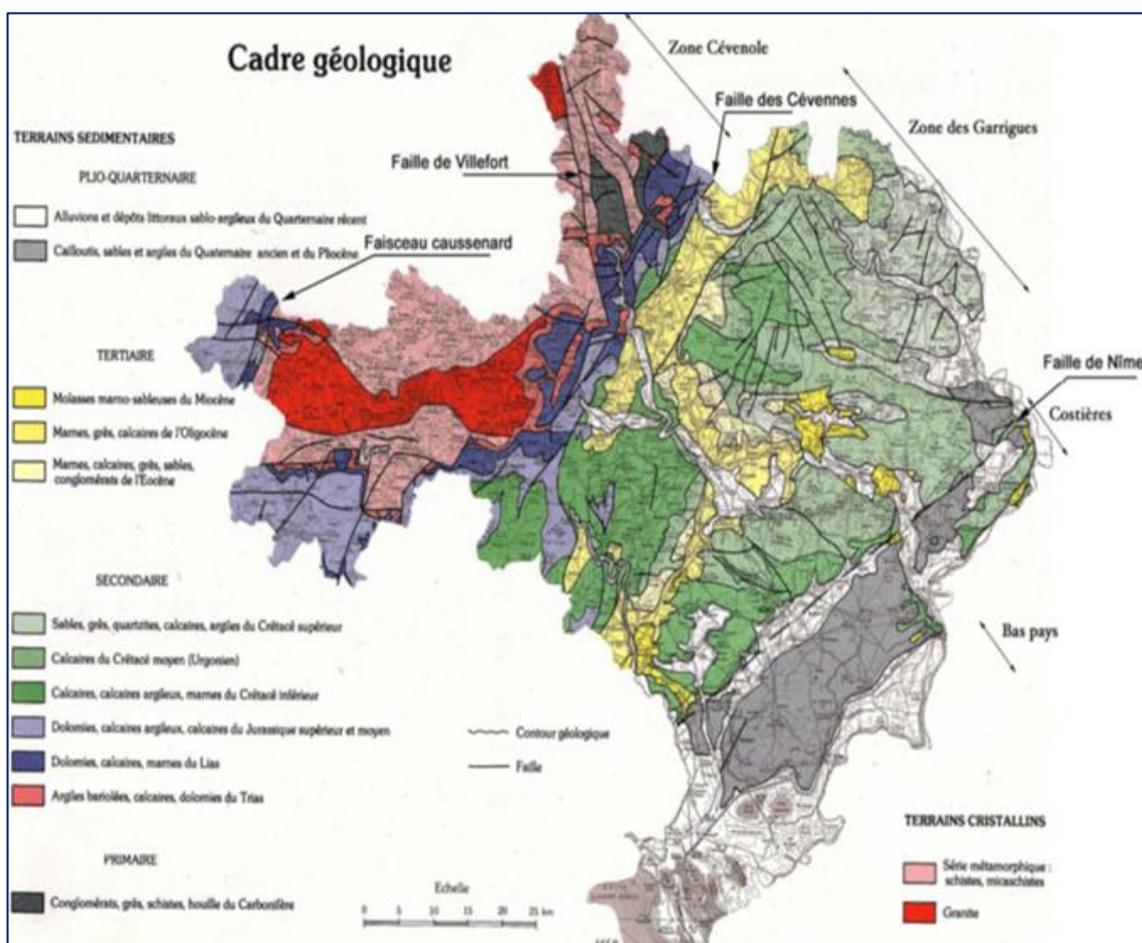


Figure 14: la géologie du département du Gard

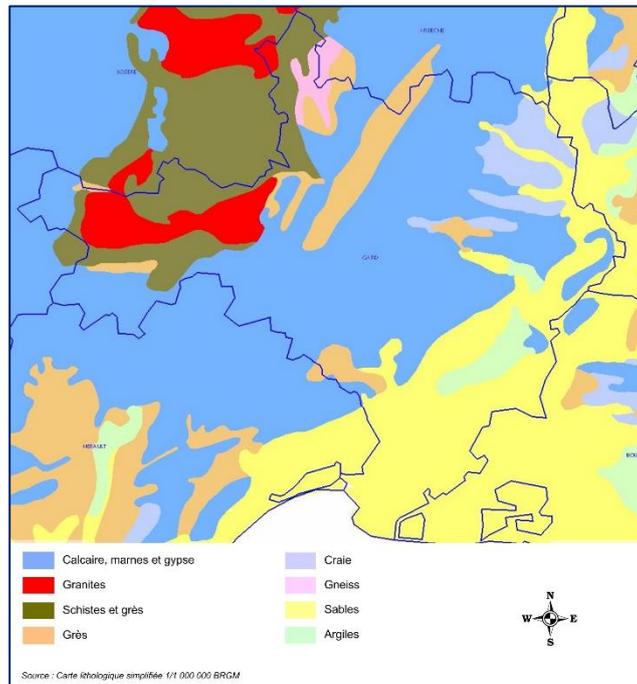


Figure 15 : la lithologie du département du Gard

⇒ La zone cévenole

Géologiquement, les Cévennes sont essentiellement constituées de terrains anciens d'âge primaire, principalement des schistes métamorphiques et des granites. Cet ensemble est surmonté localement d'une couverture de formations secondaires gréseuses ou calcaires (trias et jurassique) qui constituent les causses (entablements de formations sédimentaires) et la bordure sous cévenole (bande fortement tectonisée, le long de la bordure Est des Cévennes). Enfin, à la périphérie Sud et Est des Cévennes, entre le socle et la couverture, On observe divers "bassins houillers" constitués de formations détritiques entrecoupées de couches de charbon.

⇒ Les Garrigues

C'est une vaste zone de collines et de plateaux calcaires de faciès urgonien (crétacé moyen) plus rarement hauteriviens (crétacé inférieur), plus ou moins fortement karstifiés (plateau de Méjannes-le-Clap, de Nîmes,...). Dans la région de Lédignan et Pompignan, les marnes valanginiennes affleurent plus largement. Elles sont parfois associées (Causse de l'Hortus, Lédignan, Sommières) à des calcaires. Sur la bordure Est des Garrigues, on observe les formations du crétacé moyen et supérieur. La série sédimentaire est très variée, avec des couches peu épaisses de marnes, de calcaires gréseux, de grès (parfois glauconieux), de niveaux à lignites ou asphaltes. On y observe également plusieurs fossés Alès, Vistrenque, etc.) recouverts d'une sédimentation continentale fluvio-lacustre. Il s'agit pour l'essentiel de dépôts tertiaires (Oligocène).

⇒ Les Costières

La faille de Nîmes interrompt brutalement les Garrigues et affaisse l'ensemble des formations géologiques au sud. On rentre dans le domaine des plaines bordières, couvertes de cailloutis "villafranchiens" (quaternaire ancien), localement recouverts de limons. Plusieurs fossés se distinguent, séparés par un relief qui s'étend de Montfrin à Villeneuve-lès-Avignon constitué de formations crétacées. Les fossés sont remplis par des sédiments qui renferment des niveaux d'argiles de marnes et calcaires (oligocènes),

⇒ Le bas pays des plaines rhodanienne et littorale

Les parties basses du département, en particulier la plaine rhodanienne, la petite Camargue, les plaines côtières, sont recouvertes de formations quaternaires meubles et variées d'origine fluviale, deltaïque ou littorale. Il s'agit de formations généralement peu épaisses (mais qui peuvent atteindre 1500m en Camargue) et très diverses.

➔ La topographie

Les degrés de pente sont plus ou moins favorables à la formation de ruissellement. Ainsi, contrairement aux terrains plats ou à faible pente où les eaux ont tendance à s'infiltrer, sur terrains pentus, les eaux dévalent les pentes vers les points bas et plus la pente est forte plus les vitesses d'écoulement sont fortes. Au regard de la configuration topographique générale du département, les conditions générales du ruissellement pluvial sont différenciées. La bordure orientale des Cévennes, qui forme l'arc montagneux du département, domine un vaste ensemble de plateaux calcaires et de dépressions, les Garrigues gardoises, qui à leur tour dominant d'une centaine de mètres la plaine alluviale du Rhône. On peut de ce fait schématiquement distinguer la plaine du Rhône, les Garrigues, les montagnes cévenoles pour lesquelles les conditions de ruissellement en lien avec la topographie se différencient. On peut globalement considérer qu'à partir d'une pente de 4%, les conditions de ruissellement sont particulièrement pénalisantes avec des vitesses fortes.

⇒ *Le cas de la plaine du Rhône-Costières*

Les Costières forment une bande d'orientation générale sud-ouest nord-est immédiatement au sud de Nîmes et se prolongent par les basses terrasses du Rhône en amont de Beaucaire. La région comprend aussi la partie située sur la rive gauche du Vidourle. Cela représente environ 1029 km². Elle se compose dans le détail par deux unités géographiques distinctes :

- Les Costières, haute terrasse située sur la rive droite du Rhône ; ces basses collines caillouteuses qui s'étendent de Marcoule à Vauvert ne dépassent guère 150 m d'altitude au nord et 100 m vers le sud. On peut y inclure le prolongement vers l'est de la plaine viticole de l'Hérault, entre Vauvert et Sommières ;
- La vallée du Rhône au sens strict, sous la forme d'un cordon alluvial le long du fleuve ; c'est une basse terrasse plus étendue vers Pont-Saint-Esprit.

⇒ *Le cas de la Petite Camargue*

la Petite Camargue, au sud de Beaucaire, entre le Petit-Rhône et les Costières, correspond à la partie occidentale du delta du Rhône ; cette basse plaine, parfois marécageuse, entrecoupée d'étangs, ne dépasse guère 5 m d'altitude. Cette plaine culmine à une dizaine de mètres d'altitude qui présente, comme dans la partie centrale du delta, une succession d'étangs, de cordons littoraux, d'anciens bras du fleuve et de zones marécageuses dont certaines ont été asséchées et mises en culture. Sa surface dans le département du Gard est de 456 km².

⇒ *Le cas des Garrigues gardoises*

Les Garrigues gardoises correspondent à un ensemble de relief et qui s'étendent sur près de la moitié du département, entre Nîmes et Alès d'une part, les gorges de l'Ardèche et Sommières d'autre part. Les garrigues se présentent comme un ensemble de plateaux calcaires dont l'altitude moyenne oscille entre 200 et 300 m, séparés par des dépressions, telles que les bassins d'Alès et d'Uzès. Ces plateaux sont entaillés par les vallées de la Cèze et du Gard qui y ont creusé des gorges à méandres. Sur le département du Gard, sa surface est d'environ 2789 km².

⇒ *Le cas des montagnes cévenoles*

Enfin la montagne cévenole et sa retombée orientale depuis le haut bassin de la Cèze à la montagne du Lingas, forme un arc montagneux largement ouvert sur la Méditerranée et culminant au Mont Aigoual à 1 567 m. Ce versant sud-est des Cévennes est fortement découpé par l'érosion. De très nombreuses vallées, parfois courtes mais toujours à forte déclivité, ne laissant entre elles que d'étroits "serres", compartimentent le pays. Les vallées peuvent être regroupées en trois bassins différents : au nord celui de la Cèze, au centre celui des Gardons (d'Alès, de Mialet, de Saint-Jean), au sud celui de l'Hérault. Les Cévennes recouvrent environ 1325 km².

⇒ *Le cas des plateaux du Grand Causse*

S'étendant sur environ 270 km², la région des Causses est formée de deux tènements situés à l'extrémité occidentale du département du Gard, séparés par la montagne du Lingas, et qui correspondent à la partie du Causse Noir pour le tènement nord et à celle du Causse du Larzac pour le tènement sud, qui est séparé de la partie principale par la Vis, affluent de l'Hérault, et son propre affluent le Virenque. Ce sont de vaste relief tabulaire dont l'altitude moyenne est de l'ordre de 900 m pour le Causse Noir et de 700 m pour le Causse du Larzac. L'altitude maximale de 1 004 m est atteinte dans le Causse Noir.

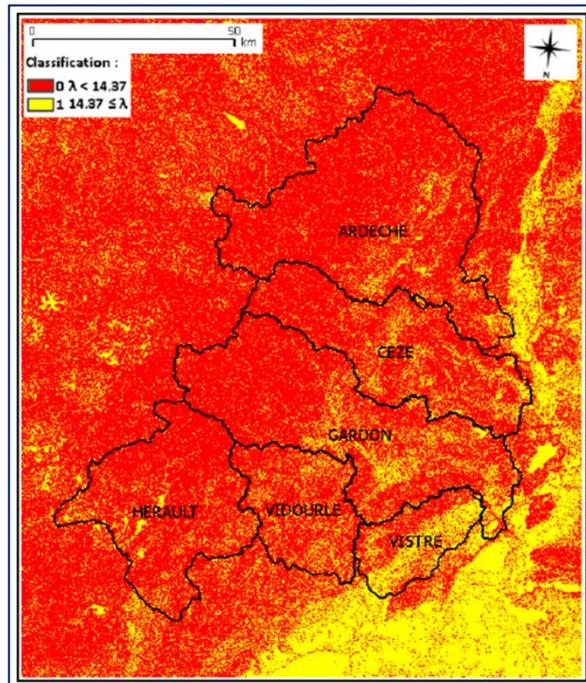


Figure 16: la déclinaison des pentes par seuil de 13% (source : CeMOA-IRSTEA- CEMAGREF)

Comme la montre la carte ci-avant, le secteur du flanc sud des Cévennes avec des pentes supérieures à 13% est particulièrement favorable à la production du ruissellement.

➡ Les surfaces drainées

Comme la montre la carte ci-après extraite de l'outil Exzeco, on observe que les zones basses potentiellement inondables recouvrent des surfaces significatives sur le département. Ces zones d'accumulation du ruissellement se concentrent dans les grands bassins topographiques (bassin d'Alès sur le gardon) et surtout les basses plaines, le fossé des Costières, la petite Camargue et la plaine rhodanienne.

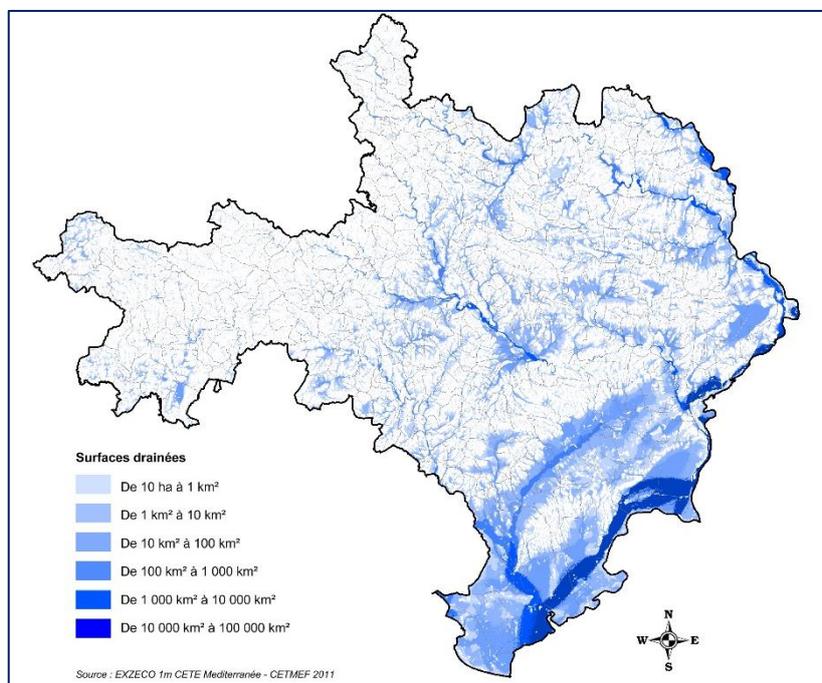


Figure 17: les surfaces drainées sur le département du Gard (source : EXZECO-CETE Méditerranée-CETMEF)

Au travers cette carte, on observe la présence également de très nombreuses surfaces drainées de taille réduite potentiellement affectées lors des fortes intensités de pluie par des problématiques de ruissellement pluvial.

C.2.2.2 Les facteurs anthropiques

L'occupation anthropique des sols

L'occupation des sols intervient directement sur le ruissellement suivant le niveau d'imperméabilisation mais également les transformations des axes d'écoulement, les obstacles aux écoulements,...

➡ L'occupation agricole des sols

Les sols agricoles présentent une grande variabilité au ruissellement pluvial. En effet, suivant la nature des sols, des cultures et des pratiques culturales, le ruissellement peut être plus ou moins aggravé. Par ailleurs, les sols mis à nus entre les périodes végétatives, le drainage des sols, la suppression des haies, des fossés sont également des facteurs d'aggravation. Ainsi :

- Les terres arables qui peuvent être à nu pendant une période plus ou moins longue au cours de l'année sont favorables au ruissellement ;
- Les prairies et pâturages protègent la surface et favorisent l'infiltration ;
- Les zones agricoles hétérogènes, qui regroupent des unités assez différentes mais forment des paysages contrastés: parcellaire morcelé et diversifié, mosaïque de cultures, alternance de prairies, terres cultivées et bois. Cette diversité est un facteur limitant le ruissellement par rapport aux espaces ouverts comme les terres arables
- Les cultures permanentes, qui regroupent les vignes et les vergers sont des cultures peu couvrantes surtout après la chute des feuilles

Malgré une baisse constatée entre 2000 et 2010 de la surface agricole du Gard (-17%) l'agriculture sur le Gard représente une surface agricole utilisée (d'après le recensement agricole de 2014) encore significative de 155 982 ha suivant la répartition comme suit :

- Les terres arables : 53 765ha
- Les cultures fruitières : 8 055ha
- Les vignes : 55 470ha
- Les surfaces toujours en herbe : 36 450ha
- Autres : 2 242 ha

Les activités agricoles se concentrent sur la moitié sud du département où la part des surfaces agricoles oscille entre 20 et plus de 50% de la surface des communes. Les cultures de la vigne restent prédominantes malgré une tendance à la baisse des surfaces. Sur les contreforts des Cévennes, il s'agit pour l'essentiel de terres de cultures fourragères pour l'élevage caprin et ovin. On y observe plus rarement des cultures maraîchères et fruitières. Dans les Garrigues, une plus grande diversité des cultures apparait. Les vignes et les terres arables prédominent largement dans les productions de ce secteur.

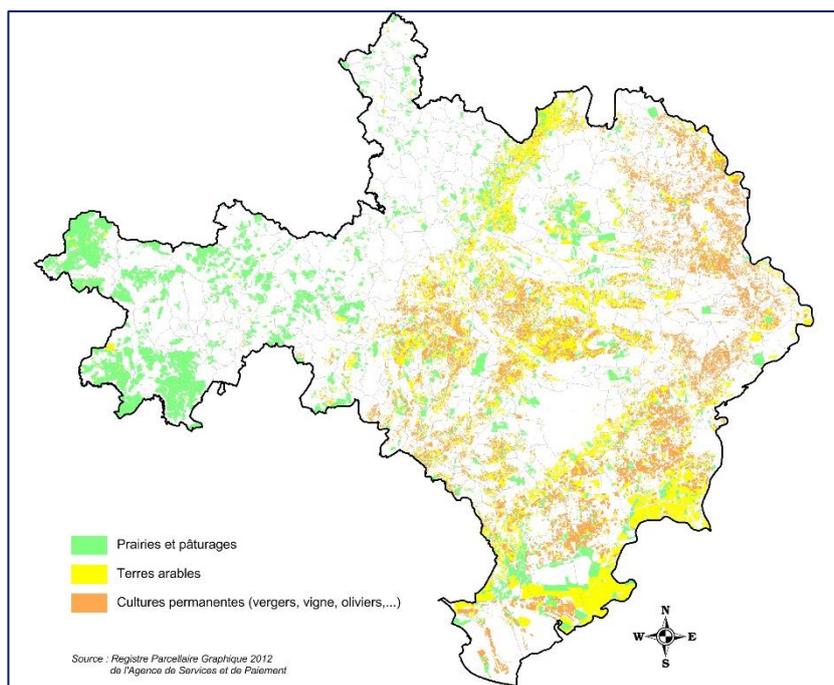


Figure 18: l'occupation agricole des sols du département du Gard (Source RGP 2012)

Les activités se concentrent dans les plaines où s'associent dans une trilogie classique, la vigne (dominante), les céréales, et l'olivier, et auxquels s'ajoutent ponctuellement des vergers : amandiers, cerisiers, abricotiers, pêchers, ... ou des cultures spécialisées comme le sorgho. Sur les Costières, l'essentiel de la plaine est aujourd'hui cultivé en vigne et sur la plaine rhodanienne, les cultures sont également dominées par la vigne, les terres arables, la part des vergers devient plus importante. Enfin dans la petite Camargue, les secteurs cultivés se concentrent dans la partie Nord Est (Fourques, Bellegarde, Saint-Gilles). Il s'agit d'une agriculture « intensive » grâce notamment à la proximité du Rhône et du Petit Rhône, auxquels s'ajoute le Canal d'irrigation du Bas-Rhône-Languedoc, permettant un approvisionnement facile en eau douce. Aux marges de Beaucaire, et jusqu'à la hauteur de Bellegarde, la vigne est encore dominante, avec par endroits des vergers de fruitiers. A la hauteur de Saint-Gilles, on y observe surtout la présence de grands vergers.

Il ressort de ces différents éléments que les activités agricoles favorables au ruissellement (vignes et vergers, et dans une moindre mesure les terres arables) recouvrent des surfaces significatives. Ces productions ont donc des incidences non négligeables sur le ruissellement notamment sur les ¾ sud du département.

➡ L'occupation urbaine des sols

Les surfaces imperméabilisées favorisent le ruissellement. Elles proviennent des zones urbanisées, des infrastructures etc. Dans le détail sur le département, la répartition des zones urbanisées n'est pas homogène, l'essentiel de l'urbanisation se concentre autour de Nîmes, le long de l'axe de l'autoroute A9, dans la vallée du Rhône en périphérie d'Avignon et enfin dans le bassin d'Alès.

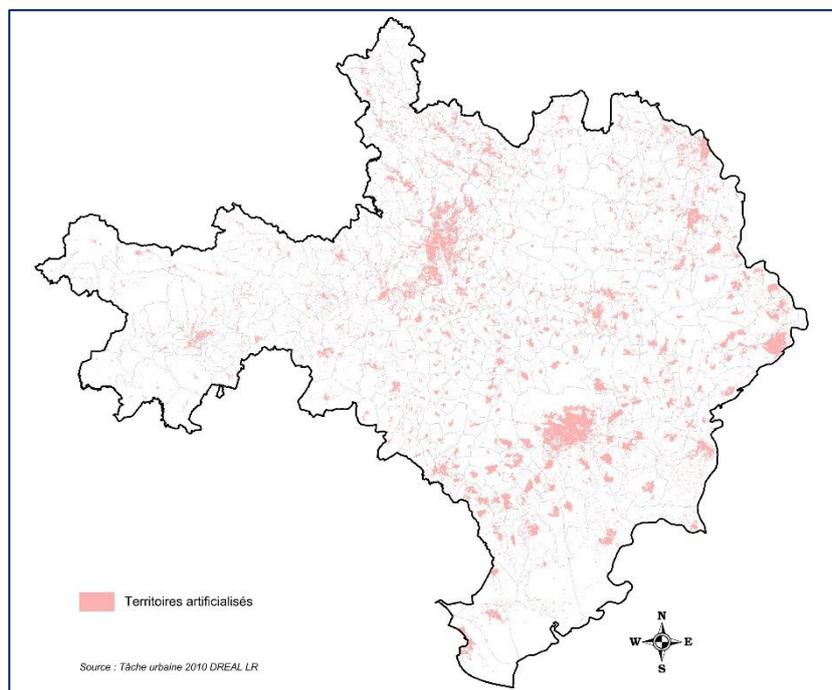


Figure 19: les territoires artificialisés du département du Gard (source : DREAL LR 2010)

➡ L'aménagement des axes d'écoulement

Les axes d'écoulements naturels (fossés, talwegs,...) et artificiels (réseaux et ouvrages hydrauliques, configuration du réseau routier) peuvent influencer plus ou moins fortement le ruissellement pluvial. Si les axes d'écoulement naturels sont relativement bien identifiés sur le département notamment sur les secteurs accidentés et font l'objet d'un projet de référentiel cartographique de l'ensemble des cours d'eau du Gard porté par la DDTM30, des difficultés subsistent pour les secteurs de plaines à faible pente et les zones urbanisées pour lesquels l'identification est plus difficile. Comme de très nombreux départements méditerranéens, la problématique de la gestion de l'eau est prégnante et a amené à la création de réseaux d'irrigation et de drainage complexes associés à de très nombreux travaux d'aménagements hydrauliques, de chenalisation de cours d'eau, de rescindement de méandre, etc.

C.2.3. SYNTHÈSE SUR LE RISQUE DE RUISSÈLEMENT PLUVIAL SUR LE DÉPARTEMENT DU GARD

A partir du croisement des différentes caractéristiques du Gard et des principaux facteurs potentiels d'aggravation du risque, il est possible de mettre en évidence un degré d'évaluation (de prédisposition) du risque de ruissellement pluvial pour l'ensemble des communes gardoises. Il est entendu qu'il s'agit d'une vision synthétique qui implique une analyse spécifique à plus grande échelle pour chacune des communes, suivant les principes énoncés dans les chapitres ci-après relatifs à l'établissement d'un cahier des charges type pour cette évaluation du risque pluvial.

Le département du Gard présente une configuration géographique très contrastée avec notamment l'étagement de trois unités géographiques distincts, dont les limites se lisent aisément, dans une direction nord-est/sud-ouest : le secteur montagneux que forment les confins orientaux du Massif Central, au nord-ouest du département, le secteur des Garrigues au socle calcaire qui couvrent les grands espaces au cœur du département, et enfin, les grandes plaines, essentiellement inféodées au Rhône, à l'est et au sud jusqu'à la mer. Cette dernière est elle-même composée de trois unités géographiques distinctes : les Costières, haute terrasse située sur la rive droite du Rhône ; la vallée du Rhône au sens strict, mince cordon alluvial le long du fleuve, et enfin la Petite Camargue, au sud de Beaucaire, entre le Petit-Rhône et les Costières, qui correspond à la partie occidentale du delta du Rhône.

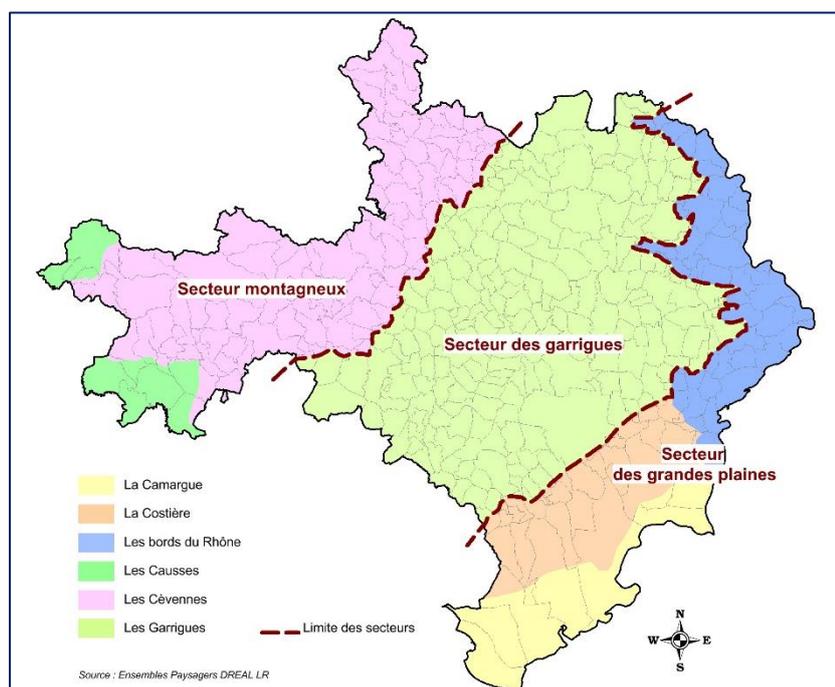


Figure 20: les grandes unités géographiques du département du Gard

Sur la base des différents paramètres évoqués dans les chapitres précédents, il est possible d'identifier pour l'ensemble du département une première approche des aptitudes d'une part du territoire à la production du ruissellement et d'autre part à l'accumulation du ruissellement. Comme le montre les cartes suivantes, on observe que les secteurs productifs sont majoritairement et logiquement les massifs montagneux et leurs piémonts. Ces secteurs sont également des zones de transfert importantes du ruissellement vers l'aval. À l'inverse, les secteurs d'accumulation se localisent sur le sud du département, logiquement en intégrant les plaines de la Costières, la Petite Camargue, le long du Rhône et dans différents grands bassins.

Cette synthèse s'appuie également sur des travaux expérimentaux engagés sur la région Cévenole suivant la méthode IRIP (Indicateur du Ruissellement Intense Pluvial). Il s'agit d'une méthode de cartographie de l'aléa du ruissellement réalisé au sein d'IRSTEA (anciennement CEMAGREF). Elle repose sur l'analyse spatiale de facteurs favorisant le ruissellement. Cette méthode définit la sensibilité au ruissellement par distinction des zones potentiellement productrices, de transfert et accumulatrices de ce ruissellement. Il est repris synthétiquement dans les pages suivantes, les points essentiels à retenir pour le département du Gard.

C.2.3.1 Les zones de production du ruissellement

Ces zones représentent des surfaces importantes sur l'ensemble du département du Gard. Il s'agit des secteurs qui par leur caractéristiques (pente, type de sols, imperméabilisation des sols...) contribuent au ruissellement. Ce sont donc les territoires sur lesquels la collectivité doit surtout s'orienter vers des stratégies de rétention des eaux pluviales, d'augmentation de l'infiltration et de limitation de l'imperméabilisation des sols.

Globalement on constate une grande répartition des zones de production qui couvre les 2/3 du département et qui s'explique par la configuration géographique du territoire où les secteurs de reliefs sont nombreux et pour lesquels l'érodibilité est significative.

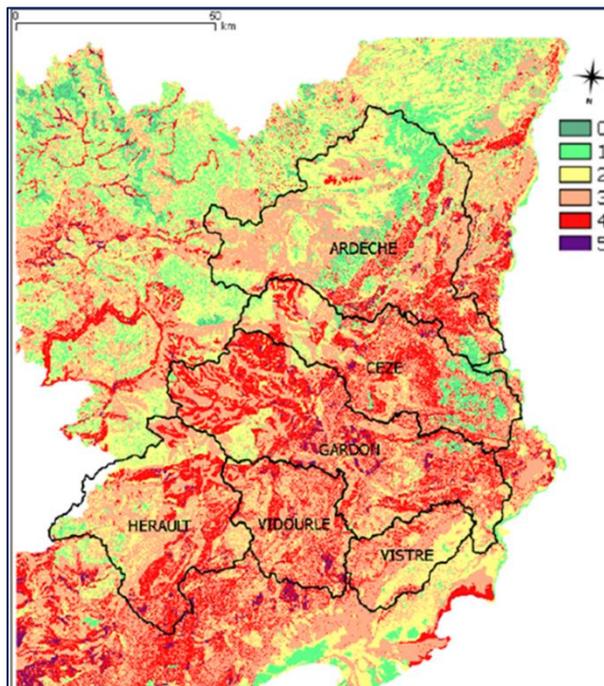


Figure 21: l'aptitude à la production du ruissellement à l'échelle cévenole (source : CeMOA-IRSTEA- CEMAGREF)

Cette carte a été réalisée par le croisement des prédispositions du territoire liée à la battance des sols, à l'épaisseur des sols, à leur perméabilité, au relief, et à l'occupation de sols suivant le principe de six classes allant de zéro (production très faible) à 5 (production très forte).

C.2.3.2 Les zones de transfert du ruissellement

Il s'agit des zones privilégiées pour les écoulements qui relient l'amont à l'aval des bassins versants. L'ensemble des axes linéaires (cours d'eau, talwegs, vallons en berceau, infrastructures linéaires,...) interviennent pour le transfert du ruissellement entre les zones de production et d'accumulation. Sur les grands bassins versants du département du Gard, comme la montre la carte ci-dessous, on observe une grande homogénéité des zones de transfert qui s'explique largement par le chevelu hydrographique très dense sur le territoire. Dans le détail, on constate que les zones de transfert les plus importantes se localisent sur les flancs du massif des Cévennes.

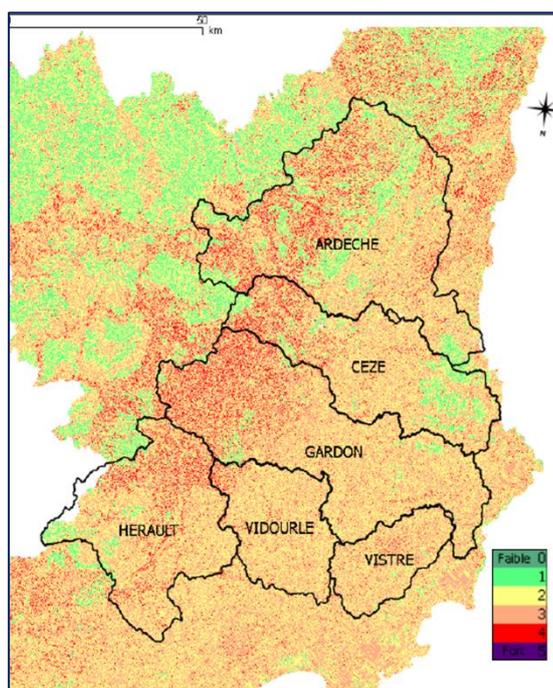


Figure 22: l'aptitude au transfert du ruissellement à l'échelle cévenole (source : CeMOA-IRSTEA- CEMAGREF)

C.2.3.3 Les zones d'accumulation du ruissellement

Les zones d'accumulations se concentrent sur le sud du département et au niveau du bassin d'Alès sur le Gardon. La topographie très plane des Costières et de la petite Camargue fait de ces secteurs des zones privilégiées pour l'accumulation des eaux de surface. Les faibles pentes freinent les écoulements vers l'aval et créent les conditions favorables à l'accumulation du ruissellement.

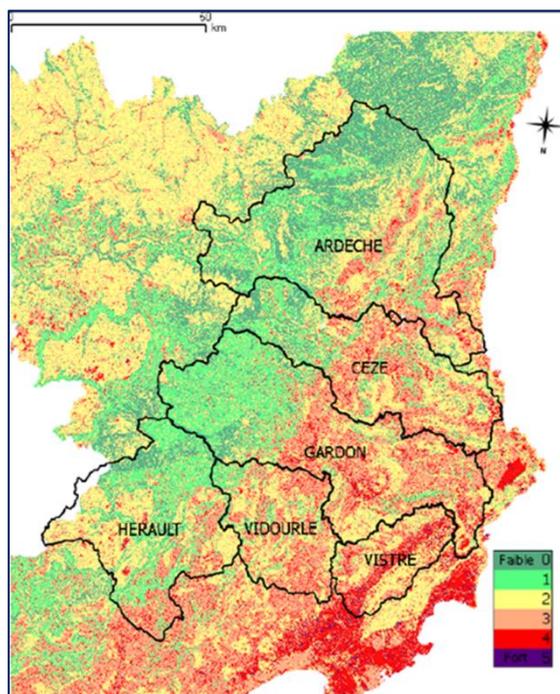


Figure 23: l'aptitude à l'accumulation du ruissellement à l'échelle cévenole (source : CeMOA-IRSTEA- CEMAGREF)

Tout comme la carte d'aptitude à la production du ruissellement, cette carte de sensibilité à l'accumulation du ruissellement s'appuie sur les prédispositions liées au relief et à la topographie, à la morphologie des bassins et à la production de ruissellement moyenne

C.2.3.4 Une nécessaire adaptation de l'approche du ruissellement pluvial au regard de la configuration du département du Gard

Au travers des différents éléments présentés ci-avant, on peut constater que suivant les configurations géographiques locales, les critères naturels, l'occupation des sols, les modalités du ruissellement seront très différentes d'un secteur à un autre.

Les secteurs de reliefs marqués sont à la fois des zones de production et de transfert du ruissellement. Cela se traduit par des dynamiques d'écoulement rapides à l'origine de modelés hydrogéomorphologiques particuliers (cônes torrentiels, gorges, chenaux de crue marqués dans les lits majeurs, traces de ravinement dans les zones agricoles, ravins en « V », etc.).

Les zones basses correspondent aux zones d'accumulation du ruissellement dans lesquelles les dynamiques s'estompent. Il s'agit de secteur de grande plaine, constitué de vaste lit majeur se raccordant généralement par des glacis colluviaux aux versants. Les dynamiques d'écoulement sont plus modérées mais peuvent encore être significatives. Il va s'agir principalement des grandes plaines inondables de la Cèze et des Gardons et de leurs grands affluents, et dans une moindre mesure le Vidourle et le Vistre. Ce sont des zones de transition où l'on rencontre encore des modelés hydrogéomorphologiques des zones de reliefs marqués, mais où aussi apparaissent des modelés plus doux (glacis à pente douce, vallons en berceau plus ou moins évasés). Enfin, le secteur de la Petite Camargue correspond à une vaste plaine littorale qui se distingue par l'absence de relief et une tendance à un étalement très important des eaux. Cela se traduit par une morphologie douce où seuls les lits des cours d'eau sont marqués. Cela traduit des écoulements sans ou peu de vitesse.

L'identification des modelés hydrogéomorphologiques correspondants sera donc un des critères fondamentaux à relever dans le cadre de la mission confiée au bureau d'étude. En première approche, on trouvera dans le tableau de la page suivante les modelés hydrogéomorphologiques potentiellement présents témoignant d'un potentiel de risque de ruissellement significatif que l'on devra rechercher systématiquement sur chacune des communes du Gard. Ce tableau identifie également à partir des critères hydrogéomorphologiques présentés ci-avant, l'appartenance des communes aux différents types de zone de ruissellement (production-transfert-accumulation).

Communes	Ruissellement			Modelés hydrogéomorphologiques témoignant d'un potentiel de risque de ruissellement									
	Zone de Production	Zone de transfert	Zone accumulation	Cône torrentiel	Chenaux de crue	Ravin en « V »	Ravin en berceau	Atterrissement	Glacis colluvial	Jet de rive	Lit moyen	Zone humide	Cordon littoral
Aigaliers													
Aigremont													
Aigues-Mortes													
Aigues-Vives													
Aiguèze													
Aimargues													
Alès													
Allègre-les-Fumades													
Alzon													
Anduze													
Angles													
Aramon													
Argilliers													
Arpaillargues-et-Aureillac													
Arphy													
Arre													
Arrigas													
Aspères													
Aubais													
Aubord													
Aubussargues													
Aujac													
Aujargues													
Aulas													
Aumessas													
Avèze													
Bagard													
Bagnols-sur-Cèze													
Barjac													

Communes	Ruissellement			Modelés hydrogéomorphologiques à rechercher témoignant d'un potentiel de risque de ruissellement									
	Zone de Production	Zone de transfert	Zone accumulation	Cône torrentiel	Chenaux de crue	Ravin en « V »	Ravin en berceau	Atterrissement	Glacis colluvial	Jet de rive	Lit moyen	Zone humide	Cordon littoral
Baron													
Bastide-d'Engras													
Beaucaire													
Beauvoisin													
Bellegarde													
Belvézet													
Bernis													
Bessèges													
Bez-et-Esparon													
Bezouce													
Blandas													
Blauzac													
Boisset-et-Gaujac													
Boissières													
Bonnevaux													
Bordezac													
Boucoiran-et-Nozières													
Bouillargues													
Bouquet													
Bourdic													
Bragassargues													
Branoux-les-Taillades													
Bréau-et-Salagosse													
Brignon													
Brouzet-lès-Alès													
Brouzet-lès-Quissac													
Bruguière													
Cabrières													
Cadière-et-Cambo													
Cailar													

Communes	Ruissellement			Modelés hydrogéomorphologiques à rechercher témoignant d'un potentiel de risque de ruissellement									
	Zone de Production	Zone de transfert	Zone accumulation	Cône torrentiel	Chenaux de crue	Ravin en « V »	Ravin en berceau	Atterrissement	Glacis colluvial	Jet de rive	Lit moyen	Zone humide	Cordon littoral
Caissargues													
Calmette													
Calvisson													
Cambo													
Campestre-et-Luc													
Canaules-et-Argentières													
Cannes-et-Clairan													
Capelle-et-Masmolène													
Cardet													
Carnas													
Carsan													
Cassagnoles													
Castelnau-Valence													
Castillon-du-Gard													
Causse-Bégon													
Caveirac													
Cavillargues													
Cendras													
Cézas													
Chambon													
Chamborigaud													
Chusclan													
Clarensac													
Codognan													
Codolet													
Collias													
Collorgues													
Cognac													
Combas													
Comps													

Communes	Ruissellement			Modelés hydrogéomorphologiques à rechercher témoignant d'un potentiel de risque de ruissellement									
	Zone de Production	Zone de transfert	Zone accumulation	Cône torrentiel	Chenaux de crue	Ravin en « V »	Ravin en berceau	Atterrissement	Glacis colluvial	Jet de rive	Lit moyen	Zone humide	Cordon littoral
Concoules													
Congénies													
Connaux													
Conqueyrac													
Corbès													
Corconne													
Cornillon													
Courry													
Crespian													
Cros													
Cruviers-Lascours													
Deaux													
Dions													
Domazan													
Domessargues													
Dourbies													
Durfort-et-Saint-Martin-de-Sossenac													
Estézargues													
Estréchure													
Euzet													
Flaux													
Foissac													
Fons													
Fons-sur-Lussan													
Fontanès													
Fontarèches													
Fournès													
Fourques													
Foussignargues													
Fressac													

Communes	Ruissellement			Modelés hydrogéomorphologiques à rechercher témoignant d'un potentiel de risque de ruissellement									
	Zone de Production	Zone de transfert	Zone accumulation	Cône torrentiel	Chenaux de crue	Ravin en « V »	Ravin en berceau	Atterrissement	Glacis colluvial	Jet de rive	Lit moyen	Zone humide	Cordon littoral
Gagnières													
Gailhan													
Gajan													
Gallargues-le-Montueux													
Garn													
Garons													
Garrigues-Sainte-Eulalie													
Gaujac													
Générac													
Généragues													
Génohac													
Goudargues													
Grand-Combe													
Grau-du-Roi													
Issirac													
Jonquières-Saint-Vincent													
Junas													
Lamelouze													
Langlade													
Lanuéjols													
Lasalle													
Laudun-l'Ardoise													
Laval-Pradel													
Laval-Saint-Roman													
Lecques													
Lédenon													
Lédignan													
Lézan													
Liouc													
Lirac													

Communes	Ruissellement			Modelés hydrogéomorphologiques à rechercher témoignant d'un potentiel de risque de ruissellement									
	Zone de Production	Zone de transfert	Zone accumulation	Cône torrentiel	Chenaux de crue	Ravin en « V »	Ravin en berceau	Atterrissement	Glacis colluvial	Jet de rive	Lit moyen	Zone humide	Cordon littoral
Logrian-Florian													
Lussan													
Mages													
Malons-et-Elze													
Mandagout													
Manduel													
Marguerittes													
Mars													
Martignargues													
Martinet													
Maruéjols-lès-Gardon													
Massanes													
Massillargues-Attuech													
Maressargues													
Méjannes-le-Clap													
Méjannes-lès-Alès													
Meynes													
Meyrannes													
Mialet													
Milhaud													
Molières-Cavaillac													
Molières-sur-Cèze													
Monoblet													
Mons													
Montagnac													
Montaren-et-Saint-Médiers													
Montclus													
Montdardier													
Monteils													
Montfaucon													

Communes	Ruissellement			Modelés hydrogéomorphologiques à rechercher témoignant d'un potentiel de risque de ruissellement									
	Zone de Production	Zone de transfert	Zone accumulation	Cône torrentiel	Chenaux de crue	Ravin en « V »	Ravin en berceau	Atterrissement	Glacis colluvial	Jet de rive	Lit moyen	Zone humide	Cordon littoral
Montfrin													
Montignargues													
Montmirat													
Montpezat													
Moulézan													
Moussac													
Mus													
Nages-et-Solorgues													
Navacelles													
Ners													
Nîmes													
Notre-Dame-de-la-Rouvière													
Orsan													
Orthoux-Sérignac-Quilhan													
Parignargues													
Peyremale													
Peyrolles													
Pin													
Plans													
Plantiers													
Pommiers													
Pompignan													
Ponteils-et-Brésis													
Pont-Saint-Esprit													
Portes													
Potelières													
Pougnadoresse													
Poux													
Pouzilhac													
Puechredon													

Communes	Ruissellement			Modelés hydrogéomorphologiques à rechercher témoignant d'un potentiel de risque de ruissellement									
	Zone de Production	Zone de transfert	Zone accumulation	Cône torrentiel	Chenaux de crue	Ravin en « V »	Ravin en berceau	Atterrissement	Glacis colluvial	Jet de rive	Lit moyen	Zone humide	Cordon littoral
Pujaut													
Quissac													
Redessan													
Remoulins													
Revens													
Ribaute-les-Tavernes													
Rivières													
Robiac-Rochessadoule													
Rochefort-du-Gard													
Rochegude													
Rodilhan													
Rogues													
Roquedur													
Roquemaure													
Roque-sur-Cèze													
Rousson													
Rouvière													
Sabran													
Saint-Alexandre													
Saint-Ambroix													
Saint-André-de-Majencoules													
Saint-André-de-Roquepertuis													
Saint-André-de-Valborgne													
Saint-André-d'Olérargues													
Saint-Bauzély													
Saint-Bénézet													
Saint-Bonnet-de-Salendrinque													
Saint-Bonnet-du-Gard													
Saint-Brès													
Saint-Bresson													

Communes	Ruissellement			Modelés hydrogéomorphologiques à rechercher témoignant d'un potentiel de risque de ruissellement									
	Zone de Production	Zone de transfert	Zone accumulation	Cône torrentiel	Chenaux de crue	Ravin en « V »	Ravin en berceau	Atterrissement	Glacis colluvial	Jet de rive	Lit moyen	Zone humide	Cordon littoral
Saint-Césaire-de-Gauzignan													
Saint-Chartes													
Saint-Christol-de-Rodières													
Saint-Christol-lès-Alès													
Saint-Clément													
Saint-Côme-et-Maruéjols													
Saint-Denis													
Saint-Dézéry													
Saint-Dionizy													
Sainte-Anastasie													
Sainte-Cécile-d'Andorge													
Sainte-Croix-de-Caderle													
Saint-Étienne-de-l'Olm													
Saint-Étienne-des-Sorts													
Saint-Félix-de-Pallières													
Saint-Florent-sur-Auzonnet													
Saint-Geniès-de-Comolas													
Saint-Geniès-de-Malgoirès													
Saint-Gervais													
Saint-Gervasy													
Saint-Gilles													
Saint-Hilaire-de-Brethmas													
Saint-Hilaire-d'Ozilhan													
Saint-Hippolyte-de-Caton													
Saint-Hippolyte-de-Montaigu													
Saint-Hippolyte-du-Fort													
Saint-Jean-de-Ceyrargues													
Saint-Jean-de-Crieulon													
Saint-Jean-de-Maruéjols-et-Avéjan													
Saint-Jean-de-Serres													

Communes	Ruissellement			Modelés hydrogéomorphologiques à rechercher témoignant d'un potentiel de risque de ruissellement									
	Zone de Production	Zone de transfert	Zone accumulation	Cône torrentiel	Chenaux de crue	Ravin en « V »	Ravin en berceau	Atterrissement	Glacis colluvial	Jet de rive	Lit moyen	Zone humide	Cordon littoral
Saint-Jean-de-Valérisclé													
Saint-Jean-du-Gard													
Saint-Jean-du-Pin													
Saint-Julien-de-Cassagnas													
Saint-Julien-de-la-Nef													
Saint-Julien-de-Peyrolas													
Saint-Julien-les-Rosiers													
Saint-Just-et-Vacquières													
Saint-Laurent-d'Aigouze													
Saint-Laurent-de-Carnols													
Saint-Laurent-des-Arbres													
Saint-Laurent-la-Vernède													
Saint-Laurent-le-Minier													
Saint-Mamert-du-Gard													
Saint-Marcel-de-Careiret													
Saint-Martial													
Saint-Martin-de-Valgagues													
Saint-Maurice-de-Cazeville													
Saint-Maximin													
Saint-Michel-d'Euzet													
Saint-Nazaire													
Saint-Nazaire-des-Gardies													
Saint-Paulet-de-Caisson													
Saint-Paul-la-Coste													
Saint-Paul-les-Fonts													
Saint-Pons-la-Calm													
Saint-Privat-de-Champclos													
Saint-Privat-des-Vieux													
Saint-Quentin-la-Poterie													
Saint-Roman-de-Codières													

Communes	Ruissellement			Modelés hydrogéomorphologiques à rechercher témoignant d'un potentiel de risque de ruissellement									
	Zone de Production	Zone de transfert	Zone accumulation	Cône torrentiel	Chenaux de crue	Ravin en « V »	Ravin en berceau	Atterrissement	Glacis colluvial	Jet de rive	Lit moyen	Zone humide	Cordon littoral
Saint-Sauveur-Camprieu													
Saint-Sébastien-d'Aigrefeuille													
Saint-Siffret													
Saint-Théodorit													
Saint-Victor-de-Malcap													
Saint-Victor-des-Oules													
Saint-Victor-la-Coste													
Salazac													
Salindres													
Salinelles													
Salles-du-Gardon													
Sanilhac-Sagriès													
Sardan													
Saumane													
Sauve													
Sauveterre													
Sauzet													
Savignargues													
Saze													
Sénéchas													
Sernhac													
Servas													
Serviers-et-Labaume													
Seynes													
Sommières													
Soudorgues													
Soustelle													
Souvignargues													
Sumène													
Tavel													

Communes	Ruissellement			Modelés hydrogéomorphologiques à rechercher témoignant d'un potentiel de risque de ruissellement									
	Zone de Production	Zone de transfert	Zone accumulation	Cône torrentiel	Chenaux de crue	Ravin en « V »	Ravin en berceau	Atterrissement	Glacis colluvial	Jet de rive	Lit moyen	Zone humide	Cordon littoral
Tharoux													
Théziers													
Thoiras													
Tornac													
Tresques													
Trèves													
Uchaud													
Uzès													
Vabres													
Vallabrègues													
Vallabrix													
Vallérargues													
Valleraugue													
Valliguières													
Vauvert													
Vénéjan													
Verfeuil													
Vergèze													
Vernarède													
Vers-Pont-du-Gard													
Vestric-et-Candiac													
Vézénobres													
Vic-le-Fesq													
Vigan													
Villeneuve-lès-Avignon													
Villevieille													
Vissec													

C.3. QUELQUES EXEMPLES DE RESTITUTION SUR DIFFERENTES COMMUNES

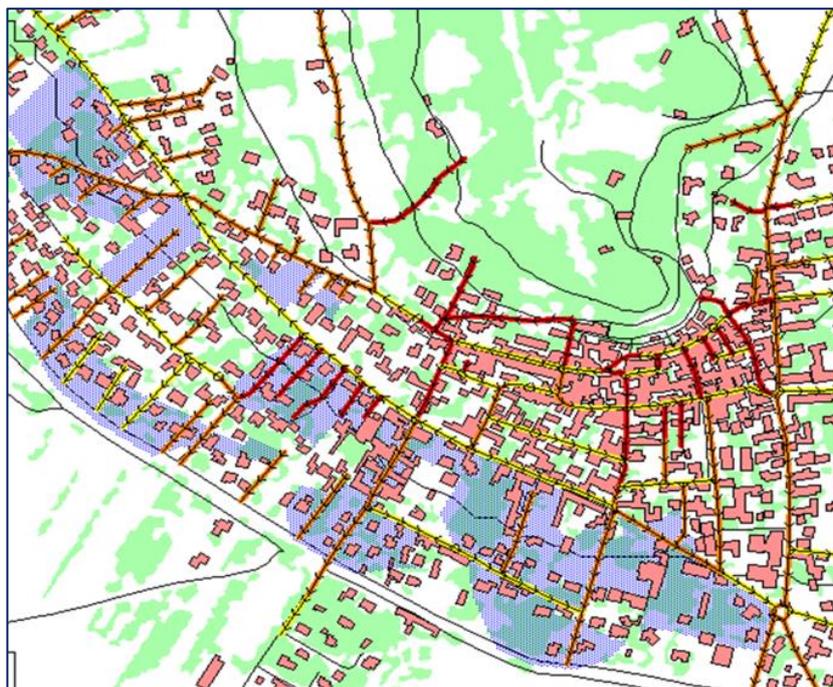


Figure 24 : exemple de restitution cartographique (source : Cereg Territoires)

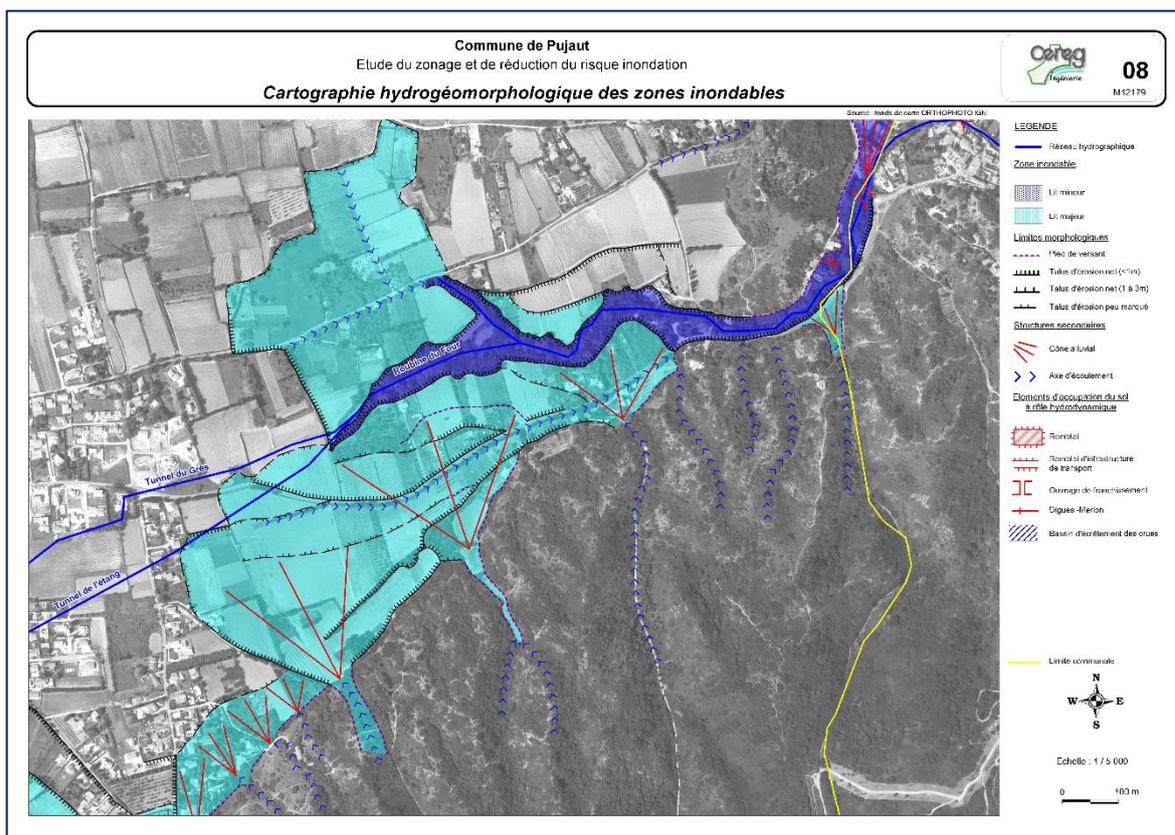


Figure 25 : exemple de restitution cartographique (source : Cereg Territoires)

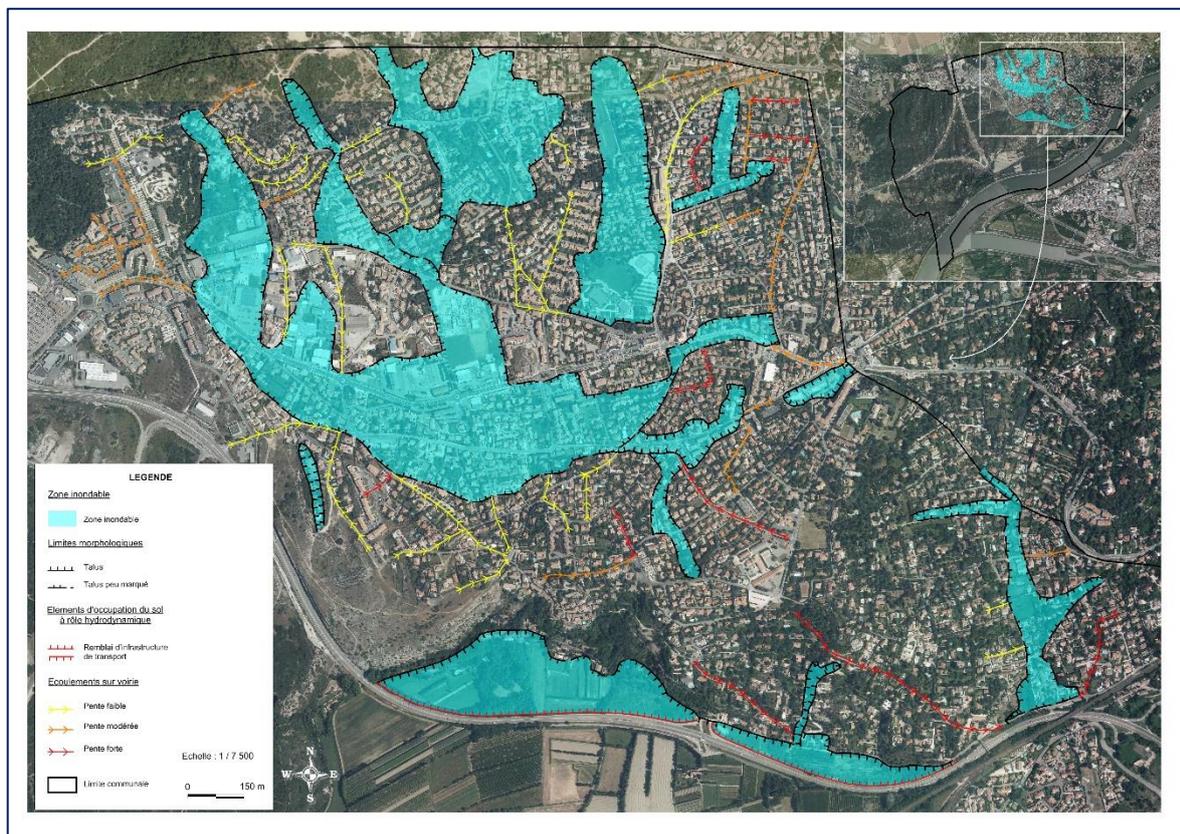


Figure 26 : exemple de restitution cartographique (source : Cereg Territoires)

C.4. EXEMPLES DE STRATEGIES DE GESTION DES EAUX PLUVIALES

C.4.1. PRINCIPES GENERAUX

Au travers des PLU, du zonage pluvial, etc. la gestion intégrée des eaux pluviales permet aux collectivités locales de répondre conjointement à plusieurs objectifs :

- L'aménagement du territoire : cette gestion permet la poursuite éventuelle de l'urbanisation des secteurs où les réseaux de collecte sont saturés, alors que les techniques traditionnelles ne le permettent plus.
- L'amélioration du cadre de vie : les aménagements peuvent jouer un rôle structurant et paysager : Moins minéraux, moins denses, ils constituent souvent des espaces de vie collectifs (jardins, terrains de sports, placettes). Ils représentent parfois une réelle opportunité technique et financière de créer des équipements publics.
- La maîtrise du risque d'inondation : d'une part, par la limitation de l'imperméabilisation des surfaces ou la compensation des effets de cette imperméabilisation, pour diminuer les quantités d'eau qui ruissellent et le risque d'inondation en aval ; et d'autre part, pour la limitation des volumes raccordés aux réseaux pour éviter leur débordement en aval (déconnexion et infiltration ou régulation).
- La maîtrise des investissements : les solutions alternatives de gestion des eaux pluviales sont moins onéreuses en investissement que les solutions traditionnelles. Souvent la plurifonctionnalité des équipements permet d'optimiser le coût global des opérations et les coûts d'entretien. Cela permet également de soulager les réseaux de collecte, de limiter les investissements en station d'épuration et de réduire l'importance des dégâts liés aux débordements.
- Directement ou Indirectement, cela permet de maîtriser d'autres types de risques environnementaux : l'alimentation naturelle des nappes et des cours d'eau ; La qualité des milieux naturels ; Les usages de l'eau (baignade, alimentation en eau potable).

A titre d'exemple, on trouvera dans les pages suivantes, les stratégies de gestion des eaux pluviales envisageables suivant les modes d'occupation des sols.

C.4.2. LES STRATEGIES DE GESTION DES EAUX PLUVIALES EN ZONES NATURELLES ET RURALES

C.4.2.1 Les mesures effectives de gestion des eaux pluviales

Il existe des solutions pour optimiser les volumes de stockage et favoriser l'infiltration sur les secteurs en pente soutenue comme il en existe sur de nombreuses communes du Gard. La pente n'est pas un critère rédhibitoire et il existe des solutions pour inscrire les ouvrages de collecte et de stockage dans la pente. Il est possible d'implanter les ouvrages de stockage parallèlement à la pente en suivant autant que possible les lignes de niveaux topographiques. On peut envisager des ouvrages de cloisonnement perpendiculaire à la pente pour créer des systèmes en cascade à l'aide de cloisons. Chaque bassin ainsi créé entre deux cloisons peut être aménagé de façon à disposer d'un fond plat. La communication entre les bassins peut être assurée via une canalisation ou par surverse au-dessus des cloisons.

Le travail du sol et les techniques culturales

Il s'agit pour les collectivités de sensibiliser les agriculteurs sur certaines pratiques favorables :

- Privilégier et planter les cultures perpendiculairement à la pente afin de freiner l'apparition du ruissellement.
- Choisir des équipements adaptés tels que les pneus basse-pression ou les dents relevées de trace
- Rationaliser le travail dans la parcelle pour économiser la fréquence des passages des engins afin d'éviter la formation d'ornières
- Régler les semoirs, pour les cultures annuelles, pour éviter la formation de semis en creux favorisant la concentration des eaux

L'enherbement

Il s'agit de sensibiliser les agriculteurs à l'enherbement des inter-rangs des cultures pérennes (vignes, vergers) pour limiter le ruissellement des eaux pluviales. Cela consiste à maintenir et à entretenir un couvert végétal naturel ou semé entre les rangs. Cet enherbement peut être permanent ou pas, implanté tous les rangs ou non. L'enherbement peut aussi concerner les tournières autour des parcelles cultivées suivant les mêmes principes que pour les inter-rangs suivant le principe d'enherber l'ensemble des tournières d'une parcelle.



Photographie 1 : enherbement entre les rangs de vignes

Il peut également être envisagé par les collectivités et ou les agriculteurs de procéder à la végétalisation des talus de banquettes et des fossés. La végétation freine les écoulements, en réduisant la vitesse, les temps de circulation des eaux s'allongent permettant à une partie significative de l'eau de s'infiltrer.

La mise en place d'une couverture des inter-rangs par épandage d'écorce, de paille...a notamment pour objectif de protéger le sol de l'impact des gouttes de pluies et donc le risque de battance élevée.

L'entretien des haies et bosquets

Les différents maîtres d'ouvrages peuvent envisager un entretien des haies et des bosquets en privilégiant la période entre septembre et mars). Ces haies barrent physiquement les écoulements d'eau et favorisent l'infiltration des eaux. Ces haies et bosquets sont d'autant plus efficaces qu'ils sont associés à un talus de ceinture. Les haies peuvent être implantées en bordure de fossés en canalisant les eaux jusqu'au cours d'eau, soit perpendiculairement à la pente, soit en bas de pente ou au droit des ruptures de pente.

La création de banquettes

Il s'agit lorsque les parcelles sont très longues et que le ruissellement est important, d'installer en travers de la pente de petites terrasses. Ces banquettes sont implantées perpendiculairement à la pente principale suivant une contre pente de 2 à 3%.



Photographie 2 : versant en banquettes

Mise en place de chevets ou d'arrêt d'eau

Les arrêts d'eau consistent à permettre de détourner une partie des flux d'eau vers des zones tampons, des zones basses, des fossés capables de dissiper le ruissellement. Il s'agit le plus souvent de petits monticules de terre, de planches installées à l'amont des parcelles pour se protéger des écoulements venant des chemins ou des parcelles en amont. Cela implique pour être efficace que cet aménagement s'inscrive dans le cadre d'un plan d'ensemble pour ne pas aggraver les écoulements en aval.

Entretien des chemins d'exploitations, des chemins vicinaux en terre nue

On peut favorablement aménager des cheminements des abords des parcelles agricoles afin qu'ils ne soient pas un vecteur du ruissellement, en installant des dispositifs freinant les vitesses de l'eau et favorisant également l'infiltration. Sur ces différents chemins, les eaux les utilisent comme des axes préférentiels d'écoulement entraînant des érosions et favorisant le ruissellement rapide vers l'aval. L'entretien consisterait à réaliser des passages empierrés ou des pavages lâches, à la surface des chemins pour freiner les vitesses d'écoulement et faciliter l'infiltration.

On peut proposer également la création de relief oblique de type petit bourrelet, du chemin avec guidage des eaux vers un fossé, une zone basse, etc. ou bien la pose d'une demie buse avec grille sur la partie supérieure en travers du chemin avec guidage des eaux vers le fossé, la zone basse.

C.4.2.2 Les outils réglementaires : les servitudes d'utilités publiques

Les servitudes de passage en bord de ruisseau : Les collectivités peuvent prévoir, dans le cadre de l'élaboration du P.L.U., de réserver des servitudes de passage pour travaux de curage et d'entretien. L'emprise proposée est de 10 m minimum à partir de la berge du ruisseau. Cette servitude s'impose d'office dès lors que des travaux de restauration et d'entretien des cours d'eau non domaniaux ont été régulièrement décidés. Ces travaux doivent nécessairement faire l'objet d'une déclaration d'intérêt général, qui suffit à elle seule à instaurer la servitude de l'article 119 du code rural sur l'ensemble du linéaire concerné.

C.4.3. LES STRATEGIES DE GESTION DES EAUX PLUVIALES EN ZONES URBAINES OU URBANISABLES

C.4.3.1 Les stratégies de gestion des eaux pluviales à la parcelle

Il peut s'agir de techniques applicables à de petites surfaces, particulièrement adaptées aux parcelles. Ces techniques répondent au principe de maîtrise des eaux pluviales à la source. Elles trouvent leur intérêt dans le cadre de lotissements ou immeubles, où la multiplication des ouvrages permet de gérer l'ensemble des eaux pluviales de l'opération. Ces techniques s'appuient sur les principes de : stockage, réutilisation, infiltration, ralentissement et allongement du parcours de l'eau. Elles peuvent prendre des formes très variées : citernes, toitures stockantes, dépressions dans le sol, puits, surfaces drainantes

Les noues et fossés

Dans les zones urbaines ou à urbaniser, à faible pente, les noues permettent de stocker temporairement l'eau de pluie et de la restituer à faible débit vers le réseau ou vers un autre exutoire par l'intermédiaire de drains mis en place dans le fond de l'ouvrage (ou par infiltration en fonction de la nature des sols et de la position de la nappe). Elles ont l'avantage de s'intégrer facilement dans le paysage urbain.



Photographie 3 : fossé enherbé en bordure de voirie

Les tranchées drainantes ou d'infiltration

Les tranchées sont des ouvrages superficiels et linéaires remplis de matériaux poreux et capables de stocker temporairement les eaux pluviales. Les tranchées recueillent les eaux de ruissellement, écrètent les volumes et débits puis évacuent les eaux pluviales. L'évacuation des eaux se fait dans un exutoire (ex : réseau d'assainissement communal) dans le cas des tranchées de rétention ou dans le sol, dans le cas de tranchées par infiltration. Le fonctionnement est assuré par la collecte des eaux par ruissellement sur la surface ou par des drains, lesquels diffusent l'eau dans toute la

tranchée. Le stockage temporaire des eaux s'effectue directement dans la structure. L'évacuation des eaux stockées par restitution vers un exutoire avec débit limité (tranchée de rétention) ou restitution de l'eau dans le sol (tranchée d'infiltration).



Photographie 4 : tranchée d'infiltration

Les puits d'infiltration

Les puits d'infiltration ont pour fonction l'évacuation directe des eaux pluviales dans le sol. Ils drainent généralement des surfaces de l'ordre du millier de mètres carrés. Cette technique a l'avantage de pouvoir être appliquée notamment dans des zones de forte urbanisation où la couche de sol superficielle est peu perméable mais qui ont des capacités importantes d'infiltration dans les couches profondes.



Photographie 5 : un puits d'infiltration

Les tranchées de rétention/infiltration sont des ouvrages linéaires et superficiels (d'une profondeur généralement inférieure au mètre) qui peuvent recueillir les eaux de ruissellement de différentes manières et qui les évacuent ensuite soit directement par infiltration vers le sol profond, soit vers un exutoire (réseau, puits, etc.).

Les toits stockants

En ce qui concerne les toitures stockantes, elles consistent à ralentir le plus tôt possible le ruissellement grâce à un stockage temporaire de l'eau. Sur les toitures-terrasses, le volume de stockage est établi avec un parapet en pourtour de toiture. Les toitures peuvent être également végétalisées. Sur un toit pentu, des caissons peuvent être mis en place. La régulation de la vidange du stockage se fait au niveau du dispositif de vidange. Elle peut être améliorée par le matériau stockant : gravillon, terre végétale dans le cas de « toitures-jardin ».

Cette technique présente l'inconvénient d'être délicate à mettre en œuvre du fait de la surcharge sur le toit qui présente des risques pour la stabilité de la toiture.



Photographie 6 : un toit stockant

Les citernes

La citerne est équivalente à un bassin de rétention étanche. Elle peut être enterrée ou superficielle. Elle doit être équipée d'une trappe permettant le nettoyage et d'un régulateur de débit. Le matériau utilisé doit être inerte vis-à-vis de la pluie. Un ouvrage de décantation doit être mis en place en tête de la citerne. De nombreuses citernes préfabriquées existent sur le marché et offrent les deux potentialités suivantes :

- Retenir les eaux pluviales et permettre leur évacuation vers le réseau avec un débit régulier,
- Conserver un volume d'eau pluviale pour une utilisation personnelle jardin et habitat.

Les réservoirs enterrés

Le stockage peut s'effectuer dans des réservoirs enterrés, réalisés à partir d'éléments préfabriqués (buse béton, tuyaux en acier, ...) ou peut être construit sur place (bassin en béton). Ces ouvrages doivent être équipés d'un système de décantation, d'un dispositif de visite et d'entretien, ainsi que d'un régulateur de débit avant rejet au réseau ou au milieu naturel.

Les mesures diverses à l'intérieur de la parcelle

Certaines mesures peuvent être prises comme :

- Séparer les espaces verts des espaces imperméabilisés par une margelle de 0.10 à 0.15 m de hauteur : cette mesure permet d'éviter le rejet du ruissellement lié aux espaces verts vers le domaine public,
- Favoriser l'utilisation de matériaux perméables ou poreux pour les voies, zones de parking et cheminements internes à la parcelle : les pavés poreux présentent, par exemple les mêmes caractéristiques que les pavés traditionnels mais leur porosité (15 % minimum) offre une grande perméabilité (7.10^{-3} m/s minimum),
- La constitution d'allées en gravier peut de même constituer une alternative intéressante à une imperméabilisation totale.

C.4.3.2 Les stratégies de gestion des eaux pluviales à plus grande échelle

On peut également recensées plusieurs techniques applicables à l'échelle collective.

Le stockage en structure réservoir poreuse

Les structures réservoirs poreuses permettent un stockage temporaire de l'eau, avant infiltration ou rejet à débit régulé vers un exutoire. Les matériaux qui les constituent sont soit des matériaux poreux courants (graviers, granulats), soit des matériaux alvéolaires offrant une plus grande capacité de stockage. Elles sont mises en place sur des épaisseurs faibles mais sur des surfaces relativement importantes, généralement sous les terrasses et les voies d'accès à un garage.



On peut distinguer également les chaussées à structure réservoir qui permettent le stockage provisoire de l'eau dans le corps de la chaussée. L'injection de l'eau se fait soit par infiltration au travers d'un revêtement de surface drainant, soit par l'intermédiaire d'un système de drains. L'eau est évacuée par infiltration et/ou de manière régulée vers un exutoire. Totalement intégrée à l'aménagement, comme toute chaussée, elle supporte la circulation et le stationnement.

Photographie 7 : une chaussée à structure poreuse

Les bassins de rétention secs

Cette technique de stockage sera réservée à des projets de surface supérieure à 2500 m². Elle reste la solution la plus efficace et la plus sûre pour la compensation de l'imperméabilisation des projets de taille importante. Le débit de sortie est contrôlé assurant ainsi le rôle d'écrêtement des crues. Les bassins de rétention sont une des solutions les plus utilisées actuellement, ils supposent une concentration des eaux, soit par ruissellement, soit par écoulement en réseau : ces ouvrages doivent être rendus étanches avec un regard à débit régulé s en sortie de l'ouvrage.



Aujourd'hui, les bassins à ciel ouvert peuvent et doivent être conçus comme des espaces multi-usages, favorisant leur intégration dans le site et leur bon fonctionnement. En général, ils participent aisément à l'amélioration du cadre de vie : bassins d'agrément, espaces verts, terrains de jeux.

Photographie 8 : un bassin de rétention sec

C.4.3.3 Les outils réglementaires : les servitudes s'utilités publiques

Les servitudes pour les emplacements réservés : Les emplacements réservés concernent les projets de bassins de rétention ayant pour objectif le traitement des eaux pluviales des secteurs de développement urbain. Les volumes et emprises doivent être définis par des études hydrauliques spécifiques.

Table des illustrations

Figure 1: notion de bassin versant naturel et bassin versant intercepté par le projet	6
Figure 2: exemple de restitution cartographique	11
Figure 3: exemple de restitution de l'évaluation des écoulements sur voirie	12
Figure 4: schéma de présentation d'un cône	18
Figure 5: schéma de présentation d'un ravin	18
Figure 6: schéma de présentation d'un vallon en berceau évasé	18
Figure 7: schéma de principe d'organisation d'une plaine alluviale	18
Figure 8: l'occupation végétale du Gard	20
Figure 9 : les formations végétales du Gard	21
Figure 10 : les bassins versants élémentaires du Gard	21
Figure 11: les prédispositions à la perméabilité des sols (source : CeMOA-IRSETA- Cemagref)	22
Figure 12: les niveaux de battance (source : CeMOA-IRSETA- Cemagref)	23
Figure 13: les aléas érosion sur le département du Gard (source : GISSOL-INRA)	23
Figure 14: la géologie du département du Gard	24
Figure 15 : la lithologie du département du Gard	25
Figure 16: la déclinaison des pentes par seuil de 13% (source : CeMOA-IRSETA- CEMAGREF)	27
Figure 17: les surfaces drainées sur le département du Gard (source : EXZECO-CETE Méditerranée-CETMEF)	27
Figure 18: l'occupation agricole des sols du département du Gard (Source RGP 2012)	28
Figure 19: les territoires artificialisés du département du Gard (source : DREAL LR 2010)	29
Figure 20: les grandes unités géographiques du département du Gard	30
Figure 21: l'aptitude à la production du ruissellement à l'échelle cévenole (source : CeMOA-IRSETA- CEMAGREF)	31
Figure 22: l'aptitude au transfert du ruissellement à l'échelle cévenole (source : CeMOA-IRSETA- CEMAGREF)	31
Figure 23: l'aptitude à l'accumulation du ruissellement à l'échelle cévenole (source : CeMOA-IRSETA- CEMAGREF)	32
Figure 24 : exemple de restitution cartographique (source : Cereg Territoires)	45
Figure 25 : exemple de restitution cartographique (source : Cereg Territoires)	45
Figure 26 : exemple de restitution cartographique (source : Cereg Territoires)	46

Table des photographies

Photographie 1 : enherbement entre les rangs de vignes	48
Photographie 2 : versant en banquettes	48
Photographie 3 : fossé enherbée en bordure de voirie	49
Photographie 4: tranchée d'infiltration	49
Photographie 5 : un puits d'infiltration	50
Photographie 6 : un toit stockant	50
Photographie 7 : une chaussée à structure poreuse	51
Photographie 9 : un bassin de rétention sec	51

