



ETUDE HYDROGEOMORPHOLOGIQUE DU BASSIN VERSANT DU CALAVON



Rapport



Décembre 2007

Bureau d'études Spécialisé

H₂GEO Environnement

10-12 Bd Moulin Guieu
13 013 Marseille
Tel : 04 91 10 00 15 / Fax : 04 91 70 73 44

Maître d'Ouvrage

Direction Départementale de
l'Agriculture et de la Forêt de Vaucluse
Service Eau, Forêt, Environnement, Territoire
Cité Administrative – BP 51055
84099 Avignon Cedex 9
Tel : 04 90 16 21 10 / Fax : 04 90 27 05 88

SOMMAIRE

INTRODUCTION

7

1. LA METHODOLOGIE DE L'ETUDE..... 8

1.1. GENERALITES ET DEFINITIONS 8

1.1.1. L'ORGANISATION ET LA DYNAMIQUE DU BASSIN VERSANT 8

1.1.2. LES UNITES HYDROGEOMORPHOLOGIQUES..... 9

1.1.3. LES UNITES GEOMORPHOLOGIQUES ENCAISSANTES 14

1.1.4. L'INFLUENCE DES INFRASTRUCTURES ET DES OUVRAGES SUR LES ECOULEMENTS 15

1.2. LES DIFFERENTS ELEMENTS METHODOLOGIQUES..... 16

1.2.1. LA PHOTO-INTERPRETATION 16

1.2.2. L'ANALYSE DE TERRAIN PAR SECTEURS 16

1.2.3. LES ENQUETES DE TERRAIN..... 16

1.2.4. INTERETS ET LIMITES DE LA METHODE 17

1.3. LA NUMERISATION ET LA RESTITUTION CARTOGRAPHIQUE 18

2. LES CARACTERISTIQUES GENERALES DU BASSIN VERSANT DU CALAVON..... 20

2.1. CARACTERISTIQUES PHYSIQUES..... 20

2.2. LE CONTEXTE GEOLOGIQUE ET GEOMORPHOLOGIQUE 22

2.3. LE CLIMAT..... 23

2.3.1. LE CLIMAT A L'ECHELLE REGIONALE 23

2.3.2. LES STATIONS DE MESURE..... 24

3. LE FONCTIONNEMENT HYDROLOGIQUE ET HYDRODYNAMIQUE DES BASSINS

..... 26

3.1. LE BASSIN-VERSANT HYDROGEOLOGIQUE 26

3.1.1. LES PRINCIPAUX AQUIFERES 26

3.1.2. GEOLOGIE, COEFFICIENT DE RUISSELLEMENT ET FORMATION DES CRUES 27

3.2. L'OCCUPATION DES SOLS ET LES USAGES DE L'EAU 28

3.2.1. ACTIVITES ET USAGE DE L'EAU 28

3.2.2. REPARTITION DE LA VEGETATION ET ESPACES NATURELS 29

3.3. LES DEBITS SUR LE BASSIN..... 31

3.3.1. PRESENTATION DES STATIONS 31

3.3.2. REGIME HYDROLOGIQUE..... 32

3.4. LES CRUES..... 33

3.4.1. INVENTAIRE DES CRUES 33

3.4.2. DESCRIPTION DE QUELQUES CRUES EXCEPTIONNELLES 34

4. LE COMMENTAIRE DES CARTES PAR COURS D'EAU 38

4.1. LE CALAVON ET SES AFFLUENTS SECONDAIRES 38

4.2. L'AIGUEBELLE – L'ENCREME 53

4.3. LA BUYE 54

4.4. LA DOA 54

4.5. LA RIAILLE D'APT 55

4.6. L'URBANE..... 56

4.7. LA RIAILLE	57
4.8. L'IMERGUE	58
4.9. LE REAL.....	60
4.10. LA SENANCOLE	61

Table des figures

Figure 1 - Organisation du bassin versant - schéma du système fluvial (d'après Schumm 1977, montrant la méthode d'ordination de Strahler (1952) in Hydrosystèmes fluviaux, C. Amoros, G.E. Petts, 1993).	9
Figure 2 - Limites hydro-géomorphologiques des champs d'inondation (source : MASSON ET AL.,1996).	11
Figure 3 - Schéma des unités géomorphologiques cartographiées. V : versant, C : colluvions, T : terrasse, CD : cône de déjection, L1 : lit mineur, L2 : lit moyen, L3 : lit majeur, L4 : lit majeur exceptionnel, a :axe d'écoulement en crue, b : talus polygéniques, c : bras de décharge fluviale. Source H2GEO	14
Figure 4 - Schéma d'une sur-côte	15
Figure 5 - Les principaux affluents du Calavon et leur sous bassin versant	21
Figure 7 – Schéma géologique et structural du Luberon	23
Figure 8 – Carte climatologique du bassin versant du Calavon. (carte des précipitations, carte des températures, diagrammes ombrothermiques) source : Météo France, PNR Luberon.	24
Figure 9 - Carte hydrogéologique du Lubéron (source : Agence de l'eau RMC)	27
Figure 10 - Occupation du sol et répartition de la végétation sur le bassin du Calavon (source : Observatoire de la Forêt Méditerranéenne).	29
Figure 11 - Carte de localisation des stations hydrométriques sur le bassin versant.	31
Figure 12 - Débits mensuels moyens du Calavon à Saint Martin de Castillon,	32

Table des tableaux

Tableau 1 - Caractéristiques du Calavon et de ses principaux affluents.	21
Tableau 2 - Liste des stations pluviométriques Meteo-France sur le bassin du Calavon. J : mesures journalières. H : mesures horaires.	25
Tableau 3 - Classification des formations géologiques en fonction de leur comportement hydrogéologique	28
Tableau 4 - Débits instantanés maximaux et journaliers moyens du Calavon à Saint Martin de Castillon, période 1964 - 2004 (source: banque HYDRO)	33
Tableau 5: Cumul de pluies (en mm) sur 24 h de 7h00 à 7h00 le 1er et le 2 décembre 2003. source : Météo-France / Centre départemental de Carpentras-Serres	36

Bibliographie

- Aménagement de la traversée de la commune de Cavaillon par le Coulon, étude de définition. Zones inondables du Calavon/Coulon sur les communes de Cavaillon et Robion – après aménagement, synthèse de l'aléa, SIEE PACA, sept 1995
- Aménagement de la traversée de la commune de Cavaillon par le Coulon, étude de définition. Zones inondables du Calavon/Coulon sur les communes de Cavaillon et Robion – après aménagement, isoprofondeurs et vitesses d'écoulement, SIEE PACA, sept 1995
- Aménagement de la traversée de la commune de Cavaillon par le Coulon, étude de définition. Zones inondables du Calavon/Coulon sur les communes de Cavaillon et Robion – après aménagement, isohypses de l'eau et vitesses d'écoulement, SIEE PACA, sept 1995
- Aménagement de la traversée de la commune de Cavaillon par le Coulon, étude de définition. Zones inondables du Calavon/Coulon sur les communes de Cavaillon et Robion, pièces graphiques isohypses de l'eau et vitesses d'écoulement, SIEE PACA, juin 1995
- Cartographie hydrogéomorphologique des zones inondables du Calavon et de ses affluents principaux, secteur 1 le Calavon de Banon au pont des Fringants, rapport, SIEE PACA, avril 1997
- Cartographie hydrogéomorphologique des zones inondables du Calavon et de ses affluents principaux, secteur 1 le Calavon de Banon au pont des Fringants, pièces graphiques, SIEE PACA, avril 1997
- Cartographie hydrogéomorphologique des zones inondables du Calavon et de ses affluents principaux, secteur 2 le Calavon de la confluence de l'Urbane au pont de l'ancienne voie ferrée, rapport, SIEE PACA, avril 1997
- Cartographie hydrogéomorphologique des zones inondables du Calavon et de ses affluents principaux, secteur 2 le Calavon de la confluence de l'Urbane au pont de la voie ferrée, pièces graphiques, SIEE PACA, avril 1997
- Cartographie hydrogéomorphologique des zones inondables du Calavon et de ses affluents principaux, secteur 3 l'Encrême, la Doa, la Riaille, l'Urbane, l'Imergue et la Sénancole, rapport, SIEE PACA, mai 1997
- Cartographie des zones inondées par la crue des 6 et 7 janvier 1994 et de ses affluents principaux, secteur 3 l'Encrême, la Doa, la Riaille, l'Urbane, l'Imergue et la Sénancole, rapport, PNRL, 1994
- Cartographie des zones inondables de la Riaille entre le plan d'eau et le Calavon, SIEE PACA, juin 2000
- Crue du 07/01/1994, risque pluvial et crues du Calavon, CETE 1994
- Délimitation des zones inondables du Calavon sur les communes de Caseneuve, Saignon, Apt, pièces graphiques, SIEE PACA, mai 1995
- Délimitation des zones inondables du Calavon sur les communes de Caseneuve, Saignon, Apt, Robion, et Cavaillon, mémoire, SIEE PACA, mai 1995
- Délimitation des zones inondables du Calavon sur les communes de Caseneuve, Saignon, Apt, Robion et Cavaillon, annexes, SIEE PACA, août 1995

- Délimitation des zones inondables du Calavon sur les communes de Caseneuve, Saignon, Apt, Robion et Cavaillon, étude de définition, SIEE PACA, août, 1995
- Délimitation des zones inondables du Calavon sur les communes de Caseneuve, Saignon, Apt, Robion et Cavaillon, cahier topographique, SIEE PACA, août, 1995
- Délimitation des zones inondables du Calavon/Coulon sur les communes de Cavaillon et Robion, pièces graphiques : synthèse de l'aléa, SIEE PACA, mai 1995
- Etude préalable au risque pluvial, risque pluvial et crues du Calavon, CETE, 1992
- Inventaires des repères de crue, CERIC, mai 1976
- La crue du 07 janvier 1994 sur le Calavon, expertise hydraulique, INPG Entreprise Lefort, avril 1994
- Mémoire des crues de 1994 et 2003, PNRL, fev 2004
- Mise hors d'eau d'un terrain en bordure de l'Urbane, SIEE PACA, juil 1999
- SAGE du Calavon, PNRL, 2001
- Parc Naturel Régional du Luberon – Révision de la Charte « Objectif 2007 » - Diagnostic du territoire –Mars 2007

INTRODUCTION

Dans le cadre de ses missions relatives aux risques naturels, et en particulier dans le cadre de l'élaboration du Plan de Prévention des Risques du Calavon, la Direction Départementale de l'Agriculture et des forêts du Vaucluse a programmé la réalisation d'un atlas des zones inondables sur le bassin versant du Calavon dans les limites départementales du Vaucluse (et de quelques communes des Alpes de Haute Provence limitrophes du département), par la méthode d'hydrogéomorphologie.

Le **Calavon** (surnommé ainsi en raison de ses brusques colères qui inondaient la vallée) est un affluent en rive droite de la Durance. Il change de nom pour devenir Coulon en arrivant dans la plaine du Comtat, dans le village des Beaumettes. Dans le reste du document, pour des raisons de simplification c'est le nom Calavon qui est retenu pour désigner la rivière, que ce soit dans sa partie amont ou aval.

L'atlas couvre le territoire des communes de : Apt, Beaumettes, Bonnieux, Cabrières d'Avignon, Caseneuve, Castellet, Caumont-sur-Durance, Cavaillon, Céreste, Chateauneuf-de-Gadagne, Gargas, Gignac, Gordes, Goult, Jocas, Lacoste, Lagnes, le Thor, les Taillades, Lioux, l'Isle sur la Sorgues, Maubec, Ménerbes, Murs, Oppède, Oppédette, Robion, Roussillon, Rustrel, Saignon, Simiane la Rotonde, St Martin de Castillon, St Pantaleon, St Saturnin les Apt, Viens, Villars.

La méthode utilisée fait appel à l'analyse géomorphologique des milieux alluviaux et à l'analyse hydrologique des données relatives aux crues historiques.

Cet atlas a pour objectifs :

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

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

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

Cet atlas s'inscrit dans le contexte réglementaire relatif :

⇒ à la prévention des inondations et la gestion des zones inondables (circulaire du 24 janvier 1994 et circulaire interministérielle du 21 janvier 2004 relative à la « maîtrise de l'urbanisme et adaptation des constructions en zone inondable »),

⇒ au renforcement de la protection de l'environnement (Loi du 2 février 1995), instituant les Plans de Prévention des Risques d'inondation (P.P.R.I) et Loi sur l'Eau du 2 janvier 1992 (articles L110-1 et L562-1 à 8 du Code de l'Environnement - partie législative), complétés par la Loi n°2003-699 du 30 juillet 2003, relative à la prévention des risques technologiques et naturels et à la réparation des dommages et ses décrets d'application.

⇒ à la Loi de Solidarité et Renouvellement Urbain du 13 décembre 2000, instituant les Schémas de Cohérence Territoriaux (S.C.T.) et les Plans Locaux d'Urbanisme (P.L.U.).

1. LA METHODOLOGIE DE L'ETUDE

1.1. GENERALITES ET DEFINITIONS

1.1.1. L'organisation et la dynamique du bassin versant

Le bassin versant ou bassin hydrographique est l'ensemble d'un territoire drainé par un réseau hydrographique délimité par une ligne de partage des eaux. Le bassin versant d'un cours d'eau principal est constitué de la somme des bassins versants de chaque affluent. Ce réseau concentre la fourniture d'eau et de matériaux sédimentaires depuis les versants jusqu'au cours d'eau principal et de l'amont vers l'aval. Les écoulements s'organisent comme le montre la figure 1. Les écoulements dits de rang 1 confluent pour donner naissance aux écoulements dits de rang 2 qui forment les cours d'eau de rang 3 à leur tour les cours d'eau de rang 4.... Les écoulements torrentiels de rang 1 et 2 se forment sur les versants de tête de bassin. C'est là que les pentes sont les plus fortes. Ils sont cartographiés dans l'atlas par des lignes de chevrons bleue. Le bassin versant est étagé en trois zones de fonctionnement distinctes relatives à l'évolution des crues et au transport sédimentaire qui sont la zone de production, la zone de transfert et la zone de stockage (Fig.1). Cet étagement appliqué à la globalité du bassin versant est reproductible à l'échelle locale, si bien que la dynamique générale du linéaire sera compartimentée en petits tronçons de stockage, de transfert et des zones locales de production (Fig.3). A l'échelle du bassin versant, la zone de production se trouve à la tête du bassin, sur les pentes des versants et dans les étroites vallées perchées. Cette partie du bassin versant est appelée zone de production car c'est là que se forment les crues et la majeure partie des entrées de matériel sédimentaire. C'est aussi la partie du bassin où les ruissellements sont les plus diffus et où surgit la majeure partie des sources. Ces ruissellements vont former des axes d'écoulements en se concentrant. Les ruissellements de versant entraînent dans leur descente de la matière solide répartie sur les sols, (sables et débris de roche) qui se retrouve dans le lit des cours d'eau et qui transite jusqu'à l'aval. Les galets présents dans les lits proviennent des versants rocheux qui surplombent les ruisseaux ou par reprise de dépôts sédimentaires plus anciens. On appelle cette charge solide présente dans les lits des rivières, **charge sédimentaire** ou **alluvionnaire**.

Les modalités du transport sédimentaire dépendent de variables multiples et complexes internes au lit qui conditionnent la capacité du cours d'eau à mobiliser sa charge de fond. Les plus petites particules (sables, graviers) sont transportées régulièrement tout au long de l'année hydrologique par suspension ou par roulement. Les alluvions de grosse taille (galets) sont mobilisées par les crues.

A l'échelle des temps géologiques, les réseaux hydrographiques se sont encaissés et ont façonné leur lit selon la nature des roches sur lesquelles ils s'écoulent. Les tronçons en gorges ou les vallées resserrées sont des zones de transfert des crues et des alluvions entre deux zones de stockage. Leur étroitesse empêche les crues de s'étendre et concentre l'énergie du cours d'eau. Les crues ne font que transiter dans ces tronçons entraînant avec elles d'importants volumes de matériel sédimentaire. Les crues vont occuper l'ensemble du lit majeur, beaucoup plus large où la pente est plus douce des zones de stockage. L'énergie des cours d'eau se disperse avec l'épandage des eaux provoquant ainsi le dépôt de la charge sédimentaire. Elle sera re-mobilisée progressivement par érosion dans le lit mineur ou lors de crues morphogènes.

Le fonctionnement du bassin versant dépend de paramètres multiples comme nous le présenterons par la suite. Les principaux sont l'occupation du sol, la disposition des reliefs et la nature géologique des terrains.

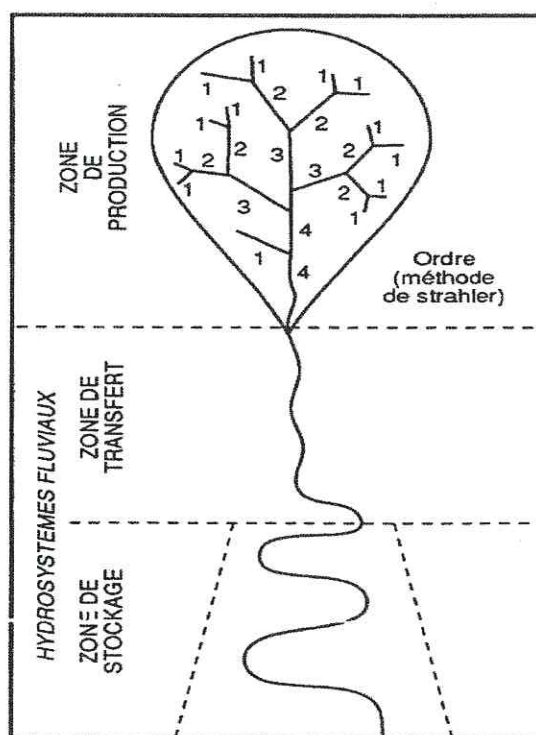


Figure 1 - Organisation du bassin versant - schéma du système fluvial (d'après Schumm 1977, montrant la méthode d'ordination de Strahler (1952) in Hydrosystèmes fluviaux, C. Amoros, G.E. Petts, 1993).

1.1.2. Les unités hydrogéomorphologiques

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

L'approche hydrogéomorphologique, développée par M. Masson du C.E.T.E. Méditerranée¹ nécessite une bonne connaissance de la dynamique fluviale (écoulements dans la plaine alluviale au sein du lit mineur, du lit moyen et du lit majeur) et de l'évolution morphologique des rivières. Elle aboutit à une définition plus précise des zones inondables dont la restitution cartographique s'avère être un outil essentiel non seulement pour la prévention des risques liés aux inondations, mais aussi pour la gestion, la planification et l'aménagement des hydrosystèmes ainsi que pour la programmation d'interventions ultérieures. Elle s'appuie sur la photo-interprétation et sur un minutieux travail de terrain (analyse et enquêtes de terrain), parfois complété par des analyses sédimentologiques en laboratoire.

¹ Ministère de l'Équipement, des Transports et du Tourisme – Direction de l'Architecture et de l'Urbanisme – 1996 – « Cartographie des zones inondables. Approche hydrogéomorphologique », Ministère de l'Environnement. Editions Villes et Territoires.

Trois unités géomorphologiques de la plaine alluviale sont identifiées selon leur morphologie, leur sédimentologie et leur occupation du sol. Elles correspondent à des dynamiques fluviales impliquant différentes périodes de retour ainsi que des vitesses et des hauteurs d'eau étagées. Ces trois unités s'emboîtent et sont individualisées par des talus plus ou moins marqués dont la hauteur témoigne des régimes hydrologiques et de la dynamique des cours d'eau. Ils seront cartographiés dans l'atlas par trois figurés différents selon leur hauteur et leur netteté. La limite de la plaine alluviale fonctionnelle (zone inondable) sera marquée d'une ligne continue bleue quand les dispositions topographiques ne permettent pas d'incertitude et par des traits discontinus bleus quand l'étendue des inondations se perd sur des pentes douces ou des reliefs aux formes hydrogéomorphologiques peu marquées. Une quatrième unité hydrogéomorphologique est prise en compte dans l'atlas, il s'agit des cônes de déjection.

Le **lit mineur** représenté dans l'atlas par un polygone transparent ou par une ligne continue blanche quand il est trop étroit, est la partie la plus basse de la plaine alluviale. Il s'étend entre les berges empruntées habituellement par le cours d'eau. Il est lui même souvent marqué par un chenal d'étiage qui suffit à l'écoulement lors période de basses eaux. Son tracé peut être rectiligne, former des méandres plus ou moins longs ou s'étaler en chenaux anastomosés. C'est par le lit mineur que transite la charge sédimentaire la plus grossière. On y trouve des galets, des graviers et des sables en secteur de plaine, des blocs décimétriques sont transportés sur les linéaires torrentiels lors des épisodes de crue. Quand la couverture alluviale du fond du lit n'est pas uniforme mais que les volumes en transit se présentent sous forme de bancs, on parle d'**atterrissements**. Ces bancs sont mobiles, ils se déplacent au gré des crues successives.

Les berges du lit mineur si elles ne sont pas stabilisées peuvent faire l'objet d'une érosion soutenue et fournir du matériel supplémentaire au cours d'eau. **L'érosion des berges** aussi appelée « érosion latérale » est le processus qui permet la migration latérale du lit mineur en recoupant ces méandres au sein du lit moyen. Ce phénomène définit la stabilité du cours d'eau et son recensement permet de localiser les secteurs les plus actifs et donc les moins stables. L'érosion de berge peut provoquer la déstabilisation et l'effondrement de pans de versant ou de terrasse quand le lit mineur est en contact direct avec ceux-ci et qu'il vient « saper » leur base. Elle peut aussi être responsable de la déstabilisation d'ouvrages et d'infrastructures.

Le lit mineur est généralement totalement dépourvu de végétation, mais elle peut cependant venir coloniser spontanément les berges sous forme herbacée ou arbustive.

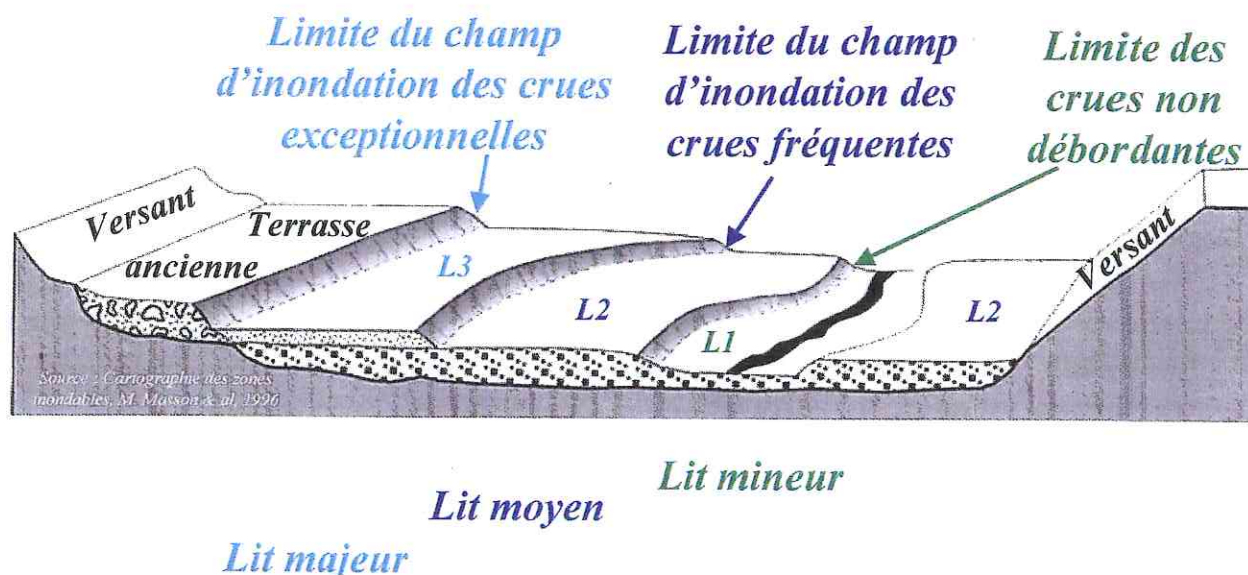


Figure 2 - Limites hydro-géomorphologiques des champs d'inondation (source : MASSON ET AL., 1996).

Le **lit moyen** encadre le lit mineur. Il coïncide avec l'espace occupé par les crues fréquentes (de période retour inférieure à 10 ans), il est donc régulièrement occupé par les hautes eaux. Il sert d'espace de divagation pour le lit mineur. La surface du lit moyen est très irrégulière et porte parfois des traces nettes d'anciens méandres qui sont inondés prioritairement lors des crues et servent ainsi de **bras de décharge**. Cette forme hydrogéomorphologique se présente sous la forme d'un chenal asséché plus ou moins large et profond, généralement surélevé par rapport au plancher du lit mineur. Des matériaux assez grossiers de type galet ou gravier accompagnent les dépôts sablo-limoneux et sont déposés et remaniés lors des crues. On les retrouve disposés en bancs irréguliers parfois colonisés par la végétation. La végétation hygrophile est souvent très dense dans les lits moyens des cours d'eau. Son développement est étroitement lié à la fréquence et à l'intensité des crues. Elle se présente parfois sous forme de forêt rivulaire, aussi appelée **ripisylve**. Un lit moyen colonisé par la ripisylve témoigne d'une dynamique relativement faible. Outre leurs fonctions écologiques majeures, les forêts rivulaires limitent la migration latérale du lit mineur en renforçant les berges. Elles témoignent également par leur vigueur du niveau de la nappe phréatique.

Le **lit majeur** est un espace alluvial progressivement façonné par le cours d'eau. Cette zone correspond à l'emprise totale du champ d'expansion naturel des crues rares et exceptionnelles de fréquence décennale à centennale et au-delà. Sa morphologie est plus régulière. La sédimentation des particules en suspension en fin de crue aboutit à la création d'une surface grossièrement sub-horizontale en profil transversal et légèrement inclinée de l'amont vers l'aval. Des formes très peu marquées témoignent d'une dynamique hydrogéomorphologique active dont les processus morphogéniques s'étalent sur le long terme. Les **axes d'écoulement en crue** qui correspondent aux trajectoires empruntées par les courants les plus forts qui circulent sur les plaines de lit majeur sont parfois matérialisés par de vagues dépressions longitudinales creusées par les vitesses d'écoulement élevées des lames d'eau qui court-circuitent les méandres.

Dans certains cas, la présence de petits talus plus ou moins nets et discontinus au sein du lit majeur peut entraîner des confusions dans la détermination de l'étendue de la plaine alluviale fonctionnelle. Ces talus ne représentent pas la limite supérieure du lit majeur ni le rebord d'une

terrasse alluviale, mais sont les témoins du façonnement historique de la plaine et de la migration latérale du cours d'eau qui se traduit par la présence d'anciens fragments de lobes de méandres inclinés qu'on appelle « terrasses polygéniques » (M.Derruau, Précis de géomorphologie, 1988). Les terrains les plus élevés du lit majeur sont définis comme « **lit majeur exceptionnel** ». Le talus d'une terrasse ancienne, un pied de versant ou des dépôts de colluvions marque la limite du champ d'inondation maximal consécutif aux crues rares et exceptionnelles.

Les comparaisons avec les modélisations hydrauliques et les données de crues historiques tendent à montrer que les crues qualifiées de centennales ne concernent qu'une partie du lit majeur. Bien qu'étant une surface quasiment plane d'épandage des crues, le lit majeur peut être le théâtre de manifestations hydrogéomorphologiques violentes lors des épisodes hydrologiques exceptionnels. Ces manifestations dites catastrophiques peuvent se produire sur l'espace le plus proche du lit moyen. Les jets de rive sont des projections de matériel sédimentaire (parfois des galets) qui peuvent s'étendre sur plusieurs dizaines de mètres.



photo 1 : exemple de jets de rive (source : site internet de la DIREN LR)

Toujours en contexte d'inondation exceptionnelle, les eaux de débordement en lit majeur peuvent provoquer des surcreusements plus ou moins profonds. Des surcreusements de plusieurs mètres de profondeur ont été observés par exemple sur le bassin versant des Gardons dans le département du Gard lors de la crue catastrophique de septembre 2002.



photo 2 : exemple de surcreusement (source : site internet DIREN Languedoc Roussillon)

Les **cônes de déjection** appartiennent à la quatrième unité hydrogéomorphologique cartographiée qui ne répond pas de la dynamique fluviale mais de dynamiques torrentielles à leur arrivée dans la plaine alluviale. Cette forme de relief située au débouché des principaux torrents est une forme héritée de l'accumulation sédimentaire. La pente longitudinale du lit du torrent est brusquement diminuée à son arrivée dans la plaine alluviale. Il perd l'énergie nécessaire au transport de sa charge sédimentaire qui se dépose en éventail sur la plaine alluviale du cours d'eau principal. Le sommet de l'éventail se situe à l'exutoire du torrent. A force d'accumulation, la surface du cône de déjection se trouve surélevée par rapport à la plaine alluviale et s'ajuste pour trouver un profil d'équilibre depuis le versant jusqu'à la rivière collectrice pour que la charge sédimentaire du torrent puisse être acheminée jusqu'à la rivière. Lors des crues, les eaux de ruissellements vont s'étaler depuis l'exutoire du torrent jusqu'à la base du cône. Toute la surface du cône est donc potentiellement inondable puisque lors des crues, le torrent sorti de son lit est totalement libre. Les inondations se font généralement sous forme d'axes d'écoulement diffus au ruissellement rapide. Les cônes de déjection doivent faire l'objet d'études spécifiques pour savoir s'ils sont toujours fonctionnels ou s'ils sont stabilisés en analysant les modalités du transport sédimentaire ainsi qu'en intégrant des études hydrauliques.

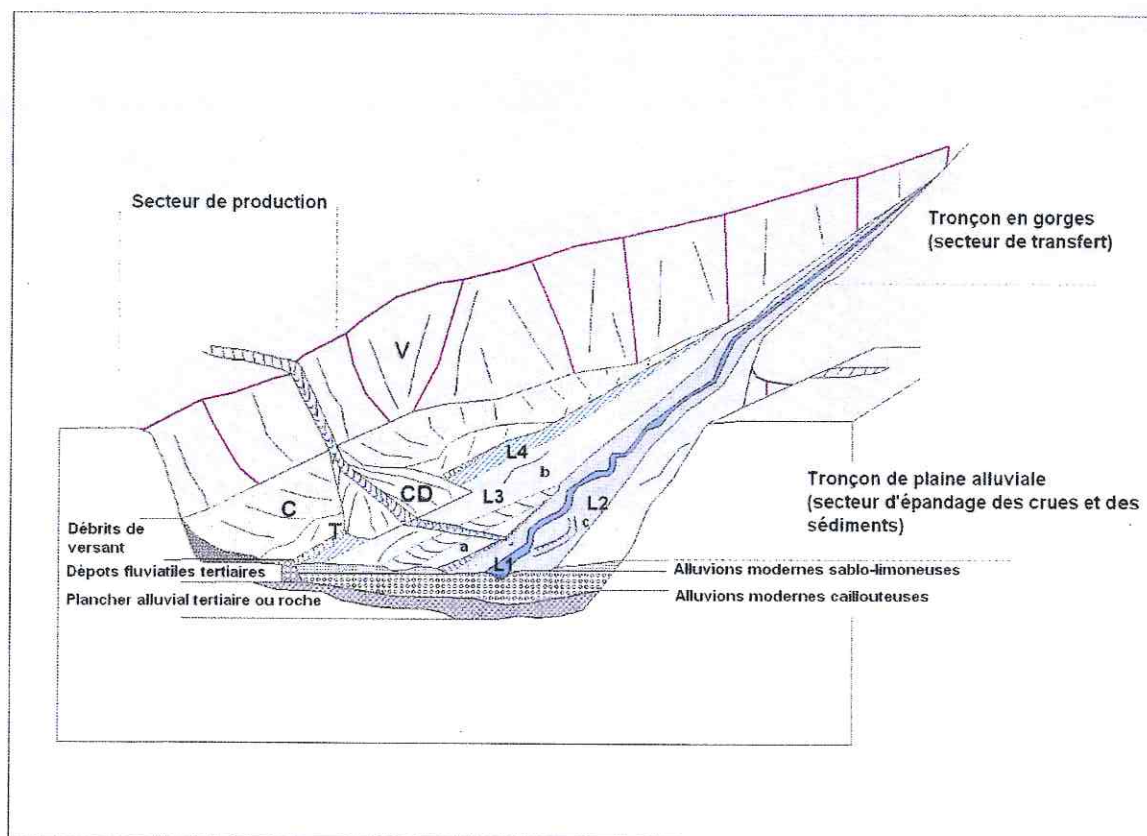


Figure 3 - Schéma des unités géomorphologiques cartographiées. V : versant, C : colluvions, T : terrasse, CD : cône de déjection, L1 : lit mineur, L2 : lit moyen, L3 : lit majeur, L4 : lit majeur exceptionnel, a : axe d'écoulement en crue, b : talus polygéniques, c : bras de décharge fluviatile. Source H2GEO

1.1.3. Les unités géomorphologiques encaissantes

Les plaines alluviales sont encaissées dans un relief structurant. Selon les tronçons, le lit majeur sera en contact direct avec le versant comme par exemple en contexte de gorges ou sera dominé par des reliefs de transition qui sont des dépôts issus soit de l'érosion des versants (**colluvions**) soit de régimes fluviaux révolus (**terrasses**). Ces deux unités peuvent être confondues car leur surface est souvent plane et leur différenciation doit parfois se faire par l'analyse de la forme des débris qui les composent. Les débris colluviaux les plus grossiers (cailloux) ont été transportés sur de faibles distances (hauteur de la pente du versant) et n'ont ainsi subi qu'une très faible corrosion. Au contraire, le matériel alluvial a été transporté par le fleuve sur de longues distances et a subi une corrosion importante qui a profondément arrondi les particules. On peut aussi différencier les colluvions par la légère inclinaison des formations qu'ils constituent. Les terrains colluviaux sont inclinés dans l'axe du versant généralement perpendiculairement à la plaine alluviale alors que les terrasses ont une inclinaison parallèle au sens des écoulements fluviaux puisqu'elles représentent le plancher de la plaine alluviale du cours d'eau à la période géologique du Würm pour les plus récentes. Le Würm correspond à la dernière glaciation de l'ère Quaternaire en Europe occidentale, période à laquelle les crues étaient plus fréquentes et où la fourniture sédimentaire était plus volumineuse. Les lits des rivières se sont exhaussés et la plaine alluviale s'est élargi. À la fin de cette période, le climat s'est réchauffé et la forêt tempérée a colonisé les versants (C.AMOROS et G.E.PETTS, 1993), ce qui a

contribué à les stabiliser et à réduire les entrées sédimentaires des versants aux lits. Les cours d'eau se sont incisés progressivement en évacuant la charge sédimentaire mobilisable par les plus fortes crues actuelles et le matériel sédimentaire de la plaine alluviale würmienne s'est retrouvé perché, édifié en terrasse. Ces terrains relevant de périodes climatiques révolues peuvent être inondables exceptionnellement en écoulements naturels lorsque la pente moyenne des terrasses de l'amont vers l'aval est supérieur à la pente actuelle du lit du cours d'eau. Les perturbations anthropiques peuvent aussi causer leur inondation.

1.1.4.L'influence des infrastructures et des ouvrages sur les écoulements

Les plaines alluviales ont été traditionnellement travaillées et modifiées par l'homme. La pression démographique dans certaines vallées s'est traduite par des équipements pouvant perturber les écoulements. L'atlas recense tous les ouvrages et les constructions placées en lit majeur. Parmi les éléments les plus perturbateurs de la dynamique des crues se trouvent les remblais d'infrastructures construits perpendiculairement à l'axe des écoulements. Ils s'étendent généralement d'un côté de la vallée à l'autre, laissant à la rivière la largeur des ouvrages construits. Ils créent un véritable barrage aux flux liquides et solides sur le lit majeur. L'eau retenue ne pouvant plus s'écouler librement, s'accumule à l'amont de l'ouvrage et provoque ce que l'on appelle une surélévation ou **sur-côte** du niveau de l'eau pouvant entraîner des débordements hors des limites hydrogéomorphologiques. L'étendue de ces débordements ne peut être calculée que par des modélisations hydrauliques.

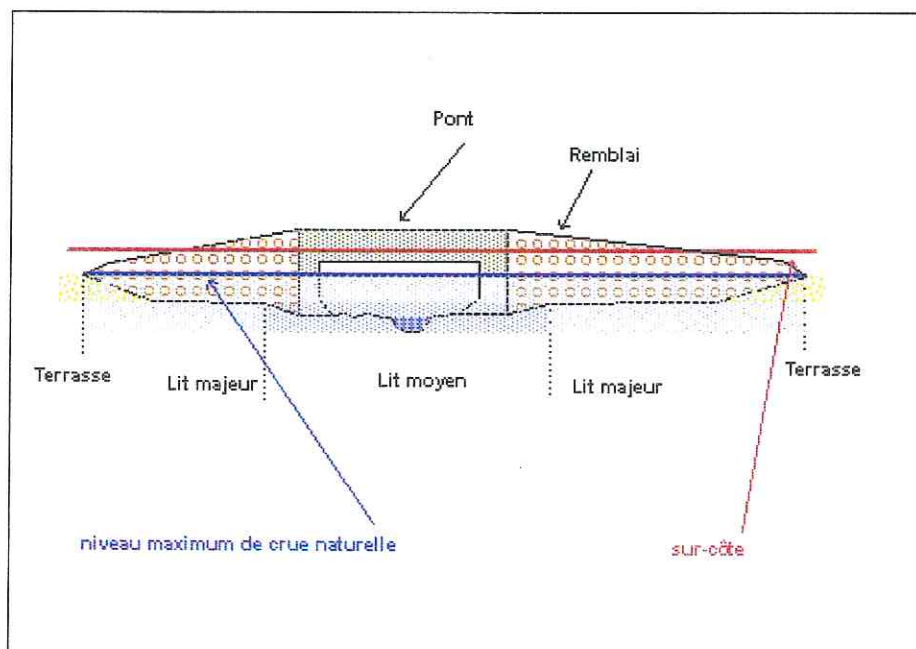


Figure 4 - Schéma d'une sur-côte

1.2. LES DIFFERENTS ELEMENTS METHODOLOGIQUES

1.2.1. La photo-interprétation

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

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

⇒ Les Scan 25 de l'I.G.N., fonds topographiques au 1/25 000 numérisés et géoréférencés, agrandis au 1/10 000.

⇒ Les photographies aériennes. Dans le cadre de cette étude, la mission photographique aérienne verticale retenue est celle réalisée par l'Inventaire Forestier National en 2002. Il s'agit de photographies réalisées en Infra-Rouge rendues en fausse couleur (IRC), ce qui permet ainsi de bien distinguer la végétation. Elles sont à une échelle approximative de 1/20 000, avec un recouvrement de 60% entre deux photographies successives et de 20% en latéral, afin d'appliquer le procédé stéréoscopique.

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

1.2.2. L'analyse de terrain par secteurs

L'analyse de terrain systématique vient compléter le travail de photo-interprétation. Dans certains secteurs où il subsiste des incertitudes d'identification des différents éléments de référence (limites des lits d'expansion de crue, talus, bourrelets de berge,...) liées à l'inadéquation de l'échelle des photos qui ne permet pas toujours de discerner certaines formes de reliefs trop peu marquées ou dissimulées par la végétation, il convient de réaliser des profils morpho-topographiques en travers des cours d'eau, associés à des prélèvements sédimentaires.

1.2.3. Les enquêtes de terrain

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

d'actualiser la base de données relative aux caractéristiques hydrauliques, hydrologiques, hydrogéomorphologiques du bassin versant du Calavon.

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

1.2.4. Intérêts et limites de la méthode

La méthode hydrogéomorphologique permet de réaliser un diagnostic de l'aléa inondation dans sa dimension spatiale par la reconnaissance des formes et des processus qui fondent les différentes unités qui composent la plaine alluviale fonctionnelle. Cette reconnaissance conjuguée à la compréhension de la dynamique fluviale permet de définir localement le comportement du cours d'eau en crue, précisant les axes d'écoulement en crue, les secteurs de transfert ou d'épandage des crues qui connaissent des fonctionnements hydrauliques propres. L'étagement des différentes unités hydrogéomorphologiques, du lit mineur au lit majeur exceptionnel nous donne une idée non exhaustive de l'étagement des vitesses et des hauteurs d'eau décroissantes du lit mineur aux rebords de la plaine alluviale. Les modélisations hydrauliques viennent quantifier le degré d'aléa. Le recensement des zones d'érosion et de sédimentation permet d'établir un diagnostic de la dynamique du cours d'eau et de définir des tronçons particulièrement sensibles et évolutifs. Elle intègre la réflexion globale aujourd'hui unanimement reconnue comme étant la seule à mettre en œuvre. La combinaison d'une carte hydrogéomorphologique avec les éléments de l'occupation du sol permet alors de choisir et de hiérarchiser les secteurs présentant un réel intérêt pour des études ponctuelles précises de risques d'inondation. La combinaison de la méthode hydrogéomorphologique avec l'interprétation quantitative résultant de modélisations hydrauliques conduit à la définition de points singuliers ou de points noirs, facilitant ainsi le choix des profils les plus représentatifs.

La méthode hydrogéomorphologique présente cependant des limites notamment :

- ➤ dans les secteurs de gorges où les formations alluviales sont absentes,
- dans les zones où le colluvionnement important masque les limites hydrogéomorphologiques,
- dans les zones urbanisées où la micro-topographie a été modifiée,
- dans les secteurs où le contact lit moyen / pied de versant est franc,
- dans les secteurs à topographie plane, et complètement réaménagés par l'homme au cours du temps, comme c'est le cas pour la partie aval du bassin du Calavon. Il s'agit d'une vaste plaine d'inondation, qui a été endiguée et irriguée pour la rendre cultivable, et où s'épanchent à la fois les crues du Calavon, celles de la Durance au Sud de la zone, et celles des Sorgues au Nord. Les limites entre ces différentes plaines d'inondations ne sont pas franches.

Dans ces cas, il est difficile de distinguer les différentes limites de crues.

Lors d'une analyse hydrogéomorphologique, il est également nécessaire de bien différencier les informations liées au fonctionnement "naturel" du milieu alluvial et celles qui découlent des actions anthropiques et qui peuvent modifier le comportement d'un cours d'eau en crue. Des analyses

diachroniques (études de photos aériennes avant et après un aménagement, ou comparaison avec des documents d'archives) peuvent cependant permettre de définir l'origine naturelle ou anthropique des dysfonctionnements.

1.3. LA NUMERISATION ET LA RESTITUTION CARTOGRAPHIQUE

Les cartes des zones inondables reportées sur les fonds cartographiques papier au 1/10 000 de l'I.G.N. après photo-interprétation et analyse de terrain, sont ensuite saisies numériquement à l'aide de MAPINFO® 6.5, logiciel de S.I.G. (Système d'Information Géographique) sur les Scan 25 de l'I.G.N. La cartographie est également calée sur les cadastres numérisés et géoréférencés fournis par la DGI.

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

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

Ces objets sont regroupés selon trois grands thèmes :

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

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

- la carte des zones inondables est superposable aux bases de données cartographiques existantes ou à venir, notamment celles sur l'occupation du sol,

- l'étude des informations contenues dans les différentes bases de données est réalisée grâce à des analyses thématiques sous forme de requêtes SQL (par exemple, superficie des zones soumises au risque d'inondation pour chaque commune ...).

La restitution cartographique se fait sous forme d'un atlas de planches communales à l'échelle du 1/10 000.

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

2. LES CARACTERISTIQUES GENERALES DU BASSIN VERSANT DU CALAVON

2.1. CARACTERISTIQUES PHYSIQUES

Situé à cheval sur le département de Vaucluse et sur le département des Alpes de Haute-Provence dans sa partie amont, le bassin versant du Calavon occupe une superficie totale de 995 km². Il s'agit du dernier affluent vers l'aval en rive droite de la Durance, qui draine le versant nord du massif du Luberon et le versant Sud des Monts de Vaucluse et s'écoule dans la dépression d'Apt qui sépare les deux massifs. Une partie importante du bassin (40 % de la superficie environ) chevauche l'impluvium karstique de Fontaine de Vaucluse et participe peu aux écoulements de surface, excepté en crue. L'importance des surfaces karstiques couvertes par le bassin versant et l'aridité du climat font du réseau hydrographique du Calavon, un réseau hydrographique intermittent au fonctionnement d'« oued ».

Le Calavon (ou Coulon) prend sa source sous le village de Banon, à 747 m d'altitude et parcourt 84 km jusqu'à la confluence de la Durance. Les altitudes du bassin s'échelonnent entre 1 379 m au sommet de l'Arran (qui fait partie de la Montagne de Lure) et 50 m à sa confluence avec la Durance sur la commune de Cavaillon.

Le Calavon reçoit ses principaux apports de la rive droite : de l'aval vers l'amont : la Sénancole, l'Imergue, l'Urbane, la Riaille d'Apt, la Doa, la Buye. Les apports des affluents en rive gauche sont moins importants : le Réal, la Riaille et l'Enchrême et son affluent l'Aiguebelle (figure 1). La longueur de chaque cours d'eau et la superficie occupée par leur sous-bassin versant sont présentées ci-dessous (tableau 1). Il faut noter que les valeurs présentées ici concernent les cours d'eau jusqu'à leur source, même s'ils changent de nom à l'amont de leur cours, et non les seules portions des cours d'eau qui ont fait l'objet de cette étude.

Cours d'eau	Superficie du sous-bassin (km ²)	Longueur (km)	Altitudes des cours d'eau (m) (z _{max} - z _{min})	Pente moyenne du cours d'eau (%)
Le Calavon	1 583	>90	1379 - 50	1.4
Imergue	120	20	807 - 134	3.4
Urbane	83	20	942 - 190	3.7
Riaille	75	17	1187 - 200	5.8
Doa	72	14	1256 - 229	7.3
Encreme	50	12	782 - 343	3.6
Senancole	30	15	657 - 103	3.7
Real	19	8.5	708 - 126	6.8
Buye	17	10	721 - 309	4.1
Aiguebelle	15	8	782 - 365	5.2

Tableau 1 - Caractéristiques du Calavon et de ses principaux affluents.

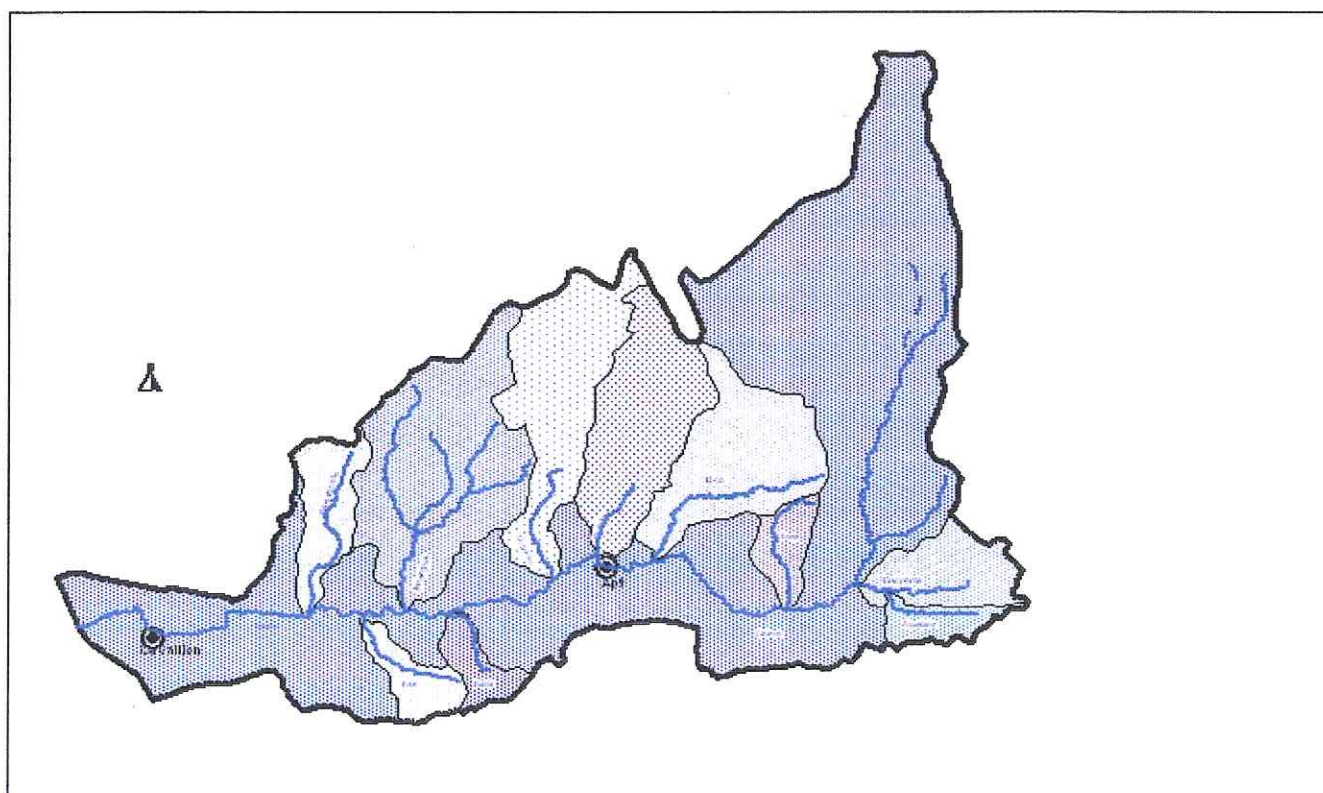


Figure 5 - Les principaux affluents du Calavon et leur sous bassin versant

2.2. LE CONTEXTE GEOLOGIQUE ET GEOMORPHOLOGIQUE

Le bassin versant du Calavon est constitué de cinq ensembles géologiques et hydrogéologiques :

➤ Le plateau calcaire karstique de Vaucluse (Urgonien).

Il est découpé par de nombreuses failles de direction N40 (NE-SO), dont un certain nombre, pendant la phase d'étirement de l'Oligocène, ont joué le rôle de failles normales ayant délimité des grabens et des zones hautes. Dans les fossés d'effondrement se sont déposés des sédiments lacustres détritiques (sables ocreux, grès verts, marnes et calcaires du Gargasien au Paléocène) comme à Banon.

Les monts de Vaucluse représente la zone de réception principale des eaux de pluie alimentant la Fontaine de Vaucluse et sont extrêmement faillés et karstifiés, ce qui rend cette formation particulièrement perméable. De nombreux modelés représentatifs des reliefs karstiques comme les lapiés, les avens, les poljès ou les dolines sont présents sur le plateau et conditionnent l'hydrologie du bassin versant du Calavon qui prend sa source dans la région de Banon. Il est aussi incisé par de profonds canyons karstiques comme le canyon d'Oppédette, creusé par le Calavon. Le rebord méridional du plateau est incisé par un grand nombre de ravins qui se prolongent dans le synclinal par des ruisseaux secs dont les lits majeurs sont en général peu encaissés et peu dessinés dans les dépôts alluviaux holocènes.

➤ Le versant nord du chaînon du Luberon, calcaire (Hauterivien et Urgonien).

Le chaînon du Luberon est un anticlinal calcaire appartenant à la même formation que le plateau de Vaucluse. Les karsts et les modelés karstiques y sont aussi très nombreux et les écoulements qui drainent le rebord nord appartenant au bassin versant du Calavon sont identiques aux écoulements du rebord méridional du plateau de Vaucluse dans leur faciès et dans leur fonctionnement hydrologique. Toutefois leurs sous bassins versants sont beaucoup moins étendus sur le Lubéron. Ces vallons parfois profonds et encaissés, dessinent des chevrons qui surplombent la plaine molassique.

➤ Le bassin synclinal d'Apt-Reillane, rempli de formations de molasses et de marnes miocènes et bordé par des formations gréseuses et marno-calcaires de la fin du Crétacé à l'Oligocène. Le Calavon rejoint ce bassin depuis sa sortie du canyon d'Oppédette. Il s'écoule dans les calcaires et les marnes oligocènes jusqu'à Apt. Puis dans les conglomérats et les molasses miocènes jusqu'à Cavaillon.

➤ Le synclinal perché de Roussillon – Gargas.

Il est séparé du rebord du plateau de Vaucluse par une dépression creusée dans les marnes imperméables gargasiennes par le réseau hydrographique qui descend du plateau et qui prend une direction NE - SO parallèle à l'inclinaison du bassin héritée du retrait marin. Ce bassin est recouvert de dépôts fluviaux würmiens et holocènes et s'étend de Rustrel à Gordes. Il est raccordé à la vallée du Calavon par les vallées de la Riaille d'Apt, de l'Urbane et de l'Imergue qui ont entaillé les faciès d'altération Albo - Cénomaniens (grès, sables et ocres) qui ont fait la réputation et la particularité géologique de la région. Ces faciès d'altération déposés en partie au fond d'un axe synclinal (entre Roussillon et Gargas) ont été mis en relief par l'incision du réseau hydrographique.

➤ La plaine alluviale aval du Comtat de Sorgues et de la Basse Durance.

Elle est plane, recouverte de dépôts fluviaux holocènes et bordées de quelques lambeaux de terrasses würmiennes. Elle a été formée par les différents cours d'eau qui confluent dans cette région.

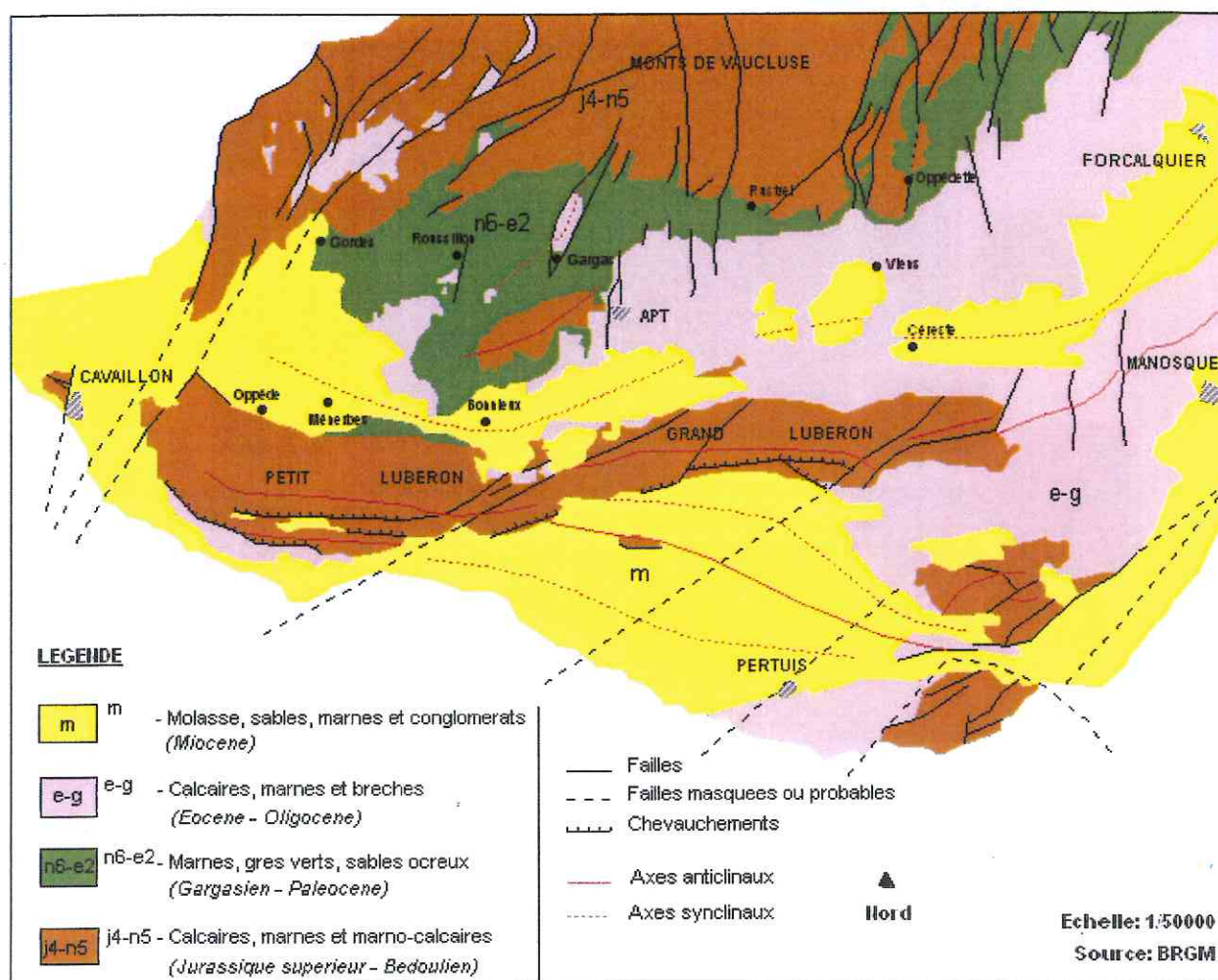


Figure 7 – Schéma géologique et structural du Luberon

2.3. LE CLIMAT

2.3.1. Le climat a l'échelle régionale

Le climat du bassin du Calavon appartient au domaine méditerranéen et subit des influences continentales très prononcées qui proviennent de la vallée de la Durance et de la vallée du Rhône. Son climat est marqué par deux pics de précipitations au printemps et en automne qui ne dépassent pas les 100 mm mensuel en moyenne. Les plus forts totaux pluviométriques sont enregistrés lors d'épisodes pluvieux orageux qui peuvent être très violents. Le reste de l'année, les précipitations sont faibles et le territoire connaît de longues périodes de sécheresse. Les volumes précipités sont étagés selon les reliefs et on trouve l'isohyète 100 mm sur les reliefs du chaînon du Lubéron au sud et sur le plateau de Vaucluse au nord du bassin versant. Les totaux pluviométriques annuels moyens sont de 1000 mm sur les hauteurs (Banan) et de 650 mm en plaine (Cavaillon). Les températures s'échelonnent de la même façon, elles décroissent en prenant de l'altitude et peuvent atteindre des degrés largement négatifs durant les mois d'hiver.

La climatologie

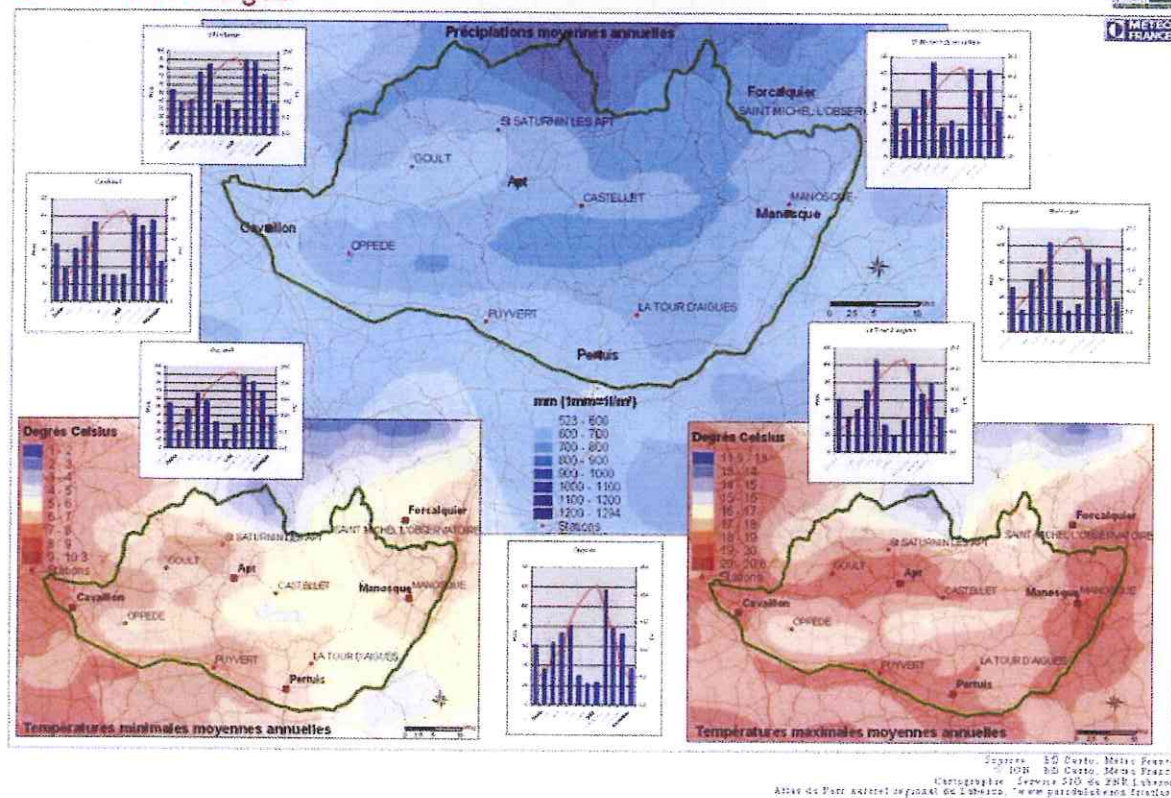


Figure 8 – Carte climatologique du bassin versant du Calavon. (carte des précipitations, carte des températures, diagrammes ombrothermiques) source : Météo France, PNR Luberon.

2.3.2. Les stations de mesure

Il existe 21 stations pluviométriques Météo France (mesures journalières) ayant des chroniques significatives sur le bassin du Calavon et 8 stations pluviographiques (mesures horaires):

Code	Type	Commune	Station	Dépt	Chroniques disponibles	Etat
04018003	J	Banon	Village	04	1957-2006 (50 ans)	fermée
04045001	J	Céreste	Les Capucins	04	2004-2006 (3 ans)	ouverte
04160001	J	Reillanne	Le Couvent	04	1981-2006 (26 ans)	ouverte
04192001	H	Saint Michel l'Observatoire	Obs de Haute Provence	04	1953;1956-1982;1984-1986;1988-2002 (44 ans)	fermée
84003001	J	Apt	Ecole	84	1932-1934;1937-1940;1942;1948- 1950;1952-1981 (41 ans)	fermée
84003002	J	Apt	Qu. Vîton	84	1969-2006 (38 ans)	ouverte
84020003	J	Bonnieux	Qu. St Jean	84	1982-2006 (25 ans)	ouverte
84020004	H	Bonnieux	Le Pont Julien	84	1989-2006 (18 ans)	ouverte
84025001	H	Cabrières d'Avignon	Clos de Roques	84	1986-2006 (21 ans)	ouverte
84033001	H	Castellet	Moulin Rout	84	1990-2006 (17 ans)	ouverte
84033002	J	Castellet	Le Village	84	1991-2006 (16 ans)	ouverte
84035001	J	Cavaillon	Cours Gambetta	84	1877-1878;1944-1957;1960-1975 (32 ans)	fermée
84035003	J	Cavaillon	Le Petit Grès	84	1963;1965-2006 (43 ans)	ouverte
84036001	H	Chateauneuf de Gadagne	Qu. des Eaux Pendantes	84	1988-2004 (17 ans)	fermée
84050001	J	Gordes	Les Imberts	84	1959;1961-1987 (28 ans)	fermée
84051001	J	Goult	Les Bartagnons	84	1992-2006 (15 ans)	ouverte
84054001	J	L'Isle sur la Sorgue	Chemin des Nesquières	84	1962;1964-1970;1973-1991 (27 ans)	fermée
84054002	J	L'Isle sur la Sorgue	Grands Cancets	84	1963-1964;1966-1969;1972-1979 (14 ans)	fermée
84057001	J	Joucas	Les Daunis	84	1992-2006 (15 ans)	ouverte
84066002	J	Lioux	Les Eglantines	84	1992-2006 (15 ans)	ouverte
84073001	J	Ménérbes	Les Guimberts	84	1990-2006 (17 ans)	ouverte
84085001	J	Murs	Le Bastidon	84	1877-1878;1949-1952;1957-1965 (15 ans)	fermée
84085003	H	Murs	ND du Salut	84	1991-2006 (16 ans)	fermée
84107002	H	Saint Christol	Bellemure	84	1971-2006 (36 ans)	ouverte
84118001	H	Saint Saturnin les Apt	Qu. Perreal	84	1980-2006 (27 ans)	ouverte
84118004	J	Saint Saturnin les Apt	Les Lays	84	1992-2006 (15 ans)	ouverte
84144001	J	Viens	Cour du Château	84	1961-2006 (46 ans)	ouverte
84145001	J	Villars	Les Petits Cléments	84	1987-2006 (20 ans)	ouverte
84145002	J	Villars	Berre	84	1990-2006 (17 ans)	ouverte

Tableau 2 - Liste des stations pluviométriques Météo-France sur le bassin du Calavon. J : mesures journalières. H : mesures horaires.

Des stations pluviographiques ont également été mises en service entre 1987 et 1988 par le CIRAME et ont été installées dans les communes de :

- Bonnieux (depuis avril 1991)
- Cavaillon (depuis mai 1991)
- Castellet (depuis janvier 1989)
- Chateauneuf de Gadagne (depuis novembre 2006)
- Murs (depuis décembre 1989)
- Saint Saturnin d'Apt (depuis juillet 1987)

3. LE FONCTIONNEMENT HYDROLOGIQUE ET HYDRODYNAMIQUE DES BASSINS

3.1. LE BASSIN-VERSANT HYDROGEOLOGIQUE

3.1.1. Les principaux aquifères

Le bassin versant du Calavon est constitué de nombreux aquifères, dont les plus productifs en terme de ressource souterraine sont (Figure 9) :

- les aquifères karstiques des formations calcaires barrémo-bédoulien des monts de Vaucluse et du chaînon du Luberon;
- les nappes alluviales de la Durance et de la basse plaine du Calavon.

Les formations karstiques

Ces formations sont constituées dans les calcaires à faciès urgoniens du plateau de Vaucluse et du chaînon du Luberon. Les aquifères du plateau de Vaucluse, dans leur majeure partie fournissent les eaux de la fontaine de Vaucluse vers les Sorgues. Seules quelques petites résurgences alimentent le bassin versant du Calavon.

Les alluvions quaternaires du Calavon et de la Durance

La nappe alluviale du Calavon est développée principalement à l'aval de Beaumettes. Son niveau est étroitement lié à celui de la rivière, et elle joue un rôle de transfert et de filtre des eaux de la rivière, permettant une alimentation en eau potable par des stations de pompage regroupées principalement autour de Cavaillon dans la zone de confluence avec la Durance.

Cette ressource était menacée localement par des extractions de granulats au niveau des gravières, qui ont entraîné un abaissement du niveau de la nappe et une réduction de sa capacité filtrante.

L'alimentation en eau du bassin versant du Calavon est fortement dépendante des apports en eau de la Durance et du Verdon. Actuellement, les deux tiers des besoins en eau potable des communes situées sur le territoire du Parc sont couverts par des forages dans l'aquifère Durancien, lui-même alimenté grâce à l'irrigation gravitaire des cultures réalisées à partir des canaux.

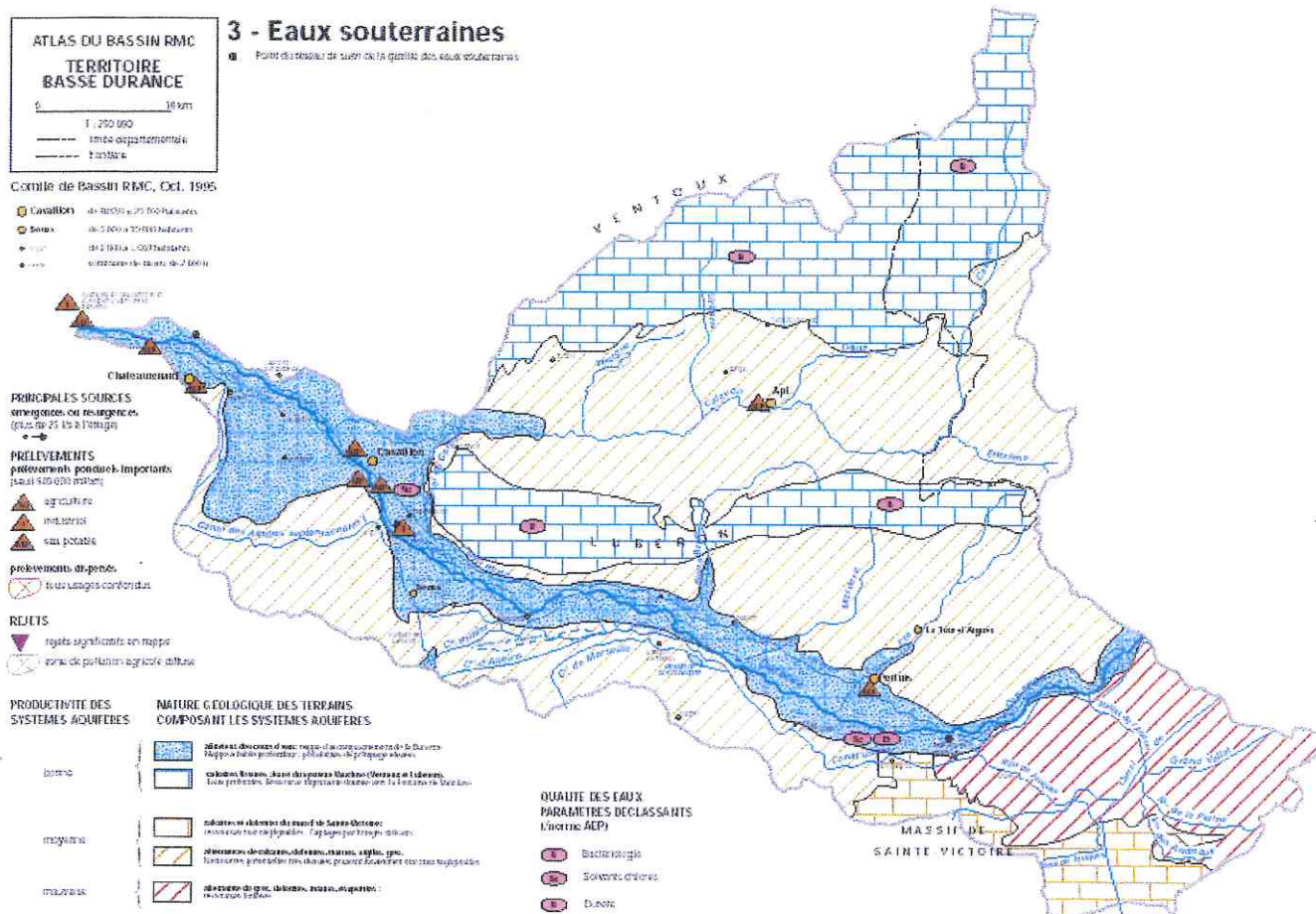


Figure 9 - Carte hydrogéologique du Lubéron (source : Agence de l'eau RMC)

3.1.2. Géologie, coefficient de ruissellement et formation des crues

La géologie d'un bassin versant est un facteur important du régime des cours d'eau qui drainent ce bassin, car le sous-sol joue le rôle d'un tampon plus ou moins efficace pour réguler les flux d'eau en surface. En période de crue, les volumes écoulés seront d'autant plus grands que le substratum du bassin sera imperméable. En période de basses eaux, les débits d'étiages seront d'autant mieux maintenus qu'il seront soutenus par des nappes souterraines importantes.

Enfin, le substratum géologique influe sur le coefficient de ruissellement par le type et la densité de végétation qui se développe préférentiellement sur un sol donné.

On se contente généralement de caractériser la géologie d'après le comportement hydrogéologique du bassin. L'I.R.D. (ex O.R.S.TO.M.) a proposé une classification en cinq groupes ainsi définis :

Classe	Intitulé	Exemple
P1	Perméable à aquifère drainant ou non drainé	Formation gréseuse dont les exutoires sont à l'extérieur du bassin
P2	Perméable à aquifère drainé	Formation gréseuse dont les sources alimentent le réseau
P3	Perméabilité moyenne ou faible	Alternance de marnes et calcaires
P4	Karstique	Formation calcaire, perméabilité de fissures et développement d'un réseau souterrain
P5	Imperméable	Terrain marneux, cristallin, etc...

Tableau 3 - Classification des formations géologiques en fonction de leur comportement hydrogéologique

Extrait de « Le milieu hydrologique et l'acquisition des données ». J.P LABORDE - L. DEMASSIEUX - Institut National Polytechnique de Lorraine - Ecole Nationale Supérieure de Géologie-

Les terrains perméables karstiques de type P4 occupent la majorité de la superficie du bassin versant. Cependant, la quasi totalité du réseau karstique souterrain correspondant en surface au réseau hydrographique du Calavon alimente le bassin versant de la Sorgue par Fontaine de Vaucluse. On trouve quelques sources par contre sur le chaînon du Luberon. Cette caractéristique hydrogéologique d'une extrême perméabilité se traduit par une hydrologie de type temporaire et spasmodique qui ne s'exprime qu'en cas d'épisode pluvieux soutenu et prolongé ou sur de courtes longueurs du réseau. L'autre grande formation hydrogéologique présente dans le bassin versant est représentée par les terrains de type P3. Ils correspondent aux formations gréseuses et marno-calcaires de perméabilité moyenne ou faible du synclinal d'Apt – Reillane et de ses rebords. La productivité de ce système aquifère reste moyenne et ne permet pas d'alimenter de façon pérenne le réseau hydrographique du Calavon. De plus, des affleurements calcaires du Bédoulien karstique comme à l'Ouest d'Apt piègent les eaux du Calavon dans des marmites. On peut rajouter à ces deux formations, des terrains de type P5 sur le piedmont des monts de Vaucluse qui sont les argiles et les marnes gargasiennes d'une grande imperméabilité. Elles servent de terrain conducteur pour les écoulements entre les monts de Vaucluse et le Calavon. Leur productivité est très faible.

3.2. L'OCCUPATION DES SOLS ET LES USAGES DE L'EAU

3.2.1. Activités et usage de l'eau

Le bassin du Calavon comptait environ 103 000 habitants en 2007 (à partir des derniers recensements INSEE) et a connu une augmentation progressive du nombre d'habitants depuis la fin de la première partie du XX^{ème} siècle. Les principaux noyaux d'urbanisation se situent à Apt avec 11500 hab et à Cavaillon avec 26 200 hab. Le reste du territoire s'organise autour de petits noyaux d'urbanisation rurale. Les zones urbaines couvrent un total de 10 % du territoire avec 10 349 ha. Les activités industrielles sont peu présentes dans le bassin, et un grand nombre de carrières d'ocre ne sont plus en activité. L'activité principale reste agricole, qui constitue un des deux usages principaux de l'eau pour l'irrigation des cultures. L'autre usage important de l'eau est l'alimentation des besoins

domestiques et se fait par captage dans la nappe alluviale ou dans les retenues d'eau ou par captage de sources de versant.

3.2.2. Répartition de la végétation et espaces naturels

La couverture végétale du bassin versant du Calavon est essentiellement agricole sur les espaces plans de la plaine de Reillanne à Cavaillon et couvrant 38 % du territoire avec 68 979 ha, forestières et très dense sur les reliefs.

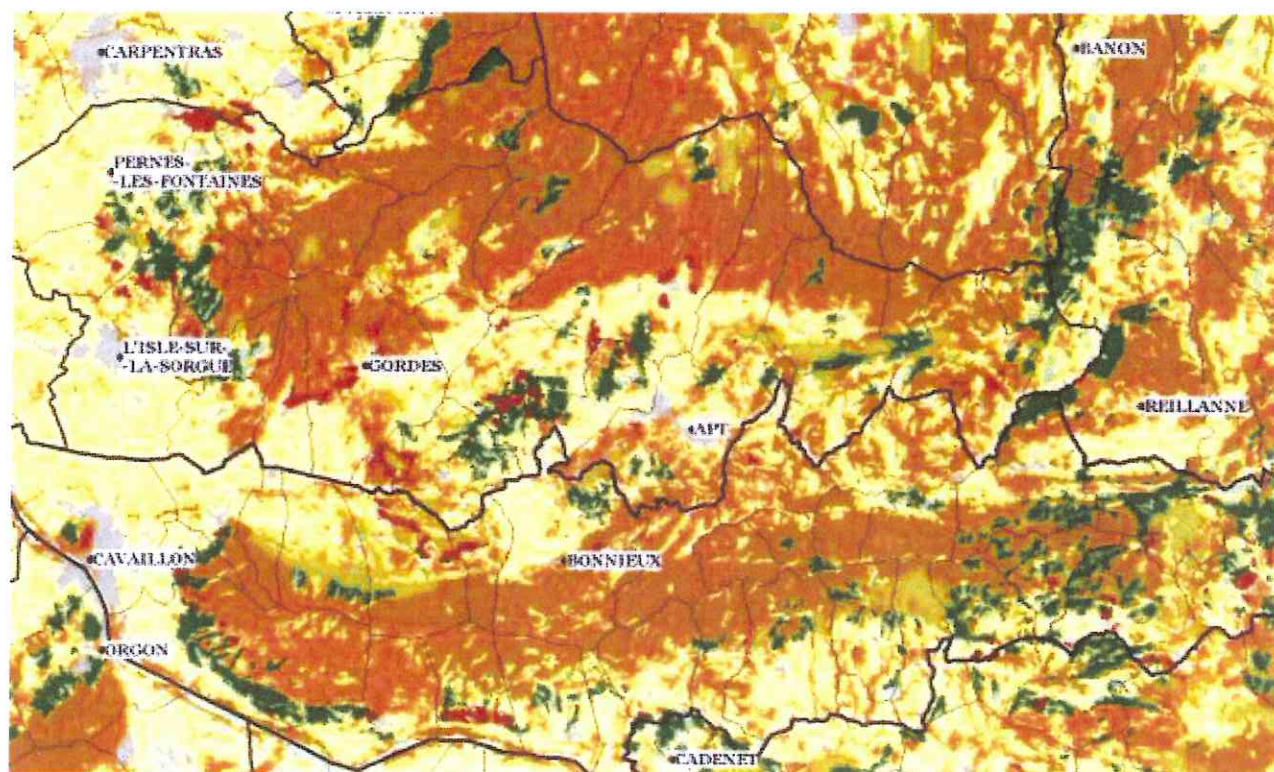


Figure 10 - Occupation du sol et répartition de la végétation sur le bassin du Calavon (source : Observatoire de la Forêt Méditerranéenne).

On distingue :

- Les grands ensembles forestiers de feuillus: les forêts denses et sombres de feuillus sont majoritaires sur tout le bassin versant et recouvrent la quasi totalité des versants. Les espèces méditerranéennes du chêne vert (*Quercus ilex*) et du chêne pubescent (*Quercus pubescens*) sont majoritaires et s'étagent selon l'exposition et l'altitude. La hêtraie domine les parties sommitales de l'est du bassin versant qui subit des influences climatiques montagnardes venant du mont Ventoux et de la vallée de la Durance beaucoup plus marquées.

- Les forêts de conifères : elles sont moins répandues que les forêts de feuillus et se traduisent sur les versants par des surfaces limitées englobées dans les formations de feuillus. La couverture en conifères la plus représentative du bassin versant se situe à l'est, le long de la vallée du Calavon entre Céreste et Banon. Elle se compose de pins sylvestres. Les autres surfaces assez étendues couvertes de résineux sont situées dans le secteur de Gargas-Goult-Roussillon. Elles sont peuplées de pins sylvestres (*pinus sylvestris*), de pins d'Alep (*pinus halepensis*) et de pins maritimes (*pinus pinaster*).

Une cèdraie remarquable (en *Cedrus atlantica*) recouvre les crêtes au dessus de Villars.

- Les boisements mixtes : une vaste formation forestière mixte s'étend sur le piedmont du Lubéron entre Ménerbes et Robion. Elle est composée de chênes verts, de pins d'Alep et de Genévriers de Phénicie (*Juniperus phoenicea*) principalement. Entre Sault et Rustrel, un important massif forestier de chênes pubescents est associé au pin Sylvestre.

- Les garrigues : elles sont assez bien représentées sur le bassin versant. La principale formation se situe en piedmont du rebord méridional du plateau de Vaucluse et est constituée de chênes Kermès (*Quercus coccifera*) et de romarin (*Rosmarinus officinalis*). On retrouve cette formation dispersée en petite surface sur le piedmont nord du Lubéron et sur les collines de l'est du bassin versant comme au sud est de Villars-Rustrel et est particulièrement bien développée sur les sommets du Lubéron et sur le plateau de Vaucluse.

- Les territoires agricoles : les agrosystèmes à céréales et les zones prairiales dominent la partie orientale et nord orientale du bassin versant. On y trouve principalement du blé et des plantes aromatiques telles que la lavande. Les vignobles (AOC Côtes du Luberon), les vergers et les oliveraies recouvrent la majeure partie des terrains agricoles du centre du bassin versant. Enfin la zone occidentale autour de cavaillon est très largement occupée par les vergers et le maraîchage.

Ces régions sont couvertes d'espaces naturels très variés qui contiennent des espèces rares et qui constituent un patrimoine environnemental exceptionnel. A ce titre plusieurs sites font l'objet de classement en **Zones Naturelles d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique** (ZNIEFF) mais le fait le plus remarquable est le classement de la région en Parc Naturel Régional. Le milieu naturel couvre 55% du territoire avec 99 915 ha (source :PNR Luberon). En outre, plusieurs sites situés sur le bassin versant ont été désignés avec l'approbation du Comité syndical du Parc Naturel du Luberon , pour la constitution du **réseau Natura 2000** : Le Calavon (968 ha), notamment, est désigné au titre de la directive « Habitats » (FR9301587) portant sur les milieux aquatiques et rivulaires du Calavon et de ses affluents l'Encrême et l'Aiguebelle.

3.3.2. Régime hydrologique

Caractéristiques générales

Le régime hydrologique du Calavon a été caractérisé d'après les données relevées à la station de Saint Martin de Castillon sur la période 1964-2004 (40 ans).

Le module inter-annuel moyen est de $0,869 \text{ m}^3/\text{s}$. Le débit d'étiage de fréquence biennale est de $0,002 \text{ m}^3/\text{s}$, qu'il soit calculé sur 3 jours (VCN3) ou dix jours consécutifs (VCN10).

Le Calavon a un régime hydrologique de type *pluvial* qui se caractérise par un débit d'étiage marqué en été (juillet – août) et avec des débits plus importants en hiver, déterminés essentiellement par des pluies plus abondantes.

Sur la période étudiée, les débits mensuels moyens varient ainsi de $0,051 \text{ m}^3/\text{s}$ en août à $1,74 \text{ m}^3/\text{s}$ au mois de janvier. Les débits moyens mensuels diminuent régulièrement au printemps jusqu'au débit d'étiage puis augmentent en automne.

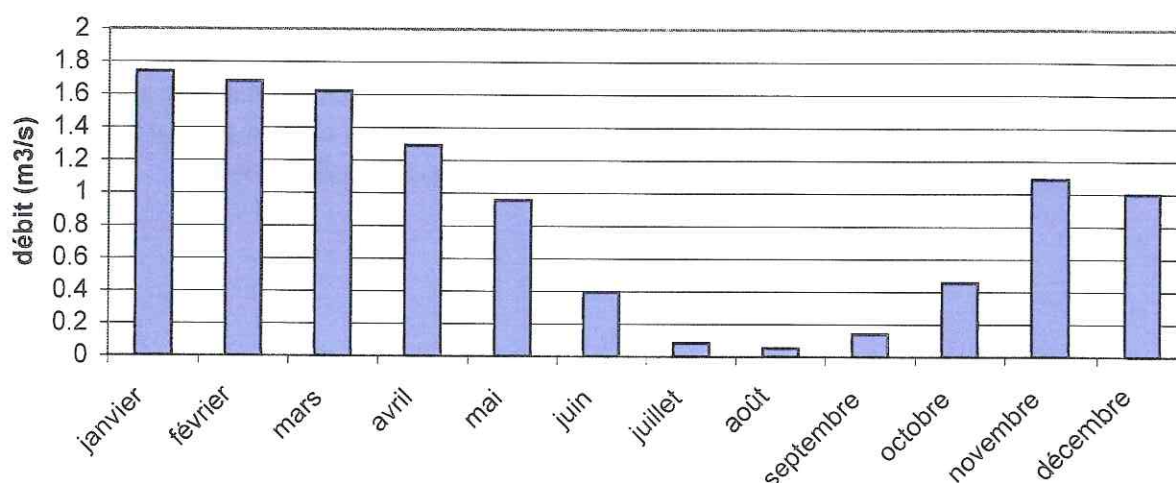


Figure 12 - Débits mensuels moyens du Calavon à Saint Martin de Castillon, période 1964 – 2004, (source banque HYDRO)

Etude statistique des crues du Calavon

Les débits de pointe (QIX) et les débits moyens journaliers (QJ) de période de retour 2, 5, 10, 20 et 50 ans ont été déterminés par ajustement de la loi de Gumbel aux données de la station de Saint Martin de Castillon sur la période 1964-2004

Fréquence	QJ (m ³ /s)	QIX (m ³ /s)
Biennale	18.00 [15.00 ; 22.00] ¹	39 [33.00 ; 47.00]
Quinquennale	32.00 [28.00 ; 39.00]	70.00 [61.00 ; 85.00]
Décennale	41.00 [35.00 ; 50.00]	90.00 [78.00 ; 110.00]
Vicennale	50.00 [43.00 ; 61.00]	110.00 [94.00 ; 140.00]
cinquantennale	61.00 [52.00 ; 76.00]	130.00 [120.00 ; 170.00]

Tableau 4 - Débits instantanés maximaux et journaliers moyens du Calavon à Saint Martin de Castillon, période 1964 - 2004 (source: banque HYDRO)

A ce jour, le débit instantané le plus important a été enregistré le 23 novembre 2000 et a été évalué à 146 m³/s, avec une hauteur d'eau de 2.01 m à la station de Saint Martin de Castillon.

Le débit journalier le plus important a été enregistré le 7 janvier 1994 et est évalué à 82.80 m³/s

3.4. LES CRUES

3.4.1. Inventaire des crues

- 1907

Apt : Forte crue, centre-ville inondé. Niveau atteint à l'échelle du pont de la Coquière : 4,5 m (pas de problème d'embâcle signalé)

- Août 1925

Apt : Village inondé. Crue qui a marqué les mémoires comme étant la crue du siècle. Problème d'embâcle au droit du pont de la Boucquerie, ce qui a accentué les débordements.

Les laisses de crue observées sont plus hautes qu'en 1951 dans secteur de Goult/Beaumettes : 2,50 m dans secteur Dames des Lumières, et 1 m dans le secteur d'Apt.

- 1935

Apt : Peu d'informations. Crue apparemment assez faible. Niveau atteint à l'échelle du Pont de la Coquière : 2,8 m (pas de problème d'embâcle signalé)

- 1942

Apt : Peu d'information (période de guerre). Village apparemment inondé. En termes de niveau, c'est la plus forte crue observée à Apt. Niveau 4,80 à l'échelle de la Coquière. Aucun problème d'embâcle n'a été signalé.

- 24 Novembre 1951 (voir paragraphe ci-dessous)
- 1972 secteur d'Apt-Goult-Cavaillon
- 22 septembre 1993
- 07 janvier 1994 (voir paragraphe ci-dessous)
- 6 novembre 2000
- (2-7) décembre 2003 (voir paragraphe ci-dessous)

3.4.2. Description de quelques crues exceptionnelles

Crue du 24 novembre 1951

La surface du champ d'inondation s'est élevée à 18 km², il s'est étendu en presque totalité en rive droite du Calavon et est remonté jusqu'à la hauteur de Robion. C'est en ce point que l'inondation a commencé dans la soirée du 20 novembre par l'intermédiaire d'une brèche de 50 mètres de largeur et de 3 mètres de profondeur. Par la suite, les berges ont cédé en d'autres points.

- Cavaillon : Près de la moitié de la superficie totale de la commune fut recouverte par les eaux du Calavon.
- Secteur de Beaumette-Notre-Dame des lumières (entre les ponts de la D106 et de la D103 : 3500 m de cours d'eau) : 85 hectares ont été inondés. Il s'agit d'une bande de terres de 250 m de large, réparties de part et d'autre du Calavon dont le lit est relativement encaissé dans le secteur.
- Secteur d'Apt : le long de la RN 100, à 3 km en aval d'Apt, sur 10 km de cours d'eau, 150 hectares sont inondés sur une bande de terre de 150 m de large, réparties de part et d'autre du Calavon dont le lit est relativement encaissé dans le secteur.

La ville d'Apt a été fortement inondée lors des crues de 1907 et 1925 et n'a pratiquement pas été touchée par la crue de 1951. Les travaux d'entretien qui ont été effectués après ces crues catastrophiques ont pu diminuer l'impact de la crue de 1951 sur le secteur d'Apt. Le centre-ville a été peu inondé (inondation par remontée dans le réseau pluvial).

Niveau atteint à l'échelle limnimétrique de la Coquière : 4,2 m, des problèmes d'embâcle ont été signalés au pont de la Bouquerie.

Dans les 2 derniers secteurs d'Apt, le lit du Calavon est relativement encaissé, aussi le champ d'inondation est très étroit et n'intéresse qu'une superficie réduite des terres pour la plupart agricoles.

Les descriptions de la crue de 1951 suggèrent que c'était une crue centennale.

Crue du 7 janvier 1994

L'analyse des hyétogrammes de cinq stations pluviométriques réparties sur le bassin versant (SIEE, 1995) met en évidence que l'événement pluvieux du 06 au 07 janvier 1994 s'est produit de manière homogène sur le bassin versant amont du Calavon (à l'amont de la station hydrométrique de Coste-Raste à St Martin de Castillon), avec une durée d'une trentaine d'heures, avec une intensité de pluie augmentant en direction des Monts de Vaucluse (station de Saint-Christol).

La période de retour estimée pour l'événement pluvieux est alors de 45 ans.

Débits:

Apt : observation réalisée par les pompiers à l'échelle du pont de la Coquière. Le maximum de la crue a été enregistré à environ 3h du matin le 07/01/94 pour une cote de 3,65 m. Ce qui représenterait d'après les modélisations, un débit de l'ordre de **220 m³/s**.

Cavaillon (Pont des Garrigues): ces observations ont été réalisées après enquête de terrain et délimitation des laisses de crue. Le seuil du pont des Garrigues permet une estimation fiable du débit en fonction des niveaux observés. Celui-ci est estimé à environ 300 m³/s et a été observé à quelques kilomètres plus à l'aval, à Robion, entre 9h30 et 12 h 00.

Concernant l'estimation de la période de retour de la crue de janvier 1994 sur Cavaillon, elle est légèrement supérieure à 30 ans à l'image des estimations au pont des Garrigues (**Q₃₀ = 290 m³/s, Q₁₉₉₄ = 300 m³/s**).

On note ainsi un décalage avec l'historique des crues qui aurait plutôt tendance à attribuer à 1994 une fréquence cinquantennale. Cette différence s'explique par le fait que sur Cavaillon, les inondations sont dues à l'importance de la crue en terme de débit, mais également en terme de volume.

La durée de l'événement de 1994 est de 30 heures, dont près de 12h à un débit proche du maximum (débit trentenal). Le volume d'eau écoulé a une période de retour estimée à 50 ans.

La période de retour de la crue est donc estimée à 25-35 ans sur Apt et à l'amont du bassin versant et de 50 ans sur Cavaillon.

Conséquences connues :

Cavaillon : 800 bâtiments et la majeure partie du territoire communal, à l'exception du centre ville, furent inondés.

Des volumes d'eau conséquents en provenance du Calavon ont débordé sur la commune de l'Isle sur la Sorgue, par exemple, au nord de la route d'Avignon. Plusieurs km² furent noyés sous 1 m-1m50 d'eau.

Apt : Forte crue. Inondation de terrains et d'habitations en dehors du centre-ville. Niveau atteint à l'échelle de la Coquière : 3,65 m.

Crue du 2 au 7 décembre 2003**Pluviométrie :**

	Cabrières	Murs	Goult	Ménerbes	Bonnieux	St Saturnin z=322
lun 1 déc	106,9	86	120	113	109	89
mar 2 déc	48,5	39	37,2	52,5	55	46,5
total	155,4	125	157,2	165,5	164	135,5

	St Saturnin z=835	Apt	Villars z=325	Villars z=1020	Castellet	Viens
lun 1 déc	87,3	104	76,5	83,7	41	62,9
mar 2 déc	24,	51	33	32,5	25,5	31,6
total	111,8	155	109,5	116,2	66,5	94,5

Tableau 5: Cumul de pluies (en mm) sur 24 h de 7h00 à 7h00 le 1er et le 2 décembre 2003. source : Météo-France / Centre départemental de Carpentras-Serres

Débits et estimation de la période de retour :

Apt : Le débit maximal a été estimé à $100\text{m}^3/\text{s}$ grâce à la submersion du parking submersible d'Apt.

Cavaillon : Le débit maximal a été estimé à $200\text{m}^3/\text{s}$ grâce à la submersion de l'aqueduc le Canaou.

L'incertitude sur ces valeurs de débits maximum est de 20%, elles permettent cependant d'estimer que **la crue de décembre 2003 serait de l'ordre d'une crue décennale.**

Conséquences connues :

Problèmes préoccupants sur le plan de l'érosion des berges, $\Rightarrow$ berges déstabilisées durablement. Idem pour les affluents qui posent des problèmes sur un grand nombre de points du linéaire pour une crue relativement modeste.

Le Haut-Calavon, jusqu'à Apt : A l'amont d'Apt, des débordements se sont produit dès la sortie des gorges d'Oppedette, dans le secteur des Blaques.

Des érosions de berge ont été constatées en de nombreux endroits, problème qui restera majeur sur l'ensemble du cours d'eau pour les années à venir. Dans le secteur du haut Calavon, les phénomènes d'érosion ont été amplifiés par l'encaissement général des talwegs dû au piégeage des matériaux des versants par le reboisement. C'est un phénomène connu et signalé sur de nombreuses rivières d'Europe occidentale depuis le début de l'exode rural. L'abaissement des profils en long se fait sentir sur le Haut-Calavon depuis 1994 car l'activité hydrologique s'est maintenue forte alors que la balance sédimentaire est déficitaire.

Le Calavon à Cavaillon :

Débordements et érosions de berges constatés.

L'extension de la zone touchée par les inondations n'a pas dépassée la centaine de mètres de part et d'autre de la rivière, en moyenne, hors phénomènes de drainage par les canaux, voire d'inondation purement pluviale ou par un affluent comme le Boulon. Ces zones inondées ne sont pas continues mais réparties ponctuellement le long du cours d'eau. Ces zones ont, au pire, contenu quelques dizaines de centimètres d'eau sur une dizaine d'hectares. (secteur de Château Vert et du Grand Grès à Cavaillon : une dizaine de maisons auraient été inondées par 50 cm d'eau).

4. LE COMMENTAIRE DES CARTES PAR COURS D'EAU

4.1. LE CALAVON ET SES AFFLUENTS SECONDAIRES

La description s'effectue de l'amont vers l'aval, d'abord pour le Calavon, puis sur chacun de ses affluents.

Le Calavon

Le Calavon naît dans les calcaires du mont Chabaud au pied des Chastellas, dans la partie est du plateau de Vaucluse et s'écoule dans le ravin du Calavon, sur la commune de Banon. Il conflue avec la Riaille sur la commune de **Simiane-la-Rotonde**, au sortir de gorges étroites et profondes où sa vallée s'élargit à nouveau jusqu'au lieu-dit Valsaintes (commune de Simiane). On voit apparaître sur ce tronçon des terrasses non inondables de part et d'autre du cours d'eau. La vallée atteint par endroit 200 mètres de large et les terrasses sont recouvertes de champs. A l'aval de Valsaintes, la vallée repart en gorges dans les grès et les calcaires et traverse notamment les gorges d'**Oppedette**. Sur cette commune, aucun enjeu n'est répertorié dans le lit majeur du Calavon.

Au droit du lieu dit de « la Grosse Blaque », situé à la limite communale entre Oppedette et **Viens**, la vallée s'ouvre et s'élargit jusqu'à la confluence avec le Grand Vallat. Des terrasses non inondables apparaissent de chaque côté du cours d'eau. Deux habitations sont fortement exposées au lieu dit « Benoye » sur la commune de Viens.

A l'amont immédiat de la confluence avec le Grand Vallat, le lit majeur est entièrement barré par le remblai de la RD 155. A la confluence, trois bâtiments sont inondables (**photo 1**) et le lit majeur du Calavon fait 350 mètres de large. A partir de la confluence avec le Grand Vallat, le cours d'eau marque la limite communale entre Viens en rive droite et **Céreste** en rive gauche jusqu'à la confluence avec l'Encreme.

Ensuite, la vallée est encaissée dans les calcaires entre la montagne « des Epinettes » et « Sabarroques ». Le lit majeur fait en moyenne 250 mètres de large et la vallée s'élargit en allant vers la confluence avec l'Encreme. Un lit moyen est clairement délimité et les berges du lit mineur subissent une érosion importante. A partir d'Elgéasse (commune de Viens), le cours d'eau coule au pied du versant en rive gauche et le lit majeur est bordé en rive droite par une terrasse à usage agricole.

A la confluence avec l'Encreme, un remblai routier barre toute la vallée. Hormis le pont sur le cours d'eau, un deuxième pont permet aux écoulements de lit majeur de s'évacuer. Une telle infrastructure causerait des perturbations dans l'hydraulique d'une crue et une montée des eaux à l'amont. Au pont, des embâcles pourraient se créer et provoquer des vagues lors de leur rupture.



photo 1 : un des bâtiments compris en zone inondable à la confluence avec le Grand Vallat. La photo est prise du remblai du pont de la RD 155 sur le Calavon. A gauche de l'image, on voit la ripisylve qui borde le lit mineur du cours d'eau. Le lit majeur s'étend dans le champs labouré et est limité par un talus net de plusieurs mètres à droite de l'image.

A l'aval de la confluence avec l'Encrême, le lit majeur qui reste à vocation agricole est protégé du lit moyen par une digue. Il fait 300 mètres de large. Une partie du remblai de l'ancienne ligne de chemin de fer a été retiré, ce qui permet aux eaux de crue de s'épandre davantage dans la plaine alluviale, d'autant que ce tronçon est barré par le remblai de la RN 100. En rive gauche, le lit majeur s'arrête au pied du versant et en rive droite sa limite n'est pas nette, elle est bordée par une terrasse ou des colluvions mises en culture. Des écoulements de versant peuvent être importants, certains sont même canalisés et pourraient provoquer des inondations importantes au dessus du remblai SNCF ainsi que du remblai de la RD 33.

L'embranchement de la RD 33 et de la RN 100, à l'aval de l'entrée du cours d'eau sur la commune de **Saint-Martin de Castillon**, se trouve sur le cône de déjection du ruisseau des Fouix. Une partie des terrains situés au dessus de la RD 33 dans le champs sont inondables et une retenue pourrait se former à cause du remblai. On trouve sur le cône les bâtiments d'une ferme qui sont exposés par les écoulements des Fouix qui est canalisé. La plaine à l'aval du cône est large de 550 mètres et est recouverte de limons. C'est une zone d'expansion des crues. Au droit de la piste de l'aérodrome, les débordements sont fréquents et le terrain extrêmement plat (**photo 2**).



photo 2 : le lit majeur du Calavon à hauteur de la piste de l'aérodrome

La transition lit moyen-lit majeur n'est pas nette. Par contre en rive gauche, la délimitation entre le lit moyen et le lit majeur est très nette. Sur ce tronçon, le lit moyen est encombré de matériel sédimentaire qui est remanié lors des crues (**photo 3**).



photo 3: au premier plan, on voit le lit mineur du Calavon chargé de dépôt sédimentaire remanié par les crues. A l'arrière plan le lit majeur s'étend dans les champs labourés et s'arrête au talus que l'on voit apparaître sous la bâtisse.

Dans le méandre à l'aval de l'aéoclub, les terrains agricoles sont protégés par des digues. Sur ce tronçon, les traces d'érosion en méandre sont nombreuses et au fur et à mesure que la vallée se rétrécit, le lit moyen s'encaisse. Le lit majeur apparaît en terrasses inondables recouvertes de champs. Aucun enjeux particulier n'est compris dans le lit majeur avant l'arrivée sur La Bégude.

Le village de la Bégude (commune de St Martin de Castillon) est placé sur le cône de déjection de la Buye et est exposé à un risque élevé. Toute la partie basse du cône est exposée aux inondations du Calavon et la partie haute aux débordements de la Buye. Le lit moyen du torrent de la Buye est canalisé sur le cône. A l'amont du cône, la Buye pourrait déborder sur les terrasses latérales du fait du remblai de la RN 100. Des inondations importantes sont susceptibles de se produire dans le village de la Bégude conséquemment à la confluence des deux cours d'eau ainsi qu'aux barrages liés à la présence des remblais routiers de la RN 100 et du pont qui passe sur le Calavon.

A l'aval de la Bégude, la vallée du Calavon est encadrée de versants marneux. Le cours d'eau serpente au sein d'un lit majeur d'une largeur moyenne de 300 mètres. Quelques digues ont été mises en place sur le bord du lit moyen pour protéger les cultures qui recouvrent le lit majeur. Au droit du lieu dit « le Griffon », deux habitations sont exposées aux débordements du Calavon en sortie de

méandres. Les vitesses d'écoulement en ce point pourraient être élevées. Plus à l'aval, le centre de loisir du Moulin de Chaix est situé en lit moyen. Le remblai qui joint le centre à la RN 100 représente un léger obstacle aux écoulements. La limite géomorphologique du lit majeur n'est pas nette en rive droite, elle se perd dans les colluvions. En rive gauche (**commune de Castellet**) elle est limitée par le versant. Un peu plus à l'aval, le lieu dit du Paraire est situé à la limite du lit moyen en rive droite. A partir de ce point, la vallée du Calavon rentre dans un contexte calcaire et se referme légèrement. Elle passe un verrou géomorphologique au droit du Rocher des Abeilles situé à la limite communale entre Castellet, St Martin de Castillon et Saignon, et garde ensuite le même faciès à sa traversée de la commune de Caseneuve (en rive droite) jusqu'à la confluence avec le Rablassin.

A mesure que l'on s'approche d'Apt, sur les commune de **Saignon et de Caseneuve**, les enjeux compris en zone inondable se densifient. Sur ce tronçon, le Calavon serpente le long de la RN 100 construite en remblai dans le lit majeur. Au point de l'arrivée du Vallon du Frau dans la vallée, trois bâtiments sont exposés aux inondations. A hauteur du lieu dit « les Fringants », deux habitations sont soumises à un risque important. On a déjà relevé 1.1 mètre en 1951 à l'aval du remblai du pont. Il faut s'attendre à l'amont du pont à une hausse du niveau des eaux. Au « Carlet », une habitation est inondable en cas de crue exceptionnelle, en rive opposée au lieu dit la « plaine », une habitation est en lit majeur. En continuant vers l'aval, on trouve l'emplacement d'un ancien terrain de camping dont une partie est en lit moyen. Il n'est plus en service aujourd'hui. Sur la rive opposée, deux habitations sont exposées. Le lit majeur est protégé par une digue. Juste à l'amont du remblai du pont de la RD 209, un centre de loisir est exposé en rive droite. Il se trouve sur une petite terrasse inondable. On a relevé 20 cm en 1951. Sur la rive opposée, des bâtiments industriels sont placés un peu en hauteur mais restent inondables. La hauteur de la crue pourrait être augmentée à l'amont du remblai par le barrage qu'il créerait.

A l'aval du remblai, la rive droite est une sorte de petite presqu'île entre le Calavon et le Rablassin. Une habitation est placée en lit majeur et est soumise aux débordements des deux cours d'eau. Une digue longe ses berges pour protéger cette parcelle, elle témoigne d'écoulements importants. Les berges du Calavon sont soumises à une érosion importante dans ce secteur. En rive droite, le torrent du ravin de la Masque traverse une zone résidentielle (commune de Saignon). Sa pente est forte et son bassin versant est assez étendu. Les traces hydrogéomorphologiques autour du talweg ne sont pas nettes mais les écoulements pourraient être forts et chargés en matériel solide.

En rive gauche au lieu dit « Pierre Fiche », à l'intérieur du méandre du Calavon, un lotissement a été construit dans l'axe des écoulements principaux en cas de crue. En rive droite, la zone inondable passe au dessus de la RD 231. La limite supérieure n'est pas nette, elle se perd sur la terrasse. En rive opposée, le lit majeur s'arrête à un talus net qui longe la route en dessous de la piste cyclable. Au dessus, s'étend une terrasse non inondable. En dessous, des pavillons ont été construits récemment à proximité du lit moyen (**photo 4**). On trouve quelques habitations de part et d'autre du chenal en lit majeur.



photo 4 : le lit mineur du Calavon se confond avec le lit moyen. On le voit profondément encaissé dans le lit majeur. Les berges portent des traces d'érosion. Un pavillon a été récemment construit en lit majeur, à proximité du cours d'eau.

A l'amont de la confluence avec la Doa, on a en rive droite une terrasse alluviale inondable recouverte de champs. Une digue traverse la parcelle pour la protéger des crues. Une autre se trouve en limite du lit moyen parallèlement au cours d'eau. La limite de lit majeur s'arrête un peu en dessous de la route RD 231.

Au niveau de la confluence, une ferme est protégée par une digue. Un talus net traverse le corps de ferme et marque la limite de la zone inondable. En rive gauche, un lotissement se trouve à la sortie du méandre et est exposé aux crues, un talus net se trouve en bordure de la route qui longe le lotissement. Il sépare le lit majeur du lit majeur exceptionnel. Les habitations construites entre la route et le lit moyen sont exposées à un aléa fort. La limite supérieure du lit majeur est imprécise, elle se perd dans le lotissement pour rejoindre la route dans le bas. Un talus net longe cette route. Une terrasse non inondable s'étend entre la route et la RN 100.

Le Calavon traverse ensuite la commune d'Apt.

En rive droite des deux cours d'eau, au point de la confluence, la limite de la zone inondable passe la RD 231 et s'arrête au niveau des habitations qui sont placées en bord de route. Les habitations situées entre la route et le cours d'eau sont exposées à un aléa assez fort. En allant vers l'aval, la limite repasse sous la route. La zone inondable du Calavon est étagée en trois niveaux. Le lit moyen est profondément encaissé entre des berges de plusieurs mètres, le lit majeur est limité par un talus inférieur à un mètre et le lit majeur exceptionnel va border la RD 231. Des traces d'érosion sont présentes sur les berges du lit moyen et des enrochements ont été aménagés pour lutter contre leur déstabilisation.



photo 5 : le lit moyen du Calavon dans la partie amont de sa traversée d'Apt et les enrochements qui protègent les berges.

Le lit majeur borde l'hôtel qui est construit sur remblai, frôle la partie basse du lotissement, et rejoint le front du cône de déjection de la combe Coutelle. Le lit majeur exceptionnel s'étend davantage sur la terrasse alluviale pour englober une partie de la zone résidentielle située entre le stade et la RD 231. La limite n'est pas nette, elle a été gommée par l'urbanisation. Elle s'arrête au pied du talus qui descend de la RD 231 (photo 6).

Les maisons situées juste sous la route RD 231 sont hors d'eau. Les habitations situées sur le cône de la combe de Coutelle sont exposées à des ruissellements potentiels importants qui suivraient l'axe des rues. Un certain nombre d'habitations situées dans la combe sont inondables.



photo 6 : la limite du lit majeur exceptionnel en rive droite du Calavon à l'amont de Apt. Le terrain du lotissement est extrêmement plat et la limite supérieure de la zone inondable s'arrête au pied du talus à hauteur du premier panneau routier.

En rive gauche, deux habitations sont exposées aux crues exceptionnelles sur les parcelles situées sous la RN 100 au droit du lieu dit de la Madeleine. Elles sont protégées des écoulements par une digue. La limite de la zone inondable longe ensuite la RN 100 et englobe les parcelles autour de la maison de retraite. Sa limite est marquée par un talus nets au pied des colluvions en dessous de la RN 100. Plusieurs habitations sont exposées et la maison de retraite située sur le cône de déjection du ruisseau de Rimayon est exposée aux crues du Calavon ainsi que qu'aux ruissellements du Rimayon. Ce ruisseau menace un certain nombre d'habitations situées à proximité de son lit sur le versant au dessus de la RN 100 ainsi que sur son cône à droite.

Plusieurs aménagements situés dans le lit majeur du Calavon sont susceptibles de faire augmenter la ligne d'eau à l'amont. Le stade qui a été construit en remblai, le remblai du pont qui passe au dessus du terrain de camping ainsi que les terrains situés dans le méandre en rive droite qui ont été remblayés.

Lors de la **traversée d'Apt**, le lit majeur s'arrête en rive gauche à la RN 100 puis passe par dessus en arrivant sur la vieille ville. Sa limite se perd ensuite dans la ville. Le ruisseau du vallon de Rocsalère descend du versant et les maisons situées à proximité du talweg sont exposées à un risque important. En rive droite, le lit majeur s'étend jusqu'à la RD 231 puis au pied du versant dans la traversée d'Apt. Les enjeux principaux concernés par le risque d'inondation sont un terrain de camping, le lycée et les équipements sportifs. Ils sont protégés des écoulements par un mur qui a été placé le long du lit mineur. En face de la vieille ville, quelques habitations qui bordent le cours d'eau sont en zone inondable. A la sortie de la vieille ville la vallée se resserre jusqu'à la confluence avec la

Riaille. Une usine est exposée en rive droite. Quelques habitations qui font face au cours d'eau sont également exposées sur les deux rives.

Au droit de la confluence avec la Riaille d'Apt, le lit majeur du Calavon s'élargit. En période de crue, les eaux s'étendraient sur la rive gauche qui se présente comme une large terrasse alluviale en convexité de méandre. Une habitation située à l'extrémité supérieure de la terrasse alluviale est en zone inondable. Les principaux enjeux sont situés en rive droite. Au abords de la confluence, le lit majeur est limité par un talus net qui borde la RN 100 (**photo 7**). Les bâtiments exposés sont des bâtiments industriels et commerciaux. La limite se perd ensuite dans les colluvions et la zone inondable s'étend à la zone industrielle. Les hauteurs d'eau dans la zone industrielle pourraient être augmentées par le remblai du pont. A l'aval du pont, le Calavon s'enfonce en gorges dans les calcaires du Bédoulien. Le fond de la vallée est occupée par un lit majeur recouvert de terrains agricoles. En rive droite, on trouve en zone inondable un complexe sportif et une station d'épuration protégée par une digue perpendiculaire aux écoulements à la confluence avec l'Urbane.



photo 7 : le talus qui limite le lit majeur du Calavon à l'aval immédiat de la confluence avec la Riaille.

Les gorges se prolongent sur la commune d'Apt en rive droite et de Bonnieux en rive gauche. La sortie des gorges, sur la commune de **Bonnieux**, est barrée par les remblais des ponts du chemin de fer et de la RD 108. La vallée du Calavon s'ouvre alors brusquement dans les dépôts sédimentaires quaternaires et est encadrée par des terrasses non inondables cultivées. Le lit moyen est vigoureusement encaissé et est bordé par endroits par des digues qui protègent les cultures qui s'étendent en lit majeur. Le lit majeur est large de 300 mètres. Sur le tronçon qui va du pont Julien au pont de la RD 36, le Calavon traverse les communes de Bonnieux en rive gauche, de **Roussillon** en rive droite, puis de **Goult**. Le lit majeur s'étend en rive droite. La limite n'est pas précise, elle se perd dans les terrasses cultivées. Le lit moyen est « collé » en rive gauche. Sa limite marque la limite du lit

majeur par des talus hauts de plusieurs mètres. Très peu d'enjeux sont exposés aux crues. Quelques habitations isolées comme au lieu dit « le Pied Rousset » (commune de Goult) sont en lit majeur exceptionnel et ne risquent que de légères inondations. Le pont de la RD 36 est en remblai et barre tout le lit majeur.

A l'aval du pont de la RD36, la vallée se resserre un peu dans les molasses calcaires. Le lit majeur est en contact avec le versant en rive droite et entaille des terrasses non inondables en rive gauche. Il est encadré par des talus nets assez hauts. Le lit majeur recouvre des terrains cultivés et est aménagé de digues qui cassent les écoulements. La vallée du Calavon garde le même faciès jusqu'à l'aval de la commune de Beaumettes. A la confluence avec l'Imergue, sur la commune de Goult, deux ouvrages en remblai barrent le lit majeur. Le pont de la RD 106 et le pont de l'ancienne voie de chemin de fer. En rive droite, un peu en amont du pont de la RD 106, la zone inondable dépasse la RN 100.

Au droit du hameau de **Beaumettes**, la vallée se rétrécit et la zone inondable dépasse à nouveau la RN 100. Le Calavon reçoit en rive gauche la contribution du Réal.

A l'aval de Beaumettes, la vallée du Calavon s'ouvre et le lit majeur est encaissé dans les terrasses non inondables. En rive gauche, sur la commune de **Ménerbes**, il est bordé par un talus net de plusieurs mètres creusé dans les dépôts sédimentaires et les molasses. En rive droite la limite n'est pas aussi nette, elle se perd dans les champs. Le remblai de la voie sncf contient les débordements du Calavon sur la commune de Beaumettes. Tout au long de son linéaire sur les communes de Beaumettes et d'**Oppède**, le lit moyen est profondément encaissé et des digues protègent les cultures qui recouvrent le lit majeur et le lit majeur exceptionnel. Quelques habitations sont exposées à des hauteurs d'eau peu importantes en lit majeur exceptionnel comme aux lieux dits du Castelet sur la commune de Ménerbes en rive gauche, et des Hermitants, des Capelans sur la commune d'Oppède en rive droite, ou au dessus de la carrière des « Véginières » sur la commune de **Maubec**. Les remblais de la RD 2 et de la RD 178a sont des éléments perturbateurs des écoulements et une ligne d'eau plus importante est attendue à l'amont de ces ouvrages. Le ruisseau de la Sénancole conflue en rive droite avec le Calavon sur la commune d'Oppède, et les écoulements de versants en provenance de son bassin versant viennent élargir la zone inondable du Calavon.

Le faciès du Calavon est identique jusqu'au canal de Carpentras sur la commune de Robion. Le lit moyen est profondément encaissé entre des talus de plusieurs mètres et il est encadré de digues qui protègent les cultures et les habitations du lit majeur. Le lit majeur du Calavon atteint ici 600 mètres au point le plus large. Il est barré par le remblai de la voie de chemin de fer, les digues du canal de Carpentras et le remblai de la route qui joint le lieu dit des « Molières » au lieu dit de « Reynard ». Ces ouvrages représentent des barrages aux écoulements et les limites hydrogéomorphologiques pourraient être dépassées en cas de crue exceptionnelle. Le lit majeur est bien délimité entre des talus nets sur les deux rives. Des terrasses anciennes non inondables entourent la plaine alluviale. Quelques habitations situées en lit majeur exceptionnel sont exposées à un aléa faible.

A l'aval du canal de Carpentras, le faciès du Calavon arrive à son stade terminal, sur la commune de **Robion** puis de **Cavaillon**. La vallée s'ouvre complètement en rive droite. Le lit moyen reste encaissé de plusieurs mètres et est endigué par des digues en terre. Le lit majeur s'étend dans la plaine cultivée et l'inondation des terrains est liée au risque de sur-verse ou de rupture des digues. Les eaux peuvent déborder en tout point et inonder les terrains sur une bande dont les dimensions ne sont

pas envisageables par l'analyse hydrogéomorphologique. Géomorphologiquement, toute la plaine entre la Sorgue et le Calavon est inondable. Ce fut le cas en 1951 et en 1994. Ces inondations ont été liées à la rupture d'une digue en des points précis. On observe que les espaces recouverts par les crues ne sont pas exactement les mêmes et qu'elles n'ont été contenues que partiellement dans des limites géomorphologiques.

En rive gauche, le lit majeur est commandé par une terrasse alluviale non inondable. Le lit majeur exceptionnel remonte jusqu'à la route qui longe le canal de Carpentras dans les quartiers bas de Robion au dessus du lieu dit « Canfier » (commune de Robion) qui se trouve en lit majeur et qui a connu des hauteurs de 30 cm d'eau en 1951. Cet espace est un quartier résidentiel exposé à des hauteurs d'eau qui pourraient être importantes du fait de sa situation de casier entre le remblai de la RD 31 et les digues du lit moyen. A l'aval du remblai un autre quartier est exposé aux inondations exceptionnelles. La zone inondable suit ensuite la route qui mène à Saint – Julien. Au droit de Saint – Julien, la zone inondable est confondue avec le lit majeur du Boulon. Le remblai de la voie de chemin de fer sert de barrage aux écoulements. A l'aval de la confluence, la zone inondable suit le remblai et sa limite devient imprécise au contact de la terrasse, elle longe la RD 2 jusqu'à Cavaillon.

Le lit moyen du Calavon est profondément encaissé de plusieurs mètres dans une plaine alluviale sans limite géomorphologique nette (**photo 8**). Il est bordé de digues sur tout le linéaire.



photo 8 : le lit moyen du Calavon à l'aval de Cavaillon. Image prise de la digue rive gauche.

A Cavaillon, la limite de la zone inondable n'est pas nette, elle est dissimulée par l'urbanisation et se confond avec le lit majeur de la Durance. La limite de la zone inondable remonte jusqu'à la RD 143a et englobe la vieille ville sous condition exceptionnelle. Elle s'arrête au pied de la colline calcaire de St Jacques qui surplombe Cavaillon. A l'aval de la ville, la zone inondable pourrait gagner ce qui paraît être d'anciennes carrières et inonder des bâtiments industriels qui semblent avoir été épargnés par les crues de 1951 et de 1994. En allant vers la confluence avec la Durance en rive

gauche, la limite n'est pas précise car les différences de niveau sont très faibles. Le remblai de la route qui mène au lieu dit « des Vignères » a servi de barrage aux écoulements de 1951 et 1994. La hauteur d'eau sur les parcelles amont a été augmentée.

On voit nettement que les crues ont suivi un chemin identique d'écoulement en rive droite qui semble correspondre à un ancien tracé du Calavon ou de la Durance inscrit en très légère dépression. Les crues ne se sont pas arrêtées à des limites géomorphologiques nettes, mais se sont dispersées dans la plaine certainement selon des conditions de sol et d'occupation du sol ainsi que de micro-topographie locale qui ont influencé les écoulements. Ceci explique que l'étalement des eaux des deux crues bien que grossièrement parallèle ait connu néanmoins quelques différences. L'imprécision des relevés de repères de crue peut être une autre explication.

La limite nord du lit majeur du Calavon dans la plaine a été fixée arbitrairement, selon une très légère inclinaison et parallèlement au tracé des anciennes crues. Cette limite correspond dans une bonne partie à la ligne de partage des eaux entre la Sorgue et le Calavon. Au delà de cette limite, la plaine est inondable par les crues exceptionnelles en provenance à la fois des débordements des Sorgues et de ceux du Calavon, sur les communes de **l'Isle sur Sorgue, le Thor et Chateauneuf de Gadagne**.

Une étude hydraulique et une modélisation des inondations de la plaine est nécessaire.

A l'aval de Cavaillon en rive gauche, il existe une zone plus haute traversée par la RD 273 qui n'a jamais été recouverte par une crue renseignée et qui est cartographiée en hachures bleues claires sur la carte. Cette zone placée entre les deux axes principaux d'écoulement des crues du Calavon et dont les limites sont imprécises ne semble pas être inondable par le Calavon. Toutefois, sa couverture superficielle en matériaux sédimentaires quaternaires indiquent une possible inondabilité, très probablement liée à la conjonction des crues exceptionnelles de la Durance.

Caumont sur Durance est inondable en partie par les crues combinées de la Durance, de la Sorgue et du Calavon.

La Riaille

Les sources de la Riaille se trouvent dans les calcaires argileux du Barrémien au nord de la commune de Banon. La Riaille n'est pas pérenne et ses écoulements ne se forment qu'en cas d'orage ou d'épisodes pluvieux prolongés. Le fond de la vallée est plat, tapissé de cailloutis qui peuvent être remaniés lors des crues. Elle conflue avec le Calavon sur la commune de **Simiane-la-Rotonde**.

Les combes de Castellet

Au sud de **Castellet**, un réseau de combes draine le versant nord du chaînon du Luberon et finit par un cône de déjection au « Moulin Rout ». Aucun enjeu n'est compris en lit majeur.

Le vallon du Dévens

Le talweg du vallon du Dévens naît un peu au dessus de **Caseneuve**. Selon un témoignage de la mairie, une petite retenue d'eau se crée juste au dessus de la RD 35 dans les terrains argileux. En cas de fort orage, un ruissellement important est à prévoir dans les zones les plus basses des terrains situés

au dessus. Les écoulements du vallon de Dévens s'écoulent ensuite le long du versant jusqu'au Calavon.

Le ruisseau de Rablassin

Le Rablassin coule vers le sud-ouest dans une vallée étroite, sur la commune de **Caseneuve** et se jette dans le Calavon à hauteur de l'intersection entre la RD 209 et la RN 100. Aucun enjeux ne se trouve en lit majeur.

Le ravin de la Masque

Le ruisseau du ravin de la Masque descend du « Pié de Marc » en rive droite du Calavon sur des pentes très raides et déboule dans une zone de lotissements le long des rues, sur la commune de **Saignon**. Un certain nombre d'habitations et un centre CAT sont ici exposés à des écoulements forts pouvant être chargés en matériel sédimentaire.

Talweg de Saignon

En rive gauche du Calavon, il descend du lieu dit « la Gardette » sur des terrains de molasse calcaire et sablo-marneux à l'est de **Saignon**. Il ne menace aucun enjeu particulier sauf à hauteur de St-Quentin ainsi qu'une maison située au bord de la RN 100. Une retenue se crée dans les terrains juste au dessus de la RN 100.

Le ruisseau de Rimayon

Il naît à hauteur du lieu dit de « Roudaret » et s'écoule en rive gauche le long du versant jusqu'à **Apt** où il a construit un cône de déjection dans le lit majeur du Calavon sur lequel a été construit une maison de retraite qui se trouve dans l'axe des écoulements. Ce cône a été dans son ensemble recouvert d'habitations.

Le vallon de Rocsalière

Le talweg est dessiné sur le terrain depuis le lieu dit « Vatan » sur la commune de **Saignon** et descend jusqu'à **Apt** où il déboule en rive gauche au rond point à côté de la caserne de pompiers. A son arrivée sur Apt, il est canalisé et un certain nombre d'habitations sont exposées aux inondations.

Le ruisseau de Grande Terre

Le village de **Gargas** est encadré par des reliefs sablo-gréseux du Crétacé qui sont entaillés par de nombreux talwegs qui donnent naissance au ruisseau de Grande Terre. A Gargas, à l'ouest de la RD 101 et au sud de la RD 83, une poignée d'habitations est inondable par le ruisseau qui descend des buttes situées au nord ouest de la feuille. A partir du pont de la RD 101, le talweg s'incise de plusieurs mètres jusqu'à hauteur du lieu dit des « Isnardes ». Dans le méandre au dessous des « Isnardes », un axe de débordement exceptionnel est formé dans les colluvions et rejoint la Riaille d'Apt juste à l'amont du plan d'eau de la Riaille. En arrivant sur la zone industrielle des « Bourguignons », le lit majeur du ruisseau a été remblayé à plusieurs endroits ce qui perturberait le fonctionnement hydraulique du ruisseau en cas de crue. Les limites géomorphologiques ont été gommées par ces aménagements et par l'urbanisation, ce qui rend difficile une analyse précise de l'étendue de la zone

inondable par cette méthode. La zone des « Bourguignons » est placée sur une zone d'épandage des crues et les infrastructures routières de la RN 100 construites en remblai renforceraient le phénomène. De nombreuses habitations sont concernées par les crues du ruisseau ainsi qu'à une sédimentation importante. En cas de crue, les eaux du ruisseau de Grande Terre devraient être chargées de matériel sédimentaire fin issu de la nature très friable des terrains qu'il traverse. Une érosion importante est à prévoir sur tout le linéaire.

Le ruisseau des Bricolets

Il prend naissance dans la colline gréseuse de l'ouest de **Gargas** où il est nettement encaissé. A son arrivée dans la plaine, ces limites sont beaucoup plus floues et il passe même en sous-terrain sous les usines de Salignan sur la commune d'**Apt**. Il est dévié ensuite le long de la RN 100 jusqu'au rond point de l'entrée de la zone des Bourguignons où il conflue avec le ruisseau de Grande Terre.

Le ruisseau des « Huguets »

Trois écoulements ont découpé les grès des reliefs du sud de **Roussillon** et rejoignent le Calavon en rive droite à hauteur du pont Julien, à la limite entre les communes de Roussillon et de **Bonnieux**. Ces écoulements se rejoignent à hauteur du lieu dit des « Huguets » pour ne former plus qu'un talweg dont le lit est assez bien marqué dans les colluvions du piedmont.

Le ruisseau de la « petite Verrière »

Il descend des reliefs gréseux de **Roussillon** parallèlement au ruisseau des « Huguets », à la limite communale entre Roussillon et **Goult**, et son lit est nettement dessiné jusqu'à son arrivée dans les colluvions. Une maison est exposée à des débordements au lieu dit de la petite « Verrière ».

Le ruisseau des « Martins »

Le talweg du ruisseau dit des « Martins » prend naissance sur la commune de **Gordes** dans les molasses calcaires des reliefs qui dominant Saint Pantaléon et s'écoule jusqu'au Calavon en rive droite. Son tracé est assez creusé jusqu'au lieu dit des « Martins » (commune de Gordes) où un bâtiment est exposé à ces écoulement juste en dessous de la RD 103. En arrivant dans la plaine qui borde le Calavon, sa zone inondable s'élargit et se perd dans les champs. Sa limite est imprécise. Quatre maisons sont inondables autour de la RD 211 et trois le long de la RN 100 dont le remblai pourrait causer une surcôte du niveau des eaux en cas d'inondation.

Le ruisseau de Valadas

Plusieurs talwegs descendent du chaînon du Luberon pour former le ruisseau de Valadas dans les terrasses du piedmont, sur la commune d'**Oppède**. La limite du lit majeur est imprécise. Au hameau de « Graneau » le talweg s'incise profondément et des habitations situées sur la terrasse peuvent être inondables en condition exceptionnelle. A l'aval, la zone inondable se rétrécit sans enjeux majeurs avant de rejoindre le Calavon en rive gauche sur la commune de Ménerbes.

Le ruisseau d'Oppède

Un talweg descend du versant nord du chaînon du Luberon en dessous d'Oppède le vieux et rejoint le Calavon en rive gauche en bordant le village d'**Oppède**. A l'amont d'Oppède, au pied du versant, ces limites sont imprécises. Plusieurs habitations sont exposées à ces écoulements aux abords de la RD 29 qui traverse son lit majeur sur un remblai. Ce remblai pourrait provoquer une surcôte du niveau des eaux. A l'aval d'Oppède, le lit majeur est plus nettement délimité par des talus. Entre Oppède et le « petit Coustellet », plusieurs maisons sont inondables en bordure du lit majeur.

Le ruisseau du chemin des Baumions

Le chemin des Baumions longe un talweg qui se forme en dessous de la « Pouraque », qui s'écoule le long du rebord méridional du plateau de Vaucluse et traverse **Cabrières d'Avignon** avant de se perdre dans des écoulements de versant. Cabrières d'Avignon étant placé au pied du versant, pourrait connaître en cas d'inondation importante, des écoulements rapides et violents. Une bonne partie du village est d'ailleurs inondable. Des écoulements beaucoup moins importants peuvent venir du nord est de la ville, des terrains situés au dessus du lieu dit des « Clapes ».

A la sortie du village, la zone inondable s'élargit et ses limites ne sont plus précises. Il s'agit d'une inondation en nappe de versant avec des axes d'écoulements multiples dans ce secteur. Plusieurs habitations sont potentiellement inondables, notamment vers le lieu-dit Coustellet à la limite communale de Cabrières et de **Maubec**. Il se peut que le remblai de la voie ferrée bloque une partie des écoulements en cas de crue et les dévient vers le sud-ouest et le quartier des Grès et des Pendus sur la commune de **Robion**, avant de rejoindre le Calavon à l'amont immédiat du Canal de Carpentras.

Le ruisseau de la combe de Saint Pierre

Le ruisseau de la combe de Saint Pierre a creusé un petit vallon dans les molasses calcaires et sablo-marneuses du Burdigalien, sur la commune de **Maubec**. De nombreux écoulements ruissellent sur les calcaires urgoniens du rebord nord du Luberon. Du lieu dit du « Cagnard » jusqu'au remblai de la route au lieu-dit des « Bouteiller » (commune de **Robion**), le lit majeur est plat et large d'une centaine de mètres. En rive gauche, la limite de la zone inondable s'arrête à la route et est marquée par un talus net de plusieurs mètres. Sur ce tronçon, un grand nombre de maisons est inondable. Le quartier des « Cagnard » est dense et situé dans le milieu du lit majeur.

Au lieu-dit les Bouteiller sur la commune de Robion, la route forme un remblai qui génère une surcote à l'amont. A l'aval, un axe d'écoulement exceptionnel plonge vers l'ouest-nord-ouest en direction des « Molières » avant de rejoindre la zone inondable du Calavon. Un autre axe d'écoulement longe la route vers le nord-nord-est.

Le ruisseau du Boulon

Il déboule du versant du Luberon des rochers de Baude sur la commune de **Robion**, traverse un parking et plonge dans les cultures. Le lit majeur fait 150 mètres de large. Deux maisons sont exposées à l'amont de la route qui mène du stade à côté des « Robert » à Robion. Le lit mineur est canalisé et a été dévié de son cours normal. En arrivant sur « Bel-air » et « Saint-Julien » sur la commune des **Taillades**, on retrouve à nouveau plusieurs habitations en lit majeur. Les limites ne sont pas nettes et l'urbanisation pourrait causer des perturbations hydrauliques importantes. Une étude

hydraulique devrait être lancée sur ce secteur. Le remblai de la voie ferrée joue le rôle de barrage aux inondations et une sur-côte importante pourrait se produire à l'amont.

4.2. L'AIGUEBELLE – L'ENCREME

L'Aiguebelle

L'Aiguebelle a creusé son lit dans les colluvions entre deux chaînons marno-calcaires. Elle traverse la commune de Céreste avant de confluer avec l'Encrême en rive gauche à l'amont du bourg de Céreste. Le lit moyen est encaissé et les limites du lit majeur ne sont pas nettes, elles se perdent dans les colluvions sauf à quelques endroits précis comme en face des lieux dits « Ragoni » ou « la Renardière », où le lit majeur est encadré entre des talus nets. Quelques digues ont été mises en place à la lisière du lit moyen pour protéger les cultures du lit majeur. Des traces d'érosion sur les berges et des protections de berge indiquent que le cours d'eau a une dynamique active. Le lit majeur s'encaisse et se resserre au passage de la combe entre la Gardette et la Roque. Un bâtiment est exposé aux crues. Un peu en amont de la confluence avec l'Encrême, le lit majeur est traversé par le remblai de la RN 100 qui bloque les écoulements en crue et crée une hausse de la ligne d'eau à l'amont. A l'aval du remblai, les enjeux principaux sont situés en rive gauche, il s'agit d'un lotissement dont les maisons les plus proches du lit sont situées en lit moyen. Elles sont exposées à un aléa important (photo 9).



photo 9 : le lit mineur de l'Aiguebelle, le lotissement situé en lit moyen. La digue est en rive droite et protège le lit majeur combiné de l'Aiguebelle et de l'Encrême. En arrière plan on aperçoit le lit mineur de l'Encrême bordé d'une fine bande de ripisylve et son lit moyen qui apparaît dans le champs en vert foncé

Leur situation à proximité de la confluence augmente leur inondabilité par un phénomène de convergence des eaux. Le remblai du pont sur l'Encrême à l'aval de la confluence pourrait augmenter le phénomène. En rive droite une digue sur l'Aiguebelle protège les champs ainsi que le lotissement

des écoulements en crue de l'Enchrême. Aucune digue n'a été mise en place en rive gauche pour protéger le lotissement.

L'Enchrême

La cartographie de l'Enchrême a été réalisée à partir du hameau de Veissières, sur la commune de Céreste. Les enjeux compris en lit majeur sont localisés à la confluence avec l'Aiguebelle. A l'amont du remblai de la RN 100, le lit majeur est large et très peu encaissé. Il s'étend dans les champs et sa limite supérieure est nette. Des petits talus apparaissent et indiquent le tracé des axes d'écoulement. Le remblai de la RN 100 barre tout le lit majeur et une retenue à l'amont pourrait se créer en cas de crue.

A l'aval du pont, le lit majeur s'étale dans une plaine alluviale de 400 mètres de large. Cette plaine est une véritable zone d'épandage des crues. Elle est légèrement inclinée vers le nord, et les eaux de débordement ruissellent et vont s'accumuler dans la partie supérieure du lit majeur. Des digues ont été mises en place à cet effet le long du lit mineur. Le lit majeur va se rétrécissant jusqu'aux gorges de Céreste et est barré par trois remblais majeurs qui fonctionnent comme des barrages aux écoulements. On trouve des traces d'érosion à hauteur de la gare où la pente de l'Enchrême s'accroît et son lit s'encaisse. Deux bâtiments placés sur des terrasses alluviales sont inondables sous condition exceptionnelle sur la rive opposée. A l'aval de Céreste, l'Enchrême s'écoule en gorges jusqu'à sa confluence avec le Calavon (en rive gauche).

4.3. LA BUYE

Le torrent de la Buye s'écoule en gorges du Nord au Sud sur les communes de Viens puis de Saint-Martin de Castellon dans les calcaires et les molasses. Il n'affecte aucun enjeu particulier avant sa confluence avec le Calavon en rive droite, au droit du village de la Bégude.

A la Bégude, il a édifié un cône de déjection qui a été urbanisé. Le lit mineur coule entre des digues. La RN 100 passe en remblai sur le cône et perturberait les écoulements en cas d'inondation. Le remblai protège néanmoins le village des inondations par le haut du cône qui reste cependant inondable d'un point de vue hydrogéomorphologique. La partie basse du cône est inondable par le Calavon ainsi que par le remblai de la route qui mène au pont du Calavon.

4.4. LA DOA

Le cours supérieur de la Doa coule d'est en ouest dans les grès et les sables d'altération des ocre de Rustrel. Il est encadré en rive gauche par le versant du chaînon dans lequel a été creusé « le Colorado ». En rive droite, il est bordé par les colluvions recouvertes de cultures. Elle se forme par les écoulements du plateau de Vaucluse, au dessus de Gignac. A Gignac, quatre maisons sont exposées à des débordements.

Le lit de la Doa s'élargit au niveau du « logis neuf », à la limite communale avec Rustrel. Le lit moyen est encaissé et large par rapport au lit majeur qui s'étend latéralement en bandes assez fines. Il est délimité soit par les versants soit par des talus nets creusés dans les colluvions.

Le terrain de camping situé à l'entrée du « Colorado » est en partie inondable par la Doa et par les ruissellements du versant. Le remblai du pont au dessus de la Doa pourrait provoquer une sur-côte

du niveau des eaux à l'amont et notamment dans le terrain de camping. Deux bâtiments situés à l'aval et à l'amont du pont sont inondables. En allant vers l'aval, des habitations sont exposées aux crues en dessous du hameau de « St Pierre » et au hameau le « Passeron ».

Ensuite, le cours d'eau s'incline vers le sud pour regagner le Calavon, et traverse la commune d'**Apt**. Il garde le même faciès mais des digues ont été placées en lit moyen pour protéger le lit majeur cultivé. Quatre habitations sont inondables. En arrivant sur la confluence avec le Calavon, la vallée se rétrécit et les enjeux se densifient. Le pont de la RD 231 est en remblai et la hauteur d'eau attendue à l'amont du remblai serait augmentée en cas de crue et pourrait déborder sur le côté du remblai et inonder davantage les maisons situées sur la RD 22. En rive gauche la limite n'est pas nette dans le lotissement et une inondation des premières maisons n'est pas à exclure.

Le village de **Rustrel** est situé au déboucher de la Grande Combe, et il est en partie inondable par les écoulements de piémont en provenance de la Combe. Deux axes principaux d'écoulement sont inscrits en sortie de la Combe.

Le principal correspond au talweg et passe par le village. Son tracé est quasiment rectiligne jusqu'à la Doa en direction du Sud. Les habitations exposées sont assez nombreuses dans la partie urbanisée, à l'est du centre du village. Une partie des écoulements peuvent également emprunter l'axe de la RD 112 vers le Sud-Est. En amont de la RD 22, la zone inondable s'étend du talus de la route au pied de la butte de la « Marquise ». Quelques habitations sont exposées. Au droit de la RD 22, l'axe passe à travers champs et prend la direction du hameau « d'Istrane » qui se trouve directement dans l'axe des écoulements.

Un autre axe d'écoulement au déboucher de la Grande Combe passe plus à l'ouest que le précédent, traverse une partie nord du village de Rustrel avant de rejoindre le talweg qui s'écoule vers l'ouest à travers champs au nord de la colline de la « Farinette » (point côté 422) et se jette dans le lac de retenue placé en amont de la Doa au dessus du hameau de « Passeron ».

Plusieurs talwegs descendent de la « Grande Montagne » et incisent les colluvions de pied de versant. Compte tenu de la nature très friable du terrain, une érosion soutenue et un important transport sédimentaire en fines est prévisible sur la totalité du linéaire inscrit sur le piedmont. Un talweg important descend du Castillon et rejoint la Doa à l'aval du « Passeron ».

4.5. LA RIAILLE D'APT

Les sources de la Riaille d'Apt naissent dans les calcaires Bédoulien du plateau de Vaucluse, sur la commune de **Villars**. Les principaux écoulements viennent des reliefs qui surplombent « Grands Cléments » et « Saint Saturnin les Apt ». Autour des « Grands Cléments », les écoulements de la combe de Saint Pierre et de la combe du Puits du Goay confluent à hauteur de Villars pour former la Riaille d'Apt. La combe de Satine est le prolongement de la combe du Puits du Goay sur le piedmont. Le ruisseau coule le long d'une carrière qui se trouve au dessus de la RD 214. En cas de crue, les eaux du ruisseau iraient en partie remplir la carrière.

La zone inondable du ruisseau de la combe de Saint Pierre s'étend pour former une zone d'épandage large de 200 mètres juste en dessous du village des « Grands Cléments ». Quelques maisons sont exposées aux inondations. Le hameau est situé sur un cône de déjection situé à la sortie du vallon Counet et est exposé à un risque important de ruissellement. Le talweg est canalisé et les

maisons situées à proximité pourraient être sujettes à des inondations importantes chargées de transport sédimentaire assez grossier. Le lit majeur se resserre jusqu'au Villars.

Des ruissellements importants peuvent se produire vers le hameau des « Marchands » au déboucher du cône issu du vallon des Garoutes.

En dessous du « Villars », une poignée d'habitations pourrait être inondée. La Riaille d'Apt garde le même faciès jusqu'à sa confluence avec un talweg qui recueille les écoulements en provenance des combes qui descendent de Saint Saturnin. Le lit moyen est encaissé et les limites du lit majeur sont marquées par des talus dans les calcaires en rive gauche. En rive droite, la limite est plus imprécise. Quelques propriétés sont situées en lit majeur. Le remblai de la RD 111 crée un barrage aux écoulements et pourrait provoquer une sur-côte du niveau des eaux.

Le cours d'eau se jette dans le lac de retenue dit de « la Riaille » sur la commune d'Apt avant de rejoindre le Calavon en rive droite. En amont du lac, le lit majeur fait 350 mètres de large. Le lit moyen est aussi plus large et moins encaissé et est bordé par endroit d'une digue. Plusieurs habitations sont en zone inondable.

Une série de combes incisent les versants des Monts de Vaucluse avant de s'écouler sur le piémont autour de Saint-Saturnin-les-Apt puis de rejoindre la riaille d'Apt sur la commune d'Apt. Une retenue d'eau a été créée au dessus de **Saint Saturnin les Apt** sur la combe du Château. Le village est situé sur un cône de déjection et est exposé au risque technologique de rupture de barrage. Les eaux de sur-verse ruissellent dans la rue qui mène au parking sous le barrage et se dispersent ensuite sur le cône à la faveur des ruelles et des murets d'habitation. Des traces d'écoulements importants sont issus des vallons du « Cabrier » et de « Darustre ». Ils confluent à l'est de Saint Saturnin et rejoignent la Riaille d'Apt au droit du lieu dit du « Massonet » sur la commune d'Apt. Ils ont façonné un lit majeur dans les anciens dépôts sédimentaires et les faciès d'altération du Cénomani. Au sud de Saint Saturnin, au déboucher du cône, la convergence des écoulements a créé une zone d'épandage des crues qui atteint une largeur de 400 mètres entre les lieux dit de « Saint Maurin » et de « Mouliras ». La zone inondable est limitée en rive gauche par un talus net de plusieurs mètres. En rive droite, la limite n'est pas aussi nette. Le lit majeur se resserre ensuite pour atteindre 150 mètres de large. Au droit du château de « Bourgane », un réseau de voie de circulation organisé autour de la RD 943 est construit sur remblai ce qui pourrait perturber l'étendue d'une inondation. Les limites hydrogéomorphologiques pourraient être dépassées par la hausse de la ligne d'eau à l'amont sous l'effet de barrage. Plus en aval, le remblai de la route qui joint la RD 111 à la RD 943 aurait le même effet en cas de crue. Le lit majeur est ici très large (270 m) et fonctionnerait comme une zone d'épandage.

4.6. L'URBANE

Il naît dans les calcaires des monts de Vaucluse sur la commune de Saint-Saturnin-les-Apt et s'écoule du Nord vers le Sud jusqu'au Calavon en rive droite. Au pied du versant, sur la commune de **Saint-Saturnin-les-Apt**, l'Urbane est inscrite dans les dépôts sédimentaires d'anciennes terrasses aujourd'hui non inondables et recouvertes de cultures. Le lit majeur au déboucher du versant fait 200 mètres de large. Au droit du hameau des Cordiers, une poignée d'habitations est inondable et le remblai de la route qui descend du village pour rejoindre le « Moulin des Bassacs » pourrait provoquer

des perturbations sur les écoulements et un relèvement de la ligne d'eau. Le remblai de la RD 227 pourrait avoir les mêmes conséquences. A l'aval du hameau des Cordiers, la plaine alluviale fait 1 kilomètre de large et reçoit une partie des écoulements qui viennent du versant à l'Ouest de St Saturnin les Apt. Elle fonctionne comme une zone d'épandage des crues. Plusieurs maisons sont exposées à des risques de ruissellement important ainsi qu'à des débordements dans la plaine de Sylla. Les nombreux remblais routiers présents dans cette plaine sont susceptibles de provoquer des augmentations de la ligne d'eau à certains endroits comme au hameau des « Lombards », sur la commune de **Gargas** par exemple où deux maisons sont exposées à un aléa faible et à des inondations exceptionnelles. Le lit majeur se rétrécit pendant quelques centaines de mètres avant de s'élargir à nouveau au droit du lieu dit « clos de l'Urbane », à la limite communale entre **Roussillon** et Gargas. La plaine alluviale fait 450 mètres de large. Elle est barrée par la RD 4 qui est en remblai. A l'aval, le lit majeur garde le même faciès jusqu'à la RN 100. Les écoulements sont perturbés successivement par la RD 104 et la RD 83. Quelques bâtiments industriels ainsi que des maisons isolées sont exposés aux inondations exceptionnelles. A hauteur de la RN 100, le lit majeur fait 500 mètres de large et fonctionne comme une zone d'épandage. Des bâtiments industriels et des zones résidentielles se trouvent en lit majeur. A l'aval de la RN 100 le cours de l'Urbane traverse la commune d'**Apt** en gorge avant de rejoindre le Calavon en rive droite.

Le ruisseau des Ferriers

Il s'écoule des buttes albo-cénomaniennes de l'ouest de **Roussillon** et se jette dans l'Urbane. Deux bâtiments sont inondables au droit de « Tartuguière » et une à la confluence avec l'Urbane.

Le ruisseau de Perrotet

Il est parallèle au ruisseau des Ferriers et une petite retenue a été aménagée à l'amont, au droit du « bois de Saint Jean » sur la commune de **Roussillon**. Deux maisons au droit de « Perrotet » sur la commune de **Gargas** sont inondables. Le remblai de la RD 83 pourrait causer une surcôte du niveau de l'eau.

Le ravin de la Coquillade

C'est le troisième talweg important qui descend des buttes de grès et d'ocres de l'ouest de Roussillon vers l'Urbane. Les enjeux principaux compris en lit majeur sont situés à proximité de la RN 100 sur la commune de **Gargas**. Le remblai de cette route pourrait provoquer une surcôte du niveau des eaux dans la zone construite.

4.7. LA RIAILLE

Le haut du bassin versant de la Riaille se forme dans les molasses calcaires et sablo-marneuses du piedmont du chaînon du Luberon et s'étend ensuite sur les colluvions et les dépôts fluviaux holocènes, sur la commune de **Bonnieux**. A l'amont du linéaire, le lit majeur est très encaissé et un terrain de camping est situé au débouché du versant. Le fond est plat et cultivé. Il garde le même faciès jusqu'à la station d'épuration du lieu dit de la « Gardiole ». De ce point jusqu'au lieu dit des « Foulans », le lit du torrent est beaucoup moins encaissé et les limites de la zone inondable sont floues. Le lieu dit de « Saint Victor » est exposé aux inondations.

Aux « Foulans », deux autres écoulements qui viennent des versants de « la Bressagne » et la « Baconnade » viennent confluer et grossir les eaux de la Riaille. De ce point jusqu'à la gare de Bonnieux, le lit majeur du cours d'eau s'étend dans les champs sans que sa limite ne soit clairement définie par des talus nets. Il atteint une largeur de 230 mètres. En arrivant sur la gare de Bonnieux qui est protégée par un remblai, cinq maisons sont inondables. La RD 36 marque la limite du lit majeur en rive droite et le remblai de la voie ferrée crée un barrage pour les écoulements des inondations. Un large dépassement des limites établies est possible par la sur-côte du niveau des eaux provoquée par le remblai. La Riaille conflue avec le Calavon en rive gauche à l'aval immédiat de la gare de Bonnieux.

4.8. L'IMERGUE

La majeure partie des sources de l'Imergue naît sur le rebord sud du plateau de Vaucluse, sur les communes de Saint-Saturnin-les-Apt et de Lioux. Aucune des sources n'est pérenne et les talwegs sont tous à sec (**photo 10**). Comme nous l'avons vu dans le chapitre sur la présentation du bassin versant, les karsts sont très nombreux et permettent une infiltration rapide.



photo 10 : vue vers l'amont du talweg du ruisseau de Lioux, à l'amont du pont de la RD 60, un ruisseau qui va former l'Imergue. La roche mère calcaire du Bédoulien a été dégagée par les crues successives. On remarque quelques dépôts de sable qui correspondent à la nature du matériel sédimentaire transporté. En rive droite, la limite du lit majeur n'est pas nette et en rive gauche, un débordement est possible dans les champs. On voit une partie des escarpements de la Madeleine dans le coin supérieur droit de la photo.

Le cours principal de l'Imergue se forme au milieu des colluvions à l'aval du lieu dit de la « Truilière » sur la commune de Saint-Saturnin-les-Apt. La limite du lit majeur n'est pas nette, elle se perd sur les coteaux des vallons. A hauteur du lieu dit les « Yves » sur la commune de Roussillon, la plaine s'ouvre largement et le lit majeur du l'Imergue s'étale dans les matériaux sédimentaires. Entre la RD 4 et la confluence avec le ruisseau de Lioux, le lit majeur fait 500 mètres de large. C'est

une vaste zone d'épandage des crues dans les champs ou une inondation exceptionnelle se traduirait par des écoulements en nappe.

Le ruisseau s'écoule à travers champs et le lit majeur est très peu encaissé. Il fait une centaine de mètres de large. Il s'encaisse de plusieurs mètres à partir de sa confluence avec le ruisseau de la combe de Vaumale.

L'Imergue s'écoule ensuite dans les calcaires bédouliens et garde le même faciès jusqu'à sa confluence avec le Carlet. Les axes d'écoulement en lit majeur sont parfois assez marqués comme devant le lieu dit « Brantes » ou une légère dépression montre le chemin emprunté par les eaux de débordement à la sortie du méandre amont.

La zone de confluence avec le Carlet, sur la commune de **Gordes**, est encaissée entre des talus de plusieurs de mètres. Une habitation est située en zone inondable. En allant vers l'aval, le lit majeur de l'Imergue, qui traverse la commune de **Goult**, adopte un faciès plus étroit et plus encaissé que sur les tronçons amont. Le lit moyen se confond avec le lit majeur. Quelques débordements sur la terrasse qui se trouve en rive droite sont possibles sur quelques mètres. Le lit majeur de l'Imergue s'ouvre à nouveau après la confluence avec la Roubine. Le lit mineur affleure et est bordé de digues. Le lit moyen disparaît et le lit majeur s'étale sur des parcelles planes cultivées. La vallée se rétrécit en arrivant sur Lumières (commune de Goult) où elle conflue avec celle du Calavon en rive droite, et la totalité du village est inondable. Le remblai de la nationale 100 pourrait provoquer une sur-côte du niveau des eaux à l'amont. Une hauteur d'eau de 1 m90 a été relevée en 1994.

Le ruisseau du Carlet

Le Carlet est un ruisseau sec qui fonctionne uniquement en cas d'épisode pluvieux prolongé et soutenu. Il est formé par deux talwegs principaux karstifiés qui descendent du plateau de Vaucluse sur la commune de **Murs** puis de **Joucas**, à l'Est du village de Joucas. Il traverse les terrasses alluviales würmiennes cultivées pour se jeter dans l'Imergue à hauteur du lieu dit du Carlet sur la commune de **Gordes**. Son lit moyen est étroit et encaissé et des débordements exceptionnels sont possibles de part et d'autre. Une dizaine de maisons sont inondables dans sa traversée de la commune de Joucas. La majeure partie des habitations est placée sur les rebords de la zone inondable. Trois sont exposées à un risque plus important à hauteur de Joucas, au pied du versant.

Le ruisseau de la Veroncle

Ce ruisseau, tout comme le Carlet, fonctionne uniquement en cas d'épisode pluvieux prolongé et soutenu. Il incise le plateau de Vaucluse sur la commune de **Murs** puis de **Gordes**, avant d'inonder une zone plus large au débouché sur le versant. Il inonde alors plusieurs habitations aux lieux-dits les Grailles et le four à chaux, avant de se rétrécir à nouveau jusqu'à sa confluence avec le Carlet.

Le ruisseau de Maillet – la Roubine

Le ruisseau de Maillet incise le plateau de Vaucluse au-dessus de **Gordes**. Il y forme un vallon étroit dans lequel on trouve plusieurs enjeux compris en zone inondable : la gendarmerie de Gordes et plusieurs habitations. A la sortie de Gordes, au niveau de la route D2, le cours d'eau quitte ses gorges et les écoulements se dispersent sur le versant. Il n'y a plus de talweg bien marqué, mais les écoulements peuvent suivre deux axes :

- Une partie des eaux peuvent rejoindre un collecteur des eaux pluviales vers le Sud à l'est de la route D2, qui va ensuite bifurquer vers l'est par un fossé et rejoindre le ruisseau de la Roubine à l'aval de la D104.
- Les écoulements peuvent également suivre un vallon large vers l'est, qui va former le ruisseau de la Roubine au niveau d'une zone large de confluence au lieu-dit les Lones entre plusieurs écoulements en provenance du plateau de Vaucluse.

Le torrent de la Roubine conflue ensuite avec l'Imergue sans rencontrer d'enjeux particulier.

Le ruisseau des Pontails

Il naît au pied de la butte d'ocres et de grès de l'Albo-Cénomanién à l'est de **Roussillon** et s'écoule au milieu des plantations sur les terrains alluviaux et colluviaux. Au hameau de « Gallianes », un bâtiment est exposé à des écoulements qui semblent suivre le tracé d'un deuxième talweg. La RD 227 est en remblai et pourrait provoquer une surcôte du niveau des eaux.

Talweg des Madons

Un profond talweg est incisé de plusieurs mètres dans les formations sédimentaires de l'Albo-Cénomanién à l'ouest de **Roussillon**. Aucun enjeu n'est construit en son lit majeur.

4.9. LE REAL

Les écoulements du Real descendent des versants calcaires du chaînon du Lubéron. Le Real coule d'Est en Ouest dans une petite dépression perchée formée dans les calcaires lacustres et remplie de colluvions sur la commune de **Lacoste** puis sur celle de **Ménerbes** jusqu'au droit du village de Ménerbes. Il est nettement encaissé. Il se dirige ensuite vers le Nord pour rejoindre le Calavon en rive gauche. Il s'écoule alors dans une large plaine tapissée d'alluvions modernes. Le hameau situé en dessous du lieu dit de « Bosse » est inondable. Une poignée d'habitations qui sont dans l'axe des grands débordements sont exposées aux crues jusqu'aux « Cairades » où le faciès reste le même. Le lit majeur fait 80 mètres de large et les limites ne sont pas précises. Une érosion importante sévit dans les méandres qui sont aménagés par endroits de protections de berges en enrochement.



photo 11: le faciès du Real à l'amont de la RD 218

A l'aval de la RD 218, le lit majeur s'élargit dans la plaine pour faire 200 mètres de large. Là, le lit mineur est bordé de digues. Au lieu dit les « Bastides », un axe d'écoulement est dessiné dans la plaine et une importante digue a été placée pour bloquer les écoulements. A partir de « Saint Peyre », le lit mineur s'incise en arrivant à la confluence avec le Calavon et un lit moyen se dessine. La « Macelle » et « Soubeyras » sont inondable.

A l'Ouest de Ménerbes, un vallon marque la trace d'écoulements passés. En arrivant sur le Calavon, le lit majeur s'élargit et quelques habitations sont placées en zone inondable. La configuration locale ne permet pas d'établir de limites précises.

4.10. LA SENANCOLE

La Sénancole s'écoule également sur le versant sud du plateau de Vaucluse et arrive dans la plaine au sud ouest de **Gordes**. Quelques maisons sont exposées à un risque fort au déboucher du versant où les vitesses d'écoulement sont importantes. Le remblai de la RD 2 pourrait provoquer des perturbations hydrauliques telles que des sur-côtes dans ce secteur. A l'aval du remblai, la zone inondable s'étend sur 400 mètres au sud des Imberts. Le lit mineur est très étroit et les formes du lit majeur sont très douces.

A son arrivée sur la commune de **Cabrières d'Avignon**, à l'aval du franchissement de la RD248, le lit majeur s'étale sur 800 mètres et une bonne partie du lotissement des « Vians » et les habitations au lieu-dit Lise sont inondables, situés dans l'axe des débordements. On se situe ici dans le cas d'écoulement en nappe de versant avec des axes d'écoulement privilégiés. Les formes hydrogéomorphologiques ne sont pas marquées, et la limite de la zone inondable est incertaine.

Avant la confluence avec le Calavon, la RN 100 en remblai joue le rôle d'un barrage et génère sur-côte du niveau des eaux à l'amont.

Ruisseau de la Grand Combe

Le ruisseau de la Grande Combe descend dans les calcaires karstiques du plateau de Vaucluse sur la commune de **Cabrières d'Avignon**. Les limites de son lit sont nettement marquées jusqu'à son arrivée à la RD 110. A hauteur des «Clos tondus» et des « Estelles », deux maisons situées au bord du ruisseaux sont exposées aux inondations. Plus à l'aval, au droit de « Pierres Droites », une poignée d'habitations construites de part et d'autre du tracé du ruisseau sont également inondables.

A partir de la RD 110, la zone inondable s'élargit et ces limites sont beaucoup moins nettes. Il s'agit d'une inondation en nappe de versant avec des axes d'écoulements multiples dans ce secteur. Une partie des eaux de crue peuvent se déverser dans la carrière qui servirait en ce cas de bassin de rétention. L'autre partie des eaux s'écoule vers le Sud jusqu'à la D115, à l'aval de laquelle les écoulements se séparent à-nouveau.

Un des axes d'écoulement inonde plusieurs habitations le petit Sarret, tandis que d'autre se dirigent vers le lieu-dit Coustellet, où ils rejoignent ceux en provenance du ruisseau des Baumions.