

NOTE


ETUDE N°HH1323 - FEVRIER 2008

CARTOGRAPHIE HYDROGÉOMORPHOLOGIQUE DES ZONES INONDABLES EN REGION PACA

DEPARTEMENT DU
VAR

NOTE N°2
PROGRAMME 2006

DIREN PACA

 <i>Rédigé par : Sébastien DAVID</i>	<i>Version 1.</i>	<i>Février 2007</i>
	<i>Version 2.</i>	<i>Juillet 2007</i>
	<i>Version 3.</i>	<i>Février 2008</i>

SOMMAIRE

1. INTRODUCTION	1
2. PARAMETRES PHYSIQUES ET ANTHROPIQUES DE CONTROLE DE L'HYDROLOGIE	4
2.1. CLIMATOLOGIE DE LA ZONE ETUDIEE.....	4
2.2. CADRE GEOLOGIQUE.....	4
2.2.1. INFLUENCE DE LA GEOLOGIE SUR LA GENESE DES CRUES.....	4
2.2.1.1. La perméabilité.....	4
2.2.1.2. L'effet trompeur du karst !.....	5
2.3. L'OCCUPATION DU SOL	6
2.3.1.1. La végétation.....	6
2.3.1.2. L'urbanisation.....	6
3. METHODOLOGIE RETENUE	7
3.1. RESUME DE LA METHODE DE CARTOGRAPHIE PAR APPROCHE HYDROGEO MORPHOLOGIQUE.....	7
3.2. « ADAPTATIONS » DE L'APPROCHE HYDROGEO MORPHOLOGIQUE A DES ZONES POTENTIELLEMENT INONDABLES HORS PLAINE ALLUVIALE FONCTIONNELLE	10
3.2.1. ZONES DE PIEMONT ET RISQUE DE RUISSELLEMENT	10
3.2.2. INONDATIONS SUR LES TERRAINS ENCAISSANTS	11
3.3. LES BARRAGES DE TRAVERTINS : FORME, FORMATION ET IMPACT HYDRAULIQUE	12
3.3.1. FORMATION DES BARRAGES DE TRAVERTINS.....	12
3.3.2. IMPACT SUR L'INONDABILITE	17
4. ANALYSE HYDROGEO MORPHOLOGIQUE DU SECTEUR ETUDIE.....	18
4.1. LES AFFLUENTS DU VERDON	18

4.1.1.	LE JABRON	18
4.1.2.	L'ARTUBY	19
4.2.	LE BIANÇON ET SES AFFLUENTS	19
4.3.	LES COURS D'EAU DE SAINT-RAPHAËL ET DE FREJUS	22
4.3.1.	L'AGAY	22
4.3.2.	LA GARONNE	22
4.3.3.	LE VALLON DE VALESCURE	23
4.3.4.	LA PLAINE LITTORALE DE FREJUS A ST-RAPHAËL	23
4.4.	LA GRANDE GARONNE ET LE TORRENT LE REAL.....	24
4.5.	LE BLAVET	24
4.6.	L'ENDRE ET SES AFFLUENTS	25
4.7.	LE VALLON DE BIAILLE A DRAGUIGNAN	26
4.8.	LE REAL (DE DRAGUIGNAN AUX ARCS).....	27
4.9.	LA FLORIEYE ET LE VALLON DU FIGUEIRET	27
4.10.	L'AILLE, LE RIAUTORT ET AFFLUENTS	28
4.11.	LE COULOUBRIER ET LE MARRI.....	30
4.12.	COURS D'EAU COTIERS DE ROQUEBRUNE-SUR-ARGENS ET DE SAINTE-MAXIME	30
4.12.1.	LA GARONNETTE.....	30
4.12.2.	LE PRECONIL.....	30
4.13.	LA LIQUETTE A RAMATUELLE	31
4.14.	LE BATAILLER ET LE RUISSEAU LA VIEILLE A BORMES-LES-MIMOSAS ET AU LAVANDOU	31
4.15.	TORRENTS LE MARAVENNE ET LE PANSARD A LA LONDE-LES-MAURES. 32	
4.16.	LES COURS D'EAU DU BASSIN VERSANT DU GAPEAU : REAL MARTIN ET AFFLUENTS, REAL COLLOBRIER, ROUBAUD ET EYGOUTIER	33
4.17.	LES ANCIENS COURS DU GAPEAU ET DU REAL MARTIN.....	33
4.17.2.	LE REAL MARTIN ET SES AFFLUENTS DE RIVE DROITE	33
4.17.3.	LE REAL COLLOBRIER A COLLOBRIERES	36

4.17.4.	LE ROUBAUD ET LA ZONE LITTORALE DU GAPEAU A HYERES	37
4.17.4.1.	Historique des inondations	38
4.17.4.2.	Historique des travaux réalisés sur le Roubaud	38
4.17.5.	L'EYGOUTIER ET SES AFFLUENTS	39
4.18.	LE LAS DE REVEST A TOULON	41
4.19.	LE LATAY A SIGNES	42
4.20.	LES RUISSEAUX DE ST-CYR	43

1. INTRODUCTION

La Direction Régionale de l'Environnement de Provence - Alpes - Côte d'Azur qui a la charge de la réalisation des atlas des zones inondables a mis en évidence la nécessité de réaliser une couverture cartographique continue sur un certain nombre de cours d'eau de la région. Les enjeux sont en effet importants dans la région compte tenu du développement de l'urbanisation.

La couverture la plus complète jusqu'à présent était celle des atlas réalisés pour la DRM (Délégation aux Risques Majeurs) « Programme de prévention contre les inondations liées au ruissellement urbain et aux crues torrentielles » réalisés entre 1994 et 1996. Des études ponctuelles existent également.

Suite au recensement et à l'expertise (réalisé par CAREX environnement en 2003) des cartographies de type hydrogéomorphologique existantes, il a été mis en évidence la nécessité de corriger la cartographie de certains cours d'eau ou secteurs de cours d'eau et de la réaliser sur certains secteurs où aucune cartographie existe. Le but de la présente étude est donc de pallier à ce manque par la réalisation d'une cartographie hydrogéomorphologique des zones inondables au 1 / 25 000 sur les cours d'eau suivants :

- *le Jabron de Peyroules à Trigance (sur environ 30 km),*
- *l'Artuby de Seranon à Trigance (sur environ 46 km),*
- *le Biançon, le Chautard et le Riou Blanc et affluents de Fayence et Seillans à Tanneron (sur environ 39 km),*
- *la Garonne et l'Agay à St-Raphaël (sur environ 7 et 3 km),*
- *le vallon de Valescure à Fréjus (sur environ 6 km),*
- *la zone littorale de l'Argens à Fréjus et St-Raphaël (sur environ 3 km),*
- *la Grande Garonne et le torrent le Réal à Puget-sur-Argens (sur environ 14 km),*
- *le Blavet de Bagnols-en-Forêt à Roquebrune (sur environ 13 km),*
- *l'Endre et ses affluents (sur environ 48 km),*

- le vallon de la Biaille à Draguignan (sur environ 3 km),
- le ruisseau le Réal de Draguignan aux Arcs (sur environ 14 km),
- la Florièye et le vallon du Figueiret de Flayosc à Taradeau (sur environ 26 km),
- l'Aille, le Riautord et leurs affluents (sur environ 65 km),
- le Couloubrier et le Marri au Muy (sur environ 13 km),
- la Garonette à Roquebrune-sur-Argens (sur environ 3 km),
- le Préconil de Plan-de-la-Tour à Ste-Maxime (sur environ 13 km),
- la Liquette à Ramatuelle (sur environ 7 km),
- le Batailler et le ruisseau la Vieille à Bormes-les-Mimosas et au Lavandou (sur environ 9 km),
- les Torrents le Maravenne et le Pansard à la Londe-les-Maures (sur environ 11 km),
- le Réal Collobrier à Collobrières (sur environ 4 km),
- le Réal Martin et ses affluents de rive droite (sur environ 80 km),
- le Roubaud à Hyères (sur environ 5 km),
- la zone littorale du Gapeau à Hyères (sur environ 3 km),
- l'Eygoutier et ses affluents depuis la Farlède jusqu'à Toulon (sur environ 26 km),
- le Las de Revest à Toulon (sur environ 10 km),
- le Latay à Signes (sur environ 6 km),
- les ruisseaux de St-Côme, la Salle, la Barbarie, le Dégoûtant et le Fainéant à St-Cyr-sur-Mer (sur environ 19 km).

La méthodologie de cartographie suivie dans cette étude est celle détaillée dans le guide technique Cartographie des zones inondables - Approche hydrogéomorphologique - (Masson, Garry & Ballais, 1996, Ed. Villes et terroirs), publié par les Ministères de l'Environnement (Direction de l'Eau) et de l'Equipement (Direction de l'Architecture et de l'urbanisme) dont nous présentons un résumé au chapitre 3. Quelques adaptations cartographiques sont également expliquées en fin de ce chapitre.

2. PARAMETRES PHYSIQUES ET ANTHROPIQUES DE CONTROLE DE L'HYDROLOGIE

2.1. CLIMATOLOGIE DE LA ZONE ETUDIEE

Le département du Var est soumis à un climat méditerranéen marqué par des étés secs et des précipitations de saison fraîche. La xéricité du climat cache des précipitations qui peuvent être extrêmes : il peut pleuvoir en quelques heures l'équivalent de plusieurs mois, notamment lors des orages. De ce fait, les crues sont généralement d'une redoutable violence car rapides et de débit important.

2.2. CADRE GEOLOGIQUE

2.2.1. Influence de la géologie sur la genèse des crues

2.2.1.1. La perméabilité

La nature des terrains conditionne de manière importante le fonctionnement hydrologique des bassins versants. Cette influence est due à la plus ou moins grande perméabilité ou imperméabilité des terrains qui constitue un facteur d'infiltration ou de ruissellement. C'est ainsi que les terrains de nature argileuse sont généralement imperméables et provoquent des ruissellements importants, alors que les sables et grès sont souvent assez perméables et donc favorisent l'infiltration de l'eau précipitée et que les calcaires le sont également s'ils sont fissurés.

Le ruissellement conditionne l'importance des débits de crue : à type de bassin égal (superficie, forme, pente, occupation du sol) et sous l'influence d'une même pluie, le débit de crue sera plus important si les terrains sont imperméables et donc favorisent le ruissellement.

Beaucoup de variantes existent dans la nature des terrains géologiques et rendent difficile l'estimation de la part d'infiltration et de ruissellement. On peut en effet avoir des sables plus ou moins argileux qui seront d'autant moins perméables qu'ils seront argileux, des alternances stratigraphiques rapides de roches perméables et imperméables, ... qui constituent autant de paramètres parfois difficiles à appréhender qui vont influencer sur le fonctionnement hydrologique.

2.2.1.2. L'effet trompeur du karst !

La géologie de la région étudiée présente de nombreux affleurements de roches calcaires, ces affleurements calcaires sont souvent à l'origine du développement d'un type de relief particulier : le modelé karstique ou « karst ». Le domaine géologique particulier que constitue le karst a une influence mal appréhendée d'un point de vue hydrologique sur la genèse des crues.

La particularité des roches calcaires qui constituent ce domaine est d'être perméables en grand et donc généralement peu favorables aux écoulements subaériens. Les réseaux de fractures qui accidentent ces massifs sont à l'origine de points d'absorption (pertes, avens, dolines, lapiez, ...) favorables au développement d'un réseau hydrographique souterrain qui s'agrandit par dissolution des roches. La densité de la fracturation et ses directions, le pendage des différentes couches stratigraphiques et les variations lithologiques déterminent la circulation hydrologique interne du karst.

Ces paramètres déterminent également le comportement hydrologique du réseau karstique en relation avec la pluviométrie enregistrée.

La difficulté du point de vue hydrologique résulte de la connaissance de ce comportement du karst. La première difficulté rencontrée concerne l'étendue des bassins versants, les bassins versants topographiques ne coïncident que rarement avec les bassins versants karstiques qui peuvent être plus étendus.

La deuxième difficulté résulte de l'appréhension du rôle tampon du karst qui peut ralentir la formation des crues du fait de l'absorption d'une partie des volumes précipités et ne les restituer que plusieurs heures voire plusieurs jours après la pluie soit après le ressuyage de l'onde de crue provoquée par les volumes précipités et ruisselés. Dans le cas des crues fréquentes à rares, il joue souvent un rôle bénéfique en faveur de la réduction des débits de crue.

Cependant, il peut constituer un facteur aggravant dans le cas d'épisodes pluvieux longs ou lors d'épisodes pluvieux successifs lorsque le réseau karstique est mis en charge en même temps qu'un épisode pluvieux sévit. De nombreuses sources intermittentes fonctionnent alors à plein régime et les pertes peuvent se mettre à fonctionner en résurgences.

L'estimation hydrologique des débits de crue qui est soumise aux enregistrements pluviométriques et parfois à des laisses de crues peut conduire à une sous-estimation des débits de crue due à une période d'enregistrement de données encore peu importante (quelques décennies). Les résultats des modélisations hydrauliques tributaires de ces débits peuvent donc aboutir à une sous-estimation des zones inondables. D'autant que la limite de la crue centennale n'est pas forcément la limite du champ maximal d'inondation.

La cartographie hydrogéomorphologique qui n'est pas tributaire de ces données hydrologiques mais qui se base sur la **reconnaissance géomorphologique** des traces (talus, sédiments, ...) laissées par les crues passées permet de compenser ce problème et de déterminer le champs maximal d'expansion des crues.

2.3. L'OCCUPATION DU SOL

L'occupation du sol est un paramètre essentiel dans l'importance du ruissellement et de l'infiltration.

2.3.1.1. La végétation

La végétation joue un rôle important car le système racinaire des plantes favorise l'infiltration de l'eau dans le sol et diminue ainsi le ruissellement. Le couvert des feuilles favorise également une chute moins violente des gouttes au sol permettant aussi une meilleure infiltration.

La forêt est un des milieux qui permet une bonne infiltration, toutefois dans la région la forêt est menacée par les incendies ; un milieu qui est favorable à l'infiltration peut ainsi se trouver après un incendie favorable au ruissellement. Les milieux cultivés sont moins intéressants en terme d'infiltration et peuvent même parfois être défavorables comme c'est le cas du vignoble qui favorise le ruissellement.

2.3.1.2. L'urbanisation

L'urbanisation entraîne l'imperméabilisation des sols et donc un ruissellement plus important et des temps de concentration moins élevés. Ce type d'occupation du sol favorise donc des débits de crue plus importants et une augmentation des fréquences de crue.

Bien que l'urbanisation a été très forte durant le dernier demi-siècle quelques bassins sont plus touchés par ce phénomène et y sont plus sensibles en raison de leurs dimensions.

3. METHODOLOGIE RETENUE

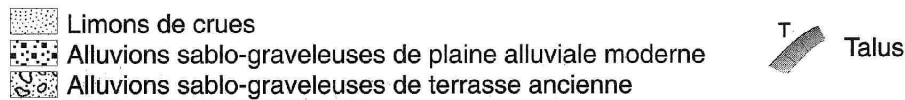
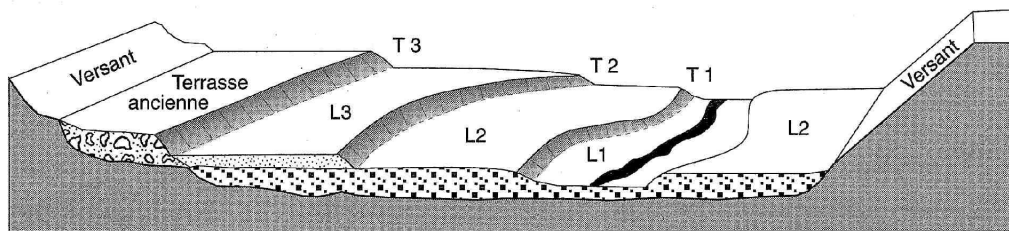
3.1. RESUME DE LA METHODE DE CARTOGRAPHIE PAR APPROCHE HYDROGEOMORPHOLOGIQUE

L'approche hydrogéomorphologique est basée sur l'observation précise des champs d'inondation résultant du fonctionnement du cours d'eau. Après avoir replacé le tronçon de vallée étudié dans le contexte de son bassin versant, afin de bien comprendre les facteurs déterminants de son fonctionnement (climat, lithologie, ...), il s'agit d'établir la délimitation précise des unités géomorphologiques significatives du fonctionnement hydrologique du système alluvial, soit :

- le lit mineur, localisé entre les berges, comprenant le lit d'étiage et correspondant à l'écoulement des eaux hors crue,
- le lit moyen résultant du débordement des crues relativement fréquentes, schématiquement annuelles à décennales en principe (mais pouvant être portées en réalité, pour l'état actuel, à vingtennales, trentennales..., voire moins fréquentes encore lorsque des aménagements hydrauliques conséquents, tels que des recalibrages, ont modifié les écoulements naturels). En termes hydrodynamique, cet espace correspond généralement à la zone de mobilité historique du cours d'eau ; c'est-à-dire à l'espace de divagation du lit mineur. Le risque érosif dû aux écoulements en crue y est élevé.
- le lit majeur submersible par des crues rares à exceptionnelles (décennale à centennale et au-delà) comme par exemple celles enregistrées à Nîmes ou Vaison-la-Romaine. On peut être amené à distinguer un lit majeur ordinaire et un lit majeur exceptionnel sur certains cours d'eau. Le lit majeur ordinaire est codé « 30 » et le lit majeur exceptionnel « 35 » dans la table « LIT_GEOMORPH ». Toutefois en l'absence de lit moyen marqué dans la topographie, le lit majeur peut accueillir des écoulements de crues fréquentes.

Des axes secondaires d'écoulement en crue dans les plaines alluviales sont également distingués. Ces informations apportent une dimension hydrodynamique importante à une bonne appréciation du risque inondation car à proximité de ces axes, les vitesses sont généralement plus rapides et les hauteurs d'eau plus importantes que dans le reste de la plaine alluviale.

Les unités physiques du cours d'eau définies ci-dessus (ou unités hydrogéomorphologiques) sont généralement séparées par des talus qui délimitent naturellement au sein de la plaine alluviale moderne, l'enveloppe des champs d'inondation.



L1 - Lit mineur
L2 - Lit moyen
L3 - Lit majeur

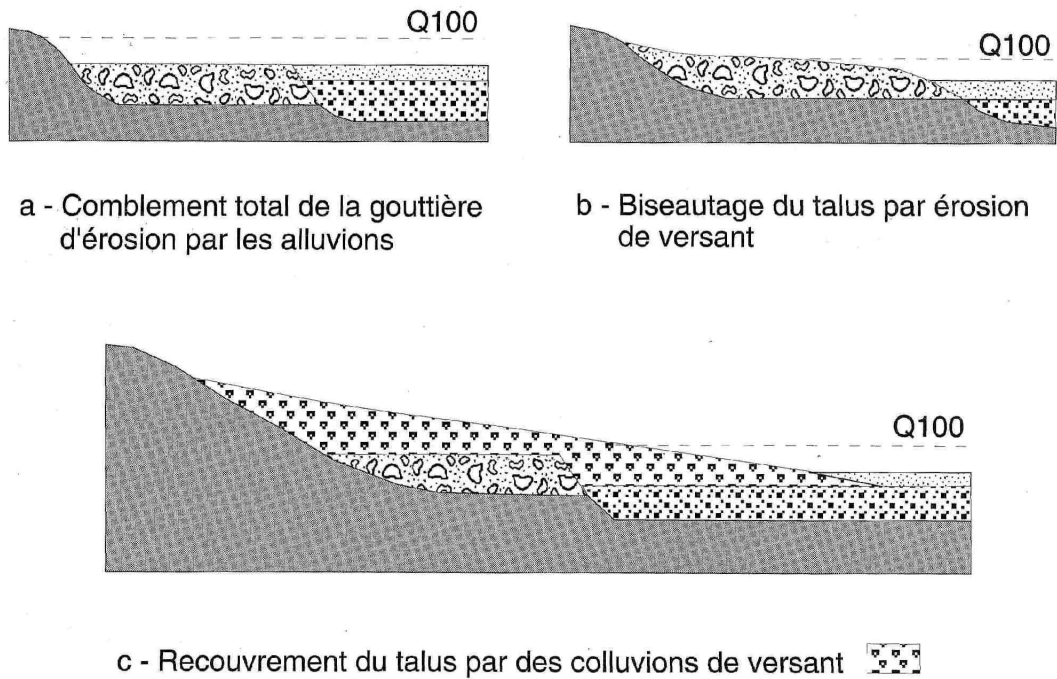
T1 - Limite des crues non débordantes
T2 - Limite du champ d'inondation des crues fréquentes
T3 - Limite du champ d'inondation des crues exceptionnelles

Relations topographiques entre les différents lits

(in MASSON, GARRY et BALLAIS, 1996, Cartographie des zones inondables
- Approche hydrogéomorphologique, éd. Villes et Territoires)

Ce travail d'observation relativement long et difficile sur le terrain est nettement facilité par le recours à la photo-interprétation stéréoscopique.

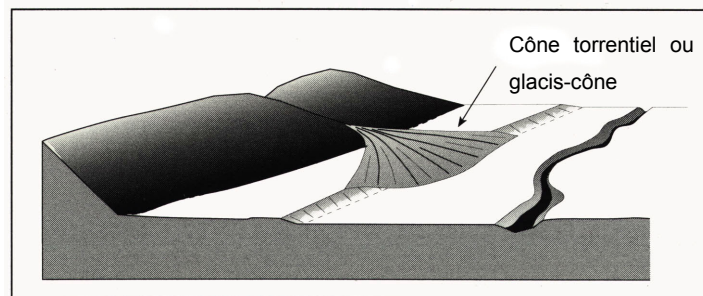
Une certaine imprécision peut apparaître lorsque la plaine alluviale présente un relief très doux ce qui rend plus difficile la délimitation du lit majeur au contact des reliefs encaissants, ou la délimitation entre les différents lits (figure suivante).



Cas d'effacement de la limite extrême de la plaine alluviale moderne

(in MASSON, GARRY et BALLAIS, 1996)

Dans ce cas, l'identification des unités hydrogéomorphologiques peut s'appuyer sur des critères autres que la topographie telles que l'occupation du sol, l'organisation du parcellaire ou la disposition des réseaux de drainage.



Cône torrentiel ou glacis-cône

(in MASSON, GARRY et BALLAIS, 1996, modifié)

Certains vallons peuvent développer, à leur débouché dans les plaines alluviales des cours d'eau, des cônes de déjection qui sont classés en cônes torrentiels ou glacis-cônes. (cf. figure ci-dessus) par la méthode hydrogéomorphologique. Ces formes sont dues au dépôt de la charge solide

transportée par les eaux des vallons lors des pluies importantes. Dans les vallons, l'espace réduit entraîne des vitesses d'écoulement importantes qui ne permettent pas le dépôt des matériaux. Lorsque ceux-ci arrivent dans la plaine, l'espace plus important favorise la dissipation de l'énergie de l'eau et par conséquent le dépôt des matériaux transportés sous forme de cône. On distingue deux formes en lien avec ce phénomène : les **cônes torrentiels** et les **glacis** (ou glacis-cône).

La distinction entre ces deux formes repose sur la netteté de la forme. Les premiers ont de fortes pentes, sont issus de vallons très encaissés dans un massif rocheux et leur délimitation par rapport à la plaine alluviale moderne ne présente généralement pas de difficultés ; ce qui rend possible une délimitation zonale. Les deuxièmes ont des pentes plus faibles et sont issus de vallons moins encaissés. Leur délimitation est souvent problématique car la forme prend une allure moins nette ; pour cette raison on préfère généralement figurer la forme plus que la délimiter.

En terme de risque, il est certain que les cônes torrentiels présentent un danger supérieur aux glacis-cônes du fait de pentes plus fortes et d'un transport solide plus important. En Provence-Alpes-Côte-d'Azur, les cônes torrentiels se rencontrent généralement dans les départements alpins. En Basse-Provence, la majorité des formes de cône est plutôt à classer dans les glacis-cônes.

L'écoulement naturel des crues peut être fortement perturbé par les aménagements anthropiques tels que les remblais d'infrastructure routière, les terrassements liés à l'urbanisation, etc... C'est pourquoi la cartographie s'attache à répertorier les aménagements.

Les remblais d'infrastructures routières constituent des obstacles à l'écoulement des crues et sont susceptibles d'aggraver les inondations en amont.

3.2. « ADAPTATIONS » DE L'APPROCHE HYDROGÉOMORPHOLOGIQUE A DES ZONES POTENTIELLEMENT INONDABLES HORS PLAINE ALLUVIALE FONCTIONNELLE

3.2.1. Zones de piémont et risque de ruissellement

La méthode hydrogéomorphologique a été principalement mise au point pour la cartographie des zones inondables des organismes fluviaux qui sont ordinairement « opposées » aux zones inondables dites « pluviales ». Or la frontière entre ce qui est fluvial et ce qui est pluvial est parfois mince et l'écoulement fluvial est généralement la somme d'écoulements pluviaux. De fait la méthode peut parfois être adaptée à l'étude du risque dit « pluvial » du moment qu'il laisse une trace géomorphologique. Par exemple, les petits vallons secs qui participent pourtant au réseau

hydrographique sont souvent qualifiés de risque pluvial alors qu'ils sont morphologiquement des modelés fluviaux élémentaires.

Il en est de même pour certaines zones de piémont où les zones inondables sont moins bien circonscrites que dans les vallées ordinaires. L'écoulement des crues prend alors un aspect plus aréolaire que concentré d'où un aspect très dilaté des zones inondables. La négligence de ces apports latéraux qui peuvent parfois augmenter de manière importante la zone inondable d'une vallée reviendrait à occulter une partie du risque. Quelques secteurs du département du Var sont particulièrement touchés par ces phénomènes d'apports latéraux. Nous avons donc été amenés à créer un figuré distinct des lits majeurs ordinaires et exceptionnels pour distinguer ces zones où le risque est assimilable à un ruissellement pluvial, ce qui n'implique pas nécessairement un risque moindre mais spatialement plus flou. Ces zones relèvent donc plus des marges de l'approche hydrogéomorphologique. Les limites données ne sont donc qu'indicatives. Des études d'inondabilité plus fines et plus approfondies au niveau local (communal par exemple) sont nécessaires pour mieux apprécier le niveau d'inondabilité sur les zones de piémont. En tout premier lieu des investigations approfondies de terrain impossibles à réaliser dans le cadre de la présente étude semblent une base nécessaire. Des relevés topographiques avec application d'une méthode intégrée (association de calculs ou modélisation hydraulique à l'hydrogéomorphologie) pourraient également être utiles dans les zones les plus complexes. **La présente cartographie de ces zones a surtout vocation d'attirer l'attention sur la potentialité d'un risque.**

Un figuré spécial en hachurés verts a été créé pour représenter ces zones et les distinguer de la plaine alluviale fonctionnelle. Les zones de ruissellement des piémonts ont été codées « 40 » dans la table « LIT_GEOMORPH ».

3.2.2. Inondations sur les terrains encaissants

Bien que les terrains encaissants aient pu être réputés non inondables, il existe des cas où des inondations ont prouvé que des inondations pouvaient également se produire en dehors des limites de la plaine alluviale fonctionnelle. C'est le cas des Gardons et du Vidourle en certains endroits lors de la crue de septembre 2002 (source : Diren Languedoc-Roussillon – Carex Environnement).

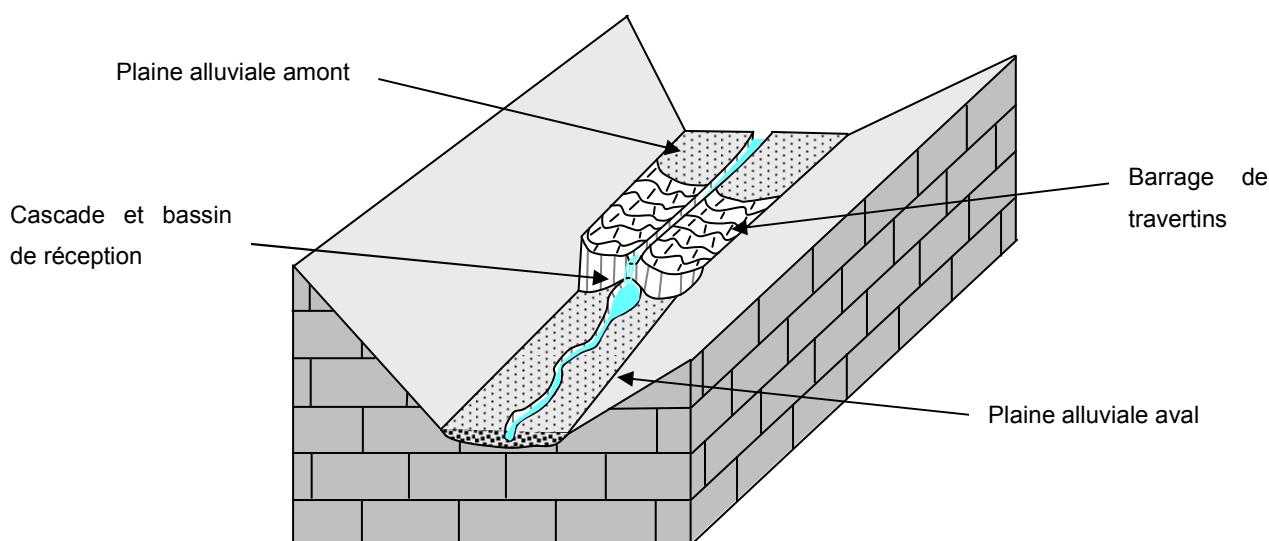
De tels phénomènes pourraient également avoir lieu dans le Var.

Les causes des débordements sur les terrains encaissants sont multiples. Il peut s'agir de l'effet d'aménagements anthropiques faisant office de barrage, de verrous hydrauliques naturels responsables de surcôtes, de dynamiques d'alluvionnement importantes dans la plaine alluviale fonctionnelle qui peuvent être liées au rapprochement du niveau de base (cas possible notamment sur des cours d'eau côtiers), ou de secteurs sensibles aux embâcles.

Un figuré spécial en hachurés bleus sur un fond de terrasse en jaune a été créé pour représenter ces zones et les distinguer de la plaine alluviale fonctionnelle. Les zones de débordement sur terrasse ont été codées « 45 » dans la table « LIT_GEOMORPH ».

3.3. LES BARRAGES DE TRAVERTINS : FORME, FORMATION ET IMPACT HYDRAULIQUE

Les édifices travertineux, ou barrages de travertins, sont particulièrement développés sur certains cours d'eau du département du Var et plus particulièrement sur le bassin versant de l'Argens où ils atteignent des dimensions importantes propres à jouer un rôle sur l'inondabilité comme sur la Cassole à Cotignac, sur la Bresque à Sillans-la-Cascade, sur la Nartuby à la Motte, sur le ruisseau des Ecrevisses à Barjols, sur la haute vallée de l'Argens, ... En certains endroits, ces édifices sont la cause de ruptures importantes du profil en long de la vallée pouvant atteindre plusieurs mètres de hauteur dénommées **saut** ou cascade. L'origine de ce phénomène est lié à un mode de sédimentation original des rivières karstiques : le dépôt des tufs ou travertins qui peuvent former de véritables barrages (voir figure ci-dessous) dans les fonds de vallée.



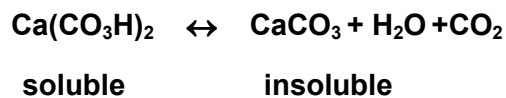
Vue en bloc-diagramme d'un barrage de travertins en fond de vallée.

3.3.1. Formation des barrages de travertins

Les tufs ou travertins sont des formations carbonatées déposées par les eaux issues des massifs karstiques.

L'édification des tufs nécessite trois étapes :

- *prélèvement du calcium sous forme de bicarbonate ($\text{Ca}(\text{CO}_3\text{H})_2$) par dissolution de la roche mère par des eaux acides riches en CO_2 .*
- *transport de cet élément en solution sur une distance variable*
- *précipitation du carbonate (CaCO_3) plus ou moins pur, par modification de certaines caractéristiques physico-chimiques ou biologiques de l'eau (sursaturation de l'eau en bicarbonate et présence de germes de cristallisation). En effet, s'il y a sursaturation en bicarbonate, c'est du carbonate qui précipite pour retourner à l'équilibre :*



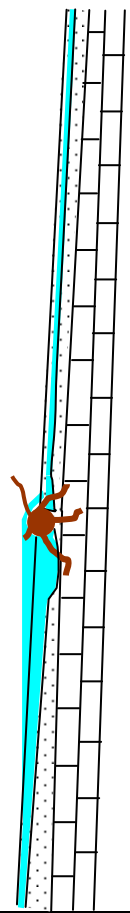
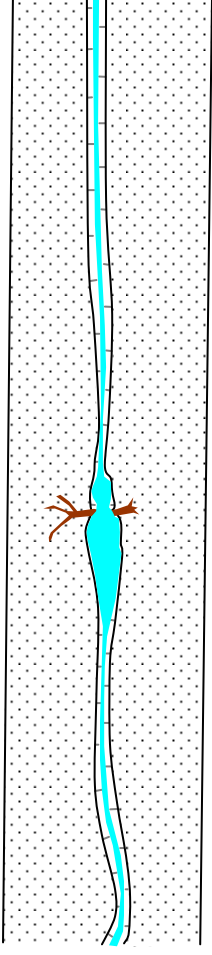
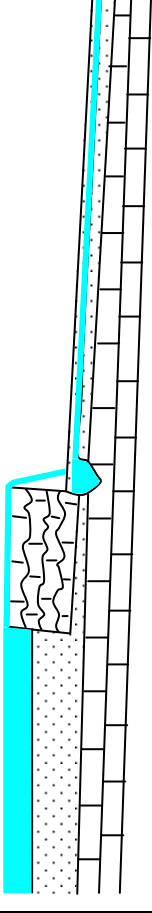
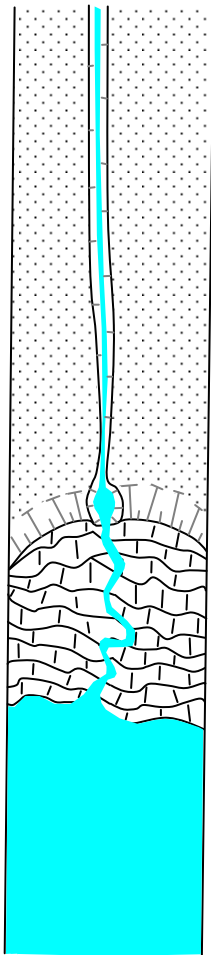
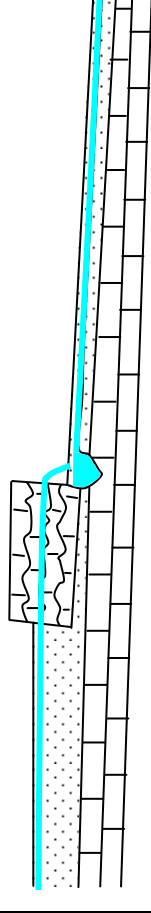
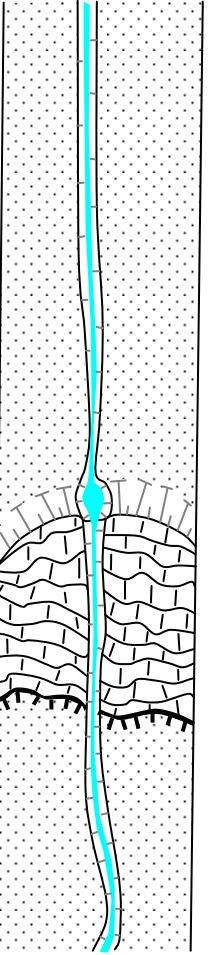
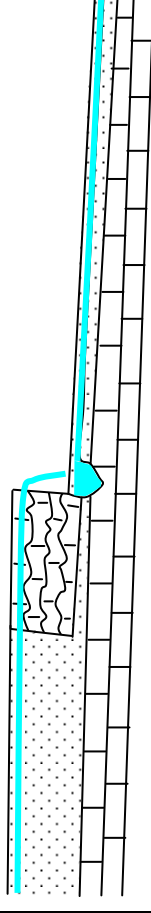
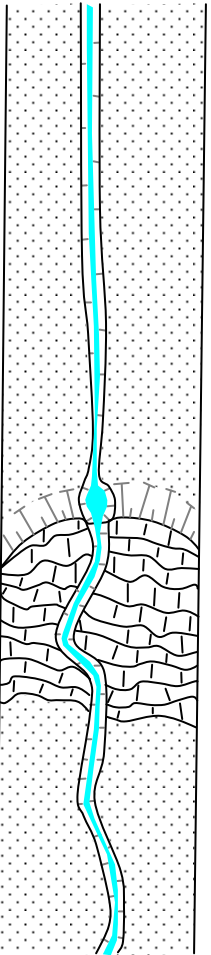
L'agitation de l'eau est un facteur essentiel à la précipitation. Elle entraîne un dégazage, donc l'obtention rapide d'une forte sursaturation. **Les obstacles tels que les barrages de bois ou les affleurements rocheux qui sont à l'origine d'une chute peuvent alors être à l'origine de la formation d'un seuil de tufs.**

Le tableau présenté en page suivante donne un aperçu des étapes de la formation d'un barrage de travertins et de son évolution dans le temps.

Le régime d'écoulement est aussi un facteur important pour l'accumulation des tufs car ceux-ci sont fragiles et facilement érodés. Les précipitations d'origine strictement chimique sont rares. Le rôle des processus biologiques n'est plus à démontrer. Ainsi, la majorité des édifices travertineux présentent une association proche ou lointaine avec des micro-organismes bactériens, des structures végétales en place sur le lieu de précipitation qui contribuent à la baisse du CO_2 en surplus (ou CO_2 équilibrant). Ce type de milieu de dépôt peut alors s'avérer extrêmement sensible aux pollutions. Les rivières où se déposent les tufs sont généralement des rivières où la qualité de l'eau est très bonne.

Elles sont également du plus haut intérêt morphodynamique et écologique. La diversité des structures hydrogéomorphologiques de ces hydrosystèmes permet par la diversité des habitats, le développement d'écosystèmes de qualités. De plus ces hydrosystèmes sont des zones de production de sédiments pour le transport solide. En revanche, les édifices travertineux ont un effet non négligeable sur les écoulements en crue du fait des ruptures du profil en long et de la diminution de la pente longitudinale sur certains tronçons, ils sont la cause de débordements dans la plaine qui peuvent s'avérer fréquents.

Formation et évolution des barrages de travertins

	Vue du profil en long	Vue en plan	Commentaires
<u>Phase 1</u>			<ul style="list-style-type: none"> • Une rupture dans le profil en long du cours d'eau (tronc, seuil rocheux) crée un dégazage des eaux saturées en bicarbonates, libérant le carbonate de calcium dissous. Un dépôt de tufs calcaires se produit alors sur l'obstacle formant un gour en amont dans le lit mineur.
<u>Phase 2</u>			<ul style="list-style-type: none"> • L'édifice travertineux a pris des proportions importantes en empiétant dans le lit majeur du cours d'eau et forme un véritable barrage avec un lac de retenue en amont.
<u>Phase 3</u> <u>variante 1 :</u> <u>évolution</u> <u>« stoppée »</u>			<ul style="list-style-type: none"> • Le lit mineur incise le barrage par suite de travaux de recalibrage ou du fait d'une crise érosive. L'évolution a été stoppée avant comblement du barrage par les sédiments.
<u>Phase 3</u> <u>variante 2 :</u> <u>évolution</u> <u>« aboutie »</u>			<ul style="list-style-type: none"> • Le lac a disparu à cause du comblement de la retenue par les sédiments.

3.3.2. Impact sur l'inondabilité

La rupture du profil en long due à ces édifices lorsqu'ils constituent un saut bouleverse la morphologie de la plaine alluviale. A l'étagement transversal des différents lits s'ajoute dans ce cas de figure un étagement longitudinal. La zone de raccord entre les lits amont et les lits aval est parfois emprunte d'une incertitude relative en terme de limites de la zone inondable.

Le tableau présenté en page précédente présente de manière schématiques les différents cas de figure rencontrés sur les édifices travertineux. Chacun des cas possède des implications spécifiques sur le plan de l'inondabilité :

- *dans le cas de la phase 1, le barrage naissant ne possède qu'une influence localement limitée. La section du lit mineur barrée est soumise à débordements plus fréquents.*
- *En phase 2, la plaine alluviale en amont a laissé place à un lac. Elle est donc en permanence inondée. Le sommet du barrage de travertins est également soumis aux débordements fréquents. En crue, l'eau chute directement dans le lit majeur en aval depuis le talus du barrage.*
- *- En phase 3, l'inondabilité de la plaine alluviale en amont du barrage et de la surface du barrage est dépendante de la capacité d'écoulement du lit mineur. En cas de débordement l'ensemble de la surface est inondée et l'eau chute directement dans le lit majeur en aval depuis le talus du barrage.*
- *- Dans le cas de la variante de la phase 3 qui correspond souvent à un état artificiel puisque lié à des travaux de recalibrage dans la masse travertineuse du barrage, la plaine alluviale amont qui est plus basse que le sommet du barrage est fréquemment inondable. Du fait de l'incision du barrage, l'édifice travertineux joue maintenant le rôle d'un verrou hydraulique qui entraîne des hauteurs d'eau importantes dans la plaine en amont. L'inondabilité de la surface du barrage est dépendante de la capacité d'écoulement du lit mineur incisé. A priori, son inondabilité est rare à exceptionnelle. Elle ne peut être totalement supprimée car le risque d'embâcles dans le lit mineur est toujours possible. En cas de débordement l'ensemble de la surface est inondée et l'eau chute directement dans le lit majeur en aval depuis le talus du barrage.*

4. ANALYSE HYDROGÉOMORPHOLOGIQUE DU SECTEUR ETUDIÉ

La cartographie a dans l'ensemble été effectuée par photo-interprétation de photographies aériennes mises à disposition par la DDAF et la DDE du Var (missions IGN de 1993 et 1994 - échelle 1/20 000). Quelques autres missions de l'IGN ont également été ponctuellement utilisées.

4.1. LES AFFLUENTS DU VERDON

Le Jabron et l'Artuby sont deux affluents de rive gauche du Verdon qui confluent avec ce cours d'eau en amont pour le Jabron et au sein du Grand Canyon pour l'Artuby.

Ces deux cours d'eau traversent des terrains calcaires qui sont particulièrement karstifiés près de l'Artuby (poljés du camp de Canjuers, dolines, avens, ...).

La morphologie de la vallée de l'Artuby est marquée par la succession importante de plaines et de gorges. La morphologie de la vallée du Jabron correspond à celle d'une rivière torrentielle de montagnes méditerranéennes au lit mineur large où la charge solide abonde et les chenaux peuvent être multiples.

4.1.1. Le Jabron

Les communes concernées par le cours d'eau sont d'amont en aval : Peyroules, La Garde, Castellane pour les Alpes-de-Haute-Provence, Châteauvieux, Le Bourguet, Brenon, Comps-sur-Artuby et Trigance pour le Var.

Sur la commune de Peyroules quelques enjeux (habitations notamment) en zone inondable existent au niveau des hameaux de « la Rivière » et « la Bâtie ».

Il n'a pas été constaté d'enjeux en zone inondable du Jabron sur la commune de la Garde.

Sur la commune de Castellane, une habitation au lieu-dit « le Moulin » à la confluence du « Torrent d'Eoulx » est située dans le lit majeur du cours d'eau.

Sur la commune de Châteauvieux, un bâtiment répertorié sur la carte IGN serait situé dans la zone inondable du Jabron près du lieu-dit « le Bastidon ».

Sur la commune de Brenon, deux bâtiments, au niveau du lieu-dit « Clare » sont situés dans le lit majeur du Jabron.

Il n'a pas été répertorié d'enjeux dans la plaine alluviale fonctionnelle du Jabron sur la commune du Bourguet.

Quelques habitations du hameau de « Jabron » et l'église sont situées dans la plaine alluviale fonctionnelle du Jabron et d'un petit vallon affluent

Sur la commune de Trigance, des terrains de sport et deux habitations sont situés dans la plaine d'inondation du Jabron. C'est sur cette commune que le cours d'eau s'épanouit le plus, au fond d'une vallée large avec des lits mineur et moyen particulièrement larges. Après le pont de la D90, le cours d'eau s'encaisse dans le substrat et la plaine d'inondation devient moins large, se réduisant à un lit mineur et à un lit moyen. Au niveau du lieu-dit « les Aules », le Jabron forme une cascade au début d'un méandre. Un bras d'écoulement en crue, qualifié de lit majeur, recoupe le méandre. Une habitation au niveau du lieu-dit « le Clot », répertoriée comme ruine par la carte IGN mais qui n'en est pas une, est située dans le lit majeur dans le prolongement de ce bras d'écoulement en crue.

4.1.2. L'Artuby

Les communes concernées par le cours d'eau sont d'amont en aval : Séranon pour les Alpes-Maritimes, La Martre, La Bastide, Bargème, Comps-sur-Artuby, Montferrat, Châteaudouble, Aiguines et Trigance pour le Var, et Rougon pour les Alpes-de-Haute-Provence.

Sur la commune de Séranon, des habitations et un camping sont situés dans la plaine d'inondation de l'Artuby et du Torrent des Bonnes.

Sur la commune de la Martre, deux difffluences de l'Artuby et une du Torrent des Bonnes pourrait se produire en direction du Vallon de la Fouant de Dol (lui-même affluent de l'Artuby). Quelques habitations et des logements du Centre départemental de vacances sont situés en zone inondable de l'Artuby.

Sur la commune de la Bastide, un bâtiment est situé en zone inondable du Rieu Tort.

Sur la commune de Bargème deux bâtiments répertoriés sur la carte IGN semblent être situés en zone inondable de l'Artuby aux lieux-dits « Moulin de Bargème » et « Farnaquet ».

Sur la commune de Comps-sur-Artuby, quelques bâtiments sont situés dans la plaine d'inondation, en particulier au niveau du hameau de « la Souche ».

Il n'a pas été répertorié d'enjeux sur les communes situées plus en aval.

4.2. LE BIANÇON ET SES AFFLUENTS

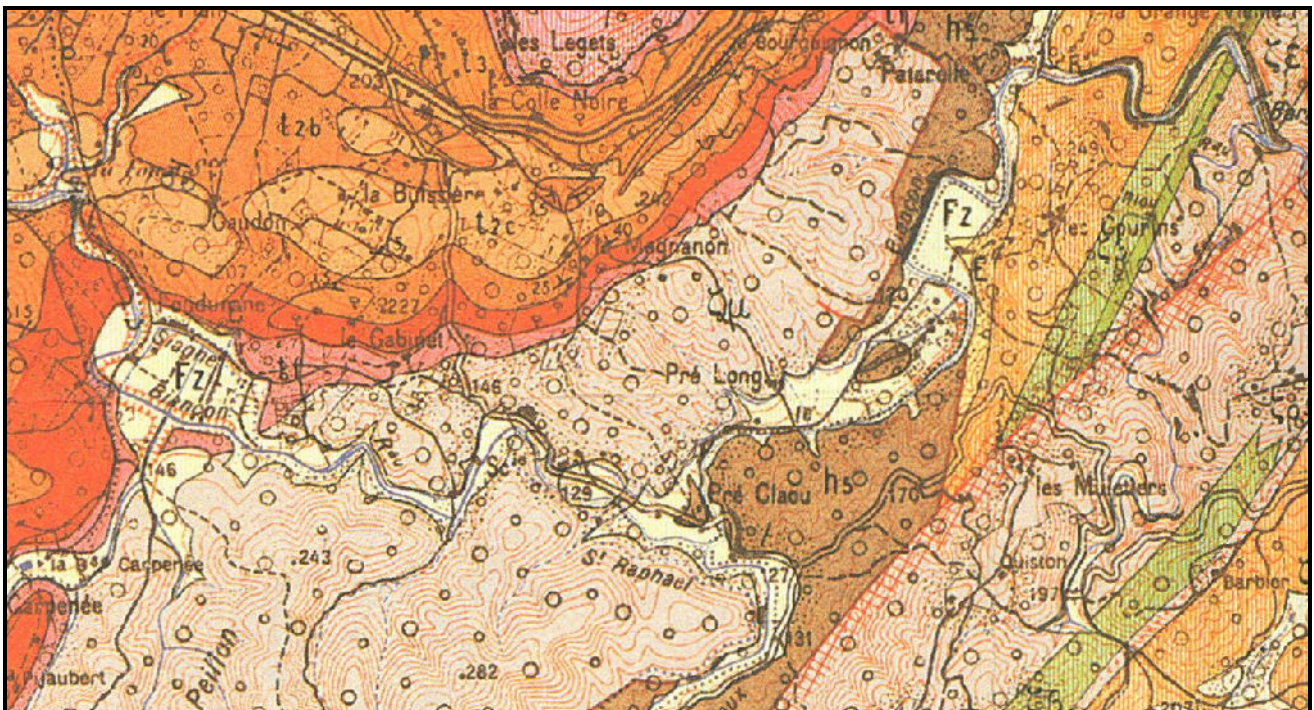
La géologie du bassin versant du Biançon et de ses affluents appartient en grande partie au domaine calcaire. Cependant la partie aval du cours d'eau, à partir de Fondurane s'inscrit dans le domaine cristallin avec des terrains encaissants majoritairement composés de gneiss.

La partie amont du bassin versant présente des terrains encaissants aux faciès variés : dolomies, calcaires et marnes. Ces terrains sont d'âge triasique.

Le Biançon est un affluent de la Siagne.

D'Ouest en Est ont été cartographiés les cours d'eau suivant : le vallon du Coustat qui prend sa source au Sud de Seillans et auquel succède le Gabre. Le Gabre conflue au Sud de Fayence avec la Camandre, qui prend sa source au Nord de Fayence. En aval, la Camandre reçoit un affluent de rive droite, la Souate, puis un affluent de rive gauche, le Chautard. En aval de la confluence avec le Chautard, le cours d'eau prend le nom de Riou Blanc. Ce cours d'eau reçoit à son tour un affluent de rive gauche, la Camiole, et prend le nom de Biançon.

Un barrage sur le Biançon, situé quelques kilomètres en amont de la confluence avec la Siagne, est à l'origine du lac de Saint-Cassien. L'ancienne plaine alluviale fonctionnelle, représentée par la couche Fz sur la carte géologique ci-dessous, est aujourd'hui ennoyée par le lac dont les terrains encaissants sont majoritairement gneissiques.



Plaine alluviale du Biançon avant l'inondation de la vallée par le lac de St-Cassien d'après la carte géologique de Fayence (source : BRGM).

Les communes concernées par les plaines d'inondation de ces cours d'eau sont d'amont en aval : Seillans, Fayence, Tourrettes, Callian, Montauroux et Tanneron.

La commune de Seillans est concernée par les zones inondables du Vallon du Coustat et du Gabre. Il n'a pas été répertorié d'enjeux en zone inondable de ces vallons. Des habitations au Nord sont en revanche vraisemblablement soumises au risque d'inondation par ruissellement sur les piémonts.

Sur la commune de Fayence, les enjeux sont importants avec de nombreuses habitations situées dans la plaine d'inondation. La plaine alluviale du Gabre s'élargit brusquement à la faveur de son entrée dans le bassin topographique situé au Sud du village de Fayence et à cause des affluents que le cours d'eau reçoit. Le Gabre, la Souate et la Camandre forment des glacis-cônes à leur entrée dans ce bassin. Les axes d'écoulement en crue sont aussi nombreux et témoignent d'une mobilité passée des lits mineurs importante.

Sur la commune de Tournettes, la Camandre reçoit un affluent important : le Chautard. Bien qu'à son entrée dans le bassin, ce dernier cours d'eau se soit beaucoup encaissé, le lit majeur doit pouvoir être inondé en cas de crue exceptionnelle de ce cours d'eau. Plusieurs axes d'écoulement en crue sont encore discernables à la surface du lit majeur. Une zone plus incertaine quant à son inondabilité a été cartographiée comme terrasse avec suspicion de débordement. Quelques habitations ainsi que des bâtiments d'entreprises sont situés dans la plaine alluviale fonctionnelle. Sur le Riou Blanc en aval, des bâtiments, représentés sur la carte IGN au niveau de l'arrivée d'un affluent de rive gauche, semblent ne plus exister (accès difficile à la zone). D'après les reconnaissances effectuées sur le terrain ils auraient laissé place à un terrain de golf.

Les enjeux sont particulièrement importants sur la commune de Callian avec de nombreuses habitations situées dans la plaine alluviale fonctionnelle de la Camiole et du Vallon des Combes. Les débordements de rive droite de la Camiole sont drainés par le Vallon des Combes comme en témoigne l'axe d'écoulement en crue de la Camiole vers le Vallon des Combes qui se distingue très nettement dans la topographie.

Sur la commune de Montauroux, les enjeux sont peu nombreux sur les plaines d'inondation cartographiées (un centre commercial et quelques bâtiments). La partie aval du secteur cartographié est constituée par la vallée du Biançon ennoyée par le lac de St-Cassien.

C'est sur la commune de Tanneron que le barrage de St-Cassien est implanté. La commune est également concernée par une partie du lac et par le cours aval du Biançon jusqu'à sa confluence avec la Siagne.

4.3. LES COURS D'EAU DE SAINT-RAPHAËL ET DE FREJUS

Trois cours d'eau côtiers ainsi que leurs plaines littorales ont été cartographiés sur les communes de Saint-Raphaël et de Fréjus : le cours aval de l'Agay à l'Est et la Garonne et le Vallon de Valescure à l'Ouest.

Ces cours d'eau drainent le massif de l'Estérel au Nord.

La géologie du secteur est d'âge permienne et se compose de terrains sédimentaires (grès, argiles, conglomérats) et de terrains volcaniques.

4.3.1. l'Agay

Le cours aval de l'Agay présente un fond de vallée large et plat où l'on ne distingue qu'un lit majeur en plus du lit mineur. Cette configuration est typique des zones estuariennes des cours d'eau côtiers. En terme d'enjeux, une petite zone d'activité s'est implantée en rive gauche du cours d'eau au niveau du débouché dans la vallée d'un petit vallon affluent. La zone est construite sur un remblai dans la plaine d'inondation. Quelques habitations et campings sont situés dans le lit majeur du cours d'eau. Au débouché en mer, la plaine littorale ne s'ouvre qu'à l'Est du cours d'eau. Cette mince plaine qui s'étend sur un kilomètre est fortement urbanisée et présente de ce fait des enjeux en zone inondable.

Le cours d'eau a connu une crue importante, proche de la centennale, en Octobre 1973 qui a causé des inondations et des dommages importants en amont de la D100. La crue du mois d'Octobre 1987, estimée comme crue décennale, aurait atteint un niveau 10 cm en dessous de la chaussée au niveau du pont de la D100, de 50 cm au-dessus de la route au niveau du carrossier, de 50 cm sur le muret au niveau du camping le plus en amont ainsi que sur le stabilisé du terrain de football.

La station hydrométrique du Grenouiller sur l'Agay au niveau de la D100 a mesuré une hauteur d'eau de 5,27 m (source : Banque hydro). D'après le magazine le Point du 04/05/06 - N°1755 (source : <http://www.lepoint.fr/villes/document.html?did=178151>) l'Agay a également connu une crue sévère en 1966.

4.3.2. La Garonne

Un barrage écrêteur de crues existe au niveau du lieu-dit « Valescure » sur le cours du Vallon du Roussivau devenant en aval le Vallon du Mal Temps (tête de bassin de la Garonne). La retenue des Cous qui permet de contrôler 50% du bassin versant de la Garonne (source : http://www.agglo-frejus-saintraphael.fr/c_inonde.htm) est la propriété de la communauté d'agglomération Fréjus – Saint-Raphaël.

La communauté d'agglomération construit un barrage (en voie d'achèvement) ayant fonction d'écrêteur de crues sur le cours du Peyron (affluent de la Garonne). D'après le magazine le Point du 04/05/06 - N°1755 (source : <http://www.lepoint.fr/villes/document.html?did=178151>) la Garonne a connu une crue sévère en 1973.

La partie aval du cours d'eau est densément urbanisée et présente d'importants enjeux en zone inondable.

4.3.3. Le Vallon de Valescure

Un barrage écrêteur de crues existe au niveau du lieu-dit « la Tour de Marie » sur le Vallat du Saint-Esprit (tête de bassin du Vallon de Valescure). La retenue du Saint-Esprit qui permet de contrôler 45% du bassin versant du Valescure (source : http://www.agglo-frejus-saintraphael.fr/c_inonde.htm) est la propriété de la communauté d'agglomération Fréjus – Saint-Raphaël.

Un bassin d'orage écrêteur de crues dit « du Castellas » d'une capacité de 18.000 m³ a été réalisé et mis en service en mai 2005 sur le Valescure (source : http://www.agglo-frejus-saintraphael.fr/c_inonde.htm). Sa capacité a été augmentée en 2007.

La partie aval du cours d'eau est densément urbanisée et présente d'importants enjeux en zone inondable.

4.3.4. La plaine littorale de Fréjus à St-Raphaël

La construction de cette grande plaine littorale est due aux apports de plusieurs cours d'eau : la Garonne, le Peyron, le Valescure et l'Argens.

Cette plaine est inondable par les cours d'eau précités ainsi que par submersions marines sur les parties basses.

Son urbanisation particulièrement dense en fait une zone particulièrement vulnérable face au risque inondation. Les enjeux importants motivent les aménagements : recalibrage des cours d'eau, création de barrages écrêteurs de crue.

En cas d'inondation, les remblais tels que celui de la voie ferrée pourraient constituer des obstacles à l'écoulement générateurs de niveaux d'eau supérieurs à la normale.

4.4. LA GRANDE GARONNE ET LE TORRENT LE REAL

La Grande Garonne est un affluent de l'Argens. D'après la carte IGN, elle forme en quelque sorte un bras secondaire de l'Argens puisqu'elle est alimentée par le Béal et que l'intégralité de son cours est situé dans la plaine alluviale du fleuve. Mais elle récupère un affluent important : le Torrent de la Vernède, lui-même formé par la confluence du Ronflon avec le Torrent le Réal.

Les cours d'eau ayant fait l'objet d'une cartographie dans le cadre du présent programme 2006 de cartographie concernent surtout la commune de Puget-sur-Argens et dans une moindre mesure celle de Fréjus.

La géologie du secteur est d'âge permienne et se compose de terrains sédimentaires (grès, argiles, conglomérats) et de terrains volcaniques.

La partie amont du Torrent le Réal traverse une zone résidentielle, « la Lieutenante ». À ce niveau, on ne distingue pas encore de lit majeur dans la plaine du cours d'eau. La problématique d'inondabilité est plutôt due au ruissellement. Une possibilité de diffuence du ruissellement du vallon du Réal vers le Ronflon existe à travers la zone résidentielle. Les enjeux sont de ce fait importants dans ce secteur. En aval, quelques habitations sont également situées dans le lit majeur du Torrent le Réal et du Torrent la Vernède. En aval de l'autoroute qui traverse la vallée de la Vernède en remblais, la plaine d'inondation s'élargit considérablement (elle devient 4 à 5 fois plus large qu'en amont).

4.5. LE BLAVET

Le Blavet est un affluent de l'Argens. Son cours concerne les communes de Bagnols-en-Forêt et de Roquebrune-sur-Argens.

La géologie du secteur est d'âge permienne et se compose de terrains sédimentaires (grès, argiles, conglomérats) et de terrains volcaniques. Sur la tête de bassin on rencontre cependant des formations d'âge triasique (calcaires gréseux, brèches, grés et argiles).

Le village de Bagnols-en-Forêt domine un vaste bassin, situé à l'Ouest, que draine le Blavet. L'inondabilité du « Plan du Blavet », situé en fond de ce bassin, est de type ruissellement sur piémonts. En aval, le Blavet pénètre dans un massif rocheux (correspondant à des coulées de rhyolite) qui ferme le bassin au Sud et crée un resserrement de la vallée. Un lit majeur s'esquisse alors. Le cours d'eau forme des gorges avant de sortir de ce massif. En aval, la plaine alluviale du cours d'eau reste bien circonscrite par les terrains encaissants et les limites sont dans l'ensemble nettes.

Les enjeux sont dans l'ensemble peu nombreux et dispersés. Quelques bâtiments dispersés, dont des habitations, sont situés dans la zone d'inondabilité par ruissellement du « Plan du Blavet » ainsi que dans le lit majeur du cours d'eau en aval de la Bouverie.

4.6. L'ENDRE ET SES AFFLUENTS

Les communes concernées par les zones inondables de ces cours d'eau sont : Bargemon, Claviers, Seillans, Callas, Figanières, la Motte et le Muy.

Les cours d'eau ayant fait l'objet de la cartographie sont l'Endre, le Riou de Claviers et le ruisseau de la Tuilière, deux affluents de l'Endre, ainsi que le Riou Sec et le ruisseau la Risse, deux affluents du ruisseau la Tuilière.

Les têtes de bassin des affluents de l'Endre sont situées dans des terrains à dominante karstique, d'âge essentiellement triasique. Le cours de l'Endre s'inscrit quant à lui dans des terrains cristallins sur la partie amont puis dans des terrains sédimentaires d'âge triasique sur la partie aval.

Les formations sédimentaires plus érodables sur le cours aval de l'Endre ont permis le dégagement d'une plaine d'inondation plus large que sur la partie amont.

Le Riou Sec, le ruisseau de la Tuilière et le ruisseau de la Risse traversent des zones très karstifiées. Les vallées sont accidentées par des bassins qui pourraient correspondre à d'anciennes dépressions fermées aujourd'hui capturées et recoupées par les cours d'eau. « Le Plan » au Sud de Calas en est un bel exemple. Ces dépressions créent des sur largeurs locales à la plaine d'inondation.

Sur la commune de Bargemon, une plaine alluviale large se développe dans un bassin au pied de hauts versants qui la bordent. Cette plaine est drainée par le Riou de Claviers. La morphologie de ce bassin et de la plaine inondable est typique d'une zone intra-montagnarde. Les manifestations morphodynamiques du cours d'eau pourraient être assez importantes en cas de crue. Quelques habitations sont situées dans le lit majeur du cours d'eau à cet endroit ou dans les zones de ruissellement des vallons affluents.

Sur la commune de Claviers, quelques bâtiments dispersés sont situés en zone inondable du Riou qui s'écoule dans un fond de vallée resserré par rapport à l'amont.

Sur la commune de Callas, nous n'avons pas repéré d'enjeux en zone inondable du Riou de Claviers ou de l'Endre. Le fond des vallées y est étroit peu accessible et fortement marqué par l'emprise des cours d'eau. Les enjeux en zone inondable de la commune sont principalement situés sur « le Plan »

qui est un grand glacis-cône au sein d'un bassin topographique et qui est traversé du Nord au Sud par le ruisseau de la Risse. Là, à la surface du glacis-cône sont implantées des habitations dispersées. La vallée du ruisseau de la Risse présente sa plus grande largeur dans la traversée de ce bassin. En amont, elle est moins large et le fond de vallée présente une morphologie de lit majeur. En aval, elle est encore plus resserrée et présente une morphologie de lit moyen. A la confluence du ruisseau de la Risse avec le ruisseau de la Tuilière, au lieu-dit « Pennafort », des bâtiments sont situés en zone inondable. Sur la partie amont du Riou Sec, quelques habitations dispersées sont également situées en zone inondable.

Sur la commune de Figanières, le village est en partie situé dans la zone inondable du ruisseau de la Tuilière. Le cours d'eau débouche ensuite dans une vaste plaine en pente inclinée vers le Sud-Ouest. Il reçoit plusieurs affluents dans cette plaine. L'inondation de cette plaine doit être du type ruissellement. Les enjeux y sont assez nombreux : habitat dispersé, lotissements.

Sur la commune de la Motte et du Muy, l'Endre présente une plaine d'inondation de configuration morphologique assez classique avec un lit mineur large typique des cours d'eau torrentiels méditerranéens, un lit moyen et un lit majeur. La topographie de la vallée a été perturbée de façon importante par des exploitations de gravières et par les remblais qui leur sont associés. Les enjeux sont peu nombreux.

4.7. LE VALLON DE BAILLE A DRAGUIGNAN

Le vallon de Baille est un affluent de la Nartuby. Il s'inscrit dans des terrains karstiques.

Il traverse la ville de Draguignan et constitue à ce titre un facteur de risque important. Ce vallon assez étroit dans sa partie amont et au bassin versant restreint débouche en ville dans des plaines de dimensions assez importantes. Ces plaines dans lesquelles s'est développée une partie importante de la ville sont soumises au risque d'inondation par le vallon.

Au débouché du vallon dans la première plaine, la topographie évoque celle de marches d'escaliers et peut laisser penser à l'existence probable d'un barrage de travertins dont on peut voir des affleurements au niveau de la butte contournée par un axe d'écoulement en crue en aval.

La topographie des plaines traversées par le vallon de Baille pourrait elle-même avoir une part d'origine karstique.

4.8. LE REAL (DE DRAGUIGNAN AUX ARCS)

Les terrains encaissants de ce petit bassin versant sont d'âge triasique. Leur lithologie présente des faciès calcaires, marneux et dolomitiques. Jusqu'aux Arcs, la vallée du Réal s'individualise nettement des terrains encaissants qu'elle traverse. En aval elle pénètre dans le bassin permien où s'est formé la plaine de l'Argens. Le raccord de la vallée amont du Réal avec ce bassin se fait par un pallier brutal constitué par un barrage de travertins. La plaine alluviale perd ainsi l'aspect bien circonscrit qu'elle avait en amont puisque le barrage crée un élargissement de la zone inondable. Bien que le barrage de travertins ait connu une certaine incision depuis sa formation celle-ci ne paraît pas suffisante pour exclure complètement le risque d'inondation à sa surface. C'est pourquoi une partie de la surface du barrage de travertins et les zones soumises au ruissellement en aval ont été cartographiées en lit majeur exceptionnel.

En amont du barrage, tant sur la commune de Draguignan que sur celle des Arcs, des habitations dispersées sont implantées dans le lit majeur du cours d'eau. Au niveau des Arcs, les enjeux sont nettement plus nombreux. Une partie du centre ville est situé dans le lit majeur ordinaire du Réal en contrebas du barrage de travertins. Le cours d'eau est couvert dans la traversée du centre-ville. L'extension récente de l'urbanisation, sous forme de lotissements, s'est quant à elle largement implantée en lit majeur exceptionnel à la surface du barrage de travertins ou en contrebas de celui-ci dans la zone soumise au ruissellement provenant du front du barrage.

4.9. LA FLORIEYE ET LE VALLON DU FIGUEIRET

La géologie du bassin du Florièye est la même que celle du Réal. La série stratigraphique est en revanche un peu plus étendue avec la rencontre de terrains jurassiques en tête de bassin.

Les communes concernées par la cartographie des zones inondables de ces cours d'eau sont : Flayosc, Draguignan, Lorgues et Taradeau.

Les plaines alluviales fonctionnelles du Florièye et du vallon du Figueiret sont bien circonscrites au sein de leur vallée par les terrains encaissants. Elles sont dans l'ensemble étroites et les enjeux sont assez rares, ils sont le fait de quelques bâtiments isolés. Deux secteurs dérogent cependant à ce schéma : la plaine de Flayosc et celle de Taradeau.

A l'Est du village de Flayosc s'ouvre un petit bassin topographique drainé par le vallon du Figueiret. Les terrains en rive gauche relèvent du territoire communal de Draguignan tandis que ceux en rive droite relèvent du territoire communal de Flayosc. Ce petit bassin reçoit plusieurs vallons affluents, ce qui explique en partie la largeur plus importante de la plaine d'inondation ici. Les enjeux en zone inondable sont essentiellement liés à des habitations, plus nombreuses en rive gauche.

A Taradeau, le Florièye a dû connaître une évolution morphodynamique particulièrement mouvementée à en juger par les formes laissées par le cours d'eau (anses d'érosions d'anciens méandres) et le cours d'eau a dû s'encaisser relativement récemment. Du fait de l'incision, le lit majeur de la plaine alluviale fonctionnelle peut être qualifié de lit majeur exceptionnel. Les enjeux sont nombreux au niveau du village avec des habitations implantées en lit majeur ainsi qu'en lit moyen du Florièye mais également dans la zone de ruissellement au débouché des trois petits vallons dominant le village.

A Taradeau la crue de 1974 est allée jusqu'au transformateur sur la D10 en rive gauche, quatre villas ont été noyées.

4.10. L'AILLE, LE RIAUTORT ET AFFLUENTS

L'Aille et ses affluents s'écoulent dans un vaste bassin permien. La lithologie assez tendre des terrains permien a permis le dégagement de vastes plaines alluviales par les cours d'eau. Sur la partie aval de son cours, avant de confluer avec l'Argens, l'Aille connaît un brusque resserrement de sa vallée qui est dû à la traversée de terrains cristallins plus durs.

Le bassin est bordé au Sud par des reliefs formés dans les terrains cristallins et au Nord par des reliefs dans les terrains calcaires. Le contact entre ces reliefs et le bassin permien se fait sous forme de piémonts ou glacis.

Les cours d'eau ayant fait l'objet d'une cartographie sont l'Aille et son affluent, le Riautort, ainsi que deux affluents du Riautort : le Réal Martin et le ruisseau de Soliès. Un affluent du ruisseau de Soliès, le Vallat du Coudounier a également été cartographié.

Les communes concernées par ces cours d'eau sont : Gonfaron, Le Luc, Le Cannet-des-Maures, Vidauban, Les Arcs, Les Mayons et Flassans-sur-Issole.

Sur la commune de Gonfaron, une partie du centre est située dans le lit majeur de l'Aille et de son affluent, le Vallon de Maraval. Plusieurs habitations dispersées sont situées en zone inondable par ruissellement des piémonts ou en lit majeur de l'Aille. Le lit majeur s'élargit localement en rive gauche à cause d'affluents comme l'Estagnol qui drainent le piémont au Nord. Le passage de l'autoroute A57 dans la plaine alluviale, pour partie en remblais ou en déblais, est susceptible de perturber les écoulements en crue.

La commune du Luc est concernée par les zones inondables du Vallat du Coudounier, du ruisseau de Solliès et du Riautort. Les cours amont de ces deux premiers cours d'eau s'inscrivent dans des

plaines où l'occupation du sol est agricole. Les enjeux y sont donc très peu nombreux. Quelques bâtiments sont cependant situés en zone inondable.

Les deux cours d'eau confluent au niveau du centre-ville du Luc dont une part importante est située en zone inondable. A cet endroit, le ruisseau de Solliès débouche dans le bassin permien et forme un vaste glacis-cône. La surface de ce glacis-cône correspond à une zone agricole fortement mitée par l'habitat et présente de ce fait d'importants enjeux face au risque inondation. La partie haute du cône est occupée par des lotissements. Un petit plateau dont l'inondabilité potentielle justifie la qualification de lit majeur exceptionnel correspondrait d'après la carte géologique à un entablement de travertins.

L'écoulement à la surface du cône en cas de crue pourrait faire diffuser l'eau du ruisseau de Solliès vers le Cagnet-des-Maures à l'Est alors que le lit mineur du cours d'eau rejoint le Riautord au Sud.

Le Riautord prend source au pied du glacis-cône du ruisseau de Solliès et du piémont des versants calcaires à l'Ouest. De nombreuses habitations dispersées mitant l'espace agricole sont situées en zone inondable soit par ruissellement du piémont soit par débordement des cours d'eau dans le lit majeur.

Après la traversée de l'autoroute A57, qui fait obstacle aux écoulements, la vallée du Riautord présente une morphologie plus classique car elle est encadrée par des versants. Les enjeux sont peu nombreux en aval.

Les zones urbaines du Cagnet-des-Maures sont en grande partie situées en zone inondable du Réal Martin, qui draine les reliefs karstiques au Nord, et du ruisseau de Solliès dont les écoulements diffuseront depuis le glacis-cône. La délimitation des zones inondables au Cagnet-des-Maures est complexe car les cheminements de l'écoulement sont difficiles à apprécier sur cette zone de piémont accidentée de replats et talus nets. Les enjeux en zone inondable sont en tous les cas importants.

Une part des écoulements en crue du Réal Martin doit diffuser vers un cours d'eau situé plus à l'Est.

L'aérodrome du Luc – Le Cagnet est en grande partie situé dans la plaine d'inondation.

La morphologie de la plaine alluviale de l'Aille sur la commune de Vidauban présente une organisation classique avec les différents lits mineur, moyen et majeur représentés. Les enjeux en zone inondable y sont peu nombreux.

4.11. LE COULOUBRIER ET LE MARRI

Le Couloubrier est un affluent de l'Argens sur la commune du Muy Les têtes de bassin du Couloubrier et de son affluent le Marri concernent également les communes de Sainte-Maxime et de Vidauban. La géologie du bassin versant se caractérise par des affleurements cristallins du socle anté-carbonifère (granite, gneiss) et dans une moindre mesure par des terrains sédimentaires (conglomérats, grès) et volcaniques du Carbonifère.

La morphologie des plaines alluviales est simple. On ne distingue généralement qu'un lit mineur et un lit moyen et les fonds de vallon sont peu larges. Des affleurements rocheux sont rencontrés en fond de vallon.

Avant la confluence avec l'Argens on distingue un lit majeur et la topographie de la plaine alluviale a été fortement modifiée par l'exploitation de gravières.

Il n'a pas été identifié d'enjeux en zone inondable hormis les routes qui traversent la vallée.

4.12. COURS D'EAU COTIERS DE ROQUEBRUNE-SUR-ARGENS ET DE SAINTE-MAXIME

Deux cours d'eau côtiers concernant les communes de Roquebrune-sur-Argens et de Sainte-Maxime ont été cartographiés dans le cadre du programme 2006 des atlas des zones inondables : la Garonnette qui fait la limite entre le territoire des deux communes et le Préconil qui concerne les communes de Sainte-Maxime et de Plan-de-la-Tour.

4.12.1. La Garonnette

La lithologie du bassin versant de la Garonnette est constituée de terrains gneissiques. Seule la partie aval du cours d'eau a été cartographiée. La configuration de la plaine alluviale est simple et se réduit au lit mineur et à un lit majeur. Les enjeux sont assez importants dans le lit majeur avec des bâtiments d'entreprise en amont et de nombreuses habitations en aval.

4.12.2. Le Préconil

La lithologie du bassin versant du Préconil correspond à des terrains cristallins.

Sur la commune de Plan-de-la-Tour, le cours d'eau présente une plaine alluviale assez étroite et peu d'enjeux hormis en des points locaux comme à « Ponte Romane », au « Moulin de la Ressence ».

Sur la commune de Sainte-Maxime, les enjeux en zone inondable du Préconil sont plus nombreux : zones d'activité, quartiers urbanisés. La plaine alluviale s'élargit fortement et perd son lit moyen.

Seuls subsistent le lit mineur et le lit majeur comme cela est le cas des parties aval des cours d'eau côtiers.

4.13. LA LIQUETTE A RAMATUELLE

Le bassin versant de la Liquette est composé de terrains cristallins avec des affleurements de gneiss et de granite.

La Liquette est un petit cours d'eau côtier. Sa plaine alluviale fonctionnelle semble disproportionnée par rapport à la taille du bassin versant (moins de 20 km²) et la longueur du cours d'eau. En effet, la plaine d'inondation atteint à l'aval une largeur d'un kilomètre alors que le cours total de la Liquette est d'environ 7 km ! Cette situation résulte du fait d'une part que le bassin versant possède une forme très ramassée avec de nombreux vallons convergents vers le drain central que constitue la Liquette et d'autre part à l'influence du niveau de base que constitue la Mer Méditerranée. La plaine aval peut en effet être considérée comme une plaine littorale.

En amont de la D93, la Liquette possède une plaine alluviale dont la largeur est en rapport avec son bassin versant propre. C'est en aval de cet axe de communication qu'elle s'élargit progressivement. En rive droite au niveau du lieu-dit « le Fond du Plan », un vaste piémont alimenté par plusieurs vallons constitue une zone de ruissellement (non étudiée) qui contribue le premier facteur d'élargissement de la plaine (phénomène de confluence). Le phénomène se répète plus en aval et en rive gauche avec la confluence du ruisseau de l'Oumède et de sa plaine alluviale.

Si les habitations en zone inondable sont assez nombreuses, elles restent néanmoins dispersées.

4.14. LE BATAILLER ET LE RUISSEAU LA VIEILLE A BORMES-LES-MIMOSAS ET AU LAVANDOU

La lithologie du bassin versant est constituée de terrains métamorphiques : micaschistes à l'Ouest et gneiss à l'Est.

La majorité du linéaire cartographié concerne la commune de Bormes-les-Mimosas. Seules la bande côtière du Batailler et la rive gauche de la partie aval du ruisseau la Vieille concernent la commune du Lavandou. Malheureusement l'urbanisation en zone inondable sur le territoire de cette dernière commune est très dense.

Sur la commune de Bormes-les-Mimosas, les enjeux en zone inondable sont aussi importants avec de nombreuses habitations et des bâtiments d'entreprise. C'est sur la partie aval de la plaine que les enjeux se concentrent avec des lotissements entiers et une zone d'activités en zone inondable. En amont ils restent dispersés.

La morphologie des plaines alluviales est rudimentaire ; on ne distingue qu'un lit majeur et un lit mineur.

4.15. TORRENTS LE MARAVENNE ET LE PANSARD A LA LONDE-LES-MAURES

Le Pansard et le Maravenne drainent dans leur cours amont et médian, les terrains métamorphiques peu perméables (phyllades, micaschistes, quartzites, gneiss, ...) constitutifs de la terminaison occidentale du massif cristallin des Maures. A l'approche du littoral, les formations sédimentaires quaternaires plus perméables dominant (terrasses anciennes) au sein du bassin versant.

Ces cours d'eau ont occasionné en 1996 des inondations qui n'ont pas donné lieu à des levés de crue. Un PPRI existe sur la commune.

A l'amont, la plaine alluviale moderne des deux cours d'eau, peu étendue, est bien délimitée entre les versants pentus des Maures. Dans la partie médiane (secteurs où commence la cartographie des zones inondables), les lits majeurs, encadrés par les formations détritiques quaternaires de piémont, s'élargissent (les zones inondables par ruissellement sur les piémonts n'ont pas été cartographiées). Ils s'élargissent encore sur le cours aval correspondant à l'ouverture sur la plaine littorale. A l'aval de la confluence avec le Pansard et le Maravenne, le lit majeur occupe la totalité de la zone rétro-littorale. Une continuité de la zone inondable existe avec celle du Gapeau à l'Ouest. Le lit mineur du Pansard a été fortement recalibré depuis la RN98 jusqu'à l'embouchure.

Deux remblais d'infrastructure barrent la plaine d'inondation du Pansard : celui de la RN98 et de la D559. Ils sont situés dans des zones urbanisées et pourraient localement créer un exhaussement de la ligne d'eau en crue.

Plusieurs remblais barrent également la plaine d'inondation du Maravenne au niveau de la RN98 et de la D559a.

Des enjeux existent en amont de la RN98 dans la plaine d'inondation du Pansard avec des habitations dispersées et dans les secteurs de « Notre-Dame-des-Maures » et des « Jassons ». L'urbanisation en zone inondable a été très importante en aval, avec des lotissements résidentiels entiers et des établissements recevant du public situés en lit majeur dans la traversée de La Londe-les-Maures et de Miramar.

La plaine d'inondation du Maravenne avant sa confluence avec le Pansard présente peu d'enjeux. Elle est surtout occupée par les vignes.

4.16. LES COURS D'EAU DU BASSIN VERSANT DU GAPEAU : REAL MARTIN ET AFFLUENTS, REAL COLLOBRIER, ROUBAUD ET EYGOUTIER

On pourra s'étonner de voir figurer l'Eygoutier dans le bassin versant du Gapeau. Ce rattachement trouve toutefois sa raison d'être dans le fait que l'histoire géomorphologique a façonné une plaine alluviale sans obstacles entre le Gapeau et l'Eygoutier de sorte que les débordements du Gapeau pourraient être drainés par l'Eygoutier.

4.17. LES ANCIENS COURS DU GAPEAU ET DU REAL MARTIN

Selon H. PARENT (<http://www.histoire-eau-hyeres.fr/460-geologie-loc2.html>), le Gapeau et le Réal Martin auraient connu par le passé des cours différents de ce qu'ils sont aujourd'hui :

- *les cours primitifs du Gapeau et du Réal Martin se seraient jetés dans la plaine de la Garde qui n'était alors pas drainée par l'Eygoutier dont le cours n'existait pas mais par un Gapeau primitif empruntant la vallée actuellement empruntée par le Roubaud, le Réal Martin empruntait la vallée aujourd'hui drainée par le Petit Réal,*
- *un second stade aurait été marqué par un cours du Réal Martin empruntant sa vallée actuelle jusqu'au niveau du Mont Redon qu'il contournait par l'Ouest (et non par l'Est comme aujourd'hui) pour rejoindre la plaine de la Garde,*
- *le dernier stade correspondant à l'état actuel est marqué par la défluviation du Gapeau (et du Réal Martin avec) vers l'Est au niveau de la Crau puis par le contournement des Maurettes par le Nord et l'Est. Le lit mineur ne se jette ainsi plus dans la plaine de la Garde qui est aujourd'hui drainée par l'Eygoutier vers Toulon. L'ancienne vallée du Gapeau entre les Maurettes et le Mont des Oiseaux est aujourd'hui en partie drainée à l'Ouest par l'Eygoutier et à l'Est par le Roubaud.*

4.17.2. Le Réal Martin et ses affluents de rive droite

Les cours d'eau cartographiés sont le Réal Martin et ses affluents et sous-affluents de rive droite :

- *le ruisseau le Merlançon et ses affluents que sont le ruisseau le Grand Vallat, le ruisseau le Rayolet et le ruisseau le Canadel,*
- *le ruisseau le Farembert et son affluent le ruisseau de Rémin,*

- *la rivière le Meige Pan,*
- *le ruisseau des Cougourdes.*

Les communes concernées par les zones inondables cartographiées sont Pignans, Carnoules, Puget-Ville, Pierrefeu-du-Var, Cuers, Hyères et La Crau.

Le Réal Martin et ses affluents s'écoulent dans la dépression permienne où ils ont dégagé de vastes piémonts et plaines alluviales. La dépression permienne est encadrée au Nord et à l'Ouest par des reliefs dans les terrains karstiques et à l'Est par des reliefs dans les terrains cristallins. De « la Serre » à « La Portanière », le Réal Martin a creusé sa vallée dans les Phyllades dont le caractère plus résistant que les terrains du Permien explique le caractère plus resserré de la vallée sur ce tronçon.

Sur la commune de Pignans, la partie amont de la vallée du Réal Martin, dont le nom du cours d'eau est ici la rivière Saint-Pierre d'après la carte IGN, s'écoule dans la dépression permienne. La multiplicité des affluents en provenance des reliefs proches et les bassins versants peu développés ont favorisé une morphologie de piémont plutôt que de plaine alluviale. La rivière Saint-Pierre draine l'axe central de cette dépression. L'inondabilité de cette vaste dépression est de type ruissellement. En aval, une plaine alluviale commence à s'esquisser : le cours d'eau s'encaisse à mesure qu'il approche des affleurements de Phyllade qu'il traverse ensuite. Les enjeux en zone inondables (bâtiments divers dont habitations) sont nombreux mais assez diffus.

Sur la commune de Carnoules, le Réal Martin s'écoule dans une vallée dont les terrains encaissants sont constitués par des Phyllades bleues. La morphologie de la plaine alluviale présente une configuration classique où l'on distingue le triptyque lit mineur – lit moyen – lit majeur. Une singularité a pu cependant être observée au niveau de la confluence du ruisseau de Carnoules qui forme un barrage de travertins dans la vallée du Réal Martin. La commune est également concernée à l'Ouest par les zones inondables par ruissellement sur un piémont drainé par le Merlançon. Divers bâtiments ainsi que des habitations sont situés en zone inondable de façon dispersée.

La commune de Puget-Ville présente de nombreux enjeux en zone inondable. Elle en tout premier lieu concernée par le risque de ruissellement sur le vaste piémont au pied des reliefs karstiques qui dominant la dépression permienne. Le centre-ville ainsi qu'une grande partie des extensions urbaines récentes sont situés dans une zone de ruissellement de ce type. Toutefois, les bassins versants en cause dans ce ruissellement sont de taille limitée et ne devraient donc pas générer

d'importants débits. Le caractère karstique des bassins versants implique cependant une certaine prudence quant à l'estimation potentielle des débits. Le Grand Vallat et le Canadel sont fortement encaissés sur la partie amont du piémont et la probabilité qu'ils débordent sur ces tronçons doit être faible. En revanche, la pente assez forte du piémont, l'imperméabilisation des sols et les cultures en vigne doivent générer des ruissellements à vitesse assez rapide pouvant causer des dommages aux fonds. La commune est également concernée par les zones inondables du Réal Martin. La morphologie de la plaine d'inondation est similaire à celle rencontrée sur la commune de Carnoules.

La station hydrométrique du Réal Martin située au lieu-dit « Les Jacarels » sur la commune de Puget-Ville a enregistré une hauteur d'eau de 3 mètres le 17 janvier 1978, celle située au lieu-dit « Decapris » sur la commune de la Crau a enregistré une hauteur d'eau de 4,15 m le 16 janvier 1978.

Sur la commune de Pierrefeu-du-Var, le Réal Martin reçoit plusieurs affluents importants : le Réal Collobrier, le Merlançon, le Farembert et le Meige Pan. Ces nombreuses confluences et en particulier la première avec le Réal Collobrier provoquent un élargissement important de la plaine d'inondation du Réal Martin. A partir du hameau de la Portanière, le Réal Martin s'écoule à nouveau dans les terrains plus facilement érodables de la dépression permienne. La lithologie explique aussi l'élargissement de la plaine alluviale. La commune est également concernée par d'importantes zones de ruissellement sur piémont. Les enjeux en zone inondable sont nombreux mais dispersés ou groupés en petits hameaux. De nombreuses habitations sont soumises au risque de débordement des cours d'eau et/ou au risque de ruissellement. L'aérodrome de Cuers-Pierrefeu est entièrement situé en zone de ruissellement d'un piémont. A Pierrefeu-du-Var, des traces de la crue de 1959 sur les murs intérieurs de cabanons à l'amont et à l'aval du pont du CD14 existeraient d'après le programme de prévention contre les inondations liées au ruissellement pluvial urbain et aux crues torrentielles ainsi que des photographies en mairie.

La commune de Cuers est principalement concernée par les zones inondables du Meige Pan ainsi que par des zones de ruissellement sur piémont. La configuration morphologique du niveau qui pourrait être qualifié de lit majeur du Meige Pan a justifié la classification en zone de ruissellement à partir des « Pradets ». En effet, cette zone est démesurément large par rapport au bassin versant du Meige Pan et elle se raccorde en aval de Cuers à une zone de piémont. Les dynamiques d'écoulement en cas de crue exceptionnelle devraient donc plus s'apparenter à du ruissellement. La superficie du bassin versant du Meige Pan au niveau de Cuers serait de 18,8 km² d'après le programme de prévention contre les inondations liées au ruissellement pluvial urbain et aux crues torrentielles. Ce document estime un débit de crue courant de 21,6 m³/s, un débit de crue rare de 48,6 m³/s et un débit de crue exceptionnel de 110 m³/s. En cas d'embâcle la hauteur d'eau estimée

au-dessus du tablier du pont de la RN 97 est de 0,7 m pour le débit de crue rare et de 1,7 m pour le débit de crue exceptionnel. Le Meige Pan déborderait donc bien dans la zone de ruissellement telle qu'elle a été cartographiée dans le cadre de la présente étude. D'autres cours d'eau drainent le piémont sur la commune. Au niveau de Cuers, une diffluence vers le Sud, vers le Petit Réal (affluent direct du Gapeau sur la commune de Solliès-Pont) est possible. Les enjeux en zone inondable sont importants avec une partie du centre-ville et des extensions urbaines récentes qui sont concernées par le risque inondation. Sur le reste des zones inondables, les enjeux sont diffus.

Les communes de Hyères et de la Crau se partagent chacune une rive du tronçon aval du Réal Martin. La configuration géomorphologique de la plaine d'inondation est classique. Les enjeux sont dispersés. La commune de la Crau est aussi concernée par de grandes zones de ruissellement sur piémont.

4.17.3. Le Réal Collobrier à Collobrières

Le bassin versant du Réal Collobrier suit globalement un axe Est–Ouest correspondant à l'axe de la vallée. Il est situé pour sa majeure partie dans la forêt domaniale des Maures. La couverture du bassin versant du Réal est en quasi exclusivité constituée par une forêt méditerranéenne. Seuls les fonds de vallée sont urbanisés. On y trouve également des zones agricoles et plus particulièrement de la vigne.

Les terrains du bassin versant du Réal Collobrier se composent de gneiss, micaschistes, amphibolites, leptynites et phyllades. En aval de Collobrières, la vallée suit l'axe de la dépression permienne.

Le Réal Collobrier présente des aménagements qui sont particulièrement favorables à l'écoulement des crues du fait des recalibrages et de l'entretien réalisé (nettoyage de la rivière par enlèvement des embâcles et entretien de la ripisylve). Cette situation est particulièrement frappante dans la traversée du centre ville où le lit mineur, qui est canalisé, est surdimensionné par rapport aux crues fréquentes du Réal Collobrier et donc particulièrement bien dimensionné pour la protection du centre ville.

Il résulte de cette situation que l'inondabilité de la plaine alluviale doit être amoindrie.

Sur la partie aval, après la confluence avec le ruisseau de la Malière, la zone connue comme inondable par les riverains correspond assez bien au lit moyen du cours d'eau. La surface du lit moyen présente d'ailleurs des traces géomorphologiques encore fraîches des crues passées avec les axes d'écoulement en crue.

La crue historique de 1959 a causé la rupture du Pont Sainte-Anne (ouvrage côté à 168 m sur la carte IGN)

Les enjeux sont surtout concentrés en centre ville avec un nombre important d'habitations et de bâtiments en zone inondable. Ailleurs les enjeux sont le fait d'habitations et bâtiments dispersés.

4.17.4. Le Roubaud et la zone littorale du Gapeau à Hyères

Le cours d'eau s'inscrit dans les formations détritiques du piémont du massif des Maurettes et de celui du Mont des Oiseaux, puis dans la plaine littorale.

Entre les deux piémonts, le Roubaud draine l'axe de concentration du ruissellement en provenance des piémonts. Etant donné l'échelle d'étude le ruissellement des piémonts n'a pas ici fait l'objet de zonages et nécessiterait à lui seul une étude d'inondabilité à l'échelle communale. Seul le fond de vallée concentrant les écoulements a été cartographié.

Le talweg du Roubaud est artificialisé dès son débouché sur le piémont. Il se présente sous la forme d'un fossé trapézoïdal jusqu'au secteur urbain où il est canalisé jusqu'à la levée du Ceinturon. Il est ensuite endigué puis recalibré jusqu'à la mer.

Le Roubaud étant un cours d'eau côtier, l'écoulement des eaux de crue peut poser problème lors des surcotes marines. Le plus haut niveau de la mer observé dans le secteur était de 68 cm à l'échelle des Salins des Pesquiers. Il est à noter que les hauts niveaux marins sont plutôt générés lors de conditions atmosphériques dépressionnaires avec entrées maritimes générant de la houle et des vagues (la marée astronomique étant plutôt faible en Méditerranée). De plus ces conditions météorologiques correspondent souvent à des périodes de pluies et donc de crues du Roubaud.

Une étude de cartographie de l'aléa inondation par le Roubaud a été réalisée par IPSEAU en Décembre 1998 puis mise à jour en Septembre 2000. L'étude comprend une cartographie hydrogéomorphologique du Roubaud ainsi que des cartographies hydrauliques des zones inondables par la crue centennale. La cartographie hydrogéomorphologique présente pour principal inconvénient, comme la majeure partie des cartographies de cette époque, de ne pas prendre en compte les zones de ruissellement et ne considère que les zones de débordement du Roubaud. Hors la problématique hydrogéomorphologique dans ce type de zone n'est pas de savoir où le cours d'eau déborde mais plutôt de savoir quelles zones il draine. C'est pourquoi une nouvelle cartographie de la zone était nécessaire.

Le parti pris de cartographie de l'époque avait conduit à la production de « cartes hydrogéomorphologiques » dont le « lit majeur » était par endroits de taille inférieure au champ

d'inondation de la crue centennale. C'est tout particulièrement flagrant au Nord-Ouest de la Base Aérienne d'Hyères-le-Palyvestre ainsi qu'en d'autres points alors que la modélisation hydraulique prend en compte l'état recalibré du lit mineur (à l'état naturel la crue centennale serait donc plus étendue). La carte de dynamique des écoulements du Roubaud pour une crue centennale montre que des risques d'embâcles existent sur le fossé au niveau des bâtiments de la base aérienne. En cas d'embâcles sur ce fossé une vaste portion de la plaine jusqu'aux salins serait inondée. Ces données confirment donc l'inondabilité naturelle de la zone.

En conclusion de la nouvelle cartographie hydrogéomorphologique réalisée, on peut dire que d'importantes zones urbanisées sont situées en zone inondable par ruissellement des piémonts. La limite entre zone de ruissellement et « lit majeur » de la plaine littorale est relativement imprécise car le raccord entre ces deux unités se fait en pente douce.

L'étude réalisée en 1998 - 2000 livre également de précieuses données historiques :

4.17.4.1. Historique des inondations

« Avant les travaux de recalibrage du début des années 80 (cf. § 4.1.2, Historique des travaux sur le Roubaud), le Roubaud débordait fréquemment lors de fortes pluies en raison de l'étroitesse de son lit. A présent, l'aménagement du Roubaud est pratiquement terminé à l'exception de la zone située en aval du jardin Olbius Riquier et en amont de Hyères. C'est pourquoi, les inondations sont moins fréquentes et les zones submersibles restent celles situées à proximité des secteurs non recalibrés et des ponts des Rougières et Olbius Riquier. Les 19 et 29 Avril 1998, de fortes pluies se sont abattues sur Hyères, ce qui a provoqué le débordement de Roubaud au niveau du Chemin Saint-Martin de 60 cm environ et au niveau du pont de Rougières en rive droite. Environ 30 cm d'eau ont été observés au niveau du Parc Olbius Riquier. » (IPSEAU, 2000)

4.17.4.2. Historique des travaux réalisés sur le Roubaud

« Une première étude a été effectuée par le bureau d'études SOGREAH en 1972, pour mettre en place une première série de travaux entre l'Avenue Paul Bourget et l'estuaire en mer.

Ces travaux de recalibrage ont permis d'améliorer la capacité du Roubaud, soit en élargissant le lit entre la levée du Ceinturon et l'estuaire, soit en canalisant le Roubaud en maçonnant le lit et les berges.

En 1991, le bureau d'étude BETEREM a effectué une enquête hydraulique pour réaliser une deuxième série de travaux. Ces travaux concernent le recalibrage du Roubaud entre la traversée de l'autoroute A57, au droit de l'échangeur de la Recense et l'avenue Paul Bourget.

L'objectif du recalibrage est de laisser passer un débit capable minimum supérieur à la crue centennale dans la totalité de la section ($Q_{100_{\text{estimé}}} = 58 \text{ m}^3/\text{s}$) et à la crue décennale dans la partie cuvelée ($Q_{10_{\text{estimé}}} = 29 \text{ m}^3/\text{s}$).

Le recalibrage comprend :

- la rectification du profil en long,
- un cuvelage en béton de 1 à 2 m de hauteur en forme de V,
- un aménagement de réservation pour la communication du ruisseau avec la nappe phréatique.

Le recalibrage est en cours d'exécution car la partie entre le chemin Saint-Martin et l'Avenue Paul Bourget n'est pas encore aménagée. » (IPSEAU, 2000)

4.17.5. L'Eygoutier et ses affluents

Le ruisseau l'Eygoutier prend sa source dans une dépression située entre les Maurettes et le Mont des Oiseaux. Cette zone d'accumulation des ruissellements en provenance des piémonts qui l'encadrent pourrait fonctionner en surverse. Elle est aujourd'hui drainée par le cours artificiel du ruisseau. Le ruissellement des piémonts étant donné la petite taille des bassins versants n'a pas fait l'objet de zonage mais a été représenté par des flèches. Toutefois une étude à échelle plus locale pourrait délimiter les zones de ruissellement.

L'Eygoutier se jette ensuite dans la plaine de la Garde, vaste plaine d'inondation de taille plurikilométrique dont les dimensions ne sont pas en rapport avec le bassin versant propre à l'Eygoutier mais sont le fruit de l'héritage morphologique d'un ancien cours du Gapeau qui se serait à l'origine jeté dans cette plaine avant de rejoindre la mer par la vallée actuellement drainée par le Roubaud. Mais si le lit mineur du Gapeau n'emprunte aujourd'hui plus ce chemin, cet héritage morphologique fait encore peser la menace sur la plaine de la Garde d'inondations par débordement du Gapeau ! Car le Gapeau n'a pas connu de réincision suffisante depuis sa dernière défluviation et n'a pu façonner à travers les poudingues (= formation de galets liés par un ciment) de la Crau une plaine alluviale suffisante (voir commentaires sur la Crau : note du programme 2004 de l'atlas des zones inondables). Il s'en suit qu'il n'existe aucun obstacle (hormis les berges du cours d'eau) entre le cours du Gapeau et la plaine de la Garde.

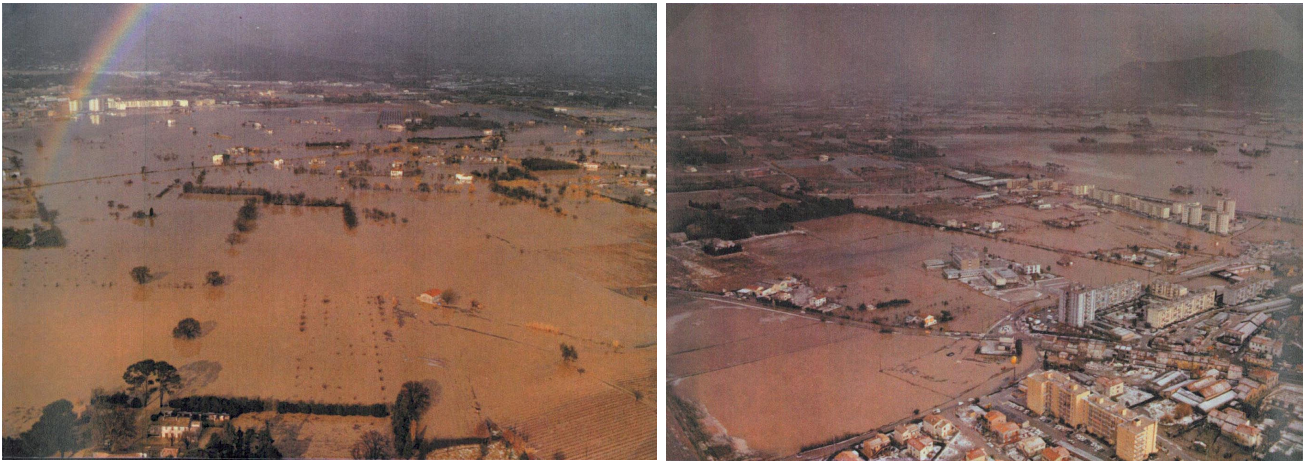
La plaine de la Garde est contrôlée en aval par un verrou au niveau du lieu-dit « le Pont de la Clue ». La plaine d'inondation se contracte ici fortement puisqu'elle ne fait que 100 mètres de large alors qu'elle en fait presque 3 km en amont !

Les enjeux en zone inondable de la plaine de la Garde sont particulièrement nombreux :

- *Sur la commune de La Garde, le centre ancien s'est agrégé au pied d'une colline dominant la plaine et serait à l'abri des inondations de la plaine tandis que les nombreuses extensions urbaines récentes sont largement situées en zone inondable de la plaine à l'Ouest du remblai de la voie ferrée et en aval du Pont de la Clue.*

- Sur la commune du Pradet, les extensions urbaines récentes au Nord du centre-ville seraient également situées en lit majeur et celles à l'Est en zone de ruissellement. Toutefois les extensions situées au Nord sont situées sur un replat quelques mètres au-dessus du fond de la plaine, les rendant ainsi moins inondables que le reste de la plaine (ce replat n'aurait pas été atteint par les crues historiques).
- L'axe central de la plaine qui est partagé par les communes de La Crau, La Garde et Le Pradet présente une occupation du sol essentiellement agricole à fort mitage résidentiel.
- Sur la commune de Toulon, la plaine alluviale de l'Eygoutier est complètement urbanisée et présente également des enjeux maximaux. Le cours d'eau est couvert pour le passage de l'autoroute et en aval il est détourné de son exutoire naturel par le tunnel de la Malague qui se jette en mer au niveau des plages du Mourillon.

Le P.E.R.I. de Toulon recense les crues historiques suivantes : 1909, 1923, 1955, 1957, 1959, 1973 et 1978.



Photos de la crue du 17 janvier 1978 sur la plaine de la Garde (source : DDE 83)

Le bassin versant du ruisseau le Régana (affluent de l'Eygoutier) à son débouché sur le piémont du Coudon a une surface de l'ordre de 3 km². Les altitudes maximales des sommets varient entre 500 et 700 mètres alors que l'altitude du ruisseau au débouché sur le piémont est de l'ordre de 130 mètres. La surface du Vallon des Lombardons au débouché sur le piémont est quant à elle de l'ordre de 0,7 km². Ces deux cours d'eau sont à l'origine de deux glacis-cônes coalescents à leur débouché sur le piémont et génèrent une vaste zone de ruissellement. Les enjeux de la commune de la Farlède sont particulièrement nombreux dans cette zone de ruissellement avec le centre ville, la majorité des

extensions urbaines récentes, et des zones d'activités concernées par ce risque. La zone industrielle de Toulon-Est sur la commune de la Garde est aussi concernée par ce risque.

4.18. LE LAS DE REVEST A TOULON

La lithologie du bassin versant du Las est de nature karstique. L'âge des terrains rencontrés s'étend du Trias au Crétacé.

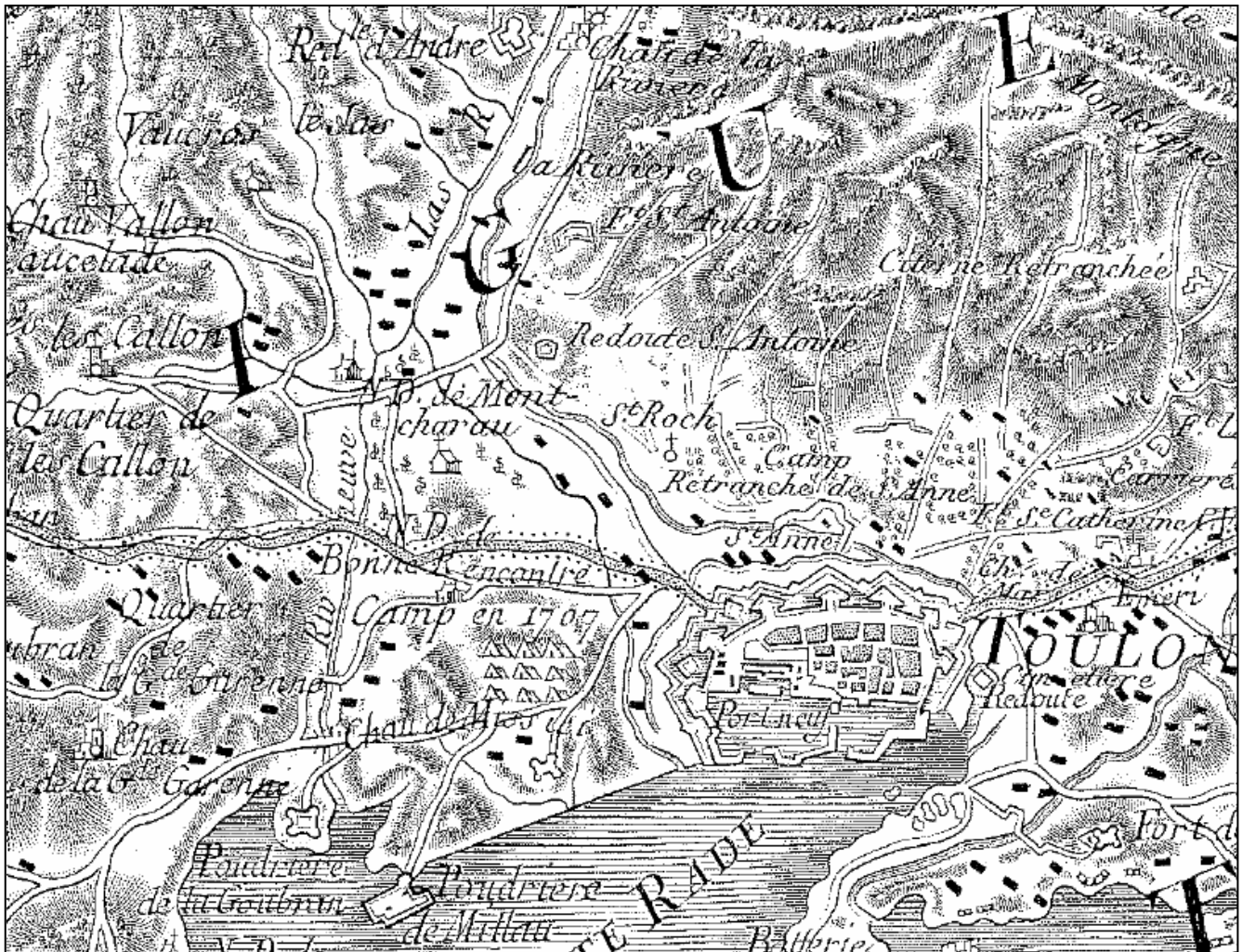
Les zones inondables cartographiées concernent les communes de Revest-les-Eaux et de Toulon. La plaine alluviale du cours d'eau dans la partie amont s'inscrit dans une vallée entre les hauts reliefs du Mont Faron et du Mont Caume. Sa largeur est assez restreinte. Et le cours d'eau est encaissé dans le fond de vallée. Le caractère très encaissé sur la partie amont du couple lit mineur – lit moyen a justifié que l'unité hydrogéomorphologique qui les domine soit qualifiée de lit majeur exceptionnel.

En aval, la plaine s'ouvre sur la plaine littorale et s'élargit donc de façon importante. Des apports latéraux d'une vaste zone de ruissellement sur piémont contribue aussi à l'élargissement de la plaine. La partie aval de la plaine n'a pu être cartographiée pour cause de zone militaire.

Bien que des enjeux soient situés en zone inondable, sur la partie amont, ils sont moins nombreux que sur l'aval où la plaine d'inondation est entièrement occupée par une urbanisation dense.

Au droit du lieu-dit « Dardennes » sur la commune du Revest-les-Eaux, on peut déceler la présence de travertins à l'affleurement. Ceux-ci constitueraient un barrage.

Sur la partie aval, le cours d'eau est en partie couvert et détourné de son exutoire naturel vers la Rivière Neuve. La carte de Cassini ci-dessous montre qu'à l'époque de la réalisation de cette carte, le Las possédait deux bras dont l'un était constitué par la Rivière Neuve.



4.19. LE LATAY A SIGNES

Le Latay draine le rebord sud-est de la chaîne de la Sainte-Baume. La géologie du bassin versant est riche d'une stratigraphie qui s'étend du Trias au Crétacé. La lithologie composée de terrains dolomitiques, calcaires et marneux témoigne du caractère karstique du bassin versant.

Il se jette dans la vaste dépression de Signes (qui forme une plaine de 3 km de long pour 1 km de largeur) encadrée par le massif du Mourré d'Agnis au Nord et le massif de Montrieux – Forêt de Morières au Sud. Ces deux massifs karstiques présentent des versants dolomitiques jurassiques supérieurs. La dépression de Signes se développe dans la bande triasique de Méounes – Garéoult – La Roquebrussanne (marnes et calcaires). Cette dépression qui est d'origine tectonique serait un ancien poljé aujourd'hui drainé par le Gapeau.

La cartographie du Latay démarre à la sortie des gorges au niveau de Chibron. La carrière qui accidente la plaine crée un élargissement artificiel important de la zone inondable et peut constituer un bassin d'expansion des crues du cours d'eau. La plaine présente un lit moyen et un lit majeur. Quelques bâtiments sont situés dans le lit majeur du cours d'eau. En aval de la D2, le cours d'eau retransverse de courtes gorges avant de déboucher dans le poljé de Signes. Au sein du poljé, on ne distingue plus de lit moyen mais seulement un vaste lit majeur au sein duquel s'inscrit le lit mineur et des zones de ruissellement sur piémont au Nord ainsi que des cônes de déjection au débouché des vallons.

Dans sa partie aval, le ruisseau du Latay est situé en bordure de plaine et sur le point haut de celle-ci. Son cours est maintenu par endiguement des berges. Le canal de Provence, qui traverse la plaine, constitue un obstacle à l'écoulement des crues de par son endiguement.

Un nombre important d'habitations est situé en zone inondable de la plaine ou des cônes de déjection. Une grande partie du village de Signes est situé sur le glacis-cône du ruisseau le Raby.

4.20. LES RUISSEAUX DE ST-CYR

Cinq cours d'eau ont été cartographiés sur la commune de St-Cyr : la Barbarie, le Dégoûtant et ses affluents (le Fainéant, la Salle et le ruisseau de St-Côme).

Le contexte géologique dans lequel s'inscrivent ces cours d'eau est constitué de terrains du Crétacé supérieur où affleurent calcaires, marnes et grès. La zone déprimée de Saint-Cyr est creusée dans les marnes sénoniennes. Cette dépression est dominée par des crêtes calcaires et gréseuses. Au Sud du bassin versant du ruisseau de St-Côme affleurent des terrains triasiques composés de calcaires, dolomies et marnes.

La forme ramassée du bassin versant paraît favorable à la genèse de crues importantes car plusieurs vallons de taille similaire convergent vers une large plaine centrale et littorale drainée par le Dégoûtant. La convergence des zones inondables des ruisseaux peu larges (une centaine de mètres en moyenne), la proximité de la mer et les conditions géologiques (roches tendres) ont permis le façonnement d'une vaste plaine littorale dont la largeur varie de 750 m en amont à 1,1 km en aval et s'étend sur 1,5 km à l'intérieur des terres.

Les enjeux en zone inondable sont particulièrement importants : centre ville de St-Cyr, quartiers de la Banette, des Lucquets et du Caylar. Les lotissements résidentiels, établissements recevant du public et entreprises exposés au risque inondation sont nombreux.

En amont de la plaine littorale, sur les affluents, les enjeux sont moins nombreux. Quelques habitations dispersées et groupes d'habitations sont néanmoins situés en zone inondable de type zone de ruissellement ou lit majeur.

Le ruisseau de St-Côme et la Salle drainent les fonds de la dépression et sont alimentés par des petits vallons. Les plaines amont de ces ruisseaux constituent de larges zones de ruissellement.

Les autres cours d'eau drainent quant à eux le flanc sud des reliefs gréseux au Nord, leur arrivée dans la dépression de St-Cyr se fait par des petits vallons bien encaissés.