COMMUNE DE SAINT-CYR-SUR MER

Hôtel de Ville
Place d'Estienne d'Orves
83 270 SAINT CYR SUR MER
Tél : 04.94.26.26.22 Fax : 04.94.32.10.91

Révision simplifiée du PLU

Etude hydraulique aux lieudits La Miolane et La Mûre

Rapport d'étude

GRI-95434E **Octobre 2009**

egis eau
Bceom France

TABLE DES MATIERES

1. CADRE ET OBJECTIFS DE LA MISSION 1

2. ANALYSE DE L'ETAT ACTUEL 2

2.1. Localisation du secteur d'étude 2

2.2. Reconnaissances sur site 2

2.3. Présentation générale des bassins versants 6

2.3.1. Le bassin versant du ruisseau de La Salle 9

2.3.2. Le bassin versant n°1 9

2.3.3. Le bassin versant n°2 9

2.4. Analyse hydrologique des bassins amont 10

2.4.1. Pluviométrie 10

2.4.2. Caractéristiques des bassins versants modélisés 11

2.4.3. Estimation des débits de pointe 12

2.5. Diagnostic hydraulique 14

2.5.1. Méthodologie 14

2.5.2. Repérage des axes et des zones où se produisent des écoulements de surface 14

2.5.3. Présentation des résultats 15

2.6. Analyse des écoulements du ruisseau de La Salle 17

2.6.1. Rappel des caractéristiques du bassin versant 17

2.6.2. Débits de crues et écoulements 17

3. PRINCIPES D'ASSAISSEMENT PLUVIAL ET MESURES COMPENSATOIRES 19

3.1. Principes d'assainissement pluvial 20

3.2. Mesures de protection contre les inondations des zones situées en aval – Bassins de retention 21

4. PLANS 24

ANNEXES

ANNEXE 1 : METHODE SHYREG - ESTIMATION DES DEBITS DE POINTE

ANNEXE 2 : MODELISATION HYDROLOGIQUE ET HYDRAULIQUE

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Plan de situation au 1/25000 3

Figure 2 : Localisation du secteur d'étude au 1/5000 4

Figure 3 : Bassin versant du ruisseau de La Salle en amont du secteur d'étude 8

1. CADRE ET OBJECTIFS DE LA MISSION

La commune de Saint Cyr sur Mer réalise une révision simplifiée de son Plan Local d'Urbanisme sur le secteur situé au Nord du centre Ville, aux lieudits La Miolane et La Mûre. Le secteur s'étend sur une superficie d'environ 25 ha, il est desservi par le Chemin du Sauvet et le Chemin de la Miolane.

Le règlement d'urbanisme sur le secteur d'étude impose la réalisation d'une étude hydraulique.

La présente étude hydraulique sur le secteur concerné par la révision simplifiée du PLU comprend :

- L'analyse des conditions actuelles des écoulements pluviaux sur le secteur d'étude,
- L'analyse des écoulements du ruisseau de la Salle qui longe la limite Est de la zone d'étude,
- Les mesures compensatoires liées à l'imperméabilisation de la zone.

Cette étude hydraulique est destinée à être jointe au Dossier de Révision Simplifiée du PLU justifiant le diagnostic de la situation actuelle et la définition des mesures compensatoires.

L'analyse hydraulique est réalisée sur la base :

- du plan cadastral,
- du plan topographique de la zone réalisé par le Cabinet Géomètre STROZZI en octobre 2009,
- des principes d'aménagement de la zone d'étude définis dans le Projet « Révision Simplifiée du PLU ».

2. ANALYSE DE L'ETAT ACTUEL

2.1. LOCALISATION DU SECTEUR D'ETUDE

Le secteur d'étude est situé au Nord du centre Ville de Saint-Cyr-sur-Mer, aux lieudits La Miolane et La Mûre.

Le secteur concerné par la révision du PLU comprend 2 zones AU et une zone Uda représentant une superficie totale d'environ 25 ha.

Le secteur est délimité :
- au Sud-Est par le ruisseau de la Salle,
- au Sud-Ouest par l'école de la Dédière et le chemin de la Miolane,
- au Nord-Ouest par le chemin de la Miolane,
- au Nord-Est par les bastides « La Miolane » et « La Mûre ».

La zone d'étude est traversée par le chemin du Sauvet.

Les figures 1 et 2, présentées en page suivante, localisent le secteur d'étude.

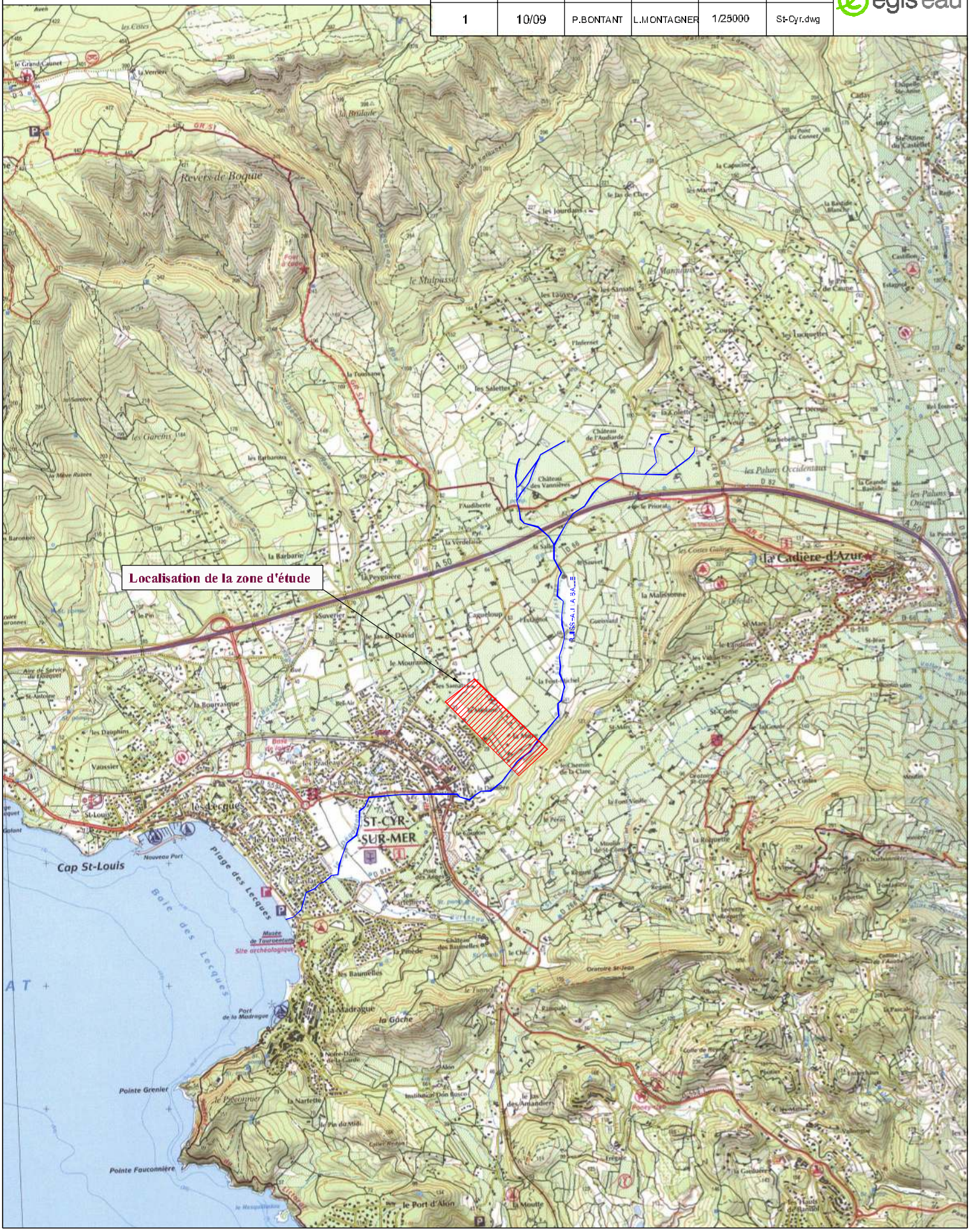
2.2. RECONNAISSANCES SUR SITE

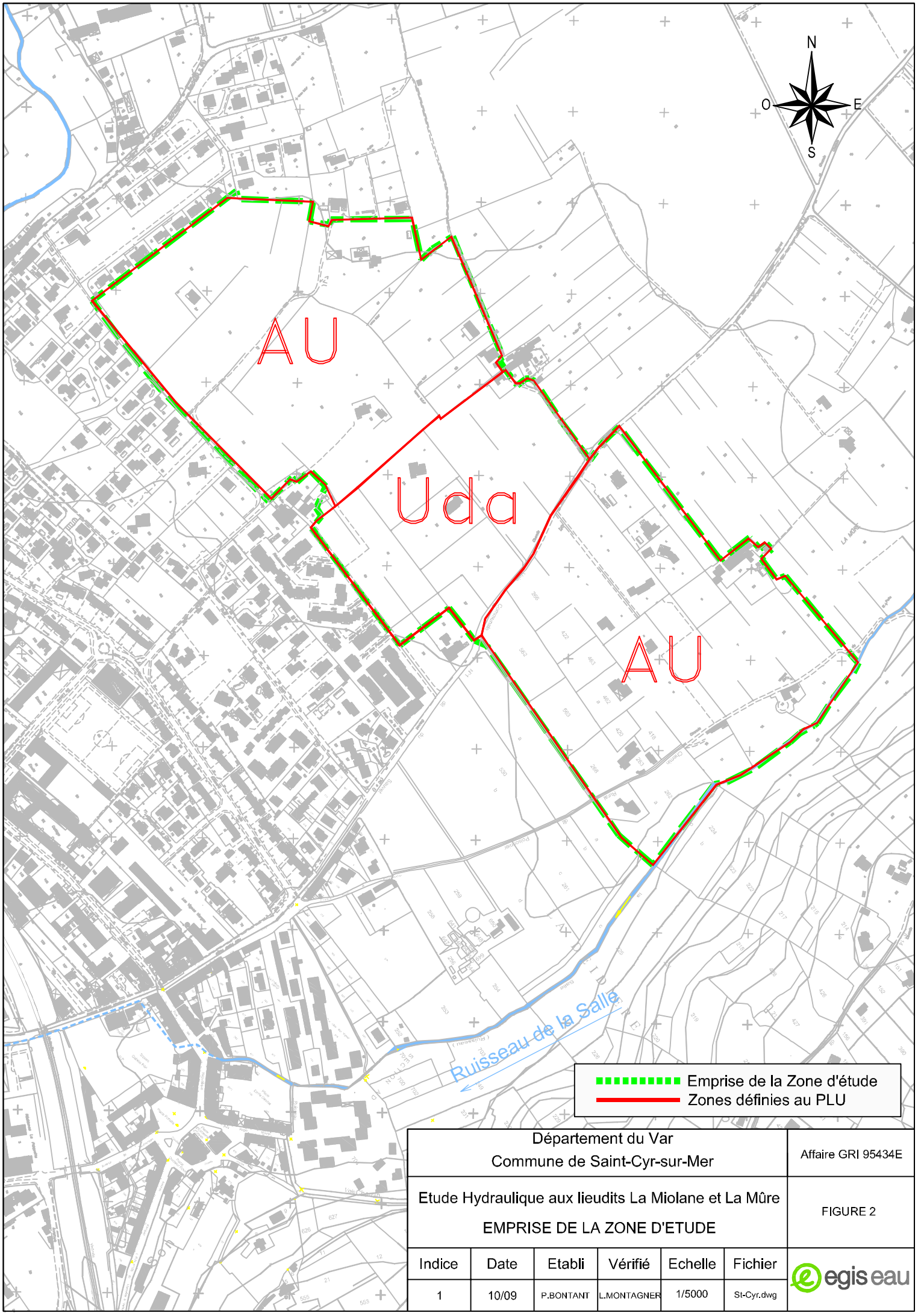
Le secteur d'étude, ainsi que les bassins versants amont situés au Nord des lieudits la Miolane et sa Mûre, ont été parcourus dans le cadre des reconnaissances de terrain.

Ces reconnaissances, réalisées les 15 et 16 septembre 2009, ont permis :
- de déterminer précisément des limites des différents sous bassins versants et d'en estimer leurs caractéristiques principales (surface, longueur, pente, revêtement,….),
- d'identifier les principaux axes d'écoulements, ainsi que les réseaux existants, fossés, cuvettes et ouvrages hydrauliques (notamment lebassin de rétention de la Miolane),
- d'enquêter auprès des riverains sur les zones d'écoulements et les secteurs de débordements constatés lors des précipitations importantes.

Des photographies des reconnaissances sont présentées en page suivante, après les 2 figures.

Département du Var Commune de Saint-Cyr-sur-Mer						Affaire GRI 95434E
Etude Hydraulique aux lieudits La Miolane et La Mûre PLAN DE SITUATION						FIGURE 1
Indice	Date	Etabli	Vérifié	Echelle	Fichier	egis eau
1	10/09	P.BONTANT	L.MONTAGNER	1/25000	St-Cyr.dwg	





Département du Var Commune de Saint-Cyr-sur-Mer						Affaire GRI 95434E
Etude Hydraulique aux lieudits La Miolane et La Mûre EMPRISE DE LA ZONE D'ETUDE						FIGURE 2
Indice	Date	Etabli	Vérifié	Echelle	Fichier	egis eau
1	10/09	P.BONTANT	L.MONTAGNER	1/5000	St-Cyr.dwg	

Stade de la Miolane – Ecoulements sur le stade

Chemin de la Miolane longeant le bassin

Bassin de rétention de la Miolane

Chemin d'accès à la parcelle n°119 depuis le Chemin du Sauvet

Limite aval de la zone d'étude (Bâtiments de l'école de la Dédière en aval)

Vue du ruisseau de la Salle en aval de la zone d'étude

2.3. PRESENTATION GENERALE DES BASSINS VERSANTS

Les zones AU et UDa concernées par la révision du PLU sont inscrites dans l'entité géographique du bassin versant du ruisseau de La Salle.

Au niveau de la zone d'étude, trois bassins versants peuvent être distingués plus précisément :

- au Nord-Oust le bassin versant nommé BV n°2 sur le plan n°1 joint dont les ruissellements s'écoulent le long du stade de la Miolane, avant de rejoindre le bassin de rétention existant, puis de s'évacuer dans la canalisation ∅500 cheminant sous le Chemin de la Miolane,
- au centre et au Nord de la zone d'étude le long du chemin du Sauvet, le bassin versant (nommé BV n°1 sur le plan joint) dont les ruissellements s'écoulent au Nord de la bastide de La Miolane avant de traverser le chemin du Sauvet pour emprunter le fond de vallon. Les eaux pluviales s'écoulent alors en aval à travers l'école de la Dédière où ils retrouvent le réseau pluvial communal existant.
- à l'Ouest un petit bassin versant situé entre la bastide de la Mûre et le ruisseau de La Salle, qui s'écoule directement vers le ruisseau de La Salle.

Ces bassins versants sont présentés précisément sur le plan n °1 « Bassins versants et axes d'écoulement – Etat Actuel » à l'échelle 1/2000.

La totalité des bassins versants et des réseaux hydrographiques naturels ou artificiels a été parcourue. Ces reconnaissances, complétées par les plans disponibles, ont permis de déterminer précisément les limites des bassins versants amont, de repérer les points singuliers et d'identifier les principaux axes d'écoulement et les zones d'accumulation (cuvettes, remblais). Les trois bassins versants concernés représentent une superficie totale d'environ 82 ha comprenant les 2 zones AU et la zone Uda qui représentent 25 ha environ.

Bassin versant	Localisation	Caractéristiques	Superficie en ha
BV n°1	Au Nord du secteur d'étude	Très peu urbanisé Cultures, vignes sur la partie en amont du chemin du Sauvet, quelques habitations en aval	51,9 ha
BV n°2	Au Nord-Ouest du secteur d'étude	Peu urbanisé sur l'amont Lotissements sur la partie aval	25,8 ha
BV entre la bastide de la Mûre et le ruisseau de La Salle	Au Sud-Est de la bastide de la Mûre, entre la bastide de la Mûre et le ruisseau de La Salle	Peu urbanisé, quelques villas sur des parcelles de 2000 à 5000 m^2.	4,5 ha pour la partie située en rive droite du ruisseau de la Salle.

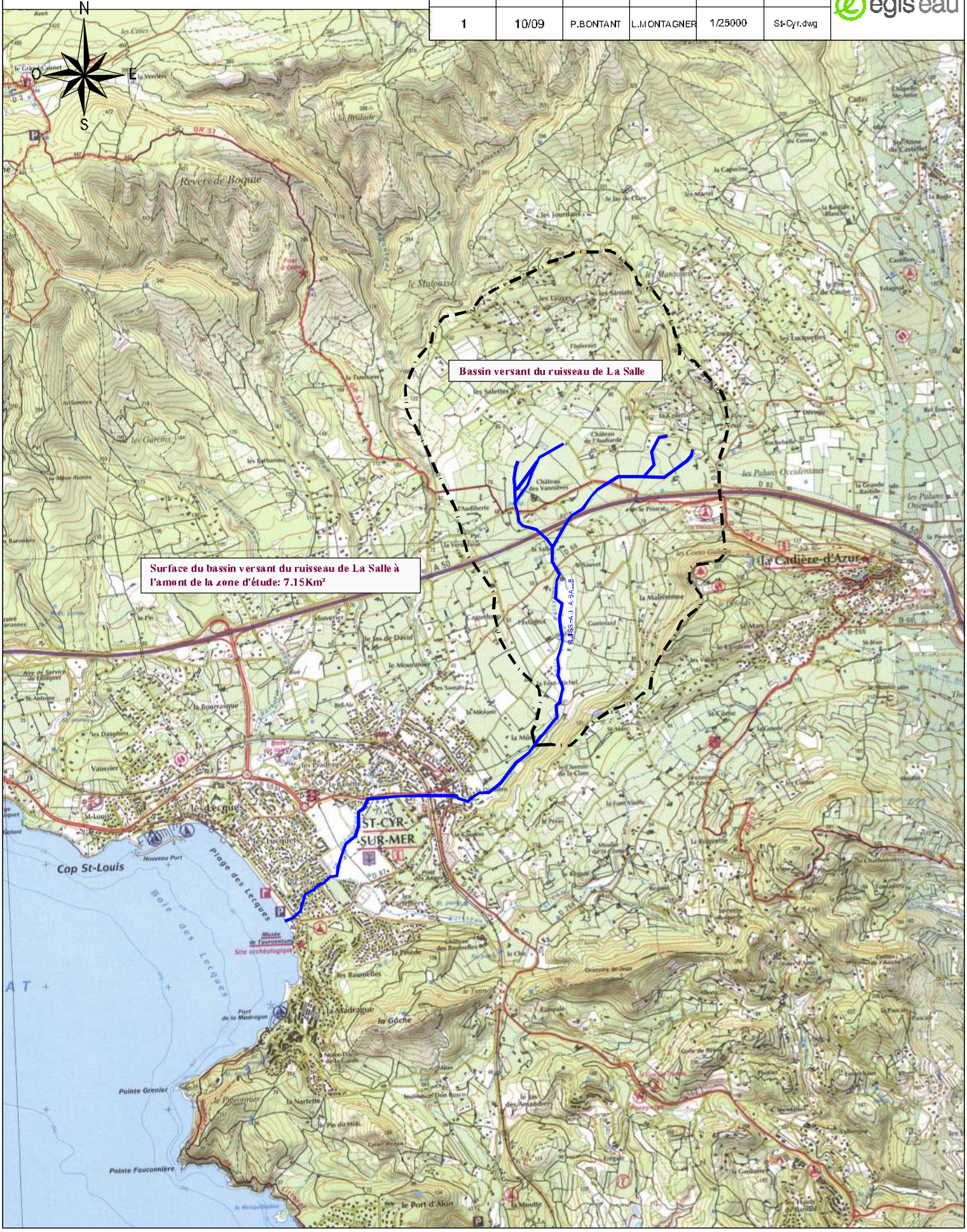
Pour modéliser finement le fonctionnement de ces bassins versants, un découpage en sous bassins versants élémentaires est nécessaire.
Le découpage en bassins élémentaires a été effectué afin d'obtenir des éléments le plus homogène en terme d'imperméabilisation, de couvert végétal, de pente,…
Les sous bassins versants sont présentés sur le Plan n°1.

Le bassin versant du ruisseau de La Salle qui longe la limite Est de la zone d'étude représente une superficie d'environ 7,15 km^2 en amont de la zone d'étude. Le bassin versant est présenté sur la figure 3 en page suivante et décrit au chapitre 2.3.1.

Département du Var Commune de Saint-Cyr-sur-Mer						Affaire GRI 95434E
Etude Hydraulique aux lieudits La Miolane et La Mûre Bassin versant du ruisseau de la Salle						FIGURE 3
Indice	Date	Etabli	Vérifié	Echelle	Fichier	egis eau
1	10/09	P.BONTANT	L.MONTAGNER	1/25000	St-Cyr.dwg	

LEGENDE

- Cours d'eau
- Limite de bassin versant



2.3.1. Le bassin versant du ruisseau de La Salle

La superficie du bassin versant du ruisseau de la Salle à l'amont immédiat de la zone d'étude, c'est-à-dire au droit de la bastide de la Mûre, est de 7,15 km^2.

Le bassin versant amont est relativement peu urbanisé. Il collecte cependant un tronçon de l'autoroute A50, ainsi qu'une partie de la route départementale n°66.

Le point haut du bassin versant se situe vers la cote 200 mNGF, alors qu'au droit du secteur d'étude le fil d'eau du ruisseau est égal à 27 mNGF. Le linéaire du plus long cheminement hydraulique est d'environ 4700 ml, soit une pente moyenne d'environ 3,6%.

Plus en aval de la zone d'étude, le ruisseau traverse le centre ville de Saint Cyr sur mer avant de se rejeter en mer au niveau de la plage des Lecques.

2.3.2. Le bassin versant n°1

Le bassin versant n°1 se situe au Nord de la zone d'étude et de la bastide de la Miolane. Il comprend la partie Est de la zone Uda et la zone AU située à l'Est. Ce bassin versant comprend également le chemin du Sauvet.
Le bassin versant n°1 représente une superficie d'environ 52 ha à l'amont immédiat de l'école de la Dédière.
Il débute à l'aval de l'autoroute A8. Il est limité à l'Est par le chemin de la Verdelaise et à l'Ouest par le chemin de Cagueloup. Plus en aval, il traverse le Chemin du Jas de David, puis la RD n°66. Il traverse le Chemin du Sauvet à l'amont immédiat de la zone d'étude.
Son altimétrie varie d'environ 64 mNGF à proximité de l'autoroute A8 à 36 mNGF au franchissement du chemin du Sauvet, puis 31 mNGF à l'amont immédiat de l'école de la Dédière. Sa longueur est d'environ 1500 ml, ce qui représente une pente moyenne de 2,2%.
A l'amont du chemin du Sauvet, le bassin versant est essentiellement constitué de terres à l'état naturel ou de cultures (champs et vignes). Dans ce secteur, au nord de la bastide de la Miolane, il existe une zone à très faible pente où les ruissellements pluviaux s'épandent.
En aval du chemin du Sauvet, le bassin versant est essentiellement composé d'habitations individuelles et de terrains agricoles (vignes notamment).

2.3.3. Le bassin versant n°2

Le bassin versant n°2 se situe à l'Ouest du bassin versant n°1 et comprend la partie Ouest de la zone Uda et la zone AU située à l'Ouest.
Le bassin versant n°2 représente une superficie d'environ 26 ha.
Comme le bassin versant n°1, il débute à l'aval de l'autoroute A8. Nous avons vérifié sur site qu'aucun écoulement provenant de l'autoroute ou de l'amont de celui-ci n'aboutissait au bassin versant n°2. Il existe un ouvrage hydraulique de rétablissement des écoulements naturels sous l'autoroute, mais celui-ci est évacué vers le ruisseau du Dégoutant (vers l'Ouest) par un fossé parallèle à l'A8.
Globalement, le bassin versant n°2 est limité à l'Est par le chemin de Cagueloup et à l'Ouest par le chemin de la Bégude. Plus en aval, il traverse le chemin du Jas de David, puis la RD n°66. Il se termine au niveau du bassin de rétention de la Miolane qui récupère les eaux de ce bassin versant.
Son altimétrie varie d'environ 64 mNGF à proximité de l'autoroute A8 à environ 34 mNGF au niveau du bassin de rétention de la Miolane. Sa longueur est d'environ 1150 ml, ce qui représente une pente moyenne de 2,6%.

Il est essentiellement constitué de terres à l'état naturel ou de cultures (champs et vignes) sur sa partie amont et est assez imperméabilisé sur la partie aval (habitat individuel de type lotissement), à l'exception de la zone UDa qui reste peu urbanisée.

2.4. ANALYSE HYDROLOGIQUE DES BASSINS AMONT

L'étude hydrologique doit permettre de construire des hydrogrammes de crues aux différents points des bassins versants pour les occurrences étudiées (10 ans et 100 ans).

Pour atteindre cet objectif, les débits de projet sont calculés par une simulation pas à pas des phénomènes hydrologiques à l'aide d'un modèle mathématique permettant de définir des hydrogrammes à chaque point du réseau. Ces hydrogrammes, générés par des hyétogrammes qui correspondent soit à des pluies dites de projet soit à des pluies réellement observées, sont calculés en prenant en compte les principales singularités existantes (déversoir, zone de rétention, rétrécissement, cuvette,...).

Les différentes entrées du modèle (la pluie, les sous-bassins versants, les tronçons du réseau, les ouvrages spéciaux) sont présentées ci-après et détaillées en Annexe 2 « Modélisation hydrologique et Hydraulique ». Les hydrogrammes de crue sont déterminés pour les occurrences 10 ans et 100 ans.

Le modèle mathématique utilisé est construit avec le logiciel PCSWMM 2009 développé par le Computational Hydraulics International (CHI, Canada).

2.4.1. Pluviométrie

La région se situe en zone de climat méditerranéen, avec des précipitations qui peuvent apporter d'importantes quantités d'eau sur de très courtes durées. C'est généralement en automne, après un été relativement sec que l'on constate les plus fortes précipitations.

Pour caractériser les pluies d'occurrence décennale et centennale dans le secteur du projet, nous retiendrons les formules pluviométriques de la station météorologique la plus proche, la station de Toulon – La Mitre qui est équipée d'un pluviographe enregistreur. Les dernières données disponibles ont été commandées auprès de Météo France.

Les données pluviométriques de projet retenues pour les estimations de débit sont donc celles construites à partir des enregistrements pluviométriques effectués à la Station de Toulon La Mitre sur 36 années (période 1971 –2007).

L'intensité de pluie, exprimée comme une fonction puissance de sa durée, est représentée par la formule de Montana.

$$i = a\, t^{(-b)}$$

i = intensité de la pluie en mm par heure

a et b, étant les coefficients géographiques de Montana dépendant de la probabilité d'occurrence de l'averse et de la durée de pluie.

t = durée de la pluie en mn.

Le tableau suivant indique, pour différentes périodes de retour, les coefficients a et b fournis par Météo France en fonction de la durée de la pluie.

	Coefficients de Montana en fonction de la durée de pluie (Toulon La Mitre 1971-2007)					
	6 mn < t < 1 h		1 h < t < 6 h		6 h < t < 24 h	
Période de retour (années)	a	b	a	b	a	b
10	269	0.415	639	0.637	1535	0.744
100	350	0.311	1305	0.665	6475	0.935

A partir des données pluviométriques, la Météorologie Nationale a établi une étude statistique qui a servi à définir les expressions des courbes Intensités – Durée – Fréquence ainsi que les coefficients de Montana (Années 1971 à 2007).

Comme il est explicité en Annexe 2, ces formules de pluies sont utilisées pour constituer des hyétogrammes de projet (pluies double triangle de durée totale 6 heures et de durée intense variable) qui sont alors injectés en entrée du modèle hydrologique.

2.4.2. Caractéristiques des bassins versants modélisés

La zone d'étude est divisée en deux entités distinctes :

- le bassin versant n°1, qui représente une superficie de 51,9 ha essentiellement constituée de zones naturelles sur sa partie amont. Il est situé en limite Nord-Est de la bastide de la Miolane, et sur la partie Est de la zone Uda. Il comprend également la zone AU situé entre le chemin du Sauvet et le ruisseau de la Salle.
- le bassin versant n°2 d'une superficie totale de 25,8 ha évacué dans le bassin de rétention de la Miolane et qui comprend la moitié Ouest de la zone Uda et la zone AU situé à l'Ouest,

Chacun de ces bassins a été découpé en sous-bassins homogènes. Le bassin versant n°1 a été découpé en huit sous bassins versants, le bassin versant n°2 en huit sous bassins également.

Deux types de sous bassins ont été distingués en fonction de la nature des surfaces et du mode d'occupation des sols :

- des sous-bassins de type rural, représentatif des zones naturelles généralement situées sur les zones amont des bassins versants,
- des sous-bassins de type urbain pour lesquels on a fixé un taux d'imperméabilisation en fonction de la densité de l'habitat.

L'ensemble du bassin versant et des sous-bassins versants concernés par l'étude est présenté sur un plan n°1 « Bassins versants et axes d'écoulement » joint à l'échelle 1 /2000.

2.4.3. Estimation des débits de pointe

Pour déterminer les pluies les plus pénalisantes pour ce bassin versant, plusieurs pluies de projet ayant pour durée de la période intense 30 mn, 1 h et 2h, ont été testées successivement. Ce sont finalement les pluies de durée intense de 1 heure qui génèrent les plus forts débits dans la zone d'étude. Ce phénomène peut s'expliquer par la taille relativement réduite des bassins versants, et par la nature rurale de la partie amont des bassins versants.

Les caractéristiques des bassins versants et les résultats des estimations des débits sont synthétisés dans les tableaux ci-après, et détaillés en Annexe 2.

BASSIN VERSANT N°1 (au Nord de la bastide de la Mio lane et le long du chemin du Sauvet)

POINT DE CALCUL DU BASSIN VERSANT	SUPERFICIE DU BASSIN VERSANT	DEBITS DE POINTE	
		Q_{10ans}	Q_{100ans}
AMONT ECOLE DE LA DEDIERE (NOEUD N1F)	**BVn°1 51,9 ha**	**1,6 m³/s** (0,7 m³/s chemin du Sauvet + 0,9 m³/s amont école)	**4,5 m³/s** (1,8 m³/s chemin du Sauvet + 2,7 m³/s amont école)
AMONT CHEMIN DU SAUVET (NOEUD N1F)	BVn°1a+ BVn°1b + BVn°1c 27,5 ha	0,7 m³/s	1,8 m³/s
CHEMIN DU SAUVET AU NIVEAU DE L'INTERSECTION AVEC LA VOIE NOUVELLE	**(BVn°1a + BVn°1b + BVn°1c + BVn°1d pour partie)** + BVn°1e	0,3 m³/s	1,0 m³/s
FOND DE VALLON A L'EST DU CHEMIN DU SAUVET (AMONT HABITATION PARCELLE 109)	**(BVn°1a + BVn°1b + BVn°1c + BVn°1d pour partie)** + BVn°1f	0,7 m³/s	2,2 m³/s
CHEMIN DU SAUVET AU NIVEAU DE L'ECOLE DE LA DEDIERE	**(BVn°1a + BVn°1b + BVn°1c + BVn°1d pour partie)** + BVn°1e + BVn°1g	0,7 m³/s	1,8 m³/s
FOND DE VALLON A L'EST DU CHEMIN DU SAUVET (AMONT ECOLE DEDIERE)	**(BVn°1a + BVn°1b + BVn°1c + BVn°1d pour partie)** + BVn°1f + BVn°1h	0,9 m³/s	2,7 m³/s

BASSIN VERSANT N°2 (au Nord-Ouest de la Zone d'étude et le long du chemin de la Miolane jusqu'au bassin de rétention de la Miolane)

POINT DE CALCUL DU BASSIN VERSANT	SUPERFICIE DU BASSIN VERSANT	DEBITS DE POINTE	
		Q_{10ans}	Q_{100ans}
BASSIN MIOLANE (AMONT BASSIN DE RETENTION)	**BVn°2 complet 25,8 ha**	**1,8 m³/s**	**5,0 m³/s**
AMONT RD N°66	BVn°2a 10,5 ha	0,6 m³/s	1,7 m³/s
AMONT ZONE AU OUEST	BVn°2a+ BVn°2b 14,6 ha	0,9 m³/s	2,6 m³/s
AMONT VOIE NOUVELLE SECTEUR MIOLANE	BVn°2a+ BVn°2b + BVn°2c 15,5 ha	1,0 m³/s	2,8 m³/s
AVAL VOIE NOUVELLE SECTEUR MIOLANE COTE OUEST DU STADE	**(BVn°2a+ BVn°2b + BVn°2c pour partie**) + BVn°2f	0,6 m³/s	1,6 m³/s
AVAL VOIE NOUVELLE SECTEUR MIOLANE COTE EST DU STADE	**(BVn°2a+ BVn°2b + BVn°2c pour partie**) + BVn°2d + BVn°2g	1,0 m³/s	2,2 m³/s
AMONT BASSIN MIOLANE	BVn°2a+ BVn°2b + BVn°2c + BVn°2d + BVn°2e + BVn°2f + BVn°2g + BVn°2h 25,8 ha	1,8 m³/s	5,0 m³/s
AVAL BASSIN MIOLANE	BVn°2a+ BVn°2b + BVn°2c + BVn°2d + BVn°2e + BVn°2f + BVn°2g + BVn°2h 25,8 ha	0,5 m³/s dans exutoire ∅500 + 0,9 m³/s en surverse (volume bassin 2180 m³)	0,5 m³/s dans exutoire ∅500 + 4,2 m³/s en surverse (volume bassin 2500 m³)

Au niveau des exutoires des bassins versants, on constate que le rapport entre les débits centennaux et décennaux se situe vers 2,8.
Ceci peut s'expliquer par la présence assez importante de bassins versants collectant des zones naturelles, notamment sur les parties amont, dont le ruissellement est nettement plus important lors d'un événement centennal (sols saturés).

2.5. DIAGNOSTIC HYDRAULIQUE

2.5.1. Méthodologie

Le diagnostic hydraulique doit permettre de préciser les conditions d'écoulement sur la zone d'étude pour les évènements décennaux et centennaux.

Pour chacun des débits hydrologiques calculés aux différents points des bassins versants (Q10ans et Q100ans), une estimation des caractéristiques moyennes de la lame d'eau à partir des équations classiques de l'hydraulique en régime permanent (hauteur et vitesse) est effectuée sur la base des données topographiques disponibles.

Les fossés, les fonds de vallon ou les voies sont assimilés à des ouvrages hydrauliques dont la section correspond globalement au profil en travers du vallon ou de la voie, la pente au profil en long et la rugosité est déterminée en fonction du type de revêtement de la surface d'écoulement (herbe, terre, béton, enrobé,…)

Pour chaque zone, on localise en fonction des documents topographiques disponibles, des reconnaissances de terrain et du diagnostic hydraulique, les zones d'écoulement et celles où peuvent s'accumuler des hauteurs d'eau importantes (point bas, dépression, zone interceptée par un remblai,...).

2.5.2. Repérage des axes et des zones où se produisent des écoulements de surface

Sur le secteur d'étude, deux axes d'écoulement peuvent être identifiés. Ils constituent les fonds de vallon des bassins versants n°1 (chemin du Sauvet) et n°2 (Chemin de la Miolane, Stade de la Miolane et bassin de rétention de la Miolane)

- Le premier axe d'écoulement est situé au Nord de la bastide de la Miolane, il traverse le chemin du Sauvet au niveau du chemin d'accès à la bastide de la Miolane, puis s'écoule dans le fond de thalweg situé à l'Est du chemin du Sauvet,
- Le deuxième axe d'écoulement draine le bassin versant n°2 et traverse la partie Ouest de la zone d'étude en s'écoulant de part et d'autre du stade de la Miolane, ainsi qu'à travers le stade pour les évènements pluvieux plus importants.

2.5.3. Présentation des résultats

Le diagnostic hydraulique est retranscrit sur le plan n°2 **« Lieudits la Miolane et La Mûre – Analyse des conditions actuelles d'écoulement »** à l'échelle 1/2000 précisant l'emprise des zones d'écoulement pour les crues décennale et centennale.

Les emprises des zones d'écoulement ont été estimées en utilisant les éléments topographiques disponibles et les informations sur les crues historiques collectées lors des enquêtes de terrains. Pour délimiter précisément l'emprise des zones d'écoulement (à l'échelle de quelques mètres), le levé de profils en travers topographiques serait nécessaire.

① Les écoulements de surface sur le bassin versant n°1 (Zone Nord de la Bastide de la Miolane, Chemin du Sauvet, Vallon à l'Est du Chemin du Sauvet et Zone en amont de l'école de la Dédière).

Lors d'un événement décennal, on constate un écoulement de surface important dans l'axe d'écoulement dès le franchissement de la RD n°66 : environ 0,7 m^3/s en décennal et 2,2 m^3/s en centennal.

En aval, au niveau de l'Estagnol, le débit augmente avec l'accroissement de la surface du bassin versant : environ 1,1 m^3/s en décennal et 3,4 m^3/s en centennal
La lame d'eau s'écoule sur une largeur importante (environ 20 m en décennal et sur 30 m en centennal, avec une hauteur d'eau relativement faible (entre 10 et 20 cm maximum).

Plus en aval, il existe une zone, située au Nord de la bastide de la Miolane, qui présente une très faible pente et forme une cuvette par endroit. Cette zone se remplit lors d'un événement pluvieux important et participe à l'écrêtement du débit de pointe aval.
L'effet de cette zone a été pris en compte dans la modélisation, et explique la diminution des débits de pointe en aval (la zone fonctionne comme un bassin de rétention et participe donc à l'écrêtement des débits).
Au niveau du chemin du Sauvet, les écoulements de surface du bassin versant n°1 traversent le chemin du Sauvet au niveau du chemin d'accès à la bastide de la Miolane. A la traversée du chemin du Sauvet, les débits de pointe atteignent 0,7 m^3/s en décennal et 1,8 m^3/s en centennal.

A l'aval du franchissement du chemin du Sauvet, les écoulements se répartissent entre deux directions :

- une faible proportion continue le long du chemin du Sauvet en direction du Sud-Ouest. Les débits de pointe s'écoulant sur le chemin du Sauvet au droit de l'intersection avec la voie nouvelle sont estimés à 0,3 m^3/s en décennal et 1,0 m^3/s en centennal.
- la majorité des écoulements s'écoulent vers le Sud-Est en empruntant le chemin d'accès aux habitations avant de retrouver le fond de vallon (sans fossé bien identifié) et de s'écouler parallèlement au chemin du Sauvet en direction de l'école de la Dédière. Une habitation (parcelle n°109) a construit un mur de clôture qui barre le fond de vallon : les eaux s'acculent en amont avant de contourner ce mur. Les débits de pointe à l'amont immédiat de l'école sont estimés à 0,9 m^3/s en décennal et 2,7 m^3/s en centennal

Compte tenu de la largeur importante du vallon parallèle au chemin du Sauvet, (sans fossé bien marqué), les lames d'eau s'écoulant en crue décennale et même centennale présentent une largeur assez importante mais restent de hauteur limitée.
Toutefois, les écoulements en direction de l'école de la Dédière peuvent être assez importants (2,7 m^3/s en centennal).
Lors de l'évènement pluvieux du 15 décembre 2008 (occurrence inférieure à 10 ans), les eaux s'étaient accumulées dans les terrains à l'amont immédiat de l'école avant de déverser vers les voies et parkings de l'école.

② Les écoulements de surface sur le bassin versant n°2 (Zone au Nord-Ouest de la Zone d'étude et le long du chemin de la Miolane jusqu'au bassin de rétention de la Miolane).

Comme pour le bassin versant n°1, on constate un écoulement de surface au niveau du franchissement de la RD n°66 d'environ 0,6 m^3/s en décennal et 1,7 m^3/s en centennal.

A l'amont de la zone d'étude, les débits de pointe atteignent 0,9 m^3/s en décennal et 2,6 m^3/s en centennal.
Au niveau de la partie amont de la zone AU, à l'amont de la voie nouvelle, la lame d'eau s'écoule sur une largeur de 25 m en décennal (hauteur d'eau maximum ≈ 0,2 m) et sur 40 m en centennal (hauteur d'eau maximum ≈ 0,3 m). La hauteur de la lame d'eau est plus importante que celle du bassin versant n°1, car dans l'axe du bassin versant n°2 il existe un petit fossé au niveau duquel est mesurée la hauteur d'eau maximale.

A l'amont immédiat du stade, au niveau du franchissement de la voie nouvelle, les écoulements se répartissent entre deux directions :

- une partie des écoulements traverse dans les vignes situées au Nord-Ouest du stade pour rejoindre en surface le chemin de la Miolane. Ce phénomène a été constaté lors des pluies du 15 décembre 2008. Sur cet axe d'écoulement, les débits de pointe sont estimés à 0,6 m^3/s en décennal et 1,6 m^3/s en centennal.
- l'autre partie des écoulements franchit la voie nouvelle, pour s'écouler en bordure du stade. Lorsque le débit est trop important, dès l'évènement décennal, les eaux traversent le stade en direction du Sud-Est pour rejoindre le bassin de rétention de la Miolane. Le stade étant en stabilisé, l'écoulement crée une érosion et entraine les matériaux fins. Les débits de pointe sont estimés à 0,7 m^3/s en décennal et 1,9 m^3/s en centennal

Ces deux axes d'écoulement convergent vers le bassin de rétention existant ; une partie des eaux s'écoule en surface sur le chemin de la Miolane avant de rejoindre le bassin de rétention.

En entrée du bassin de rétention de la Miolane, les débits de pointe atteignent 1,8 m^3/s en décennal et 5,0 m^3/s en centennal.

Lors d'un événement important (dès l'occurrence 10 ans), le bassin de rétention de la Miolane pourra déborder vers la traverse Jean Moulin et la partie aval du chemin de la Miolane.
Le volume du bassin de rétention actuel de la Miolane avant débordement, c'est-à-dire à la cote 33,17 mNGF, est d'environ 2 000 m^3.

Notre modélisation a montré que :

- pour un évènement décennal le volume du bassin est insuffisant pour écrêter le débit de pointe : volume du bassin 2180 m^3, Débit de fuite dans l'exutoire environ 500 l/s, débit déversé en surface d'environ 0,9 m^3/s vers le chemin de la Miolane et la traverse Jean Moulin
- pour un évènement centennal le volume du bassin est insuffisant pour écrêter le débit de pointe : volume du bassin 2500 m^3, Débit de fuite dans l'exutoire environ 500 l/s, débit déversé en surface d'environ 4,2 m^3/s vers le chemin de la Miolane et la traverse Jean Moulin.

2.6. ANALYSE DES ECOULEMENTS DU RUISSEAU DE LA SALLE

2.6.1. Rappel des caractéristiques du bassin versant

La superficie du bassin versant du ruisseau de la Salle à l'amont immédiat de la zone d'étude, c'est-à-dire au droit de la bastide de la Mûre, est de 7,15 km^2.

Le bassin versant amont est relativement peu urbanisé. Il collecte cependant un tronçon de l'autoroute A50, ainsi qu'une partie de la route départementale n°66.

Le point haut du bassin versant se situe vers la cote 200 mNGF, alors qu'au droit du secteur d'étude le fil d'eau du ruisseau est égal à 27 mNGF. Le linéaire du plus long cheminement hydraulique est d'environ 4700 ml, soit une pente moyenne d'environ 3,6%. La pente est plus importante sur la partie amont et diminue à environ 2% sur la partie aval du bassin versant.

2.6.2. Débits de crues et écoulements

Pour estimer les débits de pointe pour différentes occurrences (entre 2 ans et 100 ans), la méthode SHYPRE (développée par le Cemagref d'Aix-en-Provence) et plus particulièrement sa version régionalisée SHYREG, a été utilisée. Cette méthode associe un générateur stochastique de pluies horaires et une transformation de la pluie en débit. Elle permet de fournir des quantiles de débit pour une large gamme de durées et de période de retour en tous points du bassin versant.

Elle présente l'intérêt d'utiliser l'ensemble des données disponibles en termes de pluviométrie et d'hydrométrie, sur le bassin versant étudié mais également sur les bassins versants limitrophes.

L'estimation des débits de pointe a été effectuée par la société HYDRIS-hydrologie qui met en œuvre (brevet d'exploitation) les méthodes SHYPRE et SHYREG développées par le Cemagref.

$$Q_{10ans} = 5{,}4\ m^3/s$$

$$Q_{10ans} = 24{,}3\ m^3/s$$

Le tableau suivant présente les résultats hydrologiques pour les différentes périodes de retour étudiées :

Bassin Versant :	**Ruisseau de la Salle à Saint Cyr sur Mer (83)**					
Superficie du Bassin versant (km2) :	**7.15** (en amont de la zone d'étude)					
OCCURRENCE	***100 ans***	50 ans	20 ans	***10 ans***	5 ans	2 ans
Débits de pointe (m3/s)	***24.3***	16.3	8.7	***5.4***	3.6	2.1

Débits de pointe instantanés calculés par la méthode SHYREG

La présentation détaillée de la Méthode SHYREG est jointe en Annexe 1.

Le ruisseau de la Salle est très végétalisé sur le tronçon limitrophe avec la zone d'étude. L'état de la végétation existante n'a pas permis aux équipes de topographes de pénétrer dans le lit du ruisseau afin de lever des profils en travers nécessaires aux calculs des conditions d'écoulement du ruisseau en crue.
En conséquence, l'enveloppe maximale de la crue centennale en rive droite (rive limitrophe avec la zone d'étude) a été représentée sur le plan n°2 « Lieudits la Miolane et La Mûre – Analyse des conditions actuelles d'écoulement », en fonction des courbes de niveau disponibles.

3. PRINCIPES D'ASSAISSEMENT PLUVIAL ET MESURES COMPENSATOIRES

Le diagnostic hydrologique et hydraulique de la situation actuelle réalisé pour les zones AU et UDa aux lieudits la Miolane et la Mûre a permis d'identifier les conditions actuelles d'écoulement sur la zone d'étude.

L'urbanisation des secteurs AU et Uda va augmenter l'imperméabilisation des terrains et donc en conséquence les débits de pointe lors des précipitations.

Des propositions d'aménagement sont envisagées :

- pour réduire l'emprise des zones d'écoulement et collecter les écoulements dans des fossés ou des canalisations,
- pour garantir à l'aval des zones qu'il est prévu d'urbaniser une non-aggravation des inondations.

Les mesures proposées pour réduire l'emprise de la zone de débordement sur la zone d'étude sont :

- la création de fossés de collecte des eaux en amont des zones AU et Uda
- la création d'un réseau de fossé ou de canalisation permettant de capter et de canaliser les eaux pluviales dans les zones AU et UDa afin de les transférer sans débordement vers des bassins de rétention,
- l'aménagement de bassins de rétention en amont des rejets dans le réseau pluvial communal afin de réguler les débits rejetés et de ne pas aggraver les inondations en aval.

Une modélisation des écoulements pour l'état projet a été réalisée en tenant compte de l'urbanisation des zones AU et Uda. Les hypothèses retenues pour les taux d'imperméabilisation sont déduites des règles d'urbanisme encadrant le développement du quartier.
Pour la zone Uda, l'emprise au sol des constructions ne pourra pas excéder 50% lorsque les terrains ont vocation à accueillir des logements collectifs. Pour cette zone, il a été retenu un taux d'imperméabilisation de 60% afin de tenir compte des surfaces imperméabilisées extérieures aux constructions (parking, voiries,…).
Pour la zone AU, l'emprise au sol des constructions ne pourra pas excéder 25% lorsque les terrains ont vocation à accueillir des logements individuels et 50 % dans le cas de logements collectifs. Pour cette zone, il a été retenu un taux d'imperméabilisation moyen de 50%, et de 40% pour les zones comprenant des parcelles non imperméabilisées (stade de la Miolane, espaces verts, bassins,…).

Les aménagements envisagés sont représentés à l'échelle 1/2000 sur le plan N°3 « Lieudits La Miolane et La Mûre – Définition des principes d'assainissement pluvial et des mesures compensatoires».

3.1. PRINCIPES D'ASSAINISSEMENT PLUVIAL

① Schéma d'assainissement pluvial pour le bassin versant n°2, Cf. Plan n°3 (Zone au Nord-Ouest de la Zone d'étude et le long du chemin de la Miolane jusqu'au bassin de rétention de la Miolane).

Il est proposé de capter et de canaliser les eaux de ruissellement arrivant de l'amont du bassin versant n°2 jusqu'au bassin de rétention existant de la Miolane dont le volume sera augmenté par agrandissement et approfondissement.

L'aménagement pourrait comprendre :

- un fossé de collecte en limite de la zone d'étude destiné à intercepter la totalité des écoulements pouvant provenir de l'amont de ce bassin versant (largeur fond 0,5 m / Hauteur 0,75 m / Largeur en tête 2 m)
- la création d'un fossé trapézoïdal permettant de canaliser les eaux depuis la limite Nord de la zone AU jusqu'à la voie nouvelle (dimensions du fossé : largeur fond 1m – largeur tête 2,5 m – hauteur 0,75 m - pente des berges 1H pour 1V),
- pour le franchissement de la voie nouvelle existante ainsi que plus en aval le long de la limite Nord-Ouest du stade de la Miolane, les eaux pourraient être canalisées dans une buse ∅1000 pour rejoindre le nouveau bassin de rétention de la Miolane qui est envisagé sur les terrains situés au Sud-Ouest du stade (entre le stade et le chemin de la Miolane).
- une autre canalisation de diamètre ∅600 mm collecterait les écoulements provenant du secteur Sud-Est du bassin versant n°2. Cette conduite longerait la limite Sud-Est du Stade pour se rejeter dans le bassin existant de la Miolane qui serait approfondi.
- Le long de la voie nouvelle un fossé serait créé pour acheminer les ruissellements vers les deux conduites d'évacuation (∅1000 et ∅600) prévues de part et d'autre du stade.

Les réseaux drainant le bassin versant n°2 se rejettent dans le bassin de rétention de la Miolane ou dans son extension. Ce bassin est redimensionné pour permettre de réguler un évènement décennal sans débordement (actuellement le bassin déborde pour une crue décennale) et pour ne pas aggraver les débits en aval pour un évènement centennal. Le bassin est dimensionné au chapitre 3.2.

Ces aménagements permettraient de canaliser sans débordement les écoulements décennaux (avec une revanche importante) traversant la zone du projet. En cas de crue centennale, les débordements pouvant se produire au niveau du stade de la Miolane ont été maintenus afin de ne pas canaliser des débits importants et d'entrainer une aggravation des inondations en aval.

① Schéma d'assainissement pluvial pour le bassin versant n°1, Cf. Plan n°3 (Zone Nord de la Bastide de la Miolane, Chemin du Sauvet, Vallon à l'Est du Chemin du Sauvet et Zone en amont de l'école de la Dédière).

Il est proposé de collecter les eaux de ruissellement arrivant de l'amont du bassin versant n°1 jusqu'à un bassin de rétention qui sera réalisé en limite aval de la zone d'étude (secteur de la Dédière).

L'aménagement pourrait comprendre :

- un fossé de collecte le long du chemin du Sauvet destiné à intercepter la totalité des écoulements pouvant provenir de l'amont de ce bassin versant n°1 (largeur fond 0,5 m / Hauteur 0,75 m / Largeur en tête 2 m) et à les entonner dans une canalisation de diamètre 800 mm sous le chemin du Sauvet.
- La création d'un collecteur de diamètre 800 mm sous le chemin du Sauvet depuis le chemin d'accès à la bastide de la Miolane et jusqu'à la voie nouvelle.
- Au niveau de la voie nouvelle, la canalisation récupère un fossé longeant la voie nouvelle (fossé trapézoïdal / largeur fond 0,5 m / Hauteur 0,5 m / Largeur en tête 1,5 m). La canalisation sous le Chemin du Sauvet passe en diamètre 1000 mm jusqu'à l'amont de l'école de la Dédière.
- Au niveau de l'école de la Dédière, la canalisation ∅1000 emprunte le chemin longeant la limite Nord Est de l'école. Cette conduite récupère alors un fossé drainant le fond de vallon.
- un fossé drainant le fond de vallon du bassin versant n°1 (parallèlement au chemin du Sauvet) est prévu depuis l'amont de la zone d'étude jusqu'à sa limite aval au niveau de l'école de la Dédière où ce fossé se rejette dans la canalisation ∅1000. (Dimensions du fossé : largeur fond 0,5m – largeur tête 2 m – hauteur 0,75 m)
- Après avoir collecté le fossé de fond de vallon, le diamètre de la conduite passe en ∅1200 mm jusqu'au bassin de rétention prévu au Nord-Est de l'école.

Le bassin de rétention est dimensionné pour permettre de réguler un évènement décennal sans débordement et pour ne pas aggraver les débits en aval pour un évènement centennal. Le bassin est dimensionné au chapitre 3.2

3.2. MESURES DE PROTECTION CONTRE LES INONDATIONS DES ZONES SITUEES EN AVAL – BASSINS DE RETENTION

L'urbanisation des deux zones AU et de la zone Uda ainsi que la création de fossé et de réseaux pour l'assainissement pluvial doivent être associées à des mesures compensatoires permettant de ne pas aggraver les inondations en aval.

Les mesures retenues par la commune pour compenser l'effet de l'urbanisation de la zone consistent en la réalisation d'un bassin de rétention à l'aval de chaque bassin versant :

- un bassin de rétention à l'amont de l'école de la Dédière pour écrêter les débits de pointe générés par le bassin versant n°1 (chemin du Sauvet),
- un bassin de rétention qui consistera à l'agrandissement et à l'approfondissement du bassin de rétention existant de la Miolane pour réguler les rejets du bassin versant n°2.

Les principes retenus pour le dimensionnement des bassins de rétention sont les suivants :

- pas de débordement pour des évènements d'occurrence décennale en considérant les zones AU et Uda urbanisées et en retenant un débit de fuite compatible avec la capacité des réseaux pluviaux aval,
- pas d'aggravation du débit de pointe centennal par rapport au débit estimé pour l'état actuel.

① Le Bassin de rétention de la Miolane (Bassin versant n°2). Cf. Plan n°3

Le modèle mathématique pour l'état projet, qui intègre donc les nouveaux taux d'imperméabilisation pour les zones à urbaniser, a permis de dimensionner le volume de rétention nécessaire pour répondre aux objectifs (pas de débordement en crue décennale et pas d'aggravation de la situation actuelle en crue centennale).

Le volume de rétention nécessaire au niveau du bassin de la Miolane est de 7 800 m^3 en conservant les conditions actuelles de rejet dans la canalisation ∅500 existant sous le chemin de la Miolane.

Le bassin de rétention actuel ne fait que 2 000 m^3 entre les cotes 32,35 mNGF (cote du fond du bassin) et 33,17 mNGF (cote de débordement sur le chemin de la Miolane).

Pour atteindre le volume utile de rétention de 7 800 m^3, il est proposé de réaliser les aménagements suivants :

- approfondissement du bassin de rétention actuel, car la cote fil d'eau de l'orifice de fuite est à 31,55 mNGF, ce qui permet un approfondissement d'environ 80 cm,
- agrandissement du bassin de rétention sur le terrain situé au Sud-Est.

Ces deux aménagements permettrait de porter le volume du bassin de rétention à environ 5 300 m^3 à la cote 33,17 mNGF. Il est donc nécessaire de compléter ce volume pour atteindre les 7 800 m^3.

Il est proposé de réaliser un deuxième bassin de rétention d'un volume de 2 500 m^3 sur le terrain situé entre le stade et le chemin de la Miolane. Ce bassin situé à proximité du premier bassin pourrait fonctionner en équilibre par la pose d'une canalisation de diamètre 1000 mm sous le chemin du stade entre les deux bassins.

Dans cette configuration les deux bassins représentant un volume total de 7 800 m^3 permettent d'atteindre les objectifs fixés pour l'état projet :

- **évènement décennal** / Volume dans le bassin 7 800 m^3 / débit de fuite maximum rejeté 500 l/s / pas de volume déversé (pour mémoire pour l'état actuel le bassin déborde en crue décennale avec un débit de surverse de 0,9 m^3/s),
- **évènement centennal** / Volume dans le bassin supérieur 7 800 m^3 : bassin plein avec surverse / débit de fuite maximum rejeté 500 l/s / volume déversé avec un débit maximum de 4 m^3/s (pour mémoire pour l'état actuel le bassin déborde en crue centennale avec un débit de surverse de 4,2 m^3/s),

La surverse du bassin de rétention de la Miolane agrandi devra être orientée vers le chemin de la Miolane, à l'aval de la traverse Jean Moulin afin de limiter les débordements vers cette traverse lors d'une crue centennale.

① Le Bassin de rétention en amont de la Dédière (Bassin versant n°1) Cf. Plan n°3

Le modèle mathématique pour l'état projet, qui intègre donc les nouveaux taux d'imperméabilisation pour les zones à urbaniser, a permis de dimensionner le volume de rétention nécessaire pour répondre aux objectifs (pas de débordement en crue décennale et pas d'aggravation de la situation actuelle en crue centennale)

Le volume de rétention nécessaire au niveau du bassin Amont Dédière est de 7 900 m^3 en rejetant le débit de fuite dans la canalisation ∅400 mm existant sous la voie longeant la limite Sud-Est de l'école de la Dédière.

Pour atteindre le volume utile de rétention de 7 900 m^3, il est proposé de réaliser les aménagements suivants :

- aménagement d'un bassin de rétention sur les terrains communaux situés à l'Est et au Nord-Est de l'école de la Dédière (terrassement important et soutènement nécessaire) pour un volume total de 7 900 m^3 (surface nécessaire d'environ 5 000 m^2)
- aménagement d'un ouvrage d'entrée avec chute et dispositif de dissipation d'énergie pour la canalisation d'alimentation en ∅1200mm,
- raccordement de l'exutoire du bassin sur la canalisation ∅400 mm existant en aval,
- aménagement d'une surverse du bassin de rétention vers la voie longeant la limite Sud-Est de l'école (afin d'éviter tout débordement vers l'école et d'orienter les écoulements vers le giratoire existant en aval).

Dans cette configuration le **bassin Amont Dédière** représentant un volume total de 7 900 m^3 permet d'atteindre les objectifs fixés pour l'état projet :

- **évènement décennal** / Volume dans le bassin 7 900 m^3 / débit de fuite maximum rejeté 300 l/s / pas de volume déversé (pour mémoire, en l'état actuel des débordements se produisent vers l'école de la Dédière en crue décennale),
- **évènement centennal** / Volume dans le bassin supérieur 7 900 m^3 : bassin plein avec surverse / débit de fuite maximum rejeté 300 l/s / volume déversé avec un débit maximum de 2,9 m^3/s (auxquels il faut rajouter un débit de 1,1 m^3/s qui se produit en crue centennale sur le chemin du Sauvet, soit un total de 4,0 m^3/s). Pour mémoire, pour l'état actuel, les débits de pointe en aval en crue centennale sont estimés à 4,5 m^3/s (1,8 m^3/s sur le chemin du Sauvet et 2,7 m^3/s à travers l'école).

Compte tenu de sa proximité avec l'école, ce bassin devra faire l'objet d'études de détail (avant-projet et projet), ainsi que d'une étude géotechnique (stabilité des berges, infiltration d'eau vers les bâtiments de l'école situés en aval,…).

De plus, la surverse du bassin de rétention Amont Dédière doit impérativement être orientée vers la voie longeant la limite Sud-Est de l'école, afin d'éviter tout débordement dans l'école pour une crue centennale (dans la situation actuelle, des débordements peuvent se produire vers l'école). Cette voie est en pente vers le carrefour giratoire situé plus en aval, ce qui permettra aux écoulements de surface d'éviter l'école de la Dédière.

En solution variante, sous réserve que les terrains soient disponibles pour l'implantation du bassin, le bassin de rétention pourrait être implanté sur les parcelles n°132 et n°133 situées à l'amont de l'éco le et du bâtiment de la cantine scolaire. Ces terrains, qui avaient été inondés lors des pluies du 15 décembre 2008 (terrains situés dans l'axe du fond de vallon), sont bien situés pour l'implantation d'un bassin de rétention.

4. PLANS

Les trois plans suivants sont joints à l'étude :

Plan N°1 : Lieudits la Miolane et La Mûre - Bassins versants et axes d'écoulement – Etat Actuel – Echelle 1/2000

Plan N°2 : Lieudits la Miolane et La Mûre – Analyse des conditions actuelles d'écoulement – Echelle 1/2000

Plan N°3 : Lieudits la Miolane et La Mûre – Définition des principes d'assainissement pluvial et des mesures compensatoires – Echelle 1/2000

ANNEXES

ANNEXE 1
PRESENTATION DE LA METHODE D'ESTIMATION DES DEBITS DE POINTE
(méthode SHYREG)

Présentation de la méthode SHYPRE

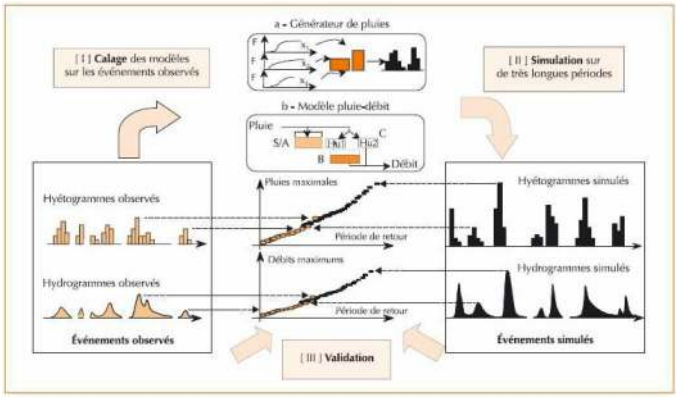
Voir également : http://www.aix.cemagref.fr/htmlpub/divisions/oiax/logiciels/SHYPRE.htm

La méthode SHYPRE, développée par le Cemagref d'Aix-en-Provence, associe

- un générateur stochastique de pluies horaires,
- et une transformation de la pluie en débit.

Ces techniques de simulation permettent de générer de très longues chroniques de pluies horaires (sur 100 000 ans, par exemple) et d'hydrogrammes de crue.

Un simple classement des pluies et des débits simulés permet alors de tracer les distributions de fréquence « empiriques » des pluies et des débits de différentes durées et d'en déduire les quantiles pour une large gamme de période de retour (de 2 à 1000 ans, par exemple) et pour les deux saisons de SHYPRE : l'été (mois de Juin à Novembre) et l'hiver (mois de Décembre à Mai).



Principe de la méthode SHYPRE

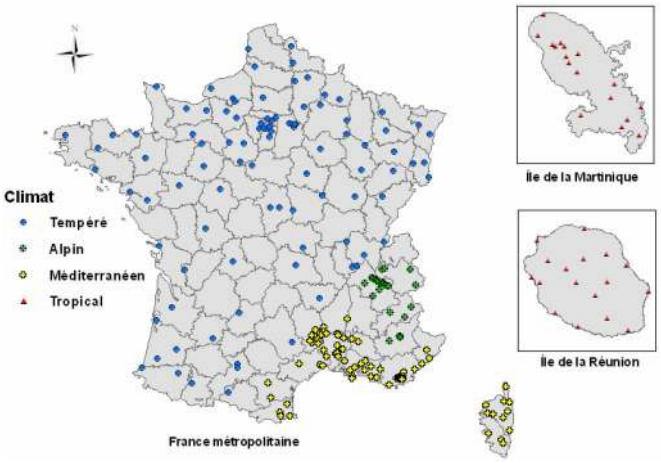
Le modèle de génération stochastique des pluies horaires

Le modèle de génération la pluie s'appuie sur une description géométrique du signal temporel de pluie. La génération du signal temporel de pluie est réalisée en deux étapes :

La première étape est l'étude descriptive du phénomène. Elle est basée sur l'analyse de la structure temporelle interne des événements pluvieux observés au pas de temps horaire. Un événement pluvieux est défini comme une succession de pluies journalières supérieures à 4mm et dont au moins une est supérieure à 20 mm. Huit variables, identifiées par leur loi de probabilité, sont utilisées pour décrire le signal.

La seconde étape consiste alors en la génération des hyétogrammes horaires à partir des variables descriptives qui sont générées, de manière indépendante, par tirage aléatoire dans leur loi de probabilité suivant une méthode de Monte-Carlo. De multiples scénarios de pluies horaires générées sur de très longues périodes de simulation sont ainsi obtenus.

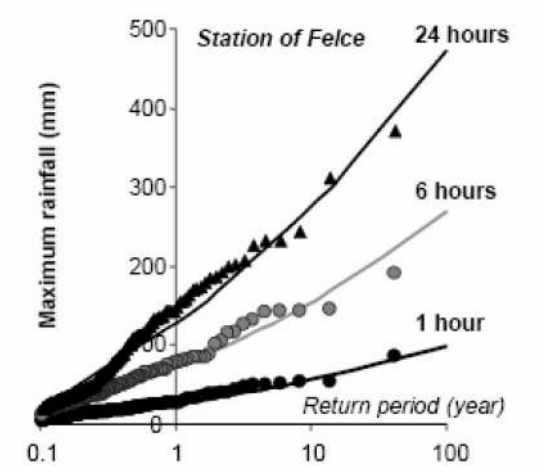
Cette méthode a été testée sur 251 postes pluviographiques localisés en France métropolitaine, sur l'île de la Réunion et en Martinique.



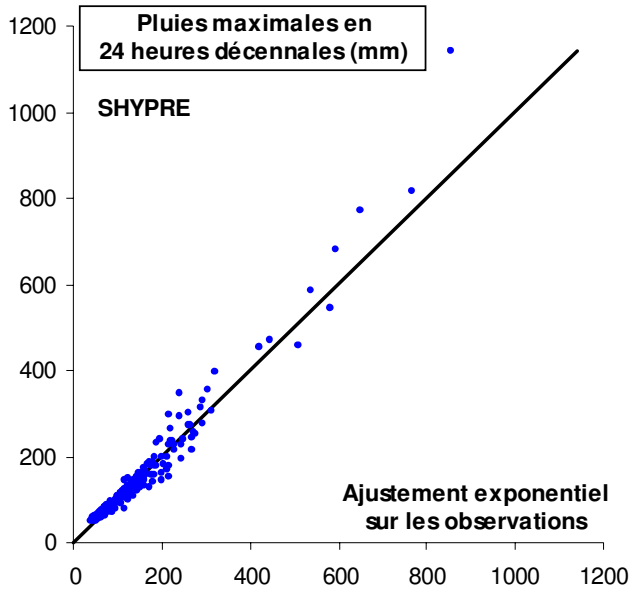
Localisation des postes pluviographiques étudiés

Cette analyse a montré que le modèle était applicable en tout point du territoire métropolitain français et des îles de la Réunion et de la Martinique. La pertinence de sa paramétrisation permet de travailler sur une gamme de pluviométrie extrêmement variée.

On dispose ainsi d'un outil intéressant par sa robustesse et ses performances.



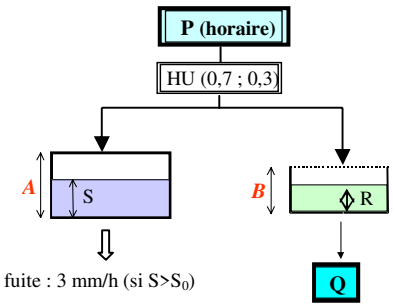
Distributions de fréquence des pluies de la station de Felce



Pluies maximales en 24 heures observées et simulées sur les 251 postes étudiées

Le modèle pluie-débit

Dans sa version actuelle, SHYPRE utilise une version simplifiée du modèle GR au pas de temps horaire développé par le Cemagref. Son architecture est la suivante :



Architecture du modèle GR3H

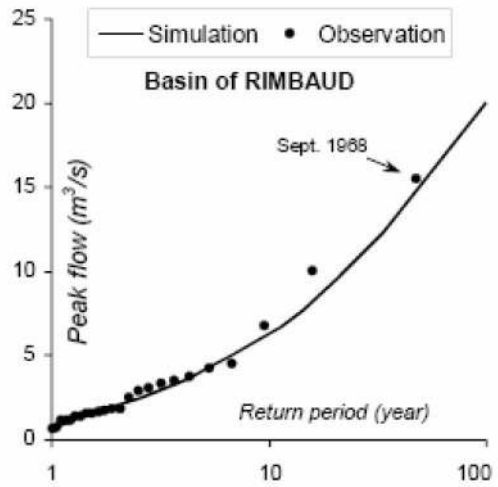
C'est un modèle comportant 2 réservoirs : A et B.

Le réservoir A assure le rôle de **fonction de production non linéaire**. Il ne produit pas de débit et se vidange par un débit de perte constant.

Le réservoir B assure le rôle de **fonction de transfert non linéaire**. En amont de ce réservoir B, la pluie passe par un hydrogramme unitaire (HU) très simple qui la répartie sur 2 heures : 70% de la pluie entrent dans B pendant le pas de temps t et 30% sont reportés au pas de temps suivant t+1. Le débit qui sort de B est proportionnel au niveau R de B

La pluie horaire est répartie entre les réservoirs A et B : La proportion de pluie qui entre dans A est inversement proportionnelle au niveau S de A.

La visualisation des distributions de fréquences des débits simulés permet de valider les résultats :



Distributions de fréquence des débits de pointe de la station Rimbaud

Présentation de la méthode SHYREG

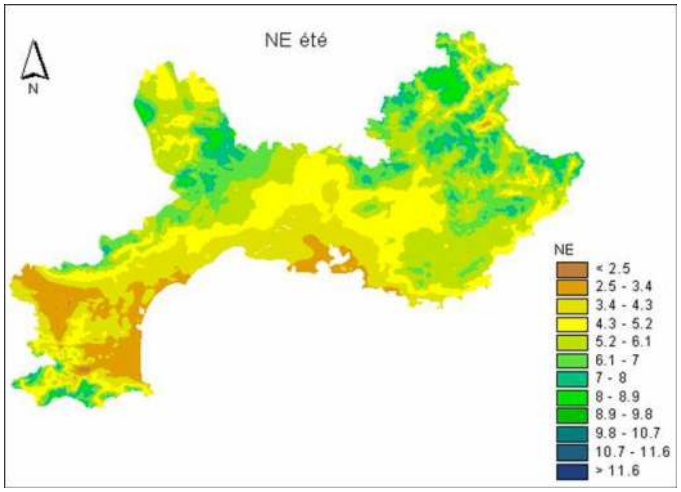
Voir également : http://www.aix.cemagref.fr/htmlpub/divisions/oiax/logiciels/SHYREG.htm

SHYREG est la version régionalisée de SHYPRE, son but est de fournir des quantiles de pluies et de débit pour une large gamme de durées et de périodes de retour en chaque km^2 de la région étudiée.

Pour cela, les 8 paramètres de SHYPRE sont « journalisés », ce qui permet de les déterminer à partir de 3 paramètres journaliers :

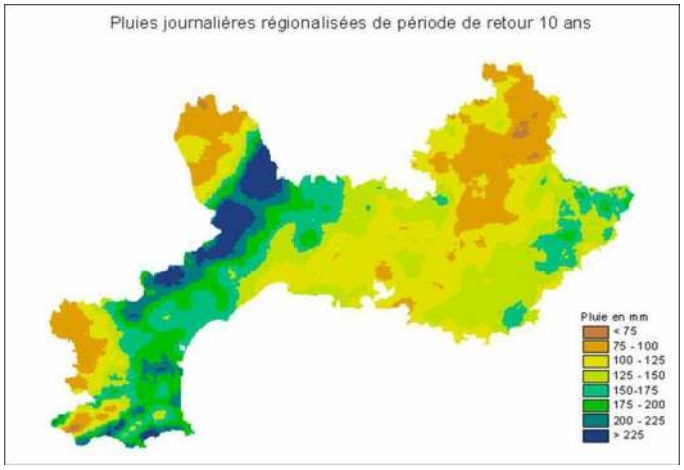
- **NE = le nombre moyen d'événements pluvieux de la saison (en jours).**
- **PJmax = la moyenne des hauteurs des pluies journalières maximales par épisodes de la saison (en 1/10 mm).**
- **DTOT = la moyenne de la durée totale des événements de la saison (en jours).**

Les données d'une station pluviométrique journalière suffisent alors pour appliquer SHYPRE. En utilisant les données d'un ensemble de stations pluviométriques journalières représentatif de la région étudiée, ces 3 paramètres sont régionalisés via des variables géographiques (altitude, distance à la mer, distance à une crête,…), ce qui permet de les déterminer et d'appliquer SHYPRE en chaque km^2 de la région étudiée.

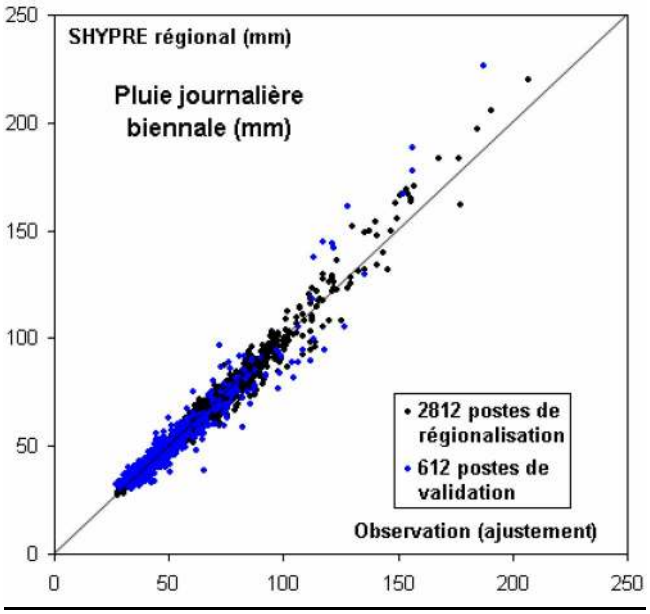


Cartographie du paramètre NE saison été, régions LR-PACA

Une grille de quantile de pluie recouvrant la zone étudiée au pas de 1 km2 est ainsi obtenue pour chaque durée et chaque de période de retour :

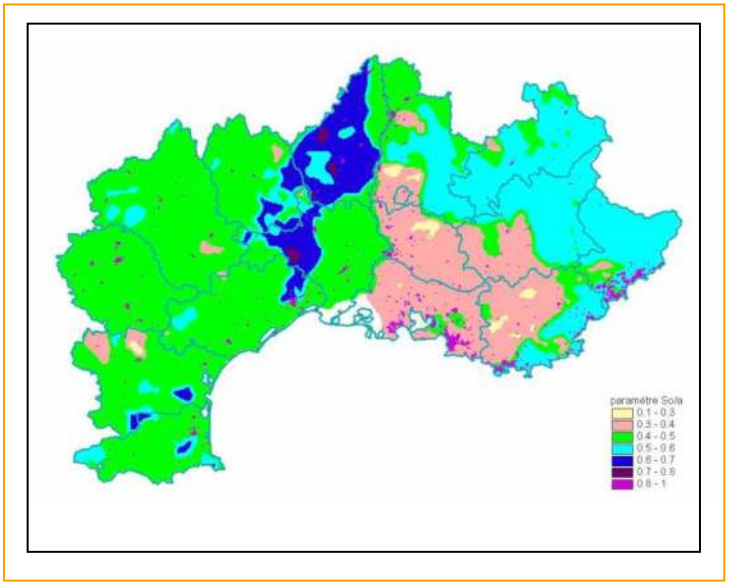


Cartographie des quantiles décennaux de pluie journalières, régions LR-PACA

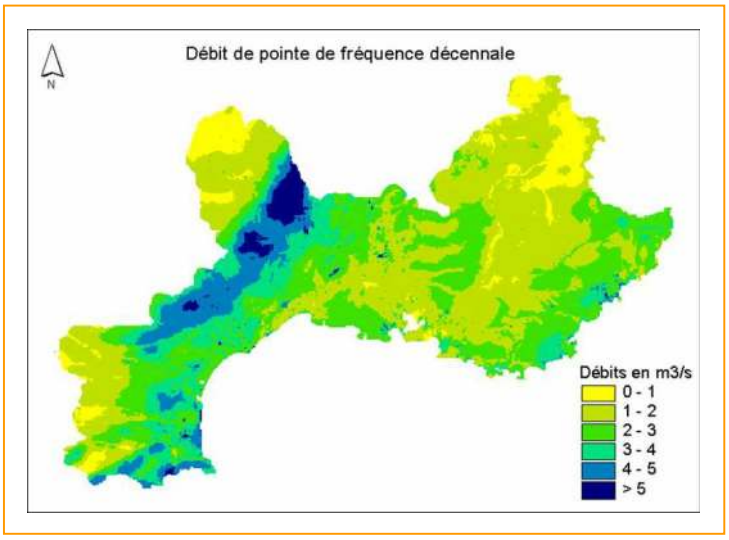


Pluies journalières biennales observées et simulées, France métropolitaine

La régionalisation du paramètre S0/A du modèle pluie-débit à l'aide des données aux stations débitmètriques et de données géographiques (MNT, géologie, occupation du sol, grilles de pluie résultantes de SHYREG,…) permet alors de passer des pluies aux débits pour obtenir une grille de quantile de débit recouvrant la zone étudiée au pas de 1 km^2 pour chaque durée et chaque de période de retour.

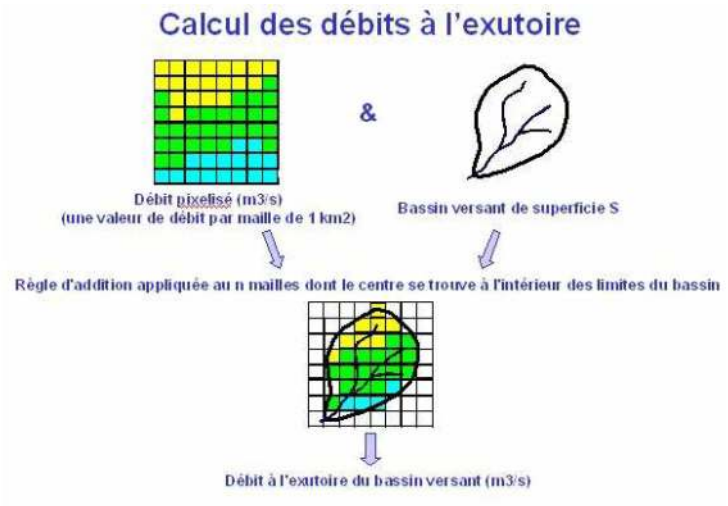


Cartographie du paramètre S_0/A, région méditerranéenne



Cartographie des quantiles de débit, régions LR-PACA

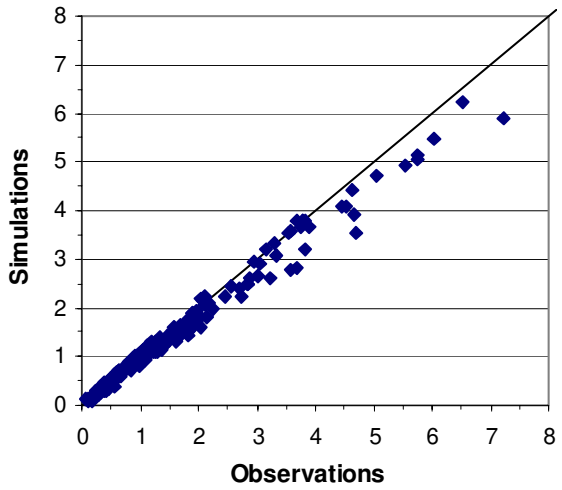
Pour obtenir le **quantile de débit à l'exutoire d'un bassin versant**, l'information est agglomérée à l'échelle du bassin versant.



Cette agglomération des débits pixelisés est assurée par la FTS (Fonction de Transfert Statistique) :

$$Q(\mathrm{dur}, \mathrm{T}) = \left(\sum_{i=1}^{n} q(\mathrm{dur}, \mathrm{T})_i \right) \times S^{-\alpha\left(1 - \frac{1}{S}\beta\right)}$$

avec :
- Q(dur,T) est le débit de durée dur et de période de retour T à l'exutoire du bassin versant,
- $q(\mathrm{dur},\mathrm{T})_i$ est le débit de durée dur et de période de retour T pour une maille donnée.



Débits de pointe pseudospécifique ($m^3/s/(km2)^{0.8}$) de période de retour 5 ans (saison été) observées et simulées, régions LR-PACA

ANNEXE 2
MODELISATION HYDROLOGIQUE ET HYDRAULIQUE

• Description de l'outil de modélisation

L'outil utilisé pour réaliser la modélisation hydrologique et hydraulique est le logiciel PCSWMM 2009 version 3.3.621 développé par le CHI (Computation Hydraulics International, Canada).

Le modèle est constitué de :

- de bassin versant élémentaire,
- de nœuds de calcul,
- de tronçons de réseau,
- d'ouvrages singuliers (Déversoir, Perte de Charge singulière, bassin de rétention, chute…)

Le modèle numérique est scindé en trois sous-modèles :

- Un modèle externe représentatif de la pluie (pluie de projet ou pluie réellement observée), entrée du système.
- Un modèle de ruissellement représentatif des phénomènes hydrologiques entrant en compte dans la transformation de la pluie en débit sur les entités sous-bassins versants.

  La transformation de la pluie en débit est assurée au moyen de 2 outils principaux :

  - *un modèle pour les surfaces imperméables des bassins versants urbanisés,*
  - *un modèle spécifique pour les secteurs naturels des bassins versants permettant de tenir compte du décalage existant entre les pointes des hydrogrammes. Il permet, en outre, de prendre en compte des pertes initiales (constituées par l'interception de la pluie par la végétation et par le stockage de l'eau dans les dépressions de la surface de sol au début de l'averse), et des pertes continues (constituées par l'infiltration au cours de l'averse).*
- Un module hydraulique de propagation des écoulements dans chaque tronçon du réseau et pour chaque ouvrage spécial.

- ## Description des modèles pour l'état actuel et l'état projet

L'ensemble des modèles réalisés pour l'état actuel et pour l'état projet en intégrant les éventuels bassins de rétention est présenté ci-dessous.

o Pluies de projet

Pour caractériser les pluies dans le secteur du projet, nous retiendrons les formules pluviométriques issues d'une analyse statistique réalisée par Météo France à partir des données pluviomètriques de la station de Toulon La Mitre recueillies entre 1971 et 2007

L'intensité pluviométrique (i) est calculée à l'aide de la formule de Montana :

$$i = a \times t^{-b}$$

Avec :
i = intensité de la pluie en mm/h
t = durée de la pluie en mn
a et b = coefficients de Montana dépendant de la probabilité d'occurrence de l'averse et de la durée de pluie.

Le tableau suivant indique, pour différentes périodes de retour, les coefficients a et b fournis par Météo France en fonction de la durée de la pluie.

	Coefficients de Montana en fonction de la durée de pluie (Toulon La Mitre 1971-2007)					
	6 mn < t < 1 h		1 h < t < 6 h		6 h < t < 24 h	
Période de retour (années)	a	b	a	b	a	b
10	269	0.415	639	0.637	1535	0.744
100	350	0.311	1305	0.665	6475	0.935

Ces formules de pluies sont utilisées pour constituer des hyétogrammes de projet (pluies double triangle centré de durée totale 6 heures et de durée intense variable) qui sont alors injectés en entrée du modèle hydrologique.

Les pluies de projet sont des pluies double-triangle centrée de durée totale 6 heures et de durée intense pouvant varier de 15 mn à 2 heures. Plusieurs simulations effectuées en faisant varier la durée intense ont permis de déterminer que c'est la pluie de durée intense 60 mn qui génère les débits de pointe les plus importants à l'exutoire du bassin versant.

Les simulations sont donc effectuées avec des pluies double-triangle centrée de durée totale 6 heures et de durée intense 60 mn pour les différentes occurrences 10 ans et 100 ans.

Occurrence	Durée totale (mn)	Intensité moy totale (mm/mn)	Hauteur totale (mm)	Durée intense (mn)	Intensité moy intense (mm/mn)	Hauteur intense (mm)
10 ans	360	0.251	90.2	60	0.820	49.2
100 ans	360	0.434	156.2	60	1.633	98.0

o Bassins versants élémentaires

Les deux bassins versants sont divisés en huit sous-bassins versants élémentaires dont les caractéristiques sont détaillées dans le tableau ci-dessous.

Caractéristiques des bassins versants élémentaires du bassin versant n°2 (Miolane)	**BV2a**	**BV2b**	**BV2c**	**BV2d**	**BV2e**	**BV2f**	**BV2g**	**BV2h**
Surface (ha)	10,5	4,1	0,9	2,6	2,4	1,0	2,7	1,6
Plus long parcours de l'eau (m)	523	243	94	196	142	240	197	190
Pente (%)	2	2	0,5	1	2	2	2	1
Coeff. Imperméabilisation Etat Actuel (%)	10	25	10	10	50	10	20	15
Coeff. Imperméabilisation Etat Futur (%)	10	25	50	50	50	50	40	40

Caractéristiques des bassins versants élémentaires du bassin versant n°1 (Chemin du Sauvet)	**BV1a**	**BV1b**	**BV1c**	**BV1d**	**BV1e**	**BV1f**	**BV1g**	**BV1h**
Surface (ha)	13,0	6,4	8,1	11,1	2,8	4,3	3,8	2,4
Plus long parcours de l'eau (m)	433	213	271	359	360	196	295	237
Pente (%)	3,15	2	2	2	2	2	2	2
Coeff. Imperméabilisation Etat Actuel (%)	5	5	5	5	20	20	30	20
Coeff. Imperméabilisation Etat Futur (%)	5	5	5	5	50	60	60	50

o Réseau et ouvrages singuliers

Le réseau est repéré en nœuds marquant un changement de collecteur, une rupture de pente, une jonction de collecteurs ou un point d'injection d'un bassin versant élémentaire.

Les ouvrages singuliers (déversoir, orifice, bassin de rétention,…) sont décrits en fonction de leurs caractéristiques.

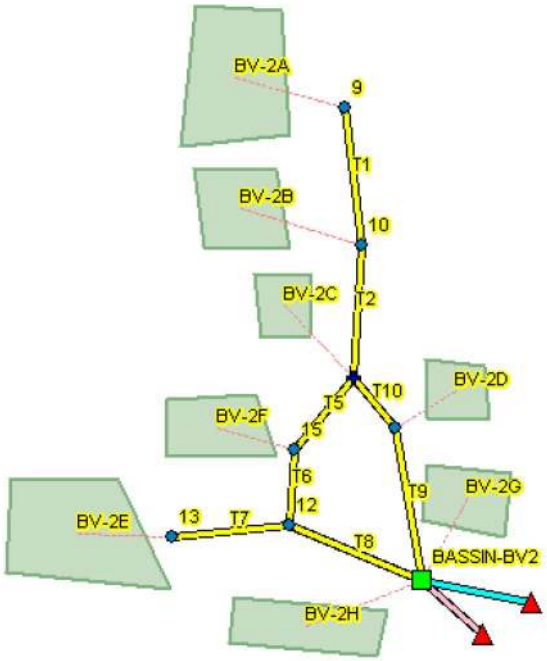


Schéma du bassin versant n°2 modélisé pour l'état actuel (Miolane)

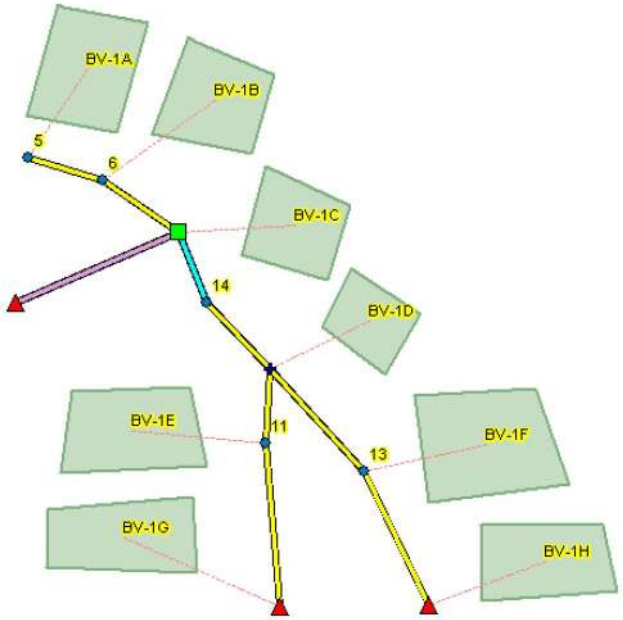


Schéma du bassin versant n°1 modélisé pour l'état actuel (Chemin du Sauvet)

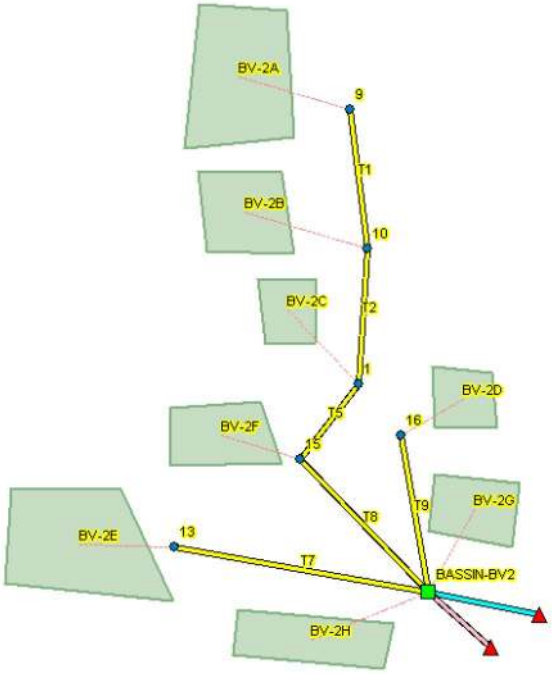


Schéma du bassin versant n°2 modélisé pour l'état PROJET (Miolane)

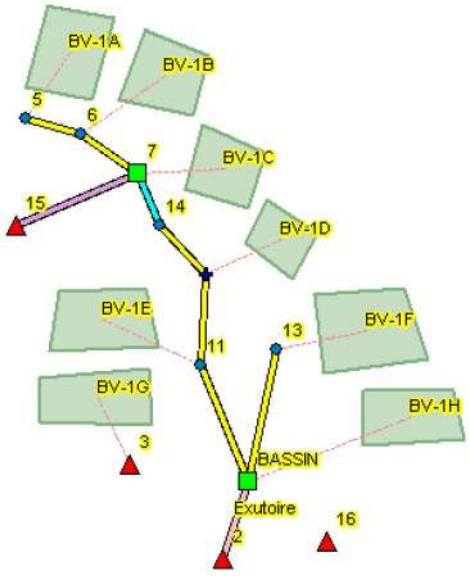
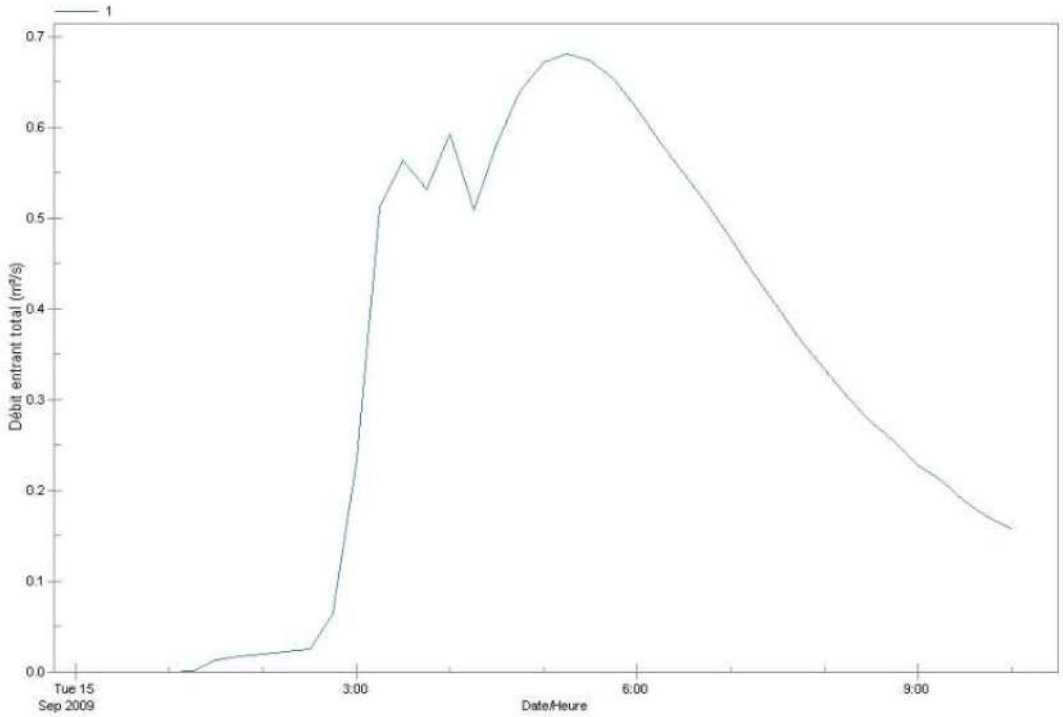


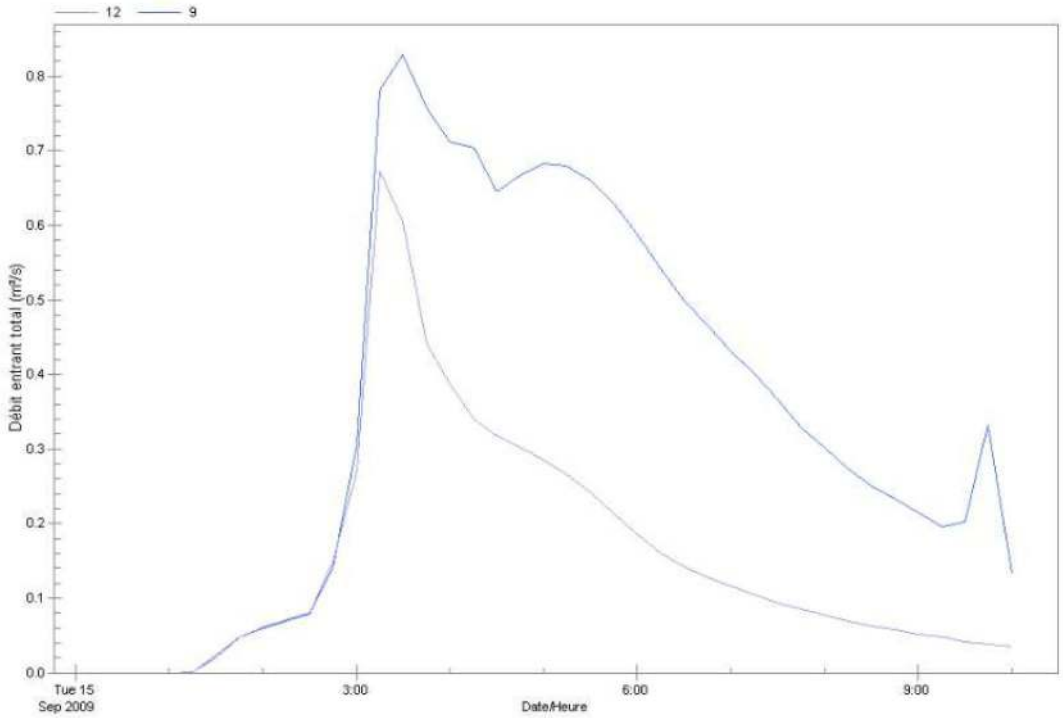
Schéma du bassin versant n°1 modélisé pour l'état PROJET (Chemin du Sauvet)

- **Simulation et Présentation des résultats pour l'état actuel**

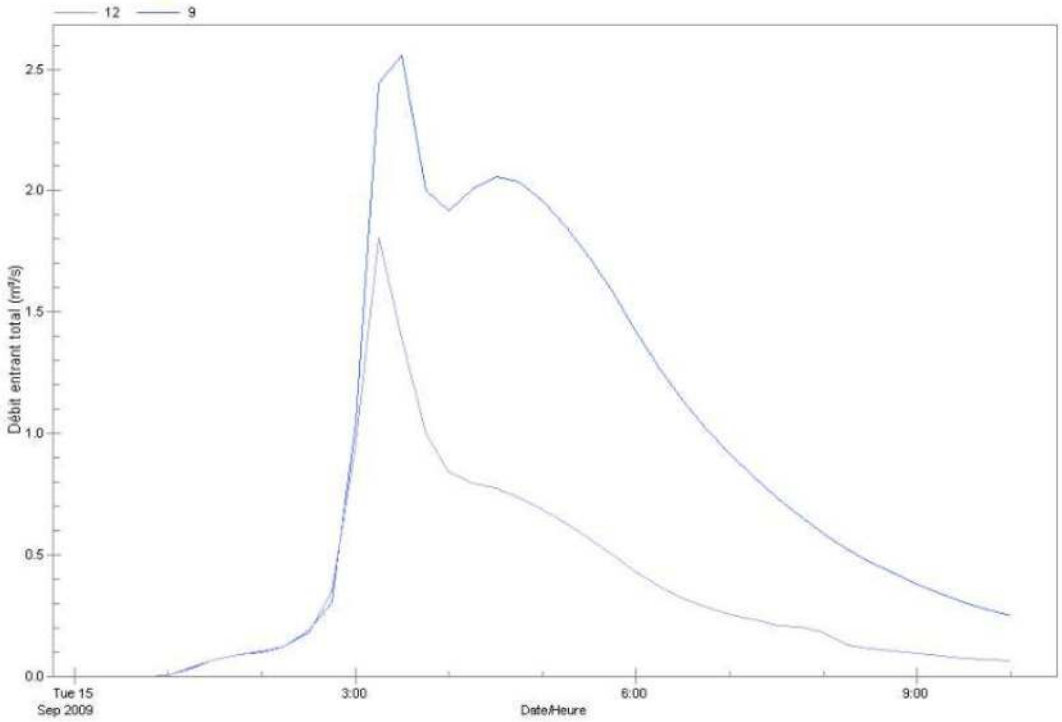
  - **Etat Actuel - Hydrogrammes du bassin versant n°1 po ur différentes occurrences**



Hydrogramme d'occurrence 10 ans au niveau du franchissement du chemin du Sauvet (intersection avec le chemin d'accès à la bastide de la Miolane) Débit : 0,7 m3/s au nœud 1

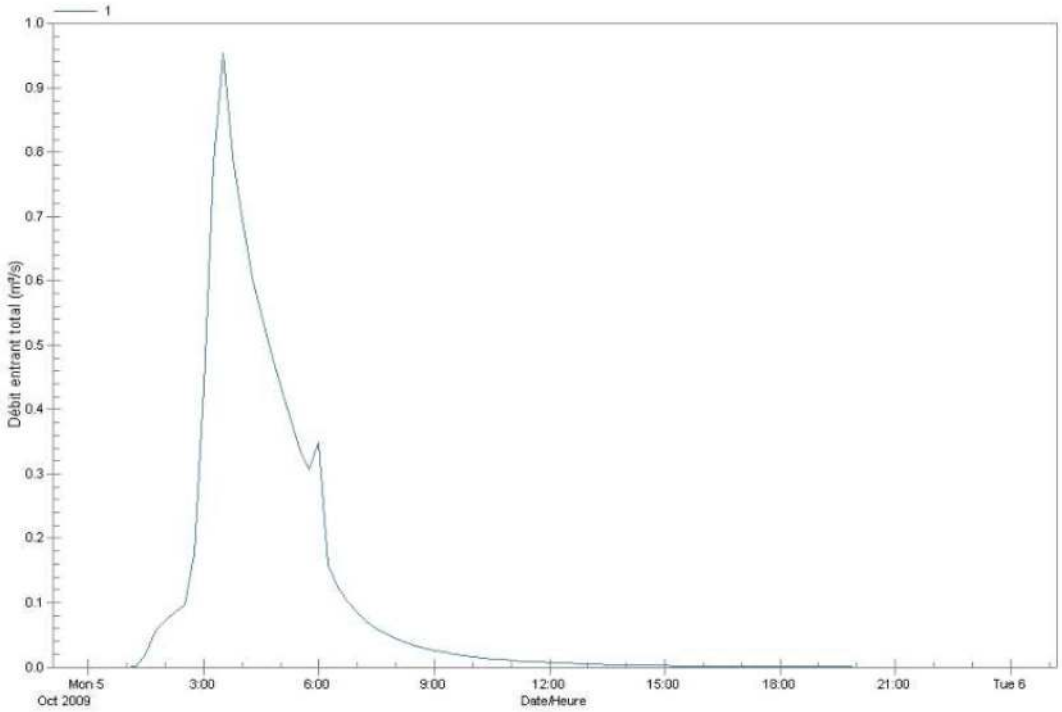


Hydrogramme d'occurrence 10 ans aux exutoires du bassin versant n°1 : 0,7 m3/s (nœud 9) au niveau du Chemin du Sauvet en aval de la zone d'étude et 0,9 m3/s (nœud 12) vers l'école de la Dédière

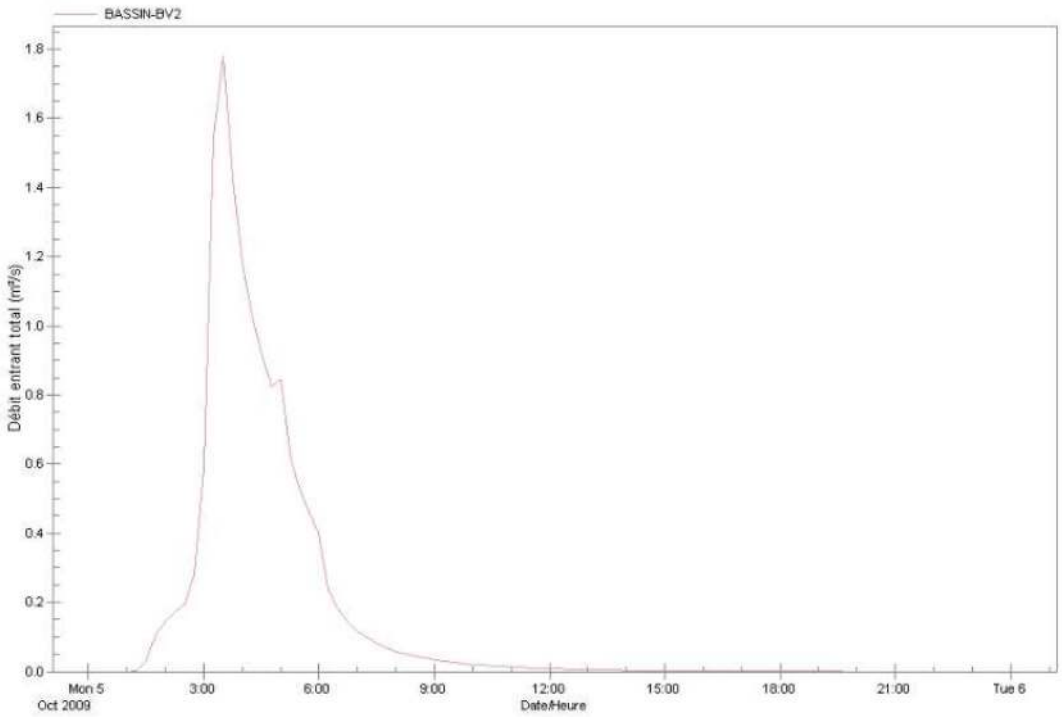


Hydrogramme d'occurrence 100 ans aux exutoires du bassin versant n°1 : 1,8 m3/s (nœud 9) au niveau du Chemin du Sauvet en aval de la zone d'étude et 2,7 m3/s (nœud 12) vers l'école de la Dédière

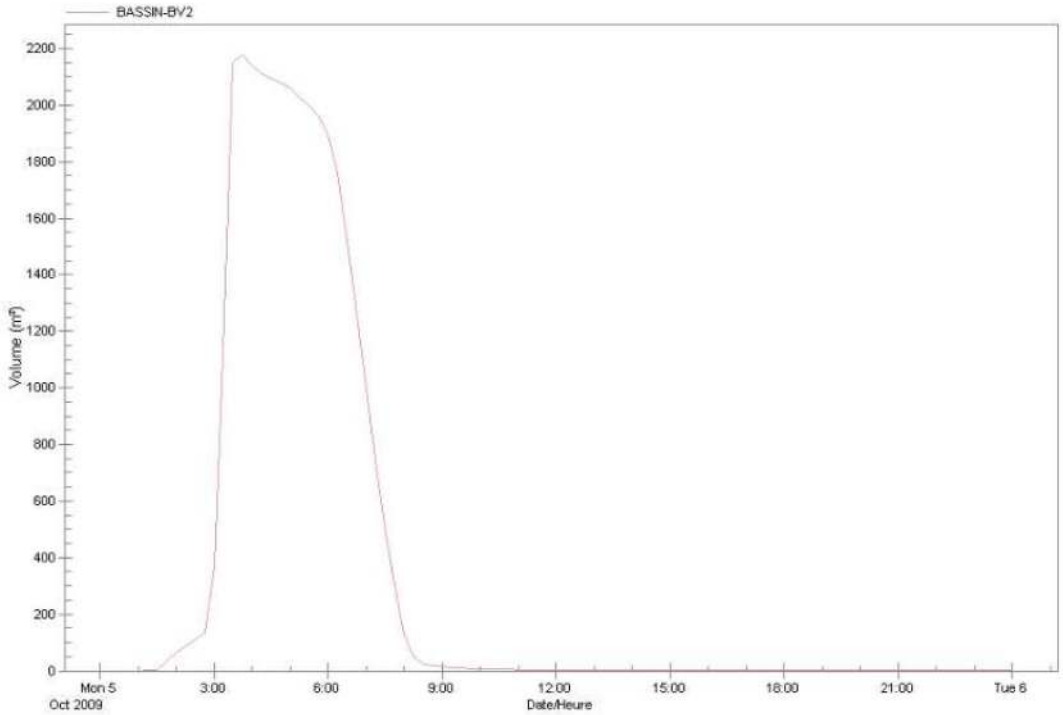
- **Etat Actuel - Hydrogrammes du bassin versant n°2 pour différentes occurrences**



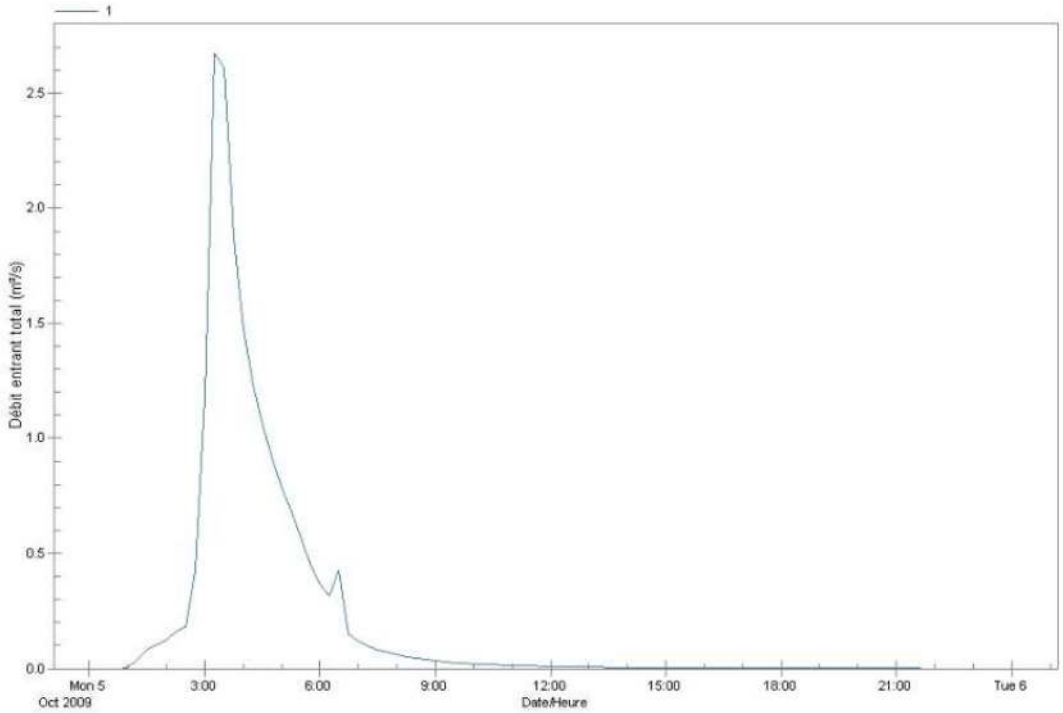
Hydrogramme d'occurrence 10 ans au niveau du franchissement de la voie nouvelle - Débit : 1,0 m3/s au nœud 1



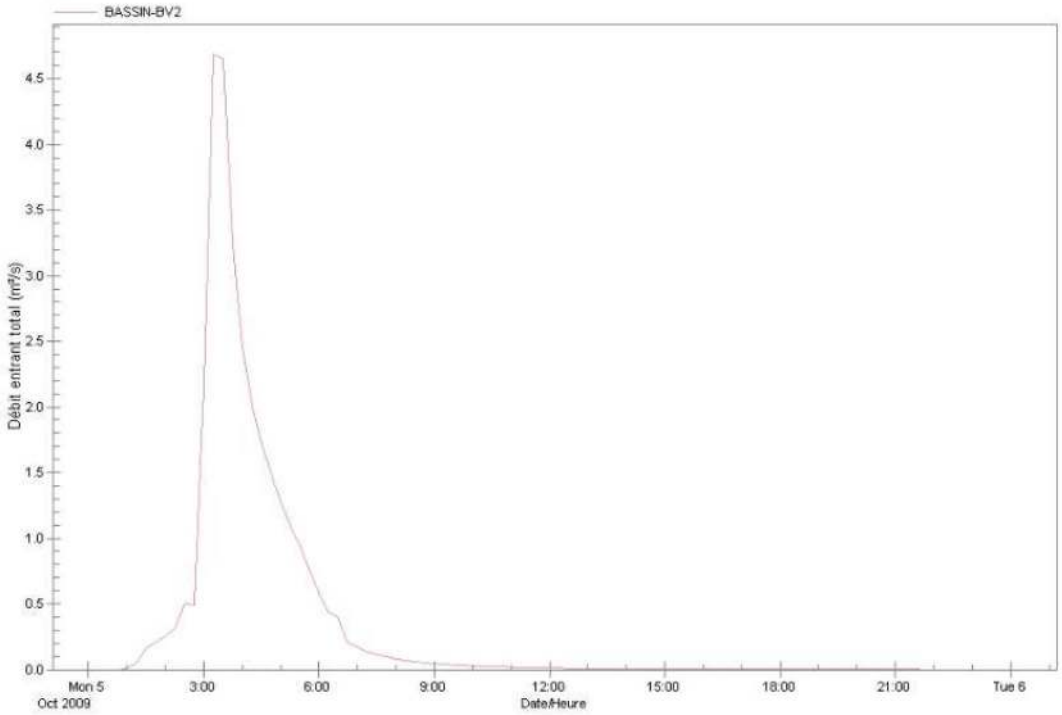
Hydrogramme d'occurrence 10 ans au niveau de l'entrée dans le bassin de rétention de la Miolane – Débit 1,8 m3/s



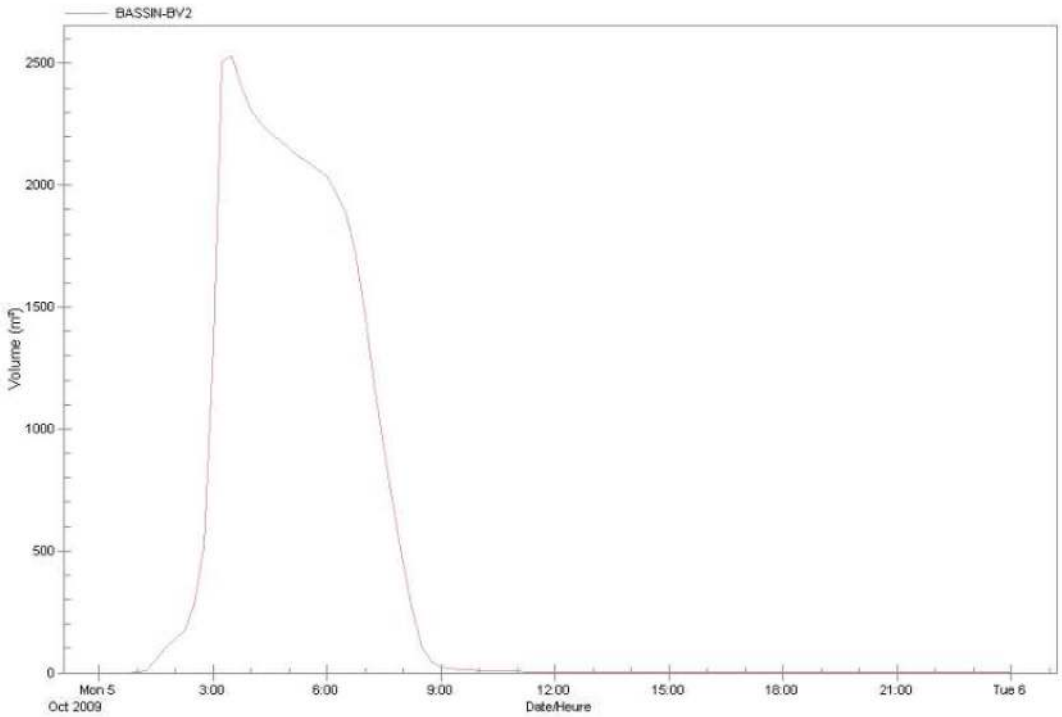
Occurrence 10 ans – Variation du volume du bassin de rétention de la Miolane (Le bassin déborde)



Hydrogramme d'occurrence 100 ans au niveau du franchissement de la voie nouvelle - Débit : 2,8 m3/s au nœud 1



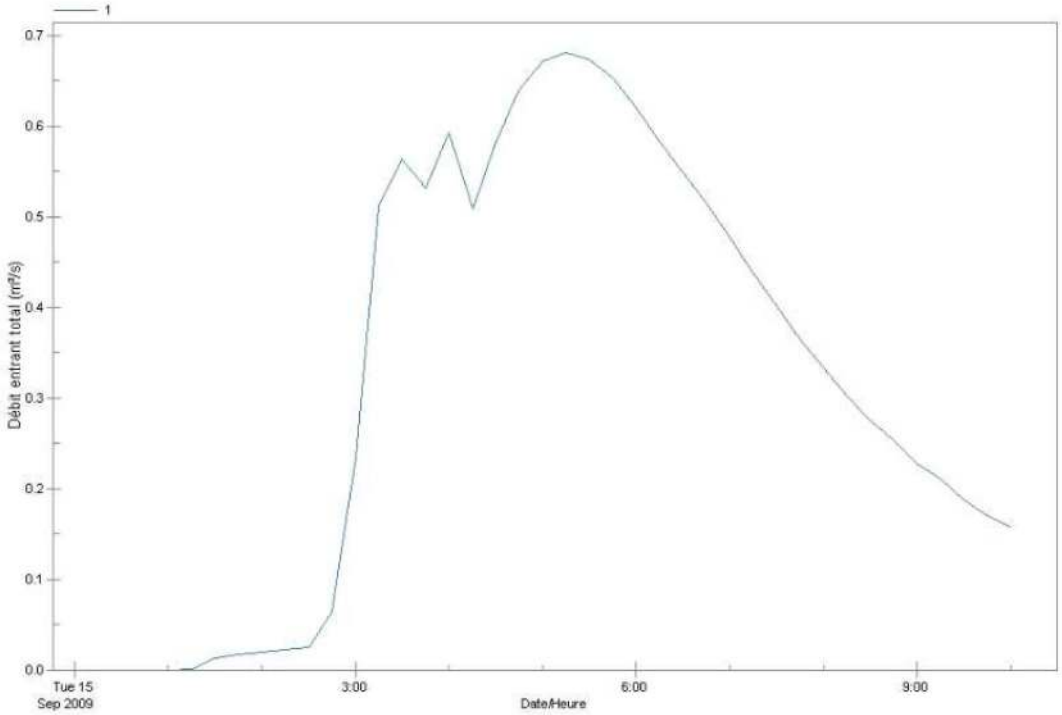
Hydrogramme d'occurrence 100 ans au niveau de l'entrée dans le bassin de rétention de la Miolane – Débit 5,0 m3/s



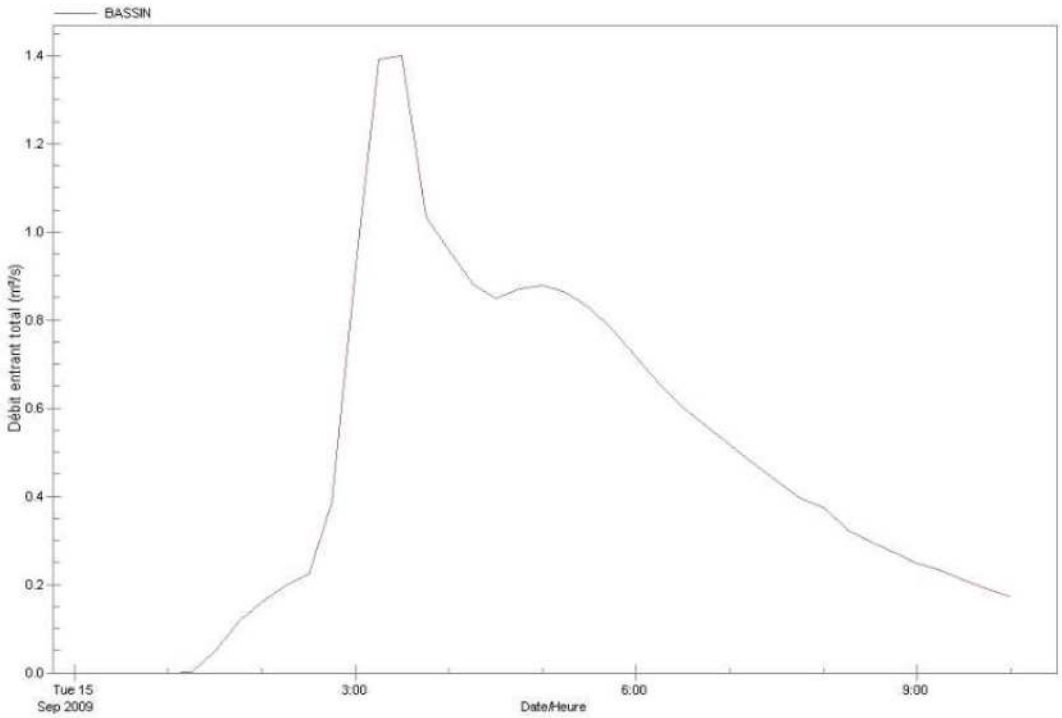
Occurrence 100 ans – Variation du volume du bassin de rétention de la Miolane (Le bassin déborde)

- **Simulation et Présentation des résultats pour l'état PROJET**

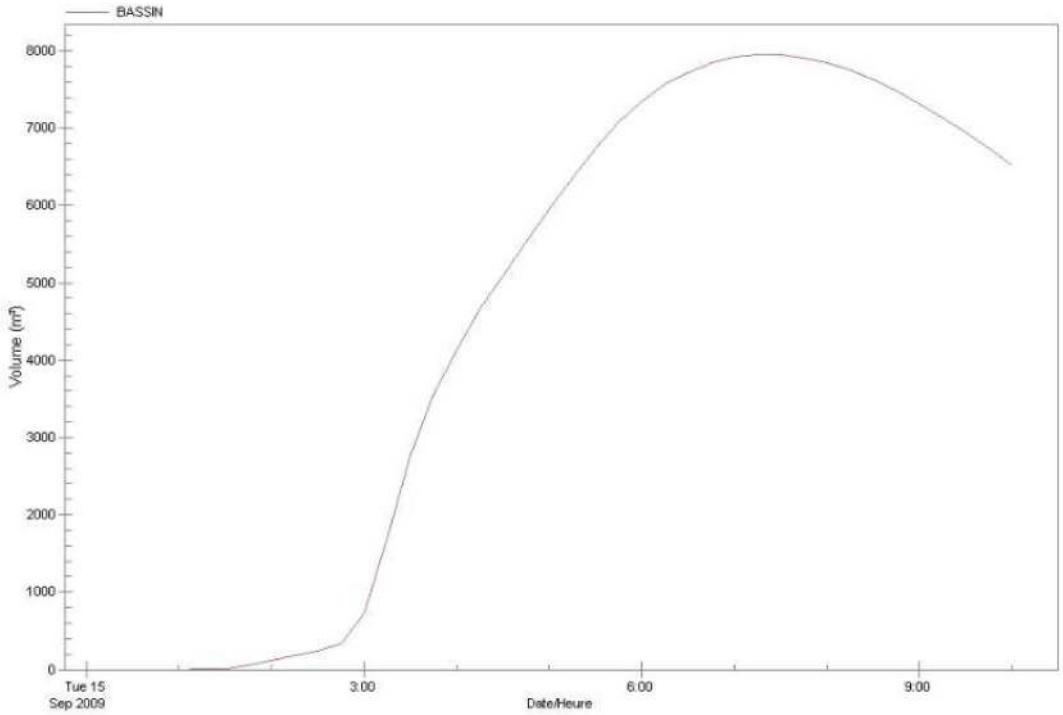
  - **Etat Projet - Hydrogrammes du bassin versant n°1 po ur différentes occurrences**



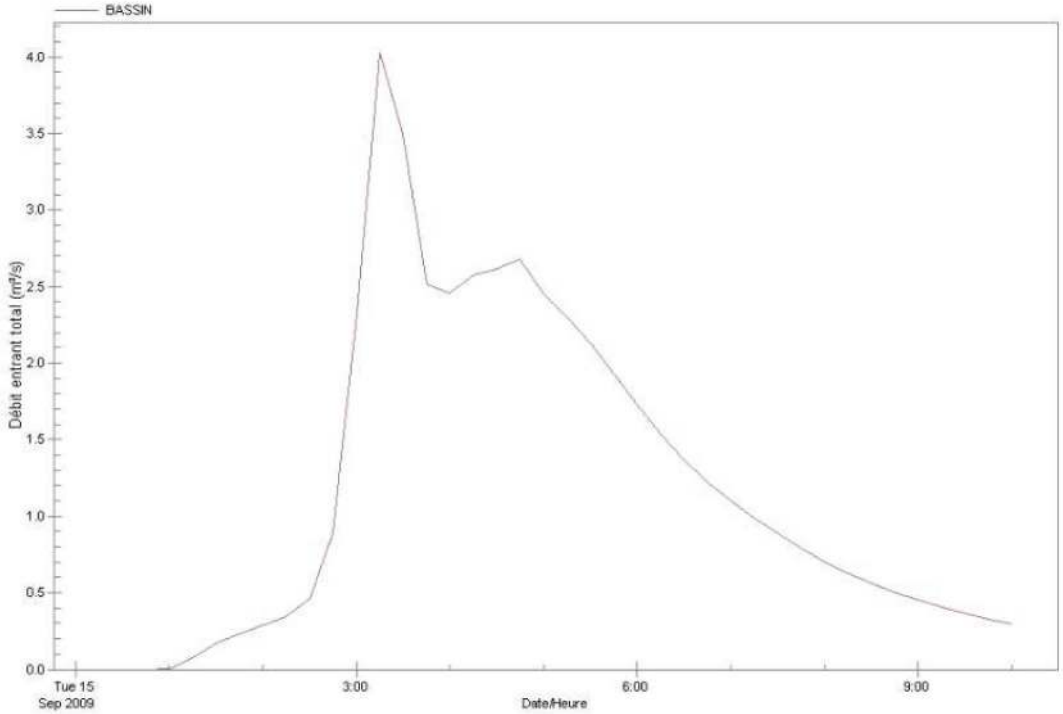
Hydrogramme d'occurrence 10 ans au niveau du franchissement du chemin du Sauvet (intersection avec le chemin d'accès à la bastide de la Miolane) Débit : 0,7 m3/s au nœud 1



Hydrogramme d'occurrence 10 ans en entrée du bassin de rétention de la Dédière : 1,5 m3/s

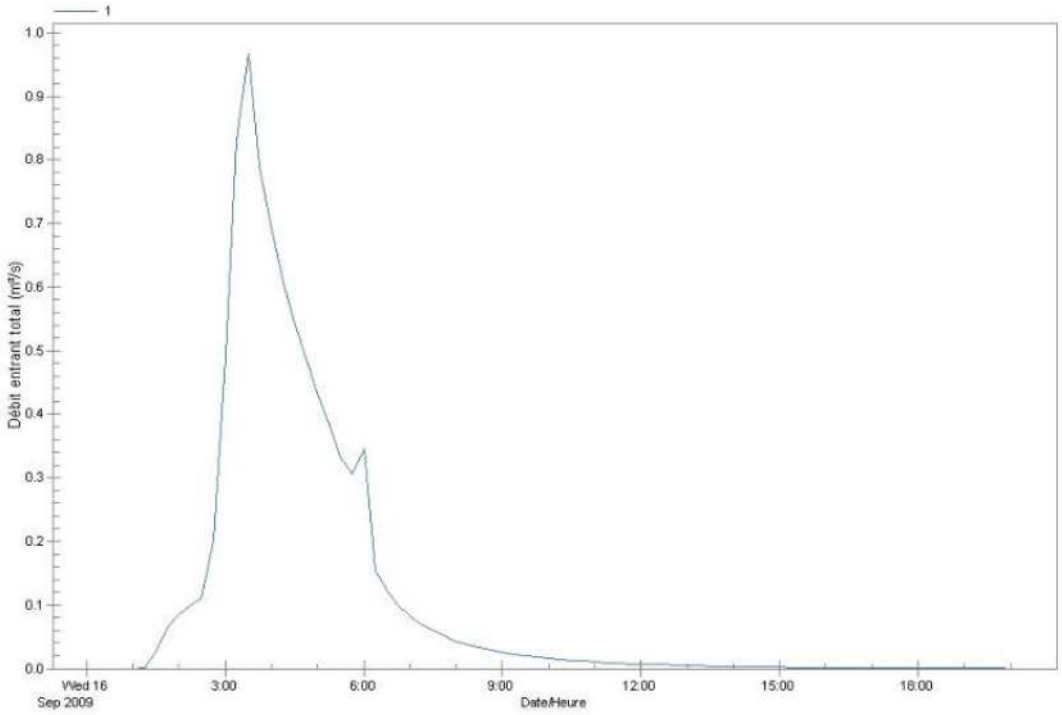


Occurrence 10 ans – Variation du volume du bassin de rétention Amont Dédière (pas de débordement) – Volume max 7 900 m3

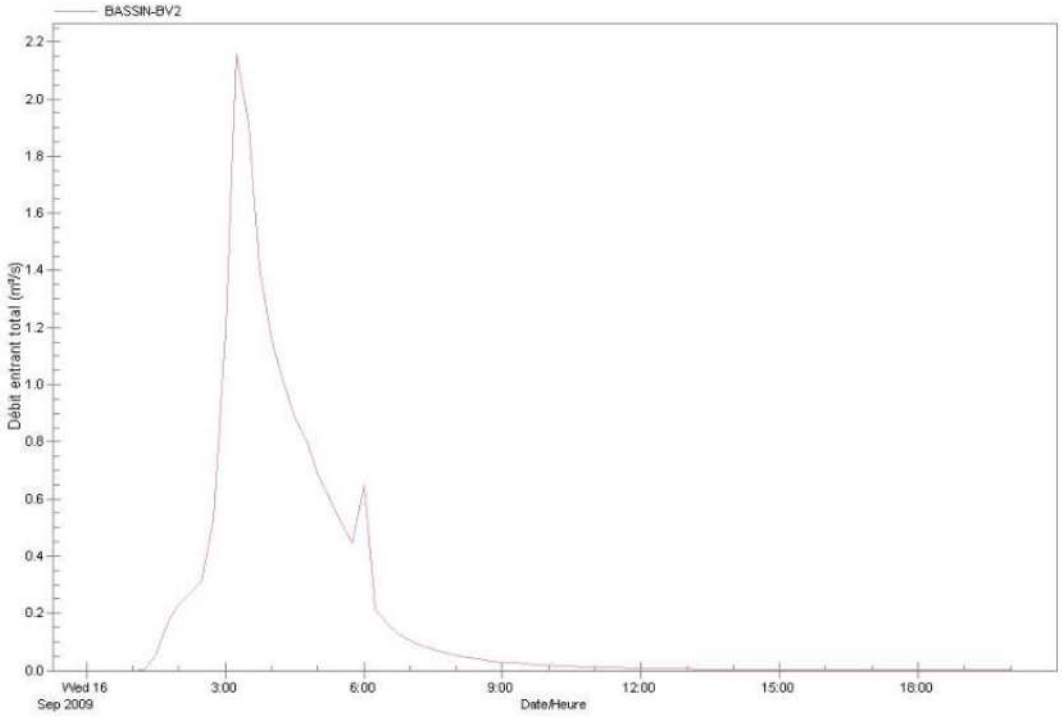


Hydrogramme d'occurrence 100 ans en entrée du bassin de rétention de la Dédière : 4,0 m3/s

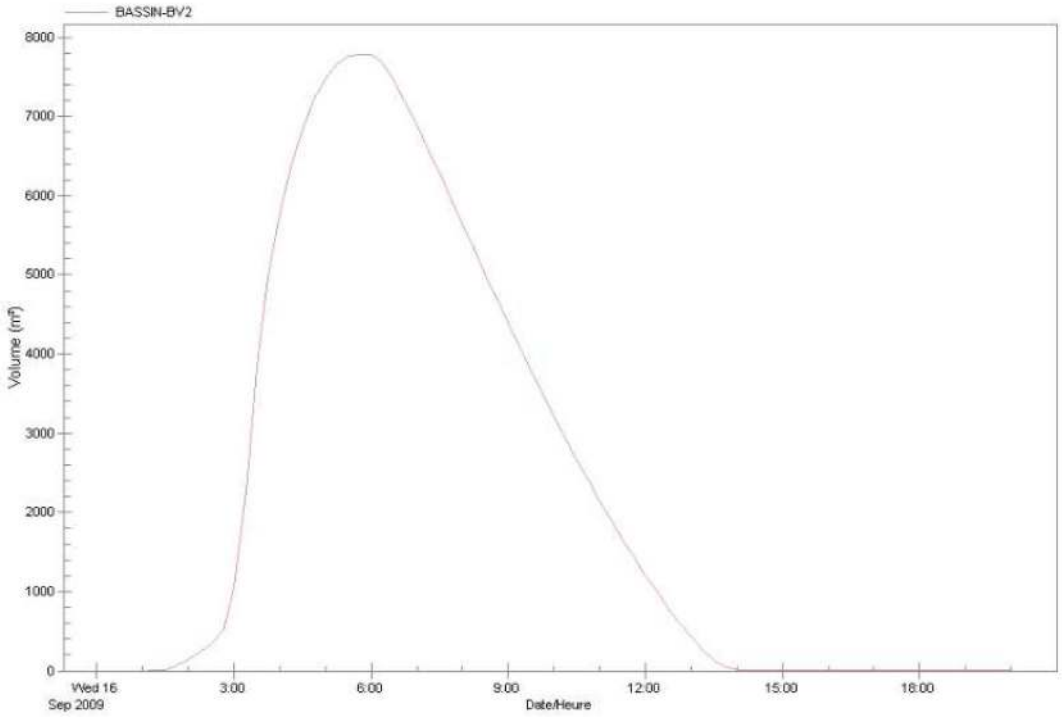
- **Etat PROJET - Hydrogrammes du bassin versant n°2 pour différentes occurrences**



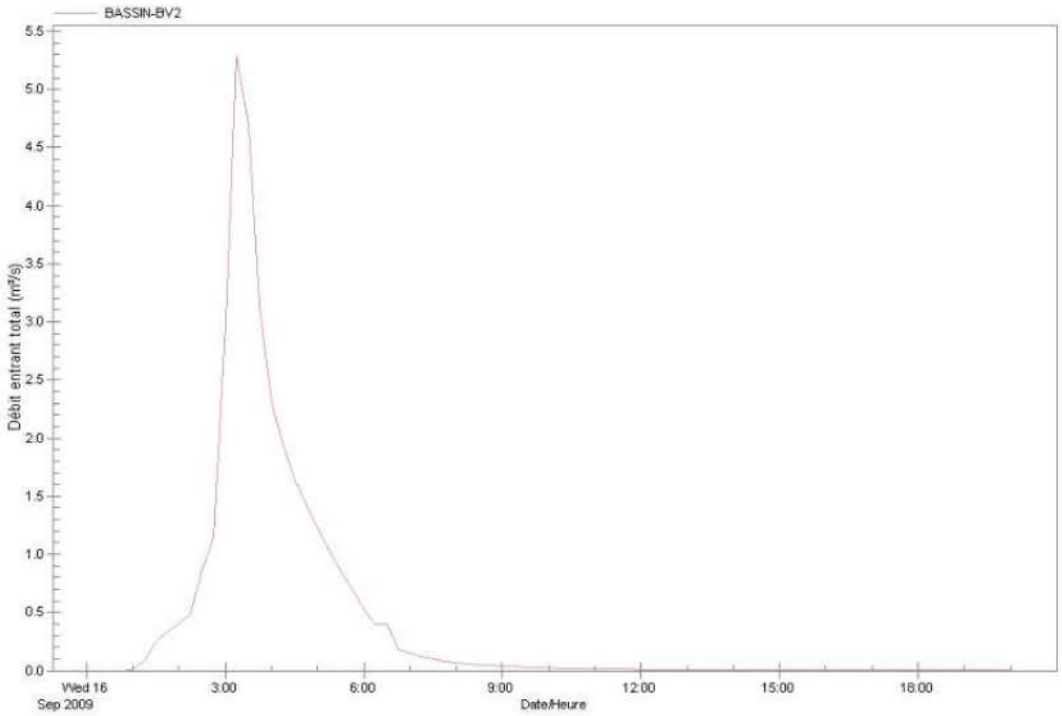
Hydrogramme d'occurrence 10 ans au niveau du franchissement de la voie nouvelle - Débit : 0,9 m3/s au nœud 1



Hydrogramme d'occurrence 10 ans en entrée du bassin de rétention de la Miolane- Débit : 2 ,1 m3/s



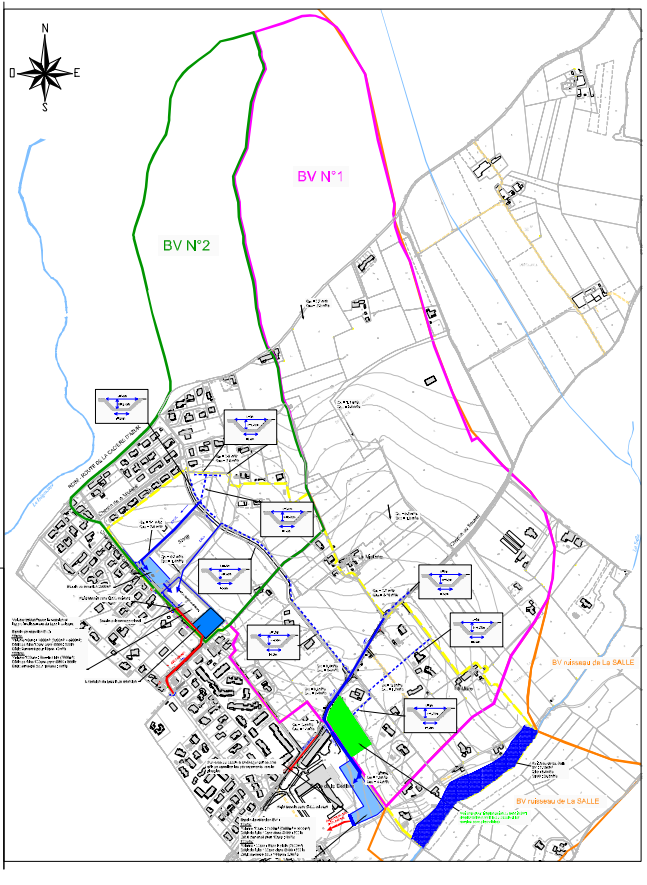
Occurrence 10 ans – Variation du volume du bassin de rétention de la Miolane à l'état Projet (pas de débordement) – Volume max 7 800 m3



Hydrogramme d'occurrence 100 ans en entrée du bassin de rétention de la Miolane- Débit : 5,3 m3/s

LEGENDE:

- Limite bassin versant N°1
- Limite bassin versant N°2
- Canalisation en projet
- Fossé en projet
- Bassin de rétention en projet
- Canalisation existante
- Limite des zones AU et UDs concernées par la révision du PLU



COMMUNE DE SAINT CYR SUR MER

Lieudits La Miolane et La Mûre

ETUDE HYDRAULIQUE

PLAN 3

ETAT PROJET:

Définition des principes d'assainissement pluvial et des mesures compensatoires.

egis eau

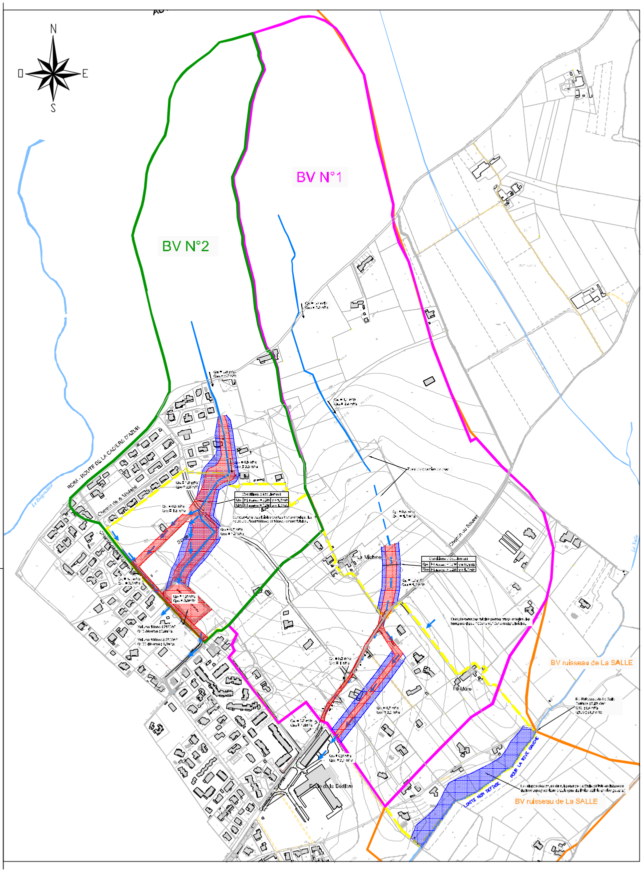
Date : Octobre 2009	Modifications :
Dessin : Commune	02 06/10/09
Dessin : 1/2000	03
Ref :	04
	05
	06

LEGENDE:

- Limite bassin versant N°1
- Limite bassin versant N°2
- Fossé ou thalweg d'évacuation des eaux pluviales
- Axes d'écoulement des eaux pluviales
- Zone d'écoulement en crue décennale
- Zone d'écoulement en crue centennale

Les limites des zones d'écoulement ont été déterminées en fonction des données topographiques disponibles et des enquêtes réalisées auprès des riverains (pour les crues 10ans)

- Limite des zones AU et UDa concernées par la révision du PLU



COMMUNE DE SAINT CYR SUR MER

Lieudits La Miolane et La Mûre

ETUDE HYDRAULIQUE

PLAN 2

Analyse des conditions actuelles d'écoulement

egis eau

Date : Octobre 2009	Modifications :
Affaire : [illegible]	a) 08/10/09
Echelle : 1/2000'	b)
[illegible] :	c)
	d)
	e)

LEGENDE:

- Limite bassin versant N°1
- Limite sous-bassin versant N°1a, N°1b, N°1c, N°1d, N°1e, N°1f, N°1g, N°1h
- Limite bassin versant N°2
- Limite sous-bassin versant N°2a, N°2b, N°2c, N°2d, N°2e, N°2f, N°2g, N°2h
- Fossé ou thalweg d'évacuation des eaux pluviales
- Axes d'écoulement des eaux pluviales
- Limite des zones AU et UDa concernées par la révision du PLU

SURFACES :

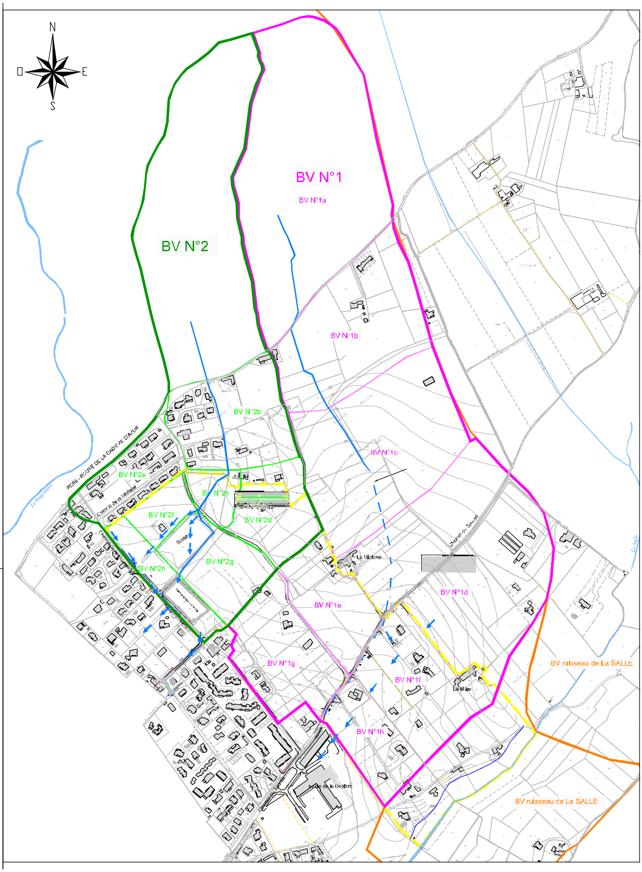
BV N°1 = 51.9 ha

BV N°1a = 13.0ha
BV N°1b = 6.4ha
BV N°1c = 8.1ha
BV N°1d = 11.1ha
BV N°1e = 2.8ha
BV N°1f = 4.3ha
BV N°1g = 3.8ha
BV N°1h = 2.4ha

BV N°2 = 25.8 ha

BV N°2a = 10.5 ha
BV N°2b = 4.1 ha
BV N°2c = 0.9 ha
BV N°2d = 2.6 ha
BV N°2e = 2.1 ha
BV N°2f = 1.0 ha
BV N°2g = 2.7 ha
BV N°2h = 1.6 ha

BV du ruisseau de La Salle : 7.15 Km²



COMMUNE DE SAINT CYR SUR MER

Lieudits La Miolane et La Mûre

ETUDE HYDRAULIQUE

PLAN 1

Bassins versants et axes d'écoulement

Etat actuel

egis eau

Date : Octobre 2008	Modifications :
Affaire : GR954346	a) 06/10/09
Echelle : 1/2000	b)
Réf :	c)
	d)
	e)