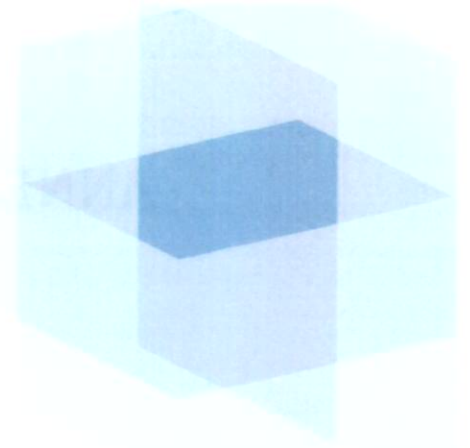


ANNEXE VII : Étude hydrologique - hydraulique

(TPFi 2016)



RD 29 – DESSERTE DES QUARTIERS NORD-OUEST DE LA CRAU



LE DÉPARTEMENT

Préconisation des travaux de confortement



Rapport hydrologique- hydraulique

Etude Hydrologique-Hydraulique

Références du document

Emetteur	Code affaire	Type de document
		Etude hydraulique : Diagnostic et dimensionnement des ouvrages EP

Suivi documentaire

Indice	Date	Description	Rédacteur	Vérificateur	Approbateur
B	05/12/16	Note de calcul hydraulique	AM		

Liste des intervenants

MAITRE D'OUVRAGE	<p>DÉPARTEMENT DU VAR</p> <p>390, avenue des Lices 83076 TOULON</p>
-------------------------	--

MAITRE D'OEUVRE	<p>TPF INGÉNIERIE</p> <p>AGENCE FRÉJUS</p> <p>14 VIA NOVA</p> <p>POLE D'EXCELLENCE JEAN LOUIS</p> <p>83600 FREJUS</p>
------------------------	---

AMO	
------------	--

SPS / CONTROLE TECHNIQUE / ...	
---	--

SOMMAIRE

1. OBJECTIF DE L'ÉTUDE	1
2. LOCALISATION GÉOGRAPHIQUE DU PROJET	1
3. ANALYSE HYDROLOGIQUE.....	5
3.1 Délimitation des bassins versants élémentaires	5
3.2 Estimation des pluies horaires de la station d'Hyères	10
3.3 Estimation de la pluie de projet	10
4. APERÇU HYDROGÉOLOGIQUE.....	11
5. RISQUES D'INONDATION DE LA ZONE DU PROJET.....	13
5.1 Atlas des Zones Inondables (AZI)	13
5.2 Plan de Prévention des Risques inondation (PPRi)	13
6. LA QUALITÉ DES EAUX.....	15
6.1 La qualité des eaux souterraines	15
6.2 La qualité des eaux superficielles	15
7. CALCULS HYDRAULIQUE ET ESTIMATION DES CAPACITES DES OUVRAGES EN PLACE.....	16
7.1 Diagnostic du réseau existant, état des ouvrages et hypothèses prises en compte	16
7.2 Fonctionnement hydraulique actuel.....	21
7.3 Logiciel utilisé dans les calculs hydrauliques	21
7.4 Schéma du réseau EP existant sous le logiciel SWMM.....	22
7.5 Simulation numérique des écoulements et résultats obtenus.....	23
8. CONCLUSION	27

La commune de la Crau est traversée par la RD29 du Nord/Est au Sud/Ouest et par la RD554 du Nord au Sud. Ces deux voies structurantes qui assurent l'essentiel de la desserte des quartiers Nord-Ouest empruntent le centre-ville. Elles s'articulent également autour de l'axe ferroviaire qui assure la liaison Toulon-Hyères, dont l'unique point de franchissement est le passage à niveau, sur la RD 29, implanté en agglomération.

Plusieurs études ont été menées afin de soulager le trafic et d'améliorer les conditions de déplacements dans ce secteur.

Le département du Var, acteur de la mobilité, est conscient de ces enjeux. Il a notamment contribué à l'amélioration de la ligne ferroviaire La Pauline – Hyères, pour augmenter la fréquence des circulations ferroviaires desservant les gares de la Pauline et de la Crau. Il a également lancé une étude visant à proposer diverses possibilités d'amélioration des échanges entre les quartiers Nord-Ouest et la zone d'attractivité formée par la gare de la Pauline-Hyères, l'université Toulon – La Garde et la zone industrielle et commerciale de Toulon-La Garde au Sud.

L'accroissement des échanges dû au développement urbain du secteur, lié à la volonté de développement de la part modale ferroviaire avec une augmentation du cadencement des trains sur la ligne Toulon-Hyères (56 circulations ferroviaires à ce jour), implique une augmentation de la fréquence de fermeture du passage à niveau de la RD 29, seul point de franchissement de la voie ferrée aux caractéristiques acceptables, entre les quartiers Nord-Ouest et le Sud de l'agglomération. Cette fermeture entraîne des files d'attente conséquentes qui congestionnent la circulation du centre-ville aux heures de pointes du soir et du matin.

Outre la problématique des conditions de circulation et de sécurité, cette situation affecte le cadre de vie des Crausois sur le plan socio-économique, en ne permettant pas de maintenir le dynamisme et le développement des quartiers Nord/Ouest et du centre-ville. Mais également, sur le plan de la santé publique, avec les risques liés à la pollution de l'air que les gênes en matière de bruit dus à la congestion du trafic qu'elle engendre.

Aujourd'hui, la situation est devenue difficilement soutenable pour les usagers et riverains, ce qui nécessite de proposer un itinéraire alternatif avec un point de franchissement supplémentaire de la voie ferrée.

Les principaux objectifs du projet étudié par le Département du Var sont :

- de faciliter les échanges entre les quartiers Nord-Ouest et le Sud avec des temps de parcours plus courts;
- de favoriser la mise en œuvre de la politique de transports collectifs, notamment l'accès au pôle d'échange de La Pauline-Hyères;
- de mieux répartir les flux de circulation dans la traversée de La Crau en proposant un maillage routier plus équilibré;
- de sécuriser la traversée de la voie ferrée par l'aménagement d'un ouvrage de franchissement dénivelé qui délesterait le passage à niveau de la RD29;
- de privilégier les modes doux avec la création de trottoirs et de pistes cyclables;
- d'améliorer le cadre de vie des habitants.

1. OBJET DE L'ETUDE

La présente étude hydrologique et hydraulique a pour objectifs ce qui suit :

- ✓ Etude hydrologique avec délimitation des bassins versants et estimation des volumes et débits de pointe au droit du projet ;
- ✓ Diagnostic du réseau de collecte et de gestion des eaux pluviales le long de la RD 29 ;
- ✓ Evaluation des capacités hydrauliques du réseau EP existant ;
- ✓ Dimensionnement si nécessaire de nouveaux ouvrages hydrauliques pour la collecte et la gestion des eaux pluviales en provenance des bassins versants interceptés par le projet de desserte des quartiers Nord-Ouest de La Crau - RD 29.

2. LOCALISATION GÉOGRAPHIQUE DU PROJET

Le projet est situé sur le territoire communal de La Crau du département du Var. Il est localisé au Sud-Ouest du centre-ville de La Crau à 950 mètres environ, au Nord-Ouest d'Hyères à 6 km et à l'Est de la Valette-du-Var à 6.7 km environ (Cf. Figures 1 et 2).

Le projet est situé à une altitude moyenne de 40 mNGF, les pentes sont faibles avec des terrains à caractère agricole.

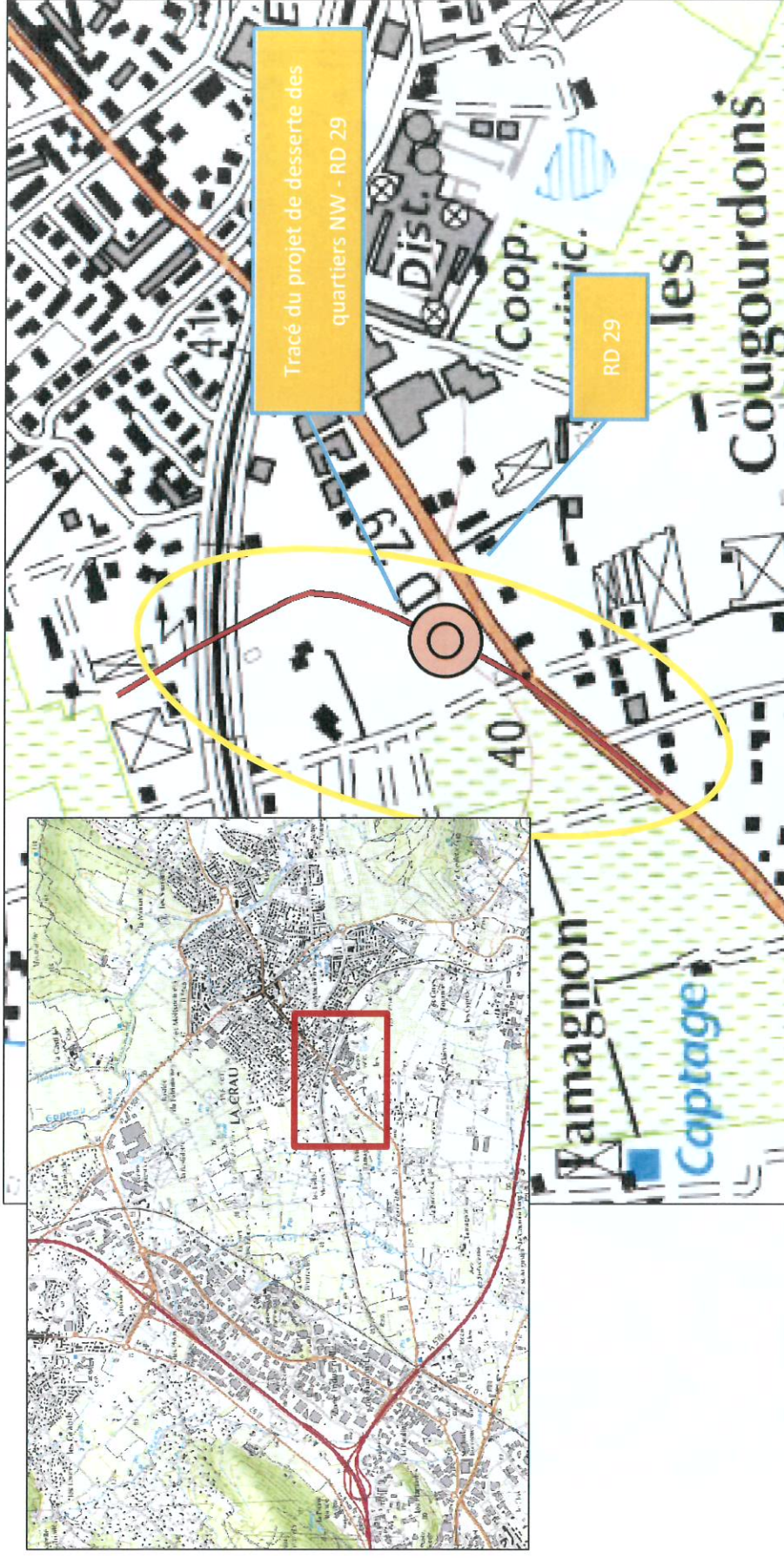


Figure 1 : Localisation du projet au Sud-Ouest de La Crau sur un extrait de la carte topographique de l'IGN au 25^{ème}



Figure 2 : Extrait du plan de projet de desserte des quartiers Nord-Ouest de La Crau au 1/500



Figure 3 : Extrait de la Photographie aérienne de l'IGN au droit du projet de desserte des quartiers Nord-Ouest de La Crau

3. ANALYSE HYDROLOGIQUE

Les précipitations dans la région de La Crau sont caractérisées comme pour toutes les zones à climat méditerranéen, par une saison sèche extrêmement prononcée pendant la saison estivale, mais également par des fortes averses et des précipitations intenses de courte durée, le plus souvent pendant la saison automnale et hivernale.

Cette analyse a pour but principal l'estimation de la pluie de projet, la délimitation des bassins versants élémentaires et l'estimation des débits de pointe fréquents.

Pour cette étude, nous disposons des données pluviométriques de la station d'Hyères sous forme de courbes IDF (Intensité-Durée-Fréquence) sur une période d'observation de 36 ans, allant de 1977 à 2012.

3.1 Délimitation des bassins versants élémentaires

Le découpage des sous-bassins versants est représenté sur les figures 4 à 5 ci-dessous. Au total, la zone d'étude a été découpée en 3 sous-bassins versants, en fonction de plusieurs critères :

- La topographie générale du secteur d'étude ;
- la localisation du point exutoire par rapport au projet ;
- la structure du réseau d'eaux pluviales existant.

La délimitation des différents bassins versants du secteur du projet a été réalisée à partir de la carte topographique au 25000^{ème} de l'IGN, des enquêtes de terrain et des photos aériennes.

Le secteur du projet est imperméabilisé en général à hauteur de 12% (estimation faite à partir de la photo aérienne). Le taux d'imperméabilisation est variable d'un bassin à l'autre. Il est à noter qu'il a été difficile de délimiter les bassins versants du fait de la topographie du secteur d'étude peu pentue et de l'absence des plans topographiques plus précis.

Le bassin topographique globale est d'une superficie de 27.23 hectares dont 18.18 hectares n'est pas intercepté par le projet. En effet, nous considérons que, les eaux de surface du bassin versant situé au Nord de la voie SNCF ne ruissellent pas vers le Sud et donc ne font pas partie du projet de desserte des quartiers Nord-Ouest de La Crau. Lors de nos enquêtes de terrain, nous avons constaté qu'il n'y a aucune possibilité de ruissellement de surface entre les parties Nord et Sud de la voie SNCF. Les ruissellements de surface des quartiers Nord et de la voie SNCF sont retenus soit par des ouvrages de rétention ou des fossés existants le long de la voie ferrée.

De ce fait, nous considérons que la surface totale des bassins versant intercepté par le projet est de **9.05 hectares** (Cf. Figure 4 et 5).

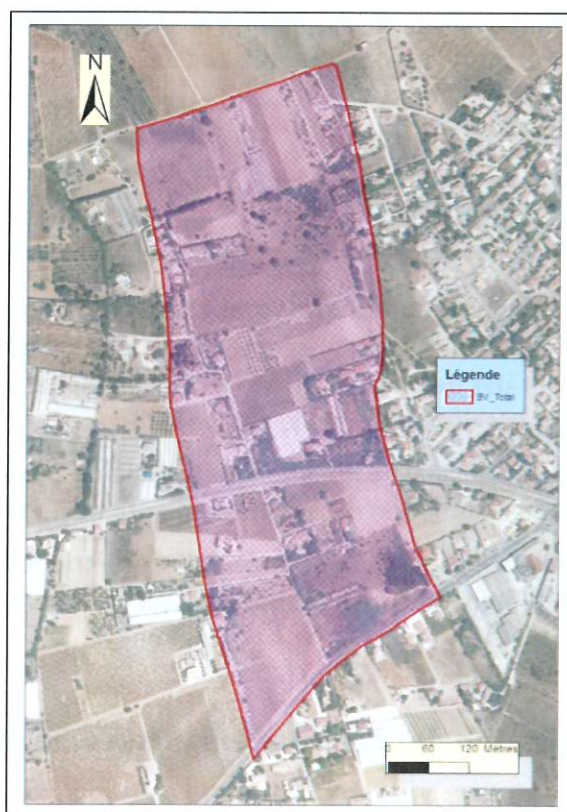


Figure 4 : Délimitation du bassin versant topographique du secteur du projet à partir de la photo topographique de l'IGN au 1/25000

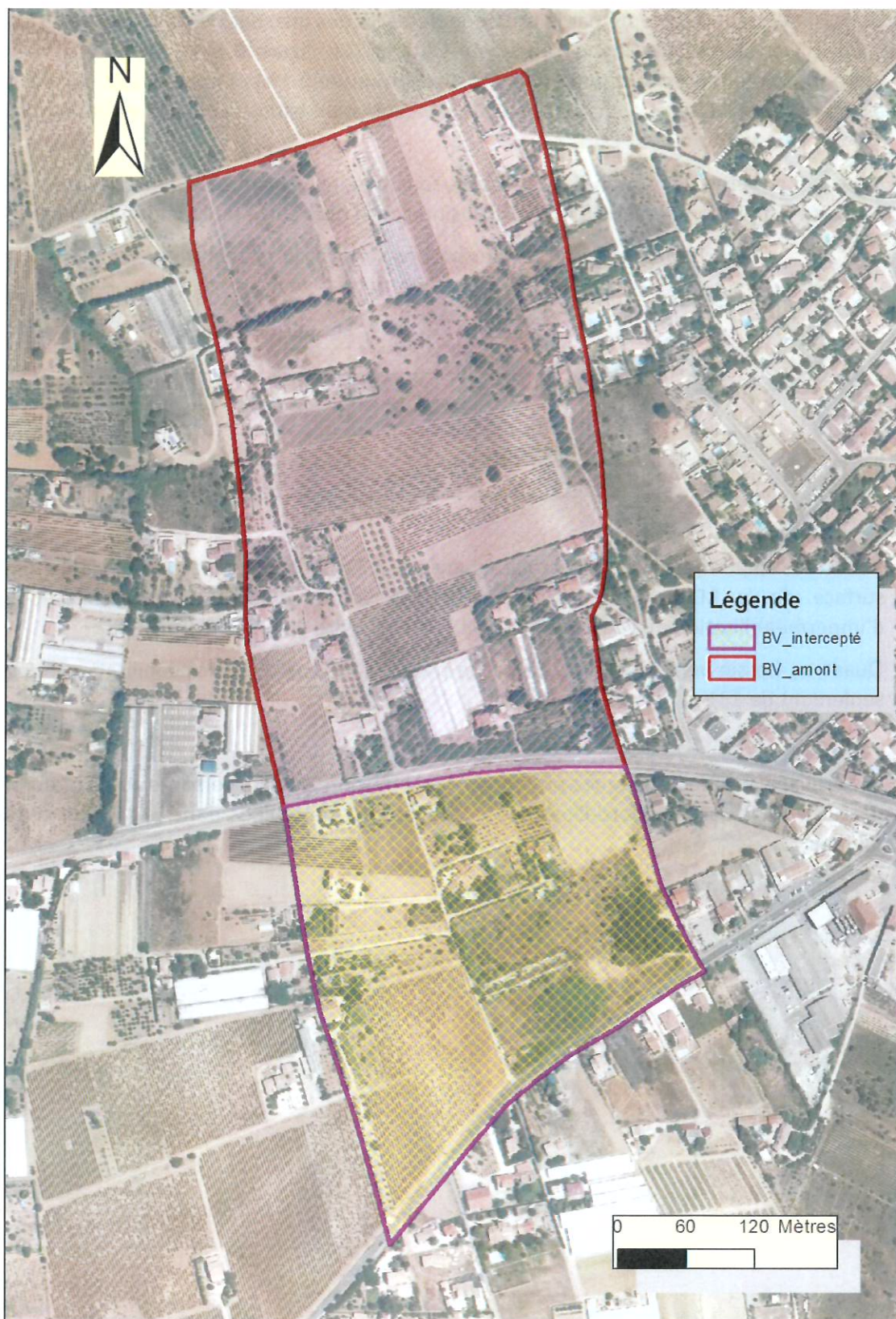


Figure 5 : Séparation du bassin versant total en deux sous-bassins : bassin versant amont la voie ferrée et bassin versant intercepté par le projet

Le bassin versant intercepté par le projet de desserte des quartiers Nord-Ouest de La Crau a été subdivisé en 3 sous bassins versants élémentaires (Cf. Figure 6 et le tableau 2). Ces bassins versants élémentaires sont peu pentus (pente inférieure à 1%) et caractérisés par des surfaces allant de 2 à 4 hectares avec un temps de concentration estimé entre 14 et 20 minutes par la méthode de Ventura.

Le taux d'imperméabilisation des différents sous bassins versants élémentaires a été obtenu à partir du plan topographique à notre disposition ainsi qu'à partir de la photo aérienne :

Tableau 1 : Surfaces des bassins versant du secteur du projet

	Surface (ha)	surface imperméabilisée (ha)
B.V. amont la voie ferrée	18.18	2.04
B.V. intercepté	9.05	1.18
B.V. Total	27.23	3.22

La surface imperméabilisée totale est estimée à 3.22 hectares, répartie principalement sur la surface de la RD 29, les habitations et les voiries d'accès et représentant un taux d'imperméabilisation du bassin versant globale de l'ordre de 12% environ.

Quant au bassin versant intercepté par le projet, son taux d'imperméabilisation est estimé à seulement de 13%.

Les principales caractéristiques physiques des différents bassins versants au droit du projet de desserte des quartiers Nord-Ouest de la Crau sont récapitulées dans le tableau ci-après (Cf. tableau 2).

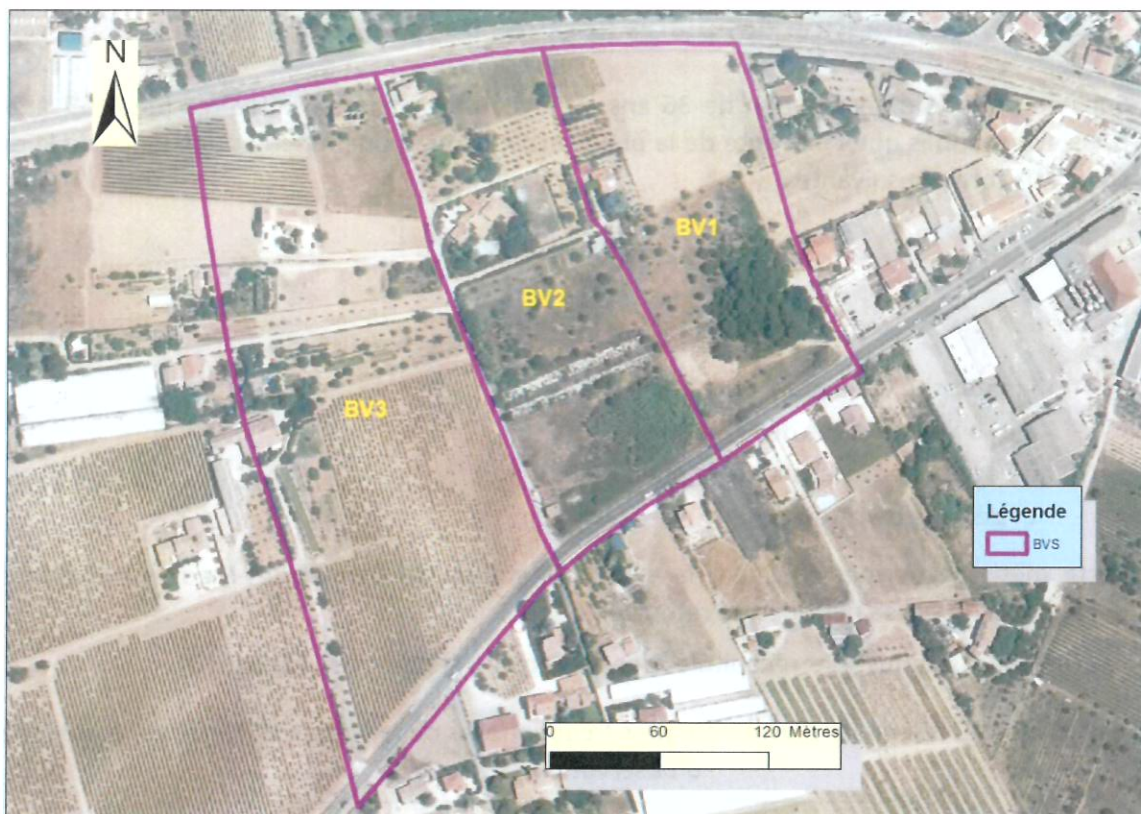


Figure 6 : Découpage du bassin versant intercepté par le projet en 3 sous bassins versants élémentaires

Tableau 2 : Principales caractéristiques physiques des sous bassins versants élémentaires à ruissellement vers le secteur du projet

Id	Surface BV (ha)	Surface imperméabilisée (ha)	% d'imper.
BV 1	2.14	0.168	7.9
BV 2	2.56	0.427	16.7
BV 3	4.35	0.585	15.4

3.2 Estimation des pluies horaires de la station d'Hyères

Sur une période d'observation de 36 ans au niveau de la station d'Hyères (de 1977 à 2012), nous avons admis que l'intensité de la pluie variait comme une fonction puissance de la durée, suivant la formule suivante :

$$I(d) = a(t) \times d^{b(t)}$$

Où

- I : intensité de la pluie [mm/min] ;
- a et b : paramètres de Montana ;
- d : durée de l'intensité de la pluie [min] ;
- t : période de retour.

Cette méthode permet d'évaluer la pluie à la station du Cannet-des-Maures sur différentes durées et différentes périodes de retour.

Les résultats obtenus sont récapitulés dans le tableau ci-après (Cf. Tableau 3).

Tableau 3 : Données pluviométriques fréquentielles de la station d'Hyères sur la période d'observation 1977 – 2012

Période de retour T (année)	Durée (h)			
	Hauteur d'eau (mm)			
	1	2	4	6
5	37.0	53.8	78.3	97.6
10	45.2	67.2	99.8	125.8
20	54.3	82.4	125.1	159.7
30	60.3	92.9	143.2	184.4
50	68.5	107.6	168.9	220.0
100	81.2	130.9	211.0	279.0

3.3 Estimation de la pluie de projet

En absence d'une station pluviométrique au pas horaire sur la commune de La Crau, et partant de l'hypothèse que la station de référence d'Hyères est représentative des précipitations au droit du projet, la modélisation de la pluie de projet a été effectuée à partir des courbes IDF (Intensité- Durée- Fréquence) de cette station de référence.

Le modèle utilisé est celui de DESBORDES dit « double triangle symétrique ». Nous avons pris en considération **une pluie d'occurrence vingtennale** d'une durée totale de **2 heures et d'une période intense de 15 minutes** selon les recommandations de l'assainissement routier.

Les résultats obtenus de cette modélisation donnent un cumul de pluie de 2 heures de période de retour vingtennale d'environ **82.4 mm**.

4. APERÇU HYDROGÉOLOGIQUE

La banque de données du sous-sol (BSS) du BRGM mentionne l'existence de seulement 3 forages à proximité du projet (Cf. Figure 7) :

- Un sondage situé au Nord de la zone du projet (profondeur de 13 m), réalisé en 1972 et mentionne un niveau d'eau de la nappe à seulement 1.10 m (données de 1972) ;
- Un forage d'eau situé au Sud-Est de la zone du projet d'une profondeur de 15 m (sis au 40 chemin des Goys Fournier), avec une profondeur d'eau de 2.40 m (donnée de septembre 2012) ;
- Un troisième forage d'eau d'une profondeur de 20 m, situé au Sud de la zone de projet. Ce forage a été réalisé en 1971 et aucune information sur le niveau d'eau n'a été donnée.

Tableau 4 : Récapitulatif des données des sondages et forages les plus proches de la zone du projet (source : BSS du BRGM)

Id	X Lambert (m)	Y Lambert (m)	Z T.N. (m)	Nature	Prof. (m)	date de réalisation	Niveau d'eau/sol (m)
BSS002LUYW	903590	1800904	41	Sondage	13	1972	1.1
BSS002LVBT	903987	1800550	39	Point d'eau	15	2012	2.4
BSS002LUYL	903642	1800085	38	Point d'eau	20	1971	?

Aussi et dans le cadre d'une étude géotechnique pour le compte du Conseil Départemental du Var, le BET ERG a réalisé entre janvier et février 2015 des sondages de reconnaissance dans le secteur le plus proche de la voie ferrée (au niveau du passage inférieur projeté). Les données piézométriques mentionnent la fluctuation du niveau de la nappe entre 2.2 et 2.6 m.

A ce stade d'étude nous n'avons pas de données et des enregistrements suffisants afin d'avoir une idée claire sur les fluctuations de la surface piézométrique de la nappe. Mais il convient de signaler que le niveau de la nappe de 2.2 m, peut engendrer des difficultés lors de la réalisation des travaux de passage inférieur, notamment la possibilité de constater des venues d'eau et aussi les risques de pollution de la nappe. Une étude plus détaillée et un suivi dans le temps de la nappe d'eau serait nécessaire pour une meilleure protection de la ressource en eau souterraine.

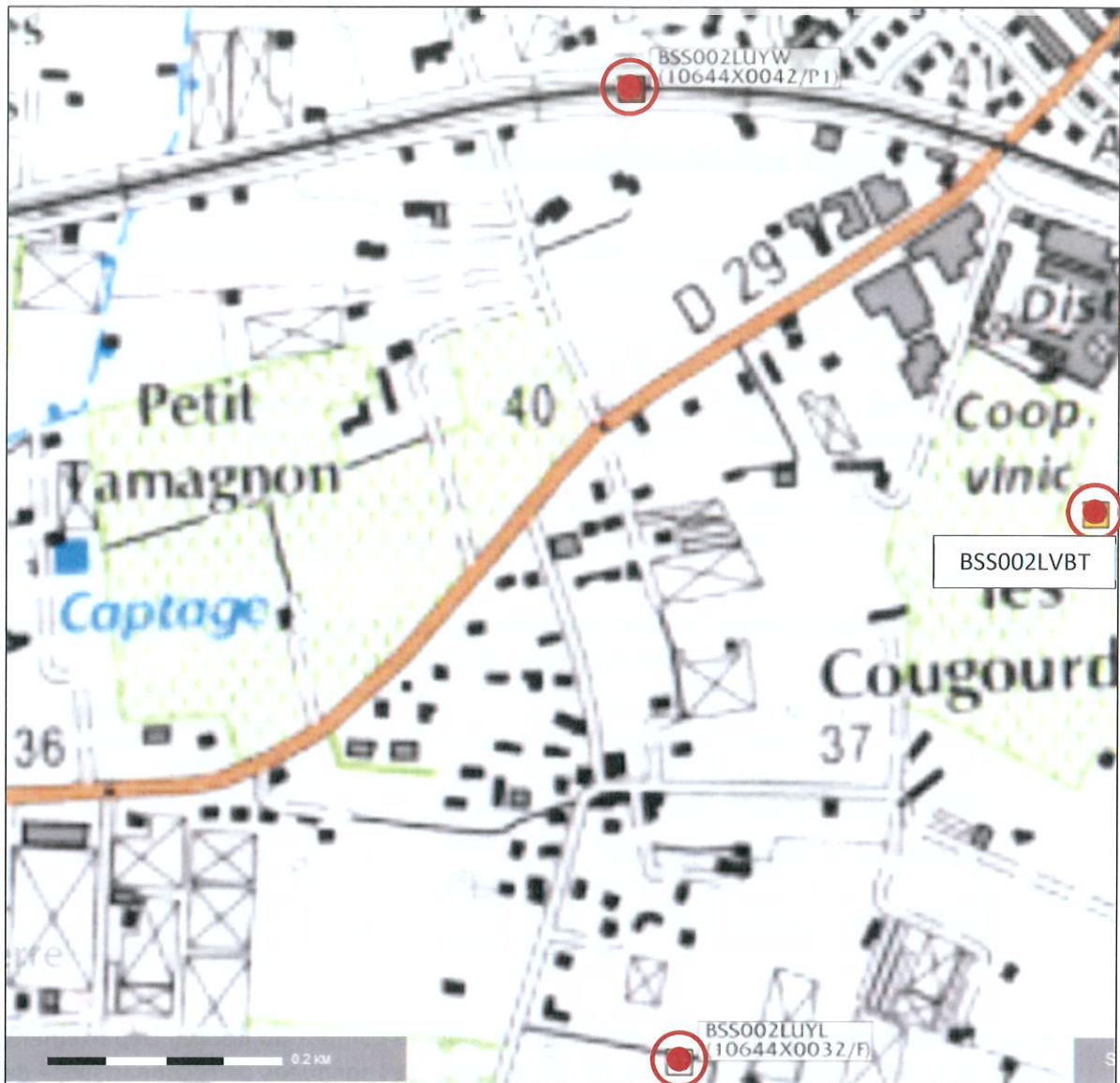


Figure 7 : Localisation des différents sondages et points d'eau dans le secteur du projet

5. RISQUES D'INONDATION DE LA ZONE DU PROJET

La commune est sensible au risque inondation de plaine généré par le Gapeau et le Réal Martin. Cet aléa se produit lorsqu'un cours d'eau sort lentement de son lit mineur, et éventuellement, inonder la plaine pendant une période relativement longue.

Si le risque d'inondation lié au Réal Martin concerne essentiellement des terrains agricoles, le Gapeau, qui traverse le centre-ville, induit un risque présentant un enjeu important pour la population de La Crau.

5.1. Atlas des Zones Inondables (AZI)

Les Atlas des Zones Inondables sont des documents de connaissance des phénomènes d'inondations susceptibles de se produire par débordement de cours d'eau.

La zone d'étude est située dans le lit majeur ordinaire de l'Eygoutier, à l'Ouest, et du Gapeau, à l'Est, comme le montre la carte ci-après.

5.2. Plan de Prévention des Risques inondation (PPRi)

Le PPRi de la vallée du Gapeau sur la commune de La Crau a été rendu immédiatement opposable par arrêté préfectoral en date du 30 mai 2016.

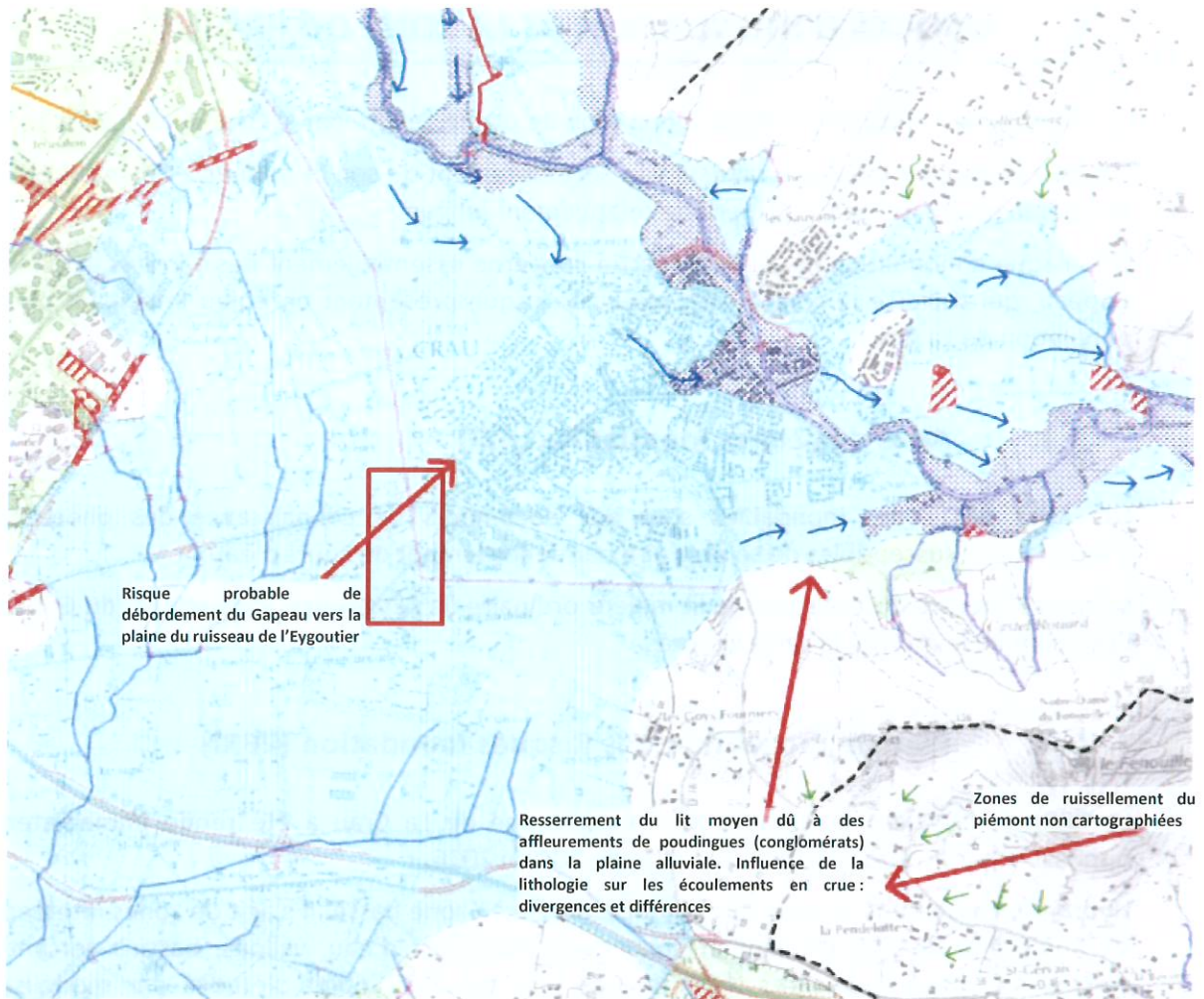
Hydrographiquement, la zone du projet est située en zone basse. Il s'agit de zones interceptant un impluvium de plus d'1 km² et concernant des cours d'eau, vallons, bassins versants ou secteurs de bassins versants n'ayant à ce jour pas fait l'objet d'études par modélisation hydraulique et dont le niveau d'exposition au risque n'est pas évalué.

Dans ces zones, les risques d'inondation et de ruissellement doivent être intégrés dans la perspective d'urbanisation.

Les opérations d'ensemble (ZAC, permis d'aménager, permis groupés) feront l'objet d'une étude permettant de situer les espaces les plus vulnérables au regard des événements (crues ou pluies) fréquents et rares, au moins centennaux, et de déterminer les dispositions constructives propres à prévenir le risque et à organiser les écoulements. Les conclusions de ces études seront intégrées dans les projets à réaliser.

Pour la réalisation de tous autres types de construction et afin de prévenir les dommages liés à la pénétration de l'eau à l'intérieur des ouvrages, il est recommandé que la face supérieure du premier plancher aménageable ou habitable soit implantée au minimum à 0,40 m au-dessus du terrain naturel ou que les ouvertures et autres émergences soient situées à minima à une cote de + 0,40 m au-dessus du terrain naturel ou nivelé, sans être inférieur à celui-ci, pris au droit de la dite ouverture ou émergence (cas de terrain en pente).

Cette mesure est de nature à réduire les effets liés à l'impluvium local et au ruissellement.



: Zone d'étude

Source : SIG Var

- | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|
| | Limite communale | | Lit mineur | | Depression fermée (contour net ou peu net) |
| | Lit moyen | | Lit majeur ordinaire | | Pied de versant |
| | Lit majeur exceptionnel | | Inondabilité par ruissellement sur les piémonts | | Corniche dans le substrat |
| | Barrage de travertins | | Ruissellement en aval d'un barrage de travertins | | Talus net |
| | Suspicion de débordements sur terrasse | | Axe d'écoulement en crue | | Talus peu net |
| | Ruissellement (zonage non délimité) | | Glacis-Cône | | Remblai |
| | | | | | Remblais d'infrastructures |
| | | | | | Lit mineur recalibré |
| | | | | | Digues |
| | | | | | Ouvrage d'art |
| | | | | | Carrière, gravière ou déblais |
| | | | | | Limite de zone étudiée |

Figure 8 : Localisation du secteur du projet sur un extrait de l'Atlas des Zones Inondables du Var

6. LA QUALITÉ DES EAUX

6.1. La qualité des eaux souterraines

Selon la fiche d'état de connaissance de la masse d'eau de 2014, celle-ci était en 2013 en bon état quantitatif et en état chimique médiocre, en lien avec des problématiques nitrates et pesticides.

Le SDAGE en vigueur indique l'atteinte de l'objectif de bon état quantitatif en 2015 et le report à 2027 de l'atteinte de l'objectif de bon état chimique, le motif de ce report étant les conditions naturelles et les paramètres faisant l'objet d'une adaptation les nitrates, les pesticides et les pollutions urbaines.

6.2. La qualité des eaux superficielles

Aucune donnée qualitative n'existe sur l'Eygoutier ou le ruisseau de Lambert sur la commune de La Crau.

La station de mesure de la qualité de l'eau de l'Eygoutier à la Garde, à l'aval de la confluence avec le ruisseau de Lambert, indique un potentiel écologique moyen depuis 2009 et un bon état chimique depuis 2009, sauf en 2012 et 2015 où il était mauvais (présence de substances déclassantes).

Le SDAGE en vigueur indique, pour l'Eygoutier, le report à 2027 de l'atteinte de l'objectif de bon potentiel écologique et de bon état chimique, le motif de ce report étant les conditions naturelles et la faisabilité technique.

Le potentiel écologique des eaux superficielles de la zone d'étude est moyen et l'état chimique est mauvais à bon selon les années.

7. CALCULS HYDRAULIQUES ET ESTIMATION DES CAPACITES DES OUVRAGES EN PLACE

Afin d'assurer l'évacuation des eaux pluviales dues à des épisodes pluvieux d'une période de retour donnée (10 ans, 100 ans ou exceptionnelle), le dispositif installé et/ou à installer doit être capable de laisser s'écouler les quantités d'eaux pluviales sans se mettre en charge.

Dans cette étape de l'étude hydraulique, deux principales phases seront abordées :

- diagnostiquer le réseau de gestion des eaux pluviales au droit du secteur d'étude ;
- tester la capacité hydraulique des ouvrages hydrauliques en place en état actuel;
- dimensionner les ouvrages hydrauliques nécessaires pour une meilleure gestion des eaux pluviales en provenance des surfaces interceptées par le projet.

7.1. Diagnostic du réseau existant, état des ouvrages et hypothèses prises en compte

Lors de notre enquête de terrain, nous nous sommes rendu compte que les ouvrages hydrauliques en place sont en grande majorité très mal entretenus notamment les ouvrages situés sous les voiries d'accès aux propriétés privées.

Lors de l'enquête du terrain et le diagnostic des ouvrages hydrauliques le long de la RD 29, nous avons relevé l'existence de ce qui suit :

- Les eaux pluviales du bassin versant amont de la voie ferrée sont retenues dans des fossés le long de la voie SNCF et aucun ruissellement de surface n'est possible entre le Nord et Sud de la voie ferrée ;
- La nature du réseau de collecte des EP est simple. Il est constitué principalement par des fossés et des buses situées notamment au droit des voiries d'accès aux propriétés privées le long de la RD 29 ;
- Les fossés enherbés principalement sur la gauche de la RD 29 (en allant d'Est en Ouest) constituent les ouvrages hydrauliques les plus représentés ;
- les buses de forme circulaire se trouvent en général, au droit des voiries d'accès aux propriétés et sur des courtes distances ;
- les pentes du réseau EP sont très faibles sur la majeure partie du secteur du projet (en général inférieures à 1%) ;
- la grande majorité des buses situées sous les voiries d'accès privées sont, soit visiblement sous-dimensionnées soit mal entretenues ;

L'ensemble des ouvrages hydrauliques diagnostiqués est porté sur les figures 9 et 10 et le tableau 5 ci-après.



Figure 9 : Vue générale du réseau EP de la RD 39 diagnostiqué lors de nos enquêtes de terrain (depuis le projet jusqu'à l'exutoire)

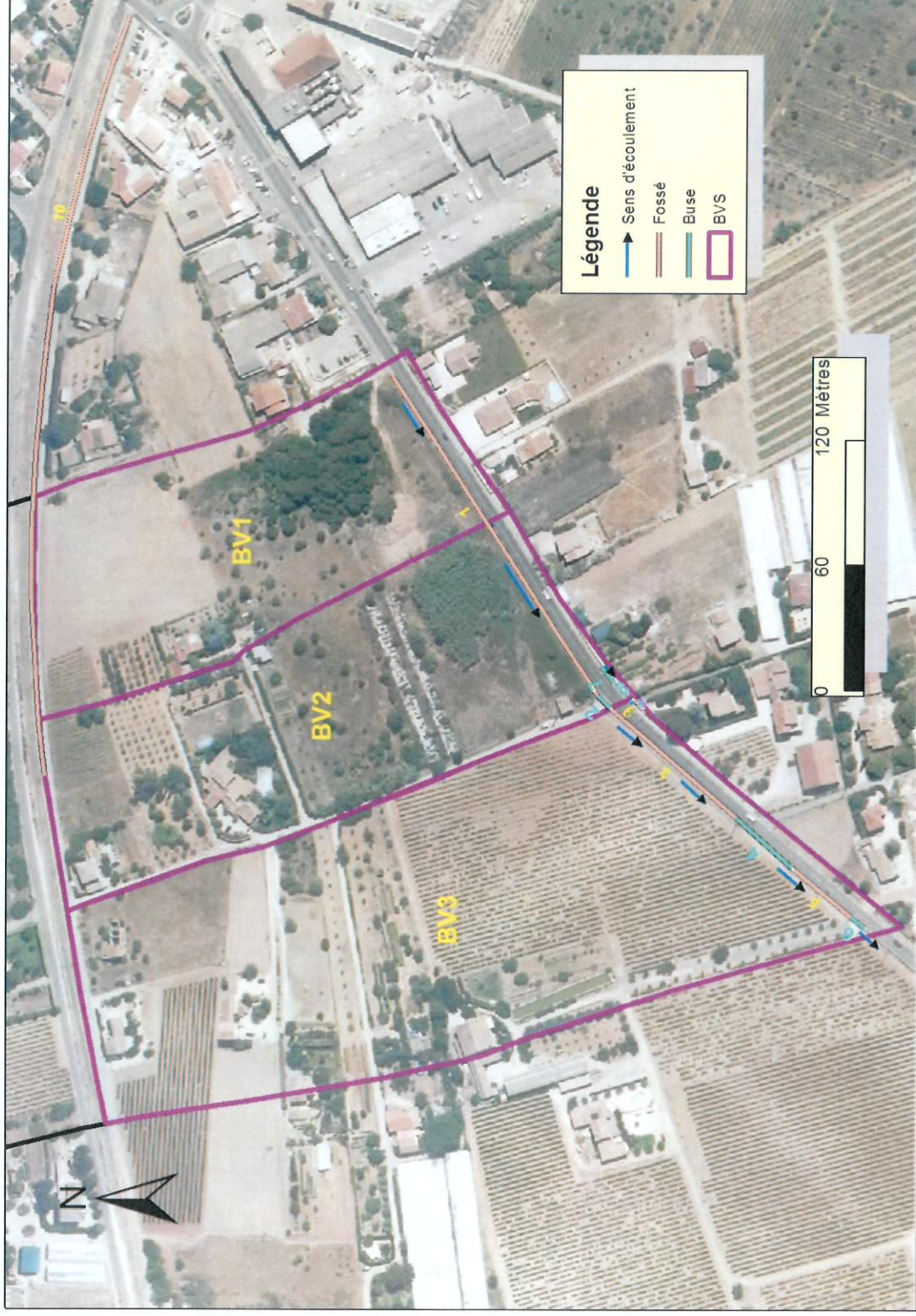


Figure 10 : Diagnostic des ouvrages hydrauliques existants (sur l'emprise du projet)

Tableau 5 : Tableau récapitulatif des ouvrages hydrauliques (OH) existants sur l'emprise du projet de desserte

N° OH	Nature	Forme	∅ (mm)	largeur base (m)	largeur sommet (m)	Profondeur (m)	Pente (%)	Observation
1	Fossé naturel	triangulaire		0.4	1.5	0.55	1	Fossé correctement entretenu
2	B.A.	circulaire	300				1	Ouvrage obstrué
3	Fossé naturel			0.5	1.6	0.6	0.5	
4	Buse en PEHD	circulaire	400				0.5	distance de busage 33 m
5	Fossé naturel			0.5	1.5	0.55	1	
6	Buse métallique	circulaire	280				0.8	ouvrage obstrué
7	Caniveau en Béton	rectangulaire					0.8	grille avaloire à écoulement vers OH n° 8
8	Buse en B.A.	circulaire	200				0.7	A écoulement vers un ouvrage indéterminé (probablement vers le réseau EP communal)
9	Caniveau en Béton	rectangulaire		0.25		0.25	0.8	caniveau grille à écoulement vers un ouvrage indéterminé (probablement vers le réseau EP communal)
10	Fossé naturel				2.3	1	0.5	fossé tout le long de la voie SNCF (rétention des eaux en provenance du bassin versant amont et de la voie ferrée)



Figure 11 : Exemple du fossé naturel de forme triangulaire au début du réseau (OH n° 1)



Figure 12 : Exemple d'un ouvrage circulaire sous le chemin de la Poterie très mal entretenu (OH n°2)

7.2. Fonctionnement hydraulique actuel

Lors de notre enquête de terrain du 16 août 2016 on s'est rendu compte de ce qui suit :

- Les ruissellements de surface des bassins versants se font du Nord vers le Sud ;
- Les volumes d'eau de ruissellement des bassins versant et des voiries sont collectés dans des fossés, puis acheminé vers l'exutoire situé à 1.2 km environ au Sud-Ouest du projet, au droit du ruisseau Lambert ;
- La majeure partie des ouvrages hydraulique sont situés du côté gauche de la RD 39 (en allant vers l'exutoire) ;
- Hormis le fossé de rétention le long de la voie ferrée, aucun ouvrage de rétention n'a été constaté le long de la RD 39 ;
- La pente des ouvrages de collecte des eaux pluviales le long de la RD 39 sont de très faible pente ;
- D'après la configuration actuelle du réseau EP de la RD 39 (pente très faible et ouvrages parfois obstrués), ce réseau connaît des dysfonctionnements et cause des désordres hydrauliques.

7.3. Logiciel utilisé dans les calculs hydrauliques

Les calculs hydrauliques ont été réalisés par le logiciel SWMM. Le Modèle SWMM (Storm Water Management Model) de la Division U.S. Environmental Protection Agency's National Risk Management Research Laboratory (EPA) est un modèle de simulation précipitations-ruissellement, appliqué à un seul événement pluvieux ou à long terme pour la simulation des ruissellements dans les milieux urbains (quantité et qualité).

SWMM a été développé pour la première fois dans les années 70 et a subi depuis, plusieurs mises à jour majeures. Il est largement utilisé à travers le monde pour la planification, l'analyse et la conception des eaux pluviales, les égouts combinés, les égouts sanitaires, et autres systèmes de drainage dans les milieux urbain et rural.

Le SWMM fonctionne sur un ensemble de bassins versants recevant les précipitations et générant un ruissellement. Il utilise deux principaux modèles:

A- Modèle infiltration

L'estimation de la part infiltrée des précipitations au niveau des bassins versants est modélisée selon 3 modèles :

- Horton ;
- Green-Ampt ;
- Curve Number.

B- Modèle écoulement

Le débit écoulé dans les conduites est approché par l'équation du principe de la conservation de la masse, et en cas de régimes graduellement varié et transitoire par l'application de l'équation de Saint-Venant.

SWMM dispose de 3 routines, utilisées pour résoudre ces équations :

- routage en régime stationnaire ;
- routage par onde cinématique ;
- routage par onde dynamique : en régime transitoire (par la résolution l'équation de Saint-Venant à 1 dimension. Elle consiste en l'équation de continuité).

L'utilisation de cet outil de calcul numérique (avec un réglage correct des différents paramètres des bassins versants et du réseau) est tout à fait capable d'obtenir des résultats fiables.

7.4. Schéma du réseau EP existant sous le logiciel SWMM

La conception du modèle a été réalisée sous le logiciel SWMM. On a adopté un modèle Hortonien pour l'estimation des parts de ruissellement et d'infiltration (fonction de production) et un modèle de type onde dynamique pour la simulation des écoulements dans le réseau de collecte des eaux pluviales.

Les réseaux hydrauliques existants ou à mettre en place ont été modélisés dans un contexte unidimensionnel. Les hauteurs de lignes d'eaux ainsi que les vitesses d'écoulement sont approchées en tout point du réseau grâce à un schéma de différences finies, qui résout les équations complètes de Barré de Saint-Venant. Les modèles réalisés permettent ainsi d'étudier et d'observer la propagation des ondes de crue pour des régimes graduellement et rapidement variés.

Les hypothèses pris en compte lors de la réalisation du schéma de collecte des eaux pluviales sont les suivant :

- Les fossés enherbés de part et d'autre de la RD 29, sont caractérisés par une pente faible entre 0.4 et 1% ;
- Les coefficients de rugosité de Strickler pris en compte sont de l'ordre de 30 pour les fossés enherbés et de 65 pour les ouvrages en béton, PEHD et métallique ;
- Afin de simplifier le modèle hydraulique, les ruissellements de chaque bassin versant élémentaire sont collectés au niveau du nœud du réseau EP le plus proche.

Le schéma du réseau existant sous le logiciel SWMM sont illustrés par la figure 13.

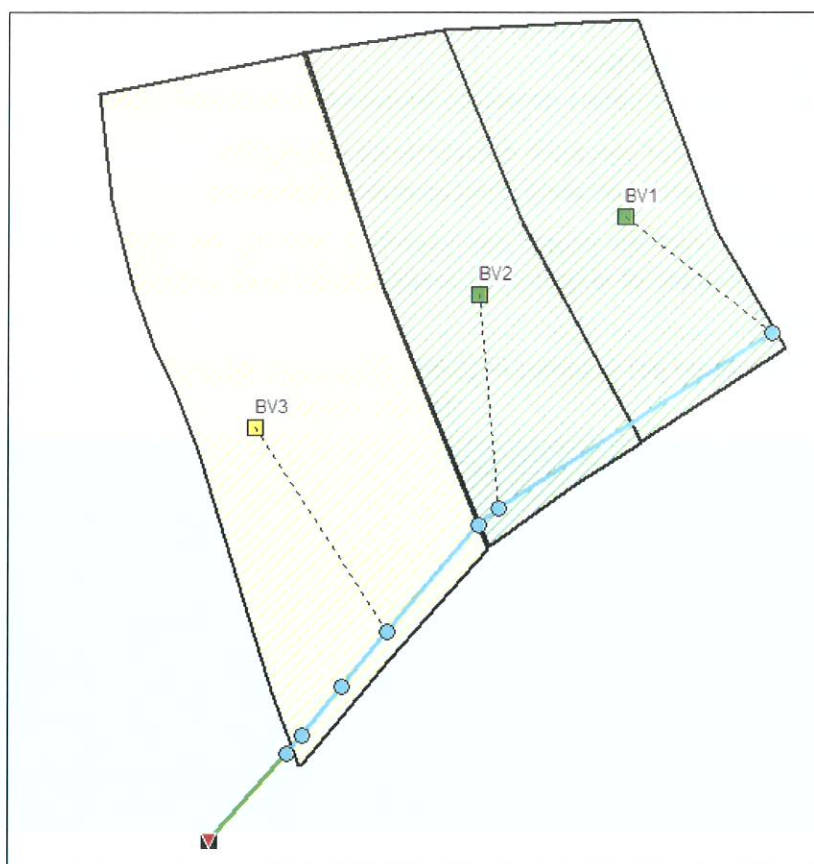


Figure 13 : Schéma du réseau de collecte des eaux pluviales du secteur d'étude sous le logiciel SWMM

7.5. Simulation numérique des écoulements et résultats obtenus

Les hauteurs de lignes d'eau ainsi que les vitesses d'écoulement dans le réseau de gestion des eaux pluviales (pour des pluies de projet d'occurrence vingtennale) sont approchées en tout point du réseau, grâce à un schéma de différences finies qui résout les équations complètes de Barré-de-Saint-Venant. Les modèles réalisés permettent ainsi d'étudier et d'observer la propagation des ondes de crue pour des régimes graduellement et rapidement variés.

7.5.1 Estimation des volumes et des débits de pointe en provenance des différents bassins versants élémentaires (bassins versants interceptés) – Etat actuel

Préalablement nous avons procédé à l'estimation des volumes d'eau et des débits de pointe générés par les différents bassins versants élémentaires et à ruissellement vers la RD 29 pour les pluies fréquentielles suivantes :

- une pluie d'occurrence décennale de période totale de 2 heures et d'une période intense de 15 minutes d'un cumul de 67.2 mm ;
- une pluie d'occurrence vingtennale de période totale de 2 heures et d'une période intense de 15 minutes (pluie de projet) d'un cumul de 82.4 mm.

Les estimations en différents points du réseau du secteur du projet sont récapitulées dans le tableau ci-après (Cf. Tableau 6).

Nous constatons que les débits de pointe fréquentiels sont de l'ordre de :

- 58 à 175 L/s pour une pluie d'occurrence décennale ;
- 93 à 216 L/s pour une pluie d'occurrence vingtennale.

Le débit total en aval du projet est estimé à minima de 350 à 450 L/s pour des pluies d'occurrence décennale et vingtennale respectivement et sans prendre en compte les volumes d'eau débordés.

Tableau 6 : Estimation des volumes et débits de pointe fréquentiels en provenance des différents bassins versants

Id BV	Pluie décennale			Pluie vingtennale		
	Volume ruisselé (m ³)	Débit de pointe (L/s)	Coefficient de ruissellement	Volume ruisselé (m ³)	Débit de pointe (L/s)	Coefficient de ruissellement
BV 1	170	58	0.12	320	93.0	0.18
BV 2	340	129.5	0.20	540	160.0	0.25
BV 3	470	175.6	0.16	760	217	0.21

Dans l'état actuel du réseau EP existant, il ressort que :

- La plus part des fossés est caractérisé par une capacité hydraulique inférieure à la vingtennale (Cf. Figure 13) ;
- La plus part des ouvrages hydrauliques circulaires (buses) est caractérisé par une capacité hydraulique décennale ou inférieure à la décennale ;
- Lors de notre enquête de terrain et hormis les fossés de la voie ferrée, nous n'avons relevé aucun bassin de rétention pour la gestion des eaux pluviales de la plateforme routières ;
- Les vitesses d'écoulement dans les différents ouvrages hydrauliques sont variables de 0.4 m/s à 0.8 m/s.

A l'issue de cette étude préalable au diagnostic du réseau EP existant le long de la RD 29, nous constatons que le réseau EP existant est mal entretenu et sa capacité hydraulique est en général de l'ordre de la décennale ou inférieure à la décennale.

Le projet de desserte des quartiers Nord-Ouest de La Crau prévoit une imperméabilisation supplémentaire des bassins versants, ceci conduira forcément à une augmentation des volumes d'eau et débits de pointe ce qui peut engendrer des désordres hydrauliques plus intenses et plus récurrentes.

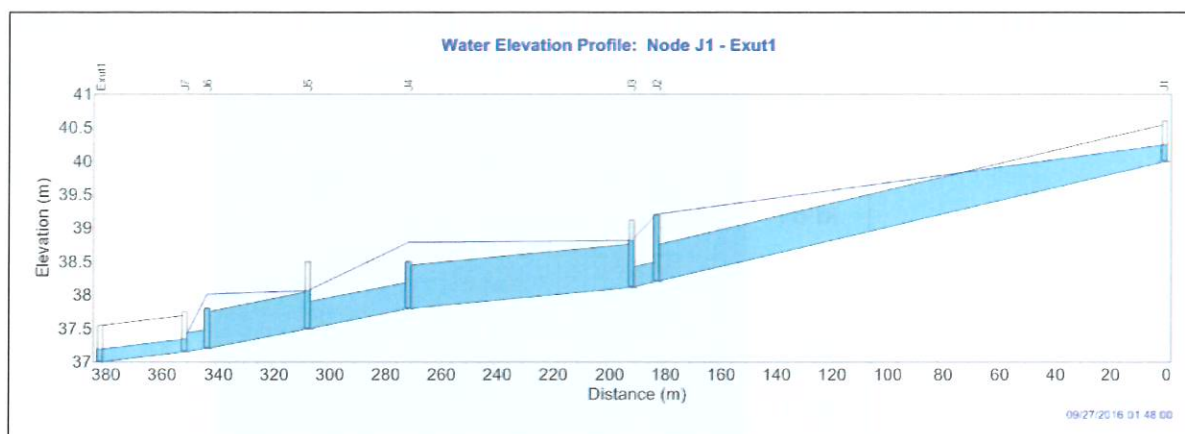


Figure 14 : Profil en long des ouvrages hydrauliques pour la gestion des eaux pluviales au droit du projet et niveau d'eau pour une pluie d'occurrence vingtennale (débordement et mise en charge de l'ensemble du réseau)

7.5.2 Estimation des volumes et des débits de pointe en provenance des différents bassins versants élémentaires (bassins versants interceptés) – État Projeté – Rétablissement des écoulements naturels

Dans le cas du projet de desserte des quartiers Nord-Ouest de La Crau, une imperméabilisation des sols supplémentaire sera créée. Ceci conduira forcément à une diminution de la part de pluie infiltré et augmentera les volumes d'eau de ruissellement ainsi que les débits de pointe.

Actuellement, les 3 bassins versants élémentaires sont imperméabilisés à hauteur de 8 à 16%. Le projet augmentera cette imperméabilisation de 2 à 16 %. Le tableau ci-après illustre les taux d'imperméabilisation actuel et futur des différents bassins versant.

Tableau 7 : Comparaison du taux d'imperméabilisation des bassins versants interceptés par le projet (état actuel – état projeté)

ID	ETAT ACTUEL			ETAT FUTUR		
	Surface (ha)	surface imper (ha)	% imper	surface imper supplémentaire (ha)	Surface imperméabilisée future (ha)	% imper
BV1	2.14	0.168	7.9	0.162	0.33	15.4
BV2	2.56	0.427	16.7	0.41	0.837	32.7
BV3	4.35	0.585	13.4	0.1	0.685	15.7

L'état projeté des différents bassins versants nécessite la réfection complet du réseau EP de la RD39 depuis le projet jusqu'au point exutoire.

En effet, l'augmentation des surfaces imperméabilisées conduit à une augmentation des volumes et débits de pointe (Cf. Tableau 8).

Tableau 8 : Estimation des volumes et débits de pointe fréquents en provenance des différents bassins versants - état projeté

Id BV	Pluie vingtennale		
	Volume ruisselé (m ³)	Débit de pointe (L/s)	Coefficient de ruissellement
BV 1	440	130.4	0.25
BV 2	860	279.6	0.40
BV 3	840	246.7	0.23

Afin de faire face à cette nouvelle situation et l'augmentation des volumes d'eau en provenance des bassins versants, il serait nécessaire le remplacement des ouvrages de gestion EP actuel par d'autres de plus grandes dimensions.

A ce stade d'étude nous estimons nécessaire de mettre en place des ouvrages hydrauliques de forme circulaire et dimensions allant de 700 à 800 mm.

L'état futur de la zone du projet génère une augmentation des débits de pointe de l'ordre de 40% (pour une pluie d'occurrence vingtennale). On passe d'un débit de pointe en aval immédiat du projet de 450 L/s (en état actuel) à 625 L/s en état projeté.

Afin, de respecter la non augmentation des débits de pointe en aval du projet et la non augmentation des risque d'inondation au droit et en aval du projet la construction d'un bassin de rétention est nécessaire.

Cet ouvrage de gestion des eaux pluviales en provenance des surfaces imperméabilisées par le projet aura les dimensions suivantes :

- Volume total du bassin : 700 m³ ;
- Diamètre d'ajutage 300 mm.

A ce stade d'étude, les dimensions de l'ouvrage de rétention est une première approximation en prenant en compte la non augmentation des débits de pointe en aval du projet. Avec la mise en place d'un tel ouvrage nous estimons les débits de pointe de l'ordre de 350 L/s (débit inférieur à un débit généré par une pluie d'occurrence décennale).

8. CONCLUSION

A ce stade d'étude nous retenons ce qui suit :

La surface du bassin versant topographique au droit du projet est estimée à 27.2 hectares. Seulement 9 hectares de ce bassin versant sont interceptés par le projet de desserte des quartiers Nord-Ouest de La Crau. En effet, la voie fait actuellement barrage au ruissellement de surface et aucune continuité de ruissellement de surface n'est possible entre l'amont et l'aval de la voie ferrée. D'ailleurs un fossé le long de la ligne SNCF, constitue actuellement un ouvrage de rétention des volumes d'eau en provenance des quartiers Nord du projet.

La consultation de la base de données du sous-sol du BRGM, ne nous a pas permis d'avoir une idée claire sur les niveaux d'eau de la nappe souterraine. Seulement, 3 sondages et forages ont été recensés dans le périmètre du projet. Les sondages et piézomètres les plus récents réalisés par le BET ERG mis en évidence une profondeur du niveau de la nappe à - 2.2 m. Ces données ne sont pas suffisante pour avoir une certitude sur la fluctuation de la surface piézométrique de la nappe. Afin d'avoir une vision plus claire sur les niveaux de plus hautes eaux de la nappe, il faudrait un suivi continue sur plusieurs années.

L'état actuel des ouvrages hydrauliques, existant le long de la RD 39 présente une insuffisante de capacité hydraulique (le plus souvent inférieur à une pluie d'occurrence vingtennale).

Le projet de desserte des quartiers Nord-Ouest de La Crau induira une augmentation des surfaces imperméabilisées de l'ordre de 0.7 hectares environ. Cette nouvelle imperméabilisation génère une augmentation des volumes et débits de pointe en aval du projet d'environ 40%.

Afin de ne pas aggraver les désordres hydrauliques au droit et en aval du projet, nous préconisons la réalisation d'un bassin de rétention d'une capacité totale de 700 m³, ainsi que le remplacement des ouvrages EP existant par d'autres de dimensions plus grandes : ouvrages circulaire de dimensions allant de 700 à 800 mm ou par d'autres ouvrages de capacité hydraulique équivalente.

Etant donné que la surface du bassin versant intercepté par le projet est supérieure à 1 hectare, mais inférieure à 20 hectares, le projet est soumis à l'élaboration d'un dossier Loi sur l'Eau – dossier déclaratif.



tpfi
L'INGÉNIERIE CO-CRÉATIVE



Siège social

Immeuble Le Balthazar – 2 Quai d'Arenc
BP 60025
13202 MARSEILLE Cedex 2
Tél. : 04 91 23 77 50 – Fax : 04 91 25 29 87
siege@tpfi.fr

Agence de Nice

4, chemin du château Saint-Pierre
CS 50531
06359 NICE CEDEX 4
Tél. : 04 93 27 66 30 – Fax : 04 93 27 66 39