

Les Issambres - Le Village - La Bouverie
ROQUEBRUNE
SUR ARGENS



SRE FRANCE
Lotissement Cambon Bonne Fontaine
83580 GASSIN

Références cadastrales : Section CI n°348, 697, 765, 840, 841, 844

**Note Hydraulique du Permis pour la construction
d'un espace sportif et loisirs
Avenue de la Vallée
Z.A.C. du "Mas Esquières"
83380 ROQUEBRUNE SUR ARGENS**

N° d'affaire	Référence PC
2021-12-001	PC n°

Indice	date	Rédaction	Vérificateur	Visa
01	17/12/2021	GT		

CAPS

SOMMAIRE

1.	PRESENTATION DU CONTEXTE ET DES DONNEES DISPONIBLES	3
1.1	LE CONTEXTE DU PROJET	3
1.2	LES INFORMATIONS CARTOGRAPHIQUES DISPONIBLES	3
2.	OBJET DE LA NOTICE HYDRAULIQUE	8
3.	REGLES ET PRINCIPES REGLEMENTAIRES APPLICABLES	8
3.1	RÈGLES DE LA DDTM RELATIVES À LA RUBRIQUE 2.1.5.0 DU CODE DE L'ENVIRONNEMENT	8
3.2	RÈGLES ET PRINCIPES RELATIFS A L'ASSAINISSEMENT PLUVIAL.....	8
3.3	REGLES DE CALCUL HYDROLOGIQUE ET HYDRAULIQUE IMPOSES PAR LES REGLEMENTS	11
4.	RISQUE ET ALEA INONDATION.....	12
4.1	PLAN DE PREVENTION DES RISQUES INONDATIONS.....	12
4.2	RISQUE DANS LE PLU ET SCHEMA DIRECTEUR DE GESTION DES EAUX PLUVIALES	13
4.2.1	RISQUE INONDATION DANS LE PLU.....	13
4.2.2	ETUDES SUR LE RISQUE DANS LE SCHEMA DIRECTEUR D'ASSAINISSEMENT DES EAUX PLUVIALES	13
4.3	PHENOMENES DE RUISSELEMENT / EXZECO DU CEREMA.....	14
5.	ANALYSE DE L'INCIDENCE HYDRAULIQUE DE L'AMENAGEMENT.....	15
5.1	BASSIN VERSANT ET DÉBITS GÉNÉRÉS.....	15
5.1.1	MÉTHODES DE CALCUL ET DONNEES D'ENTREE	15
5.1.2	SITUATION ACTUELLE	17
5.1.3	SITUATION FUTURE	18
5.2	DEFINITION DU VOLUME DE RETENTION EN MESURE COMPENSATOIRE	19
5.2.1	DEBIT DE FUITE	19
5.2.2	VOLUME	20
5.3	CARACTÉRISTIQUES DE LA STRUCTURE DE RÉTENTION.....	20
5.3.1	TYPE ET CARACTÉRISTIQUES DE LA STRUCTURE DE RÉTENTION	20
5.3.2	OUVRAGE DE FUITE	23
5.3.3	SCHEMA DE FONCTIONNEMENT DE LA STRUCTURE DE RETENTION	24
5.4	SOLUTION DE RETENTION ALTERNATIVE	26
5.5	DEFINITION GENERALE DU RESEAU PLUVIAL DU TERRAIN.....	26
6.	REMARQUES.....	27
7.	ANNEXES	28

1. PRESENTATION DU CONTEXTE ET DES DONNEES DISPONIBLES

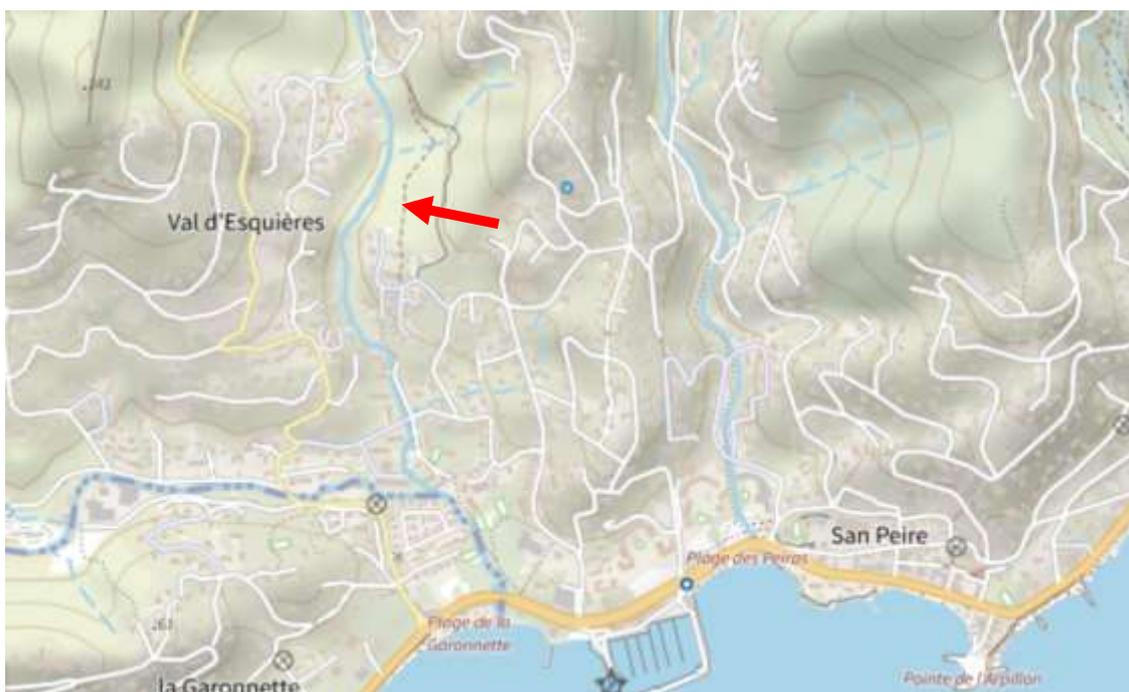
1.1 LE CONTEXTE DU PROJET

Le projet consiste à construire un espace sportif et loisirs comprenant un espace couvert extérieur multisport, un bâtiment salle fitness / stockage sportif, une piste d'athlétisme, une piste de saut, une zone sportive à l'extérieur (street work-out). Le terrain est situé sur l'avenue de la Vallée à Roquebrune sur Argens. Les parcelles concernées (section CI n°348, 697, 765, 840, 841, 844) sont en zone ZNa du PLU. On peut noter que :

- Le terrain a une superficie de 8990 m².
- Il est à l'état initial constitué d'espaces verts (cf. figure 2 du chapitre 1.2).
- Le plus important chemin hydraulique a une longueur d'environ 210 m avec une pente moyenne d'environ 5 % à l'état initial et d'environ 2 % à l'état projet (cf. figure 5 du chapitre 1.2).
- Les eaux de ruissèlement sont dirigées vers le sud-ouest et sont rejetées gravitairement dans le vallon d'Esquières, ru débouchant dans le cours d'eau de la Garonnette (fil d'eau au point bas du terrain dans la berge du cours d'eau à environ 26 m NGF).
- Il n'y a pas de zone d'apport à l'amont car les eaux du terrain en amont sont captées et drainées dans le cadre du permis d'aménager en cours : drainage vers le ru limitrophe du projet au nord.
- Le projet d'aménagement ne se situe pas dans une zone référencée dans un PPRI.
- Le terrain est situé sur la formation rocheuse métamorphique Mζ correspondant à des gneiss (sur la carte géologique de Fréjus cf. figure 4 du chapitre 1.2). La schistosité et la fracturation de ce type de roche suppose que la roche a une perméabilité locale mesurable. Cependant, bien qu'aucune étude hydrogéologique n'ait été réalisée pour préciser la capacité d'infiltration de ces terrains, au vu de l'importance du projet et du débit de rejet calculé et présenté ci-après, les surfaces nécessaires seraient incompatibles avec le projet.

1.2 LES INFORMATIONS CARTOGRAPHIQUES DISPONIBLES

Figure 1 : Plan de Situation sur Géoportail



CAPS

631 chemin des suous - 83720 TRANS en PROVENCE

Tel. : 06 61 66 36 08 - Fax : 09 81 40 29 52 - mail : guy.tezenas@becaps.fr

SASU au capital de 4 000 € - RC Draguignan B 821 411 931 - N° SIRET : 821 411 931 00016 - Code APE : 7112 B - N° de TVA Intracommunautaire : FR 81 821411931

Figure 2 : Localisation du projet sur vues aériennes pour apprécier l'état des sols et du bassin versant (Google Earth)

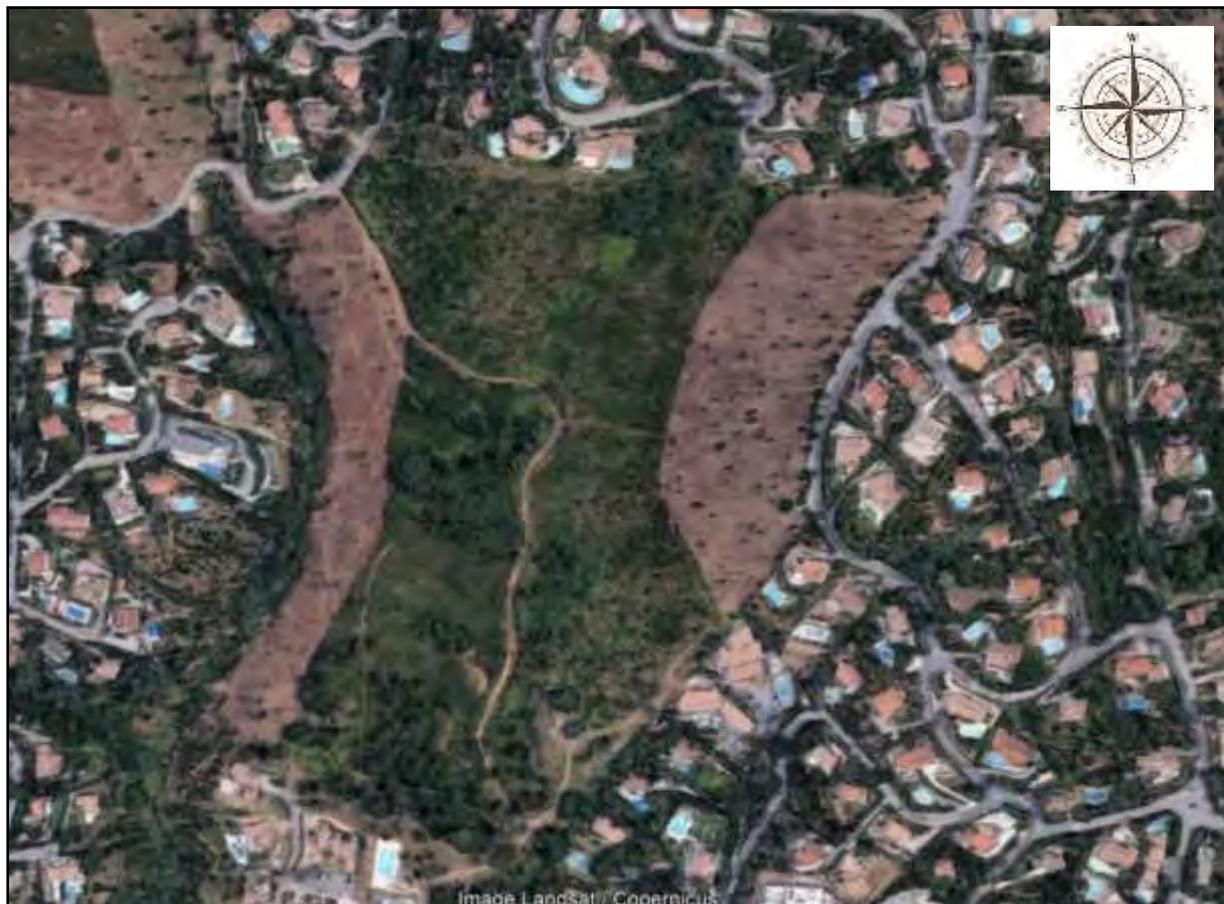
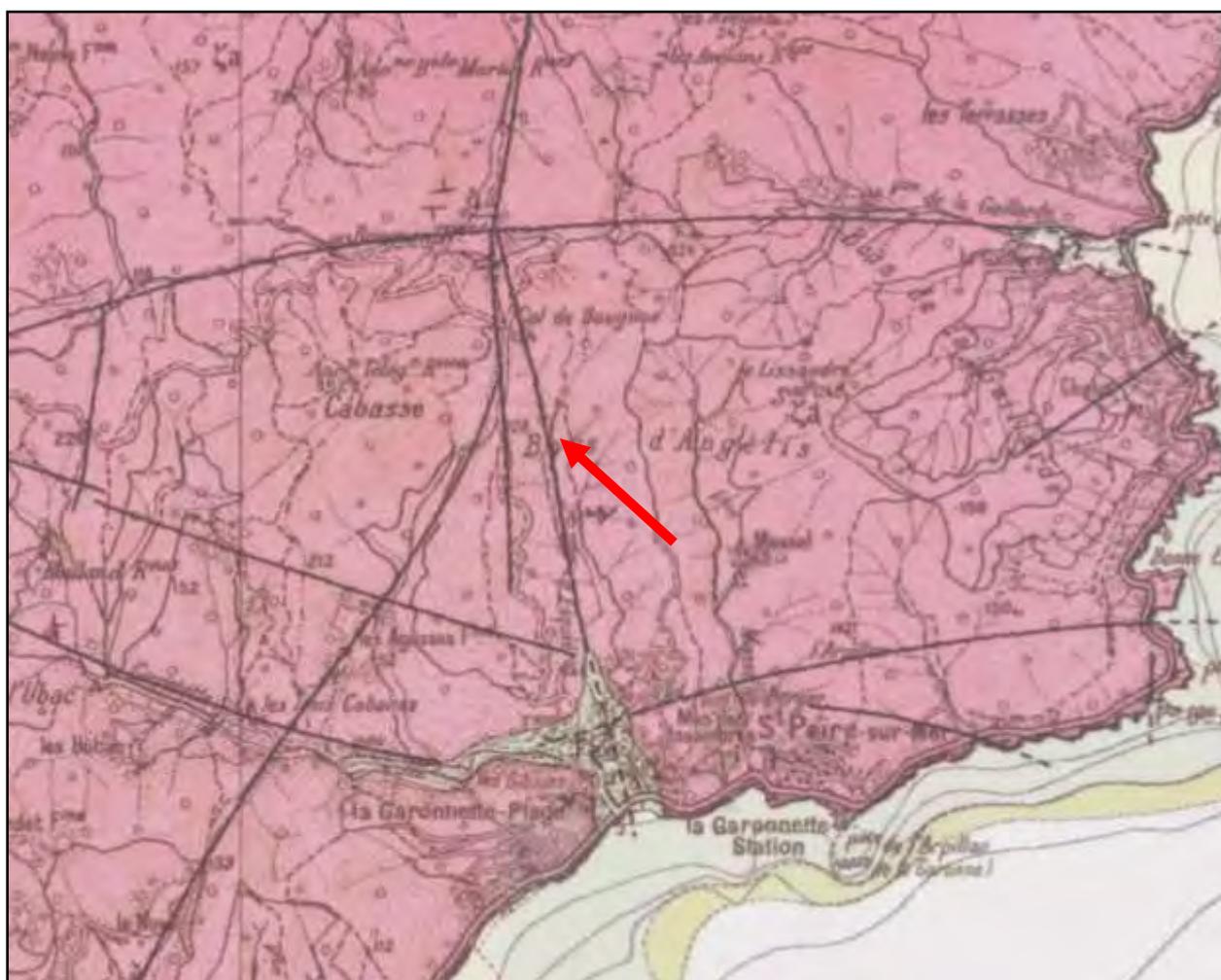


Figure 3 : Zonage au PLU (extrait Géoportail de l'urbanisme)

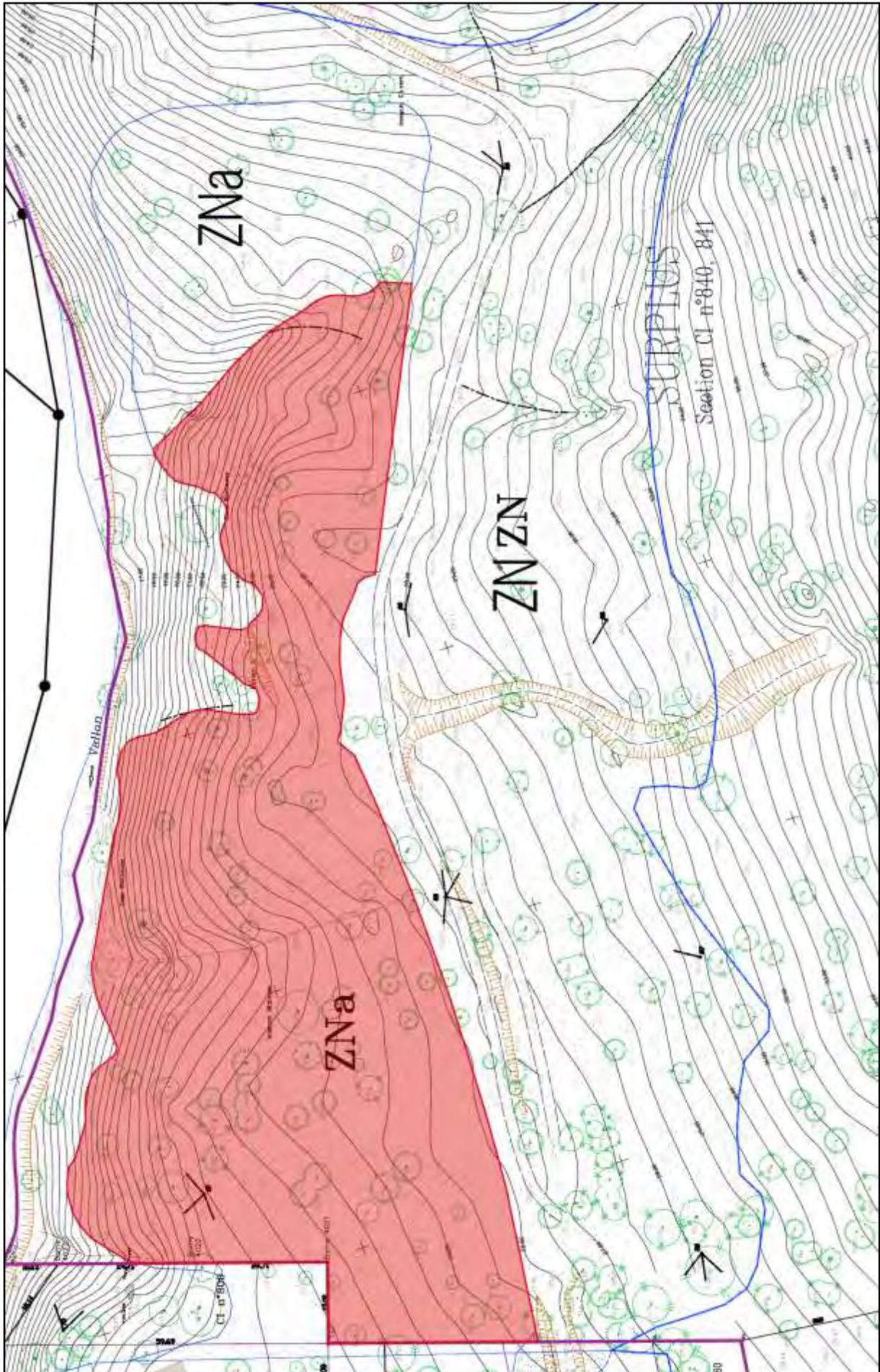


Figure 4 : Carte géologique (extrait carte BRGM)



CAPS

Figure 5 : Plan de masse de l'existant (extrait du levé du géomètre)



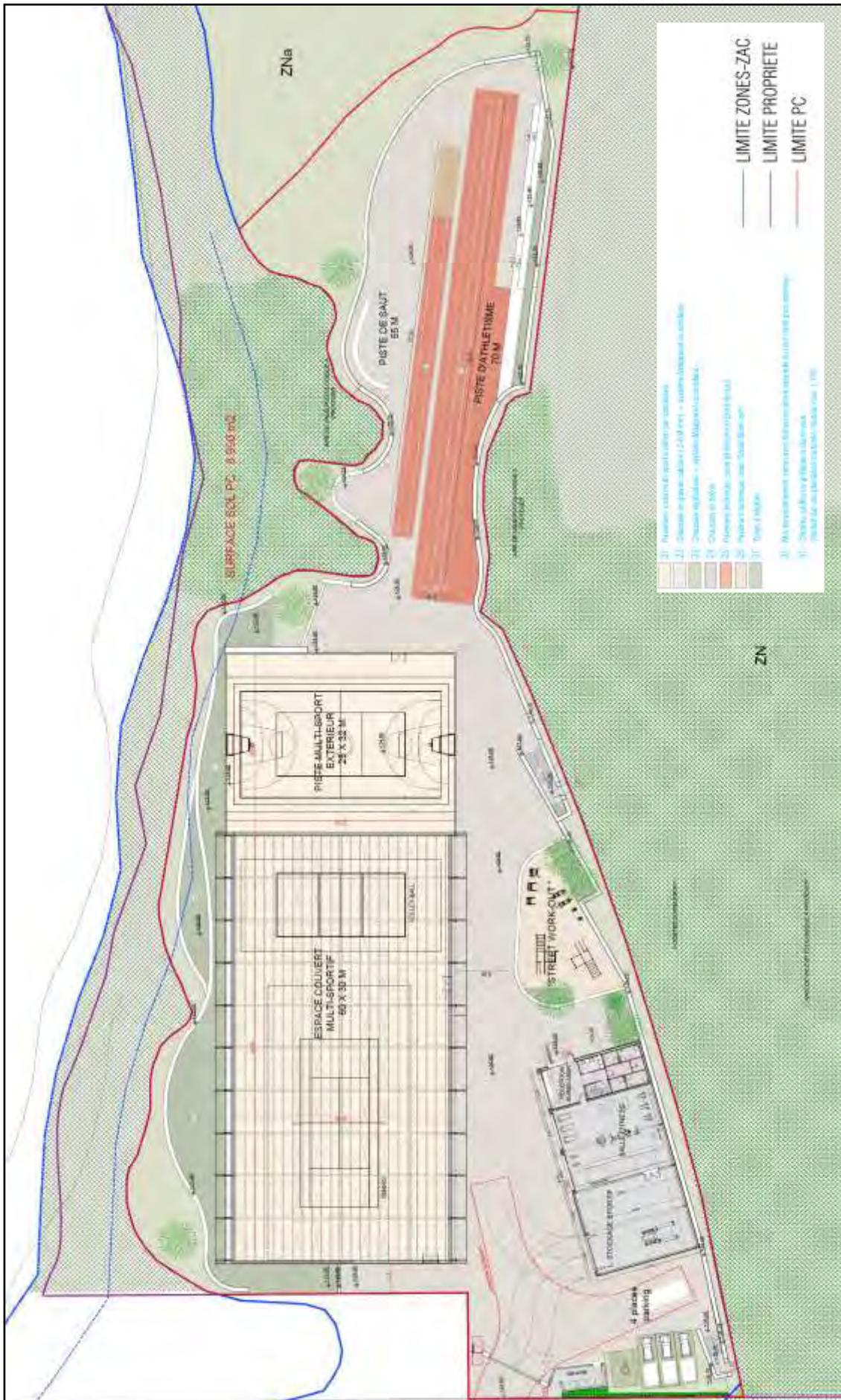
CAPS

631 chemin des suous - 83720 TRANS en PROVENCE

Tel. : 06 61 66 36 08 - Fax : 09 81 40 29 52 - mail : guy.tezenas@becaps.fr

SASU au capital de 4 000 € - RC Draguignan B 821 411 931 - N° SIRET : 821 411 931 00016 - Code APE : 7112 B - N° de TVA Intracommunautaire : FR 81 821411931

Figure 6 : Plan de masse du projet (extrait plan de l'architecte)



2. OBJET DE LA NOTICE HYDRAULIQUE

Cette notice est réalisée conjointement à la demande du permis de construire. Elle vise à définir le dispositif de compensation du ruissellement et de l'augmentation des débits induits par l'imperméabilisation des sols selon les règles pluviales communales en vigueur. Elle vise également à préciser le type de raccordement nécessaire (réseau pluvial public, privé, cours d'eau...), à vérifier la capacité du réseau récepteur et les autorisations éventuelles.

Cette notice présente donc le dimensionnement de la rétention nécessaire en tenant compte du rejet autorisé dans le réseau récepteur en aval et de la surface active du projet.

Les hypothèses de calcul sont issues des dispositions des documents d'urbanisme et de la doctrine MISEN du 83. Le schéma directeur d'Assainissement des Eaux Pluviales de la commune a été validé par délibération du Conseil Municipal. Le règlement et le plan de zonage qui en découlent seront annexés au PLU qui est en cours d'élaboration. Nous nous conformerons donc aux demandes de la mairie en lien avec ces documents.

3. REGLES ET PRINCIPES REGLEMENTAIRES APPLICABLES

3.1 RÈGLES DE LA DDTM RELATIVES À LA RUBRIQUE 2.1.5.0 DU CODE DE L'ENVIRONNEMENT

Le projet est implanté sur une parcelle de 8990 m² et il n'y a pas de surface amont contributive car les eaux amonts seront drainées en dehors de la zone de collecte du projet dans le cadre d'un permis d'aménager en cours.

La surface drainée est bien inférieure à 1 hectare, surface qui constitue le seuil déclaratif. Le projet ne nécessite donc pas de déposer un dossier de demande d'autorisation au titre du code de l'environnement.

3.2 RÈGLES ET PRINCIPES RELATIFS A L'ASSAINISSEMENT PLUVIAL

a) Règles du PLU

En application de l'article L. 174-3 du code de l'urbanisme, la commune ayant engagé une procédure de transformation du POS en PLU mais n'ayant pas approuvé son PLU avant le 31/12/2015, le POS est devenu caduc et c'est le RNU qui s'applique avec les dispositions conventionnelles suivantes sur la gestion du système pluvial :

- Concernant l'application de la rubrique 2.1.5.0 de l'article L214-1 du Code de l'Environnement, la doctrine de la MISEN de 2014 précise que : En l'absence de spécifications locales particulières, le niveau de performances à atteindre correspond au minimum à la norme NF EN 752. [...]. Si des spécifications locales particulières sont à atteindre en termes de performance, et identifiées par un Plan Local d'Urbanisme [...] la fréquence d'inondation / débordement prise en compte sera alors la période de retour préconisée dans ces documents.
- Application de la norme NF EN 752-2 : Cette norme précise qu'en l'absence de spécification particulière des documents d'urbanisme, les fréquences de dimensionnement concernant les réseaux d'évacuation et d'assainissement sont les suivants :

Figure 7 : Fréquences de dimensionnement selon NF EN 752-2

<i>Fréquence de mise en charge</i>	<i>Lieu</i>	<i>Fréquence d'inondation</i>
<i>1 an</i>	Zones rurales	<i>1 tous les 10 ans</i>
<i>1 tous les deux ans</i>	Zones résidentielles	<i>1 tous les 20 ans</i>
<i>1 tous les 2 ans</i> <i>1 tous les 5 ans</i>	<i>Centre-villes: zones industrielles ou commerciales</i> <i>-si risque d'inondation vérifié</i> <i>-si risque d'inondation non vérifié</i>	<i>1 tous les 30 ans</i>
<i>1 tous les 10 ans</i>	Passages souterrains routiers ou ferrés	<i>1 tous les 50 ans</i>

- Code civil, article 640 et 641, Le propriétaire ne doit pas aggraver l'écoulement naturel des eaux pluviales vers les fonds inférieurs ; le cas échéant une compensation est prévue soit par le versement d'une indemnisation soit par des travaux.
- Norme NF EN 752-2 de novembre 1996 sur les réseaux d'évacuation et d'assainissement à l'extérieur des bâtiments.
- Pour les ouvrages de compensation de l'imperméabilisation, c'est la doctrine MISE qui s'applique.

Ces dispositions ne seront cependant pas utilisées car elles sont moins dimensionnantes et moins contraignantes que les règles prévues dans le SDAEP étudié par la commune et par le nouveau PLU en cours de validation.

b) Règles du SDAEP

Par délibération du 28 février 2017 la ville de Roquebrune sur Argens a adopté le règlement et le plan du Zonage d'Assainissement des Eaux Pluviales (ZAEP) afférent au Schéma Directeur d'Assainissement des Eaux Pluviales (SDAEP) étudié. Ces documents s'accompagnent d'une fiche d'instruction que nous avons pu récupérer auprès de la Communauté d'Agglomération et que nous utiliserons en complément de l'étude décrite ci-après.

Ce règlement établit notamment les points suivants en lien avec le projet :

- La commune est traversée d'Ouest en Est par le fleuve Argens qui débouche en mer sur la commune de Fréjus. La partie Nord de la commune est traversée par son affluent Le Blavet qui reçoit La Font des Aiguilles. Au Sud, les affluents La Petite Maurette, Le Vernède, le Fournel et le Reydisart viennent également gonfler les eaux de l'Argens. Le quartier des Issambres est concerné par de petits fleuves côtiers (L'Esquières, Le Massel).
D'une façon générale, l'organisation du pluvial sur la commune de Roquebrune-sur-Argens est fondée sur les cours d'eau et vallons à fortes pentes dévalant les flancs de coteaux jusqu'à la plaine de l'Argens, dans le cas des Issambres la mer méditerranée. Le diagnostic pluvial a mis en évidence un réseau globalement sous-dimensionné sur l'ensemble de la commune, hors Issambres. Par ailleurs, il est connu que les cours d'eau et vallons connaissent de fortes problématiques de débordement.

Dans ce contexte, tout projet d'aménagement augmentant la perméabilité des sols doit être accompagné d'un certain nombre de prescriptions permettant la mise en œuvre d'ouvrages compensatoires et de mesures de surveillance et d'entretien. Ces prescriptions visent d'une part à limiter les débits de pointes évacués à l'aval en temps de pluie, afin de les restituer au réseau ou au milieu récepteur dans des conditions acceptables et d'autre part à traiter les eaux pluviales en cas de risque de pollution.

- Tout rejet d'eaux pluviales résultant d'une imperméabilisation nouvelle est temporairement stocké. Les ouvrages de rétention doivent cumulativement respecter les conditions suivantes. Pour le projet c'est le cas 1 qui s'applique :

Cas 1 : Exutoire possible en réseau pluvial, fossé, vallon, rivière - Autorisation de la commune obligatoire

1) Volume à stocker temporairement :

1300 m³ pour 1ha de surface nouvellement imperméabilisée dans le cas général. Le diamètre de l'orifice de fuite en sortie est déterminé à partir de la formule d'orifice (Cf 4.3.1).

La surface aménagée est définie comme étant la surface du site d'accueil du projet hors espaces verts. La mise en œuvre du volume de rétention est laissée à l'appréciation du maître d'ouvrage. Le coefficient de ruissellement de la surface aménagée est calculé à partir de la table de coefficients de ruissellements (Cf 3.2.2).

2) Respect d'un débit de rejet égal à 15 l/s/ha mais jamais inférieur à 5 l/s.

Pour les rejets de débit < 20 l/s, un dispositif anti-obstruction est obligatoire en amont de l'ouvrage. Il est recommandé dans tous les cas.

3) Mesures nécessaires afin de ne pas inonder son habitation ou son voisin en cas de saturation.

4) Le réseau de collecte (enterré ou de surface) permet l'acheminement des eaux pluviales vers l'ouvrage de rétention jusqu'à l'occurrence trentennale. Au-delà, les ruissellements par débordements du réseau se feront en surface. L'aménageur devra prévoir de niveler le terrain afin de diriger les ruissellements en surface vers l'ouvrage de rétention.2421596

5) L'implantation de l'ouvrage de rétention est effectuée en dehors de la zone d'aléa fort. Dans la zone d'aléa faible, l'ouvrage devra être transparent (absence d'impact sur la ligne d'eau, sur les vitesses d'écoulement et sur la durée de submersion).

- Dans le cadre des opérations d'urbanisation groupées (exemples : lotissement, ZAC...), les ouvrages de stockage devront nécessairement être communs à l'ensemble de l'opération afin d'éviter un stockage sur chaque lot. Les ouvrages de stockage créés dans le cadre de permis de lotir devront être dimensionnés pour la voirie et pour les surfaces imperméabilisées totales susceptibles d'être réalisées sur chaque lot. Les techniques de stockage employées pourront être de type classique, alternatif ou bien une combinaison des deux. Par exemple, pour l'aménagement d'un lotissement, la gestion des eaux pluviales des parcelles pourra s'effectuer dans un bassin de rétention à ciel ouvert commun à l'ensemble de l'opération ; en parallèle les eaux pluviales des voies de circulation seront stockées linéairement le long des voiries de l'opération (noues, tranchées d'infiltration).

- A la lecture des documents d'urbanisme, le projet nécessite la réalisation d'un dispositif de rétention à la parcelle en mesure compensatoire à l'imperméabilisation

3.3 REGLES DE CALCUL HYDROLOGIQUE ET HYDRAULIQUE IMPOSEES PAR LES REGLEMENTS

Les règles suivantes sont issues du croisement de celles de la Doctrine MISEN du 83 et du SDAEP de Roquebrune sur Argens.

La définition du volume de rétention dépend du débit d'entrée et du débit de fuite définis de la manière suivante :

- Débit entrant dans les ouvrages de rétention = débit de pointe après aménagement résultant d'une pluie de période de retour prescrite par les documents d'urbanisme de la commune soit : $T = 30$ ans.
- **Nous proposons cependant de prendre la période $T = 100$ ans conforme à la doctrine MISEN car elle permet de surdimensionner le réseau pour tenir compte du risque d'embâcle.**
- Débit de fuite = il peut être défini selon plusieurs méthodes conventionnelles :
 - Débit avant aménagement résultant d'une pluie de période de retour prescrite par les services instructeurs : de manière conventionnelle on utilise $T = 2$ ans en cas d'exutoire identifié (cours d'eau, talweg ou fossé récepteur), avec un diamètre minimum de l'orifice de fuite de 60mm (diamètre minimum pour éviter les obstructions à l'écoulement avec les éléments grossiers véhiculés par les eaux).
 - Le ratio de 15l/s/ha de surface imperméabilisée (surface bâtie) en cas d'absence d'exutoire clairement identifié, avec un diamètre minimum de l'orifice de fuite de 100mm.
 - Le ratio de 15l/s/ha de surface active en cas d'exutoire identifié (selon SDAEP)
- **Nous retiendrons le ratio de 15l/s/ha de surface active du SDAEP : Il permet d'obtenir des valeurs plus faibles de débit de fuite ce qui est plus sécuritaire.**

Le calcul du volume de rétention peut être établi selon plusieurs méthodes et notamment :

- En application d'un ratio défini de 100l/m² de surface imperméabilisée et qui revient à stocker une précipitation de hauteur 100 mm pour chaque mètre carré imperméabilisé. Cela permet de stocker un épisode pluvieux intense de 2 à 3h de période de retour 30 ans et des orages courts et intenses de l'ordre de 1 à 2h de période de retour 100 ans. On prendra un ratio de 130l/m² pour une zone de production sensible et cela permet de stocker un épisode pluvieux long (6h) d'occurrence 30 ans ou un orage intense d'un peu plus de 2h d'occurrence 100 ans).
- Selon la méthode des hydrogrammes de la pluie centennale ou « méthode des pluies » utilisant les données pluviométriques locales. Cette méthode permet de définir le volume de rétention à créer permettant d'écarter une pluie centennale précipitée sur l'emprise du projet, avec un débit de fuite au milieu superficiel contraint (calculé selon les méthodes ci-dessus).
- En application de la méthode dynamique de modélisation des hydrogrammes d'entrée et de sortie avec la méthode du réservoir linéaire pour transformation pluie-débit afin de générer l'hydrogramme d'entrée (pour une pluie centennale).

- Pour la méthode du ratio, le SDAEP impose le ratio de 130 l/m² imperméabilisé ce qui correspond au ratio employé pour les zones de production sensible, ce qui est le cas au vu des problématiques d'inondations en aval de ce projet. Nous retiendrons donc ce ratio dans les calculs de cette étude.
- Pour le volume, au moins 2 méthodes sont utilisées en comparaison. C'est le volume le plus important entre les volumes calculés par les méthodes utilisées qui sera retenu.

4. RISQUE ET ALEA INONDATION

4.1 PLAN DE PREVENTION DES RISQUES INONDATIONS

En matière de risque d'inondation, le projet doit se conformer au PPRI. Depuis 1983 l'état de catastrophe naturelle par inondation a été reconnu à 24 reprises sur la commune de Roquebrune-sur-Argens dont 22 pour inondations et coulées de boue. Parmi ces catastrophes naturelles, les crues d'août 1983 et d'octobre 2018 ont touché plus particulièrement le bassin versant de la Garonnette.

Si le bassin versant du fleuve « L'Argens » possède un P.P.R.I. aucun document n'est disponible à ce jour pour la rivière « La Garonnette » et ses 2 principaux affluents « le vallon des Agasses » et « le vallon d'Esquières ». Le syndicat mixte de la Garonnette a fait réaliser une étude hydraulique par le bureau d'études EGIS afin de cartographier les aléas inondation par débordement liés à la Garonnette et affluents. Ces études ont fait l'objet d'un Porter à connaissance notifié à la commune de Roquebrune-sur-Argens le 18 février 2020.

Le document précise ainsi les conditions de prise en compte de l'aléa inondation par débordement pour la maîtrise de l'urbanisation en fonction des différents niveaux d'aléa identifiés : faible, modéré et fort à très fort

Figure 7 : Extrait PAC Garonnette sur le vallon d'Esquières



- Le site n'est pas concerné par le zonage réglementaire du PAC de la Garonne sur Roquebrune sur Argens mais on constate qu'il est très proche.

4.2 RISQUE DANS LE PLU ET SCHEMA DIRECTEUR DE GESTION DES EAUX PLUVIALES

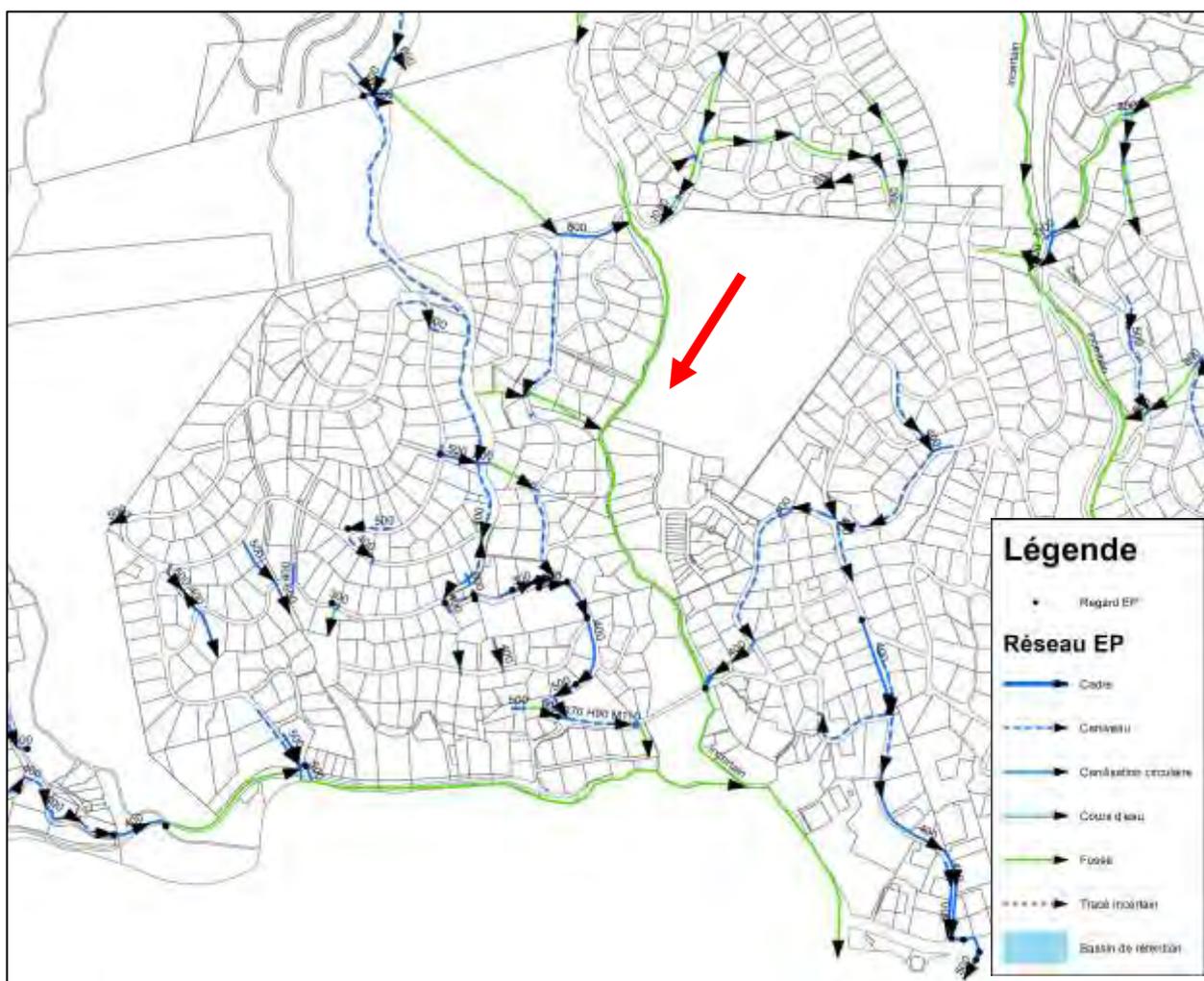
4.2.1 RISQUE INONDATION DANS LE PLU

Le projet doit également se conformer au PLU en matière de risque. Le nouveau PLU est en préparation. Après avoir pris des renseignements auprès des collectivités compétentes, le règlement en préparation, dans son article B5, renvoie aux dispositions du PAC de la Garonne présentées ci-avant.

4.2.2 ETUDES SUR LE RISQUE DANS LE SCHEMA DIRECTEUR D'ASSAINISSEMENT DES EAUX PLUVIALES

Le schéma directeur d'assainissement des eaux pluviales a permis l'étude des réseaux et des zones inondables du territoire. Il ne cartographie pas d'aléa inondation sur le cours d'eau de la Garonne. Il cartographie les réseaux du territoire.

Figure 8 : Extrait plan EP du SDGEP



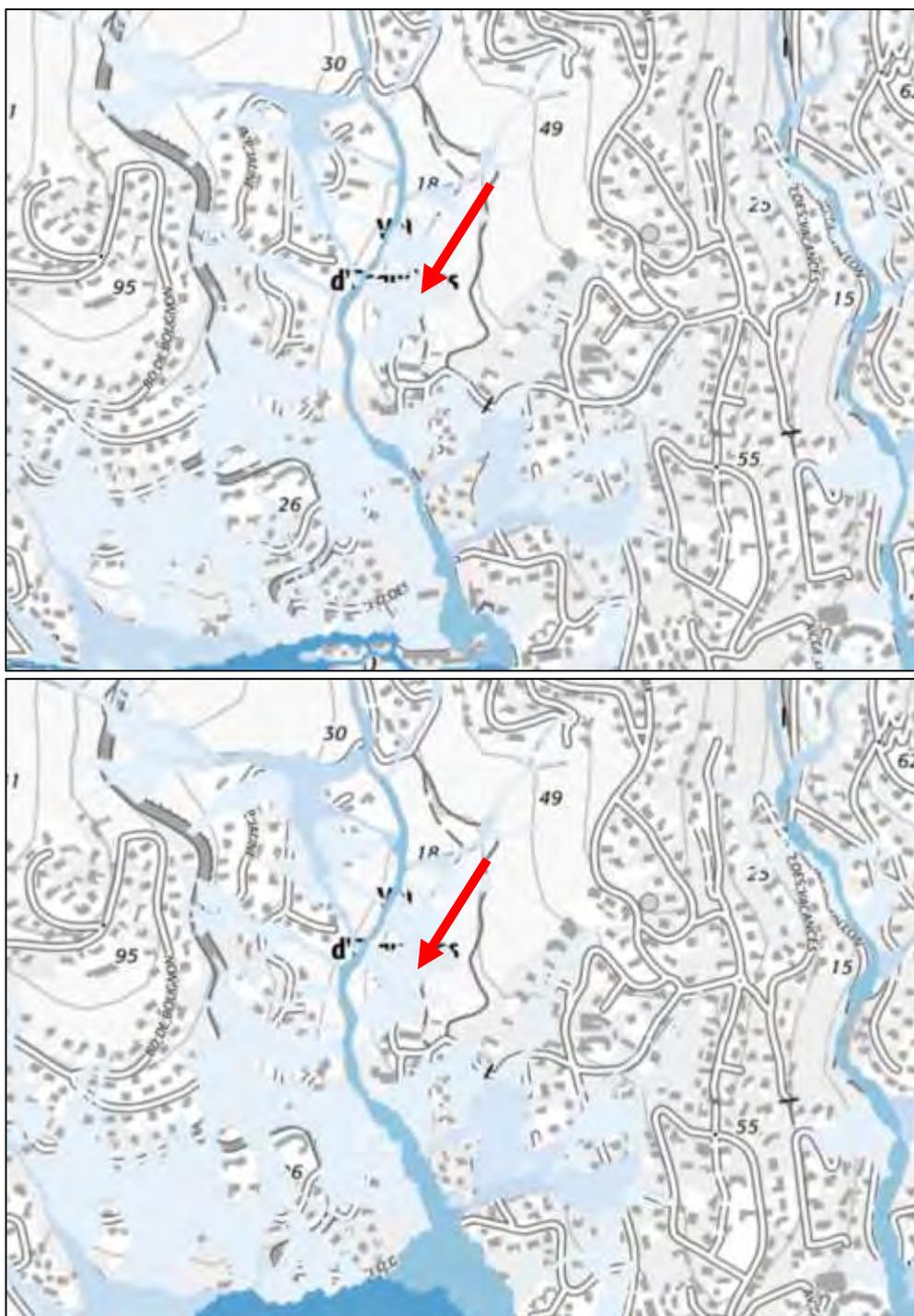
- La carte du zonage du SDAEP indique la position d'une zone inondable à proximité du projet mais sans toucher le terrain (cours d'eau de la Garonne)

4.3 PHENOMENES DE RUISSELEMENT / EXZECO DU CEREMA

Le CEREMA a établi une carte des zones susceptibles au ruissellement sur l'Arc Méditerranéen à partir des résultats du modèle EXZECO en Région Provence Alpes Côte d'Azur. Les deux extraits de carte, ci-dessous, présentent les zones où le ruissellement se produit préférentiellement et respectivement pour les périodes de retour 20 ans et 100 ans. Ces cartes ne sont pas des cartes de risque mais elles permettent la prise en compte des zones d'écoulement et de stockage du ruissellement dans les aménagements.

- **Le modèle EXZECO met en évidence la capacité de ruissellement du terrain du projet. La carte montre les directions d'écoulement et de stockage qui s'expliquent par la configuration du terrain en forte pente.**

Figure 9 : Ruissellement pour T = 20 ans et T = 100 ans



CAPS

631 chemin des sous - 83720 TRANS en PROVENCE

Tel. : 06 61 66 36 08 - Fax : 09 81 40 29 52 - mail : guy.tezenas@becaps.fr

SASU au capital de 4 000 € - RC Draguignan B 821 411 931 - N° SIRET : 821 411 931 00016 - Code APE : 7112 B - N° de TVA Intracommunautaire : FR 81 821411931

5. ANALYSE DE L'INCIDENCE HYDRAULIQUE DE L'AMENAGEMENT

5.1 BASSIN VERSANT ET DÉBITS GÉNÉRÉS

5.1.1 MÉTHODES DE CALCUL ET DONNEES D'ENTREE

a) Précipitations

Les précipitations se caractérisent par une relation reliant les paramètres suivants : hauteur précipitée durant l'averse, durée de l'averse, fréquence de l'averse. Ces paramètres sont reportés sur des courbes hauteur/durée/fréquence.

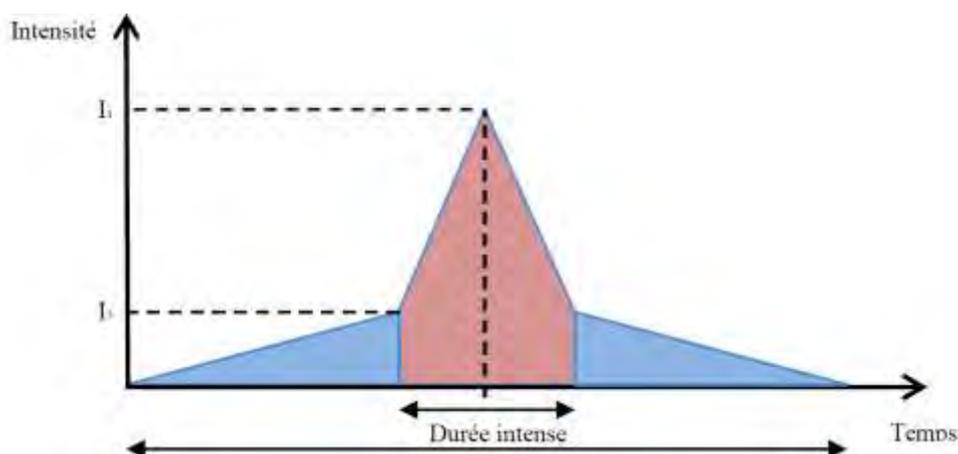
A fréquence d'apparition fixée, la précipitation qui donnera lieu au plus fort débit à l'exutoire du bassin versant sera celle dont la durée sera proche du temps de concentration de ce bassin versant.

Les précipitations de projet sur lesquelles nous étudions nos simulations hydrologiques sont comprises entre 6 minutes et 6 heures.

Les traitements statistiques ont été effectués sur les données pluviographiques de la station de FREJUS sur les périodes 1969-2014 et 1982-2018. Les pluies de projet introduites dans le modèle hydrologique utilisé dans nos simulations sont du type « double triangle ».

La précipitation intense de période de retour nominale ($T = 100$ ans), et de durée égale au temps de concentration du bassin versant, est intégrée dans un épisode pluvieux non intense. La pluie de projet est de forme doublement triangulaire comme indiqué sur le graphique suivant :

Figure 10 : Pluie de projet en double triangle



Ces deux épisodes associés s'inscrivent individuellement dans un hyétogramme triangulaire, l'intensité maximale est centrée sur la durée de la pluie, les relations entre durée et fréquence de ces deux phénomènes sont décrites dans la méthode de NORMAND (guide de la pluie de projet – S.T.U. – Janvier 1986).

Les données pluviographiques issues des traitements statistiques sont les suivantes :

**Tableau 1. Données pluviographiques (Station de FREJUS)
pour les périodes 1969-2014 et 1982-2016. Hauteurs intenses et hauteurs totales associées.**

Pluie	Période de retour T	Durée intense	Hauteur intense	Pluie associée	Durée totale	Hauteur totale
P _{100, 6 mm}	100 ans	6 mn	17 mm	20 ans	120 mn	79,5 mm
P _{100, 15 mm}	100 ans	15 mn	34,6 mm	30 ans	120 mn	86,7 mm
P _{100, 30 mm}	100 ans	30 mn	52,9 mm	50 ans	180 mn	118,8 mm
P _{100, 60 mm}	100 ans	60 mn	71,6 mm	50 ans	180 mn	118,8 mm
P _{100, 120 mm}	100 ans	120 mn	108,8 mm	50 ans	360 mn	135,1 mm
P _{100, 180 mm}	100 ans	180 mn	139,0 mm	50 ans	720 mn	150,2 mm
P _{100, 360 mm}	100 ans	360 mn	153,3 mm	100 ans	1440 mn	195,3 mm

Les intensités précipitées peuvent être abordées selon une autre approche afin de disposer de valeurs comprises entre les pas de temps définis ci-dessus. La formule de Montana exprime pour une période de retour donnée, la relation reliant l'intensité des précipitations au pas de temps d'enregistrement des données pluviométriques :

$$I = a.t^{-b}$$

Avec I = Intensité de la précipitation correspondant au pas de temps (mm/mn)
et t = pas de temps en minutes.

- Dans cette formulation en hauteur d'eau de la formule de Montana, Les coefficients de Montana retenus sont ceux de la station METEO FRANCE de Fréjus (1982-2018) :

Tableau 2. Coefficient de Montana

Période de retour en année (T)	Coefficients de Montana de la station de Fréjus			
	6 min < T < 2 h		2 h < T < 24 h	
	a (min)	b	a (min)	b
2	4,791	0,507	11,74	0,72
10	5,743	0,457	21,649	0,748
20	6,281	0,445	25,728	0,752
100	7,266	0,42	35,213	0,759

b) Débits

Les débits générés par les bassins versants en situation actuelle peuvent être calculés en utilisant l'une des méthodes suivantes dont on peut comparer les résultats (Les résultats des calculs sont présentés en annexe) :

- La méthode rationnelle
- La méthode superficielle (Caquot) (présentées en annexe). La méthode superficielle n'est applicable que pour des pentes moyennes comprises entre 0.2% et 5%.
- La méthode du réservoir linéaire à partir d'un hyétogramme

La méthode de Caquot ou méthode superficielle est utilisée pour des bassins versants urbanisés (coefficient d'imperméabilisation supérieur à 20%). La méthode rationnelle est plus adaptée aux bassins versants naturels.

Le débit centennal calculé par les deux méthodes précédentes peut-être moyenné avec celui obtenu par la méthode du GRADEX. Cette méthode s'appuie sur l'hypothèse qu'à partir d'une

certaine intensité de pluie, la totalité des précipitations ruisselle. Dans la plupart des cas, la méthode du GRADEX conduit à une estimation par excès de la crue, ce qui va dans le sens de la sécurité.

Ces méthodes emploient des données présentées ci-après : coefficient de ruissèlement, temps de concentration....

c) Temps de concentration :

Le temps de concentration correspond au temps que mettra le ruissèlement pour aboutir à l'exutoire du bassin versant depuis le point qui en est le plus éloigné. Il est calculé selon plusieurs méthodes (Turraza, Ventura, Richards, SOCOSE, SOGREAH...). Le résultat retenu est la moyenne des temps de concentration calculés.

Le temps de concentration est calculé à partir des dimensions du bassin versant du projet (cheminement hydraulique le plus long, pente, surface du BV).

d) Coefficients de ruissèlement :

Les coefficients de ruissèlement utilisés dans les calculs sont présentés en annexe 6. Il a été tenu compte dans ces calculs du fait que le ruissèlement est plus important pour un événement pluvieux intense, en majorant les coefficients retenus pour l'événement centennal.

Les coefficients de ruissèlement affectés à chaque zone du bassin versant ont donc été déterminés en tenant compte du tableau fourni par la doctrine MISEN 83 :

5.1.2 SITUATION ACTUELLE

a) Calcul du coefficient de ruissèlement à l'état actuel :

Au regard de l'occupation du sol, le secteur d'étude correspond à une zone naturelle.

Tableau 3. Calcul des coefficients de ruissèlement en situation actuelle

Surfaces	Surface (m ²)	Coefficient de ruissèlement selon la période		Surface active pour T = 100 ans
		T = 1 à 2ans	T = 100 ans et >	
EV et terrain perméable stabilisé	8990	0.15	0.30	2697
Espaces verts sur dalle	0	0.25	0.40	0
Toitures terrasses végétalisées extensives	0	0.35	0.50	0
Toitures terrasses gravillonnées	0	0.5	0.60	0
Voirie et autres surfaces imperméabilisées (terrasses....)	0	0.8	0.90	0
Toiture en pente	0	0.85	0.95	0
Piscine / plan d'eau	0	0.95	1.00	0
Surface totale	8990	0.15	0.30	2697

b) Calcul du temps de concentration à l'état actuel :

L'analyse des différents résultats obtenus donne un temps de concentration moyen du bassin versant proche de 3 minutes.

- Les valeurs de temps de concentration inférieures à 6 mn, sont portées à 6 mn afin de rester dans la fourchette de calage des données statistiques de Météo France.

c) Synthèse des caractéristiques du bassin versant à l'état actuel :

Tableau 4. Caractéristiques des bassins versants en situation actuelle

BV	Surface totale (Ha)	Temps de concentration (Tc en min)	Chemin hydraulique le plus long (m)	Pente moyenne des terrains (m/m)	Coefficient de ruissellement moyen pour une pluie de période de retour donnée	
					T = 1 à 2ans	T = 100 ans et >
BV initial	0,8990	6	210	0,049	0,15	0,30

d) Débits du bassin versant du projet à l'état initial

Tableau 5. Débits de pointe générés selon temps de retour en situation actuelle (annexe 2)

BV	Exutoire	Q pointe en m3/s selon occurrence des événements			
		2 ans	10 ans	20 ans	100 ans
BV initial	Nœud de calcul au droit de l'exutoire du terrain	0,087	0,114	0,125	0,154

5.1.3 SITUATION FUTURE

a) Calcul du coefficient de ruissellement à l'état futur :

Au regard de l'occupation du sol, le secteur correspond à une zone sportive.

Tableau 6. Calcul des coefficients de ruissellement en situation future

Surfaces	Surface (m2)	Coefficient de ruissellement selon la période		Surface active pour T = 100 ans
		T = 1 à 2ans	T = 100 ans et >	
EV et terrain perméable stabilisé	4925	0.15	0.30	1478
Espaces verts sur dalle	0	0.25	0.40	0
Toitures terrasses végétalisées extensives	0	0.35	0.50	0
Toitures terrasses gravillonnées	0	0.5	0.60	0
Voirie et autres surfaces imperméabilisées (terrasses....)	882	0.8	0.90	794
Toiture en pente	3183	0.85	0.95	3024
Piscine / plan d'eau	0	0.95	1.00	0
Surface totale	8990	0.46	0.59	5295

b) Calcul du temps de concentration à l'état futur :

L'analyse des différents résultats obtenus donne un temps de concentration moyen du bassin versant proche de 5 minutes.

- Les valeurs de temps de concentration inférieures à 6 mn, sont portées à 6 mn afin de rester dans la fourchette de calage des données statistiques de Météo France.

c) Synthèse des caractéristiques du bassin versant à l'état futur :

Tableau 7. Caractéristiques des bassins versants en situation future

BV	Surface totale (Ha)	Temps de concentration (Tc en min)	Chemin hydraulique le plus long (m)	Pente moyenne des terrains (m/m)	Coefficient de ruissellement moyen pour une pluie de période de retour donnée	
					T = 1 à 2ans	T = 100 ans et >
BV pro	0,8990	6	210	0,02	0,46	0,59

d) Débits du bassin versant du projet à l'état futur

Tableau 8. Débits de pointe générés selon temps de retour en situation future (annexe 2)

BV	Exutoire	Q pointe en m3/s selon période de retour			
		2 ans	10 ans	20 ans	100 ans
BV pro	Nœud de calcul au droit de l'exutoire du terrain	0,170	0,223	0,245	0,302

- L'analyse comparative met en évidence une incidence forte de l'aménagement sur les débits entre l'état initial et l'état futur en raison : + 96 %. Ceci confirme la nécessité de mettre en œuvre un dispositif de compensation de type bassin pour limiter cet impact

5.2 DEFINITION DU VOLUME DE RETENTION EN MESURE COMPENSATOIRE

Conformément au chapitre 3.3, le volume de rétention est conditionné par le débit de fuite imposé et calculé selon 2 méthodes. Dans le cas présent l'exutoire étant identifié, on retiendra le débit de fuite biennal avant aménagement.

5.2.1 DEBIT DE FUITE

Le calcul du débit biennal est présenté en annexe 2

Tableau 9. Calcul du débit de fuite

BV	Débit spécifique de rejet autorisé (l/s/ha de surface active)	Surface active : part de surface imperméabilisée des différentes surfaces (ha)	Débit de fuite (l/s)
BV pro	15	0,3818	5,73

5.2.2 VOLUME

5.2.2.1 Méthode 1 – Méthode du ratio de 100l/m² imperméabilisé

Le volume découlant de l'application du ratio est le suivant :

Tableau 10. Calcul du volume de rétention selon la méthode 1

BV	Ratio (m ³ /m ² de surface active)	Surface active : part de surface imperméabilisée des différentes surfaces (ha)	Volume de compensation (m ³)
BV pro	0,130	0,3818	496

5.2.2.2 Méthode 2 – Méthode des pluies

Le détail du calcul est présenté en annexe 5

Le volume calculé est le suivant :

Tableau 11. Calcul du volume de rétention selon la méthode 2

BV	Méthode des pluies avec le débit de fuite biennal (calculé par méthode rationnelle)	Volume de compensation (m ³)
BV pro	Q fuite = 0,017 m ³ /s Période de retour sans passage à la surverse = 100 ans	470

5.2.2.3 Conclusion

Le tableau ci-dessous fait la synthèse des volumes de compensation obtenus par les différentes méthodes :

Tableau 12. Synthèse des volumes de rétentions obtenus avec 2 méthodes de calcul.

BV	Volume de compensation (m ³)	
	Méthode 1	Méthode 2
BV pro	496	470

- **Le volume le plus important est retenu : c'est celui obtenu avec la méthode 1 préconisée par le SDAEP avec un volume 496 m³**

5.3 CARACTÉRISTIQUES DE LA STRUCTURE DE RÉTENTION

5.3.1 TYPE ET CARACTÉRISTIQUES DE LA STRUCTURE DE RÉTENTION

Plusieurs types de bassin sont envisageables. La solution qui semble la moins onéreuse et intégrable en espace vert consiste à créer un bassin à ciel ouvert sous forme de noue enherbée

et paysagère au sud-ouest du terrain (surcreusement de la plateforme prévue à 21 m NGF). Les plans suivants ne sont pas des plans de projet mais des documents de principe. Le pétitionnaire pourra choisir un bassin enterré sous réserve du respect des données de volume, de débit de fuite et de surverse indiqué dans ce rapport.

Figure 11 : Plan de masse de principe du bassin et des réseaux EP

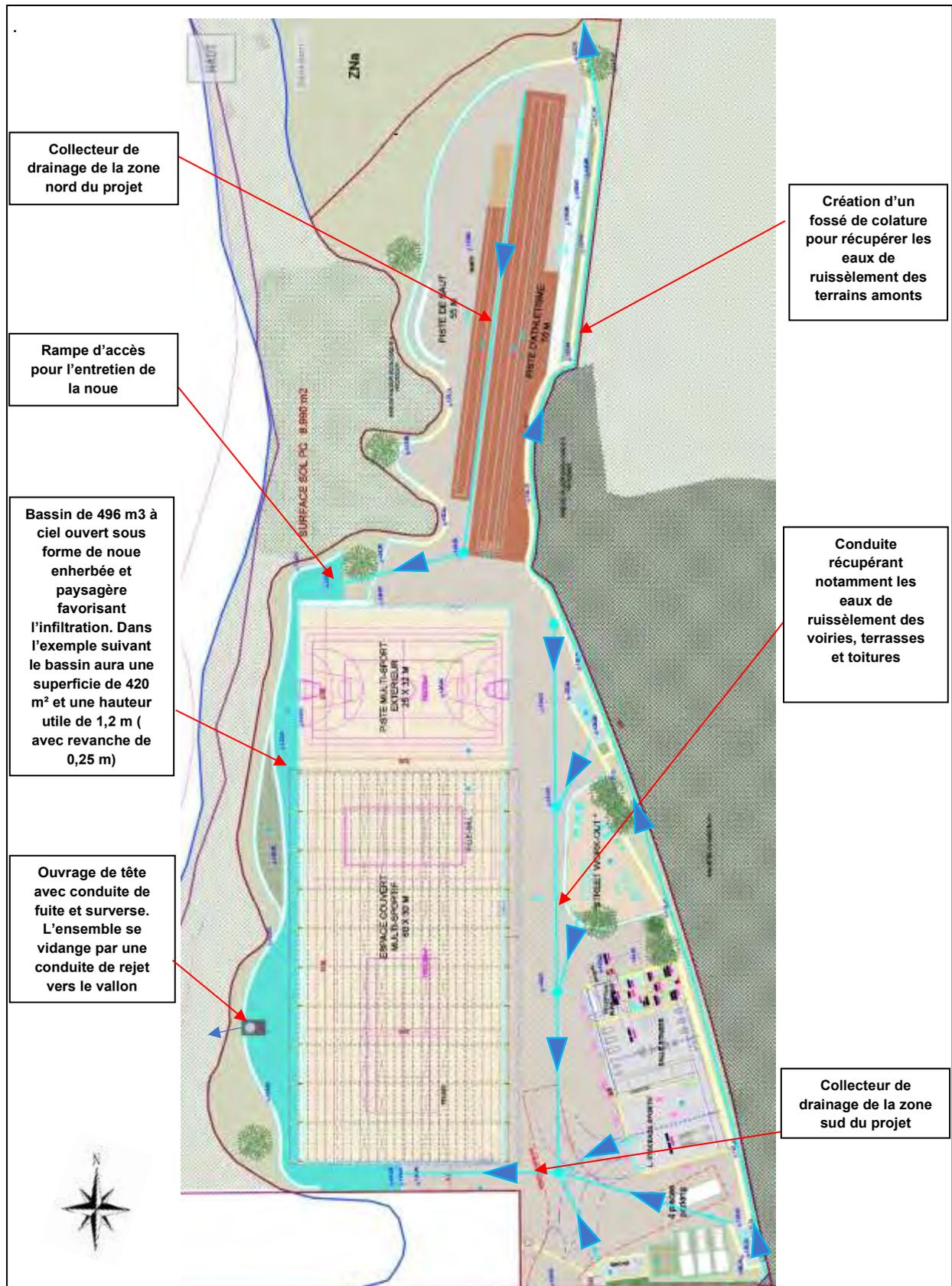
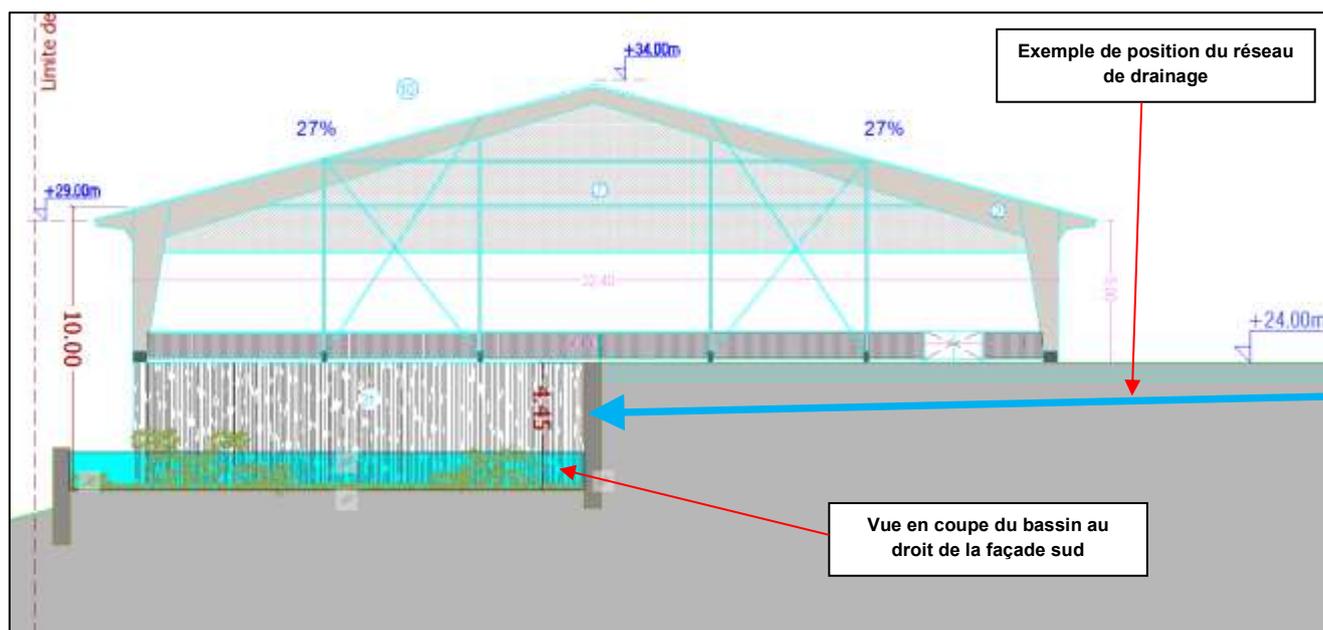


Figure 12 : Plan en coupe de principe (vue de la façade sud du hangar)



- La structure de rétention devra éviter les remontées de nappe pour conserver toute sa capacité. Si cette dernière apparaît dans le fond du bassin, il faudra adapter la constitution de l'ouvrage soit par la création d'un cuvelage étanche lesté soit par une rehausse de l'ouvrage à dimensionner
- La structure devra être végétalisée et le pétitionnaire devra déposer une géogrille, un filet coco ou tout autre structure pour éviter l'érosion des talus et du fond mais aussi pour faciliter l'entretien : le choix de la solution sera défini au stade des études d'exécution en phase travaux.
- Les eaux de ruissellement du terrain seront dirigées vers le bassin et le bassin se vidangera de manière gravitaire dans le vallon d'Esquières.
- Le traitement qualitatif des eaux pluviales passe par la lutte contre les différentes sources polluantes selon plusieurs méthodes qui s'adapte au bassin projeté :
 - Curative : en favorisant la décantation des eaux pluviales dans le bassin projeté
 - Préventive : en piégeant la pollution à la source avec une paroi siphonide (ou si demande de la mairie avec piège à hydrocarbure, débourbeur-déshuileur...).

Tableau 13. Définition des ouvrages de rétention

Ouvrage	Volume utile (m ³)	Surface utile (m ²)	Hauteur utile de stockage avant surverse (m)	Revanche minimum au-dessus de la surverse (m)
Bassin sous forme de noue	496	420	1,2	0.25

En matière d'entretien de ce type de structure, les prescriptions suivantes devront être suivies pour garantir son fonctionnement :

- Il est nécessaire de prévoir des curages réguliers en fond de bassin, un entretien de la décante, de la paroi siphonide, de la conduite de fuite et de la surverse (+ la conduite de récupération de l'ensemble).
- Fond de la structure de rétention : Une forme de pente sera aménagée en fond de la structure de rétention pour éviter la stagnation des eaux (et les moustiques).

La position et les dimensions de la structure de rétention retenue seront étudiés au stade des études d'exécution de la mission VRD non inclus dans cette étude.

5.3.2 OUVRAGE DE FUITE

5.3.2.1 Type de vidange

La vidange sera gravitaire pour l'ajutage et la surverse

5.3.2.2 Dimensionnement de l'ajutage

Le dimensionnement de l'ajutage est défini par le débit de fuite avant aménagement présenté au chapitre 5.2.1. Il est calculé par la formule des orifices présentée en annexe 4.

Le diamètre retenu est le diamètre d'une conduite commerciale le plus proche du diamètre calculé pour le débit de fuite à évacuer. Ce diamètre est au minimum et conventionnellement de 60mm pour éviter les obstructions et tenir compte d'une charge solide dans l'évacuation qui diminue la capacité hydraulique théorique.

Lorsque le diamètre calculé est trop faible on peut envisager l'emploi de dispositifs de limitation de débit à effet vortex, d'une vanne ou d'un autre système adapté.

Tableau 14. Définition de l'ajutage

Type d'ajutage	Q pointe (m3/s) défini par SDAEP	Diamètre nominal théorique calculé (mm)	Diamètre nominal retenu pour la conduite de fuite (mm)
Gravitaire	0,0057	49	Orifice de 100 mm avec système de régulation du débit par vanne (ou 60mm avec dispositif vortex...)

5.3.2.3 Dimensionnement de la surverse

La structure de rétention doit être équipée d'un déversoir de sécurité. Le déversoir de sécurité doit pouvoir évacuer un débit supérieur à l'occurrence retenue pour le dimensionnement du bassin (T100 ans). On peut utiliser deux méthodes de dimensionnement :

- On peut utiliser le débit de pointe cinq-centennal (T500 ans) après aménagement (doctrine MISEN 83) : Le dimensionnement de la surverse est réalisé à l'aide de la formule des seuils. La formule et les calculs sont présentés en annexe 4. Le débit de

surverse pour T500 est calculé selon la formule de référence : $Q_{500} = Q_{100} + 0,5 \times Q_{100}$.

- On peut utiliser la méthode du SDAEP qui définit un débit en multipliant la surface active en ha par 1100.

On retiendra la valeur la plus importante qui est ici celui défini par la doctrine MISEN :

Tableau 15. Définition de la surverse du bassin

Type de surverse	Q pointe (m ³ /s) du SDAEP (surface active en ha x 1100)	Q pointe (m ³ /s) pour une pluie de T500 ans (MISEN)	Hauteur de la surverse (m)	Largeur de la surverse (m)
Surverse rectangulaire	0,420	0,453	0,25	2

Ici, il a été fait le choix de calculer des surverses rectangulaires. Si le choix est porté sur des surverses rondes, il conviendra de respecter les débits de projet pour Q500.

5.3.2.4 Temps de vidange des ouvrages de rétention

Le temps de la vidange des structures de rétention est présenté dans le tableau ci-dessous :

Tableau 16. Temps de vidange des structures de rétention

Ouvrage	Temps de vidange complète (heures)
Bassin sous forme de noue	49

Ce temps est long mais le calcul ne prend pas en compte le débit d'infiltration. En prenant en compte sur des terrains métamorphique, présentant une schistosité, un coefficient de perméabilité moyen de $K = 50 \text{ mm/h}$, pour les surfaces d'infiltrations conséquentes des deux bassins, les calculs montrent que le temps de vidange est bien inférieur :

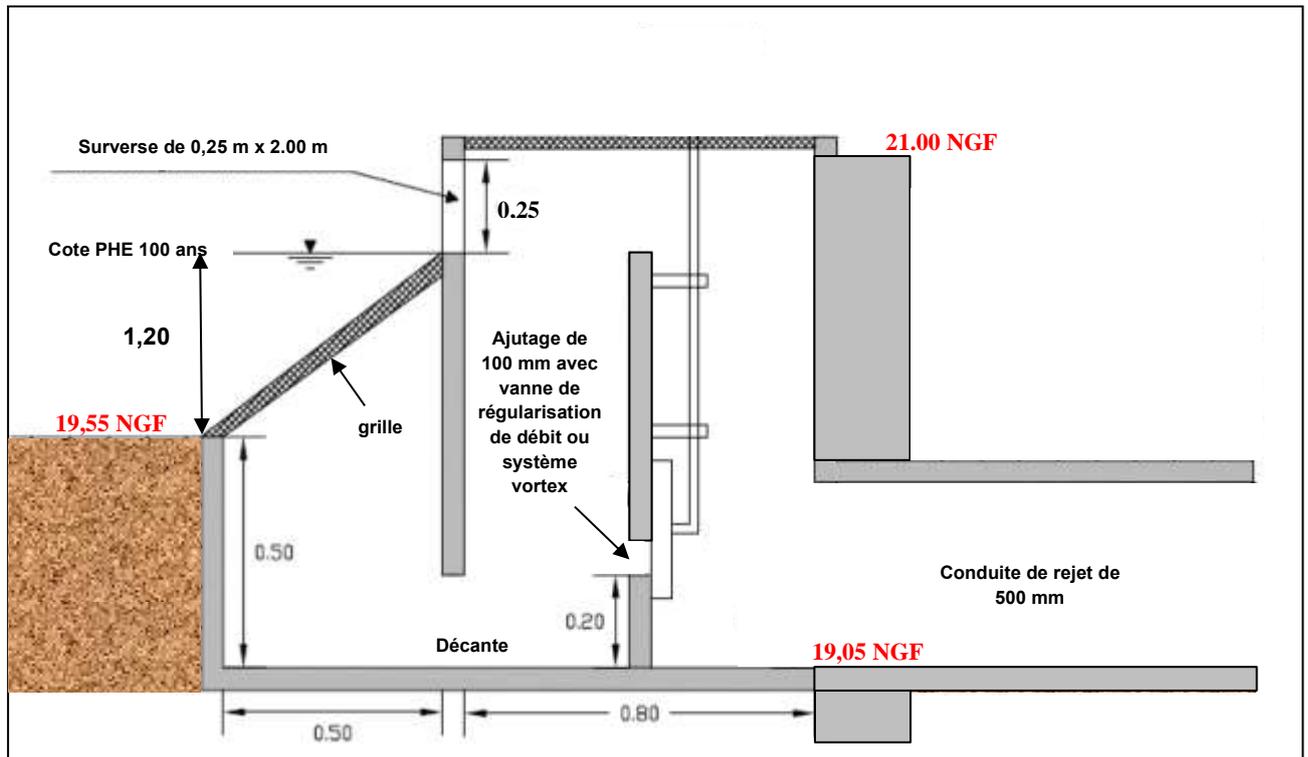
5.3.3 SCHEMA DE FONCTIONNEMENT DE LA STRUCTURE DE RETENTION

Le bassin est positionné sur le plan de masse avec les valeurs de surface utile et de hauteur utile présentées au chapitre 5.3.1. Il s'agit d'un plan de principe.

Le plan définitif positionnant les éléments de collecte des eaux pluviales du terrain (grilles de captage, conduites de drainage, dimensions définitives des ouvrages...) sera établi au stade des études d'exécution réalisées avant travaux par le bureau d'études chargé du VRD.

La figure ci-après présente le schéma de principe (en coupe) de la tête du bassin qui permet la vidange de l'ouvrage. Le dispositif décrit ci-dessous (cotes, dimensions, réservations) devra être respecté pour garantir le fonctionnement hydraulique prévu : la décante, la cloison siphonoïde, la hauteur de régulation, l'ajutage et la surverse :

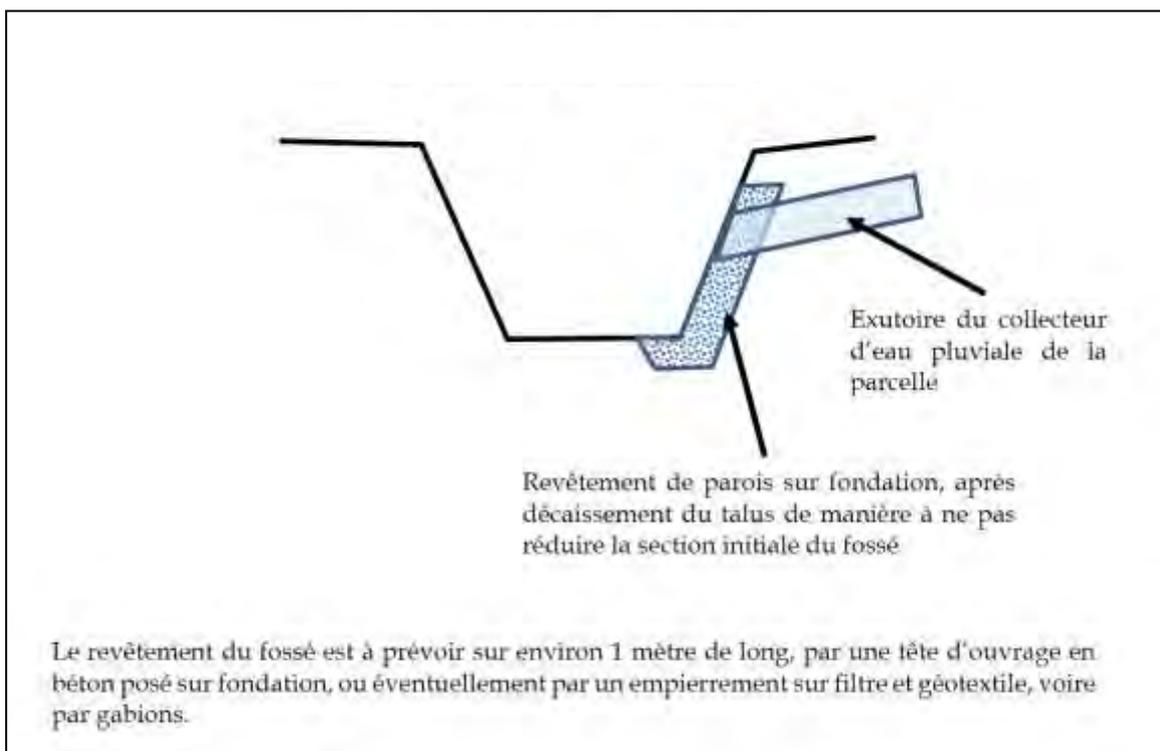
Figure 13 : Plan de principe du bassin (vue en coupe)



En sortie de l'ouvrage de tête, La conduite de rejet se déverse dans le vallon d'Esquières

Les différents points de rejets des collecteurs dans le bassin et dans le vallon seront aménagés de façon à ne pas faire de saillie dans les talus et le fond de l'ouvrage : un accompagnement en matelas de gabions paraît adapté car il a l'avantage de pouvoir être enherbé. Un muret complémentaire « brise énergie » pourra également être installé en sortie de conduite. L'aménagement sera réalisé en respect du schéma de principe suivant :

Figure 14 : Raccordement des collecteurs du terrain dans un bassin ou un fossé



Dans le tableau ci-après, seul le dimensionnement des collecteurs principaux est présenté (cf. plans au chapitre 5.3.1). La mission VRD devra dimensionner les dispositifs de captage (grilles avaloirs...), les conduites et leur position en tenant compte des caractéristiques de dimensionnement rappelées dans le tableau ci-après.

Le dimensionnement du réseau de collecte des eaux en sortie du bassin doit disposer d'une capacité suffisante pour récupérer les débits du l'ajutage et de la surverse. On prend donc le débit cumulé comme débit de dimensionnement de cette conduite (Présenté sur le plan du chapitre 5.3.1).

Tableau 17. Définition générale pour les collecteurs principaux du terrain

BV	Collecteur	Pente (m/m)	Matériaux	Diamètre (m)	Débit de projet (m3/s)	Capacité conduite (m3/s)
BV pro	Collecteur des eaux en sortie du bassin (ajutage par pompage + surverse)	0,02	PVC (K=90)	500	0,470	0,669
	Collecteur de drainage de la zone nord ou de la zone sud du projet	0,02	PVC (K=90)	400	0,302	0,370
	Fossé de colature à l'est du projet	0.02	Terre enherbée (K= 40)	Exemple : Section trapézoïdale de h=400, base=400 et pente berge=45°	1	1,005

Le dimensionnement des collecteurs tient compte de pentes moyennes. Si le choix est fait au cours de l'aménagement de diminuer la pente proposée en raison de cassures ou chutes de pente ponctuelles ou en fonction des aménagements du bâti, il conviendra de prendre un diamètre supérieur ou de vérifier que la capacité hydraulique respecte le débit du projet.

6. REMARQUES

Les dimensions du système pluvial indiquées dans le présent rapport sont adaptées :

- Aux hypothèses de pluies, de ruissellement, de transformation pluie - débit indiquées dans le présent rapport ;
- Aux plans fournis au moment de la réalisation de l'étude ;
- A des conditions normales de fonctionnement du réseau pluvial, c'est-à-dire sans obstruction de réseau du fait d'un mauvais entretien ou d'un accident provoquant un apport d'eau accidentelle (affaissement de talus, fuites...).

L'ouvrage de rétention disposera d'un d'accès pour l'entretien et la maintenance de la décante, de l'ajutage et de la surverse.

Un protocole d'entretien et de maintenance devra être établi (conformément à la doctrine MISEN du Var et au SDAEP) pour assurer la continuité de service des ouvrages et des organes hydrauliques ainsi que des conduites de drainage de l'unité foncière. Les conduites devront être régulièrement visitées, curées et maintenues en état de fonctionnement. Le protocole d'entretien précité devra le préciser.

A ce stade des études, les matériaux de construction et de protection du bassin et des conduites ne sont pas figés et il pourra s'agir de béton, de canalisations en pvc, en acier.... Les matériaux seront figés dans une phase ultérieure et il devra être vérifié la concordance avec les débits de projets (PVC utilisé en exemple dans les calculs)

Le bureau d'études qui sera chargé de l'étude VRD devra préciser les diamètres et les spécifications des conduites et ouvrages de captage (pompe, grilles avaloirs.....) en tenant compte des débits calculés dans la présente étude et des cotes altimétriques finales de tout l'aménagement (couverture sur conduite suffisante, cohérence avec les pentes...).

7. ANNEXES

- ANNEXE 1 – PRINCIPE ET APPLICATION DE LA METHODE RATIONNELLE ET DE LA METHODE SUPERFICIELLE
- ANNEXE 2 – TABLEAU D'APPLICATION DE LA METHODE RATIONNELLE
- ANNEXE 3 – FICHE D'INSTRUCTION N°1 DU SDAEP DE ROQUEBRUNE SUR ARGENS
- ANNEXE 4 – DEFINITION ORIFICE DE FUITE, SURVERSE ET TEMPS DE VIDANDE POUR CHAQUE OUVRAGE
- ANNEXE 5 – BASSIN DE RETENTION : METHODE DES PLUIES
- ANNEXE 6 – COEFFICIENTS DE RUISSELLEMENT

ANNEXE 1

PRINCIPE ET APPLICATION DE LA METHODE RATIONNELLE ET DE LA METHODE SUPERFICIELLE

1. La méthode rationnelle

a. Principe de la méthode

La méthode rationnelle est basée sur l'hypothèse qu'une pluie constante et uniforme sur l'ensemble d'un bassin versant produit un débit de pointe lorsque toutes les sections du bassin versant contribuent à l'écoulement, soit après un temps égal au temps de concentration. Par simplification, la méthode rationnelle suppose aussi que la durée de la pluie est égale au temps de concentration. Elle ne tient pas compte de l'hétérogénéité de la pluviométrie et a tendance à surévaluer le débit de pointe.

b. Conditions d'applications :

La méthode rationnelle ne doit s'utiliser que lorsque les conditions suivantes sont réunies :

- ✓ intensité de la pluie uniforme dans le temps et dans l'espace
- ✓ Le débit de pointe Q_p est considéré comme une fraction du débit précipité
- ✓ L'intervalle de récurrence du débit de pointe Q_p est le même que celui de la pluie incidente
- ✓ Le coefficient de ruissellement C est supposé invariable d'une averse à l'autre
- ✓ Celle-ci est bien adaptée aux bassins versants de moins de 250 ha
- ✓ la pente longitudinale moyenne est supérieure à 0,5 %.

c. L'expression de la formule rationnelle

Le débit de pointe est donné par la formule suivant

$$Q_p = K \times C \times i \times A$$

Avec:

- ✓ **Q_p** : débit de pointe en m³/s
- ✓ **K** : 1/360
- ✓ **C** : Coefficient de ruissellement, compris entre 0 et 1
- ✓ **i** : intensité de la pluie incidente en mm/h
- ✓ **A** : Surface du bassin versant pris en considération en Ha

L'objectif de l'utilisation de cette formule est d'effectuer des dimensionnements de collecteurs d'assainissement (choix d'un diamètre commercial adéquat et d'une pente de projet),

2. La Méthode de Caquot

a. Principe de la méthode :

La méthode superficielle ou modèle de Caquot est une évolution de la méthode rationnelle. En faisant intervenir tous les mécanismes de l'écoulement, cette méthode permet de calculer, aux divers points caractéristiques des tronçons, le débit de pointe qui servira à détermination ultérieure des dimensions hydrauliques des ouvrages évacuateurs.

b. Procédure d'utilisation de la méthode :

- ✓ Positionner en plan les canalisations
- ✓ Définir des tronçons de l'ordre de 300m
- ✓ Définir par tronçon le point caractéristique 5/9 de l'amont du tronçon
- ✓ Délimiter les sous bassins versant
- ✓ Définir les assemblages (bassins en série ou en□ parallèle)
- ✓ Calculer pour chacun des bassins assemblés Q_p

c. Conditions d'applications

Elle ne s'applique qu'aux surfaces urbaines drainées par des réseaux d'évacuation .Il est démontré qu'en un point particulier du réseau :

- ✓ le débit maximal correspond exactement au volume précipité dans l'unité de temps considérée.
- ✓ Le volume précipité au pas de temps antérieur a servi :
 - à l'écoulement
 - au remplissage des canalisations
 - l'humidification de toutes les surfaces du bassin de réception

- ✓ La Méthode de Caquot ne s'applique qu'aux surfaces drainées par des réseaux qui ne sont pas en charge.

d. L'expression de la formule de Caquot

La formule de Caquot pour le calcul des débits d'eaux pluviales s'énonce comme suit :

$$Q_c(T) = Q(T_r) \times m(T)$$

$$Q(T_r) = K(T) \times I^{U(T)} \times C^{V(T)} \times A^{W(T)}$$

Avec :

Q_c : Débit corrigé en m^3/s .

I : moyenne du bassin versant.

Q : Débit brute en m^3/s .

C : Coefficient de ruissèlement du BV.

L : longueur de BV.

A : du bassin versant.

T_r : Période de retour

Les paramètres (K , U , V , W et m) sont en fonctions des coefficients de Montana $a(T)$ et $b(T)$ et ces dernières dépendent de la période de retour Représentée dans le tableau suivant :

Les paramètres	Les fonctions
K	$(a(T) \times 0,5^{b(T)}/6,6)^u$
U	$-0,41 \times b(T) / (1+0,287 \times b(T))$
V	$1 / (1+0,287 \times b(T))$
W	$(0,507 \times b(T) + 0,95) / (1+0,287 \times b(T))$
M	$(L/2\sqrt{A})^{(0,84 \times b(T))/1+ b(T) \times 0,287}$

Coefficients caractéristiques de la formule de Caquot

Le coefficient de ruissellement qui est le rapport du volume d'eau ruisselé par le volume d'eau tombée, est généralement assimilé au taux d'imperméabilisation du site qui est égale au rapport de la surface imperméabilisée par la surface totale.

$$C = A' / A$$

Avec :

A' : la surface imperméabilisée

A : la surface totale du bassin versant

Le coefficient de ruissellement dépend du type d'occupation du sol et de la typologie d'habitat, les valeurs unitaires retenues sont les suivantes :

TYPOLOGIE D'HABITAT	COEFFICIENT RUISSÈLEMENT CI
Petits immeubles + commerces	0.50
Complexe universitaire	0.40
Immeubles résidentiels	0.50
Habitat mixte (villas + immeubles)	0.45
Moyennes villas	0.35
Grandes villas	0.30
Habitat économique	0.70
Habitat moderne/mixte	0.65
Habitat traditionnel	0.80
Zone hôtelière	0.30
Zone industrielle	0.60
Bureaux	0.40
Terrain de sport/cimetière	0.20
Espaces verts + parcs	0.20
Voiries + parking	0.90

Coefficient de ruissellement selon l'occupation du sol

La longueur hydraulique :

Elle est définie comme étant la longueur du plus long cheminement hydraulique autrement dit, c'est la longueur parcourue par une goutte d'eau tombée au point le plus éloigné de l'exutoire du bassin versant considéré

La pente moyenne :

Soit un bassin versant dans le plus grand cheminement hydraulique L est constituée le tronçon successif de longueur I1,I2, I3...In et de pente moyenne I1, I2, I3...In .

La pente moyenne le long de ce cheminement ce calculée par la formule suivante :

$$I_p = \left(\frac{\sum L}{\sum \frac{L_i}{f_i}} \right)^2$$

Avec :

L_i : Allongement du bassin i.

I_i : Pentecorrespondante.

Allongement d'un bassin et coefficient correcteur:

L'allongement d'un bassin M définit comme le rapport de la longueur du plus cheminement hydraulique L sur le carré de la surface équivalente à la superficie du bassin considéré

$$M = L / \sqrt{A} \geq 0,8$$

On pourra, après avoir déterminé l'allongement M correspondant corriger le débit calculé en le multipliant par un coefficient d'influence m traduisant

quantitativement le fait que pour même surface A le débit varie à l'inverse de l'allongement M dudit bassin.

Assemblage des bassins:

La formule superficielle développée étant valable pour un bassin de caractéristiques physiques homogènes, son application a un groupement de sous bassins hétérogènes de paramètres individuels A_i , C_i , L_i et I_i assemblés en série ou en parallèle, nécessite l'emploi des formules d'équivalences afin de déterminer Q_{pe} (débit de pointe du bassin équivalent) selon le tableau suivant :

Types d'assemblages	A équivalente	C équivalent	I équivalente	M équivalent
Bassins en série	ΣA_j	$\Sigma C_j A_j / \Sigma A_j$	$(\Sigma L_j / \Sigma (L_j / \sqrt{I_j}))^2$	$\Sigma L_j / \sqrt{(\Sigma A_j)}$
Bassins en parallèle	ΣA_j	$\Sigma C_j A_j / \Sigma A_j$	$\Sigma I_j Q_{pj} / \Sigma Q_{pj}$	$L (Q_{p j \max})' / \sqrt{(\Sigma A_j)}$

Formules des assemblages des bassins versants dans le modèle de Caquot

ANNEXE 2

BV pro : Application de la méthode rationnelle					
données du projet					
Surface du BV (ha)		A =	0.899		
Surface imperméabilisée (ha)		A' =	0.5295		
Longueur du BV (m)		L =	210		
pente du BV (m/m) avant aménagement		i =	0.049		
pente du BV (m/m) après aménagement		j =	0.020		
Coefficient de ruissellement du terrain sans urbanisation		C' =	0.40		
Coefficient de ruissellement avant aménagement		C' =	0.30		
Coefficient de ruissellement après aménagement		C =	0.59		
Coefficients de Montana (données Météo France station de Fréjus)					
de 6 min à 2 h			de 2 h à 24 h		
	a	b		a	b
T = 2 ans	4.791	-0.507	T = 2 ans	11.74	-0.72
T = 100 ans	7.266	-0.42	T = 100 ans	35.213	-0.759
durée de la pluie de référence (min)	120		temps de concentration du BV (min) pour la pluie de projet	B	
Calcul de l'intensité I pour la pluie de référence					
I=at ^b					
I 2 (mm/min) =	0.374		I100 (mm/min) =	0.930	
I 2 (mm/h) =	22		I100 (mm/h) =	56	
I 2 (m/h) =	0.022		I100 (m/h) =	0.056	
Calcul de l'intensité I pour la pluie de projet					
I=at ^b					
I 2 (mm/min) =	1.932		I100 (mm/min) =	3.424	
I 2 (mm/h) =	116		I100 (mm/h) =	205	
I 2 (m/h) =	0.116		I100 (m/h) =	0.205	
Calcul du débit biennal avant aménagement			Calcul du débit centennal avant aménagement		
Q2=CIA I (m/h)			Q100 (m3/h) =		
Q2 (m3/h) =	60		Q100 (m3/h) =	151	
Q2 (m3/s) =	0.017		Q100 (m3/s) =	0.042	
Q2 (l/s) =	16.8		Q100 (l/s) =	41.8	
Calcul du débit de pointe biennal avant aménagement			Calcul du débit de pointe centennal avant aménagement		
Q2=CIA I (m/h)			Q100 (m3/h) =		
Q2 (m3/h) =	313		Q100 (m3/h) =	554	
Q2 (m3/s) =	0.087		Q100 (m3/s) =	0.154	
Q2 (l/s) =	86.8		Q100 (l/s) =	153.9	
	1.963348165			1.963348165	
Calcul du débit de pointe biennal après aménagement			Calcul du débit de pointe centennal après aménagement		
Q2=C'IA I (m/h)			Q100 (m3/h) =		
Q2 (m3/h) =	614		Q100 (m3/h) =	1088	
Q2 (m3/s) =	0.1705		Q100 (m3/s) =	0.302	
Q2 (l/s) =	170.5		Q100 (l/s) =	302.1	
Calcul du débit de pointe biennal sans aménagement			Calcul du débit de pointe centennal sans aménagement		
Q2=C'IA I (m/h)			Q100 (m3/h) =		
Q2 (m3/h) =	417		Q100 (m3/h) =	739	
Q2 (m3/s) =	0.1158		Q100 (m3/s) =	0.205	
Q2 (l/s) =	115.8		Q100 (l/s) =	205.2	
Calcul du débit de pointe pour T500 ans avant aménagement			Calcul du débit de pointe pour T500 ans après aménagement		
Q500=Q100+0.5*Q100 I (m/h)			Q500 (m3/h) =		
Q500 (m3/h) =	831		Q500 (m3/h) =	1632	
Q500 (m3/s) =	0.2308		Q500 (m3/s) =	0.453	
Q500 (l/s) =	230.8		Q500 (l/s) =	453.2	

BV pro : Application de la méthode rationnelle					
données du projet					
Surface du BV (ha)		A =	0.899		
Surface Active (ha)		A' =	0.5295		
Longueur du BV (m)		L =	210		
penne du BV (m/m) avant aménagement		i =	0.049		
penne du BV (m/m) après aménagement		i =	0.020		
Coefficient de ruissellement du terrain sans urbanisation		C' =	0.40		
Coefficient de ruissellement avant aménagement		C' =	0.30		
Coefficient de ruissellement après aménagement		C =	0.59		
Coefficients de Montana					
de 6 min à 1 h			de 1h à 6 h		
	a	b		a	b
T = 10 ans	5,743	-0.457	T = 10 ans	21,649	-0.748
T = 20 ans	6,281	-0.455	T = 20 ans	25,728	-0.752
durée de la pluie de référence (min)	120		temps de concentration du BV (min) pour la pluie de projet	5	
Calcul de l'intensité I pour la pluie de référence					
I=at ^b					
I 10 (mm/min) =	0.603		I 20 (mm/min) =	0.703	
I 10 (mm/h) =	36		I 20 (mm/h) =	42	
I 10 (m/h) =	0,036		I 20 (m/h) =	0.042	
Calcul de l'intensité I pour la pluie de projet					
I=at ^b					
I 10 (mm/min) =	2,532		I 20 (mm/min) =	2.780	
I 10 (mm/h) =	152		I 20 (mm/h) =	167	
I 10 (m/h) =	0,152		I 20 (m/h) =	0.167	
Calcul du débit avant aménagement			Calcul du débit avant aménagement		
Q10=CIA	I (m/h)		Q20=CIA	I (m/h)	
Q10 (m3/h) =	98		Q20 (m3/h) =	114	
Q10 (m3/s) =	0.027		Q20 (m3/s) =	0.032	
Q10 (l/s) =	27.1		Q20 (l/s) =	31.6	
Calcul du débit de pointe avant aménagement			Calcul du débit de pointe avant aménagement		
Q10=CIA	I (m/h)		Q20=CIA	I (m/h)	
Q10 (m3/h) =	410		Q20 (m3/h) =	450	
Q10 (m3/s) =	0.114		Q20 (m3/s) =	0.125	
Q10 (l/s) =	113.8		Q20 (l/s) =	124.9	
1.963348165			1.963348165		
Calcul du débit de pointe après aménagement			Calcul du débit de pointe après aménagement		
Q10=CIA	I (m/h)		Q20=CIA	I (m/h)	
Q10 (m3/h) =	805		Q20 (m3/h) =	883	
Q10 (m3/s) =	0.2235		Q20 (m3/s) =	0.245	
Q10 (l/s) =	223.5		Q20 (l/s) =	245.3	
Calcul du débit de pointe sans urbanisation			Calcul du débit de pointe sans urbanisation		
Q10=CIA	I (m/h)		Q20=CIA	I (m/h)	
Q10 (m3/h) =	546		Q20 (m3/h) =	600	
Q10 (m3/s) =	0.1518		Q20 (m3/s) =	0.167	
Q10 (l/s) =	151.8		Q20 (l/s) =	166.6	

ANNEXE 3

FICHE INSTRUCTION N°1 DU SDAEP DE ROQUEBRUNE SUR ARGENS

Commune de Roquebrune-sur-Argens Département du Var				Rétention des Eaux pluviales (fiche d'instruction n°1)			
Nom du propriétaire (Maître d'ouvrage) :		SRE FRANCE Lotissement Carillon Bonne Fontaine 83580 BASSIN		Adresse postale :			
Adresse postale :				Coordonnées téléphoniques :			
Coordonnées téléphoniques :				Adresse de messagerie :			
Adresse de messagerie :				N° du terrain de commune :			
Nature et situation géographique et administrative de l'opération :				N° de parcelle(s) en régime(s) :			
N° du terrain de commune :				Zone(s) PLU (indiquer toutes les zones concernées par le terrain ou sa situation opérationnelle) :			
Nature de l'opération :				Date prévisionnelle du début des travaux :			
Date prévisionnelle du début des travaux :				Durée des travaux (en mois) :			
Durée des travaux (en mois) :							
Zone(s) pluvial : Tableau n°1							
Zone(s) pluvial	Classe(s) (0,0000)	Cat.	Exécution	Volume à stocker (m³/ha imperméabilisé)	Débit spécifique de ruissellement (l/s/ha imperméabilisé)	COUFI de (000)	Commentaire
L'indiquer (ou les zones concernées par le terrain ou sa situation opérationnelle)	X	1	Projeté sans réseau pluvial, fossé, valson...	1000	0		
		2	impossible / infiltration possible	(ou égal à 1500) la minimum ou 2 / jusqu'à une situation hydrogéologique	0		
		3	impossible / infiltration impossible	1000	0		
Calcul de la surface active : Tableau n°2							
Type de surface		Surface en ha (S) (à remplir)		Coefficient de ruissellement (Cr)		Surface active (S (ha) x Cr) (à remplir)	
Espaces verts en dalle		0.0000		0.40		0.0000	
Toitures terrasses végétalisées extérieures		0.0000		0.50		0.0000	
Toitures terrasses grassées...		0.0000		0.60		0.0000	
Vivier et autres surfaces imperméabilisées (terrasses...)		0.0882		0.90		0.0794	
Bâti en pente		0.3101		0.90		0.2791	
Pavage / Pavé d'asph.		0.0000		1.00		0.0000	
Surface totale / Coefficient moyen en voirie / Surface active totale en ha		0.4063		0.94		0.3820	
Rétention des eaux pluviales : Mesure compensatoire à l'imperméabilisation							
Pour tous cas de figure :				Commentaire			
Calcul du débit de fuite et réseau d'égout (l'effectuer le report (quand infiltration impossible))		Surface active en ha (cf tableau 2) x Volume à stocker en m³/ha (cf tableau 1)		Le débit de fuite est inférieur à 20 l/s : permet à l'opérateur d'installer des dispositifs anti-obstruction (grilles ou filtres) en amont de l'ouvrage de régulation			
8790		Surface active en ha		Volume à stocker en m³/ha		Volume utile en m³	
8790		0.3820		1000.00		8790.00	
Calcul du débit de fuite et réseau d'égout (l'effectuer le report (quand infiltration impossible))		Surface active en ha (cf tableau 2) x Débit de fuite normal autorisé en l/s/ha (cf tableau 1)		Débit de fuite caractéristique par parcelle ou à l'ensemble du projet (ex : canalisation circulaire en diamètre 400 mm, fosse trapézoïdale en terrain à laguna 2m)			
8900		Surface active en ha		Débit de fuite normal autorisé en l/s/ha		Débit de fuite max en l/s (si débit < a S/s alors prendre S/s)	
8900		0.3820		0.90		8.01	
Type(s) d'ouvrage(s)							
Ouvrage		Ouvrage n°1		Ouvrage n°2		Ouvrage n°3	
Bassin de rétention à ciel ouvert		X					
Bassin de rétention enterré							
Tranchée d'écoulement							
Bassin d'infiltration							
Tranchée d'infiltration							
Néant							
Trafic stockant							
Tranche végétalisée							
Structure maçonnée							
Bardiment/accrètement de réseau							
autres...							
Pièces à joindre à toute demande :							
Lieu à coter		Type de document					
		Plan de situation (plus ou moins)					
		Plan maillé coté de l'opération avec dispositifs de collecte des eaux pluviales					
		Indications sur les points de relevé sur plan cadastral					
Nota : les plans doivent être signés par le Maître d'ouvrage de l'opération. Tout dossier incomplet ne sera pas examiné.							

ANNEXE 4

BV pro : Définition de l'orifice de vidange gravitaire et de la surverse des ouvrages de rétention

Bassin en noue paysagère	Orifice de fuite bassin (section et diamètre) si vidange gravitaire		
	$S = Q_{fuite} / (m \cdot (2gh)^{1/2}) = \text{Section de l'orifice (m}^2\text{)}$		$D_n = (4 \cdot S / \pi)^{1/2} = \text{Diamètre nominal de l'orifice (mm)}$
	Q fuite (m ³ /s) Q fuite =	0.0057	
	coef de débit m =	0.62	
	acc pesanteur g =	9.81	Dn (m) = 0.049
	charge hydraulique amont (en m) h	1.20	Dn (mm) = 49
	S (m ²) =	0.002	Dn commercial (mm) = 60
	Surverse bassin (définition de la largeur de surverse) et temps de vidange du bassin		
	$L = Q_{pointe} / (m \cdot H_t \cdot (2gH_t)^{1/2})$		$T = ((2s/mS) \cdot ((h/2g)^{1/2})) / 3600 = \text{Temps de vidange du bassin (h)}$
	Q 500 m ³ /s =	0.453	Section horizontal réservoir (m ²) s = 420
	coef de débit m =	0.385	coef de débit m = 0.62
	acc pesanteur g =	9.81	Section de l'ajutage (m ²) S = 0.002
	Ht de surverse (m) =	0.25	acc pesanteur g = 9.81
	L de surverse (m) =	1.92	charge hydraulique amont (en m) h = 1.20
		T (h) = 49	

ANNEXE 5

Méthode des pluies pour BV pro																					
1	Caractéristiques pluviométriques régionales Période de retour choisie : rétention T100 en état aménagé Courbe de Montana (courbe enveloppe des précipitations) $I = ax(t^b)$ avec I = Intensité en mm/mn t = durée de la pluie en mn																				
2	Caractéristiques du bassin versant collecté <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Surface du bassin versant</td> <td style="text-align: right;">0,899</td> <td style="text-align: right;">ha</td> </tr> <tr> <td>Coefficient d'apport</td> <td style="text-align: right;">0,59</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Surface active</td> <td style="text-align: right;">0,529515</td> <td style="text-align: right;">ha</td> </tr> <tr> <td>Longueur du plus long talweg</td> <td style="text-align: right;">210</td> <td style="text-align: right;">m</td> </tr> <tr> <td>Pente moyenne du bassin versant</td> <td style="text-align: right;">2,00</td> <td style="text-align: right;">%</td> </tr> </table>	Surface du bassin versant	0,899	ha	Coefficient d'apport	0,59		Surface active	0,529515	ha	Longueur du plus long talweg	210	m	Pente moyenne du bassin versant	2,00	%					
Surface du bassin versant	0,899	ha																			
Coefficient d'apport	0,59																				
Surface active	0,529515	ha																			
Longueur du plus long talweg	210	m																			
Pente moyenne du bassin versant	2,00	%																			
3	Caractéristiques du bassin de rétention <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Débit de fuite T = 2 ans</td> <td style="text-align: right;">0,01680</td> <td style="text-align: right;">m3/s</td> </tr> <tr> <td>Débit de vidange constant (vanne de régulation ou pompage)</td> <td></td> <td style="text-align: right;">non</td> </tr> </table> Calcul du volume utile par la méthode des pluies T 100 ans Formule de pluie utilisée $I = ax(t^b)$ avec a = 35,213 b = -0,759	Débit de fuite T = 2 ans	0,01680	m3/s	Débit de vidange constant (vanne de régulation ou pompage)		non														
Débit de fuite T = 2 ans	0,01680	m3/s																			
Débit de vidange constant (vanne de régulation ou pompage)		non																			
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Débit de fuite</td> <td style="text-align: right;">0,01680 m3/s</td> <td>Hauteur de la pluie critique</td> <td style="text-align: right;">112 mm</td> </tr> <tr> <td>Durée de pluie critique choisie</td> <td style="text-align: right;">120 mn</td> <td>Volume total ruisselé</td> <td style="text-align: right;">591 m3</td> </tr> <tr> <td>Volume utile de la retenue</td> <td style="text-align: right;">470 m3</td> <td>Volume évacué pour t critique</td> <td style="text-align: right;">120,982 m3</td> </tr> <tr> <td>Coefficient majorateur</td> <td></td> <td>Volume à stocker</td> <td style="text-align: right; background-color: yellow;">470 m3</td> </tr> <tr> <td>Constance du débit de fuite</td> <td></td> <td>Durée de vidange approximative</td> <td style="text-align: right;">9,8 h</td> </tr> </table>		Débit de fuite	0,01680 m3/s	Hauteur de la pluie critique	112 mm	Durée de pluie critique choisie	120 mn	Volume total ruisselé	591 m3	Volume utile de la retenue	470 m3	Volume évacué pour t critique	120,982 m3	Coefficient majorateur		Volume à stocker	470 m3	Constance du débit de fuite		Durée de vidange approximative	9,8 h
Débit de fuite	0,01680 m3/s	Hauteur de la pluie critique	112 mm																		
Durée de pluie critique choisie	120 mn	Volume total ruisselé	591 m3																		
Volume utile de la retenue	470 m3	Volume évacué pour t critique	120,982 m3																		
Coefficient majorateur		Volume à stocker	470 m3																		
Constance du débit de fuite		Durée de vidange approximative	9,8 h																		

ANNEXE 6

Extrait de la doctrine de la MISEN/DDTM de janvier 2014 :

Coefficient de ruissellement Les coefficients de ruissellement servant au dimensionnement seront déterminés pour :

- L'occupation actuelle du sol
- L'occupation projetée en prenant en compte une pluie de retour biennal ainsi qu'une pluie exceptionnelle (événement historique connu ou d'occurrence centennale si supérieur)

Occupation du sol		Pluie annuelle-biennale Q1 - Q2	Pluie centennale à exceptionnelle (sols saturés en eau) Q100 – Qrare – Qexcep
Zones urbaines		0,80	0,90
Zones industrielles et commerciales		0,60 – 0,80	0,70 – 0,90
Toitures		0,90	1
Pavages, chaussée revêtue, piste		0,85	0,95
Sols perméables avec végétation	Pente		
	<2%	0,05	0,25
	2%<I<7%	0,10	0,30
	>7%	0,15	0,40
Sols imperméables avec végétation	Pente		
	<2%	0,13	0,35
	2%<I<7%	0,18	0,45
	>7%	0,25	0,55
Forêts		0,10	0,25
Résidentiel	lotissements	0,30 – 0,50	0,40 – 0,70
	collectifs	0,50 – 0,75	0,60 – 0,85
	habitat dispersé	0,25 – 0,40	0,40 – 0,65
Terrains de sport		0,10	0,30