

Version du 08/09/2020 ind04

Sommaire

1.	Préambule	3
2.	Présentation de la zone d'étude	4
3.	Hypothèses de calculs	4
3.1	Pluie projet	4
3.2	Période de retour	6
3.3	Coefficients de ruissellement	6
3.4	Détermination des débits de bassins versant	7
3.5	Détermination des volumes de stockage	7
3.6	Détermination des canalisations des réseaux	8
3.7	Principes d'assemblage des bassins versants	8
4.	Vérification de la capacité du bassin de stockage actuel	9
4.1.	Débit de fuite	9
4.2.	Calcul et Synthèse	9
5.	Détermination du débit de fuite secteur Est à mettre en Place	10
6.	Vérification de la capacité de la canalisation Ø 12000 existante et des noues secteur Est	11
6.1.	SOUS BASSIN VERSANT INTERSEPTES »	11
6.2.	Débit d'apport BV B	14
6.3.	Débit d'apport Surfaces lotis secteur Est	15
6.4.	Synthèse de vérification canalisations existantes Ø1200 et Ø1000	15
6.5.	Synthèse vérification de la capacité des noues (secteur Est)	15
6.5.1.	Détermination du débit de fuite des noues	15
6.5.2.	Calcul et Synthèse	16
7.1.	Calcul des débits	18
7.1.1.	Méthodologie générale	18
7.1.2.	Débits de ruissellement estimés	19
8.	ANNEXE	20

ANNEXES.....27

1. Préambule

Le présent dossier concerne la gestion des eaux pluviales dans le cadre du prolongement de la voirie principale de la ZAC des Loges dans la commune de Fay-aux-Loges.

Les objectifs de la présente note hydraulique sont entre autres :

- La vérification de la capacité de la canalisation diamètre 1200 mm reliant la noue existante au bassin de stockage existant.
- La vérification de la capacité de stockage du bassin existant (16 000 m³ environ) et éventuellement le dimensionnement hydraulique et la modélisation du système de gestion des eaux pluviales (noues de stockage en amont Est du bassin et les canalisations) du projet de la ZAC.

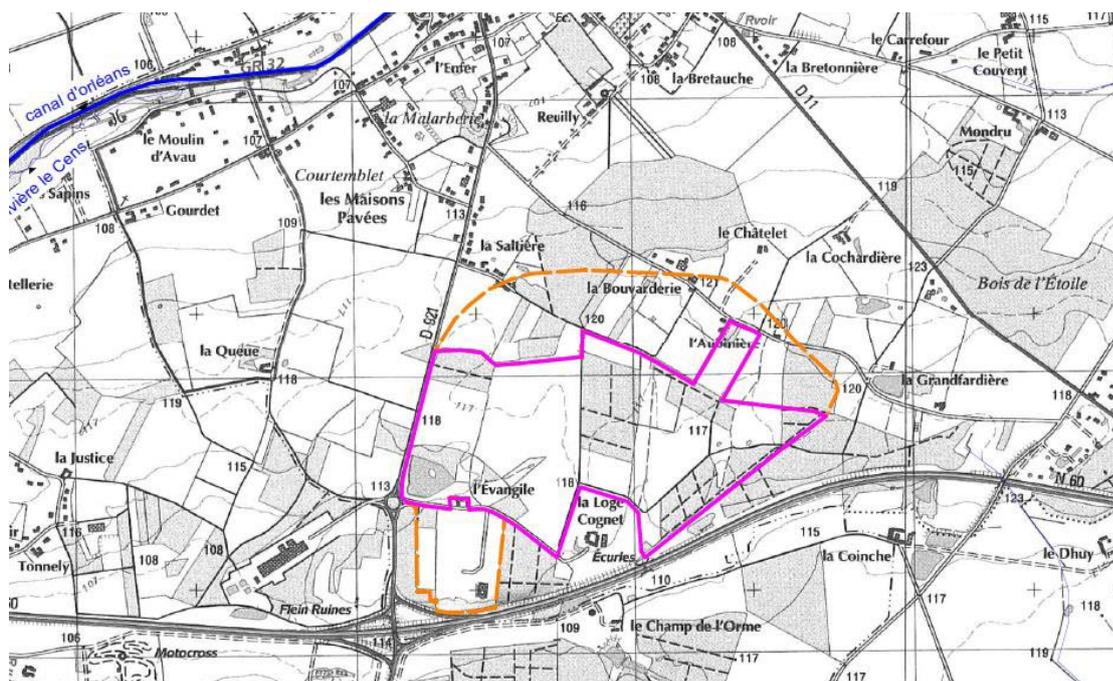
Ce dossier a donc pour objectif de calculer les volumes d'eaux à stocker sur la ZAC et de définir les principes d'aménagement des bassins et des ouvrages en tenant compte des caractéristiques des bassins existants et de leur exutoire.

2. Présentation de la zone d'étude

L'emprise de la ZAC des loges fait une superficie d'environ 72 ha. Elle est située en bordure de la RD2060 et la RD921 sur la commune de Fay-aux-Loges.

Le projet intercepte un bassin versant amont d'une superficie d'environ 50 hectares

Le rejet des eaux pluviales de cette extension de la ZAC se fera dans un bassin existant d'une capacité d'environ 16.000 m³, situé dans la partie Ouest de la zone d'extension.



Légende :

-  Périmètre de la ZAC
-  Bassin versant intercepté

3. Hypothèses de calculs

3.1 Pluie projet

L'analyse statistique des séries de mesures pluviométriques permet dans un premier temps d'établir des courbes IDF (Intensité – Durée – Fréquence), qui traduisent l'évolution de l'intensité (I) de la pluie en fonction de la durée (t) et de la fréquence (F). Il s'agit d'un modèle empirique dont la formulation la plus fréquente est celle de Montana :

$$I = a \times t^b$$

Avec : I en mm/mn
t en mn

a, b coefficients de Montana dépendant de la pluviométrie locale.

Les données météorologiques prises en compte sont issues de la station d'Orléans.
Les coefficients de Montana sont donnés comme suit :

**Coefficients de Montana pour des pluies
de durée de 6 minutes à 2 heures**

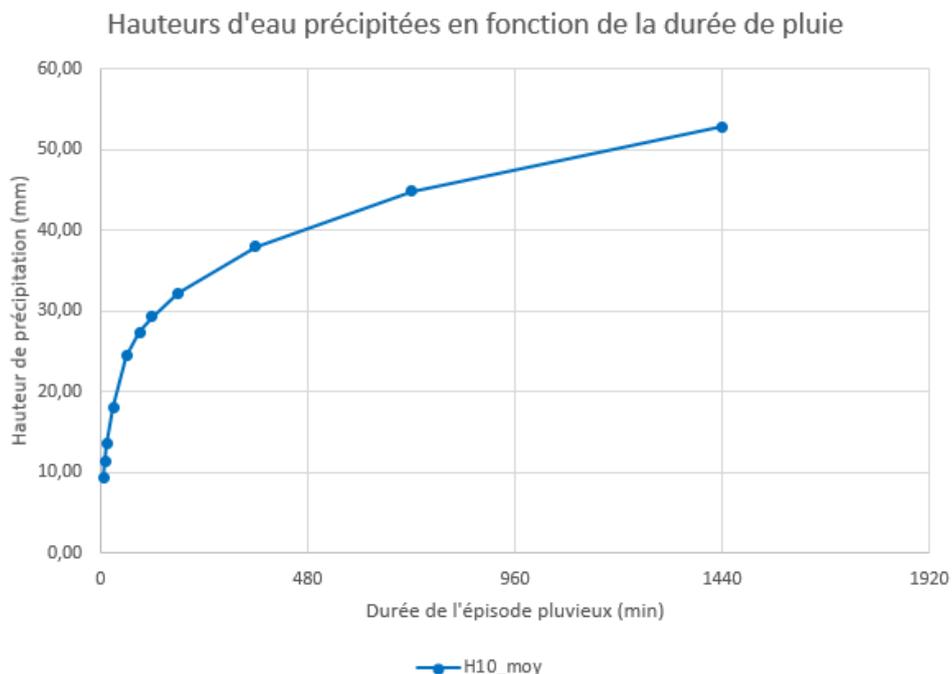
Durée de retour	a	b
5 ans	238	0.599
10 ans	267	0.588
20 ans	293	0.579
30 ans	306	0.573
50 ans	320	0.564
100 ans	340	0.555

**Coefficients de Montana pour des pluies
de durée de 1 heure à 24 heures**

Durée de retour	a	b
5 ans	468	0.759
10 ans	566	0.763
20 ans	667	0.766
30 ans	728	0.767
50 ans	807	0.768
100 ans	914	0.769

Coefficients de Montana – Station Météo France d'Orléans (1965-2007)

Pour une pluie décennale, à partir des coefficients de Montana, la hauteur d'eau précipité en fonction de la durée de pluie est la suivante :



Hauteur de la pluie en fonction de la durée de précipitation

3.2 Période de retour

Dans le cadre de cette étude hydraulique les ouvrages seront dimensionnés pour une pluie d'occurrence 10 ans.

3.3 Coefficients de ruissellement

L'aménagement de la zone comprend entre autres le prolongement de la voirie, la création des noues, des trottoirs et des stationnements.

Les coefficients de ruissellement utilisés sont les suivants :

Revêtement	Coefficient de ruissellement
Voiries, stationnement, trottoirs, accès (avec géotextile)	0,95
Espaces verts, Gazon, tapis arbustifs.	0,15
Noue/Bassin (imperméabilisé)	0.95

Tableau 1: Coefficients de ruissellement

3.4 Détermination des débits de bassins versant

La méthode de Caquot dite la méthode superficielle est la plus adaptée pour le calcul de débits des bassins versants :

$$Q = m \cdot K^{1/u} \cdot I^{v/u} \cdot C^{1/u} \cdot A^{w/u}$$

Q : débit en m³

I : pente en m/m

C : coefficient d'imperméabilisation

A : surface en ha

K, u, v, w : coefficients dépendants de la pluviométrie (a et b)

m : coefficient de correction qui tient compte du plus long cheminement hydraulique.

3.5 Détermination des volumes de stockage

Les volumes de rétention sont calculés en utilisant la Méthode des pluies et les coefficients de Montana présentés précédemment.

Les formules utilisées sont les suivantes :

$$i(t) = a \times t^b$$

$$q_s = 360 \times \frac{Q_f}{S_a}$$

$$h_{\max} = \left[\frac{q_s}{a(b+1)} \right]^{1/b} \times q_s \left[\frac{-b}{b+1} \right]$$

$$V = 10 \times h_{\max} \times S_a$$

Avec :

i : intensité de la pluie en mm/mn

t : durée de la pluie en mn

a et b : coefficients de Montana

q_s : débit spécifique de fuite en mm/h

Q_f : débit de fuite admissible en m³/s

S_a : surface active en ha = Surface x coefficient de ruissellement

h_{max} : hauteur d'eau à stocker en mm

V : volume à stocker en m³

3.6 Détermination des canalisations des réseaux

Le dimensionnement des ouvrages est basé sur la loi de Mannig-Strickler :

$$Q = K \times S \times R^{2/3} \times i^{1/2}$$

Avec K : coefficient de rugosité de la canalisation

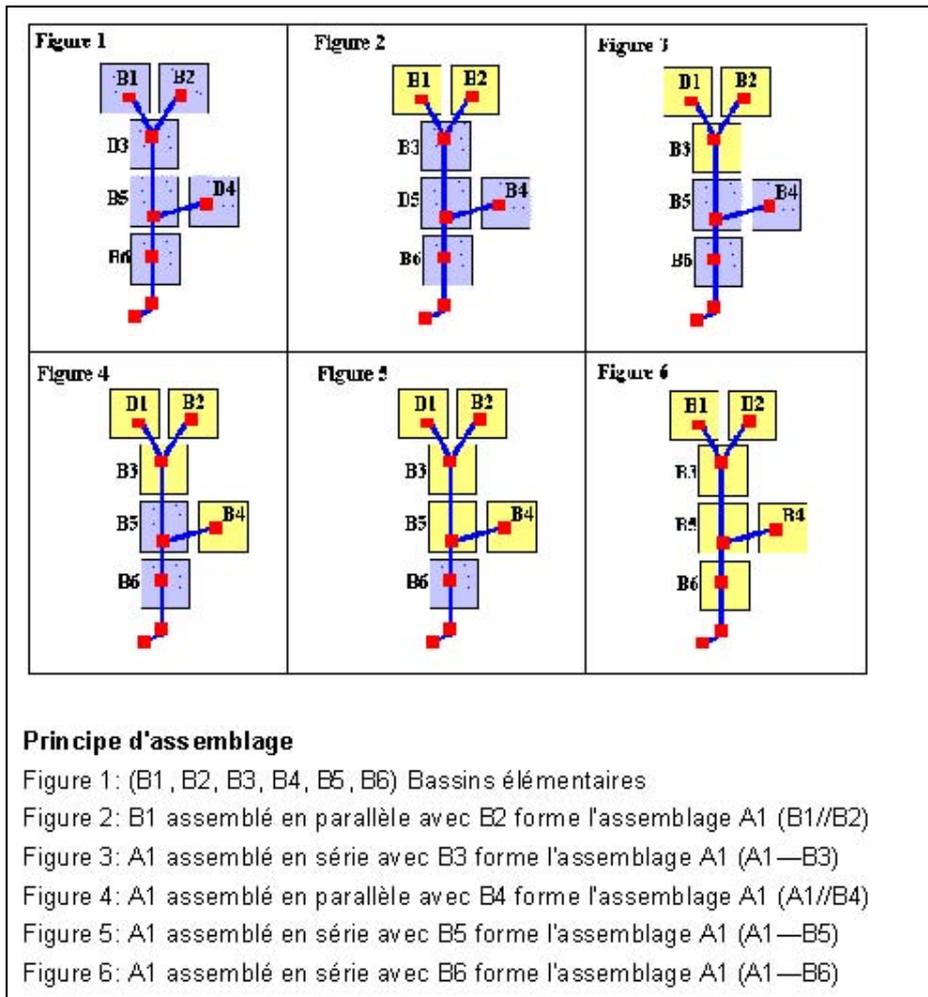
S : section mouillée

R : rayon hydraulique - $R = S / P$ avec P périmètre mouillé

i : pente motrice de la canalisation

3.7 Principes d'assemblage des bassins versants

Afin de calculer le débit résultant de plusieurs bassins versants, ces derniers sont assemblés soit en parallèle, soit en série comme le montre le schéma suivant :



Le débit résultant de plusieurs bassins élémentaires n'est pas le résultat d'une simple addition. Le débit est calculé suivant des principes d'assemblage et recalculé par la formule de Caquot. Les paramètres I, C, A, M sont obtenus à partir des caractéristiques de chaque bassins élémentaires et des relations entre les regroupements en série et en parallèle.

Assemblage des bassins

Paramètres équivalents	Aeq	Ceq	leq	Meq
En série	$\sum A_i$	$\frac{\sum C_i \cdot A_i}{\sum A_i}$	$\left[\frac{\sum L_i}{\sum \frac{L_i}{\sqrt{I_i}}} \right]^2$	$\frac{\sum L_i}{\sqrt{\sum A_i}}$
En parallèle	$\sum A_i$	$\frac{\sum C_i \cdot A_i}{\sum A_i}$	$\frac{\sum I_i \cdot Q_{Pi}}{\sum Q_{Pi}}$	$\frac{L(Q_{Pi} \max)}{\sqrt{\sum A_i}}$

4. Vérification de la capacité du bassin de stockage actuel

4.1. Débit de fuite

Pour garder le même débit de fuite en sortie de l'Étang de l'Évangile, on considère un débit de fuite de 68 l/s (qui correspond à un débit de fuite de 1l/s/ha uniquement sur le BV Ouest)

4.2. Calcul et Synthèse

Le volume total de stockage du bassin versant intercepté par le projet est de 17 195 m³ pour une pluie d'occurrence 10 ans. Ce volume est supérieur à la capacité du bassin de stockage existante qui fait 16 000 m³.

Toutefois le projet d'aménagement BV Est prévoit des noues de stockages d'une capacité totale de 1 678 m³ qui serviront à écrêter en amont le volume d'eaux restant soit 1 195 m³.

La capacité de stockage disponible du projet est égale à (16 000+1 678) =17 678 m³. Cela implique que le projet est capable de gérer l'ensemble des eaux interceptées par le projet.

Remarque : Le Secteur Ouest dispose également de deux noues de stockage d'une capacité totale de 4000 m³ environ qui ne sont pas sollicités à l'état actuel.

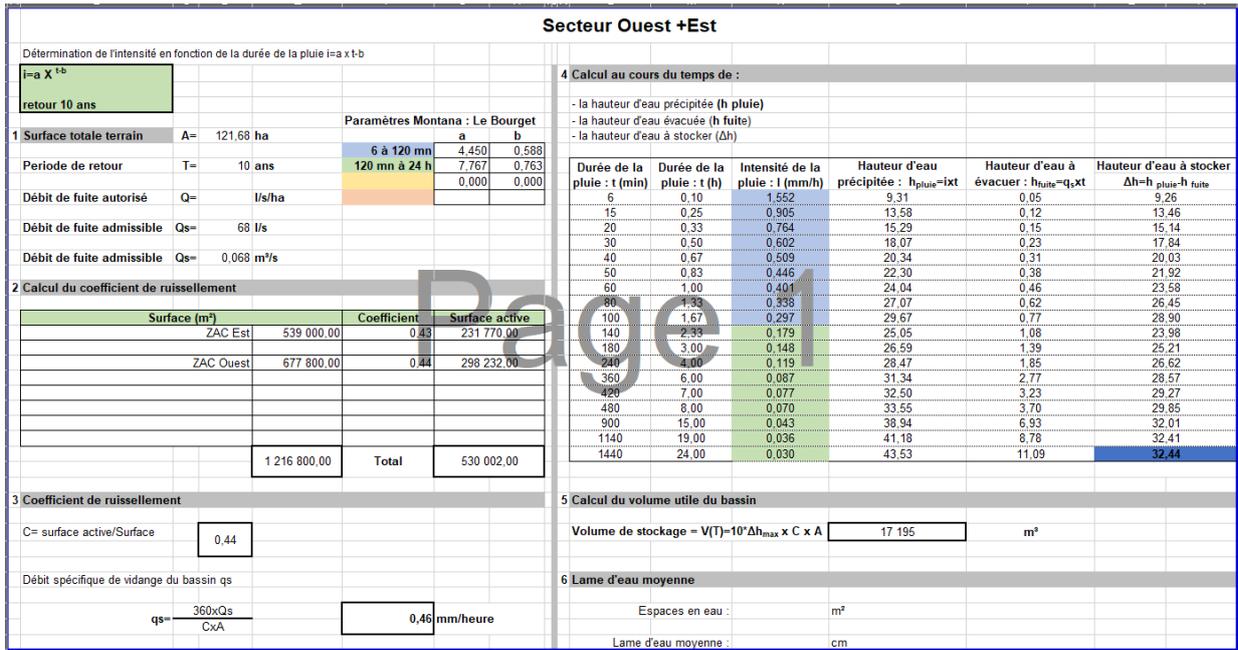


Figure 1 : Synthèse volume à stocker (T=10 ans)

5. Détermination du débit de fuite secteur Est à mettre en Place

Le projet prévoit de stocker sur le secteur Est un volume minimum de 1 195 m³ dans les noues de stockages pour une pluie d'occurrence 10 ans, pour ce faire la mise en place d'un débit de fuite est nécessaire.

Après calcul on obtient un débit de fuite de 979 l/s pour un stockage de 1308 m³.

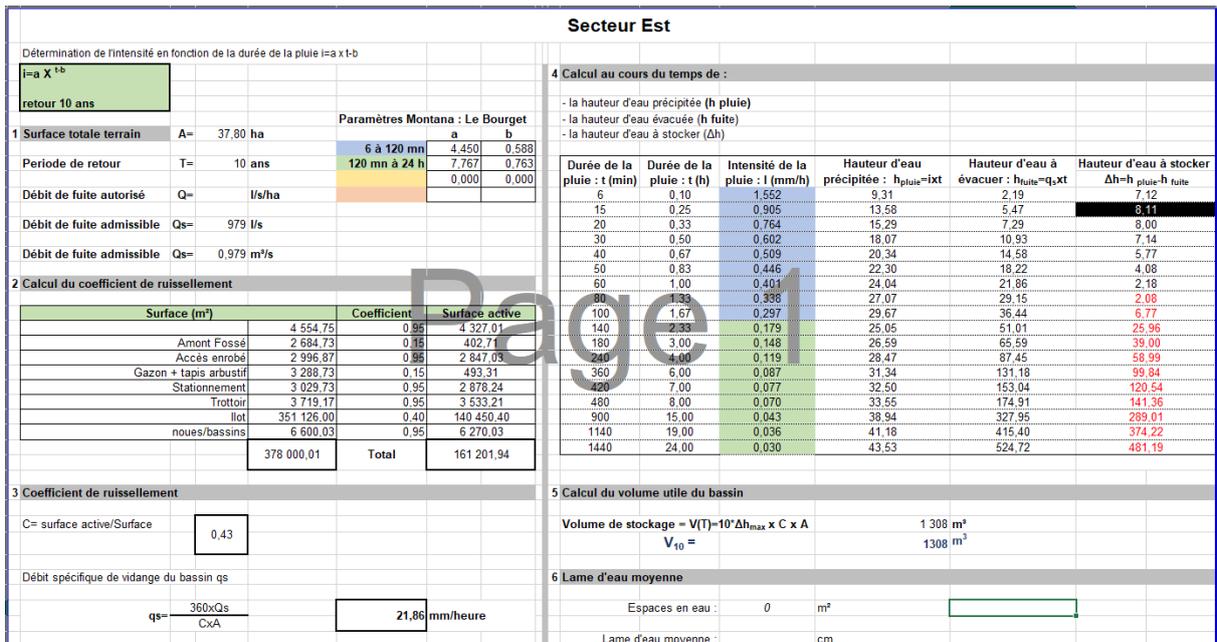


Figure 2 : Synthèse débit de fuite et volume de stockage (T=10)

6. Vérification de la capacité de la canalisation Ø 12000 existante et des noues secteur Est

6.1. SOUS BASSIN VERSANT INTERSEPTES »

Le projet d'aménagement du BV Est prévoit de maintenir le fonctionnement actuel des ouvrages existant du secteur Ouest avec l'envoi d'un débit de fuite maximum.

Les ouvrages dans lesquels transite ce débit de fuite feront l'objet d'une vérification de capacité.

Pour cette opération, la zone d'étude (EST, Ouest) sera découpée en plusieurs sous bassins versant afin de définir le cheminement hydraulique et connaître le débit réel intercepté par ces ouvrages existants.

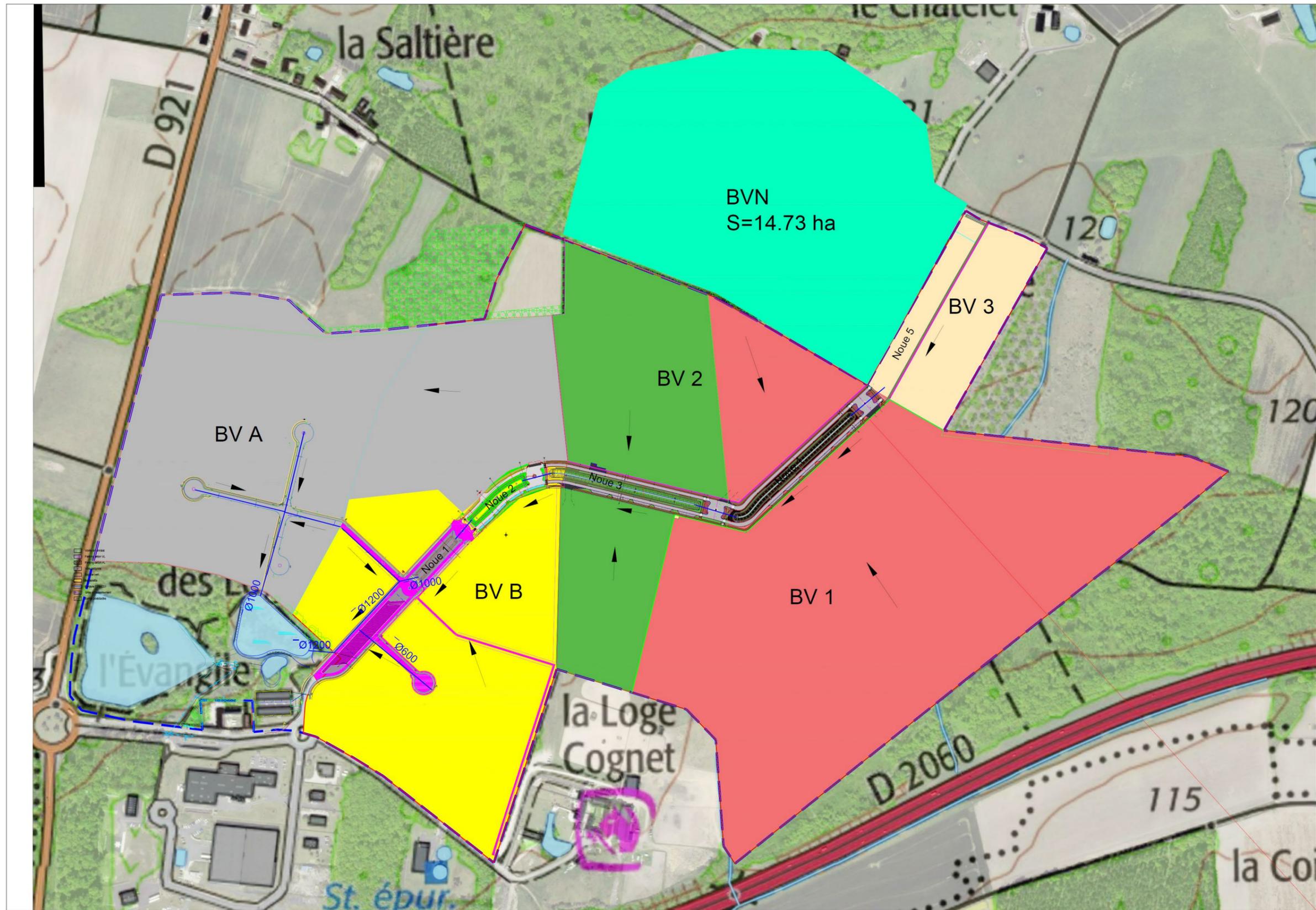


Figure 3 : Découpage en sous bassin versant

La surface du projet a été divisée en 5 sous bassins versant présentés sur la figure ci-dessus.

Parmi ces 5 sous Bassins versant on constate que les eaux de la Surface BV A ne sont pas collectées dans les noues cela implique que la surface BV A n'intervient pas dans la vérification de la capacité de la canalisation Ø1200 entre la noue et le Bassin de stockage existant.

Bassin versant	Surface Total	Surface aménagé	Surface loti/espace vert
Secteur EST			
BV1	25,2 ha	1,00 ha	24.2 ha
BV2	9,5 ha	0,82 ha	8.68 ha
BV3	3,1 ha	0,90 ha	2.20 ha
Global	37.8 ha	2,72 ha	35.08 ha
Secteur Ouest			
BV A	16.26 ha	/	/
BV B	12.37 ha	1.69 ha	10.68 ha
Global	/	/	/
Secteur extérieur			
BVN	14.73 ha		

Tableau 2 : Décomposition du bassin versant intercepté.

6.2. Débit d'apport BV B

Le débit d'apport du BV B est déterminé par la méthode rationnelle.
Un coefficient de 0.95 est affecté au surface aménagagé et 0.15 pour au reste des surface.
Après calcul on obtient un débit de 717 l/s.

	
ZAC des Loges	
CALCUL DE DEBIT E.P. BV_A	
POUR UN BASSIN VERSANT SIMPLE SELON EN 752-4	
BASSIN VERSANT N°	
METHODE UTILISEE : RATIONNELLE	
<small>Méthode du débit de pointe applicable aux Bassins Versants < 80 ha et Tc < 15 mn. Intensité de précipitation calculée sur la durée du temps de concentration - Pluie simple triangle. Norme NF EN 752-4 juin 2017. Réseaux d'évacuation et d'assainissement</small>	
HYPOTHESES :	
<small>Pluie simple triangle de durée calée sur le temps de concentration critique correspondant à la géométrie</small>	
<small>Durée de retour d'insuffisance</small>	<small>10 ans</small>
<small>Coefficients de Montana</small>	<small>a = 4,45 b = -0,588</small>
<small>Intensité calculée par la formule de Montana p 21 § 2.1.0 INT 77-284. Validité pour des pluies de 5 mn à 15 mn (Cf NF EN 752-4)</small>	
CALCUL DU DEBIT A EVACUER :	
<u>Surface du Bassin Versant :</u>	S (m²) = 123 700
<u>Plus long trajet hydraulique du Bassin Versant :</u>	L (m) = 410
<u>Pente moyenne du plus long trajet hydraulique</u>	I (m/m) = 0,005
<u>Coefficient de ruissellement :</u>	Coeff. = 0,26
<u>Temps de concentration (limité à 15 min) :</u>	tc (min) = 15,4
<u>Intensité de pluie :</u>	i (mm/min) = 0,89
	i (l/s/ha) = 148,7
<u>Débit brut à évacuer :</u>	Q brut (l/s) = 478
<u>Correction pour période de retour d'insuffisance supérieure à 10 ans</u>	
<small>Coefficient de correction</small>	1,50
<u>Débit à évacuer :</u>	Q projet (l/s) = 717
<u>Fait le :</u>	<small>18/06/2020</small>
<u>Visa :</u>	<small>KBK</small>
<small>La présente note de calcul est donnée à titre indicatif et n'a pas vocation à se substituer à un bureau d'étude agréé qui devra obligatoirement la contrôler et l'avaliser avant élaboration du dossier d'exécution.</small>	

Figure 4: débit d'apport BV_B

6.3. Débit d'apport Surfaces lotis secteur Est

Les eaux pluviales des surfaces lotis secteur Est seront gérées à la parcelle. Chaque aménageur devra se raccorder aux ouvrages d'assainissement (noues secteur Est) avec un débit de fuite maximal de 3l/s/ha.

Bassin versant	Surface Total	Surface loti/espace vert	Débit d'apport maximal (l/s)
Secteur EST			
BV1	25,2 ha	24.2 ha	72.6
BV2	9,5 ha	8.68 ha	26.04
BV3	3,1 ha	2.20 ha	6.6
Global	37.8 ha	35.08 ha	105.24

Tableau 3: Synthèse débit d'apport surfaces lotis

6.4. Synthèse de vérification canalisations existantes Ø1200 et Ø1000

La capacité de la canalisation est déterminée par la formule de Manning Strickler.

Après calcul, la capacité de la canalisation Ø1 200 mm est égal à 2 690 l/s

Le débit de fuite du secteur Est (collecté par la canalisation existante Ø1 200 mm) est égal à 979 l/s.

Le débit d'apport du BV_B est égal à 717 l/s.

Le débit total intercepté par la canalisation Ø1 200 est égal à 1 696 l/s

La canalisation existante Ø 1 200 est largement suffisante pour collecter le débit de fuite engendré par le projet d'aménagement secteur Est. Pour une pluie d'occurrence 10 ans.

La canalisation Ø 1000 entre les deux noues existantes intercepte moins de la moitié du débit d'apport du BV_B soit (717/2) l/s maximum.

Le débit total intercepté par la canalisation Ø1 000 est égal à (979 l/s + (717/2)) = 1 337.5 l/s maximum.

Après calcul, la capacité de la canalisation Ø1 000 mm est égal à 1 644 l/s

La canalisation existante Ø 1 000 entre les deux noues existantes est largement suffisante pour collecter le débit de fuite engendré par le projet d'aménagement secteur Est. Pour une pluie d'occurrence 10 ans.

6.5. Synthèse vérification de la capacité des noues (secteur Est).

6.5.1. Détermination du débit de fuite des noues.

- **Noue 5** : la noue 5 est reliée à la noue 4 par une buse (Ø800 à 1.3% de pente) soit 1372 l/s.

Le débit d'apport des surfaces lotis dans la noue 5 est égal à 6.6l/s

Le débit de fuite pris en compte dans le calcul est égal à 1372l/s – 6.6/s soit 1365.4 l/s

7. Rétablissement des écoulements naturels

7.1. Calcul des débits

7.1.1. Méthodologie générale

La méthode de calcul utilisée dépend de la surface interceptée par chaque bassin versant naturel. Le tableau présenté ci-dessous permet de connaître la méthode à appliquer :

	Surface	Méthode
Petit bassin versant	$S < 1 \text{ km}^2$	Rationnelle
Bassin de superficie	$1 \text{ km}^2 < S < 10 \text{ km}^2$	Transition
Bassin de superficie	$S > 10 \text{ km}^2$	Crupedix

Figure 8 : Méthode d'application – calcul des débits bassins versants naturels

La surface du Bassin versant naturel est inférieure à 1 km² la méthode rationnelle est appliquée.

- Méthode Rationnelle

Méthode de calcul du débit de pointe :

L'estimation des débits de pointe générés par les eaux de ruissellement de bassins versants dont la superficie est inférieure à 100 ha (1 km²) est réalisée à l'aide de la formule dite "rationnelle"

$Q = \frac{1}{3,6} C . i . A$	Avec : Q : Débit en m ³ /s,
	C : Coefficient de ruissellement du bassin versant considéré,
	i : Intensité de l'averse en mm/h, pour un temps de concentration Tc
	A : Surface du bassin versant en km ² .

Figure 9 : Formule rationnelle

- Vitesses de ruissellement

Les vitesses de ruissellement seront déterminées à partir de la méthode des vitesses définie dans le GTAR (Guide Technique pour l'Assainissement Routier, Sétra 2006).

Ces vitesses généralisées sont adaptées en fonction du type d'écoulement présent. Aussi, il faut distinguer l'écoulement de nappe (peu ou pas marqué) de l'écoulement concentré qui se caractérise par des talwegs et ravins alimentés par les versants, ainsi que par les lits mineurs des cours d'eau.

Les valeurs des vitesses sont ainsi établies pour chaque bassin versant, fonction également des pentes des terrains.

pente en m/m	0,01	0,02	0,03	0,05	0,1	0,15	0,2	0,30
vitesse en m/s	0,14	0,20	0,24	0,31	0,44	0,54	0,62	0,76

Tableau 4: Evaluation de la vitesse de l'écoulement de l'eau en nappe (source GTAR 2006)

La zone est caractérisée par des écoulements de nappes avec une pente moyenne de l'ordre de 1 % soit une vitesse moyenne de 0,14 m/s.

7.1.2. Débits de ruissellement estimés

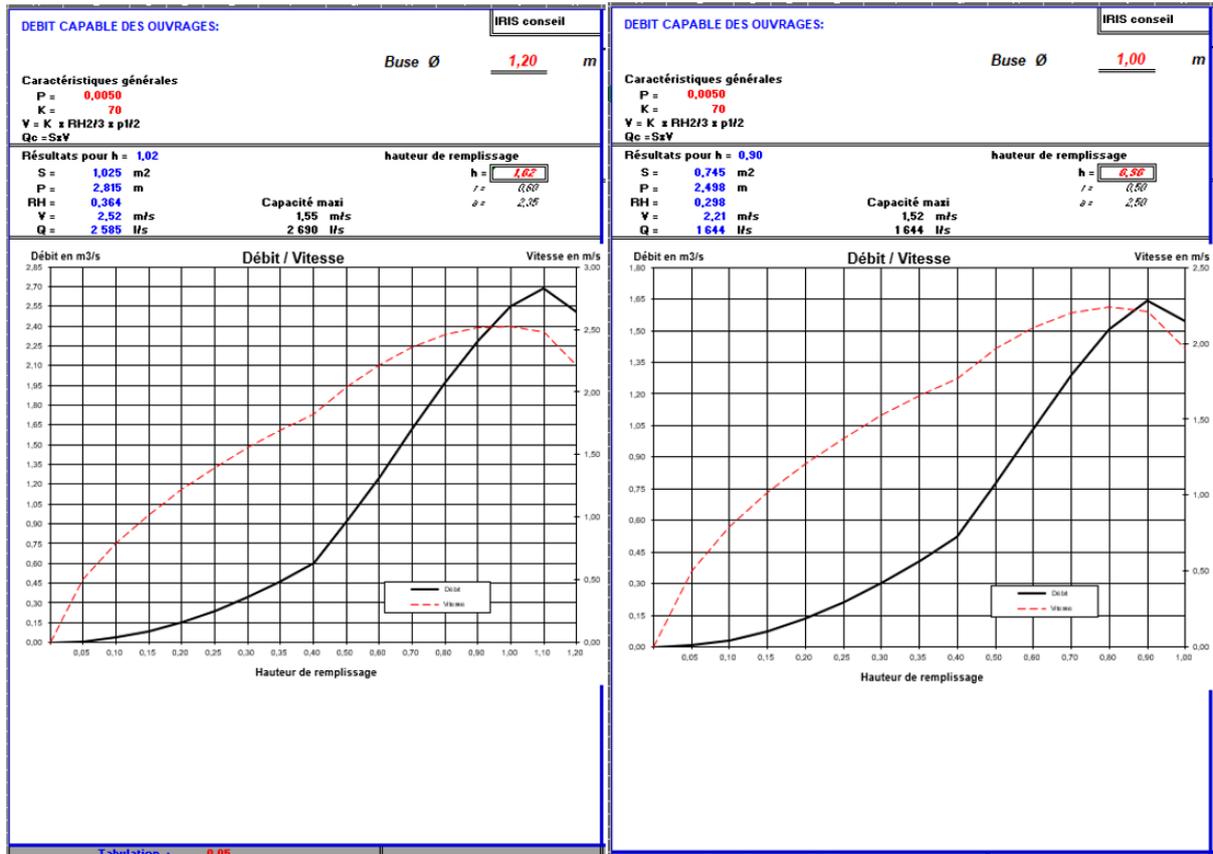
Le tableau présenté ci-dessous récapitule les débits estimés pour les pluies décennales et centennales du bassin versant naturel (BVN) intercepté dans le cadre du projet.

CARACTÉRISTIQUES						MÉTHODE RATIONNELLE				Q100 =2 x Q10	
NOM EXUTOIRE	Localisation	Lmax en m	A en ha	Coef. Ruiss moyen	Vitesse moyenne en m/s	t (mn)	a	b	i (mm/h)	Q10	en m³/s
Limite d'emprise BV_EST	BVN	360	14,8	0,1	0,14	42,9	566	0,76	32,2	0,13	0,26
						station de Orléans					

Figure 10 : Estimation du débit de ruissèlement du BVN

Le débit de ruissellement du BVN à rétablir est égal à 0.13 m3/s (130l/s) pour une pluie d'occurrence 10 an.

8. ANNEXE



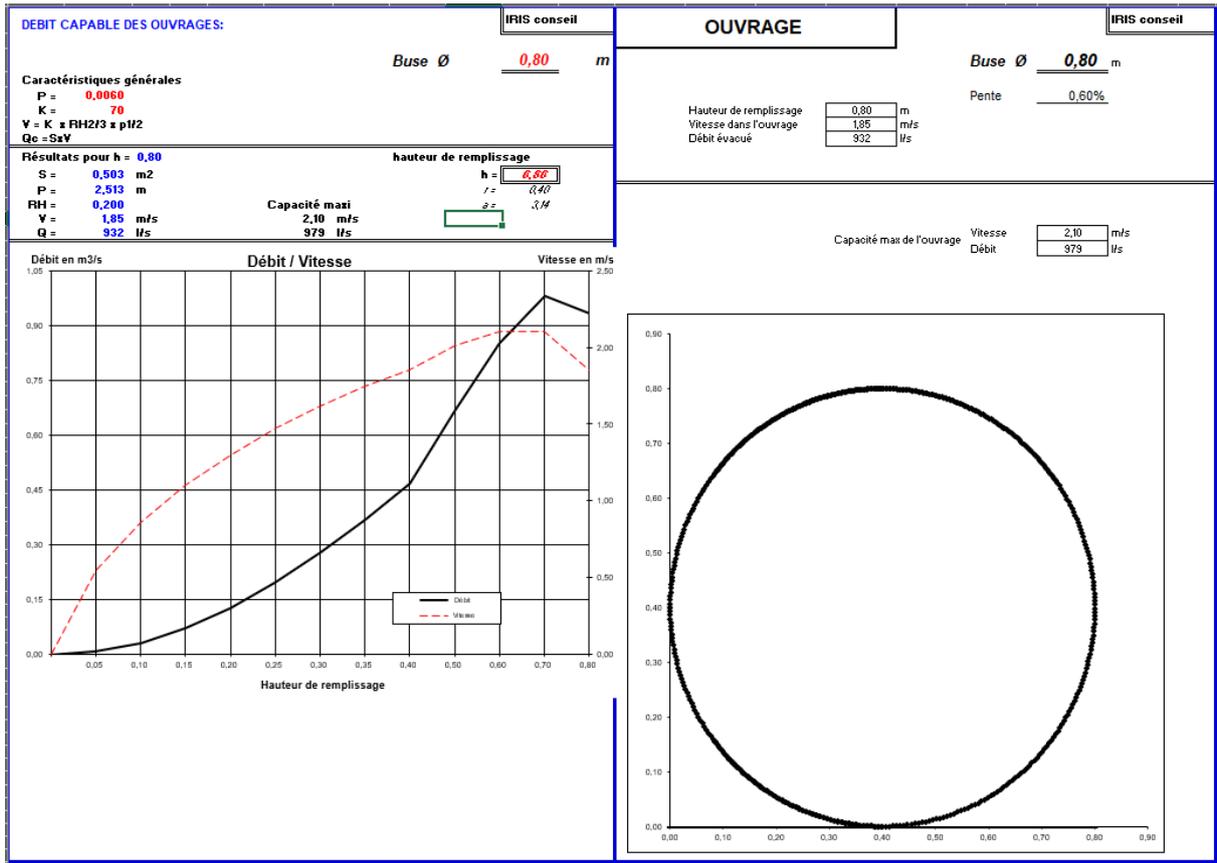


Figure 12: Débit capable Ø 800

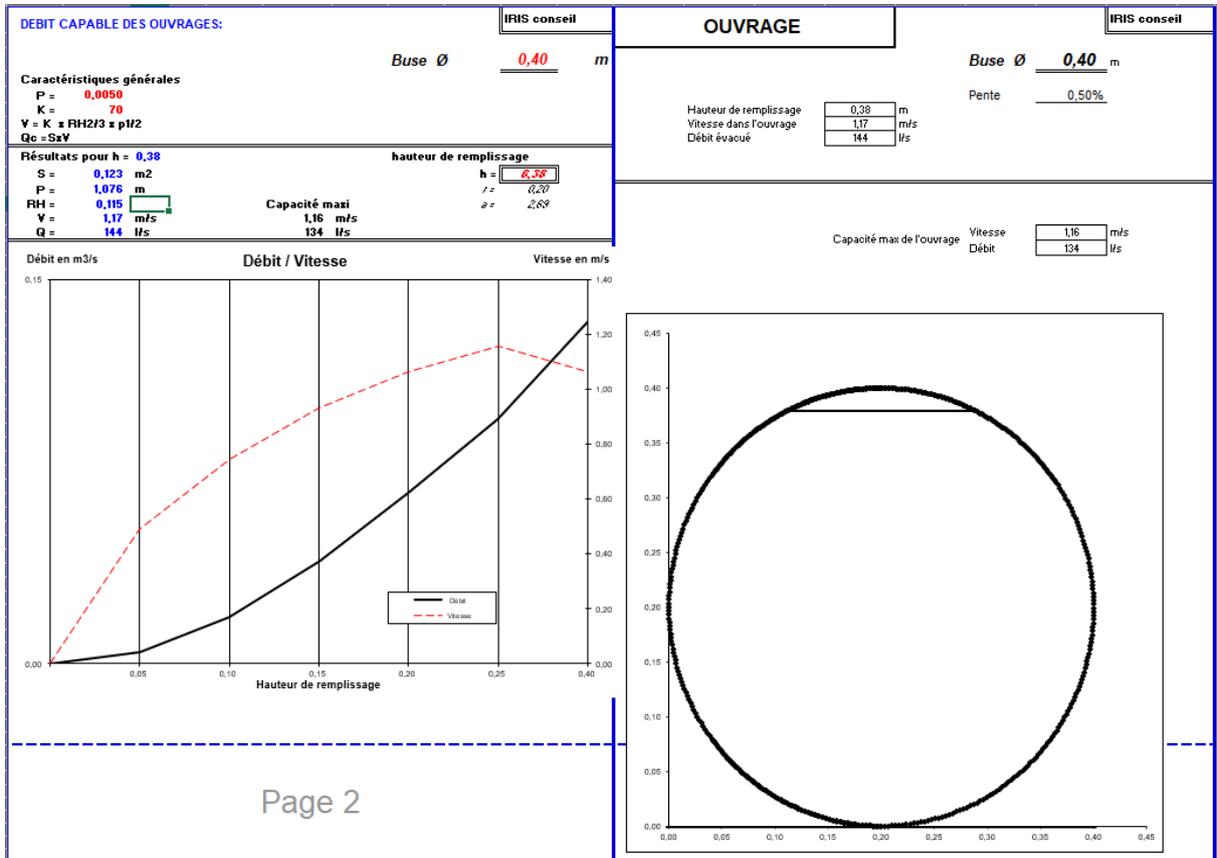


Figure 13 : Ouvrage de rétablissement

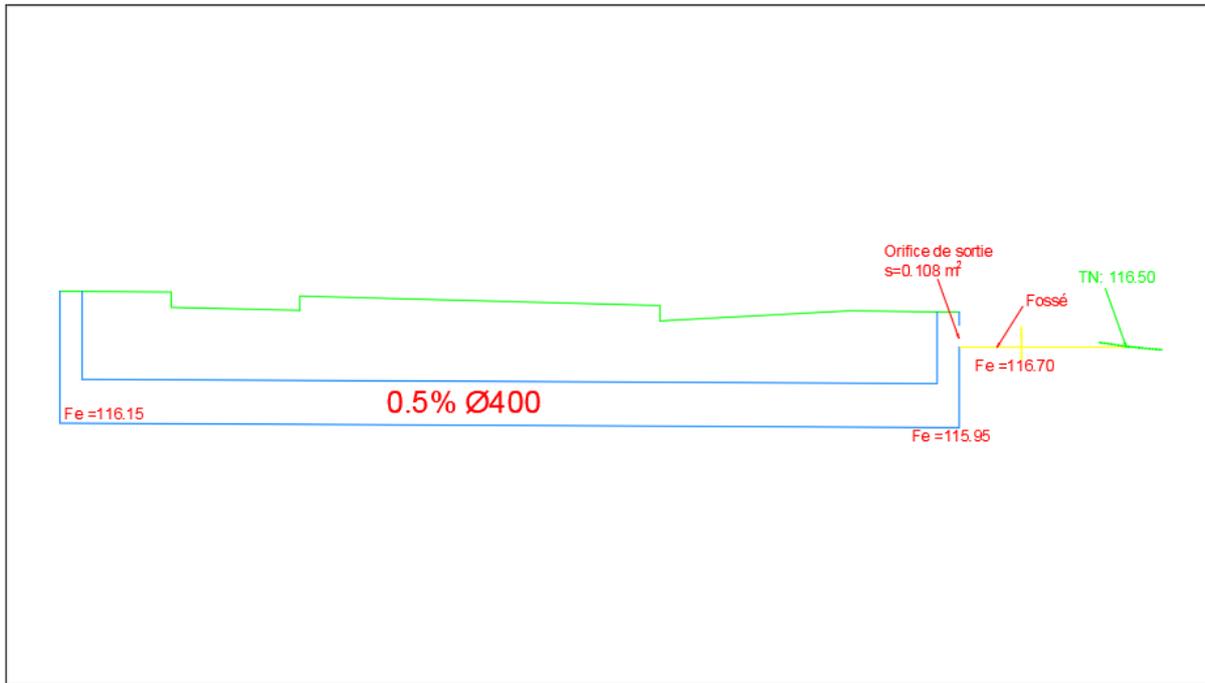


Figure 14 : Coupe Ouvrage de rétablissement

Diamètre de l'orifice de sortie 1		Qf	
		130	l/s
la section de l'orifice de sortie doit vérifier les deux conditions suivantes :			
- à hauteur utile de remplissage h_u , le débit de fuite doit être inférieur ou égal à		Tp	
- à mi-hauteur utile le remplissage $h_u/2$, le débit de fuite doit être inférieur ou égal à			
$Q_f = 500S (2gH)^2$			
$H = h_u - \phi/2$			
H = hauteur de charge à mi-hauteur de l'orifice		ϕ	
h _u = hauteur de charge au plancher de l'orifice			
Ici on considère que h _u est la hauteur utile			
S	0,1072	m ²	
ϕ	369	mm	

Figure 15 : Note de calcul orifice de sortie