

Département du Doubs
COMMUNE DE VORGES-LES-PINS

DISPONIBILITÉS
DU RÉSEAU
D'ASSAINISSEMENT
PLUVIAL

Rapport révisé

février 2017



HYDRAULICANA
Moulin d'Amans 25530 BREMONDANS
hydraulicana@wanadoo.fr

Daniel SALOMON
Ingénieur Hydraulicien ENSEEIHT
Tph 06 79 22 79 14

SOMMAIRE

I CONTEXTE DE L'ÉTUDE	5
II DONNÉES DE BASE	5
II.1 SURFACES EN JEU	5
II.2 COEFFICIENTS DE RUISSELLEMENT	5
II.3 PLUVIOSITÉ	5
III MÉTHODOLOGIE	7
III.1 TRANSFORMATION PLUIE-DÉBIT	7
III.2 DÉBITANCES	8
IV BASSIN VERSANT ÉLÉMENTAIRE AMONT ACTUEL	8
IV.1 DÉBIT PLUVIAL	8
IV.2 CONDITIONS D'ÉCOULEMENT	10
V BASSIN VERSANT ÉLÉMENTAIRE CENTRAL ACTUEL	10
V.1 DÉBIT PLUVIAL	10
V.2 CONDITIONS D'ÉCOULEMENT	12
VI BASSIN VERSANT ÉLÉMENTAIRE AVAL ACTUEL	13
VI.1 DÉBIT PLUVIAL	13
VI.2 CONDITIONS D'ÉCOULEMENT	15
VII ESTIMATION DES DÉBITS PLUVIAUX À LONG TERME	15
VIII RÉCAPITULATIF ET CONCLUSIONS	17
ANNEXES	19

I CONTEXTE DE L'ÉTUDE

Le but de cette étude est d'examiner les disponibilités du réseau d'assainissement pluvial et d'en déduire la politique future de gestion des eaux pluviales. Il s'agit du tronçon le plus aval de chacune des 3 antennes au niveau du rejet dans le ruisseau des Noues, à savoir chemin de la Fontaine, rue du Pontot et aval du village.

II DONNÉES DE BASE

II.1 SURFACES EN JEU

Pour les calculs de ruissellement, nous avons distingué 2 types d'occupation du sol suivant la densité de constructions : le centre ancien et les zones pavillonnaires récentes.

Les surfaces ont été à délimitées à partir du plan du réseau pluvial, le zonage est présenté en annexe, ce qui donne après planimétrie :

Répartition des surfaces par bassin versant par type d'occupation du sol (ha)

Bassin versant	Centre ancien	Lotissements	Total
Amont	0,00	1,82	1,82
Centre	1,35	4,19	5,54
Aval	0,00	1,44	1,44
ENSEMBLE	1,35	7,46	8,81

II.2 COEFFICIENTS DE RUISSELLEMENT

Pour les coefficients d'imperméabilisation nous avons retenu les valeurs suivantes :

- **0,50 pour le centre ancien dense pour les toitures,**
- **0,30 pour les zones de constructions neuves de type pavillonnaires**

II.3 PLUVIOSITÉ

Pour déterminer les débits et volumes ruisselés, nous utilisons les courbes locales hauteur-durée-fréquence des précipitations comme cela est vivement demandé par la nouvelle instruction « La Ville et son Assainissement » éditée par le CERTU en juin 2003.

La station Météo France la plus proche où ces données sont disponibles avec un historique suffisant est celle de Besançon.

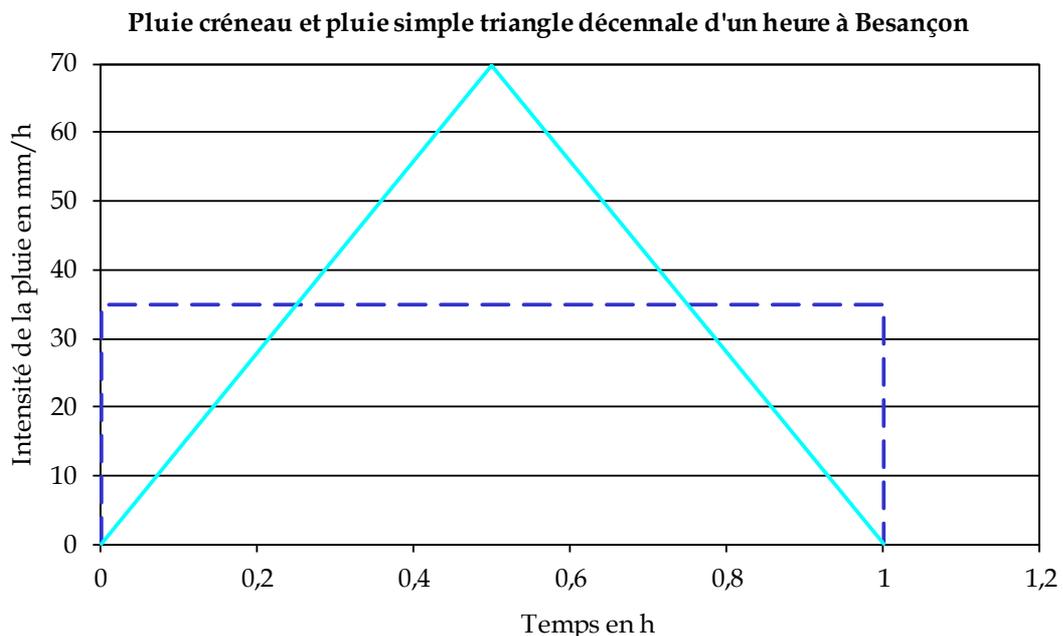
Pluviométrie décennale à Besançon

(Ajustements Météo France sur les statistiques 1975-2011)

Durée de précipitations (h)	Hauteurs mm	Intensité mm/h
0,10	12,2	122,0
0,25	19,7	78,8
0,50	27,7	55,4
1	34,9	34,9
2	41,5	20,8
3	46,5	15,5
6	53,1	8,9
12	65,1	5,4
24	79,2	3,3
48	94,6	2,0
96	118,9	1,2

Dans la transformation de la pluie en débit ruisselé, que nous décrivons au chapitre III, nous utilisons une pluie simple triangle plus proche de la réalité d'un épisode pluvieux que la pluie créneau d'intensité constante.

Ce profil est généré en considérant une intensité maximale double au milieu de la durée de précipitation. Nous donnons ci-dessous comme exemple, la pluie décennale d'une heure représentée graphiquement :



III MÉTHODOLOGIE

III.1 TRANSFORMATION PLUIE-DÉBIT

Dans les calculs de ruissellement, nous utilisons le modèle du réservoir linéaire qui fournit une véritable onde de crue à partir de tout pluviogramme. Pour se rapprocher au mieux d'une pluie réelle, le pluviogramme de chaque durée de pluie est du type simple triangle tel que nous décrit au chapitre IV.

Le modèle du réservoir linéaire est le modèle le plus simple des modèles dits réservoir basés sur l'effet de stockage du bassin versant avec restitution décalé du débit de ruissellement caractérisé par une équation de vidange. Le modèle à un paramètre, le temps de réponse (voir ci-dessous), ne peut s'appliquer qu'au ruissellement en zone urbanisée à l'exclusion des espaces naturels.

Les fondements théoriques de cette approche sont parfaitement décrits dans le Guide 2003 « La Ville et son Assainissement ». L'équation de continuité qui traduit la conservation et l'équation de stockage aboutissent à la formule de récurrence suivante que nous avons discrétisée avec un pas de temps Δt adapté à la durée de la pluie simulée :

$$Q_{si} = Q_{si-1} \cdot e^{-\Delta t/K} + Q_{ei} \cdot (1 - e^{-\Delta t/K})$$

Avec Q_e : débit de la pluie ruisselée, produit de la pluie précipitée par le coefficient de ruissellement assimilé dans notre cas au coefficient d'imperméabilisation.

Q_s : débit en sortie du bassin versant,

K : temps de réponse (ou lag-time) unique paramètre rentrant dans l'équation de résolution. Il correspond à l'intervalle de temps qui sépare le centre de gravité de la pluie du centre de gravité de l'hydrogramme (ou sa variante la pointe de débit). Pour cette formulation importante dans la relation pluie-débit, nous avons retenu l'équation 99 présenté dans le Guide 2003 (p 372) et qui s'applique bien pour les bassins versants urbains :

$$K = 0,494 A^{-0,0076} C_i^{-0,512} I^{0,401} L_c^{0,608}$$

K temps de réponse (mn)

A surface de bassin versant

C_i coefficient d'imperméabilisation

L_c longueur du plus long parcours hydraulique

I pente moyenne sur ce parcours

III.2 DÉBITANCES

Les débitances (débit maximal d'une canalisation) ont été calculées pour des conduites en limite d'écoulement à surface libre par la formule de Manning-Strickler avec un coefficient **Ks de 80** valable pour des canalisations en béton avec pose soignée :

$$Q = K_s S R^{2/3} I^{1/2}$$

Avec : Q débit

S section d'écoulement

R rayon hydraulique

I pente

IV BASSIN VERSANT ÉLÉMENTAIRE AMONT ACTUEL

Le bassin versant élémentaire amont a pour exutoire une canalisation béton de diamètre 400 qui débouche dans le lit du ruisseau des Noues au ponceau du chemin de la Fontaine.

IV.1 DÉBIT PLUVIAL

Le coefficient de ruissellement moyen du bassin versant élémentaire résulte d'une pondération au pro rata des surfaces de chaque type d'occupation sol :

Bassin versant élémentaire AMONT
Coefficient d'imperméabilisation moyen

Nature de l'occupation du sol	Surface en ha.	Correctif de pente	Coefficient d'imperméabilisation	
			de base	appliqué
Lotissements	1,8200	1,00	0,30	0,30
Centre ancien	0,0000	1,00	0,50	0,50
TOTAL	1,8200		moyen	0,300

Les autres caractéristiques qui entrent dans les calculs de ruissellement sont :

- **le plus long parcours hydraulique** via le réseau : **220 m**
- et sa **pente moyenne** : **7,7 %**.

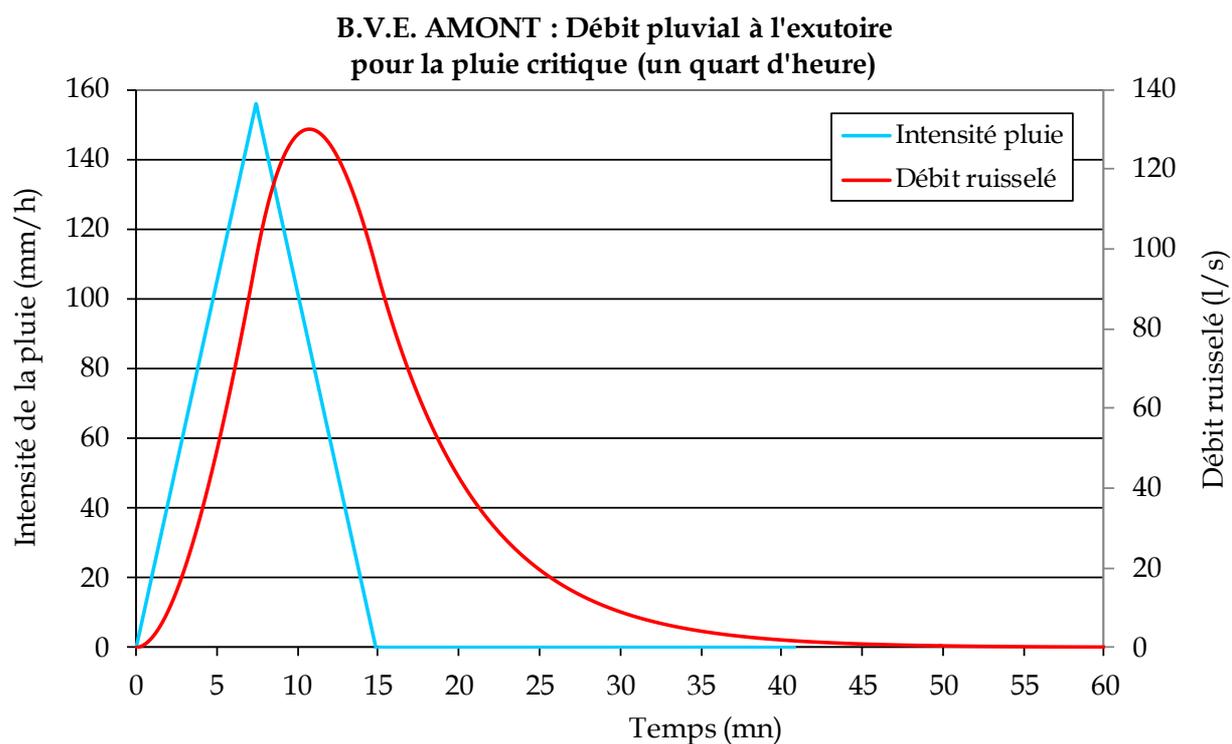
Sur la base de ces caractéristiques du ruissellement, on peut calculer le **temps de réponse** selon la formule décrite au chapitre IV.1 : **6,4 mn** et déterminer les débits

ruisselés collectés par la méthode du réservoir linéaire.

Bassin versant élémentaire AMONT
Débits de pointe ruisselés en décennale
calculés par la méthode du réservoir linéaire

Durée de la pluie h.	Intensité pluie décennale (mm/h)		Débit de pointe l/s
	moyenne sur la durée	pointe pluie triangle	
0,10	122,0	244,0	119
0,25	78,8	157,6	130
0,50	55,4	110,8	122
1	34,9	69,8	90
2	20,8	41,5	58
3	15,5	31,0	45
6	8,9	17,7	26
12	5,4	10,9	16
24	3,3	6,6	10
48	2,0	3,9	6
96	1,2	2,5	4

Le **débit maximal ruisselé décennal** à prendre en compte est de **130 l/s**, correspondant à la **pluie d'un quart d'heure**. A titre d'illustration, nous avons représenté sur le graphique suivant l'application de la relation pluie-débit à cette pluie.



IV.2 CONDITIONS D'ÉCOULEMENT

Sur le dernier tronçon du réseau pluvial amont, l'écoulement se fait dans une canalisation béton de diamètre 400 mm avec une pente prise sur le sol de 2,9%

B.V.E. AMONT

Débitance du dernier tronçon du réseau

Diamètre	mm	400
pente	%	2,9%
Coefficient de Strickler		80
Section mouillée	m ²	0,126
Rayon hydraulique	m	0,100
Débit maximal	l/s	366

Débit à évacuer	l/s	130
Taux occupation	%	36%
Disponibilité	l/s	236

La débitance de 366 l/s est à comparer au débit décennal maximal : 130 l/s, ce qui laisse une possibilité de débit supplémentaire de 236 l/s.

V BASSIN VERSANT ÉLÉMENTAIRE CENTRAL ACTUEL

Le bassin versant élémentaire amont a pour exutoire une canalisation béton de diamètre 600 qui débouche dans le lit du ruisseau des Noues à l'aval du pont busé de la rue du Pontot.

V.1 DÉBIT PLUVIAL

Le coefficient de ruissellement moyen du bassin versant élémentaire résulte d'une pondération au pro rata des surfaces de chaque type d'occupation sol :

Bassin versant élémentaire CENTRAL
Coefficient d'imperméabilisation moyen

Nature de l'occupation du sol	Surface en ha.	Correctif de pente	Coefficient d'imperméabilisation	
			de base	appliqué
Lotissements	4,1920	1,00	0,30	0,30
Centre ancien	1,3507	1,00	0,50	0,50
TOTAL	5,5427		moyen	0,349

Les autres caractéristiques qui entrent dans les calculs de ruissellement sont :

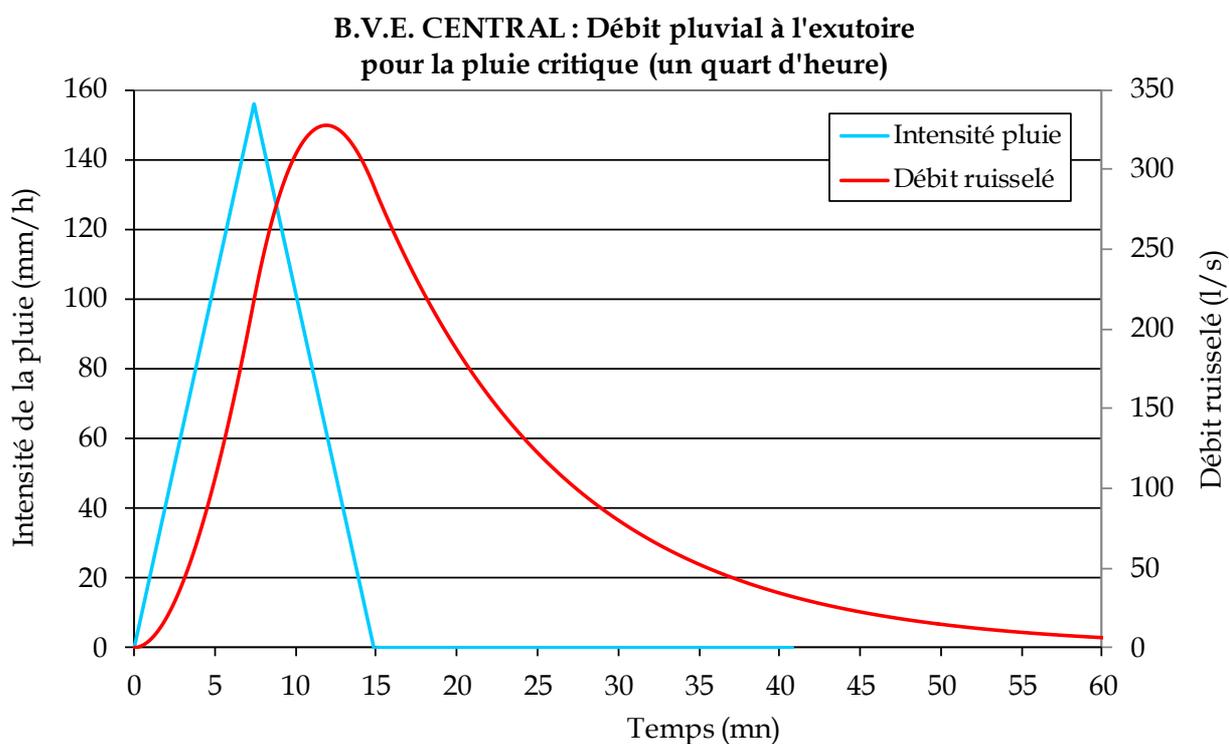
- **le plus long parcours hydraulique** via le réseau : **629 m**
- et sa **pente moyenne** : **6,7 %**.

Sur la base de ces caractéristiques du ruissellement, on peut calculer le **temps de réponse** selon la formule décrite au chapitre III.1 : **11,8 mn** et déterminer les débits ruisselés collectés par la méthode du réservoir linéaire.

Bassin versant élémentaire CENTRAL
Débits de pointe ruisselés en décennale
calculés par la méthode du réservoir linéaire

Durée de la pluie h.	Intensité pluie décennale (mm/h)		Débit de pointe l/s
	moyenne sur la durée	pointe pluie triangle	
0,10	122,0	244,0	267
0,25	78,8	157,6	328
0,50	55,4	110,8	341
1	34,9	69,8	279
2	20,8	41,5	193
3	15,5	31,0	151
6	8,9	17,7	91
12	5,4	10,9	57
24	3,3	6,6	35
48	2,0	3,9	21
96	1,2	2,5	13

Le **débit maximal ruisselé décennal** à prendre en compte est de **341 l/s**, correspondant à la **pluie d'une demi-heure**. A titre d'illustration, nous avons représenté sur le graphique suivant l'application de la relation pluie-débit à cette pluie.



V.2 CONDITIONS D'ÉCOULEMENT

Sur le dernier tronçon du réseau pluvial amont, l'écoulement se fait dans une canalisation béton de diamètre 600 mm avec une pente prise sur le sol de 1,8%.

B.V.E. CENTRAL Débitance du dernier tronçon du réseau

Diamètre	mm	600
pente	%	1,8%
Coefficient de Strickler		80
Section mouillée	m ²	0,283
Rayon hydraulique	m	0,150
Débit maximal	l/s	853

Débit à évacuer	l/s	341
Taux occupation	%	40%
Disponibilité	l/s	512

La débitance de 853 l/s est à comparer au débit décennal maximal : 341 l/s, ce qui laisse une possibilité de débit supplémentaire de 512 l/s

VI BASSIN VERSANT ÉLÉMENTAIRE AVAL ACTUEL

Le bassin versant élémentaire aval a pour exutoire une canalisation béton de diamètre 400 qui débouche dans le lit du ruisseau des Noues après passage sous l'impasse privée qui dessert les dernières maisons du village.

VI.1 DÉBIT PLUVIAL

Le coefficient de ruissellement moyen du bassin versant élémentaire résulte d'une pondération au pro rata des surfaces de chaque type d'occupation sol :

Bassin versant élémentaire AVAL
Coefficient d'imperméabilisation moyen

Nature de l'occupation du sol	Surface en ha.	Correctif de pente	Coefficient d'imperméabilisation	
			de base	appliqué
Lotissements	1,4434	1,00	0,30	0,30
Centre ancien	0,0000	1,00	0,50	0,50
TOTAL	1,4434		moyen	0,300

Les autres caractéristiques qui entrent dans les calculs de ruissellement sont :

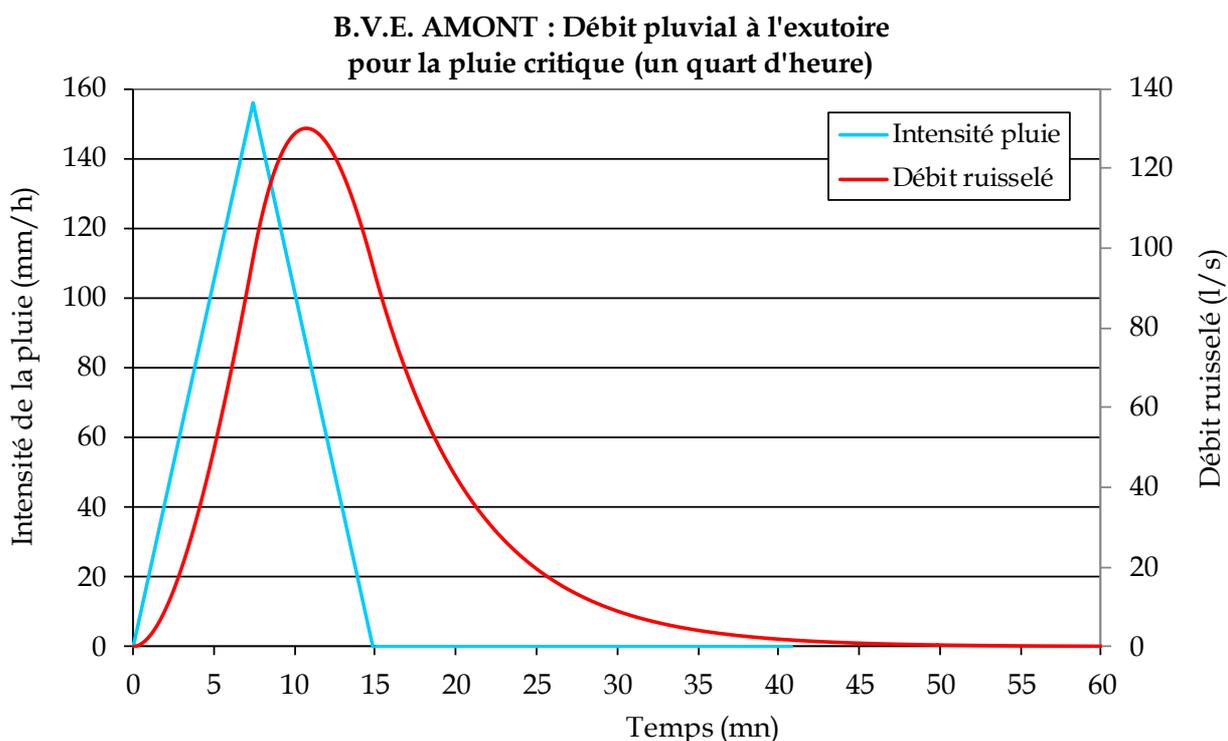
- **le plus long parcours hydraulique** via le réseau : **252 m**
- et sa **pente moyenne** : **9,1 %**.

Sur la base de ces caractéristiques du ruissellement, on peut calculer le **temps de réponse** selon la formule décrite au chapitre III.1 : **6,5 mn** et déterminer les débits ruisselés collectés par la méthode du réservoir linéaire.

Bassin versant élémentaire AVAL
Débits de pointe ruisselés en décennale
calculés par la méthode du réservoir linéaire

Durée de la pluie h.	Intensité pluie décennale (mm/h)		Débit de pointe l/s
	moyenne sur la durée	pointe pluie triangle	
0,10	122,0	244,0	93
0,25	78,8	157,6	102
0,50	55,4	110,8	96
1	34,9	69,8	71
2	20,8	41,5	46
3	15,5	31,0	35
6	8,9	17,7	21
12	5,4	10,9	13
24	3,3	6,6	8
48	2,0	3,9	5
96	1,2	2,5	3

Le **débit maximal ruisselé décennal** à prendre en compte est de **102 l/s**, correspondant à la **pluie d'un quart d'heure**. A titre d'illustration, nous avons représenté sur le graphique suivant l'application de la relation pluie-débit à cette pluie.



VI.2 CONDITIONS D'ÉCOULEMENT

Sur le dernier tronçon du réseau pluvial amont, l'écoulement se fait dans une canalisation béton de diamètre 400 mm avec une pente prise dans la conduite de 2,9%

B.V.E. AVAL

Débitance du dernier tronçon du réseau

Diamètre	mm	400
Pente	%	3,5%
Coefficient de Strickler		80
Section mouillée	m ²	0,126
Rayon hydraulique	m	0,100
Débit maximal	l/s	405

Débit à évacuer	l/s	102
Taux occupation	%	25%
Disponibilité	l/s	303

La débitance de 405 l/s est à comparer au débit décennal maximal : 102 l/s, ce qui laisse une possibilité de débit supplémentaire de 303 l/s

VII ESTIMATION DES DÉBITS PLUVIAUX À LONG TERME

Nous examinons ici les débits à long terme, c'est-à-dire avec l'urbanisation de tous les terrains réservés à cet effet dans le PLU : densification de la zone U (urbanisation actuelle) et zones AU.

Le but est de déterminer les débits qui seront collectés à terme dans chacun des 3 bassins versants élémentaires pour adapter la politique de gestion des eaux pluviales, par exemple :

- Bascutage d'un secteur trop sollicités sur un autre
- Régulation plus ou moins contraignante suivant la capacité du réseau ...

Dans le tableau ci-après nous donnons la répartition des surfaces à aménager à terme par bassin versant élémentaire :

Extension de l'urbanisation prévue au PLU par bassin versant

Bassin versant élémentaire	Zonage du PLU	Surface (m ²)
Amont	U	6048
Centre	AU1-1	5187
	AU1-2	3979
	AU1-4	5187
	AU2-2	8237
	AU2-3	8443
	AU1-3	2304
	AU1-4	2190
	U	6972
	Total BVE	11466
Aval	AU1-5	6937

Pour l'estimation des débits pluviaux à terme, les surfaces urbanisables du PLU ont été intégrées sur la base d'un coefficient de ruissellement de 0,30 identique à celui des lotissements :

Débits pluviaux à évacuer à long terme par bassin versant

Bassin versant élémentaire		Amont	Central	Aval	Coef. ruis.
Surfaces en ha.	lotissements	1,8200	4,1920	1,4434	0,30
	centre ancien	0,0000	1,3507	0,0000	0,50
	à urbaniser	0,6048	1,1466	0,6937	0,30
	TOTAL	2,42	6,69	2,14	
Coefficient de ruissellement		0,317	0,335	0,300	
Débit à évacuer à long terme (l/s)		174	400	152	

Débitance tronçon aval du réseau	366	853	405
Taux occupation	47%	47%	37%
Disponibilité (l/s)	193	453	253

On constate qu'en situation cible, les 3 réseaux permettent d'évacuer les débits pluviaux bruts sans régulation particulière.

VIII RÉCAPITULATIF ET CONCLUSIONS

Evolution des conditions d'écoulement sur l'aval des réseaux

Réseau pluvial	Amont	Central	Aval
Diamètre tronçon aval	Ø 400	Ø 600	Ø 400
Débitance tronçon aval du réseau (l/s)	366	853	405

Situation actuelle

Débit à évacuer actuel (l/s)	130	341	102
Taux occupation	36%	40%	25%
Disponibilité (l/s)	236	512	303

Situation à long terme

Débit à évacuer à long terme (l/s)	174	400	152
Taux occupation	47%	47%	37%
Disponibilité (l/s)	193	453	253

A la vue de ce tableau récapitulatif, **on constate que les 3 réseaux évacuent sans problème les débits pluviaux actuels comme à long terme après urbanisation de la totalité des espaces prévus au PLU, et cela, avec une marge de sécurité dépassant 50%, même en situation cible.**

On notera qu'il s'agit des conditions d'écoulement du dernier tronçon de chaque réseau où le débit est maximal et les engorgements les plus fréquents, cela ne présage pas de difficultés particulières qui pourraient se produire localement sur les autres tronçons.

La large disponibilité des réseaux, calculés sans régulation particulière sur les extensions d'urbanisme, ne doit pas faire perdre de vue les impacts des rejets sur le milieu récepteur : le ruisseau des Noues, concerné par un arrêté de biotope de protection de l'écrevisse à pattes blanches.

Pour cela, tout aménagement de plus d'un hectare est soumis au dépôt d'un dossier de déclaration conformément à la Loi sur l'Eau (rubrique 2.1.5.0). La Police de l'Eau demande généralement de caler les rejets sur le débit naturel. En l'occurrence la norme de 20 l/s/ha se situe dans la moyenne des débits naturels d'une zone de prairies que nous estimons entre 15 et 25 l/s suivant la nature du sous-sol.

ANNEXES

Commune de Vorges-les-Pins

Plan du réseau pluvial (Sciences Environnement)

Commune de Vorges-les-Pins

Réseau pluvial et limites des bassins versants élémentaires actuels

Commune de Vorges-les-Pins

PLU et limites des bassins versants élémentaires à terme

