

COMMUNE DE THÔNEX

**PLQ 30'019 CLAIR-VAL PARC**

SCHÉMA DIRECTEUR DE GESTION ET  
D'ÉVACUATION DES EAUX

Carouge, le 25.11.2015  
GE1654

**CSD INGENIEURS SA**

Avenue Industrielle 12

CH-1227 Carouge

t + +41 22 308 89 00

f + +41 22 308 89 11

e [geneve@csd.ch](mailto:geneve@csd.ch)

[www.csd.ch](http://www.csd.ch)



## TABLE DES MATIÈRES

<b>1. INTRODUCTION</b>	<b>1</b>
1.1 Mandat	1
1.2 Travaux effectués	1
<b>2. SITUATION GÉNÉRALE</b>	<b>2</b>
<b>3. SCHÉMA DIRECTEUR</b>	<b>3</b>
3.1 Principes généraux	3
3.1.1 Objectifs	3
3.1.2 Contraintes	3
3.2 Principes d'évacuation des eaux et de raccordement au réseau secondaire	3
3.2.1 Eaux pluviales	3
3.2.2 Eaux usées	5
3.3 Mise en œuvre et calcul des volumes de rétention	5
3.3.1 Rétention en toitures	6
3.3.2 Aménagement de la rétention hors toitures	6

## ANNEXES

- Annexe 1: Schéma directeur de gestion et d'évacuation des eaux pluviales**  
**Annexe 2 : Fichiers de calcul des volumes de rétention**

## **PRÉAMBULE**

CSD confirme par la présente avoir exécuté son mandat avec la diligence requise. Les résultats et conclusions sont basés sur l'état actuel des connaissances tel qu'exposé dans le rapport et ont été obtenus conformément aux règles reconnues de la branche.

CSD se fonde sur les prémisses que :

- le mandant ou les tiers désignés par lui ont fourni des informations et des documents exacts et complets en vue de l'exécution du mandat,
- les résultats de son travail ne seront pas utilisés de manière partielle,
- sans avoir été réexaminés, les résultats de son travail ne seront pas utilisés pour un but autre que celui convenu ou pour un autre objet ni transposés à des circonstances modifiées.

Dans la mesure où ces conditions ne sont pas remplies, CSD décline toute responsabilité envers le mandant pour les dommages qui pourraient en résulter.

Si un tiers utilise les résultats du travail ou s'il fonde des décisions sur ceux-ci, CSD décline toute responsabilité pour les dommages directs et indirects qui pourraient en résulter.

# 1. Introduction

## 1.1 Mandat

Le schéma directeur de gestion et d'évacuation des eaux du Plan Localisé de Quartier « Chemin de Clair-Val » (PLQ 29'684) a été élaboré en 2008 par le bureau CSD Ingénieurs SA.

Des modifications survenues entre 2008 et 2014 concernant entre autres la maîtrise foncière des parcelles avoisinantes, l'aménagement des surfaces et le concept architectural, ont justifié la création d'un nouveau projet de Plan Localisé de Quartier, le PLQ 30'019 « Clair-Val Parc », qui intègre la parcelle n° 3'890 située au sud du périmètre et prévoit la réalisation d'un nouveau bâtiment.

Afin de prendre en compte les modifications apportées au niveau foncier et architectural sur le quartier, la Mairie de Thônex a mandaté en août 2015 le bureau CSD Ingénieurs SA pour l'actualisation du schéma directeur de gestion et d'évacuation des eaux.

Les modifications par rapport à l'ancien PLQ sont les suivantes :

- Extension du périmètre à l'angle Avenue de Thônex – Avenue Adrien-Jeandin (parcelle 3'890) ;
- Intégration d'un bâtiment supplémentaire (sur parcelle 3'890) ;
- Réaménagement des surfaces au sol et de l'emprise des parkings au sous-sol ;
- Modification des préconisations de la Direction Générale de l'eau concernant le calcul des volumes de rétention à aménager (Directive IDF 2011) et les modalités d'aménagement de rétention en toitures.

## 1.2 Travaux effectués

Le présent document intègre les éléments suivants :

- Mise à jour des données de base relatives au contexte d'implantation du périmètre, au système d'assainissement existant, aux exigences de rejet (réseau secondaire d'assainissement et milieux récepteurs) et aux caractéristiques du projet disponibles auprès des architectes mandataires en charge du projet d'urbanisation.
- Définition des bassins versants d'eaux pluviales et calculs hydrauliques pour l'état futur de l'urbanisation.
- Dimensionnement des volumes de rétention nécessaires en considérant les exigences de rejet, les caractéristiques du périmètre en cours d'aménagement et le phasage des travaux ; étude des variantes de gestion des eaux pluviales.
- Actualisation du schéma directeur de gestion et d'évacuation des eaux pluviales.

## 2. Situation générale

Le périmètre du PLQ n°29'684 couvrait à l'origine une surface d'environ 1,16 ha située de part et d'autre du chemin Clair-Val à l'est de l'avenue de Thônex, sur le territoire de la commune de Thônex.

Le nouveau PLQ 30'019 intègre la parcelle n°3'890, située à l'angle sud-ouest du périmètre et d'une surface de 1'142 m<sup>2</sup>. L'emprise globale du nouveau PLQ s'élève sur cette base à 1,27 hectares. Sur la parcelle n°3'890, actuellement occupée par une villa de trois étages avec dépendances, la réalisation d'un nouveau bâtiment conduira à une augmentation importante des surfaces imperméabilisées.

La Figure 1 permet de comparer les aménagements prévus de l'ancien et du nouveau PLQ.

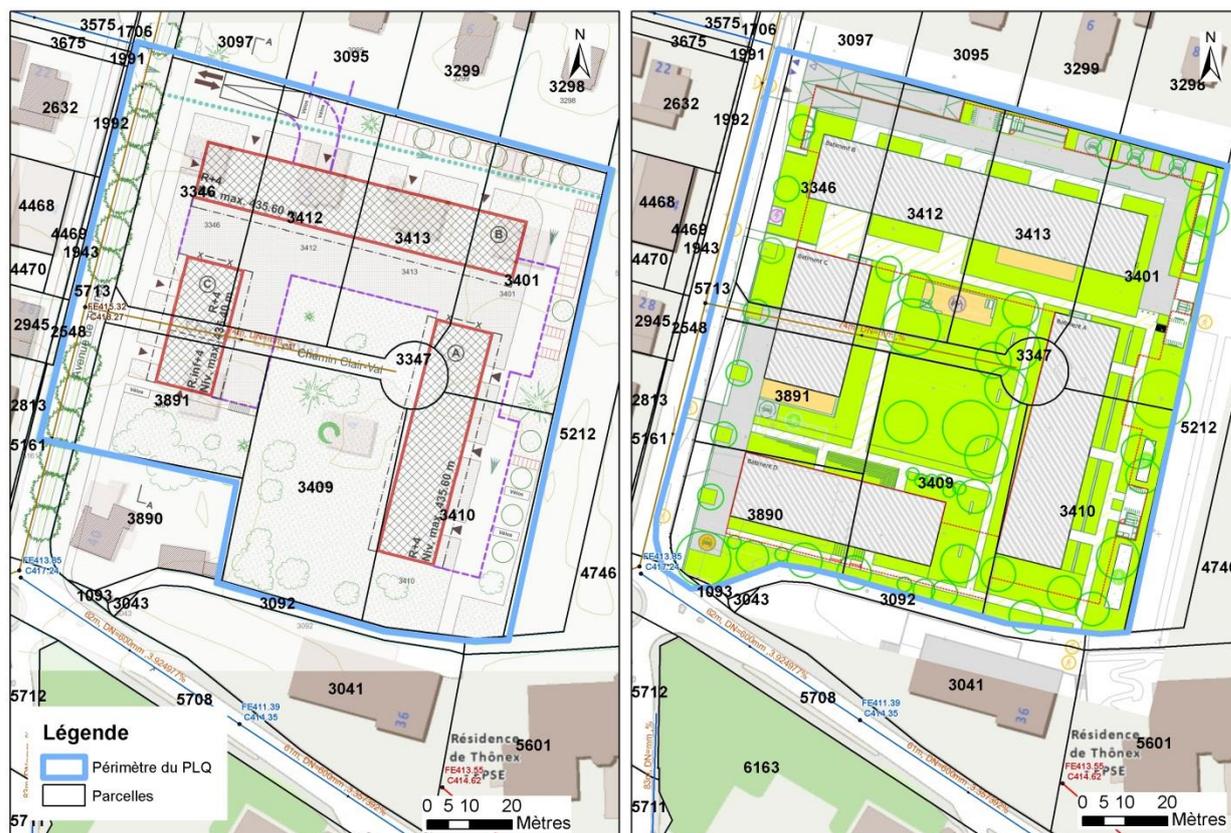


Figure 1 : Périmètre de l'ancien et du nouveau PLQ, implantation des bâtiments et aménagements de surface.

En ce qui concerne les collecteurs existants, un collecteur d'eaux mélangées passe sous l'avenue de Thônex à l'ouest de l'emprise du PLQ et un collecteur d'eaux pluviales est implanté sous l'avenue Adrien-Jeandin. En raison du déficit de capacité du collecteur situé sous l'avenue de Thônex et de son contenu d'eaux mélangées, lors de la mise en séparatif planifiée à moyen terme, il est prévu de raccorder les eaux pluviales au collecteur de l'avenue Adrien-Jeandin qui possède une réserve de capacité. Les eaux de ce collecteur sont évacuées dans le Foron.

## 3. Schéma directeur

### 3.1 Principes généraux

#### 3.1.1 Objectifs

Le schéma directeur est établi en considérant les principes et objectifs suivants :

- Séparation intégrale des eaux polluées (eaux usées domestiques) et des eaux non polluées (eaux pluviales) du périmètre.
- Concrétisation de toutes les opportunités de diminuer le taux d'imperméabilisation des surfaces aménagées par le PLQ afin de limiter les débits de pointe rejetés dans le réseau. Des mesures telles que la mise en oeuvre de toitures végétalisées et revêtements perméables ou semi-perméables sont à préconiser.
- Favoriser l'écoulement des eaux pluviales à ciel ouvert pour l'ensemble des secteurs où cette option paraît réalisable et cohérente avec l'aménagement et l'affectation des emprises concernées.
- Limiter les impacts environnementaux et paysagers, en particulier concernant le patrimoine arboré de valeur qu'abrite le périmètre du PLQ.
- Favoriser la réutilisation des collecteurs existants pour l'évacuation des EP ou des EU.

#### 3.1.2 Contraintes

Les contraintes à respecter pour l'établissement du présent schéma directeur sont les suivantes :

- Respect des exigences de rejet dans le réseau de canalisations « eaux pluviales » soit un débit maximal de 5 l/s/ha pour T=5 ans sur la totalité des surfaces raccordées à l'intérieur du PLQ (cours d'eau récepteur le Foron).
- Pente minimale des collecteurs EP: 1% pour les collecteurs secondaires et les collectifs-privés, 1% pour les collecteurs EU ; selon norme SN 592'000 pour les collecteurs privés;
- Diamètre minimal des collecteurs : 250 mm pour les eaux usées, 300 mm pour les eaux pluviales pour les réseaux secondaires et collectifs-privés; selon norme SN 592'000 pour les collecteurs privés.
- Hauteur minimale de recouvrement des collecteurs : 80 cm (norme SIA 190).

### 3.2 Principes d'évacuation des eaux et de raccordement au réseau secondaire

#### 3.2.1 Eaux pluviales

Le PLQ établi en 2008 prévoyait deux bassins versants (nord et sud) avec deux raccordements au réseau existant sous l'avenue de Thônex et deux bassins de rétention.

En raison de contraintes architecturales, les modifications du mode d'évacuation et gestion des eaux suivantes ont été apportées:

- Suppression des aménagements de rétention et du raccordement au réseau existant prévu sous l'avenue de Thônex au nord du périmètre.

- Jonction des deux bassins versants « nord » et « sud » en un seul bassin versant avec un point de rejet unique vers l'Avenue de Thônex.
- Evacuation séparée des eaux de la parcelle n° 3'890 par la réalisation d'un deuxième point de rejet dans le réseau communal situé sous l'avenue Adrien Jeandin. Ces eaux ne peuvent pas être évacuées vers l'ouvrage de rétention centralisé en raison des contraintes altimétriques et de la présence du nouveau bâtiment qui fait office de barrage physique, elle feront donc l'objet d'une gestion des eaux séparée du reste du PLQ.

Les bassins versants définis pour la gestion des eaux du PLQ sont présentés à la Figure 2. La séparation des bassins versant proposée permet également une optimisation de la gestion de la phase transitoire, compte tenu du fait que la réalisation du bâtiment D se fera dans un deuxième temps.

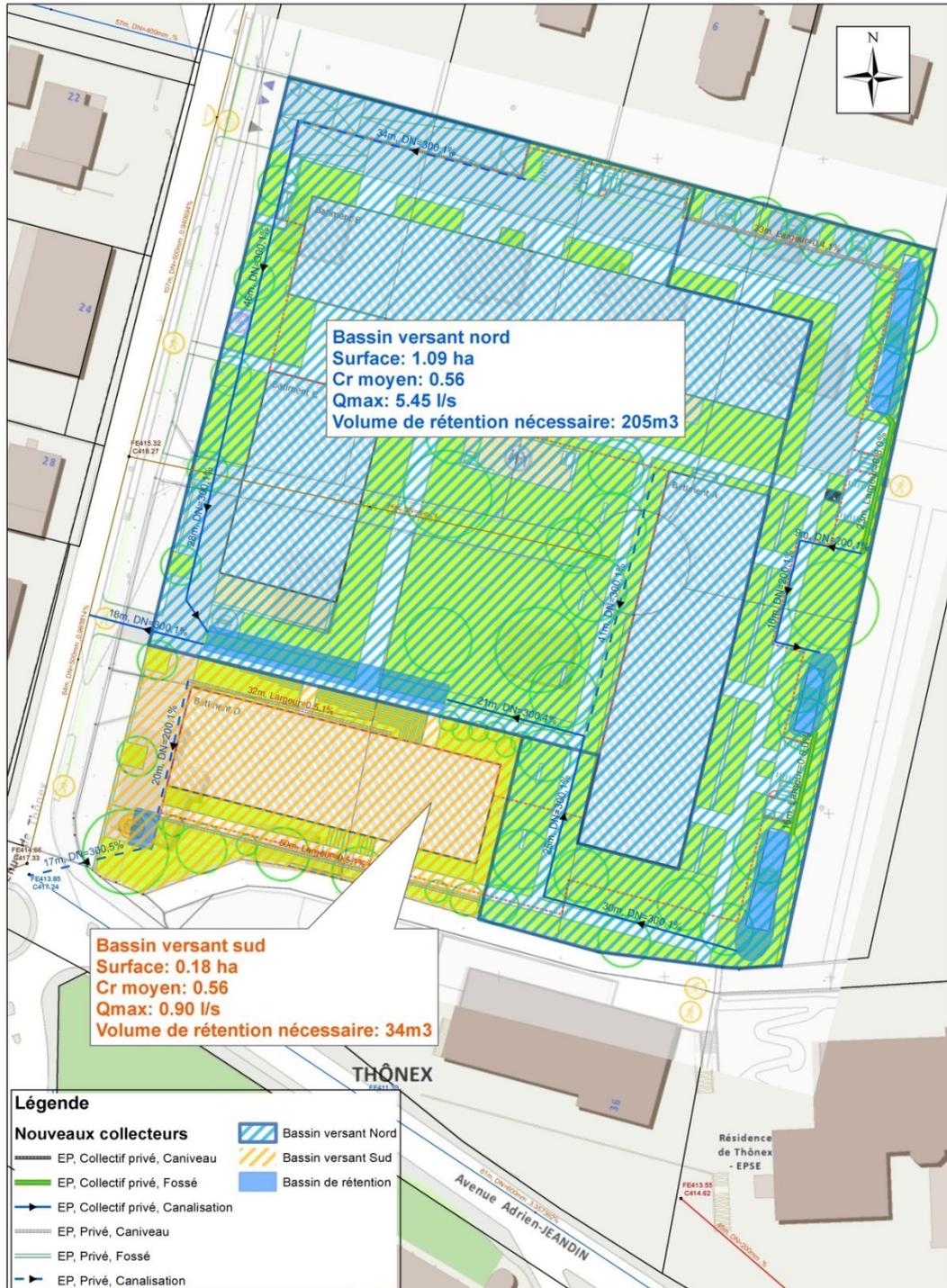


Figure 2 : Délimitation des bassins versant avec leurs principales caractéristiques.

Le schéma directeur de gestion et d'évacuation des eaux pluviales retenu est illustré à l'annexe 1. Il est issu d'une coordination avec la DGEau et les architectes en charge du projet d'urbanisation. Il est basé sur les principes suivants :

- La surface du PLQ est séparée en deux bassins versant correspondant aux étapes de réalisation.
- Les eaux des toitures des 4 bâtiments projetés font l'objet d'une régulation spécifique avec valorisation des volumes de rétention en toiture.
- Pour le bassin versant nord, la gestion des eaux pluviales s'effectuera selon les principes suivants :
  - Les eaux de surface de la bordure est et nord du PLQ sont raccordées à 3 noues inondables reliées par des canalisations ; un ouvrage de limitation de débit à l'aval des noues permettra de gérer de façon optimale le stockage dans ces dispositifs. Les eaux provenant des noues pourront être évacuées dans le bassin de rétention centralisé.
  - Les eaux de surface de la bordure ouest du PLQ rejoignent le bassin de rétention centralisé implanté au sud du bâtiment C par le biais d'une canalisation enterrée.
  - Les eaux de surface générées sur l'îlot central et le long du bâtiment A sont acheminées vers le bassin de rétention situé au sud du bâtiment C.
  - Les eaux de toitures, déjà laminées selon les exigences de rejet, peuvent être raccordées directement vers le réseau secondaire sans transiter par le bassin de rétention.
  - Le régulateur de débit en sortie du bassin enterré est calibré de façon d'assurer le respect de la contrainte de rejet globale de 5 l/s/ha pour un événement avec T=5 ans.
- Pour le bassin versant sud intégrant la nouvelle parcelle, la gestion des eaux pluviales s'effectuera selon les principes suivants :
  - Les eaux des surfaces entourant le bâtiment D sont collectées et acheminées vers un bassin de rétention à faible profondeur en structure alvéolaire (chaussée réservoir) placé sous le parking situé au sud-ouest de la parcelle.
  - Le régulateur de débit en sortie de l'aménagement de rétention est calibré de façon d'assurer le respect de la contrainte de rejet globale de 5 l/s/ha pour un événement avec T=5 ans.

### 3.2.2 Eaux usées

Le principe d'évacuation des eaux usées pour les bâtiments A, B et C reste inchangé par rapport à l'ancienne version du PLQ.

Quant au bâtiment D, il sera connecté au collecteur d'eaux mélangées situé au sud-ouest de la parcelle 3'890 au niveau de la chambre n° 451. Le débit d'eau usées issu de ce bâtiment pourra être aisément évacué avec une canalisation DN 160 qui fera partie du réseau privé.

## 3.3 Mise en œuvre et calcul des volumes de rétention

Le calcul des volumes de rétention à mettre en œuvre a été effectué selon la méthode de calcul proposée par la DGEau pour les petits bassins versants urbanisés (version 1.1 – Février 2005) basée sur la directive IDF 2009. Ces calculs sont présentés dans l'annexe 2. Il s'agit d'une méthode simplifiée adaptée aux petits bassins versants pour une surface maximale de 5 ha qui considère comme négligeable la capacité de stockage du réseau d'évacuation des eaux.

Selon ces calculs, **le volume global à mettre en œuvre** pour garantir le respect de la contrainte de rejet dans le réseau aval **est d'environ 239 m<sup>3</sup>**, ainsi réparti :

- 205 m<sup>3</sup> pour le bassin versant « nord », correspondant grossièrement à l'ancien PLQ ;
- 34 m<sup>3</sup> pour le bassin versant « sud », incluant la parcelle n° 3'890.

A partir du volume global à aménager sur chaque bassin versant, les différentes options de mise en œuvre des volumes de rétention ont été examinées, en fonction des options de raccordement, de la topographie du périmètre et des caractéristiques des constructions projetées.

### 3.3.1 Rétention en toitures

Le premier principe est celui de l'optimisation de la mise à contribution des surfaces de toitures des bâtiments projetés (toitures plates). Pour les calculs, il a été considéré que 80% des surfaces de toiture seront équipées de limiteurs de débit, ce qui permettra de stocker un volume maximum d'eau de **65 m<sup>3</sup>**, ainsi réparti :

- Bassin versant « nord » : 51 m<sup>3</sup>
- Bassin versant « sud » : 14 m<sup>3</sup>

Ces volumes pourront être aménagés sur les toits des 4 bâtiments à moindre coût et sans contrainte particulière relative à la statique et à l'étanchéité des bâtiments (hauteur maximale d'eau stockée inférieure à 5 cm sur des durées maximales de quelques heures par année). Cette option nécessite la mise en œuvre de dispositifs de descente de toit avec limiteurs de débit et possibilités de mise en charge. Les récentes évolutions techniques permettent la mise en œuvre de dispositifs de régulation de débit du type « vortex » (rapport entre débit de fuite moyen et débit de fuite maximal = 0.8) calibrés pour un débit maximum de 0,1 l/s.

En raison des contraintes architecturales et altimétriques, les eaux des toitures seront directement raccordées au réseau. En considérant un total de 2'153 m<sup>2</sup> de toitures avec rétention, le débit de sortie global évacué au réseau par les toitures s'élève à 1 l/s. Ce débit pourra être directement raccordé au réseau EP sous l'avenue de Thônex, pour autant que la contrainte de rejet globale du PLQ (5 l/s/ha pour T=5 ans) soit respectée.

### 3.3.2 Aménagement de la rétention hors toitures

Le **volume hors toitures** nécessaire au respect de la contrainte définie, **estimé à environ 174 m<sup>3</sup>**, sera mis en place au moyen des aménagements suivants :

- En bordure est du PLQ, 3 noues végétalisées à faible profondeur seront aménagées. Ces noues auront une pente très faible et permettront de disposer d'un volume de rétention de **20 m<sup>3</sup>** environ. En raison de son implantation, la noue à l'amont aura une vocation principalement écologique avec la création d'un plan d'eau constant d'une profondeur d'environ 20 cm. **Une profondeur maximale de 0.5 m et une pente des talus de 1 :5** (aménagés par paliers de 20 cm), conformément aux exigences du BPA, permettront de ne pas clôturer les noues qui pourront donc être utilisées comme espace vert. Les noues seront reliées par des caniveaux / canalisations à faible profondeur. En particulier, une canalisation de DN 200 mm et de pente 1% a été implantée pour contourner l'arbre de valeur situé entre les chambres 12 et 18.
- Le bassin de rétention enterré prévu au sud du bâtiment C pourra stocker un volume de **134 m<sup>3</sup>** avec une hauteur d'eau utile de 1 m.
- A la limite sud-ouest du périmètre du PLQ, le bassin de rétention en structure alvéolaire sera dimensionné de manière à stocker un volume de **20 m<sup>3</sup>**.

Les ouvrages de limitation de débit seront calibrés de la façon suivante :

- Bassin versant « nord » : ouvrage de limitation de débit calibré à 4,5 l/s.
- Bassin versant « sud » : ouvrage de limitation de débit calibré à 0,9 l/s.

Compte tenu du débit issu des toitures (1 l/s), le débit total évacué par le PLQ s'établit sur cette base à 6,4 l/s et permet le respect de la contrainte de rejet globale pour le périmètre (1,27 ha, contrainte liée au Foron : 5 l/s/ha pour T=5 ans).

## **CSD INGENIEURS SA**

e.r. Davide Ceresetti

p.o. Théodora Cohen Liechi

Carouge, le 25.11.2015

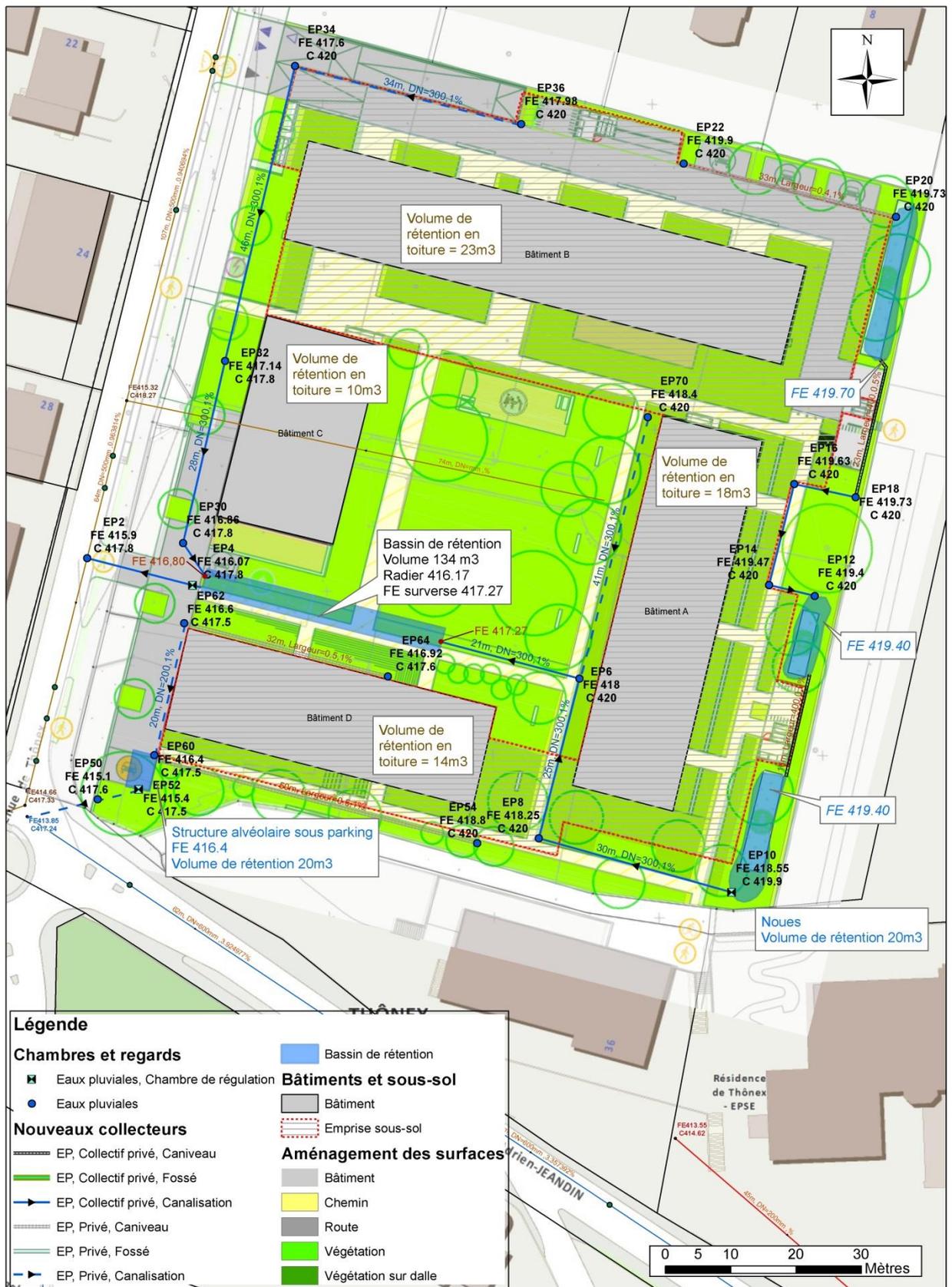
## **ANNEXES**

**Annexe 1: Schéma directeur de gestion et d'évacuation des eaux pluviales**

**Annexe 2 : Fichiers de calcul des volumes de rétention**

## **ANNEXE 1**

### **Schéma directeur de gestion des eaux pluviales mis à jour**





## **ANNEXE 2**

### **Fichiers de calcul des volumes de rétention**

**Annexe 2.1 : Bassin versant Nord PLQ Clair-Val: calcul des exigences de rétention**

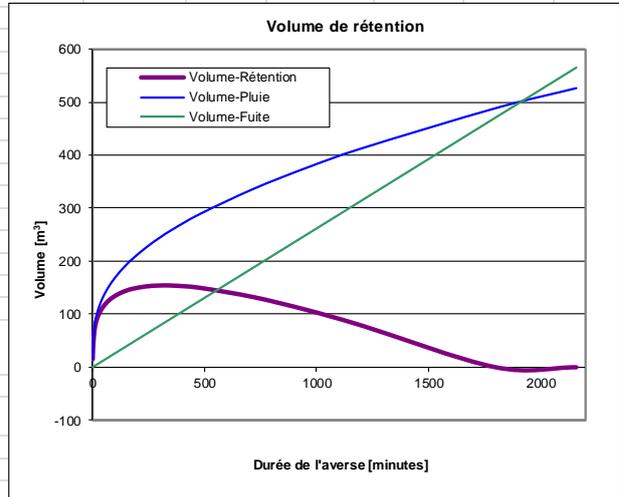
**Caractéristiques de l'emprise**

Surface totale raccordée m<sup>2</sup>: **10'900**

Type de surface	Répartition (%)	Surface raccordée (m <sup>2</sup> )	Cr (-)
Toiture végétalisée	20%	2'153	0.65
Toiture classique/terrasse	7%	754	0.90
Espaces verts en pleine terre	29%	3'200	0.15
Espaces verts sur dalle	9%	979	0.50
Gravier stabilisé/enherbé sur terre	14%	1'530	0.65
Routes	21%	2'284	0.90
<b>Total</b>	<b>100%</b>	<b>10'900</b>	<b>0.56</b>

**Bases hydrologiques et techniques**

Surface réduite (m <sup>2</sup> ):	6'098
Exutoire:	
Temps de retour (ans):	5
Débit maximum autorisé (l/s/ha):	5
Débit de sortie maximal (l/s):	5.45
Débit de sortie spécifique maximum (l/s/ha <sub>red</sub> ):	8.94
Coefficient $\alpha$ (coefficient de fuite à déterminer par itération; valeur initiale= 2/3 [-] pour un orifice calibré):	0.80
Débit de sortie spécifique moyen (l/s/ha <sub>red</sub> ):	7.15
Temps de concentration (min):	10



DUREE PLUIE	Coefficient			INTENSITE PLUIE	INTENSITE PLUIE	DEBIT PLUIE	DEBIT TOITURES	VOLUME PLUIE	VOLUME FUIE	VOLUME RETENTION
	minutes	a	b							
1000	123.823	33.687	1609	195.844	0.054	255.6	0.84	16	0	15
2000	110.111	30.485	1609	175.092	0.049	228.5	0.84	29	1	27
3000	99.133	27.839	1609	158.331	0.044	206.6	0.84	39	1	37
4000	90.145	25.615	1609	144.508	0.040	188.6	0.84	48	1	44
5000	82.652	23.720	1609	132.911	0.037	173.5	0.84	55	1	51
7500	68.431	20.019	1609	110.715	0.031	144.5	0.84	69	2	63
10000	58.385	17.316	1609	94.880	0.026	123.8	0.84	79	3	72
12500	50.911	15.257	1609	83.013	0.023	108.3	0.84	86	3	79
15000	45.134	13.635	1609	73.787	0.020	96.3	0.84	92	4	83
20000	37.094	11.245	1609	60.711	0.017	79.2	0.84	101	5	91
25000	31.864	9.597	1609	52.041	0.014	67.9	0.84	108	7	97
30000	28.144	8.409	1609	45.845	0.013	59.8	0.84	115	8	101
40000	23.137	6.826	1609	37.534	0.010	49.0	0.84	126	10	109
50000	19.875	5.806	1609	32.141	0.009	41.9	0.84	135	13	115
60000	17.554	5.087	1609	28.316	0.008	37.0	0.84	143	16	120
75000	15.079	4.327	1609	24.248	0.007	31.6	0.84	153	20	127
90000	13.319	3.791	1609	21.363	0.006	27.9	0.84	163	24	132
120000	10.949	3.078	1609	17.493	0.005	22.8	0.84	179	31	139
150000	9.406	2.618	1609	14.981	0.004	19.6	0.84	193	39	144
180000	8.307	2.294	1609	13.199	0.004	17.2	0.84	205	47	148
240000	6.829	1.862	1609	10.809	0.003	14.1	0.84	226	63	152
300000	5.867	1.584	1609	9.257	0.003	12.1	0.84	244	78	154
360000	5.182	1.388	1609	8.157	0.002	10.6	0.84	260	94	154
480000	4.260	1.127	1609	6.680	0.002	8.7	0.84	289	126	150
720000	3.232	0.840	1609	5.041	0.001	6.6	0.84	337	188	132
960000	2.657	0.682	1609	4.129	0.001	5.4	0.84	377	251	108
1200000	2.282	0.580	1609	3.537	0.001	4.6	0.84	412	314	79
1800000	1.732	0.432	1609	2.670	0.001	3.5	0.82	488	471	0
2160000	1.529	0.379	1609	2.353	0.001	3.1	0.80	526	565	0

Volume hors toiture (m <sup>3</sup> )	<b>154</b>
Volume de rétention aménagé sur toiture (m <sup>3</sup> )	<b>51</b>
Volume de rétention total (m <sup>3</sup> )	<b>205</b>

**Annexe 2,2: Bassin versant Sud PLQ Clair-Val: calcul des exigences de rétention**

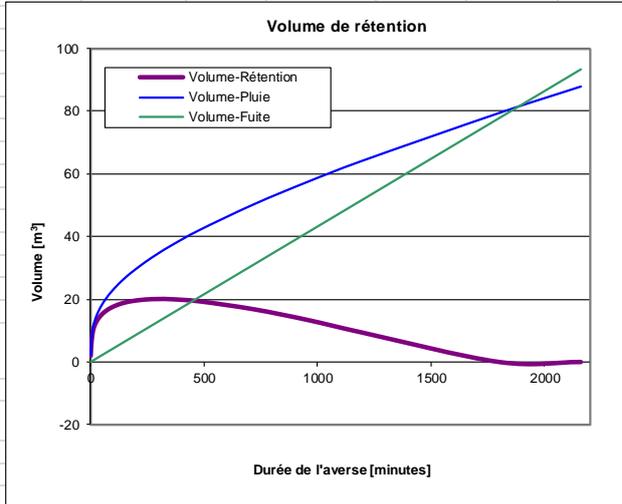
**Caractéristiques de l'emprise**

Surface totale raccordée m<sup>2</sup>: **1'800**

Type de surface	Répartition (%)	Surface raccordée (m <sup>2</sup> )	Cr (-)
Toiture végétalisée	33%	593	0.65
Toiture classique terrasse	8%	148	0.90
Espaces verts en pleine terre	25%	443	0.15
Espaces verts sur dalle	14%	256	0.50
Parkings extérieurs, chemins	7%	123	0.65
Routes	13%	236	0.90
<b>Total</b>	<b>100%</b>	<b>1'800</b>	<b>0.56</b>

**Bases hydrologiques et techniques**

Surface réduite (m <sup>2</sup> ):	1006
Exutoire:	
Temps de retour (ans):	5
Débit maximum autorisé (l/s/ha):	5
Débit de sortie maximal (l/s):	0.90
Débit de sortie spécifique maximum (l/s/ha <sub>red</sub> ):	8.94
Coefficient $\alpha$ (coefficient de fuite à déterminer par itération; valeur initiale= 2/3 [-] pour un orifice calibré):	0.80
Débit de sortie spécifique moyen (l/s/ha <sub>red</sub> ):	7.16
Temps de concentration (min):	10



DUREE PLUIE	Coefficient			INTENSITE PLUIE	INTENSITE PLUIE	DEBIT PLUIE	DEBIT TOITURES	VOLUME PLUIE	VOLUME FUIE	VOLUME RETENTION
	a	b	u(T)							
minutes				mm/h	L/s/m2	L/s	L/s	m3	m3	m <sup>3</sup>
1.000	123.823	33.687	1.609	195.844	0.054	33.8	0.24	2	0	2
2.000	110.111	30.485	1.609	175.092	0.049	30.2	0.24	4	0	4
3.000	99.133	27.839	1.609	158.331	0.044	27.3	0.24	5	0	5
4.000	90.145	25.615	1.609	144.508	0.040	24.9	0.24	6	0	6
5.000	82.652	23.720	1.609	132.911	0.037	22.9	0.24	7	0	7
7.500	68.431	20.019	1.609	110.715	0.031	19.1	0.24	9	0	8
10.000	58.385	17.316	1.609	94.880	0.026	16.4	0.24	10	0	10
12.500	50.911	15.257	1.609	83.013	0.023	14.3	0.24	11	1	10
15.000	45.134	13.635	1.609	73.787	0.020	12.7	0.24	12	1	11
20.000	37.094	11.245	1.609	60.711	0.017	10.5	0.24	13	1	12
25.000	31.864	9.597	1.609	52.041	0.014	9.0	0.24	15	1	13
30.000	28.144	8.409	1.609	45.845	0.013	7.9	0.24	15	1	13
40.000	23.137	6.826	1.609	37.534	0.010	6.5	0.24	17	2	14
50.000	19.875	5.806	1.609	32.141	0.009	5.5	0.24	18	2	15
60.000	17.554	5.087	1.609	28.316	0.008	4.9	0.24	19	3	16
75.000	15.079	4.327	1.609	24.248	0.007	4.2	0.24	21	3	17
90.000	13.319	3.791	1.609	21.363	0.006	3.7	0.24	22	4	17
120.000	10.949	3.078	1.609	17.493	0.005	3.0	0.24	25	5	18
150.000	9.406	2.618	1.609	14.981	0.004	2.6	0.24	27	6	19
180.000	8.307	2.294	1.609	13.199	0.004	2.3	0.24	29	8	19
240.000	6.829	1.862	1.609	10.809	0.003	1.9	0.24	32	10	20
300.000	5.867	1.584	1.609	9.257	0.003	1.6	0.24	35	13	20
360.000	5.182	1.388	1.609	8.157	0.002	1.4	0.24	37	16	20
480.000	4.260	1.127	1.609	6.680	0.002	1.2	0.24	42	21	19
720.000	3.232	0.840	1.609	5.041	0.001	0.9	0.24	50	31	17
960.000	2.657	0.682	1.609	4.129	0.001	0.7	0.24	58	41	13
1200.000	2.282	0.580	1.609	3.537	0.001	0.6	0.24	64	52	9
1800.000	1.732	0.432	1.609	2.670	0.001	0.5	0.24	79	78	0
2160.000	1.529	0.379	1.609	2.353	0.001	0.4	0.24	88	93	0

Volume hors toiture (m <sup>3</sup> )	<b>20</b>
Volume de rétention aménagé sur toiture (m <sup>3</sup> )	<b>14</b>
<b>Volume de rétention total (m<sup>3</sup>)</b>	<b>34</b>

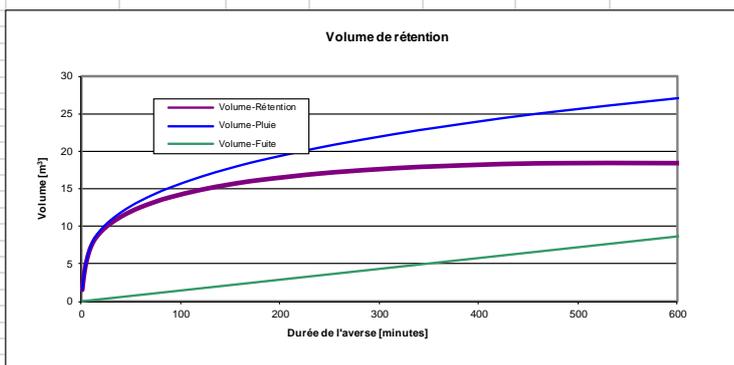
**Annexe 2.3: Calcul des volumes de rétention sur toiture - Bâtiment A**

**Caractéristiques de la toiture**

Surface totale raccordée m <sup>2</sup> :	729
Aménagement de toiture	Végétalisé
Cr (-)	0.65

**Bases hydrologiques et techniques**

Surface réduite (m <sup>2</sup> ):	474
Exutoire:	<b>Foron</b>
Temps de retour (ans):	5
Débit de sortie maximal (l/s):	0.30
Débit de sortie spécifique maximum (l/s/ha <sub>red</sub> ):	6.33
Coefficient <b>Q</b> (coefficient de fuite à déterminer par itération; valeur initiale= 2/3 [-]) pour un orifice calibré):	0.80
Débit de sortie spécifique moyen (l/s/ha <sub>red</sub> ):	5.07
Temps de concentration (min):	2



DUREE PLUIE	Coefficient		INTENSITE PLUIE	INTENSITE PLUIE	DEBIT PLUIE	DEBIT TOITURES	VOLUME PLUIE	VOLUME FUIITE	VOLUME RETENTION	
	a	b								u(T)
1.000	123.823	33.687	1609	195.844	0.054	25.8	0.2	2	0	2
2.000	10.111	30.485	1609	175.092	0.049	23.0	0.2	3	0	3
3.000	99.133	27.839	1609	158.331	0.044	20.8	0.2	4	0	4
4.000	90.145	25.615	1609	144.508	0.040	19.0	0.2	5	0	5
5.000	82.652	23.720	1609	132.911	0.037	17.5	0.2	5	0	5
7.500	68.431	20.019	1609	110.715	0.031	14.6	0.2	7	0	6
10.000	58.385	17.316	1609	94.880	0.026	12.5	0.2	7	0	7
12.500	50.911	15.257	1609	83.013	0.023	10.9	0.2	8	0	8
15.000	45.134	13.635	1609	73.787	0.020	9.7	0.2	9	0	9
20.000	37.094	11.245	1609	60.711	0.017	8.0	0.2	10	0	9
25.000	31.864	9.597	1609	52.041	0.014	6.8	0.2	10	0	10
30.000	28.144	8.409	1609	45.845	0.013	6.0	0.2	11	0	10
40.000	23.137	6.826	1609	37.534	0.010	4.9	0.2	12	1	11
50.000	19.875	5.806	1609	32.141	0.009	4.2	0.2	13	1	12
60.000	17.554	5.087	1609	28.316	0.008	3.7	0.2	13	1	13
75.000	15.079	4.327	1609	24.248	0.007	3.2	0.2	14	1	13
90.000	13.319	3.791	1609	21.363	0.006	2.8	0.2	15	1	14
120.000	10.949	3.078	1609	17.493	0.005	2.3	0.2	17	2	15
150.000	9.406	2.618	1609	14.981	0.004	2.0	0.2	18	2	16
180.000	8.307	2.294	1609	13.199	0.004	1.7	0.2	19	3	16
240.000	6.829	1.862	1609	10.809	0.003	1.4	0.2	20	3	17
300.000	5.867	1.584	1609	9.257	0.003	1.2	0.2	22	4	18
360.000	5.182	1.388	1609	8.157	0.002	1.1	0.2	23	5	18
480.000	4.260	1.127	1609	6.680	0.002	0.9	0.2	25	7	18
720.000	3.232	0.840	1609	5.041	0.001	0.7	0.2	29	10	18
960.000	2.657	0.682	1609	4.129	0.001	0.5	0.2	31	14	17
1200.000	2.282	0.580	1609	3.537	0.001	0.5	0.2	34	17	16
1800.000	1.732	0.432	1609	2.670	0.001	0.4	0.2	38	26	12
2160.000	1.529	0.379	1609	2.353	0.001	0.3	0.2	40	31	9

Volume de rétention (m <sup>3</sup> )	18
Lame d'eau (cm)	3.2

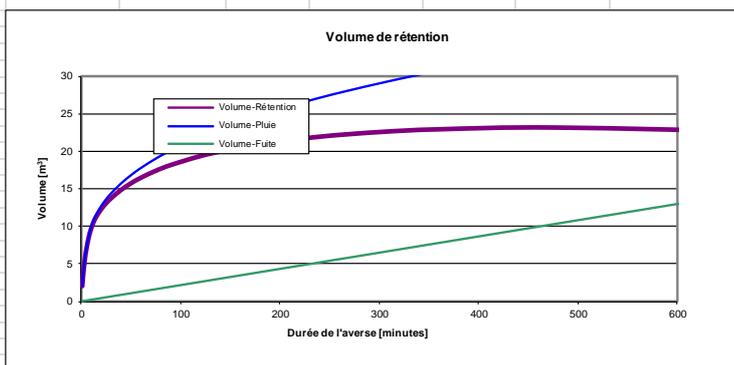
**Annexe 2.4: Calcul des volumes de rétention sur toiture - Bâtiment B**

**Caractéristiques de la toiture**

Surface totale raccordée m <sup>2</sup> :	965
Aménagement de toiture	Végétalisé
Cr (-)	0.65

**Bases hydrologiques et techniques**

Surface réduite (m <sup>2</sup> ):	627
Exutoire:	<b>Foron</b>
Temps de retour (ans):	5
Débit de sortie maximal (l/s):	0.45
Débit de sortie spécifique maximum (l/s/ha <sub>red</sub> ):	7.18
Coefficient <b>Q</b> (coefficient de fuite à déterminer par itération; valeur initiale= 2/3 [-]) pour un orifice calibré):	0.80
Débit de sortie spécifique moyen (l/s/ha <sub>red</sub> ):	5.74
Temps de concentration (min):	2



DUREE PLUIE	Coefficient			INTENSITE PLUIE	INTENSITE PLUIE	DEBIT PLUIE	DEBIT TOITURES	VOLUME PLUIE	VOLUME FUIITE	VOLUME RETENTION
	a	b	u(T)							
minutes	a	b	u(T)	mm/h	L/s/m2	L/s	L/s	m3	m3	m <sup>3</sup>
1.000	123.823	33.687	1.609	195.844	0.054	34.1	0.4	2	0	2
2.000	10.111	30.485	1.609	175.092	0.049	30.5	0.4	4	0	4
3.000	99.133	27.839	1.609	158.331	0.044	27.6	0.4	5	0	5
4.000	90.145	25.615	1.609	144.508	0.040	25.2	0.4	6	0	6
5.000	82.652	23.720	1.609	132.911	0.037	23.2	0.4	7	0	7
7.500	68.431	20.019	1.609	110.715	0.031	19.3	0.4	9	0	9
10.000	58.385	17.316	1.609	94.880	0.026	16.5	0.4	10	0	10
12.500	50.911	15.257	1.609	83.013	0.023	14.5	0.4	11	0	11
15.000	45.134	13.635	1.609	73.787	0.020	12.9	0.4	12	0	11
20.000	37.094	11.245	1.609	60.711	0.017	10.6	0.4	13	0	12
25.000	31.864	9.597	1.609	52.041	0.014	9.1	0.4	14	1	13
30.000	28.144	8.409	1.609	45.845	0.013	8.0	0.4	14	1	14
40.000	23.137	6.826	1.609	37.534	0.010	6.5	0.4	16	1	15
50.000	19.875	5.806	1.609	32.141	0.009	5.6	0.4	17	1	16
60.000	17.554	5.087	1.609	28.316	0.008	4.9	0.4	18	1	16
75.000	15.079	4.327	1.609	24.248	0.007	4.2	0.4	19	2	17
90.000	13.319	3.791	1.609	21.363	0.006	3.7	0.4	20	2	18
120.000	10.949	3.078	1.609	17.493	0.005	3.0	0.4	22	3	19
150.000	9.406	2.618	1.609	14.981	0.004	2.6	0.4	23	3	20
180.000	8.307	2.294	1.609	13.199	0.004	2.3	0.4	25	4	21
240.000	6.829	1.862	1.609	10.809	0.003	1.9	0.4	27	5	22
300.000	5.867	1.584	1.609	9.257	0.003	1.6	0.4	29	6	23
360.000	5.182	1.388	1.609	8.157	0.002	1.4	0.4	31	8	23
480.000	4.260	1.127	1.609	6.680	0.002	1.2	0.4	34	10	23
720.000	3.232	0.840	1.609	5.041	0.001	0.9	0.4	38	16	22
960.000	2.657	0.682	1.609	4.129	0.001	0.7	0.4	41	21	21
1200.000	2.282	0.580	1.609	3.537	0.001	0.6	0.4	44	26	18
1800.000	1.732	0.432	1.609	2.670	0.001	0.5	0.4	50	39	11
2160.000	1.529	0.379	1.609	2.353	0.001	0.4	0.4	53	47	6

Volume de rétention (m <sup>3</sup> )	<b>23</b>
Lame d'eau (cm)	<b>3.0</b>

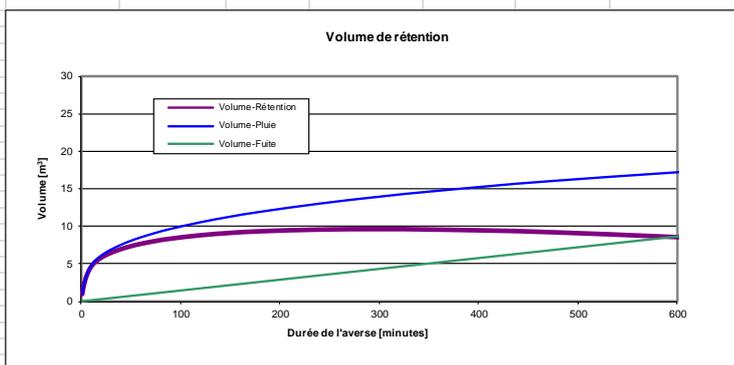
**Annexe 2.5: Calcul des volumes de rétention sur toiture - Bâtiment C**

**Caractéristiques de la toiture**

Surface totale raccordée m <sup>2</sup> :	463
Aménagement de toiture	Végétalisé
Cr (-)	0.65

**Bases hydrologiques et techniques**

Surface réduite (m <sup>2</sup> ):	301
Exutoire:	Foron
Temps de retour (ans):	5
Débit de sortie maximal (l/s):	0.30
Débit de sortie spécifique maximum (l/s/ha <sub>red</sub> ):	9.96
Coefficient <b>Q</b> (coefficient de fuite à déterminer par itération; valeur initiale= 2/3 [-]) pour un orifice calibré):	0.80
Débit de sortie spécifique moyen (l/s/ha <sub>red</sub> ):	7.97
Temps de concentration (min):	2



DUREE PLUIE	Coefficient			INTENSITE PLUIE	INTENSITE PLUIE	DEBIT PLUIE	DEBIT TOITURES	VOLUME PLUIE	VOLUME FUIITE	VOLUME RETENTION
	a	b	u(T)							
minutes	a	b	u(T)	mm/h	L/s/m2	L/s	L/s	m3	m3	m <sup>3</sup>
1.000	123.823	33.687	1609	195.844	0.054	16.4	0.2	1	0	1
2.000	10.111	30.485	1609	175.092	0.049	14.6	0.2	2	0	2
3.000	99.133	27.839	1609	158.331	0.044	13.2	0.2	2	0	2
4.000	90.145	25.615	1609	144.508	0.040	12.1	0.2	3	0	3
5.000	82.652	23.720	1609	132.911	0.037	11.1	0.2	3	0	3
7.500	68.431	20.019	1609	110.715	0.031	9.3	0.2	4	0	4
10.000	58.385	17.316	1609	94.880	0.026	7.9	0.2	5	0	5
12.500	50.911	15.257	1609	83.013	0.023	6.9	0.2	5	0	5
15.000	45.134	13.635	1609	73.787	0.020	6.2	0.2	6	0	5
20.000	37.094	11.245	1609	60.711	0.017	5.1	0.2	6	0	6
25.000	31.864	9.597	1609	52.041	0.014	4.4	0.2	7	0	6
30.000	28.144	8.409	1609	45.845	0.013	3.8	0.2	7	0	6
40.000	23.137	6.826	1609	37.534	0.010	3.1	0.2	8	1	7
50.000	19.875	5.806	1609	32.141	0.009	2.7	0.2	8	1	7
60.000	17.554	5.087	1609	28.316	0.008	2.4	0.2	9	1	8
75.000	15.079	4.327	1609	24.248	0.007	2.0	0.2	9	1	8
90.000	13.319	3.791	1609	21.363	0.006	1.8	0.2	10	1	8
120.000	10.949	3.078	1609	17.493	0.005	1.5	0.2	11	2	9
150.000	9.406	2.618	1609	14.981	0.004	1.3	0.2	11	2	9
180.000	8.307	2.294	1609	13.199	0.004	1.1	0.2	12	3	9
240.000	6.829	1.862	1609	10.809	0.003	0.9	0.2	13	3	10
300.000	5.867	1.584	1609	9.257	0.003	0.8	0.2	14	4	10
360.000	5.182	1.388	1609	8.157	0.002	0.7	0.2	15	5	10
480.000	4.260	1.127	1609	6.680	0.002	0.6	0.2	16	7	9
720.000	3.232	0.840	1609	5.041	0.001	0.4	0.2	18	10	8
960.000	2.657	0.682	1609	4.129	0.001	0.3	0.2	20	14	6
1200.000	2.282	0.580	1609	3.537	0.001	0.3	0.2	21	17	4
1800.000	1.732	0.432	1609	2.670	0.001	0.2	0.2	24	24	0
2160.000	1.529	0.379	1609	2.353	0.001	0.2	0.2	25	25	0

Volume de rétention (m <sup>3</sup> )	10
Lame d'eau (cm)	2.6

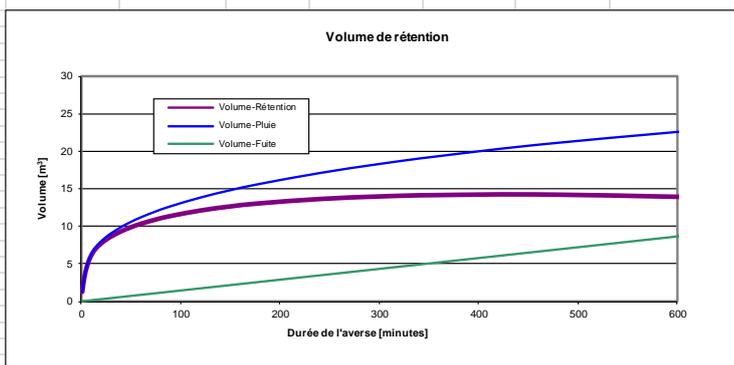
**Annexe 2.6: Calcul des volumes de rétention sur toiture - Bâtiment D**

**Caractéristiques de la toiture**

Surface totale raccordée m <sup>2</sup> :	608
Aménagement de toiture	Végétalisé
Cr (-)	0.65

**Bases hydrologiques et techniques**

Surface réduite (m <sup>2</sup> ):	395
Exutoire:	Foron
Temps de retour (ans):	5
Débit de sortie maximal (l/s):	0.30
Débit de sortie spécifique maximum (l/s/ha <sub>red</sub> ):	7.59
Coefficient <b>Q</b> (coefficient de fuite à déterminer par itération; valeur initiale= 2/3 [-]) pour un orifice calibré):	0.80
Débit de sortie spécifique moyen (l/s/ha <sub>red</sub> ):	6.07
Temps de concentration (min):	2



DUREE PLUIE	Coefficient		INTENSITE PLUIE	INTENSITE PLUIE	DEBIT PLUIE	DEBIT TOITURES	VOLUME PLUIE	VOLUME FUIE	VOLUME RETENTION	
	a	b								u(T)
1.000	123.823	33.687	1609	195.844	0.054	215	0.2	1	0	1
2.000	10.111	30.485	1609	175.092	0.049	19.2	0.2	2	0	2
3.000	99.133	27.839	1609	158.331	0.044	17.4	0.2	3	0	3
4.000	90.145	25.615	1609	144.508	0.040	15.9	0.2	4	0	4
5.000	82.652	23.720	1609	132.911	0.037	14.6	0.2	4	0	4
7.500	68.431	20.019	1609	110.715	0.031	12.2	0.2	5	0	5
10.000	58.385	17.316	1609	94.880	0.026	10.4	0.2	6	0	6
12.500	50.911	15.257	1609	83.013	0.023	9.1	0.2	7	0	7
15.000	45.134	13.635	1609	73.787	0.020	8.1	0.2	7	0	7
20.000	37.094	11.245	1609	60.711	0.017	6.7	0.2	8	0	8
25.000	31.864	9.597	1609	52.041	0.014	5.7	0.2	9	0	8
30.000	28.144	8.409	1609	45.845	0.013	5.0	0.2	9	0	9
40.000	23.137	6.826	1609	37.534	0.010	4.1	0.2	10	1	9
50.000	19.875	5.806	1609	32.141	0.009	3.5	0.2	11	1	10
60.000	17.554	5.087	1609	28.316	0.008	3.1	0.2	11	1	10
75.000	15.079	4.327	1609	24.248	0.007	2.7	0.2	12	1	11
90.000	13.319	3.791	1609	21.363	0.006	2.3	0.2	13	1	11
120.000	10.949	3.078	1609	17.493	0.005	1.9	0.2	14	2	12
150.000	9.406	2.618	1609	14.981	0.004	1.6	0.2	15	2	13
180.000	8.307	2.294	1609	13.199	0.004	1.4	0.2	16	3	13
240.000	6.829	1.862	1609	10.809	0.003	1.2	0.2	17	3	14
300.000	5.867	1.584	1609	9.257	0.003	1.0	0.2	18	4	14
360.000	5.182	1.388	1609	8.157	0.002	0.9	0.2	19	5	14
480.000	4.260	1.127	1609	6.680	0.002	0.7	0.2	21	7	14
720.000	3.232	0.840	1609	5.041	0.001	0.6	0.2	24	10	14
960.000	2.657	0.682	1609	4.129	0.001	0.5	0.2	26	14	12
1200.000	2.282	0.580	1609	3.537	0.001	0.4	0.2	28	17	11
1800.000	1.732	0.432	1609	2.670	0.001	0.3	0.2	32	26	6
2400.000	1.529	0.379	1609	2.353	0.001	0.3	0.2	33	31	2

Volume de rétention (m <sup>3</sup> )	14
Lame d'eau (cm)	2.9