

LBO France

148 rue de l'université
75007 Paris



La Colline des Mathurins – Site du campus Lot C1

à Bagneux (92)

Notice hydraulique
V1 - Mai 2022



ARQUITECTONICA

Land'Act
paysage // urbanisme // écologie



Aménagement



Paysage



Génie civil



Environnement



Gestion des eaux



OPC



Fontainerie



Sites et Sols Pollués



OGI S.A.S.

Omnium Général d'Ingénierie
27 rue Garibaldi 93100 Montreuil France
T. +33 1 41 58 55 69 • F. +33 1 41 58 55 89
www.ogi2.fr • ogi@ogi2.fr
RCS Bobigny 384 000 907 • Code APE : 7112B
SIRET : 384 000 907 00020
S.A.S. au capital de 250 000 €
TVA FR81 384 000 907

Sommaire

1	OBJET DE L'ETUDE ET CONTEXTE	3
1.1	Le projet	3
1.2	Les contraintes du site.....	3
1.3	Les avis sur le projet	4
2	LES PRINCIPES DU FONCTIONNEMENT HYDRAULIQUE.....	6
2.1	Rétention et Stockage	6
2.2	La rétention	7
2.3	La réutilisation	15
3	LES OUVRAGES DE FONTAINERIE	16
3.1	Implantation.....	16
3.2	Descriptif des ouvrages	17
3.3	Principe de fonctionnement.....	23
4	SYNTHESE	26

1 Objet de l'étude et contexte

1.1 Le projet

A deux kilomètres de Paris, au cœur de la partie Sud de Bagneux, le secteur des Mathurins a été l'objet de concertation pour offrir un nouvel écoquartier aux habitants.

Situé sur les hauteurs de la ville, le site prend place à l'Est de la partie Sud de la rue des Mathurins.

1.2 Les contraintes du site

Le site connaît des contraintes importantes au niveau géologique.

ARTICLE UM 13 ESPACES LIBRES ET PLANTATIONS

COEFFICIENT BIOTOPE

	Emprise foncière : 16 035 m ²
	Pierre terre
	Epaisseur de terre > 70cm
	Espaces végétalisés en toiture



Le projet connaît des ambitions fortes en matière d'environnement.

L'environnement du projet est d'après les documents transmis constitué de la manière suivante :

- Pollution des sols : Malgré un certain nombre d'actions menés antérieurement, le DLE indique : « Cependant, il reste encore des pollutions résiduelles qui devront être enlevées pour l'urbanisation future de ce site. »
- Risque géotechnique : comme indiqué dans le DLE, « Les études géotechniques réalisées ainsi que les données disponibles sur les différents sites du ministère mentionnent des risques de terrassements différentiels dus à l'hétérogénéité des sols de fondations et des caractéristiques mécaniques médiocres au niveau des terrains remaniés. » « La qualité mécanique des premiers mètres de sous-sol pourra être à l'origine d'une contrainte pour les fondations des futurs bâtiments et la construction des sous-sols. De la même façon, la présence de carrières souterraines peut entraîner des risques d'effondrement. » Par ailleurs : « **Le sous-sol du site des Mathurins est ainsi composé de plusieurs niveaux gypseux, responsables notamment du gonflement des argiles en temps pluvieux.** »

- Nappe phréatique : comme indiqué dans le DLE, « La commune de Bagneux ne présente pas d'écoulement naturel sur son territoire » et lors des travaux précédents aucune venue d'eau n'a été constatée (bâtiment Y sur 3 niveaux de sous-sol qui ne sont pas étanches, démolition du bâtiment A avec sous-sol à -6m), Un suivi piézométrique montre l'absence de nappe dans les formations sus-jacentes à l'argile verte. Il a été conclu à « l'absence de la nappe du Calcaire de Brie et des Sables de Fontainebleau au droit du site. »
- Périmètre de captage : non concerné
- Capacité d'infiltration :
 - o Rappel :
 - Sol imperméable : la capacité des sols est trop faible pour permettre l'infiltration
 - Sol trop perméable : précaution particulière pour éviter des transferts trop rapides de pollution et permettre de conserver un temps de réaction suffisant en cas d'accident.
 - o Dans notre cas :
 - Zonage PPRI : non concerné
 - Zone humide : non concerné

Compte tenu de l'environnement du site et des risques répertoriés, nous ne pouvons pas mettre en œuvre un dispositif d'infiltration autonome. Il est donc nécessaire de mettre en place un ou des dispositifs de rétention, conformément au disposition à savoir un débit limité de 2 l/s/ha pour une période de retour de 10 ans.

1.3 Les avis sur le projet

Trois organismes ont demandé des précisions sur le fonctionnement hydraulique du projet. Il s'agit :

- Du Conseil Départemental 92
- SMBVB : Syndicat Mixte du Bassin Versant de la Bièvre
- MRAE : Mission régionale d'autorité environnementale

La présente note permet de détailler les principes proposés sans pour autant étudier la faisabilité en détail. La suite des études devront permettre de préciser les caractéristiques dimensionnelles des ouvrages dont en particulier la profondeur, en relation avec les raccordements sur les ouvrages d'assainissement existants.

1.3.1 Conseil Départemental 92

1.3.2 SMBVB

« Toutefois en l'absence d'informations complètes sur la gestion des eaux pluviales du projet, le SMBVB ne peut se prononcer sur la compatibilité du lot avec le SAGE Bièvre, en particulier sur l'atteinte de l'objectif de « zéro rejet ». Par conséquent, le SMBVB n'émet pas d'avis sur le dossier de demande de permis de construire présenté dans l'attente d'une notice hydraulique comportant les éléments suivants :

- Plan masse identifiant les ouvrages de gestion à la source des eaux pluviales,

- Synoptique du parcours de l'eau à l'échelle du projet,
- Descriptif de la gestion des eaux pluviales pour les différents niveaux de pluies (pluies courantes, pluie décennale, pluies exceptionnelles),
- Caractéristiques des ouvrages (profondeur, surface, trop-plein ou surverse),
- Notes de calculs pour le dimensionnement des ouvrages pour les pluies courantes (lame d'eau de 8 mm en 24h et pour la décennale (lame d'eau de 44 mm en 4h) et plan masse des bassins versants
- coefficients de Montana du département des Hauts-de-Seine à retrouver ci-dessous.

Coefficients de Montana régionaux sous la forme :											
$i(d) = a \times d^{-b}$											
avec i en mm/h et d en heures											
Durée	T	1 mois	3 mois	6 mois	1 an	2 ans	5 ans	10 ans	20 ans	50 ans	100 ans
5' ≤ d ≤ 1h	a	4.3	9.2	12.8	16.9	21.5	28.6	34.8	41.8	52.5	61.9
	b	0.60	0.64	0.64	0.64	0.64	0.63	0.62	0.61	0.60	0.59
1h ≤ d ≤ 1j	a	5.1	9.3	12.5	16.2	20.6	27.4	33.6	40.8	52.2	62.5
	b	0.67	0.72	0.74	0.76	0.78	0.80	0.82	0.84	0.86	0.88

Il conviendrait également d'apporter des précisions sur le fonctionnement du circuit fontainerie et de l'alimentation de la rivière.

Le SMBVB se tient à la disposition de la SAS Campus des Mathurins et de sa maîtrise d'œuvre pour faciliter la compréhension des objectifs de compatibilité de la gestion des eaux pluviales de SAGE. »

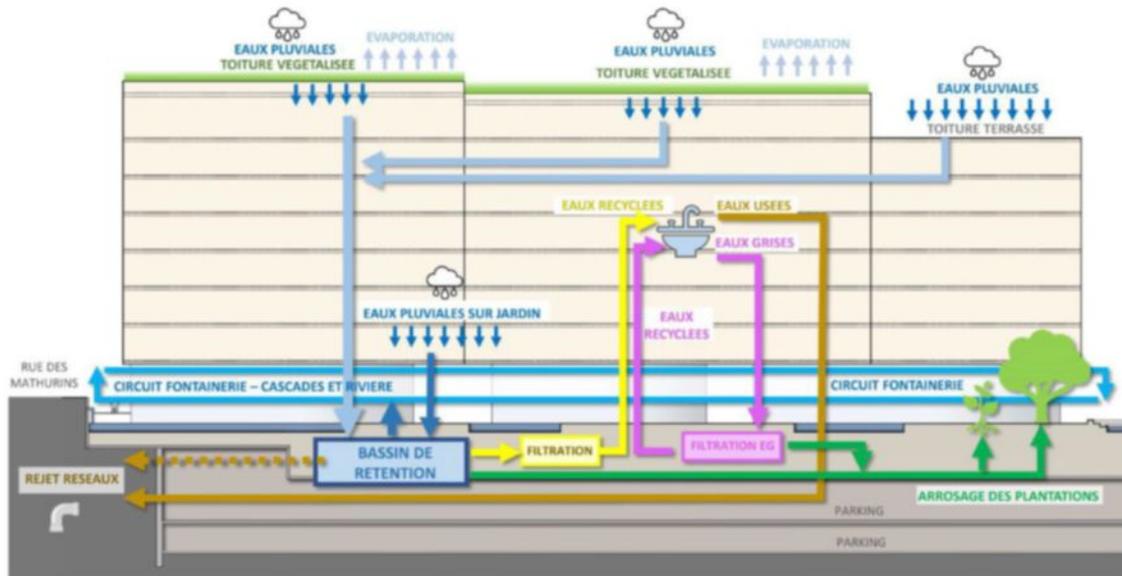
1.3.3 MRAE

« Toutefois, pour le cas du lot C1, la MRAe note l'aménagement de la suite de bassins, comprenant une cascade, une « rivière naturelle », alimentant à mi-parcours un bassin central au croisement des deux axes du projet. Fonctionnant en circuit fermé (schéma de fontainerie p. 508), cet aménagement utilise pour partie des eaux issues du stockage des eaux pluviales et de la filtration des eaux grises issues des bâtiments.

Les schémas et illustrations des pages 151 à 153 ne sont pas clairs (sens d'écoulement, localisation de la cascade, coupes incomplètes). Enfin, le coût énergétique et le bilan d'eau de l'installation doivent être présentés. »

Rappel :

Annexe 2 : Schéma de principe de récupération des eaux pluviales (PC4-A3 p. 23)



2 Les principes du fonctionnement hydraulique

2.1 Rétention et Stockage

2.1.1 Rappel des fonctions

La rétention des eaux pluviales est le principe de collecter les eaux pluviales et de les restituer en priorité au milieu naturel, selon leurs caractéristiques, et éventuellement au réseau extérieur de manière contrôlée dans le but de limiter le risque d'inondation.

Le stockage des eaux pluviales est le principe de collecter les eaux de pluie, dans le but de pouvoir les réutiliser à des fins comme l'arrosage, le nettoyage, les sanitaires ...

2.1.2 Les principes proposés

Bien que les ouvrages peuvent être, selon les projets, mutualisés, nous avons décidé de présenter des ouvrages de rétention et de stockage distincts sur les schémas suivants.

Schéma de principe :
Stockage / Réutilisation et fontainerie

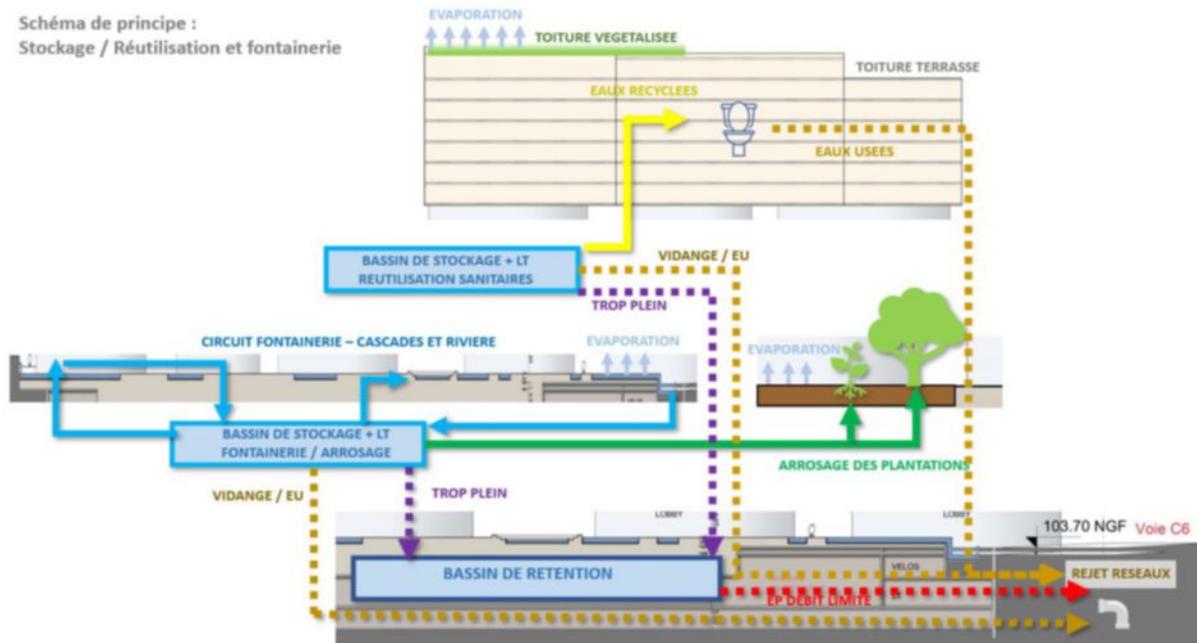
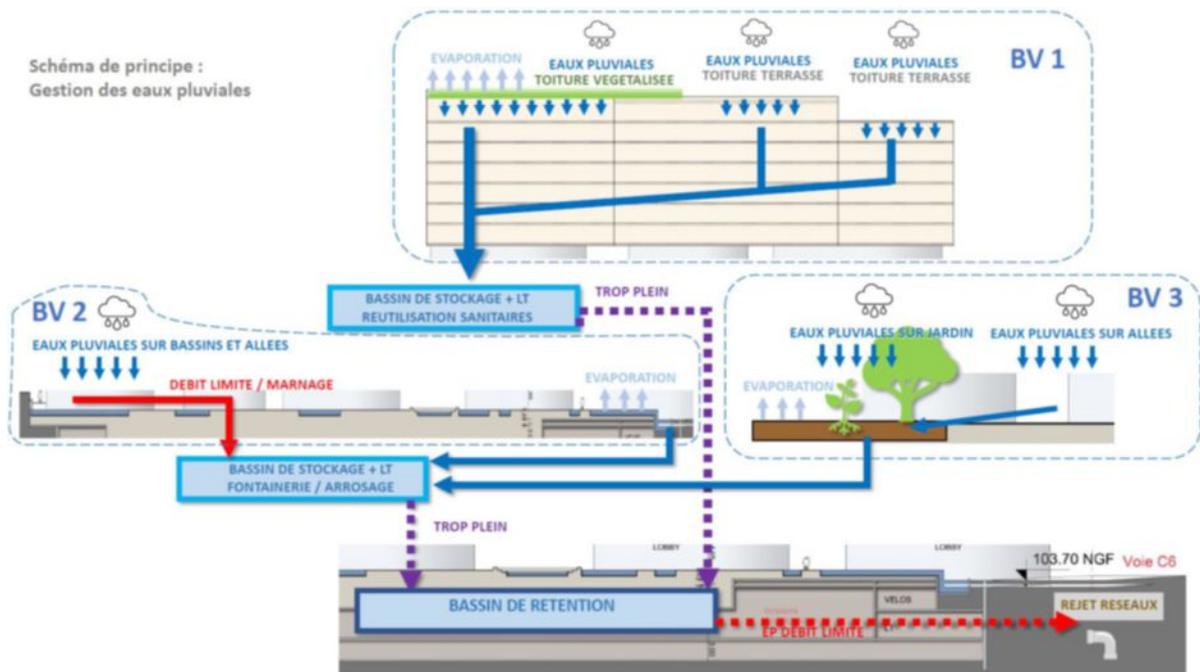


Schéma de principe :
Gestion des eaux pluviales



2.2 La rétention

2.2.1 Données d'entrées et hypothèses

Nous avons pour habitude d'utiliser les coefficients de montana suivant en région parisienne (hypothèse 1) :

6 à 120 minutes			360 à 1440 minutes		
	a	b		a	b
5 ans	4,950	-0,633	5 ans	12,15	-0,836
10 ans	6,033	-0,635	10 ans	16,5	-0,856
20 ans	7,033	-0,632	20 ans	22,35	-0,878
30 ans	7,633	-0,630	30 ans	26,450	-0,891
50 ans	8,400	-0,628	50 ans	32,817	-0,908
100 ans	9,400	-0,622	100 ans	40	-0,92
120 à 360 minutes			1440 à 11520 minutes		
	a	b		a	b
5 ans	12,550	-0,842	5 ans	4,133	-0,692
10 ans	15,367	-0,845	10 ans	5,583	-0,711
20 ans	17,667	-0,840	20 ans	7,550	-0,733
30 ans	18,867	-0,836	30 ans	8,933	-0,746
50 ans	20,033	-0,827	50 ans	11,100	-0,762
100 ans	21,35	-0,812	100 ans	13,250	-0,773

Pour autant nous avons également réalisé l'exercice suivant les données transmises par le SMBVB indiqué précédemment, que l'on indiquera en hypothèse 2.

Suivant la typologie des dispositifs nous considérons les temps de vidange de la manière suivante, conformément au guide technique de la DRIEE :

- Au niveau des espaces verts, pour les pluies fortes, la vidange doit s'opérer dans un délai inférieur à 48h
- Au niveau d'ouvrages enterrés, la vidange peut s'opérer sur un délai plus long, en 72h ou plus

Nous favoriserons les systèmes de collecte et de rétention en aérien.

2.2.2 Les surfaces actives

La surface active S_a en [ha] est donnée par :

$S_a = S \times C_a$, où :

- S est la superficie globale du bassin versant collecté dans le bassin de stockage en [ha]
- C_a est le coefficient d'apport défini en calculant la moyenne pondérée à la surface des coefficients de ruissellement C_r

Pour les Bâtiments :

le coefficient de ruissellement pour les toitures végétales a été considéré égale à 0.25 car il s'agit de techniques avec un complexe de plus de 30 cm permettant d'obtenir la certification BREEAM.

Bâtiments	Nature des surfaces	Surfaces (m2)	Cr	Surfaces actives
A	Toiture imperméable	2 319	1,0	2 319
	Toiture végétalisée ép >30	270	0,25	68
	TOTAL	2 589		2 387
B	Toiture imperméable	1 622	1,0	1 622
	Toiture végétalisée ép >30	533	0,25	133
	TOTAL	2 155		1 755
C	Toiture imperméable	1 162	1,0	1 162
	Toiture végétalisée ép >30	500	0,25	125
	TOTAL	1 662		1 287
D	Toiture imperméable	1 723	1,0	1 723
	Toiture végétalisée ép >30	500	0,25	125
	TOTAL	2 223		1 848
	TOTAL	8 629	0,84	7 277

Pour les espaces extérieurs :

Nature des surfaces	Surfaces (m2)	Cr	Surfaces actives
Aménagement paysagé sur dalle			
Traitement imperméable	2 720	1,0	2 720
Dallage semi perméable	1 710	0,7	1 197
Espaces verts	10 463	0,4	4 185
TOTAL	14 893		8 102
Pleine terre			
Espaces verts	1 142	0,2	228
TOTAL	1 142		228
TOTAL	16 035	0,52	8 330

Il est important de noter que les rivières d'une surface d'environ 800 m² sont comprises dans la surface des aménagements paysagers connaissant un coefficient de ruissellement de 1 (la surface totale imperméable sur ce BV est de 2 720 m²).

Soit au total :

Surfaces (m2)	Cr	Surfaces actives
24 664	0,63	15 607

2.2.3 Débit de fuite spécifique

La Direction de l'Eau du Conseil Départemental des Hauts de Seine fixe un débit maximal de rejet des eaux pluviales aux réseaux publics de 2 l/s/ha pour tous les projets d'aménagement et un dimensionnement des ouvrages de stockage des eaux de pluie

basé sur une pluie décennale.

L'infiltration étant rendu impossible du fait de multiples contraintes hydrogéologiques (carrières, argile ...), nous considérerons donc en première approche que le débit de fuite est de 2 l/s/ha uniquement.

Le débit de fuite est donc de 4.93 l/s d'après les calculs. Ce débit sera augmenté à 5 l/s car il n'existe pas d'équipement hydraulique permettant ce niveau de précision.

2.2.4 Les volumes nécessaires de rétention

Les volumes de stockage ont été calculés selon la méthode des volumes :

$$\text{Volume de stockage} = \text{Valeur max de } V_{stock}$$

$$V_{stock} = 10 \times \Delta ha \times Sa$$

Avec :

- Δha est la différence entre la hauteur d'eau précipitée et la hauteur d'eau évacuée [mm]
- Sa est la surface active exprimée en [ha]

$$\Delta ha = h_{précipité}(mm; t) - h_{vidangé}(mm; t)$$

Avec :

- $h_{précipité}(mm; t) = a \times t^{b+1}$
- $h_{vidangé}(mm; t) = \frac{Qf}{Sa} \times t$

On obtient les valeurs suivantes de V_{stock} en fonction du temps :

Pour les coefficients de Montana hypothèse 1 :

Occurrence	Volume en m ³	Temps de vidange en jours
5 ans	395	1,55
10 ans	492	1,92
20 ans	601	2,38

Les principes de calculs proposés par le SMVB connaissent les résultats suivants :

Type de pluie	Durée de la pluie en minutes	Hauteur de pluie en mm	Volume de pluie en m ³	Volume évacué en m ³	Volume de rétention en m ³
Courante	1440	8	124	> à 124	0
Décennale	240	44	686	71	615

Ces volumes sont plus conséquent au regard des calculs réalisés, mais l'ordre de grandeur reste valable en 1^{ère} approche.

Les volumes quantifiés selon la formule des pluies avec les coefficients de Montana précisés sont confirmés par les volumes annoncés dans l'annexe 3c (« caractéristiques et modalités de mise en œuvre des équipements publics sous maîtrise d'ouvrage de l'EPT ») de 2017 qui indiquait un volume total à considérer de 1 300 m³ pour une surface de 52 800 m². (Nota : les coefficients de ruissellement étaient pour les espaces verts de 0.4 et globalement pour les lots privés de 0.85) En procédant à un produit en croix, nous obtenons un volume de 607 m³ à considérer alors que le coefficient de ruissellement était de 0.85 contre 0.63 sur notre aménagement.

2.2.5 La répartition des volumes suivant les dispositifs et l'occurrence de pluie

2.2.5.1 Le principe de cheminement de l'eau et les bassins versants

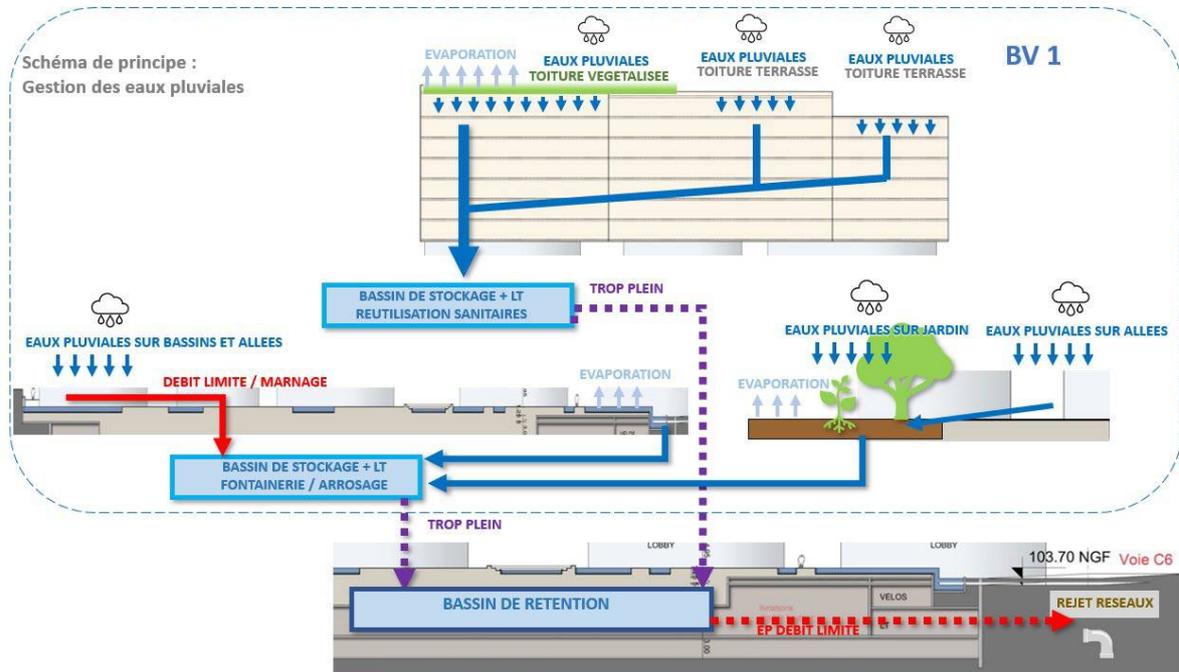
Le découpage proposé en 3 bassins versants dans le schéma de principe précédent induit des superficies de récupération de pluie inférieure à 1 hectare, ce qui aurait pour conséquence d'avoir des débits de fuite inférieure à 1 l/s, ce qui n'est pas techniquement viable. En effet, pour rappel le tableau des caractéristiques suivant la nature du régulateur (source ASTEE / memento technique 2017) :

Type	Débit mini en l/s	Débit en maxi en l/s	Remarques
Régulateur à flotteur	5	1 000	La section de passage évolue en fonction de la hauteur d'eau dans l'ouvrage. La courbe débit/hauteur est donnée par le constructeur. Le fonctionnement mécanique est basé sur le déplacement vertical d'un flotteur selon un niveau d'eau variable relié à un bras à flotteur commandant l'ouverture d'un diaphragme. Les constructeurs assurent une restitution à débit constant, avec une variation inférieure à 5 %.
Régulateur à effet vortex	5	500	Un régulateur de débit est déterminé en fonction du débit à réguler et de la hauteur maximale du niveau d'eau. Ce type d'appareil convient pour les eaux usées chargées et eaux pluviales, ou vidange de bassin. Il s'installe dans une chambre munie d'un seuil de déversement.
Ecrémeur de surface	5	170	Ce type d'appareil limite le débit de fuite d'un bassin d'orage quel que soit le marnage en privilégiant les eaux de surface. Ces appareils sont constitués d'une lame déversante, maintenue à une hauteur fixe de la surface par des flotteurs, de façon à ce que le débit d'évacuation soit constant.
Déversoir flottant	1	Pas de maxi	Le déversoir flottant fonctionne selon le principe d'une hauteur fixe sur crête de déversoir circulaire ; le débit évacué est ainsi constant. L'appareil est composé d'un tube télescopique à deux parois. Sur le tube extérieur sont fixés trois flotteurs réglables qui assurent l'ajustement de la hauteur sur crête. La charge constante et la hauteur sur crête assurent un débit régulier et très précis à partir de 1 litre/seconde. L'ajout

			d'un masque siphonide circulaire autour de l'orifice d'évacuation empêche les débris flottants de boucher l'orifice d'évacuation.
Vanne de régulation	1	Pas de maxi	Une vanne classique à passage direct (pelle, murale, à orifice circulaire ou rectangulaire) est actionnée par un servo-moteur et réducteur le plus souvent (énergie électrique) ou bien par vérin pneumatique ou hydraulique ; l'ouverture de la vanne, asservie à une consigne de débit, nécessite un appareil de mesure de débit. La valeur du débit régulé est en général envoyée vers un système de télésurveillance ou télégestion ; Attention ce dispositif nécessite un entretien régulier et un suivi régulier du fait de sa complexité.
Déversoir FILIPPI	3	200	Du nom de son inventeur, cet appareil en forme de canal Venturi courbé muni d'un déflecteur et d'un déversoir à seuil latéral, ne comporte aucune pièce mobile. Cet appareil se place dans des réseaux unitaires, en tête des bassins, en amont d'une station d'épuration ou d'un séparateur d'hydrocarbures. Les eaux déversées par le FILIPPI doivent s'écouler librement vers l'exutoire (rivière, fossé, bassin ou collecteur eaux pluviales) : les plus hautes eaux de l'exutoire ne doivent pas dépasser la crête déversante de l'appareil. Le trop-plein réduction permet de raccorder l'égout unitaire au FILIPPI lorsque les diamètres diffèrent, et de délester les gros débits.

Les 3 régulateurs à flotteur, à effet vortex ou écrémeur de surface ont un fonctionnement simples et sont les plus robustes. Ceux sont les régulateurs privilégiés dans le cadre de régulation de débit d'eau pluviale. Il est donc souvent retenu que le débit minimum de régulation est de 5 l/s.

Par conséquent nous retiendrons le principe suivant, sans décomposition de bassin versant :



2.2.5.2 Le scénario d'une pluie courante

Les toitures végétalisées peuvent absorber au minimum une pluie de 40 mm (soit 40 l/m²), sachant qu'une pluie d'occurrence mensuelle est en région parisienne de l'ordre de 5 mm. Les techniques envisagées de toiture végétalisée sont pour ce projet des toitures permettant d'obtenir la certification BREEAM, d'une épaisseur d'environ 30 cm. Ces techniques permettent une capacité de rétention de plus de 100 l/m².

Exemple de caractéristiques du Lavandulis de chez Ecovegetal :

Hauteur du système non foisonné :	26 cm
Poids à capacité maximale en eau :	340 kg/m ²
Capacité de rétention d'eau :	115 l/m ²
Coefficient de ruissellement :	≤ 0,25

Il existe cependant des surfaces de toiture qui ne sont pas végétalisées, donc les pluies récupérées sur ces espaces iront directement au dispositif de rétention. Ces surfaces représentent environ 6 800 m², soit un volume récupéré de 34 m³.

Les espaces extérieurs sont dirigés selon le nivellement vers les espaces verts ou vers les rivières.

Les 11 600 m² d'espaces verts (en dehors des toitures) sont en capacité d'absorber les 2 500 m³ des surfaces imperméables ou semi imperméables renvoyés vers ces espaces.

Les 1 300 m² de surfaces (imperméables et semi perméables) renvoyées vers les rivières génèrent un volume de 5 m³ :

- soit une élévation du niveau d'eau d'un peu plus de 6 mm si nous étions en

- capacité de limiter de manière très précise le débit en sortie des rivières,
- soit viendra compenser des pertes en eau dans la cuve de stockage de la fontainerie.

Les seuls espaces qui ne seront donc pas captés directement par des espaces végétalisés passeront par un dispositif de stockage de l'eau pour réutilisation. Suivant le niveau de remplissage de ce dispositif de stockage, de l'eau pourrait continuer jusqu'au dispositif de rétention puis se rejeter dans le réseau de ville.

Une pluie courante non consécutive à une autre pluie sera donc gérée le plus souvent sans rejet au réseau.

2.2.5.3 Pour une pluie décennale

Dans le cas d'une pluie décennale, comme déjà rappelé, nous considérerons dans ce cas que les dispositifs de stockage pour réutilisation sont pleins et que toutes les eaux vont vers le dispositif de rétention.

Comme précisé précédemment, le volume de rétention composé de 492 m³ permet de restituer ce volume au réseau communale d'eau pluviale, selon un débit de 5 l/s.

2.2.5.4 Pour une pluie exceptionnelle

Les volumes de rétention des différentes occurrences de pluie, indiquées ci-dessous, sont donnés à titre indicatif et ne permettront que d'envisager les scénarios et leurs « conséquences ».

Occurrence	Volume en m ³
20 ans	601
30 ans	675
50 ans	773
100 ans	910

Il est important de noter que bien que nous ne considérons pas les volumes de stockage dans nos volumes de rétention, la probabilité sur une occurrence de pluie supérieure à la décennale que les cuves de stockage soient déjà pleines est faible. Notre dispositif comprend donc déjà une sécurité en amont du dispositif de rétention.

Cependant, une fois que le volume de rétention d'environ 500 m³ est plein, les conséquences suivantes s'enchainent :

1. Les réseaux d'eau pluvial en amont du dispositif de rétention viennent se remplir
2. Le niveau d'eau dans les canalisations est tel que les grilles avaloir ne laissent plus rentrer l'eau, voir des phénomènes de résurgences et de refoulements apparaissent.
3. Les espaces en creux constitués dans les espaces verts se transforment en grandes flaques d'eau
4. Les rivières montent en charge et le niveau d'eau monte.

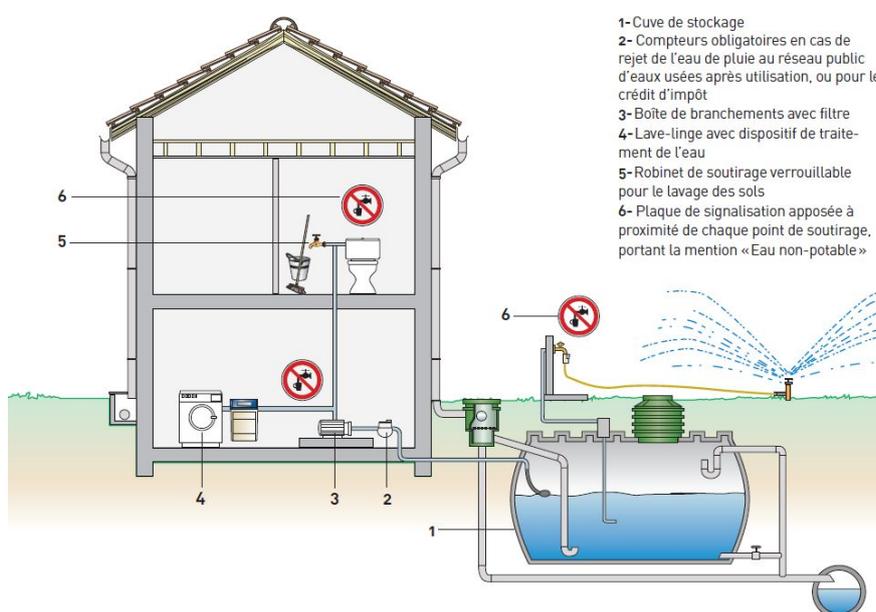
Nous pouvons par ailleurs assurer qu'à l'échelle de notre projet il n'existe aucun risque sécuritaire quelque soit l'occurrence des pluies.

2.3 La réutilisation

2.3.1 Utilisation des eaux collectées et besoins

Le schéma ci-dessous présente les utilisations possibles de la récupération des eaux de pluie.

Distribution d'EP pour usages extérieur et intérieur



Les besoins en eau sont quantifiés en fonction des caractéristiques suivantes :

- Pour les sanitaires : la nature des bâtiments et le nombre d'utilisateurs
- Pour l'arrosage des espaces verts : la surface d'espaces verts, la nature des plantes et leur ETP, ou encore la zone géographique du site.

Les besoins en arrosage sont d'environ 3 250 m³ sur 1 an avec un besoin journalier maximum de 23 m³. Dans le cas où nous disposons d'un volume de stockage de 200 m³, pour récupérer les eaux pluviales, le volume d'eau nécessaire devient alors de 1 400 m³. Il est donc possible de satisfaire plus de 55% des besoins en eau d'arrosage avec une cuve d'un **volume de 200 m³**.

Les besoins en eau pour les sanitaires

Les bâtiments ont une capacité moyenne d'accueil d'environ 4 300 personnes.

Le besoin théorique sur une période de 20 jours est donc de 860 m³ pour satisfaire 100 % des besoins en eau, soit 43 m³ par jours. Cependant, compte tenu des surfaces récupérées sur ce bassin versant (environ 8 000 de surface active) le volume moyen maximum mensuel est

de 540 m³. Nous ne pourrions donc pas assurer la totalité des besoins. Par conséquent nous estimons que le volume de stockage a considéré est de 250 m³, permettant ainsi de stocker une pluie de 30 mm et d'assurer un stockage pour une utilisation moyenne de 10 jours.

2.3.2 Dispositifs de stockage

Nous considérerons donc les dispositifs de stockage suivant :

- Un ouvrage pour stocker les eaux à destination des sanitaires d'un volume de : 250 m³
- Un ouvrage pour stocker les eaux à destination de l'arrosage d'un volume de : 200 m³.

Nous étudierons dans la suite du projet la possibilité de mutualiser ces 2 fonctionnalités.

3 Les ouvrages de fontainerie

3.1 Implantation



3.2 Descriptif des ouvrages

3.2.1 Mur cascade



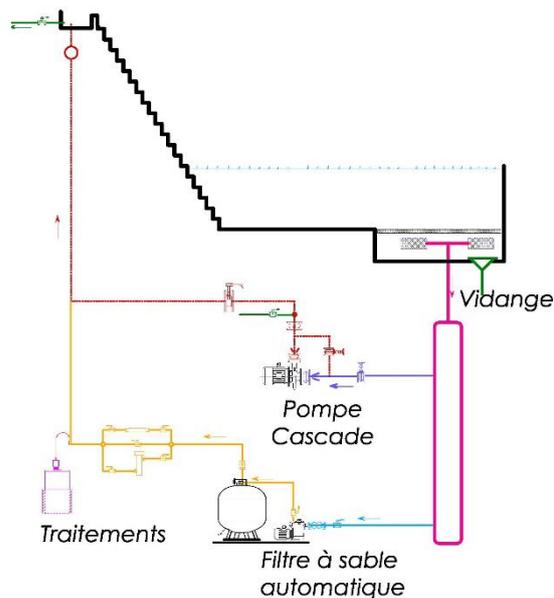
A l'est une cascade viendra terminer la composition. Des pierres posées en tuiles ou en ressauts permettront à l'eau de s'ébullir et d'animer cette cascade. A l'instar de l'installation du Belvédère le bassin sera séparé de la petite rivière sous la passerelle. Les berges seront faiblement végétalisées par des plantes aquatiques du fait du mouvement d'eau perpétré par la cascade. On favorisera la pose de plantes hors eau.



Le mur d'eau sera physiquement séparé de la Rivière par un muret situé sous la passerelle.

Le fonctionnement se fera en circuit fermé à partir du local technique « spirale »

L'animation se fera par l'intermédiaire d'une pompe de surface. La filtration sera raccordée à la canalisation générale d'aspiration.



3.2.2 Petite rivière et grande rivière



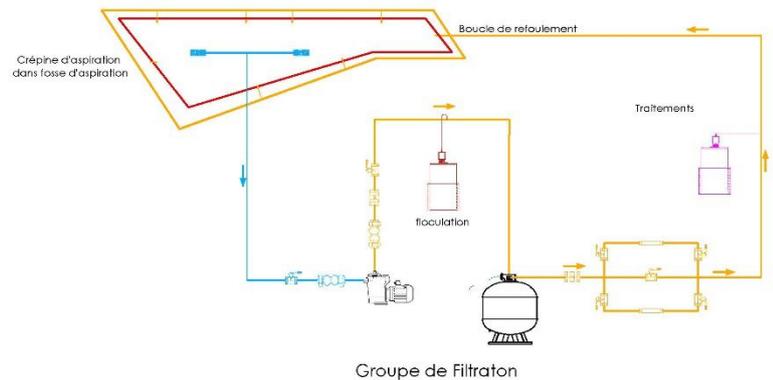
Le site sera traversé d'Est en Ouest par une rivière végétalisée. Après modelage du terrain, il sera mis en œuvre une étanchéité par membrane qui recevra une protection mécanique en dur par l'intermédiaire d'une dalle béton de 6cm d'épaisseur. À la suite il sera mis en œuvre différents systèmes d'arrêts des terres (plats pvc, murets préfa en béton, etc..) permettant de donner forme aux berges « naturelles » et à différents empochements en rivière recevant les plantes aquatiques.



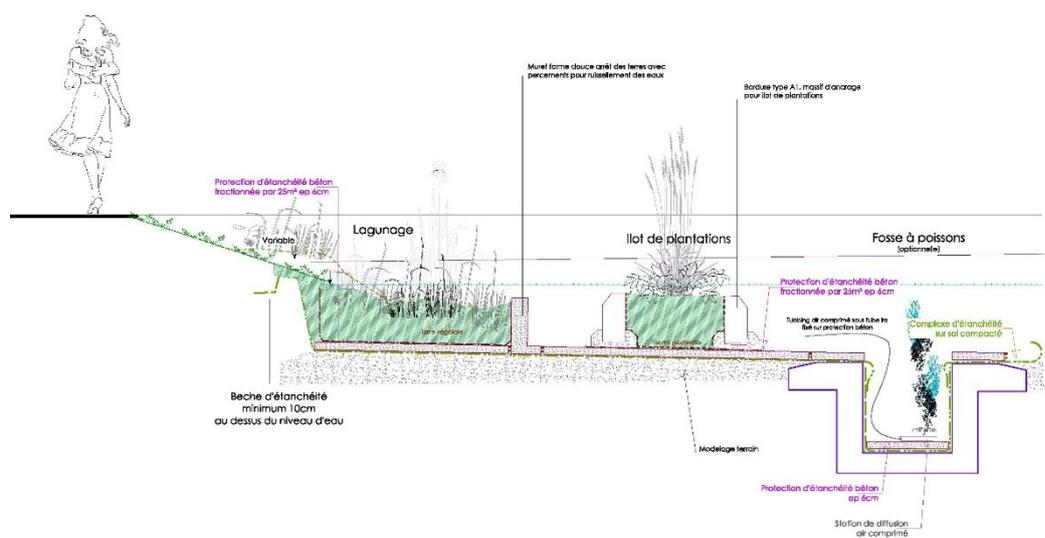
Les deux rivières seront toujours en eau. Elles sont indépendantes et physiquement séparées des autres entités fontaine par murets ou encore méthacrylates.

Pour les deux rivières le fonctionnement se fera en circuit fermé à partir d'un **MEME** local technique servant également pour la « Spirale » d'eau.

Celui-ci, d'une surface d'environ 60m² sur une hauteur de 2.30m et sera positionné si possible sous la fontaine « Spirale »



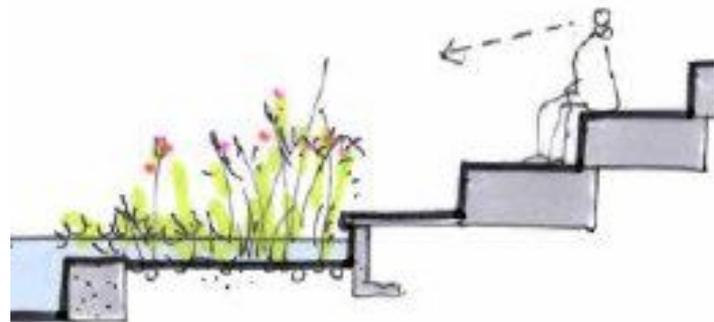
L'animation /filtration des rivières se ferait par l'intermédiaire de groupes de filtration. Les aspirations dans une fosse située soit au centre de chaque rivières soit à une des extrémités. Les bouches de refoulement seront disposées dans les zones plantées et /ou au ras de l'eau afin de donner un léger courant de surface à la composition. Le local technique comprendrait également les traitements d'eau (correction du ph de l'eau et floculation). Le modelé de terrain et les relevés d'étanchéité permettront de « tamponner » les eaux de pluies sur une hauteur à déterminer.



3.2.3 Spirale



La place centrale comprendra un bassin formant une « spirale » d'eau. Les berges en gradin seront végétalisées. Après modelage du terrain, il sera mis en œuvre une étanchéité par membrane bitumineuse qui recevra une protection par une dalle béton de 6cm d'épaisseur. À la suite il sera mis en œuvre différents systèmes d'arrêts des terres (plats pvc, murets préfa en béton, etc..) permettant la mise en place de plantes aquatiques.

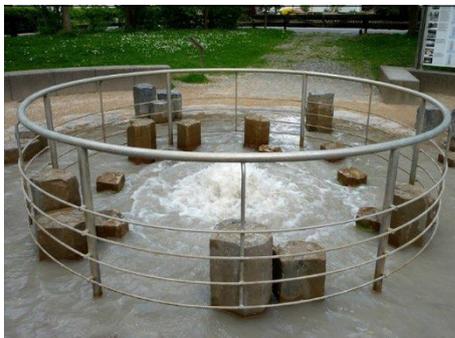
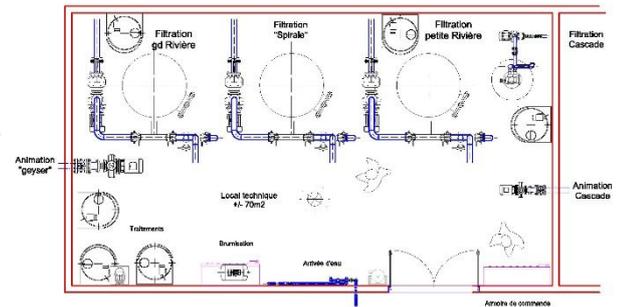


Le fonctionnement se fera en circuit fermé à partir du local technique d'une surface d'environ 60 m² sur une hauteur de 2.30m servant également pour les rivières.

Il pourrait également être ajouté un jet central bouillonnant fonctionnant par intermittence, ponctuant les heures, tel « Geyser ». L'effet pourrait être renforcé par une couronne de brumisation.

L'animation principale d'effet tourbillonnant se ferait par l'intermédiaire d'un groupe de filtration aspirant au centre du bassin dans une fosse ménagée à cet effet. Les pièces de refoulement seraient positionnées sur les gradins, et orientées dans le sens de la spirale.

Le "Geyser" fonctionnerait à partir d'une pompe submersible installée directement dans la fosse d'aspiration, ou encore par l'intermédiaire d'une pompe de surface installée dans le local technique.



3.2.4 Belvédère

A l'ouest du site du Campus Lot C1, il pourrait être réalisé. *Un mur silencieux: l'eau ruisselle le long d'une paroi sans aspérité, rappelant la force tranquille de l'eau, avant d'aboutir dans la rivière située en contre bas de la rue des Mathurins,*



Plusieurs ambiances sont possibles suivant les effets d'eau désirés :



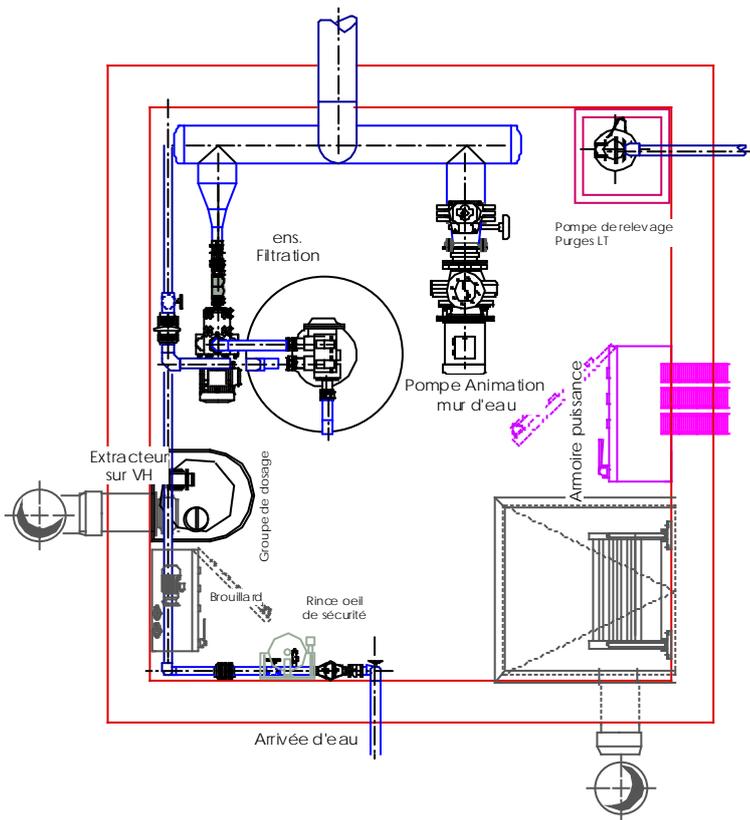
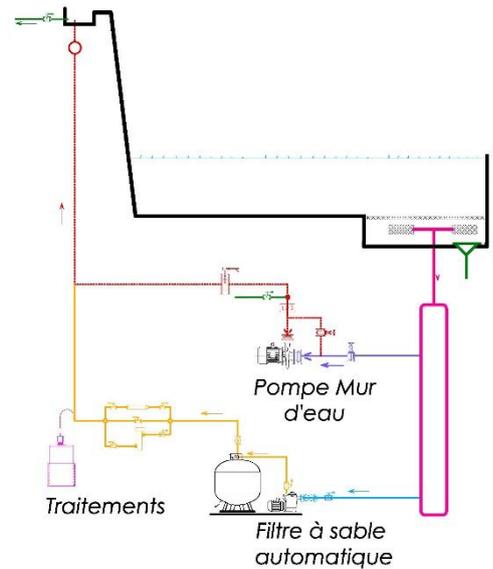
Le mur d'eau sera physiquement séparé de la Rivière par un muret situé sous la passerelle.

Le fonctionnement se fera en circuit fermé à partir d'un local technique d'une surface d'environ 15/20m² sur une hauteur de 2.30 m . Ce dernier sera à positionner à coté du bassin et de préférence en liaison par porte avec le parking. Dans le cas où il ne serait pas possible de liasonner au parking l'accès se ferait par une trappe de visite.

Suivant les effets sur le mur il pourrait également être ajouté une armoire de brumisation afin de donner de la force à la composition.

L'animation se fera par l'intermédiaire d'une pompe de surface. La filtration serait raccordée à la canalisation générale d'aspiration.

Le local technique comprendra également les traitements d'eau (correction du ph de l'eau) l'adjonction de chlore se faisant à la demande et suivant les besoins par le personnel préposé à la maintenance.

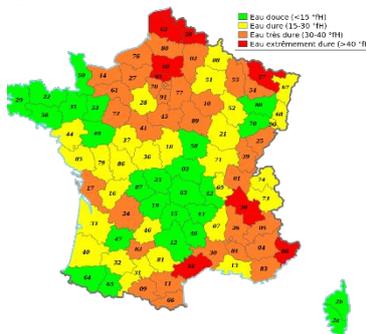


3.3 Principe de fonctionnement

3.3.1 Remplissage et appoints

La carte de France de dureté des eaux donne pour la ville de Bagneux une valeur moyenne comprise entre 20 et 30°F soit une eau plutôt dure et entartrante. Elle présente un caractère agressif envers les canalisations. De ce fait, les **Premiers** remplissages devraient se

faire en eau de ville entièrement Adoucie à 7°f à partir d'un réseau disconnecté en amont.



Cependant, il pourrait éventuellement être mis en œuvre une solution alternative à l'adoucisseur au moyen de manchettes anti tartre qui seront installées sur les refoulement filtration. (matériel sans entretien ni consommable avec une durée de vie de 10 ans)

A la suite, les demandes d'appoints, commandés par l'intermédiaire de sondes de niveaux installées sous anti clapot, pourront être réalisés :

- Soit à partir d'un stockage EP,
- soit encore et par basculement automatique sur le réseau AEP en cas de manque d'eau dans les stockages.

Il sera installé des compteurs divisionnaires à émetteur d'impulsions afin de pouvoir contrôler les consommations d'eau à partir d'une future Gestion Technique Centralisée (G.T.C.), tant en AEP que sur l'eau Brute.

Les eaux de pluies des terrasses végétalisées, ainsi que des différents parvis pourraient être canalisées vers une bache de stockage. Cette eau devrait être filtrée en permanence. Cette ligne de filtration pourrait recevoir des prétraitements par floculation (permettant l'agglomération des particules sales) et des traitements complémentaires (correcteur de pH car l'eau de pluie (météorite) est naturellement acide, avec un pH autour de 5 - 5,6, car elle absorbe le dioxyde de carbone, gaz naturellement présent dans l'air)

Elle serait ensuite surpressée et pourrait servir à différents usages:

- la appoints des différents basins
- Réseaux spécifiques des eaux vannes
- Réseaux d'arrosage

- Etc....

3.3.2 Besoins en eau pour la fontainerie

3.3.2.1 Données d'entrées eau

Désignation	Belvédère	Gd Rivière	Spirale	Pte Rivière	Cascade
Volume	15m ³	250 m ³	20 m ³	150 m ³	30 m ³
Surface	± 50 m ²	± 530 m ²	± 50 m ²	±200m ²	± 40m ²
Débit effets d'eau	200 m ³ /h		100 m ³ /h		150 m ³ /h
Filtration	25m ³ /h	55 m ³ /h	50 m ³ /h	30 m ³ /h	25m ³ /h

3.3.2.2 Consommation en eau

3.3.2.2.1 Intervention programmée de vidange

Opération liée à une maintenance de qualité sans tenir compte des éventualités de vandalisme ou autres, nous pouvons considérer que les fontaines seront arrêtées pour vidange et nettoyage (enlèvement des feuilles, bourres, papiers et autres détritux):

- 1 fois par an pour les rivière et la spirale
- 1 fois tous les trimètres pour les cascades

± 600m³/an

3.3.2.2.2 Opérations de filtration

L'automatisme du groupe de filtration est contrôlé par un coffret de commande assurant le lavage de la masse filtrante à contre-courant automatiquement.

Ces lavages sont programmés soit par le fabricant soit par l'utilisateur. Il a été pris comme hypothèse le réglage usine, à savoir que le filtre se rincera sur une durée de 5 mn toutes les 72h de fonctionnement (environ 1 fois tous les 3 jours). Avec un fonctionnement à l'année

± 1800m³/an

Les opérations de filtration doivent, à ce moment de l'étude, être effectué avec de l'eau potable. L'utilisation des eaux de pluie ou d'autres alternatives pourront peut être éventuellement mise en place par la suite.

3.3.2.2.3 Pertes par évaporation

Nous avons pris en compte une perte d'évaporation de 3mm/j/m^2 sur la période estivale (120j: juin/sept)

$$\pm 300\text{m}^3/\text{an}$$

3.3.2.2.4 Bilan des besoins

Le fonctionnement des ouvrages de fontainerie consomme globalement :

$$\pm 2\,700\text{m}^3/\text{an}$$

Sur ces $2\,700\text{m}^3$, nous pouvons considérer que nous pouvons compenser les besoins en eau à partir du stockage réalisé sur une quantité de $600 + 300$ soit 900m^3 .

4 Synthèse

Le dispositif de rétention est composé des caractéristiques suivantes :

- Un volume de 500m^3
- Un débit de fuite de 5 l/s

Le dispositif de stockage des eaux de pluie pour la réutilisation des sanitaires est composé d'une cuve enterré d'un volume de 250m^3 .

Le dispositif d'arrosage et de compensation de la fontainerie est composé d'une cuve enterré d'un volume de 200m^3 .

La « bêche » de fontainerie est constituée par le volume d'eau des bassins.