

NOTE HYDRAULIQUE

ZAC ECOQUARTIER DU VALLAT COMMUNE DE MEYRARGUES

Commune de MEYRARGUES

20 janvier 2023

SOMMAIRE

LISTE DES TABLEAUX	3
LISTE DES FIGURES	3
PIECE 1.	OBJET DE LA PRESENTATION..... 4
1.	NATURE ET LOCALISATION DU PROJET 4
PIECE 2.	AU TITRE DE LA POLICE DE L'EAU 7
1.	PLU 7
a.	<i>Zonage</i> 7
Eaux usées.....	7
Eaux pluviales.....	8
b.	<i>Zonage pluvial et PPRI</i> 8
PIECE 3.	RUBRIQUES CONCERNEES AU TITRE DE LA LOI SUR L'EAU 11
PIECE 4.	INCENDIE SUR LA ZONE D'EXPENSION DES CRUES ET MESURES COMPENSATOIRES . 12
1.	GESTION QUANTITATIVE DES EAUX PLUVIALES 12
2.	METHODES DE DIMENSIONNEMENT - CALCULS - 12
3.	GESTION QUANTITATIVE DES EAUX PLUVIALES 13
4.	DIMENSIONNEMENT SELON LES PRECONISATIONS LOCALES 19
a.	<i>Volume de rétention</i> 19
b.	<i>Dimensionnement selon les préconisations de la DDTM 13</i> 19
c.	<i>Estimation du débit de ruissellement</i> 20
Explication de la méthode rationnelle	20
Estimation du débit avant aménagement.....	21
5.	DISPOSITIF DE STOCKAGE ET DE TRAITEMENT DES EAUX PLUVIALES..... 21
a.	<i>Principe de dimensionnement</i> 21
Choix de la période de retour	21
Gestion des rejets	21
b.	<i>Débits d'apports du bassin versant intercepté</i> 22
c.	<i>Débit de fuite total du projet</i> 22
d.	<i>Dimensionnement</i> 23
Présentation de la méthode de dimensionnement des ouvrages de gestion des eaux pluviales.....	23
Calcul de la hauteur de pluie.....	23
6.	DETERMINATION DU VOLUME A STOCKER..... 25
PIECE 5.	DIMENSIONNEMENT DES SECTIONS D'OUVRAGES 26
1.	LE DIMENSIONNEMENT DES CANALISATIONS 26
a.	<i>Formule de CHEZY (Ecoulement uniforme)</i> 26
Canalisations d'eaux pluviales ou unitaires.....	26
b.	<i>Formule de MANNING-STRICKLER</i> 27

Liste des tableaux

Tableau 1: Rubriques de la nomenclature..... 11

Liste des figures

Figure 1 : Extrait du plan de zonage du PLU..... 7
Figure 2 : Représentation graphique de ΔH_{max} 24
Figure 3 : Surface mouillée d'une conduite circulaire..... 28
Figure 4: Périmètre mouillé en fonction de la hauteur..... 29
Figure 5: Débitance en fonction de la hauteur..... 30
Figure 6: Débit en fonction de la hauteur..... 31
Figure 7: Vitesse en fonction de la hauteur..... 32
Figure 8: Paramètres d'une conduite circulaire..... 33

PIECE 1. OBJET DE LA PRESENTATION

La présente note concerne le volet hydraulique relatif au projet de construction d'un îlot du stade dans la commune de MEYRARGUES.

1. Nature et localisation du projet

Le projet consiste en la création de logements et de commerces sous la forme d'une Zone d'Aménagement Concerté (ZAC) sur la commune de Meyrargues.

Le site d'accueil du projet se situe au centre de la commune de Meyrargues, accueillant la Mairie et le stade municipal. Les parcelles cadastrales impactées sont les parcelles cadastrées section BB n°33, 34, 57 et 75.

Sur un périmètre de près de 2 ha (ne comprenant pas la parcelle du SDIS au Nord) et sous la forme d'une ZAC, l'opération d'ensemble comprendra la réalisation :

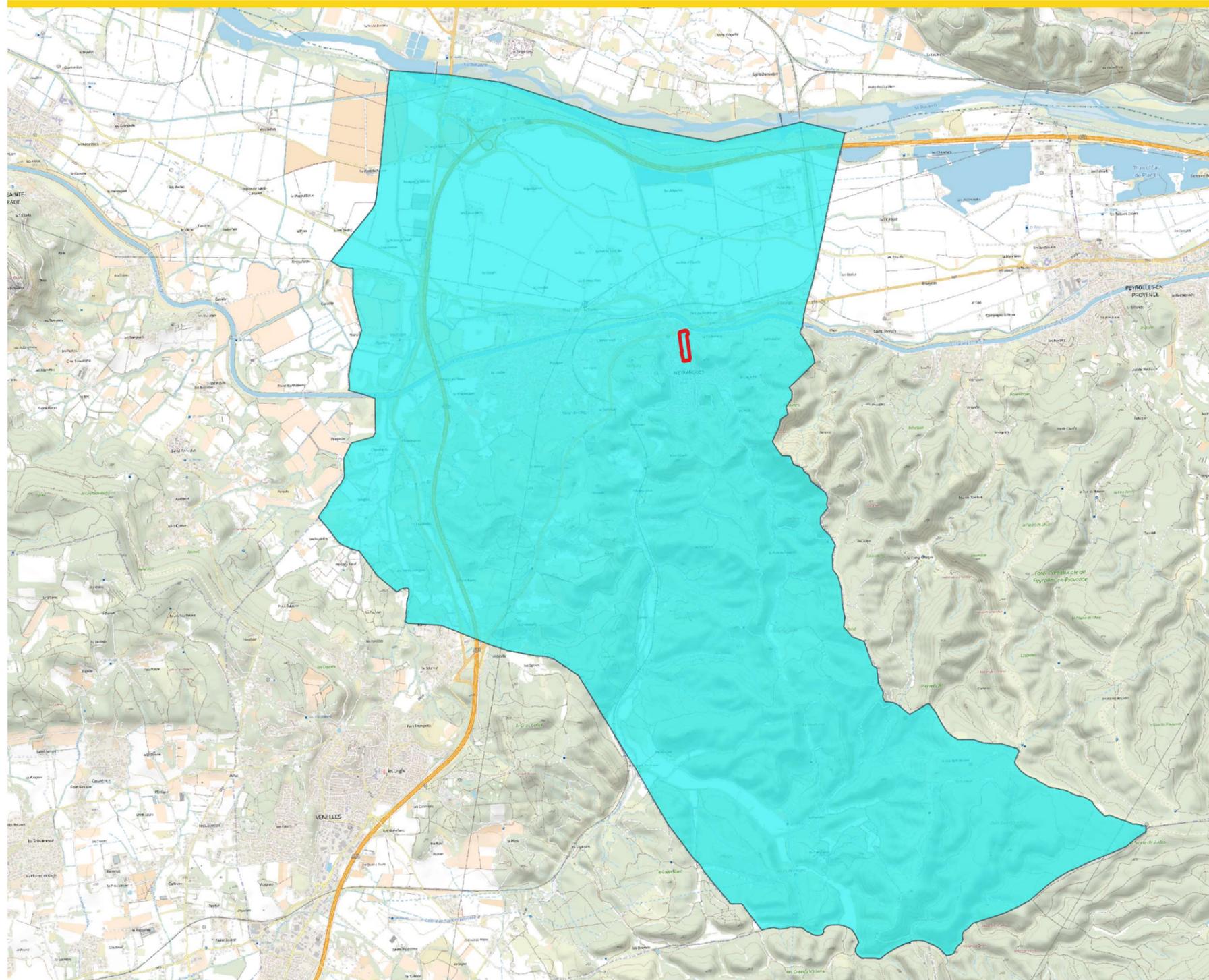
- Une opération d'environ 90 logements avec un minimum de 40% de logements sociaux avec la recherche d'une intimité naturelle entre les habitations dans un écoquartier ouvert
- Une offre de stationnement d'environ 70 places publiques
- Une maison médicale d'environ 650 m² SdP
- Une activité de service/commerce (restauration / bar...) de 150m² SdP
- Une connexion viaire depuis la RD à sens unique et un développement des modes doux / PMR
- La délocalisation et réhabilitation des services techniques (financement communal)
- Le réaménagement d'une place centrale multifonctionnelle (rassemblements, marché, terrasses de café) et connectée au théâtre de verdure

Défini par la directive 2000/60/CE du 23/10/2000, le bassin hydrographique concerné correspond aux sous-bassins versants DU_13_04, Basse Durance.

Les eaux du parking sont réceptionnées par un réseau pluvial, le Grand vallat longeant l'avenue éponyme à l'Ouest des emprises du projet en étant l'exutoire.

PROJET DE CONSTRUCTION D'UN ILOT SUR LA COMMUNE DE MEYRARGUES

Localisation du projet à l'échelle communale



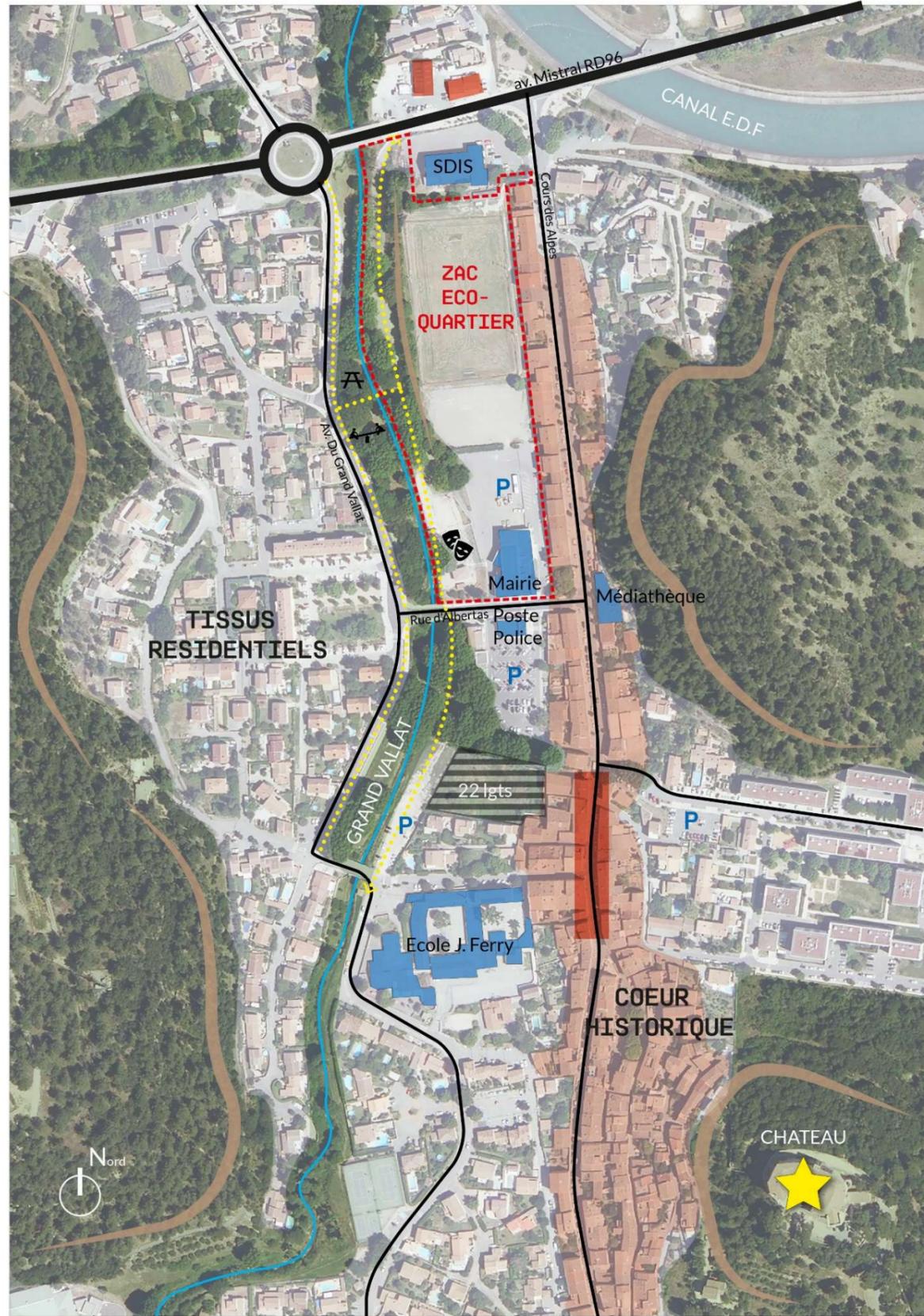
Légende

- Projet
- Commune de Meyrargues



Source : Google earth, data.gouv
Réalisation : Strada Ingénierie
Date : 4/3/2022

Carte 1: Localisation du projet à l'échelle communale



Carte 2: Localisation du projet -Ortho photo-

PIECE 2. AU TITRE DE LA POLICE DE L'EAU

1. PLU

L'emprise du projet est classée en zone UBb au PLU de MEYRARGUES.

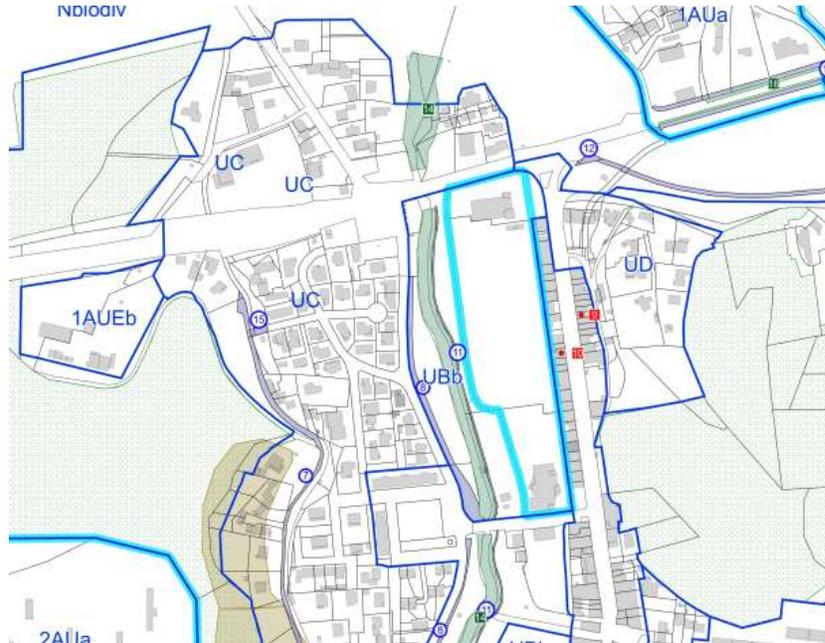


Figure 1 : Extrait du plan de zonage du PLU

a. Zonage

La zone UBb (secteurs de projet notamment le nouveau quartier en entrée de ville Nord).

La zone UT est incluse dans les zones de risque inondation de la Durance, délimitées par le Plan de Prévention des Risques Naturels Prévisibles Inondation (PPRI) de la commune de Cabannes approuvé le 12/04/2016.

Le Plan de Prévention des Risques Naturels Prévisibles approuvé vaut servitude d'utilité publique au titre de l'article L 562-4 du Code de l'Environnement ; le document est annexé au PLU.

En tant que servitude d'utilité publique, il institue des prescriptions réglementaires affectant notamment l'utilisation du sol en sus du règlement d'urbanisme.

Eaux usées

Dans les zones où le mode d'assainissement collectif est la règle, toute nouvelle construction doit être raccordée au réseau de collecte public. Toutefois, dans le cas d'une impossibilité technique avérée d'un raccordement au réseau de collecte public, tout dispositif d'assainissement autonome conforme à la réglementation en vigueur pourra être autorisé.

Dans les zones où le mode d'assainissement non collectif est la règle, toute construction doit être pourvue d'un dispositif d'assainissement autonome conforme à la réglementation en vigueur et au

règlement du Service Public d'Assainissement Non Collectif (SPANC). La superficie du terrain d'assiette de la construction doit être suffisante pour recevoir le dispositif d'assainissement autonome en respectant les prescriptions des réglementations en vigueur, notamment l'éloignement des limites du terrain, des puits et forages et l'exclusion des zones trop pentues.

Eaux pluviales

Dans tous les cas, la gestion des eaux de ruissellement doit être conforme aux dispositions du zonage pluvial annexé sur le plan local d'urbanisme.

Il s'agit dans un premier temps d'éviter de concentrer les rejets dans les collecteurs, mais au contraire de rechercher toute autre solution de proximité :

- ✓ Réutilisation,
- ✓ Dispersion en surface en favorisant l'infiltration,
- ✓ Ruissellement dans un réseau hydrographique à ciel ouvert,

En utilisant éventuellement un stockage préalable.

Dans un second temps les eaux pluviales provenant de toute surface imperméabilisée doivent être collectées et dirigées vers un système de rétention dont les caractéristiques respectent la réglementation en vigueur.

L'évacuation des eaux pluviales dans le réseau collectif d'assainissement des eaux usées est interdite.

Les aménagements réalisés sur tout terrain ne doivent pas faire obstacle au libre écoulement des eaux pluviales.

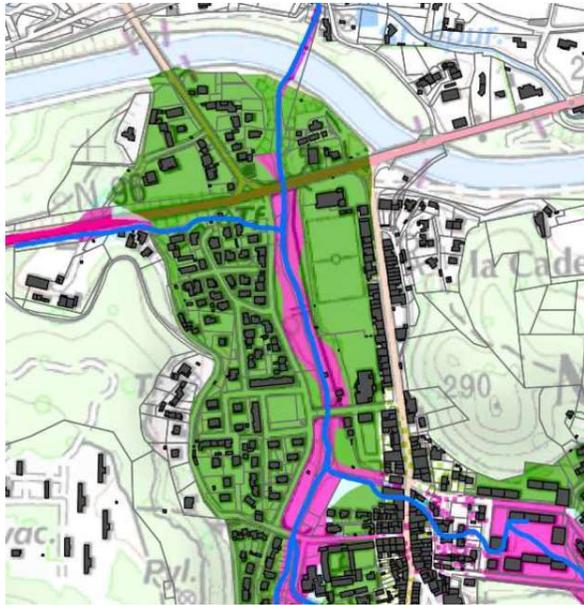
b. Zonage pluvial et PPRI

Un Plan de Prévention des Risques (PPR) lié au risque inondation par débordement de la Durance et approuvé le 5 novembre 2014 s'applique sur la commune de Meyrargues.

Ce document ne référence aucun risque inondation dans la zone d'étude, tout comme la cartographie du Territoire à Risque Important (TRI) d'inondation Avignon – Plaine du Tricastin – Basse Vallée de la Durance.

Afin de compléter le niveau du risque inondation et ruissellement hors PPRI, des études hydrogéomorphologiques et hydrauliques ont été conduites sur la commune de Meyrargues dans le cadre de l'élaboration du PLU.

Ces études mettent en évidence un aléa fort au niveau du lit mineur du Grand vallon, les assiettes du projet étant concernées par un aléa résiduel.

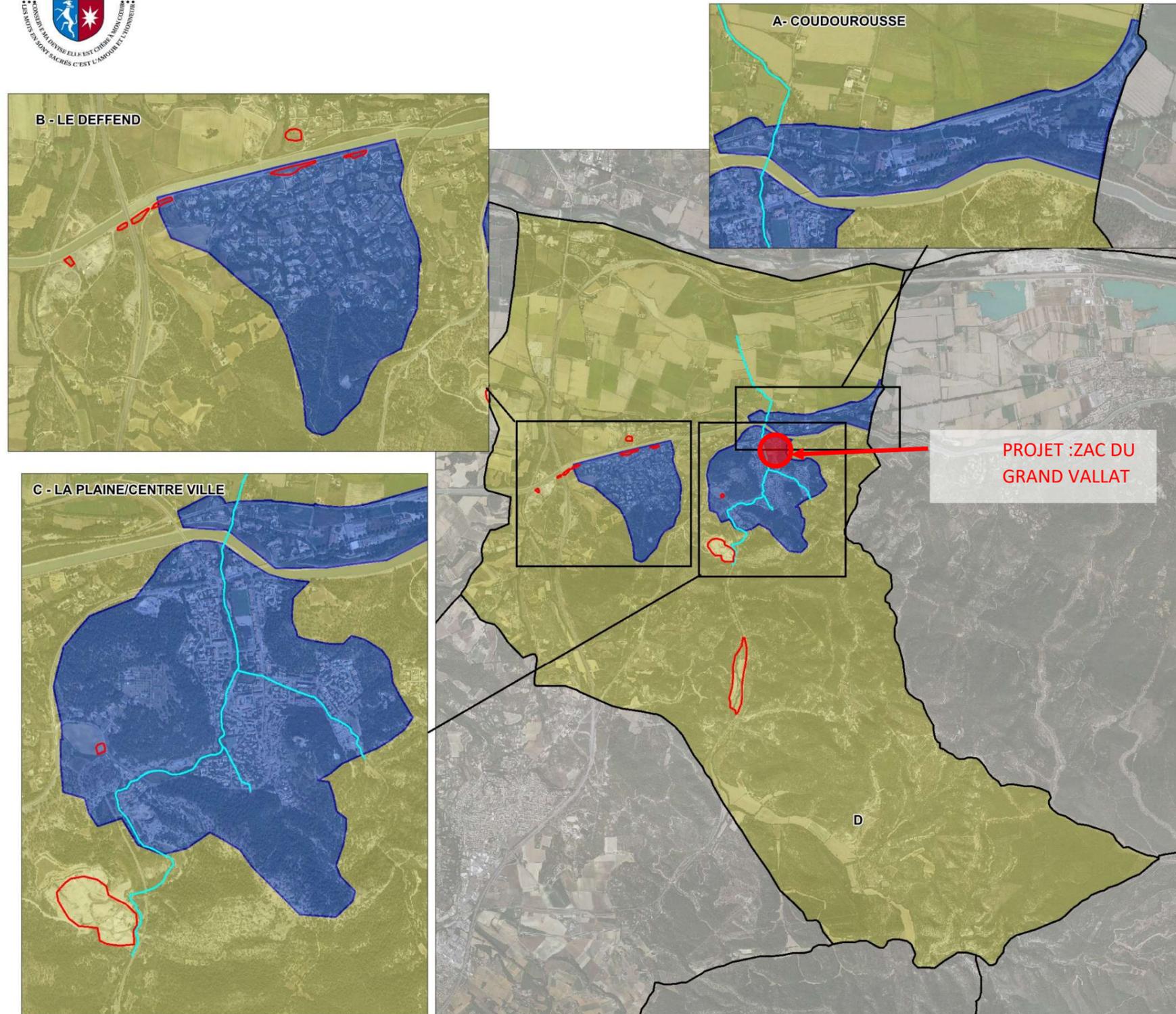


Carte 3 : Carte de zonage du risque inondation dans la zone d'étude « Source : Schéma Directeur d'Assainissement Pluvial de Meyrargues »

Enfin, l'Atlas des Zones Inondables (AZI) des Bouches-du-Rhône de 2006 localise la zone d'étude au niveau du lit mineur, moyen et majeur ordinaire, ainsi que la présence d'un barrage de travertins attribué à l'Holocène. Les assiettes du projet se situent plus précisément dans le lit majeur ordinaire du Grand Vallat.



Schéma Directeur d'Assainissement Pluvial - Commune de Meyrargues



PHASE 4 : ZONAGE

ZONAGE PLUVIAL

Légende

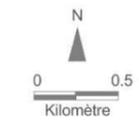
Emplacement réservé

Zone A-B-C
"Coudourousse, Deffend, la Plaine/centre ville"

Compensation de l'imperméabilisation à hauteur de 1 000 m³/ha imperméabilisé et d'un débit de fuite de 15 l/s/ha

Zone D
"Autres zones"

Compensation de l'imperméabilisation à hauteur de 800 m³/ha imperméabilisé et d'un débit de fuite de 15 l/s/ha



Sources : IGN, Paris - BDOrtho®; Cadastre



Carte 4 : Extrait du zonage pluvial sur la commune de Meyrargues

PIECE 3. RUBRIQUES CONCERNEES AU TITRE DE LA LOI SUR L'EAU

Le projet d'aménagement entre dans le champ d'application de la nomenclature définie à l'article R.214-1 du Code de l'Environnement.

Tableau 1: Rubriques de la nomenclature

N° de rubrique	Libellé et seuil	Projet	Régime
2.1.5.0	Rejet d'eaux pluviales dans les eaux douces superficielles ou dans le sol ou dans le sous-sol, la surface totale du projet, augmentée de la surface correspondant à la partie du bassin naturel dont les écoulements sont interceptés par le projet, étant : 1° Supérieure ou égale à 20 ha (A) 2° Supérieure à 1 ha mais inférieure à 20 ha (D)	2,06 ha	Déclaration
3.2.3.0	Plan d'eau permanents ou non dont la superficie est : 1° Supérieure ou égale à 3 ha (A) 2° Supérieure à 0,1 ha mais inférieure à 3 ha (D)		Non soumis

Après examen du projet d'aménagement, il s'avère que les travaux dans leurs globalités, sont inscrits aux rubriques 2.1.5.0 et 3.2.3.0 de la nomenclature annexée au décret 93-743 du 29 mars 1993 modifié par le décret n°2006-881 du 17 juillet 2006.

Le présent projet d'aménagement est donc soumis à **DECLARATION**.

PIECE 4. INCENDIE SUR LA ZONE D'EXPENSION DES CRUES ET MESURES COMPENSATOIRES

1. Gestion quantitative des eaux pluviales

Comme dans tout projet d'aménagement induisant une augmentation des surfaces imperméabilisées et conformément au PLU, un ouvrage de rétention sera créé afin de compenser l'imperméabilisation nouvelle générée par le projet.

En comparant la surface active du projet à la surface active initiale on détermine le volume de stockage nécessaire au projet. C'est le principe de non-aggravation.

Le choix s'est porté sur une gestion mutualisée des besoins de rétention plutôt que sur une gestion parcellaire. Par conséquent, les besoins de rétention seront calculés pour la totalité du projet (voirie publique, stationnements, Place publique, lots à bâtir...) dans sa version actuelle, telle que présentées ci-haut.

Concernant le bassin versant intercepté (1800 m² de toiture + 930 m² de bâti), les apports d'eau de ruissèlement que représentent ces surfaces seront drainés par le réseau pluvial créé vers les ouvrages de rétention mais n'y seront pas stockés. Autrement dit, ils transiteront simplement sans que soient augmentés les besoins de rétention. En effet, ces espaces ne sont pas aménagés dans le cadre du projet, ils ne sont donc pas concernés par le principe de compensation des surfaces nouvellement imperméabilisées. Le débit de fuite réglementaire, autorisé à la sortie du/des ouvrage(s) de rétention sera donc augmenté des débits d'apport de ces surfaces hors projet pour la période de retour de dimensionnement.

2. Méthodes de dimensionnement - Calculs -

Pour les projets soumis à Déclaration au titre de la rubrique 2.1.5.0 du code de l'environnement, la DDTM 13 impose, dans le cas d'un rejet dans les eaux superficielles, de comparer le dimensionnement réalisé selon les préconisations locales au dimensionnement réalisé selon les préconisations de la DDTM13. La DDTM impose de retenir la méthode menant au résultat le plus contraignant.

3. Gestion quantitative des eaux pluviales

Avant la comparaison des deux méthodes de dimensionnement, il convient d'indiquer ci-dessous les caractéristiques surfaciques du projet :

Surface existantes :

Surfaces concernées avant aménagement	Superficie totale (m ²)	Coefficient de ruissellement	Surface active (m ²)
Parcelle stade	14 356	0,40	5 742
Parcelle Mairie y compris bâti Mairie (930 m ²)	3 115	1,00	3 115
Bassin versant amont			
<i>Emprise gagnée sur jardin de verdure</i>	1 300	0,70	910
<i>Toitures extérieures</i>	1 800	1,00	1 800
Total	20 571	0,56	11 567

Surface du projet (avec les toitures extérieures) :

Surfaces concernées après aménagement	Superficie totale (m ²)	Coefficient de ruissellement	Surface active (m ²)
Stationnement	720	0,40	288
Stabilisé	2 000	0,40	800
Pierre	3 520	0,95	3 344
Voirie	1 650	1,00	1 650
Escalier	90	1,00	90
Bâtis (y compris Mairie = 930 m ²)	5 375	1,00	5 375
Toitures extérieures	1 800	1,00	1 800
Espace vert	5 416	0,40	2 166
Total	20 571	0,75	15 513

Surface du projet (sans les toitures extérieures) :

Surfaces concernées après aménagement	Superficie totale (m ²)	Coefficient de ruissellement	Surface active (m ²)
Stationnement	720	0,40	288
Stabilisé	2000	0,40	800
Pierre	3520	0,95	3344
Voirie	1650	1,00	1650
Escalier	90	1,00	90
Bâtis (y compris Mairie = 930 m ²)	5100	1,00	5100
Espace vert	7491	0,40	2996
Total	20571	0,69	14268

Toiture extérieure :

Les 1800 m² de toiture extérieure correspondent à la moitié de la surface de toiture des bâtiments du cours des Alpes.

En effet, les bâtiments ont des gouttières le long du stade, l'autre moitié se déverserait sur le cours des Alpes.



- Gouttières des maisons qui se déversent dans le réseau communal situé dans le cours des Alpes.
- ← Gouttières des maisons qui se déversent dans le stade.

Parcelle	Surface (m ²)
BB66	144
BB70	90
BB42	141
BB73	94
BB63	112
BB65	183
B66	213
BB64	82
BB60	254
BB61	85
BB68	139
BA65	149
BB102	135
BB59	161
BA40	138
BB62	90
BB71	126
BA45	370
BA39	152
BA41	128
BB72	321
BB67	172
BB58	123
BA38	124
BB74	78
BA44	144
Totale	3948

La surface totale des parcelles des bâtiments du cours des Alpes est 3958 m² dont 3600 m² surface des toitures.

Réseau des eaux pluviales du cours des Alpes



Le cours des Alpes dispose d'un réseau d'assainissement pluvial surfacique et enterré permettant de collecter les écoulements provenant du massif à l'Est. Son profil descendant Sud/Nord et la présence d'une bande continue de maisons entre cet axe et la parcelle à aménager, en plus du réseau, permettent de considérer l'absence d'apport extérieur par l'Est.



Mairie



Façades arrières des habitations Cours des Alpes



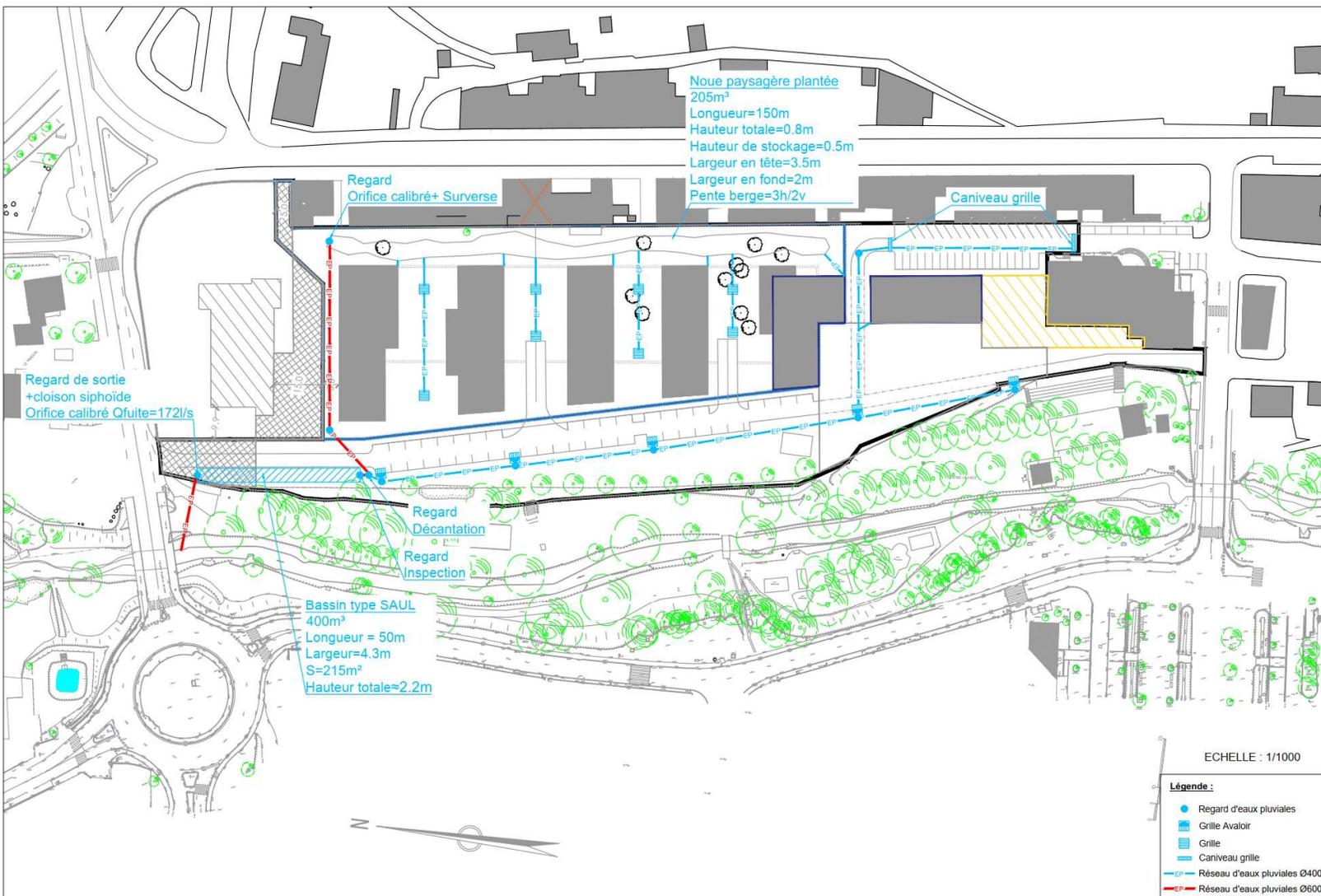
Façades arrières des habitations Cours des Alpes



Façades arrières des habitations Cours des Alpes

Les gouttières de la Mairie et des habitations du cours des Alpes (demi-surface toiture) contribuent aux apports d'eau extérieurs.

Après analyse du site, il s'avère que la parcelle reçoit peu d'eau d'apport d'eau extérieur. Ils se limitent aujourd'hui aux toitures des habitations en bordure du Cours des Alpes et au bâtiment de la Mairie. En effet, les eaux de toiture de la Mairie ruissèlent en surface (pas de réseau de collecte) et il peut être considéré que la moitié de la surface bâtie (toits en double pente) des habitations côté Est participent au ruissèlement sur l'emprise du projet (gouttières rejetant sur les parcelles projets).



4. Dimensionnement selon les préconisations locales

Le zonage pluvial de la commune de Meyrargues impose que la compensation de l'imperméabilisation (zone bleue) ait les caractéristiques suivantes :

- ✓ Volume utile : 1000 m³ par hectare de surface imperméabilisée ;
- ✓ Débit de fuite : 15 l/s/ha maximum de bassin versant drainé par la rétention.

a. Volume de rétention

On calcule donc dans un premier temps l'imperméabilisation supplémentaire générée par le projet (ΔS_{active}), par rapport à l'existant :

Avec les toitures extérieures :

$$\Delta S_{active} = (\text{Surface active avant-projet}) - (\text{Surface active après projet}) = 3\,781 \text{ m}^2$$

Le projet génère donc une imperméabilisation supplémentaire de 3 781 m².

Par application du ratio, on dimensionne les besoins de rétention nécessaire à la compensation :

$$\text{Volume rétention} : \Delta S_{active} \times 1000 \text{ m}^3/\text{ha imperméabilisé} = 0,3781 \text{ ha} \times 1000 \text{ m}^3/\text{ha} = 378 \text{ m}^3$$

Sans les toitures extérieures :

$$\Delta S_{active} = (\text{Surface active avant-projet}) - (\text{Surface active après projet}) = 2\,701 \text{ m}^2$$

Le projet génère donc une imperméabilisation supplémentaire de 2 701 m².

Par application du ratio, on dimensionne les besoins de rétention nécessaire à la compensation :

$$\text{Volume rétention} : \Delta S_{active} \times 1000 \text{ m}^3/\text{ha imperméabilisé} = 0,2701 \text{ ha} \times 1000 \text{ m}^3/\text{ha} = 270 \text{ m}^3$$

Débit de fuite Le débit de fuite autorisé du projet est calculé par application du ratio : 15 l/s/ ha de bassin versant, drainé.

La surface drainée par le bassin de rétention étant de 20 571 m², le débit de fuite s'élève à : 2,05 x 15 = 31 l/s.

b. Dimensionnement selon les préconisations de la DDTM 13

LA DDTM 13 impose un dimensionnement du volume de rétention à l'aide de la méthode des pluies en choisissant un débit de fuite adapté à l'exutoire. Il est préconisé de choisir un débit de fuite égal au débit biennal avant aménagement dans la limite de 20 l/s/ ha aménagé.

Il convient donc d'estimer tout d'abord le débit biennal avant aménagement (Q2). Les données disponibles ne permettant un calcul direct de Q2, on appliquera la relation suivante : Q2 = 0,6 Q10 (relation couramment admise, et reprise dans le guide du SETRA).

c. Estimation du débit de ruissellement

Le débit décennal avant et après aménagement intercepté par le projet a été estimé par la méthode rationnelle

Explication de la méthode rationnelle

Une technique de détermination des débits est l'utilisation de la méthode rationnelle, Elle prend en compte plusieurs hypothèses de départ,

- ✓ L'intensité de l'averse est uniforme et dans le temps et sur tout le bassin de drainage,
- ✓ La durée de l'averse est égale au temps de concentration t_c du bassin de drainage,
- ✓ La fréquence d'occurrence T du débit de pointe Q est la même que celle de la précipitation,
- ✓ Le débit de pointe Q_p est une fraction du débit précipité,

La formule de base de la méthode rationnelle est

$$Q = \frac{1}{360} C_r \cdot I \cdot A$$

Où :

Q = débit maximum de ruissellement en m^3/s ,

A = aire du sous bassin en ha,

C_r = coefficient de ruissellement

I = intensité de précipitation : L'intensité maximale du ruissellement à tout point du réseau est fonction du taux moyen de précipitation durant le temps de concentration,

Intensité de précipitation

L'intensité de précipitation doit donc être déterminée sur la courbe intensité – durée - fréquence pour le temps de concentration du bassin ou simplement par l'équation de Montana :

$$I = a * t_c^{-b}$$

Où :

t_c = débit maximum de ruissellement en m^3/s ,

a et b = : coefficient de Montana issu des stations de mesures pluviométriques (constantes locales, dépendant généralement du lieu),

Temps de concentration :

Le temps de concentration est le temps écoulé entre le début d'une précipitation et l'atteinte du débit maximal à l'exutoire du bassin versant, Il correspond au temps nécessaire pour permettre à l'eau de ruisseler du point le plus reculé du bassin versant jusqu'à l'exutoire,

Le temps de concentration est calculé selon plusieurs formules de la littérature puis moyenné

- ✓ Méthode de SOGREAH ;
- ✓ Méthode des vitesses ;
- ✓ Méthode de Desborde (par itération).

Méthode SOGREAH	9,0	min
Méthode des vitesses	9,4	min
Méthode de Desborde	6,0	min
Moyenne	8,1	min

Estimation du débit avant aménagement

Le débit décennal avant aménagement pour l'ensemble du site a été estimé par la méthode rationnelle à environ 0,45 m³/s.

Le débit biennal (Q₂) est déterminé sur la base du débit décennal (Q₁₀) par la relation qui les lie :

$$Q_2 = 0.6 \times Q_{10}$$

$$Q_2 = 0.6 \times 0.45 = 0.27 \text{ m}^3/\text{s} = 270 \text{ l/s}$$

5. Dispositif de stockage et de traitement des eaux pluviales

a. Principe de dimensionnement

Le dimensionnement des ouvrages de stockage a été réalisé par application de la **méthode des pluies**,

Les coefficients de Montana de la station météo de Aix en Provence (13) ont été utilisés pour les calculs,

Les calculs complets sont présentés en annexe.

Choix de la période de retour

Le volume des ouvrages de retenue est déterminé par la méthode dite des « pluies » pour une période de retour de **10 ans**, conformément à la norme NF-EN 752-2 qui prévoit un dimensionnement de niveau :

- Décennal pour les zones rurales,
- Vicennal pour les zones résidentielles,
- **Trentennal** pour les centres des villes et les zones industrielles et commerciales,

Le projet étant situé dans le centre-ville, **l'occurrence décennale s'applique**.

Gestion des rejets

Estimation du débit de fuite par rejet superficiel

La doctrine de la DDTM 13 contraint de respecter un débit de rejet du projet après aménagements inférieur ou égal au débit biennal avant aménagement, dans la limite du ratio de 20 l/s/ha drainé.

Pour rappel, la rétention n'est dimensionnée que pour les emprises aménagées (compensation des nouvelles surfaces imperméabilisées), il n'intègre donc pas le bassin versant intercepté dont les débits d'apport transiteront simplement par les ouvrages de rétention (principe de non-aggravation de l'existant).

Le débit de fuite réglementaire doit donc être augmenté des débits d'apports du bassin versant intercepté.

On calcule donc dans un premier temps le débit réglementaire basé sur le ratio de 20 l/s/ha drainé puis les débits d'apport extérieurs.

Q2 avt travaux est donc comparé à la limite fixée par la DDTM13.

La surface drainée vers le bassin de rétention sera la totalité de la surface projet (2,05 ha) diminuée des surfaces correspondant au bassin versant intercepté (1800 +930 m²) soit 17,8 ha.

Par application du ratio, on aboutit à un débit de fuite de 36 l/s soit bien moins important que Q2 avt travaux.

On retient donc le débit le plus contraignant.

Le débit de fuite maximal admissible en fonction des aménagements réalisés s'élève donc à 36 l/s selon

les préconisations de la DDTM13. Attention ce débit doit être augmenté de la part que représentent les apports du bassin versant intercepté.

b. Débits d'apports du bassin versant intercepté.

Les surfaces suivantes constituent le bassin versant intercepté. Actuellement les eaux de ruissellement de ces surfaces imperméabilisées à 100% s'écoulent sur les parcelles projet :

Surfaces concernées avant aménagement	Superficie totale (m ²)	Coefficient de ruissellement	Surface active (m ²)
Bassin versant intercepté			
<i>Emprise gagnée sur jardin de verdure</i>	1300	0,70	910
<i>Toitures extérieures</i>	1800	1,00	1800
Total	3100	0,87	2710

En situation future ces eaux seront captées par le réseau EP créé, dirigé vers les ouvrages de rétention mais non stockés.

Le niveau de protection requis par la DDTM pour des logements en centre urbain étant de 30 ans, les débits d'apport du bassin versant intercepté sont estimés sur cette même période de retour par la méthode rationnelle selon la démarche rappelée ci-dessus.

	Surface active (m ²)	Temps de concentration*	I (tc) 30 ans	Q 30 ans (l/s)
<i>Bâti Mairie</i>	930	6 min	3 mm/min	91
<i>Toitures extérieures</i>	1800			46
Total	2730		0	136

*temps de pluie minimal sur le domaine de validité des coefficients de Montana

c. Débit de fuite total du projet

Le débit de fuite total du bassin versant, en sortie d'ouvrage de rétention s'élève donc à : **36 + 136 = 172 l/s.**

d. Dimensionnement

Présentation de la méthode de dimensionnement des ouvrages de gestion des eaux pluviales

Conformément au Mémento technique 2017 de l'ASTEE relatif à la conception et au dimensionnement des systèmes de gestion des eaux pluviales et de collecte des eaux usées, pour estimer le dimensionnement des bassins d'orage de l'établissement, nous avons utilisé la **méthode des pluies**,

La méthode suppose :

- Que le débit de fuite de l'ouvrage de stockage est constant,
- Qu'il y ait transfert instantané de la pluie à l'ouvrage de retenue, France que les phénomènes d'amortissement dus au ruissellement sur le bassin sont négligés (cette méthode ne sera donc applicable que pour des bassins versants relativement petits – quelques dizaines d'hectares – et ne contenant aucun ouvrage de stockage ou de régulation)
- Que les événements pluvieux soient indépendants ; ceci signifie que lors des dépouillements, les périodes secs ne sont pas prises en compte,

Pour appliquer la méthode, il faut calculer les hauteurs de pluie pouvant être attendues sur le site,

La courbe enveloppe des pluies est calculée sur la base des coefficients de Montana de la station météorologique de Aix en Provence (13) sur la période 1979-2011 qui sont fournis par Météo France,

Les hypothèses de calcul reposant sur une pluie de retour décennal, les coefficients de Montana (a et b) qui sont utilisés dans la suite du dossier seront :

$$\text{pas de temps 15 min à 6h : } \begin{cases} a = 329 \\ b = 0,339 \end{cases}$$

$$\text{pas de temps 6 h à 48 h : } \begin{cases} a = 1159 \\ b = 0,693 \end{cases}$$

Calcul de la hauteur de pluie

La hauteur de pluie en millimètres est calculée à partir de la formule de Montana :

$$h(t, T) = a(T) \times t^{(1-b(T))}$$

Avec :

t : le temps en minute

T : la période de retour

a(T) et b(T) : les coefficients de Montana dépendant de la période de retour

On suppose que l'ouvrage a un débit de fuite constant Q_s que l'on exprime sous la forme d'un débit spécifique q_s :

$$q_s = 360 \frac{Q_s}{S_a}$$

Avec :

q_s : débit spécifique en mm/h

Q_s : débit de fuite en m³/s

S_a : surface active en ha

La surface active est la surface totale du terrain corrigée d'un coefficient de ruissellement adapté à chaque partie du terrain (bâtiments, voiries, etc.),

Il est à présent possible de tracer le graphique de hauteur d'eau en fonction du temps :

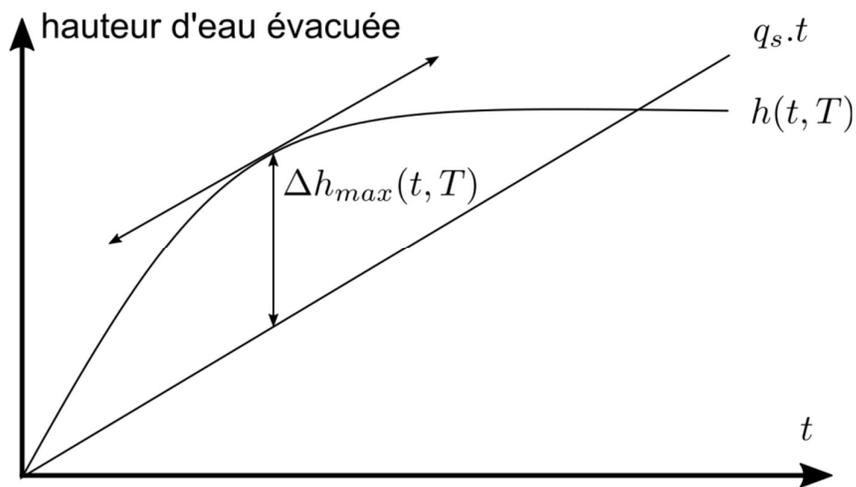


Figure 2 : Représentation graphique de ΔH_{max}

Les différences $\Delta h(t, T)$ entre les courbes $q_s \cdot t$ et $h(t, T)$ correspondent aux hauteurs d'eau à stocker pour différentes durées t . Le maximum $\Delta h_{max}(t, T)$ correspond à la hauteur totale à stocker,

De façon numérique, on peut exprimer Δh_{max} par la formule suivante :

$$\Delta h_{max} = h(t, T) - q_s \frac{t}{60}$$

Avec

$h(t, T)$: hauteur de pluie en mm

q_s : débit spécifique en mm/h

t : temps en min

$$\Delta h_{max} = a \times t^{(1-b)} - 6 \times \frac{Q_s}{S_a} \times t$$

Avec

Q_s : le débit de fuite en m³/s

S_a : la surface active en ha

Le volume d'eau à stocker se détermine alors par :

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

Avec :

V : volume du bassin en m³

Δh_{max} : différence maximum entre la hauteur de pluie $h(t,T)$ et la hauteur équivalente du débit de fuite $q_{s,t}$

S_a : surface active en ha de l'ensemble du terrain en ha

6. Détermination du volume à stocker

Le dimensionnement des ouvrages de stockage a été réalisé par application de la **méthode des pluies**,

On calcule le volume d'eau à stocker en utilisant les valeurs précédentes de surface captée et le débit de fuite engendré,

En utilisant les données précédentes de dimensionnement on obtient le volume suivant à stocker :

Avec les toitures extérieures :

Débit de fuite moyen (Q _s)	172	l/s
Coefficient de ruissellement (Cr)	0,75	
Surface totale du projet (S)	2,06	ha
Surface active (S _a)	1,53	ha
Δ Hauteur maximum	34,59	mm
Volume de rétention (m³)	531	m³

→ **Volume de stockage engendré par une pluie trentennal : 531 m³**

Sans les toitures extérieures :

Débit de fuite moyen (Q _s)	172	l/s
Coefficient de ruissellement (Cr)	0,69	
Surface totale du projet (S)	2,06	ha
Surface active (S _a)	1,43	ha
Δ Hauteur maximum	33,01	mm
Volume de rétention (m³)	471	m³

→ **Volume de stockage engendré par une pluie trentennal : 471 m³**

PIECE 5. DIMENSIONNEMENT DES SECTIONS D'OUVRAGES

1. Le dimensionnement des canalisations

Connaissant en chaque point, les débits à évacuer et la pente des ouvrages, le choix des sections sera déduit de la formule d'écoulement adoptée. Les dimensions des canalisations varient compte tenu des diamètres courants de fabrication, ce qui apporte de ce fait, une capacité supplémentaire d'écoulement

a. Formule de CHEZY (Ecoulement uniforme)

Dans l'instruction technique de 1977, les ouvrages sont calculés suivant une formule d'écoulement résultant de celle de CHEZY.

$$V = C\sqrt{RI}$$

V : Vitesse d'écoulement en m/s

R : Rayon hydraulique avec $R=S/P$

S : section mouillée en m^2

P : périmètre mouillé en m

I : Pente de l'ouvrage en m.p.m

C : Coefficient pour lequel on adopte celui donné par la formule de BAZIN

$$C = \frac{87}{1 + \frac{\gamma}{\sqrt{R}}}$$

γ Est un coefficient d'écoulement qui varie suivant les matériaux utilisés et la nature des eaux transportées

Canalisations d'eaux pluviales ou unitaires

Il convient de tenir compte que des dépôts sont susceptibles de se former, ce qui conduit à admettre un écoulement sur des parois semi-rugueuses.

Le coefficient de Bazin γ peut être pris à 0,46. C peut donc être représenté approximativement par l'expression $C = 60.R^{1/4}$

On obtient donc :

$$V = 60.R^{3/4}.I^{1/2}$$

Et le débit capable de l'ouvrage Q_c :

$$Q_c = V.S = 60.R^{3/4}.I^{1/2}.S$$

- Q_c en m^3/s
- V en m/s
- S en m^2

b. Formule de MANNING-STRICKLER

$$C = K.R^{1/6}$$

$$V = K.R^{2/3}.I^{1/2}$$

$$Q_c = V.S = K.R^{2/3}.I^{1/2}.S$$

- **K** = Coefficient de Manning – Strickler = 90
- **S** = Section mouillée de l'ouvrage au m²
- **P** = Périmètre mouillé de l'ouvrage en m
- **R** = Rayon hydraulique de l'ouvrage S /P en m
- **I** = Pente longitudinale de l'ouvrage en m/m = 0,01
- **V** = Vitesse de l'eau dans l'ouvrage en m/s
- **Qc** = Débit capable de l'ouvrage en m³/s

La formule de Manning Strickler a été utilisée pour le reste des calculs :

Le débit capable d'une canalisation de 600 mm soit de 599 l/s.

Le débit de fuite du bassin est de 172 l/s.

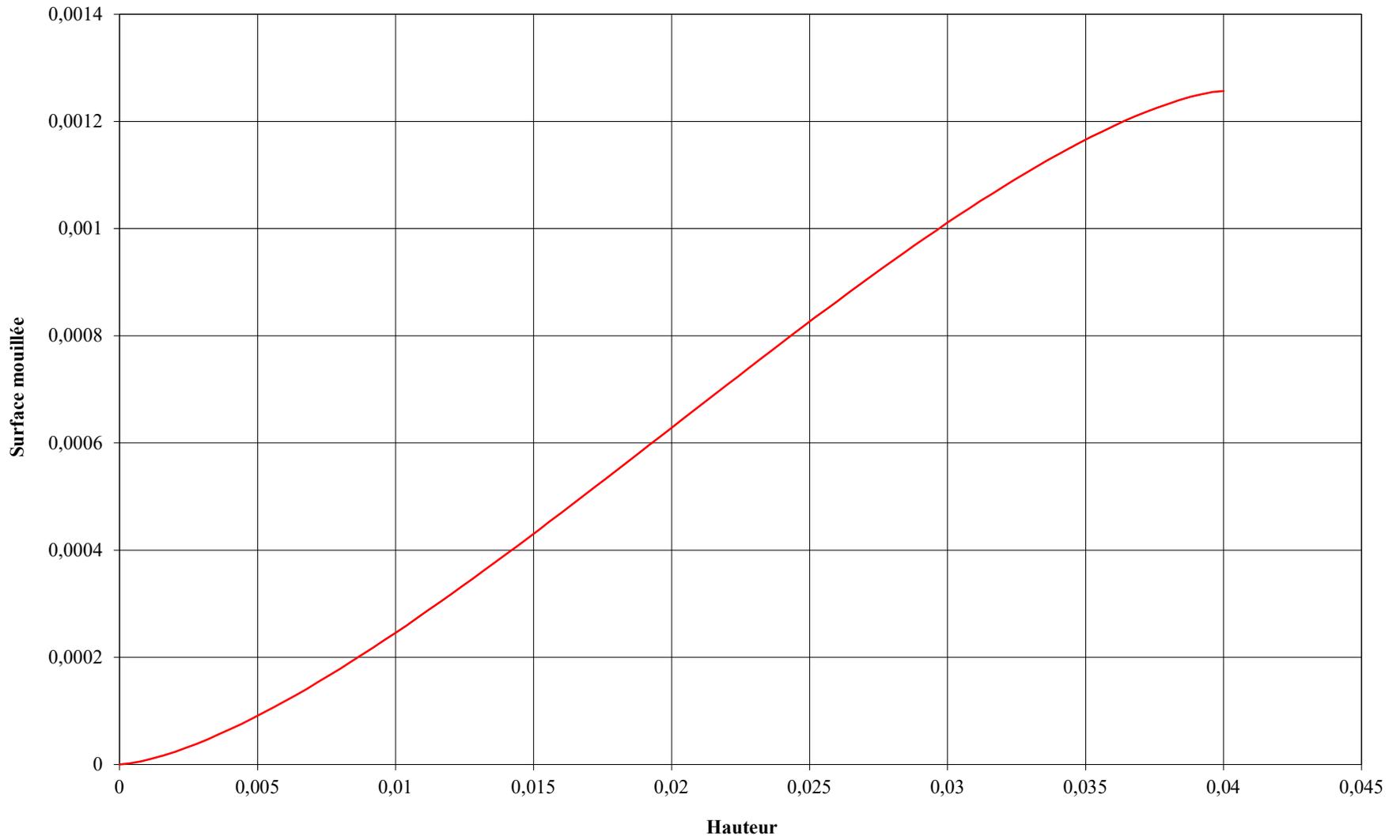


Figure 3: Surface mouillée d'une conduite circulaire

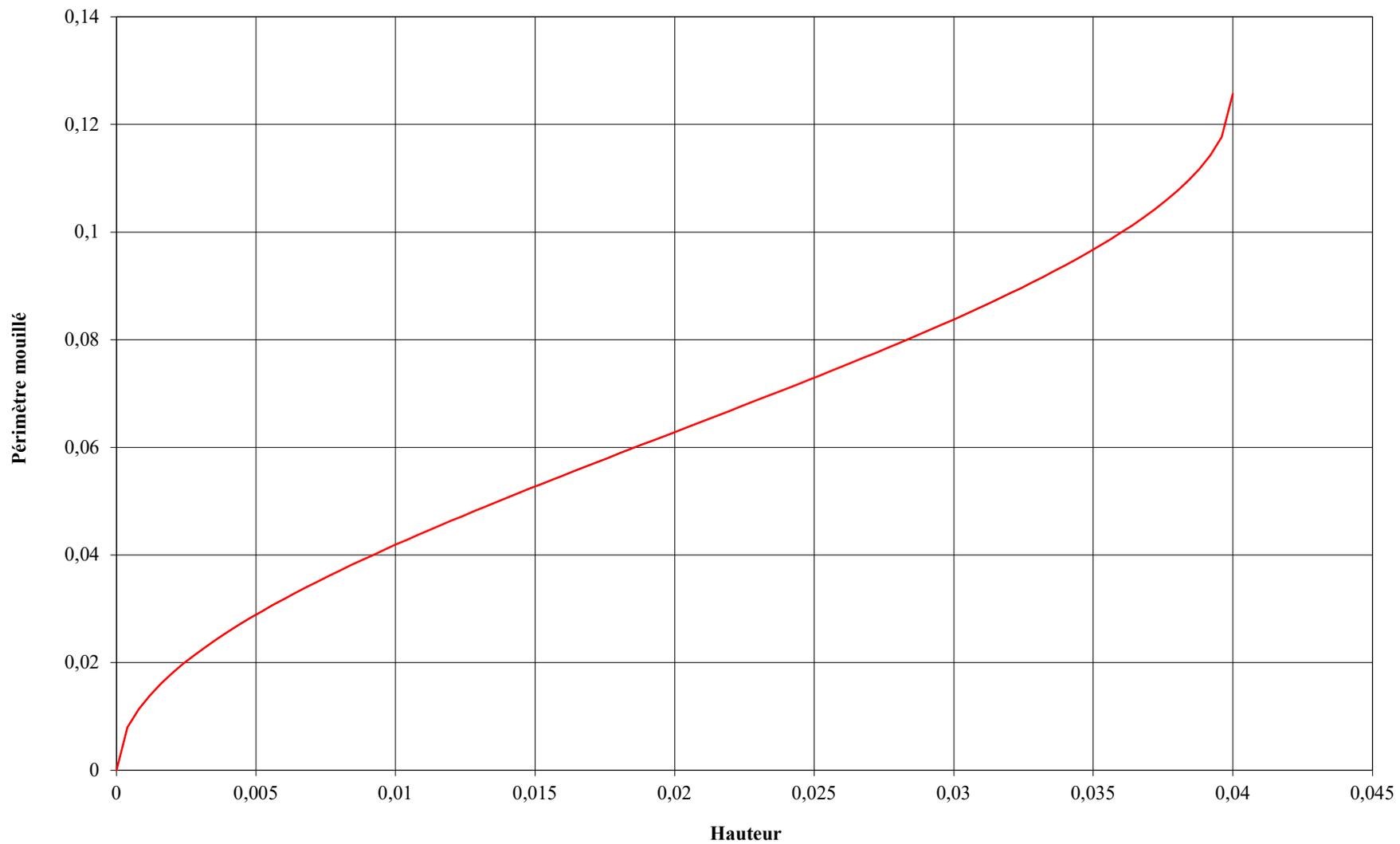


Figure 4: Périmètre mouillé en fonction de la hauteur

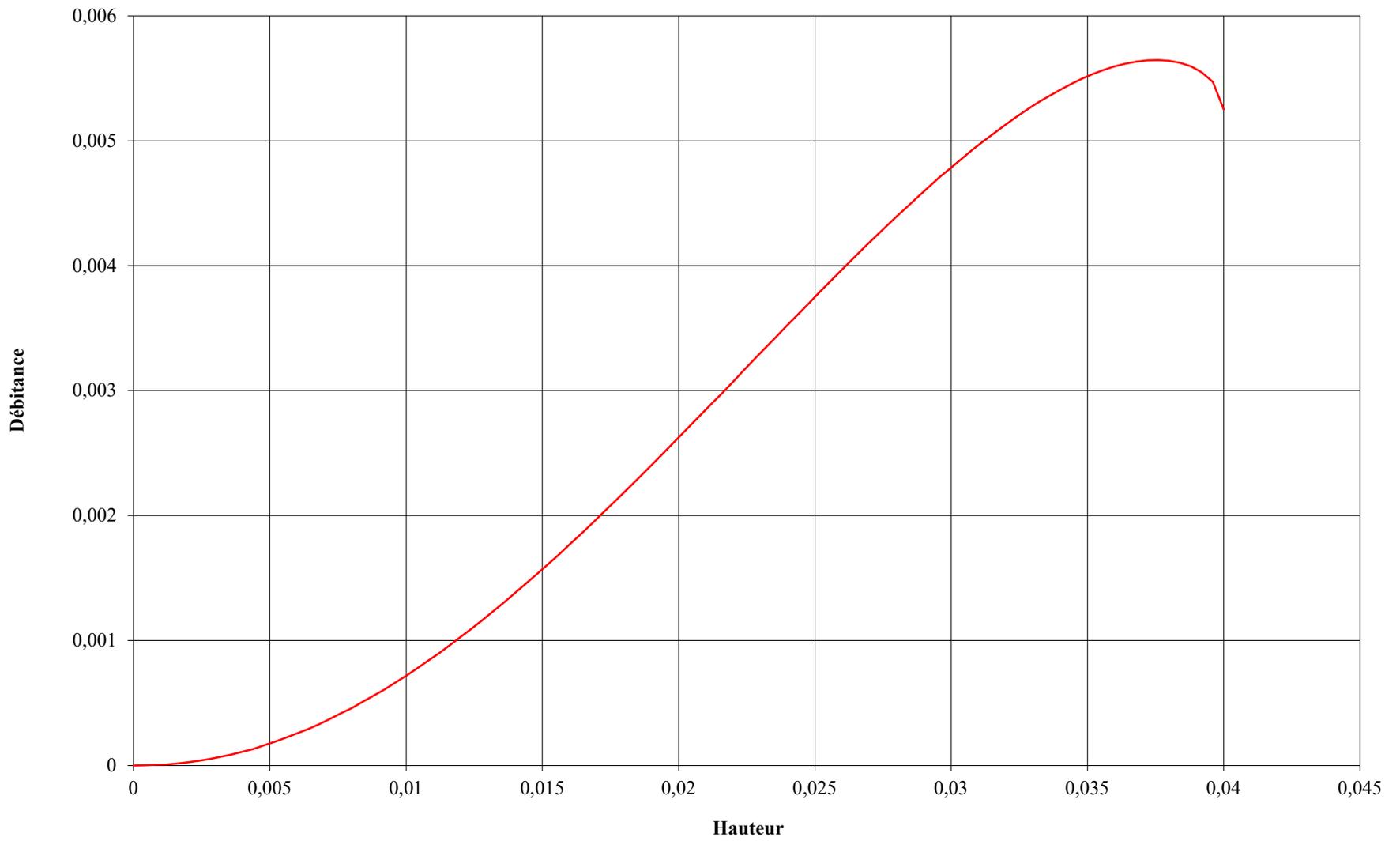


Figure 5: Débitance en fonction de la hauteur

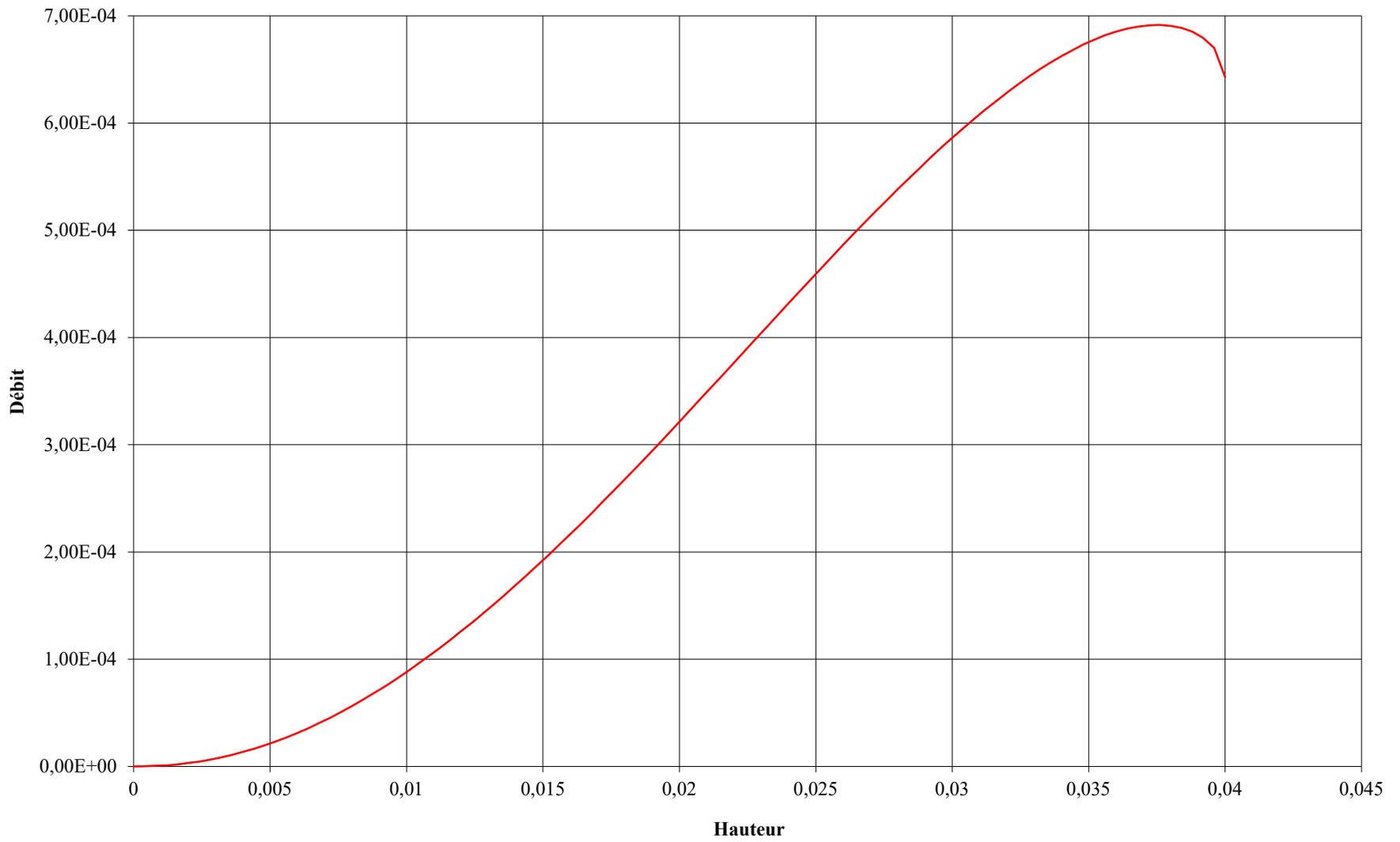


Figure 6: Débit en fonction de la hauteur

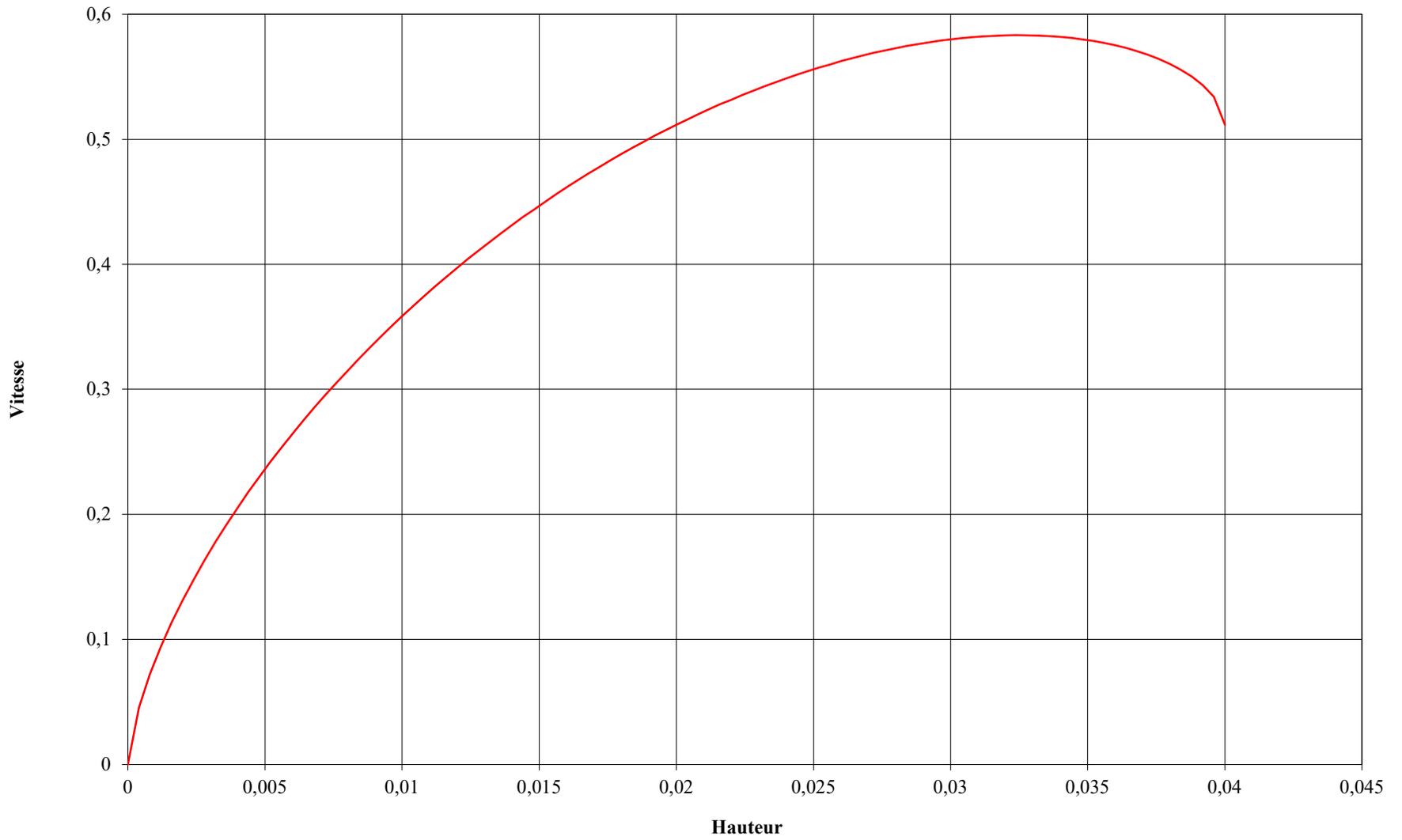


Figure 7: Vitesse en fonction de la hauteur

Conduite circulaire

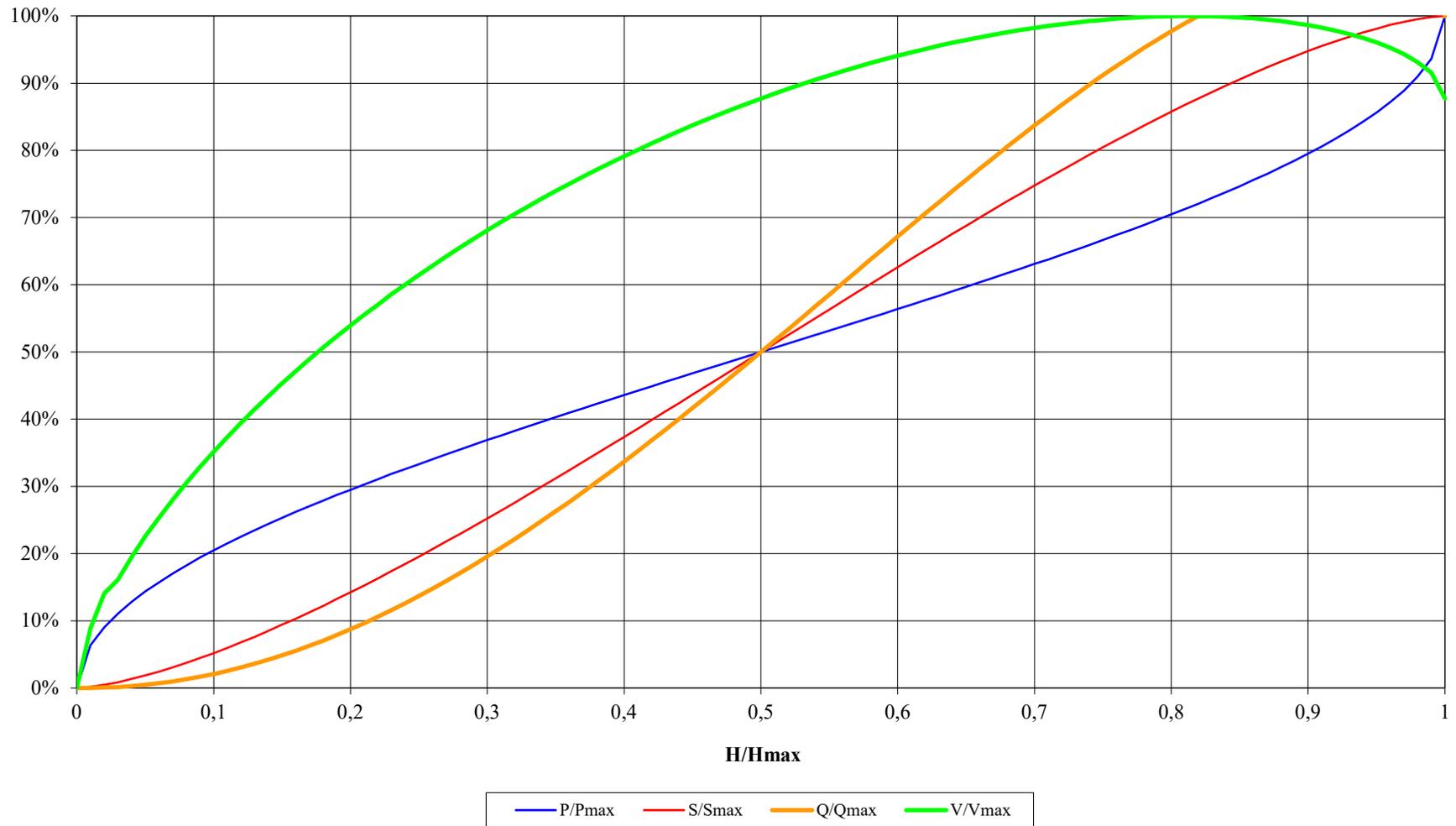


Figure 8: Paramètres d'une conduite circulaire

Calcul débit maxi dans section circulaire

						Conduite	K	I						
						Ø 600	75	0,0100 m/m						
H	H/Hmax	q	l	P	P/Pmax	S	S/Smax	Rh	Débitance	Q	Q/Qmax	Q/Qc	V	V/Vmax
0,00 m	0,0%	0,00 rad	0,00 m	0,00 m	0,0%	0,00 m ²	0,0%	0,00 m	0,00 m ³ /s	0,00 m ³ /s	0,00%	0,00%	0,00 m/s	0,00%
0,01 m	1,0%	0,20 rad	0,06 m	0,12 m	6,4%	0,00 m ²	0,2%	0,00 m	0,00 m ³ /s	0,00 m ³ /s	0,02%	0,02%	0,19 m/s	8,90%
0,01 m	2,0%	0,28 rad	0,08 m	0,17 m	9,0%	0,00 m ²	0,5%	0,01 m	0,00 m ³ /s	0,00 m ³ /s	0,07%	0,07%	0,30 m/s	14,08%
0,02 m	3,0%	0,35 rad	0,10 m	0,21 m	11,1%	0,00 m ²	0,9%	0,01 m	0,01 m ³ /s	0,00 m ³ /s	0,16%	0,16%	0,39 m/s	16,13%
0,02 m	4,0%	0,40 rad	0,12 m	0,24 m	12,8%	0,00 m ²	1,3%	0,02 m	0,02 m ³ /s	0,00 m ³ /s	0,30%	0,30%	0,47 m/s	19,48%
0,03 m	5,0%	0,45 rad	0,13 m	0,27 m	14,4%	0,01 m ²	1,9%	0,02 m	0,03 m ³ /s	0,00 m ³ /s	0,48%	0,48%	0,54 m/s	22,53%
0,04 m	6,0%	0,49 rad	0,14 m	0,30 m	15,8%	0,01 m ²	2,4%	0,02 m	0,04 m ³ /s	0,00 m ³ /s	0,71%	0,71%	0,61 m/s	25,36%
0,04 m	7,0%	0,54 rad	0,15 m	0,32 m	17,0%	0,01 m ²	3,1%	0,03 m	0,06 m ³ /s	0,01 m ³ /s	0,98%	0,98%	0,68 m/s	28,02%
0,05 m	8,0%	0,57 rad	0,16 m	0,34 m	18,3%	0,01 m ²	3,7%	0,03 m	0,08 m ³ /s	0,01 m ³ /s	1,30%	1,30%	0,74 m/s	30,53%
0,05 m	9,0%	0,61 rad	0,17 m	0,37 m	19,4%	0,01 m ²	4,5%	0,03 m	0,10 m ³ /s	0,01 m ³ /s	1,67%	1,67%	0,79 m/s	32,91%
0,06 m	10,0%	0,64 rad	0,18 m	0,39 m	20,5%	0,01 m ²	5,2%	0,04 m	0,12 m ³ /s	0,01 m ³ /s	2,09%	2,09%	0,85 m/s	35,19%
0,07 m	11,0%	0,68 rad	0,19 m	0,41 m	21,5%	0,02 m ²	6,0%	0,04 m	0,15 m ³ /s	0,02 m ³ /s	2,55%	2,55%	0,90 m/s	37,37%
0,07 m	12,0%	0,71 rad	0,19 m	0,42 m	22,5%	0,02 m ²	6,8%	0,05 m	0,18 m ³ /s	0,02 m ³ /s	3,06%	3,06%	0,95 m/s	39,47%
0,08 m	13,0%	0,74 rad	0,20 m	0,44 m	23,5%	0,02 m ²	7,6%	0,05 m	0,22 m ³ /s	0,02 m ³ /s	3,61%	3,61%	1,00 m/s	41,49%
0,08 m	14,0%	0,77 rad	0,21 m	0,46 m	24,4%	0,02 m ²	8,5%	0,05 m	0,25 m ³ /s	0,03 m ³ /s	4,21%	4,21%	1,05 m/s	43,44%
0,09 m	15,0%	0,80 rad	0,21 m	0,48 m	25,3%	0,03 m ²	9,4%	0,06 m	0,29 m ³ /s	0,03 m ³ /s	4,86%	4,86%	1,09 m/s	45,33%
0,10 m	16,0%	0,82 rad	0,22 m	0,49 m	26,2%	0,03 m ²	10,3%	0,06 m	0,33 m ³ /s	0,03 m ³ /s	5,55%	5,55%	1,14 m/s	47,16%
0,10 m	17,0%	0,85 rad	0,23 m	0,51 m	27,1%	0,03 m ²	11,3%	0,06 m	0,38 m ³ /s	0,04 m ³ /s	6,29%	6,29%	1,18 m/s	48,93%
0,11 m	18,0%	0,88 rad	0,23 m	0,53 m	27,9%	0,03 m ²	12,2%	0,07 m	0,42 m ³ /s	0,04 m ³ /s	7,07%	7,07%	1,22 m/s	50,65%
0,11 m	19,0%	0,90 rad	0,24 m	0,54 m	28,7%	0,04 m ²	13,2%	0,07 m	0,47 m ³ /s	0,05 m ³ /s	7,89%	7,89%	1,26 m/s	52,33%
0,12 m	20,0%	0,93 rad	0,24 m	0,56 m	29,5%	0,04 m ²	14,2%	0,07 m	0,52 m ³ /s	0,05 m ³ /s	8,76%	8,76%	1,30 m/s	53,95%
0,13 m	21,0%	0,95 rad	0,24 m	0,57 m	30,3%	0,04 m ²	15,3%	0,08 m	0,58 m ³ /s	0,06 m ³ /s	9,66%	9,66%	1,34 m/s	55,53%
0,13 m	22,0%	0,98 rad	0,25 m	0,59 m	31,1%	0,05 m ²	16,3%	0,08 m	0,64 m ³ /s	0,06 m ³ /s	10,61%	10,61%	1,38 m/s	57,07%
0,14 m	23,0%	1,00 rad	0,25 m	0,60 m	31,8%	0,05 m ²	17,4%	0,08 m	0,69 m ³ /s	0,07 m ³ /s	11,60%	11,60%	1,41 m/s	58,57%
0,14 m	24,0%	1,02 rad	0,26 m	0,61 m	32,6%	0,05 m ²	18,5%	0,08 m	0,76 m ³ /s	0,08 m ³ /s	12,63%	12,63%	1,45 m/s	60,04%
0,15 m	25,0%	1,05 rad	0,26 m	0,63 m	33,3%	0,06 m ²	19,6%	0,09 m	0,82 m ³ /s	0,08 m ³ /s	13,70%	13,70%	1,48 m/s	61,46%
0,16 m	26,0%	1,07 rad	0,26 m	0,64 m	34,1%	0,06 m ²	20,7%	0,09 m	0,89 m ³ /s	0,09 m ³ /s	14,80%	14,80%	1,52 m/s	62,85%
0,16 m	27,0%	1,09 rad	0,27 m	0,66 m	34,8%	0,06 m ²	21,8%	0,09 m	0,95 m ³ /s	0,10 m ³ /s	15,95%	15,95%	1,55 m/s	64,21%
0,17 m	28,0%	1,12 rad	0,27 m	0,67 m	35,5%	0,06 m ²	22,9%	0,10 m	1,03 m ³ /s	0,10 m ³ /s	17,12%	17,12%	1,58 m/s	65,53%
0,17 m	29,0%	1,14 rad	0,27 m	0,68 m	36,2%	0,07 m ²	24,1%	0,10 m	1,10 m ³ /s	0,11 m ³ /s	18,34%	18,34%	1,61 m/s	66,82%
0,18 m	30,0%	1,16 rad	0,27 m	0,70 m	36,9%	0,07 m ²	25,2%	0,10 m	1,17 m ³ /s	0,12 m ³ /s	19,58%	19,58%	1,64 m/s	68,08%
0,19 m	31,0%	1,18 rad	0,28 m	0,71 m	37,6%	0,07 m ²	26,4%	0,11 m	1,25 m ³ /s	0,12 m ³ /s	20,86%	20,86%	1,67 m/s	69,31%
0,19 m	32,0%	1,20 rad	0,28 m	0,72 m	38,3%	0,08 m ²	27,6%	0,11 m	1,33 m ³ /s	0,13 m ³ /s	22,18%	22,18%	1,70 m/s	70,51%
0,20 m	33,0%	1,22 rad	0,28 m	0,73 m	39,0%	0,08 m ²	28,8%	0,11 m	1,41 m ³ /s	0,14 m ³ /s	23,52%	23,52%	1,73 m/s	71,68%
0,20 m	34,0%	1,25 rad	0,28 m	0,75 m	39,6%	0,08 m ²	30,0%	0,11 m	1,49 m ³ /s	0,15 m ³ /s	24,89%	24,89%	1,76 m/s	72,83%
0,21 m	35,0%	1,27 rad	0,29 m	0,76 m	40,3%	0,09 m ²	31,2%	0,12 m	1,57 m ³ /s	0,16 m ³ /s	26,29%	26,29%	1,78 m/s	73,94%
0,22 m	36,0%	1,29 rad	0,29 m	0,77 m	41,0%	0,09 m ²	32,4%	0,12 m	1,66 m ³ /s	0,17 m ³ /s	27,72%	27,72%	1,81 m/s	75,03%
0,22 m	37,0%	1,31 rad	0,29 m	0,78 m	41,6%	0,10 m ²	33,6%	0,12 m	1,75 m ³ /s	0,17 m ³ /s	29,18%	29,18%	1,84 m/s	76,10%
0,23 m	38,0%	1,33 rad	0,29 m	0,80 m	42,3%	0,10 m ²	34,9%	0,12 m	1,84 m ³ /s	0,18 m ³ /s	30,66%	30,66%	1,86 m/s	77,14%
0,23 m	39,0%	1,35 rad	0,29 m	0,81 m	42,9%	0,10 m ²	36,1%	0,13 m	1,93 m ³ /s	0,19 m ³ /s	32,17%	32,17%	1,89 m/s	78,15%
0,24 m	40,0%	1,37 rad	0,29 m	0,82 m	43,6%	0,11 m ²	37,4%	0,13 m	2,02 m ³ /s	0,20 m ³ /s	33,70%	33,70%	1,91 m/s	79,14%
0,25 m	41,0%	1,39 rad	0,30 m	0,83 m	44,2%	0,11 m ²	38,6%	0,13 m	2,11 m ³ /s	0,21 m ³ /s	35,25%	35,25%	1,93 m/s	80,10%
0,25 m	42,0%	1,41 rad	0,30 m	0,85 m	44,9%	0,11 m ²	39,9%	0,13 m	2,20 m ³ /s	0,22 m ³ /s	36,82%	36,82%	1,96 m/s	81,04%
0,26 m	43,0%	1,43 rad	0,30 m	0,86 m	45,5%	0,12 m ²	41,1%	0,14 m	2,30 m ³ /s	0,23 m ³ /s	38,42%	38,42%	1,98 m/s	81,95%
0,26 m	44,0%	1,45 rad	0,30 m	0,87 m	46,2%	0,12 m ²	42,4%	0,14 m	2,40 m ³ /s	0,24 m ³ /s	40,03%	40,03%	2,00 m/s	82,85%
0,27 m	45,0%	1,47 rad	0,30 m	0,88 m	46,8%	0,12 m ²	43,6%	0,14 m	2,49 m ³ /s	0,25 m ³ /s	41,65%	41,65%	2,02 m/s	83,72%
0,28 m	46,0%	1,49 rad	0,30 m	0,89 m	47,5%	0,13 m ²	44,9%	0,14 m	2,59 m ³ /s	0,26 m ³ /s	43,30%	43,30%	2,04 m/s	84,56%
0,28 m	47,0%	1,51 rad	0,30 m	0,91 m	48,1%	0,13 m ²	46,2%	0,14 m	2,69 m ³ /s	0,27 m ³ /s	44,95%	44,95%	2,06 m/s	85,38%
0,29 m	48,0%	1,53 rad	0,30 m	0,92 m	48,7%	0,13 m ²	47,5%	0,15 m	2,79 m ³ /s	0,28 m ³ /s	46,62%	46,62%	2,08 m/s	86,18%
0,29 m	49,0%	1,55 rad	0,30 m	0,93 m	49,4%	0,14 m ²	48,7%	0,15 m	2,89 m ³ /s	0,29 m ³ /s	48,31%	48,31%	2,10 m/s	86,96%
0,30 m	50,0%	1,57 rad	0,30 m	0,94 m	50,0%	0,14 m ²	50,0%	0,15 m	2,99 m ³ /s	0,30 m ³ /s	50,00%	50,00%	2,12 m/s	87,72%
0,31 m	51,0%	1,55 rad	0,30 m	0,95 m	50,6%	0,14 m ²	51,3%	0,15 m	3,10 m ³ /s	0,31 m ³ /s	51,70%	51,70%	2,14 m/s	88,45%
0,31 m	52,0%	1,53 rad	0,30 m	0,97 m	51,3%	0,15 m ²	52,5%	0,15 m	3,20 m ³ /s	0,32 m ³ /s	53,41%	53,41%	2,15 m/s	89,16%
0,32 m	53,0%	1,51 rad	0,30 m	0,98 m	51,9%	0,15 m ²	53,8%	0,16 m	3,30 m ³ /s	0,33 m ³ /s	55,13%	55,13%	2,17 m/s	89,85%
0,32 m	54,0%	1,49 rad	0,30 m	0,99 m	52,5%	0,16 m ²	55,1%	0,16 m	3,40 m ³ /s	0,34 m ³ /s	56,85%	56,85%	2,18 m/s	90,52%
0,33 m	55,0%	1,47 rad	0,30 m	1,00 m	53,2%	0,16 m ²	56,4%	0,16 m	3,51 m ³ /s	0,35 m ³ /s	58,57%	58,57%	2,20 m/s	91,17%
0,34 m	56,0%	1,45 rad	0,30 m	1,01 m	53,8%	0,16 m ²	57,6%	0,16 m	3,61 m ³ /s	0,36 m ³ /s	60,30%	60,30%	2,22 m/s	91,79%
0,34 m	57,0%	1,43 rad	0,30 m	1,03 m	54,5%	0,17 m ²	58,9%	0,16 m	3,71 m ³ /s	0,37 m ³ /s	62,02%	62,02%	2,23 m/s	92,39%
0,35 m	58,0%	1,41 rad	0,30 m	1,04 m	55,1%	0,17 m ²	60,1%	0,16 m	3,82 m ³ /s	0,38 m ³ /s	63,75%	63,75%	2,24 m/s	92,97%
0,35 m	59,0%	1,39 rad	0,30 m	1,05 m	55,8%	0,17 m ²	61,4%	0,17 m	3,92 m ³ /s	0,39 m ³ /s	65,47%	65,47%	2,26 m/s	93,53%
0,36 m	60,0%	1,37 rad	0,29 m	1,06 m	56,4%	0,18 m ²	62,6%	0,17 m	4,02 m ³ /s	0,40 m ³ /s	67,18%	67,18%	2,27 m/s	94,07%
0,37 m	61,0%	1,35 rad	0,29 m	1,08 m	57,1%	0,18 m ²	63,9%	0,17 m	4,12 m ³ /s	0,41 m ³ /s	68,89%	68,89%	2,28 m/s	94,59%
0,37 m	62,0%	1,33 rad	0,29 m	1,09 m	57,7%	0,18 m ²	65,1%	0,17 m	4,23 m ³ /s	0,42 m ³ /s	70,60%	70,60%	2,30 m/s	95,08%
0,38 m	63,0%	1,31 rad	0,29 m	1,10 m	58,4%	0,19 m ²	66,4%	0,17 m	4,33 m ³ /s	0,43 m ³ /s	72,29%	72,29%	2,31 m/s	95,55%
0,38 m	64,0%	1,29 rad	0,29 m	1,11 m	59,0%	0,19 m ²	67,6%	0,17 m	4,43 m ³ /s	0,44 m ³ /s	73,97%	73,97%	2,32 m/s	96,00%
0,39 m	65,0%	1,27 rad	0,29 m	1,13 m	59,7%	0,19 m ²	68,8%	0,17 m	4,53 m ³ /s	0,45 m ³ /s	75,64%	75,64%	2,33 m/s	96,43%
0,40 m	66,0%	1,25 rad	0,28 m	1,14 m	60,4%	0,20 m ²	70,0%	0,17 m	4,63 m ³ /s	0,46 m ³ /s	77,29%	77,29%	2,34 m/s	96,83%
0,40 m	67,0%	1,22 rad	0,28 m	1,15 m	61,0%	0,20 m ²	71,2%	0,18 m	4,73 m ³ /s	0,47 m ³ /s	78,93%	78,93%	2,35 m/s	97,22%
0,41 m	68,0%	1,20 rad	0,28 m	1,16 m	61,7%	0,20 m ²	72,4%	0,18 m	4,82 m ³ /s	0,48 m ³ /s	80,55%	80,55%	2,36 m/s	97,58%
0,41 m	69,0%													

0,48 m	80,0%	0,93 rad	0,24 m	1,33 m	70,5%	0,24 m ²	85,8%	0,18 m	5,85 m ³ /s	0,59 m ³ /s	97,75%	97,75%	2,41 m/s	99,98%
0,49 m	81,0%	0,90 rad	0,24 m	1,34 m	71,3%	0,25 m ²	86,8%	0,18 m	5,92 m ³ /s	0,59 m ³ /s	98,92%	98,92%	2,41 m/s	100,00%
0,49 m	82,0%	0,88 rad	0,23 m	1,36 m	72,1%	0,25 m ²	87,8%	0,18 m	5,99 m ³ /s	0,60 m ³ /s	100,04%	100,04%	2,41 m/s	99,99%
0,50 m	83,0%	0,85 rad	0,23 m	1,37 m	72,9%	0,25 m ²	88,7%	0,18 m	6,05 m ³ /s	0,61 m ³ /s	101,10%	101,10%	2,41 m/s	99,95%
0,50 m	84,0%	0,82 rad	0,22 m	1,39 m	73,8%	0,25 m ²	89,7%	0,18 m	6,11 m ³ /s	0,61 m ³ /s	102,11%	102,11%	2,41 m/s	99,88%
0,51 m	85,0%	0,80 rad	0,21 m	1,41 m	74,7%	0,26 m ²	90,6%	0,18 m	6,17 m ³ /s	0,62 m ³ /s	103,04%	103,04%	2,41 m/s	99,77%
0,52 m	86,0%	0,77 rad	0,21 m	1,42 m	75,6%	0,26 m ²	91,5%	0,18 m	6,22 m ³ /s	0,62 m ³ /s	103,91%	103,91%	2,40 m/s	99,63%
0,52 m	87,0%	0,74 rad	0,20 m	1,44 m	76,5%	0,26 m ²	92,4%	0,18 m	6,27 m ³ /s	0,63 m ³ /s	104,71%	104,71%	2,40 m/s	99,44%
0,53 m	88,0%	0,71 rad	0,19 m	1,46 m	77,5%	0,26 m ²	93,2%	0,18 m	6,31 m ³ /s	0,63 m ³ /s	105,42%	105,42%	2,39 m/s	99,22%
0,53 m	89,0%	0,68 rad	0,19 m	1,48 m	78,5%	0,27 m ²	94,0%	0,18 m	6,35 m ³ /s	0,63 m ³ /s	106,05%	106,05%	2,39 m/s	98,94%
0,54 m	90,0%	0,64 rad	0,18 m	1,50 m	79,5%	0,27 m ²	94,8%	0,18 m	6,38 m ³ /s	0,64 m ³ /s	106,58%	106,58%	2,38 m/s	98,62%
0,55 m	91,0%	0,61 rad	0,17 m	1,52 m	80,6%	0,27 m ²	95,5%	0,18 m	6,41 m ³ /s	0,64 m ³ /s	107,01%	107,01%	2,37 m/s	98,25%
0,55 m	92,0%	0,57 rad	0,16 m	1,54 m	81,7%	0,27 m ²	96,3%	0,18 m	6,43 m ³ /s	0,64 m ³ /s	107,33%	107,33%	2,36 m/s	97,81%
0,56 m	93,0%	0,54 rad	0,15 m	1,56 m	83,0%	0,27 m ²	96,9%	0,18 m	6,44 m ³ /s	0,64 m ³ /s	107,52%	107,52%	2,35 m/s	97,31%
0,56 m	94,0%	0,49 rad	0,14 m	1,59 m	84,2%	0,28 m ²	97,6%	0,17 m	6,44 m ³ /s	0,64 m³/s	107,57%	107,57%	2,33 m/s	96,73%
0,57 m	95,0%	0,45 rad	0,13 m	1,61 m	85,6%	0,28 m ²	98,1%	0,17 m	6,43 m ³ /s	0,64 m ³ /s	107,45%	107,45%	2,32 m/s	96,05%
0,58 m	96,0%	0,40 rad	0,12 m	1,64 m	87,2%	0,28 m ²	98,7%	0,17 m	6,41 m ³ /s	0,64 m ³ /s	107,14%	107,14%	2,30 m/s	95,26%
0,58 m	97,0%	0,35 rad	0,10 m	1,68 m	88,9%	0,28 m ²	99,1%	0,17 m	6,38 m ³ /s	0,64 m ³ /s	106,57%	106,57%	2,28 m/s	94,31%
0,59 m	98,0%	0,28 rad	0,08 m	1,71 m	91,0%	0,28 m ²	99,5%	0,16 m	6,33 m ³ /s	0,63 m ³ /s	105,67%	105,67%	2,25 m/s	93,14%
0,59 m	99,0%	0,20 rad	0,06 m	1,76 m	93,6%	0,28 m ²	99,8%	0,16 m	6,24 m ³ /s	0,62 m ³ /s	104,20%	104,20%	2,21 m/s	91,55%
0,60 m	100,0%			1,88 m	100,0%	0,28 m ²	100,0%	0,15 m	5,99 m ³ /s	0,60 m ³ /s	100,00%	100,00%	2,12 m/s	87,72%

0,18 m 6,44 m³/s 0,599 m³/s 2,41 m/s

599 l/s
51724 m³/jour