

ANNEXE 2

4 GESTION DES EAUX PLUVIALES

4.1 REGLEMENTATION LOCALE EN MATIERE DE GESTION DES EAUX PLUVIALES

D'après le Plan Local d'Urbanisme (PLU) de Villers-Saint-Paul dont la dernière procédure a été approuvée le 10/07/2023, ce projet se développe en zone 1AUe, correspondant à une zone d'extension future destinée à l'accueil d'activités économiques.

Pour ce qui concerne la gestion des eaux pluviales, le règlement du PLU pour la zone 1AUe mentionne les dispositions suivantes :

2. Eaux pluviales :

Les eaux pluviales doivent être gérées suivant les dispositions fixées par le schéma d'assainissement de la Communauté d'Agglomération, annexé au dossier PLU (voir annexe sanitaire mise à jour en 2013).

En l'absence de réseau, ou en cas de réseau insuffisant, les aménagements nécessaires au libre écoulement des eaux pluviales (et éventuellement ceux visant à la limitation des débits évacués de la propriété) sont à la charge exclusive du propriétaire qui doit réaliser les dispositifs adaptés à l'opération et au terrain.

Figure 9 : Extrait du règlement du PLU pour la zone 1AUe (source : Géoportail de l'urbanisme)

4.2 GESTION ACTUELLE DES EAUX PLUVIALES

En l'état actuel, les eaux pluviales tombant sur le terrain ne sont pas collectées et s'infiltrent dans le sol.

4.3 ÉTUDE DES POSSIBILITES D'INFILTRATION DES EAUX PLUVIALES

Dans un premier temps, les possibilités d'infiltérer les eaux pluviales des futures surfaces imperméabilisées ont été recherchées, en établissant une liste des caractéristiques environnementales et réglementaires des paramètres intervenant dans le choix du principe de gestion des eaux pluviales.

Ces caractéristiques et contraintes pour une gestion des eaux pluviales par infiltration sont récapitulées dans le tableau ci-après :

Tableau 3 : Synthèse des contraintes pour la gestion des eaux pluviales

Critères	Caractéristiques
Règlementation locale	Infiltration à la parcelle
Nature du sol et du sous-sol : perméabilité	<p>Présence de remblais hétérogènes moyennement perméables reposant sur des alluvions limono-sableuses et des sables de Cuise dont la perméabilité n'a pas été testée car ces horizons sont le siège d'une nappe.</p> <p>➔ <i>Infiltration moyenne nécessitant d'adapter les dimensions des ouvrages en conséquence.</i></p>
Hydrogéologie	<p>Présence d'une nappe susceptible de remonter à faible profondeur</p> <p>➔ <i>Infiltration en profondeur proscrite, des ouvrages superficiels sont à retenir.</i></p>
Hydrologie	<p>Présence d'un cours d'eau à proximité du projet. La Brèche s'écoule à une trentaine de mètres au Nord-Est.</p>
Topographie	Pente faible
Géotechnique	<p>Sol non sensible au retrait-gonflement des argiles</p> <p>Présence de remblais hétérogènes dans lesquels une infiltration est possible moyennant une mise à distance des ouvrages fondés</p> <p>➔ <i>Éloignement des ouvrages d'infiltration des ouvrages fondés d'au moins 5 m.</i></p>
Paysager	En extension d'un secteur industriel.
Usages	Le projet n'est pas inclus dans un périmètre de protection de captage
Risques	Le projet se développe en bordure d'une zone inondable.
Présence de réseau public	Absence de réseau d'eaux pluviales en aval

4.4 CHOIX DE LA PERIODE DE RETOUR

Compte tenu des spécificités du site et de son contexte, sur la base du Document Guide pour le rejet et la gestion des eaux pluviales de la DDT de l'Oise et du Memento Technique de 2017, le dimensionnement des ouvrages de gestion des eaux pluviales est effectué selon plusieurs niveaux de services correspondants à des périodes de retour différentes :

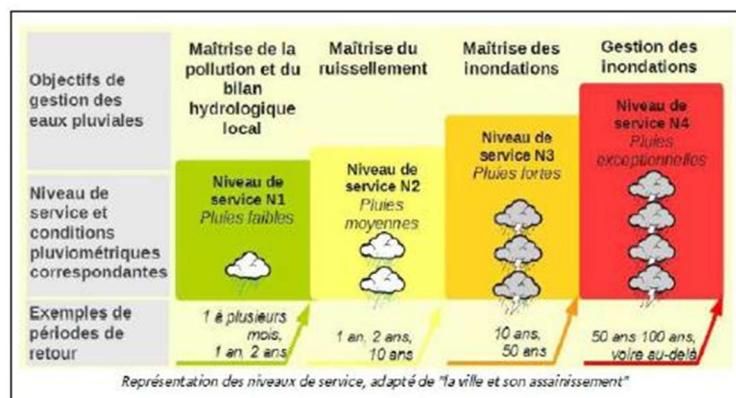


Figure 10 : Notions de niveaux de services

Dans le cas présent, les différents niveaux de service et objectifs retenus sont les suivants :

- **Niveau de service N2-N3 (= pluies moyennes à fortes)** : pluie de période de retour de 30 ans
 - o Objectif : stockage sans débordement et infiltration en 48 heures maximum ;
- **Niveau de service N4 (= pluie exceptionnelle)** : pluie de période de retour de 100 ans.
 - o Objectif : contrôle des débordements.

Le dimensionnement des ouvrages de gestion des eaux pluviales est présenté dans les paragraphes suivants.

4.5 PRINCIPE DE LA GESTION DES EAUX PLUVIALES DU PROJET

Compte tenu des contraintes du site, il est prévu le principe de gestion des eaux pluviales suivante :

- Les eaux pluviales de **toitures** seront collectées et stockées dans des cuves de récupération pour des usages non encore définis à ce jour. Les cuves seront dotées d'un système de surverse vers le réseau de collecte des eaux pluviales de la voirie en enrobé.
- Les eaux de ruissellement de la **voirie en enrobé** seront collectés dans un fossé étanche permettant l'acheminement des eaux collectées jusqu'à un bassin de décantation étanche doté d'un dispositif d'obturation. Le bassin de décantation permettra d'évacuer par surverse les eaux décantées dans un séparateur à hydrocarbures puis dans un bassin d'infiltration.
- Les eaux de pluie provenant de la **plateforme en stabilisé** seront collectées et infiltrées grâce à une noue positionnée le long de la plateforme.

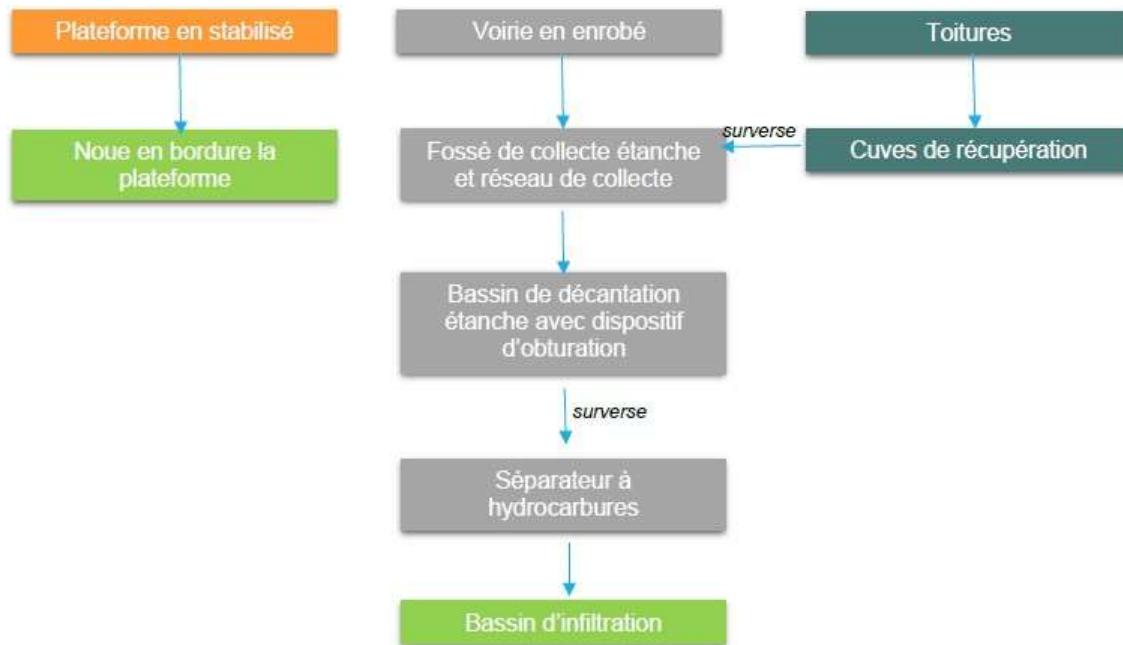


Figure 11 : Principe de gestion des eaux pluviales du projet

4.6 DIMENSIONNEMENT DU FOSSE DE COLLECTE ETANCHE

4.6.1 Débit de pointe à évacuer

Le fossé de collecte étanche permettra la collecte des eaux de ruissellement de la voirie en enrobé et des toitures. Les dimensions du fossé de collecte sont déterminées dans l'objectif de permettre l'évacuation d'une pluie de période de 30 ans.

Le calcul du débit de pointe pour une période de retour de 30 ans est effectué à l'aide de la méthode rationnelle. Elle s'exprime par la relation suivante :

$$Q = 2,78 \times C \times i \times A$$

Où

- Q : débit de pointe en l/s
- C : coefficient de ruissellement instantané
- i : intensité de la pluie en mm/h
- A : surface totale du bassin versant en ha

Dans le cas présent, ce calcul sera effectué pour une pluie de période de retour de 30 ans.

Les paramètres de calcul sont les suivants :

- la surface du bassin versant considéré, exprimée en ha ;
- le coefficient de ruissellement : déterminé en tenant compte de la couverture du sol, de la pente, ainsi que de la nature des terrains superficiels.
- l'intensité de la pluie : l'intensité de la pluie (i) en mm/h donnée par la formule de Montana : $i = a t^b$, avec :
 - a et b sont des coefficients de Montana ;
 - t_c = temps de concentration.

Le temps de concentration peut être évalué par plusieurs formules :

- La formule de Kirpich, pour des bassins versants de 0,4 ha à 45 ha, sur sol plutôt argileux, avec une pente comprise entre 3% et 12% ;
- La formule de Ventura, inadaptée car réservée à des bassin versants de plus de 10 km² ;
- La formule de Giandotti,
- La formule de Passini, pour des bassins versants de plus de 40 km² de superficie ;
- La formule SOGREAH ;
- La formule Ven Te Chow pour des bassins versants agricoles de 1 à 2 ha ;
- La formules des vitesses d'écoulement.

Dans le cas présent, le temps de concentration du site d'étude ont été calculés à l'aide des formules de Kirpich, Giandotti et à partir des vitesses d'écoulement.

Les formules sont les suivantes :

Tableau 4 : Formules utilisées pour le calcul des temps de concentration

Kirpich	$t_c = 0,01947 \times L^{0,77} \times I^{-0,385}$
Giandotti	$t_c = \frac{30 \times \sqrt{A} + 0,113 \times L}{\sqrt{L} i}$
Vitesses d'écoulement	$t_c = \frac{1}{60} \times \sum \frac{L_i}{V_i}$

Les paramètres employés pour le calcul du temps de concentration et du débit de pointe sont les suivants :

Tableau 5 : Paramètres de calcul du débit de pointe pour le site d'étude à l'état initial

L : le plus long cheminement hydraulique	300 m
I ou i : pente moyenne du bassin versant	0,5 %
A : superficie du bassin versant	1,257 ha
C : coefficient de ruissellement du bassin versant	0,93
V : vitesse d'écoulement	0,9 m/s

Les résultats obtenus sont les suivants :

Tableau 6 : Détermination du temps de concentration

Kirpich	6 minutes
Giandotti	12 minutes
Vitesses d'écoulement	5 minutes
Temps de concentration moyen obtenu	7 minutes

Les paramètres de calcul et résultats pour estimer le débit de pointe du site d'étude sont les suivants :

Tableau 7 : Détermination du débit de pointe

Surface du bassin versant considéré	1,257 ha
Coefficient de ruissellement	0,93
Longueur hydraulique	300 m
Vitesse d'écoulement	0,9 m/s
Temps de concentration	7 min
Intensité de la pluie	135 mm/h
Débit de pointe de période de retour de 30 ans	437 l/s

Le débit de pointe pour une période de retour de 30 ans pour le site d'étude est évalué à **437 l/s soit 0,43 m³/s.**

4.6.2 Détermination des dimensions du fossé

D'après la formule de Manning-Strickler, pour pouvoir évacuer ce débit de pointe et en considérant une pente de 0,5 %, le fossé devra posséder une section transversale d'écoulement minimale de 0,55 m², correspondant à un fossé triangulaire de 2,2 m de largeur en gueule et de 0,5 m de profondeur.

4.7 DIMENSIONNEMENT DU BASSIN DE DECANTATION

4.7.1 Intérêts du bassin de décantation

Le bassin de décantation est principalement destiné à abattre la pollution chronique en favorisant la décantation horizontale gravitaire des matières en suspension.

Il peut être isolé du bassin d'infiltration grâce à la fermeture du dispositif d'obturation qui permettra de :

- Stocker une pollution accidentelle qui se déverserait sur la voirie, grâce à un dispositif d'obturation positionné sur la canalisation d'évacuation ;
- Stocker les eaux d'extinction d'incendie, grâce à un volume supplémentaire prévu à cet effet. D'après les informations transmises par EUROVIA, le bureau d'études EACM a estimé le volume d'extinction des eaux d'incendie à 350 m³.

La canalisation de sortie du bassin de décantation permettra de diriger les eaux décantées vers le bassin d'infiltration.

4.7.2 Méthodologie

Le dimensionnement du bassin de décantation est basé sur la méthode de HAZEN. Selon ce modèle, une particule de vitesse de chute Vc décantant sur une hauteur H est retenue dans un bassin de longueur L et de surface horizontale S traversé par un débit Q si : $V_c \geq V_h$, avec (vitesse de Hazen) = Q/S

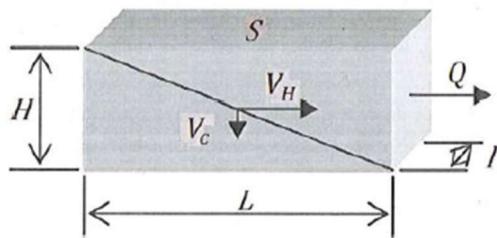


Figure 12 : Principe du modèle de Hazen

Ainsi, selon le modèle de Hazen, le rapport $\frac{L}{i}$ est égal au rapport $\frac{V_h}{V_c}$.

4.7.3 Données d'entrées

Les hypothèses de calcul suivantes sont retenues :

- Temps de retour de 1 an ;
- Taille minimale des particules à décanter : 10 µm.

4.7.4 Calcul du débit de pointe

Le calcul du débit de pointe pour une période de retour de 1 an est effectué à l'aide de la méthode rationnelle. Elle s'exprime par la relation suivante :

$$Q = 2,78 \times C \times i \times A$$

Où

- Q : débit de pointe en l/s
- C : coefficient de ruissellement instantané
- i : intensité de la pluie en mm/h
- A : surface totale du bassin versant en ha

Dans le cas présent, ce calcul sera effectué pour une pluie de période de retour de 1 an.

Les paramètres de calcul sont les suivants :

- la surface du bassin versant considéré, exprimée en ha ;
- le coefficient de ruissellement : déterminé en tenant compte de la couverture du sol, de la pente, ainsi que de la nature des terrains superficiels.
- l'intensité de la pluie : l'intensité de la pluie (i) en mm/h donnée par la formule de Montana : $i = a t^b$, avec :
 - a et b sont des coefficients de Montana ;
 - t_c = temps de concentration.

Le temps de concentration peut être évalué par plusieurs formules :

- La formule de Kirpich, pour des bassins versants de 0,4 ha à 45 ha, sur sol plutôt argileux, avec une pente comprise entre 3% et 12% ;
- La formule de Ventura, inadaptée car réservée à des bassin versants de plus de 10 km² ;
- La formule de Giandotti,
- La formule de Passini, pour des bassins versants de plus de 40 km² de superficie ;
- La formule SOGREAH ;
- La formule Ven Te Chow pour des bassins versants agricoles de 1 à 2 ha ;
- La formules des vitesses d'écoulement.

Dans le cas présent, le temps de concentration du site d'étude ont été calculés à l'aide des formules de Kirpich, Giandotti et à partir des vitesses d'écoulement.

Les formules sont les suivantes :

Tableau 8 : Formules utilisées pour le calcul des temps de concentration

Kirpich	$t_c = 0,01947 \times L^{0,77} \times I^{-0,385}$
Giandotti	$t_c = \frac{30 \times \sqrt{A} + 0,113 \times L}{\sqrt{L}i}$
Vitesses d'écoulement	$t_c = \frac{1}{60} \times \sum \frac{L_i}{V_i}$

Les paramètres employés pour le calcul du temps de concentration et du débit de pointe sont les suivants :

Tableau 9 : Paramètres de calcul du débit de pointe pour le site d'étude à l'état initial

L : le plus long cheminement hydraulique	300 m
I ou i : pente moyenne du bassin versant	0,5 %
A : superficie du bassin versant	1,257 ha
C : coefficient de ruissellement du bassin versant	0,93
V : vitesse d'écoulement	0,9 m/s

Les résultats obtenus sont les suivants :

Tableau 10 : Détermination du temps de concentration

Kirpich	6 minutes
Giandotti	12 minutes
Vitesses d'écoulement	5 minutes
Temps de concentration moyen obtenu	7 minutes

Les paramètres de calcul et résultats pour estimer le débit de pointe du site d'étude sont les suivants :

Tableau 11 : Détermination du débit de pointe

Surface du bassin versant considéré	1,257 ha
Coefficient de ruissellement	0,93
Longueur hydraulique	300 m
Vitesse d'écoulement	0,9 m/s
Temps de concentration	7 min
Intensité de la pluie	65 mm/h
Débit de pointe de période de retour de 1 an	213 l/s

Le débit de pointe pour une période de retour de 1 an pour le site d'étude est évalué à **213 l/s**.

4.7.5 Vitesse de décantation des particules

Pour des particules de $10 \mu\text{m}$, la vitesse de décantation est de $2,7 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$.

4.7.6 Le temps de décantation

Le temps de décantation minimal noté t_d est égal au rapport :

$$t_d = \frac{\text{profondeur du bassin}}{\text{vitesse de décantation}}$$

La profondeur du bassin de décantation est fixée arbitrairement à 1 m.

Le temps de décantation t_d est donc égal à :

$$t_d = \frac{1}{2,7 \times 10^{-4}} = 1 \text{ heure}$$

4.7.7 Le temps de transfert

Le temps de transfert noté t_t doit être supérieur à t_d pour permettre la décantation des particules considérées, ici $10 \mu\text{m}$.

4.7.8 Détermination des dimensions du bassin

Le débit d'entrée Q est égal à :

$$Q = l \times h \times Vt$$

La vitesse de transfert Vt est donc égal à :

$$Vt = \frac{Q}{l \times h}$$

Par ailleurs la vitesse de transfert Vt est également égale à : $Vt = \frac{L}{t_t}$

Ce qui permet d'en déduire la largeur L que doit posséder le bassin : $L = Vt \times t_t$

La hauteur du bassin est fixée arbitrairement à 1 m et sa largeur est retenue à 20 m, correspondant à la place disponible à l'emplacement retenu pour la réalisation du bassin de décantation.

Tableau 12 : Détermination des dimensions du bassin de décantation

Hauteur du bassin (m)	1
Largeur du bassin (m)	20
Débit de pointe avec la méthode rationnelle – 1 an (m^3/s)	0,21
Temps de transfert (h)	1
Vitesse de transfert (m/s)	0,011
Longueur du bassin calculée (m)	40

4.7.9 Résultats

Afin de permettre la décantation des particules de taille supérieures à 10 µm, le bassin de décantation devra posséder une largeur de 20 m et une longueur de 40 m.

Les canalisations d'amenée et de sortie seront positionnées à l'opposé, de manière à favoriser la décantation des particules.

Un dispositif de tranquillisation devra être positionné au niveau de la canalisation d'amenée des eaux, afin de les ralentir.



Figure 13 : Principe du bassin de décantation – vue du dessus

En temps normal, seule la partie inférieure du bassin de décantation sera sollicité. Une canalisation de surverse permettra d'évacuer les eaux décanter vers le séparateur à hydrocarbures puis le bassin d'infiltration. La partie supérieure du bassin de décantation servira au stockage des eaux d'extinction d'incendie après fermeture du dispositif d'obturation.

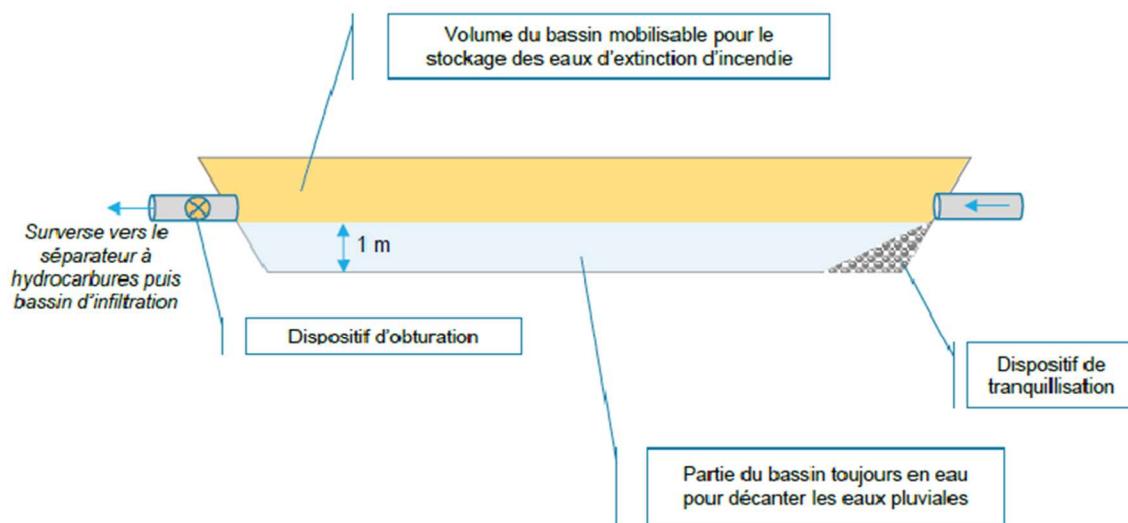


Figure 14 : Principe du bassin de décantation – vue en coupe

4.8 DIMENSIONNEMENT DU SEPARATEUR A HYDROCARBURES

Le séparateur à hydrocarbures, positionné entre le bassin de décantation et le bassin d'infiltration, est dimensionné avec déversoir d'orage. Dans ce cas, le débit des eaux de pluie traité par le séparateur à hydrocarbures est de 20 % du débit de pointe d'une pluie décennale.

Le débit de pointe de la pluie décennale a été calculé à partir de la méthode rationnelle présentée dans le paragraphe 4.6.1. Pour cet évènement pluvieux, le débit de pointe est de 343 l/s. Le débit maximum à considérer pour le dimensionnement du séparateur à hydrocarbures est donc de : $\frac{20}{100} \times 343 = 69$ l/s.

Selon la norme NF EN 858-2 sur le dimensionnement des installations de séparation d'hydrocarbures, la taille nominale du séparateur est calculée par la formule suivante :

$$TN = (Qp + fx \times Qs) \times fd$$

Avec :

- TN : taille nominale du séparateur calculée
- Qp : débit maximum des eaux de pluie en entrée du séparateur, en litres par secondes
- fx : facteur relatif à l'entrave selon la nature du déversement.
- Qs : débit maximum des eaux usées de production en entrée du séparateur, en litres par seconde
- fd : facteur relatif à la masse volumique des hydrocarbures concernés, pour l'essence et le gazole, fd=1

Dans le cas où seules les eaux de pluie sont collectées, fx=0

Ainsi :

$$TN = Qp \times fd$$

$$TN = 69 \times 1$$

$$TN \sim 70$$

Par conséquent, le déshuileur doit posséder une taille nominale de 70. Étant donné la présence d'un bassin de décantation en amont, il n'est pas nécessaire d'équiper le séparateur à hydrocarbures d'un débourbeur.

4.9 METHODE DE CALCUL DES OUVRAGES D'INFILTRATION

Pour une période de retour de 30 ans, le dimensionnement du bassin et de la noue d'infiltration (voir paragraphes suivants) est réalisé à partir de la méthode des pluies.

- Surface active

La surface active est égale au produit des surfaces imperméabilisées par le coefficient de ruissellement

- Débit de fuite

Le débit de fuite est le débit d'infiltration dans le bassin d'infiltration ou la noue, exprimé en l/s.

- Caractérisation des pluies

Les pluies sont caractérisées à l'échelle locale, grâce aux paramètres de Montana calculés par Météo-France à l'aide d'une analyse statistique des pluies. Dans le cas présent, ce sont les coefficients de Montana de la station de Roissy qui sont utilisés.

Pour chaque dimensionnement, l'épisode pluvieux le plus défavorable, c'est-à-dire celui générant le plus grand volume à stocker pour les paramètres considérés, est recherché pour une période de retour donnée.

La pluie de projet est caractérisée par sa hauteur précipitée H_p et sa durée t .

- Détermination de la hauteur à stocker

La hauteur d'eau à stocker correspond à la valeur maximale entre la hauteur de pluie précipitée et la hauteur d'eau évacuée par le débit de fuite.

La hauteur d'eau évacuée est calculée de la façon suivante :

$$H_e = \frac{Qf \times t}{Sa}$$

Avec Qf = débit de fuite en l/s

t = durée de la pluie en secondes

Sa = surface active en m^2 .

La hauteur maximale à stocker est égale à la différence entre la hauteur d'eau précipitée et la hauteur d'eau évacuée.

$$H_s = H_p - H_e$$

- Détermination du volume à stocker

Le volume minimal à stocker durant l'épisode pluvieux considéré est déterminé à partir de la formule suivante :

$$V = 10 \times Sa \times H_s$$

Avec H_s = hauteur maximale à stocker en mm

Sa = surface active en ha.

4.10 DIMENSIONNEMENT DU BASSIN D'INFILTRATION

4.10.1 Surfaces collectées par le bassin d'infiltration

Le bassin d'infiltration collectera les eaux pluviales en provenance de la voirie en enrobé, et des toitures par surverse des cuves de récupération.

Les toitures seront majoritairement constituées de bacs acier, seule la toiture du local du personnel sera végétalisée.

Tableau 13 : Synthèse des surfaces collectées par le bassin d'infiltration

	Voirie en enrobé	Toiture en acier	Toiture végétalisée
Surfaces en m^2	8500	4000	70
Coefficient de ruissellement	0,9	1	0,7

La surface active collectée par le bassin d'infiltration est donc de 11699 m^2 .

4.10.2 Surface du bassin d'infiltration

La surface du bassin d'infiltration a été définie de manière à permettre l'infiltration d'une pluie de période de retour de 30 ans en moins de 48 heures. Pour atteindre cet objectif, **la surface du bassin doit être de 1100 m²**.

Avec ces dimensions, le bassin d'infiltration possèdera un débit d'infiltration Q_{inf} de :

$$Q_{inf} = S_{inf} \times \text{Perméabilité} \times \text{Coef. de colmatage}$$

Pour le calcul, les hypothèses suivantes ont été considérées :

- Un coefficient de perméabilité de 4.10^{-6} m/s, correspond à la valeur moyenne mesurée ;
- Un coefficient de colmatage de 0,8.

Ainsi, le débit d'infiltration du bassin est de :

$$Q_{inf} = 1100 \times 4.10^{-6} \times 1000 \times 0,8 = 3,52 \text{ l/s}$$

4.10.3 Volume du bassin d'infiltration

Le bassin d'infiltration est dimensionné pour permettre le stockage sans débordement d'une pluie de période de retour de 30 ans.

La note de calcul est jointe en annexe. Ainsi, le bassin d'infiltration devra posséder un volume de rétention de 553 m³ pour permettre le stockage de la pluie trentennale la plus défavorable sans débordement. La durée d'infiltration à la suite de cet événement pluvieux est de 44 heures.