

SPL EPOPEA

NOTE HYDRAULIQUE EXPLICATIVE DE LA GESTION DES EAUX PLUVIALES

Avril 2025 – V2

V.	Date	Établi par	Vérifié par	Nb. pages	Observations / Visa
V1	Mai 2024	PFO	TRE	9	Diffusion initiale
V2	Avril 2025	PFO	TGA	12	MAJ évolution projet

TABLE DES MATIERES

I. FONCTIONNEMENT HYDRAULIQUE GENERALE	4
I. 1. Contexte du projet	4
I. 1. 1. Situation du projet.....	4
I. 1. 2. Gestion des eaux pluviales à l'échelle de la ZAC	5
I. 2. Fonctionnement des noues	6
II. CALCULS HYDRAULIQUES.....	7
II. 1. Estimation des volumes d'eaux pluviales à gérer	7
II. 2. Estimation des volumes des noues	10
II. 3. Estimation des volumes aux exutoires	11
III. CONCLUSIONS	12

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Plan de situation de la ZAC Mont Coco, source : Agence Bruno Fortier, octobre 2023.....	4
Figure 2 : Représentation des bassins versants et de leurs exutoires, source : setec tpi, mai 2024 ... Erreur ! Signet non défini.	
Figure 3 : Schématisation des surverses des bassins versants, source : setec tpi, mai 2024	6
Figure 4 : Schématisation des états des bassins versants, source : setec tpi, mai 2024	10
Figure 5 : Schématisation des volumes versés dans les différents bassins versants, source : setec tpi, mai 2024 .	12

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Calcul des volumes théoriques et complémentaires de chaque bassin versant, source : setec tpi, mai 2024	11
---	----

I. FONCTIONNEMENT HYDRAULIQUE GENERALE

I. 1. Contexte du projet

I. 1. 1. Situation du projet

Situé au nord de l'agglomération caennaise, le secteur de la ZAC Mont Coco, où la trame grise domine, s'inscrit dans un vaste projet de requalification urbaine mené par la Communauté urbaine de Caen-la-Mer.



Figure 1 : Plan de situation de la ZAC Mont Coco, source : Agence Bruno Fortier, octobre 2023

Dans le cadre du projet d'aménagement urbain EPOPEA Park mené par la Communauté Urbaine de Caen-la-Mer, situé à Caen, dans le Calvados (14), un plan-guide a été élaboré en 2021 par le cabinet Devillers & Associés afin d'établir une stratégie de développement sur la première phase opérationnelle du projet : la création d'une Zone d'Aménagement Concerté (ZAC) sur le secteur « Mont-Coco – Côte de la Nacre ». En décembre 2022, un accord-cadre de maîtrise d'œuvre pour la réalisation de la ZAC Mont Coco a été signé entre la SPL EPOPEA et le groupement de maîtrise d'œuvre urbaine piloté par le cabinet d'architectes Bruno Fortier, conduisant à l'élaboration d'un nouveau plan-guide sur le secteur de la ZAC.

L'aire d'étude rapprochée sur laquelle se déroulera les études hydrauliques du projet (positionnement des aménagements, travaux et aménagements connexes) couvre une superficie de 67,4 ha. Elle correspond à l'emprise de la ZAC (voir figure 1 ci-dessus), comme définie dans le plan-guide du groupement Fortier et localisée entre le boulevard Jean Moulin à l'ouest, périphérique nord au sud et RD401 au nord. A l'est, la limite a été définie en prenant compte de la RD7 qui sera réaménagée dans le cadre du projet.

Pour la gestion des eaux sur le domaine privé, il est nécessaire de souligner le respect du zonage d'assainissement eaux pluviales de Caen la mer et de préciser aucun rejet (débit de fuite et également surverse) ne sera autorisé sur les futurs ouvrages de la ZAC. Également, chaque porteur de projet devra étudier l'impact d'une pluie **centennale**.

Le projet ne prévoit pas de rejets d'eaux pluviales du domaine privé vers le domaine public.

1. Liaison
vers avenue
Jean Moulin

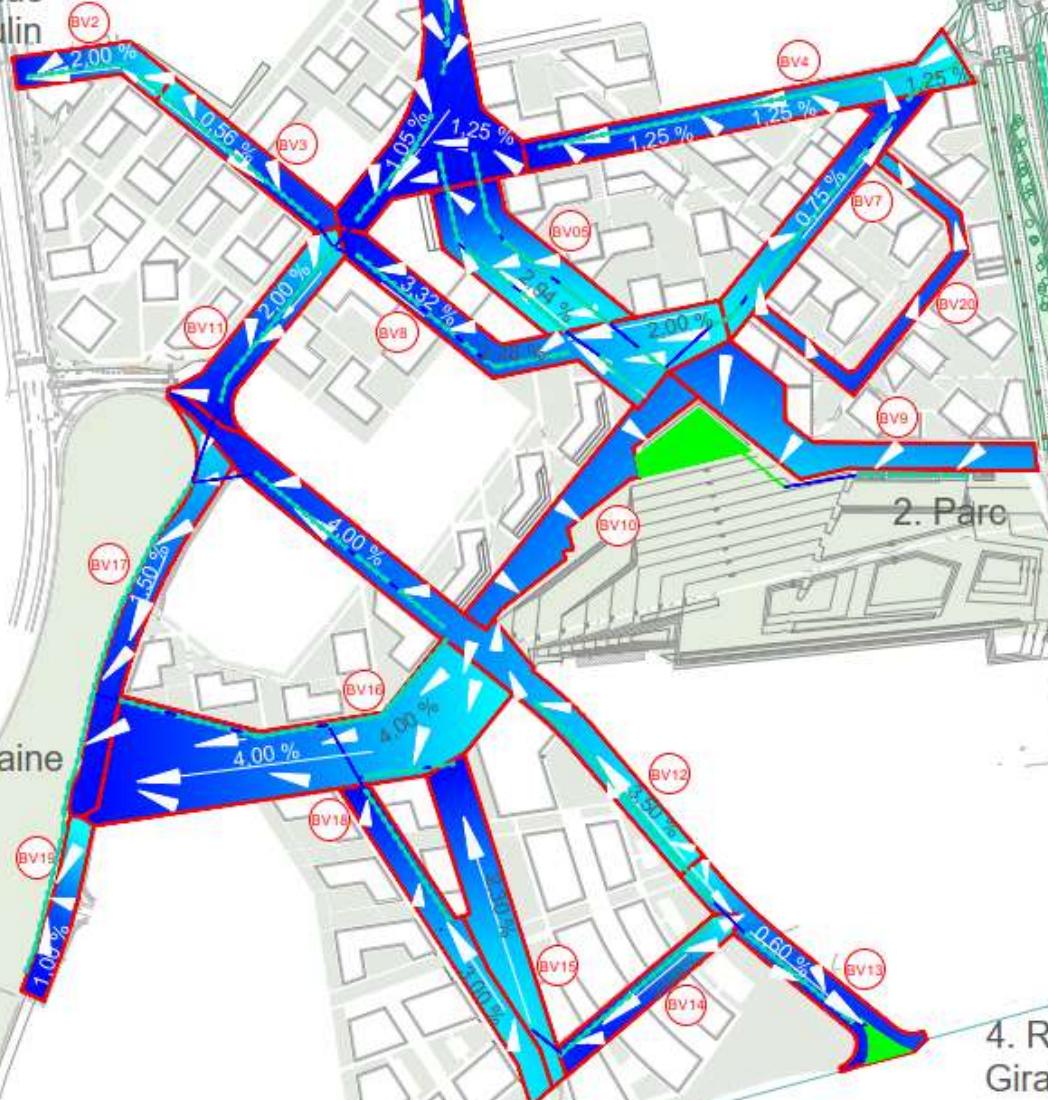


Figure 2: Représentation des bassins versants et de leurs exutoires, source : setec tpi, avril 2025

Concernant la gestion des eaux pluviales, l'objectif est d'en gérer une grande partie sur le territoire de la ZAC. Pour ce faire, un système de 20 bassins versants, composé de noues en séries ou en parallèles, a été imaginé avec quatre exutoires différents. Le schéma ci-dessous représente les différents bassins versants et leurs noues associées. Il est important de noter que les points bas sont représentés en bleu foncé et les points hauts en bleu clair.

Les quatre exutoires de la ZAC sont donc les suivants :

- 1. Liaison vers avenue Jean Moulin
- 2. Le parc
- 3. La plaine
- 4. Rue de la Girafe

Le fonctionnement des bassins versants est le suivant :

- Le bassin versant 2 se rejette au nord de la rue Mont Coco, vers l'avenue Jean Moulin
- Les bassins versant 9 et 10 se rejettent dans le parc
- Tous les autres bassins versants se rejettent dans la plaine
- Le bassin versant 13 se rejette dans la rue de la Girafe

I. 2. Fonctionnement des noues

Chacun des bassins versants auront un fonctionnement similaire : écoulement des voiries et trottoirs vers les espaces verts en creux (noues) pour infiltrations. Entre chaque bassin versant un fonctionnement par surverse (éventuellement canalisée en croix de carrefour par exemple) sera mis en place jusqu'aux exutoires finaux définis précédemment. Le fonctionnement des bassins versants 2,7,9,10 et 13 a été explicité précédemment. Les autres bassins versants, qui se rejettent dans la plaine, se versent les uns dans les autres selon le principe suivant :

- Le bassin versant 20 se rejette dans le bassin versant 7.
- Le bassin versant 20 se rejette dans le bassin versant 4.
- Les bassins versant 5 et 4 se rejettent dans le bassin versant 1.
- Les bassins versant 1, 3 et 8 se rejettent dans le bassin versant 11.
- Les bassins versant 11,12 dans la partie nord de la plaine via des drains projetés.
- Le bassin versant 17 se rejette dans la plaine.
- Le bassin versant 14 se rejette dans le bassin versant 15.
- Les bassins versant 15 et 18 se rejettent dans le bassin versant 16.
- Le bassin versant 16 se rejette dans le bassin versant 19.
- Le bassin versant 19 se rejette dans la plaine.

La figure 3 suivante (également présentée en annexe) schématisise la surverse des différents bassins versant de la ZAC MONT COCO.

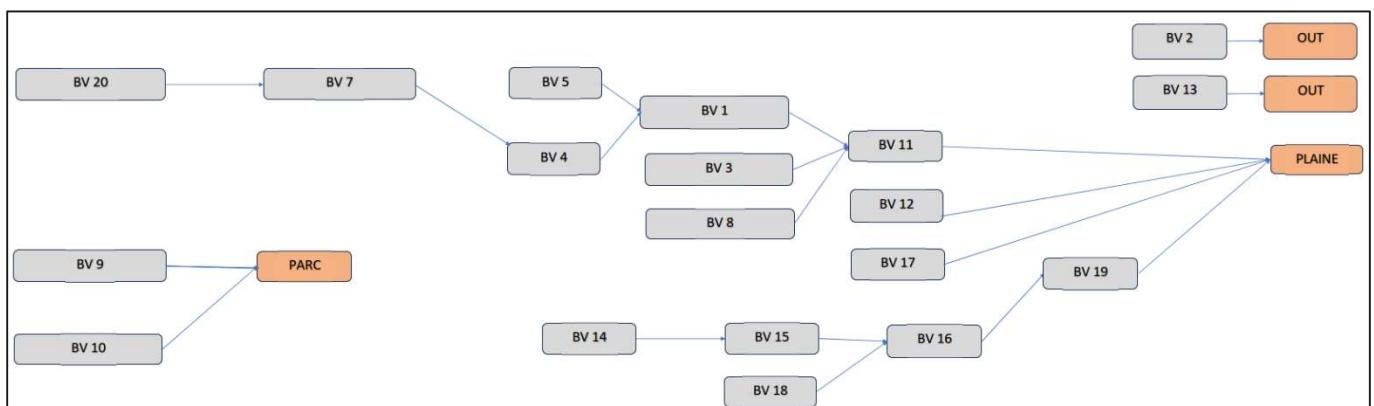


Figure 3 : Schématisation des surverses des bassins versants, source : setec tpi, avril 2025

L'objectif de cette note hydraulique est maintenant de connaître les volumes d'eau dans chaque bassin versant et aux quatre différents exutoires.

II. CALCULS HYDRAULIQUES

Afin de déterminer les volumes d'eau rejetés aux différents exutoires il est nécessaire :

- d'estimer les volumes d'eaux à gérer sur chaque bassin versant
- d'estimer les volumes stockés dans les noues des bassins versants
- d'étudier les surverses de différentes noues pour évaluer les volumes d'eau aux exutoires

Ce sont ces trois étapes qui vont être détaillées dans cette partie avec les hypothèses d'études AVP suivantes :

- Plan d'aménagement : CMC-10-0-FOR-PL-AME-46 en date du 20/03/2025
- Plan de nivellation : CMC-10-0-FOR-PL-NIV-05 en date du 15/08/2024
- Plan des réseaux humides projetés : CMC-1-5-2-1-1-0-SET-PL-HUM-A en date du 31/03/2025
- Rendu Géotechnique de GINGER en date du 21/06/2024.

II. 1. Estimation des volumes d'eaux pluviales à gérer

Dans un premier temps, le volume d'eau pluviale à gérer dans chaque bassin versant a été estimé en utilisant la méthode des pluies. Les hypothèses de calculs suivantes ont été prises :

- Une lame d'eau de pluie courante de référence de 20mm¹
- Une durée de période de retour de 50 ans
- Une perméabilité du sol, issue du rapport Géotechnique de GINGER
- Les coefficients de Montana de la station météorologique de Caen pour des pluies de durée de 6 minutes à 96 heures.
- Une infiltration à **100% sans rétention avec rejet et sans rejet avec infiltration**
- La formule de l'intensité suivante : $i(t) = a \times t^b$

L'objectif est ensuite d'estimer un volume à stocker soit le volume de ruissellement sur chaque bassin versant moins le volume infiltré (également appelé évacué). Les formules utilisées sont les suivantes :

Pour chaque bassin versant, le volume à stocker maximal a donc été retenu. Il est donc maintenant nécessaire d'estimer le volume d'eau stockable dans chaque nouse des différents bassins versants.

¹ Hypothèse issue de la note explicative du zonage eaux pluviales V4 de Caen la mer Normandie et confirmée par Mathieu BROCHARD de la DCE en février 2022 et transmis à setec tpi en octobre 2023.

SPL EPOPEA PROJET ZAC MONT COCO Phase : AVP Note de calcul de gestions des eaux de pluies
--

Bassin versant 2	
Données du Projet	
Commune du projet:	Caen
Durée de la période de retour	50 ans
Débit de fuite autorisé	3 L/s/ha
Perméabilité du sol	2,2E-06 m/s
Hauteur de la lame d'eau de pluie courante de référence	20 mm

Typologie de surface	Epaisseur de substrat	Surface	Hauteur d'eau maximale théorique abattue	Capacité maximale de l'espace abattue	Volume abattu pour la pluie de référence	Coefficient de ruissellement	Surface active
Espace engazonné pleine terre	Pleine terre	302 m ²	48 mm	14,50 m ³	6,04 m ³	0,20	60 m ²
Surface imperméable dingée vers la zone pavés engazonnés	X		0 mm	0,00 m ³	0,00 m ³	1,00	0 m ²
Surface imperméable dingée vers la zone de plantation	X	910 m ²	0 mm	0,00 m ³	8,46 m ³	1,00	910 m ²
Pavés ou dalles à joints engazonnés ou sablés	Pleine terre		11 mm	0,00 m ³	0,00 m ³	0,80	0 m ²
Toiture en pente ou terrasse (gravillonnée ou non)	X		0 mm	0,00 m ³	0,00 m ³	1,00	0 m ²
Voirie, allée et parking en revêtement imperméable	X	0 m ²	0 mm	0,00 m ³	0,00 m ³	1,00	0 m ²
TOTAL		1 212 m ²		14,50 m ³	14,50 m ³		970 m ²

Caractéristique du Bassin versant

Surface active	970 m ²
Coefficient d'apport	0,80

Vérification des capacités d'abattement des surfaces concernées

Volume de la pluie courante à gérer à la source	24 m ³
Volume abattu sur l'ensemble du bassin versant lors d'une pluie courante	14 m ³
Volume complémentaire géré par sous bassins versants (voir annexe)	
% d'abattement de la pluie courante de référence sur le projet	60%

Dimensionnement de l'ouvrage de stockage par la méthode des pluies

Coefficients de Montana

Station météorologique la plus proche: CAEN (14)

14

Coefficients de Montana pour des pluies de durée de 6 minutes à 96h

Durée de retour	a	b
5 ans	359	0,708
10 ans	457	0,721
20 ans	564	0,73
30 ans	629	0,735
50 ans	722	0,741
100 ans	859	0,748

Coefficients de Montana pour des pluies de durée de 6 minutes à 96h

Durée de retour	a	b
5 ans	359	0,708
10 ans	457	0,721
20 ans	564	0,73
30 ans	629	0,735
50 ans	722	0,741
100 ans	859	0,748

Typologie d'ouvrage de gestion

Rétention avec rejet	non	Infiltration à 100%	oui	Rejet avec infiltration	non
Débit de consigne	0,29 L/s	Débit d'infiltration	0,55 L/s	Débit combiné	0,84 L/s

Durée de la pluie t	i(t) de la pluie	Volume ruisseaué	Volume évacué	Volume à stocker
6 min	191,39 mm/h	18,57 m ³	0,20 m ³	18,37 m ³
12 min	114,52 mm/h	22,23 m ³	0,40 m ³	21,83 m ³
24 min	68,52 mm/h	28,80 m ³	0,79 m ³	25,80 m ³
48 min	41,00 mm/h	31,83 m ³	1,58 m ³	30,24 m ³
60 min	34,75 mm/h	33,72 m ³	1,98 m ³	31,74 m ³
140 min	18,55 mm/h	41,99 m ³	4,62 m ³	37,37 m ³
260 min	11,72 mm/h	52,02 m ³	8,58 m ³	40,72 m ³
320 min	10,05 mm/h	52,02 m ³	10,56 m ³	41,46 m ³
440 min	7,94 mm/h	56,49 m ³	14,52 m ³	41,97 m ³
620 min	6,16 mm/h	61,74 m ³	20,46 m ³	41,28 m ³
740 min	5,40 mm/h	64,63 m ³	24,42 m ³	40,21 m ³
860 min	4,83 mm/h	67,20 m ³	28,38 m ³	38,82 m ³
920 min	4,60 mm/h	68,38 m ³	30,36 m ³	38,02 m ³
1 040 min	4,20 mm/h	70,59 m ³	34,32 m ³	36,27 m ³
1 160 min	3,87 mm/h	72,62 m ³	38,28 m ³	34,34 m ³
1 220 min	3,73 mm/h	73,57 m ³	40,26 m ³	33,31 m ³
1 340 min	3,48 mm/h	75,38 m ³	44,22 m ³	31,16 m ³
1 400 min	3,37 mm/h	76,24 m ³	46,20 m ³	30,04 m ³
1 520 min	3,17 mm/h	77,88 m ³	50,16 m ³	27,72 m ³
1 640 min	2,99 mm/h	79,43 m ³	54,12 m ³	25,31 m ³
1 620 min	2,77 mm/h	81,60 m ³	60,06 m ³	21,54 m ³
1 940 min	2,64 mm/h	82,96 m ³	64,02 m ³	18,94 m ³
2 120 min	2,48 mm/h	84,89 m ³	69,96 m ³	14,93 m ³
2 240 min	2,38 mm/h	86,11 m ³	73,92 m ³	12,19 m ³
2 360 min	2,29 mm/h	87,28 m ³	77,88 m ³	9,40 m ³
2 420 min	2,24 mm/h	87,85 m ³	79,86 m ³	7,99 m ³
2 480 min	2,20 mm/h	88,41 m ³	81,84 m ³	6,57 m ³
2 600 min	2,13 mm/h	89,50 m ³	85,80 m ³	3,70 m ³
2 780 min	2,03 mm/h	91,06 m ³	91,74 m ³	-0,68 m ³
2 880 min	1,97 mm/h	91,90 m ³	95,04 m ³	-3,14 m ³

Volume d'eau à stocker au maximum de la pluie de référence : **42 m³**

Vérification du temps de vidange (>24h de préf., maxi. <48h) **21,20 h**

Figure 4 Estimation des volumes d'eaux pluviales à gérer

- Volume d'eau à stocker au maximum de la pluie de référence : C'est la valeur maximale dans la colonne "Volume à stocker" pour la pluie de référence.

$$V_{\text{stocké}} = V_{\text{ruisselé}} - V_{\text{évacué}}$$

$$V_{\text{ruisselé}} = \frac{t * i(t) * Sa}{1000 * 60} \quad \text{avec } t \text{ le temps en min, } i(t) \text{ l'intensité en mm/h, } Sa \text{ la surface active en m}^2$$

$$S_a \text{ Surface active} = \sum \text{Surface} * \text{Coefficient de ruissellement, m}^2$$

Cela fait référence à la surface (en m²) qui contribue au ruissellement. Il s'agit généralement de la zone imperméable (comme chaussée et trottoir enrobé, béton, dallages granit, pavage, ect) et qui dirige l'eau vers les noues.

$$V_{\text{évacué}} = \frac{Q_{\text{inf}} * t * 60}{1000} \quad \text{avec } t \text{ le temps en min, } Q_{\text{inf}} \text{ le débit d'infiltration en L/s}$$

$$Q_{\text{inf}} \text{ le débit d'infiltration} = \text{Surface d'infiltration} (\text{noues+parcs}) * \text{perméabilité de sol} * 1000$$

$$*1000 = \text{m}^3 \text{ to liter}$$

Espace engazonné pleine terre : Cela inclut tous les espaces verts et les surfaces infiltrantes.

Surfaces infiltrantes : Ce sont principalement les noues et, occasionnellement, de grands espaces verts comme les Parcs 1, 2, 3 et les espaces verts du Cours.

Calcul de la perméabilité du sol

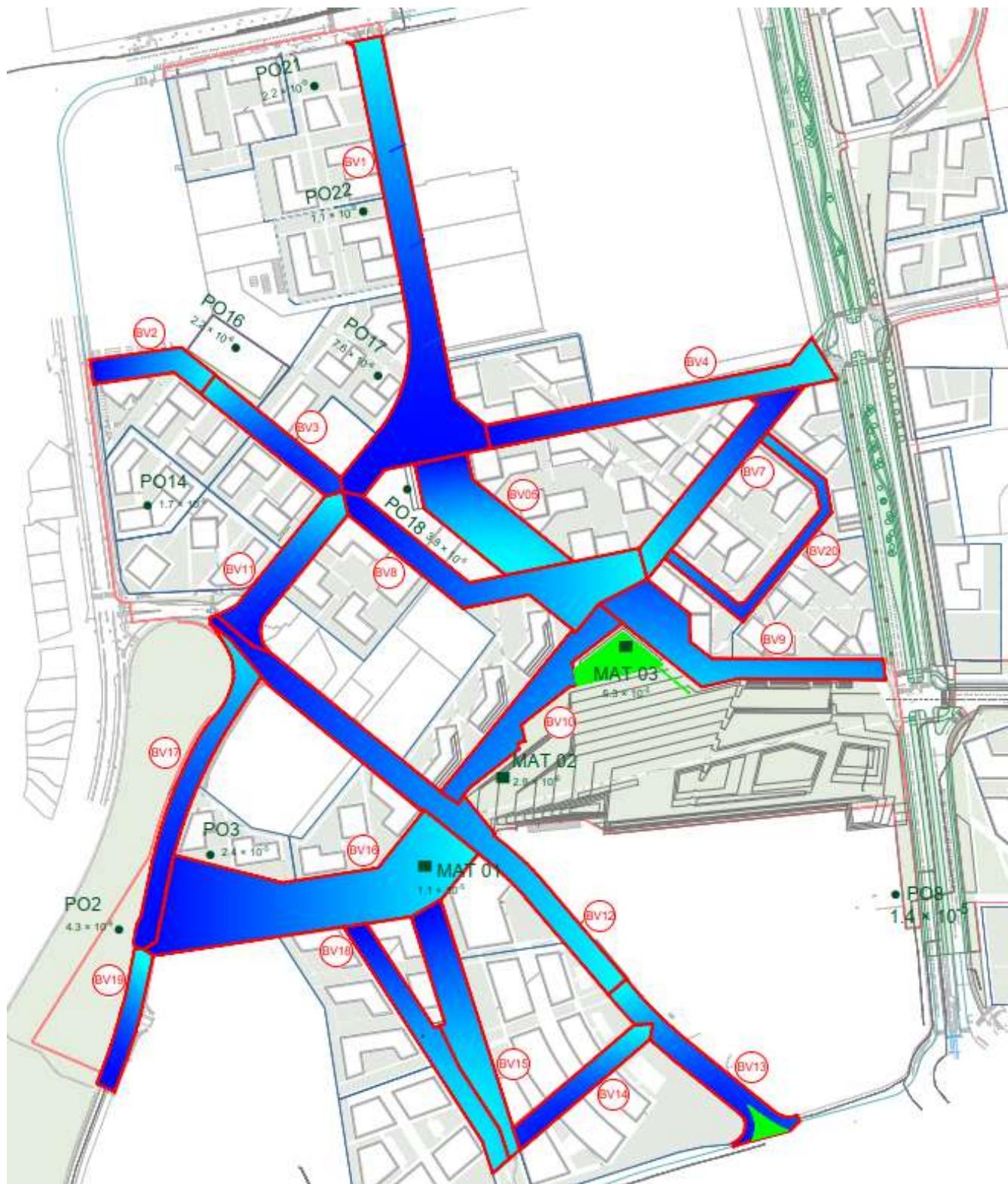


Figure 5. Perméabilité pour chaque type d'essai Matsuo et Porchet (source : GINGER, 2024)

Valeur représentative de la perméabilité du sol, on la calcule en faisant la moyenne des valeurs de perméabilité provenant des sondages les plus proches.

BV1 = perméabilité moyenne des sondages PO21, PO22, PO17, PO18, $1,7 \times 10^{-5}$

BV2 = perméabilité moyenne des sondages PO16, $2,2 \times 10^{-6}$

BV3 = perméabilité moyenne des sondages PO16, PO17, PO18, $1,6 \times 10^{-5}$
BV4 = perméabilité de sondage MAT03, PO18, $4,6 \times 10^{-5}$
BV5 = perméabilité moyenne des sondages MAT03, PO18, $4,6 \times 10^{-5}$
BV7 = perméabilité de sondage MAT03, $5,3 \times 10^{-5}$
BV8 = perméabilité moyenne des sondages MAT03, PO18, $4,6 \times 10^{-5}$
BV9 = perméabilité de sondage MAT03, $5,3 \times 10^{-5}$
BV10 = perméabilité moyenne des sondages MAT02 et MAT03, $2,8 \times 10^{-6}$
BV11 = perméabilité moyenne des sondages PO14 et PO18, $2,8 \times 10^{-5}$
BV12 = perméabilité moyenne des sondages MAT02 et MAT01, $7,0 \times 10^{-6}$
BV13 = perméabilité moyenne des sondages MAT02 et MAT01, $7,0 \times 10^{-6}$
BV14 = perméabilité moyenne des sondages MAT02 et MAT01, $7,0 \times 10^{-6}$
BV15 = perméabilité moyenne des sondages MAT01 et PO3, $1,8 \times 10^{-5}$
BV16 = perméabilité moyenne des sondages MAT01 et PO3, $1,8 \times 10^{-5}$
BV17 = perméabilité moyenne des sondages PO2 et PO3, $1,4 \times 10^{-5}$
BV18 = perméabilité moyenne des sondages MAT01 et PO3, $1,8 \times 10^{-5}$
BV19 = perméabilité de sondage PO2, $4,3 \times 10^{-6}$
BV20 = perméabilité de sondage MAT03, $5,3 \times 10^{-5}$

II. 2. Estimation des volumes des noues

Afin d'estimer le potentiel de stockage d'eau dans chaque noue, un volume théorique a été calculé en prenant comme hypothèse une hauteur de noue de 30cm. La formule utilisée est la suivante :

- $V_{\text{théorique}} = \frac{b^* h * L}{2}$ avec $b^* L$ la surface d'espace vert de chaque bassin versant et $h = 0.3\text{m}$.

A partir de ce volume théorique et du volume stocké, un volume complémentaire à gérer peut être établi avec la formule suivante :

$$- \quad V_{complémentaire} = V_{stocké} - V_{théorique}$$

Certains bassins versants sont donc autosuffisants ($V_{complémentaire} \leq 0$) tandis que d'autres ont trop d'eau à gérer ($V_{complémentaire} > 0$). La figure 4 suivante représente les différents états de chaque bassin versant avec en vert les bassins versants autosuffisant, en bleu les bassins versant avec un $V_{complémentaire}$ compris entre 0 et $75m^3$ et en rouge les bassins versants avec un $V_{complémentaire}$ supérieur à $75m^3$.

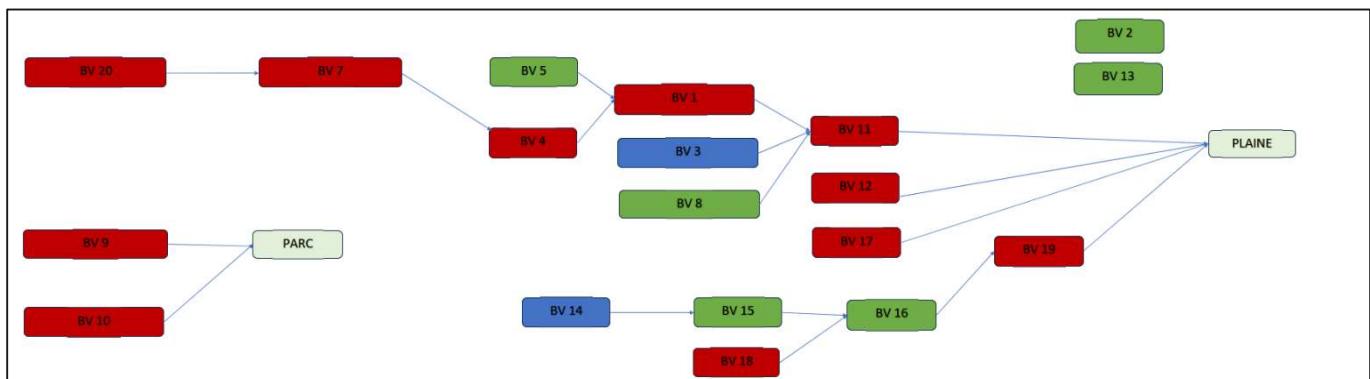


Figure 6 : Schématisation des états des bassins versants, source : setec tpi, avril 2025

Le tableau 1 ci-dessous récapitule les différents $V_{complémentaire}$ des 20 bassins versants².

N° BASSIN	SURFACE TOT [m ²]	ESP VERT yc noues [m ²]	Noues [m ²]	Autres [m ²]	Surface Active [m ²]	V Stocké [m ³]	V Théorique [m ³]	V complémentaire à gérer [m ³]
1	10719	1329	1060	9390	9 656 m ²	274 m ³	159	115 m ³
2	1212	302	246	910	970 m ²	42 m ³	36,9	5 m ³
3	2776	273	233	2503	2 558 m ²	79 m ³	34,95	44 m ³
4	4977	560	470	4417	4 529 m ²	93 m ³	70,5	23 m ³
5	6783	2127	1854	4656	5 081 m ²	67 m ³	278,1	-211 m ³
							0	
7	4423	438	379	3985	4 073 m ²	83 m ³	56,85	26 m ³
8	2781	843	695	1938	2 107 m ²	29 m ³	104,25	-75 m ³
9	4883	715	0	4168	4 311 m ²	408 m ³	0	408 m ³
10	3708	642	0	3066	3 194 m ²	303 m ³	0	303 m ³
11	3011	295	264	2716	2 775 m ²	70 m ³	39,6	31 m ³
12	7540	847	740	6693	6 862 m ²	269 m ³	111	158 m ³
13	3177	773	654	2404	2 559 m ²	74 m ³	98,1	-24 m ³
14	2072	222	176	1850	1 894 m ²	78 m ³	26,4	52 m ³
15	4273	2536	2536	1737	2 244 m ²	27 m ³	380,4	-353 m ³
16	11891	7602	3873	4289	5 809 m ²	66 m ³	580,95	-515 m ³
17	3676	0	0	3676	3 676 m ²	348 m ³	0	348 m ³
18	3478	254	181	3224	3 275 m ²	117 m ³	27,15	90 m ³
19	1573	0	0	1573	1 573 m ²	149 m ³	0	149 m ³
20	2080	307	0	1773	2 080 m ²	197 m ³	0	197 m ³

Tableau 1 : Calcul des volumes théoriques et complémentaires de chaque bassin versant, source : setec tpi, avril 2025

L'objectif est maintenant de définir les volumes qui transvasent d'un bassin versant à l'autre afin de connaître les quantités d'eau rejetées aux différents exutoires.

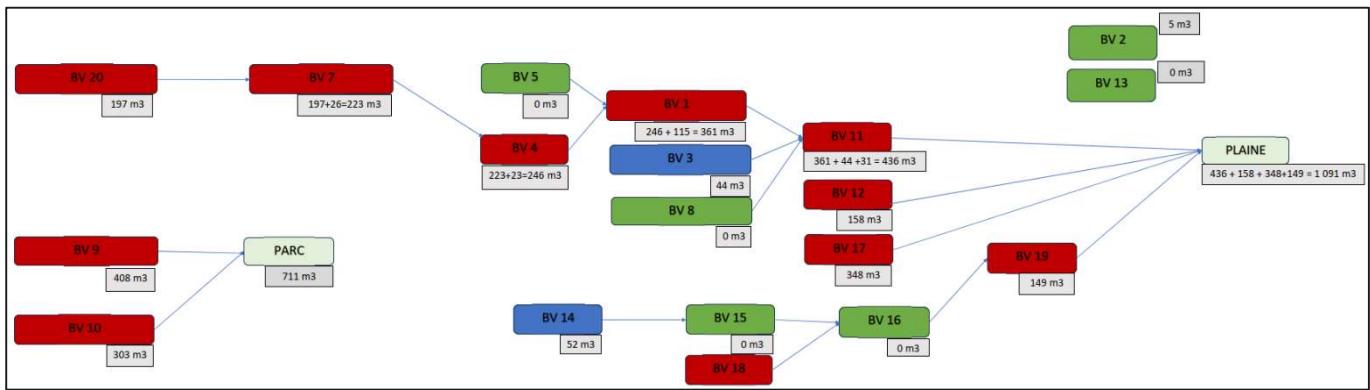
II. 3. Estimation des volumes aux exutoires

Il existe deux possibilités dans le fonctionnement de surverse des noues :

- Soit le $V_{complémentaire}$ positif du bassin versant en amont peut être absorbé totalement par le bassin versant en aval : le $V_{complémentaire}$ du bassin en aval est donc ≤ 0 .
- Soit le $V_{complémentaire}$ positif du bassin versant en amont ne peut pas être totalement absorbé par le bassin versant en aval : le $V_{complémentaire}$ positif du bassin n-1 est donc additionné au $V_{complémentaire}$ du bassin n pour se rejeter dans le bassin n+1.

La figure 5 suivante illustre la gestion des volumes des différents bassins versants.

² Le bassin versant 6, résultant d'une fusion de plusieurs bassins versants, a été écarté des calculs.



III. CONCLUSIONS

Pour conclure, le fonctionnement hydraulique proposé permet de gérer les eaux pluviales en utilisant un système de noues communicantes afin de maximiser l'infiltration et de limiter le ruissellement (infiltration sur place). Néanmoins la conception de la ZAC nécessite 4 exutoires pour gérer le surplus de chaque bassin versant. Chacun de ces exutoires devra gérer respectivement :

- 1. Le nord de la rue Mont Coco : **5 m³**
- 2. Le parc : **711 m³**
- 3. La plaine : **1 091 m³**
- 4. La rue de la Girafe : **0 m³** (aucun rejet au réseaux géré au moyen d'une noue infiltrante)

La gestion des eaux pluviales des lots au sein de la ZAC, hors périmètre de voirie, se fera sous la responsabilité des différentes lotisseurs de la ZAC. Ces entreprises devront également respecter les recommandations de la ville de Caen la mer en termes de gestion des pluies, sur chaque lot.

Pour la gestion des eaux sur le domaine privé, il est nécessaire de souligner le respect du zonage d'assainissement eaux pluviales de Caen la mer et de préciser aucun rejet (débit de fuite et également surverse) ne sera autorisé sur les futurs ouvrages de la ZAC.

Également, chaque porteur de projet devra étudier l'impact d'une pluie **centennale**.

Le projet ne prévoit pas de rejets d'eaux pluviales du domaine privé vers le domaine public.