



ALBIOMA LE GOL – SAINT-LOUIS (974)

Annexe 6 : Calculs pour le prédimensionnement des noues (selon le guide de gestion des eaux pluviales de La Réunion)



Historique des révisions				
VERSION	DATE	COMMENTAIRES	RÉDIGÉ PAR :	VÉRIFIÉ PAR :
0	05/02/2021	Création de document	Chloé MACQUIGNEAU	Chrystelle GRUET

Client : Albioma Le Gol

Projet : Augmentation de la capacité de stockage pour la rubrique 1532 sur le site d'ALBIOMA Le Gol, situé au lieu-dit « Le Gol » sur la commune de Saint-Louis

Référence du document : Réf n° 22607-100-DV006-A

En date du : 05/02/2021

Table des matières

1	OBJET DU DOCUMENT	5
2	PRESENTATION DE LA METHODE UTILISEE	6
3	CALCULS PREALABLES	7
3.1	Calcul du temps de concentration.....	7
3.2	Coefficients de Montana	8
3.3	Détermination de l'intensité de la pluie en fonction du temps de concentration et de la période de retour	8
4	DEBITS DE FUITE	9
4.1	Débit de pointe – méthode rationnelle	9
	Débit spécifique de vidange	10
5	ESTIMATION DU VOLUME A STOCKER DANS LES NOUES	11
5.1	Principe général appliqué	11
5.2	Application au projet.....	11

Tables des figures

Figure 1. Schéma de principe de la méthode des pluies [Source Chocat et Cherqui, 2018]	6
Figure 2. Evaluation graphique du volume d'eau à stocker dans les noues.....	11
Figure 3. Estimation du volume d'eau à stocker dans les noues	12

Tables des tableaux

Tableau 1. Tableau de calcul des temps de concentration.....	7
Tableau 2. Valeurs expérimentales permettant d'estimer le volume d'eau à stocker.....	12

1 OBJET DU DOCUMENT

La mise en place du projet de conversion de la centrale thermique du Gol va engendrer la modification du réseau de gestion des eaux pluviales. En effet, de nouvelles surfaces imperméabilisées vont être créées.

L'augmentation de la surface imperméabilisée au niveau de la zone de stockage charbon (8 481m²) engendrera une augmentation des eaux pluviales captées sur le site. Ces effluents seront collectés et traités conformément à ce qui avait été prévu dans le cadre des études initiales sur la gestion des eaux du site, à savoir la construction d'un bassin tampon sur la zone pellets permettant de collecter l'ensemble des eaux pluviales susceptibles d'être polluées (correspondant à une surface de 5 551 m²) après leur passage dans un déshuileur. Ce bassin tampon sera ensuite relié à la zone de traitement actuelle des eaux pluviales. Ce bassin sera également en mesure d'accueillir les eaux pluviales non polluées dans le cadre d'une crue exceptionnelle trentennale.

Il est également prévu la construction de noues permettant de collecter les eaux pluviales non polluées (correspondant à une surface de 2 930 m² regroupant les surfaces de l'îlot des silos, du toit du local électrique, de la zone des équipements d'inertage des silos, des galeries de convoyeurs et des toits des postes de dépotage). Ces noues seront capables d'accueillir un volume d'eau de 25 m³.

Le présent document a pour objectif de détailler les calculs réalisés pour le prédimensionnement du volume des noues. Les calculs ont été réalisés à partir du guide de la gestion des eaux pluviales de La Réunion.

2 PRESENTATION DE LA METHODE UTILISEE

La méthode de prédimensionnement retenue est la méthode dite des pluies. La méthode consiste à calculer, en fonction du temps, la différence entre le volume d'eau précipité sur la surface de terrain en question et le volume d'eau évacué par l'ouvrage de rejet (ici les noues).

En d'autres termes, le principe de la méthode est de calculer le volume produit (V_p) selon une pluie de période de retour choisie en fonction du temps et de le comparer au volume sortant (débit de fuite, V_s) de l'ouvrage projeté. Il existe alors une durée pour laquelle la différence entre le volume entrant et le volume restitué est maximale. Cette différence maximale exprime le volume à stocker pour la période de retour choisie.

Le graphique suivant expose le principe global de la méthode :

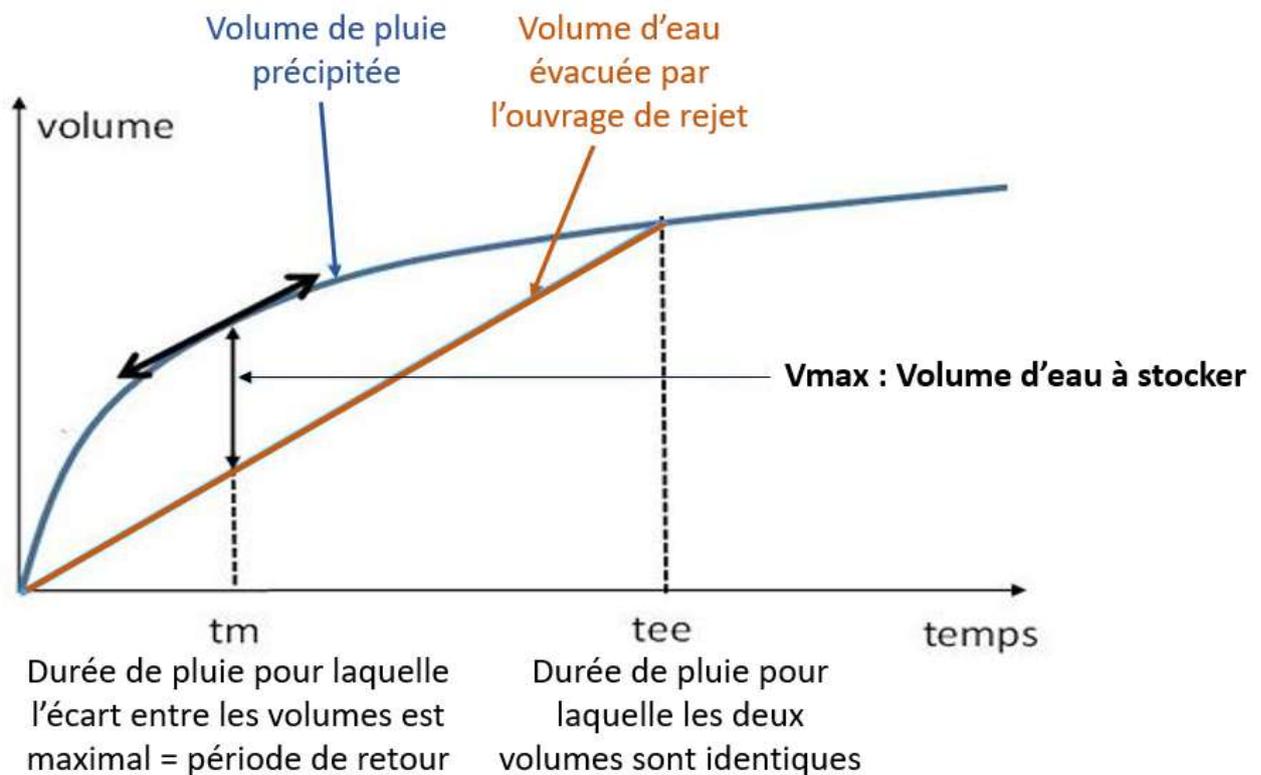


Figure 1. Schéma de principe de la méthode des pluies [Source Chocat et Cherqui, 2018]

La méthode suppose :

- Que le débit de fuite de l'ouvrage de stockage est constant ;
- Que le coefficient d'apport est indépendant de la pluie ;
- Qu'il y a transfert instantané de la pluie à l'ouvrage de stockage (les phénomènes d'amortissement dus au bassin-versant sont négligés) ;
- Que la hauteur de pluie précipitée pour une durée et une période de retour donnée peut être calculée en utilisant un ajustement local des courbes Intensité-durée-fréquence ;
- Que la hauteur de pluie précipitée pour une durée et une période de retour donnée peut être calculée en utilisant un ajustement local des courbes Intensité-durée-fréquence.

Le prédimensionnement des noues est réalisé pour une pluie de période de retour de 10 ans pour la surface de la zone pellets générant des eaux non polluées (2 930 m²).

3 CALCULS PREALABLES

3.1 Calcul du temps de concentration

Le temps de concentration correspond au temps nécessaire à l'eau pour parcourir la distance hydraulique la plus grande du bassin versant jusqu'à l'exutoire. La détermination de ce temps de concentration constitue un outil fondamental dans la détermination de l'intensité de la pluie modélisée (l'intensité maximale d'une pluie diminue en fonction de sa durée).

Il est retenu le principe de non-aggravation du débit lié à l'aménagement. Il est défini un débit de ruissellement de la zone avant aménagement qui sera le débit de fuite de l'ouvrage projeté. Le prédimensionnement de la rétention est établi selon un débit de fuite correspondant à une pluie de période de retour 10 ans. La rétention aura donc pour rôle de contrôler l'excédent apporté par l'imperméabilisation projetée au-delà du débit de fuite.

Le débit de fuite est estimé à partir de la méthode rationnelle qui induit de connaître le temps de concentration (T_c) du bassin-versant (ici la zone pellets). La détermination peut être réalisée à partir de différentes méthodes empiriques.

Le tableau suivant donne les temps de concentration calculés selon les différentes méthodes empiriques :

Formule	Temps de concentration (T_c) en minutes
Kirpich	3,63
Richards	7,41
Passini	4,58
Giandotti	26,39
Ventura	5,29
RAR	5,19
Tc retenu	6

Tableau 1. Tableau de calcul des temps de concentration

Le temps de concentration retenu correspond à la moyenne des résultats obtenus par les différentes formules énoncées en ne prenant pas en compte les valeurs extrêmes considérées non pertinentes.

Le temps de concentration appliqué est de 6 minutes.

3.2 Coefficients de Montana

Selon le guide de gestion des eaux pluviales de La Réunion, le site se situe en zone 1.

Chaque zone est caractérisée par les coefficients de Montana. Ils permettent notamment de relier une quantité de pluie $h(t)$ avec sa durée t selon la formule : $h(t) = a \times t^{(1-b)}$. Ces coefficients dépendent de la zone géographique sur laquelle est situé le site.

Les coefficients de Montana associés à cette zone pour la valeur de pluie décennale horaire sont donc :

- **Coefficient A = 60**
- **Coefficient B =+ 0,33**

Les quantités sont exprimées en mm et les durées en heure.

A noter que le coefficient A fourni également la pluie décennale horaire. Il vient donc : $I(1h,10ans) = 60mm/h$

3.3 Détermination de l'intensité de la plus en fonction du temps de concentration et de la période de retour

La loi du Gumble permet ensuite de déterminer l'intensité de la pluie en fonction du temps de concentration et de la période de retour :

$$I_{(d, T)} = I_{(1h, 10 \text{ ans})} \times [0,186 \times \text{LN}(T) + 0,572] \times d^{-0,33}$$

Avec d : durée de la pluie en heure / T : période de retour en ans / $I(1h,10ans) = 60mm/h$

L'application numérique de la formule précédente donne le résultat suivant :

$$I(6 \text{ min}, 10 \text{ ans}) = 128,3 \text{ mm/h soit } 2,14 \text{ mm/min}$$

4 DEBITS DE FUITE

4.1 Débit de pointe – méthode rationnelle

Le débit de pointe est calculé pour la future zone de gestion des pellets en la considérant non aménagée (état initial).

Le débit de fuite, en m³/s, est obtenu par la formule de **la méthode rationnelle** (formule utilisée à La Réunion) :

$$Q_T = \frac{1}{6} \times C_T \times I \times S$$

Avec :

Q_T : débit de pointe de période de retour T de l'hydrogramme en m³/s ;

C_T : coefficient de ruissellement pour la pluie de période de retour T (**ici : 0,5 car on considère un terrain semi-perméable dans l'ensemble et sans aménagement**).

S : surface du bassin versant en ha (**ici : 0,293 ha et dans le cas présent, elle représente la surface des eaux non polluées sur la zone des pellets**) ;

I : intensité de l'averse en mm/mn, soit $I(T,F) = a(F) \times Tc^{-b(F)}$ avec les coefficients a et b (dits de Montana) issus de la pluviométrie, et avec Tc en mn pour avoir Q en m³/s (**ici : I(6 min, 10 ans) = 2,14 mm/min**).

Notons que le coefficient 1/6 s'explique par les unités retenues pour les différents paramètres. Il est qualifié de coefficient d'unité.

L'intensité maximale de la pluie étant décroissante en fonction de sa durée, l'hypothèse retenue par la méthode rationnelle est que la durée de la pluie est égale au temps de concentration, ceci constituant donc le scénario le plus défavorable.

Enfin, cette méthode est généralement utilisée pour des bassins versants ruraux dont la surface est inférieure à 10 km². La deuxième condition de validité de cette méthode est le coefficient de ruissellement supérieur à 0,2. Dans le cas présent, ces conditions de validité sont respectées.

L'application numérique de la formule de la méthode rationnelle ci-dessus donne le débit de fuite suivant :

$$Q_{T(6 \text{ min}, 10 \text{ ans})} = 0,052 \text{ m}^3/\text{s}$$

Ce débit correspond au débit des eaux pluviales qui tombent sur la surface du projet.

Débit spécifique de vidange

Le débit spécifique de vidange est calculé pour la future zone de gestion des pellets en la considérant aménagée (état futur).

Le débit spécifique de vidange q_s est obtenu par la formule suivante : $q_s = 360 \times \frac{QT}{Sa}$

Avec :

QT : débit de pointe de période de retour T de l'hydrogramme en m³/s (ici : 0,052 m³/s) ;

Sa : surface active de ruissellement alimentant l'ouvrage de stockage. Elle est déterminée par le produit du coefficient de ruissellement Cr et de la surface totale du bassin versant drainé (ici : Cr = 1 et il correspond au coefficient de ruissellement pour une zone aménagée urbanisée).

L'application numérique de la formule ci-dessus donne le débit spécifique de vidange suivant :

$$q_s = 64,2 \text{ m}^3/\text{s} = 1,07 \text{ mm}/\text{min}$$

5 ESTIMATION DU VOLUME A STOCKER DANS LES NOUES

5.1 Principe général appliqué

Le volume d'eaux pluviales à stocker dans les noues est estimé à travers la représentation graphique de :

- La courbe représentant l'évolution de la hauteur d'eau évacuée en fonction des durées d'évacuation : $q_s(t)$;
- La courbe représentant l'évolution de la hauteur d'eau précipitée pour une période de retour donnée : $h(t)$.

Les différences $\Delta h(t)$ entre les courbes $q_s(t)$ et $h(t)$ correspondent aux hauteurs à stocker pour différentes durées. Le maximum Δh_{\max} correspond à la hauteur totale à stocker. Le volume d'eau à stocker se détermine alors facilement par la formule suivante :

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

Avec : V en m^3 , Δh_{\max} en mm et S_a en ha

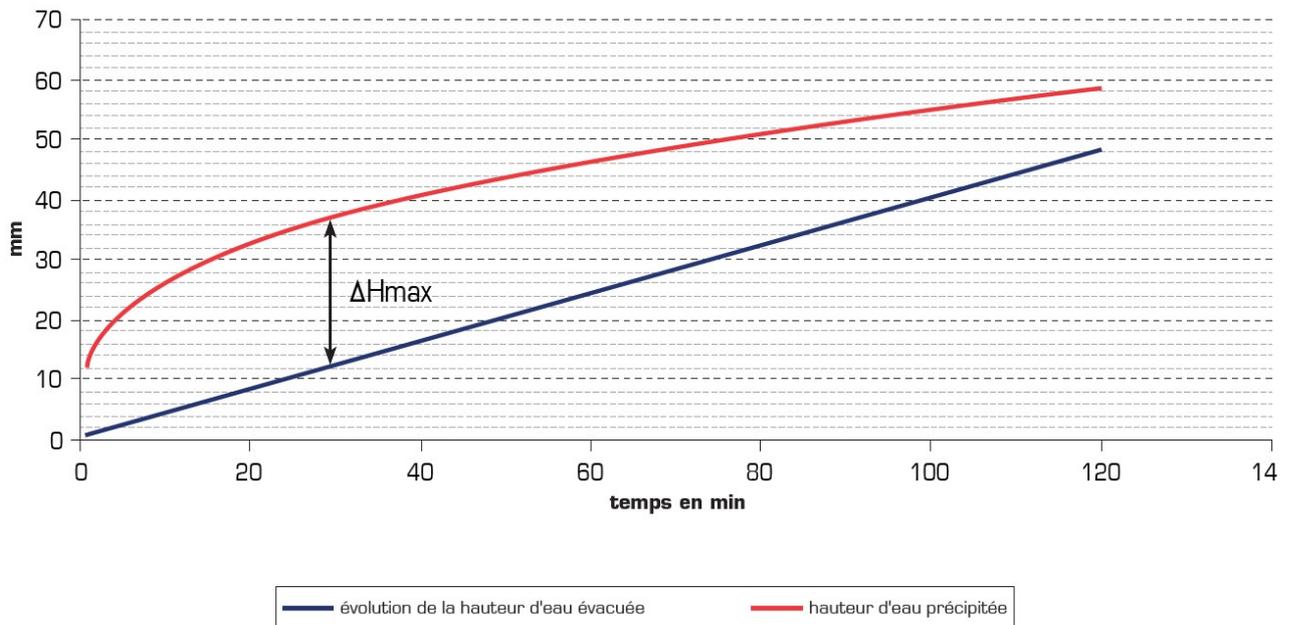


Figure 2. Evaluation graphique du volume d'eau à stocker dans les noues
[Source : guide de la gestion des eaux pluviales à La Réunion]

5.2 Application au projet

La méthode présentée précédemment est appliquée et adaptée au projet. Les courbes des volumes ont directement été tracées (en utilisant la formule d'obtention des volumes énoncée dans le paragraphe précédent), à savoir :

- **Le volume « produit »**, correspondant au volume d'eau issu des pluies et qui tombe sur la surface de la zone de gestion des pellets ;
- **Le volume « sorti »**, correspondant au volume d'eau qui s'infiltré naturellement dans le sol (issu du débit spécifique de vidange).

Le tableau ayant permis de réaliser les courbes de volumes est le suivant.

T _{pluie} : Durée de pluies (heures)	i10 mm/h	Volume produit V _p (m ³)	Volume sorti V _s (m ³)	DELTA V (m ³)
		$10 \times i_{10} \times T_{\text{pluie}} \times S$	$Q_T \times T_{\text{pluie}}$	$V_p - V_s$
0	0	0	0	0,0
0,1	128,3	37,6	18,8	18,8
0,2	102,1	59,8	37,6	22,2
0,3	89,3	78,5	56,4	22,1
0,4	81,2	95,2	75,2	20,0
0,5	75,4	110,5	94,0	16,5
0,6	71,0	124,9	112,8	12,1
0,7	67,5	138,5	131,6	6,9
0,8	64,6	151,4	150,4	1,0
0,9	62,1	163,9	169,2	-5,3
1	60,0	175,8	188,0	-12,1
1,1	58,2	187,4	206,8	-19,3
1,2	56,5	198,7	225,6	-26,9
1,3	55,0	209,6	244,4	-34,7
1,4	53,7	220,3	263,2	-42,9
1,5	52,5	230,7	282,0	-51,2
1,6	51,4	240,9	300,8	-59,8
1,7	50,4	250,9	319,6	-68,6
1,8	49,4	260,7	338,4	-77,6
1,9	48,6	270,3	357,2	-86,8
2	47,7	279,8	376,0	-96,2

Tableau 2. Valeurs expérimentales permettant d'estimer le volume d'eau à stocker

La représentation graphique de l'évolution des volumes produit et sorti en fonction de la durée de la pluie est présentée dans la figure ci-après.

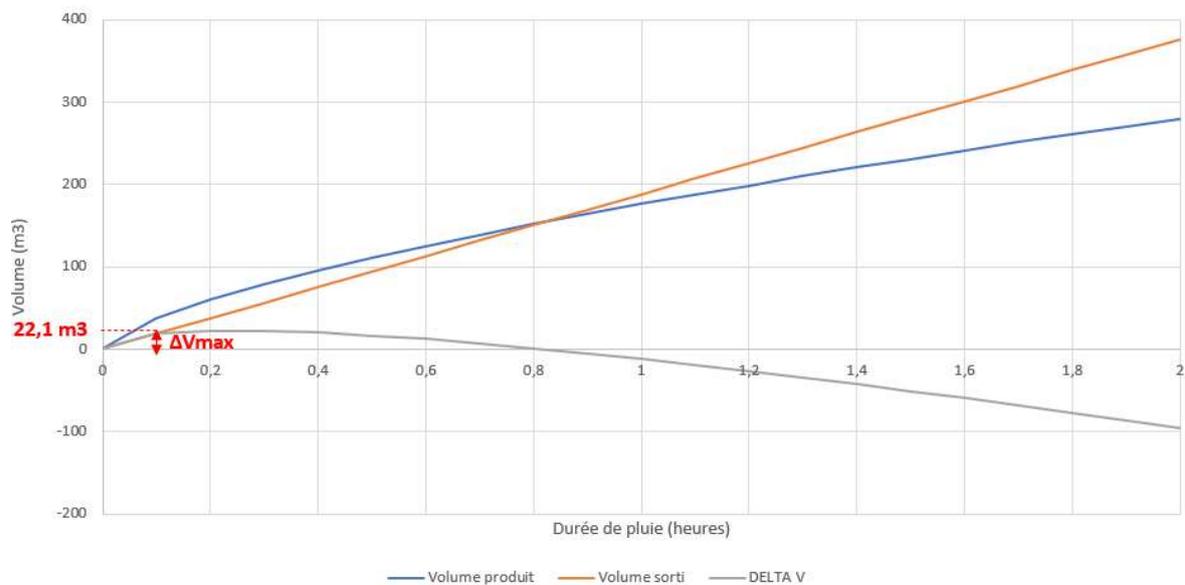


Figure 3. Estimation du volume d'eau à stocker dans les noues

Pour conclure, le volume des noues retenu est de 25 m³ (arrondi supérieur).