

## A- CARACTERISTIQUES DES BASSINS VERSANTS

Un bassin versant peut être caractérisé par :

- sa surface,
- sa forme,
- sa pente moyenne,
- son coefficient de ruissellement.

Nous détaillons ci-dessous les caractéristiques des bassins versants concernés par le projet

### **La forme :**

La forme d'un bassin versant peut être caractérisée par le facteur d'allongement M calculé selon la formule suivante :

$$M = L/A^{0,5}$$

où : L : plus long chemin hydraulique (hm),  
A : aire du bassin versant (ha).

### **La pente :**

La pente moyenne de chaque bassin versant est estimée selon l'expression suivante :

$$i_{\text{moy}} = (\sum L_j / \sum (L_j / i_j^{0,5}))^2$$

où :  $i_j$  : longueur du tronçon j appartenant au plus long chemin hydraulique  
 $i_j$  : pente du tronçon j

### **Coefficient de ruissellement :**

#### Généralités

Pour caractériser la capacité d'un bassin versant à ruisseler un indice est très souvent utilisé en hydrologie de surface : le coefficient de ruissellement ( $C_r$ ) :

$$C_r = \text{hauteur d'eau ruisselée (mm)} / \text{hauteur d'eau précipitée (mm)}$$

Ce coefficient est fortement influencé par la couverture du sol et la pente des terrains considérés. Les deux tableaux suivants présentent différentes « fourchettes » de coefficients de ruissellement en fonction de la nature de la surface et du type d'occupation du sol.

<u>Occupation du sol</u>	<u>Coefficient de ruissellement</u>
- Commercial	0,70 < C < 0,95
- Résidentiel	
aménagements collectifs	0,30 < C < 0,50
habitats dispersés	0,50 < C < 0,75 0,25 < C < 0,40
- Industriel	0,50 < C < 0,80 à 0,90
- Parcs et jardins publics	0,10 < C < 0,25
- Terrains vagues	0,05 < C < 0,15 à 0,20
- Terres agricoles	
drainées	0,10 < C < 0,13
non drainées	0,03 < C < 0,07 à 0,10
<u>Type de surface</u>	
- Pavage, chaussées revêtues, pistes ciment	0,70 < C < 0,95
- Toitures et terrasses	0,75 < C < 0,95
- Sols imperméables avec végétation	
pente < 2 %	0,13 < C < 0,18
pente = 2 à 7 %	0,18 < C < 0,22 à 0,25
pente > 7 %	0,25 < C < 0,35
- Sols perméables avec végétation	
pente < 2 %	0,05 < C < 0,10
pente = 2 à 7 %	0,10 < C < 0,15
pente > 7 %	0,15 < C < 0,20

Projet :

Étant données :

- l'occupation des terrains (agricole sur l'emprise du projet),
- la pente moyenne des terrains,
- la perméabilité « moyenne » due à la nature limoneuse des sol

nous avons retenu un coefficient de ruissellement de 0,20 pour les espaces non aménagés.

Pour les secteur aménagés (voirie, construction,...) nous avons retenus des valeurs de coefficient de ruissellement de 0,15 à 0,90.

Caractéristiques	Bassin concerné	
<b>Surfaces</b>		
	<b>Spro : Surface du projet</b>	3,80 ha
	<b>Bvp : Bassin versant collecté en amont du projet</b>	3,90 ha
	<b>SS BV Plage du Ster : Sous bassin versant du ruisseau de « le Plage du Stêr »</b>	3,75 km <sup>2</sup>
<b>Formes</b>		Facteur d'allongement M
	<b>Spro :</b>	$2 / (3,8^{0,5}) = 1,03$
	<b>Bvp après projet :</b>	$2,5 / (3,9^{0,5}) = 1,03$
<b>Pentes</b>		
	<b>Spro :</b>	1,50%
	<b>BVp après projet :</b>	1,50%
<b>Coefficients de ruissellement</b>		
	<b>Spro : Avant projet / Après projet</b>	0,20 / 0,76
	<b>Bvp : Avant projet / Après projet</b>	0,20 / 0,77
	<b>SS BV Ruisseau de le Plage du Ster :</b>	0,3

*Remarque :*

Les valeurs de ces facteurs d'allongement sont à comparer à celle d'un bassin parfaitement circulaire (1,13) et sont compatibles ( $i > 0,8$ ) avec le modèle de Caquot. Elles sont relativement proches de l'allongement moyen pour lequel est ajusté ce modèle ( $M = 2$ ).

## B – ESTIMATION DES DEBITS AVANT ET APRES AMENAGEMENT

Plusieurs débits sont déterminés ci-après :

- débit en situation actuelle,
- débit après aménagement, sans et avec solution compensatoire

Les formules employées pour déterminer ces débits sont présentées ci-dessous :

### I – Méthode de CAQUOT (méthode superficielle)

Cette méthode est le plus fréquemment utilisée pour calculer les débits maximums d'un bassin versant urbain.

Cette méthode est décrite dans l'Instruction Technique de 1977 (IT 77). Elle établit le débit de pointe (Q) de fréquence de dépassement (F) (ou de période de retour T, avec  $T = 1/F$ ) :

$$Q(F)_{(m^3/s)} = k \cdot i^\alpha \cdot C^\beta \cdot A^\chi \cdot m$$

Avec :

- Q(F) : débit de pointe de fréquence de retour F (en m<sup>3</sup>/s),
- I : pente moyenne de la surface considérée (en m/m),
- C : coefficient d'imperméabilisation (surface imperméabilisée / surface totale du BV),
- A : superficie du bassin versant (en ha),
- m : coefficient correctif de forme,
- k,  $\alpha$ ,  $\beta$  et  $\chi$  : constantes définies dans le modèle, fonction des deux coefficients  $a_{(F)}$ ,  $b_{(F)}$  de Montana. Ces paramètres sont fonction de la région considérée et de la période de retour T de la pluie.

Limite de validité de la méthode :

- surface (A) du bassin versant inférieure à 200 ha,
- pente (I) du bassin versant comprise entre 0,2 et 5 %,
- coefficient d'imperméabilisation supérieur à 0,2.

La France a fait l'objet d'un « découpage » en trois zones de pluviométrie homogène. L'ensemble de la Bretagne se situe dans la « Zone 1 », selon l'IT 77, le débit décennal Q<sub>10</sub> s'exprime :

$$Q_{10(m^3/s)} = 1,43 \cdot i^{0,29} \cdot C^{1,20} \cdot A^{0,78} \cdot m$$

Pour la Région de Quimper les coefficients sont différents :

$$Q_{10(m^3/s)} = 0,90 \cdot i^{0,29} \cdot C^{0,91} \cdot A^{0,79} \cdot m$$

L'IT 77 fournit également les coefficients permettant d'estimer à partir du débit décennal, les débits de périodes de retour supérieures ou inférieures :

- $Q_5 = 0,8 Q_{10}$
- $Q_{20} = 1,25 Q_{10}$
- $Q_{50} = 1,60 Q_{10}$
- $Q_{100} = 2,0 Q_{10}$

## II – Méthode rationnelle

Cette méthode permet d'obtenir une estimation du débit de pointe décennal (Q<sub>10</sub>) :

$$Q_{10} (l/s) = 0,167 * C * I * A^{0,95}$$

Avec :

- Q<sub>10</sub> : débit de pointe décennal (en l/s),
- C : coefficient de ruissellement,
- A : surface totale du bassin versant (en ha),
- I : intensité de la pluie sur le temps de concentration t<sub>c</sub> (voir ci-après) (en mm/h).

### Intensité de la pluie :

L'intensité de la pluie est obtenue à partir de l'équation de Montana :

$$I_{(t,F)} = a (F) t_c^{-b(F)}$$

avec :

- I<sub>(t,F)</sub> : intensité maximale de la pluie de durée t (mn), de fréquence de dépassement F(mm/mn).

Les coefficients a et b sont les « coefficients de Montana ».

La France a fait l'objet d'un découpage en trois régions de pluviométrie homogène pour lesquelles ont été évalués statistiquement les paramètres a<sub>(10 ans)</sub> et b<sub>(10 ans)</sub> de la formule de Montana. Le Finistère appartient à la région I (Nord de la France), pour laquelle les coefficients a et b sont les suivants :

$$a_{(10 \text{ ans})} = 5,9 \quad \text{et} \quad b_{(10 \text{ ans})} = 0,59$$

### **Coefficient de Montana locaux :**

Pour plus de précision, nous avons pris en compte les coefficients de Montana « spécifiques » à la zone d'étude. Ces coefficients de Montana sont issus de l'exploitation statistique des pluies locales réalisées par Météo-France à la demande de la DIREN Bretagne. Cette étude a permis de définir une spatialisation des pluies extrêmes pour différentes périodes de retour de 5 à 100 ans.

Pour la Bretagne, 5 classes de spatialisation géographique sont proposées (voir Les eaux pluviales dans les projets d'aménagement en Bretagne - Recommandation techniques – Décembre 2007).

Les coefficients retenus sont issus des données de l'ouvrage cité ci-dessus.

### **Coefficients de Montana retenus pour l'étude « Zone 2 »:**

$$a_{(10 \text{ ans})} : 5,628$$

$$b_{(10 \text{ ans})} : 0,682$$

### Temps de concentration t<sub>c</sub> :

Le temps de concentration t<sub>c</sub> exprimé en minutes (mn) est le temps que met la goutte d'eau la plus éloignée de l'exutoire pour rejoindre celui-ci.

Cette valeur peut être calculée en divisant la longueur du plus grand drain par la vitesse d'écoulement :

$$t_c = L / (60 * V)$$

Avec :

- t<sub>c</sub> : temps de concentration (en mn),
- L : longueur du plus long chemin hydraulique (en m),

V : vitesse moyenne d'écoulement (en m/s).

Des vitesses d'écoulement sont données dans « Les recommandations pour l'assainissement routier (SETRA, 1982) ».

Valeurs de vitesses d'écoulement (SETRA, 1982)

Pente du BV en %	Vitesse d'écoulement en m/s		
	Pâturage (partie supérieure du BV)	Bois (partie supérieure du BV)	Impluvium naturel mal défini
0 à 3	0,45	0,30	0,30
4 à 7	0,90	0,60	0,90
8 à 11	1,30	0,90	1,50
12 à 15	1,30	1,05	2,40

Afin d'obtenir le temps global d'écoulement sur le bassin versant, le profil en long du bassin versant est « découpé » en tronçons de pente homogène. Le temps global d'écoulement étant obtenu par addition des vitesses d'écoulement de chaque tronçon.

D'autres formulations de  $t_c$  (en mn) existent, entre autres :

**KIRPICH** (« bassin urbain ») :

$$t_c = 0,0195 (L)^{0,77} (p)^{-0,385}$$

Avec : L longueur d'écoulement (en m) et P pente (en m/m)

**SOGREAH** (Dujardin) (« bassin semi-rural ») :

$$t_c = 0,9 (S)^{0,35} (C)^{-0,35} (p)^{-0,5}$$

Avec : S surface (en ha), C coefficient de ruissellement et P pente (en m/m).

**PASSINI** (« bassin rural ») :

$$t_c = 0,14 (S \times L)^{1/3} * P^{-0,5}$$

Avec : S surface (en ha), L longueur d'écoulement (en m) et P pente (en m/m).

**VENTURA** :

$$t_c = 0,763 (S / P)^{0,5}$$

Avec : S surface (en ha), et P pente (en m/m).

Des comparaisons d'estimation de temps de concentration  $t_c$  pourront être faites avec ces différentes formules.

### III – Estimation des débits décennaux

En employant les formules précédemment détaillées, avec les coefficients de Montana retenus, et les caractéristiques de chaque bassin versant, nous obtenons les débits décennaux avant et après la réalisation du projet, sans prise en compte d'aménagements compensatoires :

**Tableau 1: Estimation des débits décennaux (en litre / sec)**

	Bvp après projet (3,90 ha)	
	Avant projet	Après projet
Coefficient de ruissellement C	0,2	0,77
Kirpich	170	642
Sogreah	88	460
Passini	130	490
Caquot	-	600
Débit retenu l/s	≈ 130	≈ 600
Augmentation	X 4,60	

Remarque : Il convient de rappeler que ces débits sont des débits exceptionnels (période de retour de 10 ans) issus de précipitations tout autant exceptionnelles et qui ne peuvent être constatés ponctuellement sur une courte durée.

### IV – Estimation des volumes journaliers décennaux ruisselés

Le volume journalier ruisselé décennal est estimé selon la formule :

$$V_{10} = A * C * H_{10}$$

Avec :

- V10 : volume journalier ruisselé décennal (en m<sup>3</sup>),
- A : surface du bassin versant en m<sup>2</sup>,
- C : coefficient de ruissellement,
- H10 : précipitation journalière décennale (en m).

Les valeurs de précipitations journalières décennales proviennent de données locales de station de Météo-France, ou des valeurs de l'Atlas Hydrologique de la Diren Bretagne.

**Tableau 2 : Volumes ruisselés décennaux avant et après projet au point de rejet au milieu naturel.**

	Bvp après projet	
	Avant projet	Après projet
Coefficient de ruissellement C	0,2	0,77
Volume journalier ruisselé décennal	350 m <sup>3</sup>	1350 m <sup>3</sup>

## V – Volume minimum de stockage nécessaire

Afin d'estimer le volume d'eau pluviales à stocker, nous utilisons la méthode simplifiée dite « méthode des pluies » préconisée par l'IT 77.

### Caractéristiques du bassin enherbé

Type d'ouvrage	Bassin enherbé
Surface collectée	0,73 ha ( voirie projet + voirie amont + lots 2,7,8 et 9)
Coefficient de ruissellement	0,77
Volume de l'ouvrage	165 m <sup>3</sup>
Emprise	1040 m <sup>2</sup>
Débit de fuite	2,20 l/s soit 3 l/s/ha
Hauteur fil d'eau-	Hauteur d'eau utile : 0,20 m
Implantation	Au sud est de la parcelle
Rôle	- Hydraulique - Protection de la qualité des eaux
Système d'évacuation de trop plein	Trou d'ajutage (acceptant au maximum le débit de fuite) dans la cloison siphonée de l'ouvrage de régulation (diamètre limité : 50 mm)

### Caractéristiques des noues

*Données fixes à chaque lot:*

largeur de la noue : 3 m,  
profondeur de la noue : 0,50 m dont 0,40 m de hauteur utile,  
ajutage : 50 mm, surverse par débordement (seuil à chaque limite de lot),  
coefficient de ruissellement des lots : 0,65.

	Surface collectée	Longueur de la noue	Ajutage et débit de fuite	Volume de l'ouvrage (pluie décennale)
● Lots 3 à 6	5840 m <sup>2</sup>	165 ml	Ø 50 mm Qf : 1,75 l/s	100 m <sup>3</sup>