

Chapitre 2

Calcul et Evaluation des Débits Des Eaux Pluviales

Introduction

L'établissement d'un réseau d'assainissement d'une agglomération doit répondre à deux préoccupations, à savoir:

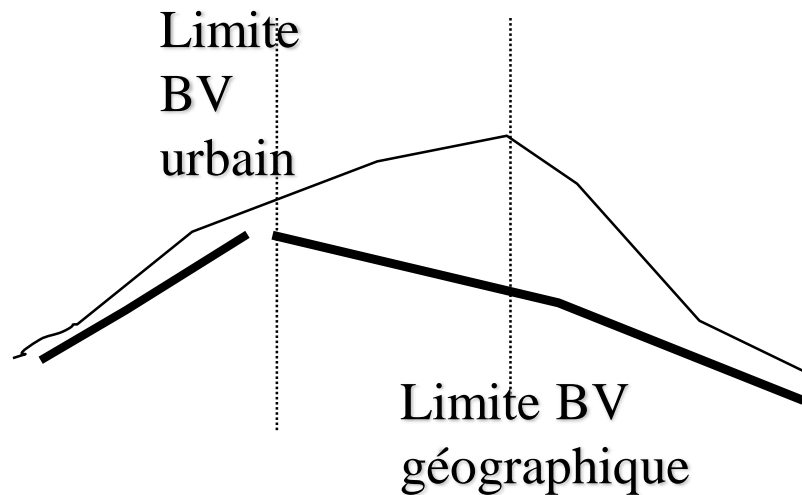
- Assurer une **évacuation correcte des eaux pluviales** de manière à empêcher la submersion des zones urbanisées,
- Assurer **l'élimination des eaux usées** ménagères et des eaux vannes.

1. LES RESEAUX D'EAUX PLUVIALES

1.1 LES EAUX DE RUISSELLEMENT

Définitions

Bassin versant : surface de ruissellement telle que le réseau qui la draine possède un seul exutoire (différences possibles avec le BV géographique).



Débit de pointe : transformation d'une intensité appliqué à un impluvium.

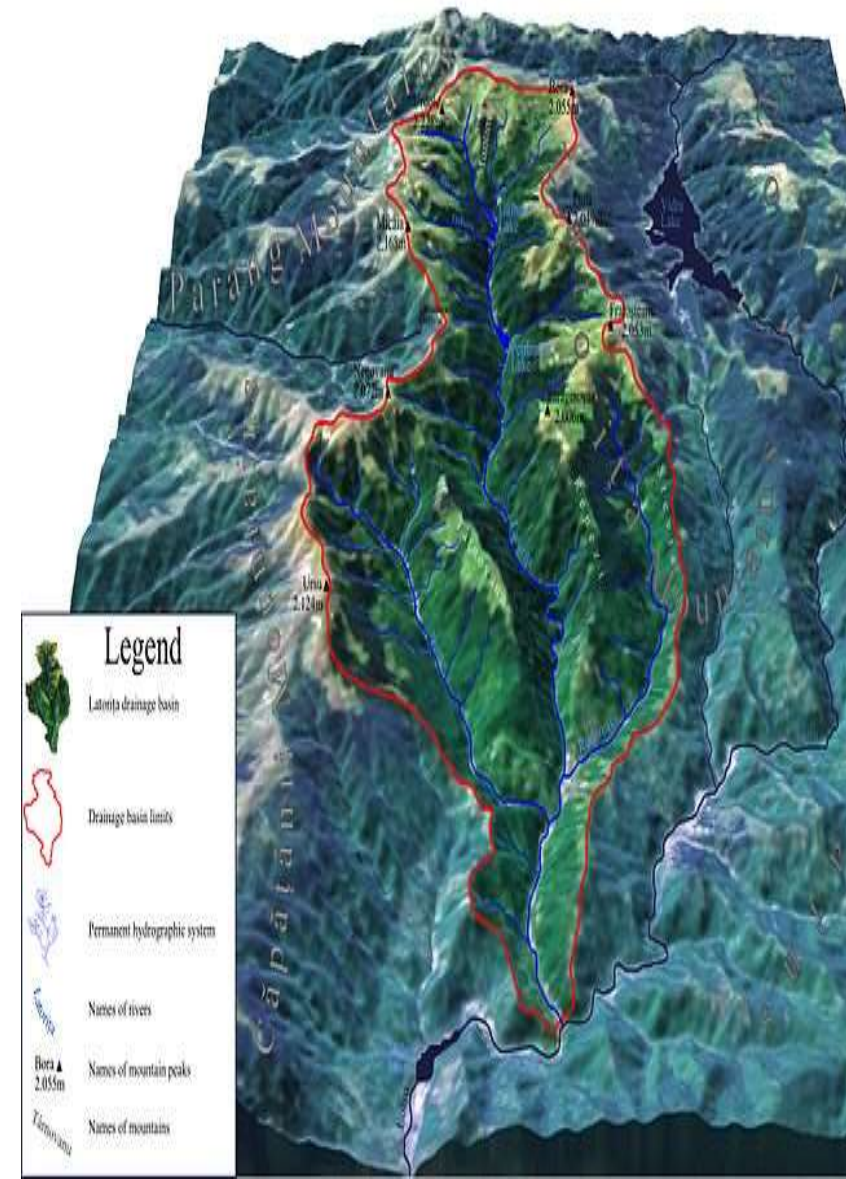
Un **bassin versant** est l'espace drainé par un cours d'eau et ses affluents. L'ensemble des eaux qui tombent dans cet espace convergent vers un même point de sortie appelé exutoire: cours d'eau, lac, mer, etc..

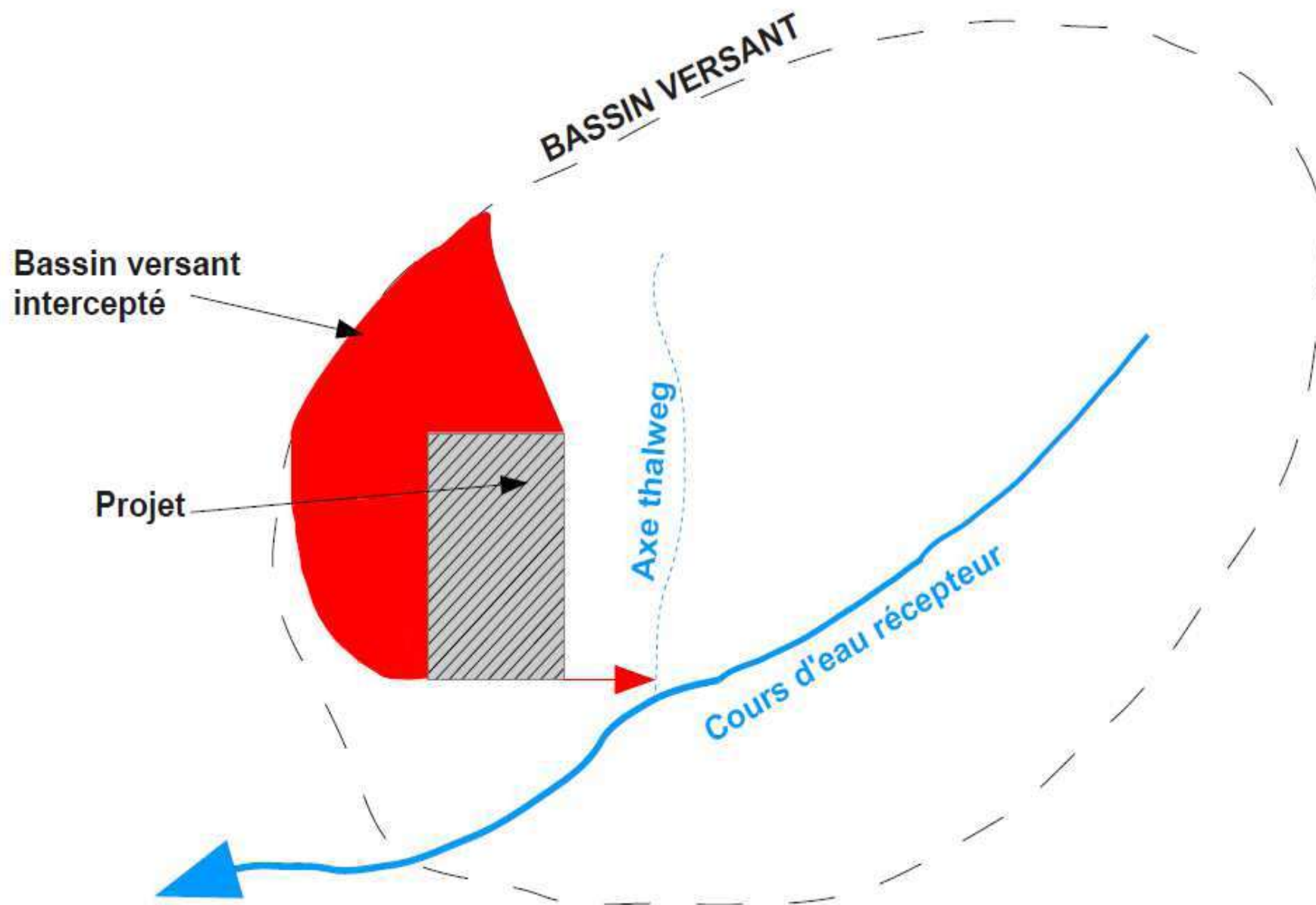
Le bassin versant est limité par une **ligne de partage** des eaux qui correspond souvent aux lignes de crête.

Une ligne de partage des eaux est une ligne de divergence de pentes.

Les eaux de pluies de part et d'autre de cette ligne s'écoulent dans deux directions différentes en emportant avec elles les éléments dissous ou en suspension.

(Drainage basin)





Les paramètres descriptifs du bassin versant sont :

- sa surface,
- son coefficient de ruissellement,
- la longueur du cheminement hydraulique,
- la pente moyenne
- son temps de concentration.

Formulation générale du débit des eaux pluviales

Soit un bassin hydrographique de surface A assaini par un tronçon d'égout. Le débit Q à évacuer par la section X la plus à l'aval se calcule par la relation:

$$Q = C . i . A . C'$$

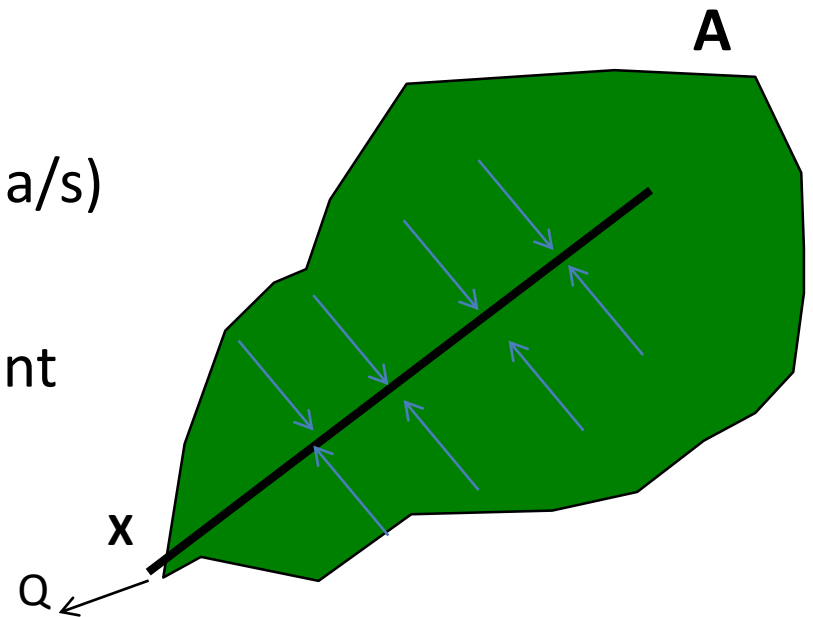
Q: le débit (l/s)

A: la surface du bassin en hectare

i: l'intensité de la pluie retenue en (l/ha/s)

C: coefficient de ruissellement

C': le coefficient de Fruhling (coefficient d'inégale répartition de pluie)



Coefficient de ruissellement

Fraction constante de l'eau entrante dans le réseau. En fonction de la nature de la surface ou plus souvent en fonction de l'occupation des sols.

Coeff. de ruissellement empirique :

C_{imp} : coeff. d'imperméabilisation,

$$C = 0.14 + 0.64 \cdot C_{\text{imp}} + 0.05 \cdot I$$

I : pente moyenne le long de la conduite principale en cm/m ou en %.

$$C_{\text{imp}} = \frac{A_{\text{imp}}}{A}$$

A_{imp} : étant les surfaces imperméables raccordées au réseau

Exemples de quelques coefficient de ruissellement

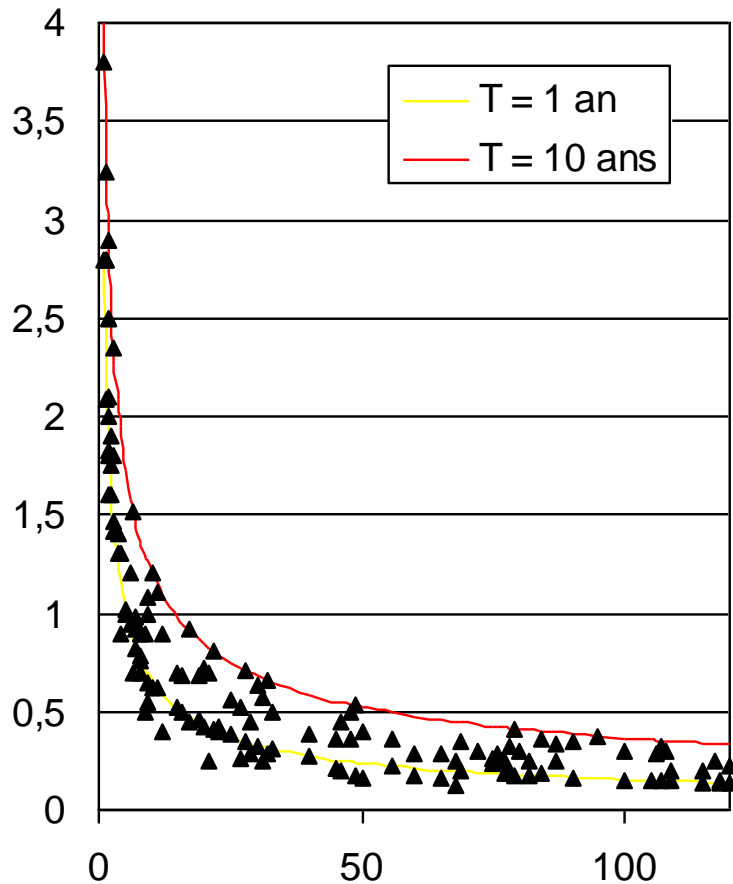
| <i>Nature de la surface</i> | <i>Coefficient de ruissellement</i> |
|---|-------------------------------------|
| Pavage, chaussées revêtues, pistes ciment | $0,70 \leq C \leq 0,95$ |
| Toitures et terrasses | $0,75 \leq C \leq 0,95$ |
| Sols imperméables avec végétation : | |
| $I_1 < 2 \%$ | $0,13 \leq C \leq 0,18$ |
| $I_1 \neq 2 \text{ à } 7 \%$ | $0,18 \leq C \leq 0,22$ à $0,25$ |
| $I_1 > 7 \%$ | $0,25 \leq C \leq 0,35$ |
| Sols perméables avec végétation : | |
| $I_1 < 2 \%$ | $0,05 \leq C \leq 0,10$ |
| $I_1 \neq 2 \text{ à } 7 \%$ | $0,10 \leq C$ |
| $I_1 > 7 \%$ | $0,15 \leq C$ |

Tableau 4

| <i>Type d'occupation du sol</i> | <i>Coefficient de ruissellement</i> |
|---------------------------------|-------------------------------------|
| Commercial | $0,70 \leq C \leq 0,95$ |
| Résidentiel | |
| — lotissements | $0,30 \leq C \leq 0,50$ |
| — collectifs | $0,50 \leq C \leq 0,75$ |
| — habitat dispersé | $0,25 \leq C \leq 0,40$ |
| Industriel | $0,50 \leq C \leq 0,80$ à $0,90$ |
| Parcs et jardins publics | $0,10 \leq C \leq 0,25$ |
| Terrains de sports | $0,20 \leq C \leq 0,30$ à $0,35$ |
| Terrains vagues | $0,05 \leq C \leq 0,15$ à $0,20$ |
| Terres agricoles | |
| — drainées | $0,10 \leq C \leq 0,13$ |
| — non drainées | $0,03 \leq C \leq 0,07$ à $0,10$ |

- **Intensité**

une pluie est représentée par une intensité (Méthode rationnelle ou superficielle)



Courbes intensité = f(durée)

exploitation selon une méthode statistique de probabilité annuelle de non-dépassement = **période de retour**

Equation de MONTANA :

$$I = a(F) \cdot t^{b(F)} \quad (b < 0)$$

a(F) et b(F) sont associé à une période de retour

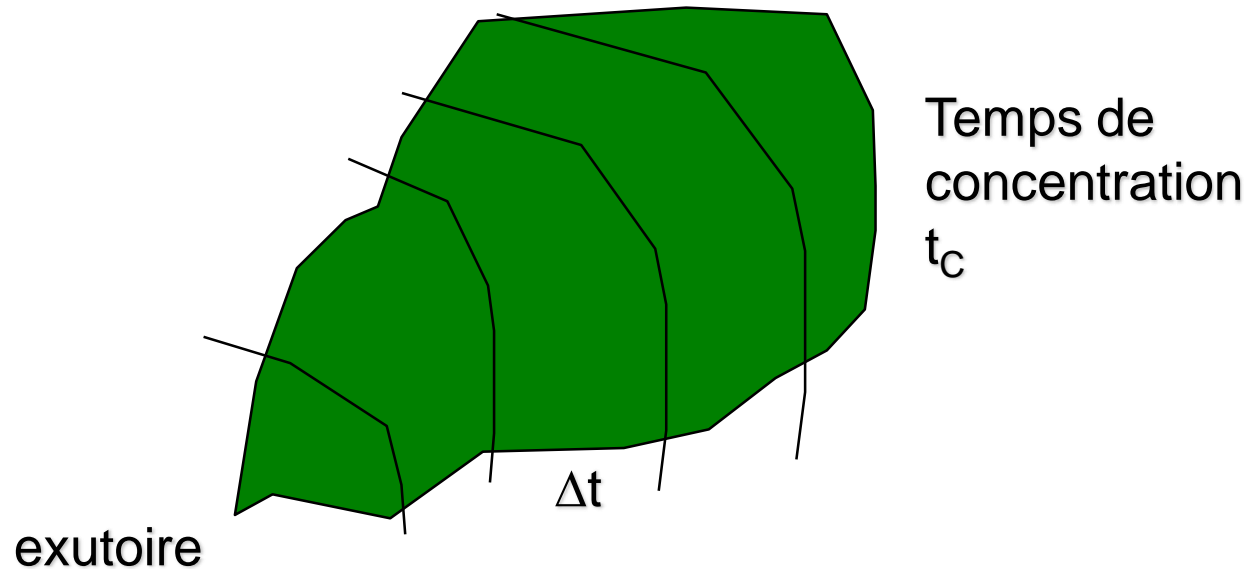
Intensité d'averses

Valeurs des paramètres a et b de la relation $I = a t^b$

| Région | Ville | Période de retour (années) | Intervalles des durées d'averses | | | |
|---------------|-------------|----------------------------------|----------------------------------|-------|---------------|-------|
| | | | 6 mn à 120 mn | | 6 mn à 360 mn | |
| | | | a | b | a | b |
| Centre | Orléans | 1 | 2,0 | -0,56 | 2,5 | -0,63 |
| | | 2 | 2,4 | -0,53 | 3,1 | -0,61 |
| | | 5 | 3,4 | -0,53 | 4,5 | -0,62 |
| | | 10 | 4,2 | -0,52 | 5,6 | 0,61 |
| Franche-Comté | Belfort | 1 | 2,3 | -0,63 | 2,3 | -0,64 |
| | | 2 | 2,6 | -0,57 | 2,9 | 0,61 |
| | | 5 | 3,3 | 0,54 | 3,9 | -0,59 |
| | | 10 | 4,0 | -0,51 | 4,9 | 0,58 |
| Limousin | Limoges | 1 | 2,8 | -0,57 | 3,0 | 0,59 |
| | | 2 | 3,2 | 0,56 | 3,5 | -0,59 |
| | | 5 | 3,6 | -0,54 | 4,1 | 0,58 |
| | | 10 | 4,0 | 0,52 | 4,7 | -0,57 |
| Languedoc | Carcassonne | 1 | 2,9 | 0,58 | 2,8 | -0,56 |
| | | 2 | 4,4 | -0,62 | 4,2 | 0,61 |
| | | 5 | 5,8 | 0,60 | 6,8 | -0,65 |
| | | 10 | 7,3 | -0,59 | 8,8 | -0,65 |

- **Temps de concentration**

valeur du temps que mettra une goutte d'eau la plus éloignée hydrauliquement pour parvenir à l'exutoire.



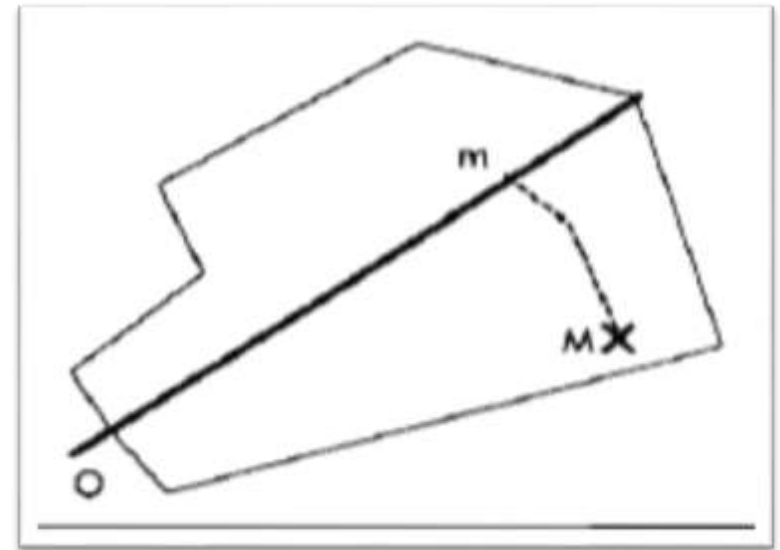
La goutte d'eau tombée en M:
 ruisselle selon le trajet Mm (gouttière,
 caniveaux) pendant un temps t' ;
 s'écoule dans le collecteur entre m et O
 pendant un temps t'' ;

m met le temps $t = t' + t''$ pour parvenir à
 l'exutoire O . $t_i < t_c$

O: exutoire du bassin versant;

M: point du BV où tombe une goutte d'eau;

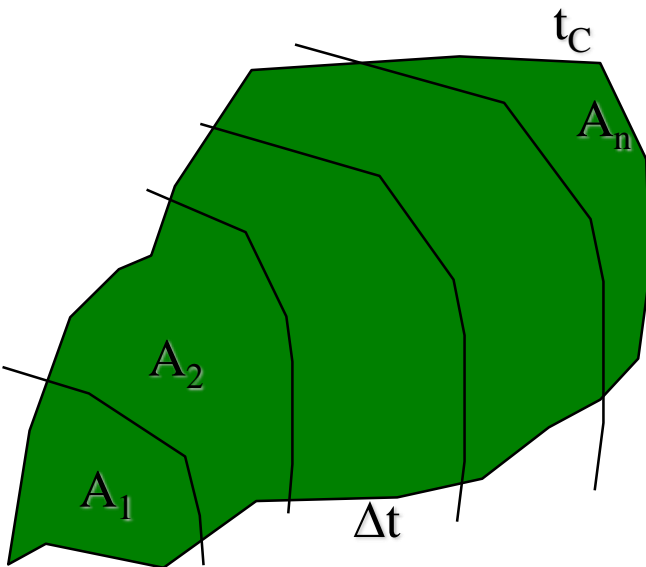
m: point d'entrée de cette goutte d'eau dans le
 réseau.



➤ La durée maximale d'écoulement dans le bassin, c'est-à-dire $\text{Max}(t' + t'')$, est appelée
temps de concentration et est notée t .

➤ Le trajet correspondant est appelé *plus long chemin hydraulique* et
 généralement noté L .

Soit les surfaces A_1, A_2, \dots, A_n entre deux lignes isochrones distantes de Δt .



Pluie de durée Δt
débit à l'exutoire :

| | |
|---------------|-----------|
| $t=0$ | $Q=0$ |
| $t=\Delta t$ | $Q=CiA_1$ |
| $t=2\Delta t$ | $Q=CiA_2$ |
| $t=t_c$ | $Q=CiA_n$ |
| $t>t_c$ | $Q=0$ |

Pluie de durée t_c

débit à l'exutoire :

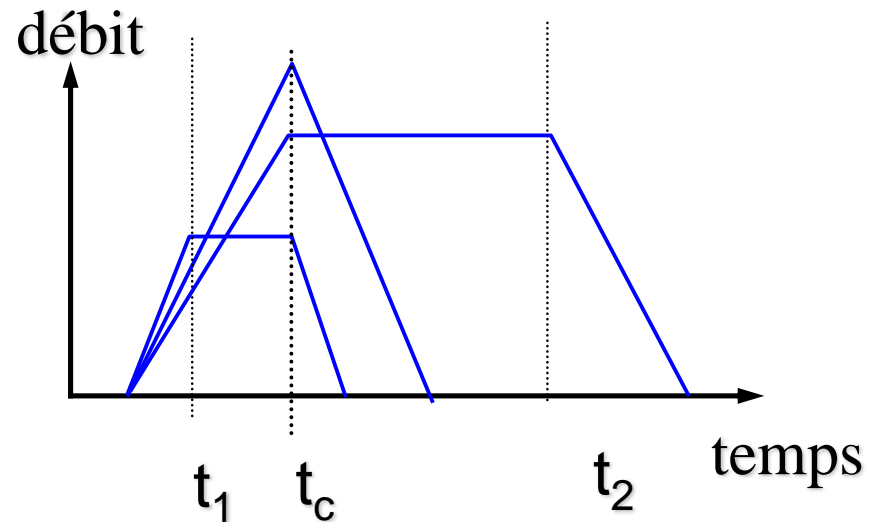
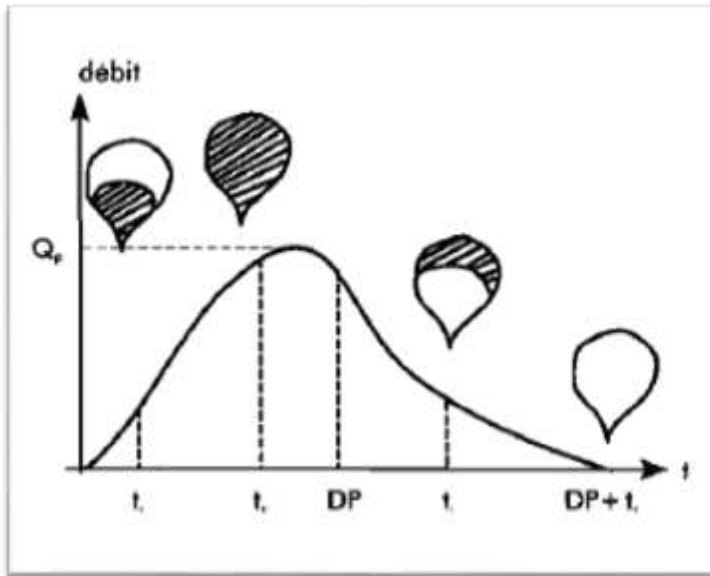
| | |
|---------------|-------------------|
| $t=0$ | $Q=0$ |
| $t=\Delta t$ | $Q=CiA_1$ |
| $t=2\Delta t$ | $Q=Ci(A_1 + A_2)$ |
| $t=t_c$ | $Q=CiA$ |
| $t=2t_c$ | $Q=0$ |

LES EAUX DE RUISSELLEMENT

Quantité

Méthode rationnelle

Le dimensionnement des réseaux se fait selon un modèle superficiel : **Le débit est maximal pour une pluie qui dure un temps = t_c**



A l'instant $t_i < t_c$, seule l'eau tombée sur la partie inférieure du bassin versant a pu atteindre l'exutoire.

A l'instant t , en revanche, la totalité du BV participe au débit en O. (l'exutoire)

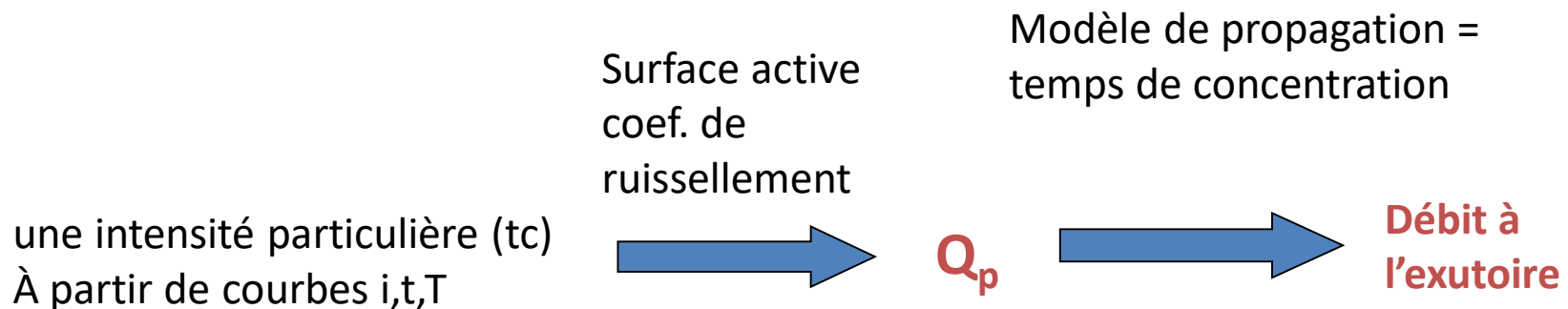
• La modélisation

Suivant les objectifs poursuivis la démarche est différente et la complexité variable

Dimensionnement :

Déterminer un **diamètre suffisant** pour transporter un **débit donné** en fonction d'une **période de retour** .

Les modèles de simulation Aide à la conception et à l'aménagement d'un réseau de collecte (collecteur, bassin, déversement,...)



MODELISATION DYNAMIQUE

