

## PREMIERE PARTIE : Hydrologie Urbaine

### Chapitre 1 : Cycle hydrologique

#### 1- Introduction générale

L'hydrologie : est la science qui étudie l'eau sous ses aspects quantitatif et qualitatif durant les différentes phases de son cycle dans la nature. L'hydrologue utilise des modèles mathématiques pour prédire les différents phénomènes hydrologiques dans le but de gérer les ressources hydriques d'une manière proactive et non réactive.

#### 2- Cycle hydrologique

L'ensemble de tous les processus de transformation de l'eau sur la terre s'appelle cycle hydrologique dont les phases principales sont (figure 1).

- *Evaporation* : elle se fait principalement au niveau des océans qui couvrent 70% de la surface terrestre et contiennent 97% des eaux disponibles. L'évaporation annuelle moyenne à partir des océans est estimée à 1400mm. Cependant, approximativement 90% de ce volume retombe sur les océans. Mais l'évaporation se fait aussi directement à partir de l'atmosphère en temps de pluie, au niveau des plans d'eau, de sol humide et à travers la végétation (480mm/an). Dans ce dernier cas on l'appelle *transpiration*. On groupe sous le nom *évapotranspiration* l'ensemble des processus d'évaporation et de transpiration. L'évaporation directe à partir d'un manteau nival, sans passer par l'état liquide, s'appelle la *sublimation*.
- *Transport par les vents et les courants* : les nuages formés par évaporation peuvent être transportés par les vents et les courants. Ces mouvements d'air sont générés par le gradient de pression qui existe entre les centres de haute et basse pressions. L'existence de ces centres est directement reliée au gradient de température entre les endroits exposés différemment au soleil.
- *Précipitation* : sous certaines conditions atmosphériques, les nuages formés par évaporation se condensent et tombent sous l'effet de la gravité, donnant lieu à des précipitations. Celles-ci peuvent être solides ou liquides selon que la température ambiante est respectivement en dessous ou au-dessus de zéro degré. Les précipitations sur les terres (800mm/an) proviennent à 40% de l'évaporation à partir des océans et

à 60% à partir de l'évaporation au niveau des plans d'eau, de l'atmosphère et le sol.

- *Infiltration* : quand les précipitations sont liquides, une partie remplit les dépressions et s'infiltré dans le sol. Ces infiltrations rechargent le sol en humidité et alimentent les nappes souterraines.
- *Ecoulement souterrain* : les nappes souterraines alimentent horizontalement les cours d'eau et les lacs durant les jours et les moins qui suivent les infiltrations verticales dans le sol. Cependant, selon la position relative du niveau de la nappe souterraine et du cours d'eau avoisinant, il peut y avoir écoulement dans un sens ou dans l'autre.
- *Ruissellement de surface* : l'excédent des précipitations qui ne s'est pas infiltré ou évaporé ou n'a pas été intercepté par la végétation, va s'écouler selon la pente de terrain. C'est le ruissellement de surface qui alimente les rivières et les fleuves se déchargeant dans les mers et les océans.

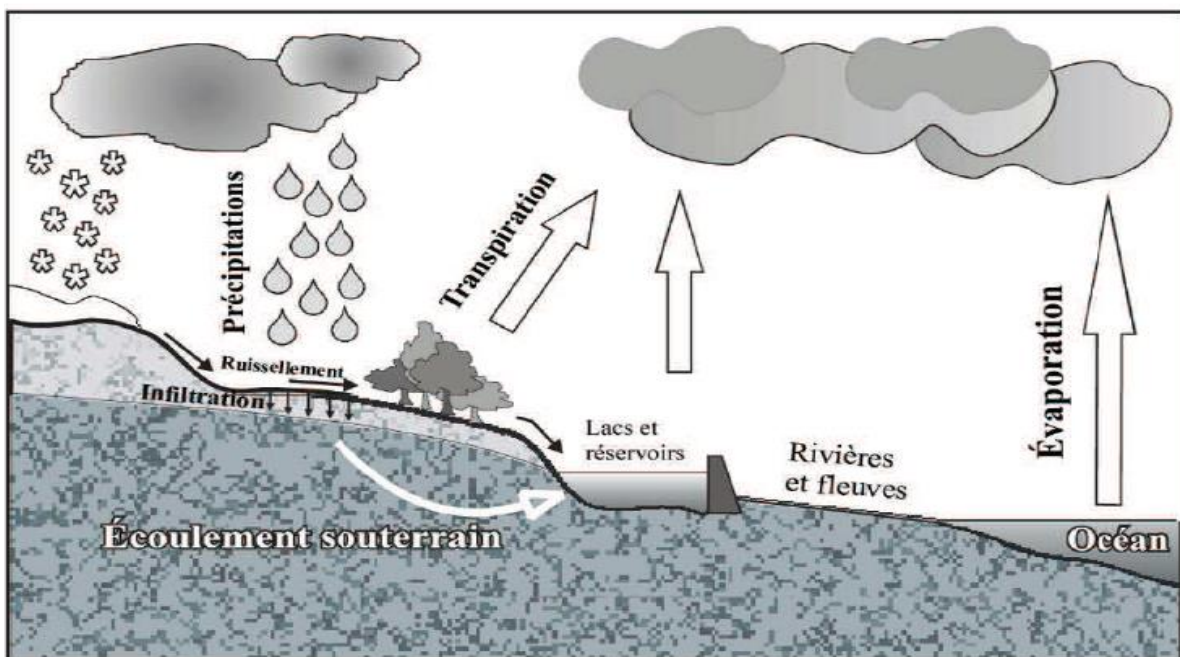


Figure 1. Cycle hydrologique

### 3- Le bilan hydrique

On peut schématiser le phénomène continu du cycle de l'eau en trois phases :

- les précipitations,
- le ruissellement de surface et l'écoulement souterrain,
- l'évaporation.

Il est intéressant de noter que dans chacune des phases on retrouve respectivement un transport d'eau, un emmagasinement temporaire et parfois un changement d'état. Il s'ensuit que l'estimation des quantités d'eau passant par chacune des étapes du cycle hydrologique peut se faire à l'aide d'une équation appelée "hydrologique" qui est le bilan des quantités d'eau entrant et sortant d'un système défini dans l'espace et dans le temps. Le temporel introduit la notion de l'année hydrologique. En principe, cette période d'une année est choisie en fonction des conditions climatiques. Ainsi en fonction de la situation météorologique des régions, l'année hydrologique peut débuter à des dates différentes de celle du calendrier ordinaire. Au niveau de l'espace, il est d'usage de travailler à l'échelle d'un bassin versant (entité structurelle définie en détails au chapitre 2) mais il est possible de raisonner à un autre niveau (zone administrative, entité régionale, etc.). L'équation du bilan hydrique se fonde sur l'équation de continuité et peut s'exprimer comme suit, pour une période et un bassin donnés :

$$P + S = R + E + (S \pm \Delta S) \quad (1.1)$$

Avec :

P : précipitations (liquide et solide) [mm],

S : ressources (accumulation) de la période précédente (eaux souterraines, humidité du sol, neige, glace) [mm],

R : ruissellement de surface et écoulements souterrains [mm],

E : évaporation (y compris évapotranspiration) [mm],

S +  $\Delta S$  : ressources accumulées à la fin de la période [mm].

On exprime généralement les termes du bilan hydrique en hauteur d'eau (mm par exemple), on parle alors de lame d'eau (précipitée, écoulée, évaporée, stockée, etc.). Cette équation exprime simplement que la différence entre le débit d'eau entrant et le débit d'eau sortant d'un volume donné (par exemple un bassin versant) au cours d'une période déterminée est égale à la variation du volume d'eau emmagasinée au cours de ladite période. Elle peut s'écrire encore sous la forme simplifiée suivante :

$$E = I - O \pm \Delta S \quad (1.2)$$

Avec :

E : évaporation [mm] ou [m<sup>3</sup>],

I : volume entrant [mm] ou [m<sup>3</sup>],

O : volume sortant [mm] ou [m<sup>3</sup>],

$\Delta S$  : variation de stockage [mm] ou [m<sup>3</sup>].