

Chapitre I. Introduction à l'hydrologie

1. Définitions et objectifs :

- **L'hydrologie** est la science qui étudie les eaux terrestres (circulation, existence, distribution, propriétés physico-chimiques de l'eau ...) en plus elle s'intéresse à la relation des eaux avec l'environnement et les êtres vivants. L'hydrologie se limite à l'étude des ressources en eau superficielle par opposition à l'hydrogéologie qui traite beaucoup plus les eaux souterraines. Pour étudier l'hydrologie, il est essentiel de collecter des données sur les précipitations, l'écoulement des cours d'eau, la qualité de l'eau, la neige, etc. Ces données sont collectées à l'aide d'instruments spéciaux et de stations météorologiques.

Le développement des ressources en eau exige une certaine gestion et planification qui facilite le contrôle et la meilleure utilisation de l'eau. Cette gestion fait appel à une étude de la distribution spatiale et temporelle des éléments du bilan hydrologique qui permet une gestion des structures hydrauliques (débits de crue, système de drainage et d'assainissement, capacité des réservoirs...). Les problèmes des ressources en eau exigent aussi l'intervention des économistes, des chimistes, des physiciens et d'autres spécialistes dans les sciences naturelles et sociales.

- Applications de l'hydrologie

L'hydrologie a de nombreuses applications, notamment dans la prévision des crues, la gestion des ressources en eau, la conception de barrages, la protection contre les inondations, la gestion des écosystèmes aquatiques, etc.

- Importance de la gestion de l'eau

La gestion efficace des ressources en eau est essentielle pour assurer un approvisionnement en eau sûr et durable, ainsi que pour minimiser les impacts des inondations et des sécheresses.

- Les principaux défis de l'hydrologie :

L'hydrologie est aujourd'hui faces à des défis majeurs qui complexifient à la fois la compréhension du cycle de l'eau et la gestion durable des ressources hydriques. On note les principaux défis suivants :

- **Changement climatique** : Entraînant une modification du régime pluviométrique, une intensification des inondations et des sécheresses et une variabilité accrue des ressources en eau.

- **Croissance démographique** : Causant une augmentation de la demande en eau potable, agricole et industrielle ce qui conduit à une pression sur les ressources hydriques déjà limitées.

- **Pollution des ressources en eau** :

La dégradation de la qualité des eaux représente une menace majeure pour la santé humaine et les écosystèmes aquatiques.

- **Urbanisation et déforestation** :

Permis ces conséquences est la perturbation de l'infiltration et de l'écoulement naturel de l'eau ce qui entraîne l'accroissement du ruissellement direct et le risque d'inondation.

2. Inventaire des ressources en eau : En principe, la quantité d'eau sur la terre reste constante cependant elle se transforme d'un état à un autre et elle est transportée aussi d'un endroit à un autre ce qui forme le cycle hydrologique (cycle de l'eau). Le tableau.1 suivant résume la quantité d'eau approximative à tout instant.

Tableau.1 Distribution sommaire des eaux (Nace, 1976)

Source	Quantité en km ³	Pourcentage (%)
Océans	1.323.000.000	97.20
Lacs salés, mers	104.000	0.008
Glaciers	30.500.000	2.15
Eaux souterraines	8.350.000	
Eau capillaire	67.000	0.61
Lacs d'eau douce	125.000	0.005
Rivières (moyenne)	1670	0.009
Atmosphère (vapeur)	12900	0.0001
Autres	375.000	0.001
		0.028
Total	1.362.000.000	100.00

De ce tableau on conclue que plus de 97% des eaux sont dans les océans (eaux salées) et 20 % de ces eaux sont les glaciers. Les ressources en eau douce (lacs, rivières, nappes souterraines...) représentent en moyenne moins de 1% de l'inventaire globale de l'eau. La quantité de la vapeur d'eau dans l'atmosphère est d'environ 0.01%, et continuellement renouvelé par le phénomène d'évaporation. L'approvisionnement en eau douce est assuré par les précipitations.

* **Inventaire des ressources en eau en Algérie** : Les bassins versants en Algérie sont regroupés en trois zones (ANRH 1993) :

- **Les bassins tributaires de la méditerranée** situés au Nord de l'Algérie ont un apport moyen annuel environ onze milliards de m³.
- **Les bassins endoréiques** occupant les hautes plaines où la perte des eaux par évaporation dans les chotts est énorme. L'écoulement annuel moyen est de l'ordre de 700 hm³.
- **Les bassins sahariens :**

Ils ont un apport moyen annuel de 650 hm³ caractérisés par la présence des eaux fossiles. Les ressources en eau souterraine sont environ 6.8 milliards de m³, les eaux superficielles évaluées à plus de 11 milliards de m³ (ANRH 1993). La source d'alimentation de ces eaux est essentiellement les précipitations dont sa valeur est très variable du Nord vers le Sud. Dans la région de Constantine la dotation est de 140 l/j/h (250 l/j/h norme OMS), les pertes du réseau d'AEP sont estimées à 30%.

3. Méthodes d'études en hydrologie :

L'outil mathématique (statistique) constitue l'élément de base dans le domaine de génie hydrologie où les recherches visent à trouver les causes des variations des caractéristiques des différents bassins. Les modèles mathématiques permettent d'établir des relations entre les paramètres du relief et ceux du climat. Par ailleurs les systèmes de ressources en eau doivent être planifiés pour résoudre des problèmes résultant d'événements naturels futurs (crues ou sécheresse).

4. Cycle globale de l'eau :

Appelé aussi cycle hydrologique (Fig.1) qui est l'ensemble de processus de transfert de l'humidité de la mer vers la terre puis de nouveau vers la mer. Le cycle de l'eau est un point utile dans le domaine de L'hydrologie, il correspond à l'ensemble des processus physiques qui contribue à la transformation de l'eau en toutes ses formes (liquide, solide et gazeux). La pluie qui tombe sur la surface de la terre se répartit en plusieurs directions. Les deux tiers environ seront retenus dans le sol et retourne ensuite vers l'atmosphère par le biais de l'évaporation et la transpiration des plantes. Une partie de l'eau s'écoule en surface ou participe à l'écoulement souterrain. Toutes ces eaux sous l'effet de gravité s'écoulent vers les basses altitudes pour rejoindre les océans. Au cours du cycle, les ressources d'eau dans l'atmosphère et sur la surface de la terre se renouvellent constamment. Grace au réapprovisionnement constant de l'eau de l'atmosphère par le biais de l'évaporation (évapotranspiration), il tombe sur la terre une précipitation annuelle de 577 millions km³. Dans le cycle de l'eau on distingue deux zones : Zone exoréique (vers les océans) et zone endoréique (présente un intérêt pour les hydrogéologues car elle contient l'eau emmagasinée). Le soleil est la source d'énergie principale qui assure le fonctionnement de ce cycle.

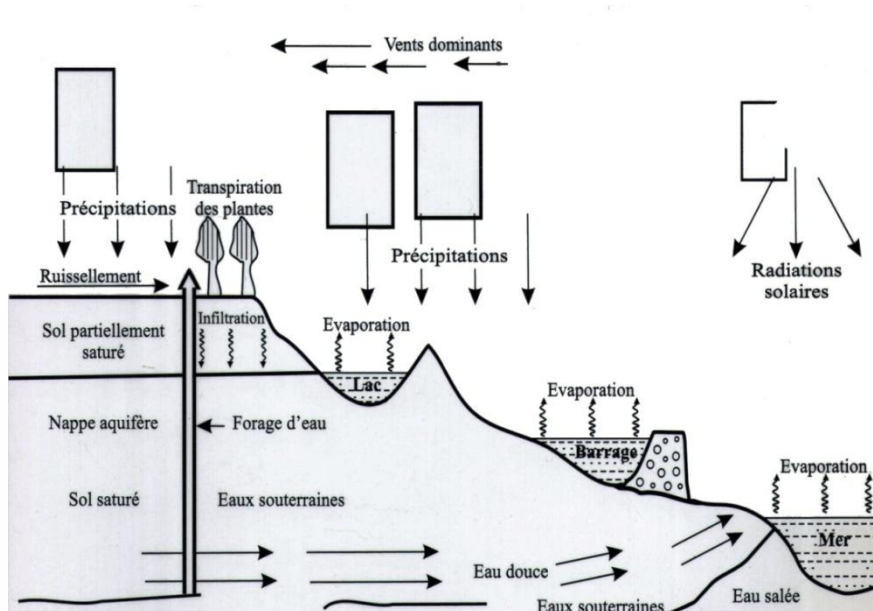


Fig.1 Cycle global de l'eau

4.1 Bilan de l'eau à l'échelle du bassin versant :

L'application de la méthode du bilan hydrique est limitée vu la difficulté que l'on rencontre lors de la quantification des variables (P, E, I et R). Avant tout projet, il faut vérifier la fiabilité des données.

4.1.1 Le bilan hydrique :

Le cycle de l'eau est donnée par une équation hydrologique représentant le bilan des quantités d'eau sortant et entrant d'un système défini dans l'espace (Bassin versant) et dans le temps (Année hydrologique).

Le bilan hydrologique global est : $P = E + R + I$

Au niveau des bassins expérimentaux, il y a une alimentation et une perte, l'équation du bilan hydrique s'écrit alors selon le principe de continuité : $e + P = E + R + I + S$

e : apport (alimentation) correspond à l'accumulation de la période précédente.

S : perte (accumulation à la fin de la période étudiée)

R : ruissellement, E: évaporation, I : infiltration

Les termes du bilan s'expriment généralement en hauteur d'eau (mm) (lame d'eau). Il peut s'écrire de la manière suivante : $E = I - O \pm \Delta S$

E : évaporation (mm) ou en (m³).

I: volume entrant (mm) ou en (m³).

O : volume sortant (mm) ou en (m³).

ΔS : variation de stockage (mm) ou en (m³).

$\Delta S=0$, si le bassin versant naturel est relativement imperméable et dans ce cas on aura : $I - O = D$

Abstract

Hydrology is the scientific study of earth's water including its distribution, movement, cycle, and quality. It is a vital scientific discipline that helps us understand and manage Earth's water resources. It encompasses many facets, from the water cycle to data collection and water resource management, and plays a crucial role in preserving our environment and quality of life. To study hydrology, it is essential to collect data on precipitation, stream flow, water quality, snowpack, etc. These data are collected using specialized instruments and weather stations.

Challenges in Hydrology:

Climate change, population growth, water pollution, and other factors present significant challenges to water resource management and understanding hydrology.

The Hydrological Cycle (water cycle)

The hydrological cycle refers to the continuous movement of water within the Earth's hydrosphere. It plays a crucial role in sustaining life on Earth by replenishing freshwater resources and moderating climate extremes.

The main physical processes involved in the hydrological cycle include (evaporation, condensation, sublimation, precipitation, transpiration, interception, infiltration, percolation, and runoff). The Sun provides the energy that drives these processes.

Water evaporates from the surfaces of oceans, lakes, reservoirs, and other water bodies, while transpiration occurs from vegetation. These water vapours rise into the atmosphere, cool, and condense at higher altitudes, forming clouds. When the water droplets in clouds combine and become heavy enough, they fall as precipitation.

A portion of this precipitation flows over the land surface as runoff, while another portion infiltrates the soil and contributes to groundwater storage. Surface runoff eventually joins streams and rivers, and the water is stored in reservoirs or flows back into the oceans. Meanwhile, groundwater may also discharge into water bodies and return to the oceans.

Once again, evaporation begins from these aquatic surfaces, and the cycle continues.

Hydrological Budget or water balance

It consists of inflows, outflows, and storage, presented by the following equation and figure below (Fig.2):

$$P + Q_{in} = ET + \Delta S + Q_{out}$$

P is precipitation

Q_{in} is water flow into the watershed

ET is evapotranspiration (the sum of evaporation from soils, surface-water bodies, and plants)

ΔS is change in water storage

Q_{out} is water flow out of the watershed.

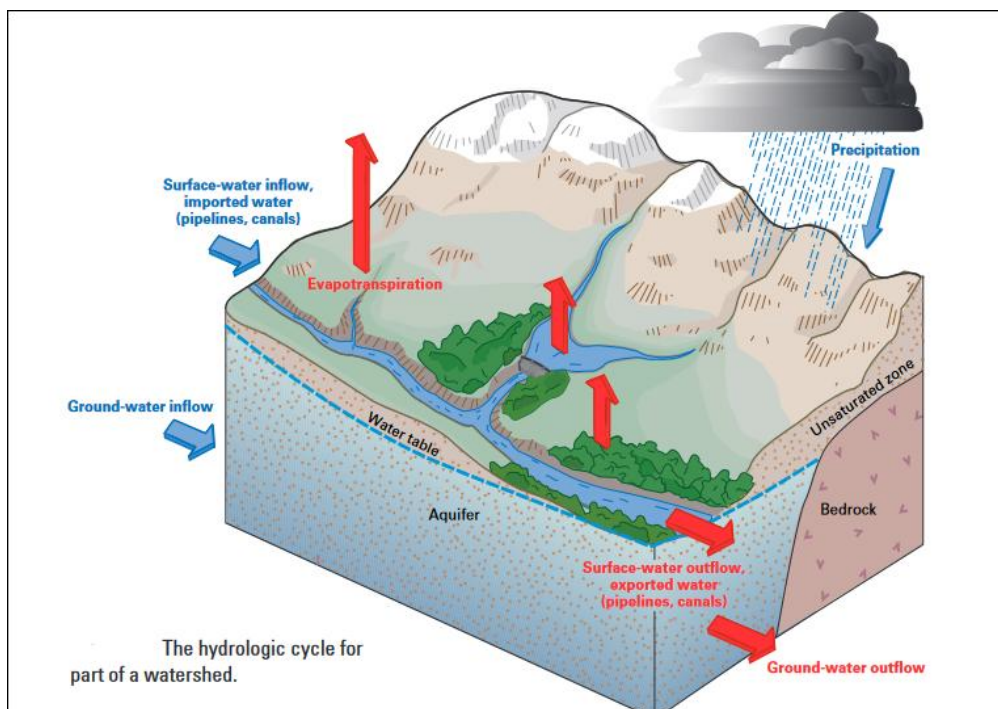


Fig.2 Hydrological cycle