

CHAPITRE II : HYDROGEOLOGIE

I- Généralités:

La Terre, doit l'essentiel de son eau, grâce à sa distance idéale, à 150 millions de km du soleil, qu'elle doit posséder l'Eau sous ses trois états : solide, liquide et gazeux. A moins de 130 millions de km, il n'y aurait que la vapeur, à plus de 170 millions de km, uniquement de la glace.

Pour l'Homme, l'Eau douce dont il a besoin, représente seulement 6% du volume aqueux, une bonne partie étant prisonnière des glaces ou enfouie dans le sous-sol.

Même si la demande a décuplé depuis le début du siècle dernier, la quantité d'eau douce disponible chaque année est d'un Tiers supérieur aux besoins de l'Homme, mais, cette quantité reste affrontée à l'inégalité de la répartition géographique et à la succession de période sèches et humides.

L'existence du cycle hydrologique a été, depuis longtemps, mise en évidence. En effet ; l'Eau effectue à la surface de la Terre un cycle sans fin. La mesure quantitative et qualitative des éléments de ce Cycle constitue une base essentielle pour une gestion efficace de l'Eau.

Les dernières décennies pourraient bien figurer dans l'Histoire du monde, comme étant l'époque des sécheresses et de la désertification.

L'eau devient ainsi de plus en plus une ressource rare, ce qui entraîne des risques, pouvant se transformer à court terme en menaces pour la survie même de millions d'êtres humains.

Des affrontements ont eu lieu pour la maîtrise et l'utilisation d'une ressource trop longtemps laissée de côté dans les stratégies de

développement. Ces affrontements, d'abord locaux, risquent de prendre une toute autre envergure et se transformer en Conflits durables entre Etats.

S'il est vrai que les progrès scientifiques, les technologies, le savoir-faire et les accords politiques concernant la gestion de l'eau peuvent contribuer à la prévention, il reste qu'il faut surtout mettre l'accent sur *l'éducation à l'eau comme l'élément fondamental d'une culture de prévention et de partage dans ce domaine. Ici, comme ailleurs, c'est l'éthique et la solidarité qui doivent prévaloir.*

II. Le Cycle de l'Eau

Définition :

Les différentes formes d'existence de l'Eau dans la nature sont : Océans, Rivières, Lacs, Glaciers, sols, Air, Eaux souterraines.

Le Cycle d'eau est un concept qui englobe les phénomènes du mouvement et du renouvellement des eaux sur la Terre. Cette définition implique que les mécanismes régissant le Cycle de l'eau ne surviennent pas seulement les uns à la suite des autres, mais, sont concomitants. Donc, il s'agit d'un phénomène cyclique, composé de plusieurs facteurs, qui n'a ni commencement, ni fin (figure 3).



Cycle de l'Eau

L'Eau se présente dans la nature sous trois états:

- * *Solide : neige et glace ;*
- ** *Liquide : eau pure ou chargée en solutés ;*
- *** *Gazeux : à différents degrés de pression et de saturation.*

Le diagramme d'état suivant (figure) définit les domaines d'existence des trois états. Pour l'Eau, ceux-ci coexistent au point triple, à 0°, sous une très faible pression. A la pression ordinaire, il est possible de passer d'un état à un autre en faisant varier la température :

- en dessous de 0°C, l'eau est dans un état solide (**glace**) ;
- au dessus de 0°C, la glace fond et se transforme en eau (**fusion**)
- au dessus de 100°C, l'eau devient un gaz : la vapeur d'eau (**vaporisation**)
- Inversement, la vapeur d'eau se condense au contact d'une paroi froide en donnant de l'eau (**condensation**)

- Celle-ci peut, à son tour se transformer en glace si la température baisse suffisamment ([congélation](#))
- Le passage direct de l'état solide à l'état gazeux ([sublimation](#))

La courbe de vaporisation qui sépare les domaines du liquide et du gaz, s'interrompt au point critique, au-delà duquel, il est impossible de distinguer le liquide et le gaz, ces deux états, ne faisant plus qu'un. Pour l'eau, ce point critique est difficile à observer, car, il se situe à 374°C et 218.100 Pa ; ou 218 atmosphères.

L'eau est en constante circulation sur la terre, et subit des changements d'état. L'ensemble des processus de transformation et de transfert de l'eau constitue le Cycle de l'Eau.

III- Les composants du Cycle de l'Eau.

Le cycle de l'eau est composé de processus complexes et variés dont on peut citer : les précipitations, l'évapotranspiration (évaporation et transpiration des plantes), el ruissellement, l'infiltration, l'écoulement souterrain. L'ensemble des ces divers mécanismes est régi par un moteur essentiel qui n'est autre que le Soleil.

1- Hydrogéologie

Deux questions majeures relatives à l'Eau se posent : [la disponibilité et l'accès](#) correspondant à deux futurs problèmes sérieux pour l'Humanité. Actuellement, UN habitant sur Cinq de la Planète n'a pas suffisamment accès à l'Eau, et UN sur Trois ne consomme pas l'Eau potable.

[L'Hydrogéologie et l'Hdrologie](#) sont des Sciences d'eau douce en général, qu'elle soit superficielle ou souterraine, [la Cryologie](#) c'est la Science des eaux sous forme solide (neige, glace, grêle,...), [la Limnologie](#) c'est la Science des Eaux lacustres et [la Potamologie](#) est la Science des cours d'Eau.

2)- Caractéristiques du milieu physique

L'**hydrogéologie** (de *hydro-* et *géologie*), également nommée **hydrologie souterraine**, est la [Science](#) qui étudie l'[eau souterraine](#). Son approche d'étude repose sur deux branches des [sciences de la terre](#), la [géologie](#) et l'[hydrologie](#).

L'hydrogéologie s'occupe de la distribution et de la circulation de l'eau souterraine dans le [sol](#) et les [roches](#), en tenant compte de leurs interactions avec les conditions géologiques et l'[eau de surface](#). Il s'agit d'une science pluridisciplinaire (dont la base fondamentale est la géologie) utilisant les concepts et méthodes de différentes spécialités telles la [physique](#), la [chimie](#), la [géochimie](#) et l'[hydrochimie](#), la [géophysique](#), l'[hydrodynamique](#) et l'[hydraulique souterraine](#), l'[analyse numérique](#) ainsi que des techniques de [modélisation](#), la [géostatistique](#), la [biologie](#), etc.

L'hydrogéologie comme la plupart des [sciences de la terre](#) est une branche très interdisciplinaire. Il peut être difficile de tenir compte complètement de toutes les interactions entre le [sol](#), l'[eau](#), la [biosphère](#) et l'[Homme](#), aussi bien sur un plan [chimique](#) que [physique,biologie](#) ou même [légal](#). Bien que les principes de base de l'hydrogéologie soient intuitifs (par exemple: l'eau coule vers le bas), l'étude de leurs interactions peut être très complexe. De façon générale le fait de prendre compte les interactions de différentes facettes d'un système à plusieurs composantes demande une connaissance de plusieurs branches autant au niveau [expérimental](#) que [théorique](#). Ces précautions étant prises, le présent concept s'intéressera plutôt aux méthodes et à la nomenclature de l'hydrogéologie.

L'objectif du Concept d'Hydrogéologie, est d'initier des opérateurs dans les divers domaines des Sciences de l'eau aussi bien sur le terrain

qu'aux Laboratoires afin de voir toutes les interactions possibles entre l'Eau et son contenant. Leur formation doit, donc, comprendre **trois aspects**:

a)- Un complément de formation à la nature et aux lois des processus d'écoulement de l'eau dans les milieux naturels (*pluie, écoulements de surface, écoulements souterrains et leurs relations*), suivi de l'étude des interactions fortes entre l'eau et les milieux traversés (entre fluides et solides, comme avec le milieu vivant) et des influences anthropiques dues aux activités humaines

b)- La maîtrise approfondie de certains outils de quantification de ces phénomènes, allant de la mesure des paramètres physiques à l'élaboration d'un modèle approprié, puis à l'utilisation du modèle en prévision. L'accent est plus particulièrement porté sur trois outils :

- la mécanique des fluides ;

- la géochimie ;

- les méthodes probabilistes, statistiques et géostatistiques.

c)- Une sensibilisation à quelques problèmes hydrologiques où la démarche scientifique peut apporter des éléments pour la réflexion, la lecture scientifique des résultats, la rédaction de rapports et de recommandations, et ensuite, la décision pour une meilleure gestion efficace.

Les thèmes prioritaires du parcours « Hydrologie, Hydrogéologie » portent sur deux procédés :

**)- L'aménagement et la gestion des milieux fortement anthropisés :* l'influence de la qualité des eaux, de l'usage de l'espace, de la

dégradation des habitats et de la faune sur les écosystèmes aquatiques ; la qualité des eaux pour l'alimentation en eau potable; l'impact des rejets urbains de temps sec et d'orage et des rejets industriels ; les effluents agricoles, le lessivage des sols et la minéralisation des eaux, la pollution du sous-sol ; la prévision et la gestion des inondations.

****)-Les milieux souterrains profonds :** la reconnaissance et la gestion des nappes (exploitation et modalités de recharges).

3)- Etude de cas :

a)- Plaine de Gharb

La nappe profonde du Gharb à caractère multicouche et dont l'encaissant est d'âge plio-quadernaire, circule principalement du côté est de la plaine dans des niveaux grossiers de cailloutis et de galets (fig 3b) ayant une perméabilité qui varie entre 1.10^{-3} m/s et 4.10^{-3} m/s (DRPE, 1994). A l'Ouest et au Sud, la lithologie est représentée par des grès et des sables calcaires avec intercalations argileuses dont la perméabilité est comprise entre 10^{-5} m/s et 5.10^{-5} m/s (DRPE, 1989). Cette nappe présente un intérêt hydrogéologique à l'échelle régionale caractérisée par une recharge importante par les eaux de précipitations par infiltration et à partir des bordures du bassin de Gharb.

Le climat dans la région du Gharb est de type méditerranéen . Une synthèse de données climatiques de ces dernières décennies révèle un contraste climatique manifeste entre deux saisons (sèche et humide), qui induit un déficit très marqué d'eau dans la région, lequel sera comblé par des restitutions de barrages situés à l'amont et l'exploitation des eaux souterraines . Les coupes lithologiques des forages et les données géophysiques mettent bien en évidence au moins deux nappes :

- la nappe phréatique dont l'encaissant est constitué par les sables fins, plus ou moins limoneux du Quaternaire ;

- et la nappe profonde qui circule principalement dans les grès à l'Ouest et au Sud , dans des sables et conglomérats à l'Est d'âge plio-quadernaire.

Durant ces dernières décennies, la plaine du Gharb a connu un développement crucial dans les différents domaines: industriel, agricole et urbain, etc. face à ce progrès, les ressources en eau de la région, même situées en profondeur, sont devenues vulnérables à divers degrés, ainsi l'établissement des cartes de vulnérabilité des aquifères aux pollutions est indispensable à élaborer pour une bonne gestion de ressources en eau, pour l'occupation des sols et pour l'évaluation des risques de pollutions des nappes, afin de définir de façon objective la nature, l'urgence des mesures à prendre et dans quelle stratégie de prévention .

b)- Région de Rabat

Hydrologie et Hydrogéologie

Dans le Plateau de Rabat, le réseau hydrographique s'ordonne autour de deux Oueds principaux :

- L'oued Bou Regreg d'une longueur de 300km et d'un débit moyen de l'ordre de $7m^3/s$, il prend sa source dans l'Est du Plateau Central au relief accidenté et se jette en atlantique entre Rabat et Salé
- L'oued Akrech est un affluent de l'oued Bou Regreg, situé à 18km au SE de l'Océan atlantique, il prend sa source dans le Plateau de Aïn Aouda, il est caractérisé par un régime variable et un débit saisonnier très faible.

Deux unités hydrogéologiques sont étudiées :

- L'aquifère de l'oued Akrech occupe une superficie modeste limitée à l'Ouest par la nappe de Témara, au Nord par la nappe de la Maâmora,

au Sud par le plateau d'Oulad Mimoun et à l'Est par celui de Oulad Brahim. L'essentiel de cet aquifère se trouve au sein des formations géologiques hercyniennes.

La nappe présente une épaisseur allant jusqu'à 100m et elle est située à une profondeur qui varie de 8 à 34 mètres.

Ces différences de profondeurs sont liées étroitement aux variations de la surface topographique.

- L'aquifère de Témara est limité à l'Ouest par l'Océan atlantique, au Nord par l'estuaire de l'Oued Bou Regreg, à l'Est par l'Oued Akrech et au Sud par l'Oued Ykem. L'eau circule dans différentes lithologies allant des calcarénites quaternaires jusqu'aux terrains paléozoïques, la nappe est donc épaisse à niveaux stratifiés, et dont la profondeur varie de 8 à 60 m. La forte urbanisation récente de la région de Témara, les pratiques agricoles et le développement des procédés industriels locaux font que cet aquifère est exposé à une forte exploitation sous un déficit de recharge dû à la Sécheresse pendant ces dernières décennies.