

CHAPITRE III : Les systèmes aquifères

La structure hydrogéologique qui résulte de ce complexe lithologique, stratigraphie, tectonique, géomorphologie contrôle les nappes aquifères, leur nature, leur puissance, leur extension, leur situation respective dans le substratum. Ces nappes sont plus ou moins nombreuses, profondes, interférentes.

Un aquifère est une formation géologique ou une roche, suffisamment poreuse et/ou fissurée tout en étant suffisamment perméable pour que l'eau puisse y circuler librement. Un terrain perméable, poreux, permettant l'écoulement d'une nappe souterraine et le captage de l'eau.

III-1/ Types de nappes

En fonction de leur position et de leur dynamique, plusieurs types de nappes aquifères se distinguent :

III-1-1/ Nappes libres

Les nappes sont dites libres quand n'étant pas recouvertes par une formation lithologiquement imperméable, elles sont alimentées par toute leur surface. L'eau des précipitations s'infiltré, percole à travers la zone d'aération et atteint la nappe phréatique. La surface piézométrique, celle où la pression est égale à la pression atmosphérique, se confond avec la surface même de la nappe (Fig.8).

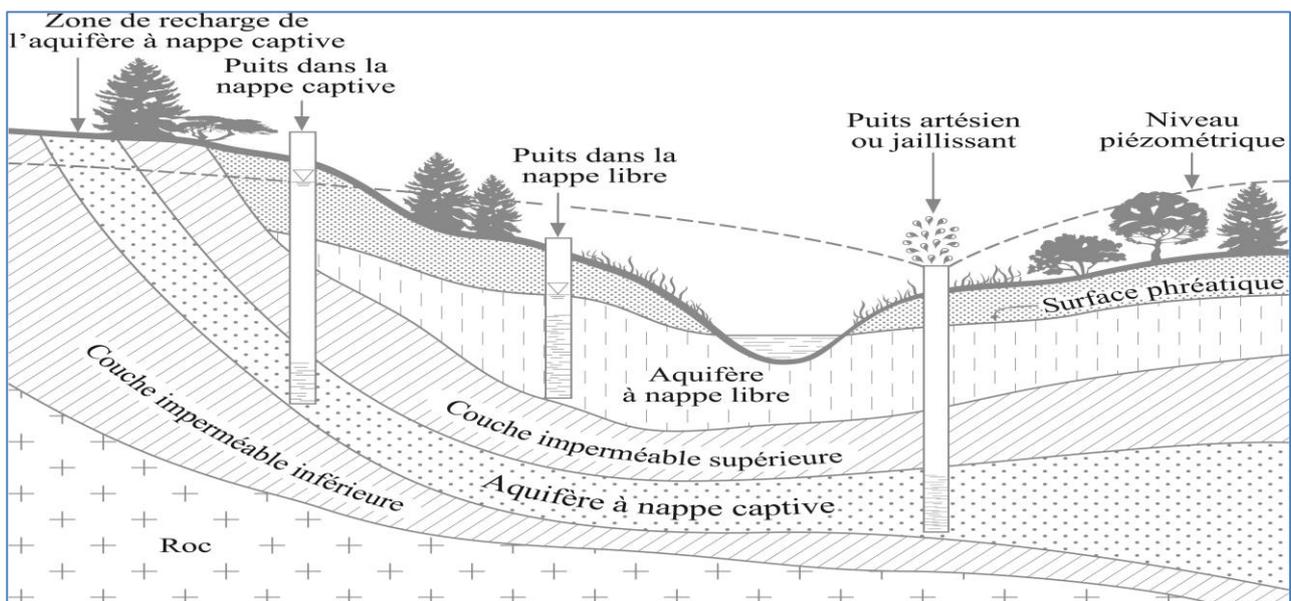


Figure. 08 : Différents types de nappes d'eau

La nappe libre est dite perchée quand elle se situe au-dessus du talweg, dans une formation poreuse portée par un imperméable affleurant à flanc de versant. La nappe est donc liée à un

affleurement géologique poreux au toit d'un imperméable (Fig.9-1), que celui-ci soit horizontal, monoclinal (Fig.9-2) ou synclinal (Fig.9-3).

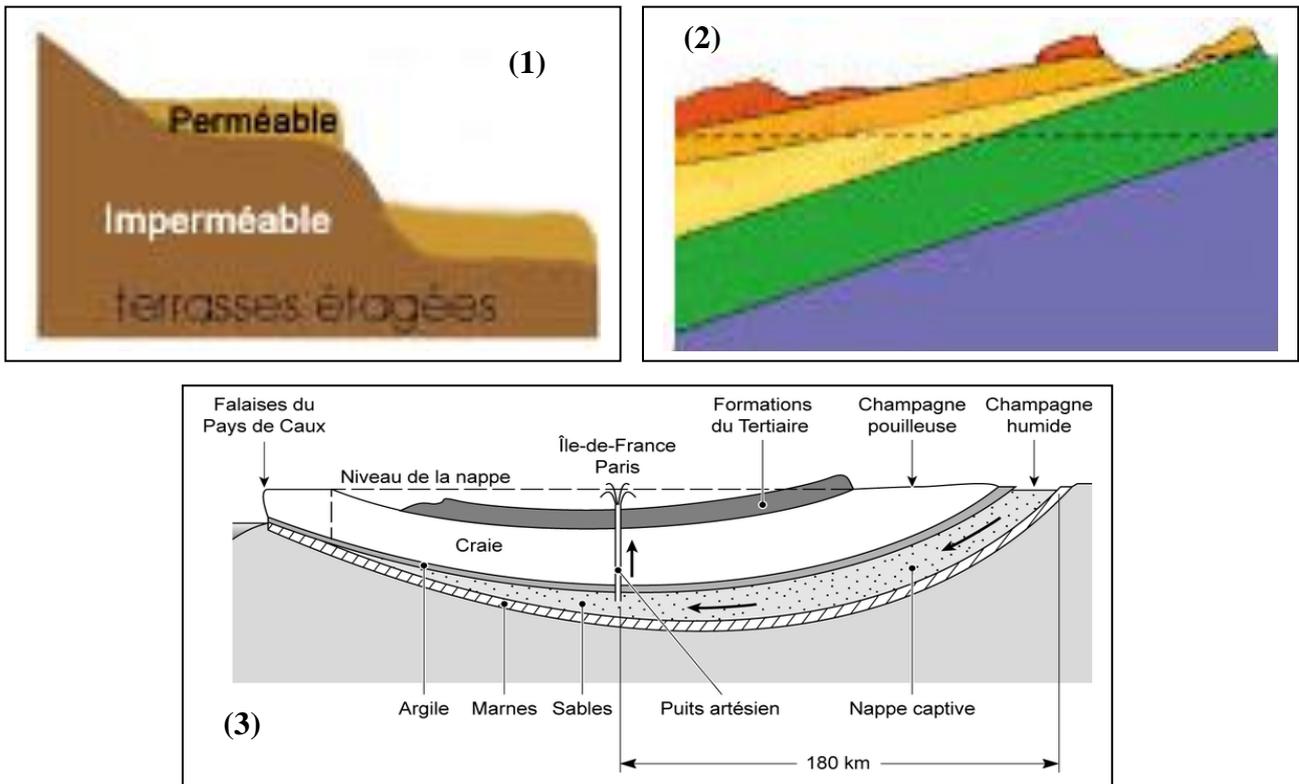


Figure. 09 : Nappes libres penchées

Les sources sont les points d'émergence des eaux souterraines là où la surface topographique recoupe la nappe, très généralement à l'affleurement du toit de l'imperméable.

Situées au plus bas de la nappe, ce sont des *sources de déversement* (Fig.10-1), par elles, la nappe peut se vider complètement en l'absence de recharge. Situées à un point haut de la nappe, elles sont dites *de débordement* ou *de trop plein* (Fig.10-2) ; elles peuvent tarir sans que la nappe soit très basse mais seulement au-dessous du point d'émergence.

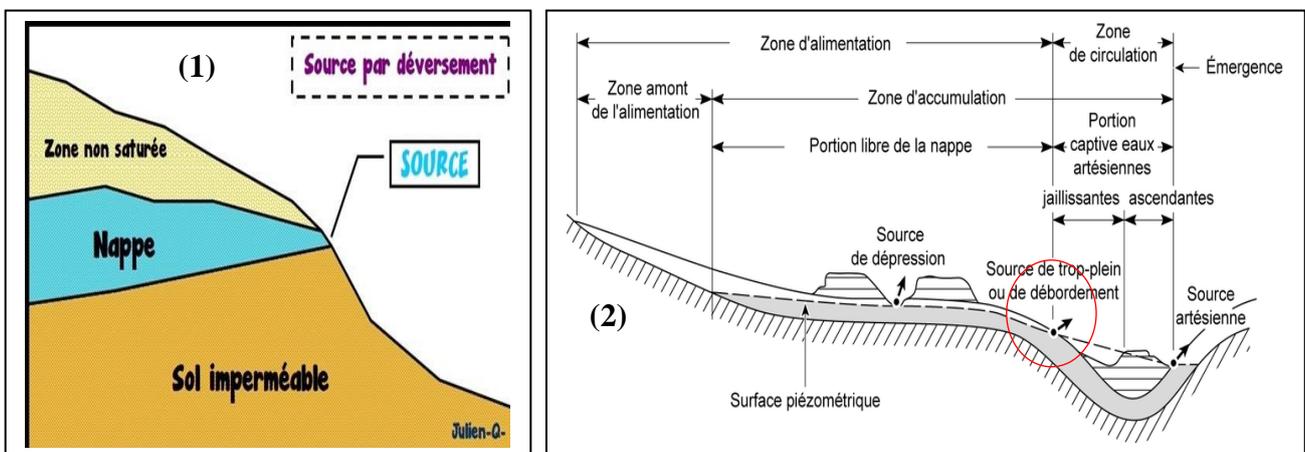


Figure. 10 : Types de sources d'eau

La nappe libre est dite encaissante ou vive ou soutenue quand elle occupe une formation poreuse épaisse (sable, craie, calcaire, alluvions de terrasses emboîtées, granité diaclasé...) et est en communication directe avec la rivière en liaison hydraulique.

III-1-2/ Nappes captives ou artésiennes

Les nappes captives ou artésiennes sont coincées entre deux formations imperméables, l'eau étant sous pression sous l'imperméable supérieur. La surface piézométrique ne se confond plus avec le toit de la nappe situé plus ou moins profondément au-dessous (Fig.8). Si un forage traverse l'imperméable, l'eau de la nappe captive monte dans le forage et peut même jaillir si la surface piézométrique de la nappe est au-dessus du forage. Les nappes captives s'étendent plus ou moins loin au-delà de leur zone d'alimentation. Toutes les nappes libres ou captives constituent autant de systèmes dynamiques, toujours en mouvement, avec leur :

- extension particulière dans l'espace, objet de la cartographie hydrogéologique aux échelles adéquates :

- Niveau \pm variable dans le temps, enregistré sur les piézomètres ;
- Débit \pm variable suivant le bilan recharge-vidange, suivant le régime de la nappe, régime \pm décalé par rapport au régime climatique (P - E) et d'autant plus décalé que le milieu aquifère est plus absorbant, plus capable d'emmagasiner de l'eau souterraine.

La vitesse de l'eau dans les nappes, très faible par rapport à celle d'un cours d'eau dépend :

- ✓ de la pression hydrostatique, le moteur ;
- ✓ de la nature de la porosité, le frein ;

Dans les sables fins homogènes \vec{v} 1 à 5 m/j

Dans les sables grossiers \vec{v} 15 à 20 m/j

Dans les galets \vec{v} 100 m/j

Ces nappes peuvent être exploitées artificiellement par (Fig.11):

- captage des sources au griffon, avec galerie drainante pour accroître le débit capté ;
- pompage à partir de puits dans les nappes phréatiques ;
- forage pour exploiter les nappes libres profondes, les nappes captives artésiennes.

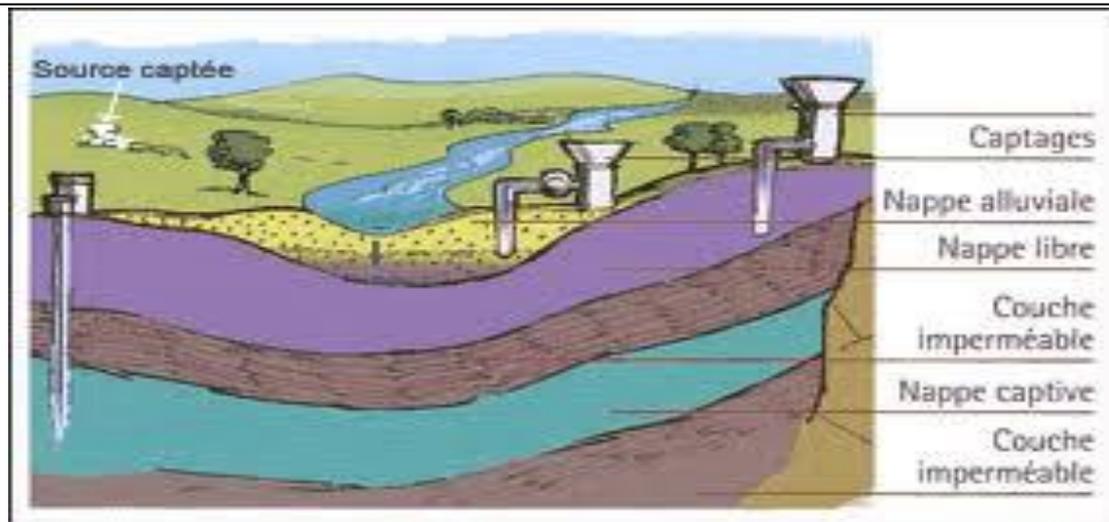


Figure. 11 : Exploitation des eaux souterraines

III-2/ Systèmes aquifères

Les systèmes aquifères ont des étendues très variées et certains d'entre eux rassemblent des parts notables des stocks et des écoulements d'eau souterraine mondiaux. Ils sont constitués par des roches sédimentaires et trois types structuraux les caractérisent :

A/ Bassins sédimentaires

Généralement multicouches plus ou moins complexes en fonction de leur structure en cuvette et de leur constitution stratigraphique Ils sont composés de couches alternées, les unes perméables (formations détritiques de sables, grès. etc.). Les autres de faible perméabilité (argiles, marnes, etc.), souvent compliquée par des passages latéraux de faciès Ils comportent une ou plusieurs couches aquifères à nappe libre et un nombre variable de couches aquifères à nappes captives en partie interconnectées, dont l'eau est souvent saumâtre, voire salée, en profondeur et où le renouvellement est beaucoup plus faible. Les bassins sont souvent « artésiens » notamment lorsqu'ils comportent des aires de jaillissement potentiel sur de grandes étendues à cause de l'altitude et d'une pression de l'eau favorables.

B/ Fosses d'effondrement

Subsidentes, à comblement principalement alluvial, à nappe libre mais pouvant être également multicouches et comporter plusieurs nappes captives et des aires d'artésianisme.

C/ Accumulations détritiques

De piedmont de grandes chaînes montagneuses où l'on trouve des aquifères à nappe libre.

Les caractères dominants de ces grands systèmes aquifères comprennent des grandes étendues, d'énormes réserves pouvant offrir des ressources en eau, une continentalité marquée (peu d'entre eux ont une façade maritime). De plus, la plupart sont transfrontaliers.

III-2-1/ Les aquifères karstiques

Les roches carbonatées (calcaires et dolomies) sont exposées à différents degrés de dissolution en fonction du climat actuel ou passé. Les karsts (Fig.12) correspondent à des aquifères discontinus comportant des réseaux souterrains de cavités et de chenaux plus ou moins complexes et très conducteurs. Il s'agit généralement d'aquifères à surface libre et profonde le plus souvent compartimentés et divisés en systèmes d'aquifères d'extension limitée. Des réseaux de conduits karstiques, parfois étendus et complexes, peuvent raccorder et drainer différents compartiments adjacents. Ces aquifères captent en général la majeure partie des précipitations qui arrosent le plus souvent les plateaux ou massifs les surplombant.

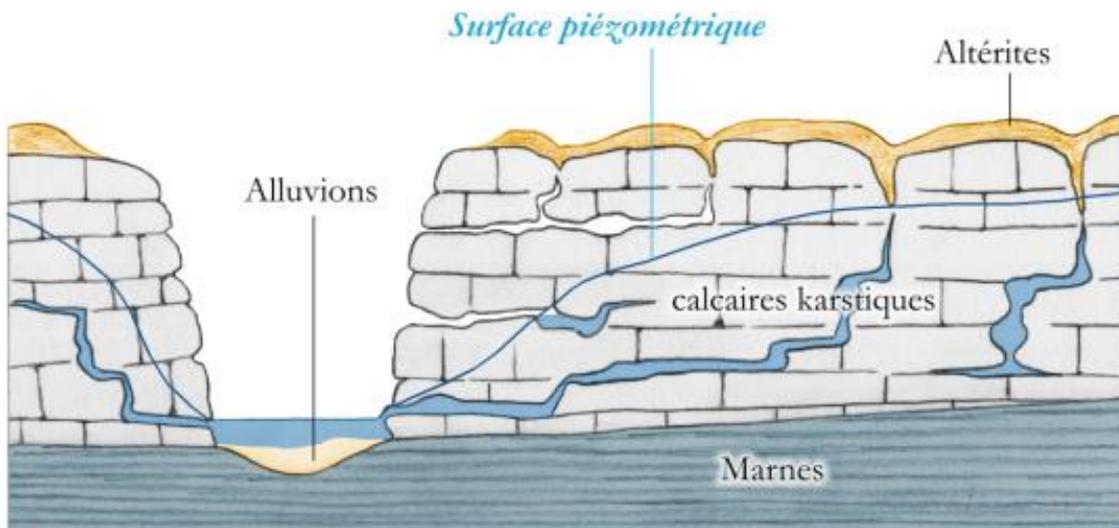


Figure. 12 : Système karstique

Les formations karstiques les plus développées correspondent soit à des roches carbonatées d'âge ancien, notamment primaires, ayant subi une très longue durée de karstification, soit à des formations calcaires plus récentes (secondaires ou tertiaires) affectées par la tectonique de la chaîne alpine, par exemple dans la région méditerranéenne.

III-2-2/ Les aquifères alluviaux

Les alluvions (roches meubles non cimentées), sables et graviers d'origine fluviale ou fluvioglaciale d'âge récent (Quaternaire) ou plus ancien (Tertiaire) sont les aquifères continus les plus répandus et les plus sollicités dans le monde. On distingue les aquifères localisés dans la plupart des

vallées, généralement associés aux cours d'eau avec lesquels les échanges sont courants et alternatifs (alimentation en période de hautes eaux, drainage par les rivières en période de basses eaux). En général, les aquifères alluviaux sont des nappes à surface libre et peu profonde ou parfois des nappes captives locales. Ils sont davantage alimentés par les infiltrations des eaux météoriques.

III-2-3/ Les aquifères de socle

Les roches cristallines, plutoniques (granités, roches basiques, etc.) ou métamorphiques (gneiss, schistes, etc.) dites « de socle » constituent les soubassements de tous les continents. Elles représentent des aquifères très spécifiques, à fonctions conductrices, ils sont discontinus, fissurés ou fracturés dans les zones à fracturation récente. Les aquifères sont moins productifs et leur recharge varie naturellement en fonction du climat. Le couplage des alternes aquifères et de leur substrat fissuré forme des aquifères exploitables. Ces aquifères offrent des ressources en eau souterraines limitées mais utiles à l'alimentation en eau rurale ou pastorale, voire à l'irrigation localisée.

III-2-4/ Les aquifères volcaniques

Les roches volcaniques constituent des aquifères très particuliers, hétérogènes et discontinus. Ils sont composés de laves (surtout des basaltes) fissurées et de projections poreuses (ex. : tufs) en général très perméables. Généralement affleurant, les terrains volcaniques facilitent les infiltrations même s'ils favorisent aussi le ruissellement. Les aquifères volcaniques comprennent des nappes souterraines à surface libre et des nappes captives, en particulier dans les couches profondes des bassins sédimentaires. Ces aquifères entretiennent de nombreuses sources d'eau souterraine d'excellente qualité. Ils sont souvent associés au thermalisme dans les régions où le volcanisme est actif.

III-3/La piézométrie

Afin de connaître l'état de la ressource en eau en termes de quantité, il est indispensable de surveiller la profondeur de la surface des nappes : **niveau piézométrique**. Elle peut être mesurée ponctuellement par une sonde manuelle, ou régulièrement à l'aide d'enregistreur automatique, avec données télétransmises pour le plus perfectionné. Les mesures sont réalisées dans des forages, puits ou piézomètres.

La piézométrie est la mesure de profondeur de la surface de la nappe d'eau souterraine. Elle est exprimée soit par rapport au sol en m, soit par rapport à l'altitude zéro du niveau de la mer en m NGF (Nivellement Général Français).

La surface de la nappe correspond au niveau piézométrique. En cas de pompage de l'eau d'un forage, le niveau de la nappe s'abaisse en formant un cône de rabattement.

L'illustration suivante montre l'exemple d'une nappe située à 5 m de profondeur, et schématise l'influence d'un pompage (Fig.13).

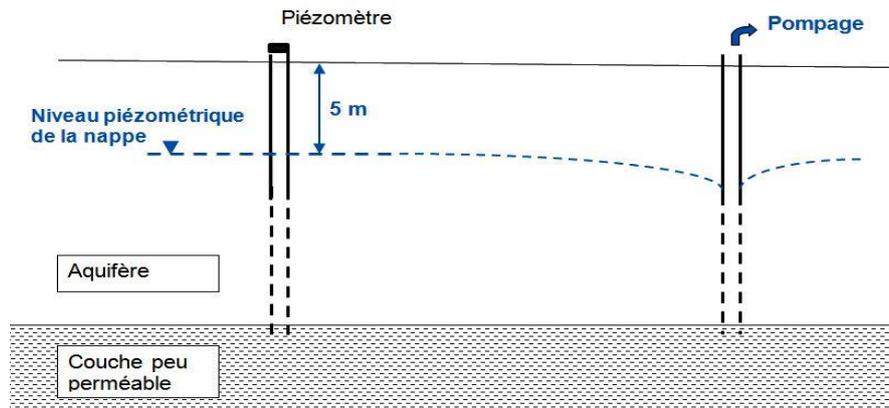


Figure. 13 : Piézométrie