UE Géoressources — Partie 6 - R. Thiéry - 2026

Eaux souterraines et hydrogéologie

Résumé

Cette partie expose les mécanismes de recharge, de stockage et d'écoulement des eaux souterraines, les méthodes de caractérisation des aquifères et les principes d'une exploitation durable de la ressource.

Mots-clés

aquifère • recharge • porosité • perméabilité • charge hydraulique • loi de Darcy • captage • vulnérabilité

Plan de la partie

CM 8	**Eaux souterraines : stockage, écoulement et exploitation** Cycle de l'eau et place des eaux souterraines • Infiltration, recharge, ruissellement et évapotranspiration • Aquifères, aquitards et aquicludes • Porosité totale, porosité efficace et stockage • Perméabilité intrinsèque et conductivité hydraulique • Charge hydraulique et potentiel • Loi de Darcy et conditions d'application • Gradient hydraulique, débit et vitesse d'écoulement • Transmissivité et coefficient d'emmagasinement • Nappes libres, nappes captives et nappes perchées • Relations entre nappes, rivières, sources et zones humides • Captages, puits et cônes de rabattement • Recharge et bilan d'une ressource en eau souterraine • Surexploitation, intrusion saline et conflits d'usage • Qualité des eaux souterraines, pollution et vulnérabilité • Protection des captages et gestion durable de la ressource	**Lundi 2 novembre** 14h45-16h15 · B003
TD 6	**Cartographie et exploitation d'une nappe souterraine** Lecture de cartes hydrogéologiques • Tracé de courbes isopièzes • Détermination du sens d'écoulement et du gradient hydraulique • Calcul de débit avec la loi de Darcy • Calcul de transmissivité et d'ordres de grandeur de vitesse • Interprétation simplifiée d'un essai de pompage • Estimation du rabattement autour d'un captage • Bilan simplifié de recharge et d'exploitation d'un aquifère • Délimitation conceptuelle d'une zone de protection • QCM de synthèse en hydrogéologie	**Jeudi 5 novembre** 9h30-11h00 · B121

Fig. 1

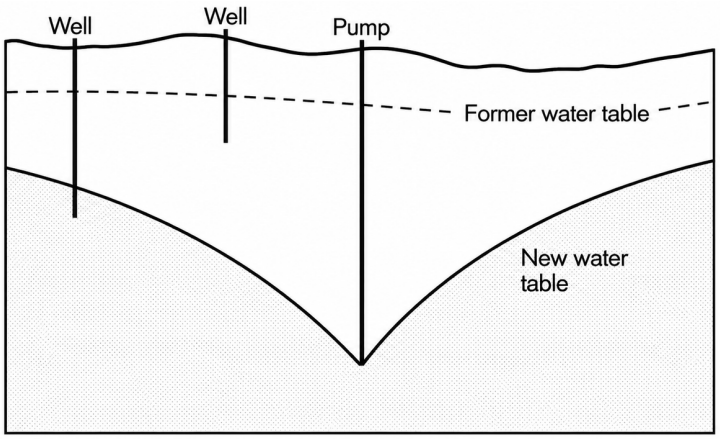


Fig. 22.4 Cone of depression of the water table formed by pumping and its effect upon nearby wells.

Fig. 2

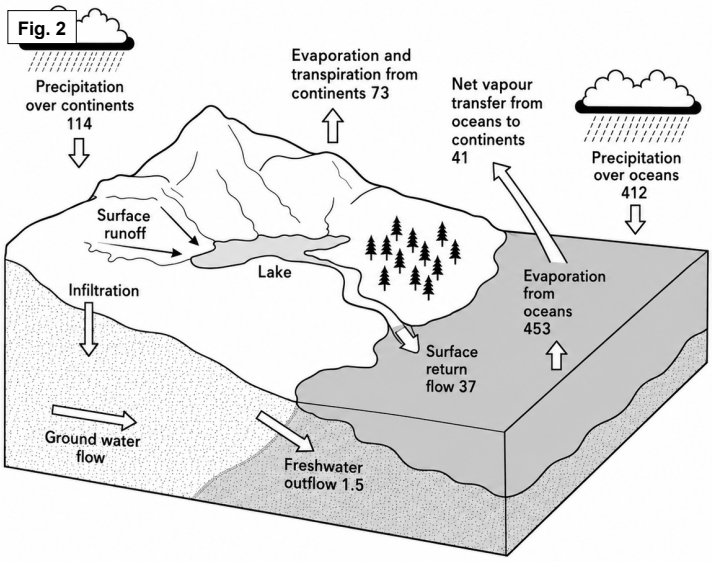


Fig. 22.2 The global water cycle: evaporation, precipitation, vapour transport, transport to the oceans by runoff and ground water flow. Figures are in $km^3 \times 10^3$ p.a. The missing balance of 2.5 for water returned to the oceans is accounted for by melting ice at sea level.

Fig. 3

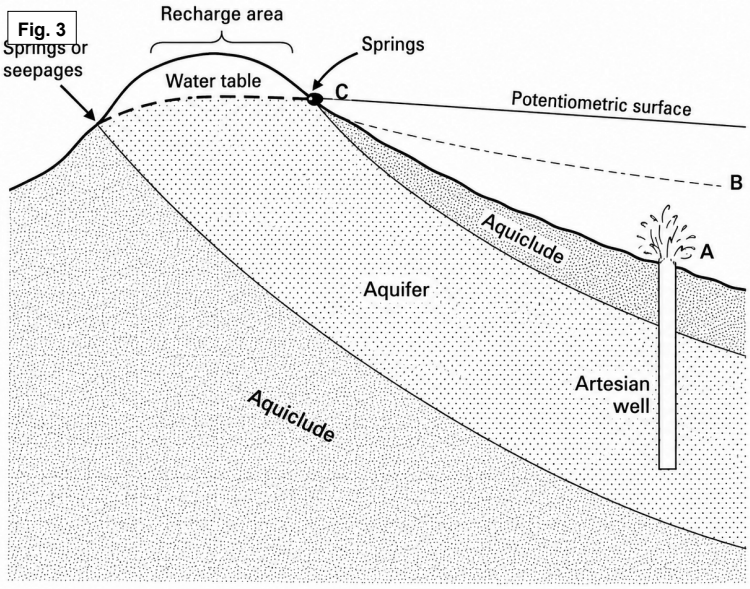


Fig. 22.3 Artesian aquifer with an artesian well.

Fig. 4

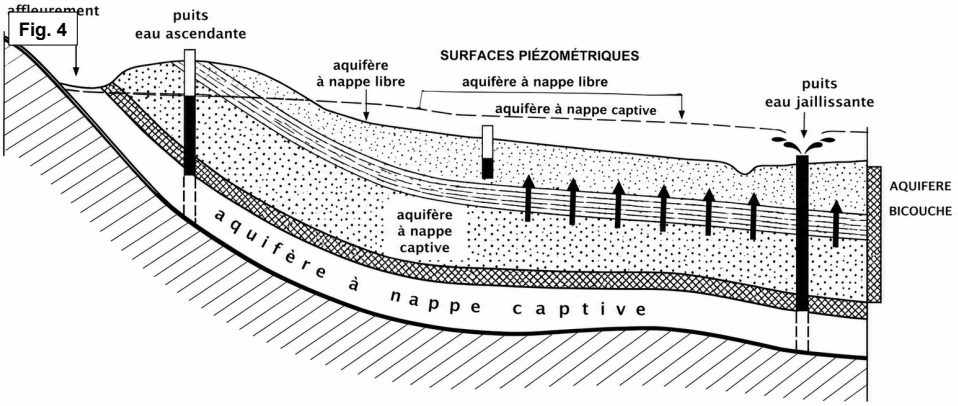


Fig. 5

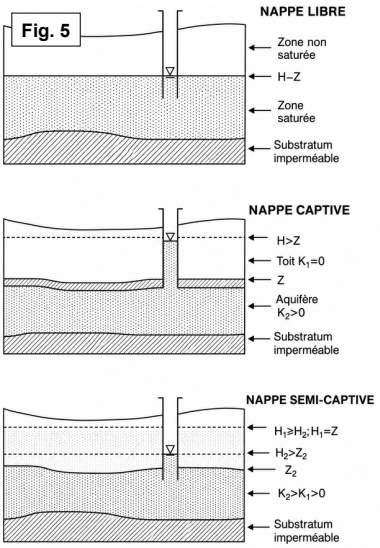


Fig. 6

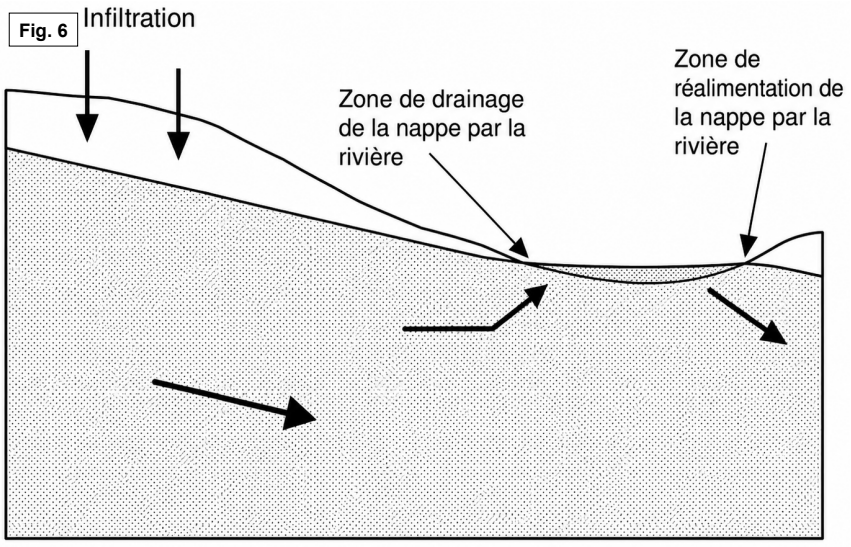


Fig. 7

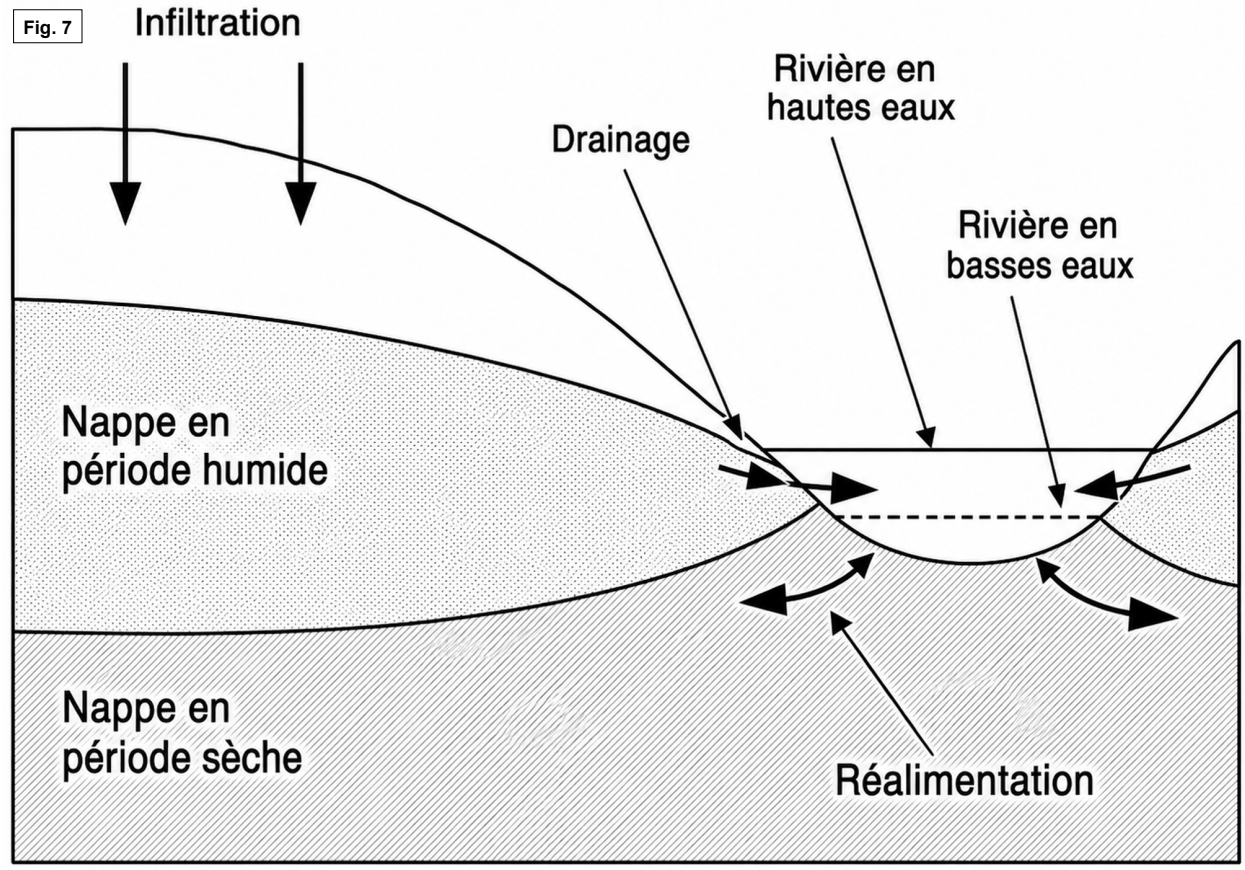
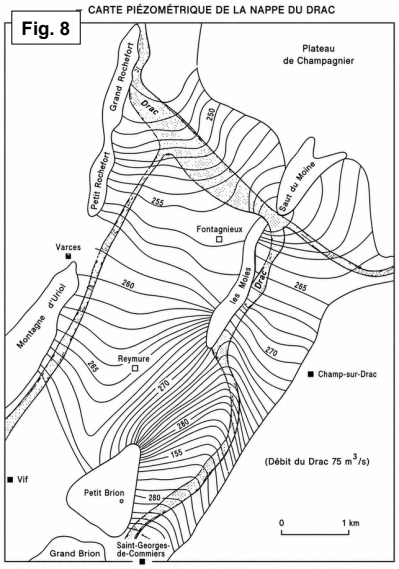


Fig. 8



Les eaux du Drac s'infiltrent par la trouée de Reymure, entre les Molles et le Petit Brion, dans la masse alluviale déposée dans la gale-vallée du Drac. La nappe phréatique est alimentée à l'aval du Saut-du-Moine par le Drac, mais drainée par celui-ci au droit de Rochefort.

Fig. 9

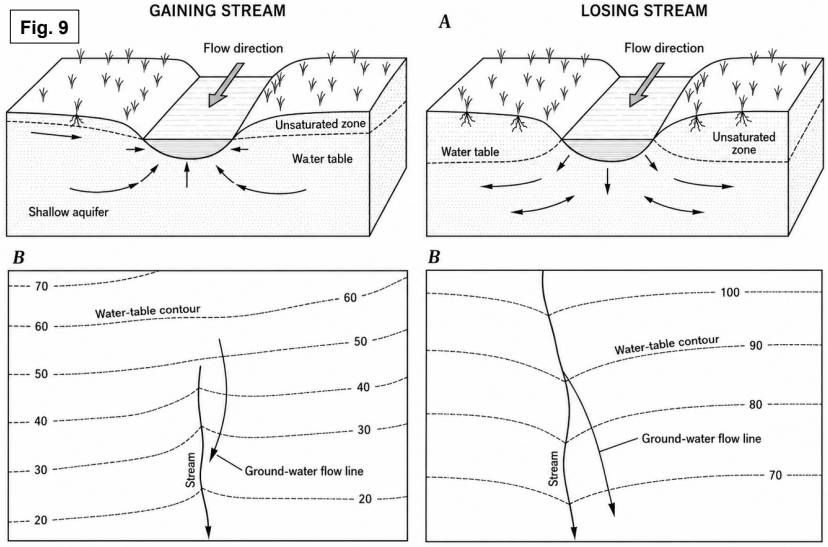


Illustration 1 – Echanges nappe-rivière : la nappe alimente la rivière (Winter et al., 1998)

Illustration 2 - Echanges nappe-rivière : la rivière alimente la nappe (Winter et al., 1998)

Fig. 10

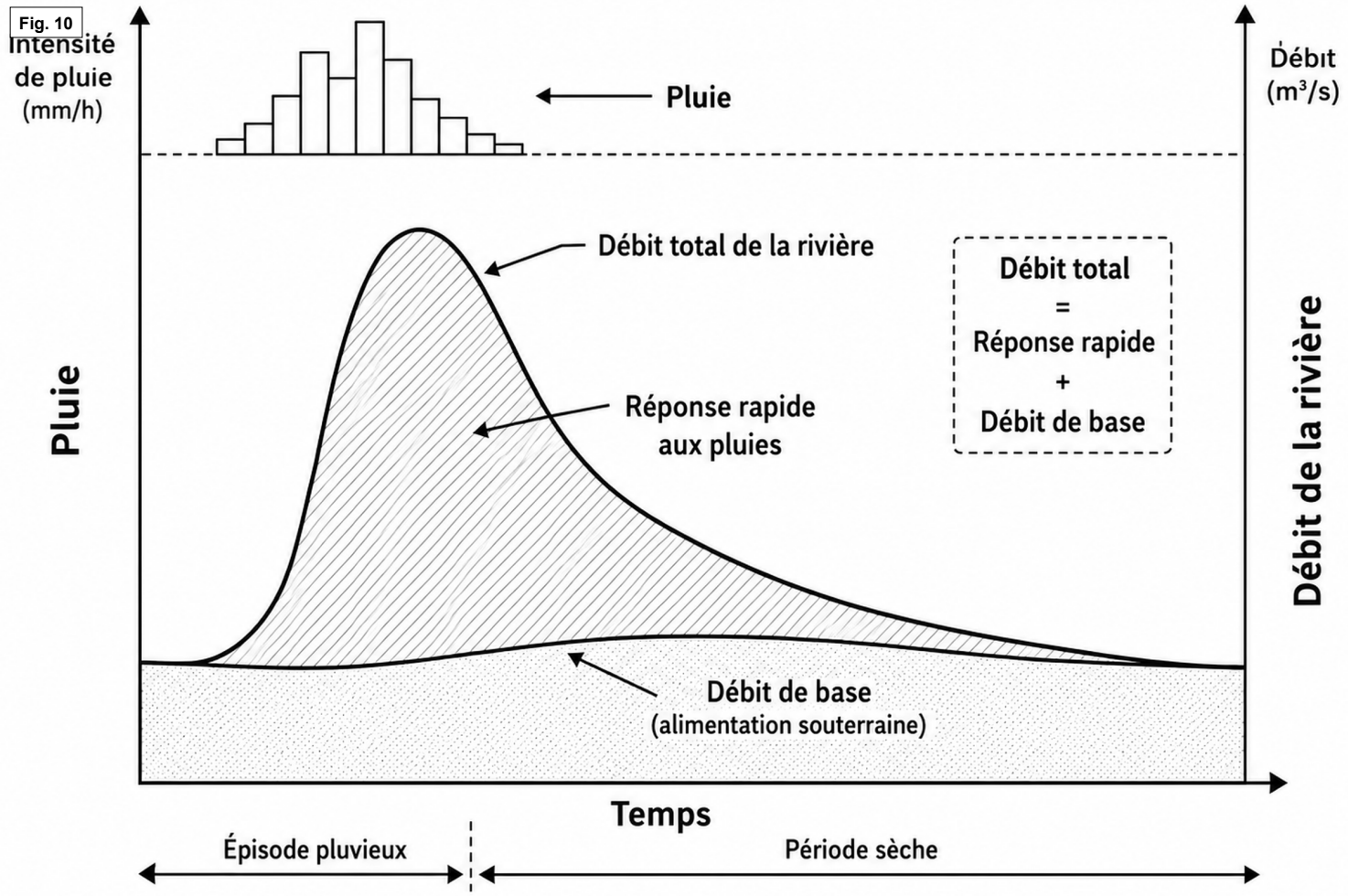


Figure 1 – Décomposition conceptuelle d'un hydrogramme de rivière : le débit total est la somme de la réponse rapide aux pluies et du débit de base soutenu par les eaux souterraines.

Fig. 11

s : exemple de l'Ain

La figure 23 montre des anomalies thermiques de la température de l'eau de l'Ain en période estivale (Wawrzyniak *et al.*, 2016). Ces zones sont liées aux échanges nappe/rivière. Elles sont froides car elles sont alimentées par des eaux souterraines. Les principaux types d'anomalies observées sont : a/les bras morts froids et b/ les résurgences. Les bras froids sont d'anciens chenaux abandonnés ou des basses de convexités. Les résurgences sont situées sur les bords du cours d'eau et résultent du drainage de la nappe d'accompagnement.

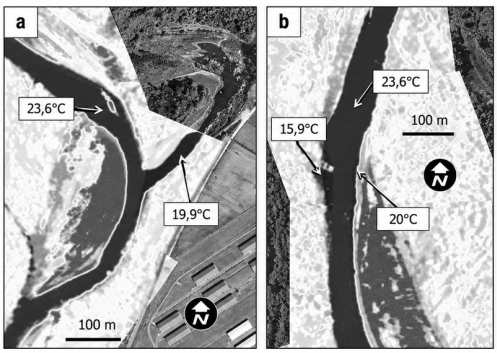


Figure 23. *Anomalies thermiques estivales sur l'Ain ;* a : *bras mort froid et* **b :** *résurgence latérale. Le fond est une orthophoto de 2012.*

Fig. 12

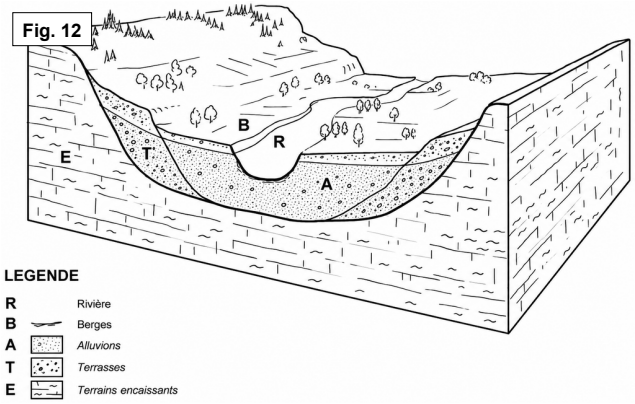


Fig. 13

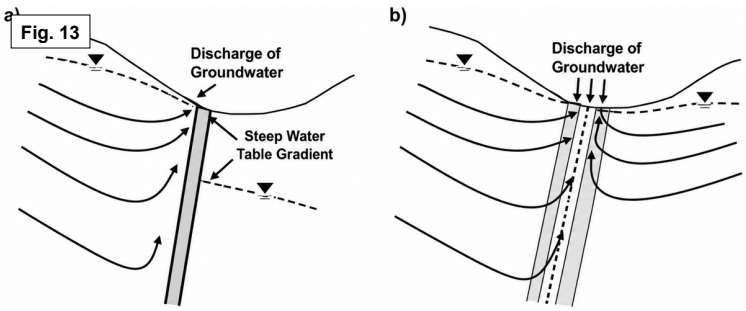


Figure 73 – The role of faults, fracture zones and shear zones as boundaries in cross sections: a) A fault system filled with low hydraulic conductivity fault gouge (gray). The generalized groundwater flow (blue) arrows show the fault acts as a barrier to flow, forcing the upper portion of the flow system to discharge at the surface on the upgradient side of the fault. The restriction of flow causes the water table on the down gradient side of the zone to be lower. b) A conductive fault or shear zone in which fracturing enhanced the hydraulic conductivity of the region adjacent to the fault (orange zones) and along the fault itself (dashed line). Generalized flow lines (blue arrows) show the system concentrates groundwater discharge in the swale. In other settings the conductive zone may carry recharge deep into the system.

Fig. 14

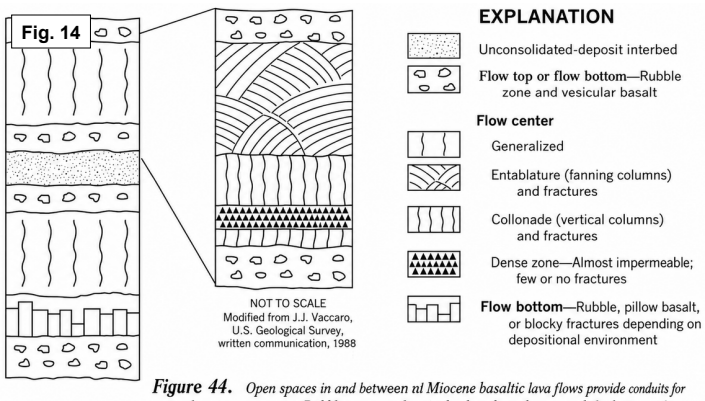


Figure 44. *Open spaces in and between nt Miocene basaltic lava flows provide conduits for ground-water movement. Rubble zones and vesicular basalt at the top and the bottom of a flow provide open space for storage and movement of water. Fractures in entablature and colonnade basalt provide some open space. Cooling joints within flow centers can store and transmit water if they are connected to more permeable zones. The sediment interbed is permeable if coarse grained but can be a confining unit if fine grained.*

Fig. 15

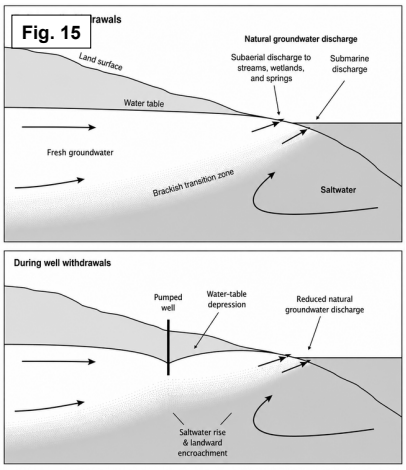


Figure 4. Effects of withdrawing water from a coastal aquifer.

Fig. 16

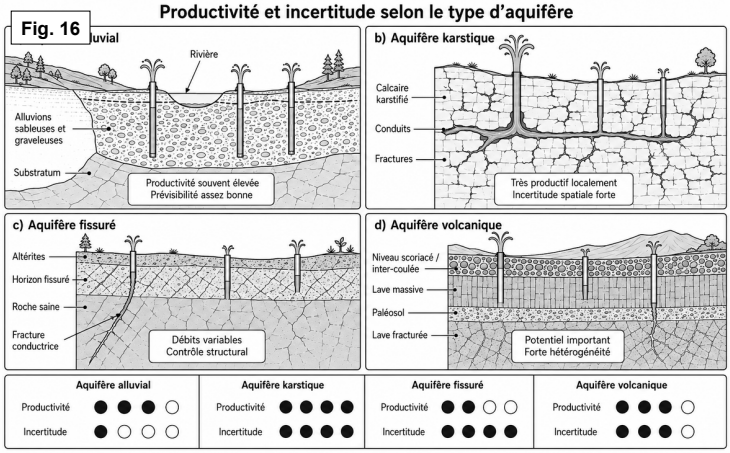


Figure 8.15 : Productivité et incertitude selon le type d'aquifère. Les aquifères karstiques, fissurés et volcaniques présentent souvent une forte variabilité spatiale des débits.

Fig. 17

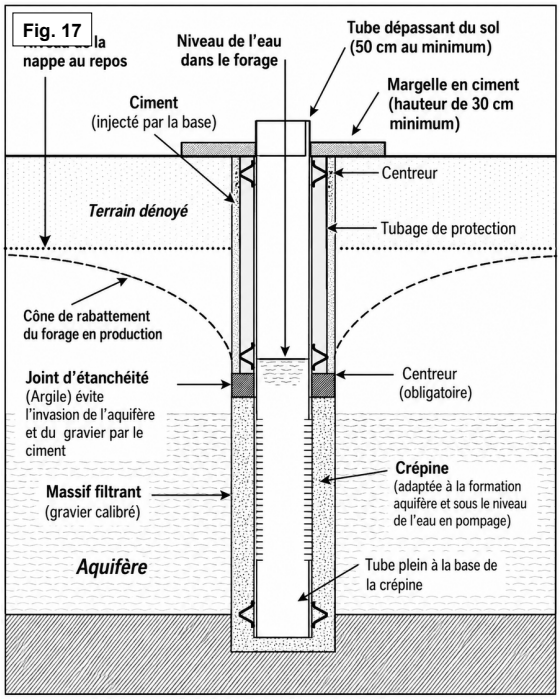
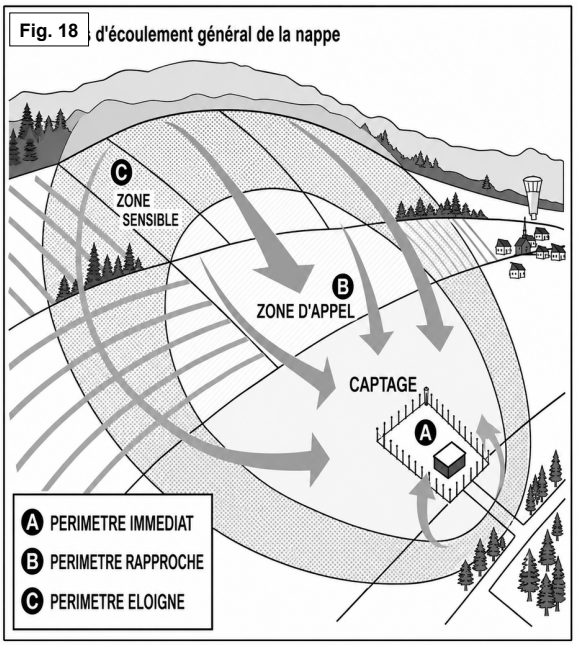


Fig. 18



Périmètres de protection de captages d'eau souterraine pour l'AEP (AESN).

Fig. 19

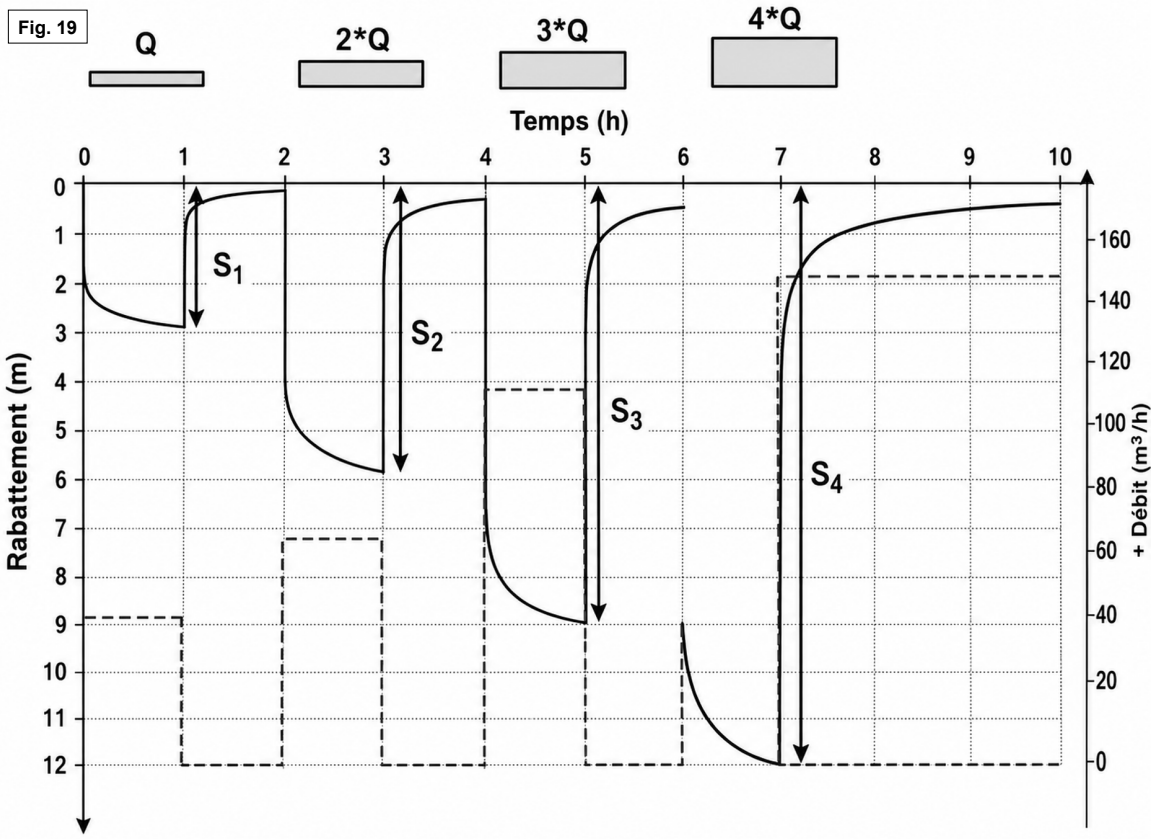


Fig. 20

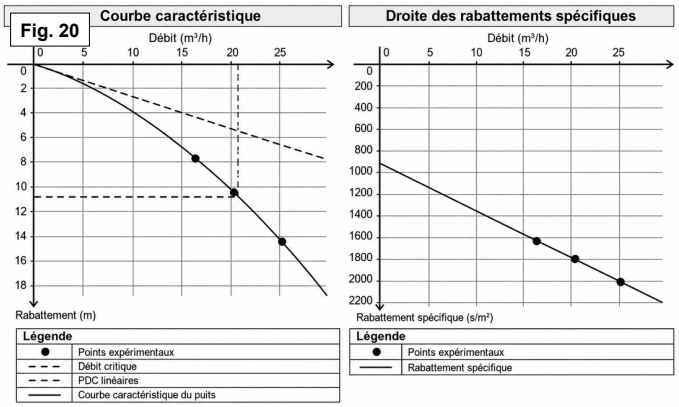
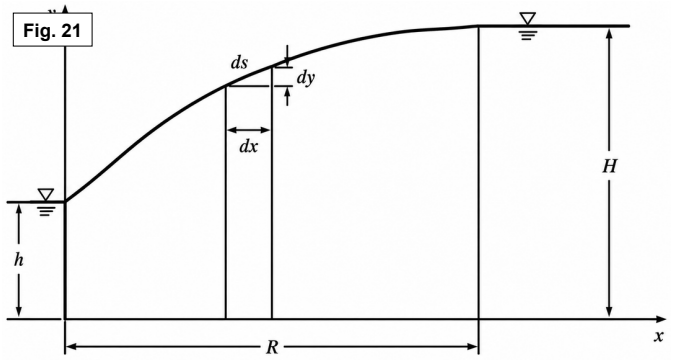


Fig. 21



Ligne piézométrique entre deux aquifères.

Fig. 22

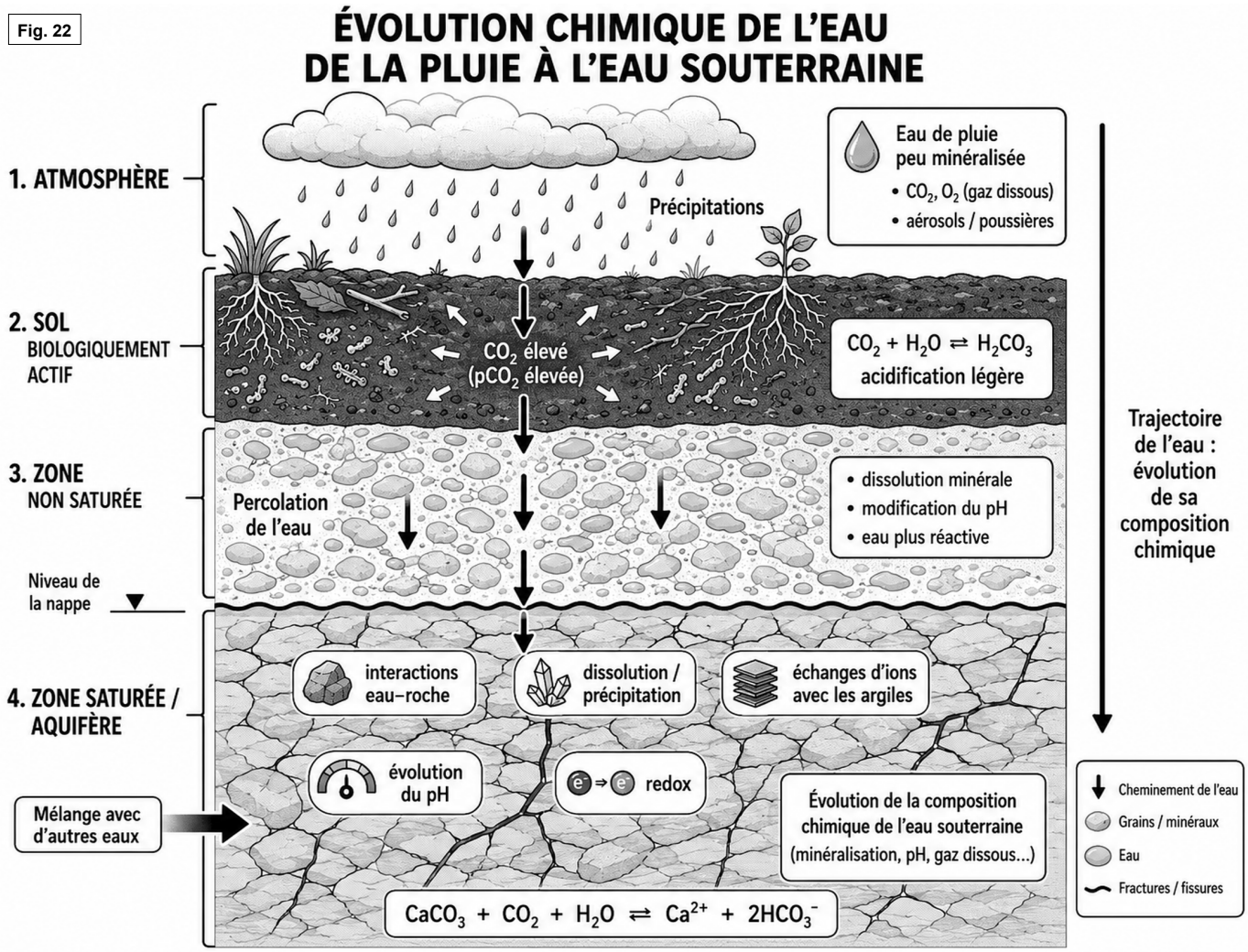


Fig. 23

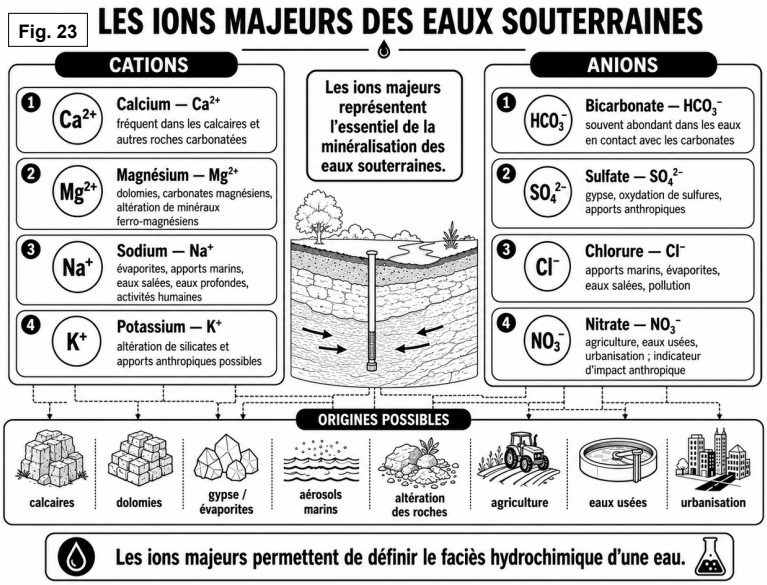


Fig. 24

