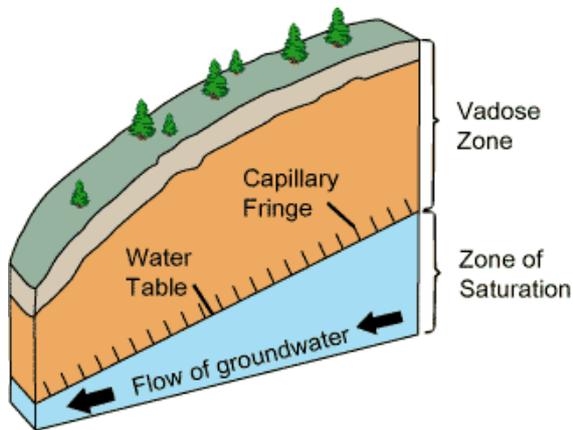


# Nappe phréatique

 Pour les articles homonymes, voir Phréatique.  
La **nappe phréatique** (gr. *puisable*<sup>[1]</sup>) est une nappe que



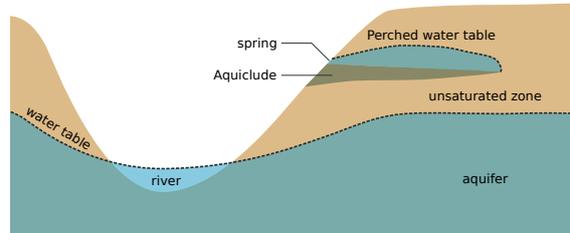
*Nappe phréatique*

l'on rencontre à faible profondeur. Elle alimente traditionnellement les puits et les sources en eau potable. C'est la nappe la plus exposée à la pollution en provenance de la surface.

Par *nappe*, on entend la partie saturée en eau du sol, c'est-à-dire celle où les interstices entre les grains solides sont entièrement remplis d'eau, ce qui permet à celle-ci de s'écouler. Au-dessus, on peut trouver des terrains non saturés, dans lesquels les interstices contiennent aussi de l'air. Cette couche est appelée la *zone non saturée* ou encore *zone vadose*. Il peut suffire d'un petit apport supplémentaire d'eau en provenance de la surface pour faire basculer la couche *non saturée* à l'état *saturé*. Si l'épaisseur de cette tranche de terrain est importante, et si la topographie s'y prête, ce mécanisme peut déclencher une inondation par remontée de la nappe phréatique. Ce phénomène a aggravé les crues de la Somme en 2001.

## 1 Types de nappes

- La nappe est dite *libre* lorsque son niveau peut varier sans être bloqué par une couche imperméable. Si on crée un puits dans une telle nappe, le niveau de l'eau reste inchangé. Une nappe perchée est une nappe libre, permanente ou temporaire, formée dans une zone non saturée, et qui surmonte une nappe libre de plus grande extension.
- Dans le cas contraire, on parle de *nappe captive*. Elle est « sous pression » et lorsque l'on y ouvre un puits,



*Nappe perchée dont l'eau ressort dans la vallée d'une rivière au niveau d'une résurgence.*

l'eau s'élève jusqu'à un niveau d'équilibre supérieur. Il arrive même que la nappe jaillisse du sol ; c'est le phénomène d'artésianisme.

Il existe également les nappes semi-captives ou à drainage. Le toit ou le substratum (parfois les deux) de l'aquifère sont fréquemment constitués par des formations semi-perméables. Lorsque les conditions hydrodynamiques sont favorables, il peut y avoir échange d'eau avec l'aquifère superposé ou sous-jacent, c'est le phénomène de drainage.

## 2 Rabattement de nappe

Article détaillé : Rabattement de nappe.

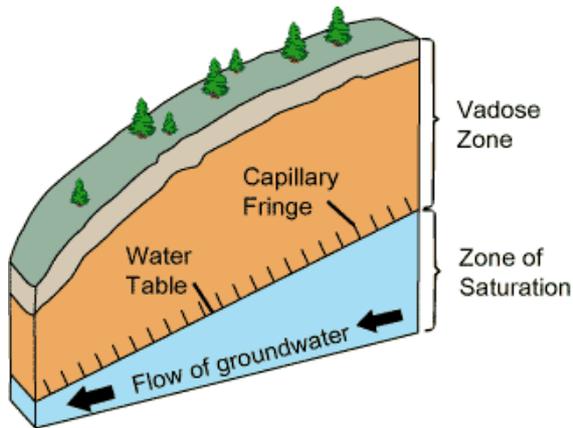
Un forage permet de repérer le niveau supérieur de la nappe : c'est le niveau piézométrique, niveau au-dessus duquel les interstices de la roche ne sont pas saturés en eau. Les variations de ce niveau renseignent sur le degré de remplissage de la roche-réservoir.

Le pompage d'eau dans une nappe à une vitesse qui dépasse la vitesse de recharge de la nappe entraîne la baisse du niveau de la nappe, appelée rabattement de nappe.

## 3 Relation solide/eau dans les milieux poreux

### 3.1 Zone saturée

La zone saturée des nappes distingue deux types d'eau :



Organisation spatiale d'un système karstique : zone vadose (non saturée) et zone saturée, avec la frange capillaire et la nappe phréatique.

- l'eau liée, liée au solide par des forces électrostatiques et moléculaires, les deux processus étant limités dans l'espace ;
- l'eau libre, susceptible de se déplacer sous l'effet de la gravité et des gradients de pression.

L'eau liée correspond à :

- la couche la plus proche des grains, dont l'épaisseur est de l'ordre de quelques dizaines de molécules (0,1 micromètre) correspond à une orientation des molécules d'eau à structure dipolaire H-OH, perpendiculairement à la surface des grains. Dans cette zone la viscosité de l'eau peut être doublée ou triplée, sa densité est de l'ordre de 1,5 et sa force par unité de surface est de l'ordre de 10 000 bars.
- la zone de transition entre 0,1 et 0,5 micromètre contient des molécules d'eau qui supportent une attraction non négligeable et sont immobiles.

Au-delà, les forces d'attraction sont encore plus modestes, et on parle d'eau libre.

### 3.2 Zone non saturée

Contrairement à la zone saturée qui contient deux phases (liquide pour l'eau, solide pour les grains), il y a ici existence d'une troisième phase : l'air. La saturation est alors la part des pores occupée par un type de fluide

La zone non saturée distingue quatre états en fonction de la saturation du sol en eau :

- l'eau funiculaire ou gravifique : dans un sol presque saturé en eau, avec quelques bulles d'air, l'eau peut s'écouler sous l'influence de la gravité.

- sol à saturation d'équilibre autrement appelé sol à capacité de rétention capillaire : la phase d'eau est encore continue mais ne circule pas sous la seule influence de la gravité. Cela correspond à l'eau liée et à l'eau retenue par capillarité.

- l'eau pendulaire : dans un sol faiblement saturé en eau, l'eau entoure les grains et occupe des anneaux discontinus aux points de contact de ceux-ci. La phase d'eau est toujours continue, les pressions se transmettent, mais les mouvements de l'eau sont très lents du fait de la minceur de la pellicule mouillée.

- saturation irréductible : si on prélève encore de l'eau (évapotranspiration), on n'obtient plus que l'eau liée.

## 4 Quelques nappes dans le monde

### 4.1 En France

En France, la plus vaste nappe est celle de Beauce dont la surface est de près de 9 000 km<sup>2</sup> sur six départements. Ses réserves sont estimées à près de 20 milliards de mètres cubes.

La plus grosse est la nappe de la Plaine du Rhin en Alsace qui s'étend sur un petit territoire mais dont les réserves sont estimées à 35 milliards de mètres cubes sur la partie alsacienne seulement<sup>[2]</sup>.

### 4.2 Aux États-Unis

La plus grande nappe aux États-Unis est la nappe d'Ogallala, d'une superficie comparable à celle de la France, qui s'étend du Dakota du Sud au Texas.

## 5 Les nappes phréatiques en large baisse dans le monde

Dès 2001, l'expert américain Lester R. Brown alertait que le niveau des nappes phréatiques chutait sur tous les continents, du fait que nous disposons de puissantes pompes diesel ou électriques qui permettent de puiser l'eau des aquifères plus rapidement qu'elle n'est remplacée par les précipitations. Il citait trois régions : la plaine de Chine du Nord, le Pendjab en Inde / Pakistan, et le sud des grandes plaines des États-Unis. Ces trois régions sont des zones d'agriculture irriguée<sup>[3]</sup>.

En 2002, la NASA et le centre aérospatial allemand ont lancé la mission GRACE (Gravity Recovery and Climate Experiment) afin notamment de pouvoir évaluer le niveau des nappes phréatiques de la planète grâce à des observations par satellite. Il était auparavant impossible de faire des estimations sur l'état des eaux souterraines, en raison

des difficultés d'accès. La mission a constaté une forte baisse des nappes phréatiques non seulement en Chine, en Inde, aux États-Unis, mais aussi dans d'autres régions telles que l'Argentine, la Californie, le Proche-Orient, et l'Australie<sup>[4]</sup>. Or, il se trouve que la Chine, les États-Unis et l'Inde sont les trois plus grandes régions productrices de céréales dans le monde, alors que les eaux souterraines représentent la plus grande partie des ressources en eau douce disponibles de la planète.

Sandra Postel estime le surpompage annuel des aquifères à 160 milliards de mètres cubes d'eau à l'échelle de la planète. Avec une équivalence approximative « mille tonnes d'eau pour produire une tonne de céréales », ce déficit de 160 milliards de tonnes d'eau correspond à 160 millions de tonnes de céréales, soit la moitié de la production américaine<sup>[5]</sup>.

Étant donné l'énorme population chinoise de plus de 1,3 milliards d'habitants, la chute du niveau des nappes phréatiques en Chine pourrait perturber les marchés mondiaux de céréales et entraîner une hausse des prix de la nourriture dans le monde entier<sup>[6]</sup>.

Selon trois chercheurs de l'université d'Utrecht, auteurs d'une étude sur le sujet publiée le 25 janvier 2012, « la non durabilité de l'usage des eaux souterraines pour l'irrigation est un problème important non seulement pour les pays qui font un usage intensif des eaux souterraines, mais aussi pour le monde dans son ensemble, étant donné que le commerce international introduit de fortes corrélations entre la production de nourriture dans un pays et la consommation dans un autre »<sup>[7]</sup>.

## 5.1 Pollutions des nappes

Les forages peuvent permettre le transit de pollutions superficielles vers les nappes souterraines car ils perforent la couche superficielle imperméable et rendent finalement cette surface perméable aux éventuels polluants qui peuvent ensuite se retrouver dans les eaux pompées et consommées.

La plus grande partie des pollutions ont pour origine les activités agricoles qui utilisent de nombreux produits (fertilisants, phytosanitaires) sources de pollutions et en concentrations importantes.

## 6 Références

- [1] Futura Sciences, définition <http://www.futura-sciences.com/magazines/terre/infos/dico/d/geologie-nappe-phreatique-2530/>
- [2] Source APRONA
- [3] Lester R. Brown, *Éco-économie, une autre croissance est possible, écologique et durable*, Seuil, 2001, pp. 69 à 72
- [4] Article de Maxisciences, 4 janvier 2012

- [5] Sandra Postel, *Pillar of Sand*, New York, W.W. Norton & Compant, 1999. Équivalence approximative eau/céréales : FAO, *Yield Response to Water*, Rome 1979
- [6] Lester R. Brown, *Éco-économie, une autre croissance est possible, écologique et durable*, Seuil, 2001, p. 76
- [7] Yoshihide Wada, Ludovicus van Beek et Marc Bierkens, département de géographie physique de l'Université d'Utrecht (Pays-Bas), Nonsustainable groundwater sustaining irrigation : A global assessment, résumé en français disponible sur le site de Libération

## 7 Articles connexes

- Aquifère
- Cycle de l'eau
- Nappe alluviale
- Nappe de la craie
- Nappe captive
- Nappe d'eau souterraine
- Hydrogéologie
- Rabattement de nappe
- Observatoire de l'eau

-  Portail de la géologie

-  Portail de l'eau

-  Portail des lacs et cours d'eau

## 8 Sources, contributeurs et licences du texte et de l'image

### 8.1 Texte

- **Nappe phréatique** *Source* : [http://fr.wikipedia.org/wiki/Nappe\\_phr%C3%A9atique?oldid=114678334](http://fr.wikipedia.org/wiki/Nappe_phr%C3%A9atique?oldid=114678334) *Contributeurs* : Tarquin-frwiki, Hemmer, Céréales Killer, HasharBot, R, Nguyenld, Phe-bot, Smily, Urban, Rdb, Solveig, Séb, Paternel 1, Gpvosbot, Marsu15, Litlok, Cyril-demont, Messire Hephgé, Mutatis mutandis, Malosse, Sum, Wilimut, Pautard, Fl75, FrançoisD, Oliw, Xofc, Astirmays, Jmax, Manu1400, Lamiot, Grondin, Thijs !bot, Maja-frwiki, Treehill, Rémi, Clem23, Sebleouf, Philippe rogez, VonTasha, Jplm, Salebot, Prométhée33, Speculos, Pinglou, Tooony, VolkovBot, Jeandb, Fabrice75, SieBot, Dhatier, Hercule, DumZiBoT, Charlie Pinard, DragonBot, Chatsam, Djeedjee, Elodiemathieu17, Letartean, MicroCitron, RogueLeader, Luckas-bot, Papatt, JackBot, Nouill, MastiBot, Lostinthiswhirlpool, TobeBot, EmausBot, Salsero35, ZéroBot, MerlIwBot, OrlodrimBot, Dexbot, Houserdam, Addbot, Sismarinho, Pénélope Ebranster, Tisourcier, Spa235 et Anonyme : 47

### 8.2 Images

- **Fichier:Confusion\_colour.svg** *Source* : [http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/6f/Confusion\\_colour.svg](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/6f/Confusion_colour.svg) *Licence* : Public domain *Contributeurs* : Travail personnel *Artiste d'origine* : Bub's
- **Fichier:Disambig\_colour.svg** *Source* : [http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/3e/Disambig\\_colour.svg](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/3e/Disambig_colour.svg) *Licence* : Public domain *Contributeurs* : Travail personnel *Artiste d'origine* : Bub's
- **Fichier:Icon\_river\_delta.svg** *Source* : [http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/98/Icon\\_river\\_delta.svg](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/98/Icon_river_delta.svg) *Licence* : Public domain *Contributeurs* : Travail personnel *Artiste d'origine* : Marcin Floryan
- **Fichier:Icono\_Gota\_de\_Agua.svg** *Source* : [http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/71/Icono\\_Gota\\_de\\_Agua.svg](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/71/Icono_Gota_de_Agua.svg) *Licence* : GFDL *Contributeurs* : Travail personnel *Artiste d'origine* : **Rastrojo** (D•ES)
- **Fichier:Monocline01.gif** *Source* : <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/f0/Monocline01.gif> *Licence* : CC-BY-SA-3.0 *Contributeurs* : Transferred from en.wikipedia ; Transfer was made by User:Mikenorton. *Artiste d'origine* : Original uploader was Mikenorton at en.wikipedia
- **Fichier:Vadose\_zone.gif** *Source* : [http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/f2/Vadose\\_zone.gif](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/f2/Vadose_zone.gif) *Licence* : Public domain *Contributeurs* : <http://geology.er.usgs.gov/eespteam/brass/ground/groundintro.htm> *Artiste d'origine* : USGS
- **Fichier:Water\_table.svg** *Source* : [http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/ec/Water\\_table.svg](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/ec/Water_table.svg) *Licence* : CC BY-SA 3.0 *Contributeurs* : en:File:WaterTable.gif and File:WTFfluctuations.gif *Artiste d'origine* : en>User:Fiveless
- **Fichier :\_Geology\_logo.svg** *Source* : [http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/08/Geology\\_logo.svg](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/08/Geology_logo.svg) *Licence* : Public domain *Contributeurs* :
- Inspired by Symbole-géologie.png *Artiste d'origine* : Tryphon
- **Fichier :\_Icono\_Gota\_de\_Agua.svg** *Source* : [http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/71/Icono\\_Gota\\_de\\_Agua.svg](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/71/Icono_Gota_de_Agua.svg) *Licence* : GFDL *Contributeurs* : Travail personnel *Artiste d'origine* : **Rastrojo** (D•ES)

### 8.3 Licence du contenu

- Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0