Exposition

Les eaux souterraines

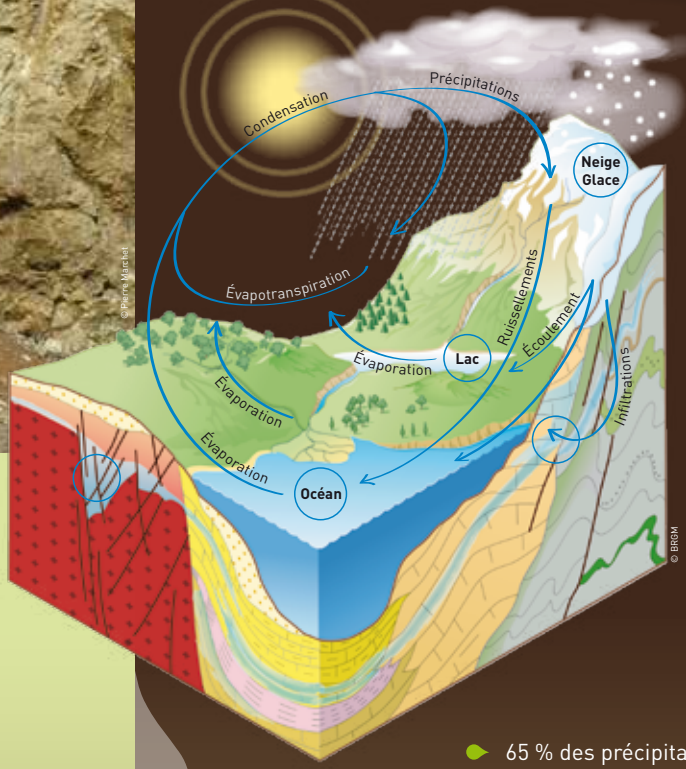


AGENCE DE L'EAU ADOUR-GARONNE
ETABLISSEMENT PUBLIC DU MINISTERE DU DEVELOPPEMENT DURABLE

Géosciences pour une Terre durable
brgm


© Pierre Marchet

1. L'eau souterraine est alimentée par la pluie



Le cycle de l'eau est l'échange permanent de l'eau entre les océans, les eaux continentales (superficielles et souterraines), l'atmosphère et la biosphère.
Cet échange se réalise :

- **dans l'atmosphère où l'eau circule sous forme de vapeur d'eau,**
- **sur terre où l'eau s'écoule en surface ou sous terre.**

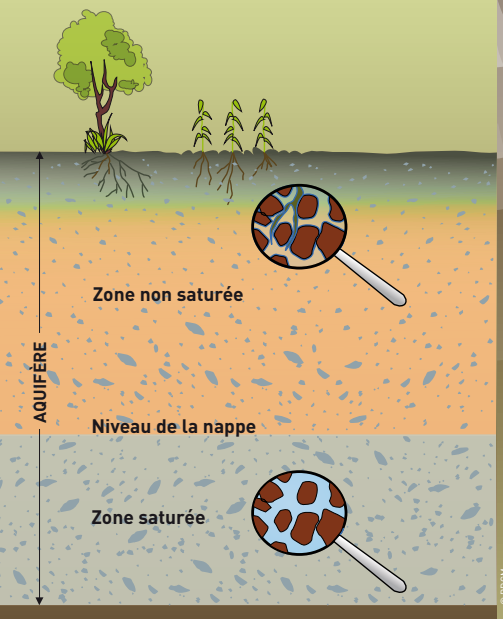
Durée des phases du cycle de l'eau :
quelques jours entre l'océan et la pluie, quelques heures à quelques mois entre la pluie et les nappes (recharge), plusieurs années et parfois des millénaires entre les nappes et les sources (écoulement souterrain).

Stockages

20% des précipitations alimentent l'eau souterraine

Ce sont essentiellement les précipitations qui alimentent les eaux souterraines, même si une partie seulement d'entre elles est disponible pour la recharge des nappes. En effet :

- 65 % des précipitations s'évaporent ou sont utilisées par le sol et les plantes
- 15 % alimentent par ruissellement les eaux de surface (lacs et rivières)
- Le reliquat, soit environ 20 %, s'infiltre lentement dans le sous-sol.



▲ Dans la zone non saturée, l'eau n'est présente que sous forme d'humidité.
Dans la zone saturée, l'eau occupe la totalité des vides disponibles (fissures, pores des sédiments ou des roches).

Comment l'eau circule dans le sous-sol ?

L'eau de pluie circule dans les pores et les fissures des roches ; on parle alors de roches réservoirs ou d'aquifères.
Les aquifères sont composés de deux parties :

- **Une « zone non saturée » :** l'eau ne remplit pas l'intégralité des pores et se trouve en mouvement permanent, vers la surface (la capillarité fait remonter l'eau vers la terre végétale comme un buvard) et vers les profondeurs (pesanteur).
- **Une « zone saturée »** qui renferme la nappe. L'eau remplit tous les pores et s'écoule dans le sous-sol sur la couche imperméable, en suivant la topographie sur plusieurs dizaines voire centaines de kilomètres. L'eau souterraine peut resurgir à la surface du sol en formant une source à l'origine d'un cours d'eau.


© Pierre Marchet

AGENCE DE L'EAU ADOUR-GARONNE
ÉTABLISSEMENT PUBLIC DU MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE

Géosciences pour une Terre durable
brgm

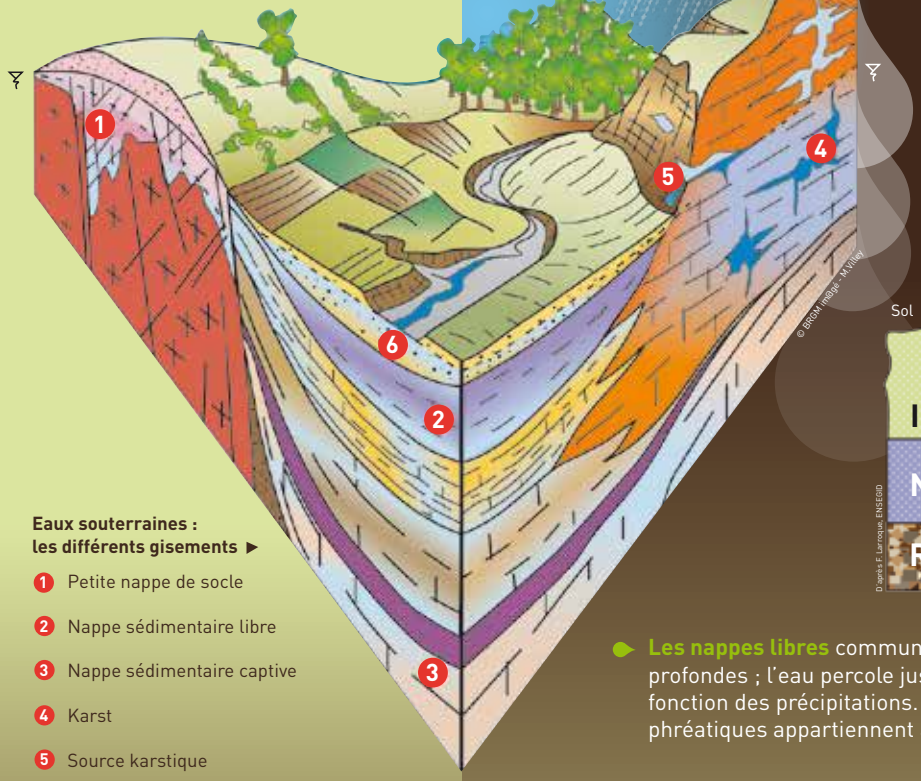


2. L'eau souterraine, de l'eau contenue dans les roches

La diversité des roches réservoirs, ou aquifères, combinée à celle des climats et du relief, entraîne une grande variété de nappes d'eau souterraine, à la fois en taille,en profondeur et en comportement.

Les nappes d'eau souterraine ne sont ni des lacs ni des cours d'eau souterrains

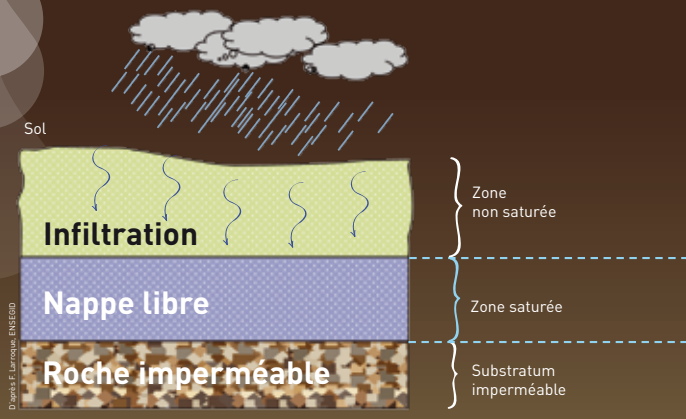
Les nappes d'eau souterraine sont de l'eau contenue dans les pores ou les fissures des roches saturées par les eaux de pluie qui se sont infiltrées.



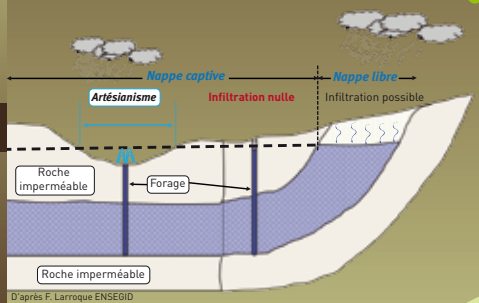
Eaux souterraines : les différents gisements ▶

1. Petite nappe de socle
2. Nappe sédimentaire libre
3. Nappe sédimentaire captive
4. Karst
5. Source karstique
6. Nappe alluviale

Niveau piézométrique



Les nappes libres communiquent avec la surface et sont généralement peu profondes ; l'eau percole jusqu'à la nappe dont le niveau monte ou baisse en fonction des précipitations. Elle se renouvelle rapidement. Les nappes phréatiques appartiennent à cette catégorie.



Les nappes captives sont comprises entre deux couches géologiques imperméables qui confinent l'eau sous pression. Celle-ci peut jaillir dans des forages dits artésiens.
Les nappes captives sont souvent profondes de quelques centaines de mètres voire plus. Elles se renouvellent plus lentement. Leur alimentation provient pour partie de la zone affleurante de l'aquifère.

En France, on compte 1500 nappes de plus de 10 km², dont 200 nappes (25 captives et 175 libres) de dimensions bien plus vastes (de 100 à 100 000 km²) et offrant des ressources exploitables.



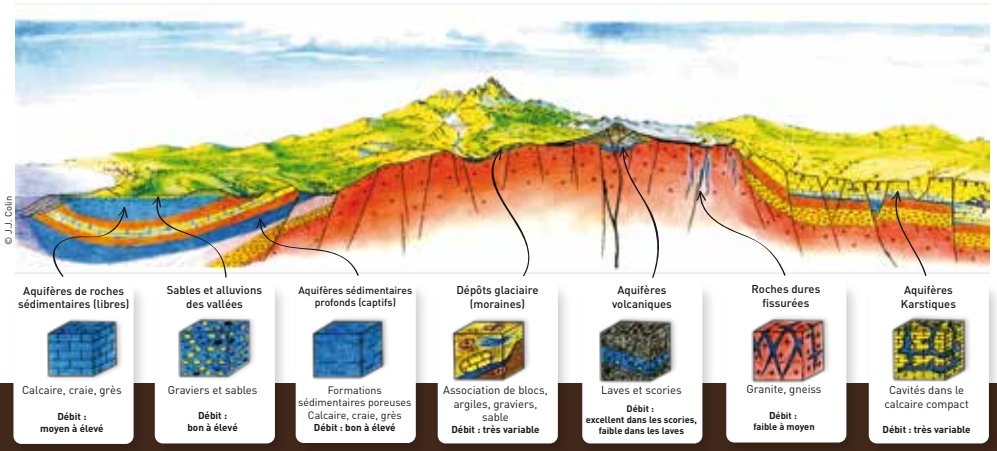
AGENCE DE L'EAU ADOUR-GARONNE
ETABLISSEMENT PUBLIC DU MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE

Géosciences pour une Terre durable
brgm



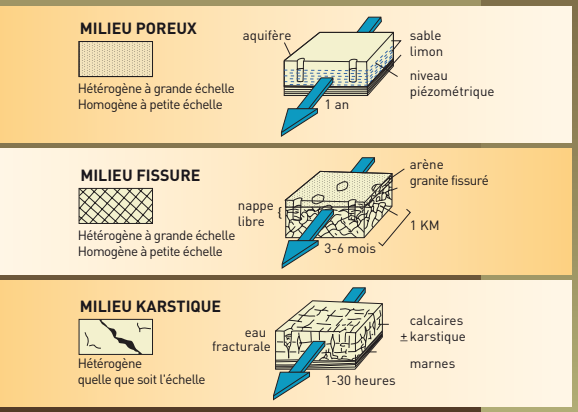
© Pierre Marchet

3. Une grande variété de réservoirs d'eau souterraine



Les aquifères présentent des particularités liées à la nature géologique et à la géométrie des formations rocheuses qui les constituent, mais aussi à leur caractère libre ou captif et aux autres milieux aquatiques avec lesquels ils échangent.

▼ **La vitesse d'écoulement est liée à la perméabilité de l'aquifère**
Un même volume d'eau peut parcourir une même distance en quelques années en alluvions et en milieu poreux, en quelques mois en milieu fissuré et en quelques jours, voire quelques heures, en milieu karstique.



© BRGM (adapté de C. Drogue)

Trois grandes familles :

- Les **aquifères de roches sédimentaires** : composés de roches sédimentaires (calcaire, sable, grès, craie), ils caractérisent les dépôts en couches (comme dans les grands bassins parisien et aquitain), dépôts qui peuvent avoir été morcelés voire déformés dans les chaînes de montagne (Alpes, Pyrénées...).
- Les **aquifères alluviaux :** ils sont constitués de matériaux déposés par les cours d'eau dans leurs vallées (sables et graviers, intercalés dans des limons fins). Ces nappes en relation avec les eaux de surface servent souvent de relais aux grandes nappes libres qui s'écoulent vers les points bas que sont les vallées.
- Les **aquifères de roches cristallines** (granite, gneiss,...) **et volcaniques** (laves, cendres) : ils stockent l'eau dans les fissures et les sables issus de l'altération du granit (arènes). Ils abritent de petites nappes et sont fréquents en Bretagne, dans les Alpes, le Massif central, les Pyrénées, la Corse.

Trois types :

Leurs deux propriétés, la **porosité** (pourcentage de vides dans la roche) et la **perméabilité** (capacité à laisser circuler l'eau) les répartissent en trois types :

- **Poreux :** l'eau s'accumule et s'écoule dans les interstices de la roche, meuble (sable, graviers) ou consolidée (grès, craie).
- **Fissuré :** les roches cristallines, les laves, les calcaires non karstifiés... sont très peu poreux. L'eau est contenue et circule dans les failles ou les fissures de la roche.
- **Karstique :** les terrains calcaires ou crayeux sont organisés en un réseau de drainage souterrain dont une partie des vides, élargis par la dissolution, peut atteindre la taille de gouffres et de cavernes.



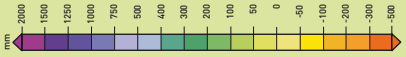
© Pierre Marchet

AGENCE DE L'EAU ADOUR-GARONNE
ETABLISSEMENT PUBLIC DU MINISTÈRE DU DEVELOPPEMENT DURABLE

Géosciences pour une Terre durable
brgm

4. Quantité stockée et quantité utilisable

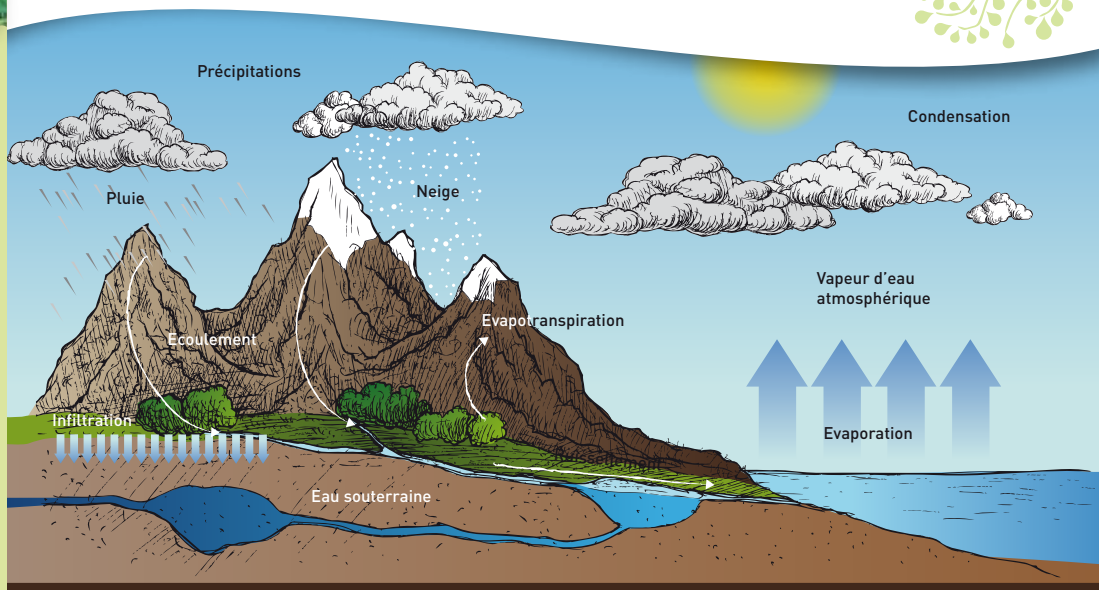




▲ **Cumul de pluies efficaces**
De novembre à mai 2012
(Source : http://www.midi-pyrenees.developpementdurable.gouv.fr/IMG/pdf/BSH_20120301_cle7398af-1.pdf, page 7)

Les nappes se rechargent l'hiver

Les nappes se rechargent généralement de novembre à mars. Beaucoup de facteurs influencent le devenir des pluies (durée et intensité de précipitation, nature du sol et des roches sous-jacentes, végétation, pente, saison). La recharge est variable dans l'espace et dans le temps (variabilité saisonnière et interannuelle). Par exemple, l'évapotranspiration (quantité d'eau qui rejoint l'atmosphère par évaporation et par transpiration des végétaux) sera plus importante l'été que l'hiver. La « pluie efficace » correspond à la hauteur d'eau de la pluie diminuée des évaporations et de la transpiration végétale. Elle se répartit entre ruissellement et infiltration.



Le cycle de l'eau en France métropolitaine

120 milliards de m^3 s'infiltrent chaque année en France métropolitaine et renouvellent les eaux souterraines avant de rejoindre les eaux superficielles en alimentant les sources et en contribuant au débit des rivières.

En France métropolitaine, le stock des eaux souterraines est important, eviron 2000 milliards m^3, tandis que celui, à un instant donné, des eaux de surface « stagnantes » (lacs naturels, grands barrages et étangs) est seulement d'environ 108 milliards m^3.

Quelle quantité utilisable ?

En été, la pluviométrie est peu abondante et ce sont les nappes libres qui alimentent les cours d'eau et les zones humides. On ne peut donc pas prélever toute l'eau qu'elles contiennent, ni même toute l'eau qui s'infiltre chaque année.

Les nappes captives sont, elles, très réactives à l'augmentation des prélèvements. Bien que leur stock soit très important, seule une petite partie peut donc en être utilisée sous peine de perturber leur équilibre.



◀ **Niveau des eaux souterraines**
(Source : http://www.midi-pyrenees.developpementdurable.gouv.fr/IMG/pdf/BSH_20120301_cle7398af-1.pdf

NAPPES

- SUP AU MAXI
- SUP A LA MOY
- MOY
- INF A LA MOY
- INF AU MINI
- VALEUR ABSENTE

△ HAUSSE
▽ BAISSE

Le suivi des nappes libres

Leur recharge très variable implique un suivi de l'évolution de leur niveau. A cette fin, on utilise ce type de carte ci-contre, actualisée mensuellement de juin à octobre. (www.eaufrance.fr).
En cas de trop faibles débits des cours d'eau, des arrêtés préfectoraux peuvent restreindre les usages de l'eau en nappe.

AGENCE DE L'EAU ADOUR-GARONNE
ETABLISSEMENT PUBLIC DU MINISTERE DU DEVELOPPEMENT DURABLE

brgm
Géosciences pour une Terre durable

5. Diverses qualités naturelles de l'eau

Chaque eau est unique et sa nature dépend de la composition chimique des roches qu'elle traverse et des mélanges qui peuvent se produire. Il n'existe donc pas une mais des qualités de l'eau. Les eaux souterraines sont plus ou moins minéralisées en fonction :

- **de la nature des roches traversées ;**
- **du temps de contact de l'eau avec les minéraux des roches, donc de la vitesse de percolation de l'eau ;**
- **du temps de renouvellement de l'eau de la nappe par l'eau d'infiltration.**

Par exemple :

- dans les terrains granitiques, les eaux sont **douces** (peu minéralisées) ;
- dans les réservoirs calcaires, les eaux sont **dures** (moyennement à fortement minéralisées en sels de calcium et magnésium) ;
- en bord de mer, l'eau des nappes peut être saumâtre.

L'eau de pluie qui s'infiltre est légèrement acide, à cause du gaz carbonique dissous qu'elle contient, provenant de l'atmosphère, mais aussi et essentiellement du sol, en raison de la respiration des racines et des micro-organismes. L'infiltration est plus ou moins rapide - de quelques jours à plusieurs dizaines d'années - selon la nature du sous-sol ; au cours de ce transfert, l'eau acide dissout les roches et se charge de leurs éléments chimiques les plus solubles.

Les éléments majeurs tels que le calcium, le magnésium, le sodium, le potassium donnent à l'eau ses qualités gustatives.
D'autres éléments chimiques présents en faible quantité sont bons pour la santé, à doses modérées (fluor, iode...), mais en excès ils peuvent devenir nocifs. Certains sont indésirables, voire toxiques (arsenic...).

Pourquoi y-a-t-il du tartre ?

Parce que l'eau **dure** entartre canalisations, bouilloires, chauffe-eau et filtres des robinets. En revanche, une eau trop **douce** est acide et agressive pour les canalisations et nécessite un traitement par reminéralisation.

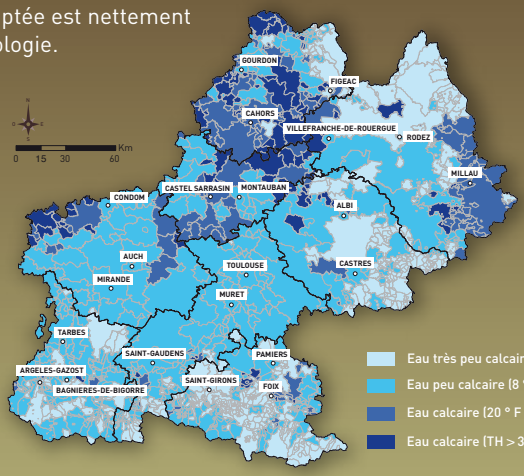


▲ GÉOLOGIE DE LA RÉGION MIDI-PYRÉNÉES

Source : Géologie de la région Midi-Pyrénées (http://sigesmpy.brgm.fr/local/cachevignettes/L720xH510/siges_cg1m_simplif-980f5.png)

La dureté de l'eau captée est nettement influencée par la géologie.

- Quaternaire - formations alluviales
- Volcanisme récent - coulées basaltiques
- Cénozoïque - molasses dominantes
- Mezozoïque - calcaires dominants
- Paléozoïque - séries de gneiss et micaschiste
- Protérozoïque - séries de gneiss et micaschiste
- Granite
- Orthogneiss - granites métamorphiques
- Failles principales



▲ DURETÉ DE L'EAU EN MIDI-PYRÉNÉES

Source : www.ars.midipyrenees.sante.fr/fileadmin/MIDIPYRENEES/0_INTERNET_ARS_MIP/VOTRE_SANTE/Votre_environnement/synthese_2008_2011/MP_TH.pdf)

L'eau nécessite souvent un traitement pour être adaptée à ses différents usages

Les exigences de qualité diffèrent selon que l'eau est destinée à la production d'eau potable, à un usage industriel ou agricole... Même non polluée, elle n'est pas toujours directement utilisable et doit subir un traitement approprié.



Les eaux minérales naturelles se distinguent des autres eaux destinées à la consommation humaine.

D'origine souterraine, elles doivent être naturellement pures sur le plan bactériologique, présentent une stabilité des éléments physicochimiques essentiels et respectent des conditions spécifiques d'exploitation (composition, stabilité) selon l'utilisation qui en est faite (embouteillage, thermalisme).

Une eau minérale est unique, sa composition dépend du gîte aquifère et du parcours qu'elle y effectue.

Les caractéristiques d'une eau minérale conditionnée sont sur l'étiquette ou l'emballage

Il y a treize catégories règlementaires d'eaux minérales naturelles dont il peut être fait mention sur les emballages ou les étiquettes :

« très faiblement minéralisée »,
« oligo-minérale », ou « faiblement minéralisée », « riche en sels minéraux »,
« bicarbonatée », « sulfatée »,
« chlorurée », « calcique »,
« magnésienne », « fluorée »,
« ferrugineuse », « acidulée »,
« sodique », « pauvre en sodium ».

Source : ARS Auvergne

AGENCE DE L'EAU ADOUR-GARONNE
ETABLISSEMENT PUBLIC DU MINISTERE DU DEVELOPPEMENT DURABLE

brgm Géosciences pour une Terre durable

6. La vie dans les eaux souterraines

Toutes les eaux souterraines sont colonisées par de riches communautés animales (plus de 7000 espèces inventoriées dans le monde, dont 230 en France, de nombreuses espèces découvertes chaque année).
Une richesse méconnue à cause de la collecte difficile des organismes dans ces milieux extrêmes.

Cette faune est composée majoritairement d'invertébrés (crustacés, mollusques), mais aussi de quelques vertébrés (amphibiens, poissons) et de micro-organismes.



▲ Le milieu interstitiel et ses organismes
(© dessin : P. Pospisil)

Des espèces fragiles

L'extrême fragmentation des habitats souterrains rend difficiles les déplacements de ces organismes, explique leur fort taux d'endémisme (espèce ne se trouvant que dans une petite région) et leur sensibilité aux perturbations environnementales (assèchement, pollution...). Plus de la moitié des espèces françaises sont classées comme vulnérables sur les listes rouges de l'union internationale pour la conservation de la nature.

Les hydrosystèmes souterrains exercent sur les organismes de fortes contraintes. Ainsi, l'obscurité permanente qui caractérise ces milieux se traduit par l'absence de synthèse chlorophyllienne. La faune aquatique souterraine est complètement dépendante des faibles apports en oxygène et en nourriture en provenance de la surface. D'où des situations de jeûne et/ou de déficit d'apport en oxygène aux tissus souvent longues et sévères, palliées par des adaptations comportementales, physiologiques et métaboliques. Ils sont ainsi capables de consommer tous les types de ressources nutritives dont ils disposent : débris organiques d'origine animale ou végétale, biofilms microbiens, autres invertébrés...).

Les bactéries, quant à elles, peuvent se développer en élaborant leurs substances organiques à partir d'éléments minéraux (sulfates, nitrates,...). Ces capacités de synthèse leur permettent ainsi de coloniser des nappes d'eaux très profondes où la matière organique est quasi inexistante.

▼ Niphargus
(© photo : M.J. Dole-Olivier)

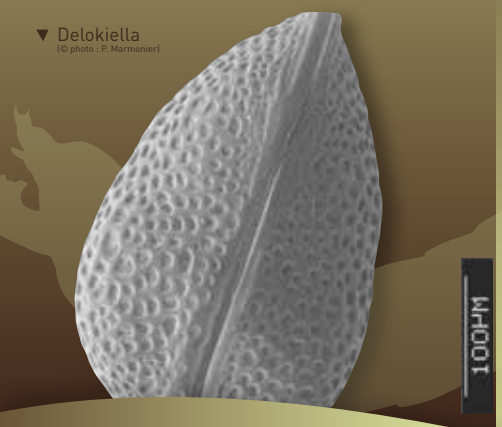


L'originalité de la faune aquatique souterraine

Les espèces animales présentent des particularités morphologiques et physiologiques adaptées à la vie souterraine : dépigmentation (couleur blanche ou transparente), formes allongées et filiformes avec de longs appendices, disparition des yeux compensée par de longues antennes et des récepteurs chimiques, ralentissement du développement et grande longévité (jusqu'à 80 ans pour le Protée).

Ces animaux sont sensibles à la qualité des eaux et aux variations de leur température, habituellement très stable au cours de l'année. Aussi sont-ils d'excellents indicateurs de la qualité et du fonctionnement des écosystèmes souterrains.

▼ Delokiella
(© photo : P. Marmonier)



▼ Parabathynella
(© photo : M.J. Dole-Olivier)



AGENCE DE L'EAU ADOUR-GARONNE
ETABLISSEMENT PUBLIC DU MINISTERE DU DEVELOPPEMENT DURABLE

Géosciences pour une Terre durable
brgm

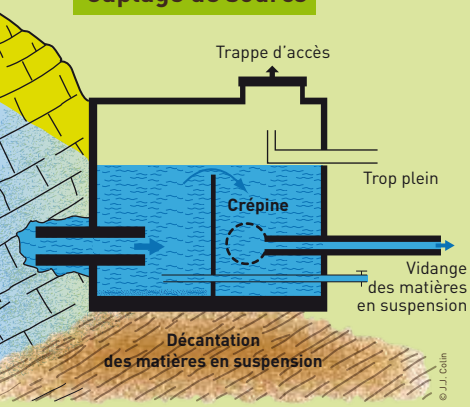
LEHNA

Ce panneau a été réalisé par l'équipe : Ecologie, Evolution, Ecosystèmes Souterrains du LEHNA (Laboratoire d'Ecologie des Hydrosystèmes Naturels et Anthropisés)

7. Comment est captée l'eau souterraine ?

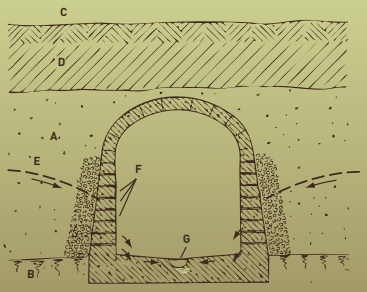
Toujours et partout, les hommes ont su tirer du sous-sol l'eau nécessaire à leurs différents besoins, selon différentes techniques.

Captage de source



C'est l'un des modes les plus anciens. L'eau est captée où elle sort naturellement du sol et amenée jusqu'à son lieu d'utilisation par une conduite ou un aqueduc, parfois très longs (ancien aqueduc romain de Cahors : 33km, aqueduc des sources de Budos : 41km, qui alimente toujours l'agglomération bordelaise).

Galerie drainante

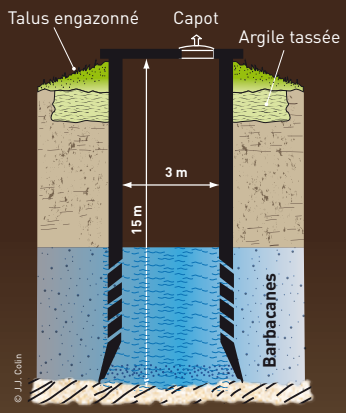


[Source : http://webworld.unesco.org/water/ihp/db/glossary/glu/FR/GF0667FR.HTM]

C'est un conduit fermé (canal de drainage ou galerie) de faible pente aménagé dans un aquifère pour collecter par gravité (écoulement naturel) les eaux souterraines.
Peu utilisé en France, ce mode de captage né en Iran s'est répandu dans les régions semi-arides (Afghanistan, Algérie, Maroc...) et jusqu'en Espagne. Les galeries, de la taille d'un homme, peuvent y atteindre plusieurs kilomètres. Dans les zones de moyenne montagne française, on rencontre des captages similaires par drains enterrés à faible profondeur, mais de petit diamètre (10 ou 20 cm), qui collectent l'eau d'une zone diffuse d'émergence.

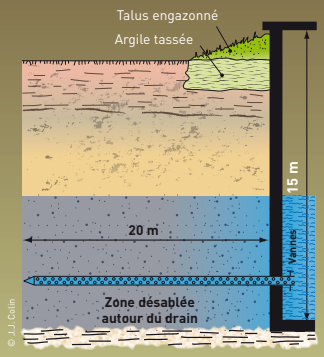
Puits « classique »

Connue dès l'antiquité, cette technique de captage s'est améliorée au fil des siècles (puits maçonnés, puits avec buses préfabriquées...).
Dans des nappes étendues, elle permet de choisir l'emplacement du captage, souvent au plus près du lieu d'utilisation.
La profondeur dépasse rarement quelques dizaines de mètres.



Puits à drains rayonnants

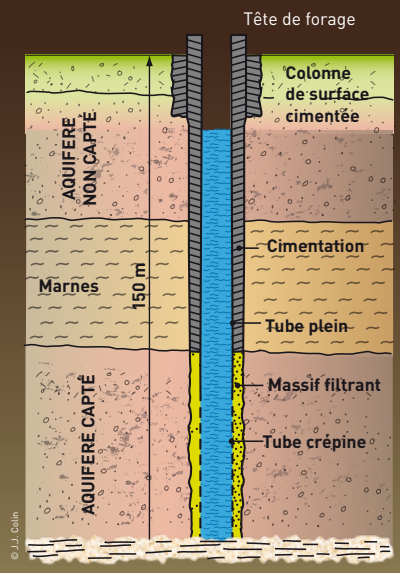
Pour obtenir de très gros débits, on augmente le diamètre « virtuel » du puits en forant horizontalement des drains.
Plus coûteux qu'un puits ordinaire, ce mode est réservé à des usages spécifiques.



Forage

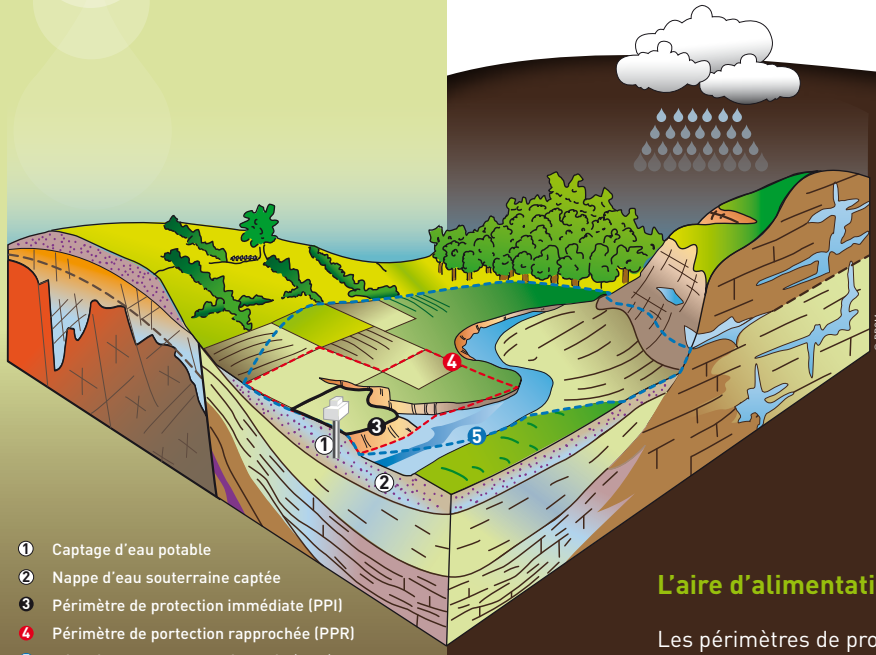
Très vieille technique née en Chine avec des tiges de bambou assemblées, elle s'est améliorée au fil du temps. Apparues au 19ème siècle, des techniques modernes continuent de se perfectionner.
Un trou est creusé dans le sol et les déblais évacués au fur et à mesure.

Si nécessaire le terrain est maintenu pour éviter les éboulements, puis les tubes définitifs et les crépines perforées sont mis en place. Parfois le tubage définitif accompagne l'avancement de la foration.
On peut capter par forage des nappes très profondes (jusqu'à plusieurs milliers de mètres) ou de faible profondeur.





8. La protection des captages



① Captage d'eau potable
② Nappe d'eau souterraine captée
③ Périmètre de protection immédiate (PPI)
④ Périmètre de portection rapprochée (PPR)
⑤ Périmètre de protection éloignée (PPE)

Contrairement aux eaux superficielles où elle est directe et rapide, la pollution des eaux souterraines est plus ou moins atténuée et retardée en raison de son infiltration à travers le sol. La contamination est longue à disparaître en raison de la lenteur de circulation de l'eau. Pour limiter les traitements nécessaires à la production d'eau potable, la loi impose des mesures de protection. Elles restreignent ou interdisent certaines activités tout en conciliant la vie des habitants et la qualité de l'eau sous leurs pieds.

Les périmètres de protection des captages

Ils sont établis autour des sites de captages d'eau destinée à la consommation humaine, avec l'objectif de réduire les risques de pollutions de la ressource. Ils sont obligatoires par la loi sur l'eau du 03 janvier 1992.

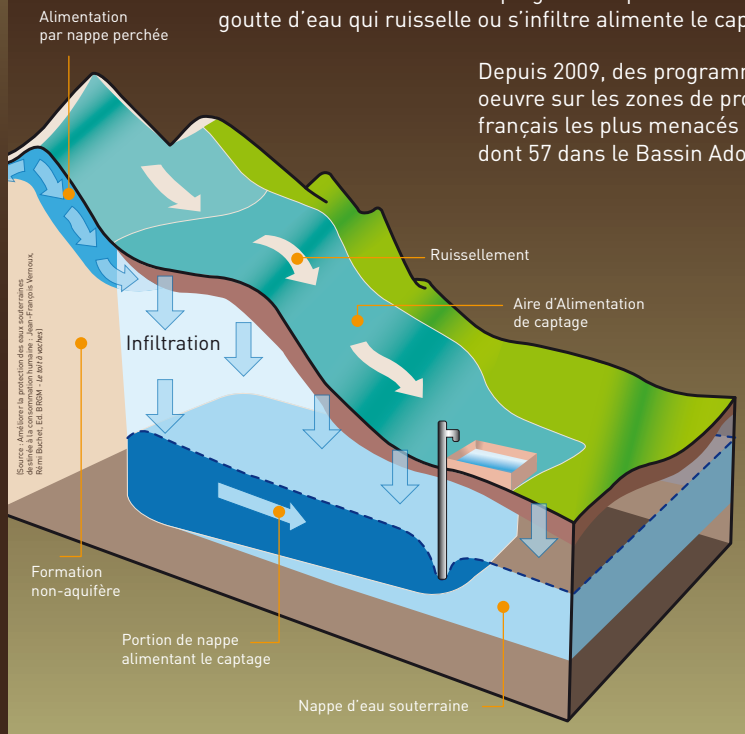
Il y a trois périmètres de protection :

- Le périmètre de **protection immédiate** clôturé évite la détérioration des ouvrages et le déversement de substances polluantes à proximité du captage. Toutes les activités y sont interdites, sauf celles d'exploitation et d'entretien du captage.
- Le périmètre de **protection rapprochée** délimite un secteur (quelques hectares) où toutes les activités (constructions, épandages...) potentiellement polluantes sont interdites ou soumises à des prescriptions particulières.
- Un périmètre de **protection éloignée** est délimité si certaines activités risquent d'y générer des pollutions importantes et doivent être soumises à des prescriptions particulières.

L'aire d'alimentation du captage (AAC) et les zones de protection

Les périmètres de protection sont insuffisants vis-à-vis des pollutions diffuses (activités agricoles, voies de communication, zones d'activité ou d'habitation...) générées en petite quantité mais dont la somme produit une pollution globale importante. La loi sur l'eau de 2006 a instauré les « zones de protection des aires d'alimentation des captages ».
L'aire d'alimentation d'un captage correspond à la zone sur laquelle toute goutte d'eau qui ruisselle ou s'infiltre alimente le captage.

Depuis 2009, des programmes d'action sont mis en oeuvre sur les zones de protection des 500 captages français les plus menacés par les pollutions diffuses, dont 57 dans le Bassin Adour-Garonne.



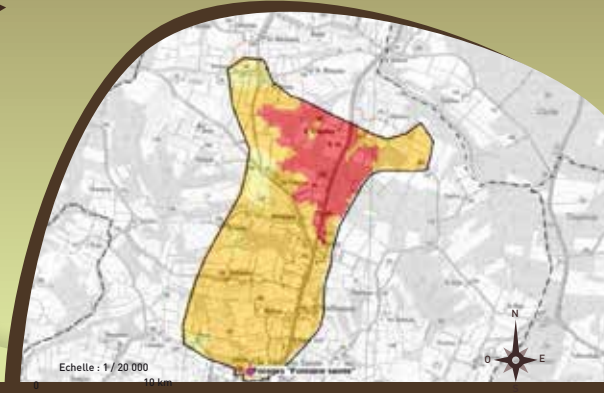
La carte de vulnérabilité de l'aire d'alimentation permet de repérer les zones les plus sensibles

Classes d'indices et superficies

- très faible
- faible
- modérée
- élevée
- très élevée

Vulnérabilité croissante

- Position du captage
- Limite de l'AAC



AGENCE DE L'EAU ADOUR-GARONNE
ETABLISSEMENT PUBLIC DU MINISTERE DU DEVELOPPEMENT DURABLE

brgm Géosciences pour une Terre durable

AGENCE DE L'EAU ADOUR-GARONNE
90, rue du Férétra
31078 Toulouse Cedex 4
Tél. 05 61 36 37 38
Fax 05 61 36 37 28
www.eau-adour-garonne.fr

LES DELEGATIONS

BORDEAUX
4, rue du Professeur-André-Lavignolle
33049 Bordeaux Cedex
Tél. 05 56 11 19 99
Fax 05 56 11 19 98
Départements : 16-17-33-47-79-86

BRIVE
94, rue de Grand Prat
19600 Saint-Pantaléon-de-Larche
Tél. 05 55 88 02 00
Fax 05 55 88 02 0
Départements : 15-19-23-24-63-87

PAU
7, passage de l'Europe - BP 7503
64075 Pau cedex
Tél. 05 59 80 77 90
Fax 05 59 80 77 99
Départements : 40-64-65

RODEZ
Rue de Bruxelles - Bourran - BP 35101
2035 Rodez Cedex 9
Tél. 05 65 75 56 00
Fax 05 65 75 56 09
Départements : 12-30-46-48

TOULOUSE
46, av. du Général de Croutte
Basso Cambo
31100 Toulouse
Tél. 05 61 43 26 8
Fax 05 61 43 26 99
Départements : 09-11-31-32-34-81-82

BRGM AQUITAINE
Parc Technologique Europarc
24, avenue Léonard de Vinci
33600 Pessac
Tél. 05 57 26 52 70
Fax 05 57 26 52 71

BRGM AUVERGNE
12, avenue des Landais
63170 Aubière
Tél. 04 73 15 23 00
Fax 04 73 15 23 10

BRGM LANGUEDOC-ROUSSILLON
1039, rue de Pinville
34000 Montpellier
Tél. 04 67 15 79 80
Fax 04 67 64 58 51

BRGM LIMOUSIN
ESTER - TECHNOPOLE
21, rue Columbia
CS 56932
87069 Limoges Cédex 3
Tél. 05 55 35 27 86
Fax 05 55 35 64 53

BRGM MIDI-PYRENEES
Parc technologique du Canal
3, rue Marie CurieBâtiment Aruba
B.P. 493
1527 Ramonville Saint-Agne
Tél. 05 62 24 14 50
Fax 05 62 24 14 69

BRGM POITOU-CHARENTES
5, rue de la Goélette
86280 Saint-Benoit
Tél. 05 49 38 15 38
Fax 05 49 38 15 44

BRGM
Centre scientifique et technique
3, avenue Claude Guillemin
BP 360094
5060 Orléans Cedex 2
Tél. 02 38 64 34 34
Fax 02 38 64 35 18
www.brgm.fr

AGENCE DE L'EAU ADOUR-GARONNE
ETABLISSEMENT PUBLIC DU MINISTERE DU DEVELOPPEMENT DURABLE

Géosciences pour une Terre durable
brgm

2012 - 1 000 exemplaires
Conception graphique : Sophie Plunian - Nuances Graphiques