

Republique Algerienne Democratique Et Populaire
Ministere De La Sante
Institut National De Sante Publique

Traitement des eaux de puits

Présenté par : Dr. O. Ouahmed

Pharmacienne spécialiste en Hydrologie et nutrition
Institut National de Santé Publique





P l a n

- Introduction
- Définition d'une eau souterraine
- Captage d'une eau souterraine
- Propriétés des eaux souterraines
- Pollution des eaux de puits
- Protection des eaux de puits
- Traitement des eaux de puits
- Conclusion



Introduction

Introduction :

L'accès à une eau de boisson saine est un **déterminant fondamental** de la santé publique.

En Algérie, une proportion importante de la population, notamment en **milieu rural** et **semi-urbain**, s'approvisionne en **eaux souterraines** via **des puits**, souvent hors réseau de distribution surveillé.

Or, ces puits peuvent être vulnérables à **des contaminations microbiologiques** et **chimiques**, favorisant la survenue de **maladies à transmission hydrique**.

Parmi les pathologies les plus fréquentes liées à une eau insalubre figurent la **diarrhée aiguë**, le **choléra**, la **fièvre typhoïde**, l'**hépatite A** et diverses **parasitoses intestinales**.

D'après l'Organisation mondiale de la santé (OMS), **environ 1,7 milliard de cas de diarrhée** sont recensés **chaque année** dans le monde, entraînant près de **500 000 décès chez les enfants de moins de cinq ans**, souvent à cause d'une **eau contaminée** [OMS, 2023].

Introduction:

Dans ce contexte, le traitement de l'eau des puits devient une étape critique pour prévenir ces risques.

Ce traitement doit tenir compte des spécificités techniques, économiques et environnementales de chaque région, afin de garantir son efficacité.



Définition d'une eau souterraine

Cycle de l'eau

L'eau disponible sur Terre fait partie d'un cycle global : **le cycle de l'eau**.
Ce cycle **naturel** permet la **régénération continue** de l'eau sous différentes formes.

Précipitation

Précipitation de la vapeur condensée sous forme de **pluie, neige** ou **grêle**.

Infiltration

Pénétration des précipitations dans le sol et le sous-sol vers les **nappes aquifères**.

Selon les caractéristiques des terrains

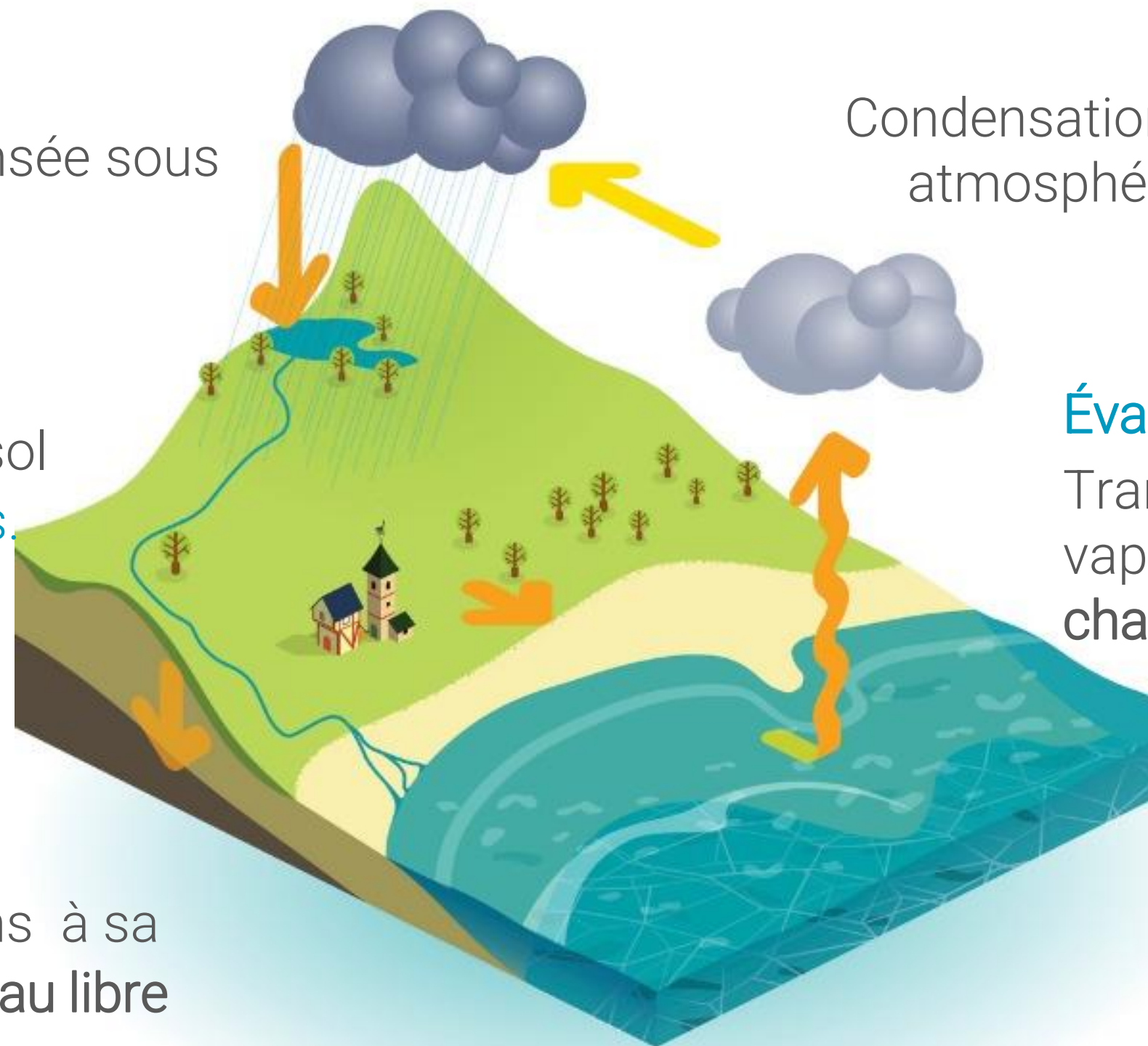
Ruissellement

Ecoulement des précipitations à sa surface vers les **étendues d'eau libre**

Condensation de la vapeur d'eau atmosphérique en nuages.

Évapotranspiration :

Transformation d'eau en vapeur sous l'effet de la **chaleur**.



L'eau brute

L'eau Brute: C'est la ressource en eau avant tout traitement de potabilisation

L'homme a recours généralement, pour satisfaire ses propres besoins (ex. consommation humaine, diverses activités), à deux types de ressources naturelles.

Eaux souterraines

Eaux **infiltrées** à travers le sol et **stockées** dans **les nappes aquifères**.

Ni réévaporées, ni retournées à la mer par ruissellement

Eaux superficielles

Les eaux circulant ou stockées **à la surface** des continents.

Eaux douces

- Les **rivières** et **fleuves, lacs** et **barrages**
- Les eaux de ruissellement

Eaux salines

Les eaux de **mers et d'océans**
Exploitée après traitement de **désalement**

Eaux de pluie

L'eau de pluie peut à elle seule constituer une source d'eau naturelle pour l'homme

Stockage dans des **barrages** ou des **citernes**

- Infiltre dans le sol
- Ruissellement sur la surface de la terre

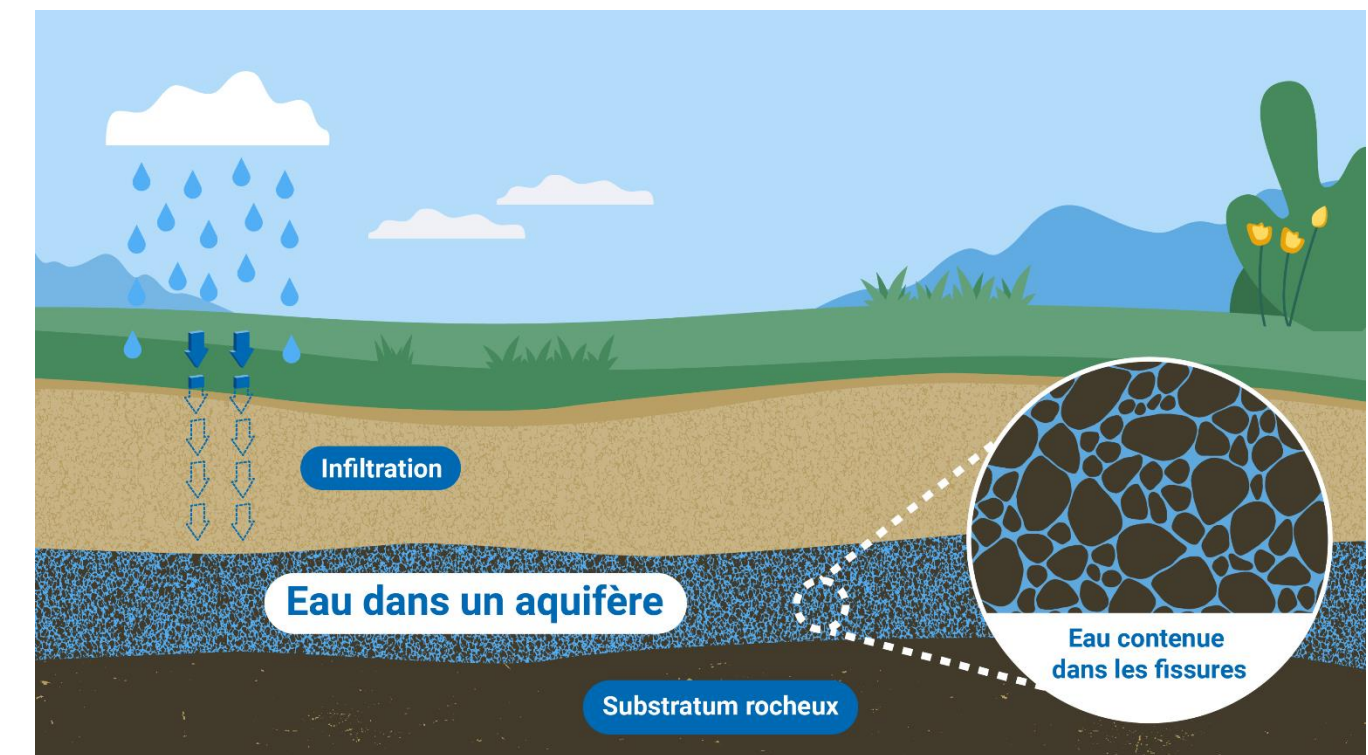


Les eaux souterraines

Les eaux souterraines

Les eaux souterraines sont des eaux qui, par **infiltration**, se trouvent **sous la surface du sol** et transitent plus ou moins rapidement à travers des formations géologiques appelées "**aquifères**" ou "**systèmes aquifères**"

- Elles proviennent d'eaux superficielles qui ont percolés dans le sous-sol, selon la **perméabilité du terrain** (atteints une **certaine profondeur**)
- Le devenir de ces eaux souterraines ; c'est qu'elles vont constituer **des nappes aquifères**.
- Ne subissent pas les phénomènes du sol et les phénomènes atmosphériques.



L'aquifère : formation géologique saturée en eau et suffisamment perméable pour permettre son pompage.

Les types de nappes :

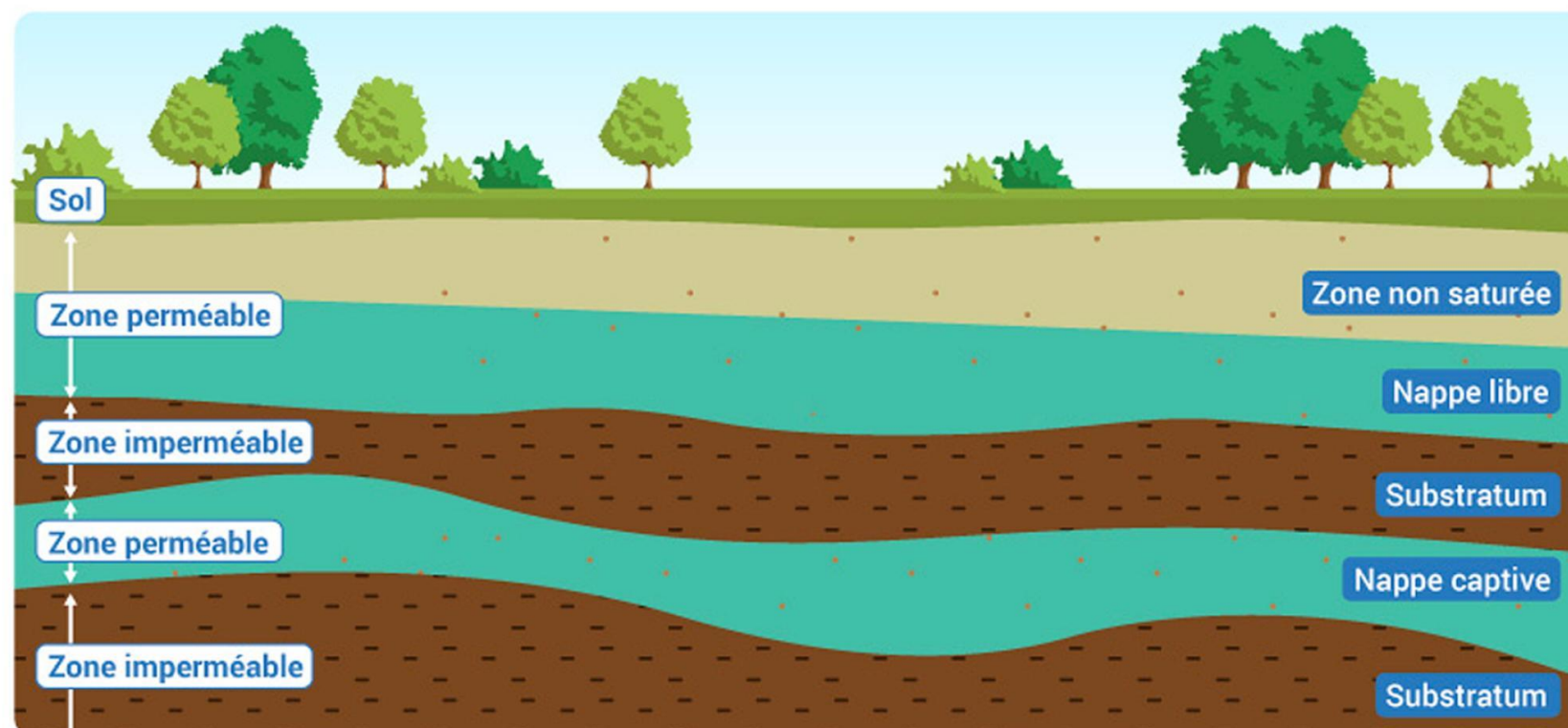
Nappes actives (ou nappes libres)

Peu profondes (<30 mètres). Se situent sous la surface du sol.

Le niveau d'eau monte ou baisse en fonction des précipitations.

Renouvellement rapide.

Nappe phréatique



Nappes captives

Comprises entre deux couches géologiques imperméables qui confinent l'eau sous pression.

Profondes : de quelques centaines de mètres voire plus.

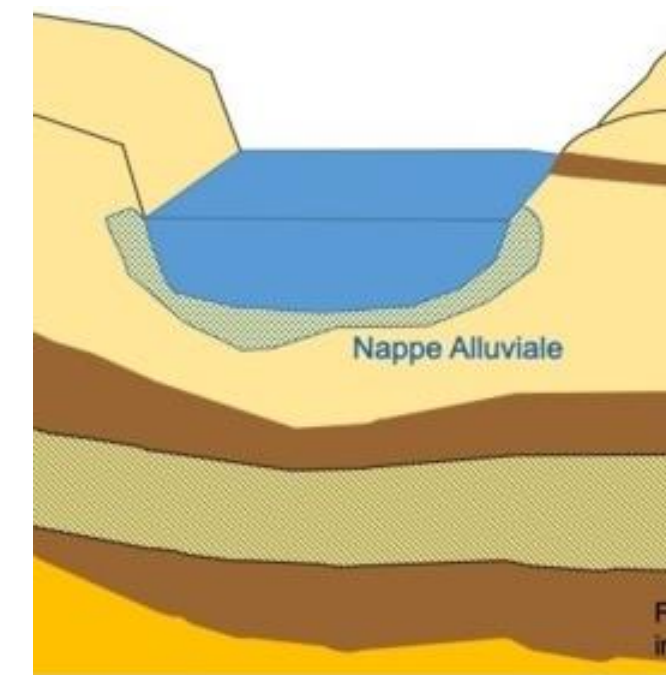
Renouvellent long.

Nappe artésiennes

Nappes alluviales

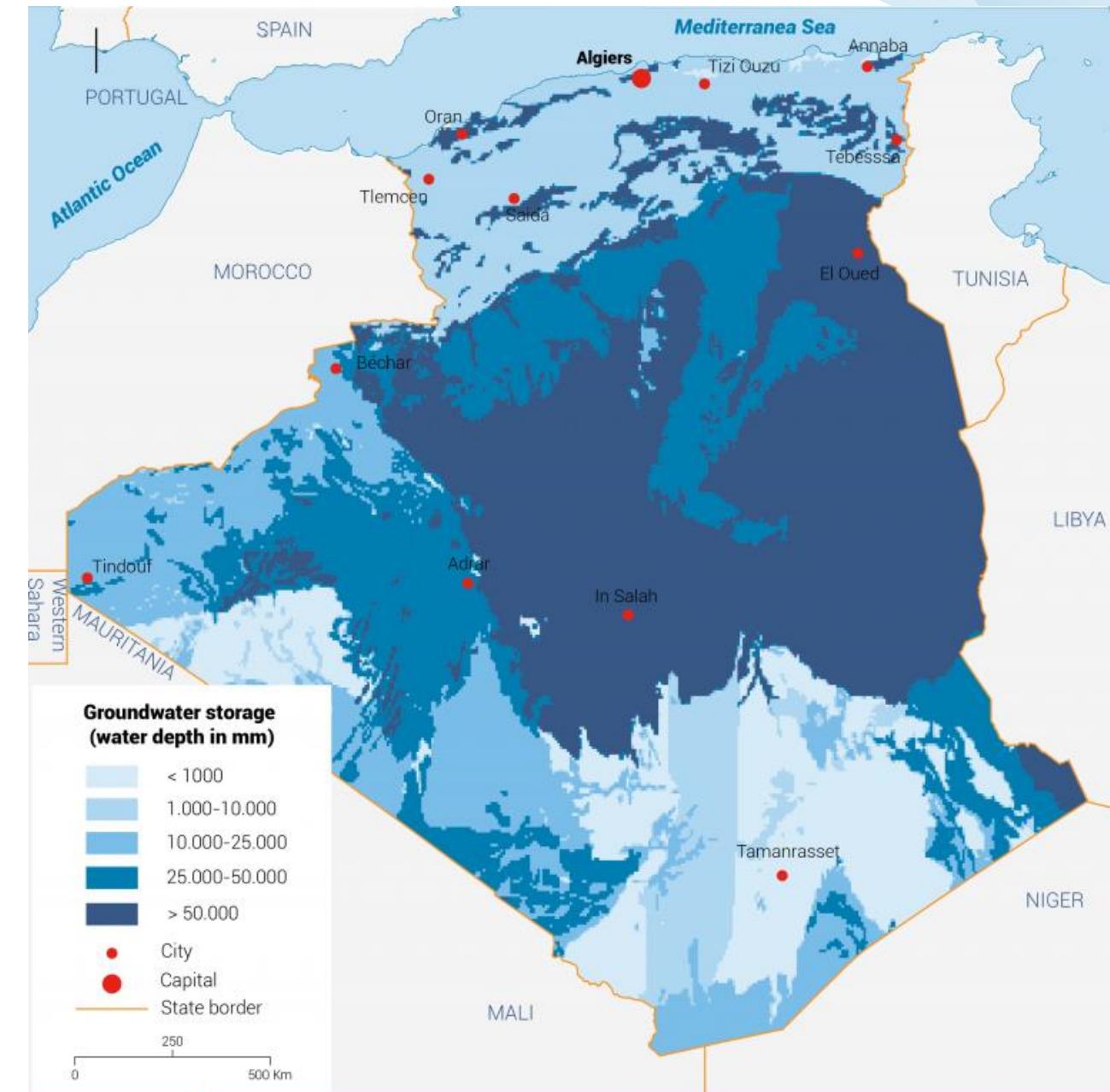
Formées de sable et de graviers qui renferme l'eau.

Peuvent entretenir des relations avec les cours d'eau, et sont alimenté par les infiltrations de ces derniers.



Les eaux souterraines en Algérie

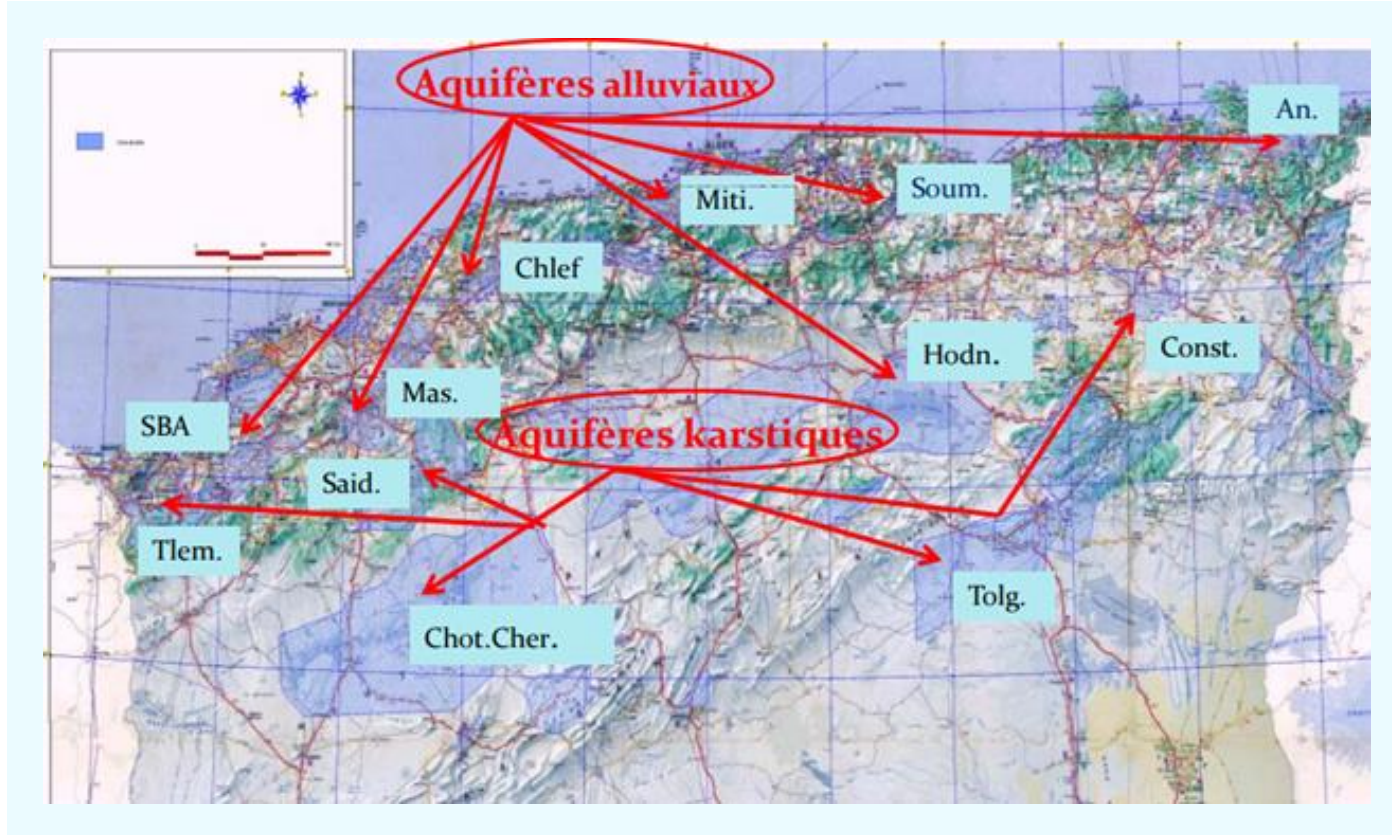
En Algérie, les eaux souterraines représentent une **part essentielle** des ressources en eau douce, notamment dans les **zones rurales et sahariennes**, où l'accès aux réseaux d'alimentation centralisés est limité. Ces eaux sont stockées dans des **nappes phréatiques plus ou moins profondes**, qui se distinguent selon leur nature géologique, leur profondeur et leur régime hydrodynamique.



En l'état actuel des connaissances, les eaux souterraines sont globalement évaluées à environ **8.5 milliards de m³/an** :

- **2,5 milliards de m³** dans la région nord.
- **6 milliards** (régions Sahariennes/ressources non renouvelables)

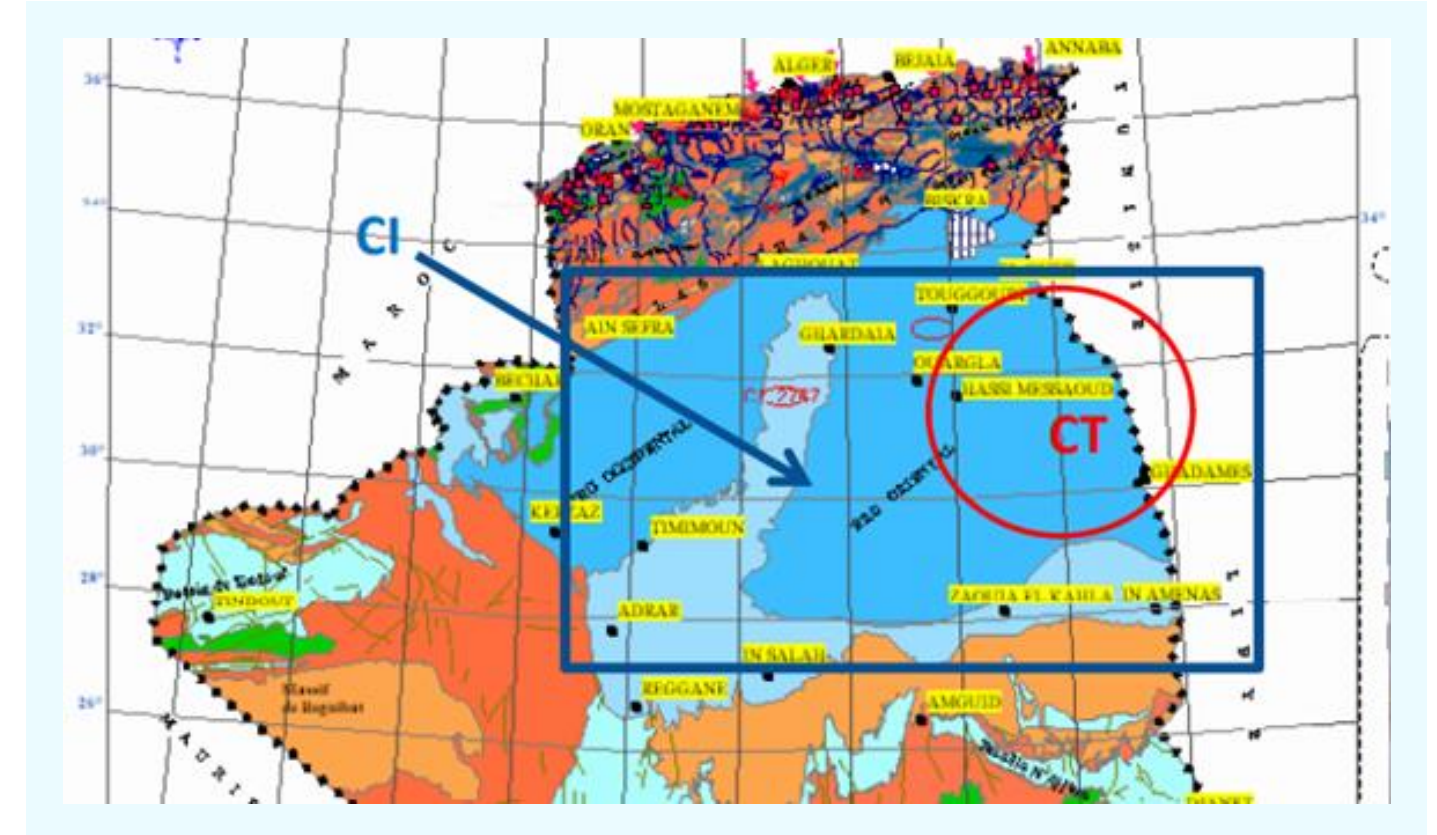
Les eaux souterraines en Algérie



L' ALGERIE DU NORD

2 principaux types d'aquifères:

- **Aquifères karstiques** : formations calcaires étendues (nappe libre)
- **Aquifères alluviaux.**



Le Sahara septentrional

02 Grandes nappes dans le Sahara: non renouvelables

- Complexe termine (CT) :

Potentialités exploitables 5 à 6 milliards de m³ /an

- Continental intercalaire (CI)

Ressources exploitées : 2 milliards de m³/an

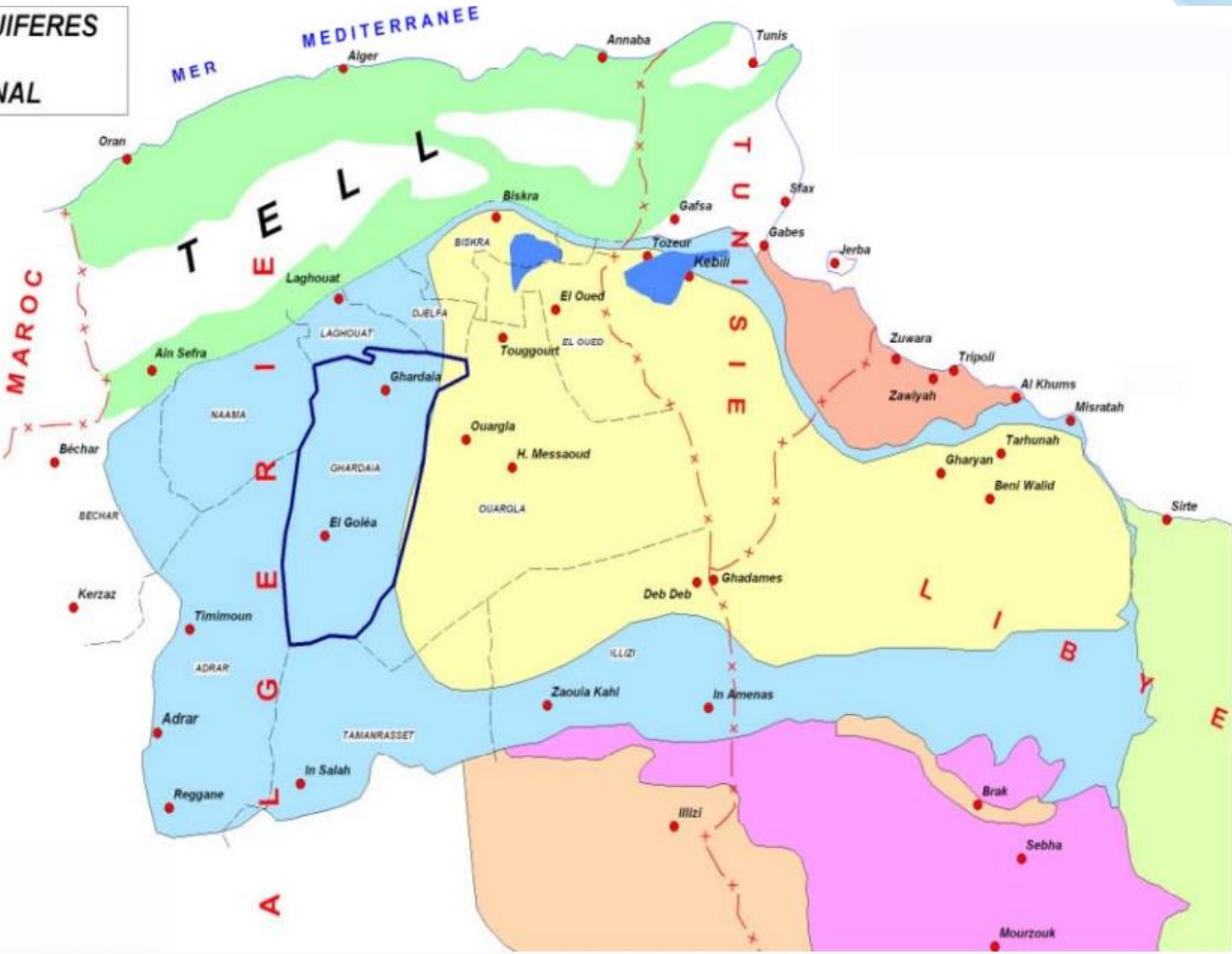
Les eaux souterraines en Algérie

Zone	Principales Nappes
Nord montagneux (Tell)	Nappes libres et semi-captives (alluvions, calcaires)
Hauts Plateaux	Nappes semi-profondes (Miocène, Pliocène)
Sahara septentrional	Nappes profondes (Complexe terminal)
Grand Sud	Nappe albienne (Continental intercalaire)

LES GRANDS BASSINS AQUIFERES DU SAHARA SEPTENTRIONAL

	Possibilité d'exploitation Millions de mètres cubes par an	Exploitation actuelle Millions de mètres cubes par an
ALGERIE	6200	1400
TUNISIE	700	530
LIBYE	970	340

- Nappe du Continental Intercalaire (Algérie-Tunisie-Libye)
- Nappe du Complexe Terminal (Algérie-Tunisie-Libye)
- Nappe des grès de Nubie (Algérie-Libye)
- Nappe du Paléozoïque (Algérie-Libye-Niger)
- Nappe de Jeffara (Tunisie-Libye)
- Nappe du Djebel Akhdar (Libye)
- Nappe de Koufra-Sarir (Libye-Egypte-Niger-Tchad)





Captage des eaux souterraines

Captage de l'eau souterraine

L'exploitation des eaux souterraines repose sur une **variété de techniques** de captage, allant des **systèmes traditionnels** millénaires aux **installations modernes mécanisées**.

Le choix dépend de:

- La **profondeur de la nappe**,
- du **contexte géologique**,
- des **moyens financiers** et **techniques disponibles**,
- et des **besoins en eau** (domestiques, agricoles, industriels).

Captage de l'eau souterraine

Un ouvrage de captage d'eau souterraine est une **Installation** qui permet **de puiser l'eau** à partir des **nappes d'eau souterraine** qui se situent sous la surface du sol.

Les ouvrages les plus répandus sont les **captages par puits**, ils vont du **simple puits individuel** à des **forages très profonds**, susceptibles de fournir de gros débits.

Le captage peut se faire:

- A partir d'une source
- - par puits

Captage de l'eau souterraine

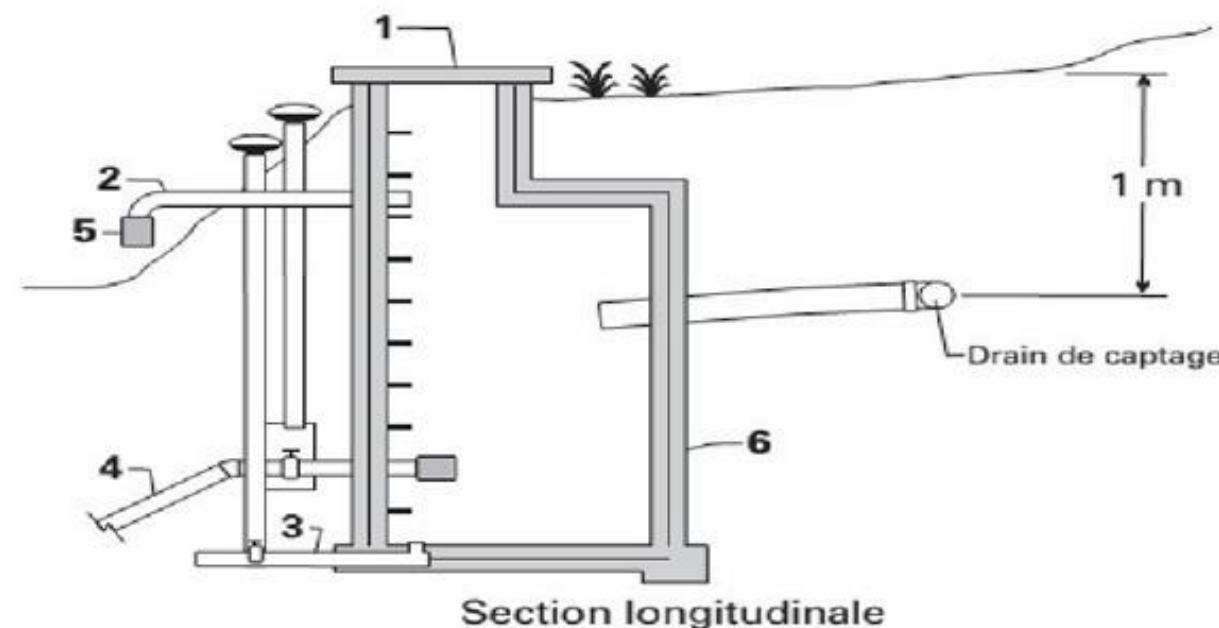
1- Captage d'une source:

Une source est un point naturel d'émergence de l'eau souterraine à la surface du sol.

Un captage de source consiste en un ouvrage aménagé à un endroit où l'eau souterraine fait résurgence à la surface du sol.

Il est constitué d'un **drain horizontal**, aménagé à faible profondeur, mais à plus d'un mètre de la surface du sol, et en amont du point naturel de résurgence de manière à capter l'eau avant qu'elle ne fasse surface.

Le drain est relié à un **réservoir** à l'intérieur duquel la pompe d'alimentation peut être placée.



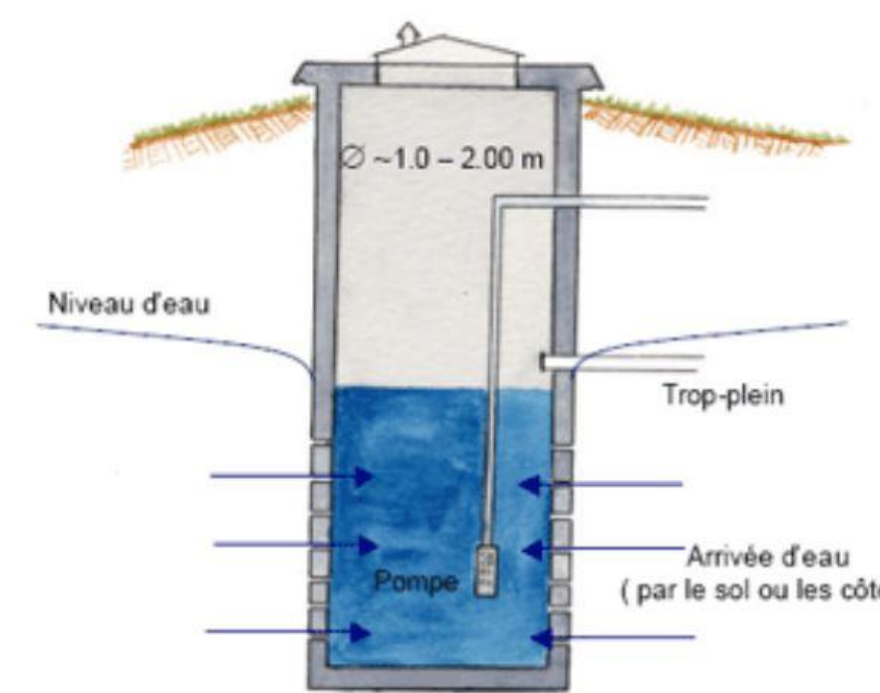
- 1- Couvercle étanche.
- 2- Trop-plein.
- 3- Drain de nettoyage.
- 4- Ligne de distribution.
- 5- Grillage.
- 6- Réservoir fait de béton, de plastique, de maçonnerie de pierres ou de béton poreux.

Captage de l'eau souterraine

2- Captage par puits :

Un puits est un ouvrage creusé ou foré artificiellement dans le sol pour atteindre une nappe souterraine.

Il permet de capter l'eau qui ne remonte pas naturellement à la surface.



Puits individuels ou puits ordinaires

- Le puits creusé à la main par piochage
- La nappe phréatique se trouve en permanence à moins de 15 mètres du niveau du sol.
- Destinés à alimenter une résidence isolée

Puits collectifs

- Ouvrages industriels qui peuvent être à faible profondeur
- Situés dans les nappes alluviales et munis de pompes
- Destinés à alimenter plus de 20 personnes

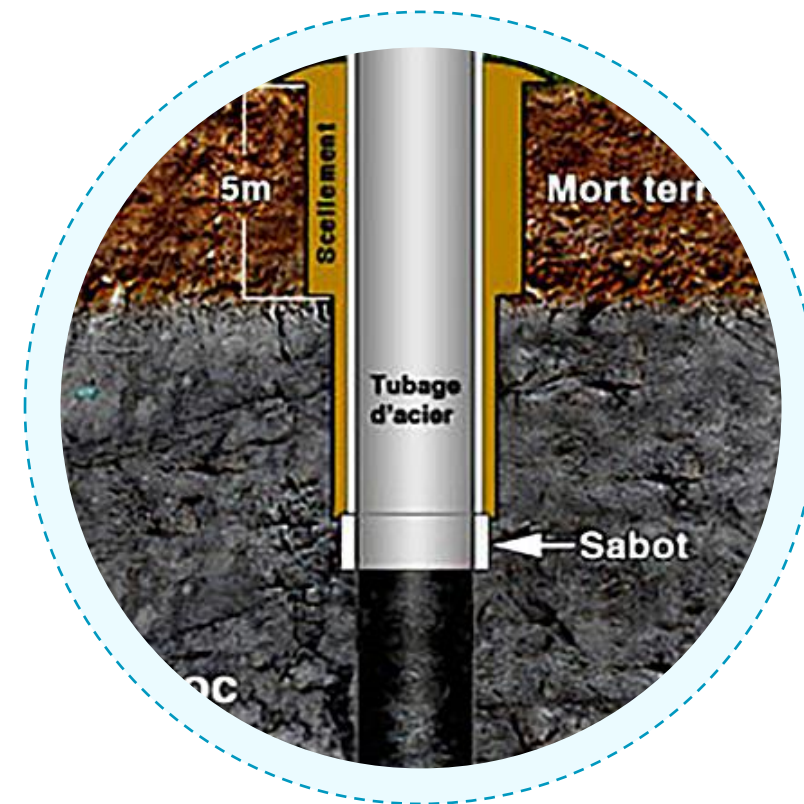
Captage de l'eau souterraine

Puits ordinaire



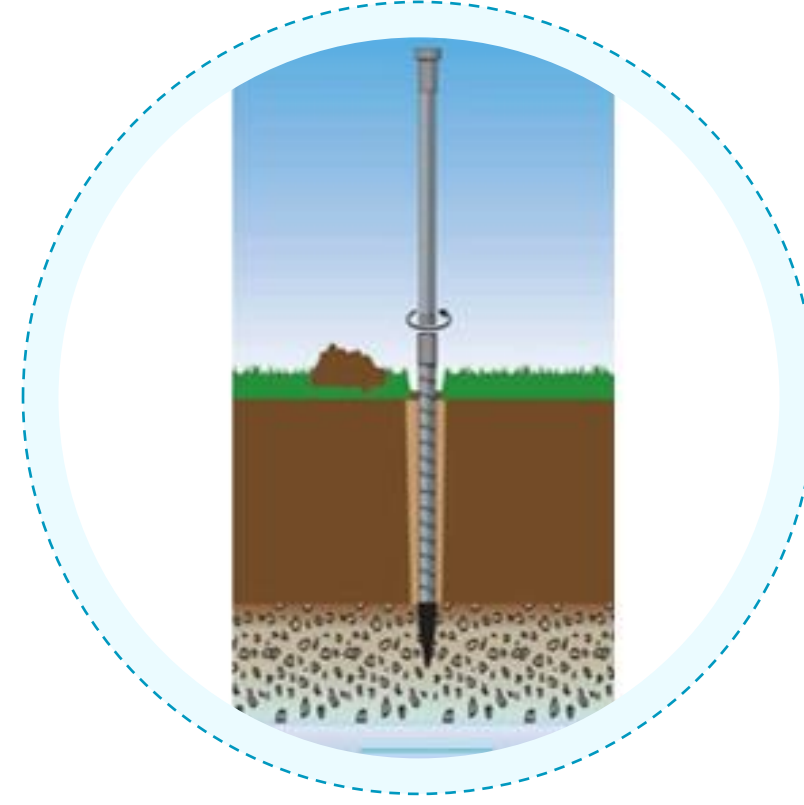
- Traditionnellement **creusé à la main**
- **peu profond**
- Atteint la **nappe phréatique**
- L'eau récupérée par **seau** ou une **pompe simple**

Puits foncé



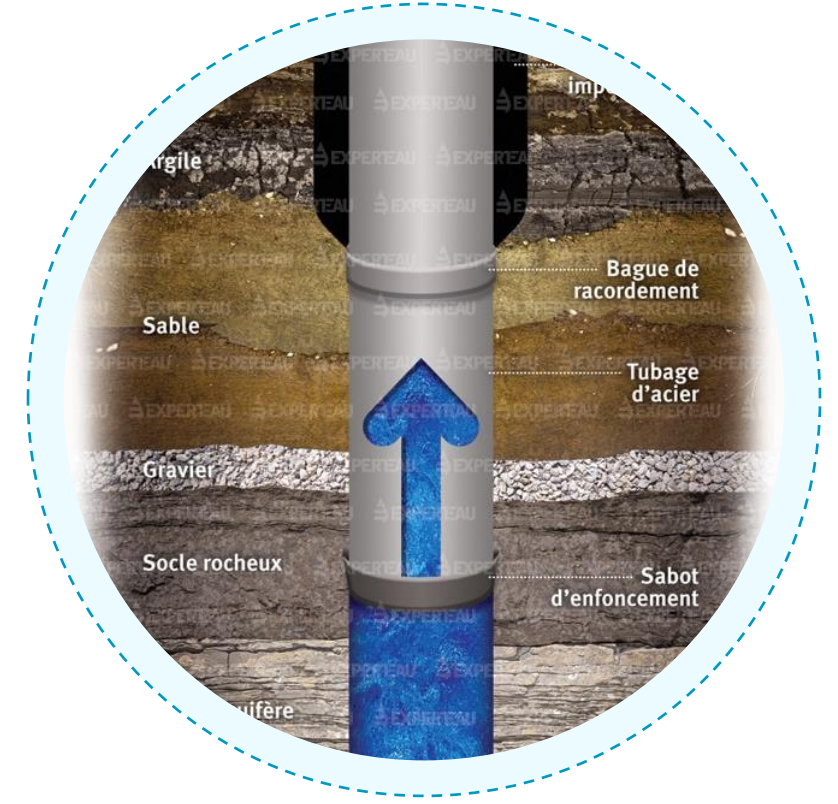
- **Tubage** perforé à bout pointu **enfoncé** dans le sol (sable ou le gravier).
- La partie inférieure de la conduite est équipé d'un filtre .

Puits foré



- Réalisé **mécaniquement** par une **foreuse**.
- **Profond** (jusqu'à 300m)
- Atteint les **nappes captives**
- Eau extraite **par pompe**

Puits artésien



- Puits foré qui capte une **nappe captive sous pression**.
- L'eau y **remonte spontanément** (parfois jusqu'à jaillir), grâce à la pression souterraine.
- **Pas de pompage**



Propriétés des eaux souterraines

Propriétés des eaux souterraines

Les eaux souterraines ont des propriétés étroitement **liées à leur origine géologique**, c'est-à-dire déterminées par la **nature et structure des terrains**.

À tout instant, l'eau est **au contact avec le sol** dans lequel elle stagne ou circule : il s'établit **un équilibre** entre la composition du terrain et celle de l'eau

- Dans les **réservoirs calcaires**: les eaux sont **dures** (riche en calcium et magnésium)
- Dans les **réseaux karstiques**: l'eau peut se charger de **particules argileuses** en suspension.
- En **bordure de mer**: l'eau est plus ou moins **saumâtre** (contamination de l'eau d'infiltration par les embruns salés).

Propriétés des eaux souterraines

Propriétés microbiologique

Elles sont très souvent, mais pas toujours, d'une **très grande pureté bactériologique**.

- lorsque l'eau s'infiltre dans des milieux à très fine granulométrie et de grand pouvoir filtrant : bonne qualité microbiologique
- Dans les milieux granitiques ou calcaires très fissurés et à grande vitesse de passage: eau pas épurée et peut même être dangereuse.

Les nappes **alluviales** et **phréatiques** sont vulnérables à la pollution.

Dans certains cas un **traitement est exigé** pour les rendre potables.

Propriétés des eaux souterraines

Norme algérienne pour les eaux souterraines:

Pour que l'eau souterraines soit exploitable, elle doit répondre à certaines normes de qualité qui sont fixées par le **JORA n° 34 de 2011**

La norme définit:

- Paramètres organoleptiques ex. Couleur , Odeur
- Paramètres physico-chimiques en relation avec la structure naturelle

des eaux ex. DBO, DCO, Chlorure, Matières en suspension

- Paramètres chimiques ex. Fer dessous, Nitrates , Plomb, Pesticides

- Paramètres microbiologique

Groupes de paramètres	Paramètres	Unité	
Paramètres microbiologiques	Escherichia coli	n/100ml	20
	Entérocoques	n/100ml	20
	Salmonelles	—	Absence dans 5000 ml



Pollution des eaux de puits

Pollution des eaux de puits:

La qualité de l'eau issue des puits ne dépend pas uniquement de ces propriétés physico-chimiques et microbiologiques, mais aussi et fortement des **mesures de protection** mises en place autour de la structure.

En l'absence de dispositifs adaptés, les puits deviennent des **points d'entrée directs pour les contaminants**, avec des **conséquences sanitaires graves** (maladies diarrhéiques, parasitoses, choléra, typhoïde, etc.).



La pollution des eaux souterraines, quand elle est constatée, est souvent une **pollution durable dans le temps** et qui peut persister **plusieurs dizaines d'années** en fonction du temps de renouvellement des nappes.

Pollution des eaux de puits

La pollution des puits peut avoir plusieurs origines:

Origine agricole



- L'épandage des boues de stations d'épuration
- Transfert des engrais et pesticides à la nappe
- Pollution chronique

Origine urbaine:



- Fuites du réseaux d'égouts
- Fosses septiques mal entretenues : infiltration d'eaux usées.
- Décharges sauvages : lixiviats qui migrent vers les nappes.

Origine domestique

- Réseau d'assainissement défectueux.
- Infiltration des eaux de vannes et les eaux ménagères dans les nappes



Origine industrielle

- Rejets d'usines : métaux lourds, solvants, hydrocarbures...
- Fuites de carburants, produits chimiques

Exceptionnelles mais souvent chroniques



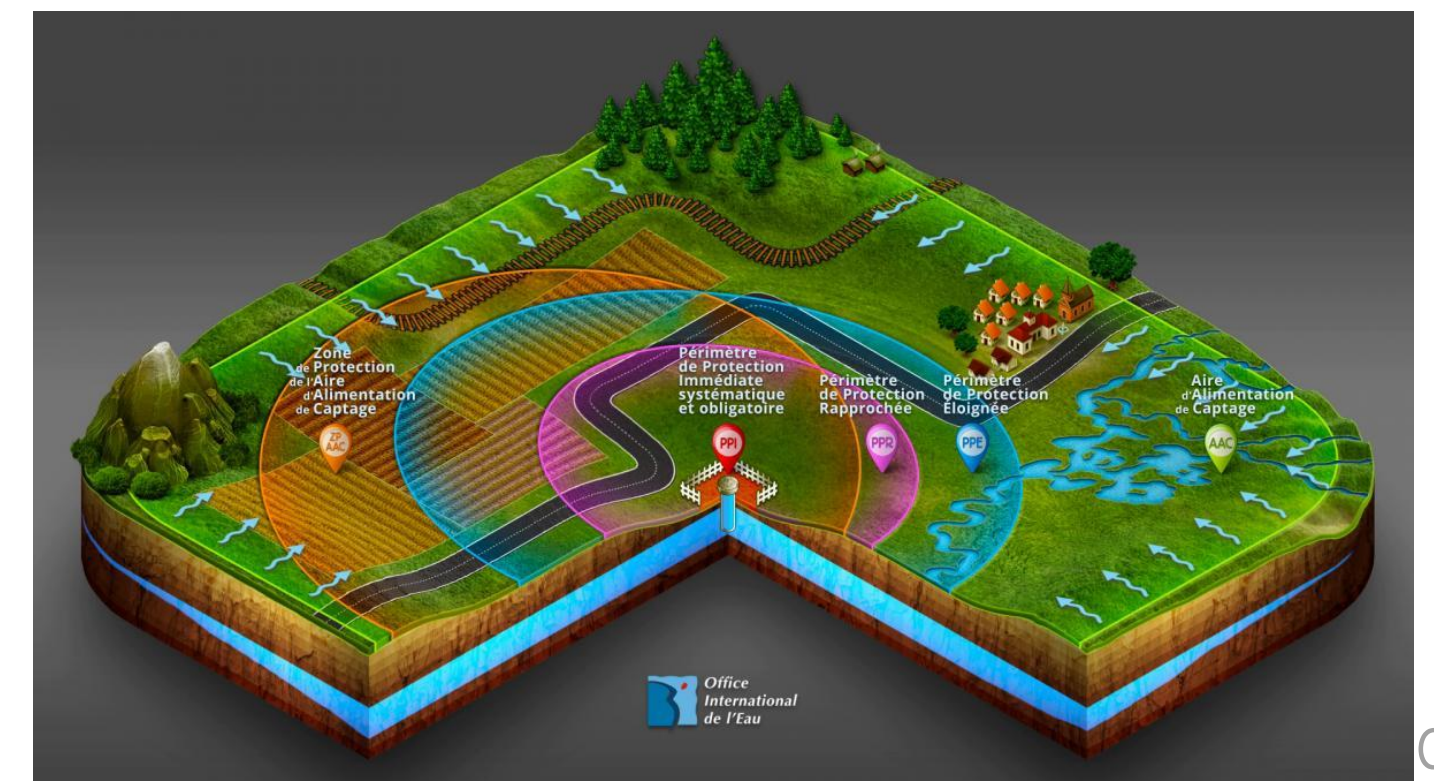
Protection des eaux souterraines

La protection des eaux souterraines

La pollution des eaux souterraines est **durable dans le temps**, c'est la raison pour laquelle des **politiques de protection des eaux souterraines** ont été mises en place.

Les ressources hydriques souterraines sont protégées par des **périmètres de protection** qui sont définie par **art.110. Loi du 19 juillet 1983** porte le **code des eaux** comme étant :

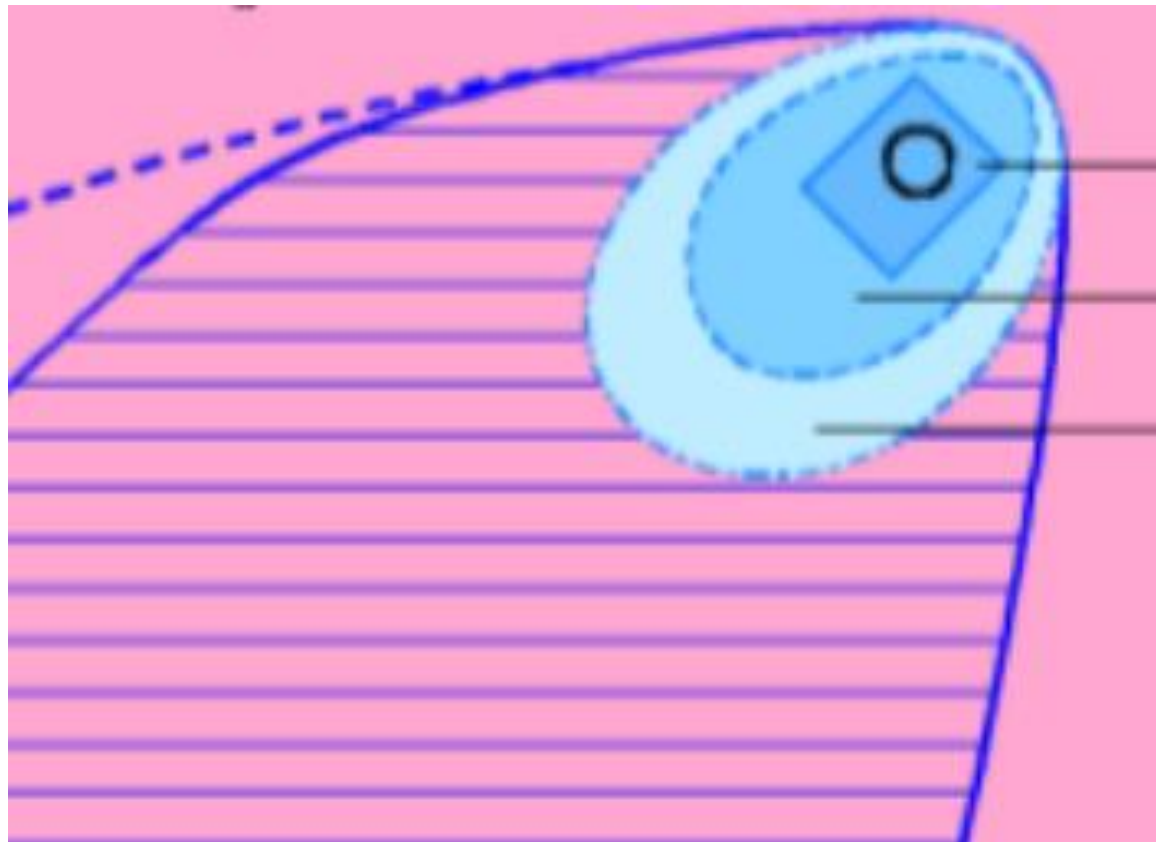
Un contour délimitant le domaine géographique à l'intérieur duquel est interdit ou réglementée toute activité susceptible de porter atteinte à la conservation qualitative des ressources en eaux.



La protection des eaux souterraines

Tous les points de prélèvement d'eau doivent être protégés par un périmètre de protection.

On définit 3 périmètres de protection



1-Le périmètre de protection immédiate

- But: **protection de l'ouvrage** et son entourage le plus proche.
- Surface très limitée, de l'ordre de **quelques centaines de mètres carrés**.
- **Toute activité**(même agricole) est **interdite**.

2 - Le périmètre de protection rapprochée

- But: protection de **la qualité de la ressource** en eau souterraine.
- Surface comprise entre **1 et 10 hectares**.
- Les activités ou installations **susceptibles de présenter un risque** pour la qualité de l'eau sont **interdites** (constructions, épandages)

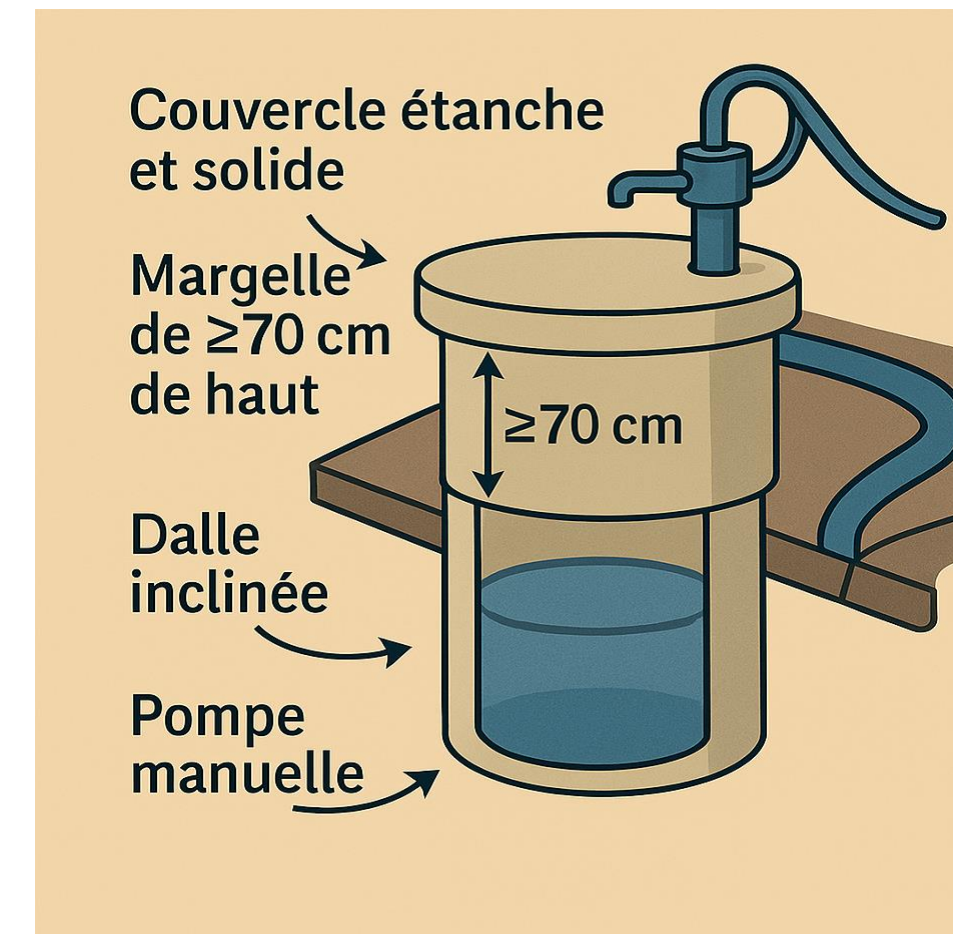
3- Périmètre de protection éloignée (zone de vigilance)

- But: **protéger la ressource** de toute pollution diffuse sur des longues distances (ex. Les substances chimiques ou radioactives).
- **Facultatif**

La protection des eaux de puits

Une façon de prévenir la contamination est de garder votre puits en bon état

- Équiper le puits d'un **couvercle étanche** et solide, pour empêcher l'intrusion de déchets.
- Mettre en place une **margelle** en béton d'au moins 70 cm de haut autour de l'ouverture.
- Ajouter un **dalot périphérique** ou une **dalle inclinée** pour éviter que l'eau stagne autour du puits.
- Utiliser une **pompe manuelle ou électrique** plutôt qu'un seau plongé à la main pour éviter le contact direct avec l'eau.
- Nettoyer le puits périodiquement (au moins une fois par an)
- Désinfecter le puits régulièrement
- Sensibilisation les usagers sur les risques de contamination





Traitement des eaux de puits

Traitement des eaux de puits

Pour les eaux souterraines, la qualité peut être :

► Excellente

Bonne qualité chimique et microbiologique

Désinfection
avant
distribution

► Détériorée naturellement

Présence de micro-organismes, de fer, manganèse, ammoniacque, arsenic, sélénium, fluor, ou trop « dure »

► Détériorée par des activités d'origine anthropique

Présence de pesticides, solvants chlorés, additifs pétrolier ou autres micropolluants

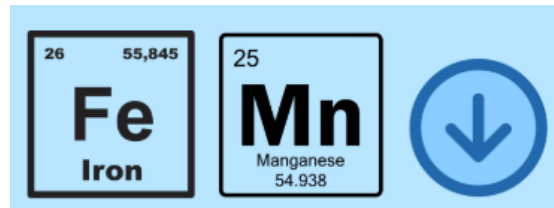
Désinfection +
Traitement
complémentaire



Traitement des eaux de puits

Déferrisation et Démanganisation

Élimination du fer et du manganèse



Élimination de la turbidité

Élimination des matières en suspension et les colloïdes

Élimination de l'ammoniaque NH_3

Pour éviter la dégradation de la qualité de l'eau dans les réseaux .

Toxique à haute concentration

Formation de chloramines

Élimination des nitrates

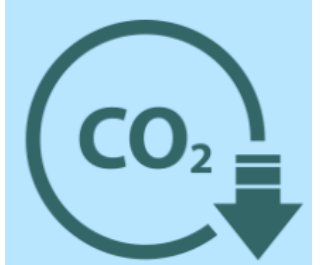


Si concentration dépasse 50mg/l

- Risque de méthémoglobinémie
- Cancérigène

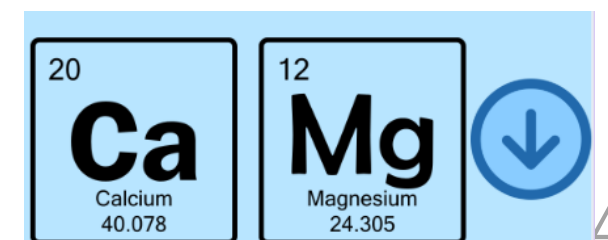
Neutralisation

Correction de l'agressivité des eaux par l'élimination ou la neutralisation du gaz carbonique



Adoucissement et décarbonation

Réduction du calcium et du magnésium pour éliminer l'entartrage des canalisations et des appareils ménagers .





La Désinfection

Traitement des eaux de puits:

La désinfection

La désinfection est une étape primordiale en **production d'eau potable**. Elle est **toujours utilisée** quels que soient les **types de filière de traitement** et de **ressource**.

L'objectif est de produire et distribuer une eau **exempte de germes pathogènes** (eau Bactériologiquement potable)

Le principe de la désinfection des eaux souterraines et les procédés mis en œuvre sont rigoureusement **les mêmes** que pour les eaux de surface.

Traitement des eaux de puits:

Désinfection physique

La désinfection est réalisée **sans ajout de réactif chimique**.

Basé sur un **effet germicide** ou une **séparation**.

Différents procédés physiques employés:

- ◆ **Les rayonnements ultraviolets**: de plus en plus pratiquée dans les pays développés
- ◆ **Le traitement membranaire** tel que l'osmose inverse.
- ◆ **La filtration lente**
- ◆ **Traitement thermique**

Désinfection chimique

Consiste à appliquer une certaine concentration résiduelle de **désinfectant (produit chimique)** pendant un **temps de contact** suffisamment important.

Les désinfectants les plus utilisés sont:

- **Les composés chlorés** : le chlore gazeux, les hypochlorites, le dioxyde de chlore
- **Les halogènes (Br et I)** utilisé pour la désinfection des piscines
- **L'ozone**

Traitement des eaux de puits:

Traitement à privilégier

Critères	Ozone	chlore	U.V.	Microfiltration
Grandeur de l'installation	grande	grande	petite-grande	très petite
Investissement	important	important	moyen	faible
Entretien	faible	faible	moyen	important
Utilisation	complexe	complexe	simple	simple
Rémanence	moyenne	forte	faible	moyenne
Goût/odeur	nul	caractéristique	nul	nul
Efficacité germicide	très bonne	bonne	bonne	bonne
Inefficace contre	aucun	virus* protozoaires	algues, moisissures **	virus

* : dépend du pH de l'eau

** : nécessite des doses d'exposition très élevées.

Traitement des eaux de puits:

Le choix de la méthode de désinfection dépend de:

- Le **type** et la **grandeur de l'installation**
- **Objectif** de la désinfection (élimination ponctuelle d'une contamination ou désinfection préventive)
- **Qualité de l'eau** et le types de **microorganismes à éliminer** (ex. l'ozone a un effet virulicide)
- **Type de puits** (le puits creusé est souvent plus vulnérable aux contaminations que le puits foré)
- **Accessibilité** aux différents produits (coût, facilité d'application, sécurité d'utilisation)
- **Intervalle entre le traitement de l'eau et sa consommation** (si consommation retardée, il faut que l'eau reste potable durant un certain temps)
- **Fréquence d'utilisation du puits** (Usage domestique quotidien vs usage occasionnel)
- **L'usage final de l'eau** (Consommation humaine ou usage agricole/animal)

Traitement des eaux de puits:

Critères de choix d'un bon désinfectant

- Non toxique pour l'homme et l'environnement .
- Actif et efficace à faible concentration vis-à-vis des micro-organismes
- Soluble et stable dans l'eau.
- Actif aux T° ambiante 25°C
- Stable, rémanent (taux résiduel actif)
- Bon rapport qualité/prix
- Facile à mesurer (contrôle aisé)
- Facile à manipuler (pas dangereux)



La désinfection à base de chlore et ses dérivés est la plus utilisée dans 80% des pays



La chloration

Traitement des eaux de puits:

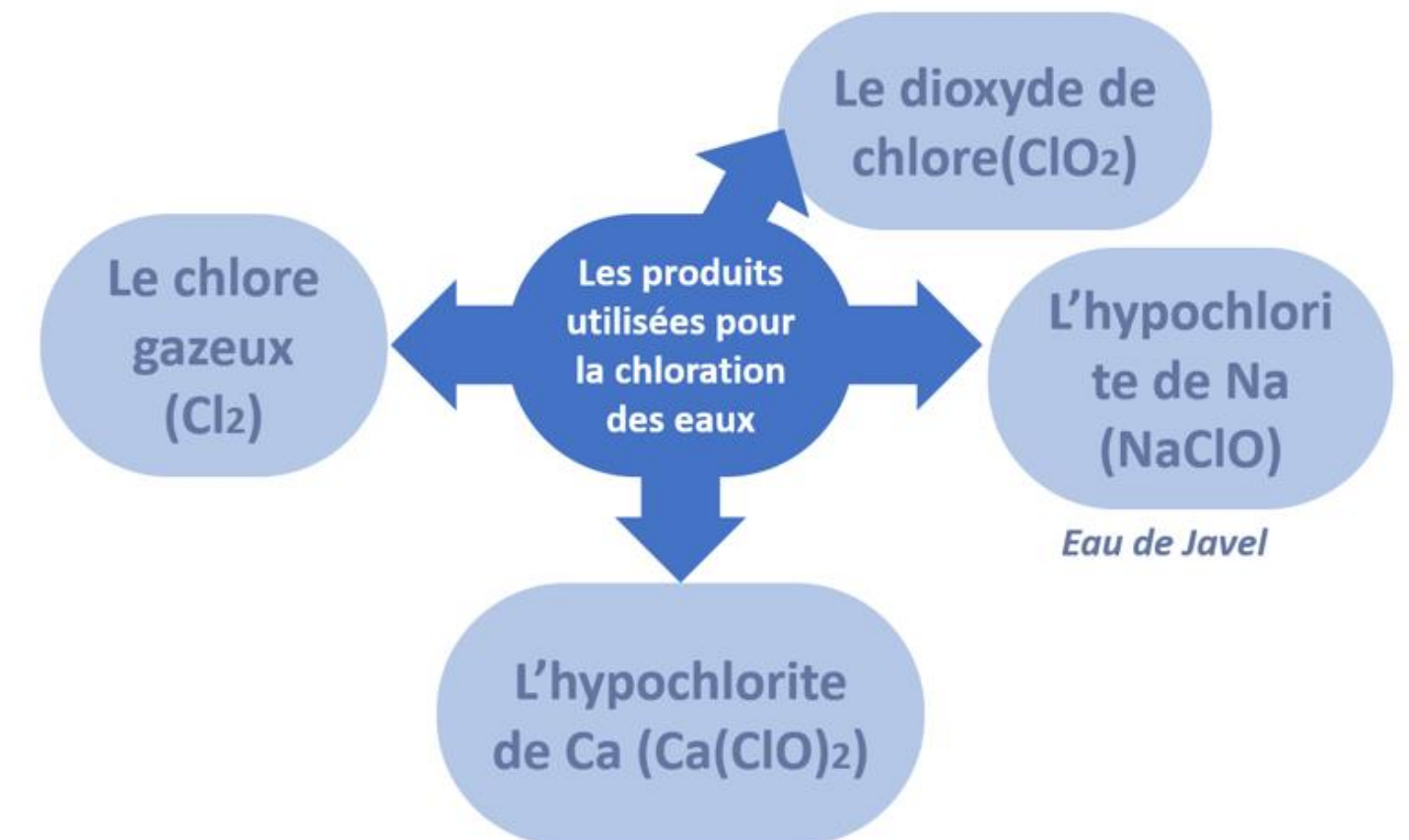
La chloration

La méthode la plus utilisée pour la désinfection des eaux de puits.

La chloration consiste à ajouter **du chlore ou un de ses dérivés** dans l'eau afin de **tuer** ou d'**inactiver** les micro-organismes pathogènes contenus dans l'eau.

Les produits qui sont le plus utilisés :

- **Chlore gazeux** : utilisé surtout pour les réseaux municipaux (peu pratique pour les puits individuels).
- **Eau de Javel** (hypochlorite de sodium)
- Dérivés de chlore tel que l'**Hypochlorite de calcium** et le dérivé **Trichloroisocyanurique**



Traitement des eaux de puits:

La chloration

Le chlore gazeux Cl_2



- Le chlore Cl_2 est un **gaz toxique** d'une coloration vert jaunâtre plus dense que l'air.
- Ce gaz (Cl_2) est **très oxydant** de beaucoup de composés
- La vapeur de Cl_2 est **irritante par inhalation**

Le chlore gazeux est surtout utilisé dans les station de traitement des eaux

Dans l'eau, le chlore gazeux réagit avec les molécules d'eau pour donner **l'acide hypochloreux**.



L'acide hypochloreux:
Acide faible



L'anion hypochlorite
Base conjuguée

- L'acide hypochloreux est responsable de l'effet désinfectant sur les germes.
- L'acide hypochloreux se dissocie en anion hypochlorite (équilibre).
- L'acide hypochloreux est plus efficace que l'ion.

Traitement des eaux de puits:

La chloration

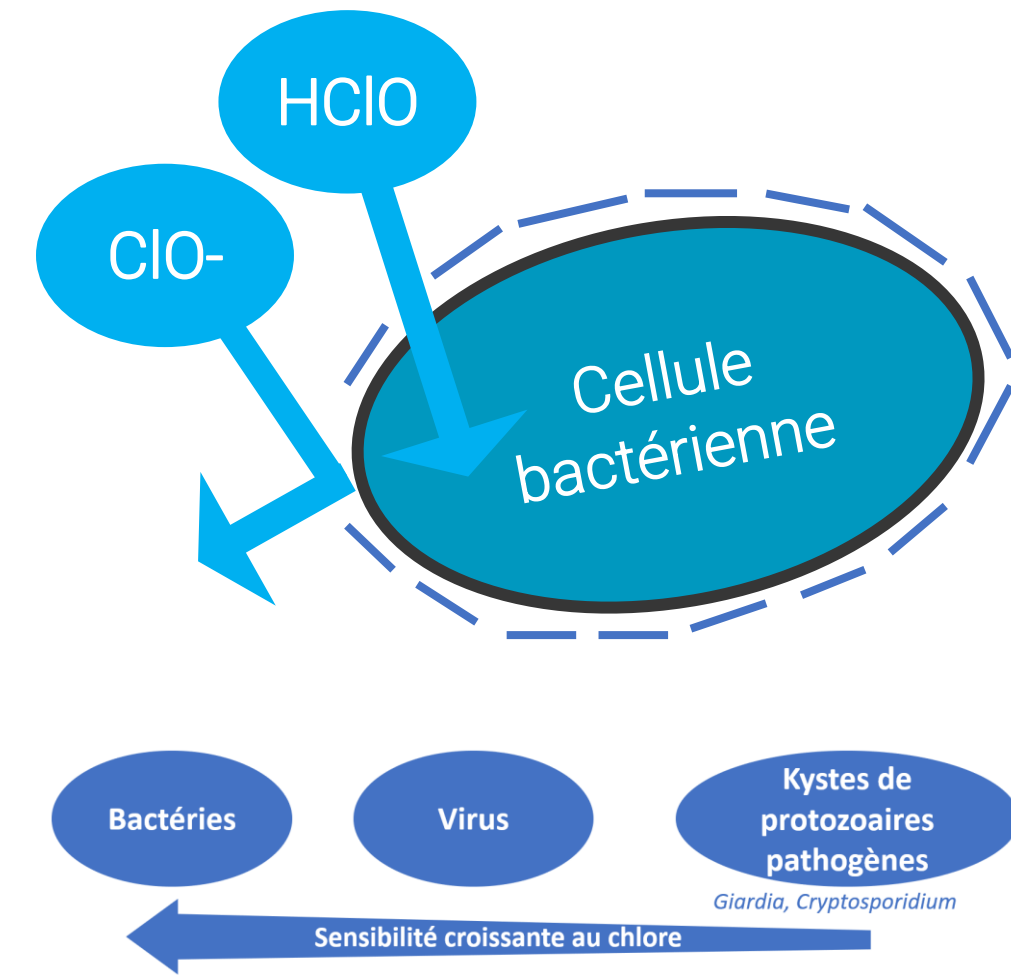
Les membranes des bactéries sont **négativement chargées** (lipoprotéines) pouvant être pénétrées plus efficacement par **l'acide hypochloreux** neutre plutôt que par l'ion hypochlorite négativement chargé.

La mort bactérienne expliquée par différentes recherches

Le chlore oxyde les enzymes de la respiration (aldolases et divers déshydrogénases)

Le chlore inhibe les enzymes responsable de la synthèse protéique, et une diminution de la synthèse d'ADN

Le chlore empêche l'oxydation du glucose par inhibition de triosephosphates déshydrogénase



Traitement des eaux de puits:

La chloration



L'acide hypochloreux est le produit responsable de l'effet désinfectant sur les germes.
Il est commun et libéré par tous les dérivés du chlore



L'acide hypochloreux:
Acide faible



Traitement des eaux de puits:

La chloration



L'effet biocide du chlore dépend de la prise en compte d'un certain nombre de facteurs:

Ces facteurs sont :

- La concentration de chlore ajouté
- Le temps de contact dans l'eau
- La teneur de l'eau en matières organiques
- La température de l'eau
- Le pH de l'eau

- En pratique: afin d'éviter la corrosion des installations de traitement des eaux, le pH doit être entre 6 et 8 ($6 < \text{pH} < 8$)
- La T° ne doit pas dépasser +20°C.

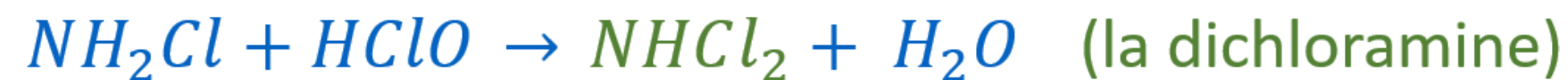
L'efficacité biocide s'exprime par le produit de sa concentration en (mg/L) et le temps de contact en (mn) qui a été employé pour inactiver 99% des germes.

Traitement des eaux de puits:



La chloration et chloramines

Les combinaisons du chlore avec les **composés azotés minéraux (azote ammoniacal) et organiques** (urée, substances humiques, acides aminés) porte le nom des **chloramines minérales et organiques**.



Les chloramines sont responsables d'un **goût et de d'une odeur désagréable**.

Les chloramines peuvent être éliminées par **agitation ou aération** de l'eau qui la contient.

Les chloramines ont aussi un **effet désinfectant** pour l'eau

Traitement des eaux de puits:

La chloration

La demande en chlore: (chloration au point critique)

Quantité de chlore consommé par l'eau pour sa **désinfection et pour la destruction** de la **matière organique** et les composés azotés, notamment les chloramines, tout en laissant apparaître du **chlore libre résiduel**.

- Sa détermination permet d'évaluer le **taux de chloration à appliquer** à l'eau à traiter pour obtenir une **teneur résiduelle en chlore donnée**, après un **temps de contact fixé** et à **une T° donnée**.
- Elle varie avec la quantité de chlore ajouté, le **temps de contact** et la T°.

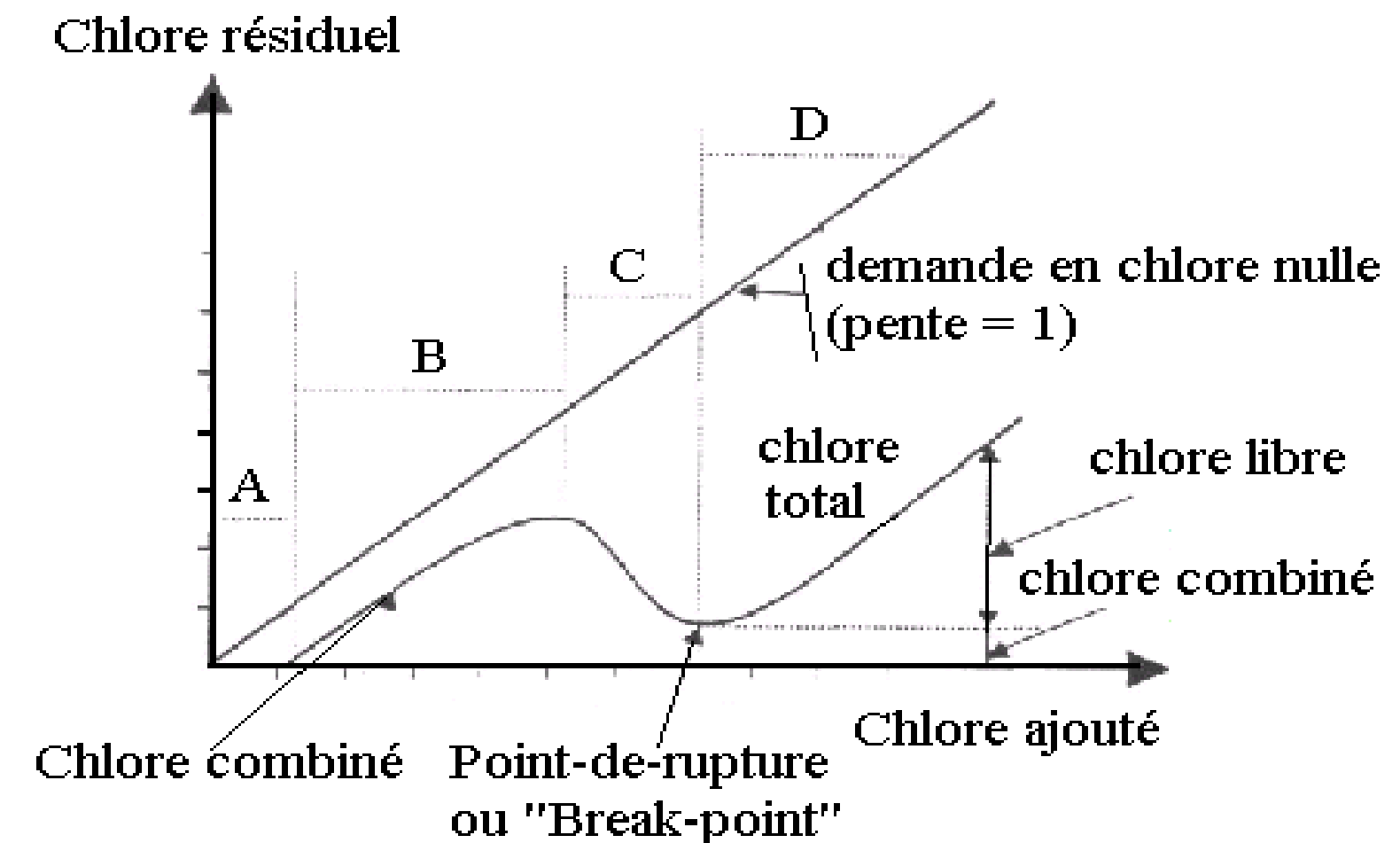
Traitement des eaux de puits:

La chloration

La demande en chlore: (chloration au point critique)

La teneur en chlore résiduel en fonction de la quantité de chlore ajoutée est montré dans la courbe suivante dite courbe de : « break point ».

- *Zone A* : consommation rapide ou instantanée du chlore par les **composés minéraux très réactifs** (ex. Fe^{2+} , Mn^{2+})
- *Zone B* : le chlore ajouté **réagit avec l'azote** pour **donner des chloramines** (chlore combiné).
- *Zone C* : le chlore ajouté **attaque les chloramines** et les détruit jusqu'au point d'inflexion dit **point de rupture** ou **break point**.
- *Zone D* : au delà du break point, **tout le chlore ajouté sera libre efficace** pour la désinfection.



Traitement des eaux de puits:

La chloration

La demande en chlore: (chloration au point critique)

- En pratique, la concentration de chlore qu'on ajoute= BP + 0.1mg/l. (Assurer l'effet rémanent)
- Pour une utilisation a domicile, les niveaux de chlore résiduel optimal au point ou l'utilisateur collecte son eau doivent être compris entre 0.2 et 0.5 mg/l (WHO).
- Au niveau Algérien (JORA 14 de 9/3/14): la chloration minimale doit fournir une concentration de chlore résiduel libre de 0.1 mg/L.
- L'OMS recommande une valeur maximale de chlore libre dans l'eau potable de 5 mg/L

Le chlore résiduel doit être contrôlé régulièrement car sa quantité change au cours du temps.

Traitement des eaux de puits:

Le chlore et des dérivés:

Avantages

- ✓ Rémanence.
- ✓ Disponibilité et Faible cout.
- ✓ Manipulation facile.
- ✓ Technique maitrisée par les manipulateurs.
- ✓ Bon effet bactéricide.

Inconvénients

- Affecté par les variations de PH et de T°
- Très faible action virucide.
- Pas d'action sporicide.
- Formation de sous-produits indésirables THM et organochloré.



Applications de la
chloration pour les
puits

Traitement des eaux de puits:

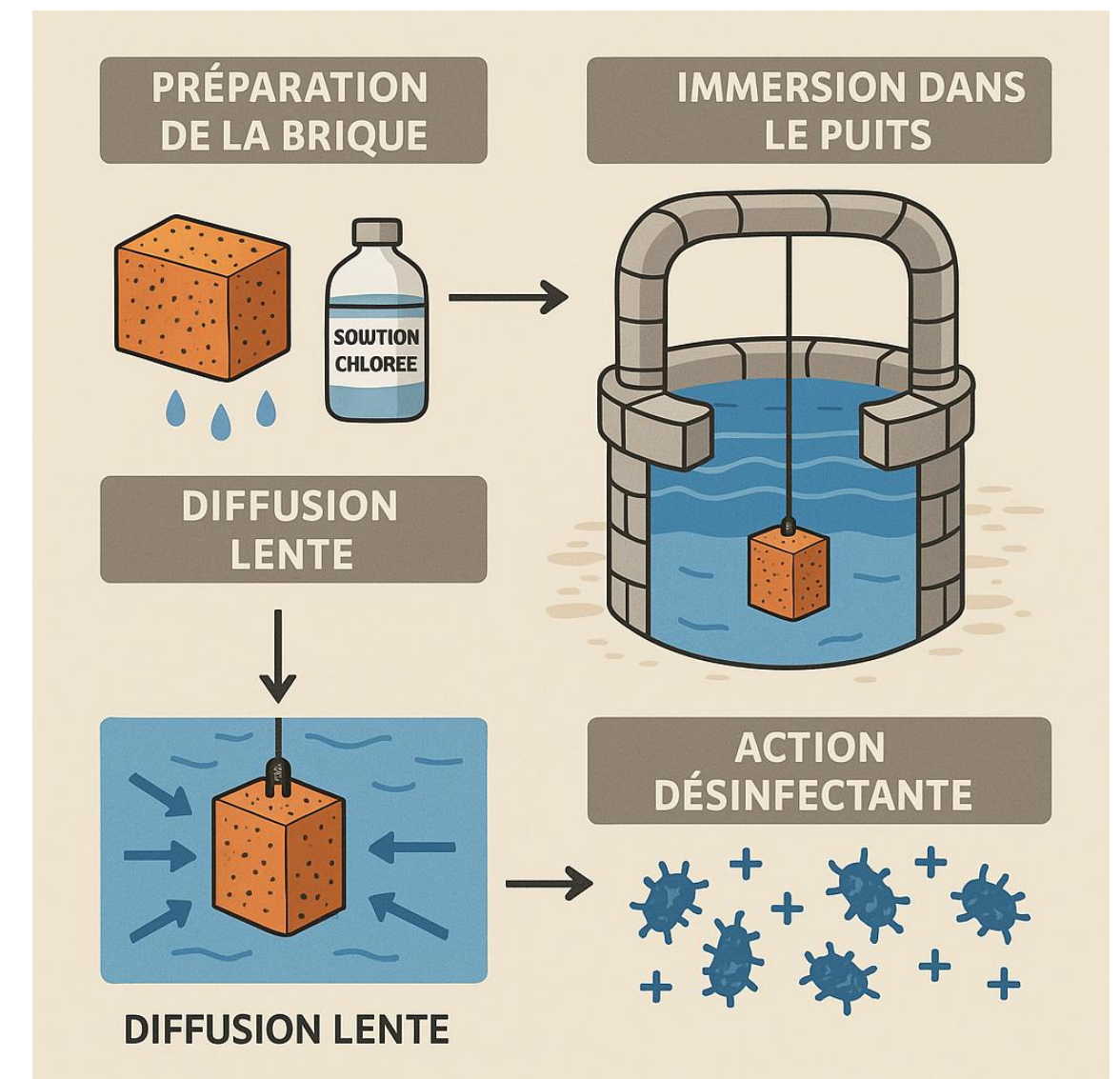
La brique poreuse

Les briques poreuses sont utilisées comme **support pour la diffusion lente d'un désinfectant**, généralement **le chlore** (sous forme d'hypochlorite de calcium ou de sodium), ou **la chaux** (CaO) dans l'eau de puits.

Il s'agit d'une brique en **terre cuite (argile) poreuse**, dans laquelle est introduit du chlore solide (**galets de chlore** ou **hypochlorite de calcium**). La brique est ensuite suspendue dans le puits par un fil.

Elles permettent :

- une **libération lente** du chlore sur plusieurs jours.
- une **désinfection continue** à faible dose,
- un **traitement préventif** des contaminations microbiennes,



Traitement des eaux de puits:

La brique poreuse

- La quantité de chlore à insérer dépend du **volume d'eau à désinfecter**.
- Le temps de diffusion peut varier **entre 3 à 10 jours**, selon la température, la qualité de l'eau et la fréquence de puisage.
- Il faut **renouveler** le produit chloré dès que l'odeur de chlore disparaît (après une semaine en général).
- Une surdose peut entraîner une **concentration de chlore résiduel trop élevée** (>1 mg/L), ce qui n'est pas recommandé pour la consommation humaine.
- Il est important de faire un **test du chlore résiduel libre** (bandelettes ou kits) après **30 min à 1 h**



Le système de la brique poreuse à base d'hypochlorite est progressivement remplacé actuellement par de nouveaux procédés de désinfection et de chloration de l'eau des puits tels que les galets de chlore

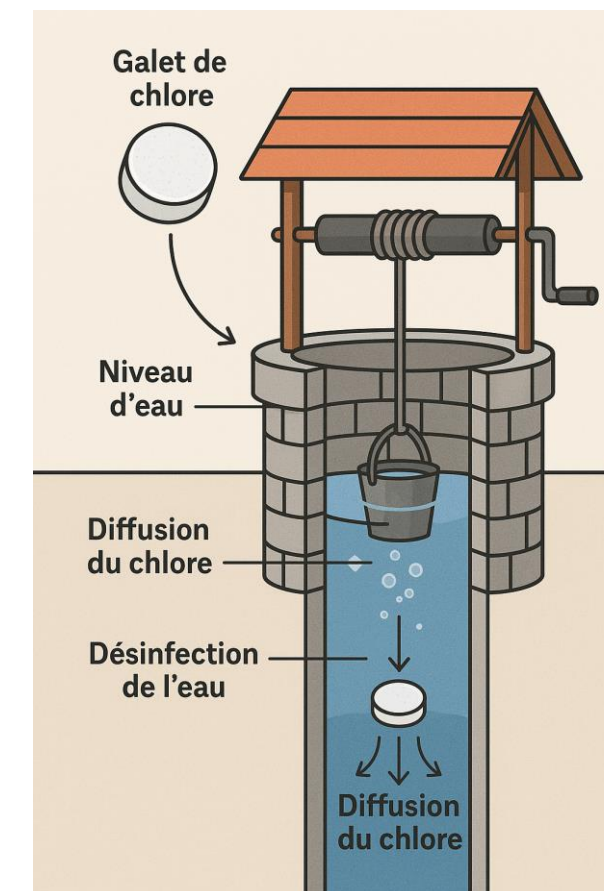
Traitement des eaux de puits:

Les galets de chlore (pastille de chlore):

- Les galets de chlore sont présentés sous forme d'une **grande pastille de couleur blanche**.

Contenant un **dérivé chloré** (ex. **le trichloroisocyanurique** ou **hypochlorite de calcium**)

- Le galet présente un faible pouvoir adsorbant et à son taux d'humidité très bas, permettant ainsi la **libération lente du chlore actif** dans l'eau, par hydrolyse.
- Ce galet est conditionné dans un **support avec ouverture réglable du débit**.
- Destiné à la désinfection de **l'eau des puits** à fond sablonneux, ainsi que les **puits à faible volume d'eau**, les **bâches à eau** et les **grands réservoirs** de stockage d'eau potable.



Traitement des eaux de puits:

Les galets de chlore:

Dans l'eau, le galet de chlore libère **de l'acide hypochloreux** (le composant actif).

En moyenne 1 galet traite 2 000 à 5 000 litres d'eau pendant 5 à 10 jours.

Il est important de vérifier le **taux du chlore actif libre 1 fois par semaine** par des bandelettes réactives généralement fournies dans le kit.



Le traitement par les galets de chlore peut être :

- **Préventif** (désinfection continue)
- **Curatif** (choc chloré ponctuel).

Traitement des eaux de puits:

L'eau de javel

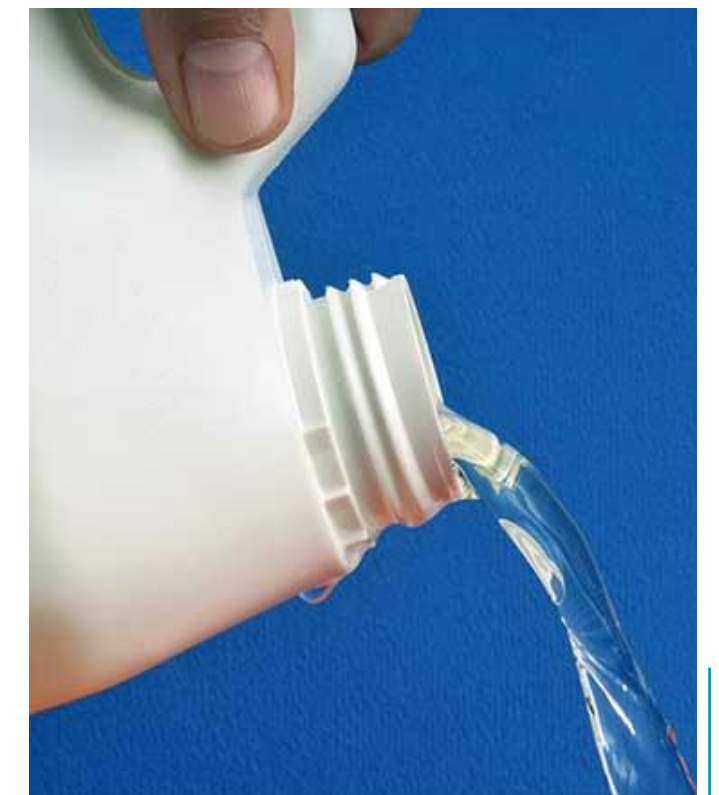
La chloration par eau de Javel consiste à nettoyer le puits et le système d'alimentation en eau avec une solution d'eau de javel (solution de chlore).

La désinfection par l'eau de Javel repose sur l'action de l'hypochlorite de sodium (NaOCl), principal composant actif de la Javel.

Ce composé libère du chlore actif lorsqu'il est ajouté à l'eau, qui va neutraliser les microorganismes.

La chloration par eau de javel est généralement utilisée pour la désinfecter le puits :

- après des réparations au puits ou des périodes de non-utilisation
- Après une inondation
- lors de la mise en service d'un nouveau puits



Traitement des eaux de puits:

L'eau de javel

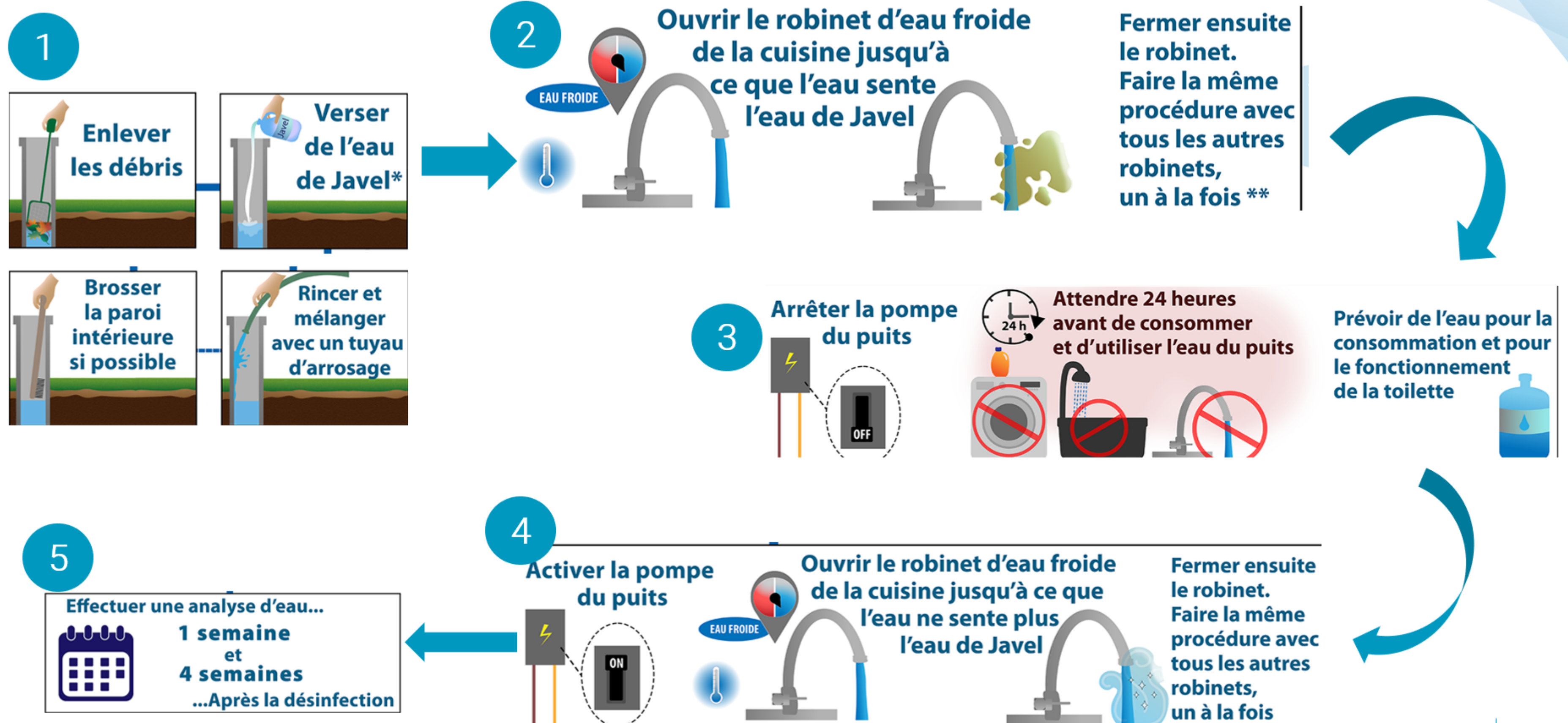
La solution de chlore est une eau de Javel **à usage domestique non parfumée** contenant **de 3 à 5 % d'hypochlorite**.

- Pour les puits creusés, **un litre** de solution de chlore pour **100 litres d'eau**.
- Pour les puits forés, le volume du chlore est déterminée en fonction des **dimensions** du forage – **diamètre** et **profondeur** du puits)

PROFONDEUR DU PUITS (EN PIEDS)	VOLUME DE SOLUTION DE CHLORE (LITRES) SELON LE DIAMÈTRE DU PUIT		
	4 PO	5 PO	6 PO
Moins de 50	1	2	3,5
50 - 100	2	4	7
101 - 150	3,5	7	10
151 - 200	4,5	9	13.5
201 - 250	5,5	11	17
251 - 300	7	13,5	20,5
301 - 350	8	16	24
351 - 400	9	18	27

- Une période de **24 heures** est recommandée pour la désinfection (**8 h minimum**)
- Il est important de **stocker suffisamment d'eau potable** avant de commencer la chloration.

Traitement des eaux de puits:



Suivi de l'efficacité de la désinfection

Une désinfection réussie ne s'arrête pas à l'ajout du produit. Elle nécessite un suivi rigoureux pour garantir la potabilité de l'eau dans le temps. Ce suivi repose sur

- Le contrôle du chlore résiduel : ($> 0,1\text{mg/L}$)
- L'observation organoleptique : une eau bien désinfectée est limpide, sans odeur forte ni goût suspect.
- La fréquence des tests : en période normale, un test **hebdomadaire est recommandé**. En cas de contamination suspectée ou après des pluies abondantes, les contrôles doivent être intensifiés.
- Un **nettoyage** du puits est recommandé **minimum 1 fois par an**.

Conséquences d'une désinfection inadéquate

Une désinfection partielle ou mal contrôlée peut entraîner des **risques sanitaires majeurs** :

- **Persistances microbiennes** : bactéries pathogènes (E. coli, Salmonella), parasites (Giardia, Cryptosporidium).
- **Maladies hydriques** : diarrhées, vomissements, fièvre, notamment chez les enfants et les personnes âgées.
- **Dégradation de la qualité de l'eau**: Goût et odeur désagréables
- **Impacts techniques et économiques**: Colmatage des pompes et filtres , Coûts de traitement accrus
- **Perte de la confiance dans l'eau de source**, poussant parfois les habitants à se tourner vers des sources non sécurisées (eaux de surface, citernes non protégées).

C'est pourquoi il est essentiel d'associer bonnes pratiques, désinfection adaptée et suivi rigoureux.



Conclusion

Conclusion :

La qualité de l'eau de puits est un enjeu majeur de santé publique, surtout dans les zones rurales où elle constitue la principale source d'approvisionnement.

Les différentes méthodes de désinfection offrent chacune des solutions adaptées selon les moyens disponibles et le contexte local.

Mais au-delà des techniques, c'est la **conscience collective** qui garantit une eau saine : un entretien régulier, des pratiques d'hygiène rigoureuses et un suivi attentif de l'efficacité de la désinfection sont indispensables.

Préserver la qualité de l'eau, c'est préserver la santé des communautés.

Je vous remercie