



Formation « Eau et Changement Climatique » - 15 et 29 septembre 2020

CONSEIL SCIENTIFIQUE

Le pouvoir régulateur des eaux souterraines à l'épreuve du changement climatique

Bruno de GRISSAC

SMEGREG

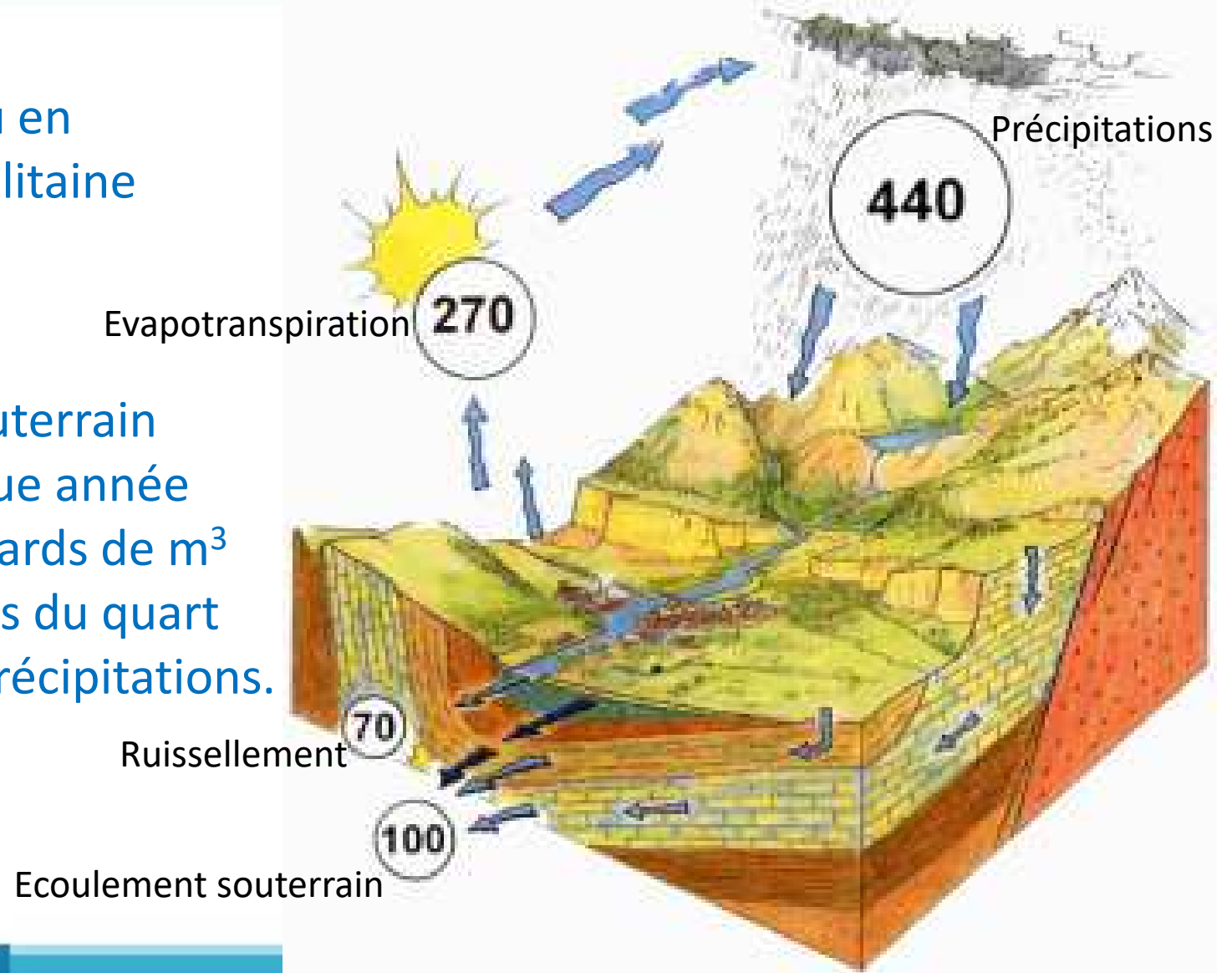
EPTB des Nappes profondes de Gironde

Formation « Eau et Changement Climatique » - 15 et 29 septembre 2020

Les eaux souterraines dans le grand cycle en France

Le cycle de l'eau en
France métropolitaine
en km³

L'écoulement souterrain
représente chaque année
environ 100 milliards de m³
soit un peu moins du quart
du volume des précipitations.

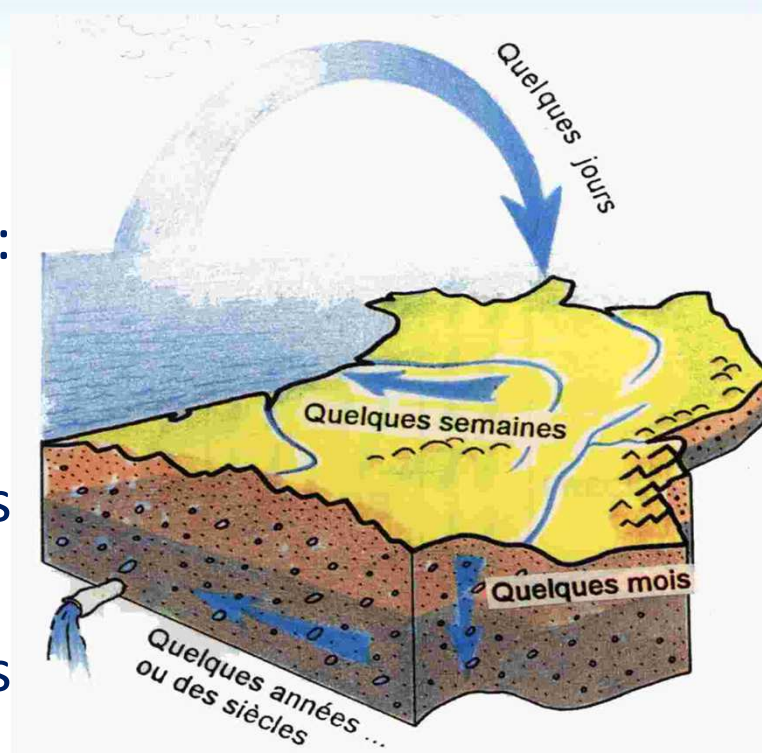


Le pouvoir régulateur des eaux souterraines

Temps de résidence

des eaux dans les milieux :

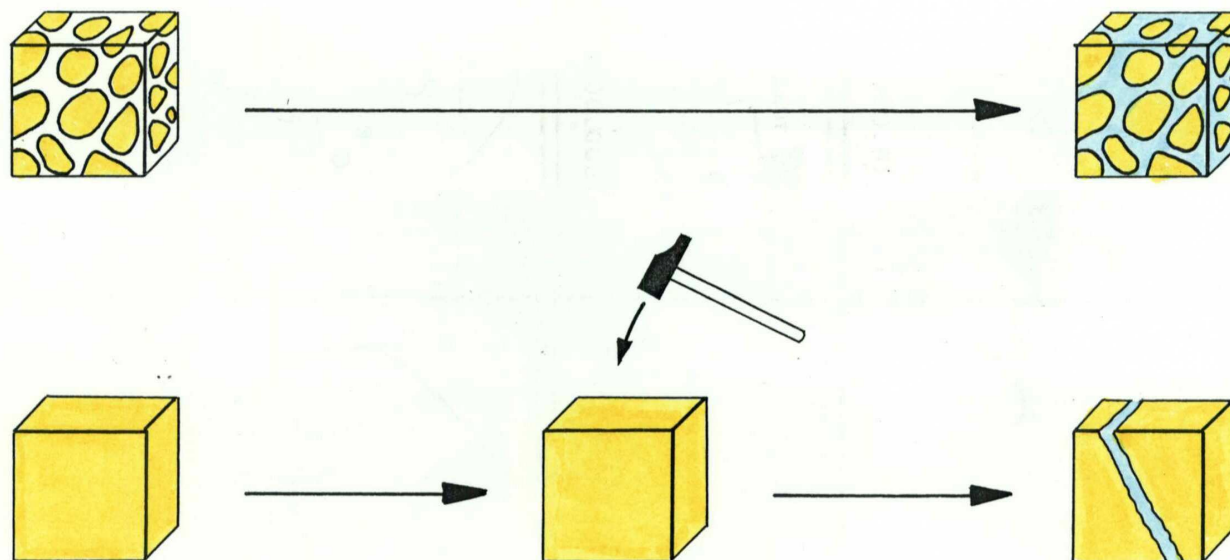
- eau atmosphérique : quelques jours
- eaux courantes : quelques jours
à quelques semaines
- eaux souterraines : quelques mois
à quelques... siècles



Le temps de résidence dans les nappes explique le **pouvoir régulateur** des eaux souterraines. Elles restituent de l'eau aux milieux avec des décalages temporels significatifs en regards des épisodes pluvieux.

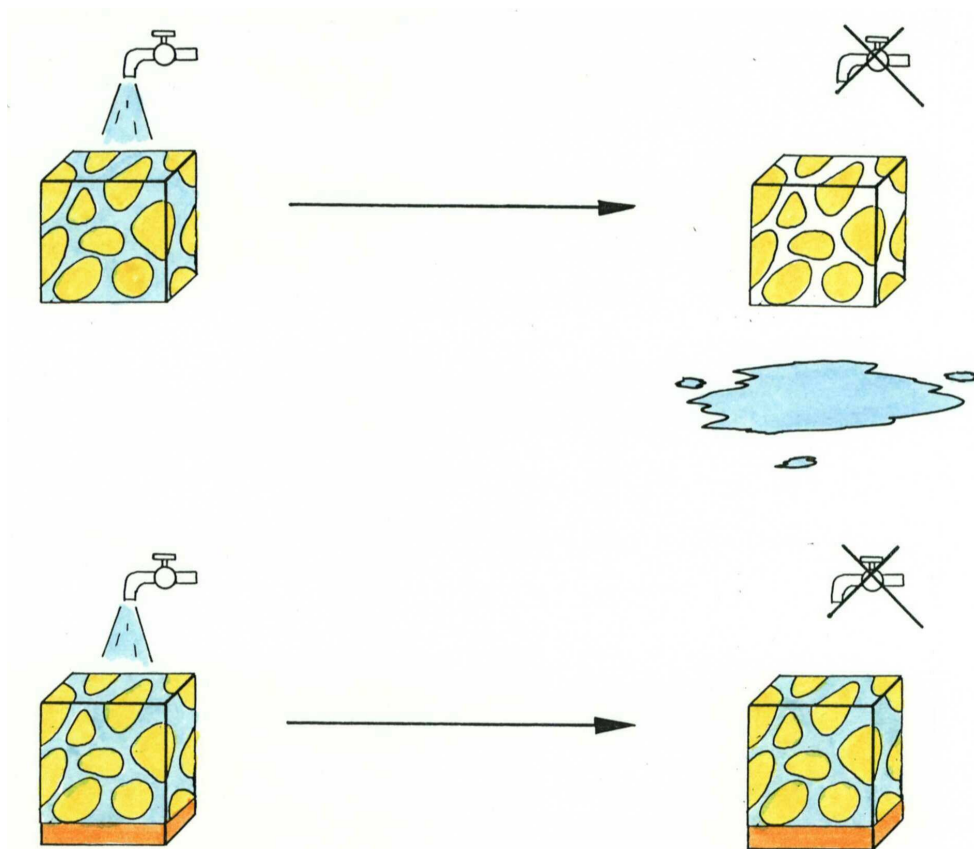
Les 3 conditions d'existence d'une nappe d'eau souterraine

1. Condition de nature des roches (perméabilité)



Les 3 conditions d'existence d'une nappe d'eau souterraine

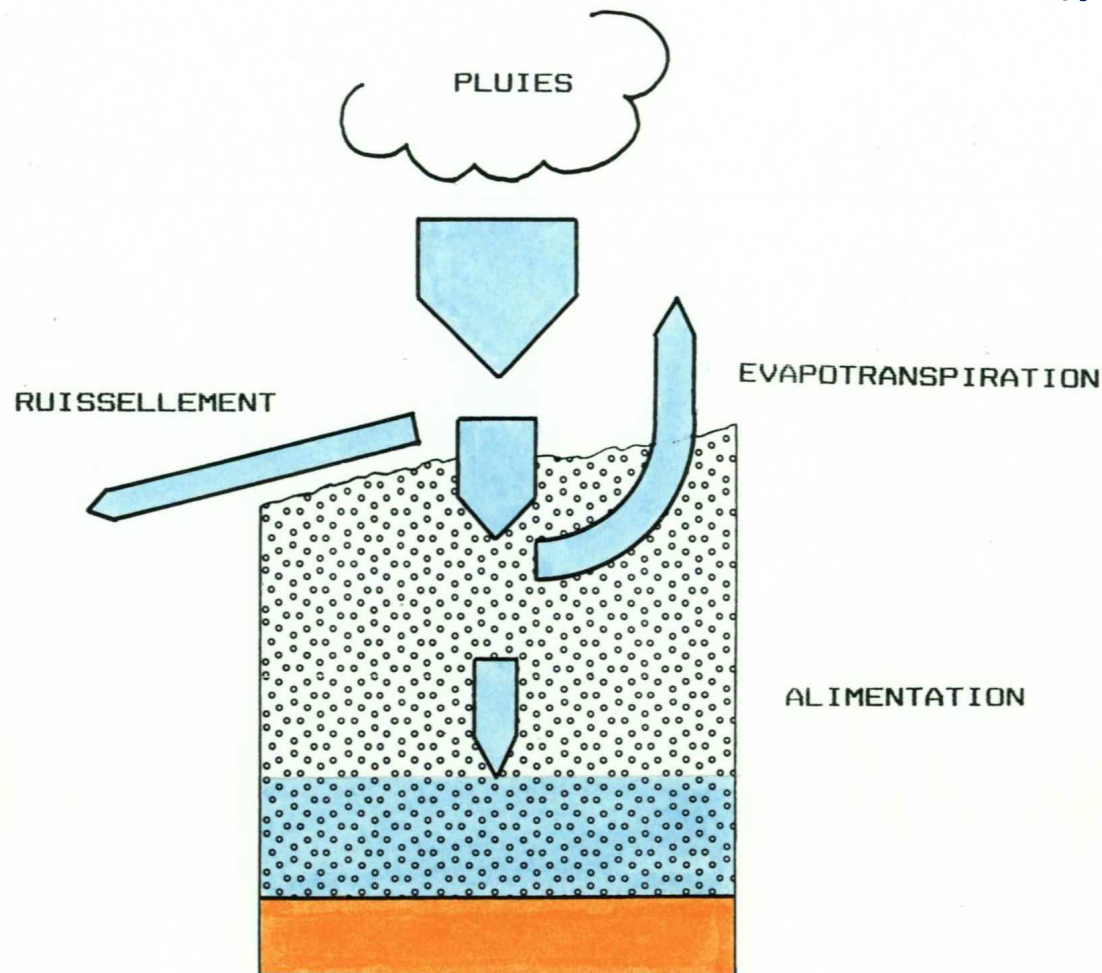
2. Condition de structure (piège)



Une nappe peut exister dans un milieu poreux perméable lorsqu'un obstacle imperméable empêche l'infiltration verticale descendante de l'eau sous l'effet de la gravité.

Les 3 conditions d'existence d'une nappe d'eau souterraine

3. Condition d'alimentation (pluie efficace)



L'alimentation d'une nappe (ou pluie efficace) correspond à la fraction des précipitations qui n'a pas :

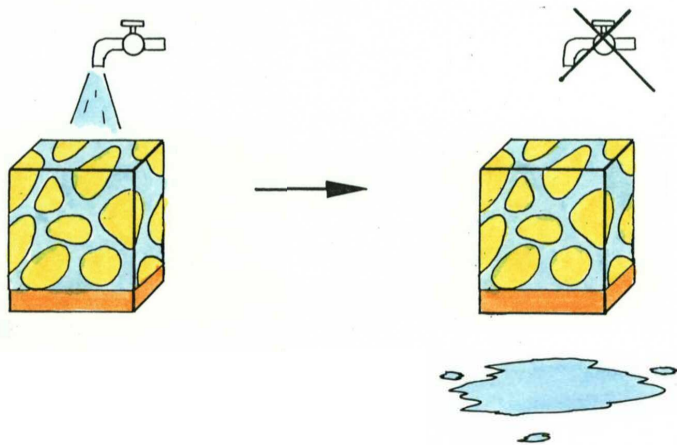
- été interceptée,
 - ruisselé,
 - été évaporée,
 - été transpirée,
- et qui s'infiltré dans le sous sol.

$$\begin{aligned} & \text{PLUIES} \\ & - \text{RUISSELEMENT} \\ & - \text{EVAPOTRANSPIRATION} \\ \hline & = \text{PLUIE EFFICACE} \end{aligned}$$

Les 3 conditions d'existence d'une nappe d'eau souterraine

Pour qu'une nappe existe, il faut que :

- les trois conditions soient correctement remplies,
- ou deux d'entre elles le soient le soient parfaitement.



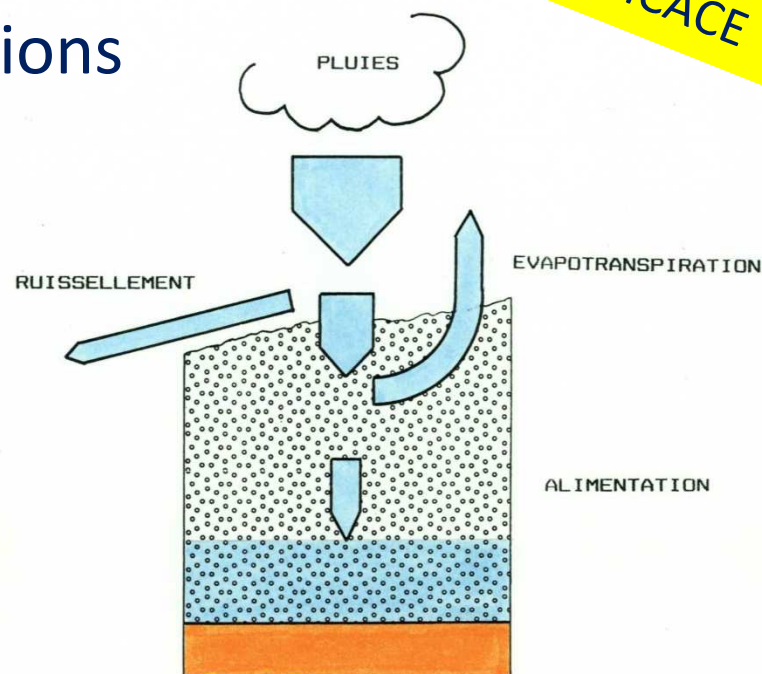
Exemple :

si mon piège n'est pas parfait (ma nappe fuit),
mais qu'il pleut beaucoup et souvent,
j'ai une accumulation permanente d'eau (une
nappe).

Changement climatique et pluies efficaces

L'alimentation des nappes (pluie efficace) dépend donc :

- du régime des précipitations
- du ruissellement
- de l'évapotranspiration



Changement climatique et pluies efficaces

Régime des précipitations :

- lame d'eau annuelle équivalente

Ruissellement :

- pluies plus intenses (ruissellement ↗)

Élévation des températures :

- pour une même occupation du sol, cycle végétatifs plus longs (évapotranspiration ↗)

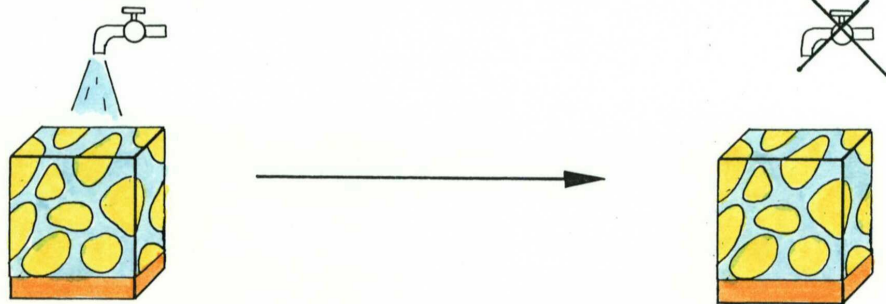

$$\begin{array}{l} \text{PLUIES} \\ - \text{RUISSELEMENT} \\ - \text{EVAPOTRANSPIRATION} \\ \hline = \text{PLUIE EFFICACE} \end{array}$$

Changement climatique = diminution des pluies efficaces

Diminution des pluies efficaces : quelles conséquences ?

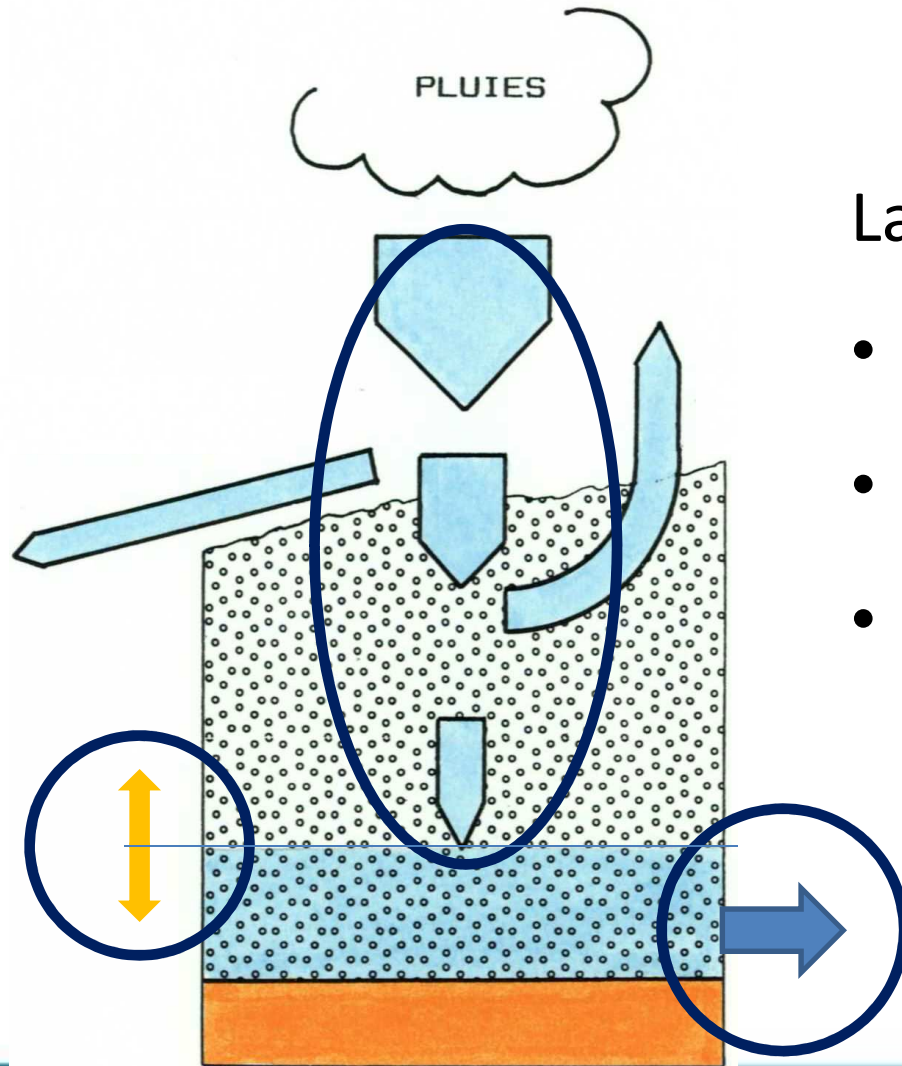
Diminution des pluies efficaces :

1. moins d'eau dans les nappes
2. disparition de certaines nappes



Exemple : si mon piège n'est pas parfait (ma nappe fuit), mais qu'il pleut beaucoup et souvent, j'ai une accumulation permanente d'eau (une nappe).

Changement climatique et dynamique des nappes

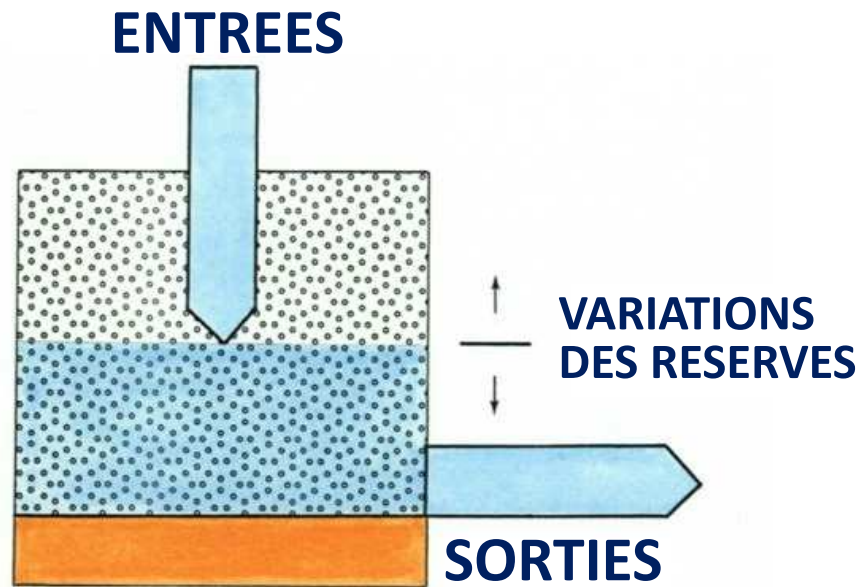


La dynamique des nappes :

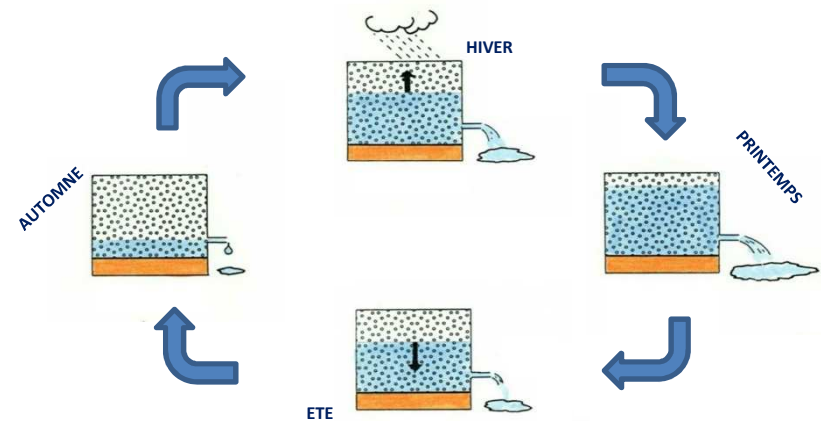
- entrées (E)
- sorties (S)
- variation des réserves (R)

Changement climatique et dynamique des nappes

Approche en bilan : $E = S \pm \Delta R$

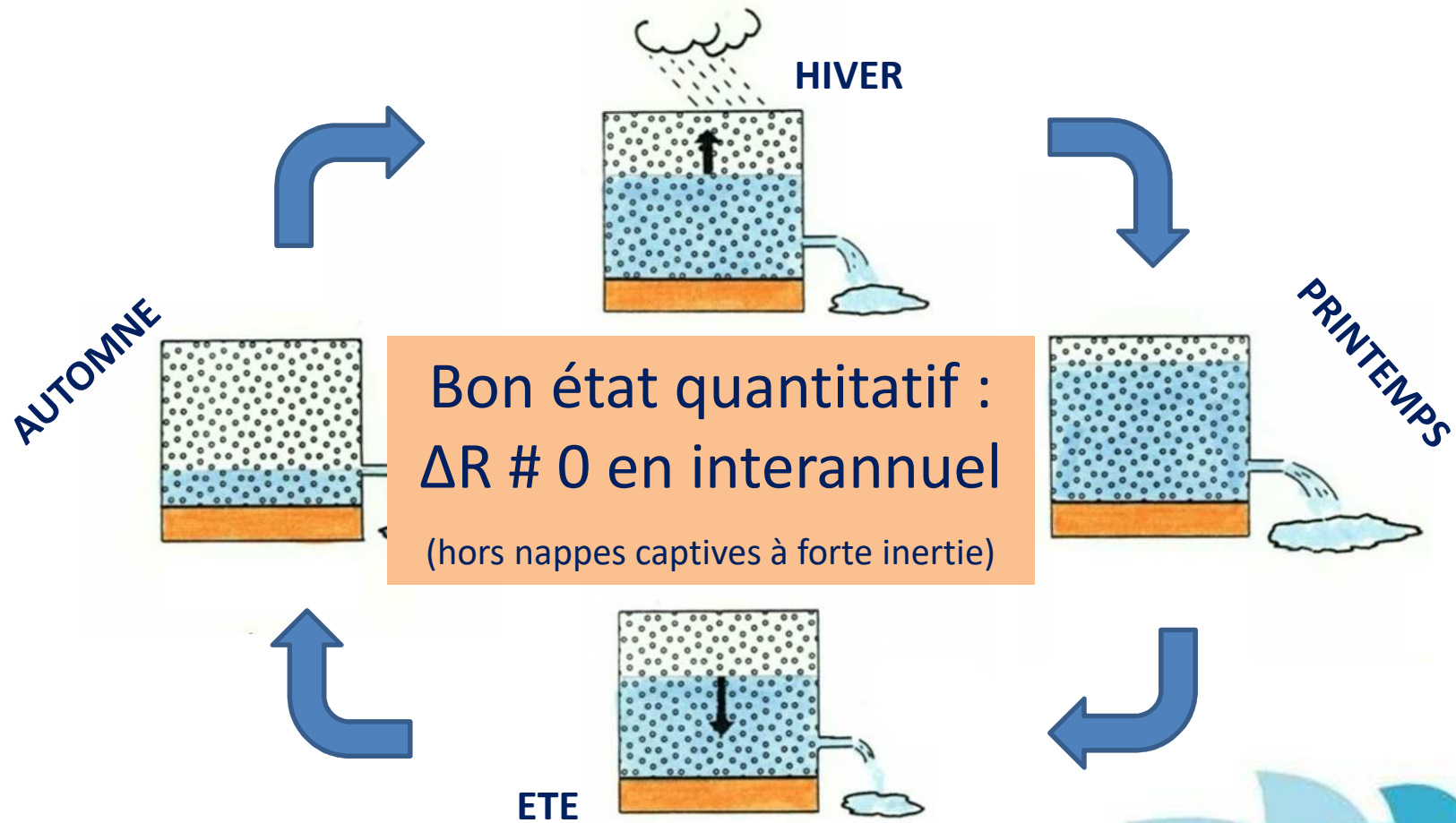


selon un cycle annuel



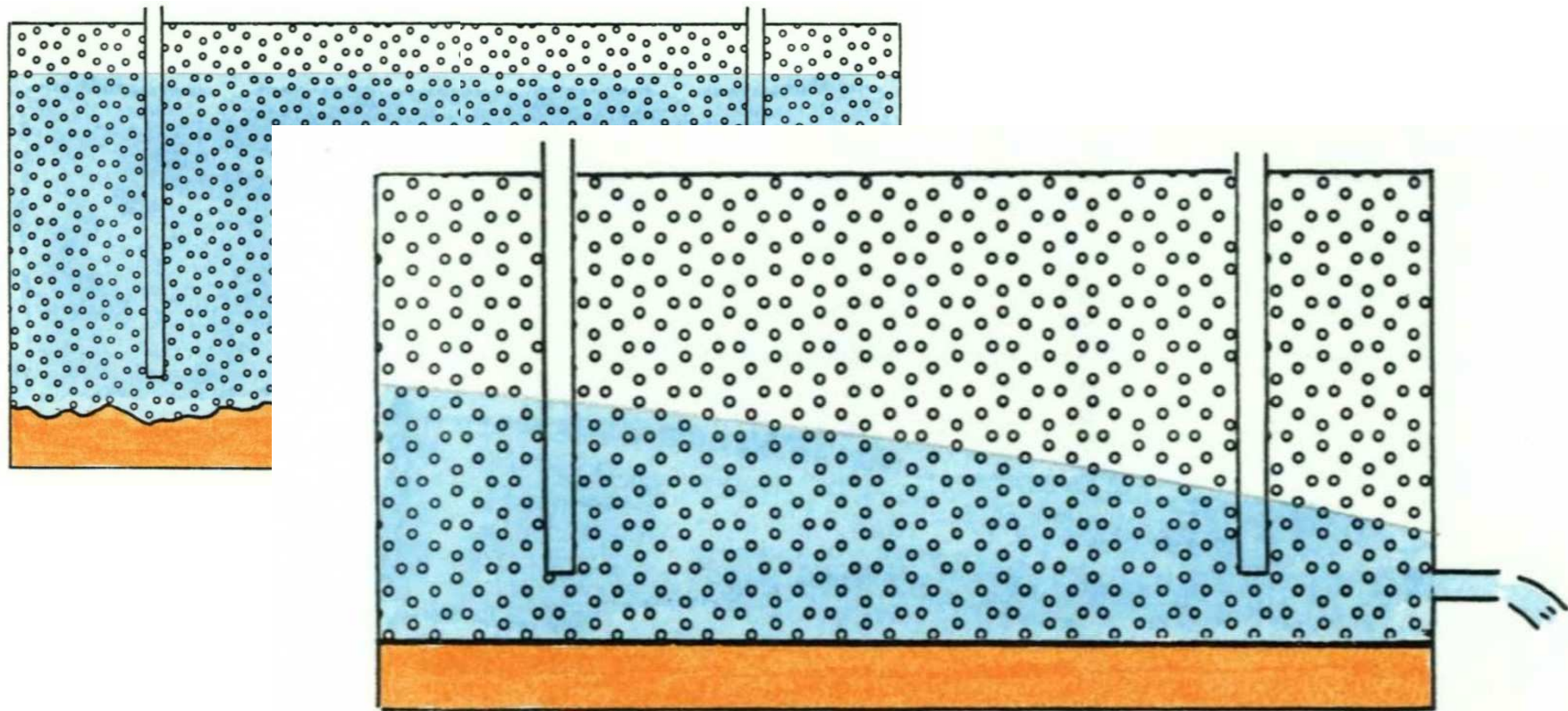
Changement climatique et dynamique des nappes

Approche en bilan : $E = S \pm \Delta R$



Changement climatique et dynamique des nappes

La dynamique des nappes :



Dynamique des nappes : les sorties

Sorties naturelles visibles : les sources



Dynamique des nappes : les sorties

Les sorties naturelles invisibles ou diffuses :
écoulement souterrain au profit d'une nappe,
d'une cours d'eau, d'un plan d'eau, d'une zone
humide

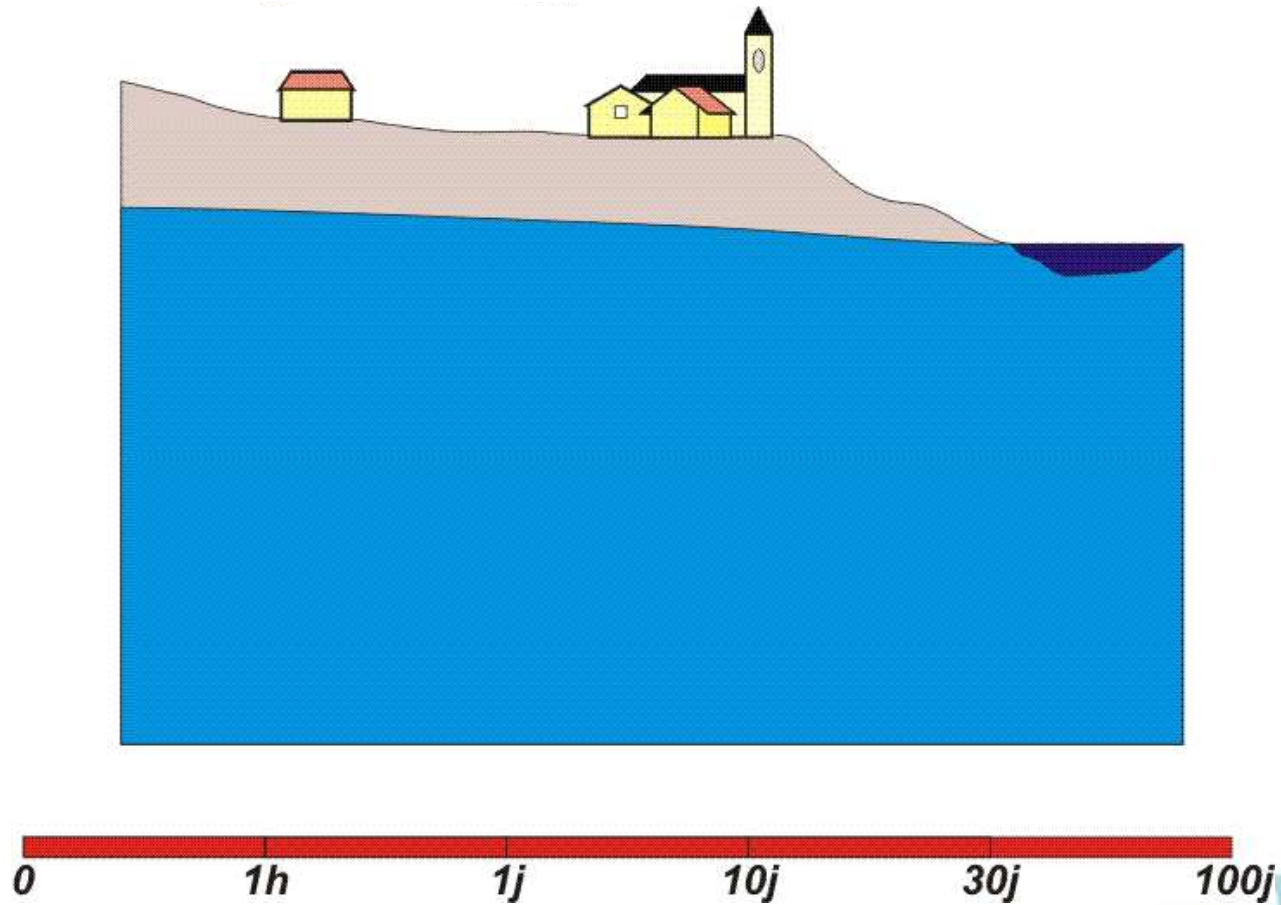


AGENCE DE L'EAU
ADOUR-GARONNE

ETABLISSEMENT PUBLIC DU MINISTERE
DU DEVELOPPEMENT DURABLE

CONSEIL SCIENTIFIQUE

Dynamique des nappes : les sorties



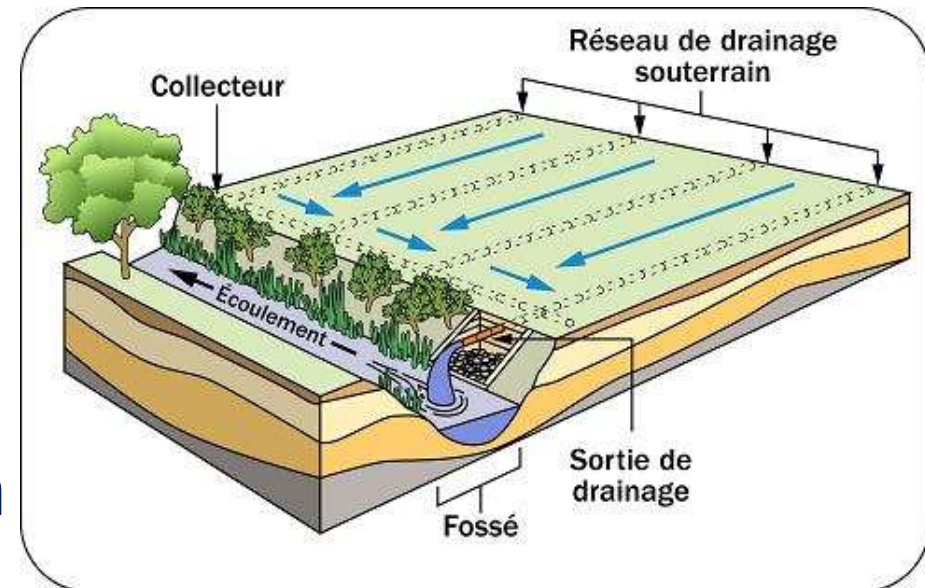
Dynamique des nappes : les sorties

Les sorties artificielles : drainage et prélèvements

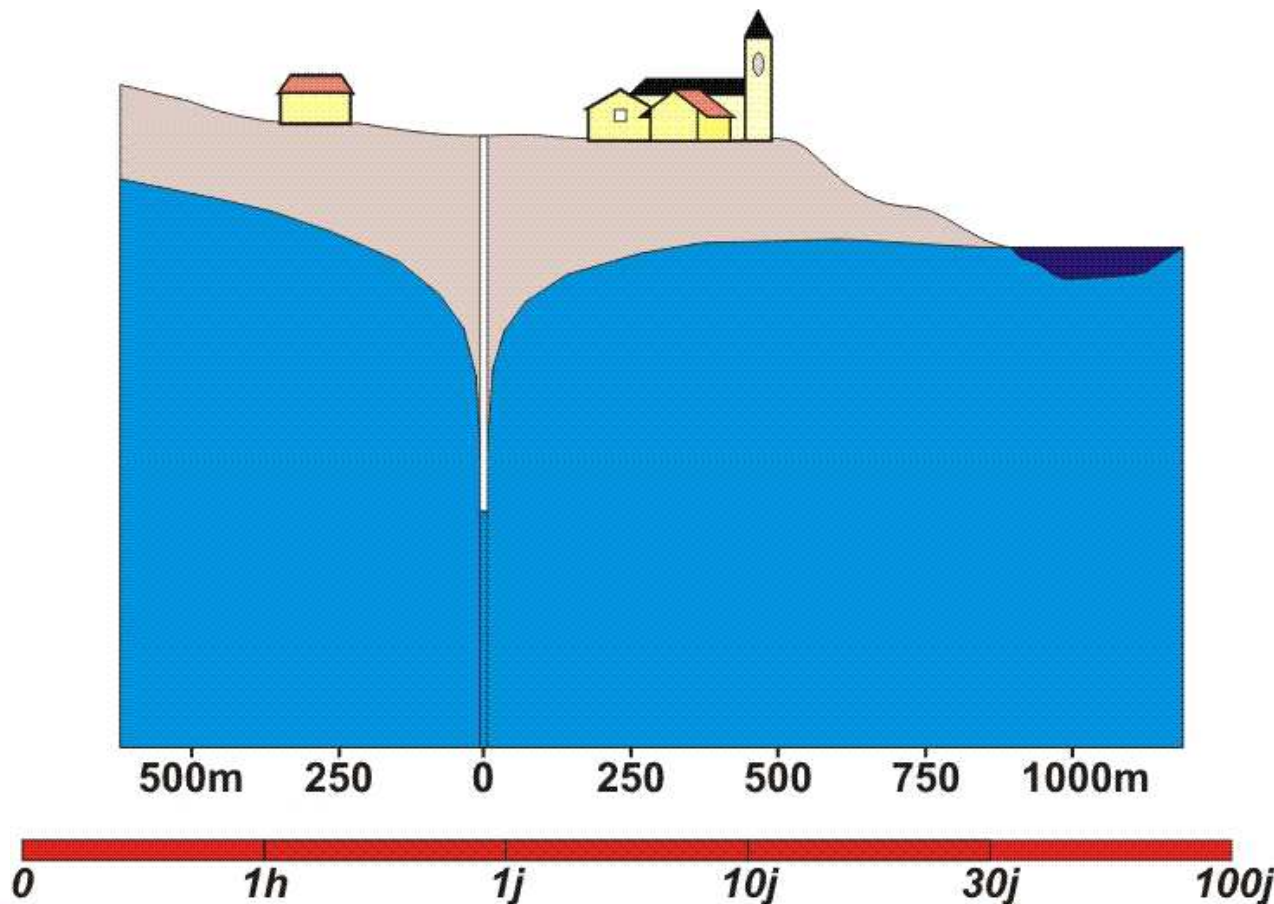


Drainage superficiel

Drainage souterrain

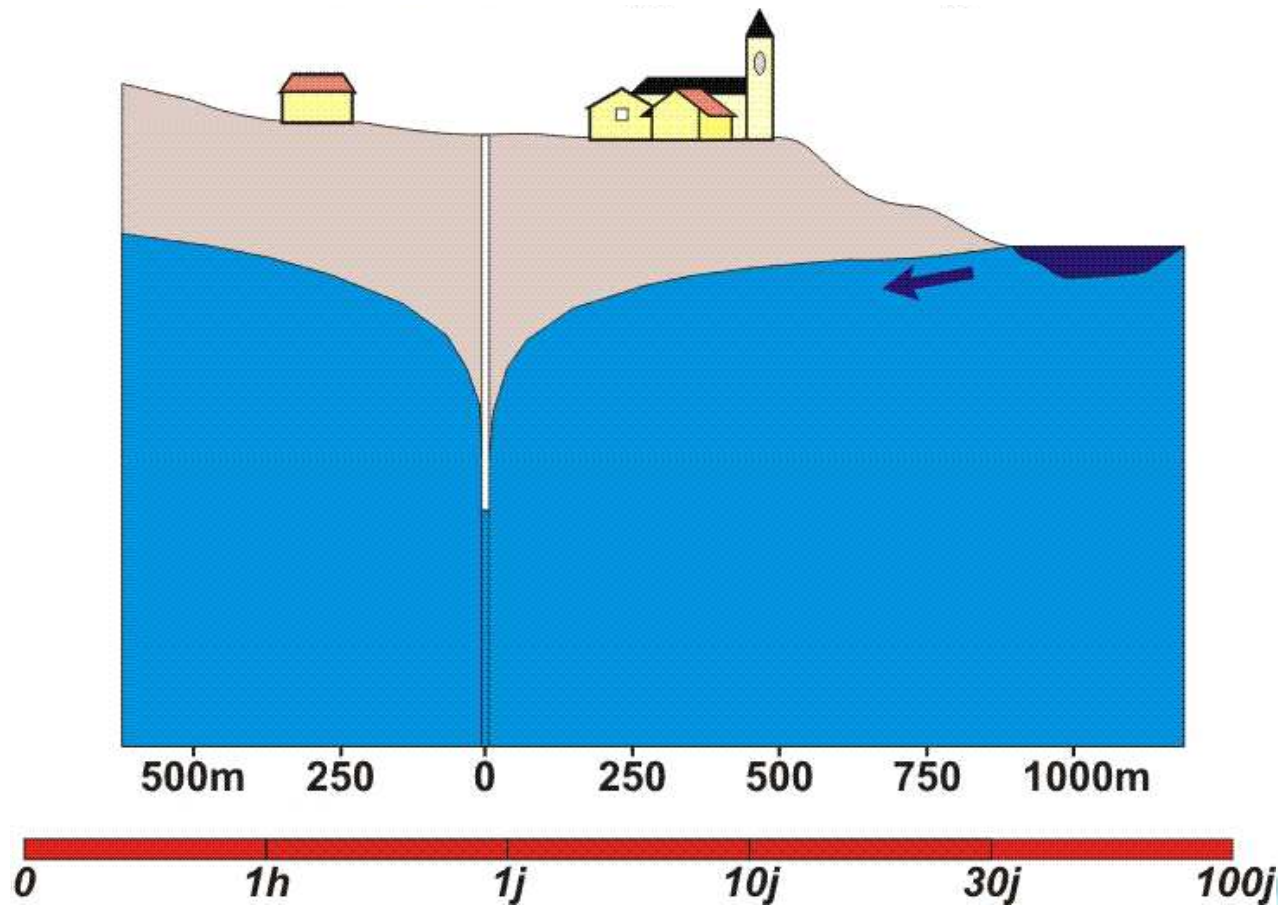


Les sorties artificielles : drainage et prélèvements



Dynamique des nappes : les sorties

Les sorties naturelles et artificielles



Incidence du changement climatique

Approche en bilan : $E = S \pm \Delta R$

et bon état quantitatif = AR # 0 en pluriannuel

Entrées plus faibles :

⇒ sorties naturelles plus faibles

⇒ disponibilité moindre des eaux superficielles

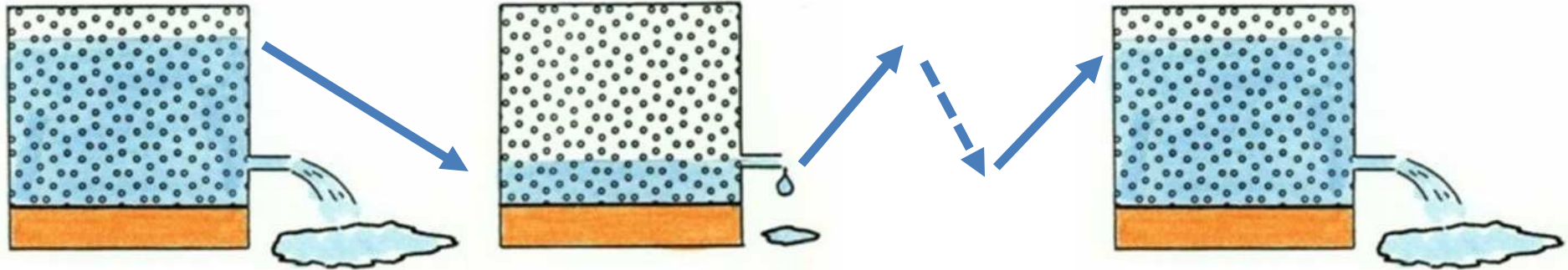
⇒ augmentation des prélèvements (sorties artificielles)

Dynamique des nappes : et les réserves ?

La réserve = le volume d'eau immobilisé à un instant donné dans le réservoir

La ressource exploitable = la part renouvelable
de la réserve = les entrées = la variation du stock
entre les hautes et les basses eaux = capacité de
renouvellement

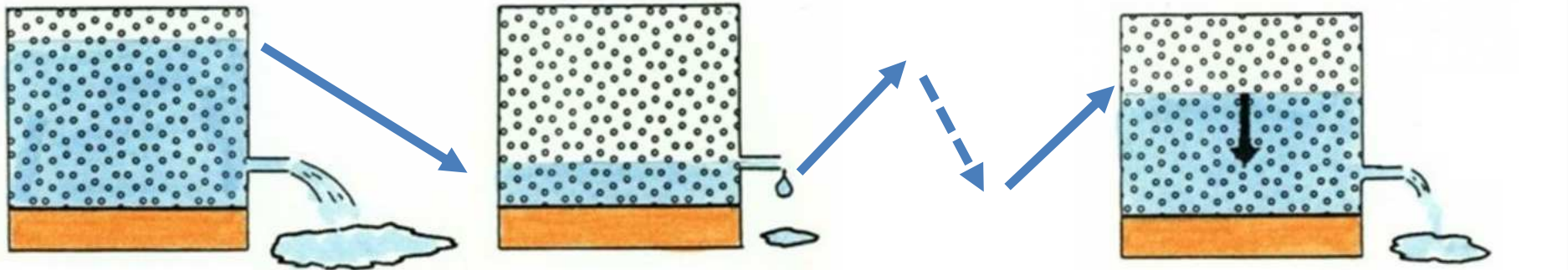
Dynamique des nappes : et les réserves ?



HAUTES EAUX

BASSES EAUX

HAUTES EAUX

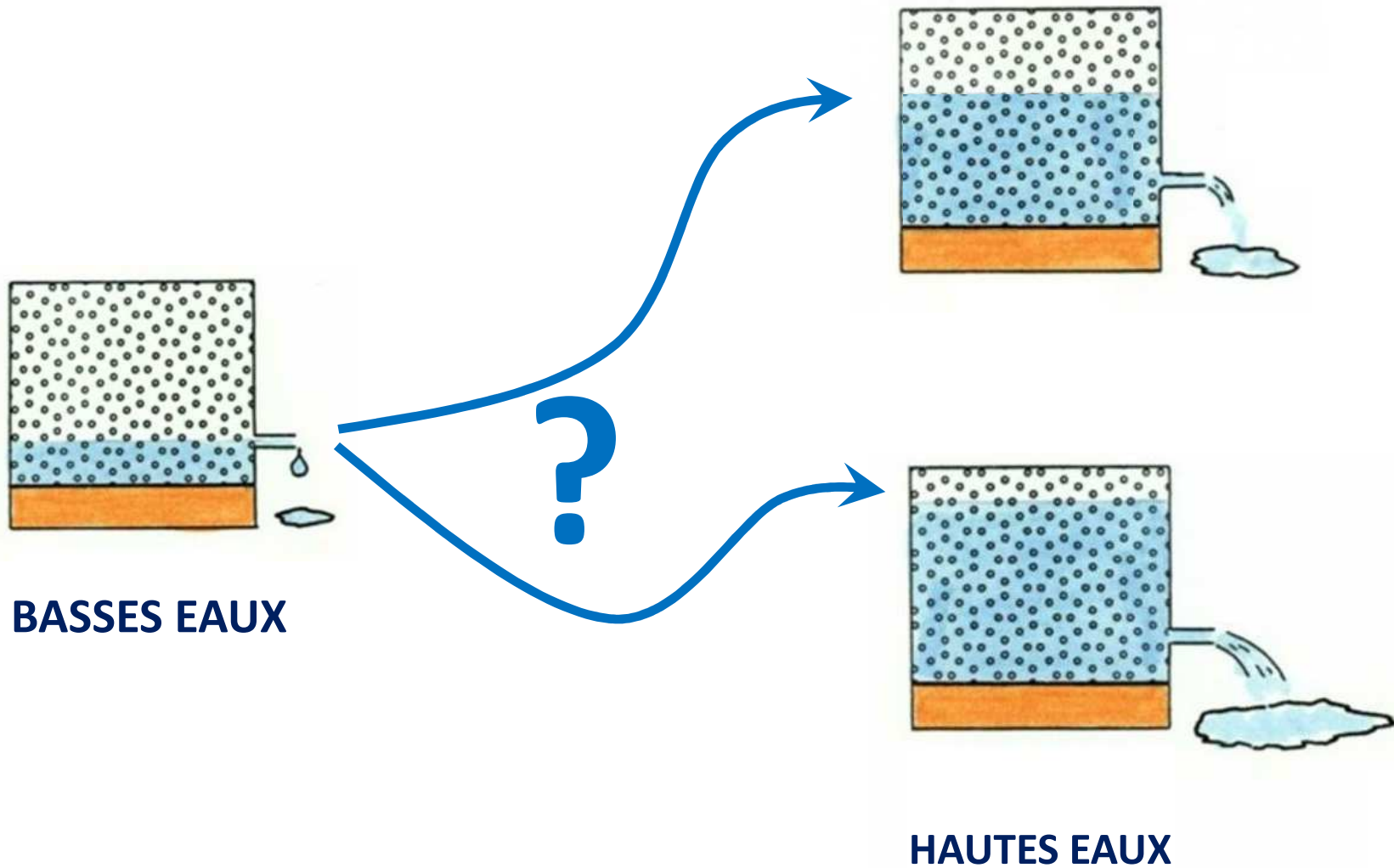


HAUTES EAUX

BASSES EAUX

HAUTES EAUX

Diminution des pluies efficaces, de la réserve, de la ressource exploitable : comment limiter la diminution ?



Diminution des pluies efficaces, de la réserve, de la ressource exploitable : comment limiter la diminution ?

Le régime des précipitations va favoriser le ruissellement au détriment de l'infiltration

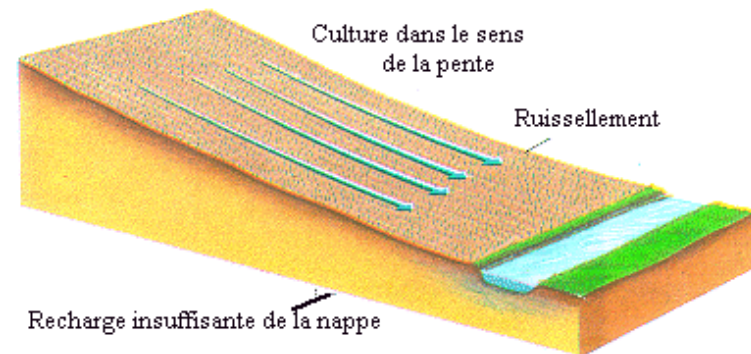
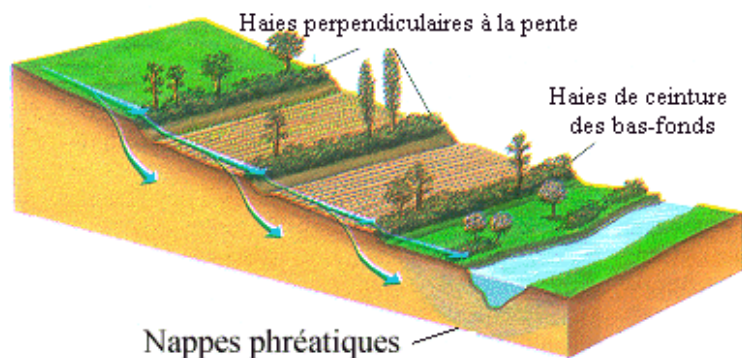
=>

nos aménagements et nos usages du sol doivent favoriser l'infiltration (voire la stagnation des eaux) au détriment du ruissellement

= pratiques à rebours de plusieurs siècles d'aménagements (imperméabilisation des zones urbaines, assainissement des terres agricoles, augmentation de la taille des parcelles cultivées...)

Diminution des pluies efficaces : comment la réduire ?

CONSEIL SCIENTIFIQUE



Illustrations ENSEIHT - Les impacts du remembrement

Diminution des pluies efficaces, de la réserve, de la ressource exploitable : comment compenser la diminution ?

Le régime des précipitations va favoriser le ruissellement au détriment de l'infiltration

=>

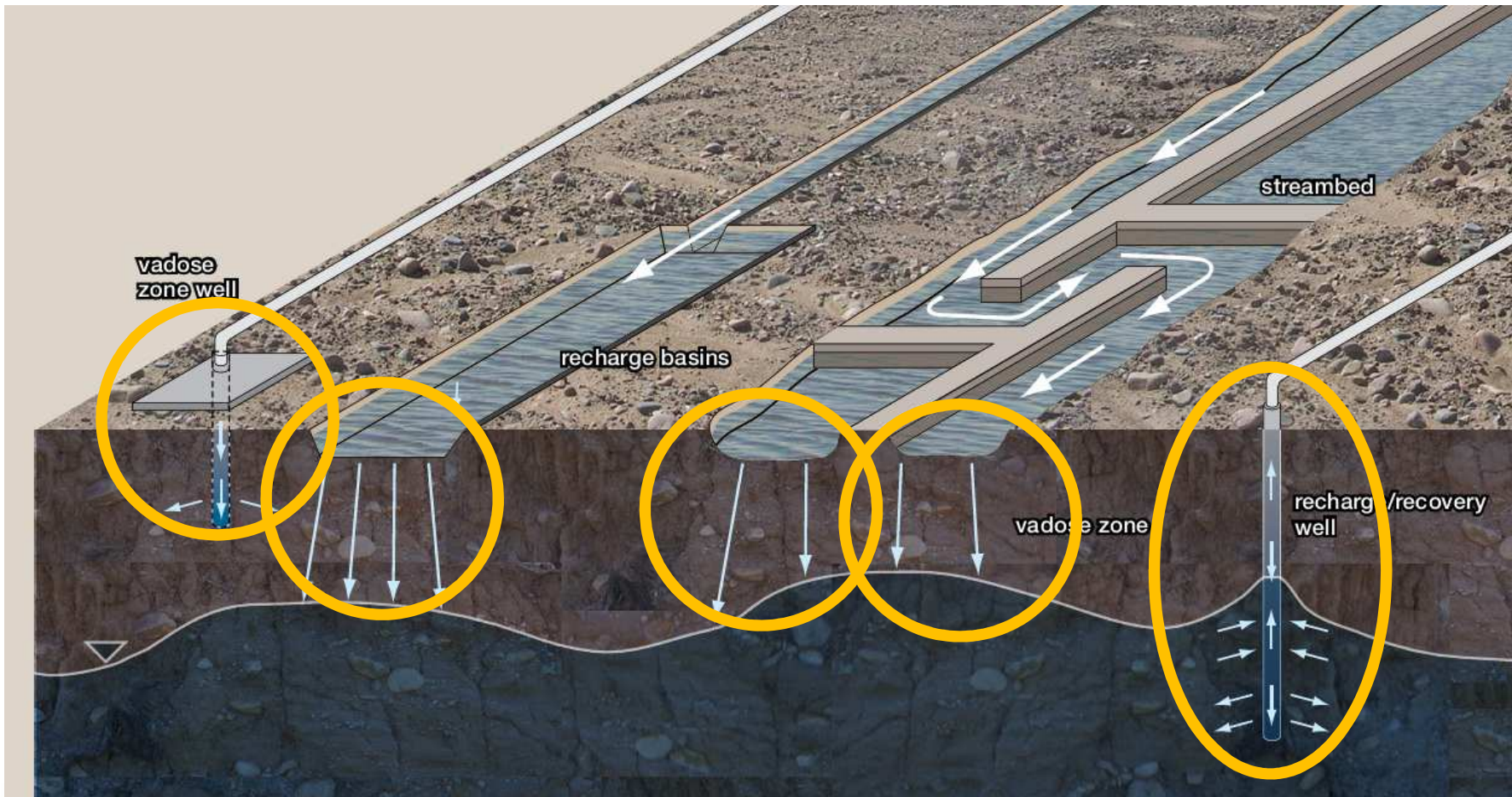
recharge active des réservoirs (infrastructure naturelle de stockage)

= opération complexe qui pose la question de la qualité de l'eau utilisée pour l'infiltration

Diminution des pluies efficaces, de la réserve, de la ressource exploitable : comment compenser la diminution ?

Recharge ponctuelle (forage) ou extensive (bassin)

Illustration Southwest Hydrology



Changement climatique et eaux souterraines - En synthèse

Les effets du changement climatique :

- une ressource exploitable plus faible
- la tentation d'y augmenter les prélèvements
- la tentation d'y reporter les prélèvements d'eau de surface
- des flux sortants au profit des autres milieux diminués
- une fonction régulatrice dégradée

Changement climatique et eaux souterraines - En synthèse

Les moyens pour éviter, réduire, compenser ces effets à mobiliser dans l'ordre :

1. faciliter l'infiltration au détriment du ruissellement (aménagement de l'espace, usages du sol)
2. encadrer, réguler les prélèvements
3. recharger activement certaines nappes