

Les eaux souterraines

De l'importance des connaissances

Conférence introductive

Olivier Banton
Université d'Avignon

1^{er} octobre 2013, agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse
Journée « Les eaux souterraines dans la gestion des milieux aquatiques »

Une ressource majeure en RMC

- **40% des prélèvements, soit 2 milliards de m³/an**
 - ✓ 80% de l'eau potable
 - ✓ 50% des eaux industrielles (hors refroidissement centrales électriques)
 - ✓ ~15% pour l'irrigation (pas très bien connu)
- **Fonctionnement des milieux naturels superficiels**
 - ✓ soutien des débits des cours d'eau (rôle vital en étiage)
 - ✓ maintien des zones humides (support de la biodiversité)

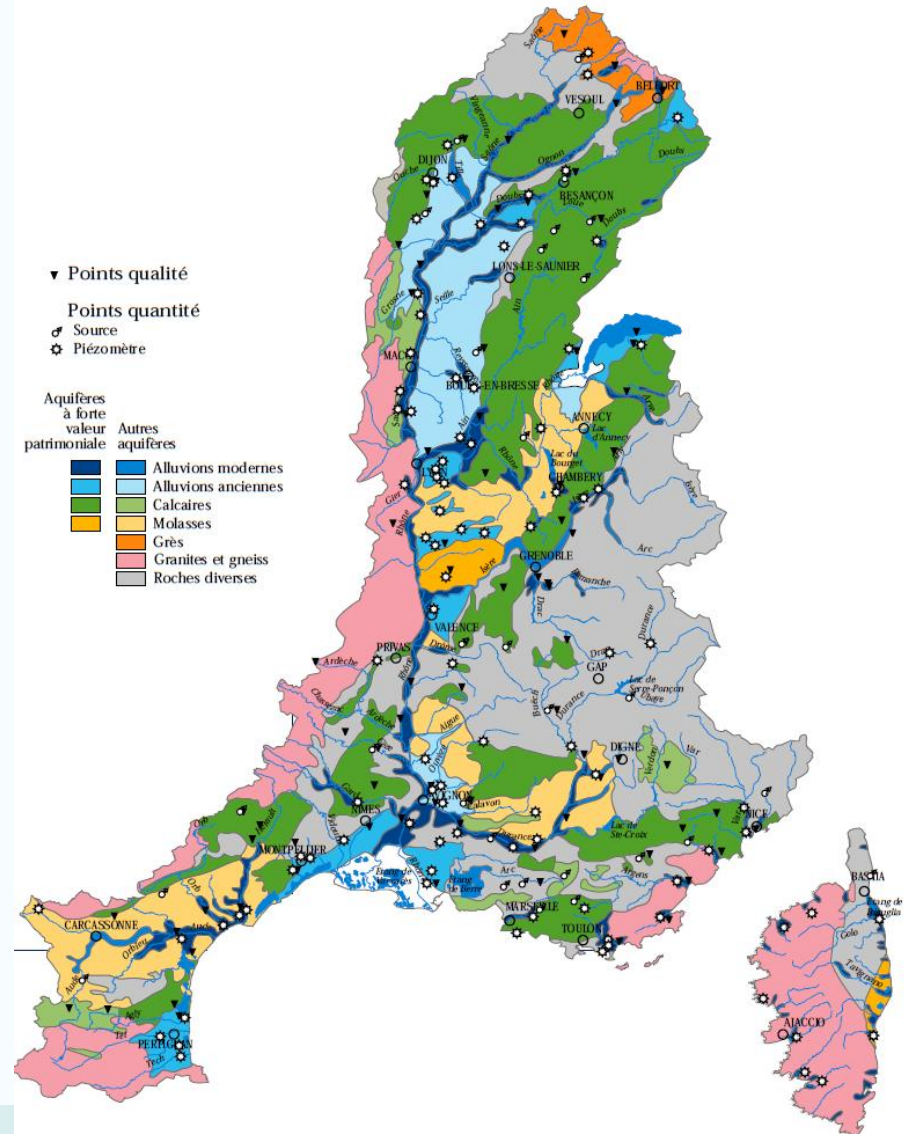
Diversité géologique en RMC

Les aquifères des bassins RMC

- 1/3 en cristallin
- 1/3 en carbonaté
- 1/3 en alluvial et multicouche

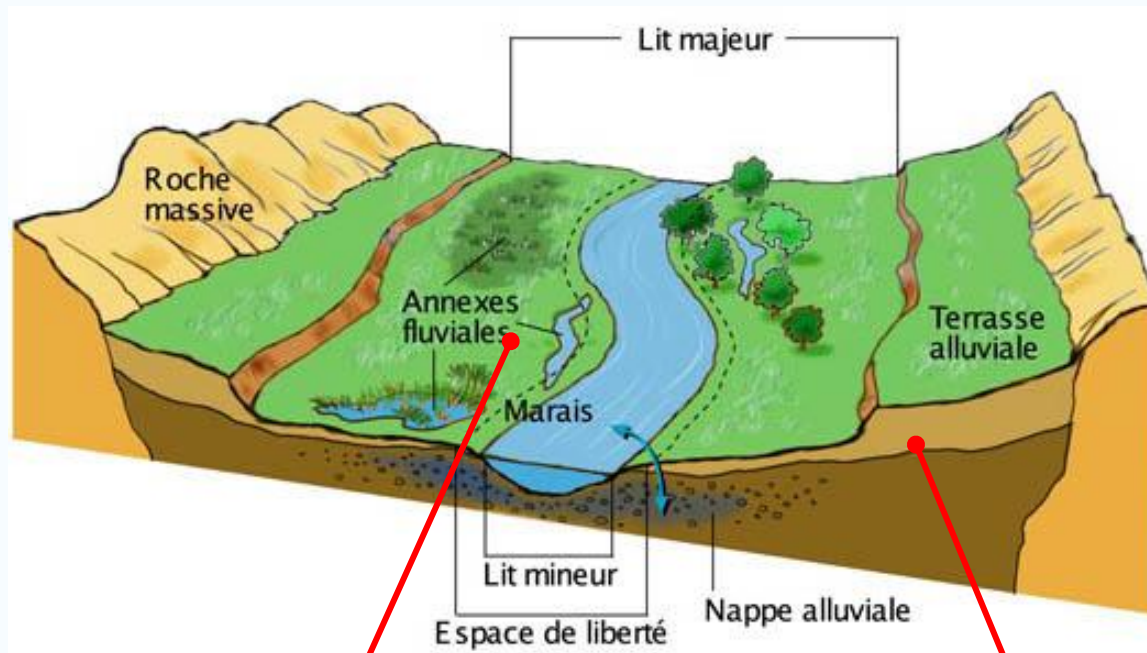
Comportement de milieux

- fissuré/fracturé
- karstique
- poreux



Une ressource très compartimentée

- **Définition des entités hydrogéologiques (BD Lisa)**
 - Redécoupage → 700 entités (BD Lisa locale)
- **Masses d'eau souterraines : 180 + 9 ME**
 - Révision des Masses d'eau souterraines → 239 + 15 ME
- **Essentiel des ressources se trouve dans:**
 - ✓ dans les alluvions des cours d'eau
 - ✓ dans les formations sédimentaires des dépressions tertiaires
- **Terrains de socle, peu perméables, plissés et compartimentés**
 - ✓ → ressources assez faibles et/ou très localisées

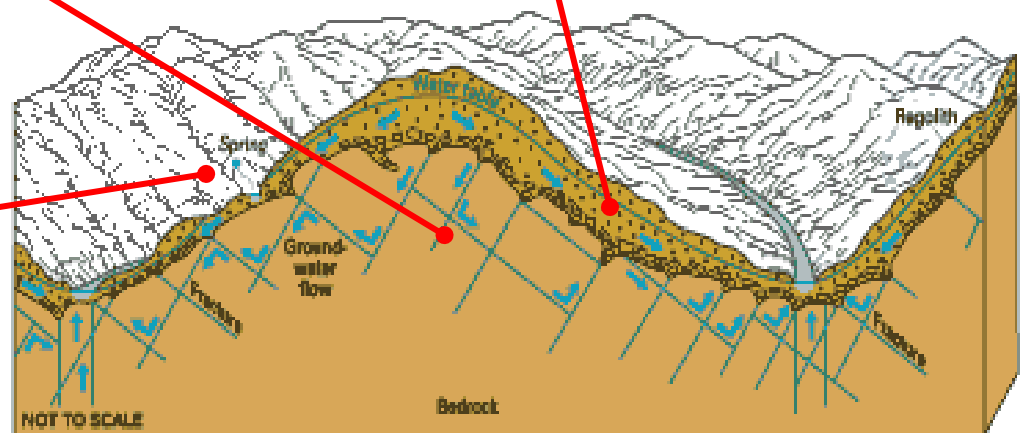


Hétérogénéité
Anisotropie
Chenalisation
Discontinuité
Echanges





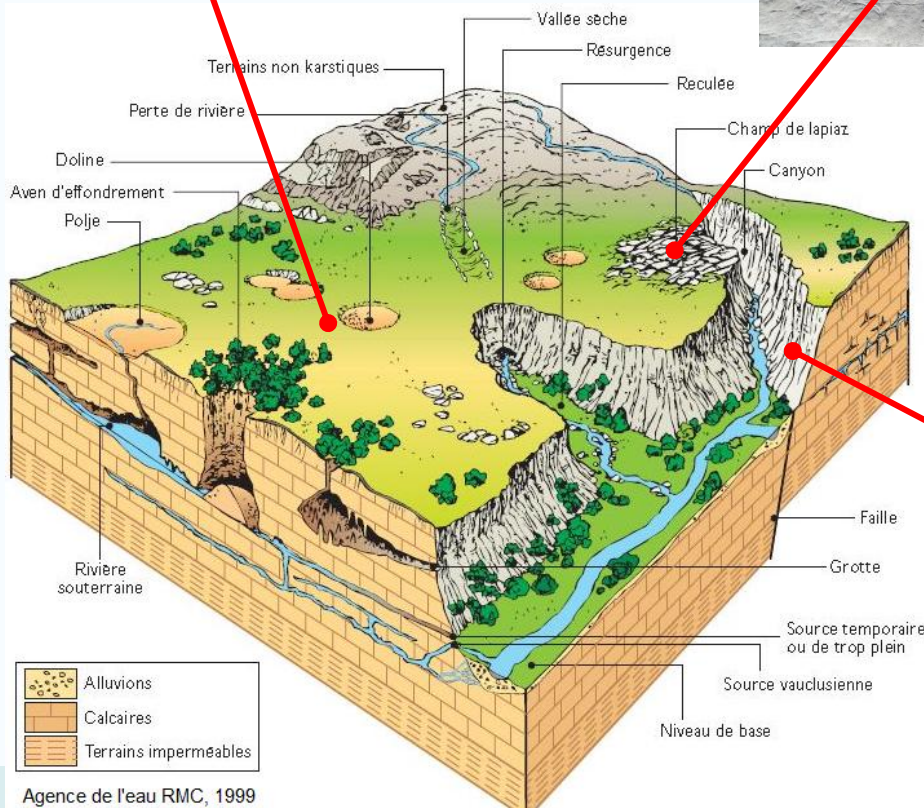
Discontinuité
Anisotropie
Non darcien
Taille du VER



Modified from Harsh, 1990



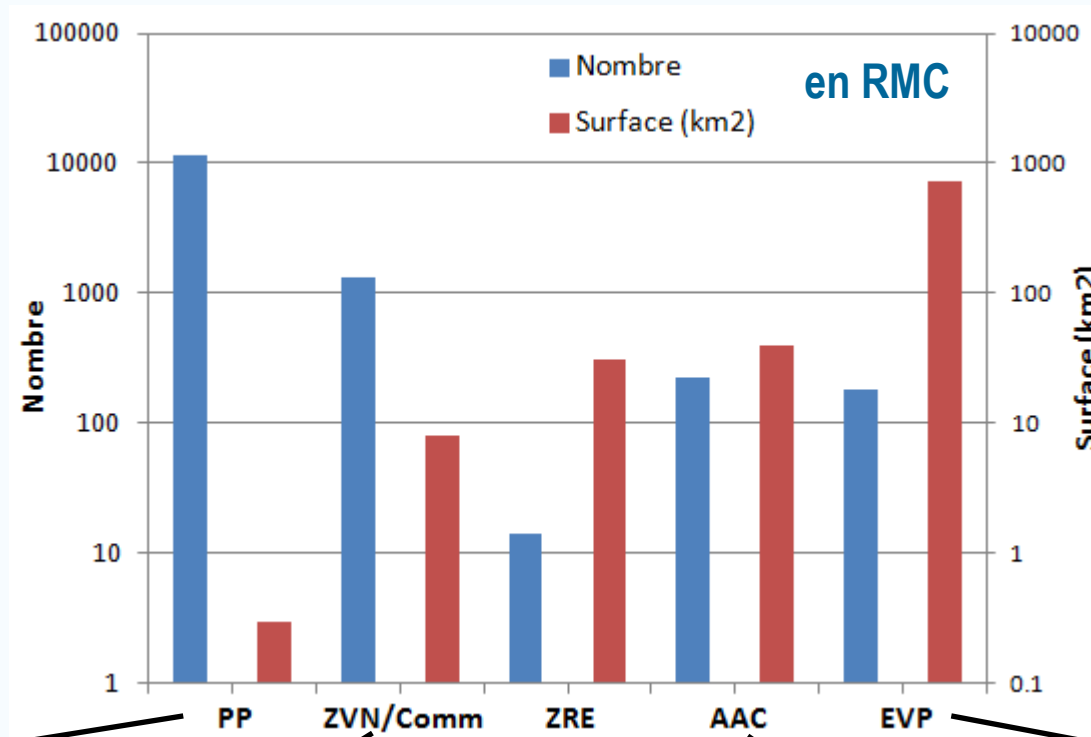
!
Discontinuité
Anisotropie
Non darcien
Taille du VER
Hétérogénéité
Double porosité



Agence de l'eau RMC, 1999



Qu'attend-on de l'hydrogéologie?



Périmètres de protection (1964)

Zones vulnérables aux nitrates (1991)

Zones de répartition des eaux (1994)

Aires d'alimentation des captages (2007)

Etudes de volumes prélevables (2008)

Les connaissances requises / ressource

(→ Déficit de connaissance)

● Géologie

- ✓ Stratigraphie (nature des matériaux, porosité primaire, hydrochimie)
- ✓ Tectonique (**fracturation**, géométrie, **porosité secondaire**)
- ✓ Altération (**porosité tertiaire**, hydrochimie)

● Géométrie

- ✓ Limites (**aquifère sous couverture**)
- ✓ Nombre de couches (multicouche, **drainance**)
- ✓ Topographie (ruissellement/recharge, axe de drainage, **voie préférentielle**)

● Conditions aux limites

- ✓ Recharge (précipitations, ETP, **ruissellement**)
- ✓ **Echanges** avec les eaux superficielles (drainage, alimentation)

● Techniques de mesure et d'investigation

- ✓ **Variabilité spatiale et temporelle**
- ✓ **Hétérogénéité et anisotropie**

Que savons-nous de ces ressources?

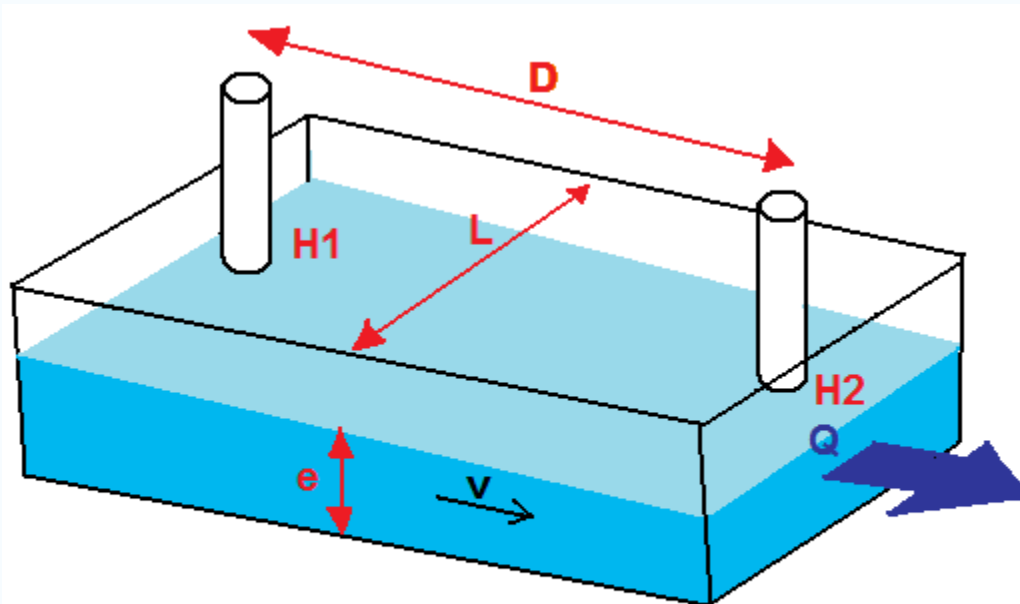
→ Un long apprentissage

- 'Hydrogéologie 'descriptive: Palissy, 1580
- Géologie: Lavoisier, 1765
- Hydrochimie: Vauquelin, 1808
- Hydrogéologie explicative: Héricart de Thury, 1829
- Prospection hydrogéologique: Paramelle, 1856
- Hydrogéologie quantitative: Darcy, 1856
- Carte piézométrique: Delesse, 1862
- Géophysique: Schlumberger, 1919
- Hydrologie isotopique: Friedman, 1953
- Modélisation hydrogéologique: Pinder, 1968

Du côté quantitatif



L'écoulement selon Darcy (1856)



$$Q = T L \frac{(H2 - H1)}{D}$$

$$Q = K e L i$$

T : transmissivité (m²/s)

K : perméabilité (m/s)

i : gradient piézo. (-)

vitesse d'écoulement $v = \frac{1}{n_c} K i$

n_c : porosité cinématique (-)

T -> déterminé par pompages d'essai (presque toujours)

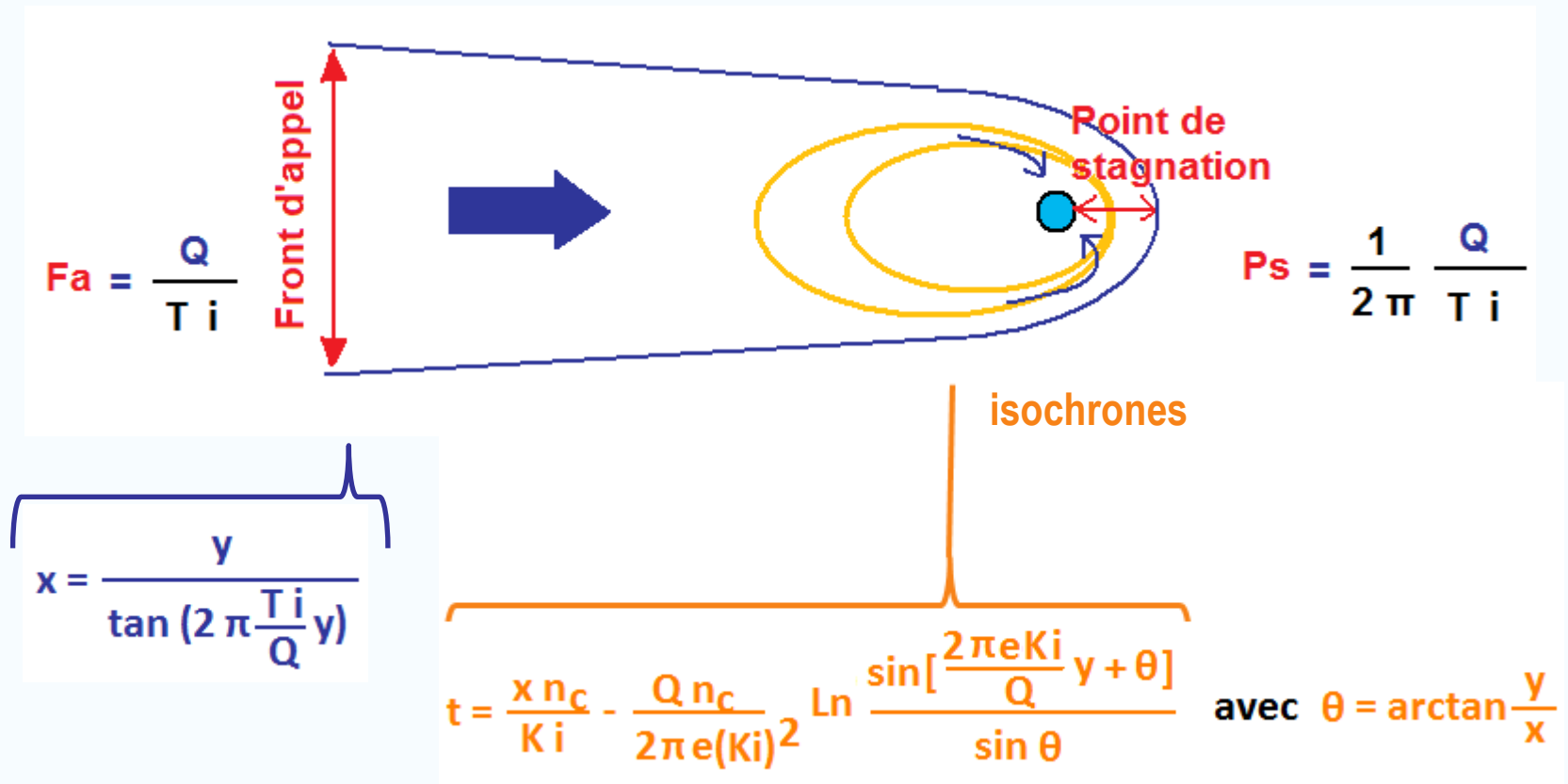
e -> connu par les logs de forage (généralement)

i -> déterminé par la carte piézométrique (pas toujours)

n_c -> déterminé par traçage (quasi jamais!)

Mais cas des aquifères discontinus et/ou non darcien ?

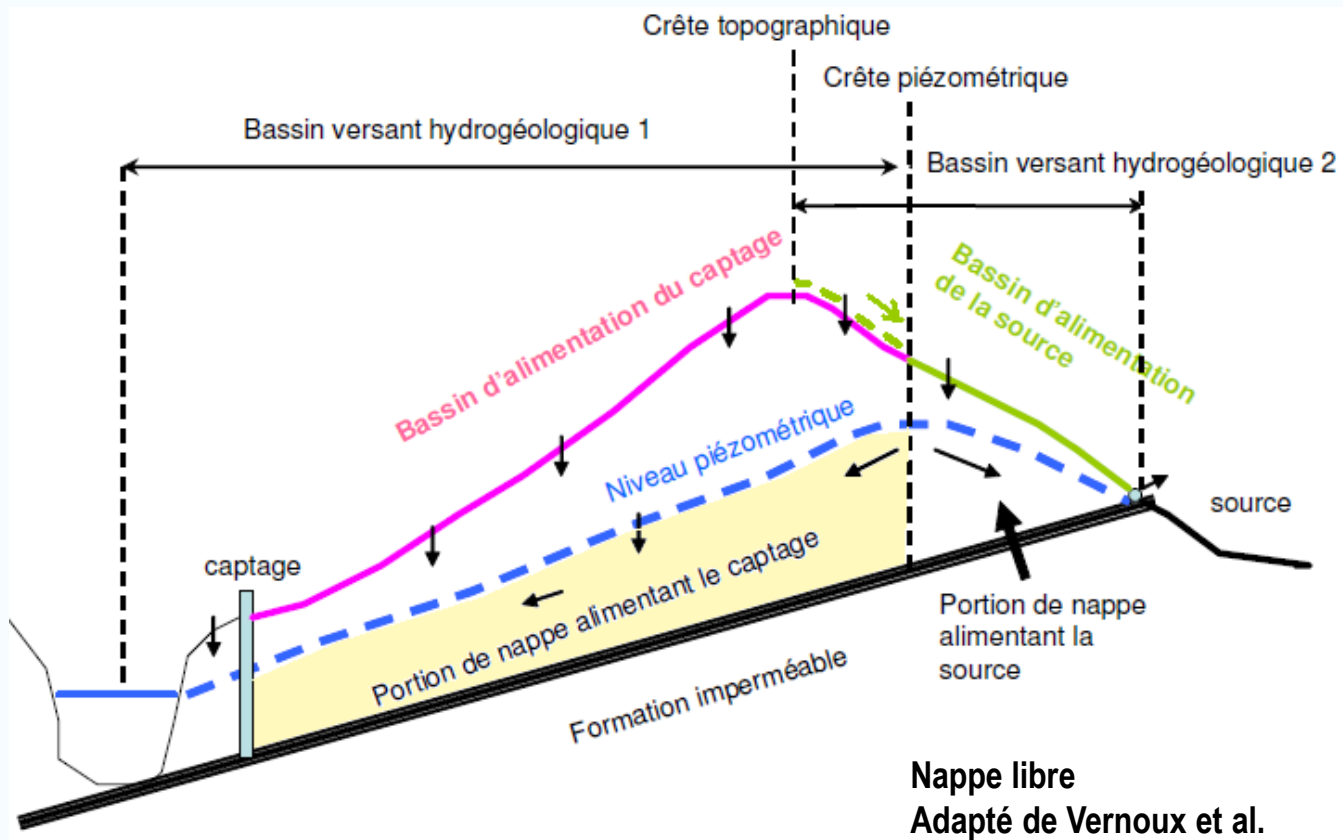
Le transfert selon Bear & Jacob (1965)

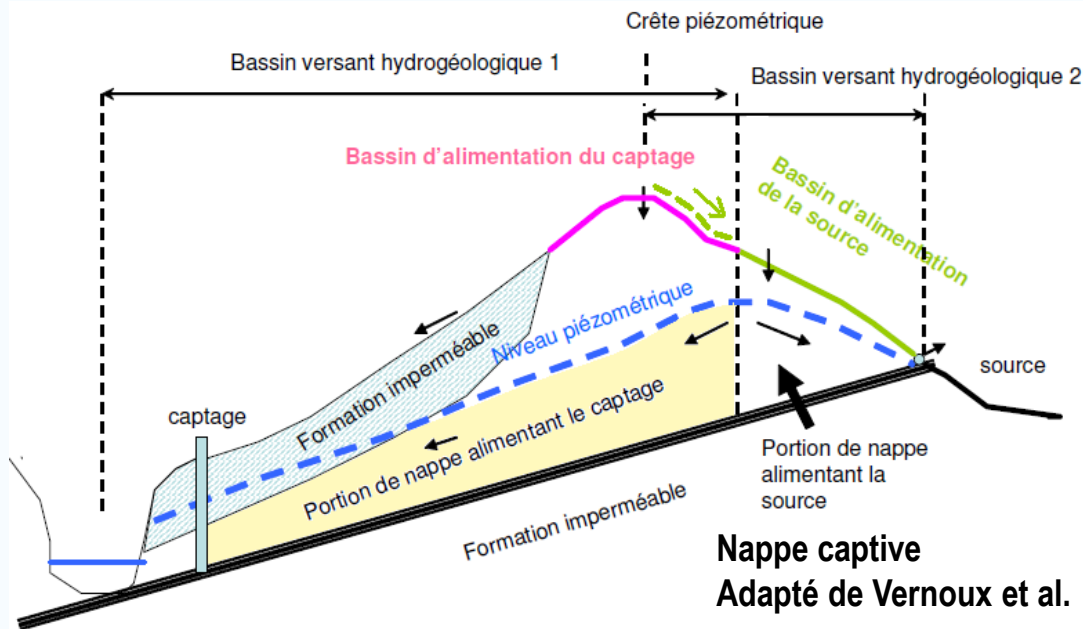


Mais cas des aquifères discontinus et/ou non darciens et/ou hétérogènes et/ou complexes ?

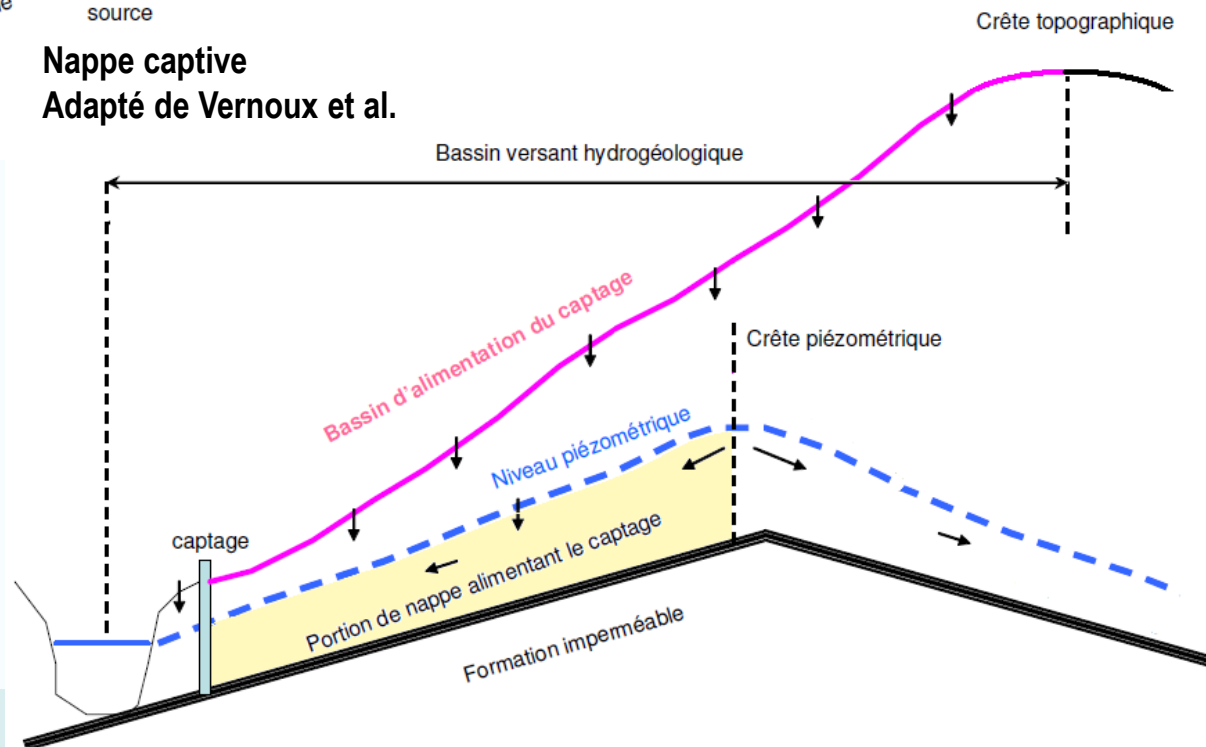
Exemple: Aire d'Alimentation des Captages

- PNAC (portion de la nappe alimentant le captage)
- AAC = PNAC + BV associé (BAC)





Nappe captive
Adapté de Vernoux et al.



Importance des connaissances / PP et AAC

Constats :

- Malgré un guide → définition de PNAC très variables / BE
- Différences marquées avec les PP (→ AAC globale!)
- Surface importante → zone d'intervention prioritaire
(voire AAC proximale ou préférentielle)

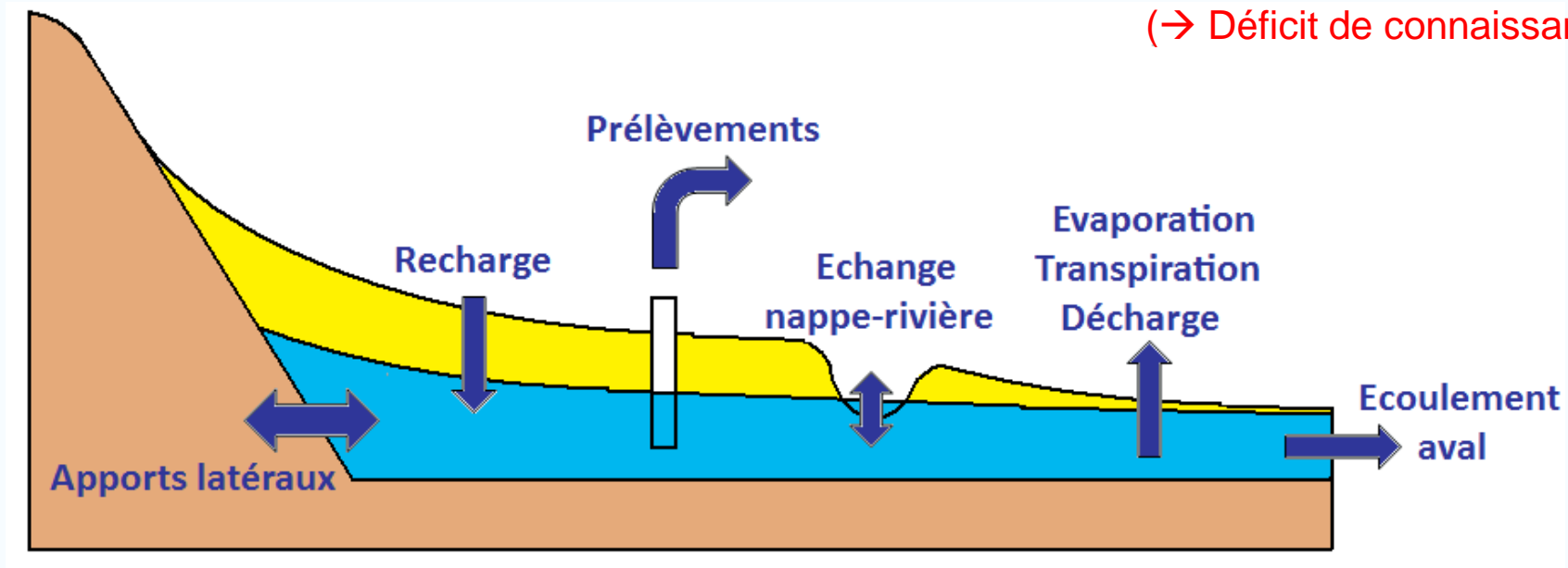
(→ Déficit de connaissance)

Besoin de connaissances :

- Extension des aquifères
- Direction d'écoulement et crête piézométrique (**incertitude + variabilité**)
- **Recharge et échange avec les eaux superficielles**
- **Rôle du ruissellement**
- **Drainance** (aquifère multicouche, nappes semi captives)

Le bilan de la ressource

(→ Déficit de connaissance)



- Recharge (précipitations, ETP, **ruissellement**)
- **Echanges latéraux**
- Relations nappes / rivières (nappes d'accompagnement, **inféroflux**)
- Prélèvements (**milieux humides, volumes prélevés, nappes impactées**)

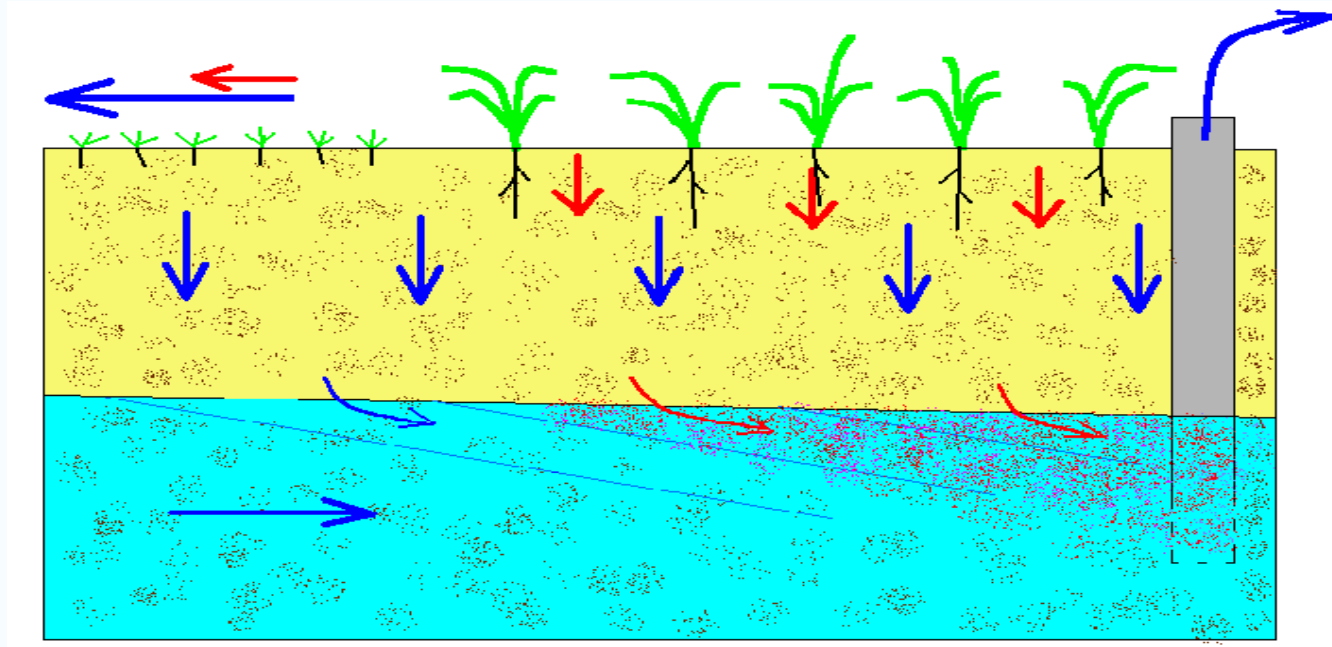
Importance des connaissances / Bilan

- **Capacité support de la ressource**
 - ✓ taux de renouvellement naturel / résilience
 - ✓ variabilité temporelle
- **Quantification des déficits**
 - ✓ causes du déficit (climat / prélèvements)
 - ✓ moyens de sa résorption
- **Définition des 'Volumes Prélevables'**
 - ✓ notion d'équilibre de la ressource
 - ✓ niveaux de référence (historique, points de suivi)
 - ✓ maintien des usages naturels
- **Allocation de la ressource**
 - ✓ Eaux souterraines / Eaux superficielles
 - ✓ Cas des nappes trans-BV

Du côté qualitatif



La pollution des ressources



- **Dynamique ruissellement / infiltration / évaporation**
- **Transfert d'eau et de contaminants au travers:**
 - ✓ du sol
 - ✓ de la zone non saturée
 - ✓ de l'aquifère

Importance des connaissances / pollution

- **Au niveau de la protection des captages**
 - ✓ Détermination des isochrones → 50j ~ PPR
 - ✓ Zones vulnérables aux nitrates
 - ✓ Vulnérabilité des Aires d’Alimentation de Captage
- **Au niveau de la récupération de la ressource**
 - ✓ Résilience / ‘récupérabilité’
 - ✓ Atténuation / décontamination
- **Au niveau de la protection et de la reconquête des ME**
 - ✓ Etat naturel / Bon état (2015)
 - ✓ Priorisation des ME et des zones d’action

Besoins de connaissances / pollution

(→ Déficit de connaissance)

- **Recharge** (précipitation, ETP, **ruissellement**)
→ détermine le potentiel d'apport et de dilution
- **Vitesse de transfert dans**
 - ✓ le sol
 - ✓ la zone non saturée (**pas connu**; par traçage dont isotopique)
 - ✓ l'aquifère (**peu connu** ; par traçage dont isotopique)
- **Transfert en nappe**
 - ✓ Vitesse de transfert (**gradient piézométrique, porosité cinématique**)
 - ✓ **Dispersion** (par traçage, très rarement, mais pas si important)
- **Persistance de la pollution**
 - ✓ **Temps de renouvellement** (peu connu, par traçage et modélisation)
 - ✓ **Atténuation** (peu connu, mais assez limitée)

En résumé



Acquisition de connaissances

Scientifiques (répondre aux questions)

- **Structure et limites des aquifères (ex. multicouche)**
- **Fonctionnement des aquifères (ex. drainance)**

Techniques (répondre aux attentes)

- **Caractérisation (isotopie, géophysique, traçage)**
- **Modélisation (bilan, transfert)**

Méthodologiques

- **Choix des approches méthodologiques (ex. PNAC)**
- **Priorisation des territoires d'intervention**

Perspectives scientifiques

- **fonctionnement des hydrosystèmes**
 - ✓ limites, structure d'écoulement
- **origine des eaux et renouvellement des ressources**
 - ✓ recharge, ZNS
- **échanges nappes / eaux superficielles**
 - ✓ rivière, plan d'eau et lagunes, zones humides
- **transfert et persistance des polluants**
 - ✓ ZNS, atténuation, inertie
- **'récupérabilité' – reconquête des captages**
 - ✓ hiérarchisation / captages prioritaires
- **modèles de gestion eaux souterraines / superficielles**
 - ✓ gestion active , priorisation des ressources à préserver



Merci de votre attention

- <http://www.eaurmc.fr/espace-dinformation/actes-des-colloques.html>