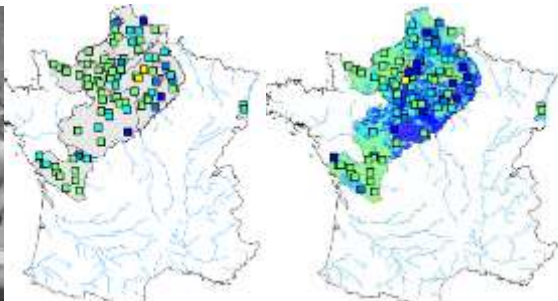


Observation



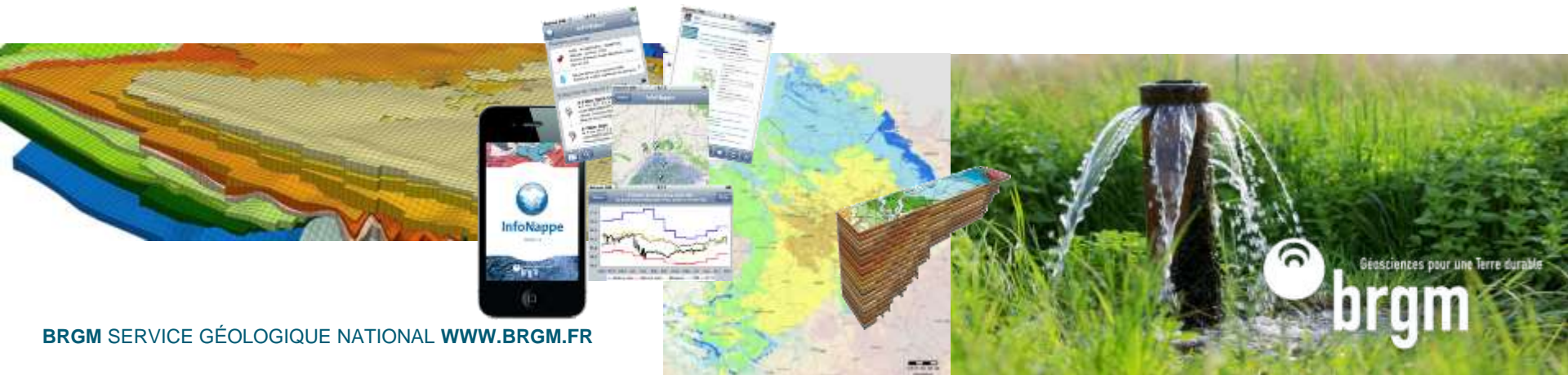
Modélisation

GESTION DES RESSOURCES EN EAU DANS LES DÉPARTEMENTS DE LA SOMME, DE L' AISNE ET DE L' OISE

Fonctionnement/situation des eaux souterraines et perspectives

4 février 2021

Marc Parmentier, hydrogéologue/géochimiste
Adrien Manlay, hydrogéologue



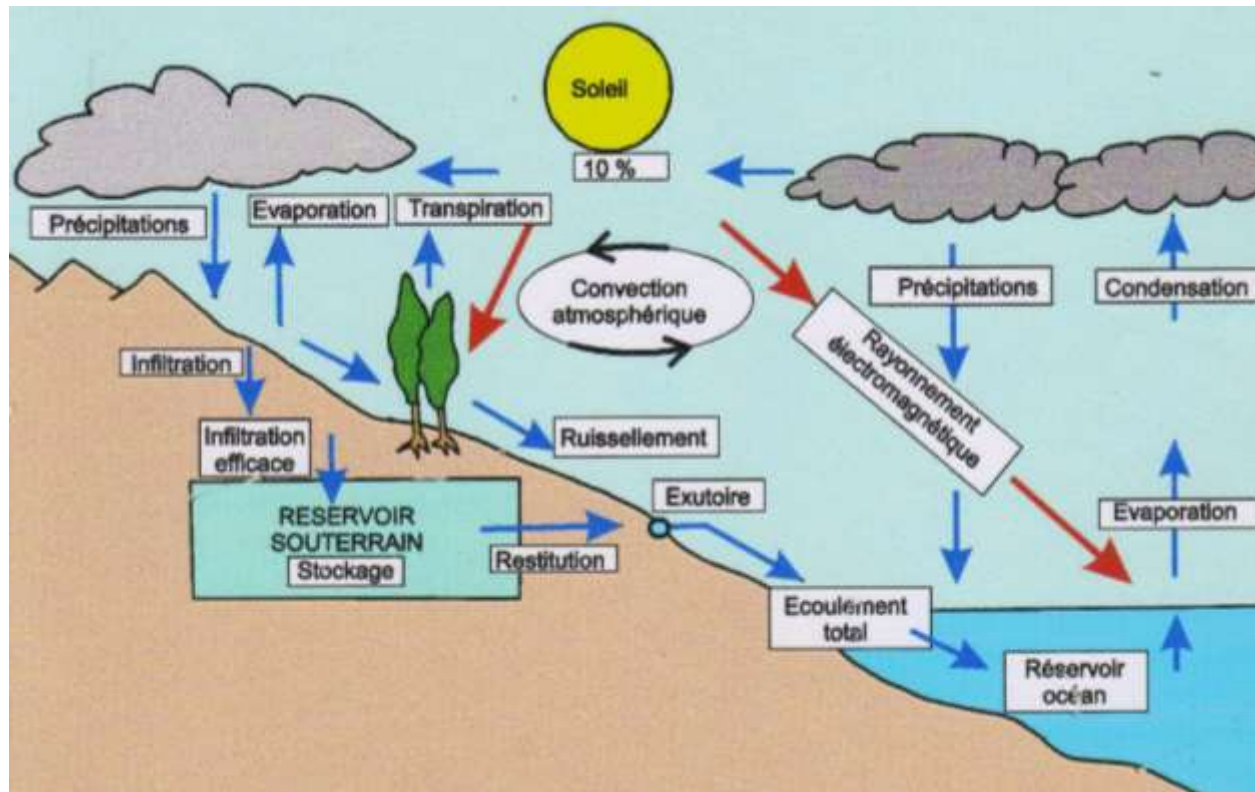
A wide-angle photograph of a field station in a grassy landscape. In the foreground, a white rectangular box sits on a black tripod. The ground is covered with green and yellow grasses. In the background, there are rolling hills and a range of mountains under a clear blue sky. A few buildings are visible on a hillside in the distance.

NOTIONS D'HYDROGÉOLOGIE

FONCTIONNEMENT DES EAUX SOUTERRAINES

NOTIONS D'HYDROGÉOLOGIE

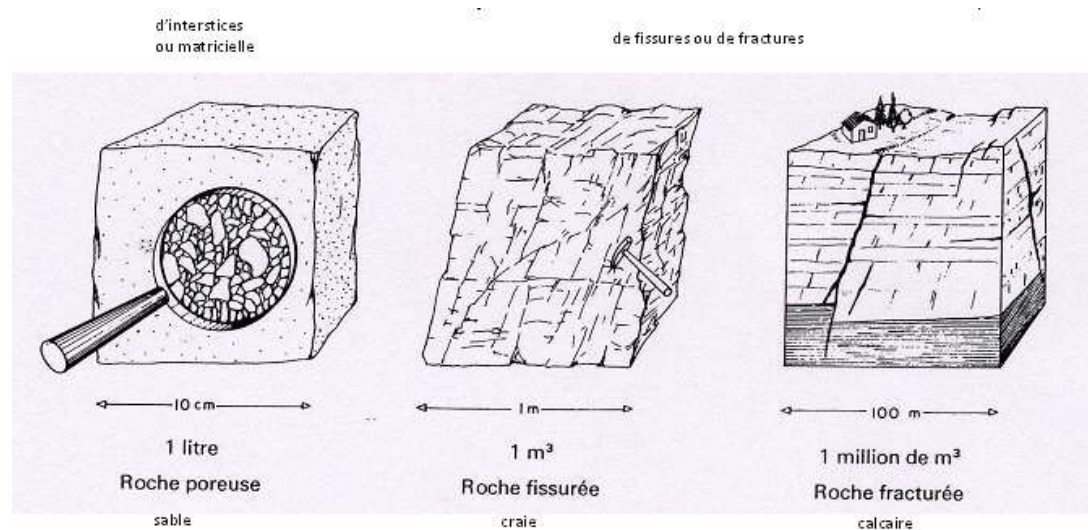
Fonctionnement global schématisé



NOTIONS D'HYDROGÉOLOGIE

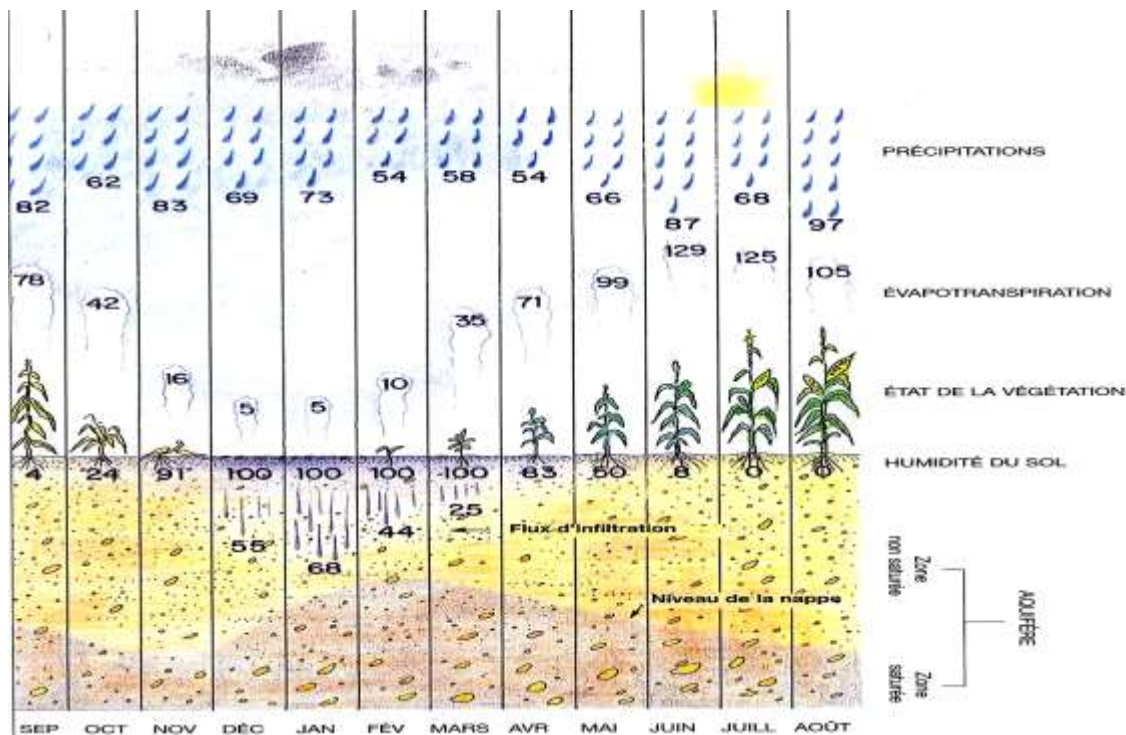
Les nappes d'eau souterraines (ou aquifères)

- Eau stockée dans la porosité des roches
- Contenance/ Capacité des nappes à se remplir dépendent donc fortement de la géologie et de ses caractéristiques intrinsèques :
 - Type de porosité
 - Fracturation
 - Lithologie



NOTIONS D'HYDROGÉOLOGIE

La recharge



Infiltration et humidité dans le sol, d'après Collin (2004)

Des facteurs externes contrôlent le volume d'eau qui s'infiltré :

- **Précipitations**
- **Evapo-transpiration (ETP)**
- **Ruissellement**

→ Facteurs qui peuvent être dépendants d'évolutions climatiques et anthropiques

NOTIONS D'HYDROGÉOLOGIE

Quelques définitions

Notion de sécheresse

Sécheresse agricole \neq sécheresse hydrologique \neq sécheresse des eaux souterraines

- **Différents niveaux de sécheresse :**

- Agricole : déficit pluviométrique local, accentué par des températures élevées durant la période de culture ;
- Eaux de surfaces : déficit des débits des cours d'eau, allant jusqu'à l'assèchement des rivières, lié à un déficit pluviométrique local ou régional sur une durée saisonnière ;
- Eaux souterraines : déficit de recharge qui se traduit sur le régime naturel des nappes, jusqu'au cas extrême de l'assèchement des sources pérennes ou l'assèchement des forages dû à l'abaissement des niveaux piézométriques

→ **échelle saisonnière, annuelle ou pluriannuelle**

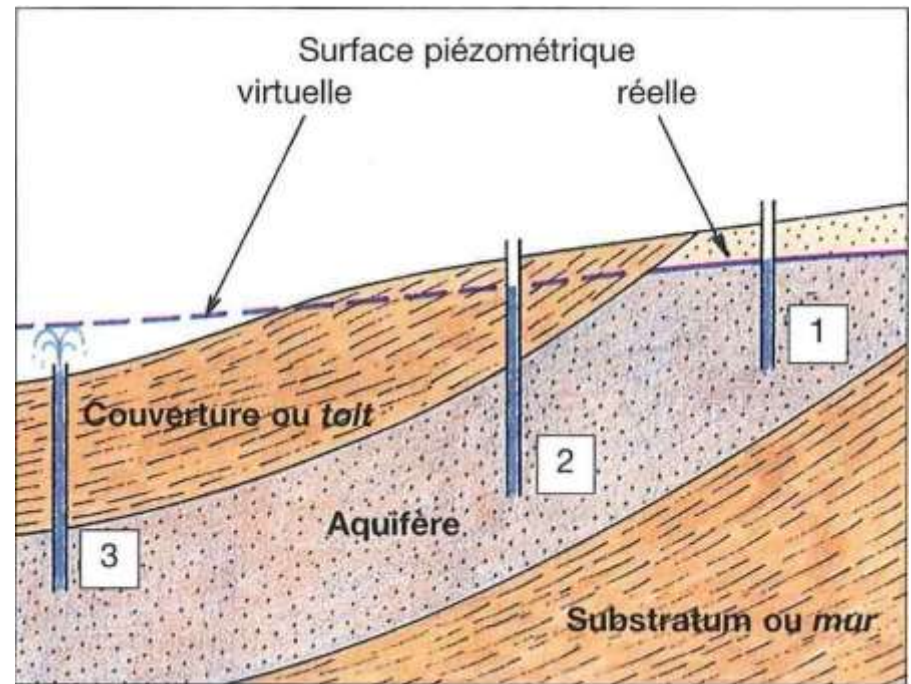
NOTIONS D'HYDROGÉOLOGIE

Quelques définitions : nappes libres / captives

Notion de sécheresse

Eaux souterraines : déficit de recharge qui se traduit sur le régime naturel des nappes, jusqu'au cas extrême de l'assèchement des sources pérennes ou l'assèchement des forages dû à l'abaissement des niveaux piézométriques → **échelle saisonnière, annuelle ou pluriannuelle**

- **Résistance des eaux souterraines à une « sécheresse » :**
 - Épaisseur/extension/volume
 - Nature de l'aquifère (libre, captif, ...)
 - Temps de recharge
 - Relations nappes / rivières



Notions de captivité, d'après Collin (2004)

NOTIONS D'HYDROGÉOLOGIE

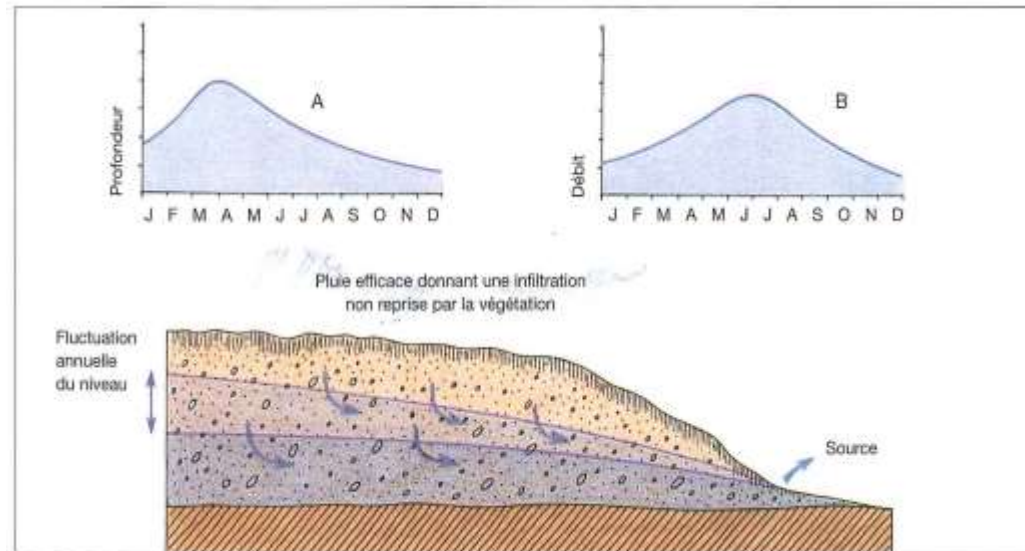
Quelques définitions : fonctionnement hydrogéologique

Notion de sécheresse

Eaux souterraines : déficit de recharge qui se traduit sur le régime naturel des nappes, jusqu'au cas extrême de l'assèchement des sources pérennes ou l'assèchement des forages dû à l'abaissement des niveaux piézométriques → **échelle saisonnière, annuelle ou pluriannuelle**

- **Résistance des eaux souterraines à une « sécheresse » :**

- Épaisseur/extension/volume
- Nature de l'aquifère (libre, captif, ...)
- Temps de recharge
- Relations nappes / rivières



Notions de recharge, d'après Collin (2004)

NOTIONS D'HYDROGÉOLOGIE

Quelques définitions : relations nappes-rivières

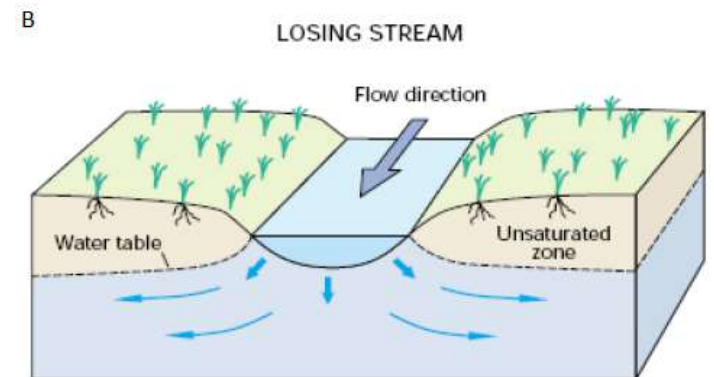
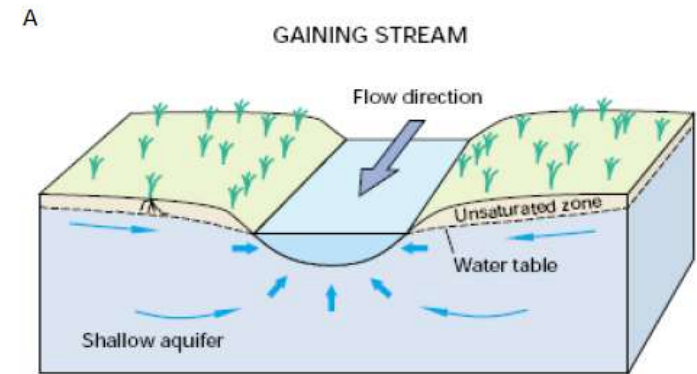
Notion de sécheresse

Eaux souterraines : déficit de recharge qui se traduit sur le régime naturel des nappes, jusqu'au cas extrême de l'assèchement des sources pérennes ou l'assèchement des forages dû à l'abaissement des niveaux piézométriques → **échelle saisonnière, annuelle ou pluriannuelle**

- **Résistance des eaux souterraines à une « sécheresse » :**

- Épaisseur/extension/volume
- Nature de l'aquifère (libre, captif, ...)
- Temps de recharge
- Relations nappes / rivières

Echanges nappe-rivière, d'après Winter et al. (1998)

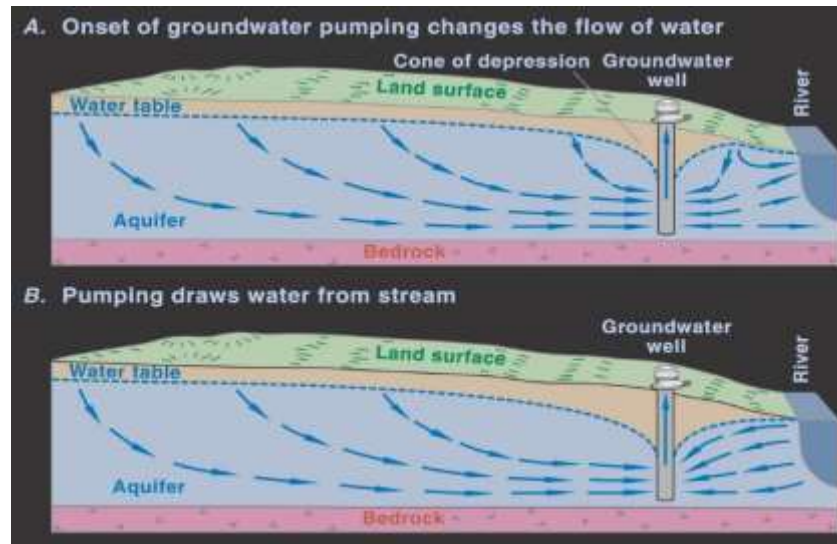


NOTIONS D'HYDROGÉOLOGIE

Quelques définitions : notion d'impact des pompages

Les types d'impacts potentiels :

- Prélèvement indirect du débit dans les rivières et par pompage à « proximité » des cours d'eau
- Abaissement du niveau de la nappe (niveau piézométrique) :
 - Assèchement du cours d'eau par diminution de l'apport de la nappe
 - Impact potentiel plus général sur les zones humides et les sols dépendant d'un fonctionnement du niveau de la nappe proche de la surface
 - assèchement des ouvrages, nécessité de forer ou pomper plus profond etc...



NOTIONS D'HYDROGÉOLOGIE

LES AQUIFÈRES DE PICARDIE



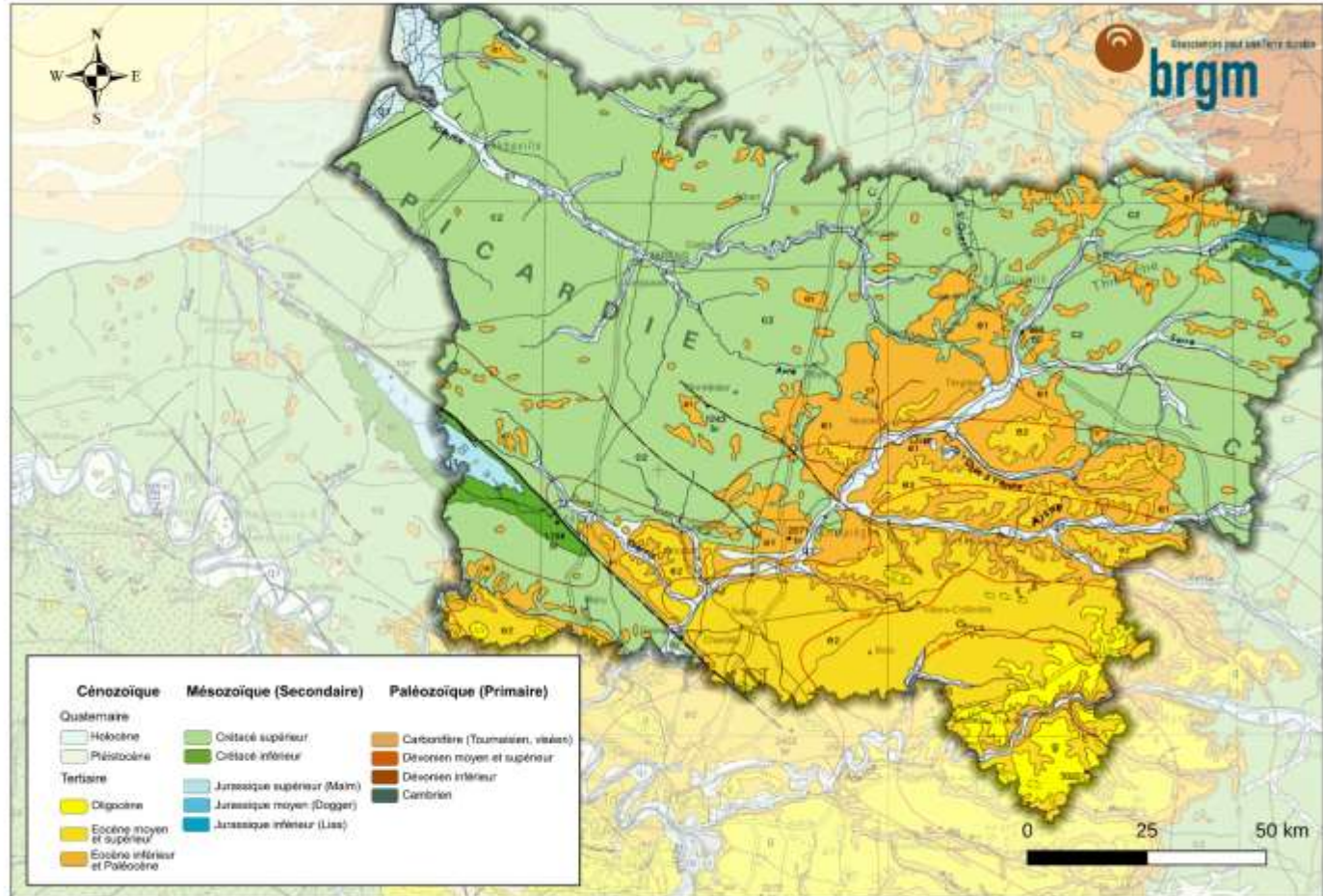
Géosciences pour une Terre durable

brgm

LES AQUIFÈRES DE PICARDIE

Différents contextes géologiques = différents comportements hydrogéologiques

- La nappe de la craie
- Les aquifères du tertiaire du Bassin Parisien
- Les aquifères littoraux (Bas-Champs, Baie de Somme)
- Les aquifères du Jurassique (pays de Bray et Ardennes)
- Les aquifères profonds (nappe des sables verts de l'Albien ; Jurassique)



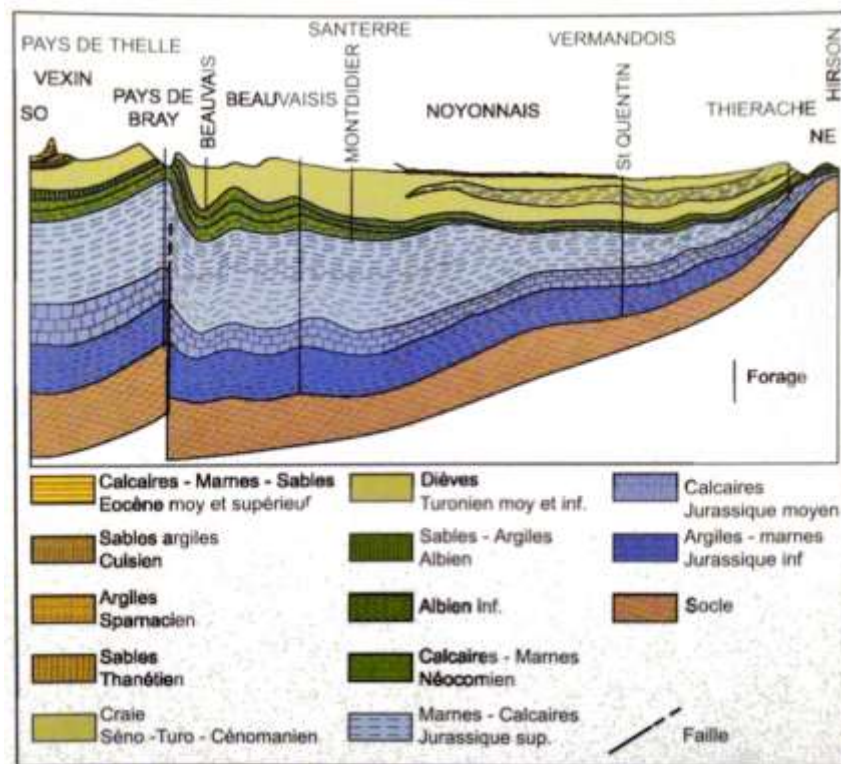
LES AQUIFÈRES DE PICARDIE

Différents contextes géologiques = différents comportements hydrogéologiques

Dans les départements picards, le crétacé supérieur (craie et marnes) affleure sur 60 % du territoire et les formations tertiaires (argiles, marnes, grès et calcaires) 30 %

La boutonnière de Bray constitue un anticlinal faillé (marqué par le passage de la faille de Bray-Vittel) qui met à l'affleurement les formations du Jurassique (marnes et calcaires principalement) et du crétacé inférieur (sables verts et argile du Gault).

Les formations du Jurassique et le socle, recouvertes sur le reste du territoire affleurent également dans le massif ardennais (nord-est de l'Aisne)



LES AQUIFÈRES DE PICARDIE

La craie du Crétacé supérieur

Différents contextes géologiques =
différents comportements
hydrogéologiques

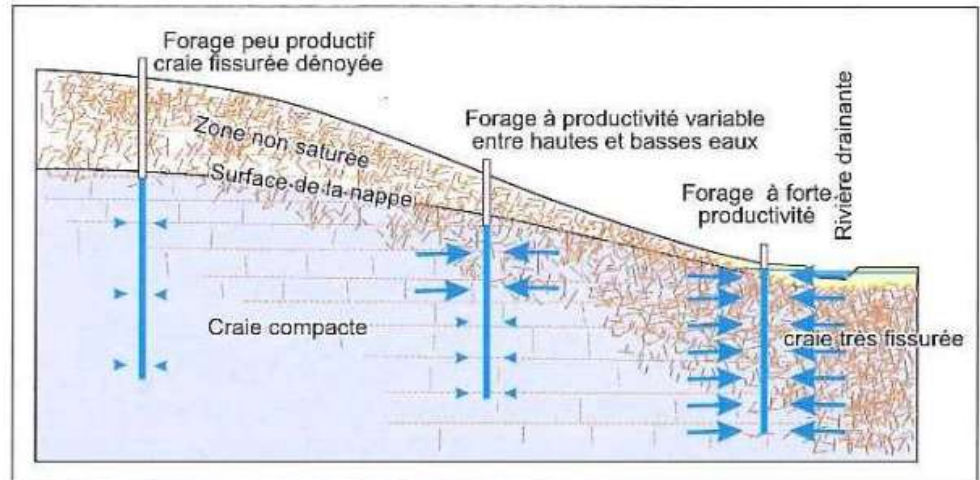
Craie

Libre à l'affleurement ;

Captive sous le tertiaire, sauf en
rive droite de l'Oise, connexion
hydraulique avec les sables du
Thanétien qui forment alors un
aquifère bicouche.

Profondeur de nappe et
productivité variable entre
plateau/vallées (T de 10-4 à 10-1
m²/s)

Variations saisonnière (HE
printemps ; BE automne) et
pluriannuelles (inertie de nappe)

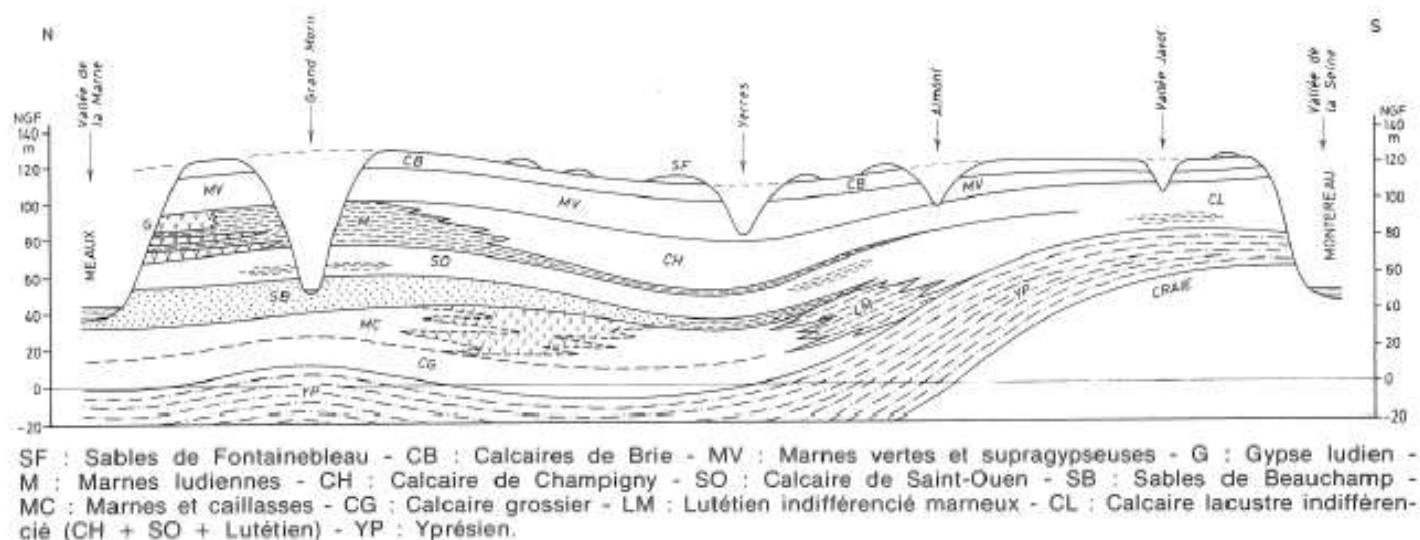


Sénonien		Craie blanche
Turonien	supérieur	Craie à silex cornus
	moyen	Craie marneuse
	inférieur	Marnes argileuses
Cénomaniens		Conglomérats, faciès crayeux à l'ouest et faciès marneux à l'est

CONTEXTE HYDROGÉOLOGIQUE

Hétérogénéités des dépôts dans le Bassin Parisien

- Dans le Bassin Parisien : dépôts discontinus, présentant des variations latérales de faciès, couches biseautées, etc.
- Superposition de formations perméables, semi-perméables et imperméables, constituant des aquifères multi-couches



Source : C. Mégnién, 1970 (p202)

Illustration 6 - Coupe schématique de la Brie selon un profil nord-sud.

CONTEXTE HYDROGÉOLOGIQUE

Pile stratigraphique

- Superposition de nombreuses formations perméables, semi-perméables et imperméables ;
- ➔ Constitutions d'aquifères dits multicouches
- L'absence de formations imperméables les séparant ne permet pas de distinguer hydrauliquement deux couches aquifères (continuité hydraulique, effet de drainance);
- Les systèmes multicouches principaux sont ceux de l'Éocène moyen/inférieur et de l'Éocène supérieur;
- L'Oligocène est également présent dans la Brie (sud de l'Aisne) et dans le Vexin (Oise, sous la forme de butte témoin et nappes perchées)

	Unité lithostratigraphique	Etage	Serie/Epoque	Unité hydrogéologique
Fz	Alluvions : graviers et sables (récentes)	Quaternaire	Holocène	Aquifères alluviaux
Fy	Alluvions : graviers et sables (récentes)		Pléistocène	
LP	Limons des plateaux			
m ₁	Sables de Lozère, Sables de Sologne	Burdigalien	Miocène	
g _{3a}	Calcaire de Beauce	Chattien	Oligocène	Aquifère multi-couche de l'Oligocène
g _{2b}	Sables et grès de Fontainebleau	Stampien		
g _{2a}	Marnes à huîtres	Sannoisien		
g _{1b}	Calcaire de Brie			
g _{1a}	Marnes vertes	Priabonien (Ludien)		
e _{2b}	Marnes supragypseuse, Marnes de Pantin			
e _{2b}	Marnes supragypseuse, Marnes d'Argenteuil			
e _{2a}	Masses et marnes du gypse ou Calcaire de Champigny	Bartonien sup. (Marinésien)	Eocène	Aquifère multi-couche de l'Eocène supérieur
e _{6a}	Calcaires de Saint-Ouen			
e _{6b}	Sables de Beauchamp, Sables d'Auvers			
	Marnes et Caillasses	Lutétien supérieur		
e _{5c}	Calcaire grossier, sables glauconieux (var. latérales)	Lutétien inférieur		Aquifère multi-couche de l'Eocène moyen et inférieur
e _{5b}	Argiles de Laon	Cuisien (Yprésien sup.)		
e ₄	Sables de Cuise			
e _{4d}	Sables du Soissonnais, Sables supérieure			
e _{4c}	Fausse glaises du Vexin	Sparnacien (Yprésien inférieur)		
e _{4b}	Sables d'Auteuil			
e _{4a}	Argile plastique	Thanétien	Paléocène	
e _{3d}	Sables de Bracheux, Grès de Ganne (sommet), marnes de Sinceny, sables du Quesnoy			
e _{2b}	Conglomérat de Meudon	Montien		
e _{2a}	Calcaire pisolithique et marnes de Meudon			
c ₁₋₆	Craie, craie marneuse, etc.	Cénomannien, Turonien et Sénonien (Coniacien à Campanien)	Crétacé sup.	Aquifère de la Craie
n ₆	Argile du gault	Albien	Crétacé inf.	Aquifère multicouche de l'Albien-Néocomien
	Sables verts			
n ₅	Marnes	Aptien		
n ₁₋₄	Argiles, grès, sables	Barrémien Néocomien		

Modifié de Schomburgk et al., 2004

CONTEXTE HYDROGÉOLOGIQUE

Les aquifères alluviaux et littoraux

Littoraux :

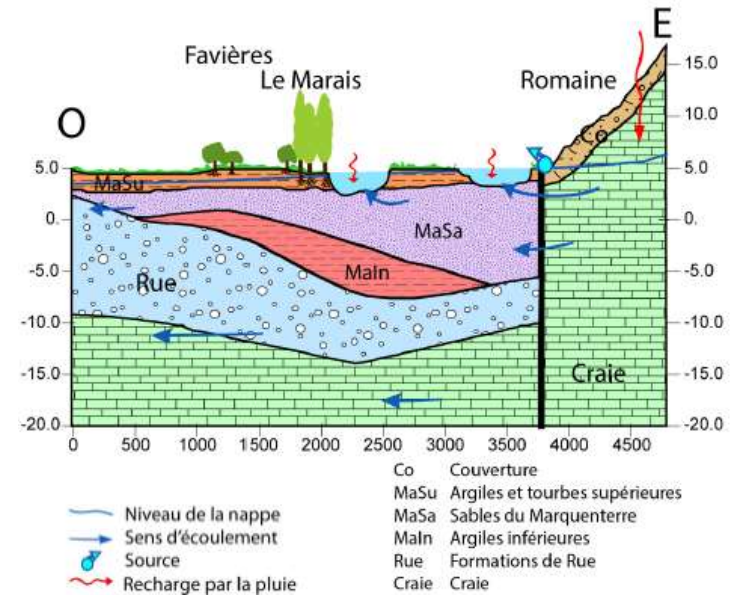
Les formations quaternaires du littoral renferment des nappes plus modestes ;

En lien hydraulique avec l'aquifère de la craie et sous l'influence des marées.

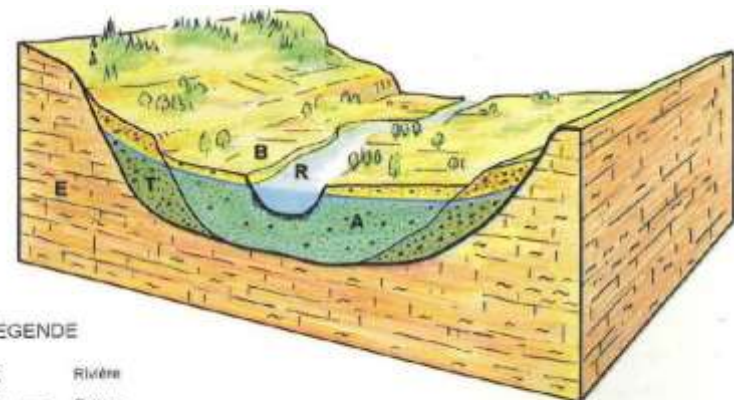
Alluviaux :

Formations quaternaires des vallées alluviales renferment des nappes d'accompagnement des cours d'eau ;

Plus ou moins en connexion hydraulique avec l'aquifère de la lithologie encaissante selon la nature argileuse, sableuse ou tourbeuse des alluvions.



Bault et al., 2017



LEGENDE

- R Rivière
- B Berges
- A Alluvions
- T Terrasses
- E Terrains encaissants

Daum et al., 1997
dans Vernoux et al., 2010

NOTIONS D'HYDROGÉOLOGIE

SUIVI PIÉZOMÉTRIQUE



Géosciences pour une Terre durable

brgm

SUIVI PIÉZOMÉTRIQUE

- Suivi au quotidien par un réseau piézométrique qui suit chaque masse d'eau
- Définit des seuils d'alerte et de crise
- Outil permettant aux préfets de prendre des mesures d'urgence (restriction)



EVOLUTION DES NIVEAUX PIÉZOMÉTRIQUES

Aquifère de la Craie



Aquifère du Lutétien



Toutes les données sont disponibles sur le portail ADES

Point d'eau
BSS000ETER
(00636X0020/P)
PUITS HANGEST-EN-SANTERRE - 80

Code européen
FR00636X0020/P

Nature
Forage

État du point d'eau
Non renseigné

Fonction du point d'eau
Pisométrie (depuis le 17/04/1979)

Usage de l'eau
Pas d'usage (depuis le 05/10/1988)

Basin
Artois-Picardie

Département
Somme (80)

Commune actuelle
Hangest-En-Santerre (80413)

Lieu-dit
Rue D'Anillon Entre les N° 43 et 49

Coordonnées X,Y (Lambert 93)
X : 672070 / Y : 6981508 (m NGF)

Altitude
106 m

Carte topographique au 1/50 000
N° 2543

Renseignements complémentaires
Fiche Info-Terre

Dernière mise à jour
27/02/2022

Measures de niveau d'eau

Historique

10/05/1979 26/01/2021

Uniquement les données validées correctes et en cours de validation

Ajouter un autre pisométrie

BSS000ETER (00636X0020/P) - PUIITS HANGEST-EN-SANTERRE - 80 - Somme (80)

Valeurs journalières

Cote piézométrique (m NGF)

Date

Dernière mesure en temps réel (m NGF)
Le : 01/02/2022 à 09 h Valeur : 73,55

Données issues du Portail national eaux souterraines du SE, ADES

Cote NGF: Profondeur Afficher les points

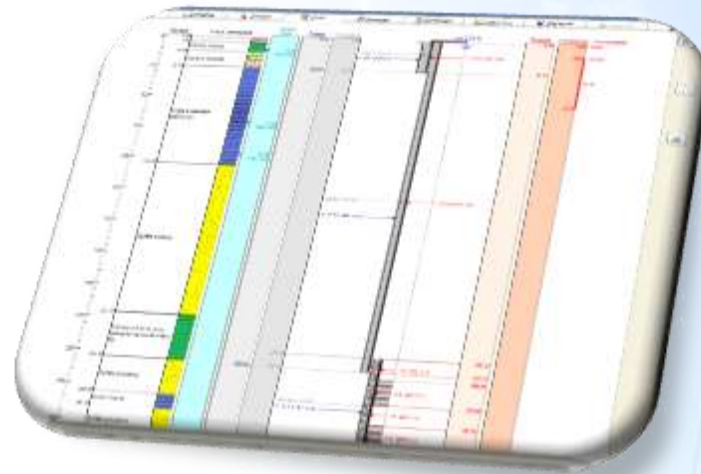
Paramétrage du graphique

Seuils

Afficher le tableau de données

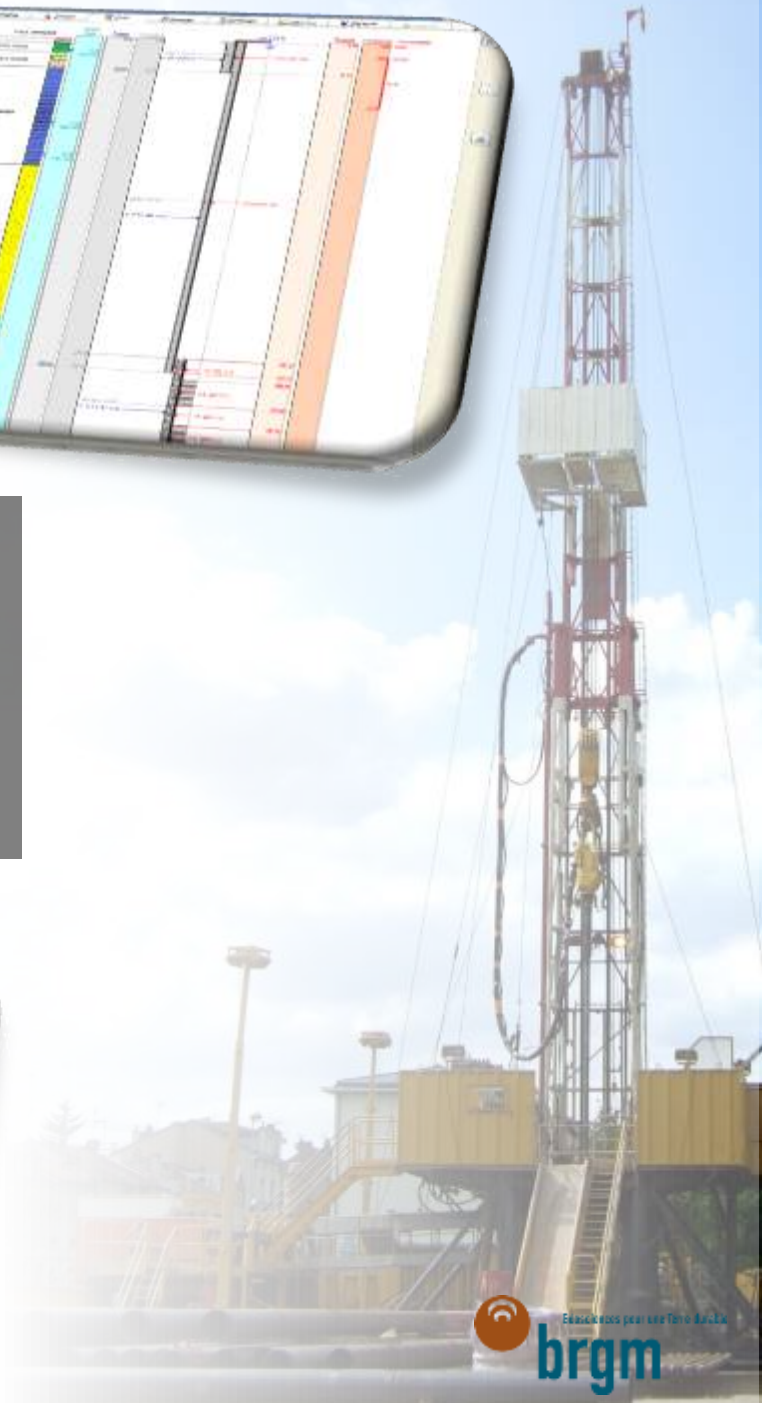
Temps réel

www.ades.eaufrance.fr

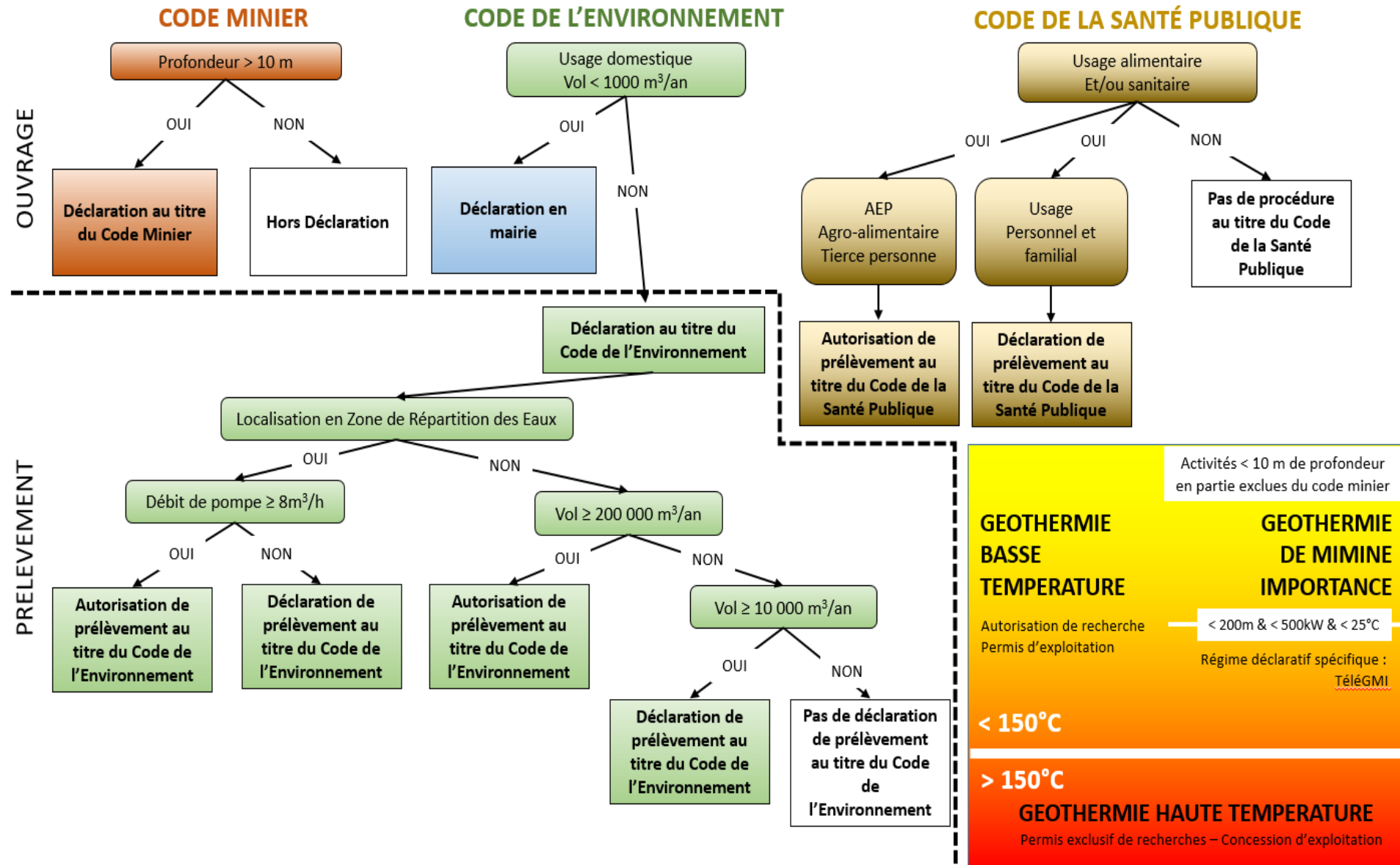


GESTION DES FORAGES

LES BONNES PRATIQUES



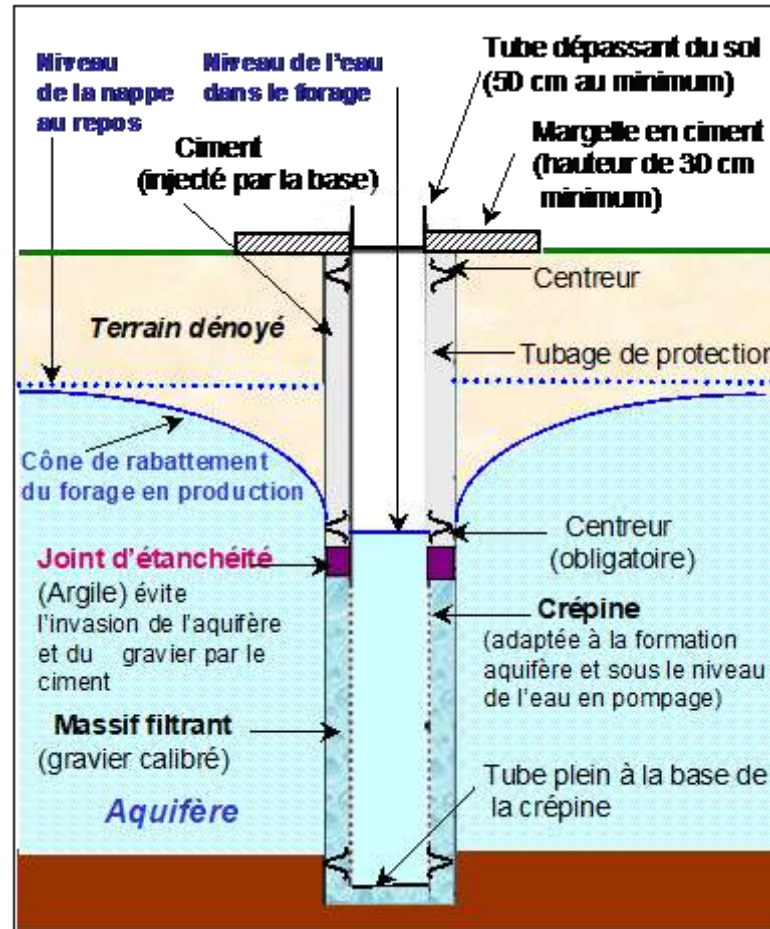
LA REGLEMENTATION



Activités < 10 m de profondeur en partie exclues du code minier

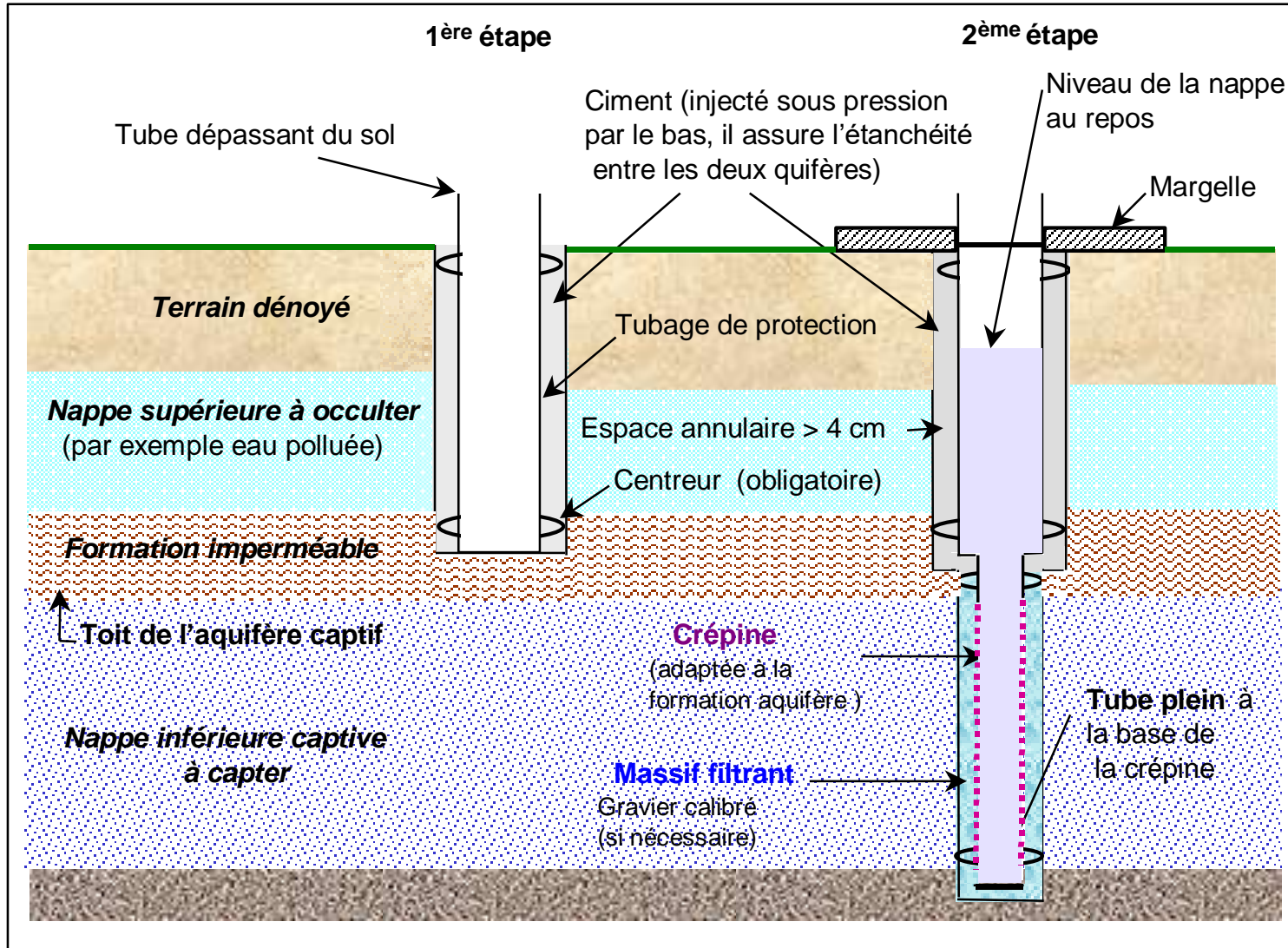
GEOTHERMIE BASSE TEMPERATURE	GEOTHERMIE DE MIMINE IMPORTANCE
Autorisation de recherche Permis d'exploitation	< 200m & < 500kW & < 25°C
< 150°C	Régime déclaratif spécifique : <u>TéléGMI</u>
> 150°C	GEOTHERMIE HAUTE TEMPERATURE
	Permis exclusif de recherches – Concession d'exploitation

FORAGE D'EAU EN NAPPE LIBRE



GUIDE D'APPLICATION DE L'ARRÊTÉ INTERMINISTÉRIEL
DU 11 SEPTEMBRE 2003
RELATIF À LA RUBRIQUE 1.1.0 DE LA NOMENCLATURE EAU
http://www.ecologie.gouv.fr/rubrique.php?id_rubrique=401

FORAGE EN SYSTEME MULTICOUCHE



GUIDE D'APPLICATION DE L'ARRÊTÉ INTERMINISTÉRIEL
DU 11 SEPTEMBRE 2003
RELATIF À LA RUBRIQUE 1.1.0 DE LA NOMENCLATURE EAU
http://www.ecologie.gouv.fr/rubrique.php?id_rubrique=401

ENTRETIEN DES FORAGES

Extrait du guide d'application de l'arr. de 2004 :

Tous les forages doivent être surveillés et entretenus :

- Pour garantir la protection de la ressource en eau souterraine vis-à-vis du risque de pollution par les eaux de surface
- Pour empêcher le mélange des eaux de différents aquifères
- Pour éviter tout gaspillage de l'eau

L'exploitant peut intervenir sur le fonctionnement de son installation. En revanche, il ne peut intervenir sur l'évolution naturelle de la nappe ni sur l'évolution des pompages au voisinage mais il doit pouvoir en tenir compte. Ainsi, l'exploitant devra s'assurer si :

- la ressource diminue, naturellement ou à cause de prélèvements au voisinage, afin de l'intégrer dans la gestion de son installation,
- son forage se maintient en bon état de fonctionnement ou se dégrade avec un risque, dans un premier temps, d'augmentation des charges d'exploitation et, dans un deuxième temps, d'arrêt d'exploitation.



GUIDE D'APPLICATION DE L'ARRÊTÉ INTERMINISTÉRIEL
DU 11 SEPTEMBRE 2003
RELATIF À LA RUBRIQUE 1.1.0 DE LA NOMENCLATURE EAU
http://sigesbre.brgm.fr/IMG/pdf/guide-application_arrete_11-09-03_forage.pdf

ENTRETIEN DES FORAGES

Contrôles réguliers :

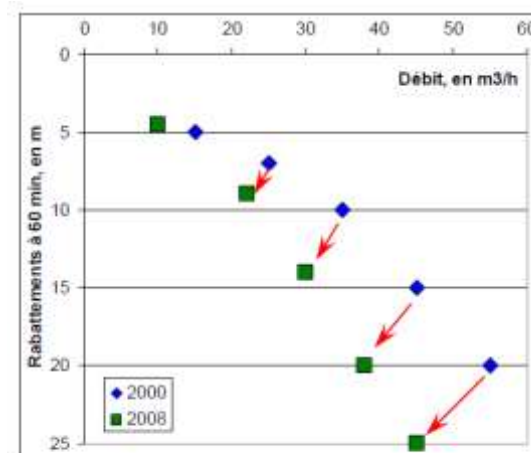
des pertes de charges (dégradation?),

du fond du forage (ensablement?),

*de l'état intérieur du forage
(colmatage/corrosion des crépines?),*

*de l'étanchéité de la tête du forage (infiltration
d'eau de pluie?),*

etc.



Evolution des rabattements entre deux pompages par paliers (2000-2008)



Photo A. Gutierrez

Dépôts sur une pompe



Photo A. Gutierrez

Colonne de refoulement oxydée

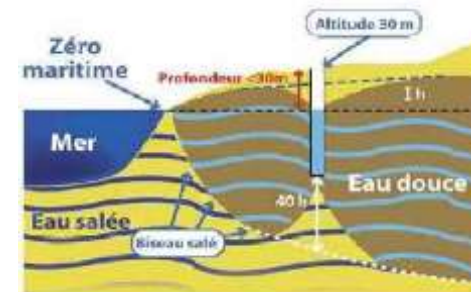
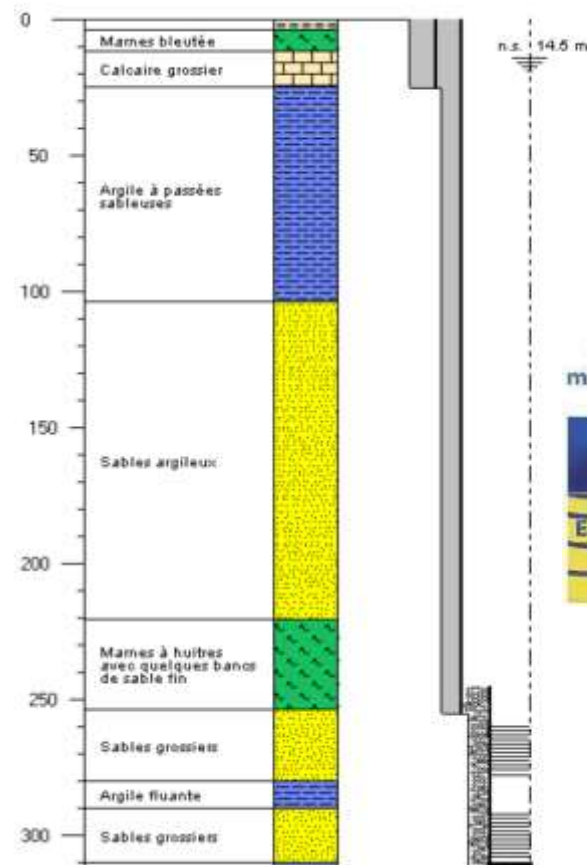
ENTRETIEN DES FORAGES DE PRÉLÈVEMENTS

Entretien de la tête :

- margelle de min. 3m² et 30cm haut. permettant d'évacuer les eaux de pluie et de ruissellement et garantissant la continuité d'étanchéité avec la cimentation annulaire.
- Regard muni d'un couvercle amovible fermé à clé

Suivi piézométrique (Niveau statique / niveau dynamique) : Éviter que le niveau d'eau ne désature les crépines

Suivi qualité selon contexte hydrogéologique et d'exploitation (par ex. surveillance du biseau salé)



F: 311 mm (12*14)
T: 203 mm (8*)

ENTRETIEN DES FORAGES DE PRÉLÈVEMENTS

Passage caméra régulier : vérifier les éventuelles problèmes (colmatage des crépines, corrosion, ensablement, etc.)

Entretien mécanique (brossage, airlift, etc.)



Passage caméra : observation de l'état des crépines et du massif de gravier



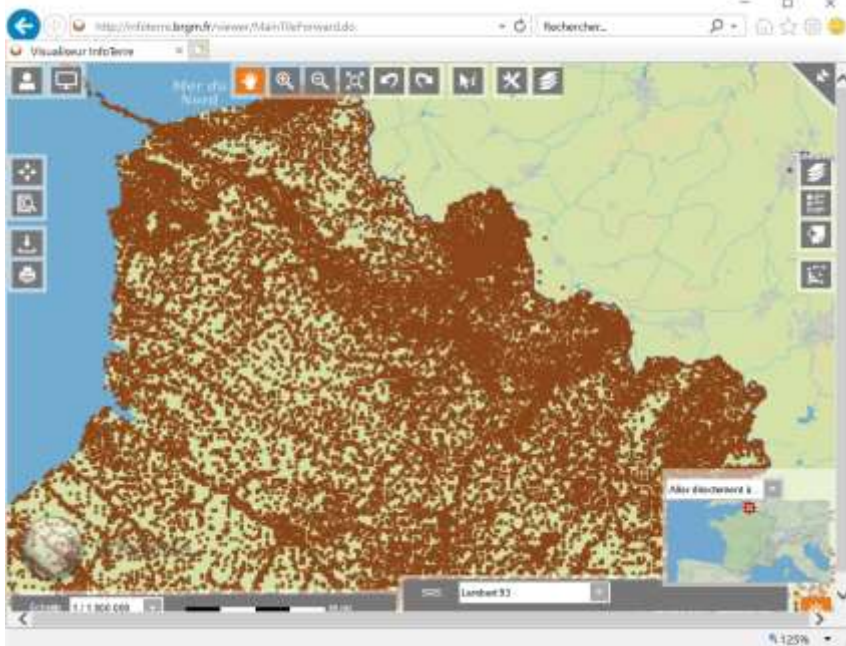
Photo B. Vittecoq

Air-lift : Nettoyage d'un forage

LA BSS : BANQUE DU SOUS-SOL


infoterre.brgm.fr : toutes les informations sur les ouvrages du sous-sol (puits, forage, sources, sondages, etc.)

Mise à jour : les rapports de fin de travaux (forage, maintenance, diagnostic, comblement) peuvent être envoyés à bss.hdf@brgm.fr

A screenshot of the 'InfoTerre Fiche Données' web page. The page has a header with the 'InfoTerre' logo and the 'Dossier du sous-sol' title. The main content area displays the following information:

- Identifiant national de l'ouvrage:** BSS000CADX
- Ancien code:** 0020A0127/F0
- Localisation:** (indicated by a red dot on a map)
- Departement:** NORD (59) - SO/NPC

On the right side, there is a 'Localisation' section with a list of links: 'Description technique', 'Document(s) nominatif(s)', 'Log géologique', and 'Fiche BSS Eau'. A database icon is also visible on the right.



GESTION DES RESSOURCES EN EAU

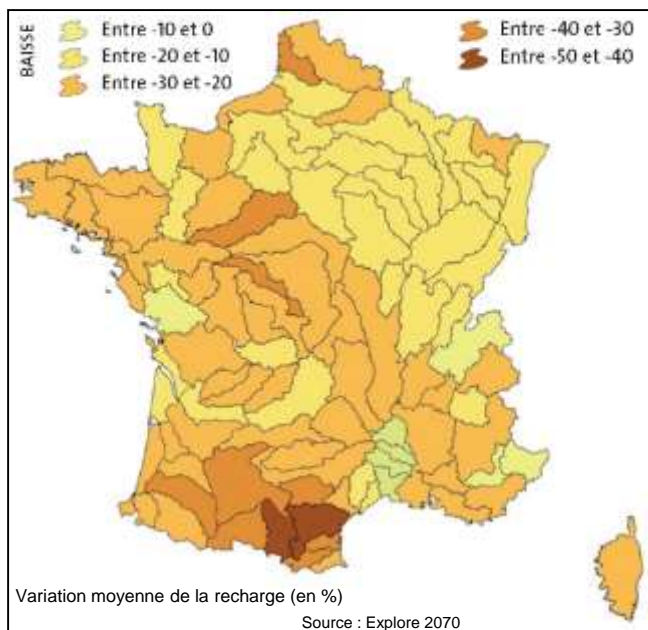
QUELLES PERSPECTIVES ?

CHANGEMENT CLIMATIQUE

Quelles conséquences ?

Sur la recharge des nappes

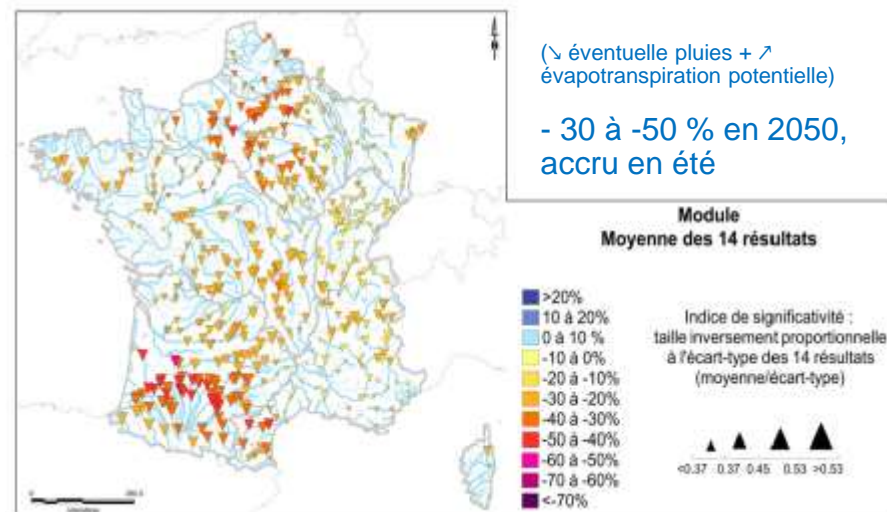
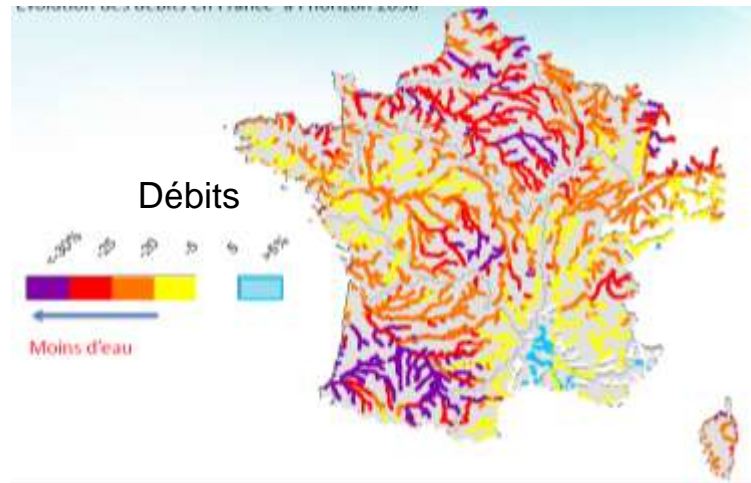
- **Baisse** moyenne de la recharge en France : de 10 à 25%
- départements du Nord et du Pas-de-Calais : -20 à -40%



La diminution des précipitations et l'augmentation de l'évapotranspiration devraient conduire à une baisse significative de la recharge des nappes.

(peut entraîner des baisses de niveau de nappe pouvant approcher 10 m)

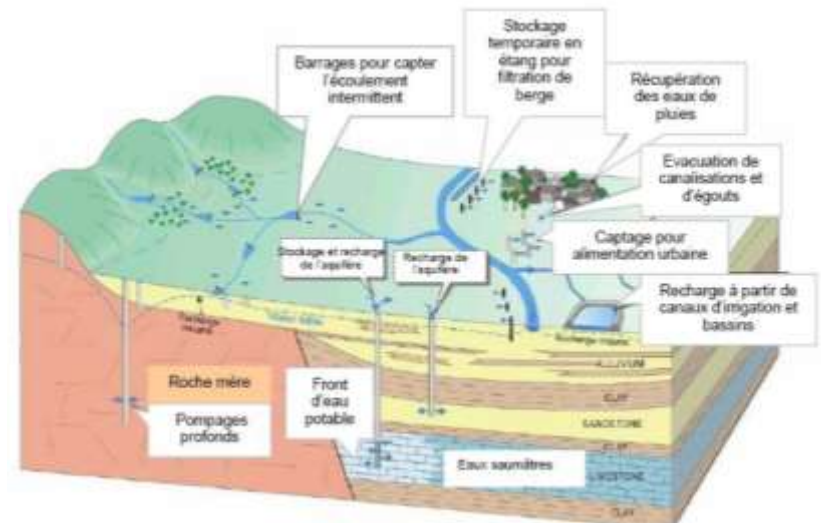
Sur le débit des cours d'eau



Des eaux conventionnelles ou non conventionnelles

Nombreuses ressources en eaux :

- Eaux du réseaux de distribution (eau potable)
- Eaux de surface
- Eaux souterraine des nappes libres
- Eaux souterraines des nappes profondes
- Récupération des eaux pluviales
- Récupération des eaux usées traitées
- Autres eaux « non-conventionnelles »
- Etc.



D'après Gale et al., 2002 ; modifié de Pettenati, 2007

Objectifs:

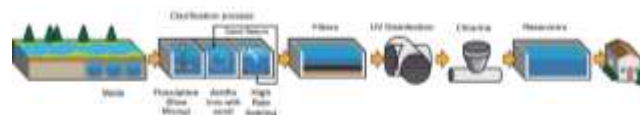
- réduire la consommation énergétique et des produits chimiques en adaptant la ressource et le traitement des eaux à l'usage
- Assurer une *pérennité* d'approvisionnement en diversifiant ces ressources
- *S'adapter* aux évolutions futurs (changement climatique, conflits d'usage)

Cadre opérationnel des réflexions en « ReUSE »

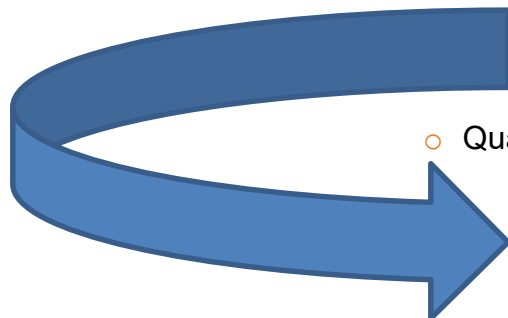
- Quel type d'eau récupérée
 - Eaux usées
 - Eaux pluviales
 - Eaux de surface



- Quelle qualité initiale (NO₃⁻, PO₄...)

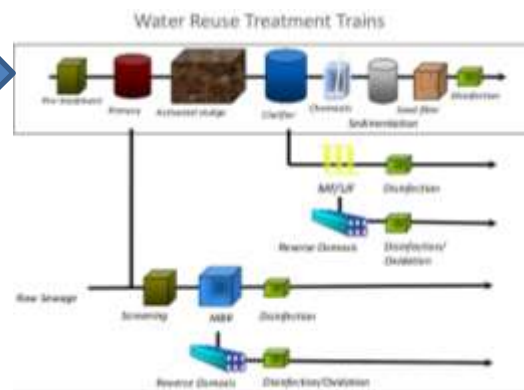


- Pour quel usages:
 - Industriel
 - Urbain
 - Irrigation espaces verts
 - Agricole
 - Eau potable



Chaîne de traitement à adapter

- Qualité d'eau requise stockage / reuse directe



- Quels sont les volumes considérés ?
- Où se situent les source d'eau et les usages ?
- Evaluation des coûts



MERCI DE VOTRE ATTENTION





SUPLÉMENTS



Contexte hydrologique et géologique général

- Succession de couches perméables, semi-perméables et imperméables, des plus anciennes (plus profondes) au plus récentes (superficielles) :
 - Craie – Séno-Turonien
 - Sables de Bracheux - Thanétien
 - Argiles du Sparnacien - Yprésien inférieur
 - Sables de Cuise - Yprésien supérieur (vallée de la Nonette, en aval de Courteuil)
 - Argiles de Laon (2-3 m) - Yprésien supérieur
 - Calcaires – Lutétien inférieur (plateaux)
 - Marnes et caillasses – Lutétien supérieur (amont Nonette et Launette et buttes nord)
 - Sables d’Auvers – Bartonien inférieur (amont Nonette et Launette et buttes nord)
 - Argiles de Villeneuve-sur-Verberie – Bartonien inférieur (buttes nord – Mont Pagnotte)
 - Sables de Beauchamp – Bartonien inférieur (amont Nonette et Launette et buttes nord)
 - Calcaires de Saint-Ouen et sables du Marinésien - Bartonien moyen et supérieur (buttes nord et sud)
 - Marnes, calcaires et masses du gypse du Ludien – Priabonien (buttes nord et sud)
 - Argile, caillasses et calcaires du Stampien inférieur - Rupélien (buttes nord)
 - Sables de Fontainebleau du Stampien supérieur - Rupélien (buttes nord)
 - Meulière de Montmorency du Stampien supérieur - Rupélien (Mont Pagnotte)
- Alluvions récentes (tourbeuses) et anciennes (graveleuses)

CONTEXTE HYDROGÉOLOGIQUE

Les aquifères profonds : l'Albien-Néocomien

Captive, voire artésienne / eaux fortement minéralisées

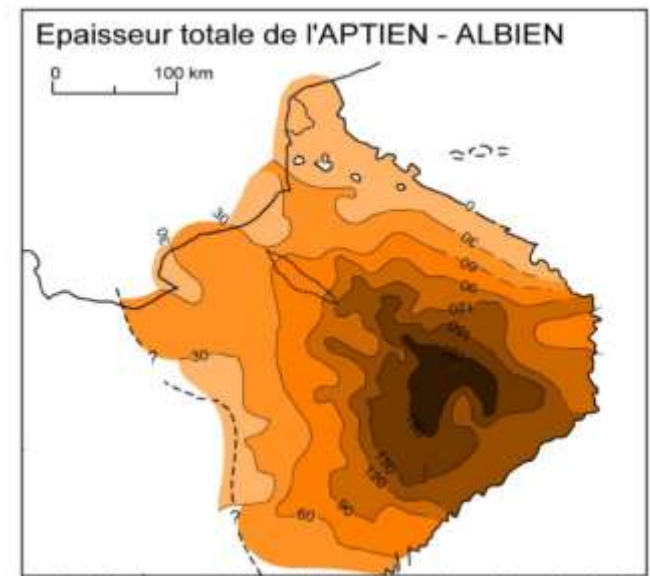
Recharge par les affleurements : **55%**

Recharge par drainance ascendante depuis le Néocomien : **7%**

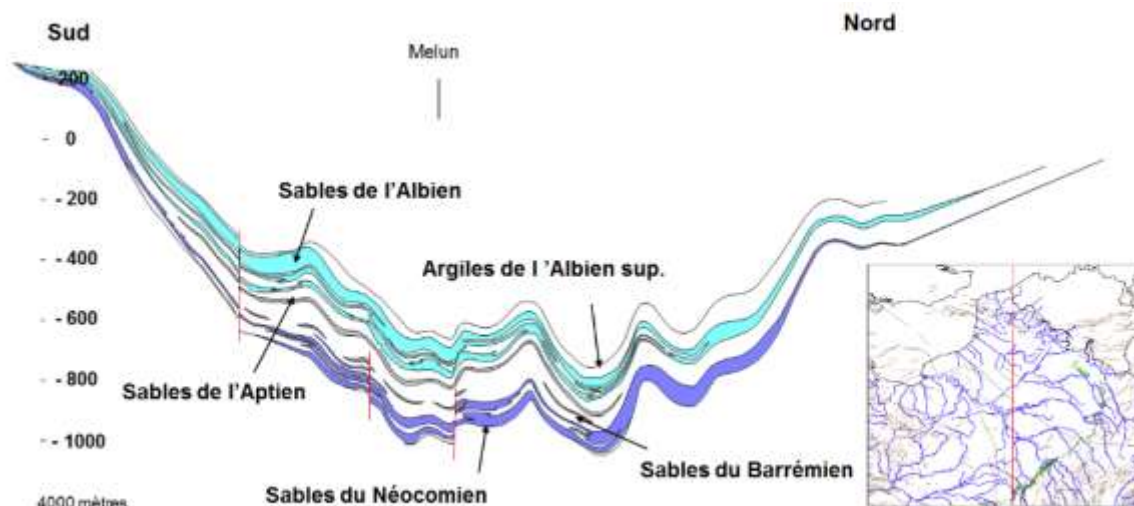
Recharge par drainance ascendante depuis le Tithonien : **7%**

Recharge par drainance descendante depuis la craie : **31%**

Seguin et al. (2015)



Mégrien (Ed.) 1980



Vernoux et al. (1997)

Coûpe géologique nord-sud. Source : BRGM R39702 - Vernoux, 1997

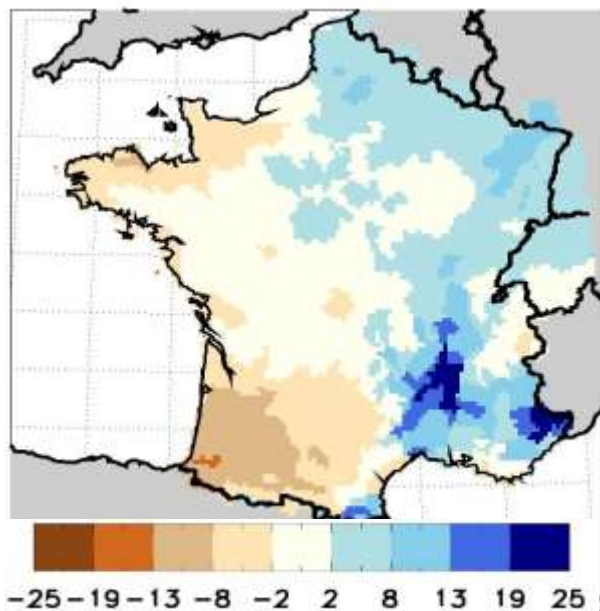
Peu de points d'observation dans l'Oise/l'Aisne ; Essentiellement exploité en Ile-de-France (Eau, Géothermie) ;

La surexploitation a conduit à la mise en place de l'arrêté 2003-248 du 21 février 2003 pour la protection de la « Ressource stratégique à l'Albien » (classement ZRE en 2004)

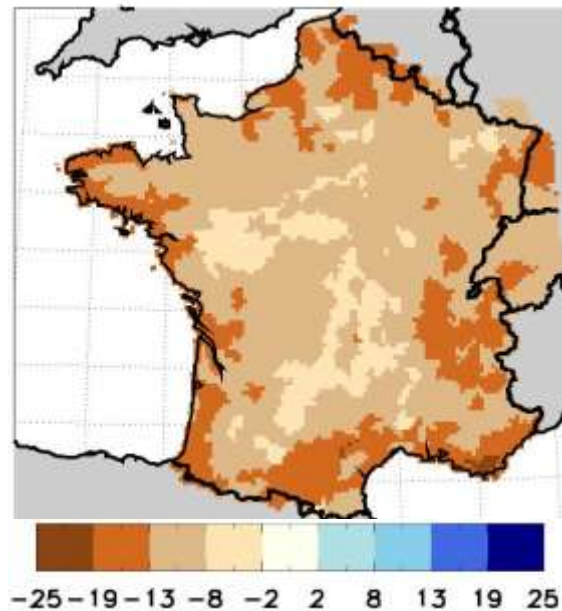
Précipitations :

Evolution des précipitations moyennes (en %) à horizon 2046 et 2065
14 scénarios (A1B du GIEC AR4 + méthode des régimes de temps - Changement relatif multi-modèle)

HIVER
(DJF)



ETE & AUTOMNE
(JJASON)

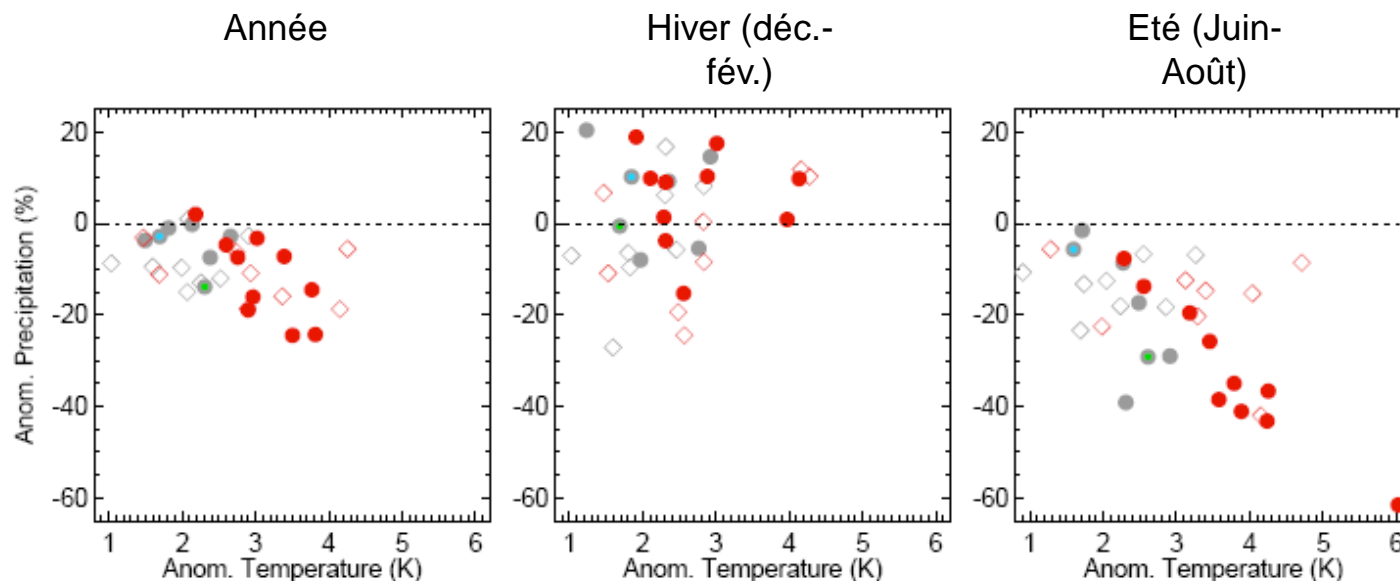


Source : J. Boé

Température de l'air, précipitations :

Changements de température et précipitation

18 scénarios *Milieu de siècle* et *Fin de siècle*



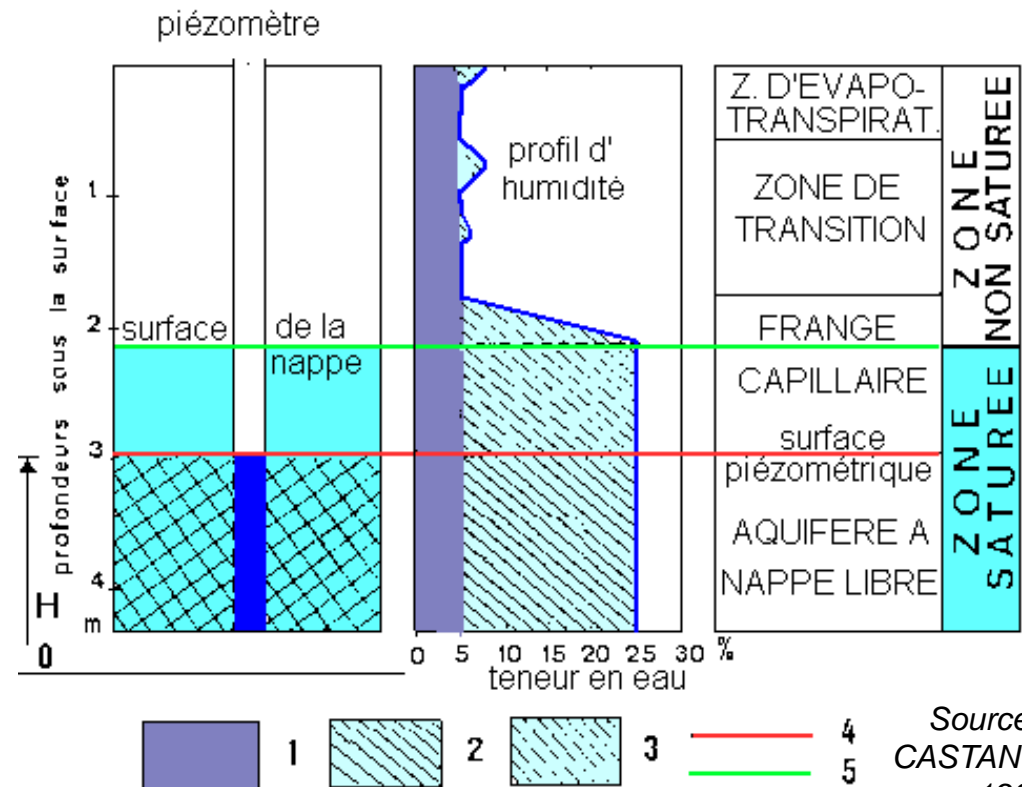
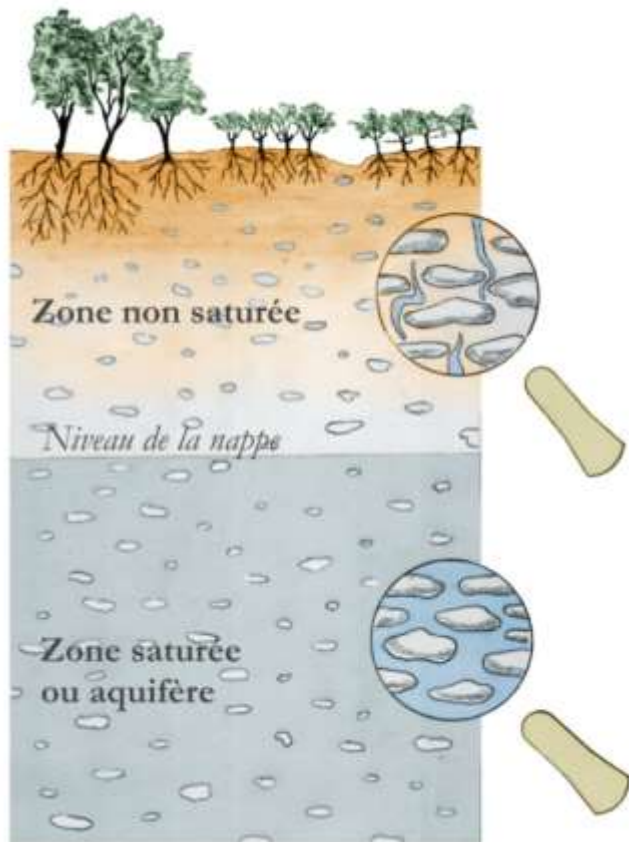
En moyenne sur tous les scénarios :

- Précipitations : -6% en milieu de siècle ; -12% en fin de siècle
- Evapotranspiration potentielle : + 16% en milieu de siècle ; + 23 % en fin de siècle

Mais augmentation fréquences de fortes pluies

La Zone Non-Saturée (ZNS)

- > Définition de la ZNS = là où les pores sont occupés par de l'eau et de l'air
- > Transfert dans la ZNS : la perméabilité augmente avec la teneur en eau
- > L'eau dans la ZNS : **eau liée** (ou eau de rétention) ET **eau libre**



Source :
CASTANY,
1967

ZNS Crayeuse : écoulement rapide

- Exemple d'analyse de corrélation pluviométrie – piézométrie (Pinault et al., 2006 ; BRGM/RP-54999-FR) :

Bois-lès-Pargny (02) – Craie

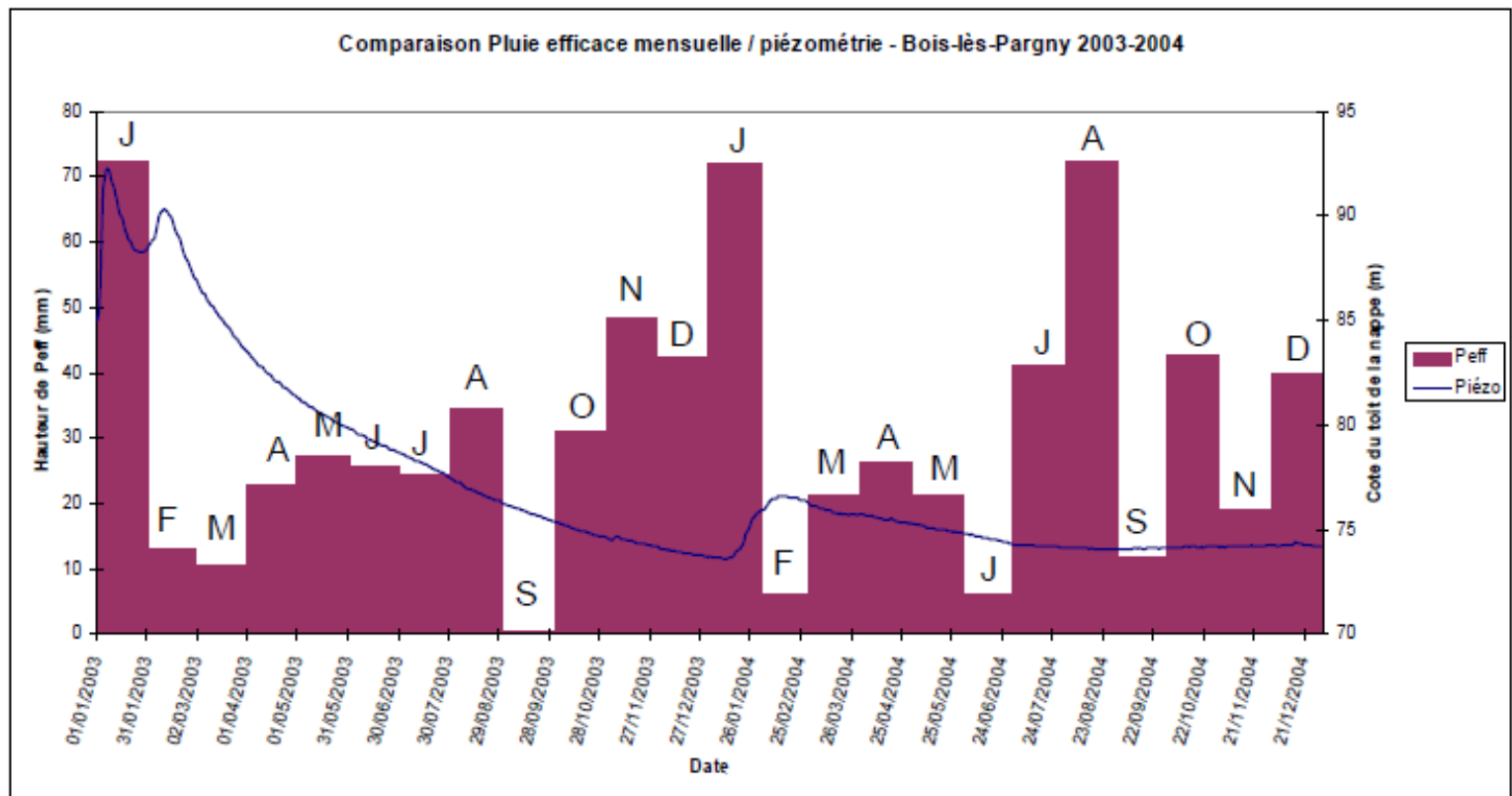


Figure 3 : comparaison de la pluie efficace mensuelle et de la piézométrie à Bois-lès-Pargny (2003-2004).

SUIVI DE LA SÉCHERESSE

Développement

MétéEAU Nappes

PRÉVISIONS (m NGF)

LÉGENDE



SEUILS

