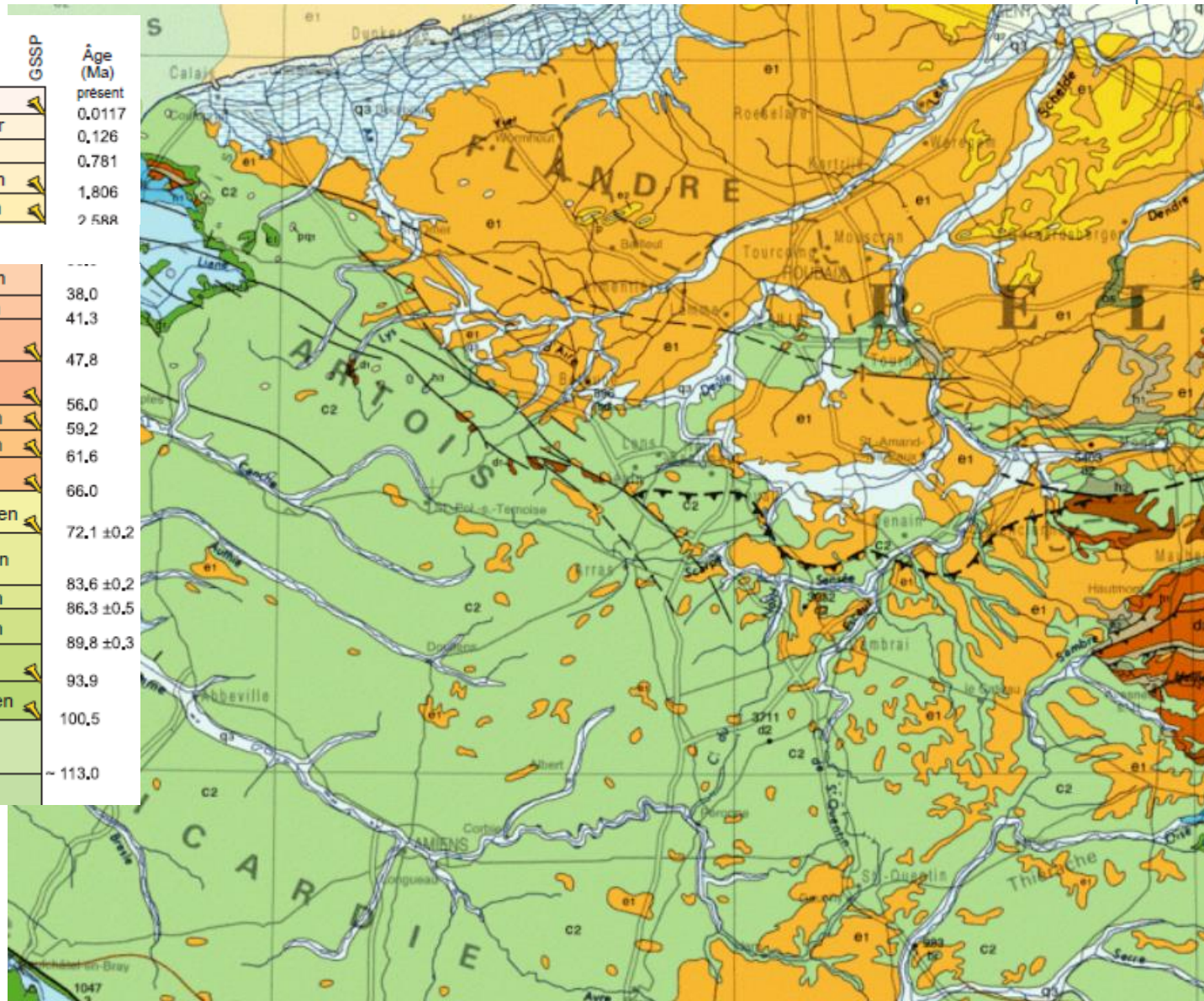


CONTEXTE HYDROGÉOLOGIQUE ET ÉTAT QUANTITATIF DES NAPPES

Marc Parmentier, hydrogéologue/géochimiste

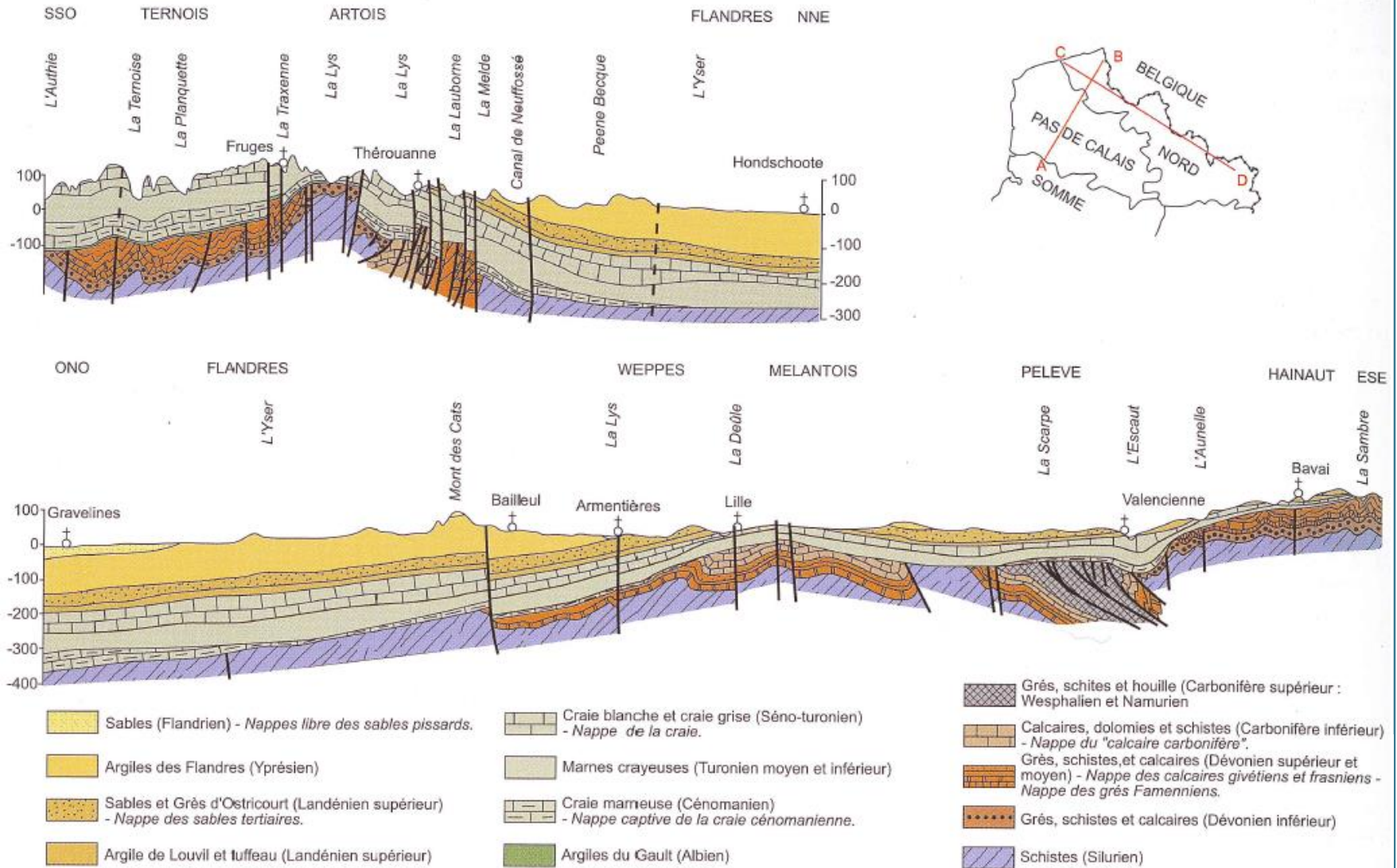
Contexte géologique

Éon	Ère	Système	Série	Étage	GSSP	Âge (Ma)	
Quaternaire		Holocène				présent	
						0,0117	
		Pléistocène				Supérieur	0,126
						Moyen	0,781
						Calabrien	1,806
			Gélasien	2 588			
...							
Phanérozoïque	Paléogène	Éocène				Priabonien	---
						Bartonien	38,0
						Lutétien	41,3
						Yprésien	47,8
						Thanétien	56,0
		Paléocène			Sélandien	59,2	
					Danien	61,6	
					Maastrichtien	66,0	
			Supérieur			Campanien	72,1 ± 0,2
						Santonien	83,6 ± 0,2
		Coniacien		86,3 ± 0,5			
		Turonien		89,8 ± 0,3			
		Cénomaniens		93,9			
Mésozoïque	Crétacé				Albien	100,5	
					Antien	~ 113,0	



Carte géologique
au 1:1 000 000ème

Contexte géologique

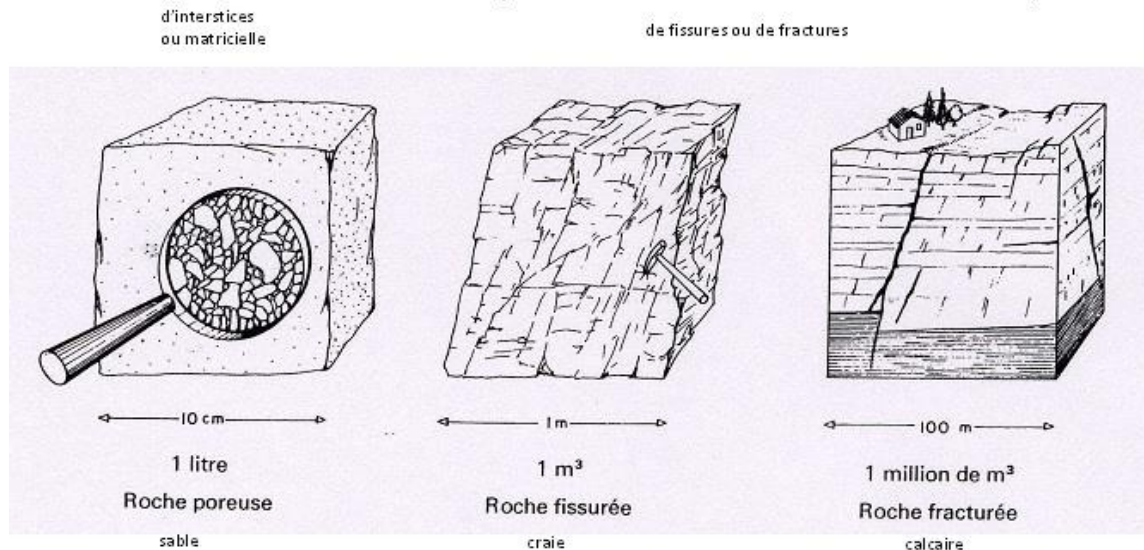


FONCTIONNEMENT HYDROGÉOLOGIQUE

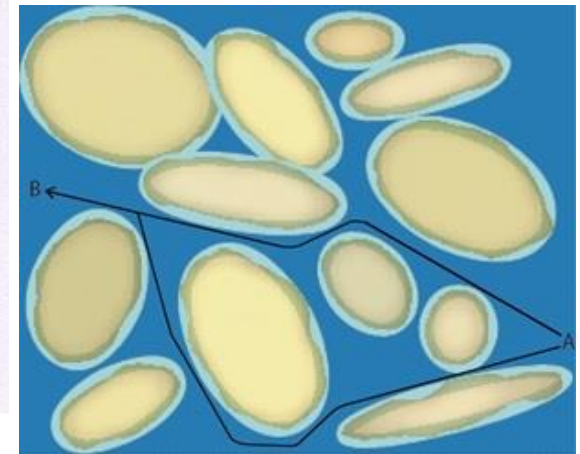


Les nappes (aquifères), qu'est-ce que c'est ?

- > Eau stockée dans la porosité des roches
- > **Caractéristiques des nappes** (i.e. capacité à se remplir, à laisser circuler l'eau, etc.) dépend :
 - Des caractéristiques intrinsèques :
 - type de porosité
 - fracturation
 - lithologie
 - Des flux entrants vs sortants
- > Une nappe dans la Craie :
 - > **Grande porosité** = 30 à 40% soit 300 - 400 L d'eau / m³
 - > La Craie est **perméable** grâce aux **réseaux de fractures**
 - > Craie à **double porosité**
 - Grande porosité matricielle, peu perméable
 - Faible porosité de fissure, très perméable



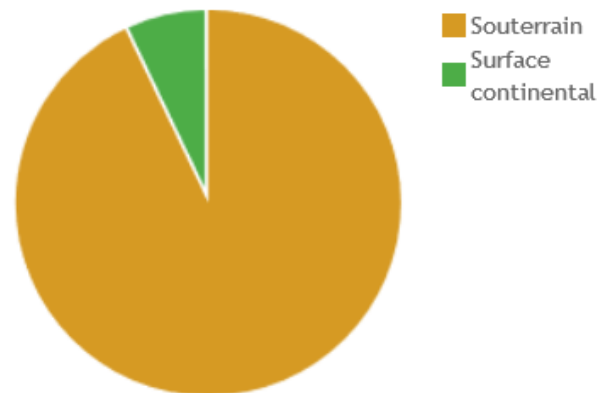
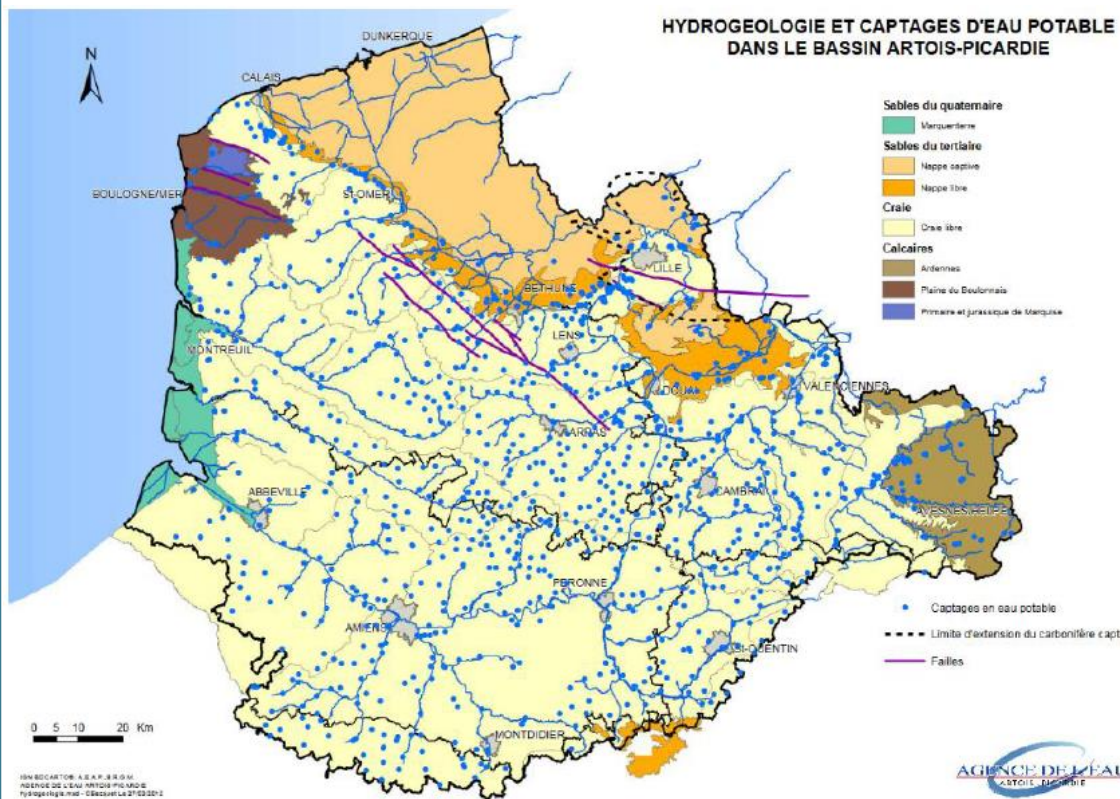
$$porosité = \frac{V_{vides}}{V_{total}}$$



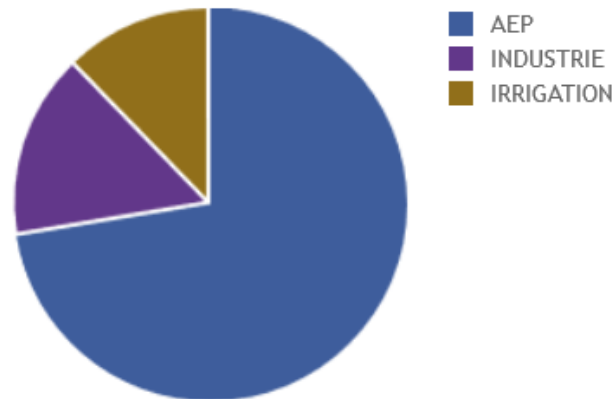
La ressource en eau souterraine

> En Hauts-de-France, la nappe de la Craie est:

- la principale ressource en eau souterraine
- la principale origine de l'alimentation en eau potable



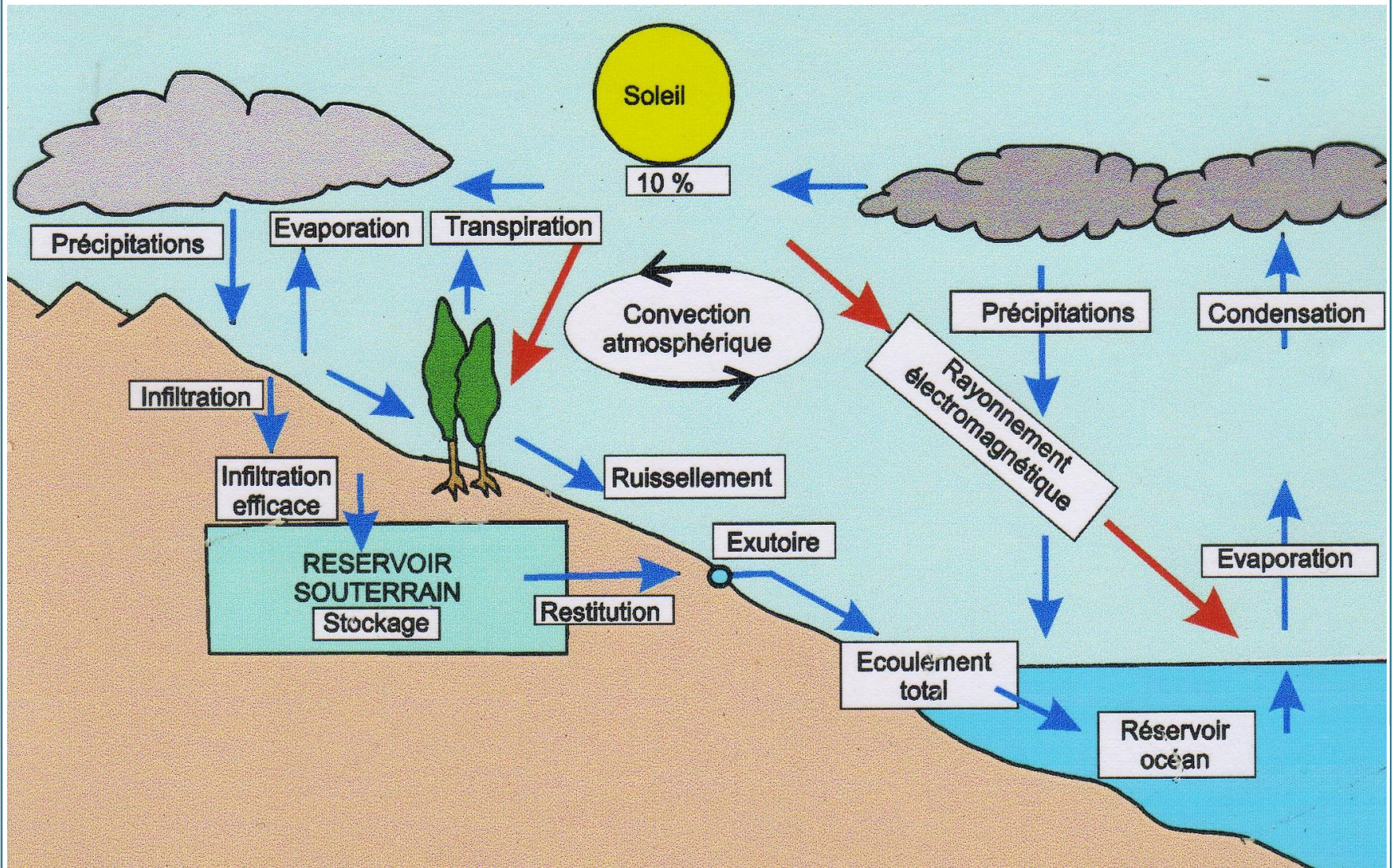
Origines des ~400millions m³
d'eau destinés à l'AEP en 2017 en
région Hauts-de-France.



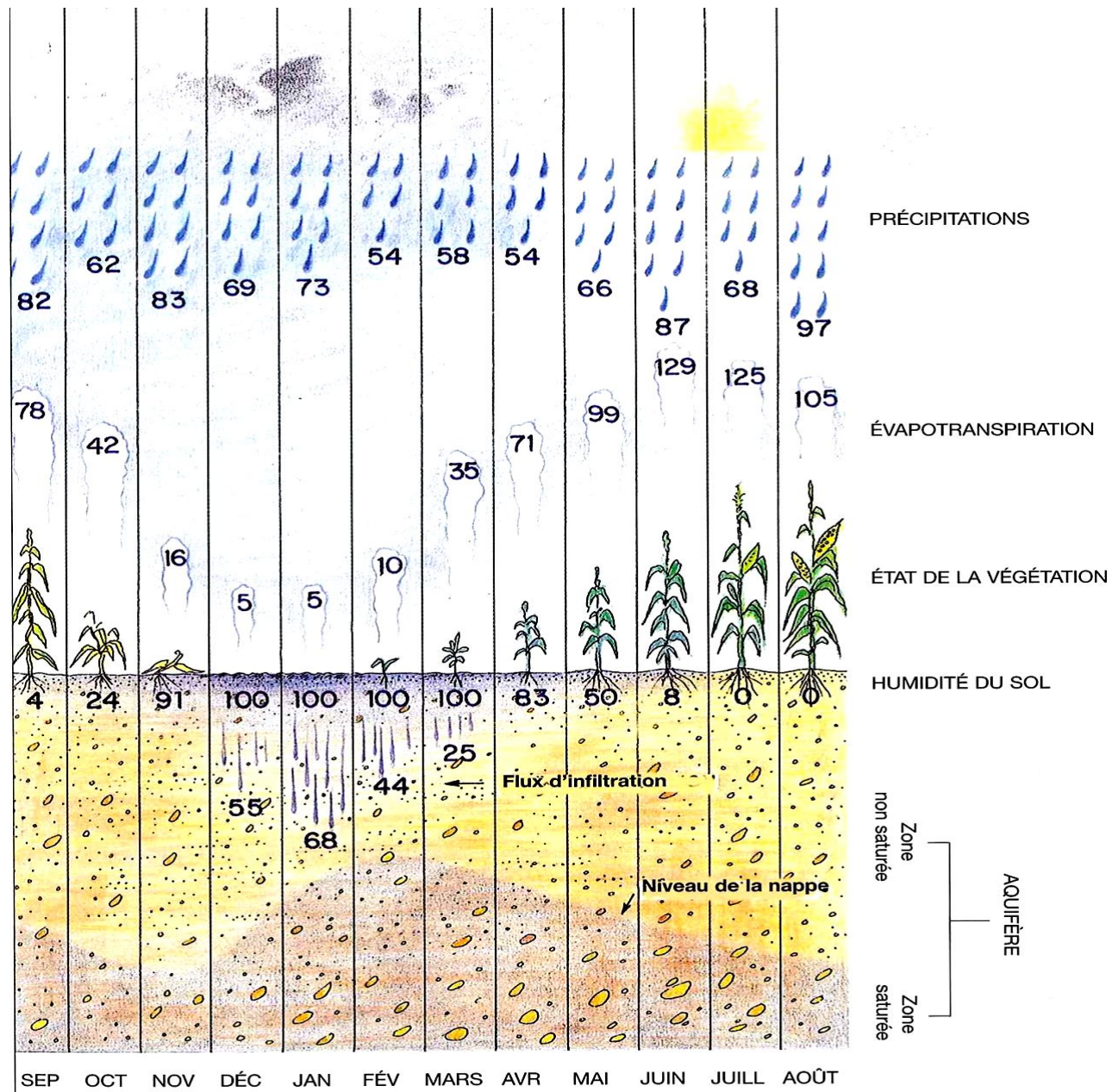
Usage des ~500millions m³ d'eau
souterraine prélevées en 2017 en
région Hauts-de-France,

(source : bnpe.eaufrance.fr)

Fonctionnement hydrogéologique

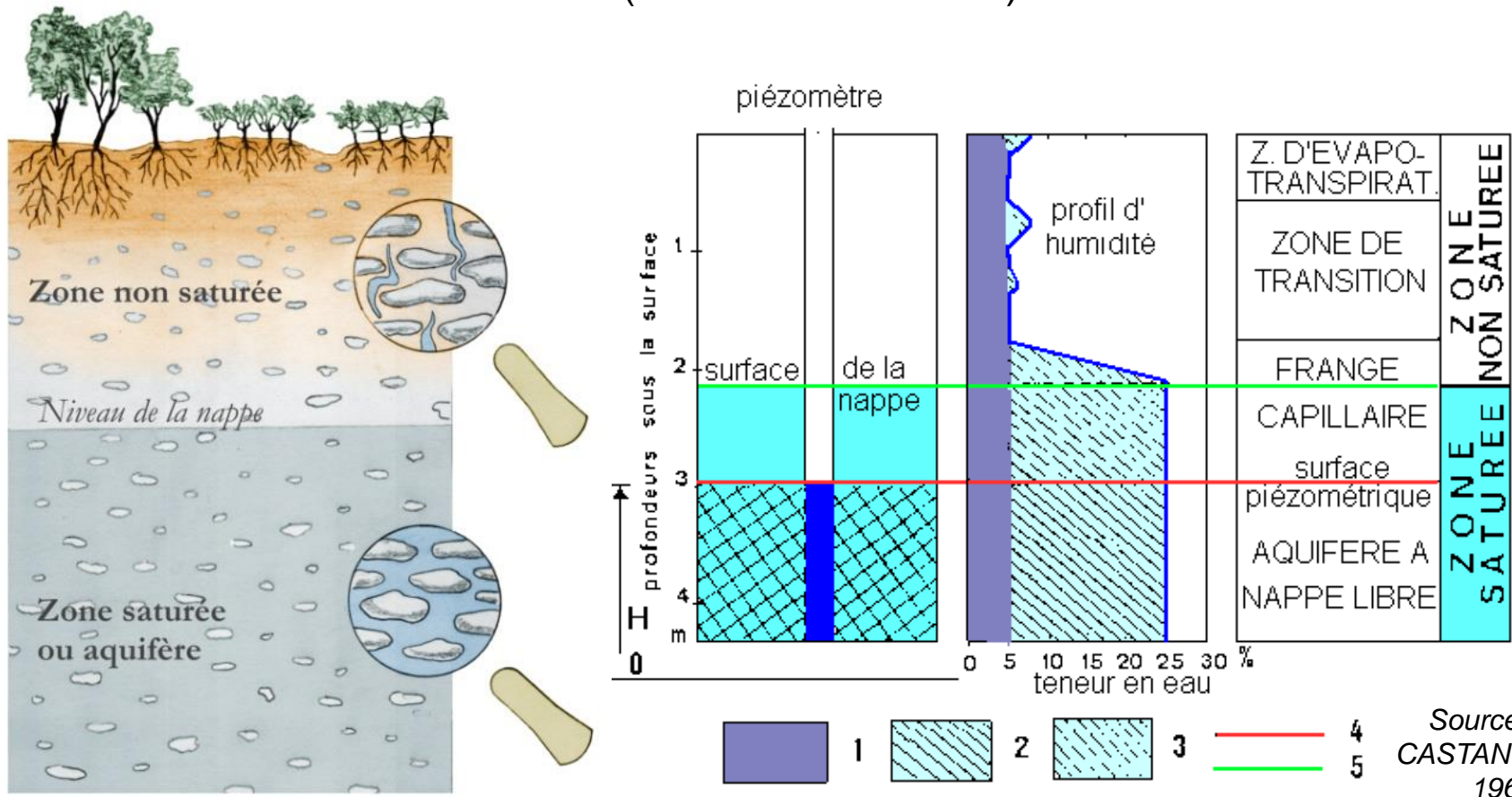


La recharge



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

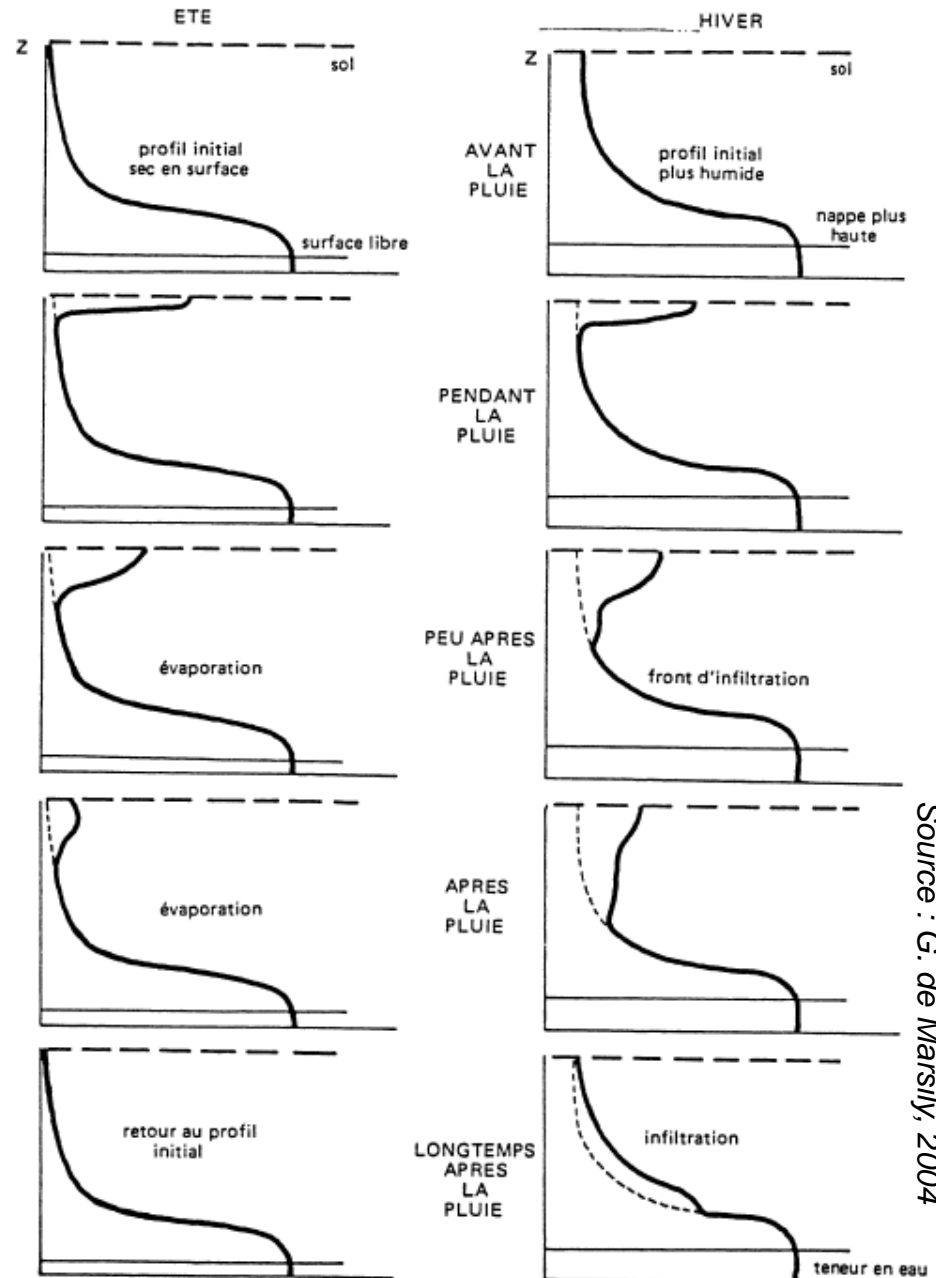
Temps de transfert de l'eau dans la zone non-saturée (ZNS) crayeuse :

- > **Rapide** ($\sim 1\text{m/j}$) pour l'eau libre dans la porosité de fissures, *i.e.* lorsque la nappe se recharge

D'après les corrélations entre pluviométrie et niveau piézométrique

- > **Lent** ($\sim 1\text{m/an}$) pour l'eau liée dans la porosité matricielle

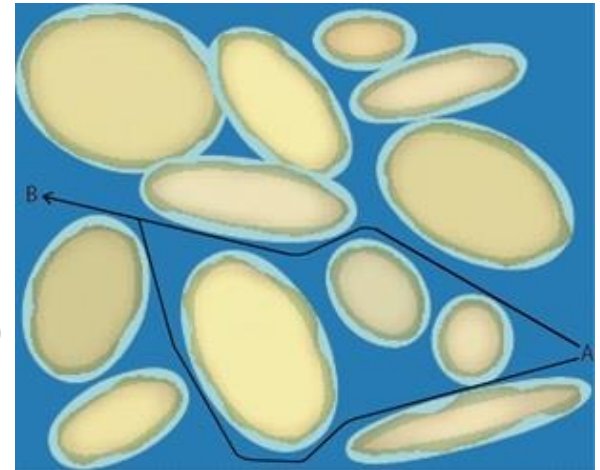
D'après les profils chimiques (NO_3 , tritium) de l'eau piégée dans les extraits solides de sondage



Porosité - perméabilité

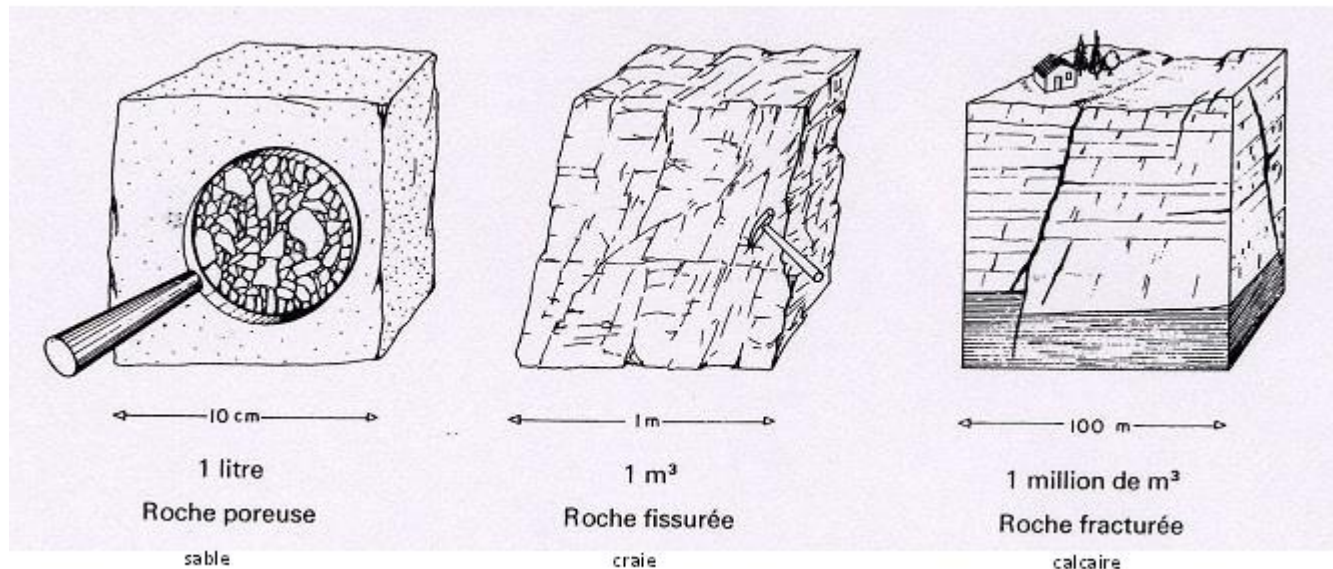
V
porosité
to

- > Porosité de la craie = 30 - 40%
- > Craie = milieu à double porosité/perméabilité
 - Grande porosité matricielle (écoulement lent)
 - Faible porosité de fissure (écoulement rapide)



d'interstices
ou matricielle

de fissures ou de fractures



Géosciences pour une Terre durable

brgm

Fonctionnement hydrogéologique saisonnier

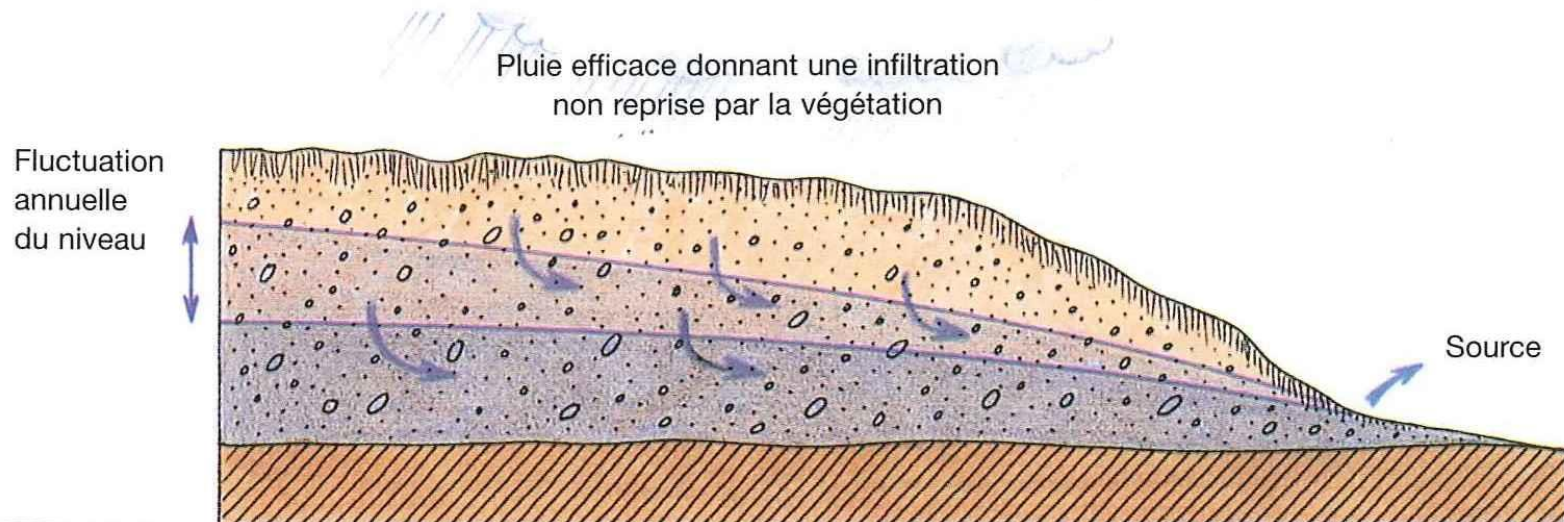
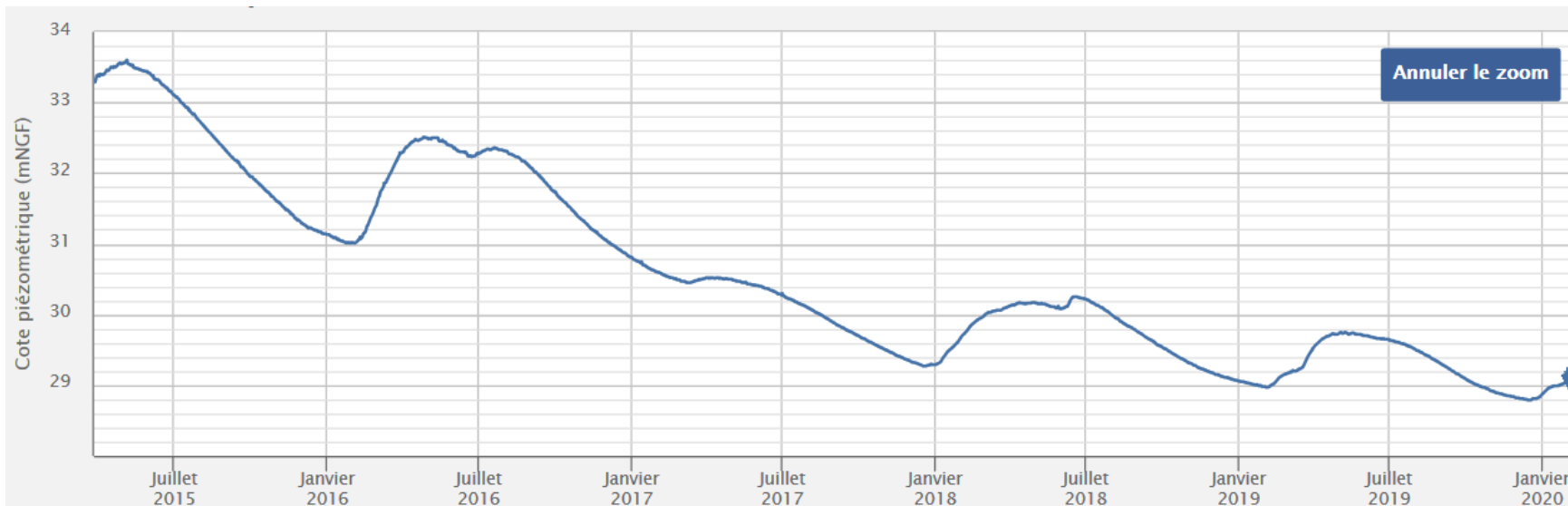


Figure 8 : La recharge par les pluies provoque la remontée des niveaux (A) et l'augmentation saisonnière du débit des sources (B).

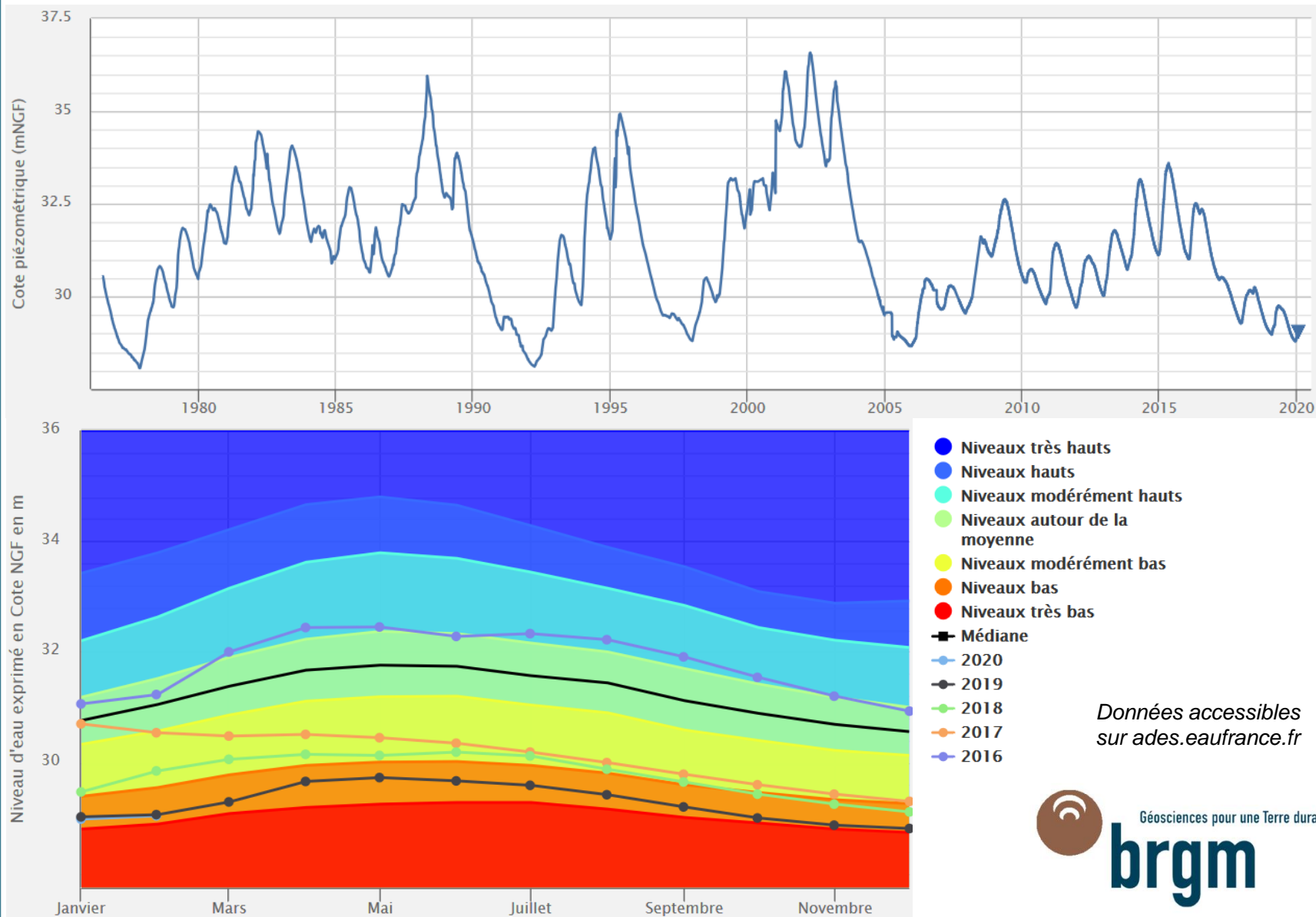


ETAT DES NAPPES
SUIVI PIÉZOMÉTRIQUE

Piézométrie à Rombies (Craie de l'Escaut)



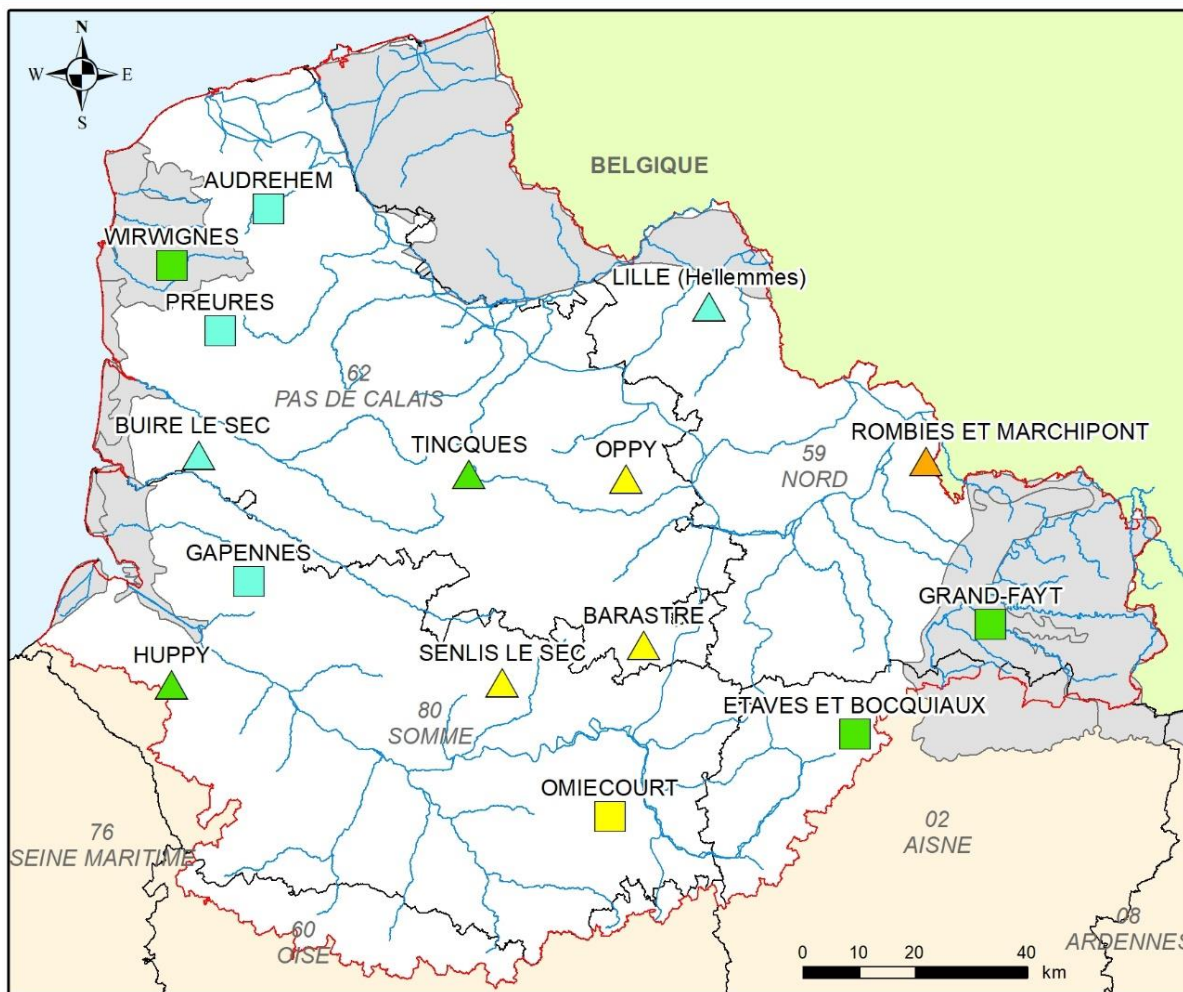
Piézométrie à Rombies (Craie de l'Escaut)



Bulletin de situation hydrologique - janvier 2020

NAPPES

BSH Artois-Picardie Janvier 2020



Du 1er au 31 janvier 2020

Niveau des nappes :

- très haut
- haut
- modérément haut
- autour de la moyenne
- modérément bas
- bas
- très bas
- non calculé (données insuffisantes)

Evolution récente :

- ▲ en hausse
- stable
- ▼ en baisse

Méthodologie :

Le niveau des nappes est caractérisé par l'IPS (Indicateur Piézométrique Standardisé, RP-64147-FR) qui peut être analysé comme une fréquence de retour du niveau mensuel moyen observé de la station, réparti en sept classes, du plus sec (en rouge) au plus humide (en bleu foncé).



Source des données : Banque ADES³
Fonds cartographiques : IGN© - BD CARTO



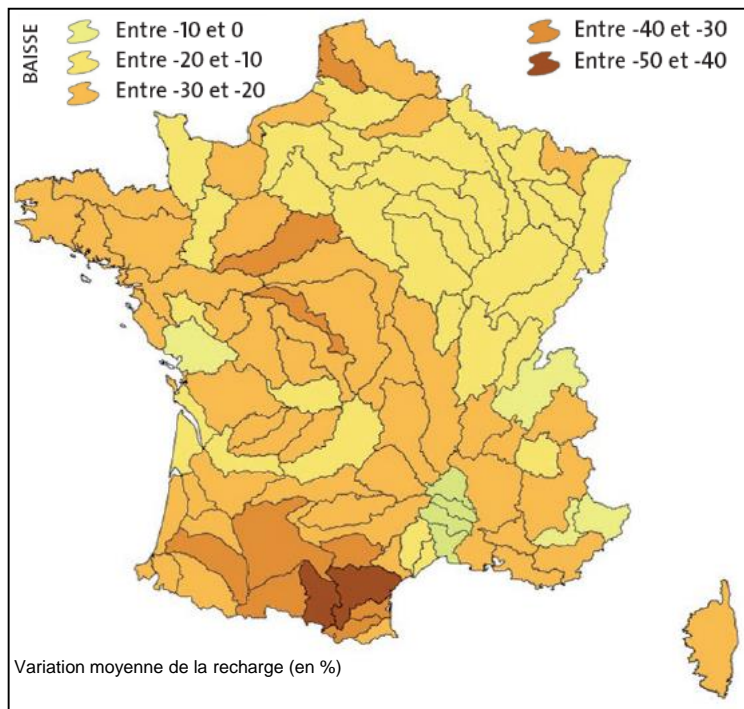
GESTION DE LA RESSOURCE

Quelles perspectives ?

Impact du changement climatique

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%

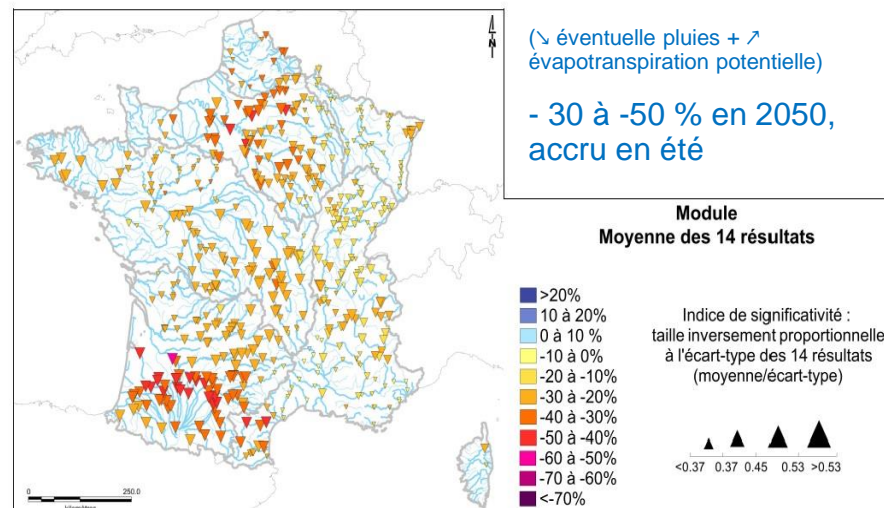
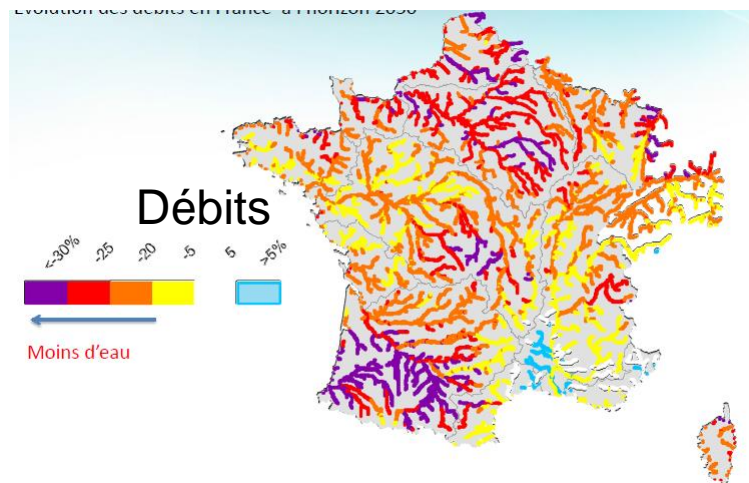


Source : Explore 2070

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

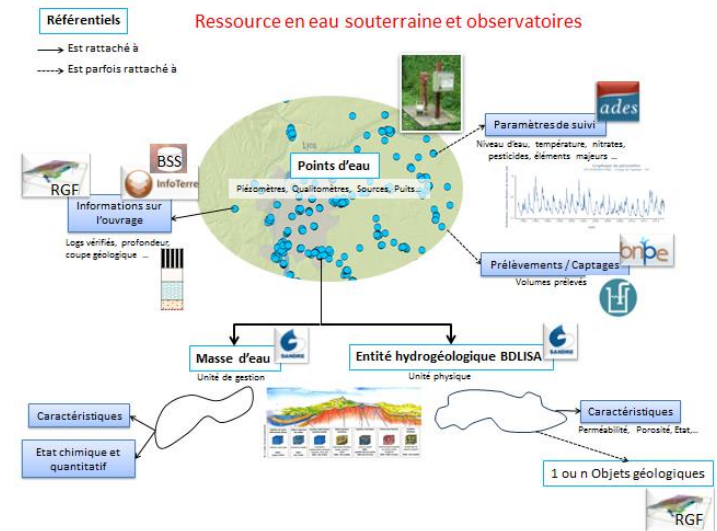
(peut entraîner des baisses de niveau de nappe pouvant approcher 10 m)

Sur le débit des cours d'eau

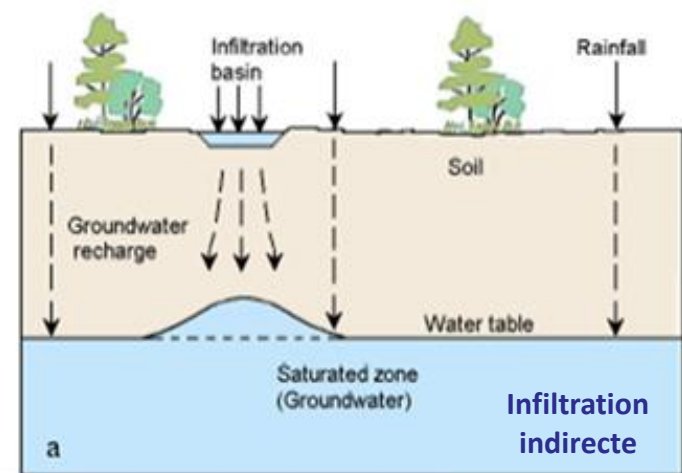


QUELLES ADAPTATIONS, QUELLES SOLUTIONS ?

- Poursuivre la surveillance des effets du CC sur les niveaux piézométriques des aquifères
- Mesures d'adaptation
 - Définition des **volumes prélevables** en tenant compte des effets du CC à l'aide de modèles régionaux
 - Modèle couplé hydrogéologique et **besoin en eau des cultures** (MARTHE-STICS par ex.)
 - Evaluation économique de solutions et modèle hydroéconomique
 - **Recharge artificielle** des aquifères pour stockage temporaire (méthode directe ou indirecte)
- Contribuer à l'estimation et à la prise en compte des **incertitudes**



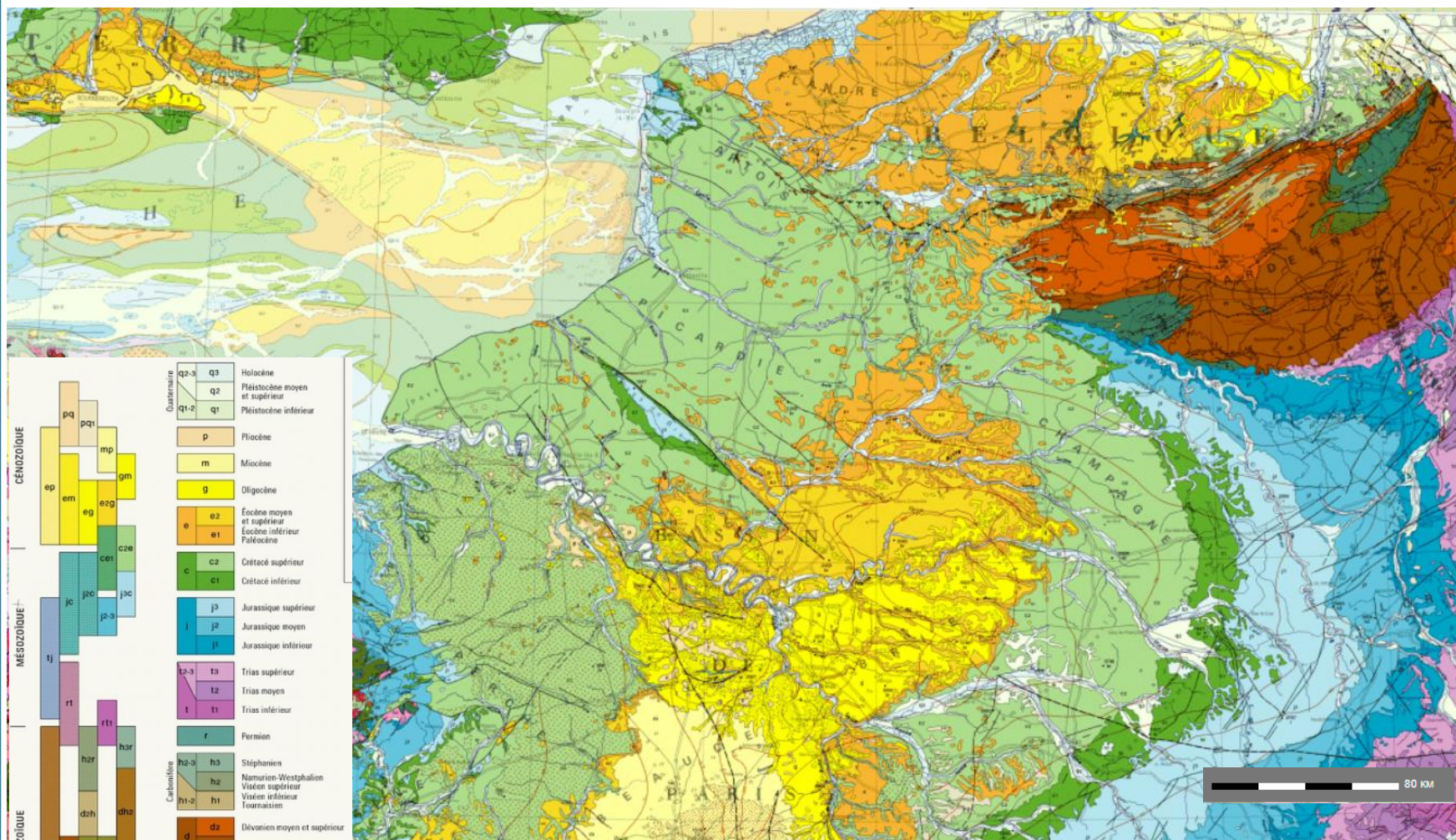
TYPE DE DISPOSITIFS DE RECHARGE ARTIFICIELLE



CONTEXTE HYDROGÉOLOGIQUE ET ÉTAT QUANTITATIF DES NAPPES

Marc Parmentier, hydrogéologue/géochimiste

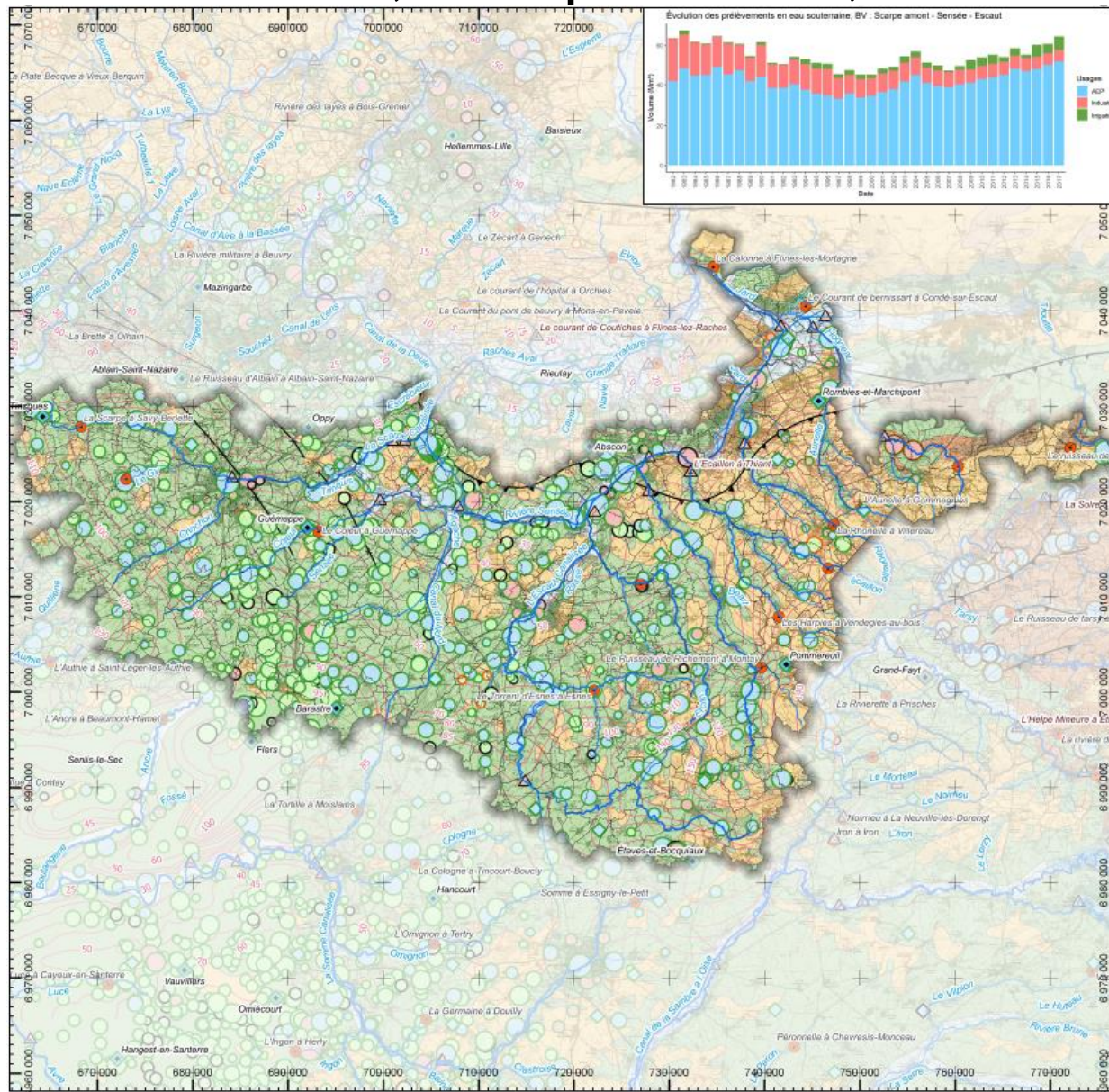
Contexte géologique



CÉNOZOÏQUE	pq	q3	Holocène
	pqi	q2	Pléistocène moyen et supérieur
	mp	q1-0	Pléistocène inférieur
	gm	p	Pliocène
	ep	m	Miocène
	em	g	Oligocène
	eg	e	Eocène moyen et supérieur
	e2g	e1	Eocène inférieur Paléocène
	ce1	c2	Crétacé supérieur
	ce2	c1	Crétacé inférieur
MÉSOZOÏQUE	jc	j3	Jurassique supérieur
	j2c	j2	Jurassique moyen
	j2-3	j1	Jurassique inférieur
	tj	t3-3	Trias supérieur
	rt	t2	Trias moyen
	rt1	t1	Trias inférieur
PALEOZOÏQUE	h3r	r	Permien
	h2r	h3-3	Stéphanien
	h2h	h2	Namurien-Westphalien
	dh1	h1-2	Viasien supérieur
	dh2	h1	Viasien inférieur
	os	d2	Dévonien moyen et supérieur
	odi	d1	Dévonien inférieur
	od1	s	Silurien
	kd1	o2	Ordovicien supérieur
	ko	o1	Ordovicien inférieur et moyen
PROTÉOZOÏQUE	bk	k	Cambrien
	b2	b2	(Briovérien supérieur) Néoproterozoïque
	b1	b1	(Briovérien inférieur)

Carte géologique au 1:1 000 000ème

Zone Escaut, Scarpe amont, Sensée



Gestion de la sécheresse dans le département du Nord (59)
 Scarpe amont - Sensée - Escaut
 Inventaire des données - version du 06/12/2019
 6 / 7



- Légende**
- Suivi sécheresse**
 - ◆ Piézomètres sécheresse
 - ▲ Stations hydrométriques sécheresse
 - Stations ONDE
 - Autres données disponibles**
 - ◆ Piézomètres BRGM/AFB
 - ▲ Stations hydrométriques
 - Isohypses de la craie - BE 2009
 - Prélèvements (vol. AEAP 2017, en m³)**
 - 0 - 10 000
 - 10 000 - 50 000
 - 50 000 - 100 000
 - 100 000 - 1 000 000
 - 1 000 000 - 5 550 000

Informations sur les ESO (piézomètres et prélèvements)

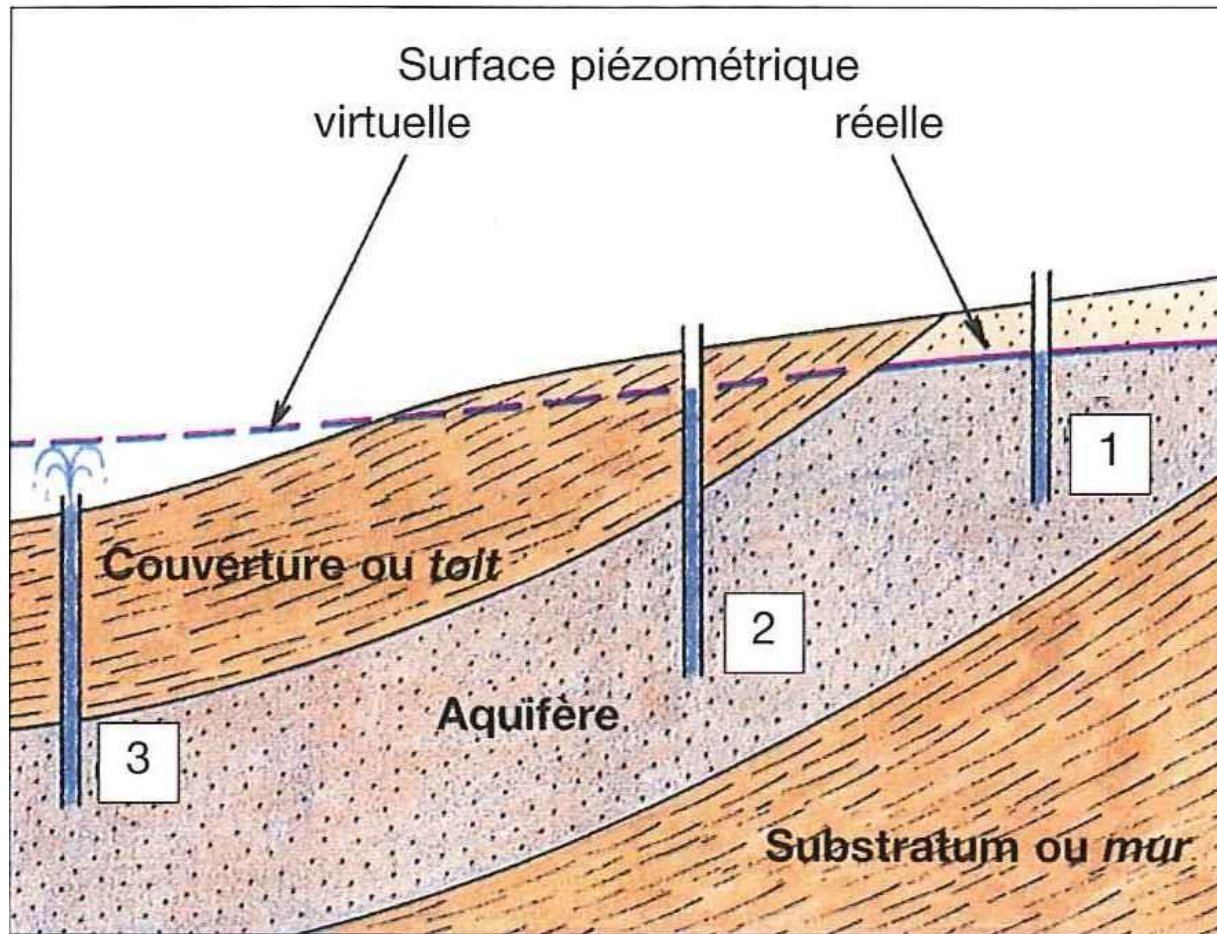
- | | |
|------------------------|-------------------------|
| Usages de l'eau | Origine de l'eau |
| ○ AEP | ○ Alluvions |
| ○ Industrie | ○ Sable quaternaires |
| ○ Irrigation | ○ Sables tertiaires |
| | ○ Craie du Crétacé |
| | ○ Calcaires jurassiques |
| | ○ Formations primaires |
| | ○ Inconnu |



Système de projection : RGF93 / Lambert-93 (EPSG:2154) | Unités : mètres
 Fond : © IGN - Scan 1/100 000 © (2014) - Données administratives GEOFLA © (2017) ; Carte géologique vectorisée à 1/1 000 000 (BRGM)
 Réalisation : BRGM, 2019



Quelques définitions



**Figure 4 : Nappe libre et nappe captive.
En 1, la nappe est libre. En 2, elle est captive.
En 3, elle est captive et artésienne (jaillissante).**

ZNS Crayeuse : écoulement rapide

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

Bois-lès-Pargny (02) – Craie

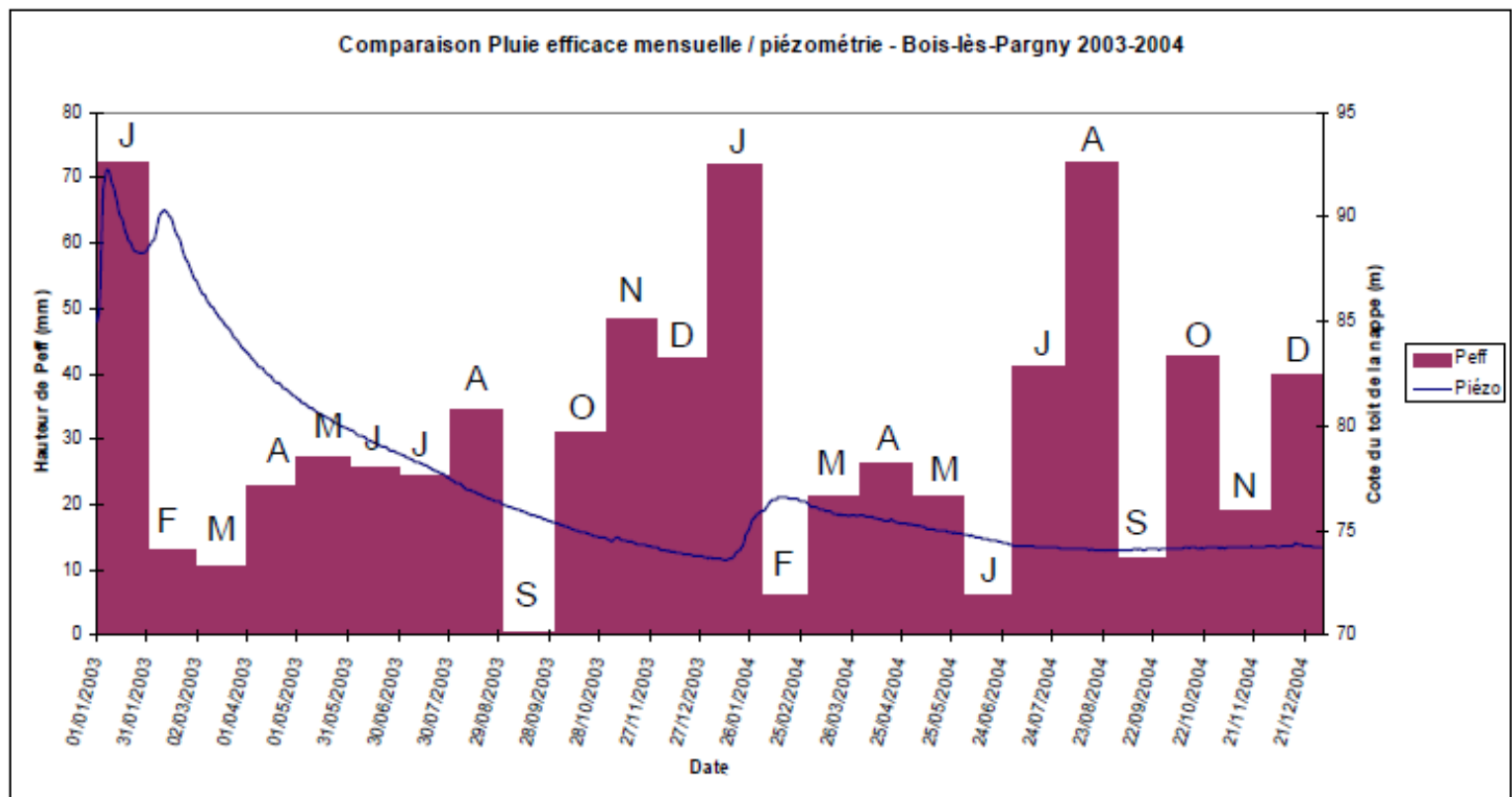


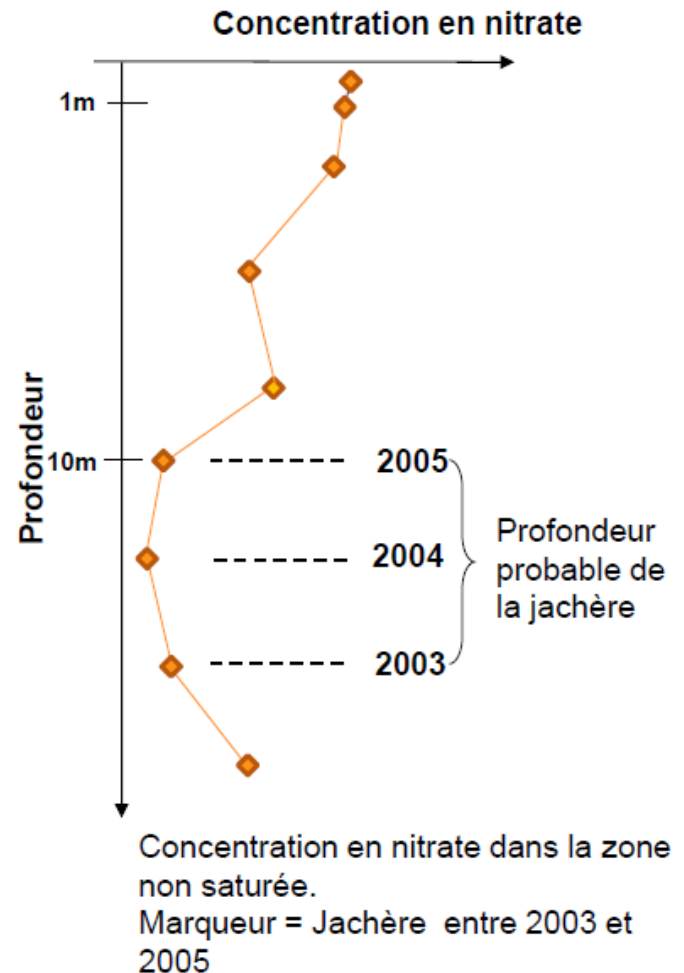
Figure 3 : comparaison de la pluie efficace mensuelle et de la piézométrie à Bois-lès-Pargny (2003-2004).

ZNS crayeuse : écoulement lent

> Exemple d'analyse de l'eau liée (Surdyk et al., 2014 ; BRGM/RP-63714-FR) :

Réalisation de profils de teneur en azote dans la Zone Non Saturée en fonction de la profondeur

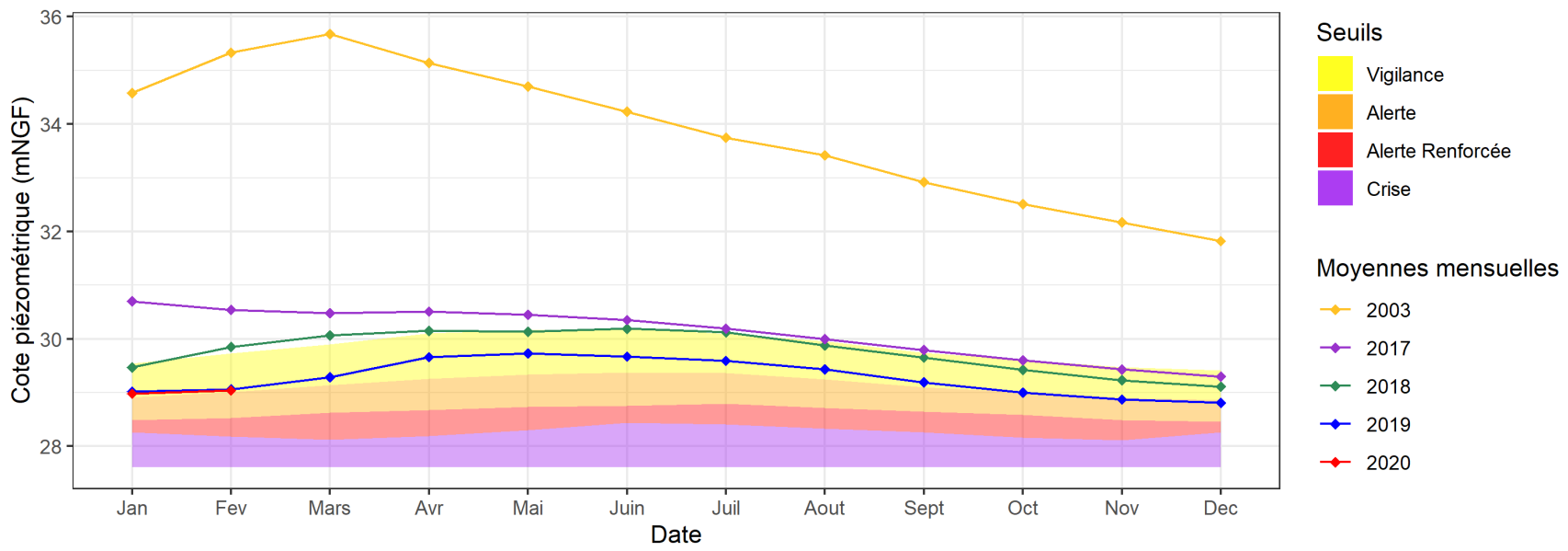
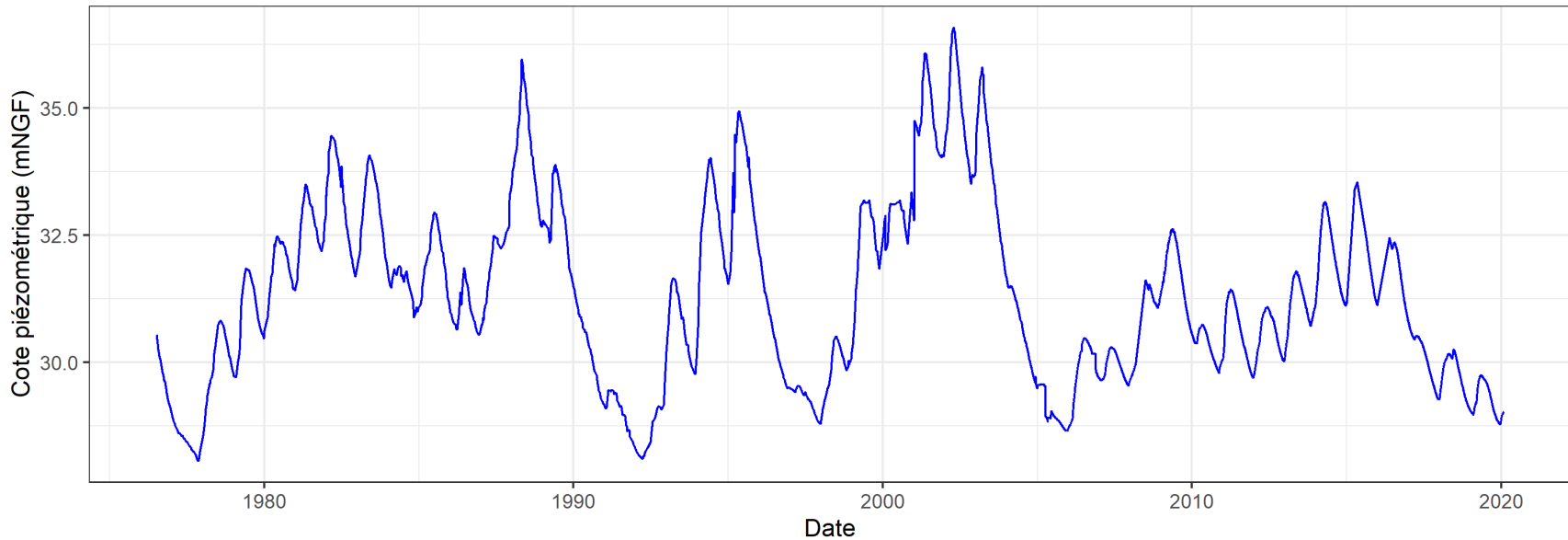
- Profil en parcelle agricole avec un marqueur « agricole » dans la succession de cultures
 - « marqueur agricole » = un changement radical des pratiques
- Concentration en nitrate du marqueur est inférieure à celle de la période classique
- Il est possible de déterminer la profondeur du marqueur grâce à sa concentration



Rombies-et-Marchipont (59) | 00291X0031/P1

Escaut, Craie

[lien ADES](#)

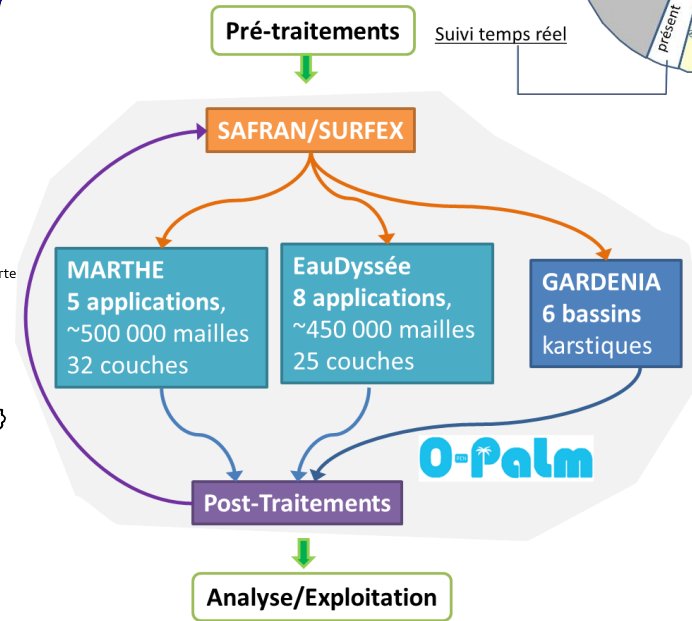
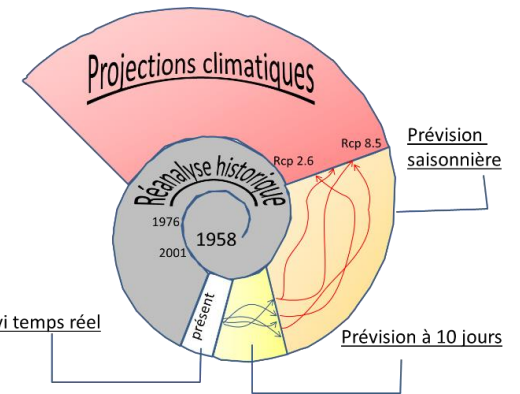
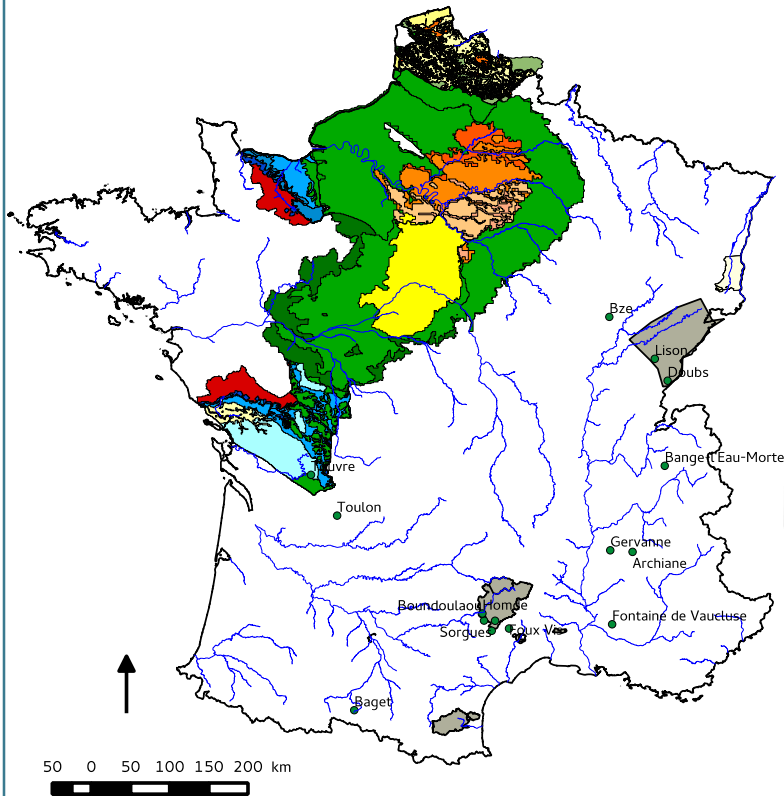


IMPACT DU CC SUR LES EAUX SOUTERRAINES

AQUI-FR

un outil pour améliorer nos connaissances
sur l'évolution passée, présente et future
des eaux souterraines en France

2100



- 554 points de contrôle des débits
- 629 points d'observation piézométriques