



Contexte hydrogéologique et ressources en eau des Pays-de-la-Loire

ATEE/ASTEE Colloque eau & énergie

Pierre Chrétien – Hydrogéologue
BRGM Pays-de-la-Loire, Nantes

16 octobre 2025



#01

GÉOLOGIE DES PAYS-DE-LA-LOIRE

Géologie de la région Pays-de-la-Loire

La région est caractérisée par une géologie complexe, avec la présence de formations géologiques appartenant aux domaines cristallin et sédimentaire.

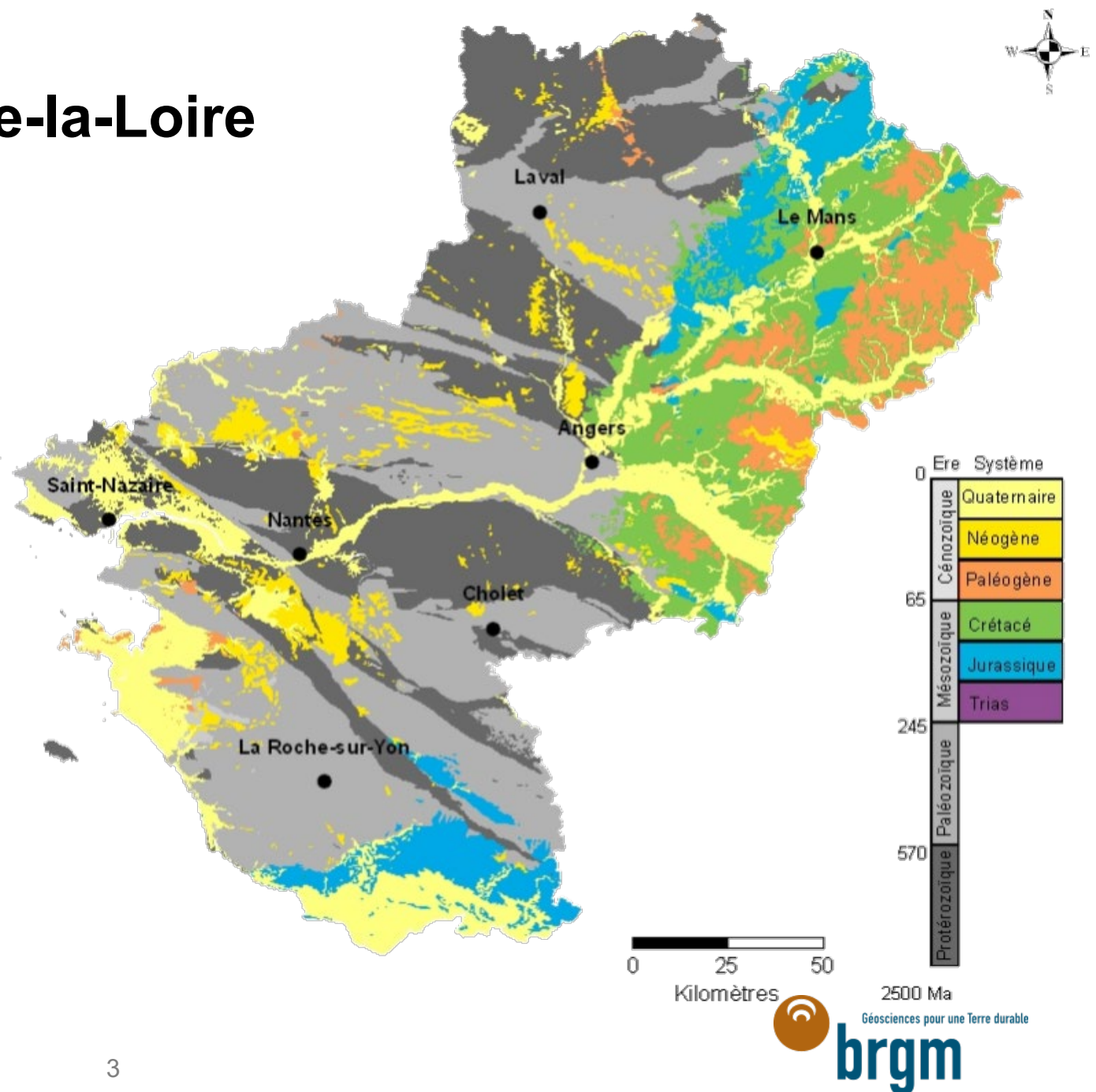
Domaine cristallin

Les Pays de la Loire sont constitués, en majeure partie, d'un socle ancien protérozoïque et paléozoïque (600 Ma à 300 Ma) fortement tectonisé, appartenant au **Massif armoricain**.

Bassins d'effondrement tertiaires

Orogénèse alpine (50 Ma) : création des bassins d'effondrements au sein du Massif armoricain, dans lesquels sont restés piégés des sédiments d'âge tertiaire.

Dans les Pays-de-la-Loire, les plus connus sont Campbon, Nort-sur-Erdre, Saffré situés dans le pays Nantais et Chéméré, Grand-Lieu et Machecoul situés dans le Pays-de-Retz, Challans en Vendée.



Bassins parisien et aquitain : les roches sédimentaires

Les grands bassins sédimentaires (Bassin parisien et Bassin aquitain) ont été mis en place lors des transgressions et régressions marines pendant le Mésozoïque (-250 à -60 millions d'années) et le Cénozoïque (-65 millions d'années à aujourd'hui).

Au Jurassique supérieur (160 Ma)

Dépôts de sables ou de calcaires gréseux.

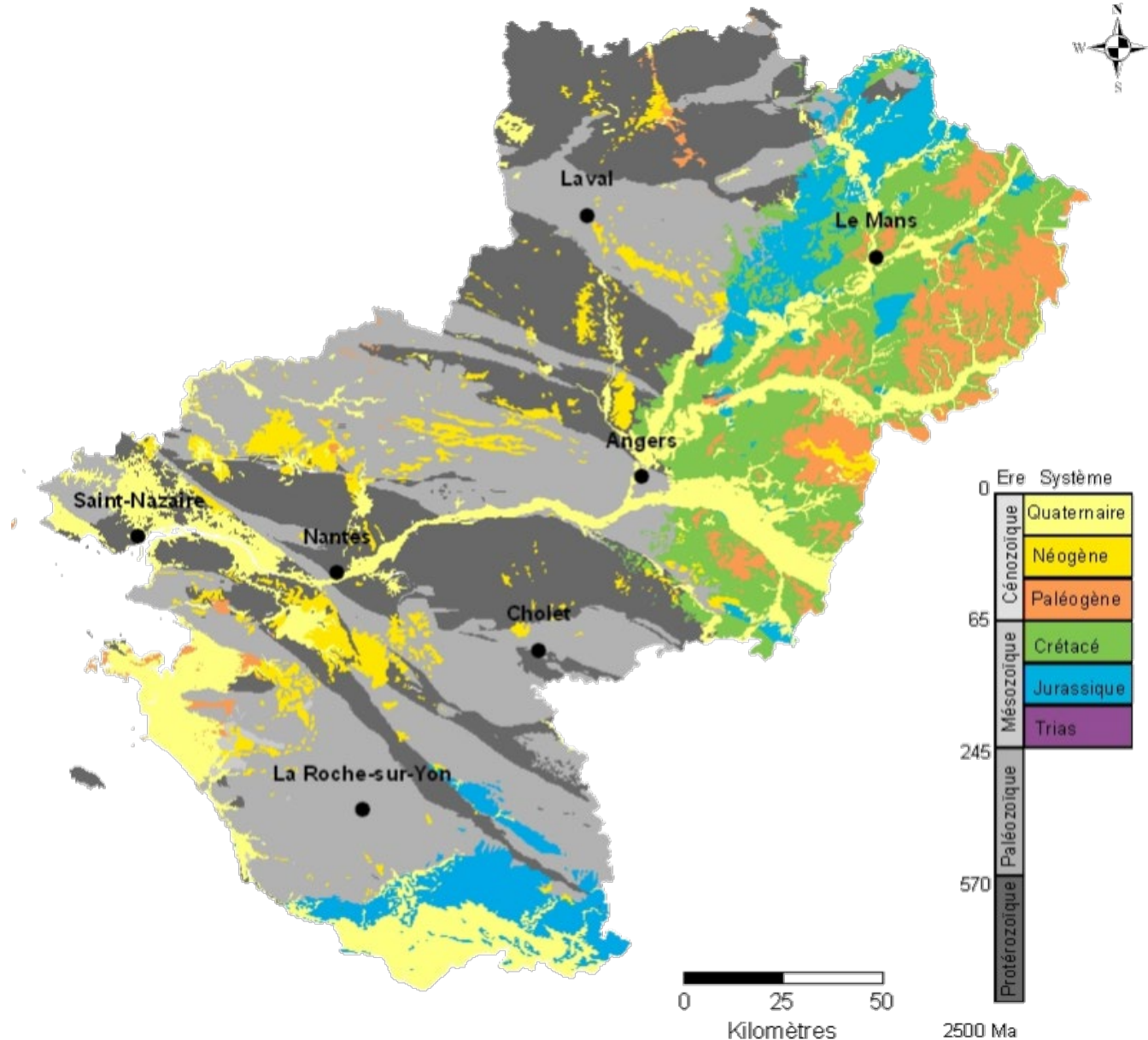
Au Crétacé supérieur (100 Ma)

La mer restera sur la région jusqu'à la fin du Sénonien (70 Ma) déposant d'abord les marnes et la craie « tuffeau » du Turonien, puis des sables.

Au Cénozoïque

Paléogène : dépôts continentaux de grès et calcaires lacustres (après 65 Ma).

Enfin au cours du **Pliocène (5 Ma)**, la sédimentation régressive se manifeste par des placages sédimentaires résiduels, qui parsèment le Massif armoricain (sables de Bretagne).



Massif armoricain : le socle

Un des deux grands massifs anciens français avec le Massif Central.

Essentiellement constitué de **roches magmatiques** (granites, basaltes) et **métamorphiques** (gneiss, micaschistes...), et accessoirement de **roches sédimentaires anciennes** (calcaires, grès...).

Ces roches sont associées à l'orogénèse varisque, qui aboutit à l'individualisation de la Chaîne varisque, érigée il y a 300 millions d'années puis érodée.



Couverture sédimentaire : quelques exemples de roches





#02

LES PRINCIPAUX AQUIFÈRES DES PAYS-DE-LA-LOIRE

Les principaux aquifères de la région PDL

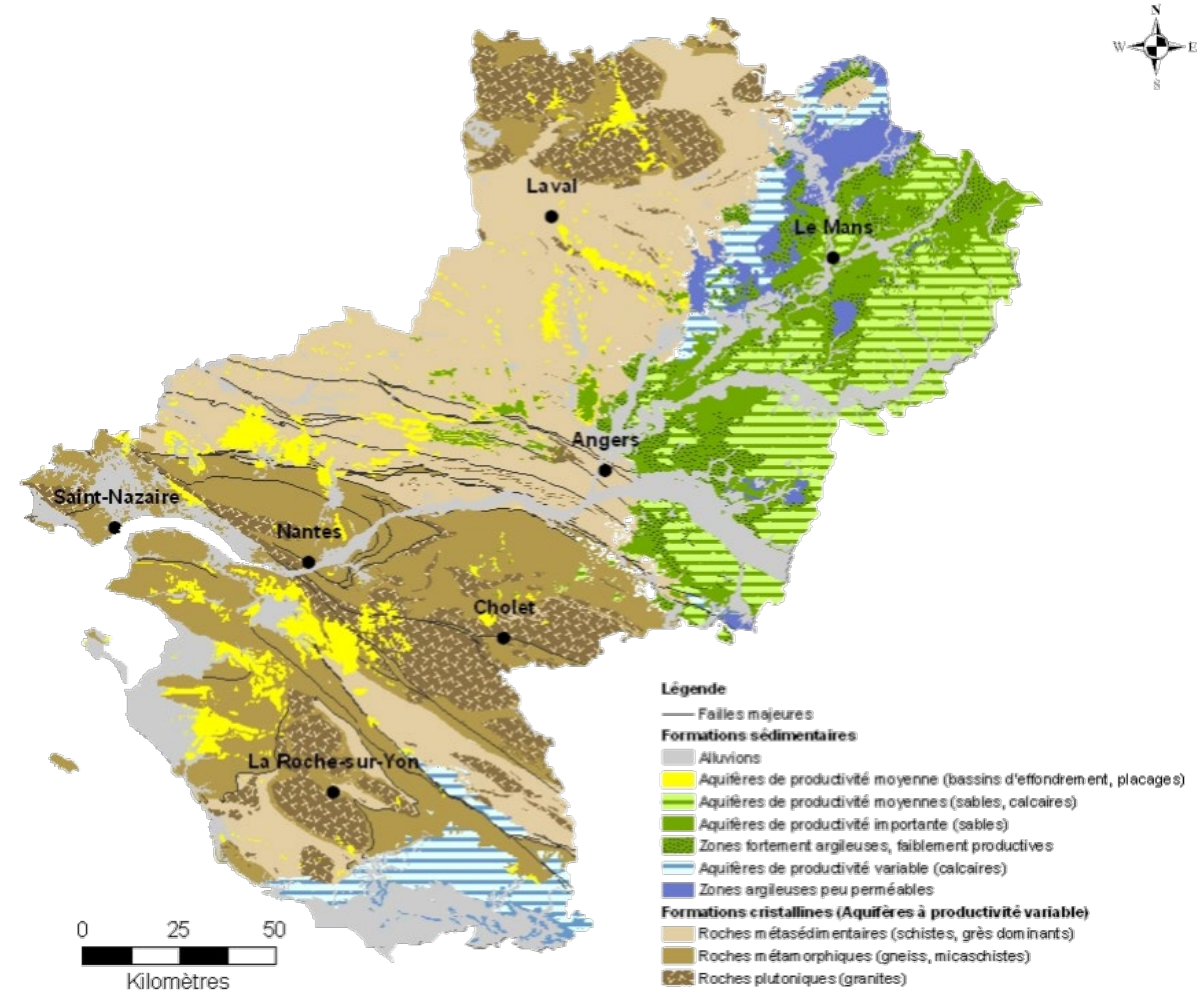
En Pays de la Loire, les deux principaux types d'aquifères sont présents : socle et sédimentaire.

Les aquifères de socle

Leur lithologie importe assez peu, c'est leur altération/fracturation qui conditionne leurs propriétés hydrodynamiques

Les aquifères sédimentaires

Leurs propriétés hydrodynamiques sont fortement liées à la lithologie.



Les aquifères de socle

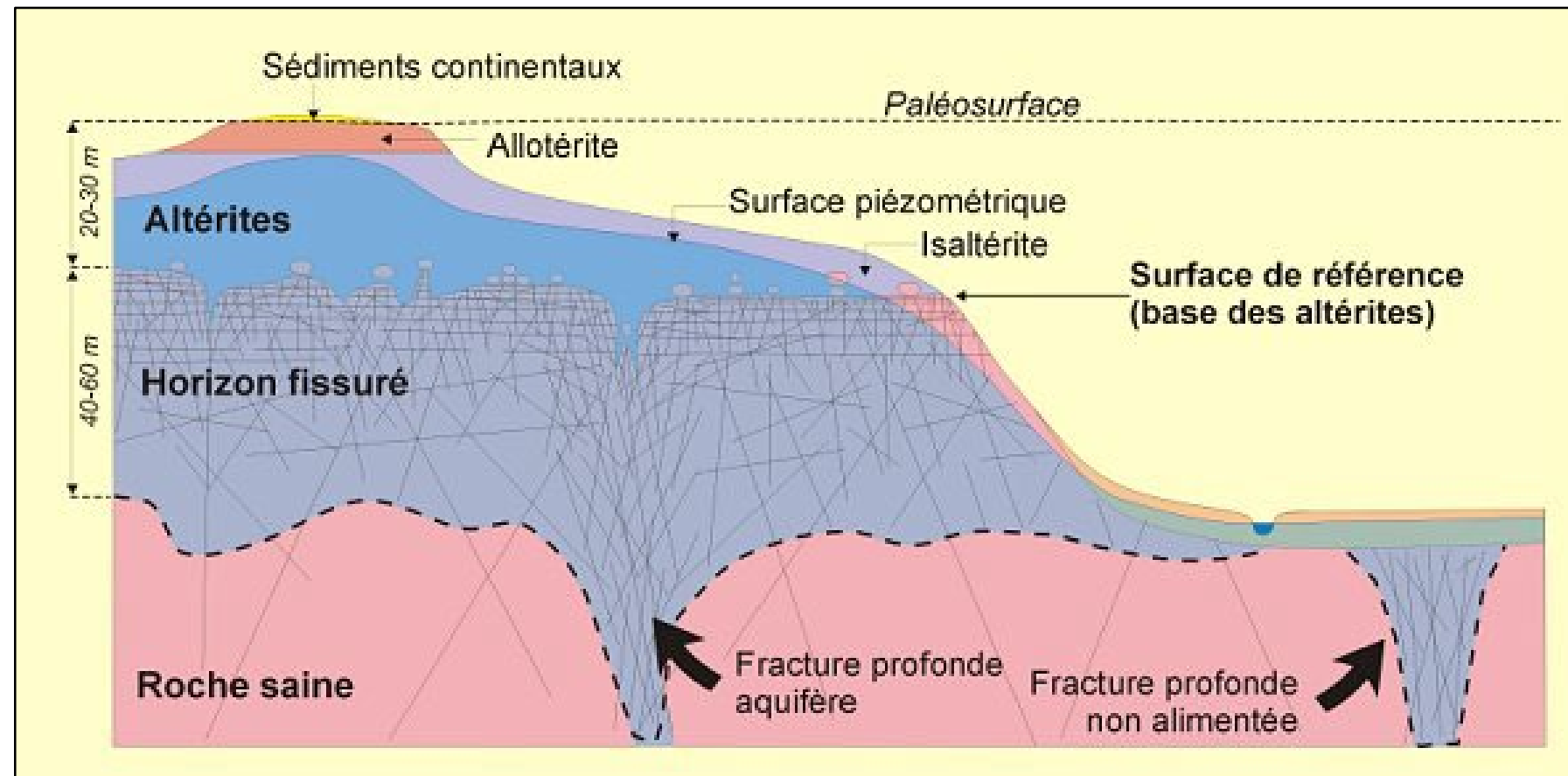
Les propriétés hydrogéologiques de ces aquifères sont hétérogènes. Elles sont étroitement liées aux caractéristiques physiques de la partie superficielle des roches de socle, et de la fissuration de la roche « saine » .

Des aquifères multicouches

Les fractures permettent à l'eau de circuler tandis que les altérites sus-jacentes, parfois épaisses de plusieurs dizaines de mètres, constituent la majeure partie du réservoir de l'aquifère

Dans le cas général :

- des aquifères **continus multicouches**
- **libres**
- **connectés au réseau hydrographique** de surface (cours d'eau et zones humides)
- caractérisés par un **niveau piézométrique peu profond**.

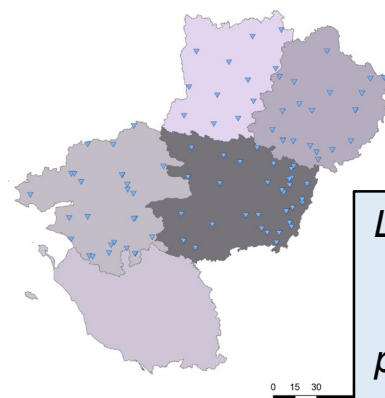


Les aquifères de socle

Aquifère du socle à Mouzillon (Gabbro du Pallet, roche magmatique)

Quelques valeurs de référence

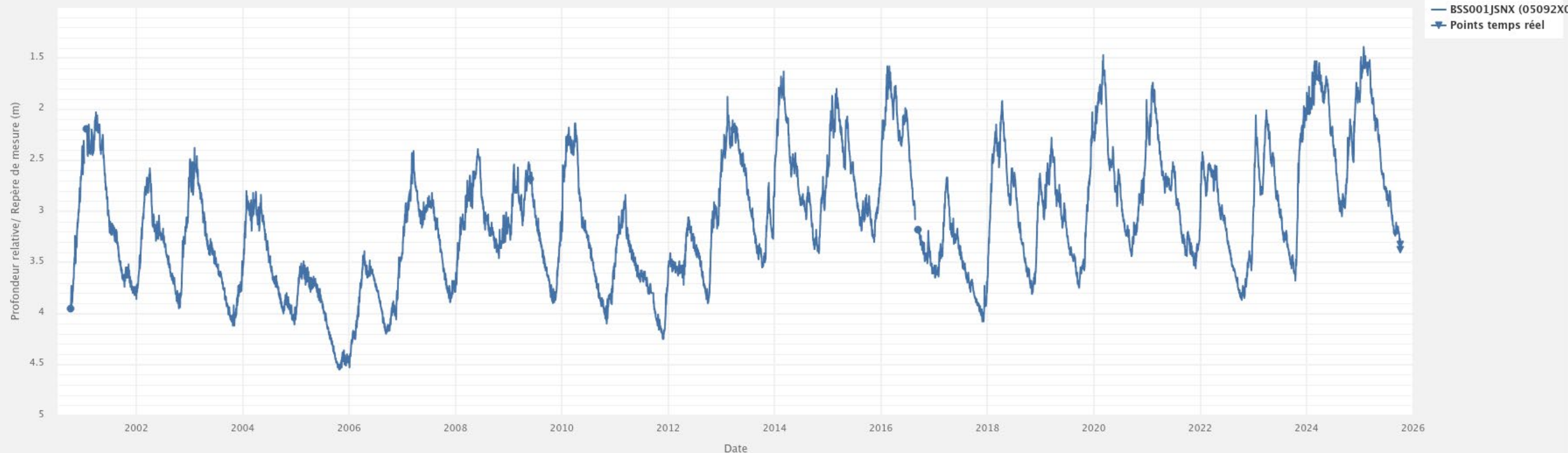
- Suivi depuis 1994
- Prof min le 27 janvier 2025 (1,39 m de profondeur)
- Prof max le 15 octobre 1997 (5,10 m de profondeur)
- Prof moyenne 3,23 m/TN



Le BRGM est l'opérateur national pour la surveillance quantitative des eaux souterraines. En PDL, une centaine de piézomètres suivis, données journalières disponibles en temps réel sur ades.eaufrance.fr

Piézomètre – BSS001JSNX (05092X0009/P) – MOUZILLON – Loire-Atlantique (44)

du 1/10/2000 au 10/10/2025 – Uniquement les données validées correctes et en cours de validation

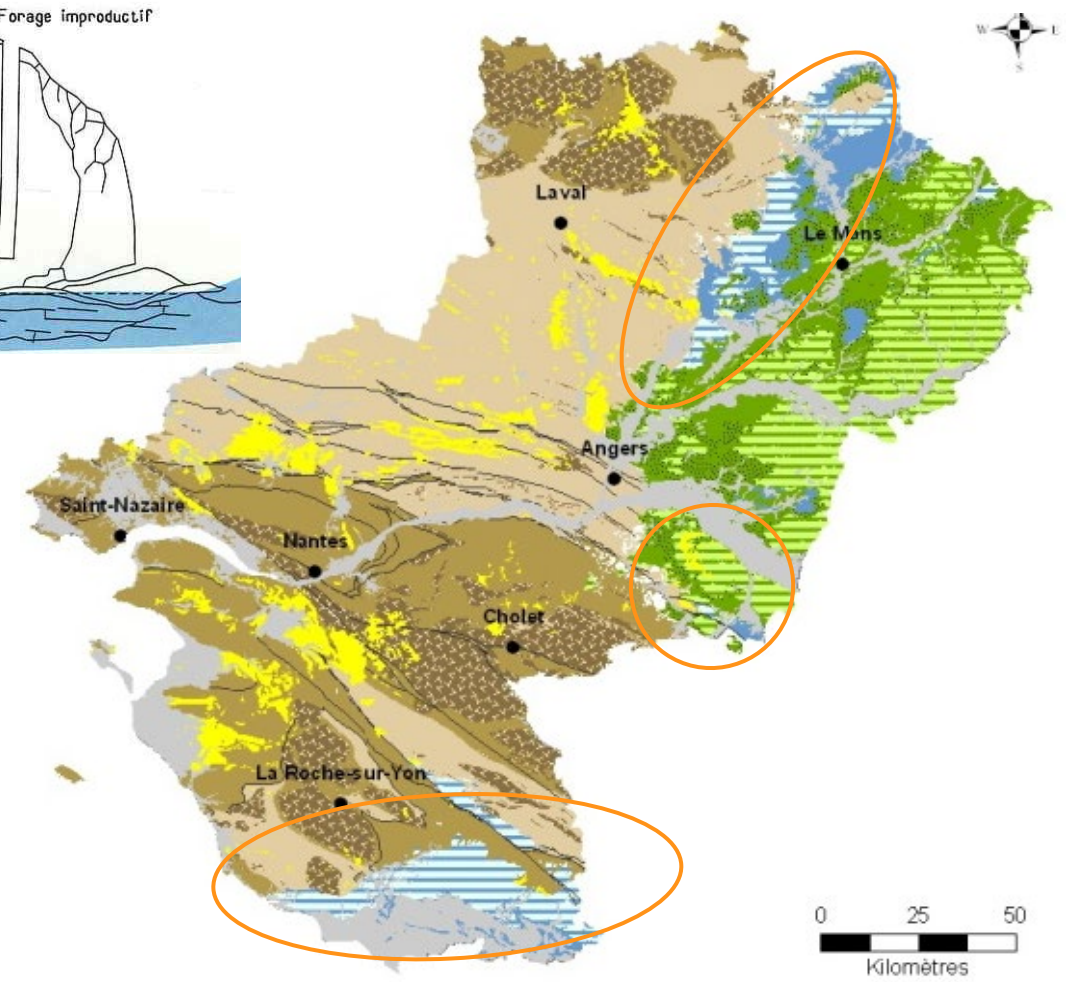
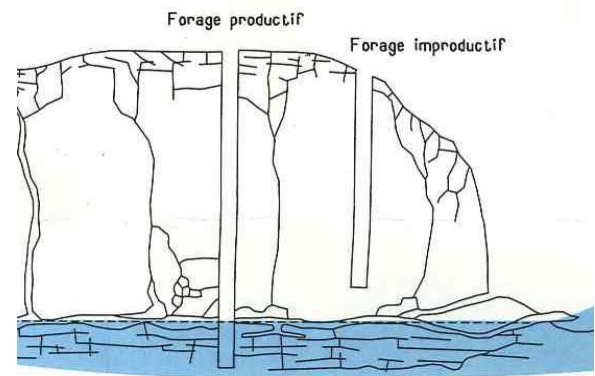


Les aquifères sédimentaires : calcaires jurassiques

Surtout exploités dans la Sarthe et dans le sud Vendée. De + en + dans le Maine-et-Loire.

La fracturation/fissuration (voire karstification) des calcaires jurassiques permet l'obtention de débits très élevés (jusqu'à 200 m3/h), en particulier dans le Dogger

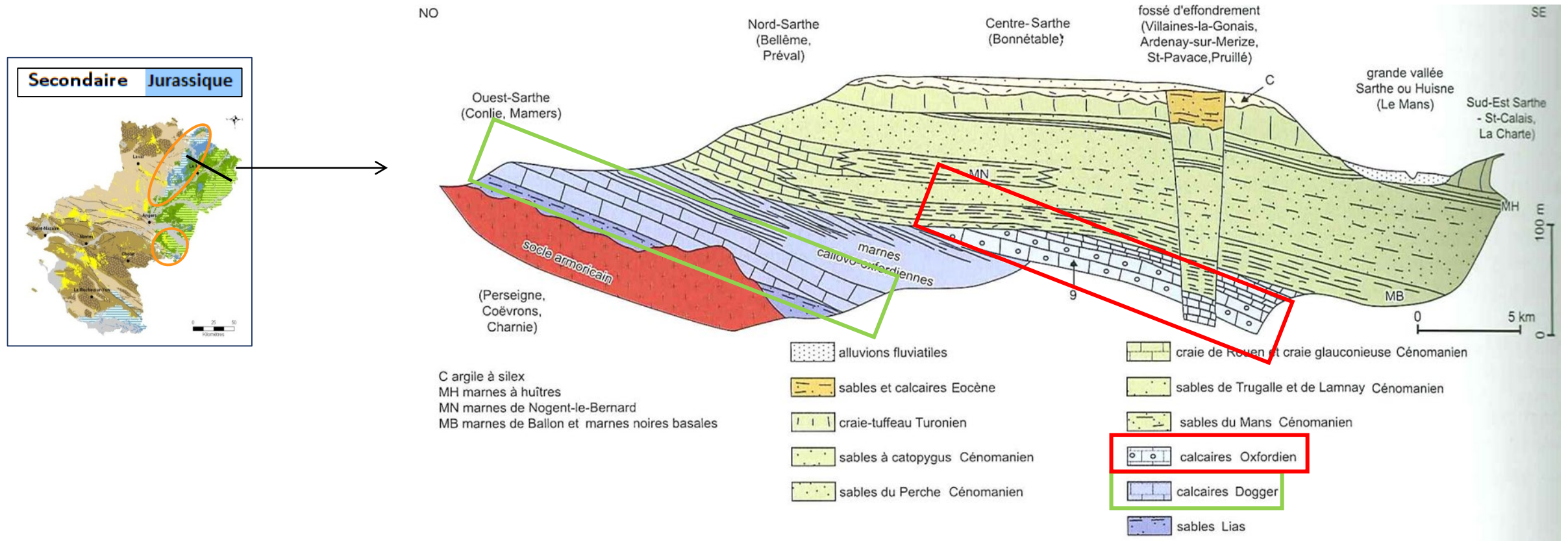
Ere	Système (Période)	Sous-système (Epoque)	Etage	Grands aquifères	
Quaternaire					
Tertiaire	Néogène	Pliocène Miocène			
	Paléogène	Oligocène Eocène Paléocène			
Secondaire	Crétacé	Supérieur	Sénonien Turonien Cénomanién		
		Inférieur			
	Jurassique	Supérieur / MALM	Kimméridgien Oxfordien	Aquifère du Kimmeridgien, Oxfordien	
		Moyen / DOGGER	Callovien Bathonien Bajocien Aalénien	Non aquifère	
					Aquifère du Dogger
					Non aquifère Non aquifère
		Inférieur / LIAS	Toarcien Pliensbachien Sinémurien Hettangien	Aquifère du Lias	
	Trias				
	Primaire	Permien Carbonifère Dévonien Silurien Ordovicien Cambrien			
		Précambrien			



Les aquifères sédimentaires : calcaires jurassiques

Surtout exploités dans la Sarthe et dans le sud Vendée. De + en + dans le Maine-et-Loire.

Coupe géologique théorique du nord de la Sarthe (Juignet, 1998)



Les aquifères sédimentaires : sables et craie de la base du Crétacé supérieur (Cénomanien et Turonien)

Les sables cénomaniens constituent un aquifère d'importance régionale. Ils sont caractérisés par des variations de faciès importantes (proportion d'argiles et granulométrie variables). Le tuffeau est aussi très exploité.

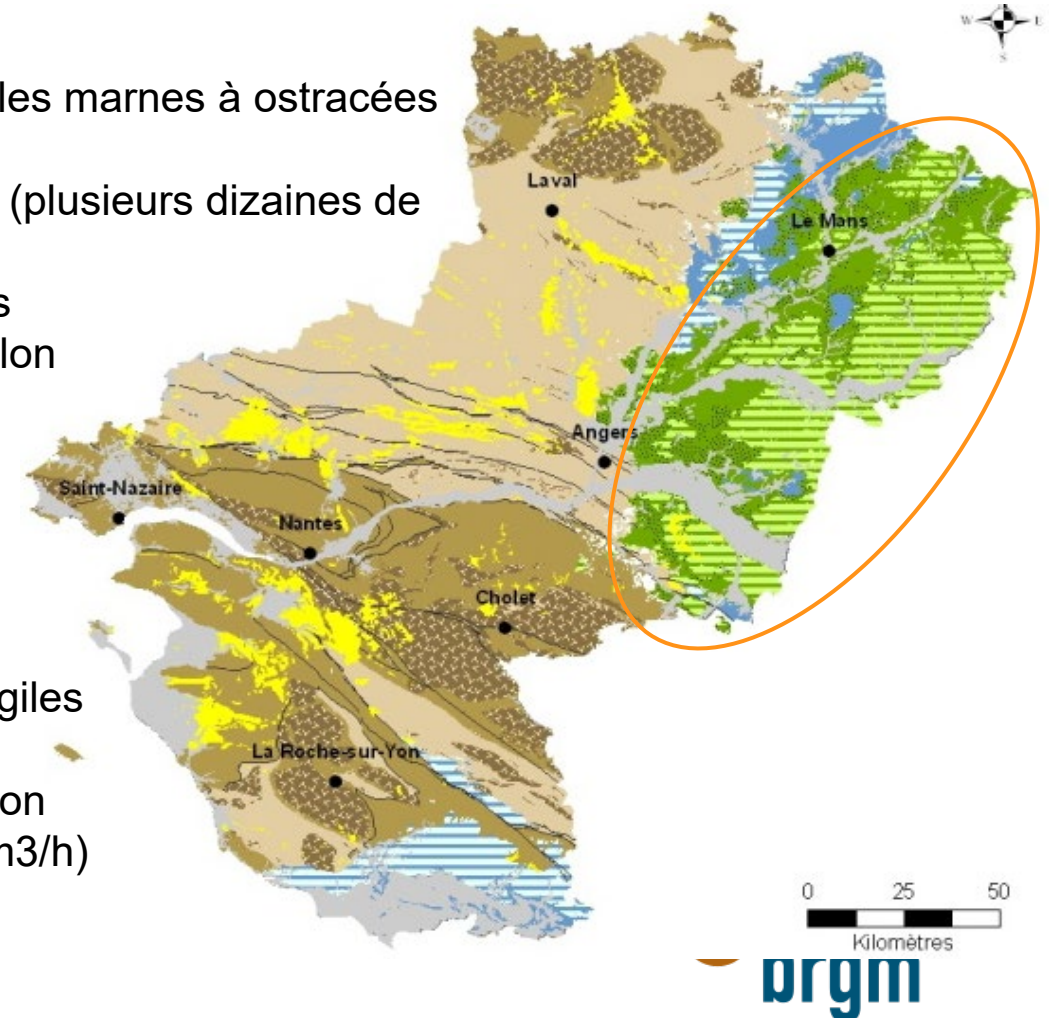
Ere	Système (Période)	Sous-système (Epoque)	Etage	Grands aquifères
Quaternaire				
Tertiaire	Néogène	Pliocène Miocène		
	Paléogène	Oligocène Eocène Paléocène		
Secondaire	Crétacé	Supérieur	Sénonien Turonien Cénomanien	Aquifère du Séno-Turonien Aquifère des sables du Cénomanien
		Inférieur		
		Jurassique	Supérieur / MALM	Kimméridgien Oxfordien
	Moyen / DOGGER		Callovien Bathonien Bajocien Aalénien	
	Inférieur / LIAS		Toarcien Pliensbachien Sinémurien Hettangien	
	Trias			
	Primaire	Permien Carbonifère Dévonien Silurien Ordovicien Cambrien	Secondaire	
Précambrien				

Sables cénomaniens

- Libres, ou captifs sous les marnes à ostracées (***)
- Productivité importante (plusieurs dizaines de m³/h)
- Epaisseur et nature des formations variables selon les secteurs

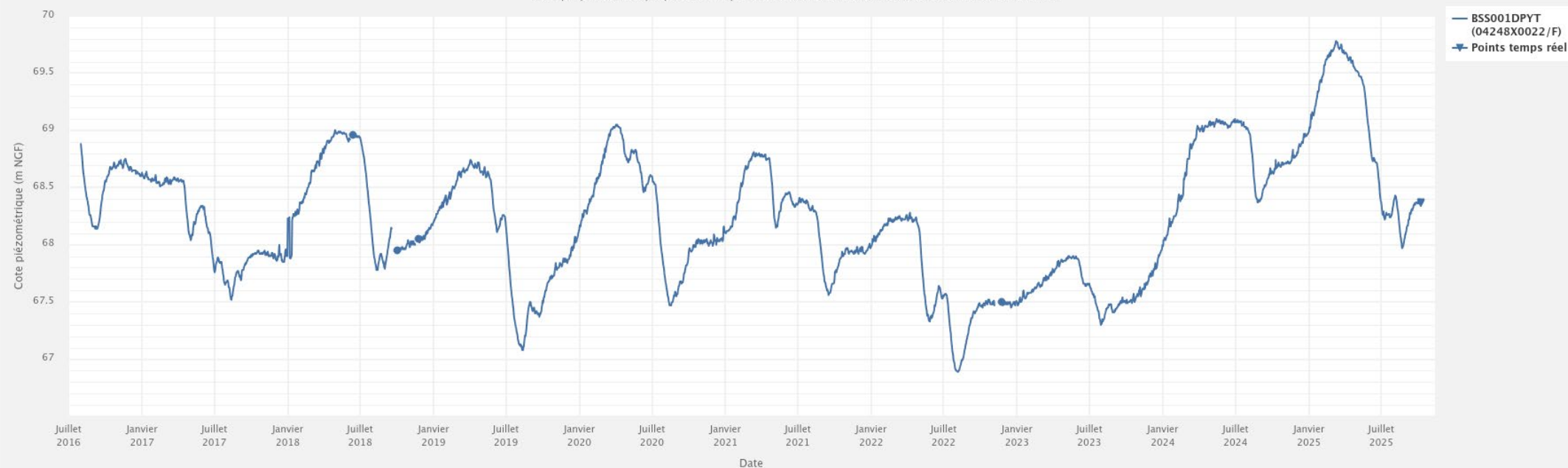
Tuffeau turonien

- Libre le plus souvent,
- Localement captif sous argiles du Bartonien
- Productivité moyenne, selon fracturation (qlq 10aines m³/h)



Piézomètre – BSS001DPYT (04248X0022/F) – PONTIGNE – Maine-Et-Loire (49)

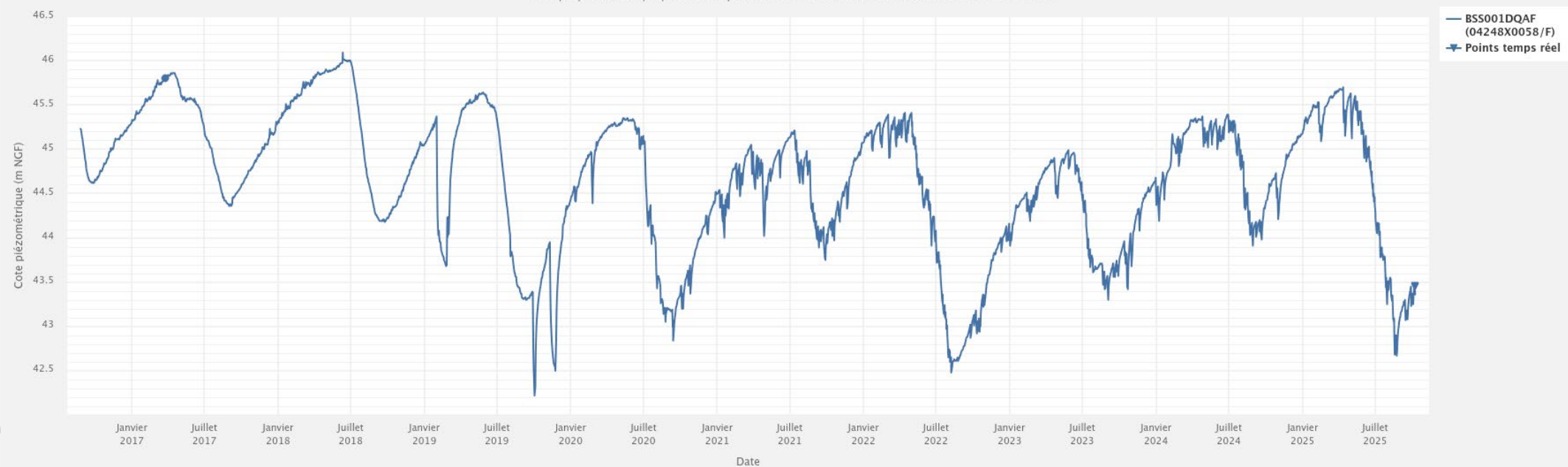
du 01/08/2016 au 10/10/2025 – Uniquement les données validées correctes et en cours de validation



Données issues du Portail national eaux souterraines du SIE, ADES

Piézomètre – BSS001DQAF (04248X0058/F) – PONTIGNE CÉNO – Maine-Et-Loire (49)

du 26/08/2016 au 10/10/2025 – Uniquement les données validées correctes et en cours de validation



Données issues du Portail national eaux souterraines du SIE, ADES

Les aquifères sédimentaires des bassins d’effondrement et les placages de sables pliocènes

Peu importants dans leurs dimensions, ils sont essentiels pour la production d’eau potable en Loire-Atlantique.

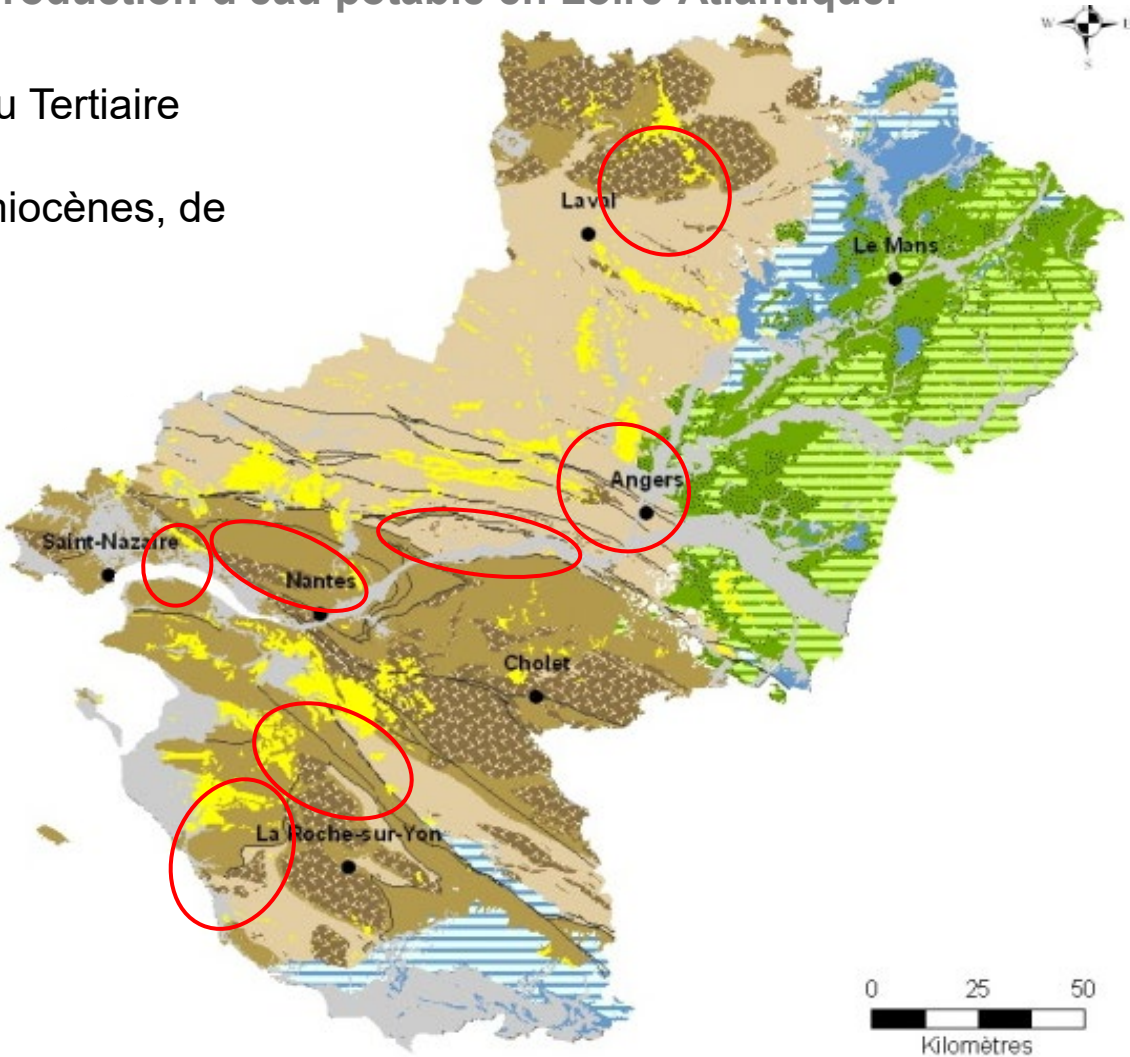
Bassins tertiaires

- Créés à l’occasion de la ré-activation de failles du socle au début du Tertiaire (orogénèse alpine 50 Ma).
- Constitués de marnes et calcaires éocènes/oligocènes, de faluns miocènes, de sables pliocènes
- Aquifères de productivité moyenne à forte : 30 à 100 m3/h

Ere	Système (Période)	Sous-système (Epoque)	Etage	Grands aquifères
Quaternaire				
Tertiaire	Néogène	Pliocène		Aquifères des sables rouges (placages) Aquifère des faluns de Doué
		Miocène		
	Paléogène	Oligocène		Aquifères de bassins d'effondrement
		Eocène		
	Paléocène			
Secondaire	Crétacé	Supérieur	Sénonien Turonien Cénomalien	
		Inférieur		
	Jurassique	Supérieur / MALM	Kimméridgien Oxfordien	
		Moyen / DOGGER	Callovien Bathonien	
		Tertiaire	Bajocien Aalénien	
		Inférieur / LIAS	Toarcien Pliensbachien Sinémurien Hettangien	
	Trias			
	Primaire	Permien	Secondaire	
		Carbonifère		
Dévonien				
Silurien				
Ordovicien				
Cambrien				
Précambrien				

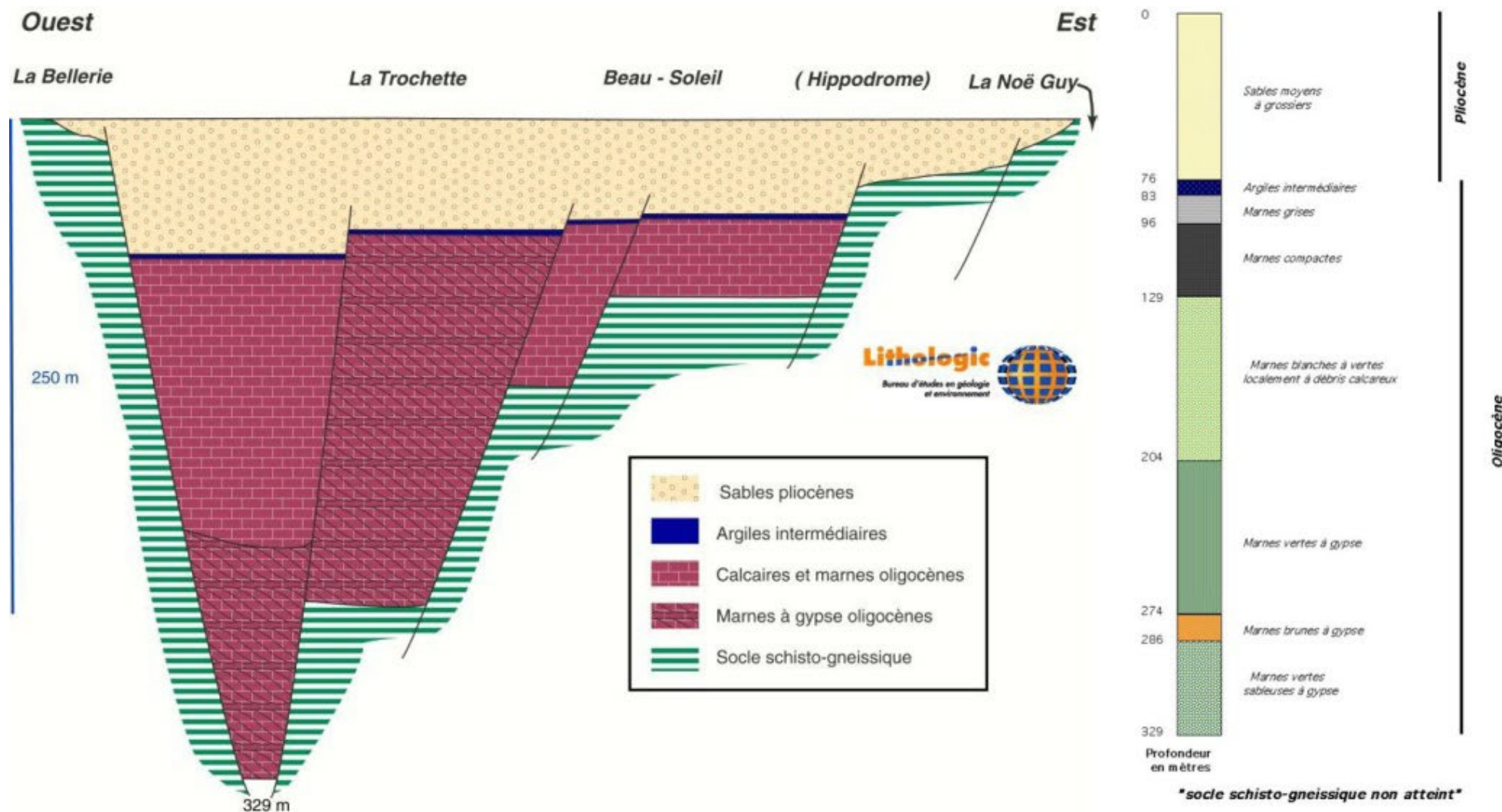
Placages

- Plio-Quaternaire (sables rouges, sables de Bretagne)
- Surtout Mayenne et Maine-et-Loire
- AEP à Vritz, Freigné, Château-Gontier, Saint-Sulpice-des-Landes



Les aquifères sédimentaires des bassins d'effondrement et les placages de sables pliocènes

Peu importants dans leurs dimensions, ils sont essentiels pour la production d'eau potable en Loire-Atlantique.

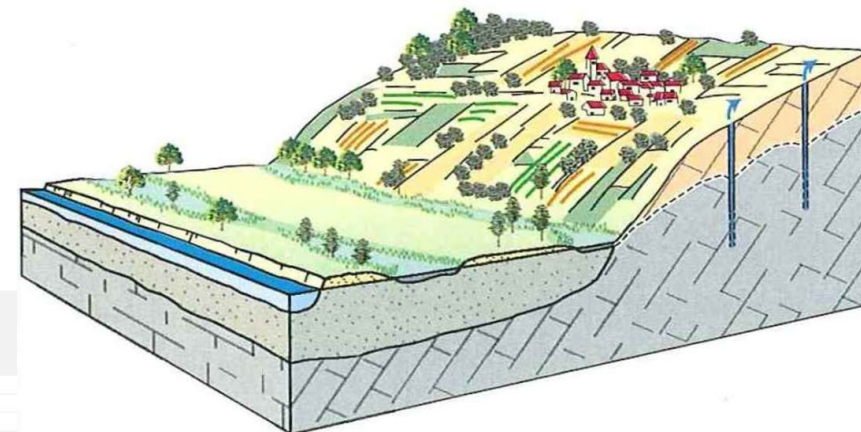


Les aquifères alluviaux

Les alluvions de la Loire sont très utilisées pour la production d'eau potable, en particulier dans le Maine-et-Loire.

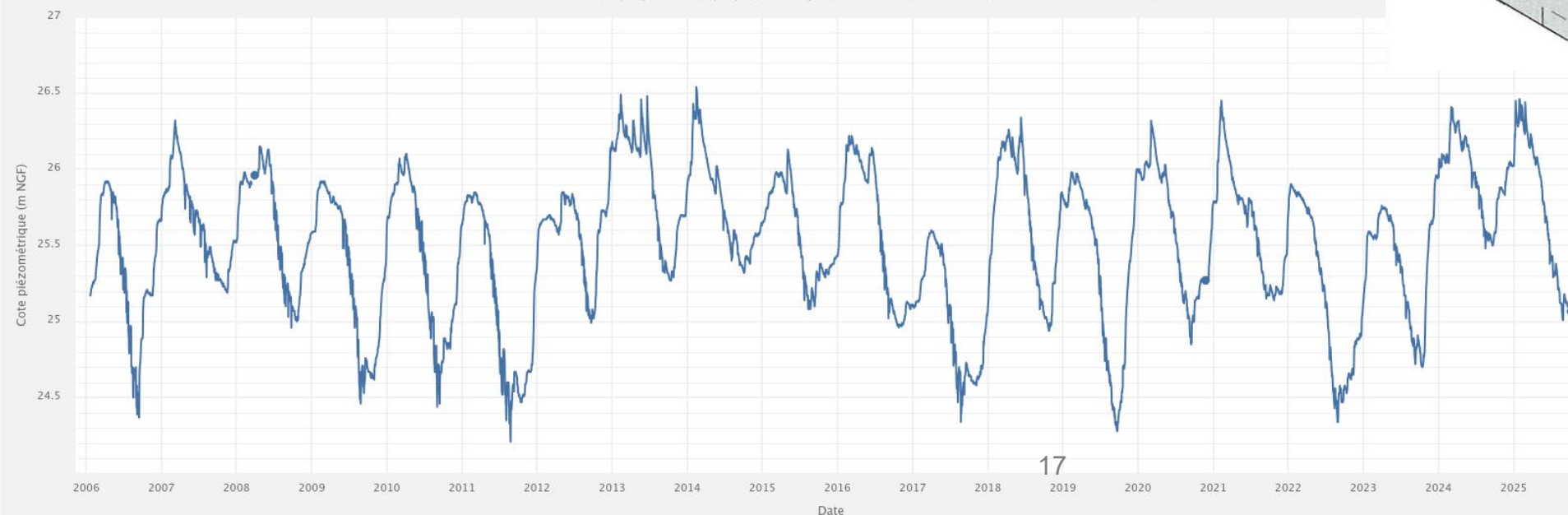
Aquifères alluviaux principaux

- Alluvions de la Loire :
 - AEP à Basse-Goulaine (Nantes),
 - AEP fréquent dans le 49 (Champtoceaux, les Ponts-de-Cé, Montjean, Saint-Georges, les Rosiers, Saumur...)
- Alluvions de la Vilaine (Massérac), alluvions de l'Huisne



Piézomètre – BSS001HKXQ (04854X0257/PZ) – VILLEBERNIER – Maine-Et-Loire (49)

du 20/01/2006 au 10/10/2025 – Uniquement les données validées correctes et en cours de validation





#03

NAPPES ET RIVIÈRES

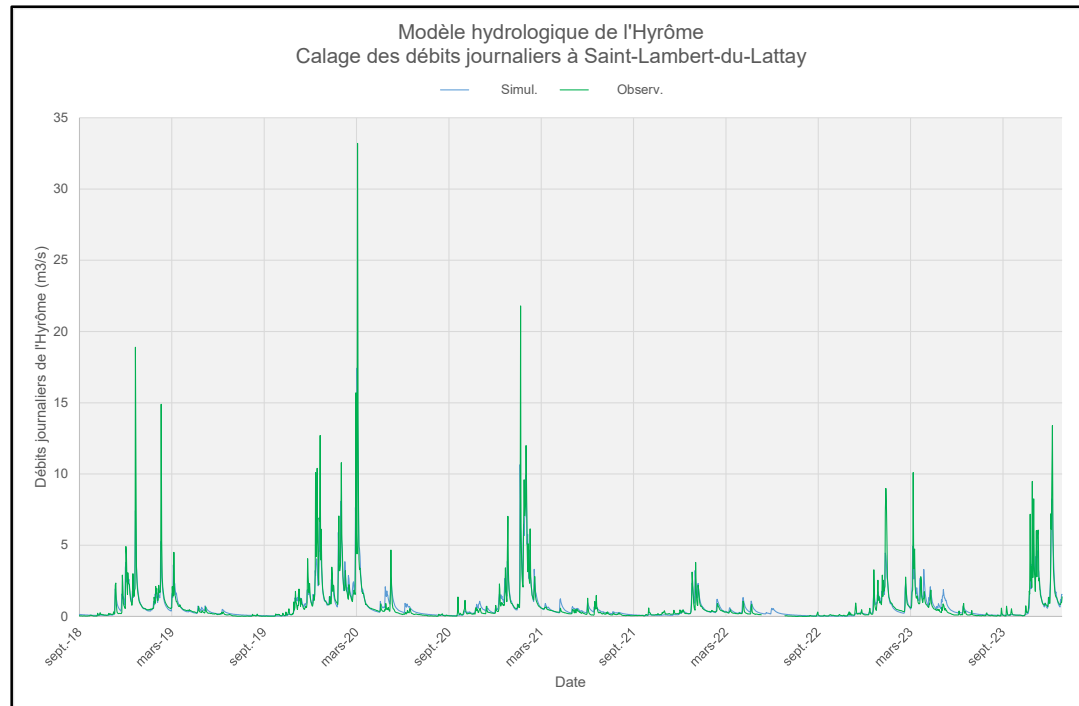
DES RELATIONS TENUES EN PDL

Relations eau souterraine – eau superficielle

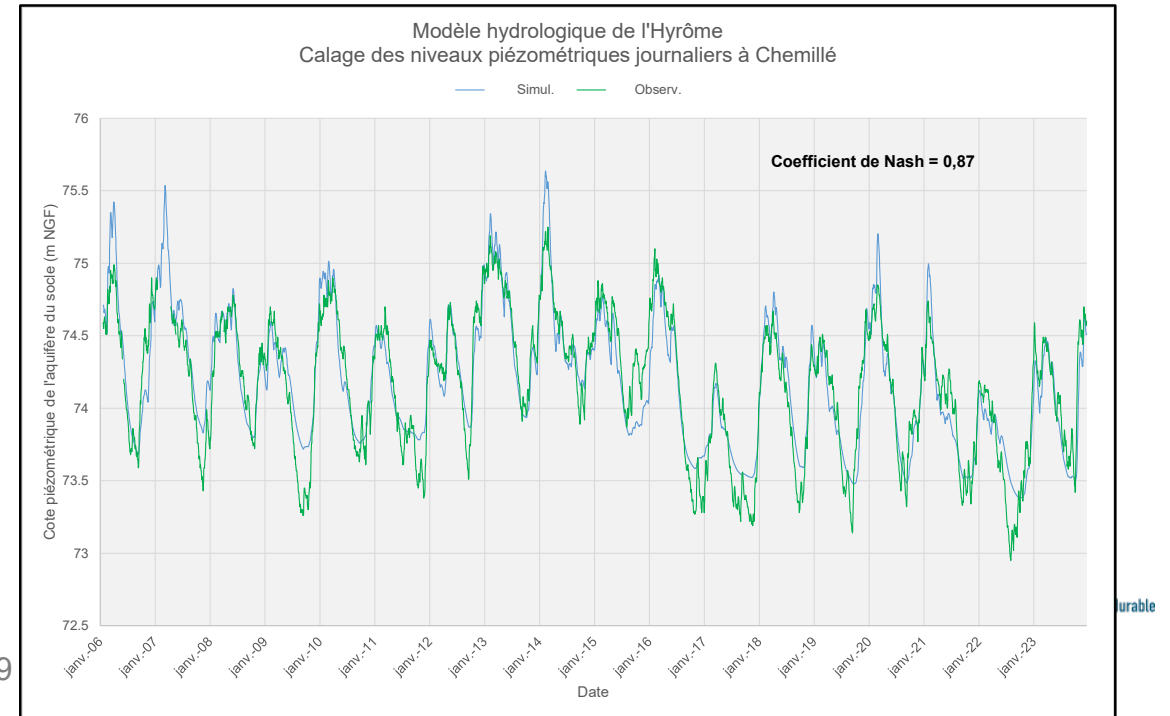
L'impact éventuel des prélèvements en nappe sur le débit des cours d'eau est scruté de plus en plus par les services de l'Etat.

Apport de la modélisation

- Modèles « globaux » rapides à mettre en œuvre
- Entrée : pluie / ETP / prélèvements
- Sortie : niveaux piézométriques / débits de cours d'eau
- Au pas de temps journalier
- Différents paramètres de calage comme le coefficient d'emmagasinement, la réserve utile des sols, la répartition infiltration/ruissellement, etc.
- Permet d'obtenir un bilan hydrologique à l'échelle du BV au pas de temps mensuel

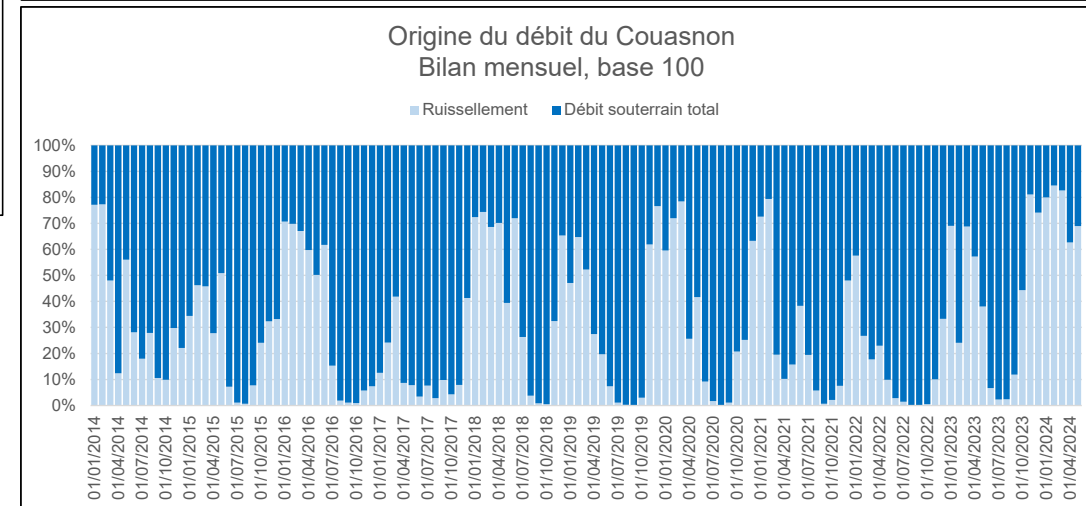
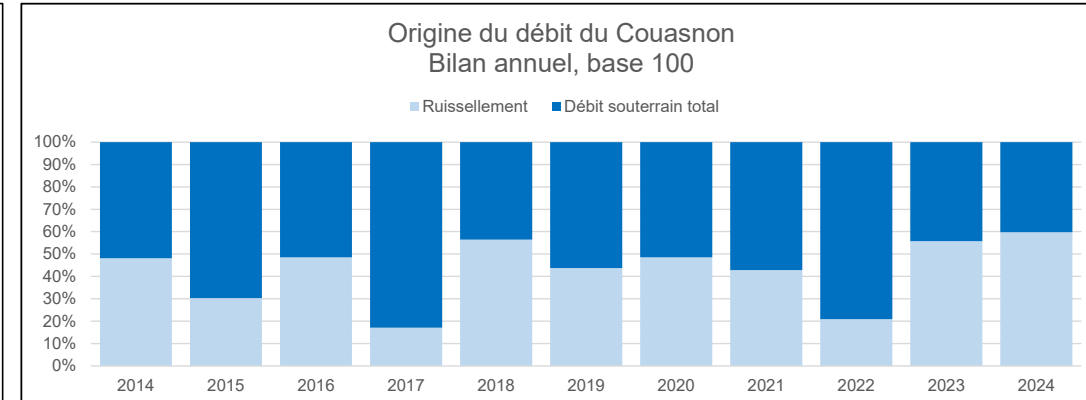
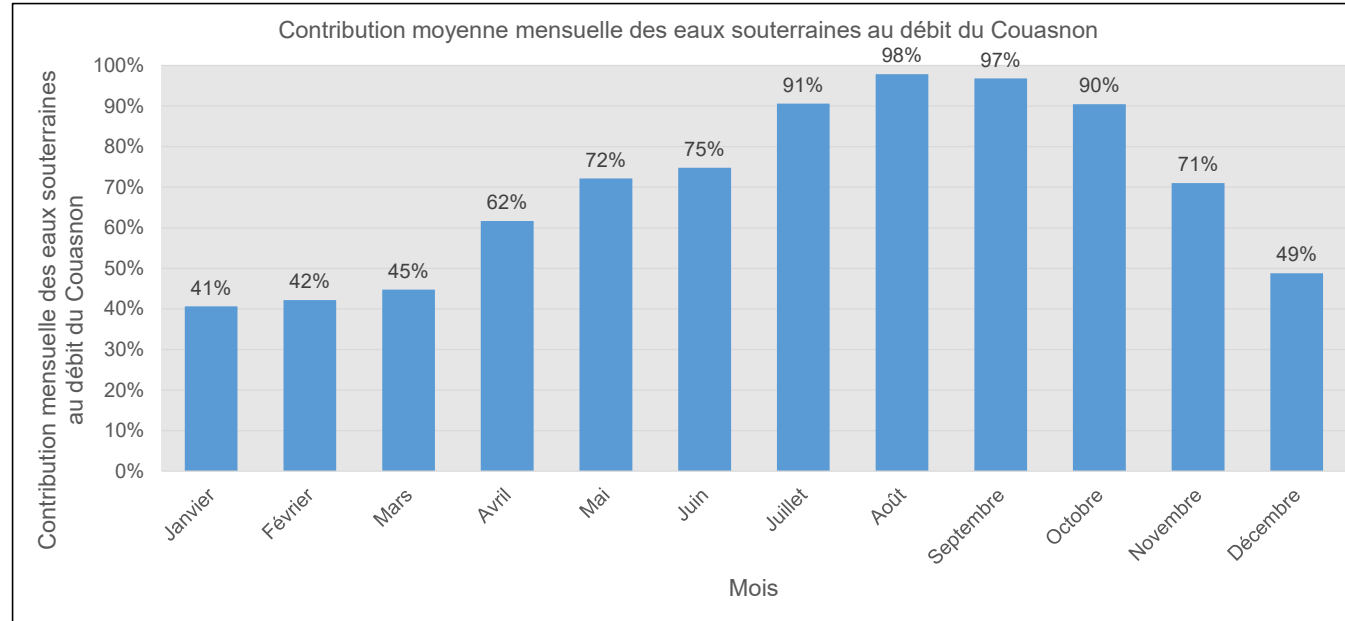


19



Relations eau souterraine – eau superficielle

L'impact éventuel des prélèvements en nappe sur le débit des cours d'eau est scruté de plus en plus par les services de l'Etat.



Importance des aquifères libres dans le soutien d'étiage

- Tous nos résultats montrent que les eaux souterraines contribuent significativement au débit des cours d'eau (même l'hiver, avec +20% du débit qui provient de la vidange des aquifères)
- En période d'étiage : le débit des rivières est presque exclusivement assuré par le soutien des nappes

An aerial photograph of a rugged coastal landscape. The image shows a series of rock formations, likely sea stacks or a rocky coastline, with intricate patterns of erosion. The rocks are primarily reddish-brown and tan, with some darker, more shadowed areas. Several tide pools are visible, reflecting the sky and the surrounding rock. The water in the pools is a deep blue, while the water in the larger channels is a lighter, greenish-blue. The overall scene is one of natural beauty and geological complexity.

Merci de votre attention