



# Eaux souterraines et inondations: remontées de nappes et crues karstiques

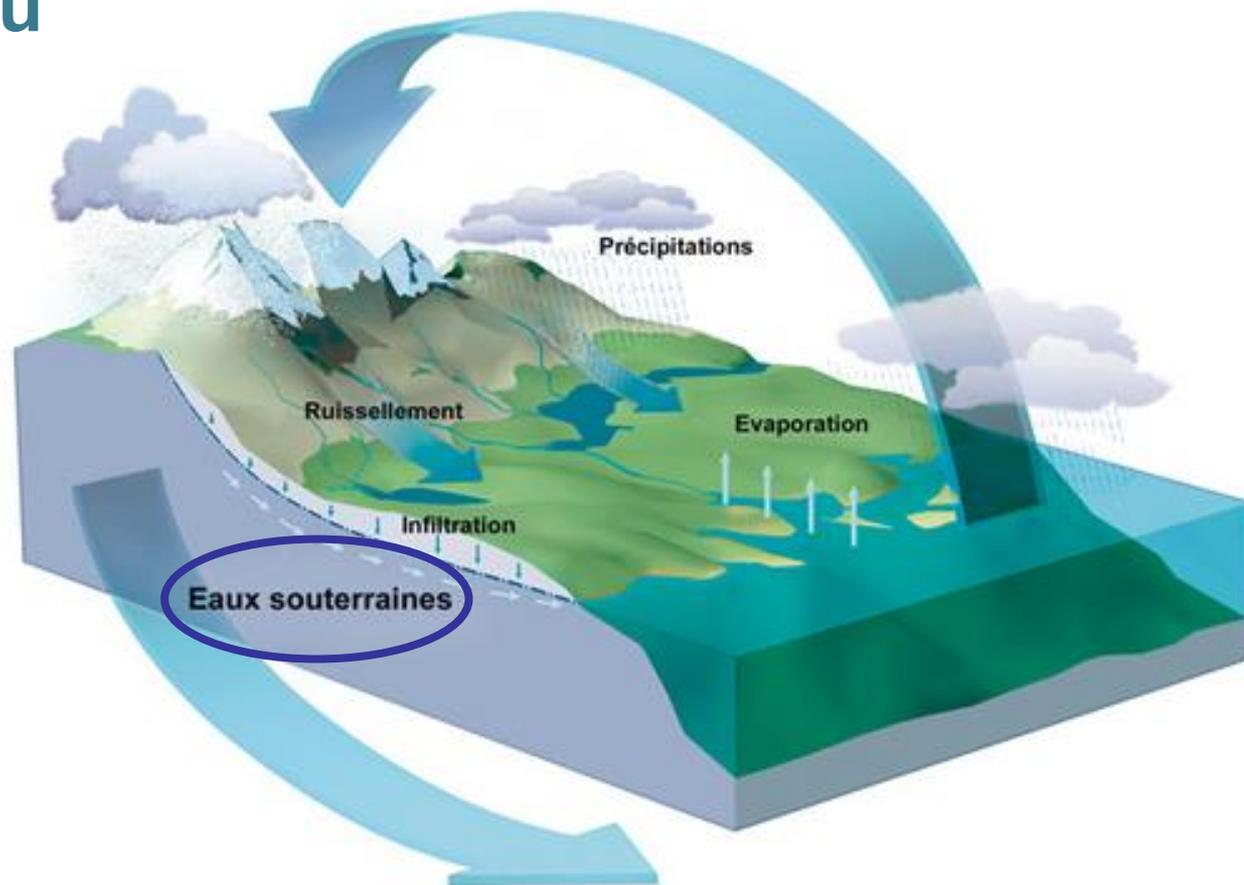
JC Maréchal  
Unité « Nouvelles ressources en eau et Economie »



# Plan de présentation

- > Cycle de l'eau et eaux souterraines
- > Les remontées de nappe
- > Les crues karstiques
- > Conclusion

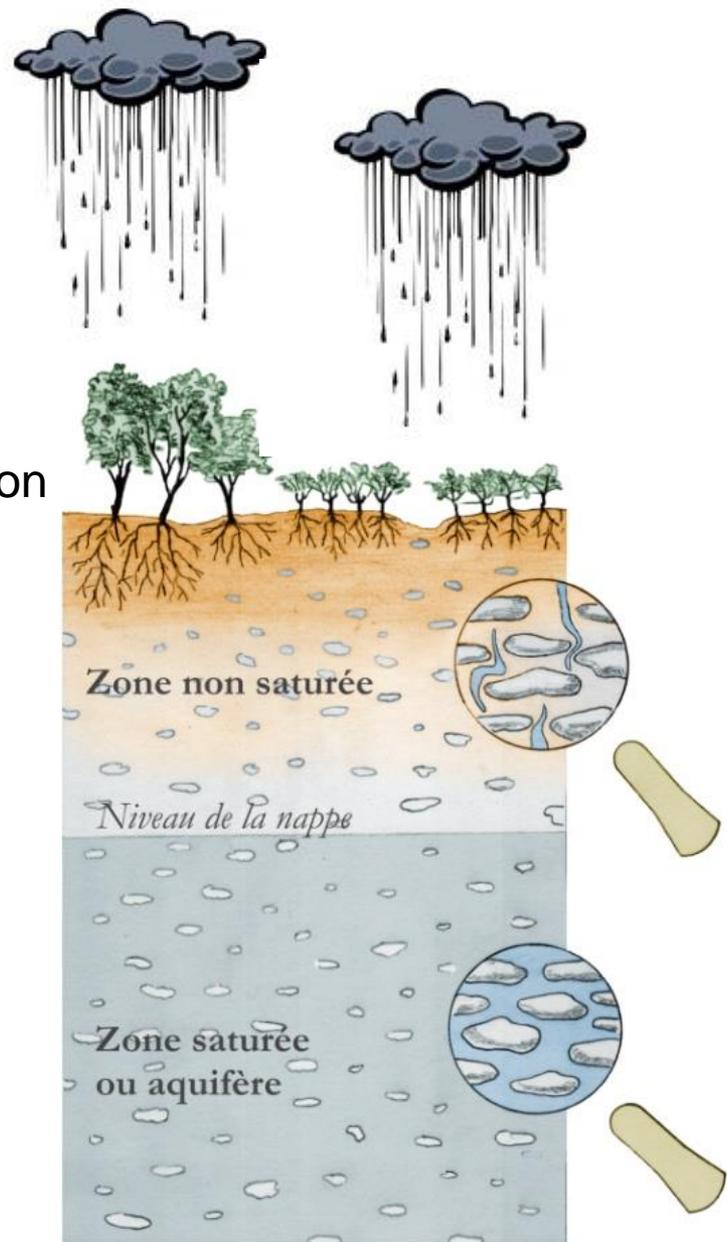
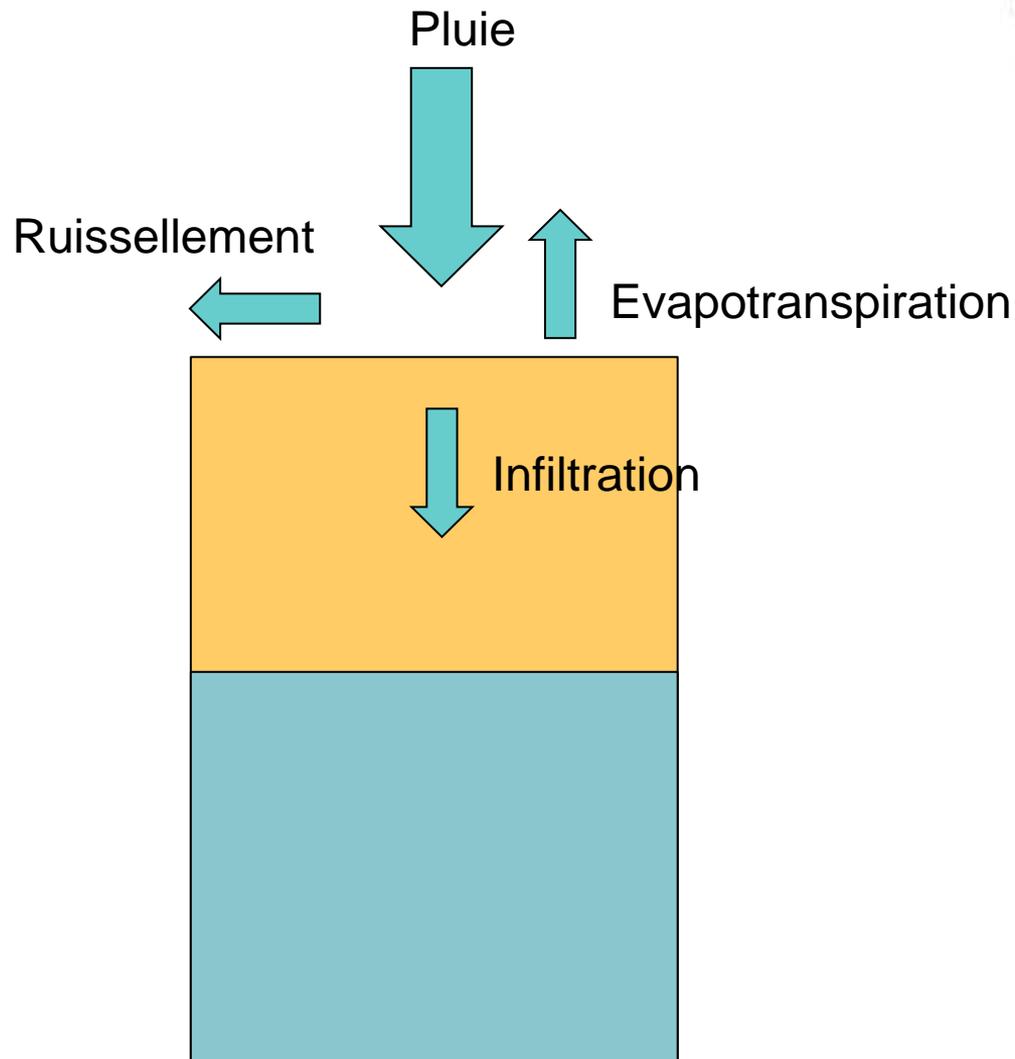
# Cycle de l'eau



**L'une des missions du BRGM est la connaissance des eaux souterraines:**

- Etude du fonctionnement des nappes aquifères
- Evaluation et gestion des ressources
- Appui aux Services chargés de la Police des eaux

# Seule une partie de la pluie ruisselle



# Le stockage d'eau dans les aquifères

## Principaux types de stockage (porosité)

Sable et gravier



Intergranulaire

Roches



Fissure

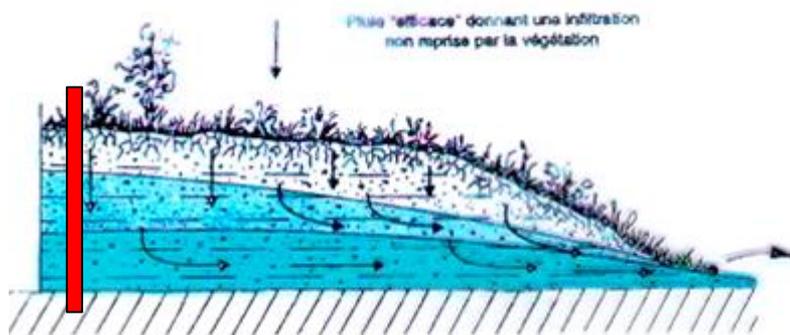
Calcaire



Vide de dissolution

L'eau occupe les interstices des grains de sable, les fissures des roches et les vides de dissolution

# Les aquifères



... présentent des variations annuelles de niveau

La différence entre le niveau minimum (automne) et maximum (printemps) est l'amplitude du « battement de la nappe »

Graphique du piézomètre  
00442X0050/P4 - PIEZOMETRE DE BEAUCHAMPS - 80

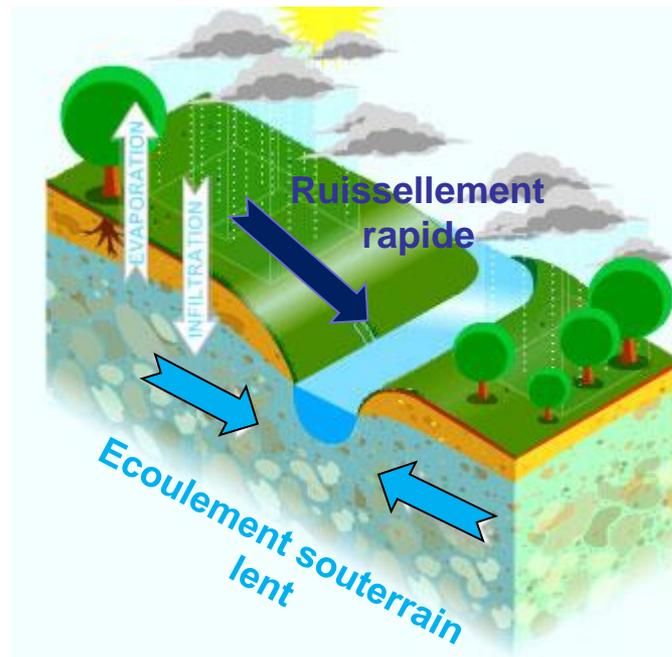


Chronique piézométrique montrant la cyclicité annuelle d'une nappe. Source: ADES

# Les eaux souterraines et les crues: idées généralement admises

En période de crue:

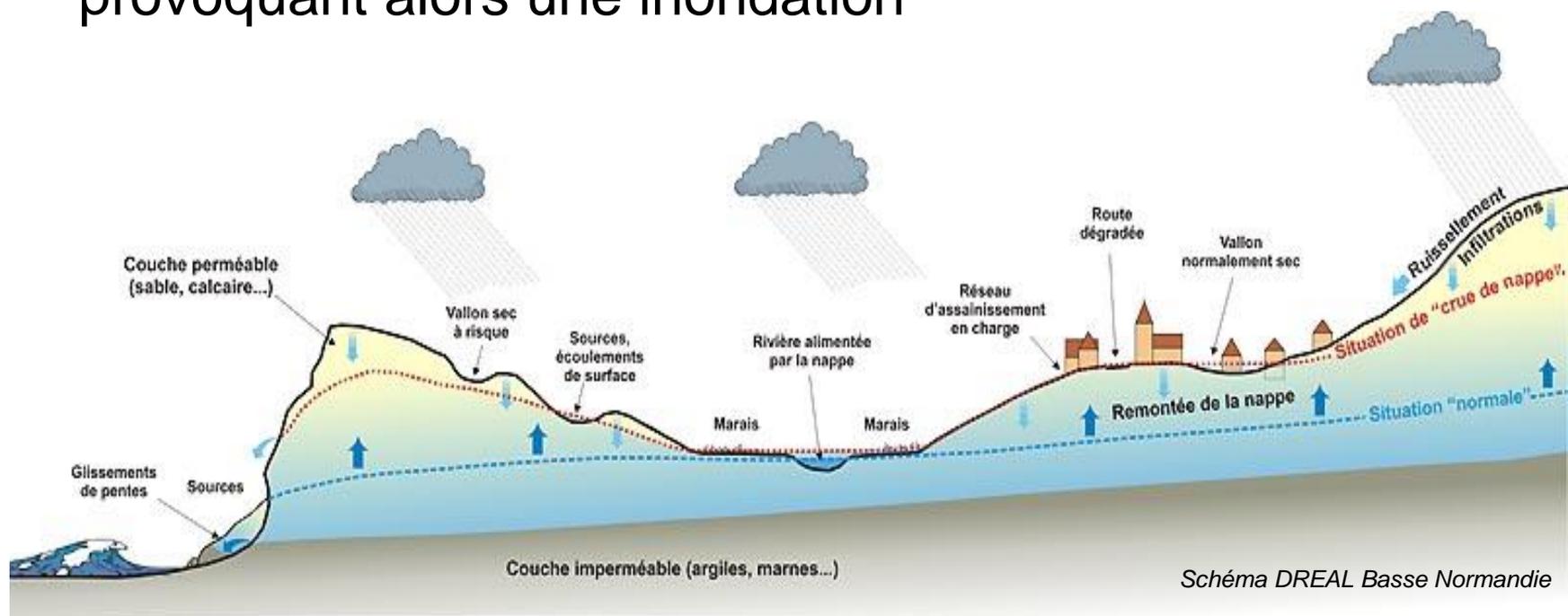
- > Le ruissellement de surface (rapide) contribue à générer la crue.
- > L'eau infiltrée est stockée dans l'aquifère souterrain : la crue est ainsi réduite (écoulement lent).



**2 contre-exemples:  
les remontées de nappe et les crues karstiques**

# Définition d'une remontée de nappe

- Dans certains aquifères, lorsque les précipitations excèdent d'année en année les prélèvements et les sorties par les exutoires naturels, le niveau de la nappe s'élève
- Ce niveau peut atteindre et dépasser le niveau du sol, provoquant alors une inondation



# Bref historique

- > Episodes majeurs survenus en 2001, en France et en Angleterre
- > Episodes plus restreints en 1995
- > Aucune crue de nappe répertoriée en France avant ces événements, de mémoire d'homme



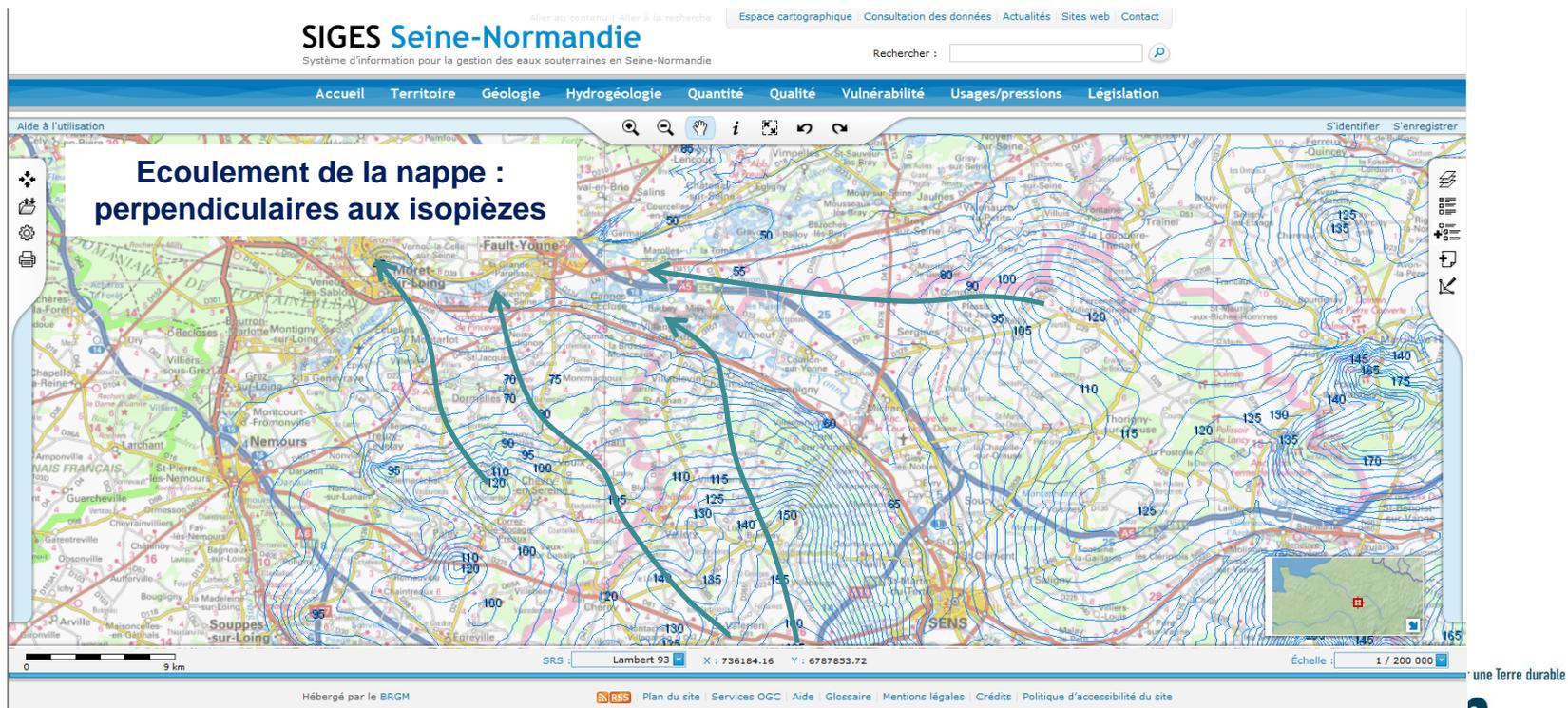
Vallée de la Somme : Abbeville en Avril 2001- © MEDD



Plaine de Caen (Calvados) : Giberville en Avril 2001- © DREAL BNO

# Connaissance et suivi de la profondeur des nappes

➤ Connaissance de l'écoulement de la nappe :  
carte piézométrique



Carte piézométrique. Source : SIGES Seine-Normandie

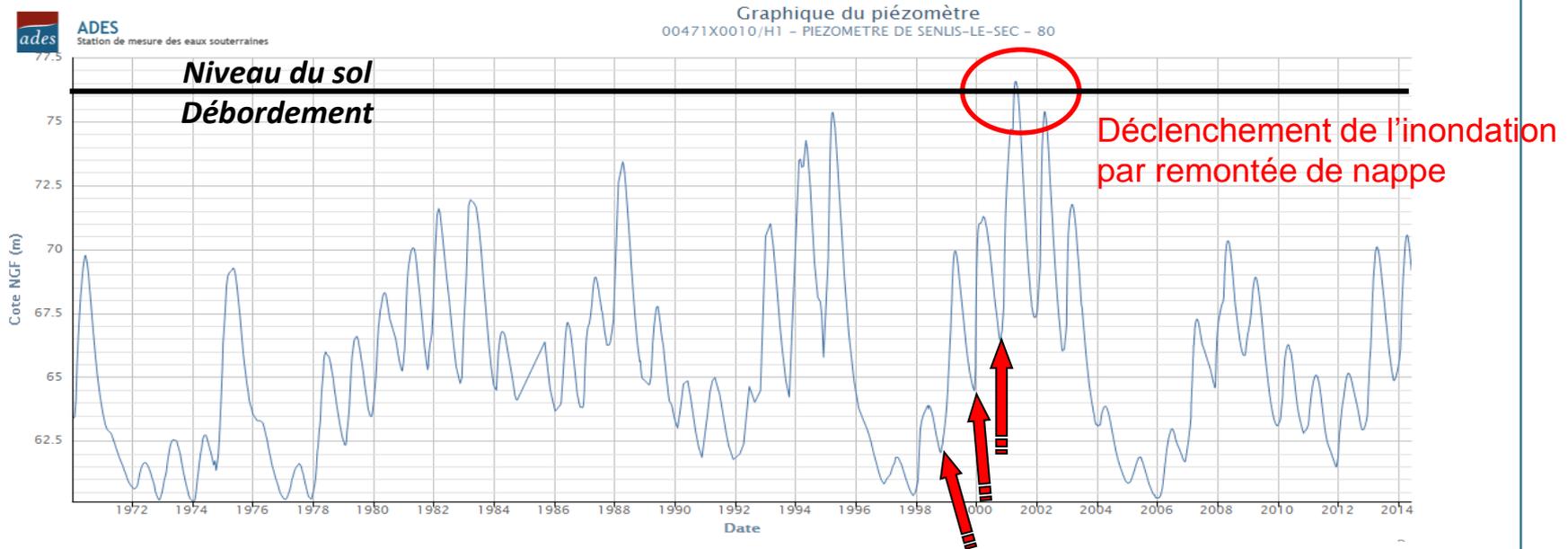
# Les formations aquifères qui se prêtent à une remontée de nappe

## Cas des grands aquifères régionaux

- > Grands aquifères libres à faible porosité dont l'écoulement est lent (lente décrue : phénomène plus long)
- > Conditions de pluviométrie excédentaires sur plusieurs années
- > Recharge annuelle plus importante que la décharge naturelle (drainage des rivières et différents usages)

# Les formations aquifères qui se prêtent à une remontée de nappe

... présentent des variations interannuelles de niveau  
Succession de plusieurs années humides =>  
stockage croissant d'eau dans l'aquifère



Chronique piézométrique montrant une remontée de nappe. Source : ADES

# Les manifestations des remontées de nappe

**A la différence des crues de ruissellement, les crues par remontées de nappe peuvent :**

- Inonder des parties de plateaux habituellement secs
- Provoquer l'apparition ou le déplacement de sources
- Réactiver les rivières dans les vallées sèches
- Rendre artésiens les forages



# Les manifestations des remontées de nappe



# Les manifestations des remontées de nappe



*Inondation du sous-sol d'un bâtiment Saint-Paul-de-Varces (38) © J. Richy*



*Route bloquée et endommagée à Gretheville (Calvados) © DREAL Basse Normandie*

# Les manifestations des remontées de nappe



# Les manifestations des remontées de nappe



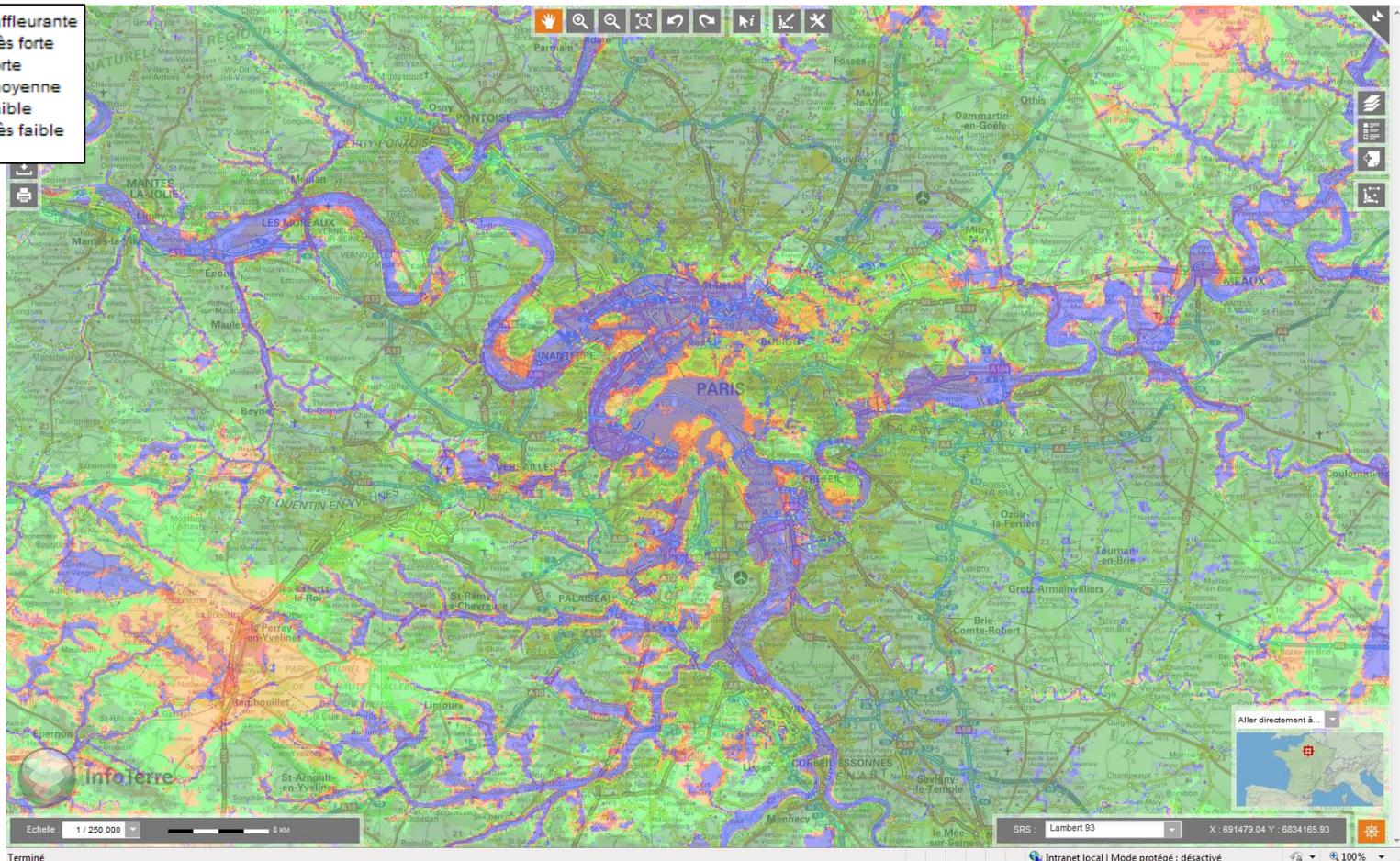
*Dallage disloqué à Bauvin (Nord) © BRGM*



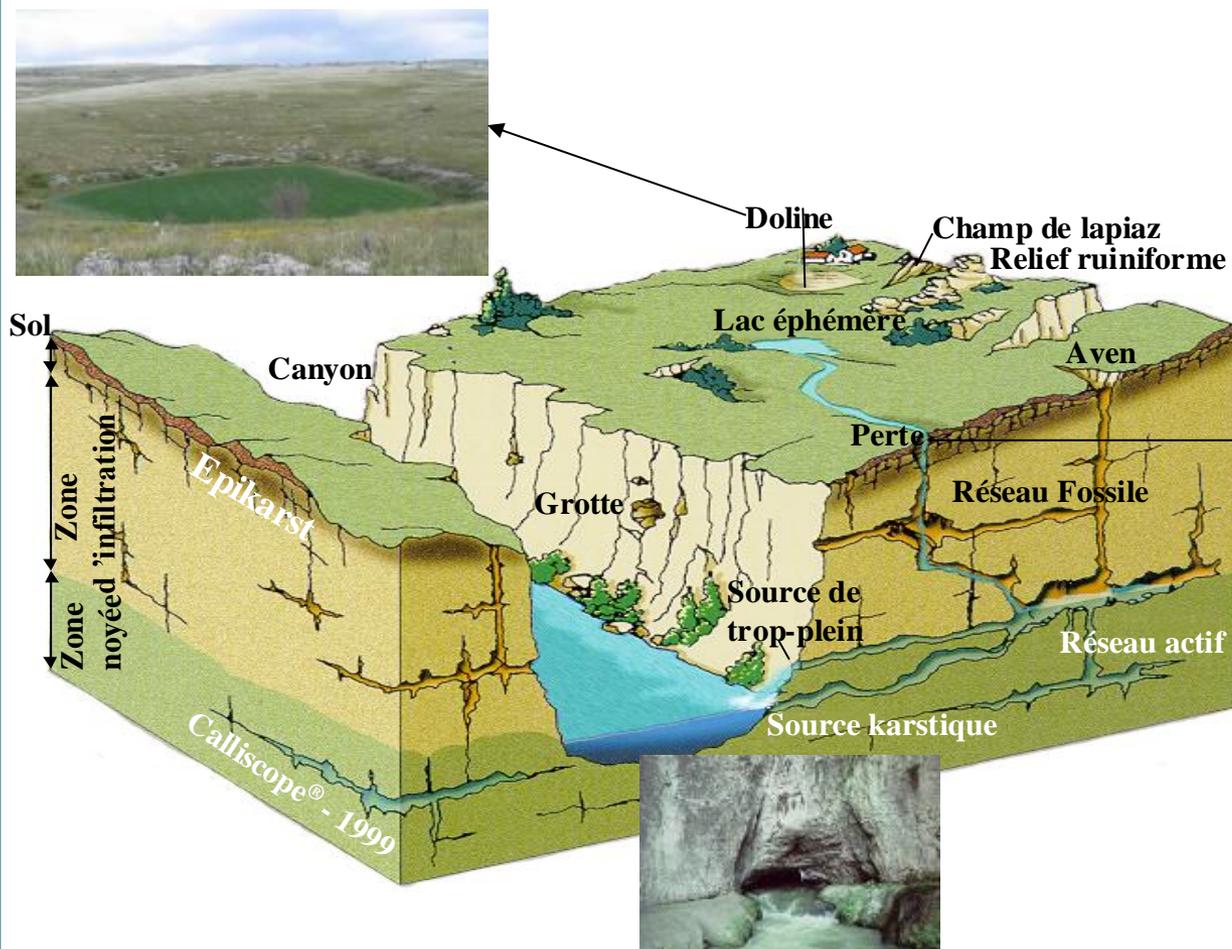
*Cave inondée à Fresnicourt-le-Dolmen (Pas-de-Calais) © BRGM*

# Cartographie nationale de la sensibilité vis-à-vis des inondations par remontée de nappe

- Nappe sub-affleurante
- Sensibilité très forte
- Sensibilité forte
- Sensibilité moyenne
- Sensibilité faible
- Sensibilité très faible
- Non réalisé



# Les karsts



La présence de nombreux vides permet de stocker une grande quantité d'eau

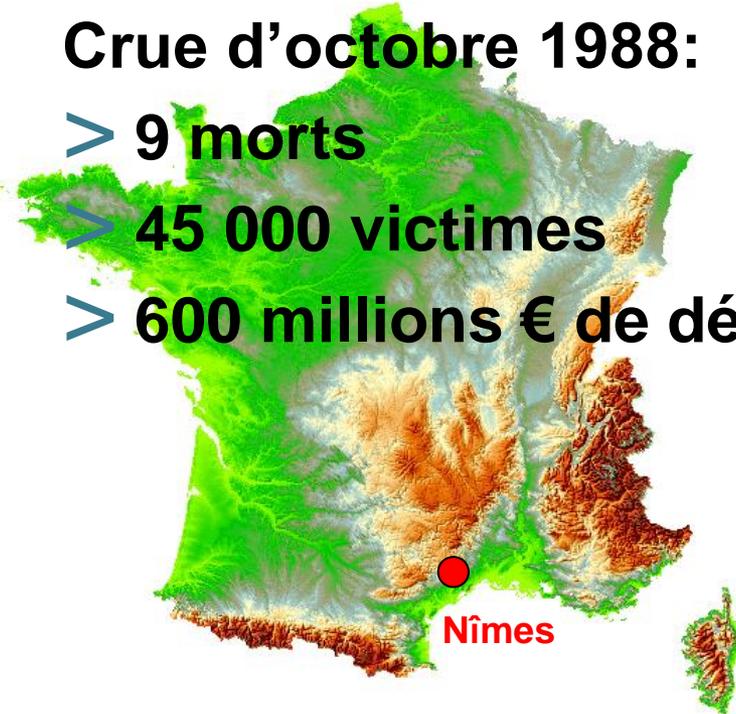
# Crues éclair à Nîmes

Crue d'octobre 1988:

> 9 morts

> 45 000 victimes

> 600 millions € de dégâts

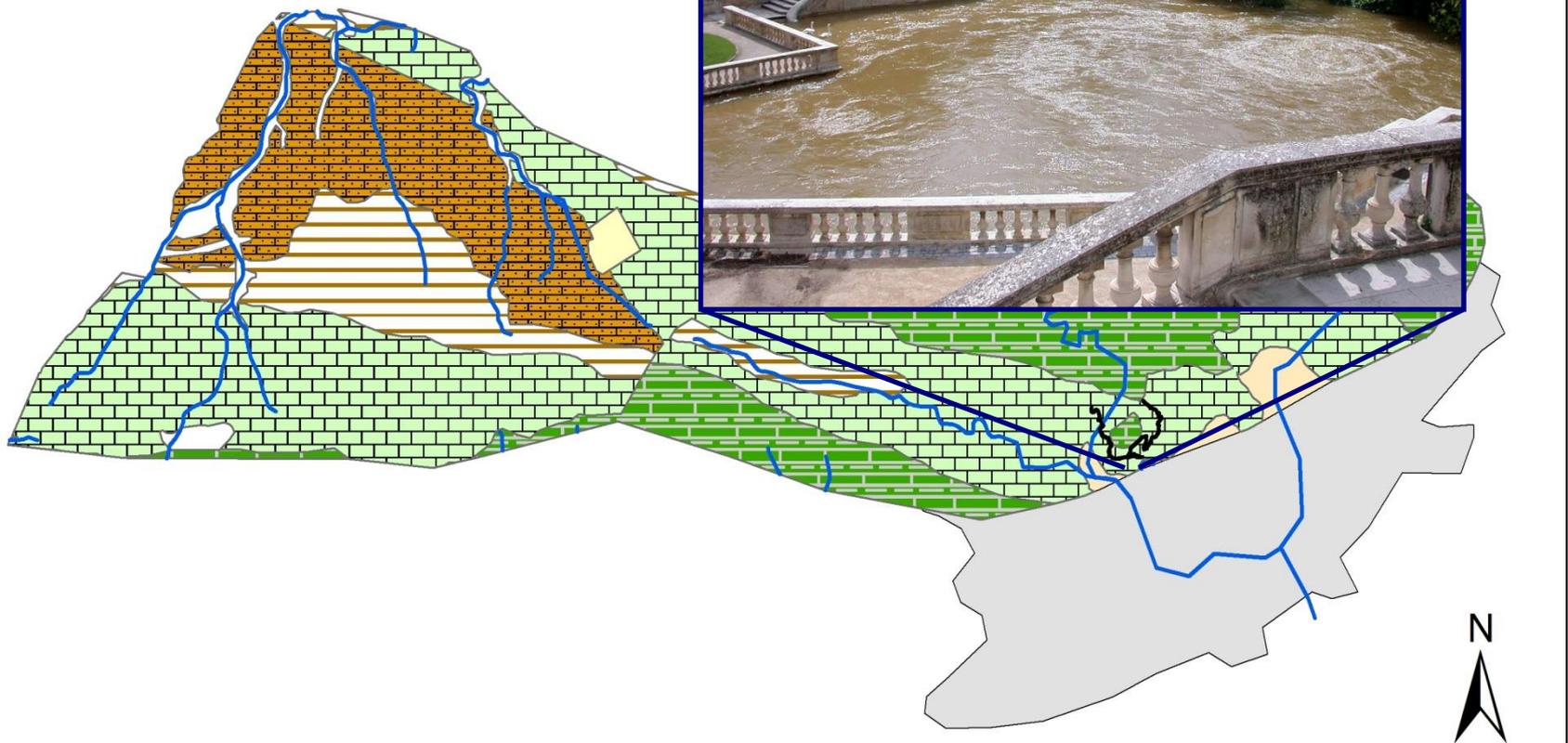


Question:

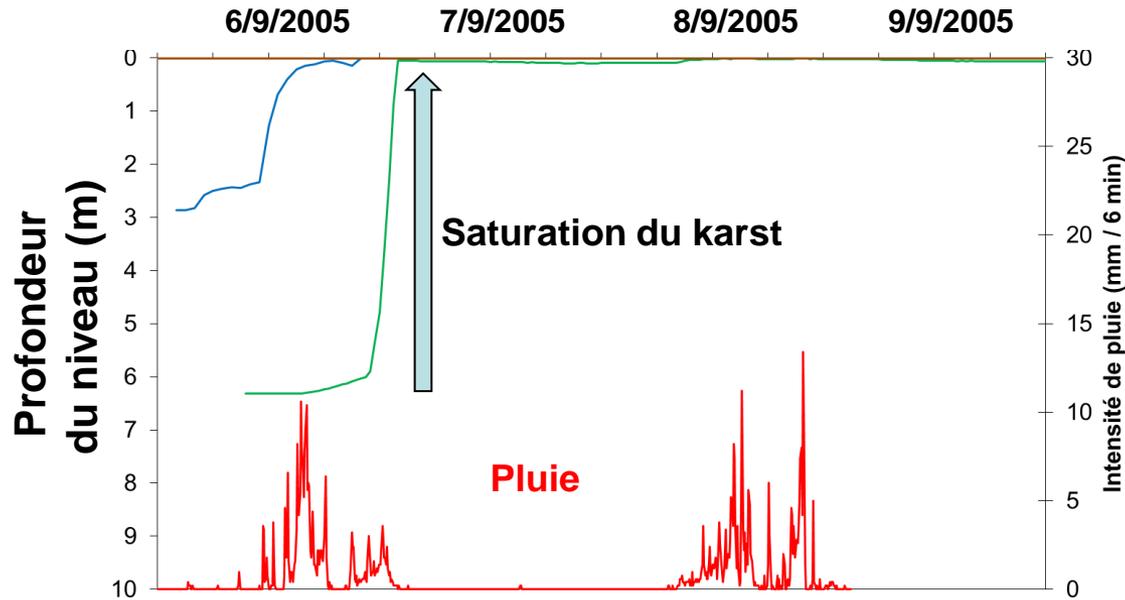
**Pourquoi le karst situé à l'amont de la ville n'a-t-il pas absorbé les pluies ?**

# Un bassin karstique et une source: Fontaine de Nîmes

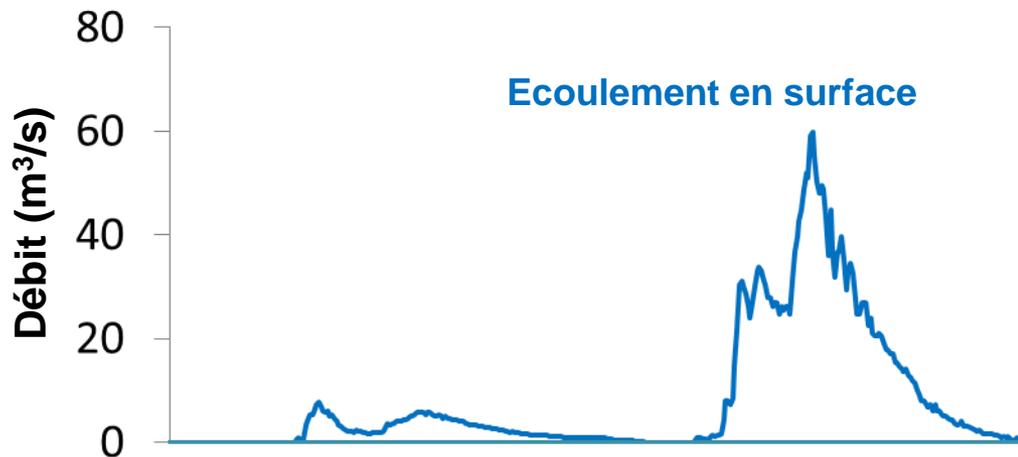
Surface = 55 km<sup>2</sup>



# Septembre 2005: débordement du karst

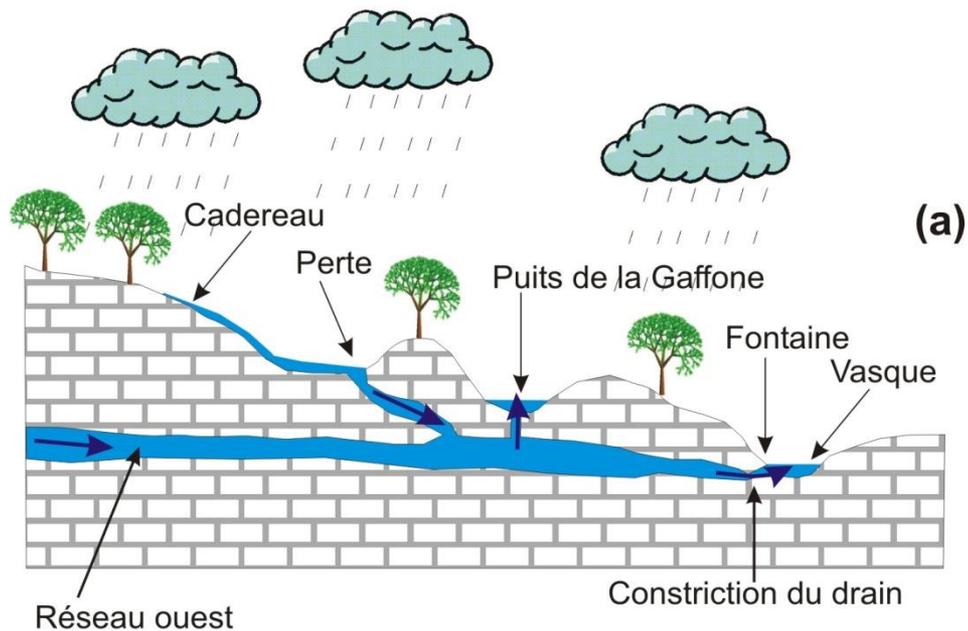


Sources « Eau Bouillie »



D3E/NRE

# Inondation des avens



**Constriction du drain**



**Mise en charge  
dans le drain  
karstique**



**Inondation des  
avens**

# Les crues karstiques à Nîmes

- > Le karst de Nîmes possède une capacité d'absorption limitée (200-250 mm)
- > Lorsque le karst est saturé, il déborde au travers d'avens inondés et de sources temporaires
- > Les écoulements au sein du karst sont rapides et s'ajoutent au ruissellement de surface: c'est la crue
- > La contribution des eaux souterraines au pic de crue est élevée
- > Il est donc nécessaire d'intégrer les eaux souterraines au réseau d'alerte

# La gestion active des aquifères: exemple de la source du Lez

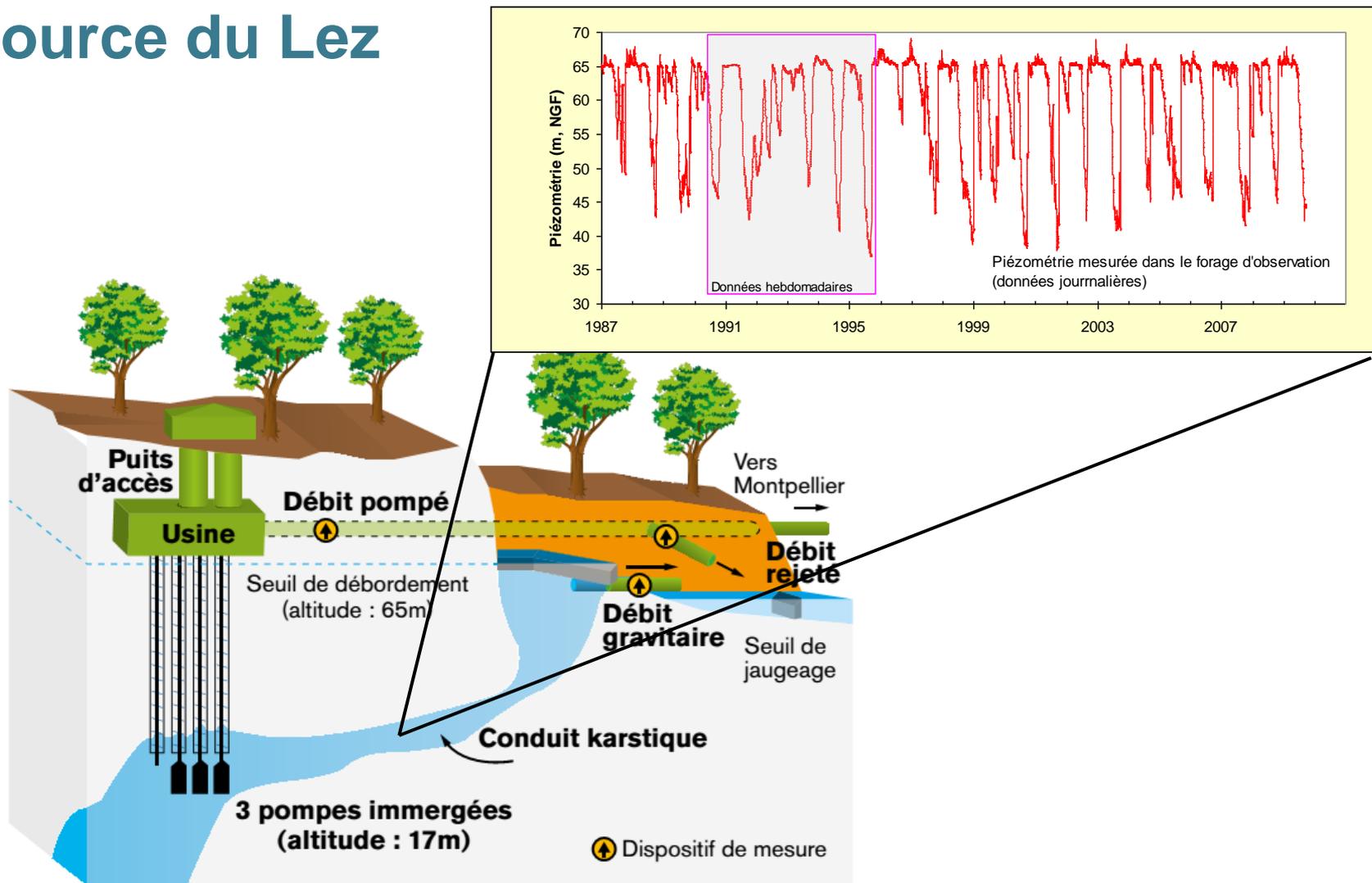
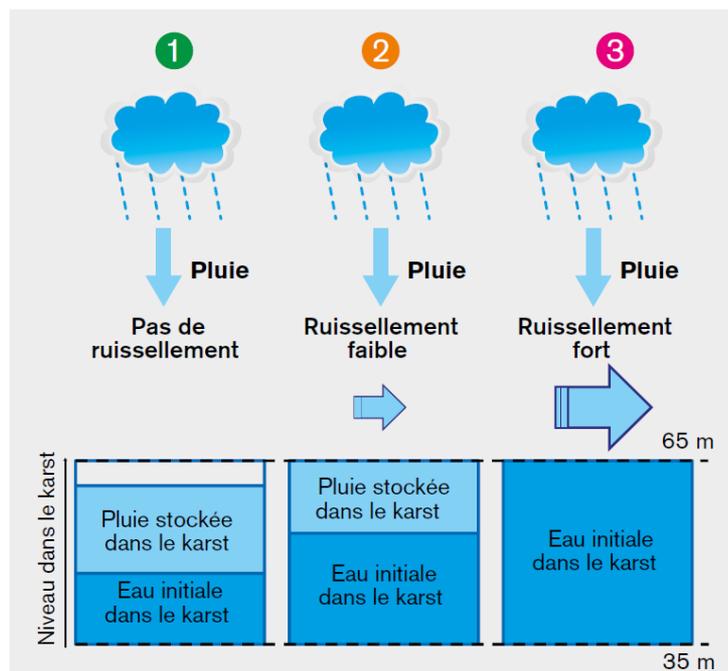


Figure 1 : coupe de l'installation de l'usine de pompage à la source du Lez

# Rôle de l'état initial du karst sur les crues

3 types de comportements selon l'état initial du karst



Episode	Pluie (mm)	Niveau d'eau initial (m)	Débit La Valette (m <sup>3</sup> /s)
09/10/2001	120	66	238
24/08/2002	130	43	6



# Conclusion/comparaison

	<b>Crue de nappe</b>	<b>Crue karstique</b>
Environnement géologique	Calcaires, craies fissurés	Calcaires karstifiés
Conditions météorologiques	Plusieurs hivers pluvieux de suite	Une pluie intense
Climat	Tempéré (nord de la France)	Méditerranéen (sud de la France)
Dynamique	Lente (semaines à mois)	Rapide (heures à jours)
Processus	Remontée de nappe	Remontée de nappe et refus à l'infiltration

# Bibliographie

- > <http://www.inondationsnappes.fr/>
- > CETE Nord Picardie (2012) – Dossier 2012 -119 : Directive Inondation – Mission n°6 « Remontées de nappes »
- > Machard de Gramont H., Mardhel V., (2006) – Atlas des remontées de nappes en France métropolitaine. BRGM/RP-54414-FR
- > Allier D., Tormo F., Brugeron A., (2012) - Evaluation préliminaire du risque d'inondations par remontées de nappes. BRGM/RP-59890-FR
- > <http://infoterre.brgm.fr/>
- > <http://www.adès.eaufrance.fr/>
- > Fleury, P., Ladouche, B., Courtois, N. (2007). Aléas inondations de la ville de Nîmes par contribution des eaux souterraines, BRGM/RP55558-FR
- > Maréchal, J-Ch., Ladouche, B. (2006). Fonctionnement hydrogéologique du système karstique de la Fontaine de Nîmes en crue, BRGM/RP-54723-FR