COMITE FRANCAIS DE GEOLOGIE DE L'INGENIEUR ET DE L'ENVIRONNEMENT
Séance technique du 14 Octobre 2010

THEME : APPORT DU GEOLOGUE DANS LA BONNE CONCEPTION ENVIRONNEMENTALE DES PROJETS DE CONSTRUCTION

GEOLOGIE ET HYDROGEOLOGIE, FACTEURS D'OPTIMISATION DES PROJETS DE BATIMENT ET DE GENIE CIVIL

G. Monnier - hydrogéologue

BURGEAP
INGÉNIERIE DE L'ENVIRONNEMENT

GEOLOGIE ET HYDROGEOLOGIE, FACTEURS D'OPTIMISATION DES PROJETS DE BATIMENT ET DE GENIE CIVIL

« C'est la nature des couches et leur disposition dans le sous-sol, cet ensemble de données que l'on désigne parfois sous le terme de « topographies souterraines », qui conditionne […] le stockage et le mouvement des eaux dans le sol. »

Jean Archambault

Trois exemples :

1. Le colmatage d'un cours d'eau et son impact sur les niveaux des plus hautes eaux souterraines ;

2. L'identification de couches géologiques peu perméables dans lesquelles puissent être ancrées des enceintes souterraines (parois moulées, rideaux de palplanches, …) ;

3. La mise à profit d'une dépression piézométrique pour réduire le coût d'une dépollution ;

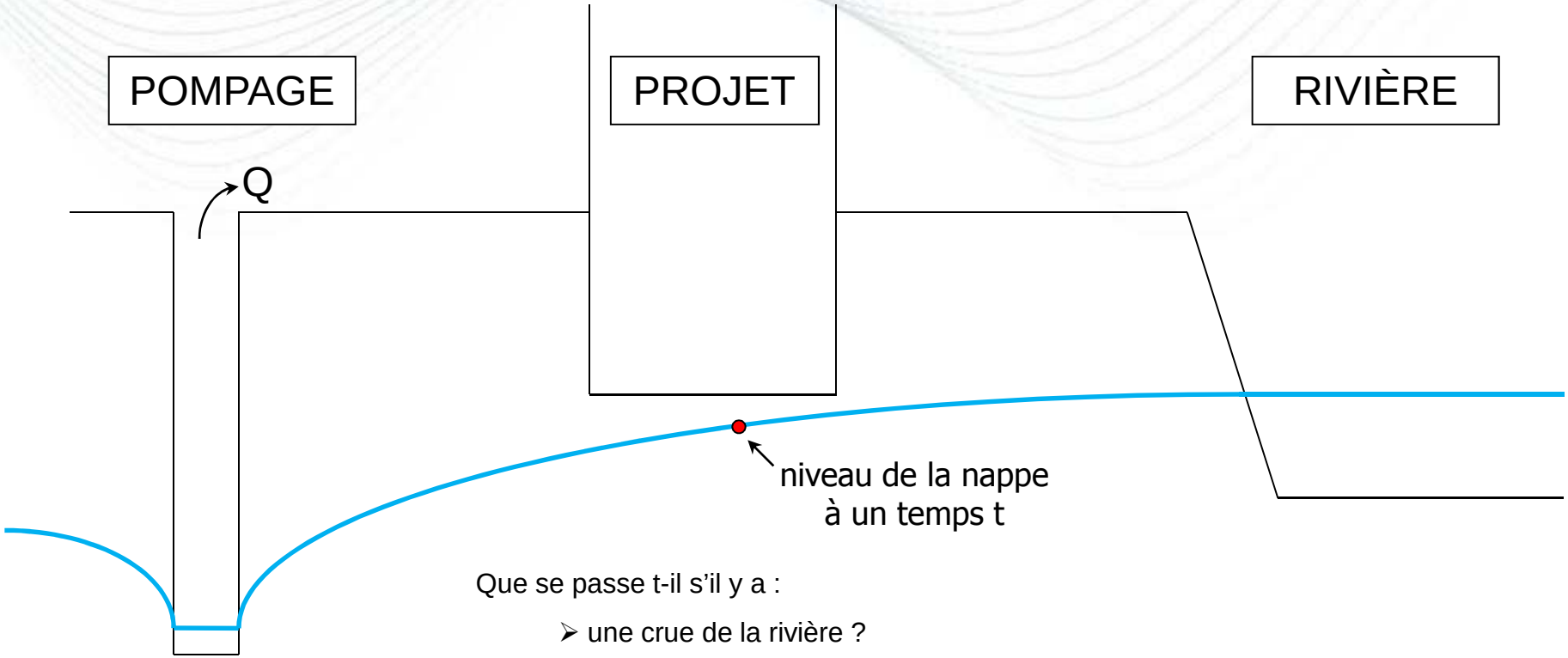
EXEMPLE 1 : LE COLMATAGE D'UN COURS D'EAU ET SON IMPACT SUR LES NIVEAUX MAXIMUM QUE PEUT ATTEINDRE LA NAPPE

Phrase rencontrée quelques fois dans les rapports de reconnaissances géotechniques :
« On pourra tenir compte d'un phénomène d'amortissement d'au moins 1 mètre par rapport au cotes des crue du cours d'eau. »

Ce qui peut conduire soit à une surévaluation des niveaux des plus hautes eaux souterraines, soit à une sous-évaluation.

NPHE
(Niveau des plus hautes eaux souterraines)

Qu'est-ce qu'une étude prévisionnelle des niveaux des plus hautes eaux ?

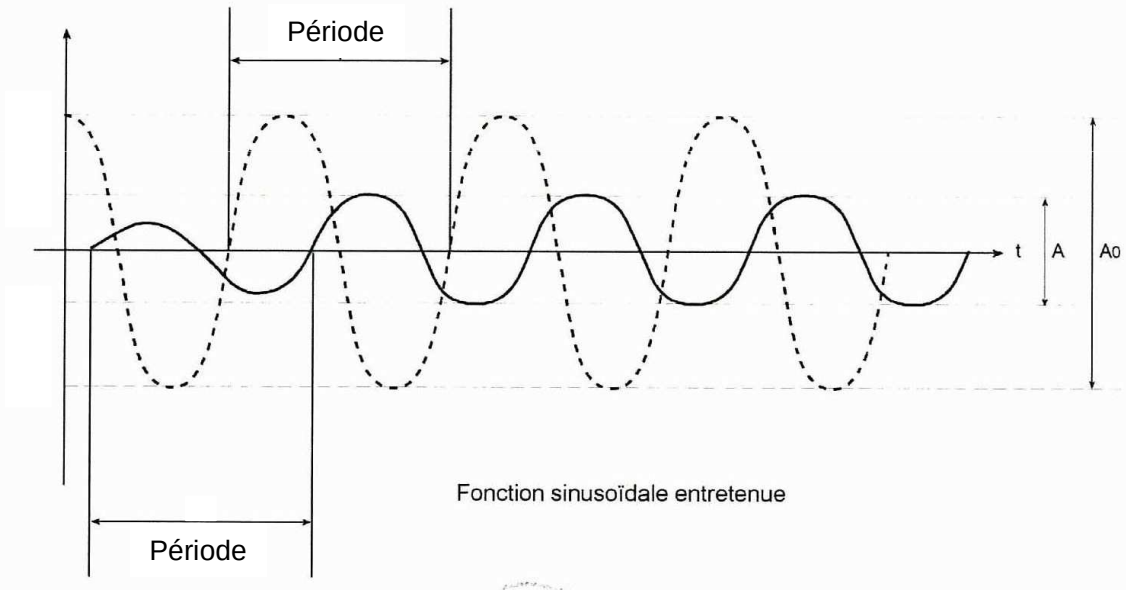


Que se passe t-il s'il y a :

- une crue de la rivière ?
- un arrêt du pompage ?

Quid du battement saisonnier ?

NPHE
(Niveau des plus hautes eaux souterraines)

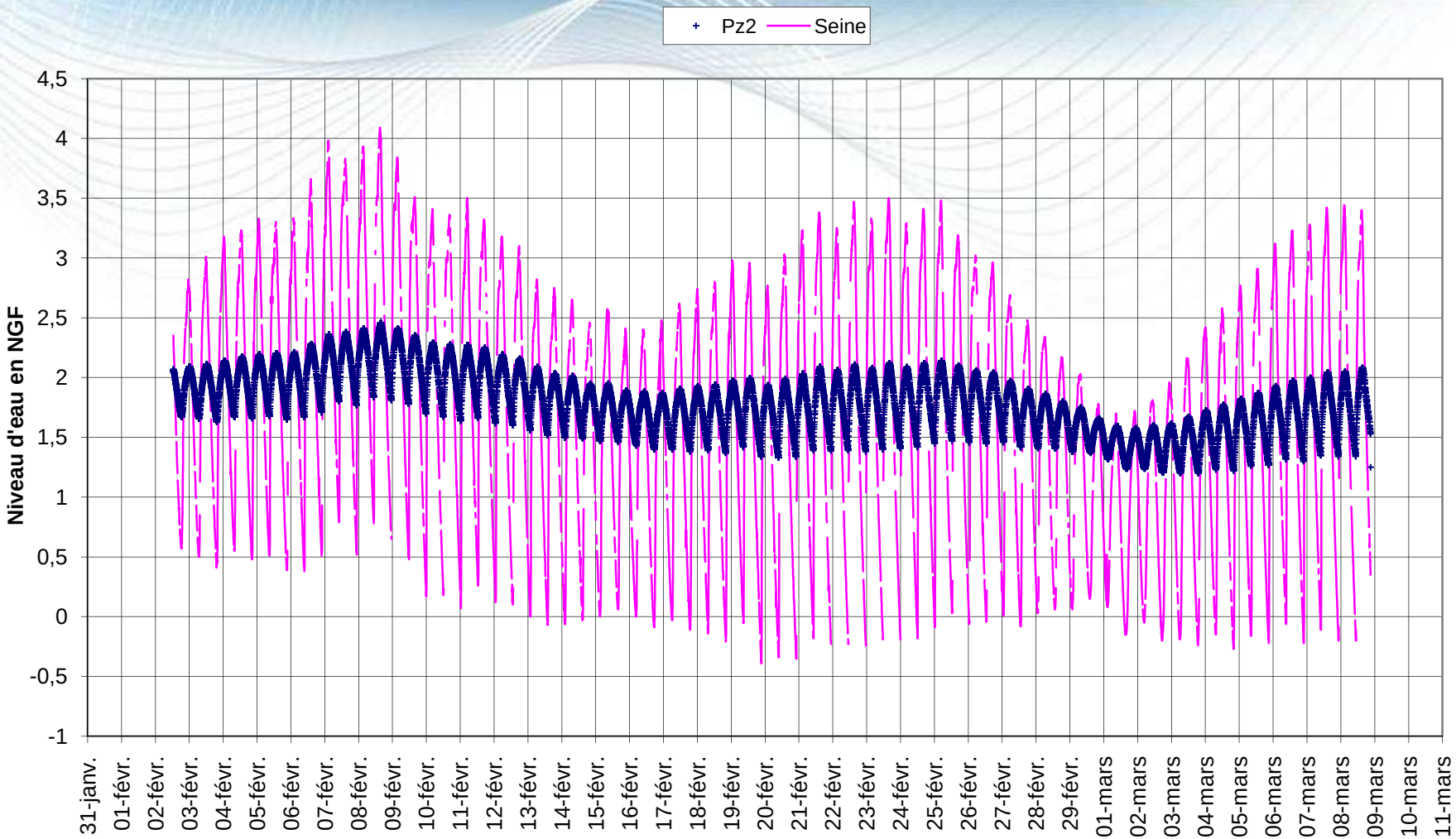


$$A = A_0 . e^{-x\sqrt{\frac{\pi . S}{t_0 . T}}}$$

A_0 : amplitude de la fluctuation du plan d'eau
A : amplitude de la fluctuation dans le piézomètre
S : coefficient d'emmagasinement
T : transmissivité
x : distance entre le plan d'eau fluctuant sinusoïdalement et le piézomètre
t_0 : durée de la période

Pour A_0 et t_0 données, A diminue avec S et/ou augmente avec T.
Si un cours d'eau est colmaté, tout se passe comme si S augmente et/ou T diminue.

Evolution du niveau d'eau au marégraphe de Mesnil-Sous-Jumièges et sur le piézomètre Pz2



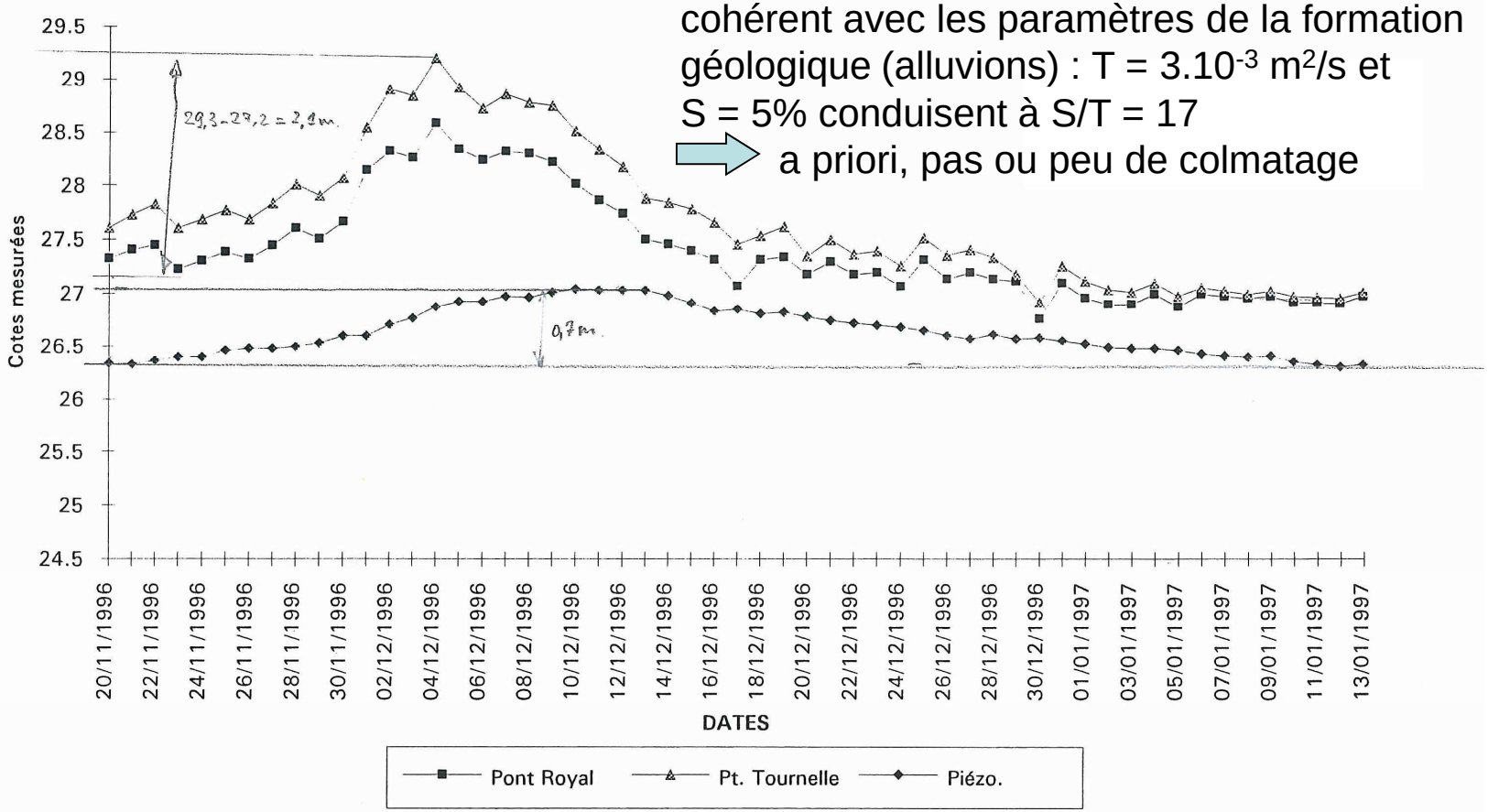
Piézomètre Boulevard Saint Michel à Paris

A_0 = 2,1 m ; A = 0,7 m ;t_0 = 4 000 000 s, x = 300 m,

⇨ S/T = 17

cohérent avec les paramètres de la formation géologique (alluvions) : T = 3.10^{-3} m^2/s et S = 5% conduisent à S/T = 17

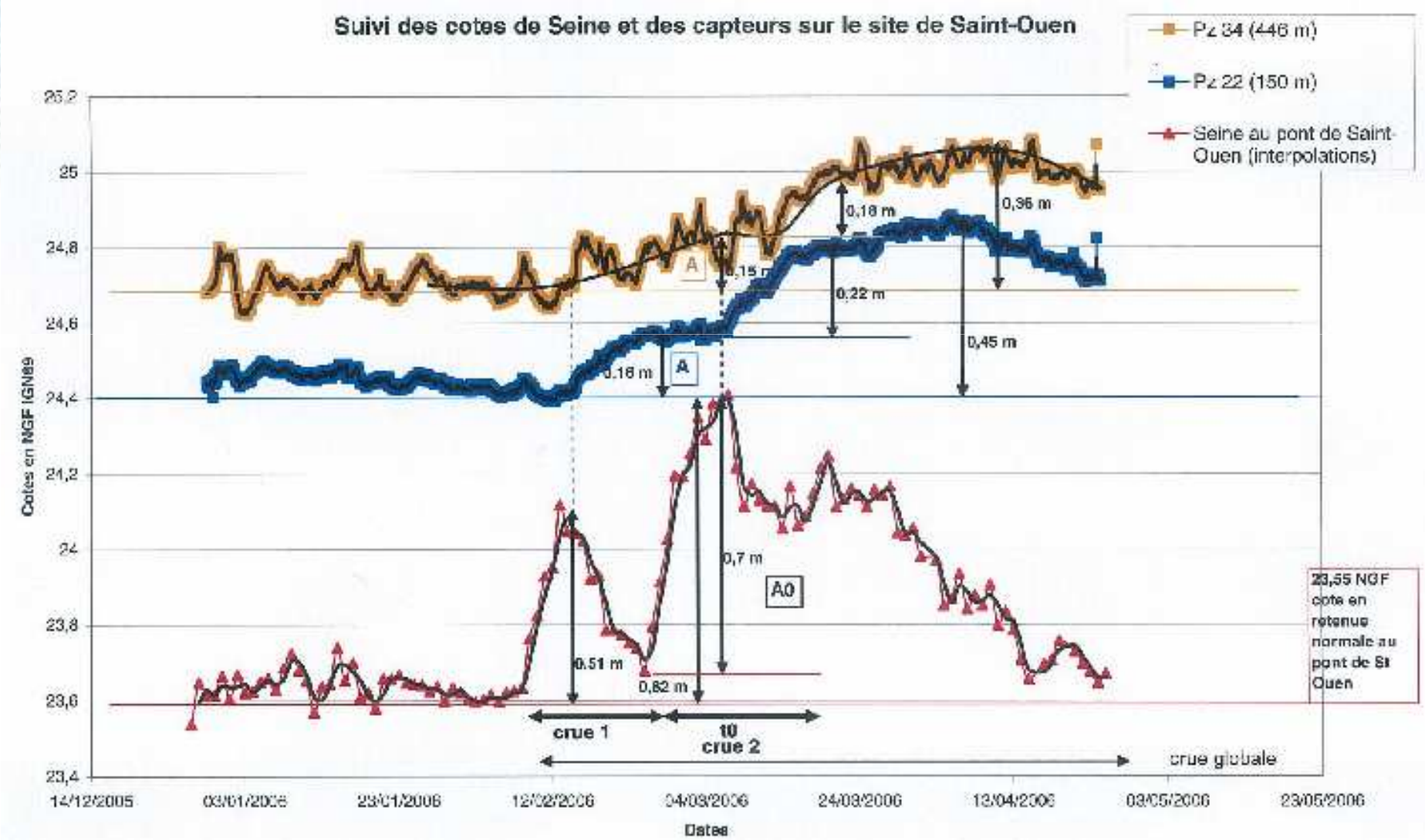
⇨ a priori, pas ou peu de colmatage



Evaluation de l'onde de crue pour des périodes de retour plus importantes

	A0 (m)	A (m)
Crue 1982 (1/10)	5,33	**2,3**
Crue 1955 (1/50)	6,3	**2,7**

(Durée de la crue : 2,5 mois)

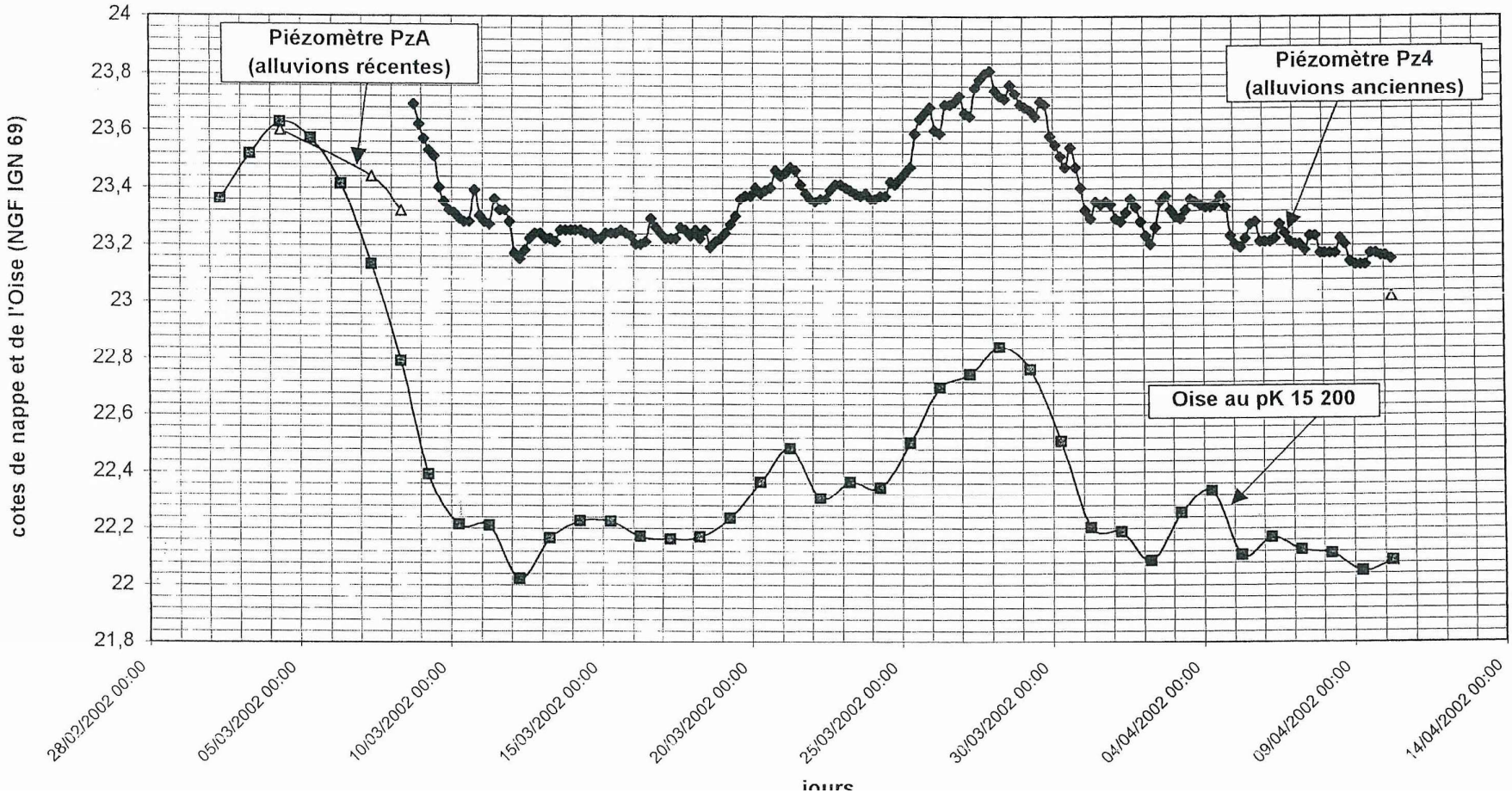

Suivi des cotes de Seine et des capteurs sur le site de Saint-Ouen
Pz 34 (446 m)
Pz 22 (150 m)
Seine au pont de Saint-Ouen (interpolations)
Cotes en NGF IGN69
25,2
25
24,8
24,6
24,4
24,2
24
23,8
23,6
23,4
0,18 m
0,36 m
0,15 m
0,22 m
0,45 m
0,16 m
A
A
0,7 m
A0
0,51 m
0,82 m
23,55 NGF cote en retenue normale au pont de St Ouen
crue 1
10
crue 2
crue globale
14/12/2005
03/01/2006
23/01/2006
12/02/2006
04/03/2006
24/03/2006
13/04/2006
03/05/2006
23/05/2006
Dates

Evaluation du rapport S/T et calculs prévisionnels

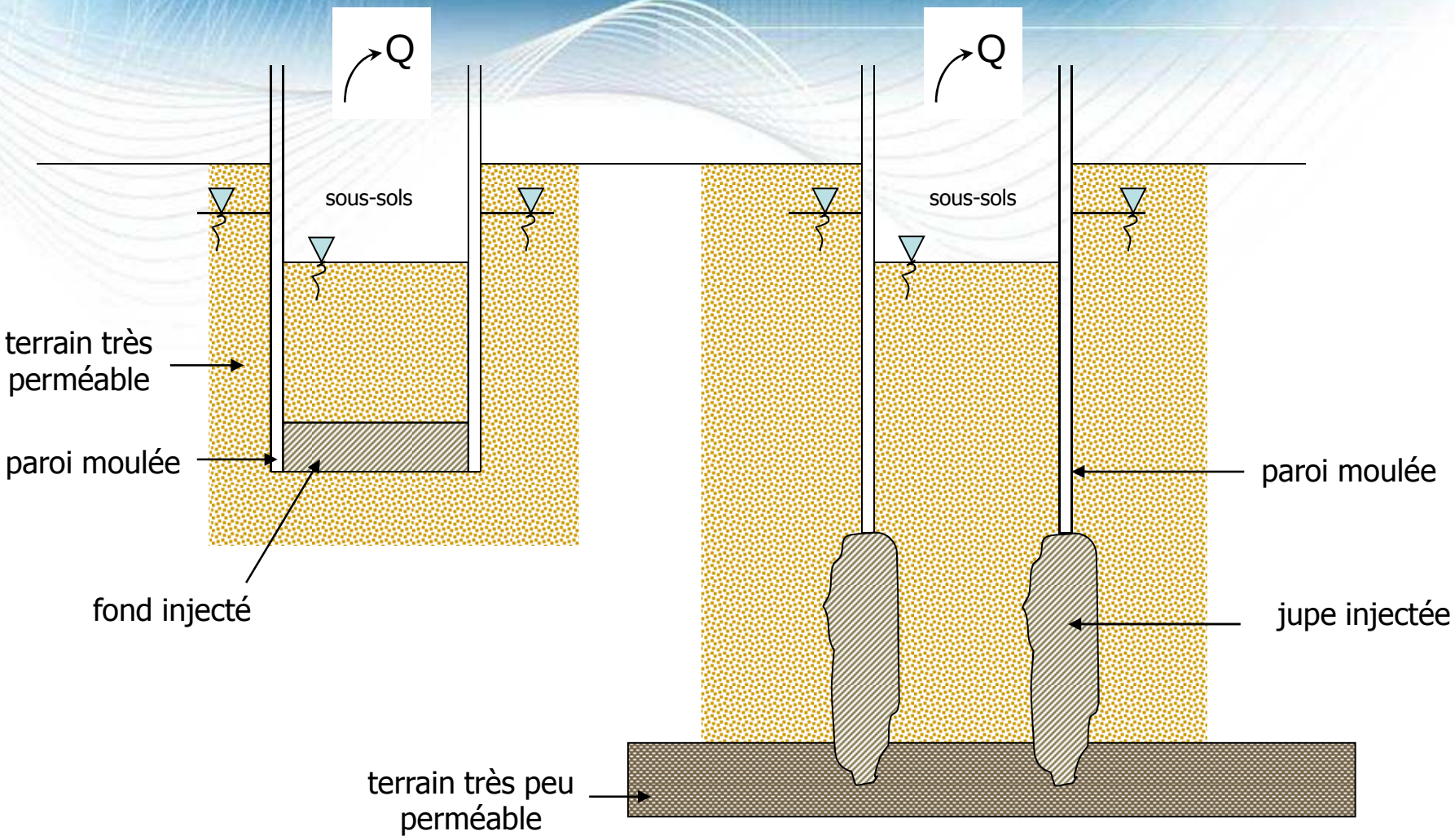
• Entre la Seine et le Pz22 (150 m), S/T = 26,3 s/m^2,
•Entre Pz22 et Pz34 (296 m), S/T = 1 s/m^2,
⇨ **effet du colmatage des berges et du lit du fleuve**

Exemple d'un bâtiment se trouvant à 350 m du fleuve (150 + 200 m) ; durée de crue : 2,5 mois ;

	A0 (m)	A (m) entre la Seine et Pz22 (S/T = 26,3 s/m^2)	A* (m) entre Pz22 et le bâtiment (S/T = 1 s/m^2)
Crue 1982 (1/10)	4,5	2,6	**2,3**
Crue 1955 (1/50)	5,2	3,1	**2,7**


Piézomètre PzA
(alluvions récentes)
Piézomètre Pz4
(alluvions anciennes)
Oise au pK 15 200
cotes de nappe et de l'Oise (NGF IGN 69)
24
23,8
23,6
23,4
23,2
23
22,8
22,6
22,4
22,2
22
21,8
28/02/2002 00:00
05/03/2002 00:00
10/03/2002 00:00
15/03/2002 00:00
20/03/2002 00:00
25/03/2002 00:00
30/03/2002 00:00
04/04/2002 00:00
09/04/2002 00:00
14/04/2002 00:00
jours

EXEMPLE 2 : L'IDENTIFICATION DE COUCHES GEOLOGIQUES PEU PERMEABLES DANS LESQUELLES PUISSENT ETRE ANCREES DES ENCEINTES SOUTERRAINES (PAROIS MOULEES, RIDEAUX DE PALPLANCHES, ...)



Trois exemples

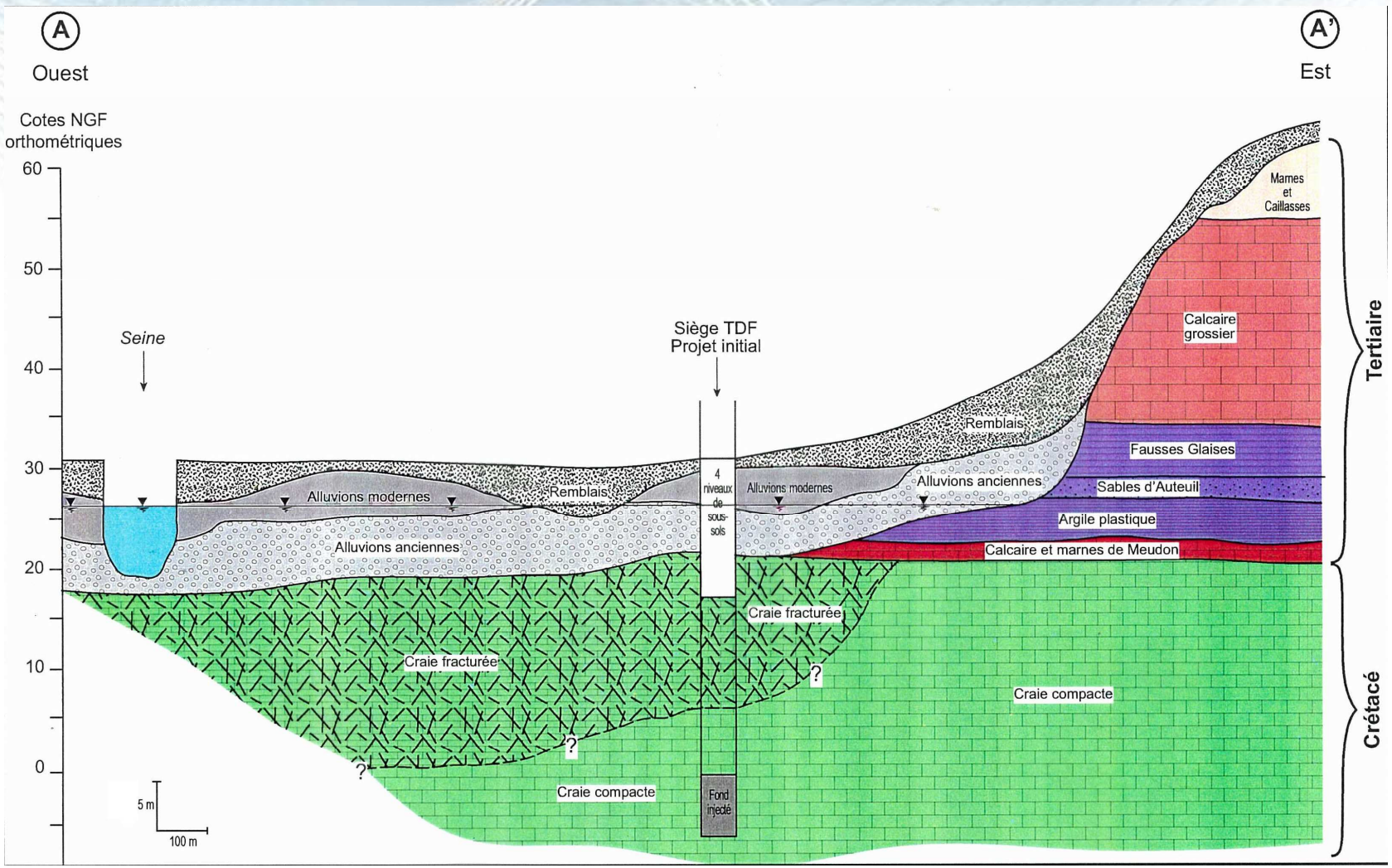
- la réduction du débit d'exhaure, en phase chantier et phase définitive, la non réalisation d'un fond injecté et la mise en place d'un tapis drainant (bâtiment TDF – Paris 15ème – 1996) ;

- la réduction du débit d'exhaure, la mise en place d'un tapis drainant et la réinjection des eaux dans la nappe à l'extérieur de l'enceinte (bâtiment Eos - Générali – Issy-les-Moulineaux – 2008) ;

- la réduction du débit d'exhaure et la réinjection des eaux en phase chantier (bâtiments Mozart – Issy-les-Moulineaux – 2010)

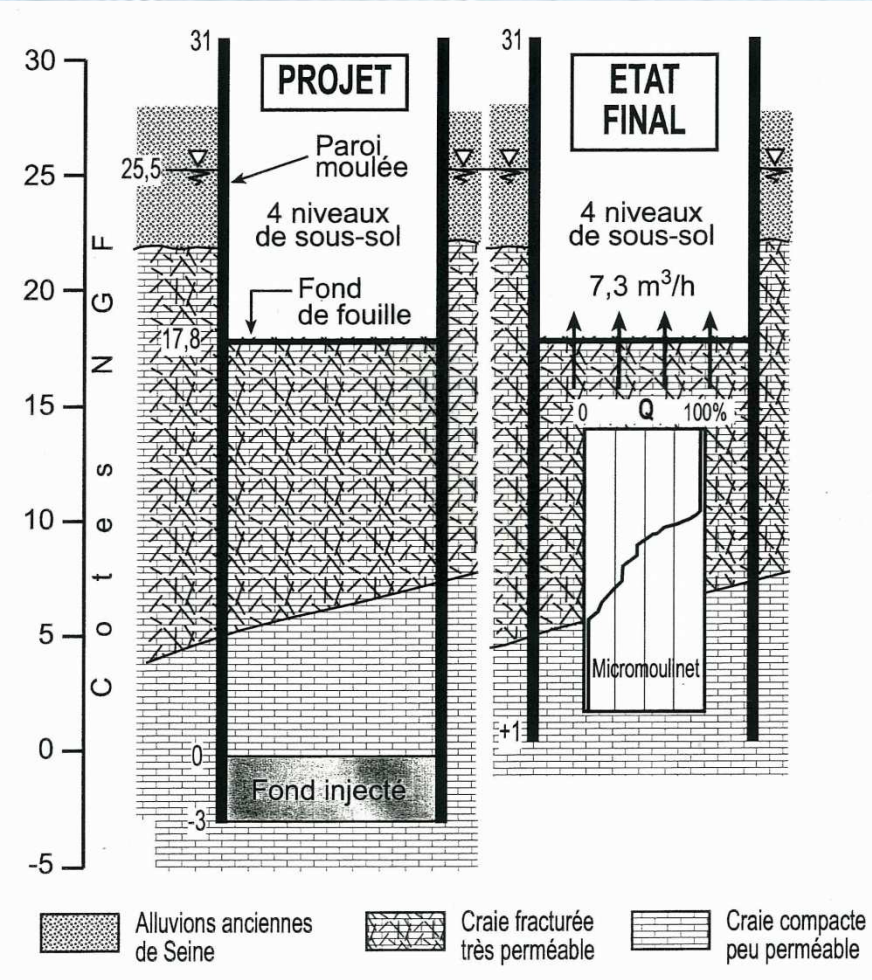
BATIMENT TDF A PARIS 15ème

COUPE GEOLOGIQUE OUEST-EST PASSANT PAR LE SIEGE TDF



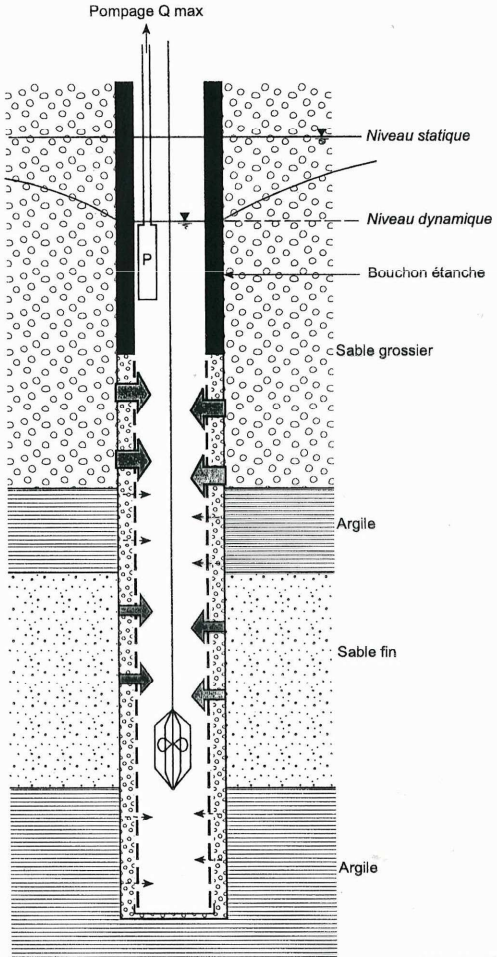
BATIMENT TDF A PARIS 15ème

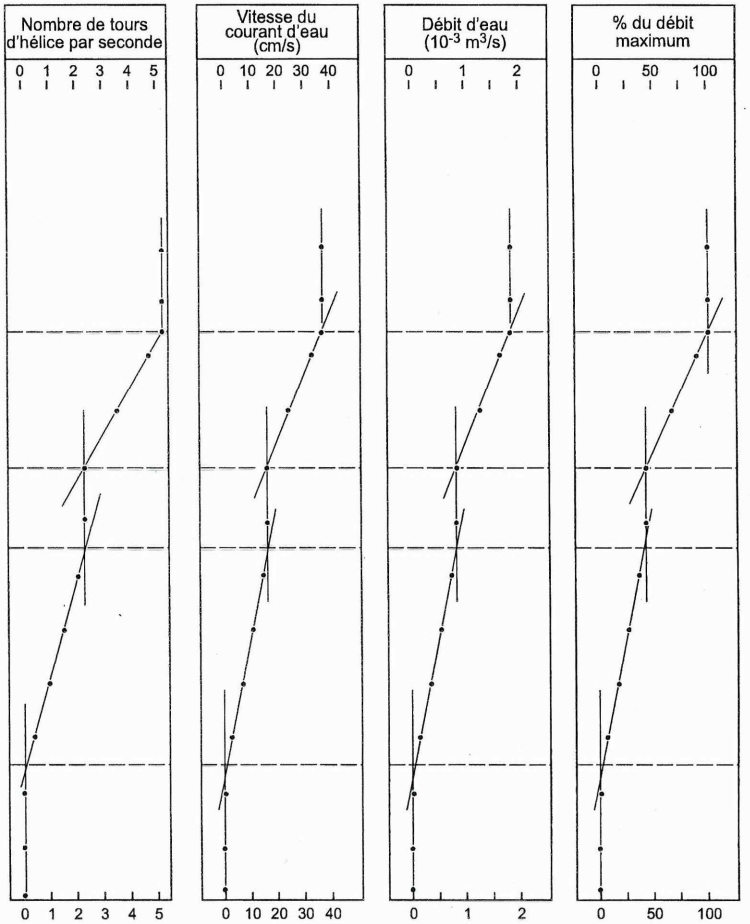
PROJET ET ETAT FINAL



BATIMENT TDF A PARIS 15ème

EVALUATION DES PERMEABILITES HORIZONTALES A PARTIR D'UN ESSAI AU MICROMOULIET

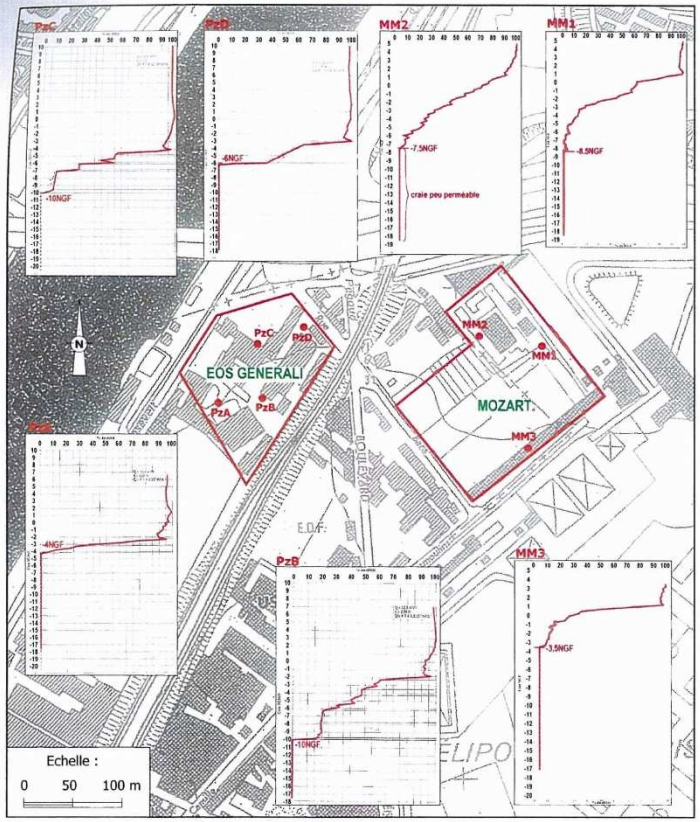




LES PROJETS MOZART ET EOS GENERALI

- Localisation : à la limite Paris / Issy-les-Moulineaux
- Déconstruction de la tour EDF
- Construction : - un R + 6 : Farman
  - un R + 7 : Eqwater
  - une tour de grande hauteur (23 étage) : Mozart
- 90 000 m² de SHON
  5500 utilisateurs

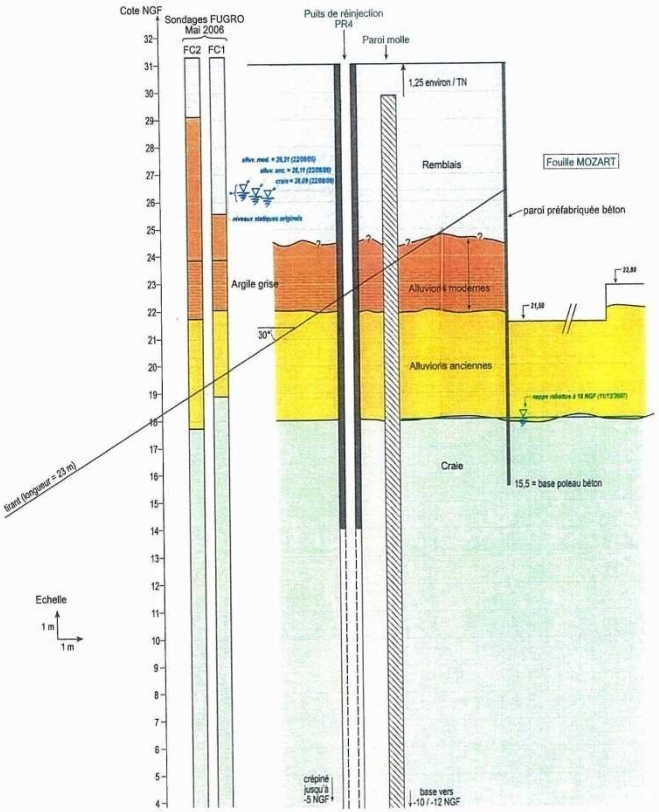
ANCRAGE DES ENCEINTES TRES PEU PERMEABLES



Essais au micromoulinet : identification
de la limite supérieure de la craie peu perméable

- Réalisation de 3 essais au micromoulinet sur site Mozart
- 4 essais sur le site (EOS Générali)
- Limite supérieure de la craie peu perméable très nette
- Variation en plan de cette limite
- Définition sur cette base des fiches hydrauliques des structures souterraines

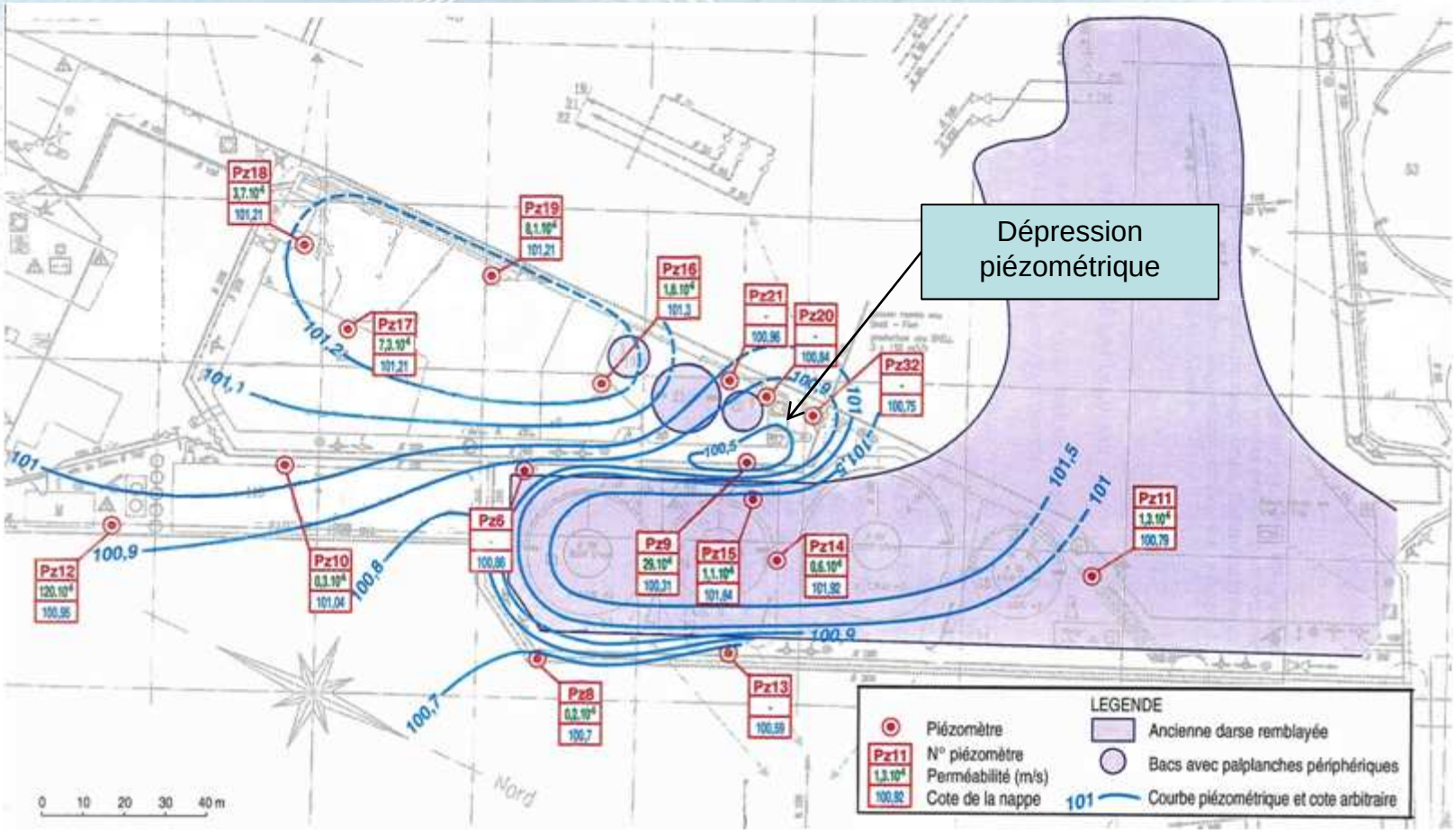
PROJET MOZART
Puits de réinjection



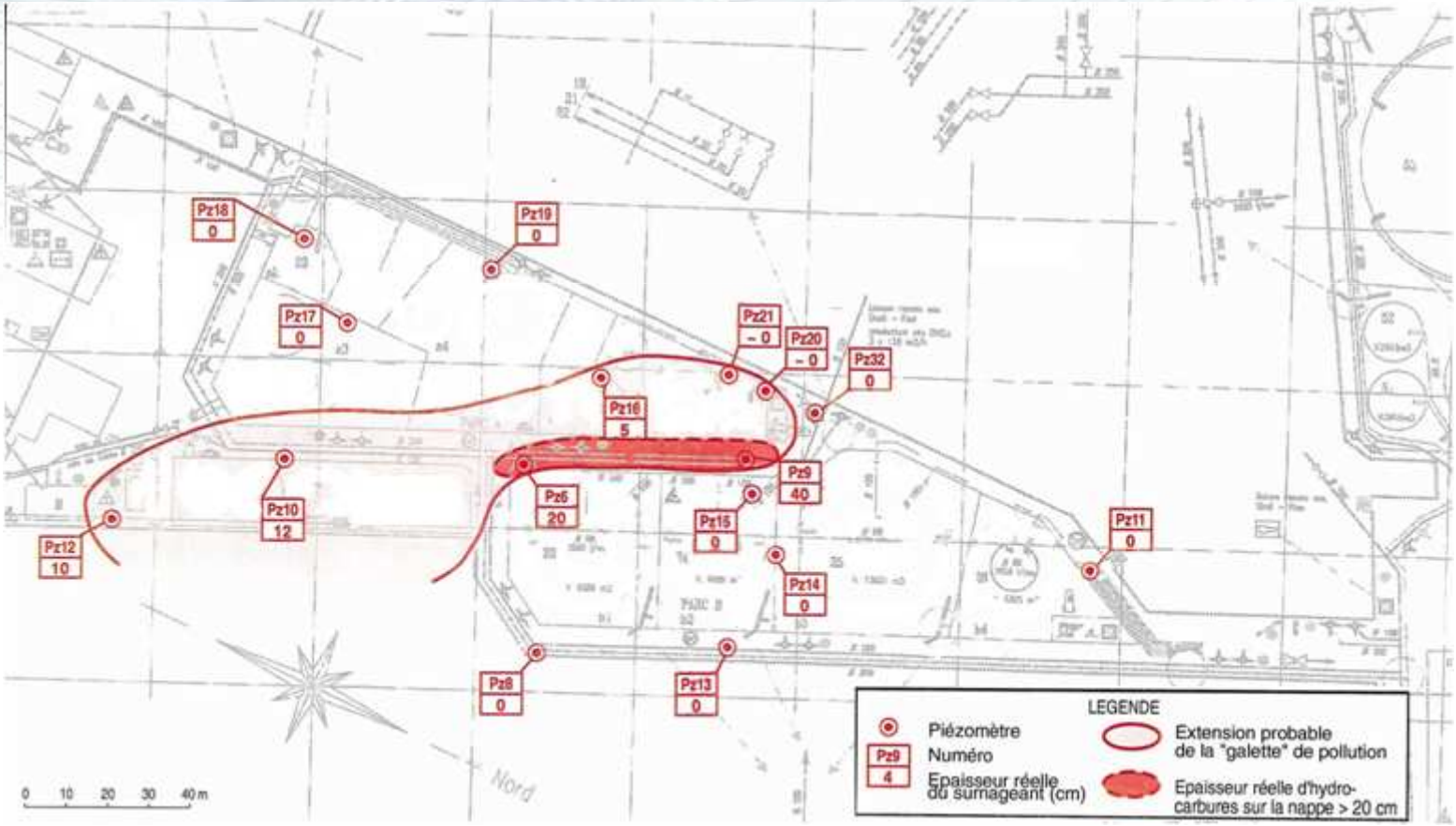
- Réinjection dans la craie (8 puits) ; puits de la rue Bara non utilisés
- Débit de pompage total ~ 107 m³/h
- Injection sous pression

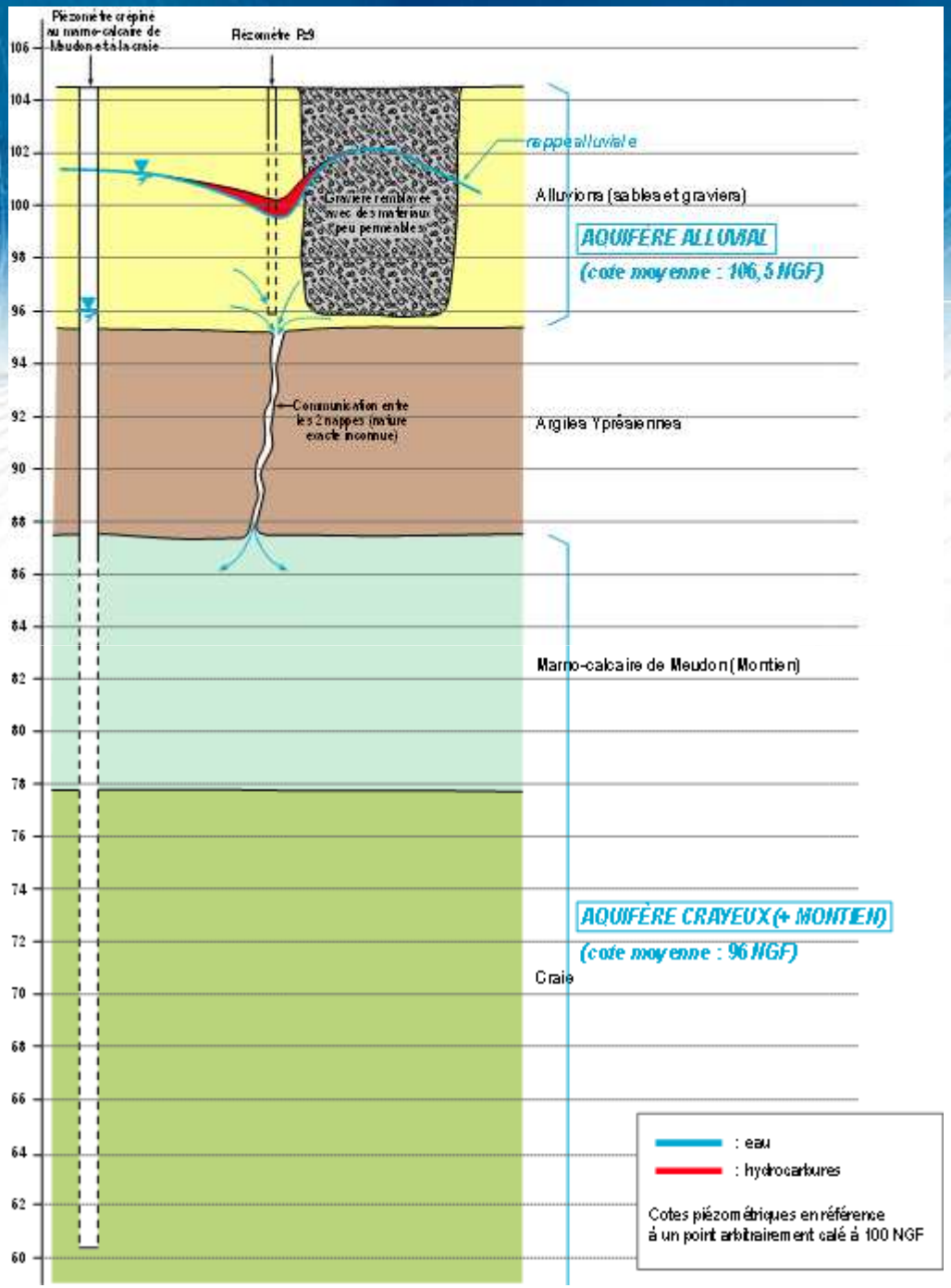
EXEMPLE 3 : LA MISE A PROFIT D'UNE DEPRESSON PIEZOMETRIQUE POUR REDUIRE LE COUT D'UNE DEPOLLUTION

PIEZOMETRIE DU 19/11/93

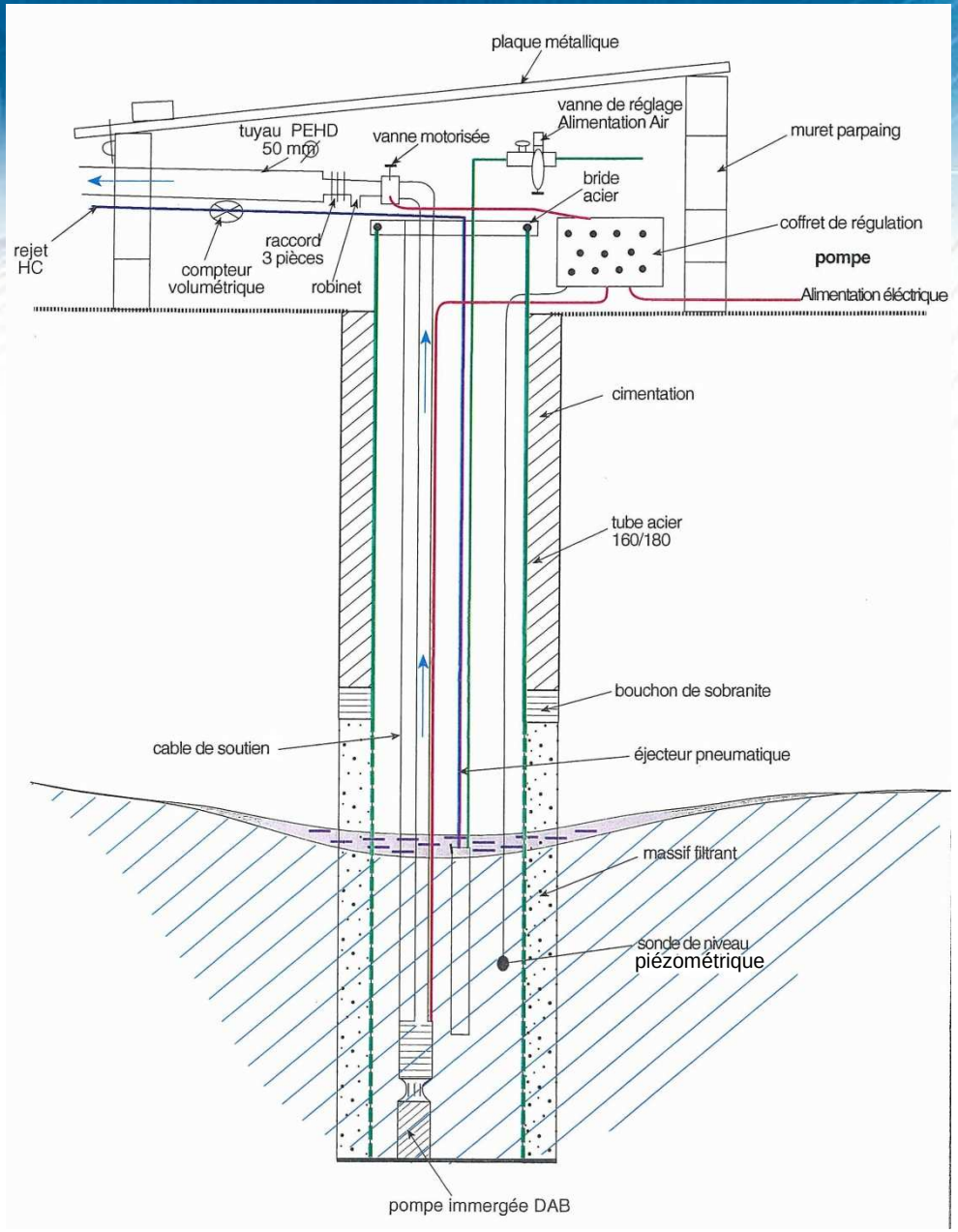


EXTENSION DE LA « GALETTE » D'HYDROCARBURES (19/11/1993)

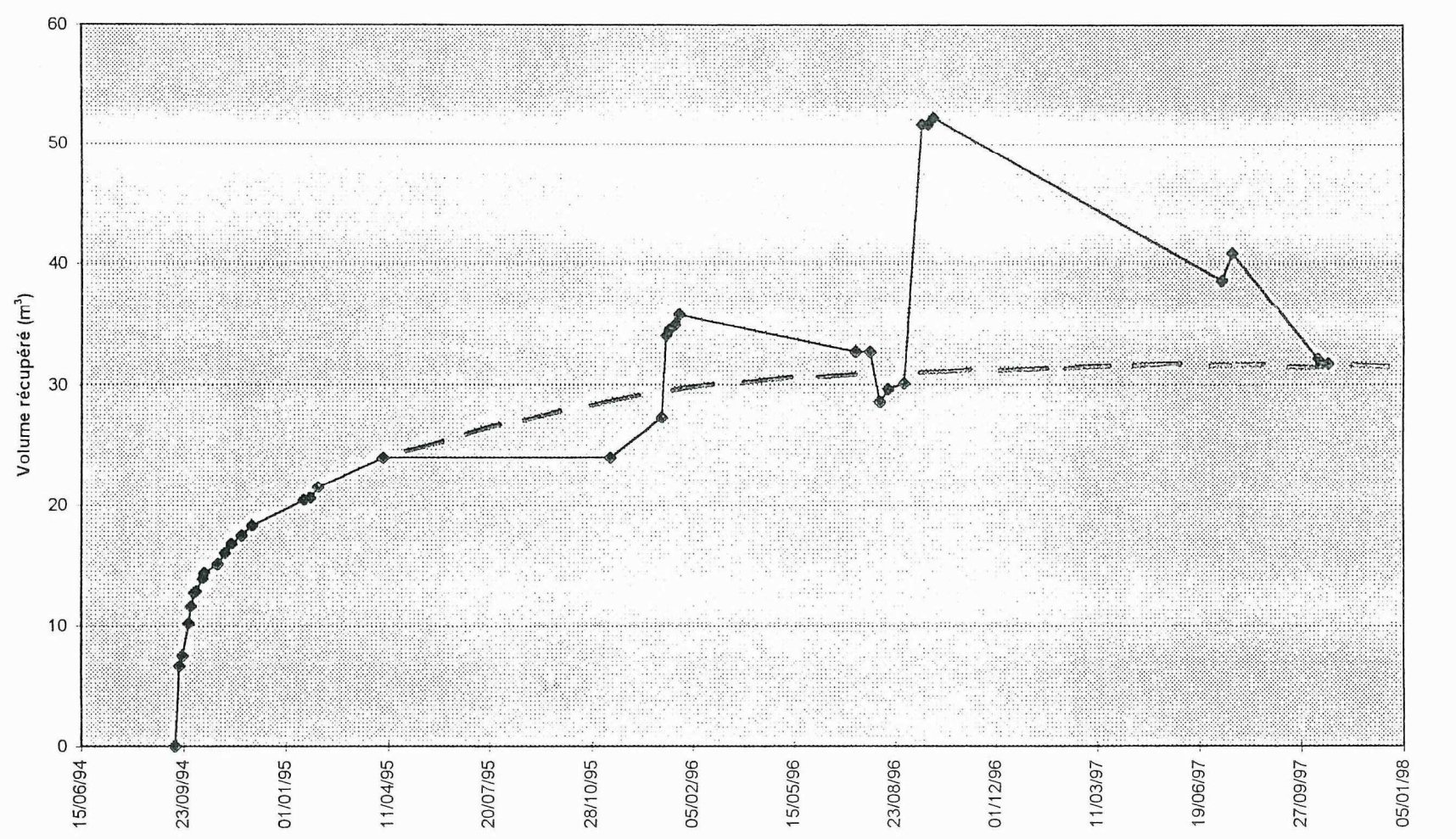



Piézomètre crépiné au marno-calcaire de Meudon et à la craie
Piézomètre P29
106
104
102
100
98
96
94
92
90
88
86
84
82
80
78
76
74
72
70
68
66
64
62
60
nappe alluviale
Gravière remblayée avec des matériaux peu perméables
Communication entre les 2 nappes (nature exacte inconnue)
Alluvions (sables et graviers)
AQUIFERE ALLUVIAL
(cote moyenne : 106,5 NGF)
Argiles Yprésiennes
Marno-calcaire de Meudon (Montien)
AQUIFÈRE CRAYEUX (+ MONTIEN)
(cote moyenne : 96 NGF)
Craie
: eau
: hydrocarbures
Cotes piézométriques en référence à un point arbitrairement calé à 100 NGF

SCHEMA D'UNE INSTALLATION DE POMPAGE - ECREMAGE



GRAPHE DE RECUPERATION DE L'HYDROCARBURE



COMITE FRANCAIS DE GEOLOGIE DE L'INGENIEUR ET DE L'ENVIRONNEMENT
Séance technique du 14 Octobre 2010

THEME : APPORT DU GEOLOGUE DANS LA BONNE CONCEPTION ENVIRONNEMENTALE DES PROJETS DE CONSTRUCTION

MERCI

DE VOTRE

ATTENTION

G. Monnier - hydrogéologue

BURGEAP
INGÉNIERIE DE L'ENVIRONNEMENT