

P-5V2 – MÉTHODE DE PRÉLÈVEMENT DES EAUX SOUTERRAINES DANS LES AQUIFÈRES SUPERFICIELS

1. Introduction

Pour caractériser correctement une eau souterraine, il faut s'assurer que l'échantillon prélevé provient directement de l'aquifère; en effet, une eau qui a séjourné longtemps dans un puits ou un piézomètre, voit ses propriétés physico-chimiques fortement modifiées.

Pour éviter ce phénomène, il faut renouveler l'eau contenue dans l'ouvrage en réalisant une purge plus ou moins longue en fonction du débit de pompage et du volume à renouveler.

En général, les piézomètres mis en place pour étudier des nappes superficielles sont de faible diamètre; à l'exception des nappes alluviales, les formations aquifères sont elles-mêmes souvent peu perméables. La technique de prélèvement dépendra donc essentiellement de la qualité de l'alimentation qui rythmera la ou les purges successives.

On distinguera donc trois catégories de piézomètres :

- les piézomètres bien alimentés,
- les piézomètres mal alimentés,
- les piézomètres insuffisamment alimentés.

Le protocole de prélèvement sera adapté à chaque type de situation.

Toutes les données du pompage sont reprises sur un rapport de prélèvement dont on trouvera le modèle en annexe.

2. Dénomination des échantillons

On se référera à la méthode P-10 décrivant les prescriptions en la matière.

3. Définitions

Piézomètre bien alimenté

Un piézomètre bien alimenté est caractérisé par un débit de réalimentation équivalent ou à peine inférieur au débit de pompage choisi de sorte que le rabattement induit dans la colonne est faible ou (et) stable.

Piézomètre mal ou insuffisamment alimenté

Un piézomètre mal ou insuffisamment alimenté est caractérisé par un débit de réalimentation faible à très faible qui induit un rabattement significatif dans la colonne pour le débit de pompage choisi, rabattement qui ne montre aucune tendance à la stabilisation.



De manière arbitraire, un piézomètre est qualifié de mal alimenté pour un débit donné si, une fois entièrement purgé, le temps de remontée lors de la recharge du premier mètre du fond est compris entre 30 min. et 1 heure. Il est qualifié d'insuffisamment alimenté si ce même temps est supérieur à 1 heure.

4. Niveau piézométrique

Avant toute intervention, le niveau d'eau est mesuré au moyen d'une sonde piézométrique. Le point de repère est clairement identifié; en général, il correspond au sommet du tubage piézométrique voire du tubage de protection. Idéalement, ce point de repère sera géoréférencé avec une précision pentacentimétrique en altitude et décimétrique en plan.

Lorsque le contexte historique l'exige, on peut constater la présence ou l'absence d'une couche surnageante significative au moyen d'une sonde piézométrique d'interface. En cas de présence avérée, l'immersion d'une pompe entraînera une pollution de celle-ci.

Pendant le pompage, le niveau piézométrique est suivi en continu, voire séquentiellement. Les mesures en fonction du temps sont reprises sur le rapport de pompage.

5. Pompes et accessoires

Les caractéristiques de la pompe sont adaptées aux propriétés du puits (diamètre essentiellement) et de l'aquifère (perméabilité, profondeur piézométrique). Les pompes les plus utilisées sont de type péristaltique (pompe hors trou) et miniature électrique (fond de trou).

L'ensemble de la ligne de prélèvement est constitué d'un matériau n'affectant pas le résultat des analyses demandées. Dans le cas d'utilisation de pompes à usage unique, la ligne de prélèvement l'est également.

6. Paramètres physico-chimiques

6.1. Mesures

Pendant toute la durée du pompage, les paramètres pH, t° et conductivité sont mesurés en continu ou séquentiellement (par exemple toutes les 5 minutes), idéalement dans une cellule fermée, voire dans un récipient ouvert; dans ce cas, le récipient servant à la mesure sera alimenté avec l'eau de pompage en évitant toute agitation. L'oxygène dissous et la turbidité sont également mesurés à titre indicatif.

Lorsque ces mesures sont effectuées en cellule fermée, les sondes sont placées d'amont en aval dans l'ordre suivant :

- sonde de mesure de la conductivité,
- sonde de mesure du pH,
- sonde de mesure de la teneur en oxygène dissous.

La température est saisie sur la sonde de mesure de la conductivité. La mesure de la turbidité est réalisée sur des échantillons prélevés en ligne.

Lorsque les mesures sont effectuées dans un récipient ouvert, les mesures sont effectuées dans le même ordre sans simultanéité.

Les mesures en fonction du temps sont reprises sur le rapport de pompage.

6.2. Critères de stabilisation des paramètres de base

On considère le critère de stabilisation des paramètres physico-chimiques de base comme atteint lorsque les écarts relatifs sur chacun des trois paramètres, sur deux valeurs séparées par 10 minutes, sont inférieurs à 1 % depuis au moins 10 minutes. Un exemple de rapport est fourni en annexe.

7. Volumes de rinçage, de purge et de prélèvement

On distingue le volume de rinçage, le volume de purge et le volume analytique.

7.1. Volume de rinçage

Le volume de rinçage correspond à la circulation d'une quantité jugée suffisante d'eau à prélever pour rincer la ligne de prélèvement dans sa totalité et ainsi limiter les contaminations éventuelles dues aux prélèvements antérieurs. Il est fixé arbitrairement à 250 litres pour une pompe de 2 pouces et à 1500 litres pour une pompe de 3 pouces. Dans le cas de la mise en oeuvre d'un matériel à usage unique, le rinçage n'est pas de mise.

7.2. Volume de purge

Le volume de purge correspond à la quantité d'eau pompée afin de renouveler l'eau située dans l'ouvrage pour satisfaire aux critères de prélèvement. Le volume conseillé de purge est arbitrairement fixé à 3 fois le volume d'eau contenu dans le forage avant pompage. En négligeant l'épaisseur du tubage piézométrique, il peut être calculé par la formule suivante :

$$VP_{cs} = 3 * \frac{\pi}{4} \{ (\Phi_f^2 - \Phi_p^2) * 0,25 + \Phi_p^2 \} * Hn * 1000$$

avec

VP_{cs} : le volume de purge conseillé exprimé en litres,

Φ_f : le diamètre du forage exprimé en mètres,

Φ_p : le diamètre du tube piézométrique exprimé en mètres,

Hn : la hauteur noyée du forage exprimée en mètres,

en considérant une porosité efficace du filtre situé dans l'espace annulaire de 25 %.



Le tableau suivant donne le volume de purge conseillé par mètre noyé pour quelques diamètres types.

Diamètre du forage (m)	Diamètre du tube piézométrique (m)	Volume de purge conseillé par mètre noyé (litres)
0,06	0,030	3,7
0,1	0,050	10
0,15	0,050	17
0,20	0,050	28
0,25	0,075	47
0,25	0,100	54
0,25	0,125	64

Si le diamètre du forage est inconnu, on lui donnera arbitrairement une valeur égale à 2 fois le diamètre du tubage piézométrique.

La formule se simplifie alors :

$$VP_{cs} = 3 * \frac{\pi}{4} (1,75\Phi_p^2) * Hn * 1000$$

donc

$$VP_{cs} = 4123 \Phi_p^2 * Hn$$

7.3. Volume analytique

Le volume analytique est le volume nécessaire au remplissage de l'ensemble des flacons à fournir au laboratoire pour assurer l'entièreté du programme prévu.

8. Débit de pompage

Ce paragraphe ne concerne que les piézomètres bien alimentés. Dans les autres cas, le débit de pompage a peu d'importance puisque la vidange est inévitable.

Le choix d'un débit de pompage est très souvent le résultat d'un compromis entre le temps que l'on peut consacrer à la purge et le rabattement induit.

Il est conseillé de ne pas excéder 20 % de rabattement par rapport à la hauteur noyée; au-delà, la formation aquifère risque de se nettoyer et on risque de voir la turbidité augmenter. Dans ce cas, diminuer le débit afin de stabiliser le rabattement à la valeur maximum.

Le débit peut être mesuré au moyen d'un débitmètre électromagnétique, volumétrique, par empotement avec un volume d'empotement adapté au débit. L'utilisation d'un déversoir peut également être envisageable.

Noter tous les événements concernant les changements éventuels de débits sur le rapport.



9. Protocoles de prélèvement

9.1. Identification du type de piézomètres

La pompe est placée à mi-hauteur noyée. La purge est débutée en suivant attentivement le rabattement.

Si le rabattement est faible ou (et) stable pour le débit choisi, le piézomètre est qualifié de **bien alimenté**.

Si la pompe est rapidement dénoyée, descendre celle-ci au fond du piézomètre (sans atteindre les éventuelles vases du fond) et purger le piézomètre jusqu'à dénoyer à nouveau la pompe. Conserver l'eau de cette première purge. Noter la courbe de remontée (5 points au minimum) et calculer par extrapolation éventuelle le temps de remontée nécessaire pour le premier mètre. Si ce temps est compris entre 30 minutes et 1 heure, le piézomètre est qualifié de **mal alimenté**; si le temps est supérieur à 1 heure, il est qualifié d'**insuffisamment alimenté**.

9.2. Piézomètre bien alimenté

Dans ce cas, suivre la "procédure de prélèvement des eaux souterraines non superficielles" en adaptant le matériel aux caractéristiques géométriques du piézomètre.

9.3. Piézomètre mal alimenté

Une première purge complète a été effectuée pour constater le régime d'alimentation du piézomètre. Mesurer les paramètres physico-chimiques sur l'eau de la purge. Une première remontée (5 points au minimum) a été enregistrée.

Lorsque le niveau est remonté suffisamment pour fournir un volume équivalent au moins au volume analytique, procéder à une nouvelle purge complète et mesurer à nouveau les paramètres physico-chimiques sur l'eau de cette deuxième purge. Enregistrer la deuxième remontée (5 points au minimum).

Procéder à une troisième purge dans les mêmes conditions en réalisant les mêmes constats.

Après la troisième remontée, prélever le volume analytique en remplissant directement les flacons. Terminer en mesurant une quatrième fois les paramètres physico-chimiques.

Pendant toute l'opération, la ligne de prélèvement dédiée reste en place. Elle est ensuite entièrement éliminée.

9.4. Piézomètre insuffisamment alimenté

On procède comme dans le cas d'un piézomètre mal alimenté mais le nombre de purges obligatoires est limité à une. Toute purge supplémentaire est souhaitée et doit être clairement indiquée.



10. Filtration

Le dosage des métaux dans les eaux souterraines exige une filtration sur membrane à 0.45 µm. Cette filtration doit avoir lieu sur le terrain autant que possible. La méthodologie est la suivante :

- mesurer la turbidité (NTU) ;
- filtrer sur le terrain sur filtre à 0.45 µm. La façon la plus simple de procéder est de filtrer au moyen d'une seringue équipée du filtre adéquat. Les filtres seront à usage unique et seront renouvelés autant de fois que nécessaire pour remplir le flacon concerné ;
- si la filtration n'a pu avoir lieu sur le terrain (turbidité excessive par exemple), l'échantillon est dirigé vers le laboratoire dans un flacon **non acidifié** ; la filtration est alors effectuée au laboratoire dans les meilleurs délais ; ce délai est noté dans le rapport d'analyse.

11. Cas particuliers

11.1. Sur-nageants et sous-nageants

La présence de sur-nageants ou de sous-nageants change la façon d'appréhender la problématique de la caractérisation d'une nappe; en effet, un prélèvement classique, tel qu'envisagé jusqu'à présent dans la présente méthode, entraînerait une remobilisation de ces pollutions sans pour autant apporter d'informations quantitativement valables. On se trouve donc confronté, non plus à une caractérisation de la masse aquifère (pollution diffuse), mais bien à une caractérisation de la zone concernée par la pollution concentrée. Il est donc interdit de purger un piézomètre qui est concerné par le présent paragraphe.

Caractérisation quantitative

L'estimation de l'épaisseur de cette couche peut être constatée par une sonde d'interface qui est sensible à des contrastes de conductivités et d'indices de réfraction. Cela suppose que le polluant soit peu conducteur, ce qui est généralement le cas. La sonde en question doit donc traverser entièrement la couche en question.

Caractérisation qualitative

Afin de déterminer la nature du polluant et son homogénéité verticale, on devra envisager des prélèvements de faible volume à différentes profondeurs en fonction de l'épaisseur constatée de la couche. Pour ce faire, on immergera une pompe à usage unique aux profondeurs en question et on procédera à un prélèvement après une courte purge correspondant au volume de la ligne de prélèvement multiplié par 1.5 afin de s'assurer que le liquide prélevé provient bien de la profondeur attendue. Le liquide de purge sera placé dans un conteneur adéquat et éliminé.

11.2. Lixiviats de décharges

Les lixiviats de décharges sont prélevés sous forme d'échantillons ponctuels en mettant en œuvre le matériel adapté en fonction de l'accessibilité de ceux-ci (seau, pompe à usage unique, ...).



12. Conditionnement et flaconnage

Le flaconnage, clairement étiqueté, est constitué de flacons conformes aux exigences du laboratoire qui effectuera les analyses. Il est conseillé de conditionner certains flacons avec des réactifs stabilisants toujours en accord avec le laboratoire.

On se référera à la méthode P-1 décrivant les prescriptions en la matière.

13. Remplissage, transport et conservation

On se référera à la méthode P-1 décrivant les prescriptions en la matière.

Afin d'éviter tout débordement des flacons lors du remplissage de ceux-ci, le débit de pompage sera diminué de moitié comme indiqué précédemment. Cependant, il est indiqué de procéder au remplissage à partir d'un by-pass dont le débit peut être ajusté indépendamment.

14. Géoréférencement des points de prélèvement

On se référera à la méthode P-8 décrivant les prescriptions en la matière.

15. Rapport

Un modèle de rapport est fourni en annexe ainsi qu'un exemple pour chaque type d'alimentation.

16. Références

ISO 5667-11, ISO 5667-18, AFNOR FD X 31-615.

ANNEXES

Modèle de rapport.
Exemples de rapports.

Rapport de pompage (Piézomètre mal alimenté - exemple)**Identification du point**Référence du site : **2010RW0231C1**Référence du point : **PF03**

Date de prélèvement : 12/07/2010

Données géométriques

Diamètre du tubage piézométrique (m) : 0,035
 Diamètre de forage (m) : 0,114
 Volume métrique de purge (m³) : 0,010
 Nature du repère : sommet tube pz
 Hauteur repère/sol (m) : 0,65
 Profondeur piézométrique/repère (m) : 1,15
 Profondeur ouvrage/repère (m) : 3,15

Instructions de pompage

Type de pompe : péristal.
 Profondeur de la pompe (m) : 2,15
 Volume de rinçage (m³) : néant
 Volume de purge conseillé (m³) : 0,02
 Débit pressenti (m³/h) :
 Volume analytique (l) : 3,00

Temps (min)	Compteur	V. total (l)	Q (l/h)	Prof. pz (m)	Δ (m)	pH	t° (°C)	σ (20°C) (μ S/cm)	O2 (%)	O2 (mg/l)	Turb. (NTU)	Remarque
0		0		1,150		6,15	11,8	350	88,0	10,3		Pompe à 2,15 m
3		4		2,150								Piézomètre mal alimenté
Purge 1												
0		4		2,150								Pompe à 3,00 m
4		8		3,000		6,22	8,9	341	88,0	10,40		
Remontée 1												
0				3,000								
15				2,480								
30				2,080								
45				1,790								
60				1,570								
75				1,400								
Purge 2												
0				1,400								
7		7		3,000		6,64	8,2	318	74,0	8,80		
Remontée 2												
0				3,000								
15				2,460								
30				2,030								
45				1,740								
60				1,510								
75				1,340								
Purge 3												
0				1,340								
7		7		3,000		6,61	8,2	318	74,0	8,80		
Remontée 3												
0				3,000								
15				2,450								
30				2,010								
45				1,710								
60				1,470								
75				1,290								
Prélèvement		7				6,60	8,1	320	73,5	8,75		



