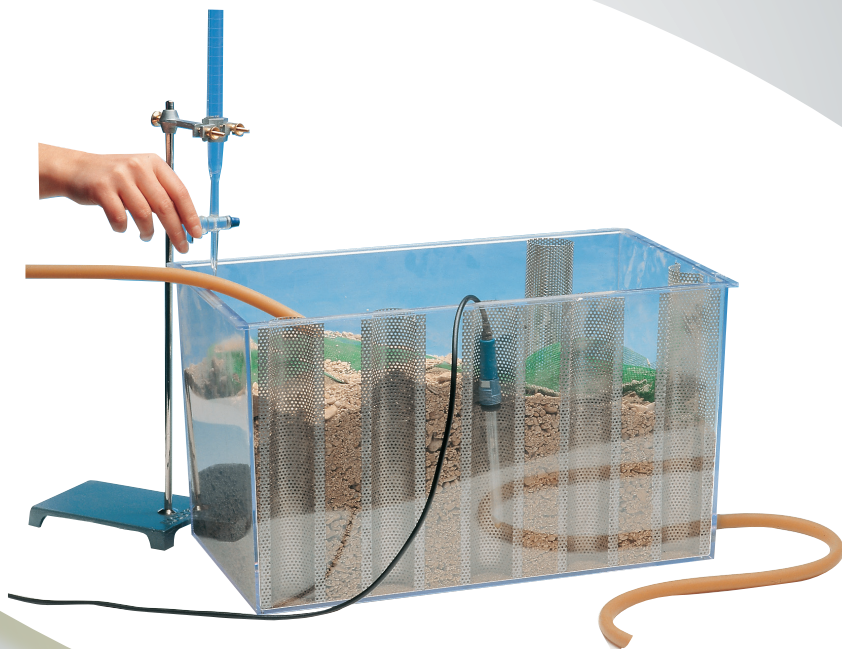




Maquette de la nappe phréatique 15470

NOTICE



Retrouvez
l'ensemble
de nos gammes sur :
www.pierron.fr

 **PIERRON**

ÉQUIPEMENT PÉDAGOGIQUE SCIENTIFIQUE

PIERRON - ASCO & CELDA • CS 80609 RÉMELFING • 57206 SARREGUEMINES Cedex France

Tél. : 03 87 95 14 77 • Fax : 03 87 98 45 91

E-mail : education-france@pierron.fr

Introduction

Approche expérimentale, par une modélisation pratique, des phénomènes liés aux nappes phréatiques.

Contenu de l'emballage

- 1 cuve rectangulaire transparente en matière plastique de dimensions (LxlxH) 45x25x25 cm
- 5 puits semi-circulaires collés contre l'une des parois permettent de visualiser le niveau de l'eau
- 1 sixième puis semi-circulaire, à une extrémité, constitue un réservoir au niveau duquel se trouve un tube d'évacuation
- 1 pince de Mohr et 1 tube souple venant s'adapter sur le tube d'évacuation de la cuve, permet la régulation du débit
- 1 tube percé jouant le rôle d'un puits et que l'on peut placer à n'importe quel endroit de la cuve
- 1 filet en matière plastique permettant de construire une rivière
- 1 tube de feuille anglaise pour l'arrivée d'eau ; se branche sur un robinet à l'aide duquel est réglé le débit d'alimentation
- Notice

INSTALLATION ET PRÉPARATION

Disposer la maquette à proximité d'un robinet d'eau.

Remplir l'aquarium aux 2/3 de sable ou d'autre type de roche.

Simuler la topographie en créant une légère pente.

Prévoir une maquette de nappe phréatique par groupe de 4 élèves.

UTILISATION

Les problèmes posés par l'approvisionnement des populations en eau douce mettent à jour l'importance de l'eau du sous-sol et sa gestion.

Certains élèves ont déjà étudié l'eau en classe de quatrième et tous ont déjà entendu parler des nappes phréatiques surtout en période de sécheresse. Une bonne partie des élèves sait que l'eau est présente dans le sous-sol et que l'homme l'utilise (puits, sources, captages,...). Se posent alors les problèmes suivants :

- sous quelle forme trouve-t-on l'eau dans le sous-sol ?
- d'où vient cette eau ?

La construction d'une maquette permet de maîtriser des paramètres qui sont trop grands à l'état naturel. Par exemple, pour mettre en évidence l'eau du sous-sol en un point quelconque de la surface terrestre, il faudrait creuser de plusieurs mètres, et pour étudier les variations de hauteur de la nappe en fonction de l'approvisionnement et de l'exploitation, il faut pouvoir disposer d'une banque de données qui dans bien des cas n'est pas locale.

Il est possible d'associer la maquette à un système d'Ex.A.O., permettant de suivre en continu la variation de pH lors d'une simulation de pollution par la soude.

FONCTIONNEMENT

L'aquarium est plein de sable et on simule la topographie en créant une légère pente. On alimente en continu en eau du côté le plus haut et le drainage continu de l'autre côté permet l'apparition d'une nappe avec une pente et des mouvements de l'amont vers l'aval.

On constate que :

L'eau libre apparaît lorsque l'on creuse dans le sédiment en un point quelconque ce qui détermine le niveau piézométrique à ce point.

Le niveau piézométrique général n'est pas horizontal et se trouve plus ou moins parallèle au niveau topographique dans la mesure où l'alimentation se fait au point haut topographique et le drainage au point bas (il est possible également de faire construire la carte piézométrique de l'aquarium en calculant l'altitude de l'eau libre en différents points par mesure de sa profondeur par rapport à une référence d'altitude commune).

L'eau va des points hauts vers les points bas. Selon le niveau de la classe ou des élèves, on peut aller beaucoup plus loin : une saignée atteignant la nappe, pratiquée dans le sédiment, provoque l'apparition de l'eau libre qui s'écoule vers le bas de la pente si la saignée a été pratiquée avec un angle par rapport aux courbes isopièzes (rivière drainante).

Si le niveau topographique remonte, la rivière devient filtrante (elle disparaît) et alimente la nappe.

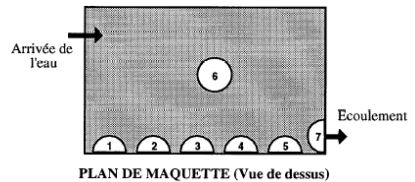
Le niveau piézométrique est variable selon le débit d'approvisionnement, et par conséquent la rivière drainante a un débit lui-même variable. Lorsque l'alimentation de la nappe cesse,

les rivières continuent de couler, ce qui provoque l'abaissement du niveau piézométrique et également celui des rivières drainantes. Lorsque le niveau de la nappe s'abaisse, la rivière s'enfonce (filtration et risque de contamination de la nappe par les eaux de celle-ci). Lorsque le débit d'alimentation est trop fort, l'eau ne s'infiltre plus mais ruisselle et alimente la rivière par ruissellement, ce qui provoque la turbidité de la rivière (les rivières sont troubles par temps de pluie).

EXEMPLES DE MANIPULATIONS

Possibilités d'utilisation

Chaque groupe de 4 élèves a à sa disposition un modèle de nappe phréatique dans un aquarium. Ce modèle contient 7 puits que l'on numérote de 1 à 7 selon le schéma joint.



Remarques :

Le principal problème concerne l'évaluation ou la mesure du débit d'eau. On peut proposer deux solutions. La première est de ne travailler que sur deux débits très différents : un fort et un faible qui seront donc évalués de façons très empirique. Cela paraît suffisant pour la plupart des classes de seconde. Pour des classes d'élèves particulièrement motivés pour les sciences, on peut choisir une deuxième solution qui consiste à faire mesurer aux élèves le débit en litres par minutes. On disposera à cet effet un réservoir d'eau au niveau de l'approvisionnement de la nappe dans lequel on suivra la disparition d'un volume de liquide mesuré en fonction du temps.

Mise en eau de la nappe

Ouvrir le robinet afin d'établir un débit d'eau qui va alimenter la nappe. Suivre l'évolution du remplissage, en particulier sur les puits externes. Attendre que l'eau coule au niveau du déversoir et qu'un état d'équilibre s'installe.

- mesurer les niveaux piézométriques dans les puits 1 à 5.

Simulation d'une sécheresse

Réduire le débit d'arrivée de l'eau et attendre un nouvel état d'équilibre.

- mesurer les niveaux piézométriques dans les puits 1 à 5.
- conclure.

Simulation d'une période de pluie

Augmenter le débit d'arrivée de l'eau et attendre un nouvel état d'équilibre.

- mesurer les niveaux piézométriques dans les puits 1 à 5.
- conclure.

Simulation d'un pompage

Remettre un débit d'arrivée de l'eau suffisant et attendre un nouvel état d'équilibre. Procéder à l'installation d'un pompage par siphon au niveau du puits 6 avec un tuyau fin.

- mesurer les niveaux piézométriques dans les puits 1 à 5.
- conclure.

Résultats : Il est facile d'observer les niveaux piézométriques liés à la pente de la surface du sable. La sécheresse va diminuer globalement l'ensemble des niveaux, la période de pluie a un effet inverse. Le pompage va montrer l'existence d'un cône de rabattement de la nappe autour du captage. Il est visible au niveau des puits extérieurs.

Phénomènes mécaniques liés à l'exploitation de la nappe

L'exploitation de la nappe phréatique est simulée par siphonnage d'un puits quelconque grâce à un petit tuyau en caoutchouc plein d'eau plongé dans le puits et fermé par une pince Mohr afin de ne pas siphonner en permanence. Le pompage s'accompagne d'un abaissement local du niveau piézométrique (cône de rabattement de la nappe tout autour du point d'exploitation) mais un pompage excessif provoque un abaissement général de la nappe phréatique qui se manifeste dans l'ensemble de l'aquarium.

Exploitations et pollutions des nappes

Les phénomènes de l'auto-épuration mécanique par filtration sont visibles dans la maquette quand l'eau de ruissellement s'infiltre en laissant les particules argileuses à l'endroit de l'infiltration. Il suffit d'émietter un peu d'argile au niveau de l'alimentation et de provoquer un ruissellement sur la surface topographique. Dans tous les cas, on constate que l'eau de drainage reste claire.

Simulation d'une pollution

Dans un endroit quelconque de l'aquarium, on déverse quelques cm^3 de soude déci-molaire et (grâce au système Ex.A.O., par exemple) on mesure l'apparition de la soude en fonction du temps à des endroits quelconques. La mesure peut se faire dans un petit puits que l'on déplace à loisir. De façon générale, on constate que la pollution apparaît toujours à l'aval du point pollué selon la direction des flux d'eau, avec une latence plus ou moins grande qui dépend de la distance point pollué – point de mesure, de la perméabilité de l'aquifère, de l'intensité de l'alimentation de la nappe. On constate également que l'apparition est plus rapide que sa disparition.

Selon le lieu de déversement (à la surface, dans la nappe), les résultats sont différents : une pollution de surface qui n'atteint pas la nappe sera ressentie en aval seulement si les eaux montent et que la nappe vient laver le substrat pollué. Au contraire, une pollution déversée directement dans la nappe est détectée rapidement et n'est plus efficace à la remontée des eaux. On peut également évaluer le trajet du polluant en altitude en mesurant le pH en haut ou en bas du point de mesure, de même que l'on peut aussi avoir une idée sur la vitesse du drainage qui n'est pas la même en fonction de la profondeur de la mesure. Le déplacement du pH-mètre en altitude montre des pH différents dans bien des cas.

Transit rapide en pays karstiques

On peut également simuler le transit des pollutions en pays karstiques en enfouissant des tuyaux en plastique allant de la zone de déversement du polluant (doline qui reçoit souvent un ruisseau en cas de pluie) vers le puits de mesure. On constate alors que le délai d'apparition de la pollution est raccourci et qu'elle est beaucoup plus efficace. On peut alors attirer l'attention des élèves sur les dangers de certaines pratiques dans les régions karstiques, qui consistent à se débarrasser de ses déchets dans des avens.

Contamination d'un captage

On simule une pollution chimique en aval d'un captage en déversant dans la rivière, ou directement dans la nappe, en continu (goutte à goutte), de la soude déci-molaire. On mesure le pH dans le puits situé à l'amont, avant siphonnage et après siphonnage. Le puits se trouve contaminé après siphonnage par inversion des flux d'eau provoqué par le cône de rabattement, à condition que le déversement aval se fasse en déca de la crête du cône de rabattement. On comprend ainsi la nécessité de créer un périmètre de protection du captage s'étendant vers l'aval de celui-ci.

Pollution et sécheresse

Une pollution déversée dans une saignée simulant une rivière drainante ne contamine pas la nappe phréatique puisque la nappe se jette dans la rivière. Par contre, cette même pollution contamine alors le puits situé à côté de la rivière en particulier à la remontée des eaux quand la nappe lave le sédiment pollué.

Expérience n° 1 : suivi d'une pollution (pH-métrie classique)

Principe

L'expérience consiste à suivre une pollution par la soude l'aide de pH-mètres dont les électrodes sont placées dans les puits 1, 3 et 5.

Matériel et produit nécessaires

- burette de Mohr sur son support
- soude décinormale
- pH-mètres

Protocole expérimental

Dans un premier temps, verser 50 mL de soude N au niveau du puits 2 avec un faible débit d'eau.

- mesurer le pH dans les 3 puits toutes les 15 secondes, pendant 12 minutes. Présenter les valeurs dans un tableau.
- construire sur le même graphique les trois courbes en fonction du temps en utilisant, par exemple, un tableur informatique.
- exploiter le graphique et conclure.

Dans un deuxième temps, verser 50 mL de soude N au niveau du puits 2 mais avec un débit important d'eau.

- mesurer le pH dans les 3 puits toutes les 15 secondes, pendant 12 minutes.
- construire sur le même graphique les trois courbes en fonction du temps.
- exploiter le graphique et conclure.

Résultats

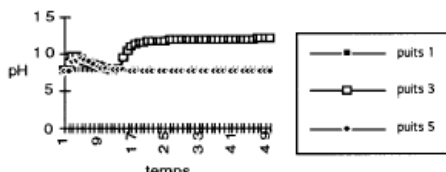
Comparer les résultats des 4 nappes et donner une conclusion sur l'effet d'une pollution ou d'un pompage en fonction de la roche réservoir de la nappe.

Remarques :

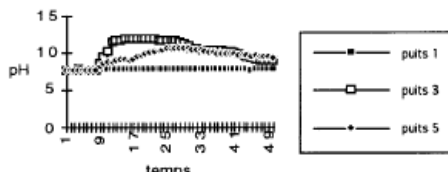
Il s'agit simplement d'une mise en commun pour terminer sur une définition de nappe phréatique et pour poser les problèmes liés aux pollutions. Un travail complémentaire est alors donné aux élèves pour rechercher dans les journaux des derniers mois des exemples de pollutions ayant entraîné des problèmes d'alimentation en eau potable à partir des nappes phréatiques.

TP NAPPE PHREATIQUE - débit faible d'eau						TP NAPPE PHREATIQUE - débit important d'eau					
Numéro	Tps sec.	Tps sec.	Puit 1	Puit 2	Puit 5	Numéro	Tps sec.	Tps sec.	Puit 1	Puit 2	Puit 5
1		0	7,65	7,66	7,54	1		0	7,64	7,6	7,59
2	0,25	15	7,65	8,67	7,58	2	0,25	15	7,64	7,61	7,6
3	0,5	30	7,64	9,6	8,8	3	0,5	30	7,64	7,61	7,6
4	0,75	45	7,65	9,54	9,11	4	0,75	45	7,64	7,66	7,6
5	1	60	7,65	9,18	9,18	5	1	60	7,64	7,63	7,59
6	1,25	75	7,65	8,81	9,03	6	1,25	75	7,64	7,6	7,59
7	1,5	90	7,65	8,63	8,79	7	1,5	90	7,64	7,59	7,6
8	1,75	105	7,65	8,5	8,41	8	1,75	105	7,65	7,59	7,6
9	2	120	7,65	8,33	8,13	9	2	120	7,65	8,5	8,14
10	2,25	135	7,65	8,2	7,96	10	2,25	135	7,65	9,36	8,46
11	2,5	150	7,65	7,98	7,85	11	2,5	150	7,66	10,13	8,62
12	2,75	165	7,65	7,83	7,77	12	2,75	165	7,66	11,43	8,73
13	3	180	7,65	7,78	7,72	13	3	180	7,66	11,65	8,96
14	3,25	195	7,65	7,93	7,68	14	3,25	195	7,66	11,74	9,07
15	3,5	210	7,65	9,47	7,66	15	3,5	210	7,66	11,79	9,01
16	3,75	225	7,65	10,3	7,63	16	3,75	225	7,66	11,82	8,93
17	4	240	7,65	10,95	7,62	17	4	240	7,66	11,84	9,12
18	4,25	255	7,65	11,32	7,61	18	4,25	255	7,66	11,85	9,43
19	4,5	270	7,65	11,49	7,61	19	4,5	270	7,66	11,85	9,61
20	4,75	285	7,64	11,55	7,6	20	4,75	285	7,66	11,84	9,74
21	5	300	7,64	11,63	7,6	21	5	300	7,66	11,83	9,93
22	5,25	315	7,65	11,68	7,59	22	5,25	315	7,66	11,8	10,14
23	5,5	330	7,64	11,72	7,59	23	5,5	330	7,65	11,77	10,34
24	5,75	345	7,65	11,75	7,58	24	5,75	345	7,65	11,73	10,4
25	6	360	7,64	11,78	7,58	25	6	360	7,65	11,71	10,48
26	6,25	375	7,64	11,8	7,57	26	6,25	375	7,65	11,68	10,56
27	6,5	390	7,64	11,83	7,57	27	6,5	390	7,65	11,65	10,57
28	6,75	405	7,64	11,85	7,57	28	6,75	405	7,65	11,57	10,5
29	7	420	7,64	11,87	7,56	29	7	420	7,65	11,28	10,5
30	7,25	435	7,64	11,89	7,56	30	7,25	435	7,65	10,87	10,48
31	7,5	450	7,65	11,88	7,56	31	7,5	450	7,65	10,65	10,41
32	7,75	465	7,65	11,9	7,55	32	7,75	465	7,65	10,54	10,36
33	8	480	7,65	11,9	7,55	33	8	480	7,65	10,44	10,32
34	8,25	495	7,64	11,9	7,55	34	8,25	495	7,65	10,38	10,12
35	8,5	510	7,64	11,9	7,55	35	8,5	510	7,65	10,36	10,03
36	8,75	525	7,64	11,89	7,55	36	8,75	525	7,65	10,36	9,93
37	9	540	7,65	11,89	7,55	37	9	540	7,65	10,35	9,84
38	9,25	555	7,65	11,9	7,55	38	9,25	555	7,65	10,3	9,78
39	9,5	570	7,65	11,9	7,54	39	9,5	570	7,65	10,22	9,75
40	9,75	585	7,65	11,9	7,54	40	9,75	585	7,65	10,1	9,78
41	10	600	7,65	11,9	7,54	41	10	600	7,65	9,95	9,72
42	10,25	615	7,65	11,89	7,54	42	10,25	615	7,65	9,78	9,65
43	10,5	630	7,65	11,88	7,54	43	10,5	630	7,65	9,59	9,59
44	10,75	645	7,65	11,9	7,54	44	10,75	645	7,65	9,39	9,55
45	11	660	7,65	11,93	7,54	45	11	660	7,64	9,2	9,52
46	11,25	675	7,65	11,96	7,54	46	11,25	675	7,65	9,05	9,53
47	11,5	690	7,65	11,98	7,54	47	11,5	690	7,65	8,96	9,52
48	11,75	705	7,65	11,99	7,54	48	11,75	705	7,65	8,96	9,46
49	12	720	7,65	12	7,54	49	12	720	7,65	8,94	9,41
50	12,25	735	7,65	11,99	7,54	50	12,25	735	7,65	8,86	9,34

Suivi d'une pollution de soude dans une nappe phréatique sous débit faible



Suivi d'une pollution de soude dans une nappe sous débit important



Conclusion

On peut observer les résultats obtenus par un groupe d'élèves. On note dans tous les cas que la pollution est entraînée par la nappe et elle apparaît beaucoup plus vite qu'elle ne disparaît. L'observation de l'ensemble des résultats des élèves.

montrer une certaine hétérogénéité principalement en fonction de la façon dont la soude a été versée. Cela permet d'aborder les aspects pratiques de la mise en œuvre d'une expérience : où verser, comment, e combien de temps...

Expérience n°2 : Suivi d'une pollution (ExA0)

Principe

L'expérience consiste à suivre une pollution par la soude à l'aide d'une électrode pH dont le pilotage est assuré par la fonction pH d'un logiciel.

Matériel et produit nécessaires

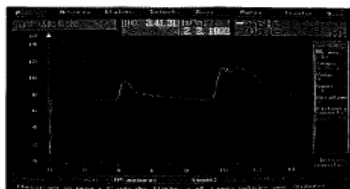
- burette de Mohr sur son support
- soude décimale
- Interface Ex.A.O. avec capteur pH

Protocole expérimental

Le polluant étant de la soude décimale, le phénomène de pollution est suivi avec l'électrode pH et permet le tracé de la courbe du pH (0 à 14) en fonction du temps. L'échelle des temps est réglable entre une minute et 5 heures, mais la majorité des expériences s'effectue sur une durée d'environ 15 minutes. La soude est ajoutée à l'aide d'une burette, à un endroit plus ou moins éloigné, en amont ou en aval de la zone de captage. Les mesures sont lancées dès le début de l'addition de la soude. L'acquisition et le tracé de la courbe se font en temps réel ; les valeurs instantanées des mesures apparaissent en continu au-dessus de la courbe. Il y a possibilité de superposer les courbes.

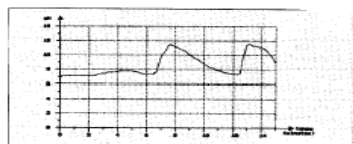
Pour plus de détail concernant l'Ex.A.O., nous consulter.

RÉSULTATS

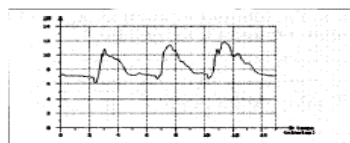


La courbe de valeurs de pH en fonction du temps s'affiche simultanément à l'écran.

Un tableau des valeurs instantanées peut être récupéré.



Simulation d'une pollution dans une rivière à côté d'un captage et mesure de son apparition au cours d'une sécheresse provoquée par l'arrêt de l'alimentation en eau puis nouvelle



Simulation de la contamination d'un captage par une pollution avala ou latérale.

Entretien

Après utilisation, vider l'aquarium de son sable et rincer sans frotter, afin d'éviter de rayer les parois. Toutes les opérations de maintenance ou de réparation doivent être réalisées par PIERRON EDUCATION. En cas de problème, n'hésitez pas à contacter le Service Clients.

Garantie

Les matériels livrés par PIERRON sont garantis, à compter de leur livraison, contre tous défauts ou vices cachés du matériel vendu. Cette garantie est valable pour une durée de 2 ans après livraison et se limite à la réparation ou au remplacement du matériel défectueux. La garantie ne pourra être accordée en cas d'avarie résultant d'une utilisation incorrecte du matériel.

Sont exclus de cette garantie : la verrerie de laboratoire, les lampes, fusibles, tubes à vide, produits, pièces d'usure, matériel informatique et multimédia.

Certains matériels peuvent avoir une garantie inférieure à 2 ans, dans ce cas, la garantie spécifique est indiquée sur le catalogue ou document publicitaire.

Le retour de matériel sous garantie doit avoir notre accord écrit.

Vices apparents : nous ne pourrions admettre de réclamation qui ne nous serait parvenue dans un délai de quinze jours après livraison au maximum. A l'export, ce délai est porté à un mois.

La garantie ne s'appliquera pas lorsqu'une réparation ou intervention par une personne extérieure à notre Société aura été constatée.

