

Nom: _____

Groupe: _____

Citoyens
eau
courant



**EAUX
USÉES**

PARCOURS DE L'EAU : du robinet
jusqu'au rejet dans l'environnement

Les EAUX USÉES et leurs IMPACTS SUR L'HABITAT

CAHIER DE LABORATOIRE

Les installations septiques

Secondaire 4



Groupe d'éducation
et d'écosurveillance de l'eau

Education and Water Monitoring
Action Group

CRÉDITS

Coordination

Tiphanie Rivière

Conception et rédaction

Anne-Julie Parent

Révision

Nathalie Piedboeuf

Tiphanie Rivière

Graphisme et illustration

Pierre-Olivier Boucher (Péo - Illustration & Graphisme)

Mathilde Crépin-Bournival

Production

Groupe d'éducation et d'écosurveillance de l'eau (G3E)

Dépôt légal

© Groupe d'éducation et d'écosurveillance de l'eau, 2017

Ce document a été réalisé grâce à la participation financière du Ministère de l'Économie, de la Science et de l'Innovation dans le cadre du programme NovaScience.

**Économie, Science
et Innovation**

Québec 

Tous droits réservés. Ce document peut être reproduit à des fins éducatives dans le cadre du projet « Citoyens EAUX courant : volet eaux usées ». Il est interdit de le reproduire pour toute autre fin. En tout temps, il est également interdit d'extraire des parties ou de traduire cet ouvrage en totalité ou en partie sans l'autorisation du Groupe d'éducation et d'écosurveillance de l'eau.

À moins de mentions contraires, tous les dessins et les images sont la propriété du Groupe d'éducation et d'écosurveillance de l'eau.

Dans le présent document, le générique masculin est utilisé sans aucune discrimination et uniquement pour alléger le texte.

BUT DE L'EXPÉRIENCE

- Déterminer la porosité d'un sol
- Calculer la perméabilité d'un sol
- Analyser la purification de l'eau dans le sol
- Calculer la quantité de polluants (STE)

MISE EN SITUATION

Nouvellement engagé par l'équipe de *Septic'EAU*, une compagnie spécialisée dans la mise en place et l'entretien d'installations septiques, tu dois maintenant réaliser ton premier contrat chez un client.

Rappel

Les installations septiques sont composées de deux éléments : la fosse septique et le champ d'épuration. La fosse septique permet de séparer les particules solides dans les eaux usées par le principe de décantation alors que le champ d'épuration permet la digestion des particules grâce aux microorganismes et aux décomposeurs dans le sol.

PROBLÉMATIQUE

Avant l'installation de la fosse septique et du champ d'épuration, il est essentiel de faire plusieurs évaluations du sol (p. ex. : type de sol, porosité, perméabilité) afin de s'assurer de tout mettre en place correctement.

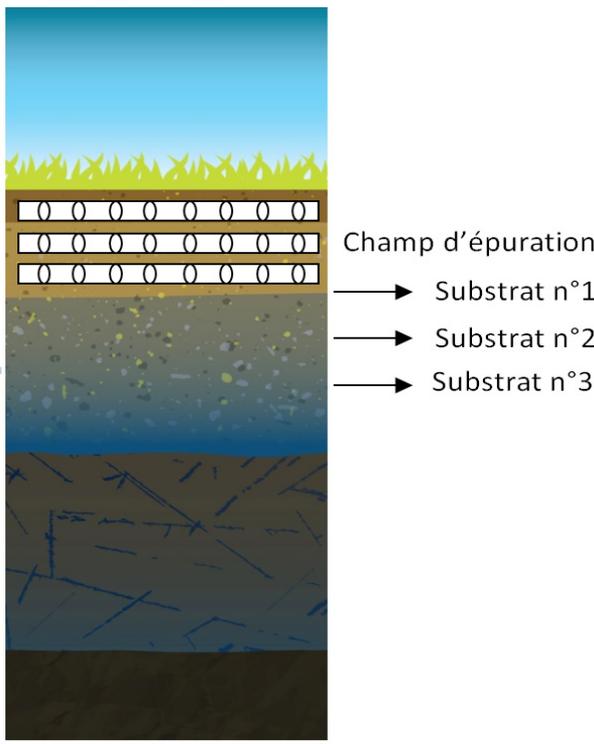
Lorsque tu arrives sur place, tu t'aperçois que les données prises par tes collègues sont erronées. En effet, ils ont analysé le sol de la maison voisine. Heureusement, tu as tout le matériel pour faire les tests avant de commencer l'installation.

Un sol idéal sera composé en premier lieu d'un substrat ayant la plus grande porosité et le plus grand taux d'écoulement. Ce substrat situé tout près du champ d'épuration doit aussi avoir le plus petit pouvoir de rétention. À l'inverse, le substrat le plus éloigné du champ d'épuration doit avoir la plus petite porosité, le plus faible taux d'écoulement et le plus grand pouvoir de rétention afin de permettre la dégradation des matières en suspension par les microorganismes dans le sol.

Le sol chez ton client est composé de 3 types de substrat : sable, gravier et roche. Tu devras donc faire les tests pour ces différents substrats pour déterminer l'ordre dans lequel ils doivent être présents afin d'avoir un sol idéal pour le champ d'épuration.

À l'aide de la problématique présentée précédemment, reformule les informations connues. Utilise les termes suivants : grand/grande, moyen/moyenne ou faible.

FIGURE 1 :
La structure du sol



Substrat n°1

Porosité : _____

Pourcentage de rétention : _____

Taux d'écoulement : _____

Substrat n°2

Porosité : _____

Pourcentage de rétention : _____

Taux d'écoulement : _____

Substrat n°3

Porosité : _____

Pourcentage de rétention : _____

Taux d'écoulement : _____

Selon toi, dans quel ordre doivent être les différents substrats (sable, gravier et roche) pour obtenir un sol idéal pour les installations septiques? Indique l'ordre et explique pourquoi.

Bien que les installations septiques respectent toutes les normes, tu devras aussi faire des tests de contamination. Cela te permettra de voir les risques environnementaux liés à une fuite de la fosse septique par exemple. Lorsque toutes ces analyses seront faites, tu pourras débiter la mise en place des installations septiques chez ce client.

Reformule les deux étapes du mandat :

1.

2.



MATÉRIEL ET MÉTHODES

Activité n°1 : La porosité du sol

La porosité représente l'ensemble de pores (ou des vides) contenus dans un solide. Ces pores sont remplis par du liquide comme de l'eau.

Matériel

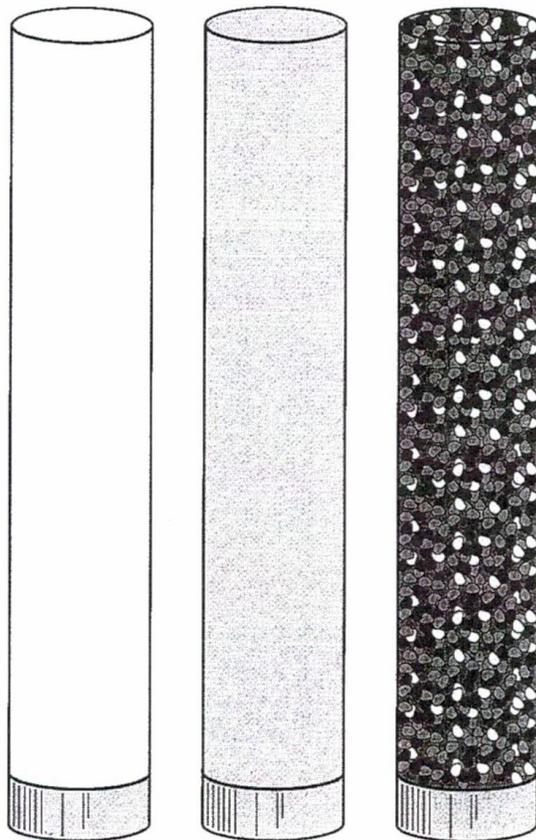
- Sable
- Gravier
- Roche
- Tubes transparents (3)
- Bouchons (3)
- Grands béciers ou contenants pour les substrats (3)
- Cylindre gradué de 100 ml (1)
- Eau du robinet
- Papier pour essuyer
- Entonnoir
- Pipette (1)

Protocole

1. Mettre un bouchon sur une extrémité de chaque tube transparent.
2. Remplir le cylindre gradué de 100 ml avec de l'eau du robinet.
3. Verser l'eau du cylindre gradué dans un tube transparent pour le remplir au maximum. **Attention, il ne faut pas que l'eau déborde, il faut s'arrêter lorsque l'eau atteint le haut du tube.**
4. Prendre une lecture de la quantité d'eau restante dans le cylindre gradué. Soustraire ce résultat avec le volume initial du cylindre gradué (100 ml) et noter dans le tableau 1 à la page 14 le volume total du tube transparent.
5. Vider le tube et l'essuyer pour qu'il soit bien sec avant les prochaines manipulations.
6. Remplir chaque tube d'un type de sol différent : de la roche dans le premier tube, du gravier dans le second tube et du sable dans le troisième tube. Tu peux donner délicatement de petits coups sur le tube avec ton doigt pour bien compacter le sable et le gravier. Assure-toi de remplir le tube au complet. Tu peux utiliser un entonnoir.
7. Remplir le cylindre gradué de 100 ml avec de l'eau.

8. Verser doucement l'eau du cylindre gradué dans le premier tube transparent pour le remplir au maximum. **Attention, il ne faut pas que l'eau déborde, il faut s'arrêter lorsque l'eau atteint le haut du tube.**
9. Prendre une lecture de la quantité d'eau restante dans le cylindre gradué. Soustraire ce résultat avec le volume initial du cylindre gradué (100 ml) et noter dans le tableau 1 à la page 14.
10. Refaire les étapes 7 à 9 avec les deux autres types de sol. **Attention : pour le sable, il faut ajouter l'eau avec une pipette.**
11. Conserver le montage pour l'activité suivante.

Figure 2 :
Le schéma du montage à réaliser



Activité n°2 : La perméabilité du sol

La perméabilité représente la capacité d'un matériau à laisser passer l'eau ou tout autre liquide sous l'effet d'un gradient de pression. Dans le cas du sol, le gradient de pression est créé par l'effet de la gravité.

Matériel

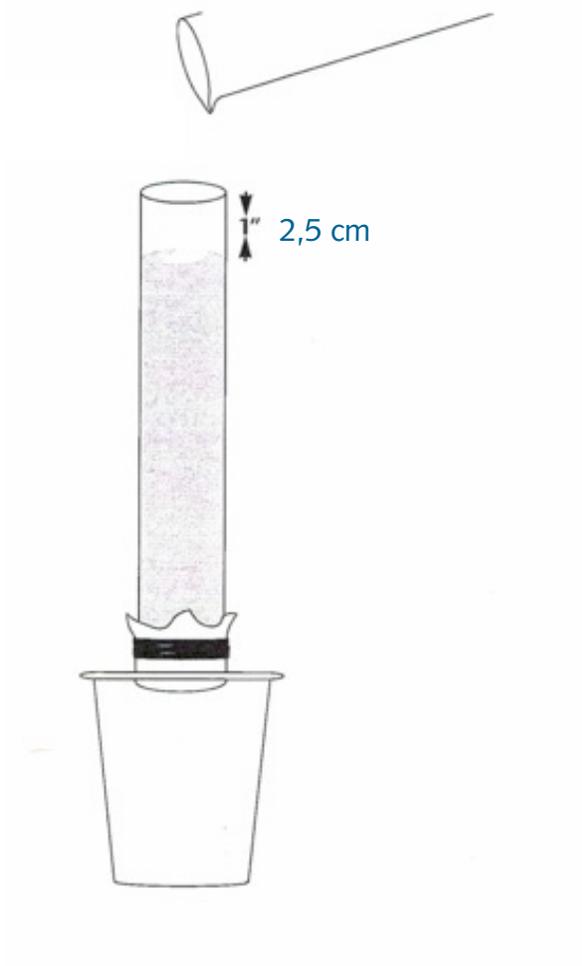
- Sable, gravier et roche de l'activité n°1
- Tubes transparents (3)
- Grands béciers ou contenants pour les substrats (3)
- Cylindres gradués de 50 ml (2)
- Eau du robinet
- Élastiques (3)
- Morceaux de tissu (environ 7 cm par 7 cm) (3)
- Règle en cm
- Chronomètre
- Bécher vide de 50 ml (1)
- Pipette (1)

Protocole

1. Placer un bout de tissu sur l'extrémité libre de chaque tube et le maintenir en place à l'aide d'un élastique.
2. Tenir un tube au-dessus de l'évier avec le tissu vers le bas. Retirer ensuite le bouchon. Cela permettra de vider l'eau retenue dans le substrat. Faire cette étape pour chaque tube.
3. S'assurer qu'il y a un espace libre de 2,5 cm dans le haut du tube. Au besoin, retirer une partie du substrat.
4. Remplir un cylindre gradué avec 50 ml d'eau du robinet
5. Un membre de l'équipe doit ensuite tenir le tube avec le substrat au-dessus d'un bécher vide.
6. S'assurer que le chronomètre soit prêt à être utilisé. Démarrer le chronomètre en même temps que le membre de l'équipe commence à verser le contenu du cylindre gradué (50 ml d'eau).
7. Arrêter le chronomètre lorsque l'eau a complètement traversé le sol, soit lorsqu'il n'y a plus d'écoulement en continu. Il faut donc arrêter dès le moment où l'eau tombe en gouttes dans le bécher.
8. Noter ce résultat en secondes dans le tableau 2 à la page 14.
9. Récupérer l'eau du bécher et verser tout le contenu dans un cylindre gradué propre et vide. Noter ce résultat dans le tableau 3 à la page 13.
10. Répéter les étapes 3 à 9 avec le tube de gravier et celui de roche. **Attention : Pour le sable, le temps limite est de 5 minutes.**

11. Retirer les tissus et les élastiques des tubes et vider leur contenu dans un grand bécher (un bécher par type de sol). Conserver le sable, le gravier et la roche dans des b chers ou contenants différents pour la prochaine activité.

Figure 3 :
Le schéma du montage à réaliser



Activité n°3 : La purification du sol

La purification de l'eau est possible grâce à l'action des microorganismes et des décomposeurs présents dans le sol. Ces derniers peuvent éliminer les contaminants en digérant les particules solides. La nature du substrat et la disposition des couches influencent aussi le processus de purification de l'eau.

Matériel

- Sable gravier et roche des activités n° 1 et n° 2
- Tube transparent (1)
- Grand bécher vide (1)
- Cylindre gradué de 50 ml (1)
- Eau du robinet
- Eau usée
- Élastique (1)
- Morceau de tissu (1)
- Règle en cm
- Pipette (1)

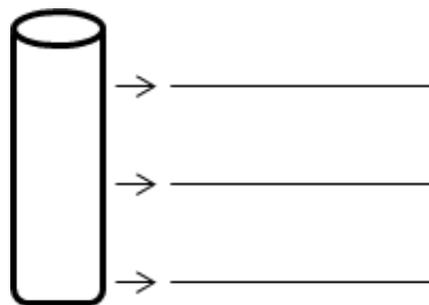
Protocole

1. S'assurer d'avoir complété les tableaux 1, 2, 3, 4, et 5 aux pages 14 et 15 avant de débiter cette activité.
2. Placer un bout de tissu sur une extrémité du tube et le maintenir en place à l'aide d'un élastique.
3. Déterminer l'ordre dans lequel positionner les substrats dans le tube. Pour trouver cela, regarder les informations contenues dans la problématique à la page 4 et les résultats obtenus dans les tableaux 1, 4 et 5.

Substrat n°1 (dans le haut du tube)

Substrat n°2 (au milieu du tube)

Substrat n°3 (dans le bas du tube près du tissu)



4. Ajouter 5 cm de chaque substrat (sable, roche et gravier) dans le tube.

5. Un membre de l'équipe doit ensuite tenir le tube avec le substrat au-dessus d'un bécher vide.
Attention : il ne faut pas que le tube touche le fond du bécher.
6. Un membre de l'équipe remplit un cylindre gradué avec 50 ml d'eau usée et la verse doucement dans le tube.
7. Lorsque l'eau s'est complètement écoulée dans le bécher, observer la couleur de l'eau recueillie.
8. Conserver le montage pour l'activité n°4.

Note tes observations : _____

Activité n°4 : La contamination du sol

La contamination du sol est le résultat de l'apport de substances nocives qui modifient l'équilibre du sol. Cela découle souvent des activités humaines.

Matériel

- Sable, gravier et roche de l'activité n°3
- Tube transparent (1)
- Grands béchers vides (2)
- Cylindre gradué de 50 ml (1)
- Eau du robinet
- Élastique (1)
- Morceau de tissu (environ 7 cm par 7 cm) (1)
- Colorant bleu, rouge ou vert
- Pipette (1)

Protocole

1. Conserver le montage de l'activité n°3 (tube et substrats).
2. Un membre de l'équipe doit ensuite tenir le tube avec le substrat au-dessus d'un bécher vide.
Attention : il ne faut pas que le tube touche le fond du bécher.
3. Déposer 2 gouttes de colorant sur le dessus du tube (c'est-à-dire sur le substrat). Cela représente une contamination liée à une fuite des installations septiques.
4. Remplir le cylindre gradué de 50 ml d'eau.

5. Verser le contenu du cylindre gradué dans le tube.
6. Observer le mouvement des gouttes de colorant qui descendent jusque dans le bécher.
7. Remplir le cylindre gradué de 50 ml d'eau.
8. Lorsque l'eau s'est écoulée, mettre un bécher propre sous le tube.
9. Avec une pipette, prélever 10 ml d'eau du cylindre gradué et verser cette eau dans le tube.
10. Observer le mouvement des gouttes de colorant qui descendent jusque dans le bécher.
11. Répéter les étapes n°9 et n°10 jusqu'à ce que l'eau qui tombe dans le bécher ne soit plus colorée. Pour aider, mettre un bécher propre sous le tube lorsque tu penses qu'il n'y a plus de couleur.
12. Noter la quantité d'eau utilisée jusqu'à ce que tout le colorant soit descendu dans le bécher dans le tableau 6 à la page 15.

STE **Activité 5 : La concentration des contaminants**

Les contaminants présents dans l'eau sont mesurés en ppm (parties par million). Cela représente le nombre de parties de soluté dissous dans un million de parties de solution.

Matériel

- Plaque avec 9 puits (1)
- Pipette en plastique (1)
- Papier filtre (1)
- Bécher de 50 ml (1)
- Crayon permanent ou stylo (1)
- Gouttes de colorant alimentaire (rouge, bleu ou vert) (10)
- Eau du robinet

Protocole

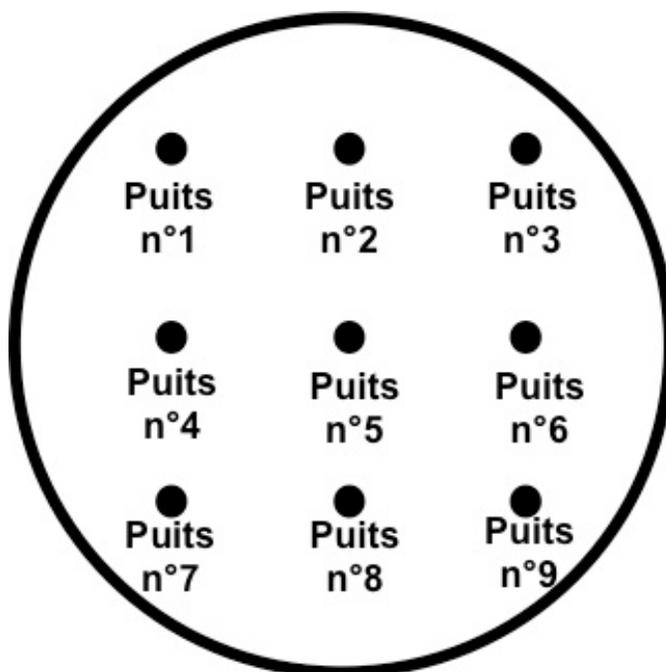
1. Numéroté les puits de n°1 à n°9 sur la plaque de puits.
2. Remplir le bécher de 50 ml avec de l'eau du robinet.
3. Ajouter 10 gouttes de colorant avec la pipette dans le puits n°1. Cela représente une solution à 10% ou 100 000 ppm.
4. Rincer la pipette avec de l'eau.
5. Prendre une goutte du puits n°1 et la déposer dans le puits n°2. Rincer la pipette avec de l'eau.
6. Prendre 9 gouttes d'eau du bécher et les déposer dans le puits n°2.
7. Prendre une goutte du puits n°2 et la déposer dans le puits n°3. Rincer la pipette avec de l'eau.

- Prendre 9 gouttes d'eau dans le bécher et les déposer dans le puits n°3.
- Refaire les étapes n°7 et n°8 pour les puits n°4 à n°9.
- Remplir ensuite le tableau 7 à la page 16.

Pour aller plus loin (optionnel) :

- Placer le filtre sur une surface plane (une table par exemple).
- Numéroter le filtre de n°1 à n°9 en laissant 2 à 3 cm entre chaque numéro.
- À l'aide de la pipette, prélever une goutte du puits n°1 et la déposer sur le filtre au bon endroit (selon la numérotation). Laisser la goutte sécher.
- Rincer la pipette avec de l'eau.
- Refaire les étapes n°3 et n°4 pour les autres puits (n°2 à n°9).
- Ajouter une deuxième goutte du puits n°1 au même endroit (selon la numérotation) et laisser la goutte sécher.
- Rincer la pipette avec de l'eau.
- Refaire les étapes n°6 et n°7 pour les autres puits (n°2 à n°9).
- Tu peux refaire les étapes n° 6 à n° 8 pour une meilleure révélation de la couleur.
- Pour bien montrer la coloration, place le filtre sur une surface pâle (une feuille blanche par exemple).

Figure n°3 :
Le filtre et l'emplacement des puits



RÉSULTATS

La porosité

Calcul de la porosité :
$$Porosité = \frac{\text{Volume d'eau ajoutée}}{\text{Volume total}} \times 100$$

Tableau n°1 : La porosité du sol

Volume d'eau dans le tube transparent (= volume total)	_____ ml	
Volume d'eau ajouté dans le tube avec du sable	_____ ml	Porosité = _____ %
Volume d'eau ajouté dans le tube avec du gravier	_____ ml	Porosité = _____ %
Volume d'eau ajouté dans le tube avec de la roche	_____ ml	Porosité = _____ %

L'écoulement

L'écoulement représente le mouvement d'un fluide qui s'écoule. Les liquides coulent toujours en fonction d'un gradient de pression. Dans ce laboratoire, le gradient de pression est la gravité, c'est pourquoi le fluide coulera toujours du point le plus haut vers le point le plus bas.

Tableau n°2 : Le temps d'écoulement

TYPE DE SOL	TEMPS D'ÉCOULEMENT (seconde)
Sable	
Gravier	
Roche	

Tableau n°3 : Les volumes d'eau recueillis

TYPE DE SOL	VOLUME RÉCUPÉRÉ DANS LE BÉCHER (ml)
Sable	
Gravier	
Roche	

Le taux d'écoulement représente le volume d'écoulement d'un liquide par unité de temps.

Calcul du taux d'écoulement :

$$\text{Taux d'écoulement} = \frac{\text{Volume d'eau recueilli}}{\text{Temps d'écoulement}}$$

Tableau n°4 : Le taux d'écoulement

TYPE DE SOL	TAUX D'ÉCOULEMENT (ml/sec)
Sable	
Gravier	
Roche	

La rétention

La rétention représente le volume d'eau qui est retenu dans le sol.

Calcul de la rétention :

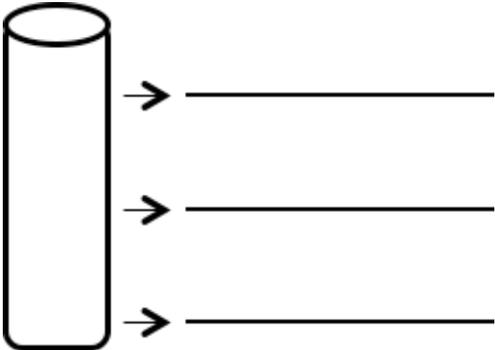
$$\text{Pourcentage de rétention} = \frac{\text{Volume d'eau initial} - \text{Volume d'eau recueilli}}{\text{Volume d'eau initial}} \times 100$$

Où le volume d'eau initial = 50 ml

Tableau n°5 : Le pourcentage de rétention du sol

TYPE DE SOL	POURCENTAGE DE RÉTENTION (%)
Sable	
Gravier	
Roche	

Tableau n°6 : La décontamination du sol

SOL	VOLUME D'EAU (ml)
	

STE Tableau n°7 : La concentration des contaminants

Numéro du puits	Couleur	Concentration (ppm)
n°1		100 000 ppm
n°2		
n°3		
n°4		
n°5		
n°6		
n°7		
n°8		
n°9		

Calculs

ANALYSE DES RÉSULTATS

Quel type de substrat a la plus grande porosité? _____

Et la plus petite? _____

Quel type de substrat a le plus haut taux d'écoulement? _____

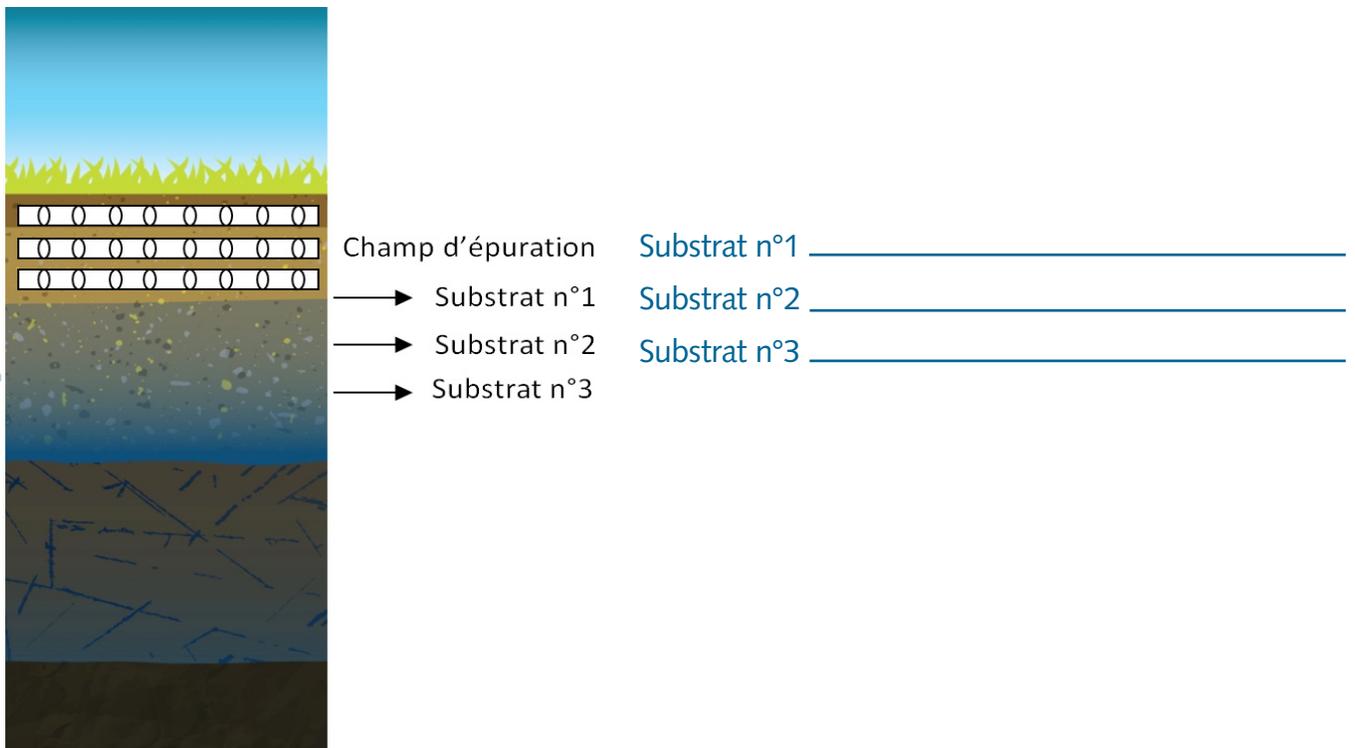
Et le plus bas? _____

Quel type de substrat a le plus grand pourcentage de rétention?

Et le plus petit? _____

DISCUSSION

Dans quel ordre devraient être placés les trois types de substrats (sable, gravier et roche) afin d'avoir un sol idéal pour des installations septiques?



Explique ta réponse.

Avais-tu bien identifié l'ordre à ton hypothèse de la page 4?

Le sol de ton client est composé de la façon suivante : sable (première couche, près du champ d'épuration), roche (deuxième couche) et gravier (troisième couche). Quel sera l'impact sur le fonctionnement des installations septiques?

Comment une fuite des installations septiques peut avoir un impact sur l'environnement? Utilise tes observations durant l'activité n°4.

Selon tes observations et tes résultats de l'activité n°4, est-il simple de décontaminer le sol?

Pourquoi?

Identifie deux actions que tu peux proposer aux résidents afin de diminuer le risque de contamination de leur sol.

STE À partir de quel puits est-ce que la couleur ne devient plus visible?

Quelle est la concentration des contaminants?

Les contaminants sont présents dans tous les puits, mais parfois invisibles à l'œil nu. Comment pouvons-nous savoir avec certitude qu'il y a présence de contaminant dans le sol si nous ne le voyons pas?

Quel pourrait être l'impact sur un renard qui consomme des lièvres, qui eux mangent les plantes qui puisent leur eau dans un sol contaminé?

Comment appelle-t-on ce phénomène?
