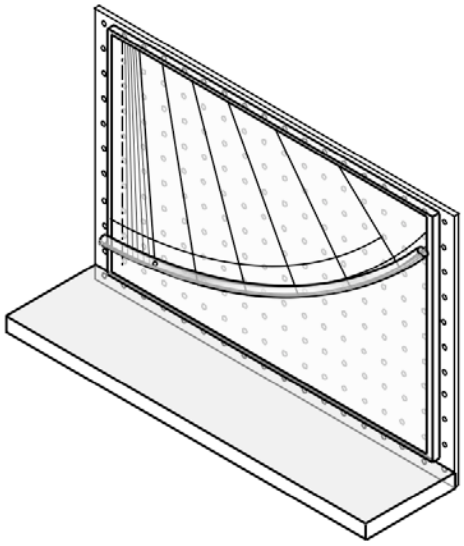
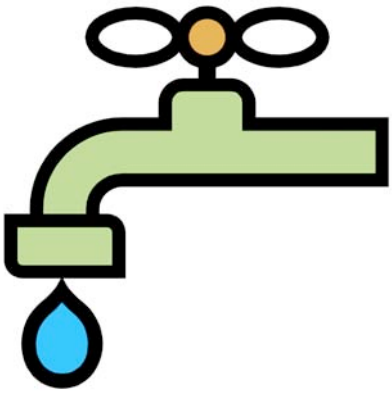
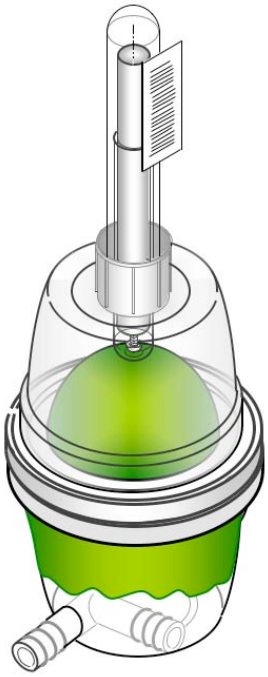
centre de développement pédagogique
pour la formation générale en science et technologie

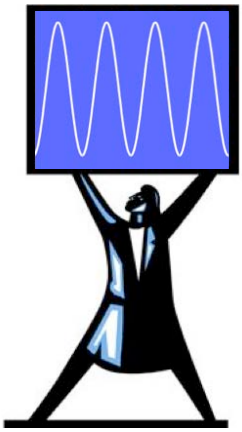
Document de travail

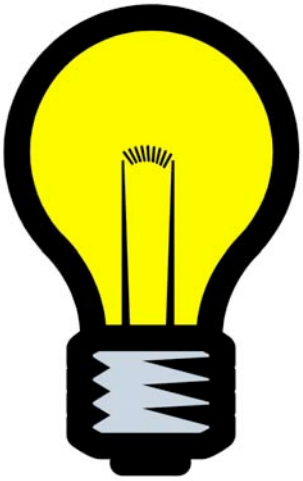




EAU COURANT







CAHIER DE L'ÉLÈVE

Septembre 2013

Table des matières

Voici votre mandat 3

Réchauffons-nous un peu 5

Il est temps d'en savoir un peu plus! 6

Étalonnage du débitmètre (laboratoire dirigé) 7

Effet de la longueur et du diamètre d'un tuyau sur le débit d'eau qui y circule (laboratoire dirigé). 10

Effet de la longueur et du diamètre d'un fil sur l'intensité du courant qui y circule (laboratoire dirigé). 13

Étalonnage du manomètre (laboratoire dirigé) 15

Découvrir la loi de Poiseuille (laboratoire dirigé) 20

Découvrir la loi d'Ohm (laboratoire dirigé) 28

Choix de composants pour l'aqueduc de la municipalité « Les sources » 34

Cerner le mandat proposé 36

Intégration et réinvestissement 37

Voici votre mandat

NOTE : Cette SAE a été élaborée dans le cadre de sessions de formation. Elle peut nécessiter des adaptations avant d'être proposée aux élèves.



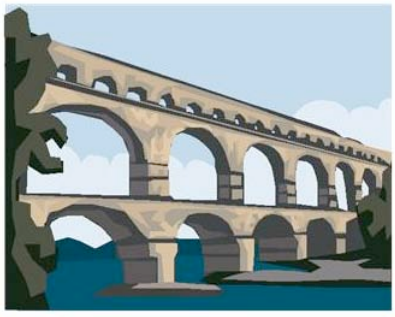
Avec les changements climatiques et le réchauffement de certaines régions du globe, la problématique environnementale de l'eau potable occupe une place de plus en plus grande dans le monde. La répartition équitable de ce type d'eau risque de devenir un sujet « chaud » au cours des prochaines décennies. Il est facile d'imaginer que le partage de cette richesse entre les pays pourrait mener à des conflits.



Chez nous, la population commence à se rendre compte de l'importance de cette ressource : on voit de moins en moins l'eau potable comme quelque chose de gratuit et d'inépuisable. S'il est facile de puiser l'eau douce dans un cours d'eau, il faut cependant des installations coûteuses, plusieurs opérations et d'importants moyens pour la rendre potable. Une autre façon de faire serait de travailler en amont. On peut alors protéger un bassin hydrographique d'éventuelles contaminations; cette méthode s'inscrit dans le développement durable de la ressource. Dans ce contexte, voici un excellent reportage sur l'approvisionnement en eau potable de la ville de New York.

Reportage de la semaine verte (SRC)
Protection de l'eau potable de New York (7 novembre 2009)
http://www.radio-canada.ca/emissions/la_semaine_verte/2011-2012/chronique.asp?idChronique=95517
Voir aussi sur « YouTube » :
http://www.youtube.com/watch?v=rsAM0mDaofs
http://www.youtube.com/watch?v=p7n3RApowbk

D'un point de vue plus technique, acheminer l'eau vers une ville a toujours été un défi.



Nous n'avons qu'à penser aux efforts que les Romains ont déployés pour construire leur aqueduc (voir l'illustration ci-jointe). Même si la gravité est toujours utilisée pour nos aqueducs modernes, ce sont maintenant les pompes qui assurent une distribution uniforme de l'eau dans une ville. Que vous habitiez au cinquantième étage d'un immeuble ou en haut d'une grande côte, le robinet ne se tarit presque jamais.

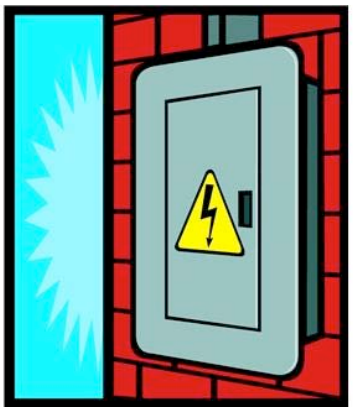
La façon dont l'eau se déplace dans les canalisations respecte des lois bien déterminées de la physique. Par exemple, comme le fait le vent, l'eau se déplace



toujours d'un endroit à haute pression vers un endroit où règne une pression plus faible. Pour imager ce phénomène, vous n'avez qu'à penser à ce qui se passe lorsque vous sifflez. L'air quitte votre bouche où règne une pression plus grande que celle de l'air ambiant. Le débit d'eau dans un tuyau est donc intimement lié aux différences de pressions dans un système. La vidéo suivante décrit le principe de fonctionnement d'un appareil de mesure du débit, le débitmètre. Ce principe est très intéressant puisqu'il renvoie à la variation de pression pour fonctionner. Les principes de Bernoulli et de Venturi sont aussi au cœur de son fonctionnement.

La mesure de débit par pression différentielle sur un diaphragme (Endress+Hauser)
http://www.youtube.com/watch?v=dsB88O_f-88

Dans cette SAE, nous allons étudier la façon dont l'eau s'écoule dans des tuyaux. Vous découvrirez la loi de Poiseuille qui relie la différence de pression, le débit ainsi que la résistance hydraulique des tuyaux.



De plus, comme la façon dont l'eau se propage dans un aqueduc ressemble en tous points à l'électricité, nous établirons un parallèle entre le modèle hydraulique et le modèle électrique. Vous serez à même de saisir les similitudes entre un débit d'eau et un courant électrique.

Votre défi consistera à mettre à profit votre expertise afin de conseiller la municipalité « Les sources », village fictif du Québec. Votre mandat consistera à prévoir les installations nécessaires au nouveau réseau de distribution d'eau potable (alimentation de la pompe, choix de la conduite d'amenée).

Pour vous aider, nous vous proposons d'amorcer cette SAE en vous familiarisant avec divers aspects de ce mandat. Vous pourrez :

- Étalonner un débitmètre (en fabriquer un, si nécessaire);
- Déterminer les effets de la longueur et du diamètre (section) d'un tuyau sur le débit d'eau qui y circule (modèle hydraulique);
- Déterminer les effets de la longueur et du diamètre (section) d'un fil sur l'intensité du courant;
- Étalonner un manomètre (en fabriquer un, si nécessaire);
- Découvrir la loi de Poiseuille simplifiée (loi analogue à la loi d'Ohm pour les fluides);
- Découvrir la loi d'Ohm à l'aide d'un circuit simple.

Allez, maintenant, au travail!

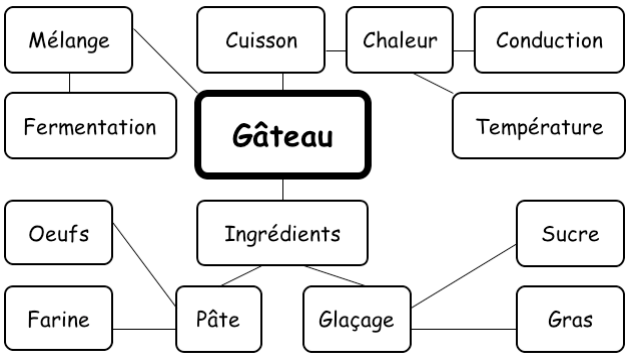
Réchauffons-nous un peu

Au cours des dernières années, vous avez eu l'occasion d'étudier plusieurs concepts liés à l'électricité. Cette activité vous permettra de vous rafraîchir la mémoire.

Construisez un réseau à partir des concepts vus antérieurement. Ce réseau vous permettra de vérifier si vous comprenez bien les notions de base associées aux activités proposées. Vous serez appelé, dans ce travail, à organiser vos connaissances sous forme de carte visuelle.

Banque de mots : fil, fonction d'alimentation, plastique, pile, fonction de conduction, gaine, courant électrique, interrupteur, verre, métal, batterie, source d'alimentation, contact (borne), fonction d'isolation, cuivre, fonction de commande, électron.

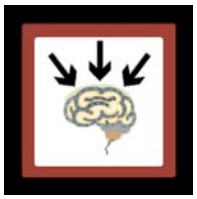
Exemple d'un réseau de concepts



Réseau de concepts

Électricité

Il est temps d'en savoir un peu plus!



Il est temps maintenant de comprendre en détail la nature même de l'électricité. Nous vous présentons diverses activités qui vous permettront de bien visualiser les concepts en utilisant un modèle hydraulique.

Séquence des activités d'apprentissage proposées

1- Étalonner un appareil de mesure (débitmètre)

- Étalonner le débitmètre en produisant un graphique d'étalonnage à partir de données expérimentales. (*Le graphique d'étalonnage peut être fait en mathématique. De plus, une relation mathématique peut être trouvée pour un étalonnage plus précis.)*
- La fabrication d'un débitmètre peut être nécessaire. Dans ce cas, un dossier technique complet est disponible (dessins techniques et gamme de fabrication).

2- Étude expérimentale des effets de la longueur et du diamètre d'un tuyau sur le débit d'un fluide (eau) qui y circule.

- Cette étude est réalisée en changeant les tuyaux branchés sur le débitmètre.

3- Étude expérimentale des effets de la longueur et du diamètre d'un fil sur l'intensité du courant électrique (débit des charges) qui y circule.

- Cette étude est réalisée en changeant les fils de nichrome branchés dans un circuit équipé d'un ampèremètre.

4- Étalonner un appareil de mesure (manomètre)

- Étalonner le manomètre de manière expérimentale en produisant un graphique d'étalonnage. (*Le graphique d'étalonnage peut être fait en mathématique. De plus, une relation mathématique peut être trouvée pour un étalonnage plus précis.)*
- La fabrication d'un manomètre peut être nécessaire. Dans ce cas, un dossier technique complet est disponible (dessins techniques et gamme de fabrication).

5- Découvrir la loi de Poiseuille simplifiée (loi analogue à la loi d'Ohm pour les fluides)

- Cette étude est réalisée en reliant le débitmètre et le manomètre à une source de pression variable. La prise de données, la confection d'un graphique ainsi que le calcul du taux de variation d'une droite permettront de déterminer la résistance hydraulique du système. (*Le graphique et les calculs peuvent être faits en mathématique.)*

6- Découvrir la loi d'Ohm

- Cette étude est réalisée en branchant un résistor, un ampèremètre et un voltmètre dans un circuit alimenté par une source de courant variable. La prise de données, la confection d'un graphique ainsi que le calcul du taux de variation d'une droite permettront de déterminer la résistance électrique du circuit. (*Le graphique et les calculs peuvent être faits en mathématique).*

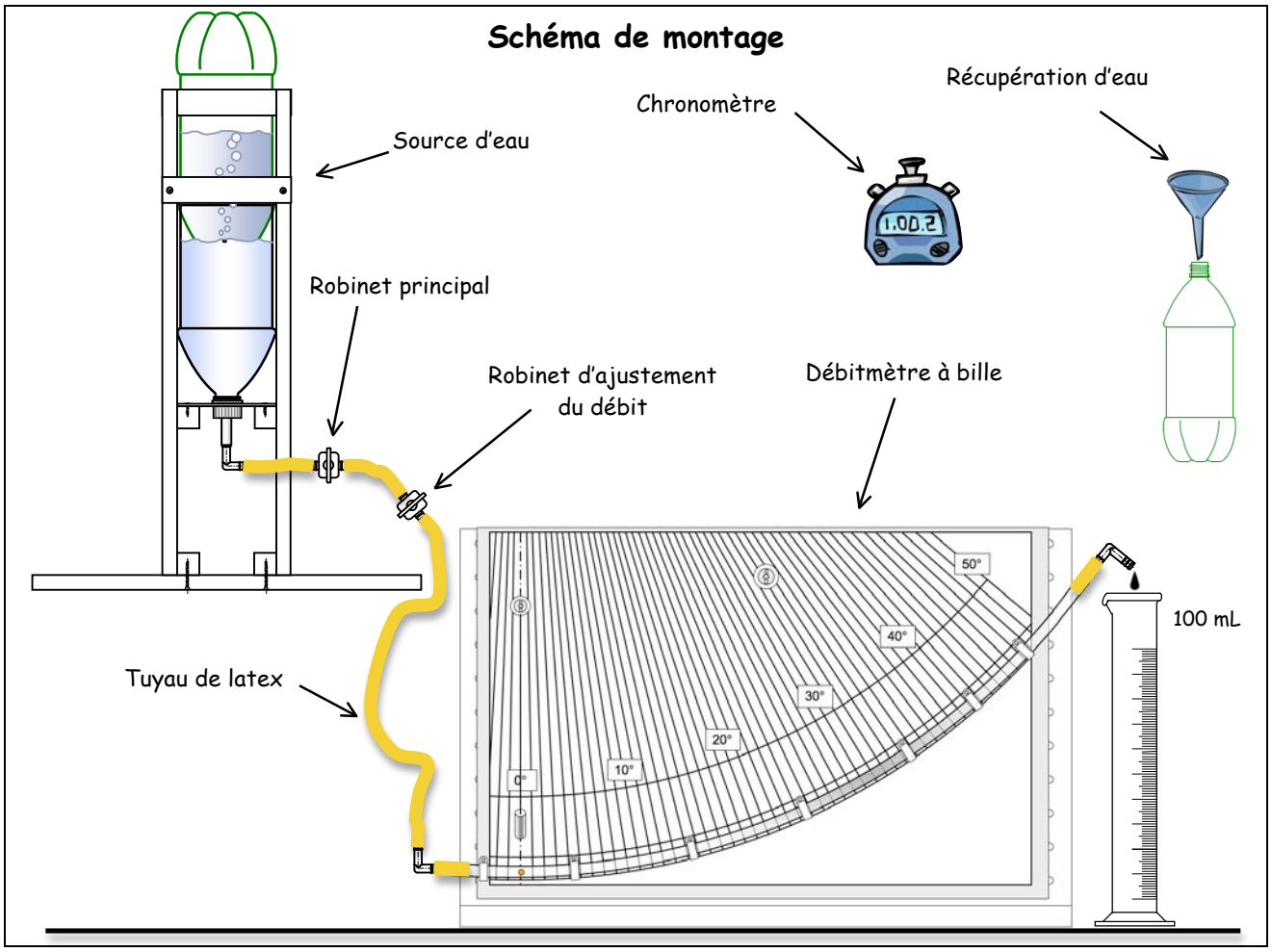
Étalonnage du débitmètre (laboratoire dirigé)

Avant d'utiliser la démarche d'étalonnage suivante, il vous faut fabriquer un débitmètre simple à l'aide du dossier technique fourni. Cet étalonnage vous permettra de convertir un angle mesuré sur le débitmètre en **débit**[1] exprimé en millilitres par seconde. Un débitmètre est analogue à un ampèremètre pour l'électricité.

Matériel

- 1 source d'alimentation en eau
- 2 réservoirs de 2 L
- 2 robinets
- 5 tuyaux de latex de 8 mm (5/16 po)
- 1 cylindre de 100 mL
- 1 entonnoir
- 1 chronomètre
- 1 débitmètre à bille
  - 1 rapporteur d'angle
  - Panneau de montage troué
  - Tube en acrylique courbé (dia. ext. 8 mm (5/16 po), dia. int. 5 mm (3/16 po)
  - bille d'acier inox (Ø 2,5 mm)

Schéma de montage



[1] Quantité de fluide qui s'écoule par unité de temps (exemple : millilitres par seconde).

Manipulations

1- Déposer le débitmètre sur la surface de travail. Mettre de niveau, à l'aide du fil à plomb, en le faisant pivoter (la bille d'acier devrait se positionner à 0 degré).
2- Ajuster la hauteur de la source d'eau à la quatrième position, à partir du bas (le niveau d'eau de la source devrait se situer à environ 70 cm au-dessus de la table).
3- Assembler le système tel qu'illustré sur le schéma de montage.
4- Fermer le robinet principal.
5- Ouvrir complètement le robinet d'ajustement du débit.
6- Remplir un des réservoirs avec de l'eau dégazée (ou distillée).
7- Renverser le réservoir dans le réceptacle de la source d'alimentation.
8- Ouvrir le robinet principal afin de chasser l'air du système et pour remplir le débitmètre.
9- Une fois le système rempli, positionner le robinet d'ajustement du débit de façon à ce que la bille se situe approximativement à un angle de 40°.
10- Fermer le robinet principal sans bouger le robinet d'ajustement.
11- Vider le cylindre dans le réservoir de 2 L de récupération et le replacer.
12- Simultanément, ouvrir complètement le robinet principal et démarrer le chronomètre.
13- Noter l'angle de la bille sur le tableau.
14- Lorsque le cylindre est plein (100 mL), arrêter le chronomètre puis fermer le robinet principal.
15- Noter le temps mesuré, sur le tableau.
16- Vider le cylindre dans le réservoir de 2 L de récupération et le replacer.
17- Recommencer les étapes 13 à 17 de façon à faire une moyenne.
18- Recommencer les étapes 13 à 17 trois autres fois en refermant le robinet d'ajustement graduellement, de façon à réduire le débit (Ex. ≈ 30°, 20°, 10°).

Tableau de données pour le débitmètre numéro : _____

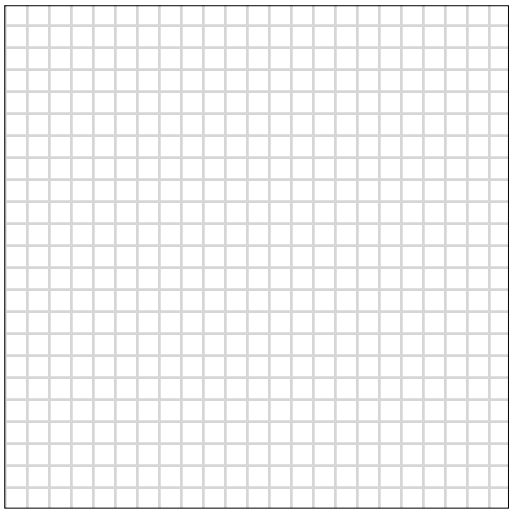
n°	Angle (°)	Temps (s) Essai n° 1	Temps (s) Essai n° 2	Temps (s) Moyenne	Débit (mL/s)
1					
2					
3					
4					
5	0				0

Coopération possible avec le personnel enseignant de mathématique

Une fois les données relevées, on doit les interpréter. Une analyse plus complète peut être effectuée dans le cadre du cours de mathématique. Quelles variables doit-on mettre en relation afin de déduire un débit à partir de la mesure d'un angle?

Analyser les résultats

Traiter vos données



Faire ressortir les tendances.

Question 1
Réaliser le graphique du débit en fonction de l'angle en traçant une courbe à travers le nuage de points. Vous devriez trouver une relation de la forme : $y = a\sqrt{x}$

Conclusion

Quel modèle de fonction obtient-on en mettant en relation le débit et l'angle?

Quelle équation utiliserez-vous pour déterminer le débit à partir de la mesure d'un angle pour votre débitmètre?

Équation d'étalonnage du débitmètre n° : ____

D =

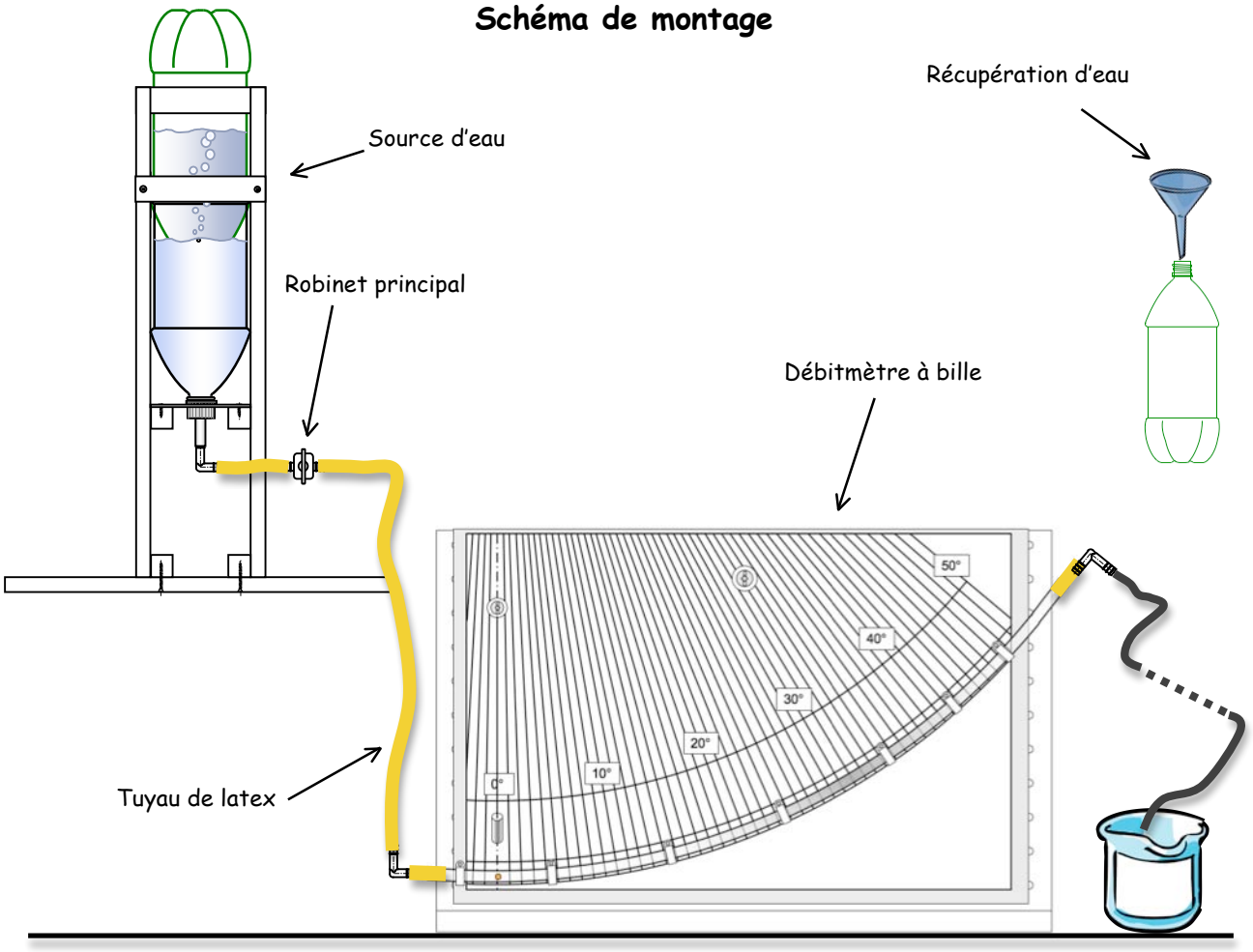
Effet de la longueur et du diamètre d'un tuyau sur le débit d'eau qui y circule (laboratoire dirigé).

Maintenant que vous avez un débitmètre fonctionnel et étalonné, il est temps de vous en servir pour mieux comprendre la mécanique des fluides. Ce laboratoire vous permettra de découvrir quelques facteurs qui influent sur l'écoulement d'un fluide dans un tuyau. Nous explorerons ensuite un phénomène analogue avec l'électricité.

Matériel

- 1 source d'alimentation en eau
- 2 réservoirs de 2 L
- 1 robinet principal
- 4 tuyaux de latex de 8 mm (5/16 po)
- 1 débitmètre à bille
- 1 équation d'étalonnage
- 1 tuyau de vinyle (1,5 m de long et Ø 4,3 mm int.)
- 1 tuyau de vinyle (1,5 m de long et Ø 3,3 mm int.)
- 1 tuyau de vinyle (1 m de long et Ø 3,3 mm int.)
- 3 coudes (1 pour chaque tuyau de vinyle)
- 1 bécher de récupération 100 mL
- 1 entonnoir

Schéma de montage



Manipulations

1- Déposer le débitmètre sur la surface de travail. Mettre de niveau, à l'aide du fil à plomb, en le faisant pivoter (la bille d'acier devrait se positionner à 0 degré).
2- Ajuster la hauteur de la source d'eau à la deuxième position, à partir du bas (environ 40 cm au-dessus de la surface de travail).
3- Assembler le système tel qu'illustré sur le schéma de montage en insérant le tuyau en vinyle (1,5 m de long et Ø 3,3 mm int.) à la fin du circuit.
4- Fermer le robinet principal.
5- Remplir un des réservoirs avec de l'eau dégazée (ou distillée).
6- Renverser le réservoir dans le réceptacle de la source d'alimentation.
7- Ouvrir le robinet principal afin de chasser l'air du système et pour remplir le débitmètre.
8- Ouvrir complètement le robinet principal (la hauteur à laquelle le tuyau arrive dans le bécher devrait être constante, d'un échantillon à un autre).
9- Noter l'angle de la bille sur le tableau de données (voir la note ci-dessous).
10- Refermer le robinet.
11- Recommencer les étapes 8 à 10 en remplaçant successivement le tuyau en vinyle par les deux autres.

Note : Le niveau d'eau de la source pourrait varier selon le type de tuyau en vinyle utilisé. La première mesure d'angle (avec le tuyau de 1,5 m de long et Ø 3,3 mm int.) ne devrait pas dépasser 15°. Si c'est le cas, il faudrait abaisser la hauteur de la source.

Tableau de données

Tuyau en vinyle	Angle (°)	Débit (mL/s)
1 tuyau en vinyle (1,5 m de long et Ø 3,3 mm int.)		
1 tuyau en vinyle (1,5 m de long et Ø 4,3 mm int.)		
1 tuyau en vinyle (1 m de long et Ø 3,3 mm int.)		

Analyse du phénomène

Question 1

Quel est l'effet de la variation de la longueur d'un tuyau sur le débit de l'eau qui y circule?



_____

_____

Question 2

Quel est l'effet de la variation du diamètre (section) d'un tuyau sur le débit de l'eau qui y circule?



_____

_____

Conclusion

Quelles sont les caractéristiques d'un tuyau permettant un grand débit?

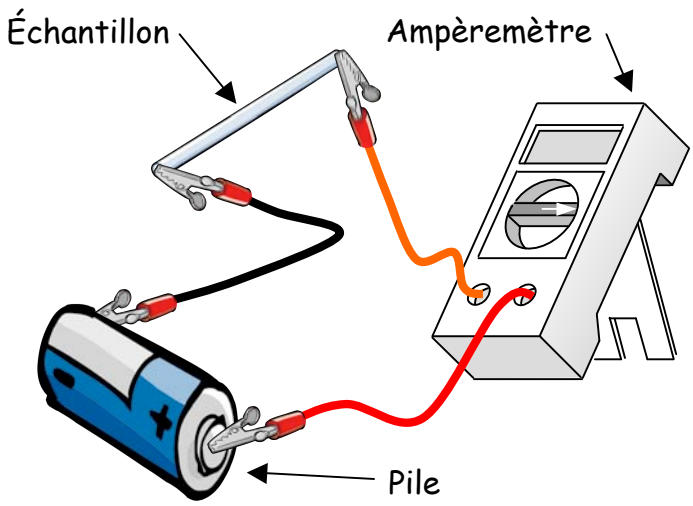


_____

_____

Effet de la longueur et du diamètre d'un fil sur l'intensité du courant qui y circule (laboratoire dirigé).

L'écoulement de l'eau dans un tuyau est un phénomène qui ressemble beaucoup au déplacement des électrons à l'intérieur d'un fil électrique. Dans ce laboratoire, vous constaterez sûrement un grand nombre de similitudes entre ces deux phénomènes. Plus concrètement, vous découvrirez l'effet de la longueur et du diamètre d'un conducteur sur **l'intensité du courant électrique**[2] (débit d'électrons).

Matériel	**Schéma de montage**
• 1 pile « D » (1,5 V) • 1 support à pile • 3 fils • 1 ampèremètre • 3 échantillons (fil de nichrome n° 22) de longueurs différentes (10, 50 et 100 cm) • 3 échantillons (fil de nichrome de 25 cm de long) de calibres différents (n° 26, 22 et 18)	

Manipulations

1- Mettre le multimètre sous tension et en mode ampèremètre.
2- Assembler le circuit tel qu'illustré sur le schéma de montage en insérant le premier échantillon (fil de nichrome n° 22 de 10 cm de long).
3- Noter l'intensité du courant sur le tableau.
4- Recommencer les étapes 2 et 3 avec les cinq autres échantillons.

[2] Quantité de charges électriques qui s'écoulent par unité de temps. Débit d'électrons (exemple : électrons par seconde ou ampère). Synonymes : intensité du courant, ampérage, courant, intensité.

Tableau de données			
Fil de nichrome, calibre n° 22	100 cm de long	50 cm de long	10 cm de long
I (A)			
Fil de nichrome (longueur de 25 cm)	Calibre n° 26	Calibre n° 22	Calibre n° 18
I (A)			

Analyse du phénomène

Question 1

Quel est l'effet de la variation de la longueur d'un fil sur le débit des charges (intensité du courant) qui circulent dans un circuit?



_____

_____

Question 2

Quel est l'effet de la variation du diamètre (calibre) d'un fil sur l'intensité du courant (débit des charges) qui circule dans un circuit?



_____

_____

Conclusion

Quelles sont les caractéristiques d'un fil permettant le passage d'un fort courant électrique?



_____

_____

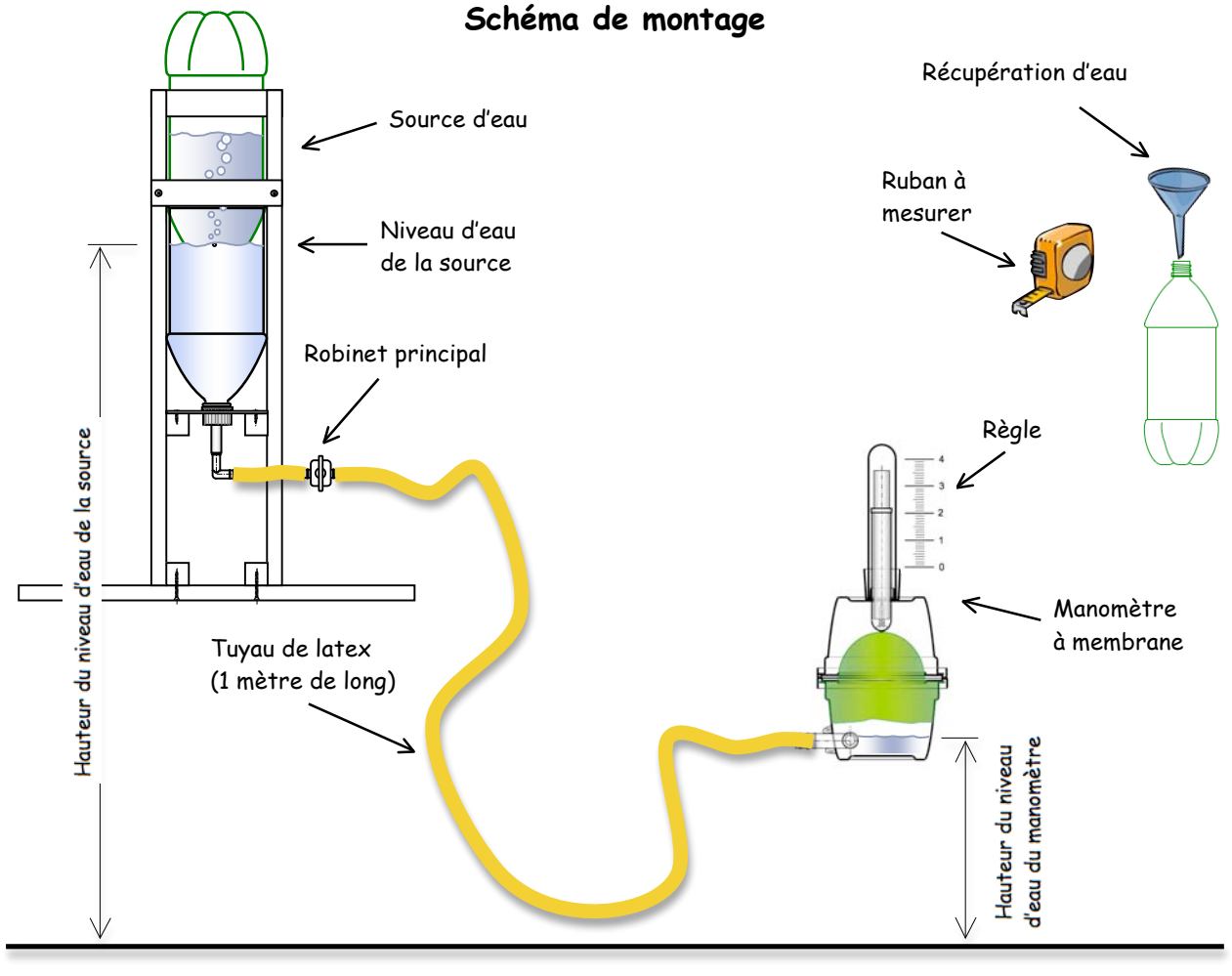
Étalonnage du manomètre (laboratoire dirigé)

Avant d'amorcer la démarche d'étalonnage suivante, il vous faut fabriquer un manomètre simple à l'aide du dossier technique fourni. Cet étalonnage vous permettra de convertir le déplacement d'un curseur en **pression**[3] exprimée en kilopascals. Un manomètre est analogue à un voltmètre pour l'électricité.

Matériel

- 1 source d'alimentation en eau
- 2 réservoirs de 2 L
- 1 robinet principal
- 2 tuyaux de latex 8 mm (5/16 po)
- 1 manomètre à membrane avec règle
- 1 ruban à mesurer (ou 1 mètre)
- 1 entonnoir
- 1 tournevis (Robertson n° 1)

Schéma de montage



[3] Force exercée par unité de surface (exemple : newtons par centimètre carré).

Manipulations

1- S'assurer que le manomètre est débranché (membrane au repos) puis vérifier que l'extrémité du curseur est bien à zéro (sinon, l'ajuster à l'aide de la vis d'ajustement sur le goujon).
2- Ajuster la hauteur de la source d'eau à la quatrième position, à partir du bas (le niveau d'eau de la source devrait se situer à environ 70 cm au-dessus de la surface de travail).
3- Fermer le robinet principal et fixer le tuyau de latex d'un mètre à la source d'eau.
4- Remplir l'un des réservoirs de 2 L avec de l'eau dégazée (ou distillée).
5- Renverser le réservoir de 2 L dans le réceptacle de la source d'eau.
6- Remplir le tuyau de latex en tenant son extrémité libre au niveau de la source d'eau et en ouvrant le robinet principal. Refermer le robinet une fois le tuyau complètement rempli.
7- Placer le manomètre sur la surface de travail (table) et brancher le tuyau de la source.
8- Ouvrir le robinet principal de façon à générer la pression maximale. La membrane du manomètre devrait se courber et le curseur devrait se déplacer vers le haut. Note : Il sera nécessaire de retendre la membrane de caoutchouc si le curseur dépasse l'échelle de la règle.
9- Mesurer et noter la hauteur du niveau d'eau de la source par rapport à la surface de travail (voir le schéma de montage).
10- Mesurer et noter la hauteur du niveau d'eau dans le manomètre par rapport à la surface de travail (voir le schéma de montage).
11- Mesurer et noter la position du curseur sur le tableau de données.
12- Recommencer les étapes 10 et 11 en élevant trois fois le manomètre vers le niveau d'eau de la source.

Note : Cette tâche doit être réalisée en équipes de deux.

Tableau de données				
			Numéro du manomètre	
Hauteur du niveau d'eau de la source par rapport à la surface de travail (cm)				
n°	Hauteur du niveau d'eau dans le manomètre par rapport à la table (cm)	Hauteur de la colonne d'eau efficace (cm)	Pression générée par le poids de l'eau (kPa)	Hauteur du curseur du manomètre (mm)
1				
2				
3				
4				
5		0	0	0

Analyse du phénomène

Question 1

Une fois les données inscrites, on doit calculer la pression générée par la source d'eau, en kilopascals (kPa). Calculer d'abord, pour chaque donnée, la hauteur de la colonne d'eau efficace. Inscrire les résultats de vos calculs sur le tableau de données ci-dessus.

Hauteur colonne d'eau efficace = Hauteur niveau source – Hauteur niveau manomètre

Question 2

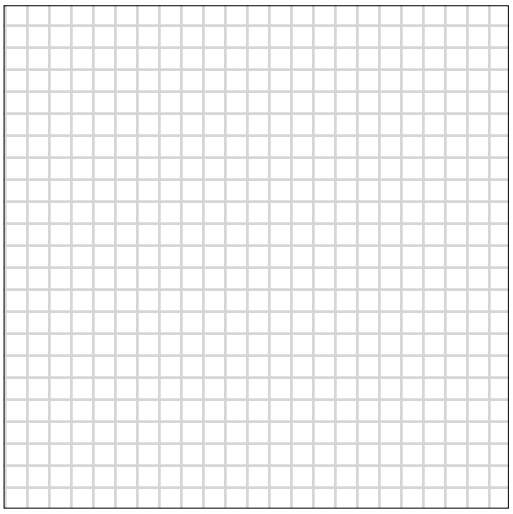
À partir de la hauteur de la colonne d'eau efficace, calculer la pression en kilopascals. Information utile : une colonne d'eau de 10,2 cm de hauteur génère une pression de 1 kilopascal (kPa). **Inscrire les résultats de vos calculs sur le tableau de données de la page précédente.**

Coopération possible avec le personnel enseignant de mathématique

Maintenant que vous avez calculé la pression en kilopascals, il est plus facile d'interpréter les données. Une analyse plus complète peut être effectuée dans le cadre du cours de mathématique. Quelles variables doit-on mettre en relation afin de déduire une pression à partir d'une hauteur de curseur du manomètre?

Analyser les résultats

Traiter vos données



Faire ressortir les tendances.

Question 3
Réaliser le graphique de la pression en fonction de la hauteur du curseur en traçant une courbe à travers le nuage de points.

Conclusion

Quel modèle de fonction obtient-on en mettant en relation la pression et la hauteur du curseur?

Quelle équation utiliserez-vous pour déterminer la pression à partir d'une hauteur de curseur mesurée pour votre manomètre?

Équation d'étalonnage du manomètre n° : ____

P =

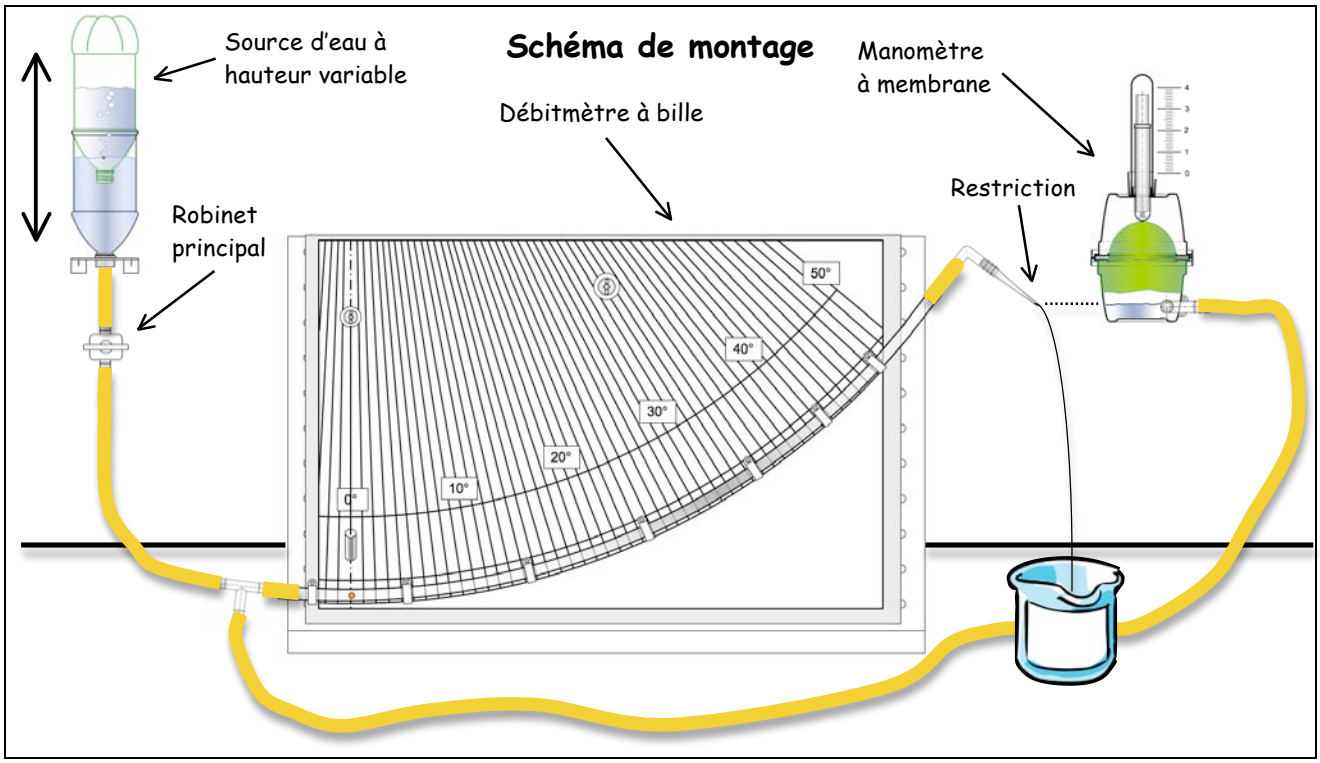
Découvrir la loi de Poiseuille (laboratoire dirigé)

Ce laboratoire vous permettra de mieux comprendre ce qui se passe à l'intérieur d'un conduit (tuyau) dans lequel circule un liquide. Vous découvrirez la loi qui met en relation la variation de pression (ΔP), la **résistance hydraulique**[4] (R_h) et le débit (D) du fluide qui y circule. À la fin du laboratoire, vous aurez calculé la résistance hydraulique de la restriction placée à la fin du montage.

Matériel

- 1 source d'eau à hauteur variable
- 2 réservoirs de 2 L
- 1 robinet principal
- 5 tuyaux (tubes) de latex 8 mm (5/16 po)
- 1 jonction en « T »
- 1 jonction en « L »
- 1 bécher de récupération (440 mL)
- 1 débitmètre à bille
- 1 équation d'étalonnage du débitmètre
- 1 manomètre à membrane
- 1 équation d'étalonnage du manomètre
- 1 extrémité d'une pipette de transfert (restriction)

Schéma de montage



[4] La résistance hydraulique est une grandeur caractérisant la difficulté d'un fluide à circuler dans un conduit (tuyau). La résistance hydraulique (R_h) permet aussi de calculer la différence de pression (ΔP) entre deux points d'un conduit à partir du débit (D) $\Rightarrow$ ($\Delta P = R_h \cdot D$).

Manipulations

1- Déposer le débitmètre sur la surface de travail. Le mettre de niveau, à l'aide du fil à plomb, en le faisant pivoter (la bille d'acier devrait se positionner à 0 degré).
2- Ajuster la hauteur de la source d'eau à la deuxième position, à partir du bas.
3- Assembler le système tel qu'illustré sur le schéma de montage.
4- Fermer le robinet principal.
5- Remplir l'un des réservoirs avec de l'eau dégazée (ou distillée).
6- Renverser le réservoir dans le réceptacle de la source d'alimentation.
7- Ouvrir le robinet principal afin de chasser l'air du système et pour remplir le débitmètre.
8- Remplir aussi le tuyau de latex menant au manomètre :
    a. Surélever le manomètre au niveau de la source d'eau;
    b. Débrancher le tuyau du manomètre;
    c. Ajuster la hauteur de l'extrémité du tuyau pour le remplir complètement;
    d. Rebrancher le manomètre et le déposer sur la surface de travail.
9- Refermer le robinet principal une fois le système bien rempli.
10- Vider le bécher dans le réservoir de récupération de 2 L et le replacer.
11- Ouvrir le robinet principal.
12- Noter l'angle de la bille du débitmètre sur le tableau de données.
13- Positionner le manomètre tel qu'illustré sur le schéma de montage (niveau d'eau dans le manomètre à la hauteur de l'extrémité de la restriction).
14- Attendre que le manomètre arrive à équilibre et noter la hauteur du curseur sur le tableau de données.
15- Refermer le robinet.
16- Recommencer les étapes 12 à 16 quatre autres fois en changeant la pression de la source, c'est-à-dire en changeant sa hauteur. Note : changer la hauteur de la plateforme de la source et déposer la source sur des cales d'environ 7 cm d'épaisseur.

Attention : Une pression trop élevée pourrait dépasser la capacité de mesure des instruments (bille ou curseur complètement en haut). Une pression trop basse pourrait par ailleurs être insuffisante, compte tenu de la sensibilité des instruments.

Tableau de données					
Débitmètre numéro : _____			Manomètre numéro : _____		
n°	Hauteur du niveau de la source	Angle de la bille du débitmètre (°)	Hauteur du curseur du manomètre (mm)	Débit (mL/s)	Pression (kPa)
1		0	0	0	0
2	Hauteur plateforme ☐1 ☑2 ☐3 ☐4 Source sur des cales ☐				
3	Hauteur plateforme ☐1 ☐2 ☑3 ☐4 Source sur des cales ☐				
4	Hauteur plateforme ☐1 ☐2 ☐3 ☑4 Source sur des cales ☐				
5	Hauteur plateforme ☐1 ☑2 ☐3 ☐4 Source sur des cales ☑				
6	Hauteur plateforme ☐1 ☐2 ☑3 ☐4 Source sur des cales ☑				

Analyse du phénomène

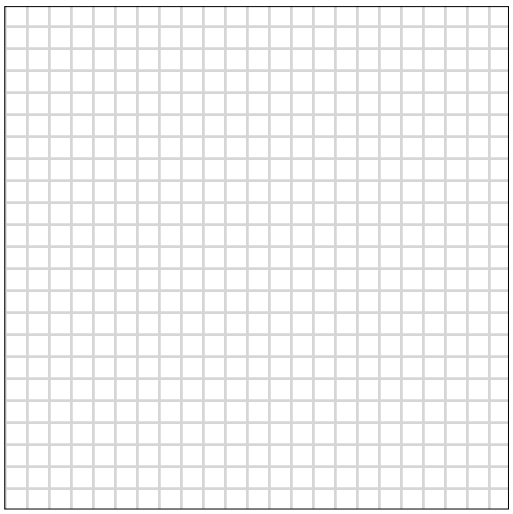
Question 1

Après avoir inscrit les données, vous devez calculer le débit et la pression à l'aide des deux équations d'étalonnage.

- Équation d'étalonnage du débitmètre n° : ____ D =
- Équation d'étalonnage du manomètre n° : ____ P =

Inscrire les résultats de vos calculs sur le tableau de données ci-dessus.

Coopération possible avec le personnel enseignant de mathématique
Maintenant que vous avez calculé le débit et la pression, il est possible d'aller un peu plus loin. Cette analyse peut être effectuée dans le cadre du cours de mathématique. Comment doit-on mettre en relation ces deux variables afin de déduire la résistance hydraulique de la restriction?

Analyser les résultats	
Traiter vos données 	*Faire ressortir les tendances.* **Question 2** Réaliser le graphique de la pression en fonction du débit en traçant une droite (de la forme y = ax) à travers le nuage de points.

Question 3

Quelle est l'équation associée à la droite trouvée ?

P =

Question 4

Avant de poursuivre l'analyse, il est nécessaire de réfléchir sur ce qui entraîne le mouvement de l'eau dans le système. Par analogie, voyons ce qui se passe avec un autre fluide que l'eau. L'air que nous respirons est aussi un fluide et se comporte comme l'eau. Lorsque nous soufflons une bougie, l'air quitte notre bouche en direction de la bougie à cause d'une différence de pression. La pression de la bouche est alors beaucoup plus grande que celle de l'air ambiant. C'est cette différence de pression qui entraîne le débit d'air. Ce même raisonnement peut être utilisé en ce qui a trait au tuyau d'arrosage. L'eau se déplace d'un endroit où la pression est grande vers l'atmosphère où la pression est plus basse. **Quel serait le débit dans un tuyau rempli d'air si la pression était la même à chacune de ses extrémités?**





Question 5

Est-ce la pression (P) ou la différence de pression (ΔP) qui engendre le débit d'un fluide? Expliquez.

Question 6

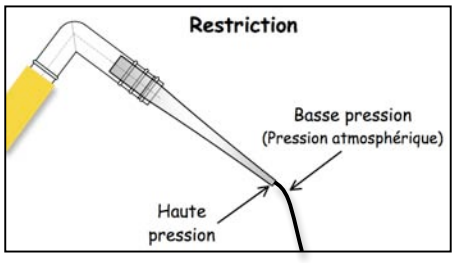
Comme le manomètre mesure une pression simple, comment pourrait-on procéder pour obtenir une différence de pression?

_____

_____

Question 7

Dans le cas de notre montage, nous devrions mesurer la pression de chaque côté de la restriction pour obtenir la différence de pression. On peut résumer ce calcul par l'équation suivante :



Différence de pression = Haute pression – basse pression

$$\Delta P = P_{haute} - P_{basse}$$

Dans cette expérimentation, les données mesurées à l'aide du manomètre constituent les hautes pressions. La basse pression est en fait la pression atmosphérique, considérée comme la pression de référence. Pour tous les montages, la pression atmosphérique est donc égale à 0 kilopascal (kPa). **Supposons que la pression mesurée avec le manomètre (P_{haute}) est de 5,5 kPa. Calculer la variation de pression (ΔP).**

Question 8

Dans cette expérimentation, la pression mesurée par le manomètre (P) et la différence de pression (ΔP) correspondent à la même valeur numérique. **Réécrire l'équation trouvée (voir question 3) en utilisant la différence de pression (ΔP).** Cette équation s'appellera : la loi de Poiseuille (simplifiée).

Question 9

À partir de cette équation, comment varie « ΔP » lorsqu'on augmente « D »?

_____

Question 10

À partir de cette équation, comment varie « D » lorsqu'on augmente « ΔP »?

Question 11

À partir de cette équation, comment varie « D » lorsqu'on diminue « ΔP »?

Question 12

À quoi correspond concrètement le taux de variation dans l'équation? Quel sens peut-on lui donner?

Question 13

Et si l'on recommençait l'expérimentation en rendant la restriction moins importante, c'est-à-dire en coupant la partie conique du conduit? **Comment varierait la résistance hydraulique (R_h) par rapport à l'ancienne restriction?**



Question 14

En supposant que la différence de pression (ΔP) est constante, de quelle façon le débit (D) variera-t-il si la résistance hydraulique (R_h) diminue?

(Considérer la loi de Poiseuille ($\Delta P = R_h \cdot D$)).

Conclusion

Quelle est la loi qui met en relation les éléments suivants : la différence de pression (ΔP), la résistance hydraulique (R_h) et le débit (D) du fluide qui y circule?

- Donner son nom
- Donner son équation
- Expliquer sa signification

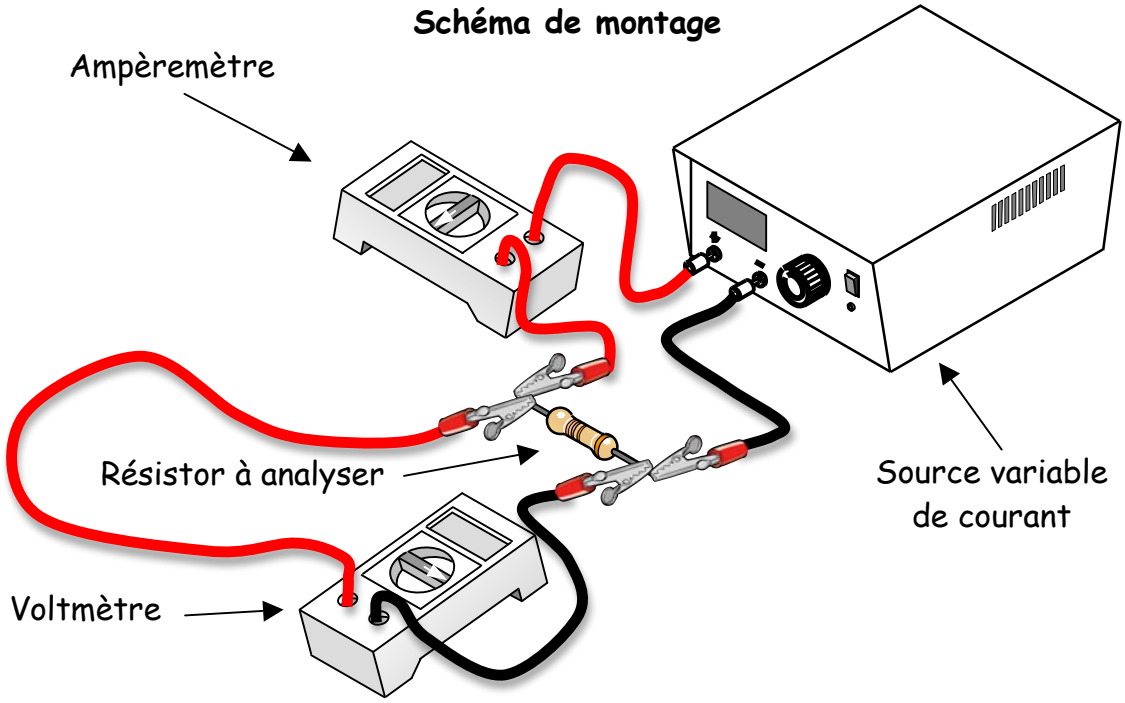
Découvrir la loi d'Ohm (laboratoire dirigé)

Dans ce laboratoire, vous serez en mesure d'observer les similitudes entre l'eau qui coule dans un conduit et un courant électrique qui circule dans un conducteur. Cette expérimentation vous permettra aussi de bien comprendre ce qui se passe à l'intérieur d'un fil conducteur parcouru par un courant électrique. Vous en déduirez la loi qui met en relation la tension[5] (U), la résistance électrique[6] (R) et l'intensité du courant[7] (I) qui y circule. Vous pourrez alors constater que la loi d'Ohm est une loi analogue à la loi de Poiseuille. À la fin du laboratoire, vous aurez calculé la résistance électrique d'un résistor placé dans le circuit.

Matériel

- 1 source variable de courant
- 5 fils à pince à bec long
- 1 ampèremètre
- 1 résistor de 100 Ω (puissance min. 2 W)
- 1 voltmètre
- 2 résistors 220 Ω (1 W) et 680 Ω (1/4 W)

Schéma de montage



[5] Différence de potentiel électrique (mesuré en volts et analogue à une différence de pression) entre deux points d'un circuit électrique. Synonymes : différence de potentiel, d.d.p., tension, voltage.

[6] La résistance électrique est une grandeur caractérisant la difficulté qu'ont les électrons à circuler dans un conducteur. Elle permet aussi de calculer une différence de potentiel (tension) à partir d'une intensité de courant.

[7] Quantité de charges électriques qui s'écoulent par unité de temps. Débit d'électrons (exemple : électrons par seconde ou ampère). Synonymes : intensité du courant, ampérage, courant, intensité.

Manipulations

1- Assembler le circuit tel qu'illustré sur le schéma en utilisant un résistor de 100 Ω.
2- Fermer la source d'alimentation.
3- Mesurer et noter la tension ainsi que l'intensité du courant dans le tableau.
4- Mettre la source en marche.
5- Ajuster la tension aux bornes du résistor à 2 volts.
6- Mesurer et noter le courant correspondant dans le tableau.
7- Recommencer les étapes 5 et 6 avec des tensions de 4, 6, 8 et 10 volts.

Note : Il serait intéressant de recommencer ce protocole avec deux autres résistors de façon à voir ce qui se passe graphiquement avec d'autres valeurs de résistances électriques.

Tableau de données

Résistor de 100 Ω		Résistor de Ω (facultatif)		Résistor de Ω (facultatif)	
U (V)	I (A)	U (V)	I (A)	U (V)	I (A)
0		0		0	
2		2		2	
4		4		4	
6		6		6	
8		8		8	
10		10		10	

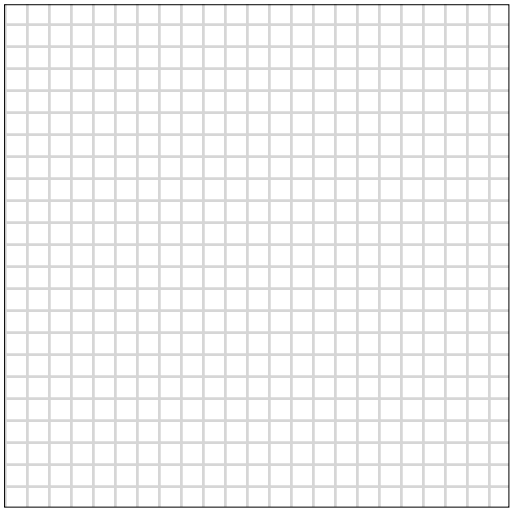
Analyse du phénomène

Coopération possible avec le personnel enseignant de mathématique

Maintenant que vous avez recueilli des données, il est possible d'aller un peu plus loin. Cette analyse peut être effectuée dans le cadre du cours de mathématique. Comment doit-on mettre en relation ces deux variables afin de déduire la résistance électrique du résistor?

Analyser les résultats

Traiter vos données



Faire ressortir les tendances.

Question 1

Réaliser le graphique de la tension en fonction de l'intensité du courant en traçant une droite (de la forme y = ax) à travers le nuage de points.

Question 2

Quelle est l'équation associée à la droite trouvée?

U =

Question 3

À quoi correspond concrètement le taux de variation dans l'équation? Quel sens peut-on lui donner?

_____

_____

Théorie

Avant de poursuivre notre analyse, il serait intéressant de faire des parallèles entre l'eau et l'électricité. Ces analogies vous permettront d'imager ce qui se passe au niveau microscopique dans les conducteurs électriques. Cet exercice devrait vous aider à comprendre les circuits électriques et à prévoir leur comportement.

Modèle hydraulique				**Circuit électrique**			
Grandeurs physiques		**Unités de mesure**		**Grandeurs physiques**		**Unités de mesure**	
Mots	Symboles	Mots	Symboles	Mots	Symboles	Mots	Symboles
Débit	D	millilitres par seconde	mL/s	intensité du courant	I	ampère	A
différence de pression	ΔP	kilopascals	kPa	différence de potentiel	U	volt	V
résistance hydraulique	R_h	kilopascals par millilitres par seconde	$\frac{kPa}{mL/s}$	résistance électrique	R	ohm	Ω
Loi de Poiseuille : $\Delta P = R_h \cdot D$				**Loi d'Ohm : $U = R \cdot I$**			

Question 4

Expliquez, dans vos mots, ce qu'est l'intensité du courant?

_____

_____

_____

Question 5

Expliquez, dans vos mots, ce qu'est la résistance électrique?

_____

_____

_____

Question 6

Expliquez, dans vos mots, ce qu'est la différence de potentiel?

_____

_____

_____

Question 7

En considérant la loi d'Ohm, comment varie « U » lorsqu'on augmente « I » si R reste constant?

_____

Question 8

En considérant la loi d'Ohm, comment varie « I » lorsqu'on diminue « U » si R reste constant?

_____

Question 9

En supposant que la tension (U) est constante, de quelle façon variera l'intensité (I) si la résistance électrique (R) diminue? Considérer la loi d'Ohm ($U = R \cdot I$).

_____

_____

Conclusion

Quelle est la loi qui met en relation : la différence de potentiel (U), la **résistance électrique** (R) et l'intensité du courant (I) qui circule dans un conducteur.

- Donner son nom
- Donner son équation
- Expliquer sa signification

Choix de composants pour l'aqueduc de la municipalité « Les sources »

La municipalité « Les sources » ne possède pas encore de réseau de distribution d'eau potable. Depuis sa fondation, il est de la responsabilité de chaque citoyen de pourvoir à ses besoins en eau potable. Plusieurs solutions peuvent être envisagées comme les puits de surface, les sources naturelles et les puits artésiens. Ces modes d'approvisionnement ne fournissent toutefois qu'une faible quantité d'eau, ce qui cause problème aux familles nombreuses. Dans certains cas, c'est la qualité de l'eau recueillie qui peut être douteuse, notamment celle des puits de surface, à l'occasion. Par exemple, il peut s'agir de pollution agricole, de pesticides ou de refoulement d'un champ d'épuration.

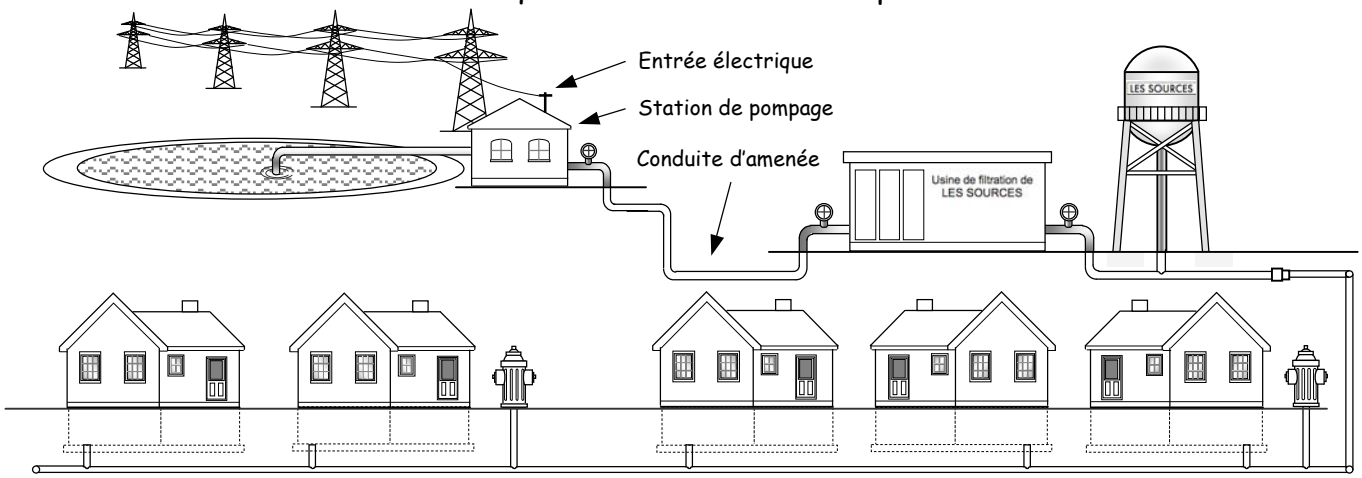


Pour toutes ces raisons, la municipalité « Les sources » veut se doter d'un réseau d'aqueduc efficace. C'est dans ce contexte qu'on fait appel à votre expertise.

Votre mandat

Vous devez prévoir l'installation de la pompe située près du Grand Lac Rond et de la conduite d'amenée qui acheminera l'eau jusqu'à l'usine de filtration (voir le dessin ci-dessous). Le réseau devra être capable d'alimenter toute la population, soit les 20 000 citoyens de la municipalité. Pour déterminer la capacité de la pompe, vous devez savoir qu'une personne consomme en moyenne 400 litres d'eau par jour. Il faudra donc pomper 8 millions de litres par jour ou 8000 m^3 (1 m^3 = 1000 L) pour satisfaire la population. Ceci représente un débit d'environ 0,09 m^3/s.

Il vous appartiendra de choisir une pompe et un conduit parmi les modèles proposés. Vos choix devront être justifiés par des calculs fondés sur les lois de Poiseuille ($\Delta P = R_h \cdot D$) et d'Ohm ($U = R \cdot I$). Vous trouverez à la page suivante les données nécessaires à vos calculs ainsi que les contraintes à respecter.



Données géographiques

- Le relief de la région est très peu accidenté. Le lac où l'on doit puiser l'eau est pratiquement au même niveau que la ville. L'utilisation d'une pompe est donc nécessaire.
- L'eau sera puisée dans le Grand Lac Rond, situé à 5 km de la municipalité.



Données techniques sur les pompes disponibles

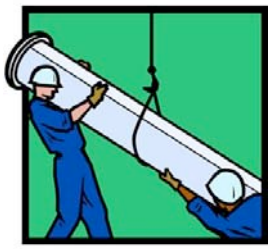
Identification de la pompe	Tension d'alimentation (V)	Pression générée par la pompe (kPa)	Résistance électrique de la pompe (Ω)
I	240	422	1,92
II	240	882	0,64
III	240	980	0,36

Données techniques sur les conduits disponibles

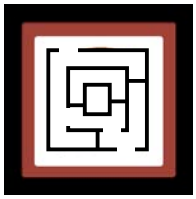
Identification du conduit	Longueur du conduit (m)	Rayon du conduit (m)	Résistance hydraulique du conduit (kPa/(m^3/s))
A	5000	0,06	982
B	5000	0,05	2037
C	5000	0,04	4974
D	5000	0,03	15719

Contraintes à respecter

- Choisir un conduit (qui servira de conduite d'amenée) dont le diamètre est le plus petit possible pour minimiser le coût d'achat.
- Choisir une pompe qui permet de transférer le volume d'eau nécessaire sans pour autant dépasser la capacité de l'entrée électrique disponible. La station de pompage est équipée d'une entrée électrique de 400 ampères.
- Le débit du système doit être plus grand que 0,09 m^3/s pour satisfaire à la demande de la population.



Allez, au travail!



Cerner le mandat proposé

Que devez-vous faire pour remplir ce mandat?

Tous vos choix doivent être justifiés par des explications scientifiques et des calculs.



Intégration et réinvestissement

À la lumière de votre étude des lois de Poiseuille et d'Ohm, construisez un réseau des concepts reliés aux comportements d'un fluide dans un conduit, et d'un courant dans un conducteur. Cet exercice vous permettra d'apprécier le chemin parcouru.	**Banque de mots et de symboles :** A, ddp, pression, volt, Ω, résistance hydraulique, courant, débit, $U = R \cdot I$, R, différence de pression, kPa, ampère, P, tension, D, différence de potentiel, I, voltage, mL/s, résistance électrique, V, intensité, R_h, intensité du courant, ΔP, «ampérage», U, m^3/s, ohm, $\Delta P = R_h \cdot D$

Réseau de concepts

Loi d'Ohm **Loi de Poiseuille**

Recherche

Nous vous invitons maintenant à pousser un peu plus loin votre réflexion sur l'eau potable. Le sujet que vous devez traiter différera en fonction de votre parcours.

Parcours de formation générale (cours de ST, STE)
Recherche sur la qualité et la disponibilité géographique de l'eau potable dans le monde (en fonction des continents, du milieu urbain ou rural, etc.).

Parcours de formation générale appliquée (cours de ATS, SE)
Recherche sur le fonctionnement global d'un réseau de distribution d'eau potable dans nos villes modernes (puits, pompe, château d'eau, canalisation, etc.).

Vous devez produire un court document, c'est-à-dire une présentation PowerPoint, une affiche ou un simple texte.

Plan de travail