



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

Document de travail

Ni chaud ni froid! (CONTRAINTES THERMIQUES EN MILIEU DE TRAVAIL)

L'adaptation au froid



Guide de préparation du matériel

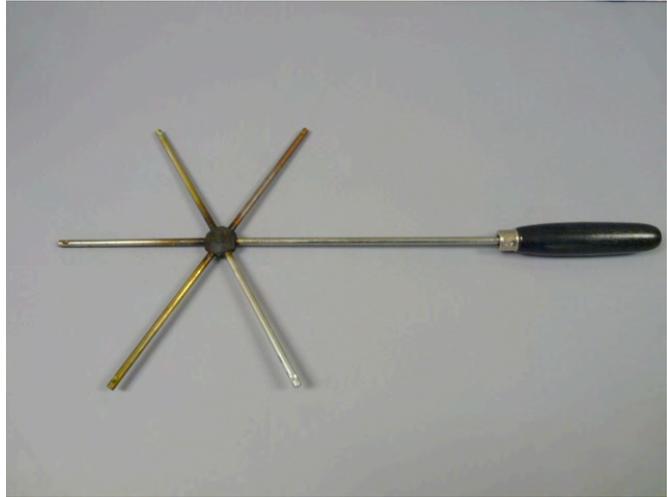
Janvier 2011

Démonstration des modes de propagation de la chaleur :

1- Conduction :

Matériel requis :

- Conductomètre « Étoile » pour test de conduction
- Gouttes de cire (bougie)
- 5 billes à collier
- Brûleur à alcool
- Allume-feu ou allumettes
- Cabaret de cafétéria ou papier d'aluminium



Préparation :

1. Allumer une bougie et faire couler une goutte de cire dans la cavité du bout de la première tige.
2. Fixer une bille à l'aide de la cire.
3. Refaire ces deux opérations pour les quatre autres tiges.

Protocole :

1. Placer le brûleur à alcool dans le cabaret (ou sur le papier d'aluminium).
2. Allumer le brûleur à alcool
3. Placer le centre du conductomètre sur la flamme du brûleur. Placer les billes vers le bas.
4. Noter le métal qui conduira la chaleur le plus rapidement (le métal conduisant le mieux sera le premier à perdre la bille : la chaleur fera fondre la cire qui retient la bille et la bille tombera dans le cabaret).

2- Convection :

Matériel requis :

- Modèle de convection des gaz
- Bougie chauffe-plat
- Papier fumigène ou éclisses de bois
- Allume-feu ou allumettes

Protocole :

1. Placer la bougie chauffe-plat à l'intérieur du modèle, sous une cheminée.
2. Allumer la bougie et refermer la fenêtre.
3. Allumer le papier fumigène.
4. Insérer et maintenir le papier fumigène au-dessus de l'autre cheminée (si utilisation d'éclisses de bois, on doit souffler la flamme afin d'avoir le bout de l'éclisse incandescente et créer de la fumée).



La bougie réchauffe l'air de la boîte. Cet air réchauffé devient plus léger et monte dans la cheminée. Cela crée un courant qui entraîne la fumée produite par le papier à l'intérieur de la boîte.

3- Rayonnement :

Matériel requis :

- Radiomètre
- Lampe de poche

Protocole :

1. Placer le radiomètre sur le bureau de l'enseignant(e).
2. Allumer la lampe de poche et la pointer sur le radiomètre.
3. Observer.



La surface noire absorbe le rayonnement et s'échauffe plus que la surface blanche. Les molécules de gaz à l'intérieur du radiomètre s'échauffent du côté noir et acquièrent une vitesse plus élevée. Cela donne une pression cinétique sur les plaques noires et cela fait tourner les plaques du noir vers le blanc.

Cette démonstration fonctionne aussi lorsqu'on place les mains sur le globe. En effet, les mains chaudes émettent de la chaleur sous forme de rayonnement infrarouge.

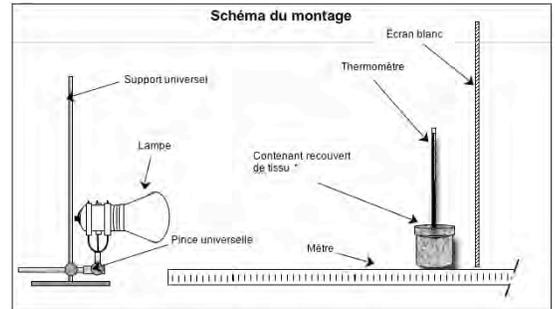


Laboratoires dirigés

1. L'effet de corps noir

(Installation + manipulations + rangement = 50 min.)

- Support universel
- Pince avec 3 doigts
- Noix à angle droit (pour fixer la pince)
- Lampe de 250 W + réflecteur + pince
- 1 ou 3 thermomètres (selon la manière de procéder)
- 3 contenants avec couvercle perforé (recouverts de tissu noir, blanc et métallisé)
- Mètre
- Chronomètre ou montre
- Écran blanc (feuille de carton ou de carton mousse - dimensions approximatives : 50 cm x 40 cm)
- Ruban cache



Préparation des contenants:

Il est important que les contenants soient de mêmes dimensions et qu'ils soient étanches. Pour nos expérimentations, nous avons utilisé des pots de nourriture pour bébé en verre. Il suffit de percer le couvercle avec un foret ayant un diamètre semblable à celui du thermomètre. Idéalement, le thermomètre doit être inséré sans être incliné ni touché le fond du pot. Un élastique peut aider à maintenir le thermomètre en place.

Thermomètre (mauvaise position)	Thermomètre (bonne position)

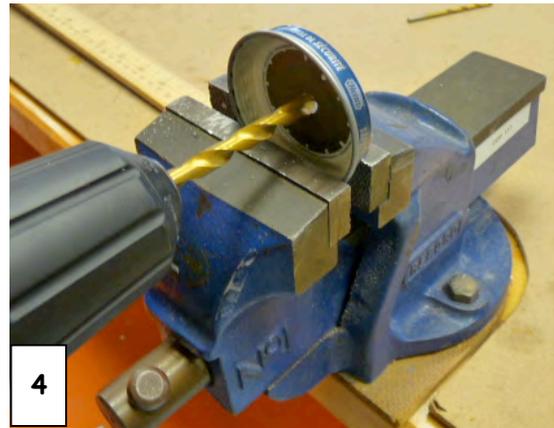
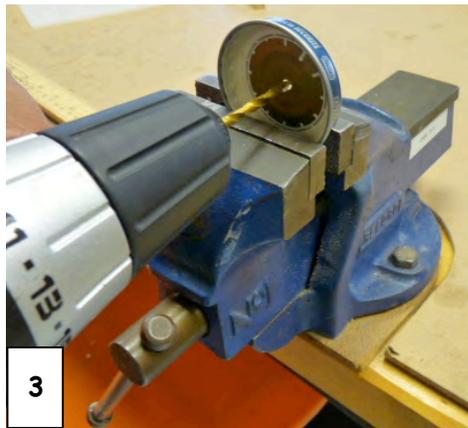
Méthode pour le perçage des couvercles :

Matériel requis :

- Pointeau ou clou
- Marteau
- Martyr (vieille planche de bois à placer sus les couvercles lorsque l'on pointe)
- Foret de même diamètre que la pointe du plus gros foret
- Foret de même diamètre que le thermomètre
- Perceuse à main
- Étau d'établi
- Papier à poncer

Manipulation :

1. Trouver et marquer le centre du couvercle.
2. Pointer le centre.
3. Fixer le couvercle dans un étau et faire le premier trou à l'aide du petit foret.
4. Repercer avec le foret ayant le même diamètre que le thermomètre.
5. Poncer afin d'enlever tout copeau de métal évitant ainsi toute blessure.



Il peut être nécessaire d'utiliser du ruban cache si le perçage du couvercle est plus grand que le diamètre du thermomètre.



Pour trouver le foret idéal lors du perçage, il suffit d'insérer le thermomètre à la place du foret et de vérifier s'il s'insère bien.



Méthode pour le recouvrement des contenants

Pour le recouvrement, nous avons utilisé du caoutchouc mousse noir et du caoutchouc mousse blanc. Le tissu métallique est une bande de couverture de survie. On retrouve ces matériaux dans les magasins à un dollar ou d'artisanat. On peut, également, se procurer des contenants peints en noir et en blanc chez les fournisseurs de matériel de laboratoire.

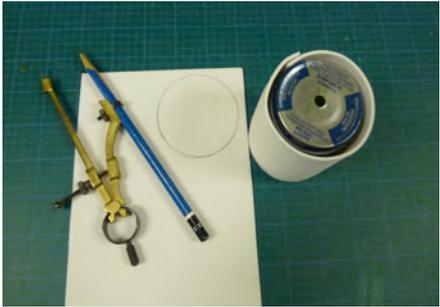
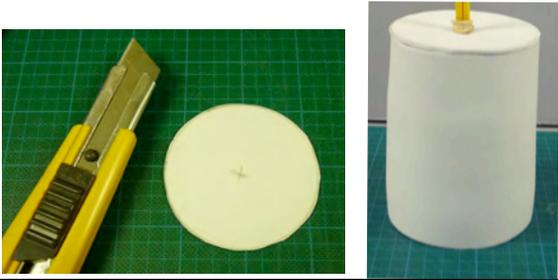
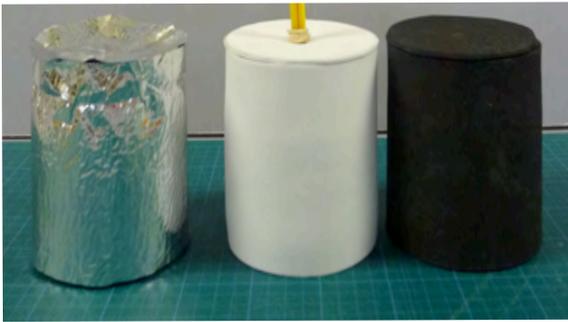
Matériel requis pour la préparation :

- Feuille de caoutchouc mousse blanc*
- Feuille de caoutchouc mousse noir*
- Tissu métallique (couverture de survie, revêtement de boîte à lunch ou papier d'aluminium)
- Règle
- Ciseaux ou couteau à lame rétractable
- Crayon
- Compas
- Pistolet à colle chaude + bâton de colle

*(selon le nombre de contenants à recouvrir)

Préparation pour le recouvrement :

	Opération ou manipulation	Photo
1	Dans la feuille de caoutchouc mousse, mesurer la surface nécessaire au recouvrement du contenant choisi.	
2	Découper cette section (à l'aide d'une paire de ciseaux ou d'un couteau à lame rétractable).	

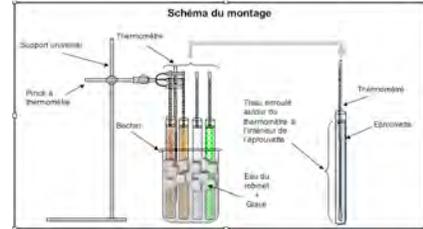
3	Coller la bande sur le contenant en utilisant de la colle chaude ou autre.	
4	Tracer le contour du couvercle à l'aide d'un compas ou placer le couvercle sur le caoutchouc mousse et tracer.	
5	Découper cette section. Couper un X au centre (pour insérer le thermomètre dans le contenant). Coller cette section sur le couvercle.	
6	Refaire les mêmes opérations pour les deux autres contenants.	

Écran blanc : L'écran utilisé lors de nos expérimentations est en styrène de 4mm d'épaisseur. Ses dimensions sont les suivantes : 500 mm X 400 mm. Les dimensions peuvent varier, mais il est important d'avoir une grande surface. La nature de l'écran peut également être différente (carton blanc à « poster », carton-mousse, etc). Il doit cependant être blanc afin de ne pas absorber la lumière.

2. Le pouvoir isolant

(Installation + manipulations + rangement = 35 min.)

- Support universel
- Pince à thermomètre
- Pince universelle (ou pince à 3 doigts + noix à angle droit)
- Becher de 1000 mL ou seau en plastique
- 5 thermomètres
- 4 éprouvettes 25 X 150 mm
- Support à éprouvettes
- Chronomètre ou montre
- Eau du robinet
- Glace
- Morceaux de différents tissus de mêmes dimensions (acrylique, coton, laine, nylon et bulles d'emballage)



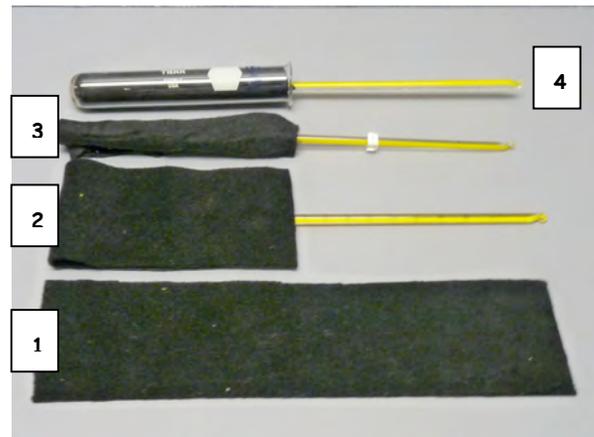
Pour cette manipulation, il n'est pas nécessaire de fixer les éprouvettes avec une pince puisque nous travaillons dans l'eau glacée. Il n'y a aucun danger à ce que les éprouvettes s'appuient au fond du becher.

Matériel requis pour la préparation :

- Morceaux de différents tissus de mêmes dimensions (acrylique, coton, laine, nylon et bulles d'emballage)
- Règle
- Ciseaux
- Crayon

Préparation des tissus :

1. Mesurer et découper une bande de 30 cm x 8 cm dans le premier échantillon de tissu*.
2. Placer le thermomètre au centre du tissu et replier ce dernier de moitié.
3. Enrouler la bande de tissu autour du thermomètre.
4. Insérer ce « boudin » dans l'éprouvette.
5. Refaire les mêmes opérations pour les autres tissus.

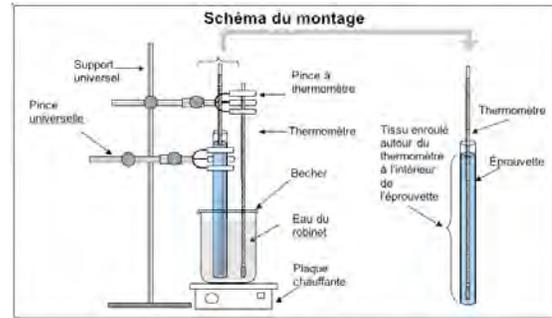


***Pour gagner du temps lors de la préparation des tissus, vous pouvez vous faire un gabarit aux dimensions souhaitées en carton, en plastique ou autre.**

3. Résistance à la chaleur

(Installation + manipulations + rangement = 45 min.)

- Support universel
- Pince à thermomètre
- 2 pinces universelles
(ou pince à 3 doigts + noix à angle droit)
- Plaque chauffante
- 5 thermomètres
- Becher de 1000 mL
- Pince à becher
- 4 éprouvettes 25 X 150 mm
- Support à éprouvettes
- Chronomètre ou montre



- Eau du robinet
- Morceaux de différents tissus de mêmes dimensions (acrylique, coton, laine, plastique métallisé, etc.)

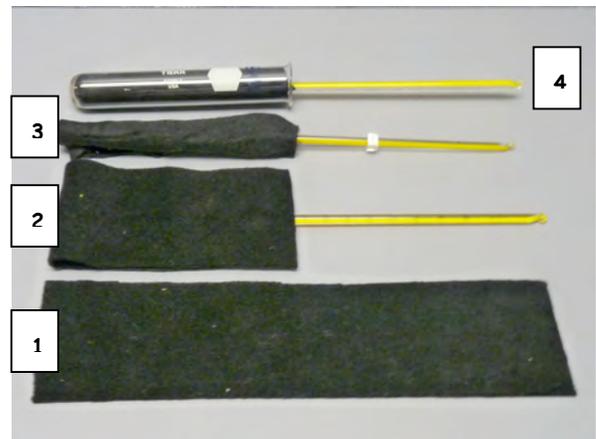
Pour cette manipulation, il est nécessaire de fixer les éprouvettes avec une pince puisque nous travaillons dans l'eau bouillante. On prévient les brûlures dues à la vapeur ou la plaque chauffante. Il est également mieux de ne pas laisser le fond des éprouvettes collé au fond du becher puisque celui-ci est sur la plaque chauffante.

Matériel requis pour la préparation :

- Morceaux de différents tissus de mêmes dimensions (acrylique, coton, laine, nylon et bulles d'emballage)
- Règle
- Ciseaux
- Crayon

Préparation des tissus :

1. Mesurer et découper une bande de 30 cm x 8 cm dans le premier échantillon de tissu (utilisation possible d'un gabarit).
2. Placer le thermomètre au centre du tissu et replier ce dernier de moitié.
3. Enrouler la bande de tissu autour du thermomètre.
4. Insérer ce « boudin » dans l'éprouvette.
5. Refaire les mêmes opérations pour les autres tissus.



4. Pouvoir de rétention de l'humidité (selon le protocole des élèves)

- Balance
- Essoreuse à salade avec cordelette ou pompe ou tout autre mécanisme permettant de contrôler le nombre de tours.
- Becher 1000 mL
- Eau du robinet
- Morceaux de tissus de mêmes dimensions.



Matériel requis pour la préparation :

- Morceaux de différents tissus de mêmes dimensions (acrylique, coton, laine, nylon et bulles d'emballage)
- Règle
- Ciseaux
- Crayon

Préparation des tissus :

1. Mesurer et découper un carré de 8 cm x 8 cm dans le premier échantillon de tissu*.
2. Refaire les mêmes opérations pour les autres tissus.

***Pour gagner du temps lors de la préparation des tissus, vous pouvez vous faire un gabarit aux dimensions souhaitées en carton, en plastique ou autre.**

Si l'enseignant(e) décide de ne pas guider les élèves, il faudra prévoir du matériel pour tout autre type de protocole.

Voici une petite liste de matériel pouvant être disponible :

- | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Support universel | <input type="checkbox"/> Support à éprouvettes |
| <input type="checkbox"/> Pince universelle (ou pince à 3 doigts + noix à angle droit) | <input type="checkbox"/> Cylindre gradué de 10 mL |
| <input type="checkbox"/> Becher de 1000 mL | <input type="checkbox"/> Cylindre gradué de 25 mL |
| <input type="checkbox"/> Éprouvettes 25 X 150 mm | <input type="checkbox"/> Compte-gouttes |
| | <input type="checkbox"/> Et autres... |

5. Démonstration : L'effet de l'humidité sur la température

(Installation + démonstration + rangement = 10 à 15 min.)

- ❑ Support universel
- ❑ 2 pinces à thermomètre
- ❑ 2 thermomètres
- ❑ 2 morceaux de tissus de coton (débarbouillette ou serviette)
- ❑ Becher avec de l'eau à température de la pièce
- ❑ 2 bandes élastiques
- ❑ Montre ou chronomètre
- ❑ Ventilateur ou éventail



On peut remplacer tout le matériel de cette démonstration par un instrument de mesure appelé : Psychromètre

C'est un instrument de mesure en météorologie. Il se peut qu'il y en ait dans vos établissements scolaires.

<http://galileo.cyberscol.qc.ca/intermet/instrument/psychrometre.htm>

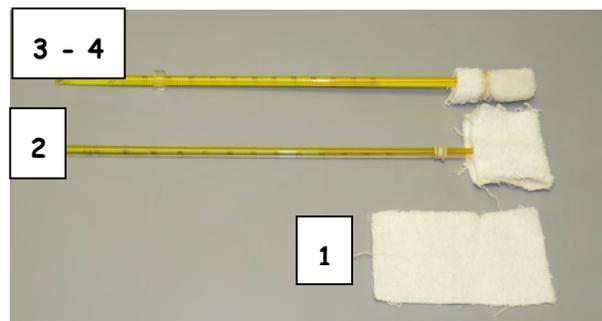
Matériel requis pour la préparation du montage :

- ❑ Morceaux de coton
- ❑ Bandes élastiques
- ❑ Règle
- ❑ Ciseaux
- ❑ Crayon



Préparation des tissus :

1. Mesurer et découper deux sections de 10 cm x 5 cm dans le coton.
2. Placer le thermomètre au centre du tissu et replier ce dernier de moitié.
3. Enrouler la bande de tissu autour du thermomètre.
4. Fixer le tissu à l'aide de la bande élastique.
5. Refaire les opérations 2 à 4 pour l'autre thermomètre.



6. Conception du gant :

- ❑ Éprouvette de plastique avec bouchon percé au diamètre du thermomètre (tube à culture stérile avec bouchon en polystyrène 17 mm x 100 mm) ou tube de chez un fleuriste de dimensions semblables
- ❑ Gabarit du doigt
- ❑ Paire de ciseaux
- ❑ Aiguille à coudre*
- ❑ Fil de couture*
- ❑ Morceaux de tissus (pré coupés, cela évite le gaspillage)



* Peuvent être remplacés par une agrafeuse, de la colle à tissu, bande de thermocollant + fer à repasser ou tout autre moyen permettant d'assembler les tissus.

Matériel requis pour la préparation du « doigt » :

- ❑ Éprouvette de plastique
- ❑ Thermomètre
- ❑ Eau à température de la pièce
- ❑ Cylindre gradué de 25 mL
- ❑ Support universel
- ❑ Pince universelle (ou pince à 3 doigts + noix à angle droit)
- ❑ Doigt d'un gant de caoutchouc coupé



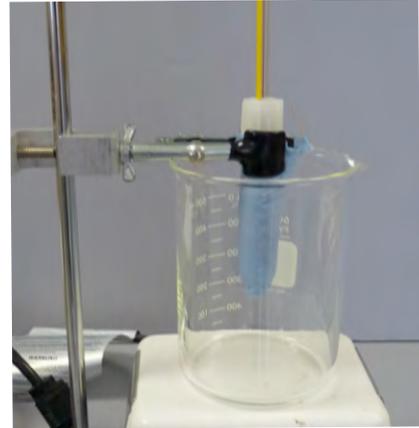
Il y a deux méthodes possible pour faire le test de protection :

La première consiste à remplir l'éprouvette « test » d'eau à la température de la pièce. Il faut s'assurer que la température initiale soit identique pour l'ensemble des élèves.

Pour la deuxième méthode, remplir l'éprouvette « test » d'eau à la température normale du corps humain ($\pm 37^{\circ}\text{C}$). Pour ce faire, on doit maintenir cette éprouvette dans un bain-marie ajuster à la bonne température. Cela nécessite du matériel supplémentaire : becher 1000 mL, plaque chauffante, pince à thermomètre, thermomètre et pince à becher.

Matériel requis pour le montage de test de protection (test au froid) :

- Support universel
- Pince universelle (ou pince à 3 doigts + noix à angle droit)
- Éprouvette « test »
- Doigt de gant de caoutchouc
- Becher de 1000 mL ou seau en plastique
- Pince à thermomètre
- Thermomètre
- Glace
- Eau froide
- Chronomètre



Matériel requis pour le montage de test de protection (test à la chaleur) :

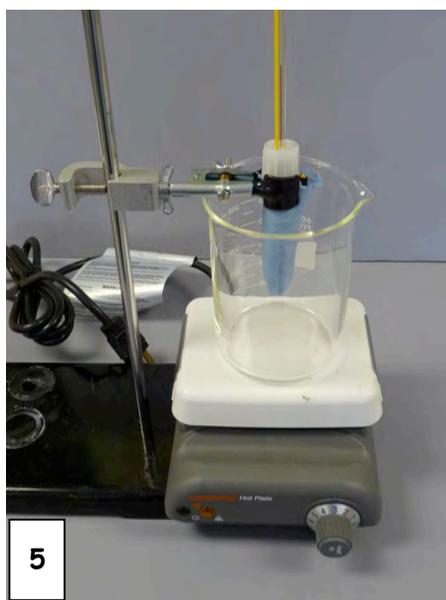
- Support universel
- Pince universelle (ou pince à 3 doigts + noix à angle droit)
- Éprouvette « test »
- Doigt de gant de caoutchouc
- Plaque chauffante
- Becher de 1000 mL
- Pince à thermomètre
- Thermomètre
- Pince à becher
- Chronomètre
- Eau



À noter : Sur les deux photos, il devrait y avoir un thermomètre et une pince à thermomètre afin de vérifier la température du becher dans lequel les tests sont effectués. Il est important de conserver la même température pour l'ensemble des élèves.

Protocole pour faire le test de protection :

1. Mesurer 11 mL d'eau tempérée ou à 37°C.
2. Verser dans l'éprouvette « test » et reboucher.
3. Insérer le thermomètre dans le trou prévu à cet fin.
4. Insérer le gant conçu par l'élève sur l'éprouvette « test ».
5. Glisser le doigt de caoutchouc par-dessus le gant de l'élève (le gant de caoutchouc protège les tissus et évite que ces derniers soient imbibés d'eau).
6. Prendre la température initiale de l'éprouvette « test ».
7. Fixer cet ensemble sur le support universel à l'aide d'une pince universelle.
8. Placer cet ensemble dans le becher correspondant à la contrainte (chaleur ou froid) pour laquelle le gant a été conçu.
9. Laisser dans ce milieu durant 5 minutes.
10. Noter la température finale.



Compilation du matériel de laboratoire requis

Les pages suivantes serviront de guide pour la préparation du matériel de laboratoire. **Les quantités mentionnées correspondent à un poste de travail.** Il faudra ajuster la quantité au nombre de postes de travail nécessaires pour l'ensemble des élèves ou selon le scénario de travail choisi par l'enseignant(e). Voici deux exemples de scénarios :

Scénario 1 :

30 élèves dans la classe (travail en équipe de 2)

Chaque équipe fait l'ensemble des laboratoires dirigés

Il faudra prévoir 15 postes de travail pour chaque laboratoire dirigé.

Donc X 15 pour les quantités.

Scénario 2 :

(Il est possible de jumeler les laboratoires 1, 2 et 3 et faire une rotation à chaque période)

30 élèves dans la classe (travail en équipe de 2)

Les laboratoires dirigés sont effectués par station.

Il faudra prévoir 5 postes de travail pour chaque laboratoire dirigé.

Donc X 5 pour les quantités.

Matériel requis pour les démonstrations

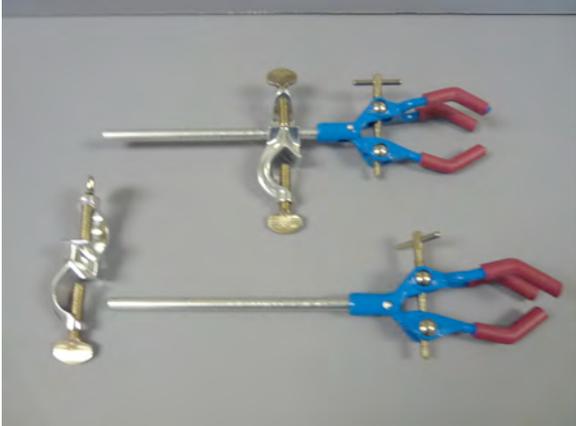
Compilation	Démo. Conduction	Démo. Convection	Démo. Rayonnement	Démo. Effet de l'humidité
Conductomètre	1			
Modèle de convection des gaz		1		
Radiomètre			1	
Support universel				1
Pince à thermomètre				2
Thermomètre				2
Becher 50 mL				1
Chronomètre				1
Eau du robinet				1
Bougie (gouttes de cire)	1			
Bille à collier	5			
Brûleur à alcool	1			
Bougie chauffe-plat		1		
Papier fumigène ou Éclisses de bois		1		
Allume-feu ou allumettes	1	1		
Cabaret de cafétéria ou papier d'aluminium	1			
Lampe de poche			1	
Morceau de tissus de coton (10 cm x 5 cm)				2
Bande élastique				2
Ventilateur ou éventail				1

Matériel requis pour les laboratoires dirigés (par équipe de deux)

Compilation	Effet de corps noir	Pouvoir Isolant	Résistance à la chaleur	Pouvoir de rétention	Test de protection du gant	
					Froid	Chaleur
Support universel	1	1	1		1	1
Pince universelle		1*	2*		1*	1*
Pince à 3 doigts	1	1*	2*		1*	1*
Noix à angle droit	1	1*	2*		1*	1*
Pince à thermomètre		1	1		1	1
Thermomètre	1 ou 3	5	5		2	2
Becher 1000 mL		1	1	1	1	1
Éprouvette 25 x 150 mm		4	4			
Éprouvette « test » + doigt de gant de caoutchouc					1	1
Support à éprouvette		1	1			
Cylindre gradué de 25 mL					1	1
Plaque chauffante			1			1
Pince à becher			1			1
Balance				1		
Essoreuse à salade				1		
Lampe infrarouge 250 W	1					
Contenant avec couvercle perforé	3					
Mètre en bois ou métal	1					
Chronomètre	1	1	1		1	1
Écran blanc	1					
Eau du robinet		1	1	1	1	1
Glace		1			1	
Ruban cache	1					
Morceaux de différents tissus de mêmes dimensions		1	1	1	1	1

* La pince universelle peut-être remplacée par la pince à 3 doigts et la noix à angle droit.

Guide pour achat ou emprunt (matériel de laboratoire) :

<p>Support universel (statif)</p>	<p>Pince à 3 doigts + noix à angle droit</p>
	
<p>Pince universelle (à burette)</p>	<p>Becher</p>
	
<p>Éprouvette 25 x 150 mm</p>	<p>Support à éprouvette</p>
	

Plaque chauffante



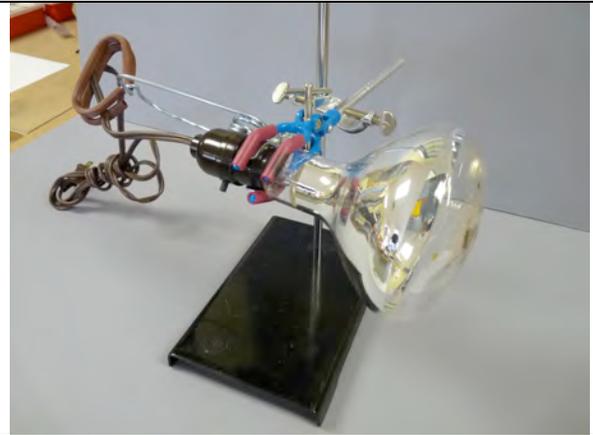
Pince à thermomètre



Pince à becher



Lampe infrarouge 250 W



Balance



Essoreuse à salade



Identification des tissus :



Il est essentiel d'avoir un système pour identifier les tissus. Voici un exemple de panneau permettant d'identifier les sortes de tissus utilisés lors de l'expérimentation. Il suffit de coller les échantillons dans la case correspondante.

ACRYLIQUE	COTON	LAINE	NYLON
PELLICULE MÉTALLIQUE		POLYESTER	BULLES DE PLASTIQUE