

BACCALAURÉAT SÉRIE S**Épreuve de PHYSIQUE CHIMIE
Évaluation des Compétences Expérimentales****Sommaire**

I. DESCRIPTIF DU SUJET DESTINÉ AUX ÉVALUATEURS	2
II. LISTE DE MATÉRIEL DESTINÉE AUX ÉVALUATEURS ET AUX PERSONNELS DE LABORATOIRE	3
III. ÉNONCÉ DESTINÉ AU CANDIDAT	6
1. Choix du photorécepteur (10 minutes conseillées).....	9
2. Mesure de l'intensité de la pesanteur g (40 minutes conseillées)	9
3. Discussion du résultat obtenu (10 minutes conseillées).....	11

I. DESCRIPTIF DU SUJET DESTINÉ AUX ÉVALUATEURS	
Tâches à réaliser par le candidat	<p>Dans ce sujet, le candidat doit :</p> <ul style="list-style-type: none"> • choisir le photorécepteur le plus adéquat pour mesurer une vitesse ; • proposer et mettre en œuvre un protocole permettant de déterminer la valeur de l'intensité de pesanteur g ; • porter un regard critique sur la mesure effectuée.
Compétences évaluées Coefficients respectifs	<ul style="list-style-type: none"> • Analyser (ANA) : coefficient 3 • Réaliser (REA) : coefficient 2 • Valider (VAL) : coefficient 1
Préparation du poste de travail	<p><u>Avant le début des épreuves</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • démarrer l'ordinateur ; • ouvrir le fichier <i>choix_capteur.ino</i> dans le logiciel Arduino IDE et le téléverser ; • ouvrir, dans le tableur-grapheur Excel, les fichiers <i>choix_capteur_photoresistance.xls</i> et <i>choix_capteur_photodiode.xls</i> puis activer les macros, sélectionner le port série lié à Arduino et choisir la valeur 38400 pour le nombre de Baud ; • préparer le montage avec la photodiode polarisée en inverse. <p><u>Entre les prestations de deux candidats</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • vérifier qu'aucune sauvegarde n'a été effectuée par le candidat précédent ; • relancer le fichier <i>choix_capteur.ino</i> dans le logiciel Arduino IDE et le téléverser ; • relancer, dans le tableur-grapheur Excel, les fichiers <i>choix_capteur_photoresistance.xls</i> et <i>choix_capteur_photodiode.xls</i> (voir ci-dessus). <p><u>Prévoir aussi</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • une clé USB sur laquelle sont stockés : <ul style="list-style-type: none"> ○ un fichier tableur « de secours » contenant les mesures pour le choix du photorécepteur ; ○ un fichier tableur « de secours » contenant les mesures de durée de passage de l'objet et les hauteurs du lâcher ; ○ un fichier tableur « de secours » contenant la modélisation.
Déroulement de l'épreuve. Gestion des différents appels.	<p><u>Minutage conseillé</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Choix du photorécepteur (10 minutes) • Mesure de l'intensité de la pesanteur g (40 minutes) • Discussion du résultat obtenu (10 minutes) <p><u>Il est prévu 3 appels de la part du candidat.</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Lors de l'appel 1, l'évaluateur vérifie le raisonnement du candidat pour le choix du photorécepteur. • Lors de l'appel 2, l'évaluateur vérifie le protocole proposé par le candidat pour la mesure de l'intensité de la pesanteur. Il vérifie aussi le sens de branchement de la photodiode. • Lors de l'appel 3, l'évaluateur vérifie les résultats obtenus. • Le reste du temps, l'évaluateur observe le candidat en continu.
Remarques	<p>Les fiches II et III sont à adapter en fonction du matériel utilisé par les candidats au cours de l'année.</p> <p>Installer le logiciel PLX-DAQ (https://www.parallax.com/downloads/plx-daq) pour transférer les données acquises dans le tableur Excel.</p> <p>Faire attention à ce que le port corresponde bien à celui de la carte Arduino.</p> <p>Pour les fichiers <i>choix_capteur_photoresistance.xls</i> et <i>choix_capteur_photodiode.xls</i>, le nombre de Baud est fixé à 38400. Pour le fichier <i>mesure_g.xls</i>, le régler à 9600.</p> <p>Noter sur l'énoncé destiné au candidat, en partie 3 et avec 3 chiffres significatifs, la valeur de l'intensité de la pesanteur terrestre g_{BGI} mesurée par le Bureau Gravimétrique International. (http://bgi.get.obs-mip.fr/agrav-meta/).</p>

II. LISTE DE MATÉRIEL DESTINÉE AUX ÉVALUATEURS ET AUX PERSONNELS DE LABORATOIRE

La version modifiable de l'ÉNONCÉ DESTINÉ AU CANDIDAT jointe à la version .pdf vous permettra d'adapter le sujet à votre matériel. Cette adaptation ne devra entraîner EN AUCUN CAS de modifications dans le déroulement de l'évaluation

Paillasse candidats

- une calculette type « collègue » ou un ordinateur avec fonction « calculatrice »
- une carte Arduino UNO
- un laser rouge sur sa potence
- un ordinateur avec le logiciel Arduino IDE et muni du tableur-grapheur Excel (indispensable)
- un câble USB reliant la carte Arduino et l'ordinateur
- un montage électronique monté sur une platine d'essai (voir photo et schémas page suivante)
- une photodiode sur un socle avec la polarité indiquée
- une photorésistance sur un socle
- une plaque de montage permettant de placer les photorécepteurs avec leur socle
- une plaque opaque (suffisamment dense pour tomber sans pivoter) d'environ 15 cm de longueur (et de 6 à 7 cm de largeur) marquée en son centre de manière indélébile pour le repérage de la hauteur de chute
- de la mousse permettant d'amortir le choc de la chute
- une règle d'environ 30 cm montée sur un support vertical (voir document 3)
- un réglé permettant de mesurer la taille de l'objet

Paillasse professeur

- une clé USB sur laquelle sont stockés :
 - un fichier tableur « de secours » contenant les mesures pour le choix du photorécepteur (photodiode et photorésistance) ;
 - un fichier tableur « de secours » contenant les mesures de durée de passage de l'objet et les hauteurs du lâcher ;
 - un fichier tableur « de secours » contenant la modélisation.

Documents mis à disposition des candidats

- une notice simplifiée d'utilisation d'Arduino
- une notice simplifiée d'utilisation du tableur-grapheur Excel

Photo et schémas du montage

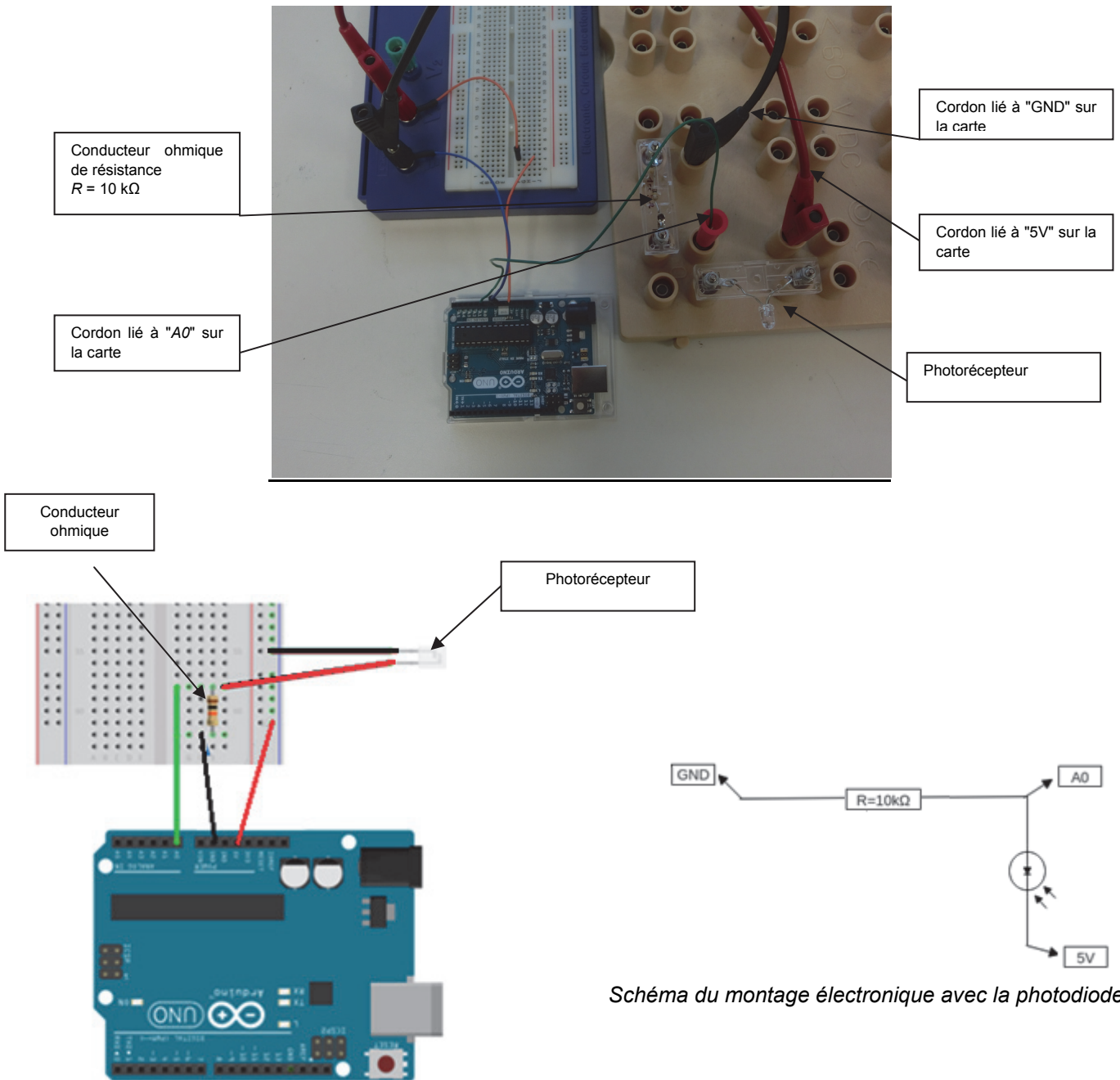


Schéma du montage Arduino

Remarques

- Au début de l'épreuve, il faut que le programme *choix_capteur.ino* soit déjà téléversé dans la carte.
- Installer, pour Excel, le logiciel PLX-DAQ permettant d'avoir une macro liant le port série d'Arduino avec le tableur Excel sur le site pour <https://www.parallax.com/downloads/plx-daq>.

- L'évaluateur doit régler le port de la macro PLX-DAQ identique à celui d'Arduino et choisir le nombre de baud :

```
mesure_g_analogique [Arduino 1.8.6]
Fichier Edition Croquis Outils Aide

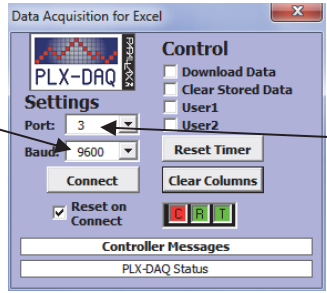
mesure_g_analogique

int etat_precedent = 1; // on crée et on initialise une variable etat_precedent à 1
int etat_actuel = 1; // on crée et on initialise une variable etat_actuel à 1
unsigned long temps_debut; //on crée une variable temps_debut
int debut = 0; // on crée et on initialise une variable debut à 1
int eclairement; //on crée une variable eclairement

void setup() {
  // put your setup code here, to run once:
  Serial.begin(9600); //on initialise le port série à un débit de 9600 bps
  Serial.println("CLEANUP"); //on efface les données précédentes
  Serial.println("ABSENCE temps (ms)"); //Pour le tableur, on indique l'entête de données
}

void loop() {
  eclairement = analogRead(A0); // on donne à la variable eclairement la valeur lue sur la voie Analogique A0
  //On demande au programme d'imprimer le temps correspondant à un changement d'éclairement. Je si on passe d'un fort éclairement à un faible et vice-versa
  if (eclairement > 800) {
    etat_actuel = 0;
  }
  else {
    etat_actuel = 1;
  }
  if (etat_actuel != etat_precedent) {
    if (debut) {
      temps_debut = millis();
      debut = 0;
    }
    Serial.print("DATA,TIME,"); //En tête des données pour le tableur
    Serial.println(millis() - temps_debut);
    etat_precedent = etat_actuel;
  }
}
```

Régler le nombre de baud à 38400 pour les fichiers *choix_capteur_photoresistance.xls* et *choix_capteur_potodiode.xls* et à 9600 pour le fichier *mesure_g.xls*



Port du Arduino qui doit être identique à celui indiqué dans la macro Excel

III. ÉNONCÉ DESTINÉ AU CANDIDAT

NOM :	Prénom :
Centre d'examen :	n° d'inscription :

Ce sujet comporte **six** pages sur lesquelles le candidat doit consigner ses réponses.
Le candidat doit restituer ce document avant de sortir de la salle d'examen.

Dans ce sujet, le candidat doit agir en autonomie et faire preuve d'initiative tout au long de l'épreuve.
En cas de difficulté, le candidat peut solliciter l'examineur afin de lui permettre de continuer la tâche.
L'examineur peut intervenir à tout moment, s'il le juge utile.

L'utilisation d'une calculatrice ou d'un ordinateur autres que ceux fournis n'est pas autorisée.



CONTEXTE DU SUJET

L'histoire retiendra que c'est dans le bar d'une petite ville du nord de l'Italie qu'est né le projet de carte Arduino UNO qui a initié une révolution DIY (Do It Yourself = faites-le vous-même) dans l'électronique à l'échelle mondiale. Le microcontrôleur qu'elle contient peut être programmé pour analyser et produire des signaux électriques de manière à effectuer des tâches très diverses, comme par exemple dans le domaine de la domotique (contrôle des appareils domestiques - éclairage, chauffage), le pilotage d'un robot, l'informatique embarquée, etc. Pour la physique, la carte Arduino UNO est devenue une alternative en tant que carte d'acquisition.

D'après <https://framablog.org> et Wikipédia

Le but de cette épreuve est de mesurer l'intensité de la pesanteur terrestre à l'aide d'un montage utilisant la carte Arduino UNO.

DOCUMENTS MIS À DISPOSITION DU CANDIDAT**Document 1 : Caractéristiques d'une photodiode et d'une photorésistance**

	Photodiode TEPT4400	Photorésistance C-2795
		
Description	Une photodiode est un composant semi-conducteur qui produit une tension électrique sous l'effet d'un rayonnement dans le domaine optique. C'est un composant polarisé, ce qui veut dire qu'elle doit être branchée dans un sens précis. Dans le cadre de cette épreuve, elle doit être branchée en sens inverse .	Une photorésistance est un composant sensible à l'éclairement qu'elle reçoit. Elle possède la particularité physique d'avoir une résistance qui varie en fonction de l'éclairement reçu.
Pic de la réponse spectrale	570 nm	570 nm

Document 2 : Montage de détection

- Une cellule photoélectrique est un système électronique et optique qui détecte l'interruption d'un faisceau lumineux. De cette façon, le dispositif peut détecter le passage d'un objet sans contact physique.

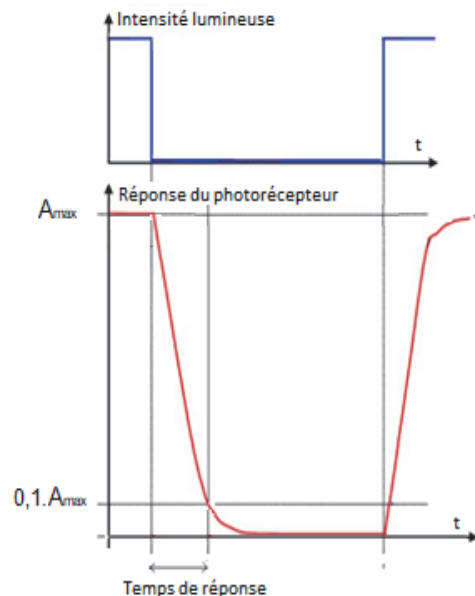
Le principe d'une détection à l'aide d'une cellule photoélectrique est de disposer face à face deux modules : d'une part l'émetteur du faisceau lumineux et d'autre part, et à une certaine distance, le récepteur du faisceau lumineux.

- Tant qu'il n'y a pas d'obstacle opaque entre l'émetteur et le récepteur, le récepteur reçoit le rayon lumineux.
- S'il y a un obstacle, le faisceau est coupé, le récepteur ne reçoit plus le faisceau lumineux de l'émetteur.

Le montage électronique utilisé lors de cette épreuve donne un signal d'amplitude maximale lorsqu'il n'y a pas d'obstacle et d'amplitude minimale lorsque qu'un obstacle se trouve entre la source lumineuse et le photorécepteur.

- Les photorécepteurs réagissent plus ou moins rapidement à une variation de l'intensité lumineuse. Leur temps de réponse est une grandeur qui permet de quantifier leur aptitude à réagir à cette variation de l'intensité lumineuse.

Exemple d'évolution de l'amplitude du signal de réponse d'un photorécepteur soumis à une variation de l'intensité lumineuse :



Document 3 : Dispositif expérimental permettant la détermination de l'intensité de la pesanteur

La lumière d'un laser est dirigée vers un photorécepteur. Entre l'émetteur (le laser) et le récepteur, on laisse tomber un objet opaque. Pendant le passage de l'objet entre le laser et le photorécepteur, le faisceau laser est donc interrompu. La sortie A0 du microcontrôleur Arduino mesure la tension électrique aux bornes de la résistance en fonction du temps : cette tension est faible lorsque l'objet se trouve entre le photorécepteur et le laser (et grande sinon).

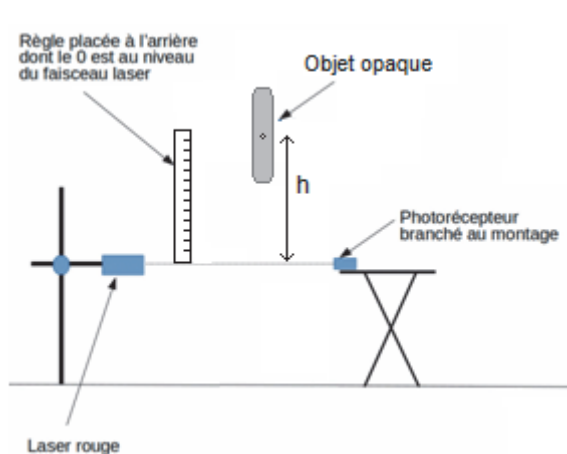


Schéma du montage

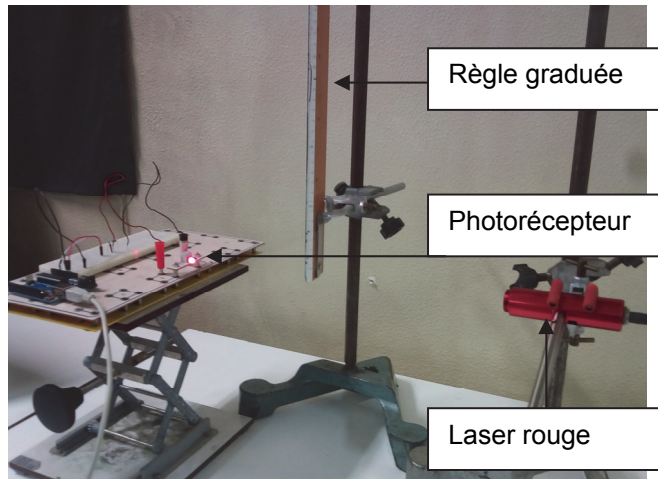


Photo du montage

Document 4 : Vitesse d'un objet lâché dans le champ de pesanteur terrestre

On considère que la chute de l'objet dans le champ de pesanteur terrestre peut être assimilée à une chute libre.

À l'aide des équations horaires obtenues à partir de la seconde loi de Newton, on démontre alors que l'expression de la vitesse acquise par cet objet, lâché sans vitesse initiale, après une chute de hauteur h est :

$$v = \sqrt{2gh}$$

avec :

- h la hauteur de chute (en m) **du centre** de l'objet (voir document 3) ;
- v la vitesse (en m.s^{-1}) acquise par le point « milieu » de l'objet après une chute de hauteur h ;
- g (en m.s^{-2}) l'intensité de la pesanteur au lieu considéré.

Matériel mis à disposition du candidat

- une calculatrice type « collègue » ou un ordinateur avec fonction « calculatrice »
- une carte Arduino UNO connectée à un ordinateur
- un laser rouge sur sa potence
- un ordinateur avec le logiciel Arduino IDE et muni d'un tableur-grapheur
- un montage électronique monté sur une platine d'essai
- une photodiode sur un socle (avec la polarité indiquée)
- une photorésistance sur un socle
- une plaque de montage permettant d'y placer les photorécepteurs avec leur socle
- une plaque opaque d'environ 15 cm de longueur marquée en son centre (pour le repérage de la hauteur de chute)
- une notice simplifiée d'utilisation du logiciel Arduino IDE
- une notice simplifiée du tableur-grapheur
- une mousse permettant d'amortir le choc de la chute
- une règle montée sur un support vertical
- un régle

TRAVAIL À EFFECTUER**1. Choix du photorécepteur** (10 minutes conseillées)

Le montage présenté dans le document 3 est branché sur une carte Arduino UNO. Le capteur branché est une photodiode.

- Dans le fichier *choix_capteur_photodiode.xls*, lancer l'acquisition en cliquant sur le bouton *connect*. **Dès que les premières valeurs s'affichent**, lâcher la plaque opaque entre le laser et le photorécepteur à partir d'une hauteur *h* suffisante pour que le bas de l'objet soit initialement au dessus du faisceau. Veiller à ce que la plaque ne change pas d'orientation lors de sa chute.
- Faire la même chose en remplaçant la photodiode par la photorésistance et en utilisant cette fois-ci le fichier *choix_capteur_photoresistance.xls*.

Quel capteur choisir pour effectuer la mesure de l'intensité de la pesanteur à l'aide du dispositif décrit dans le document 3 ? Justifier.



.....

.....

.....

.....

.....

APPEL n°1		
	Appeler le professeur pour lui présenter les résultats expérimentaux ou en cas de difficulté	

2. Mesure de l'intensité de la pesanteur *g* (40 minutes conseillées)

La détermination de la valeur de l'intensité *g* de la pesanteur terrestre nécessite d'utiliser un autre programme qui va permettre de mesurer le temps de passage d'un objet devant le photorécepteur.

- Disposer le photorécepteur choisi dans la partie précédente de manière à ce que la lumière du laser soit reçue par ce photorécepteur.
- Ouvrir puis téléverser (voir notice) le programme *mesure_g.ino* vers la carte Arduino.
- Ouvrir le fichier *mesure_g.xls*, vérifier que le port est le même que pour la carte Arduino (voir notice), sélectionner la valeur 9600 Bauds (voir notice) puis lancer l'acquisition en cliquant sur le bouton *connect*. Il ne se passe rien tant qu'aucun objet ne passe entre le photorécepteur et le laser.
- Lorsqu'un objet passera dans le faisceau de lumière, le programme enregistrera la date de début et la date de fin de passage de cet objet dans le faisceau. On pourra ainsi accéder à la durée de passage de l'objet devant le photorécepteur.

La vitesse de passage de l'objet devant le photorécepteur pourra alors être calculée à l'aide de la relation :

$$v = \frac{\text{longueur de l'objet}}{\text{durée de passage de l'objet devant le photorécepteur}}$$

À l'aide des documents, proposer une démarche expérimentale permettant de déterminer la valeur de l'intensité de la pesanteur terrestre à partir d'un graphique.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



.....

.....

.....

.....

.....



APPEL n°2		
	Appeler le professeur pour lui présenter le protocole ou en cas de difficulté	

Mettre en œuvre le protocole.

Remarque : il n'est pas obligatoire de déconnecter et reconnecter à chaque lâcher ; en effet, chaque nouvelle mesure s'accumule dans les colonnes *Heure* et *Date* à la suite des mesures précédentes.

Noter (avec trois chiffres significatifs) la valeur expérimentale g de l'intensité de la pesanteur terrestre ainsi déterminée :

$g = \dots\dots\dots$

APPEL n°3		
	Appeler le professeur pour lui présenter les résultats ou en cas de difficulté	

3. Discussion du résultat obtenu (10 minutes conseillées)

Des mesures de l'intensité de la pesanteur effectuées par le Bureau Gravimétrique International à proximité du lieu de l'épreuve ont donné une valeur $g_{BGI} = \boxed{\dots\dots\dots}$ m.s⁻².

On considère ici que la méthode de mesure mise en œuvre précédemment est valide si l'écart relatif est inférieur à 5%.

On rappelle que l'écart relatif E_R est défini par la relation :

$$E_R = \frac{|g - g_{BGI}|}{g_{BGI}}$$

où g est la valeur de l'intensité de la pesanteur déterminée dans la partie 2. et g_{BGI} la valeur mesurée par le Bureau Gravimétrique International.

Conclure quant à la validité de la méthode de mesure.

.....

.....

.....

.....

.....

Citer deux sources d'erreurs possibles sur cette mesure et proposer des pistes pour améliorer la mesure.

.....

.....

.....

Fermer les logiciels et ranger la paillasse avant de quitter la salle.