

**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 .....	4
1. Préparation de l'acquisition (10 minutes conseillées) .....	7
2. Détermination de la fréquence (30 minutes conseillées) .....	8
3. Accorder une guitare (20 minutes conseillées) .....	9

## I. DESCRIPTIF DU SUJET DESTINÉ AUX ÉVALUATEURS

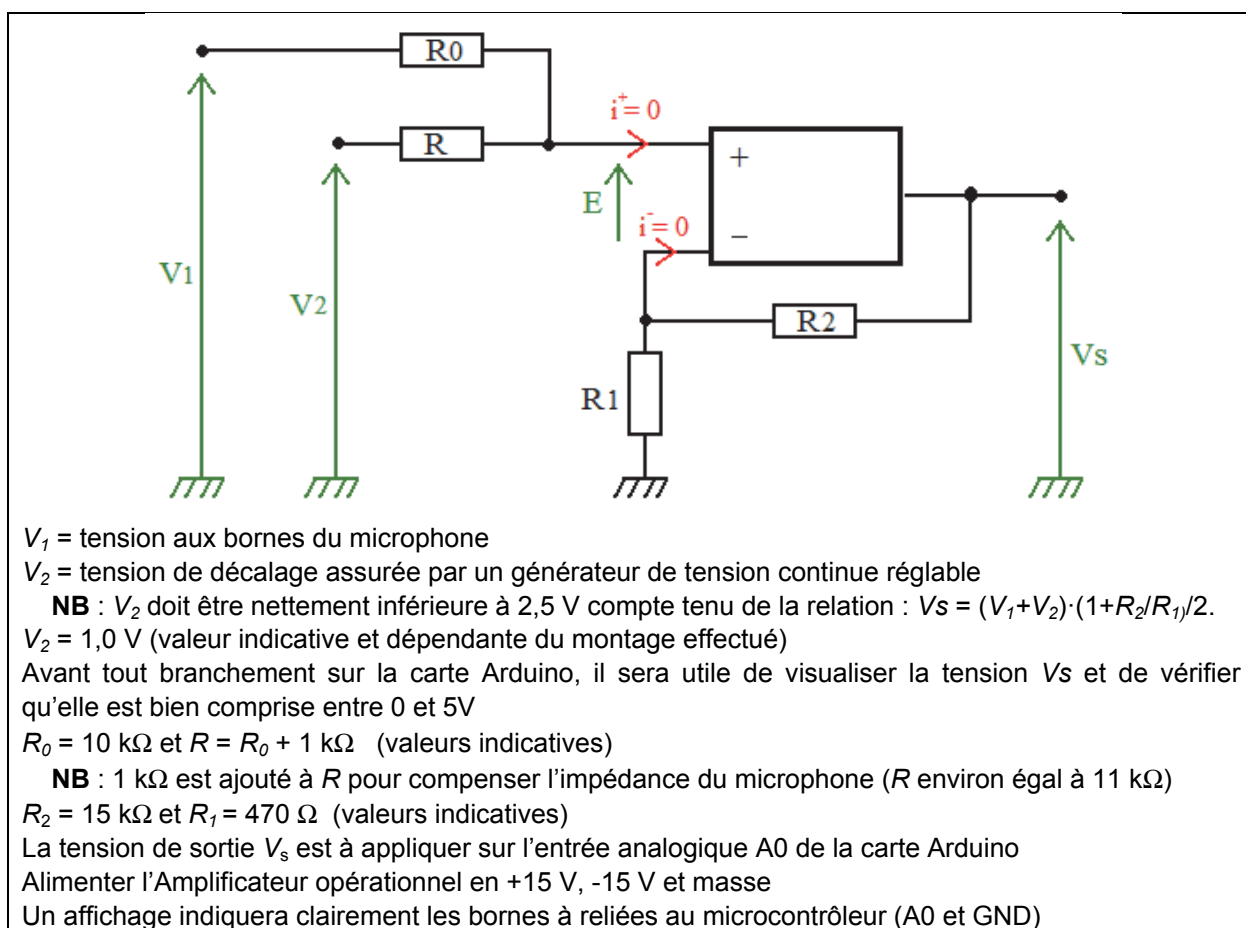
Tâches à réaliser par le candidat	<p>Dans ce sujet, le candidat doit :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>étudier quelques paramètres nécessaires à l'acquisition d'un signal par un microcontrôleur. Celui choisi ici est la carte Arduino ;</li> <li>compléter les branchements d'un montage électrique ;</li> <li>réaliser l'acquisition de divers signaux avec le microcontrôleur ;</li> <li>utiliser les fonctions « traceur » et « moniteur » du logiciel Arduino IDE ;</li> <li>exploiter la courbe et les valeurs obtenues.</li> </ul>
Compétences évaluées Coefficients respectifs	<ul style="list-style-type: none"> <li>Analyser (<b>ANA</b>) : coefficient <b>1</b></li> <li>Réaliser (<b>RÉA</b>) : coefficient <b>2</b></li> <li>Valider (<b>VAL</b>) : coefficient <b>3</b></li> </ul>
Préparation du poste de travail	<p><u>Précautions de sécurité</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Tous les appareils électriques sont branchés et mis en route.</li> </ul> <p><u>Avant le début des épreuves</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Régler le G.B.F. sur une tension sinusoïdale de fréquence 200 Hz, d'amplitude 1 V et décaler le signal de +2,5 V grâce à l'offset.</li> <li>Amplifier le signal émis par le microphone et lui ajouter une tension continue afin que le signal soit décalé de +2,5 V (se reporter au montage proposé fiche II).</li> </ul> <p><u>Entre les prestations de deux candidats</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Remettre les programmes « 1acquisition.ino » et « 2frequence.ino » vierges à disposition.</li> <li>Retirer le microphone sur l'entrée analogique A0 du microcontrôleur.</li> <li>Vérifier les réglages du G.B.F. et du montage annexe.</li> </ul> <p><u>Prévoir aussi :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>une clé USB comportant les fichiers de secours contenant <ul style="list-style-type: none"> <li>les programmes « 1acquisition.ino » et « 2frequence.ino » bien paramétrés ;</li> <li>des captures d'écran du traceur et du moniteur du microcontrôleur préalablement faites pour chacune des mesures à effectuer.</li> </ul> </li> </ul>
Déroulement de l'épreuve. Gestion des différents appels.	<p><u>Minutage conseillé</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Préparation de l'acquisition (<b>10 minutes</b>)</li> <li>Détermination de la fréquence (<b>30 minutes</b>)</li> <li>Accorder une guitare (<b>20 minutes</b>)</li> </ul> <p><u>Il est prévu 3 appels obligatoires de la part du candidat.</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Lors de l'<b>appel 1</b>, l'évaluateur vérifie la préparation de l'acquisition.</li> <li>Lors de l'<b>appel 2</b>, l'évaluateur vérifie l'allure de la courbe obtenue.</li> <li>Lors de l'<b>appel 3</b>, l'évaluateur vérifie les valeurs des fréquences.</li> <li>Lors de l'<b>appel facultatif</b>, l'évaluateur vient en aide au candidat sous forme de questions.</li> </ul> <p>Le reste du temps, l'évaluateur observe le candidat en continu.</p>
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><u>Autres remarques</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Une tension négative ou supérieure à 5 V risque d'endommager le microcontrôleur.</li> <li>Pour la carte Arduino, l'état haut correspond à des tensions supérieures à 3,0 V et l'état bas à des tensions inférieures à 1,5 V.</li> </ul>

## 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 calculatrice type « collège » ou un ordinateur avec fonction « calculatrice »
- un G.B.F. avec fonction « offset »
- un microcontrôleur : carte Arduino
- des fils de connexion
- un microphone amplifié
- deux pinces crocodile
- un ordinateur avec le logiciel Arduino IDE
- un diapason sur lequel la fréquence du son émis est notée
- une guitare dont la corde 1 (la note plus grave) est repérée
- un montage permettant le décalage de tension et l'amplification du signal d'un microphone. Voir l'exemple ci-dessous, utilisant un amplificateur opérationnel

**Paillasse professeur**

- une clé USB comportant les fichiers de secours contenant
  - les programmes « 1acquisition.ino » et « 2frequence.ino » bien paramétrés
  - des captures d'écran du traceur et du moniteur de la carte Arduino pour chacune des mesures à effectuer

**Documents mis à disposition des candidats**

- une notice d'utilisation du logiciel Arduino

## III. ÉNONCÉ DESTINÉ AU CANDIDAT

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

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

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**

Une carte Arduino Uno est un microcontrôleur comportant, entre autres, des entrées analogiques permettant la conversion d'un signal analogique en signal numérique.

Les microcontrôleurs sont omniprésents au quotidien. Sans eux, pas de programmation d'une machine à laver, d'un four, d'une cafetière, d'un thermostat... Ce sont de petits cerveaux électroniques, bien moins puissants qu'un ordinateur mais qui exécutent à merveille les ordres reçus et sans trop consommer d'énergie.

***Le but de cette épreuve est de déterminer s'il est possible d'accorder une guitare avec un microcontrôleur.***

**DOCUMENTS MIS À DISPOSITION DU CANDIDAT****Document 1 : Caractéristiques des entrées analogiques d'une carte Arduino Uno**

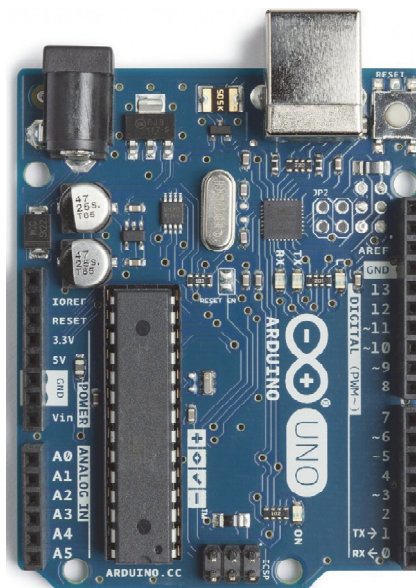
La carte dispose de 6 entrées analogiques permettant des mesures comprises entre **0 V** et **5,0 V**.

La durée entre deux mesures successives est d'environ 100  $\mu$ s.

La résolution du Convertisseur Analogique Numérique (CAN) est de **10 bits**

2 broches de masse  
GND

6 entrées analogiques



Source image : <https://store.arduino.cc/arduino-uno-rev3>

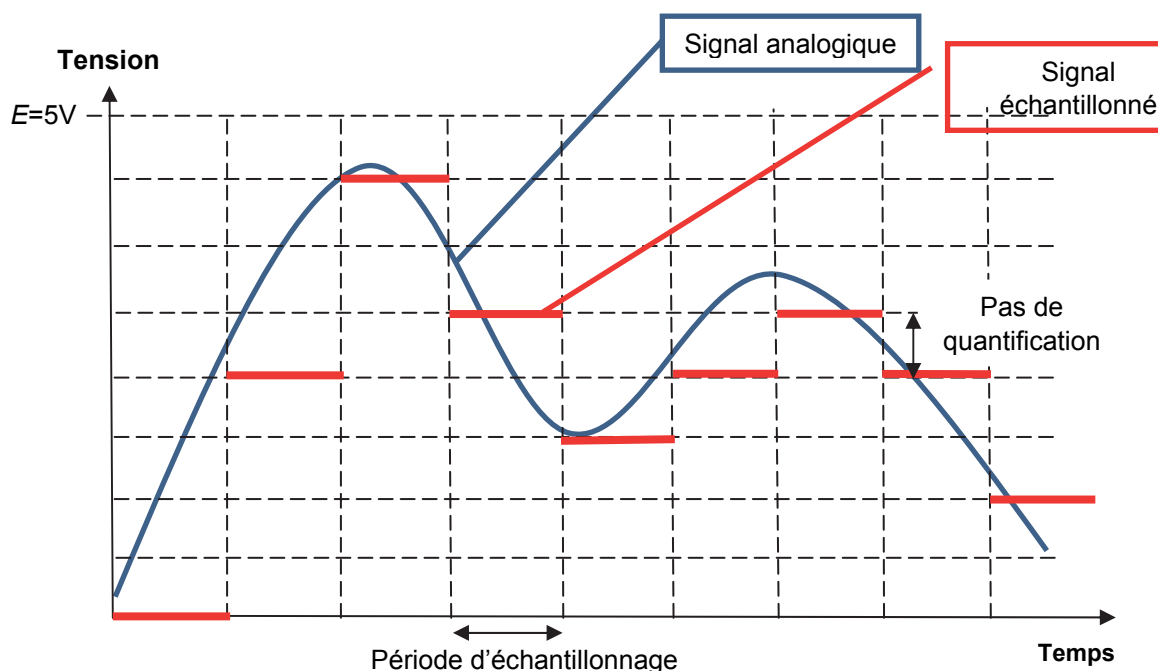
**Document 2 : Numérisation d'un signal analogique**

Pour numériser un signal analogique, il faut :

- échantillonner le signal, c'est à dire prendre des mesures à intervalles de temps réguliers. La durée entre deux mesures successives est appelée **période d'échantillonnage** et notée  **$T_e$**  ;
- quantifier le signal, c'est à dire attribuer à chaque mesure une valeur codée sur  $n$  bits.

L'intervalle de tension entre 2 valeurs possibles successives est appelé **pas de quantification** noté  **$p$** .

Il est égal à  $\frac{E}{2^n}$  avec  **$E$**  la tension maximale et  **$n$**  le nombre de bits.



Dans cet exemple (qui n'est pas celui d'une carte Arduino), 9 mesures ont été effectuées. Huit valeurs sont possibles donc le codage se fait sur 3 bits ( $2^3 = 8$ ).

**Document 3 : Extrait du programme d'acquisition d'une tension nommé « 1acquisition »**

```
// Mesure la tension sur la broche A0
int valeur = analogRead(A0);

// Transforme la mesure (nombre entier) en tension
float tension = valeur * [.....];

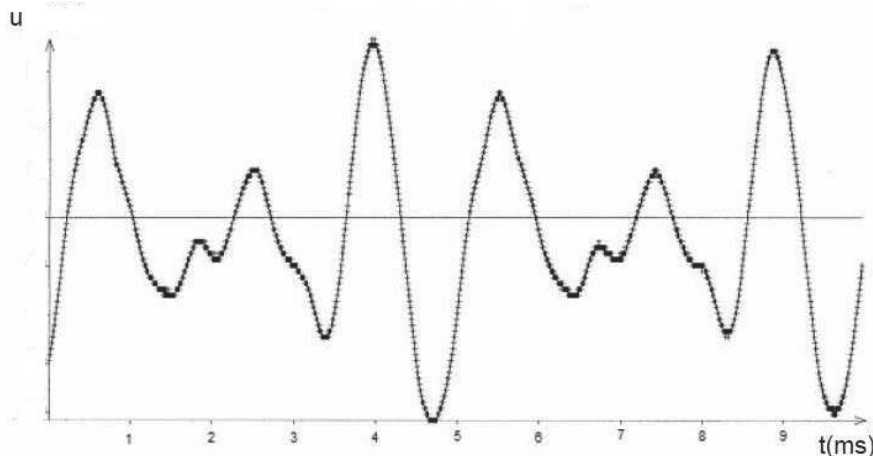
// Envoi la mesure au PC pour affichage
Serial.println(tension);
```

**Document 4 : Extrait du programme de calcul de la fréquence du signal nommé « 2fréquence »**

```
// Mesure la durée de l'impulsion haute
noInterrupts();
unsigned long etat_haut = pulseIn(Signal_GBF, HIGH);
interrupts();

// Mesure la durée de l'impulsion basse
noInterrupts();
unsigned long etat_bas = pulseIn(Signal_GBF, LOW);
interrupts();

// Calcul de la periode = etat haut + etat bas
long periode = (etat_bas + etat_haut);
// Calcul de la frequence = 1 / periode
long frequence = (1/ [.....]);
```

**Document 5 : Évolution temporelle d'un son émis par une corde de guitare****Matériel mis à disposition du candidat**

- une calculette type « collègue » ou un ordinateur avec fonction « calculatrice »
- un G.B.F. préréglé
- une carte Arduino Uno
- des fils de connexion et des pinces crocodile
- un ordinateur avec le logiciel Arduino IDE
- une notice d'utilisation du logiciel Arduino IDE
- un montage comprenant un microphone amplifié et un générateur
- un diapason dont la fréquence du son émis est notée sur la caisse de résonance
- une guitare dont la corde 1 a été repérée

**TRAVAIL À EFFECTUER****1. Préparation de l'acquisition** (10 minutes conseillées)

Un Générateur Basse Fréquence (G.B.F.) délivre un signal sinusoïdal d'amplitude 1,0 V et de fréquence 200 Hz. Cette tension n'est pas centrée sur l'axe 0 V mais est décalée de +2,5 V.

On souhaite l'acquérir par une carte Arduino.

## 1.1. Expliquer la nécessité du décalage de tension de 2,5 V.

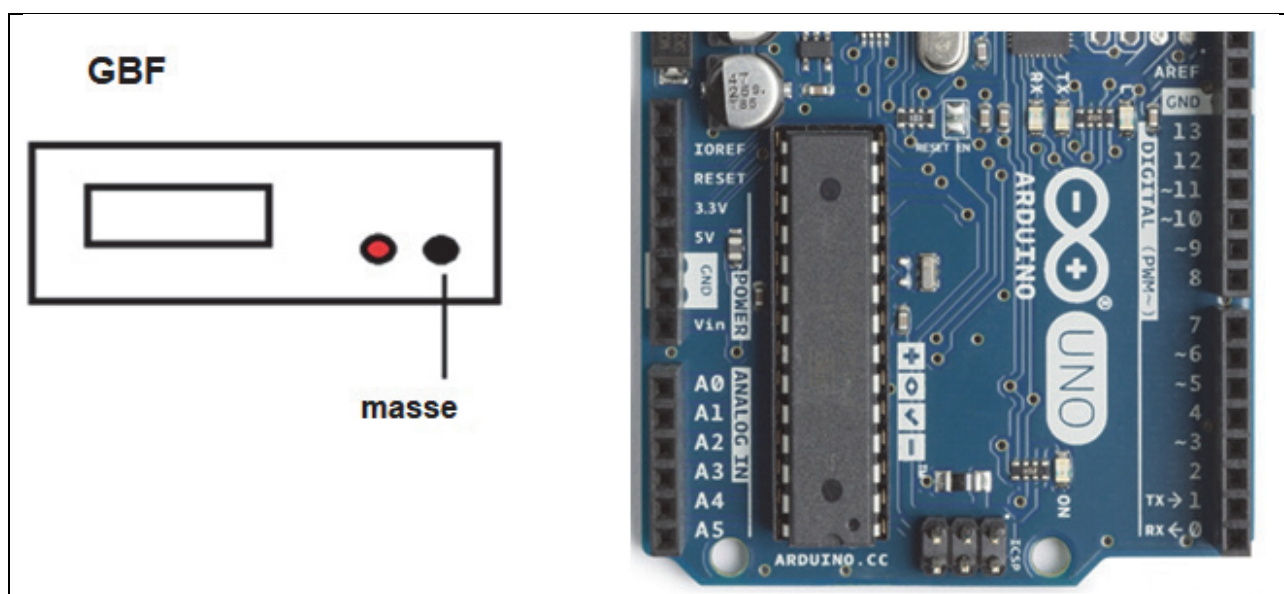
.....

.....

.....

.....



## 1.2. Identifier les branchements à effectuer pour utiliser le programme « 1acquisition.ino » dont un extrait se trouve dans le document 3 et compléter le schéma du montage.



## 1.3. À l'aide des documents 1 et 2, déterminer le pas de quantification de la carte Arduino.



.....

.....

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

**2. Détermination de la fréquence** (30 minutes conseillées)

- Ouvrir et compléter le programme « 1acquisition.ino » en y écrivant la valeur trouvée pour le pas de quantification (la partie surlignée du document 3).
- Mettre en œuvre le montage puis téléverser le programme. **Attention de ne pas modifier les réglages du G.B.F. .**
- Observer la courbe obtenue en sélectionnant « *Outils* » puis « *Traceur série* ».

APPEL n°2		
	<b>Appeler le professeur pour lui présenter les résultats expérimentaux ou en cas de difficulté</b>	

2.1. L'allure de la courbe correspond-elle au signal émis par le G.B.F. ? Justifier.

.....

.....

.....

.....

2.2. Cette courbe permet-elle de déterminer la valeur de la fréquence du signal ?

.....



.....

.....

- Fermer le programme « 1acquisition.ino ».
- Ouvrir et compléter le programme « 2frequence.ino » (la partie surlignée du document 4) sachant que la période déterminée par le logiciel est en **microsecondes**.
- Téléverser le programme puis effectuer les mesures en sélectionnant « *Outils* » puis « *Moniteur* ».
- Calculer la moyenne de trois mesures consécutives pour obtenir une valeur de la fréquence du signal numérisé par le microcontrôleur.
- Compléter le tableau page suivante en faisant varier la fréquence du G.B.F. Il s'agit simplement ici de comparer les mesures effectuées avec l'Arduino et celle affichées par le G.B.F.



Gammes de fréquences	Environ 20 Hz	Environ 200 Hz	Environ 1,0 kHz	Environ 15 kHz
Valeur de la fréquence affichée par le G.B.F. : $f_{aff}$				
Fréquence du signal numérisé : $f_{mes}$				
Écart relatif : $\frac{ f_{aff} - f_{mes} }{f_{aff}}$				

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

### 3. Accorder une guitare (20 minutes conseillées)

On considère correcte la détermination de la valeur de la fréquence si l'écart relatif entre la valeur mesurée et la valeur affichée par G.B.F. est inférieure à 1%.

3.1. Proposer une conclusion à propos des résultats expérimentaux obtenus précédemment.

.....

.....

.....



.....

- Remplacer le G.B.F. par le montage avec le microphone et mesurer la fréquence du son émis par le diapason.

3.2. Le résultat est-il celui attendu ?

.....

.....

APPEL FACULTATIF		
	Appeler le professeur en cas de difficulté	

Les notes pour accorder sa guitare

numéro de la corde	1	2	3	4	5	6
note	mi	la	ré	sol	si	mi
fréquence du son fondamental (en Hz)	$f_1 = 82,4$	$f_2 = 110$	$f_3 = 146,8$	$f_4 = 196$	$f_5 = 246,9$	$f_6 = 329,6$

3.3. D'après les résultats expérimentaux précédents, peut-on, *a priori*, utiliser le microcontrôleur pour accorder une guitare ? Justifier.

.....  
.....

- Mesurer la fréquence de l'une des cordes de la guitare à l'aide du microphone.

.....  
.....

3.4. Le résultat correspond-il à la valeur attendue ? Proposer une explication.

.....  
.....  
.....  
.....

**Défaire le montage et ranger la paillasse avant de quitter la salle.**