Document professeur pour l'activité n°3
Recherche des limites du modèle du pendule simple

Description de l'activité :

Fiche(s) de synthèse mobilisée(s)	→ La chaine de mesure → Utilisation d'une chaine de mesure en tout ou rien
Type d'activité	→ activité expérimentale
Conditions de mise en œuvre	→ demi-groupe
Matériel utilisé	Paillasses des élèves → Pendule simple → Capteur de lumière UNIT LIGHT compatible M5Stack → LASER rouge ou vert → Microcontrôleur M5stack
Place dans la séquence	→ Après la séquence 4 en particulier après l'étude de la chaine de mesure contenant le capteur LDR et le diviseur de tension.
Capacités mises en œuvre dans cette activité	**ANA** – Etablir les états logiques du système en fonction de la position du logiciel – Proposer une méthode pour mesurer la période du pendule simple **REA** – Mettre en œuvre un protocole permettant de mesurer la période d'un pendule simple à l'aide d'un microcontrôleur – Réaliser des calculs d'incertitudes – Modifier une valeur numérique dans le code source du microcontrôleur pour fixer un seuil de déclenchement ou changer le nombre de mesures. **VAL** – Comparer l'écart entre les prévisions d'un modèle et le résultat d'une mesure à l'aide de l'incertitude-type. – Valider ou invalider le modèle du pendule simple

CC BY NC SA

Éléments de réponses, démarche attendue, éventuels résultats expérimentaux :

Cette activité met en œuvre un microcontrôleur différent de celui utilisé dans l'activité de la séquence 4 mais elle peut être mise en œuvre avec n'importe quel autre microcontrôleur.

Partie1 : la chaine de mesure en Tout Ou Rien

1. Les moments d'occultation correspondent aux périodes pendant lesquelles le niveau dépasse la valeur seuil. La durée correspond à la différence $t_1' - t_1$.
2.

if lecture > seuil and not obstacle_present:

Deux conditions sont réunies pour la détection du front montant. La lecture doit être supérieure au seuil réglé et la variable obstacle_present = FAUX. Dès la transition effectuée, la variable obstacle_present devient VRAI.

3.

date	Comparaison à la valeur seuil	Etat logique	Obstacle_present	Compteur_passage
$0<t<t_1$	Lecture < seuil	0	F	0
t_1	Lecture > seuil	1	F	1
$t_1<t<t_1'$	Lecture > seuil	1	V	1
$t_1'<t<t_2$	Lecture < seuil	0	F	1
t_2	Lecture > seuil	1	F	2
$t_2<t< t_2'$	Lecture > seuil	1	V	2

4. On a un système à deux états. L'état 0 correspond au capteur éclairé (le faisceau n'est pas coupé). L'état 1 correspond au passage du pendule à la position d'équilibre (le faisceau est coupé).
   La période T est égale à $t_3 – t_1$. Il y a en effet trois transitions par période.
5. Comme il y a 3 transitions par période il ne faut garder que les dates correspondantes aux transitions impairs pour calculer la période du pendule.
   Code :

```
if compteur_passages % 2 != 0:
        if temps_precedent != 0:
          diff = time.ticks_diff(temps_actuel, temps_precedent)
          periode_s = diff / 1000.0
```

Partie 2 : Limite du modèle de pendule simple. Influence de l'angle d'oscillation

6. $u(\bar{T}) = \frac{s}{\sqrt{n}}$ donc plus n sera grand, plus l'incertitude sera petite.
7.
8.
9.

Angle initial	5°	10°	20°	30°
$\bar{T}$	1,307578947	1,30836842	1,32073684	1,35484211
Ecart-type	0,001121298	0,00101163	0,0016945	0,00570831
$u(\bar{T})$	0,000257243	0,00023208	0,00038875	0,00130958
$\bar{T} - T_{model}$	0,00042105	0,00036842	0,01273684	0,04684211
$\frlac{\lvert\bar{T} - T_{model}\rvert}{u(\bar{T})}$	1,63678641	1,58745079	32,7639213	35,7689101

10.

CC BY NC SA

11. L'incertitude-type de la valeur moyenne est très inférieure à celle de la période issue du modèle. Autrement dit la valeur moyenne des mesures constituera la valeur de référence.

12. Compte tenu des résultats de mesure précédents, le modèle du pendule simple n'est pas validé à partir d'un angle de 20° inclus car l'écart est supérieur est deux fois l'incertitude-type. La période d'oscillation dépend donc de l'angle d'oscillation pour les grands angles (elle augmente quand l'angle augmente).

BY NC SA