

Dossier ressource : Tracker solaire

1. Découverte du produit et de la problématique technique

Le produit proposé est un panneau solaire motorisé capable de s'orienter automatiquement pour suivre le soleil tout au long de la journée. L'objectif est d'optimiser la captation d'énergie lumineuse, et donc le rendement électrique du produit.



Les panneaux solaires sont souvent fixés de manière statique, leur inclinaison est choisie en fonction de la latitude du lieu. Mais cette orientation fixe ne tient pas compte de la position changeante du soleil, qui varie selon (Figure 1):

- l'heure (matin, midi, soir),
- la saison (été / hiver),
- la position géographique (latitude).

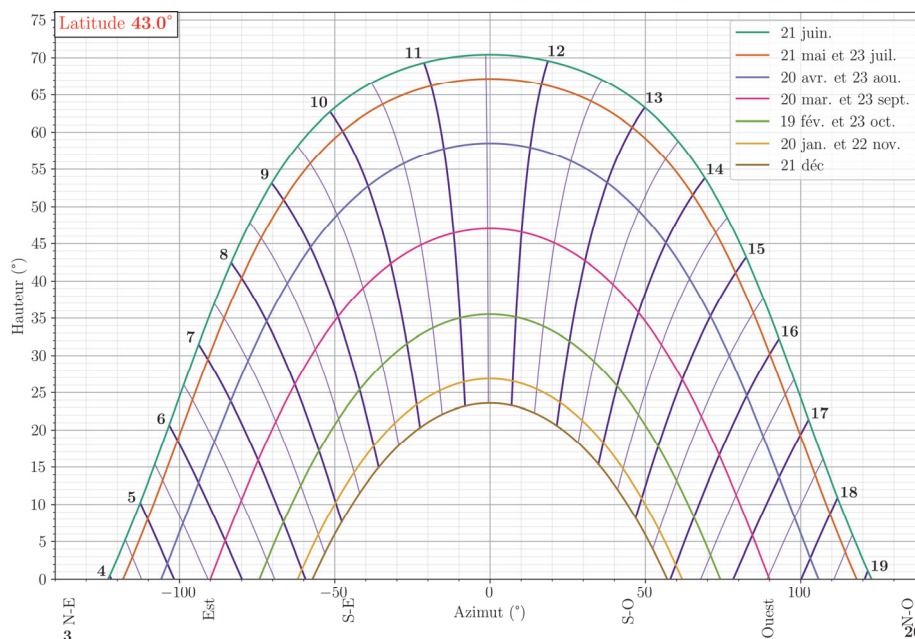
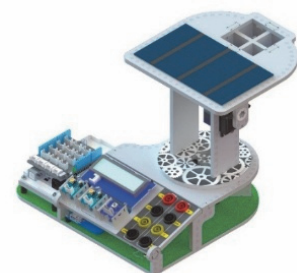


Figure 1 Diagramme Hauteur en fonction de l'Azimut

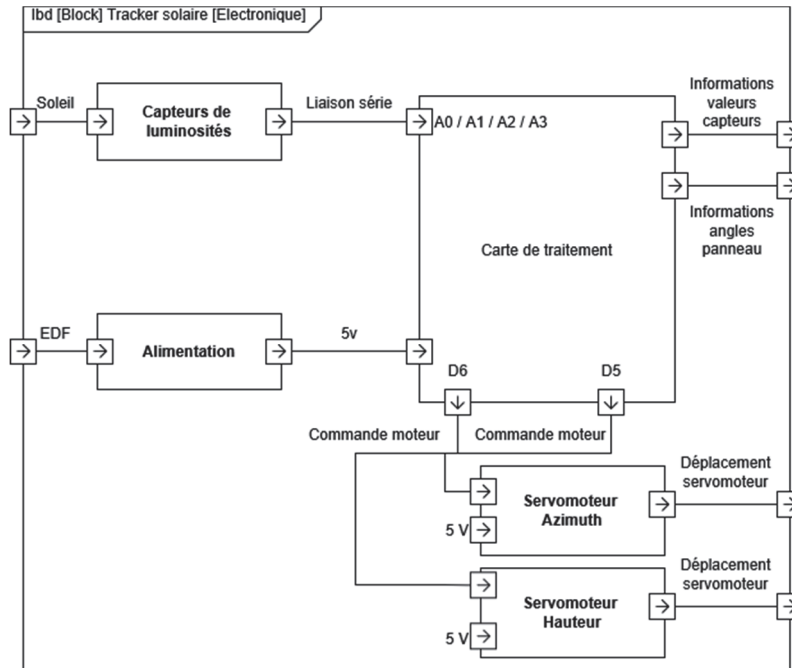
Il existe de nombreux types de panneau solaire motorisé, certains ne pilotent que l'axe des azimuts, et d'autre ne pilotent que la hauteur.

a. Caractéristiques de la maquette

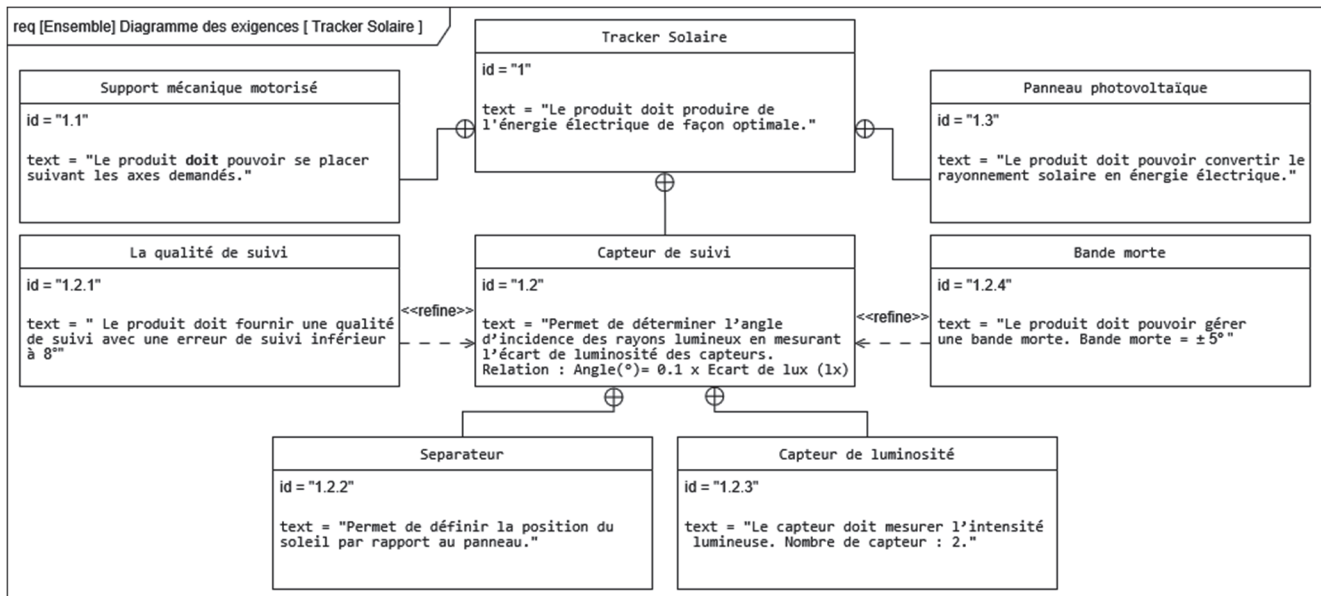
- 4 capteurs de luminosité.
- Un shield grove + carte arduino
- 2 servomoteurs.



b. Schéma structurel Existant



c. Cahiers des charges du tracker solaire



2. Conception

a. Principe de fonctionnement :

Le panneau solaire est considéré comme orienté vers le sud. La position **Est** est située à gauche et la position **Ouest** à droite. Le soleil se lève à l'est et se couche à l'ouest (figure 2).

Dès le lever du soleil, le capteur de suivi solaire mesure en continu l'angle entre l'axe du panneau et la position du soleil. Ce capteur est composé de deux capteurs de luminosité et d'un séparateur.

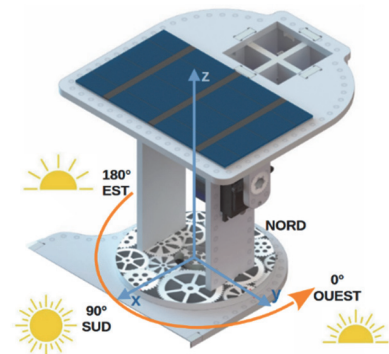


Figure 2. Description du mouvement

Pour déterminer cet angle, le capteur de suivi calcule la différence entre les intensités lumineuses captées par les deux capteurs, situés de part et d'autre du séparateur (EST et OUEST). Ce processus se répète en boucle jusqu'à la tombée de la nuit. À ce moment l'algorithme s'arrête automatiquement et passe en mode nuit (non étudié).

Une bande morte est définie afin d'éviter les oscillations du système et d'optimiser la consommation d'énergie. (« dead zone »).

Cette bande morte correspond à un secteur angulaire dans lequel le panneau ne suit pas le soleil (Figure 3).

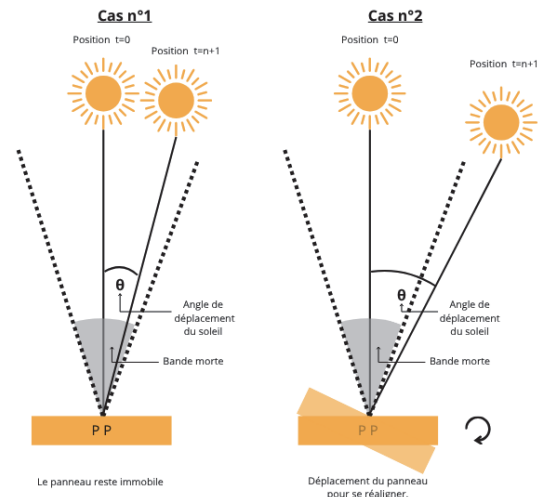


Figure 3. Description de la bande morte

Exemple de fonctionnement

Les valeurs sont données à titre indicatif.

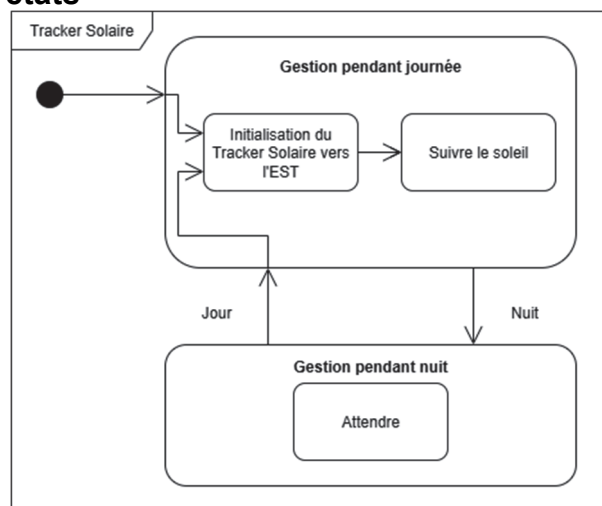
Étape 1 – Déplacement du panneau

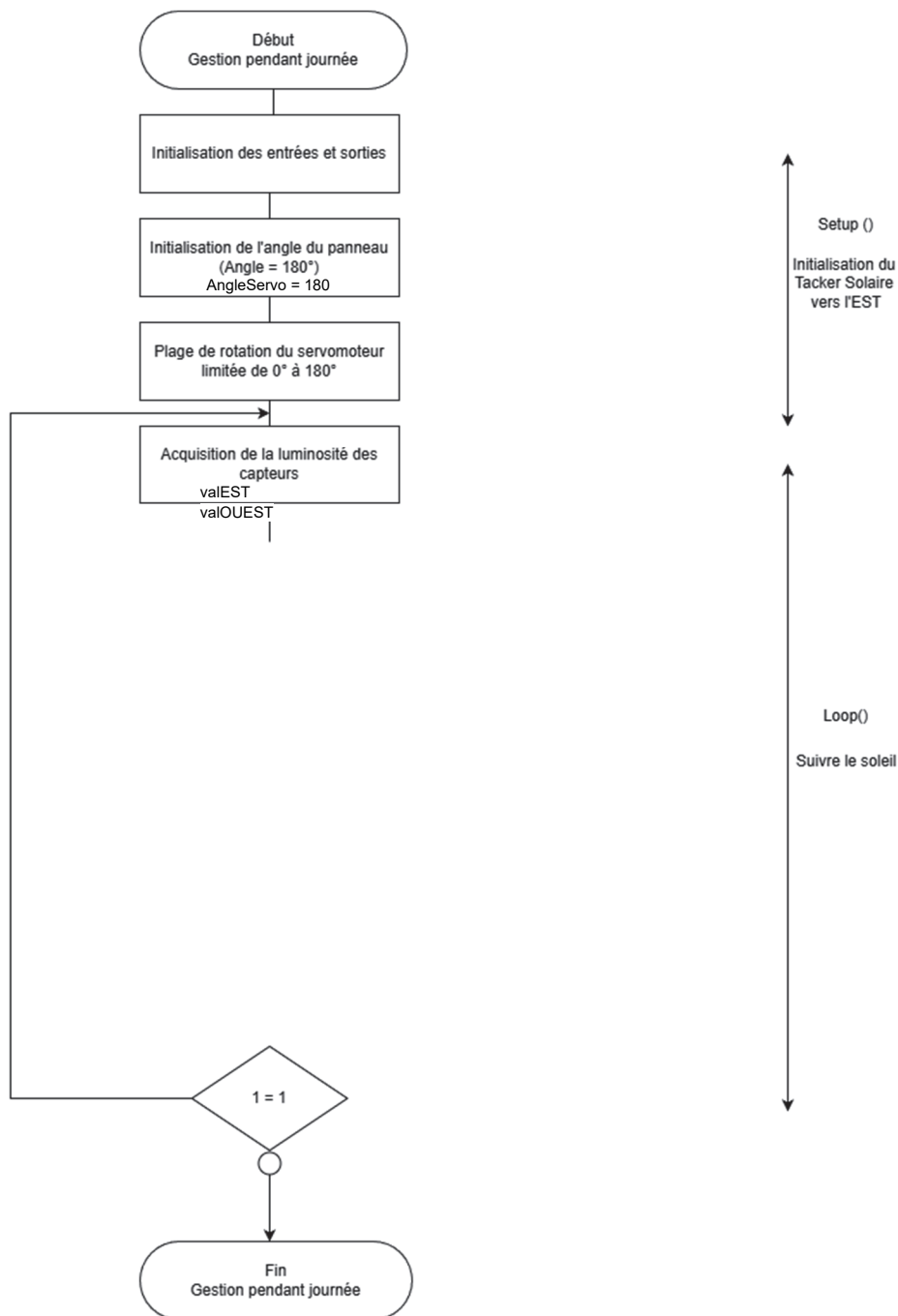
Capteur luminosité 1 (Ix)	Capteur luminosité 2 (Ix)	Rotation panneau
300	300	Aucune
30	30	Aucune
N	N	Aucune
30	300	Rotation vers le Capteur 2
300	30	Rotation vers le Capteur 1

Étape 2 – Avec une bande morte

Angle panneau soleil	Rotation tourelle
0	Aucune
- seuil < Angle < + seuil	Aucune
Angle > + seuil	Rotation vers le Capteur 2
Angle < - seuil	Rotation vers le Capteur 1

b. Diagramme d'états



c. Algorithme**d. Programmation du suivi**

La portion du programme demandée est réalisée en veillant :

- pour l'étape 1, à assurer le suivi de la source lumineuse (le servo s'oriente vers la source la plus intense) .
- pour l'étape 2, à prendre en compte le traitement de la « bande morte ». Arbitrairement, la position angulaire du panneau reste inchangée lorsque l'écart entre « valEST » et « valOUEST » est inférieure à 100.

3. Simulation avec Tinkercad

a. Rejoindre une classe et accéder à un exercice sur Tinkercad

1. Rejoindre "la classe"

- Ouvrir le lien d'invitation à la classe fourni par votre examinateur
- Cliquer sur « Rejoindre avec un code de connexion ».

2. S'identifier

- Utiliser le code de connexion qui vous a été attribué (exemple : THTD).
(Ce code vous est communiqué par votre examinateur.)

3. Accéder à l'exercice

- Dans le menu latéral, sélectionner « Classes ».
- Choisir le nom de la classe (exemple : « Test »).
- Cliquer sur l'activité concerné représenté par un rectangle orange



4. Commencer le travail

- Cliquer sur « Copier et éditer » pour créer votre propre version modifiable de l'exercice.
- Vous pouvez désormais :
 - Éditer le modèle.
 - Simuler le circuit ou « design ».
 - Réaliser le travail demandé.

b. Information sur les connexions des capteurs de luminosité et du servo

Dans Tinkercad, les capteurs sont modélisés selon le schéma électrique ci-dessous. La sortie est connectée à une entrée analogique du microcontrôleur. On peut ainsi acquérir la tension V_{out} et la convertir en une valeur numérique exploitable par le programme.

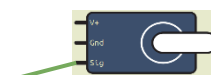
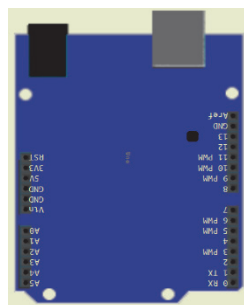
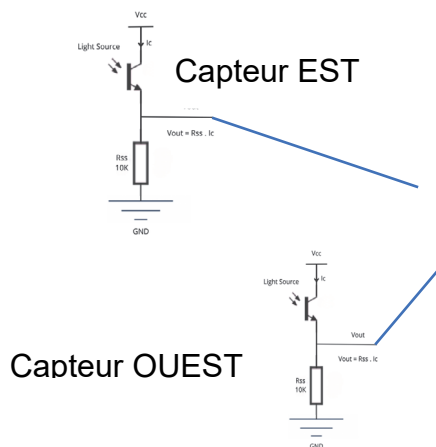


Figure 4 : câblage du montage

Éléments du circuit de simulation	Broches du microcontrôleurs
Capteur EST	Entrées et sorties à déterminer à partir du programme fourni pour la simulation.
Capteur OUEST	
Servo-moteur	

c. Protocole de simulation

Le but de cette simulation est de déterminer la valeur de la zone morte actuelle du système en ajustant les valeurs des capteurs Est et Ouest, et en observant la réponse du servomoteur et de l'angle de celui-ci. Pour cela :

- 1- Démarrer la simulation et ouvrir le moniteur de série.
- 2- Initialisation des valeurs :
 - a. **Cliquer** sur les capteurs de luminosité
 - b. **Régler** la valeur du capteur Est à 70.
 - c. **Régler** la valeur du capteur Ouest à 70.
- 3- Test de variation du capteur Ouest :
 - a. **Augmenter** progressivement la valeur du capteur Ouest.
 - b. **Observer** l'angle du servo : **vérifier** qu'il diminue et qu'il tourne dans la bonne direction.
- 4- Test de variation du capteur Est :
 - a. **Régler** la valeur du capteur Ouest à 70
 - b. **Augmenter** progressivement la valeur du capteur Est.
 - c. **Observer** l'angle du servo : **vérifier** qu'il augmente et qu'il tourne dans la bonne direction.
- 5- Détermination de la zone morte :
 - a. Initialisation ; **Régler** les valeurs des capteurs Est et Ouest pour que l'angle du servomoteur soit à **90°** (position centrale). **Vérifier** que ValEst = ValOuest.
 - b. Test pour chaque capteur
 - **Faire varier** progressivement la valeur d'un capteur (**Est** ou **Ouest**).
 - **Identifier** le moment où le servomoteur commence à bouger.
 - **Noter** la valeur de l'angle Panneau / Soleil.
 - c. **Recommencer** la procédure pour l'autre capteur.
- 6- En déduire la bande morte afin de **synthétiser** vos observations.

4. Expérimentation

a. Matériels expérimentation pour la partie1

Pour effectuer l'expérimentation, le matériel suivant est à disposition :

- Une carte Arduino et un shield Grove (pas de programme nécessaire) ;
- Un capteur de suivi solaire (figure 5) composé de deux capteurs de luminosité (**un seul capteur sera utilisé pour cette partie de l'expérimentation**) ;
- Un luxmètre.
- Un voltmètre.
- Une boîte noire (afin d'éviter les lumières « parasites »).
- La feuille de calcul « Mesures.xlsx ».
- Une source de lumière variable.

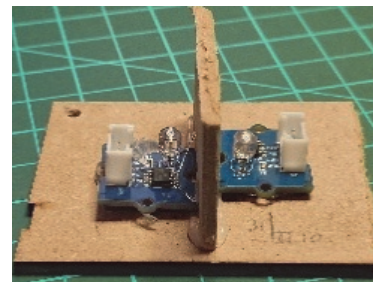
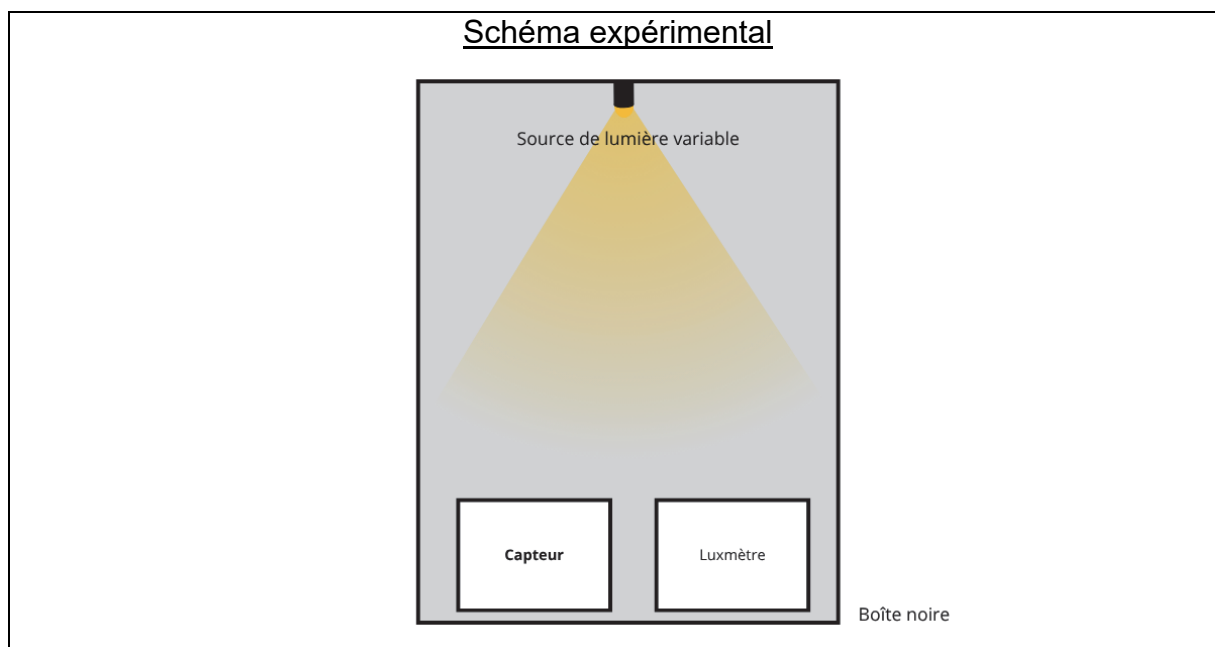


Figure 5 : capteur de suivi solaire



Partie 1 : Protocole de mesure

Ce protocole a pour objectif de « déterminer » le modèle comportemental de notre capteur de luminosité, en étudiant la relation entre sa tension de sortie et l'éclairement.

- 1- **Placer** la lentille du luxmètre et le capteur dans la boîte noire.
- 2- **Faire varier** l'intensité lumineuse (en ajustant la tension de la source).
- 3- **Relever** pour 8 mesures les valeurs de :
 - la tension aux bornes de notre capteur avec un voltmètre ;
 - la luminosité correspondante avec le luxmètre.
- 4- **Compléter** la feuille de calcul « Mesures.xlsx » "Partie 1" avec les points de mesure obtenus.
- 5- En privilégiant les mesures adéquates précédemment obtenues, **déterminer** l'équation de la courbe de tendance de la forme :

$$\text{Luminosité (lx)} = f(U_1) = A \cdot U_1 + B$$

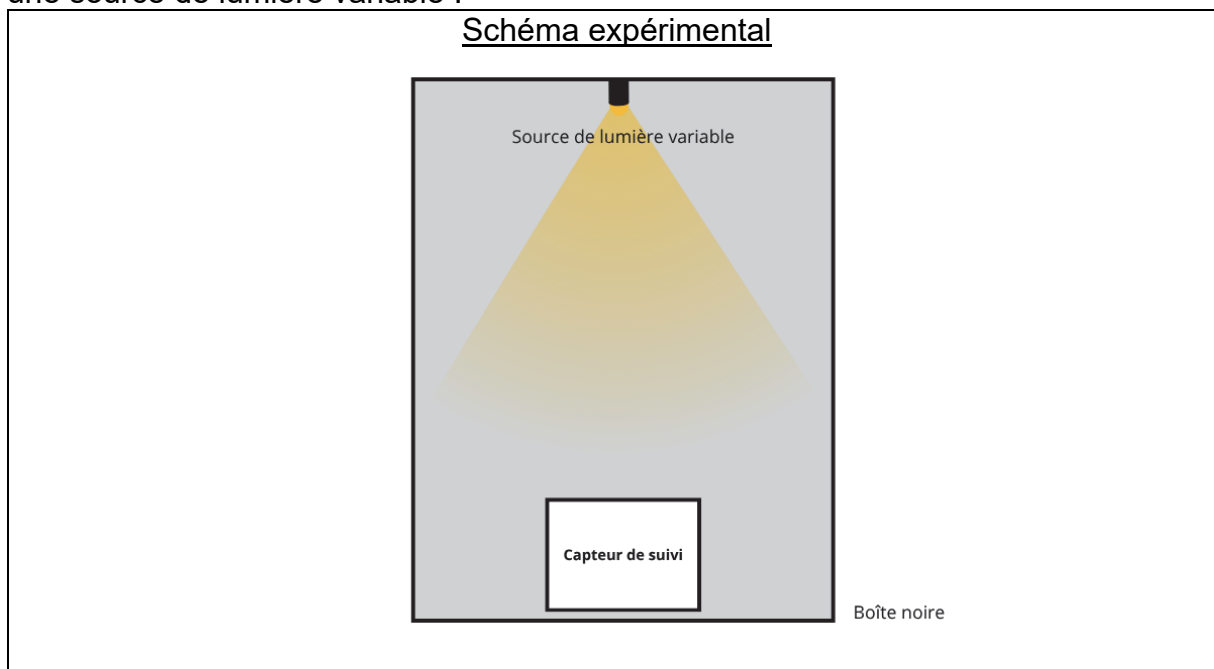
Où A et B sont des constantes et U_1 est exprimé en volts.

b. Matériels expérimentation pour la partie 2

Cette expérimentation permet d'évaluer la qualité du capteur de suivi avec le soleil dans l'axe du panneau solaire.

Pour effectuer l'expérimentation, le matériel suivant est à disposition :

- une carte Arduino avec le « ProgrammeExpérimentation.ino » déjà chargé ;
- un shield groove, 1 capteur de suivi composé de 2 capteurs de luminosité avec une séparation (figure 5);
- une boîte noire ;
- une feuille de calcul permettant de saisir les mesures « Mesures.xlsx » ;
- une source de lumière variable .

**Partie 2 : Protocole de mesure**

Ce protocole a pour objectif de qualifier l'erreur du capteur de suivi après calibration des capteurs de luminosité.

- 1- **Mettre** le capteur de suivi dans la boîte noir.
- 2- **Connecter** les capteurs de luminosité aux entrées analogiques A1 et A2 de la carte Arduino.
- 3- **Alimenter** la carte Arduino pour démarrer l'expérimentation.
- 4- Dans le moniteur série, **entrer** le caractère « **C** » (suivi de la touche **Entrée**) pour calibrer le logiciel traitant les informations issues des capteurs de luminosité.
Vous serez ensuite invité à **saisir** les valeurs de **A** et **B** déterminés lors de la partie 1 et **Valider**.
- 5- **Faire varier** l'intensité lumineuse (en ajustant la tension de la source) pour les 10 conditions d'éclairage proposées.
- 6- **Relever** les valeurs suivantes dans le moniteur de série :
 - la valeur de l'écart de lumière entre les 2 capteurs ;
 - la valeur de l'éclairage mesuré en lux.
- 7- **Compléter** la section « **Partie 2** » de la feuille de calcul « Mesures.xlsx » avec les mesures obtenues.