

# ENSEIGNEMENT PRATIQUE INTERDISCIPLINAIRE (EPI)

## Conception et réalisation d'un robot-sentinelle



| Thématique  | Sciences technologie et société  |
|---|--|
| Disciplines concernées                              | <ul style="list-style-type: none"><li>- Technologie</li><li>- Mathématiques</li><li>- Sciences physiques</li></ul>   |
| Domaines du socle                                   | Domaine 1 : Les langages pour penser et communiquer<br>Domaine 2 : Les méthodes et outils pour apprendre<br>Domaine 3 : La formation de la personne et du citoyen<br>Domaine 4 : Les systèmes naturels et les systèmes techniques<br>Domaine 5 : Les représentations du monde et de l'activité humaine |
| Parties traitées du programme de mathématiques      | Comprendre et utiliser des notions élémentaires de probabilités<br>Résoudre des problèmes de proportionnalité<br>Écrire, mettre au point et exécuter un programme simple   |
| Parties traitées du programme de sciences physiques | Des signaux pour observer et communiquer   |

|   |   |
|---|---|
| <b>Parties traitées du programme de technologie</b> | <p>Imaginer des solutions en réponse aux besoins, matérialiser une idée en intégrant une dimension design.</p> <p>Réaliser, de manière collaborative, le prototype d'un objet communicant</p> <p>Analyser le fonctionnement et la structure d'un objet</p> <p>Écrire, mettre au point et exécuter un programme</p>  |
| <b>Compétences mathématiques travaillées</b>        | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Chercher (domaines du socle 2 et 4)</li> <li>- Modéliser (domaines du socle 1, 2 et 4)</li> <li>- Représenter (domaines du socle 1 et 5)</li> <li>- Reasonner (domaines du socle 2,3 et 4)</li> <li>- Calculer (domaine du socle 4)</li> <li>- Communiquer (domaines du socle 1 et 3)</li> </ul>   |
| <b>Compétences travaillées en physique-chimie</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Pratiquer des démarches scientifiques (domaines du socle 4)</li> <li>- Concevoir, créer, réaliser (domaines du socle 4, 5)</li> <li>- S'approprier des outils et des méthodes (domaines du socle 2)</li> <li>- Pratiquer des langages (domaines du socle 1)</li> <li>- Mobiliser des outils numériques (domaines du socle 2)</li> <li>- Adopter un comportement éthique et responsable (domaines du socle 3, 5)</li> <li>- Se situer dans l'espace et dans le temps (domaines du socle 5)</li> </ul> |

# **ENSEIGNEMENT PRATIQUE INTERDISCIPLINAIRE (EPI)**

**Technologie, mathématiques et sciences physiques**

## **Réalisation d'un robot-sentinelle**



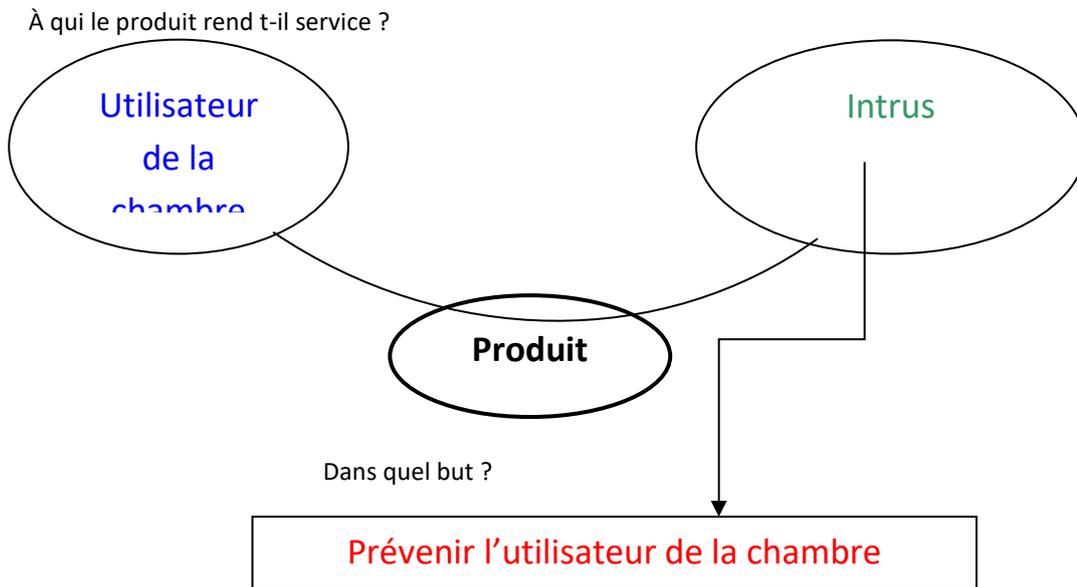
# Sommaire

## Projet robot-sentinelle :

|  |   |   |    |
|--|---|---|----|
|  | Situation déclenchante .....                |   | 3  |
| <b>Technologie</b>                         | Analyse du besoin .....                     |   | 4  |
| <b>Technologie</b>                         | Analyse fonctionnelle .....                 |   | 5  |
| <b>Technologie</b>                         | Cahier des charges .....                    |   | 6  |
| <b>Technologie</b>                         | Recherche de solutions :                    | <i>Modélisation du robot .....</i>                        | 7  |
| <b>Technologie</b><br><b>Mathématiques</b> | Recherche de solutions :                    | <i>Programmation du robot (« SOS »)</i>                   | 8  |
| <b>Sc physiques</b>                        | Recherche de solutions :                    | <i>Quel est le capteur de mouvement le mieux adapté ?</i> | 10 |
| <b>Mathématiques</b>                       | Recherche de solutions :                    | <i>Le robot dysfonctionne-t-il ?</i>                      | 13 |
| <b>Mathématiques</b><br><b>Technologie</b> | Simulation du robot sentinelle avec Scratch | <i>Organigramme et programmation</i>                      | 16 |



## Analyse du besoin



➤ Le besoin énoncé :

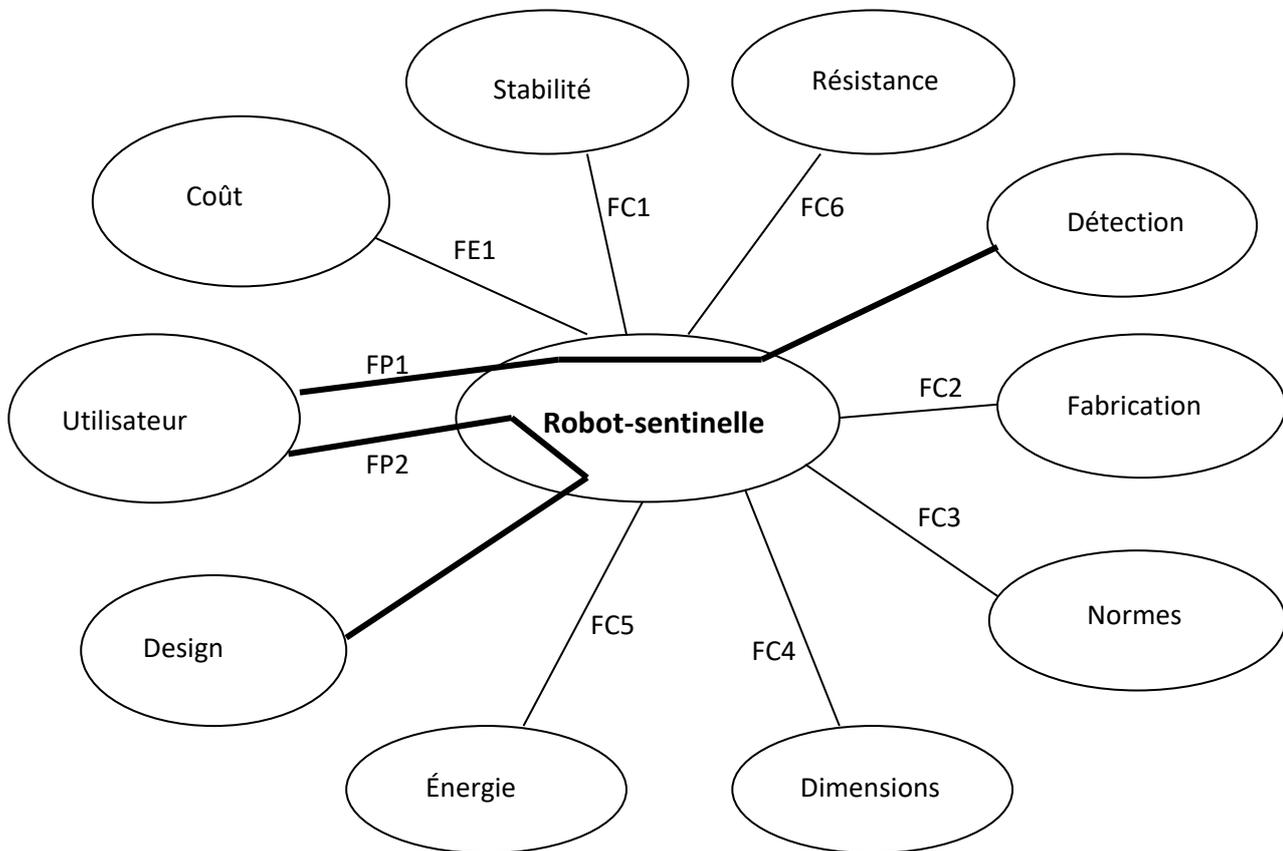
**Le produit permet à l'utilisateur de la chambre d'être prévenu d'un intrus**

**Proposer une solution pour valider ce besoin ?**

---

## Analyse fonctionnelle

Énoncer sous forme de graphique, les éléments extérieurs qui permettront de rédiger les fonctions que l'objet technique doit satisfaire.



**FP1 : Le robot-sentinelle doit permettre à l'utilisateur d'être prévenu d'une intrusion intempestive dans sa chambre.**

**FP2 : Le robot-sentinelle doit plaire à l'utilisateur.**

FC1 : Le robot-sentinelle doit être stable.

FC2 : Le robot-sentinelle doit pouvoir être fabriqué avec le matériel disponible dans les ateliers.

FC3 : Le robot-sentinelle doit respecter les normes de sécurité liées à l'utilisation d'un objet technique destiné à des enfants.

FC4 : Le robot-sentinelle doit avoir des dimensions acceptables.

FC5 : Le robot-sentinelle doit être autonome en énergie.

FC6 : Le robot-sentinelle doit être résistant.

FE1 : Le robot-sentinelle doit avoir un prix raisonnable

## Cahier des charges

| N°  | Fonction   | Critères                              |
|-----|--|---------------------------------------|
| FP1 | Le robot-sentinelle doit permettre à l'utilisateur d'être prévenu d'une intrusion intempestive dans sa chambre.            | Son<br>Détection                      |
| FP2 | Le robot-sentinelle doit plaire à l'utilisateur  | Couleur<br>Forme                      |
| FC1 | Le robot-sentinelle doit être stable   | forme<br>dimension                    |
| FC2 | Le robot-sentinelle doit pouvoir être fabriqué avec le matériel disponible dans les ateliers                               | Outils, machine-<br>outil disponibles |
| FC3 | Le robot-sentinelle doit respecter les normes de sécurité liées à l'utilisation d'un objet technique destiné à des enfants | Normes de sécurité<br>en vigueur      |
| FC4 | Le robot-sentinelle doit avoir des dimensions acceptables  | Hauteur, longueur et<br>largeur.      |
| FC5 | Le robot-sentinelle doit être autonome en énergie  | Accumulateur                          |
| FC6 | Le robot-sentinelle doit être résistant  | Choix du matériau                     |
| FE1 | Le robot-sentinelle doit avoir un prix raisonnable   | Moins de 50 euros                     |

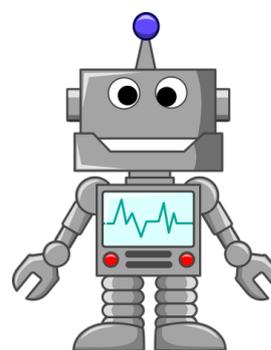
## Recherche de solutions

- ✓ **Imprimer en 3D avec sketchUp : fichier « [Sketchup et 3D](#) »**
- ✓ **Exemple de modélisation : fichier « [Modélisation robot](#) »**

### Modélisation du prototype sur Sketchup

Contraintes de fabrication :

- Dimensions maximales d'une pièce pouvant être imprimée : cube de 13 cm de côté.
- Prévoir un emplacement pour :
  - la partie commande
  - les capteurs utilisés
  - l'actionneur
  - l'alimentation



**Quels sont les éléments à prendre en compte pour la réalisation du prototype ?**

Compléter le tableau suivant avec les solutions techniques retenues lors de l'analyse fonctionnelle

| Emplacement pour : | Solutions techniques        | Dimensions                |
|--------------------|-----------------------------|---------------------------|
| partie commande    | <b>carte Arduino</b>        | <b>7.6 x 5.4 x 1.3 cm</b> |
| capteurs utilisés  | <b>capteurs de présence</b> | .....                     |
| actionneur         | <b>boutons poussoirs</b>    | .....                     |
| alimentation       | <b>pile / accumulateurs</b> | .....                     |

## Recherche de solutions

✓ Programmation avec mBlock : fichier « [mBlock](#) »

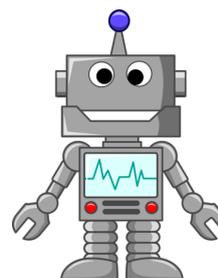
### Programmation du robot

Matériel à disposition :

- carte Arduino
- buzzer
- ordinateur

Logiciel :

- Scratch



Comment programmer le robot pour qu'il émette un signal d'alarme ?

Programmer : « SOS » en morse

|           |           |           |
|-----------|-----------|-----------|
| A ● -     | J ● - - - | S ● ● ●   |
| B - ● ● ● | K - ● -   | T -       |
| C - ● - ● | L ● - ● ● | U ● ● -   |
| D - ● ●   | M - -     | V ● ● ● - |
| E ●       | N - ●     | W ● - -   |
| F ● ● - ● | O - - -   | X - ● ● - |
| G - - ●   | P ● - - ● | Y - ● - - |
| H ● ● ● ● | Q - - ● - | Z - - ● ● |
| I ● ●     | R ● - ●   |           |

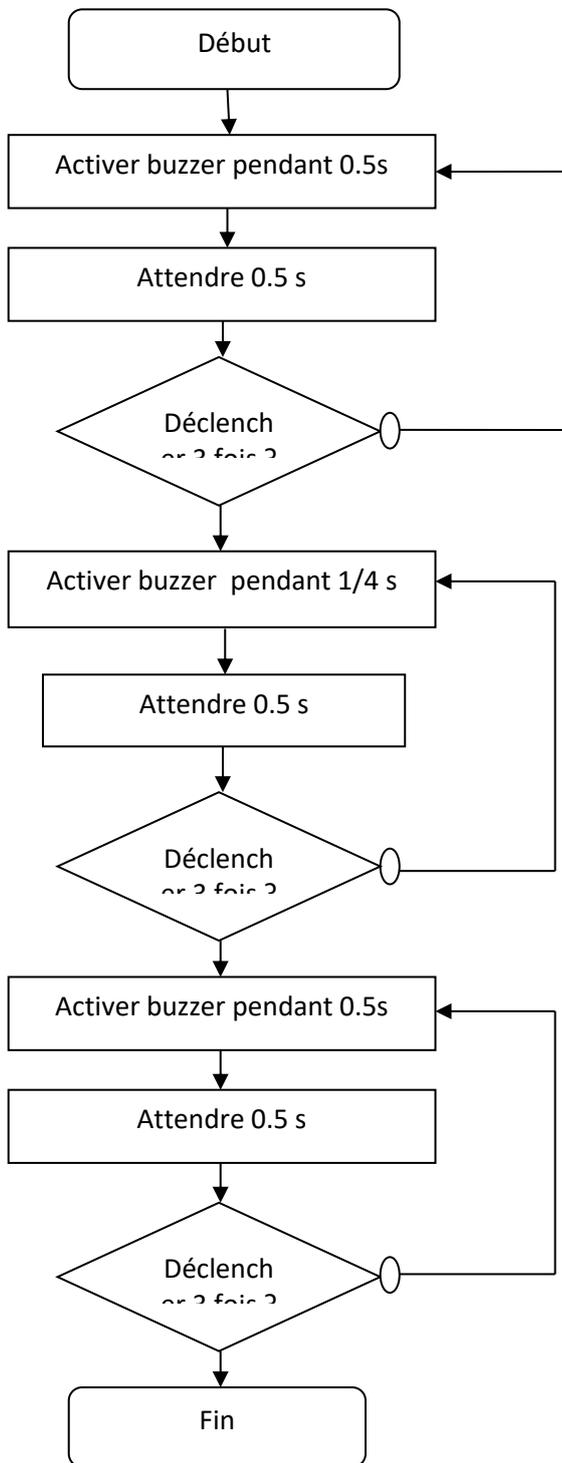
1) Donner le code à effectuer : .....

2) Écrire l'organigramme du « SOS ».

3) A l'aide de l'application SCRATCH, écrire le programme du « SOS ».

# Correction

## Organigramme du « SOS »



## Programmation du « SOS »

```
Arduino - générer le code
répéter 3 fois
  jouer un son sur la broche 12 : note C4 fréquence un demi
  attendre 0.5 secondes
répéter 3 fois
  jouer un son sur la broche 12 : note C4 fréquence un demi
  attendre 0.5 secondes
répéter 3 fois
  jouer un son sur la broche 12 : note C4 fréquence un demi
  attendre 0.5 secondes
```

The image shows three blocks of Arduino code. Each block starts with a 'répéter 3 fois' (repeat 3 times) block, followed by 'jouer un son sur la broche 12 : note C4 fréquence un demi' (play a sound on pin 12: note C4, half frequency) and 'attendre 0.5 secondes' (wait 0.5 seconds). The blocks are stacked vertically, representing the three distinct sound patterns in the SOS sequence.

## Recherche de solutions

### Comment un son se propage-t-il ?

Pour repérer l'intrusion on a le choix entre deux capteurs différents :

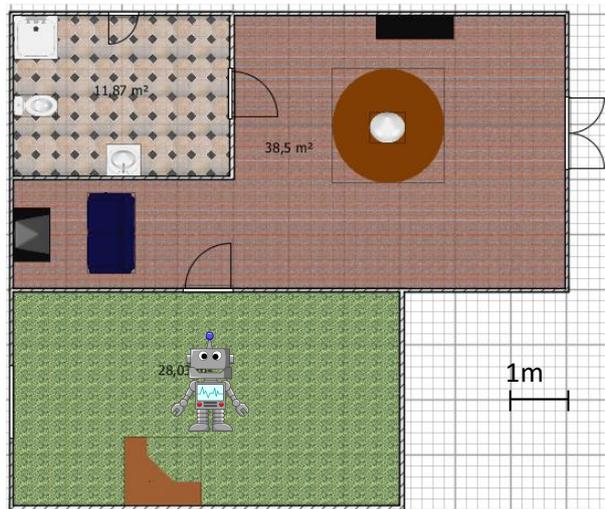
- un capteur infrarouge



- un capteur à ultra-son



*Donnée : la vitesse de la lumière se propage à 300 000 km/s*



Le robot est placé au centre de la chambre

**Le vendeur de ces capteurs certifie qu'avec le capteur infrarouge, le robot mettra deux fois moins de temps pour repérer l'intrus ?**

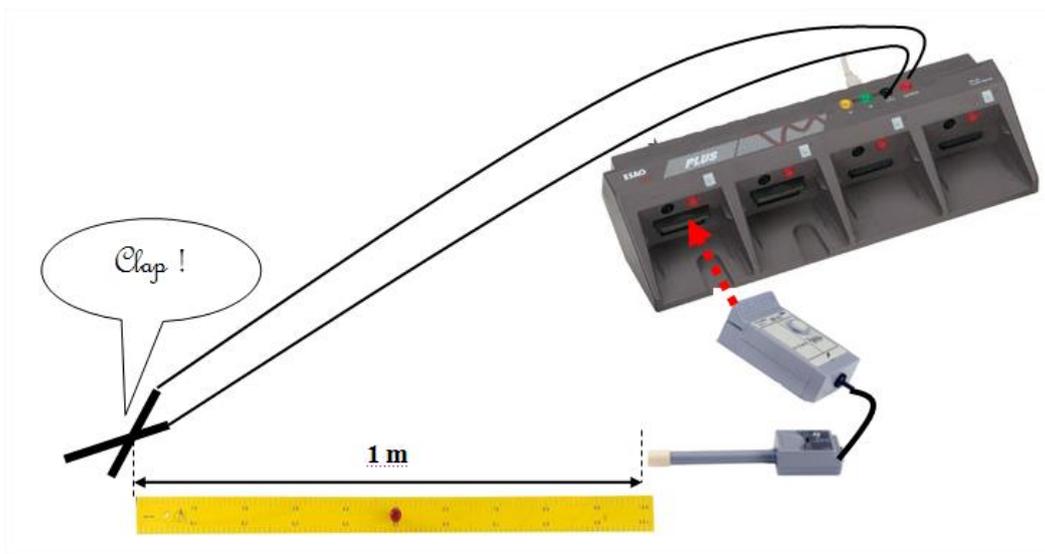
**A-t-il raison ?**

1) Qu'en pensez vous ?

.....

.....

**2) Schéma expérimental permettant de déterminer la vitesse du son dans l'air :**



**3) A l'aide de la fiche « Paramétrage (Vitesse de propagation du son) » :**

a) Faites l'acquisition du son produit par les baguettes et déterminer la durée  $t$  qu'a mis le son produit par les baguettes pour parvenir jusqu'au sonomètre

$t = \dots\dots\dots$



**Appeler le professeur pour lui montrer votre représentation graphique.**

b) Déterminer alors la vitesse de propagation du son dans l'air en m/s.

.....  
.....

c) Répondre à la problématique en comparant la vitesse de propagation du son et de la lumière dans l'air.

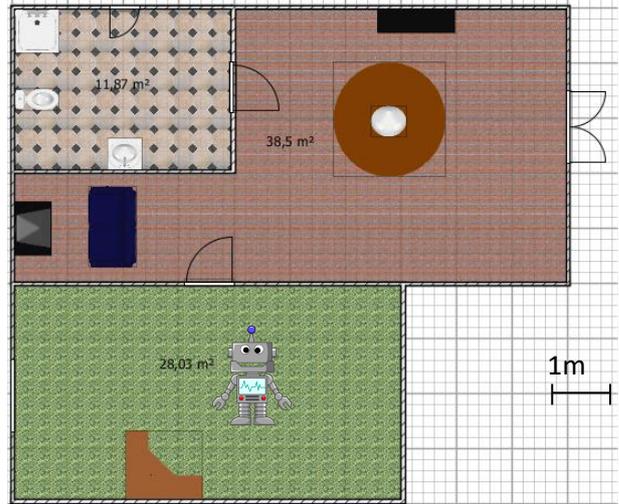
.....  
.....  
.....

## Recherche de solutions

### Comment un son se propage-t-il ?

#### Capteur retenu :

- un capteur à ultra-son :



Le robot est placé au centre de la chambre

**Quelle durée mettra le robot pour repérer l'intrus une fois qu'il aura pénétré dans la pièce ?**

a) À l'aide de l'échelle fournie sur le plan, déterminer la distance qui sépare le robot de la porte.

.....

.....

b)) Sachant que la vitesse de propagation du son dans l'air est de 340 m/s, déterminer la durée que mettra le robot pour repérer l'intrus une fois qu'il aura pénétré dans la pièce.

.....

.....

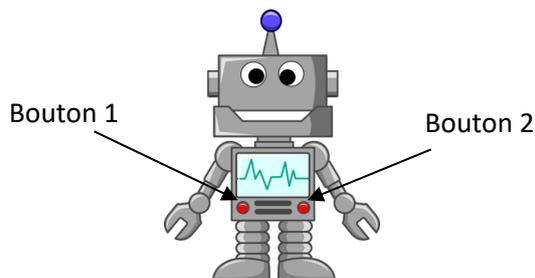
f) Le temps de réaction du robot vous semble-t-il acceptable ?

.....

## Recherche de solutions

### Comprendre et utiliser des notions élémentaires de probabilités

Une fois que le robot a repéré une intrusion dans la chambre, l'intrus a le choix entre 2 boutons pour éviter que l'alarme ne se déclenche.



#### Au cours de la journée :

- 10 intrus différents ont pénétré dans la chambre
- L'alarme ne s'est déclenchée que 4 fois.

**Le robot dysfonctionne-t-il ou peut-il s'agir simplement du hasard ?**

#### 1) On considère que le robot fonctionne correctement

1) A-t-on autant de chance de déclencher ou de ne pas déclencher l'alarme

.....  
.....

2) Calculer les probabilités de déclencher et de ne pas déclencher l'alarme

.....  
.....

## II) Simulation du fonctionnement du robot

➤ Ouvrir le fichier Scratch : « [simulation robot](#) »

a) Parmi les 4 blocs suivants déterminer celui qui doit être ajouté au programme pour obtenir la fréquence de fois où l'alarme a retenti.



**Appeler le professeur pour lui soumettre votre proposition**

b) Compléter le tableau suivant en simulant 5 fois 10, 100 et 5000 tentatives de déconnexions différentes.

| Fréquence de « alarme » lors de la : | 10 | 100 | 5000 |
|--------------------------------------|----|-----|------|
| 1ère simulation                      |    |     |      |
| 2e simulation                        |    |     |      |
| 3e simulation                        |    |     |      |
| 4e simulation                        |    |     |      |
| 5e simulation                        |    |     |      |

c) Calculer l'étendue des fréquences d'apparition de «alarme» pour 10, 100 et 5000 tentatives

.....

**d) Comment évolue l'étendue des fréquences de «alarme» obtenus au cours des 5 simulations quand on augmente le nombre de tentatives de stopper l'alarme ?**

.....

**e) Vers quelle valeur semble se stabiliser la fréquence d'apparition de «déconnecté» ? Selon vous, à quoi correspond cette valeur ?**

.....

.....

**f) Répondre à la problématique.**

.....

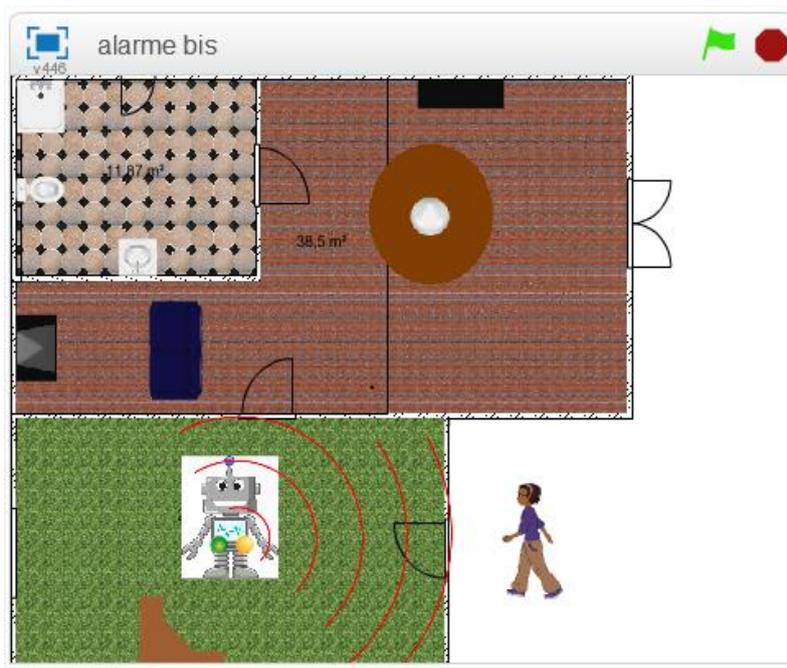
.....

## Recherche de solutions

- ✓ **Présentation et prise en main avec Scratch** : fichier « [Scratch](#) » et « [TP Scratch](#) »
- ✓ **Exemple de simulation de l'alarme** : fichier « [simulation alarme](#) »

## Simulation du robot-sentinelle

Activité élèves : Organigramme et programme

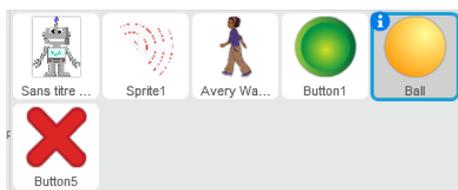


### Algorithme :

Si un intrus pénètre dans la chambre alors que l'alarme est activée, il a 10 s pour la désactiver. Pour cela il a le choix entre 2 boutons. S'il se trompe de bouton, l'alarme se déclenche.

a) Écrire l'organigramme

b) Programmer chaque lutin afin de simuler le fonctionnement du robot sentinelle.



Réponse possible à l'organigramme :

