

## Ce qu'il vous faut



### Un ordinateur

Windows ou Linux (Mint, Ubuntu...)



### Le détecteur

son Arduino et le câble USB



### Le fichier

microcosmos.zip et une connexion internet

## Windows 4 étapes

### 1 Installer Python (une seule fois)

Téléchargez-le sur [python.org/downloads](https://python.org/downloads) et lancez l'installateur.

☒ **Cochez « Add python.exe to PATH »** en bas de la première fenêtre, puis **Install Now**.

### 2 Décompresser le logiciel

Clic droit sur `microcosmos.zip` → **Extraire tout...** → **Extraire**. Rangez le dossier obtenu où vous voulez (par exemple dans Documents).

### 3 Brancher l'Arduino

Reliez l'Arduino à l'ordinateur avec son câble USB. Si l'IDE Arduino est ouvert, **fermez son moniteur série** : un port ne peut servir qu'à un seul logiciel à la fois.

### 4 Lancer : double-clic sur `lancer.bat`

La 1<sup>re</sup> fois, il installe tout seul le module nécessaire (*pyserial*) : patientez quelques secondes.

Si Windows affiche « Windows a protégé votre ordinateur » : cliquez sur **Informations complémentaires** puis **Exécuter quand même**.

## Linux 4 étapes

### 1 Préparer l'ordinateur (une seule fois)

Ouvrez un terminal (**Ctrl + Alt + T**) et tapez ces deux lignes, chacune suivie de **Entrée** :

```
$ sudo apt install python3-serial
```

```
$ sudo usermod -aG dialout $USER
```

Votre mot de passe est demandé : il ne s'affiche pas quand vous le tapez, c'est normal. Tapez `$USER` tel quel.

### 2 Redémarrer l'ordinateur

(ou fermer la session et se reconnecter) pour que le droit d'accès au port soit pris en compte.

### 3 Décompresser et brancher

Clic droit sur `microcosmos.zip` → **Extraire ici**. Branchez l'Arduino.

### 4 Lancer : double-clic sur `lancer.sh`

Choisissez « **Lancer dans un terminal** ». Ou, dans un terminal ouvert dans le dossier :

```
$ ./lancer.sh
```

## Le navigateur s'ouvre tout seul

sinon, tapez l'adresse **localhost:8001**

⚠ Une **fenêtre noire** s'ouvre aussi : **ne la fermez pas** tant que vous utilisez le logiciel. La fermer arrête le logiciel.

**Première utilisation** : l'Arduino doit contenir le programme **DetectionCosmiques3\_0**, qui sert aux deux études (rayons cosmiques et radioactivité). Il se téléverse une seule fois : voir la page 2.

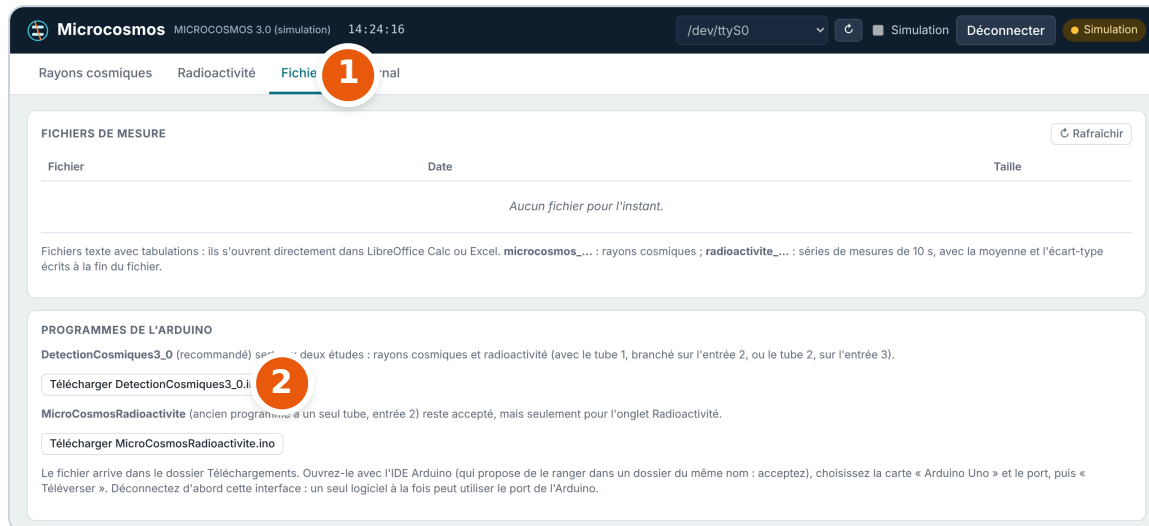
# Programme de l'Arduino

À faire une seule fois par détecteur : l'Arduino garde ensuite le programme en mémoire

2/5 · Arduino

Le logiciel Microcosmos a besoin que l'Arduino contienne le programme

**DetectionCosmiques3\_0** : il sert aux **deux études** (rayons cosmiques avec 2 tubes, radioactivité avec un tube). Ce fichier se trouve **dans le logiciel lui-même**, onglet **Fichiers** :



## 1 Ouvrez l'onglet « Fichiers » de Microcosmos

Pas besoin d'être connecté au détecteur pour cela.

## 2 Cliquez sur « Télécharger DetectionCosmiques3\_0.ino »

Le fichier arrive dans votre dossier **Téléchargements**.

## 3 Ouvrez-le avec l'IDE Arduino

Si l'IDE Arduino n'est pas installé : **Windows** → téléchargez-le sur [arduino.cc/en/software](https://arduino.cc/en/software) ; **Linux Mint** → Gestionnaire de logiciels, « Arduino IDE ». À l'ouverture du fichier, l'IDE propose de le ranger dans un dossier `DetectionCosmiques3_0` : cliquez sur **OK**.

## 4 Choisissez la carte et le port, puis téléversez

En haut de l'IDE, choisissez **Arduino Uno** et son port : `COM3` , `COM4` ... sous Windows, `/dev/ttyACM0` sous Linux, puis cliquez sur la flèche → **Téléverser**. Le message « Téléversement terminé » confirme que c'est fait.

Si Microcosmos est connecté au détecteur, cliquez d'abord sur **Déconnecter** : un seul logiciel à la fois peut utiliser le port de l'Arduino.

**Vérification** : dans l'IDE, ouvrez le **Moniteur série** (loupe en haut à droite), réglez-le sur **9600 bauds** : une ligne du type `D;12;0;1;0` doit apparaître chaque seconde. Fermez ensuite le moniteur série avant de lancer Microcosmos.

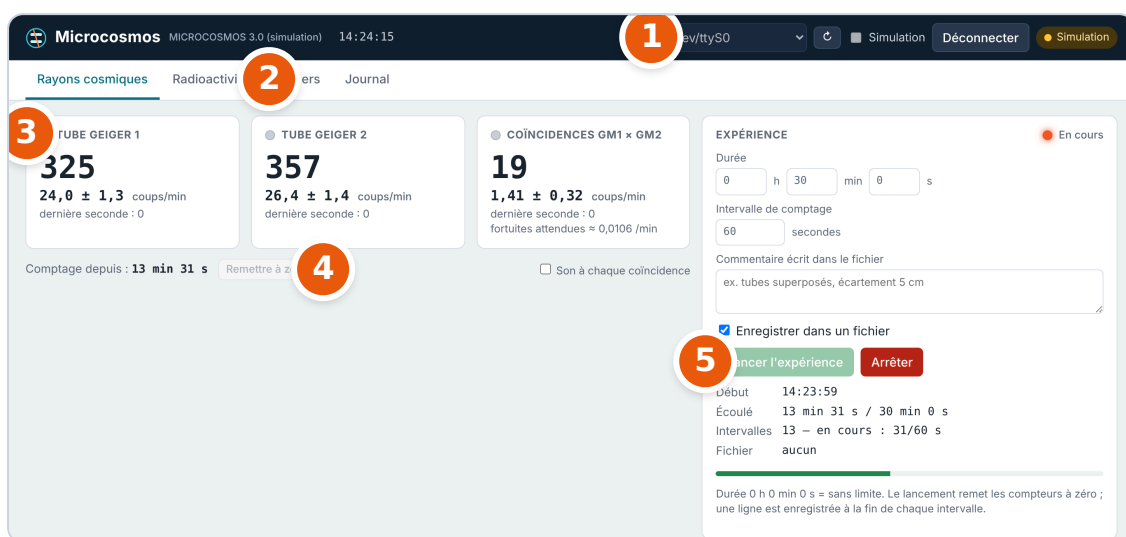
Le même fichier se trouve aussi dans le dossier du logiciel : `arduino/DetectionCosmiques3_0/`. Une carte « compatible » à puce CH340 peut demander un pilote sous Windows (cherchez « pilote CH340 »).

Microcosmos — détecteur et programmes Arduino : Cédric Vanden Driessche ; interface Python-web — conception et direction du projet : Cédric Vanden Driessche (2026), professeur de physique-chimie au lycée Charles de Gaulle à Caen ([cedric.vanden-driessche@ac-normandie.fr](mailto:cedric.vanden-driessche@ac-normandie.fr)) ; développement du code : Claude (Anthropic), sous sa direction. Logiciel libre — licence GNU GPL v3.

# Rayons cosmiques

Connexion, compteurs et expériences avec les deux tubes

3/5 · Rayons cosmiques



- 1 Port de l'Arduino** ( COM3 ... sous Windows, /dev/ttyACM0 sous Linux), puis « **Connecter** ». L'Arduino redémarre : les comptages arrivent après 2 à 3 s. « Simulation » permet d'essayer sans détecteur.
- 2 Choix de l'étude** : onglet **Rayons cosmiques** ou **Radioactivité** (pages 4 et 5). Une seule mesure à la fois.
- 3 Compteurs** : total de chaque tube et des coïncidences, taux en coups/min  $\pm$  incertitude, et **coïncidences fortuites** attendues (dues au hasard).
- 4 Remettre à zéro** les compteurs. Une case permet d'entendre un « bip » à chaque coïncidence.
- 5 Expérience** : durée (0 = sans limite), intervalle, commentaire, puis « Lancer l'expérience ». Une ligne par intervalle est écrite dans le fichier.

## Pendant et après l'expérience

**Graphique** (sous les compteurs) : comptages à chaque intervalle et histogramme comparé à la loi de Poisson.

**Statistique** : si l'écart-type est proche de  $\sqrt{\text{moyenne}}$ , les fluctuations sont purement aléatoires.

**Fichiers** : téléchargez les mesures, ou retrouvez-les dans le dossier **mesures** du logiciel.

## En cas de problème

| Ce que vous voyez                        | Que faire                                                                                                                                    |
|------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Aucun port dans la liste                 | Vérifiez le câble USB de l'Arduino, puis cliquez sur  . |
| « Accès refusé au port »                 | Fermez l'IDE Arduino ou son moniteur série. Sous Linux : faites l'étape 1 de la page 1, puis redémarrez.                                     |
| « Aucune donnée reçue de l'Arduino »     | Le programme DetectionCosmiques3_0 n'est pas dans l'Arduino : voir la page 2.                                                                |
| « L'Arduino utilise l'ancien programme » | Téléversez DetectionCosmiques3_0 (page 2), puis reconnectez-vous.                                                                            |
| Compteur d'un tube toujours à 0          | Vérifiez l'alimentation et le branchement de ce tube (entrées 2 et 3 de l'Arduino).                                                          |
| « pyserial n'est pas utilisable »        | Windows : relancez <code>lancer.bat</code> avec internet. Linux : <code>sudo apt install python3-serial</code> .                             |
| La page ne s'affiche plus                | La fenêtre noire a été fermée : relancez <code>lancer.bat</code> ou <code>lancer.sh</code> .                                                 |

# Radioactivité : lancer une série

4/5 · Radioactivité

Compter les impulsions d'un tube Geiger par tranches de 10 secondes

Connectez le détecteur (page 3, repère 1), puis ouvrez l'onglet **Radioactivité**. Placez la source près du tube choisi.

The screenshot shows the 'Radioactivité' tab in the Microcosmos application. On the left, a box displays the 'DERNIÈRE MESURE' as 28 impulsions en 10 s, with a progress bar and a note 'Mesure suivante dans 8 s · tube 1'. On the right, the 'SÉRIE DE MESURES' section shows two options: '30 mesures' (5 minutes) and '60 mesures' (10 minutes). Below these, there are input fields for 'Autre' (set to 100), 'Tube Geiger utilisé' (set to 'tube 1 (entrée 2)'), and a text area for a comment. A 'Lancer' button is present, along with a checkbox for 'Enregistrer dans un fichier'.

- 1 Dernière mesure** : nombre d'impulsions des 10 dernières secondes. La barre montre l'avancement de la mesure suivante.
- 2 30 mesures** (5 min) ou **60 mesures** (10 min) : un clic lance la série.
- 3 Autre** : nombre de mesures au choix (1 à 1000), puis « Lancer ». La durée correspondante s'affiche à droite.
- 4 Tube Geiger utilisé** : tube 1 (entrée 2) ou tube 2 (entrée 3) de l'Arduino. Le choix est retenu d'une séance à l'autre.
- 5 Commentaire** (noms, source, distance...) et case **Enregistrer dans un fichier**.

## Bon à savoir

**Durée d'une mesure** : elle est comptée par l'Arduino lui-même. Chaque mesure dure exactement 10 s ; la première arrive 10 s après le clic.

**Une seule mesure à la fois** : pendant une expérience « rayons cosmiques », les boutons de série sont grisés, et inversement.

**Ancien programme MicroCosmosRadioactivite** : il fonctionne aussi, avec le tube de l'entrée 2 seulement (le choix du tube disparaît). La première tranche de 10 s, déjà commencée au moment du clic, n'est pas comptée : la première mesure arrive 10 à 20 s après le clic.

# Radioactivité : tableau et histogramme

5/5 · Radioactivité

Pendant la série, puis recopie dans le cahier

Microcosmos MICROCOSMOS 3.0 (simulation) 14:24:30

/dev/ttyS0 Simulation Déconnecter Simulation

Rayons cosmiques Radioactivité Fichiers Journal

DERNIÈRE MESURE

reçue à 14:24:30

12 impulsions en 10 s

Mesure suivante dans 8 s · tube 1

SÉRIE DE MESURES

En cours

1 Mesure 24 / 30

23 mesure(s) faite(s) · fin dans environ 1 min 8 s · tube 1 · fichier radioactivite\_2026-10-14\_14h24m18.txt

Arrêter la série 2

TABLEAU DES MESURES

4 Imprimer Effacer

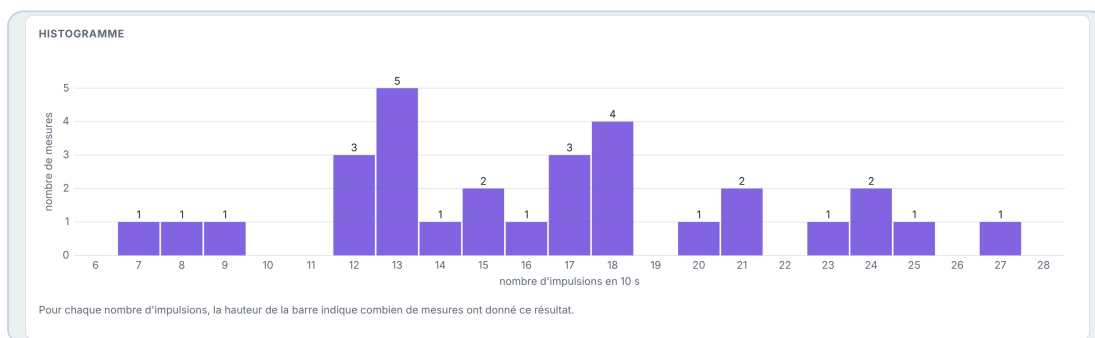
| N° | Impulsions | N° | Impulsions | N° | Impulsions |
|----|------------|----|------------|----|------------|
| 1  | 14         | 11 | 12         | 21 | 15         |
| 2  | 18         | 12 | 8          | 22 | 24         |
| 3  | 23         | 13 | 7          | 23 | 12         |
| 4  | 21         | 14 | 13         |    |            |
| 5  | 13         | 15 | 13         |    |            |
| 6  | 18         | 16 | 27         |    |            |
| 7  | 18         | 17 | 21         |    |            |
| 8  | 12         | 18 | 16         |    |            |
| 9  | 24         | 19 | 13         |    |            |
| 10 | 9          | 20 | 18         |    |            |

3

Chaque mesure est le nombre d'impulsions comptées par le tube Geiger pendant 10 secondes. Recopiez le tableau dans votre cahier.

- Avancement** : numéro de la mesure en cours et temps restant.
- Arrêter la série** : les mesures déjà faites sont conservées (tableau et fichier).
- Tableau des mesures** : colonnes de 10 mesures, en gros chiffres, faciles à **recopier dans le cahier**. La dernière mesure est en couleur.
- Imprimer** n'imprime que le tableau. **Effacer** vide le tableau (le fichier est conservé). Le tableau reste affiché après la fin de la série.

## Histogramme (sous le tableau)



Il se construit au fur et à mesure : pour chaque nombre d'impulsions, la hauteur de la barre donne le nombre de mesures. **La moyenne et l'écart-type ne sont pas affichés** : les élèves les calculent eux-mêmes.

**Fichier** radioactivite\_...txt (dossier **mesures** du logiciel) : numéro, heure et nombre d'impulsions de chaque mesure.

**Pour le professeur** : à la fin du fichier sont écrits le nombre de mesures, la moyenne, l'écart-type,  $\sqrt{\text{moyenne}}$ , le minimum et le maximum.