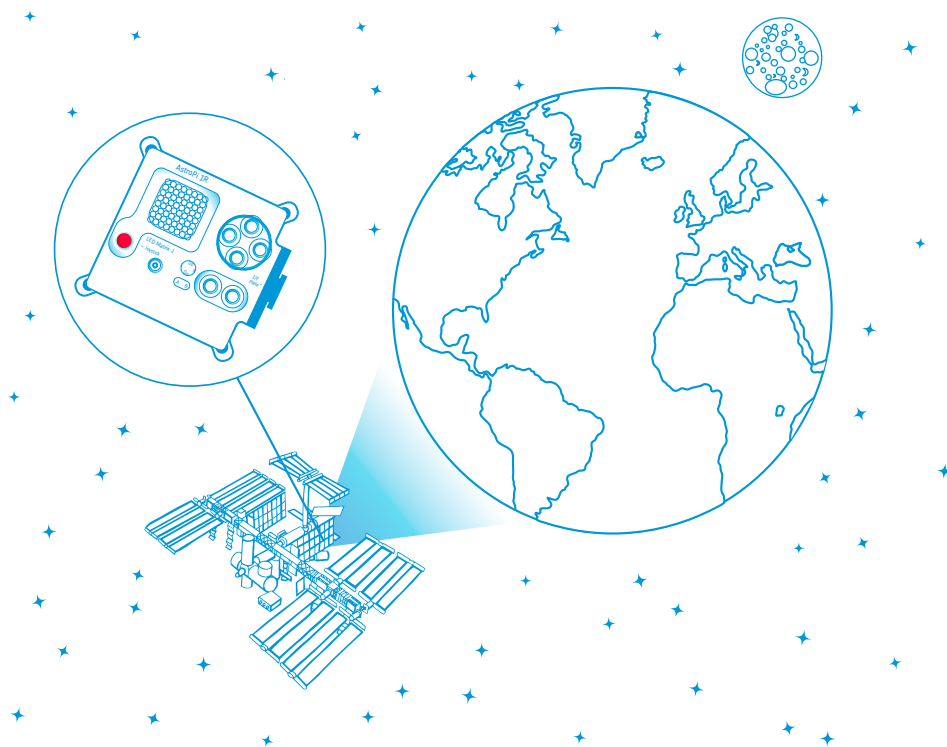


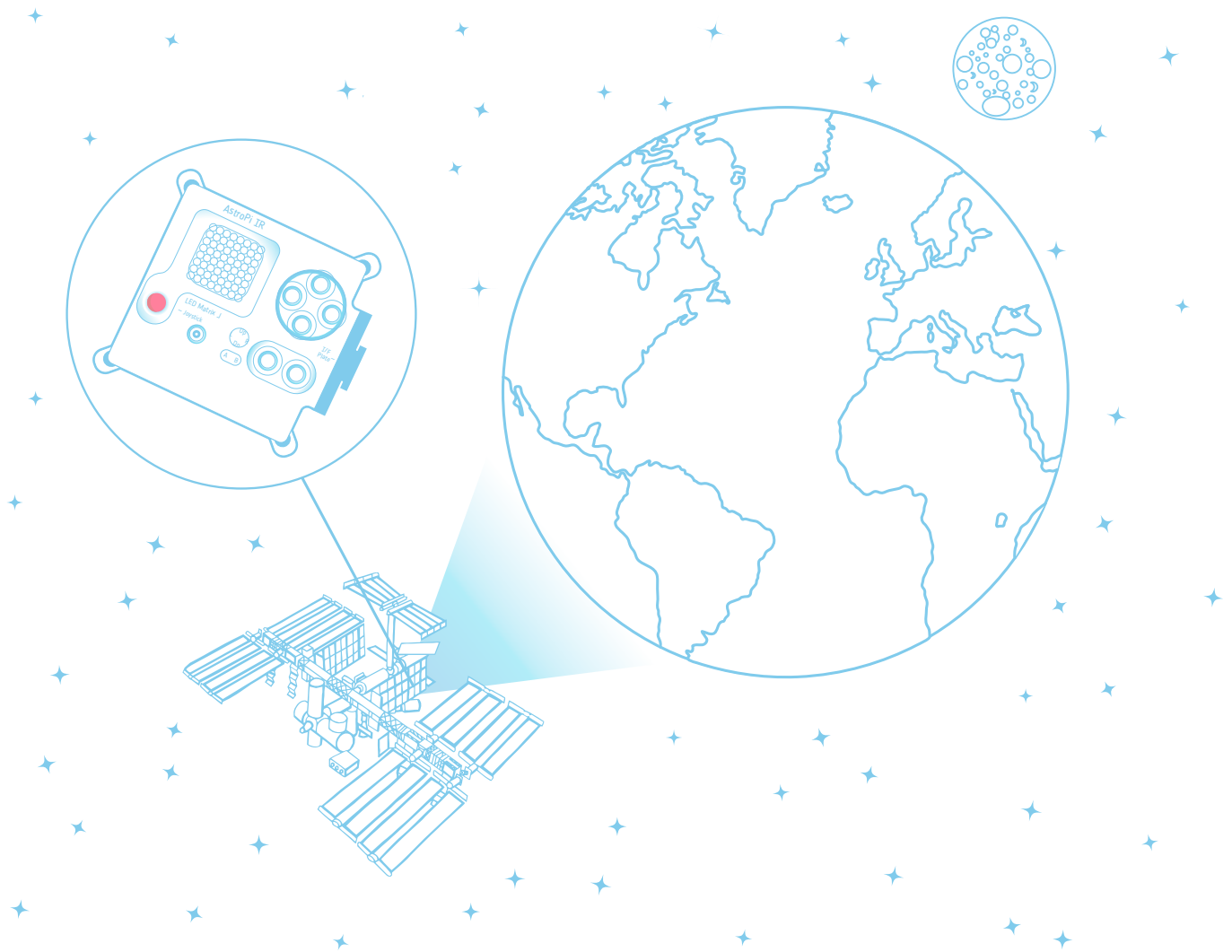
technology | T05.4

teach with space

→ PRISE EN MAIN DES CAMÉRAS ASTRO PI

Utilisation d'un Raspberry Pi pour prendre des photos
et voir dans le proche infrarouge





Activité 0 : Assemblage de la caméra Pi page 4

Activité 1 : Utilisation de la caméra Pi page 5

Activité 2 : Enregistrer des photos fixes
et des vidéos page 10

Activité 3 : Voir dans le proche infrarouge page 13

Extension - Utilisation de la caméra NoIR
pour surveiller la santé des plantes page 15

Prise en main des caméras Astro Pi

Deux Astro Pi spéciaux, baptisés Ed et Izzy, ont été qualifiés pour le vol spatial et sont maintenant à bord de la Station spatiale internationale (ISS). Ed et Izzy sont identiques à un détail près : l'Astro Pi Ed possède une caméra standard fonctionnant dans la lumière visible et l'Astro Pi Izzy possède quant à lui une caméra infrarouge (ou NoIR). Les caméras couvrent toutes deux le spectre visible. Toutefois, celui de la caméra NoIR a encore été étendu au proche infrarouge afin de disposer de nombreuses options additionnelles pour des expérimentations. Les caméras permettent toutes deux d'enregistrer des images fixes, des séquences vidéo et des séquences d'images fixes.

Au fil de ces activités, vous découvrirez les caméras Astro Pi et apprendrez les bases du langage de codage indispensable et nécessaire pour les programmer.

Équipement

- Raspberry Pi
- Alimentation électrique
- Caméra Pi (visible et NoIR)
- Écran
- Clavier et souris USB

En bref

Tranche d'âge : 14-19 ans

Type : activité pour les élèves

Difficulté : facile

Temps nécessaire : 2 heures

Matériel utilisé : kit Astro Pi, clavier, souris, écran d'ordinateur, télécommande de télévision

Résumé

Ce guide aide à se familiariser avec les caméras du kit Astro Pi. Il comprend des instructions pour le paramétrage et l'utilisation de la caméra pour l'enregistrement d'images fixes et de vidéos, de même que des suggestions pour de possibles utilisations de la caméra. Le but est d'inspirer les élèves et de les aider à explorer par eux-mêmes le champ des possibilités.

Objectifs pédagogiques

- Savoir installer et paramétrer les caméras Astro Pi.
- Savoir enregistrer des photos fixes et des vidéos avec les caméras.
- Apprendre à appliquer des filtres aux caméras.
- Comprendre les fondements du spectre électromagnétique, notamment l'infrarouge.
- Discuter de quelle manière surveiller la santé des plantes avec une caméra dans le proche infrarouge.

→ ACTIVITÉ 0 : ASSEMBLAGE DE LA CAMÉRA PI

Dans cette activité, vous allez assembler la caméra Pi, la connecter et l'activer sur le Raspberry Pi.

Exercice :

1. Éteignez d'abord le Raspberry Pi et débranchez son alimentation électrique. Vous pourrez ensuite connecter votre caméra. Choisissez l'une ou l'autre caméra car la procédure d'installation est la même pour les deux caméras. Localisez le port de la caméra, tirez le verrouillage vers le haut et insérez le câble en nappe. Le port doit se trouver entre les ports Ethernet et HDMI, les connecteurs argentés faisant face au port HDMI. La partie bleue du câble doit se trouver en face du port Ethernet.

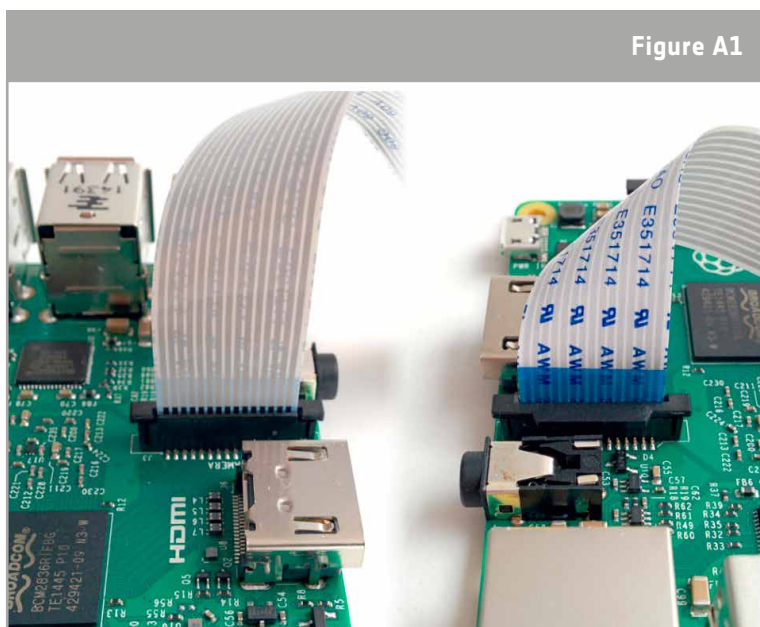


Figure A1

Note : pour éviter tout problème technique, installez la caméra dans l'Astro Pi uniquement quand l'ordinateur est éteint.

2. Mettez en marche le Raspberry Pi.
3. Choisissez Main menu → Preferences → Raspberry Pi Configuration [Menu principal → Préférences → Configuration du Raspberry Pi]

↑ Câble en nappe de la caméra connecté au Raspberry Pi.

4. Ensuite, dans la rubrique Interface, assurez-vous que la caméra est activée pour votre appareil. Si elle n'est pas activée, activez-la et redémarrez le Raspberry Pi.

Note : pour pouvoir utiliser la bibliothèque PiCamera, vous devez posséder une version actualisée de Raspbian. Si vous ne l'avez pas, vous devrez l'installer dans une fenêtre de terminal. La fenêtre de terminal s'ouvre après avoir cliqué sur le symbole cerclé en bleu de la Figure A2. La commande à utiliser est : `sudo apt-get install python3-picamera`.

Notez que vous aurez besoin d'une connexion à l'Internet pour effectuer cette opération.

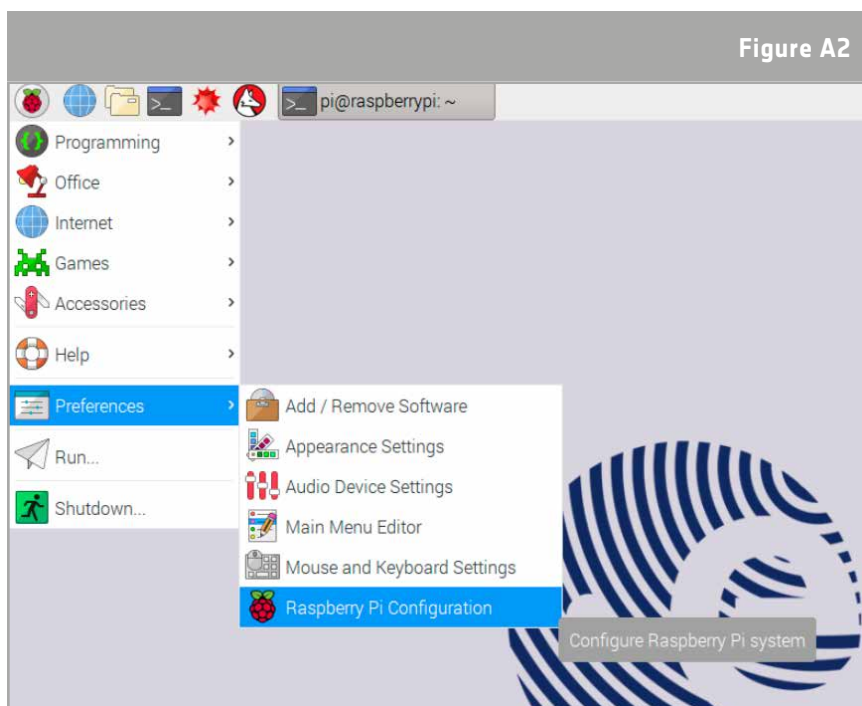


Figure A2

↑ Accès au menu de Configuration du Raspberry Pi.

→ ACTIVITÉ 1 : UTILISATION DE LA CAMÉRA PI

Les caméras Astro Pi qui sont à bord de l'ISS sont des caméras d'une résolution de cinq mégapixels délivrant des images fixes de grande qualité et supportant plusieurs modes d'enregistrement vidéo - comme ceux qu'on peut trouver sur un téléphone mobile normal.

Dans cette activité, vous apprendrez à connaître les fonctions de base des caméras Astro Pi.

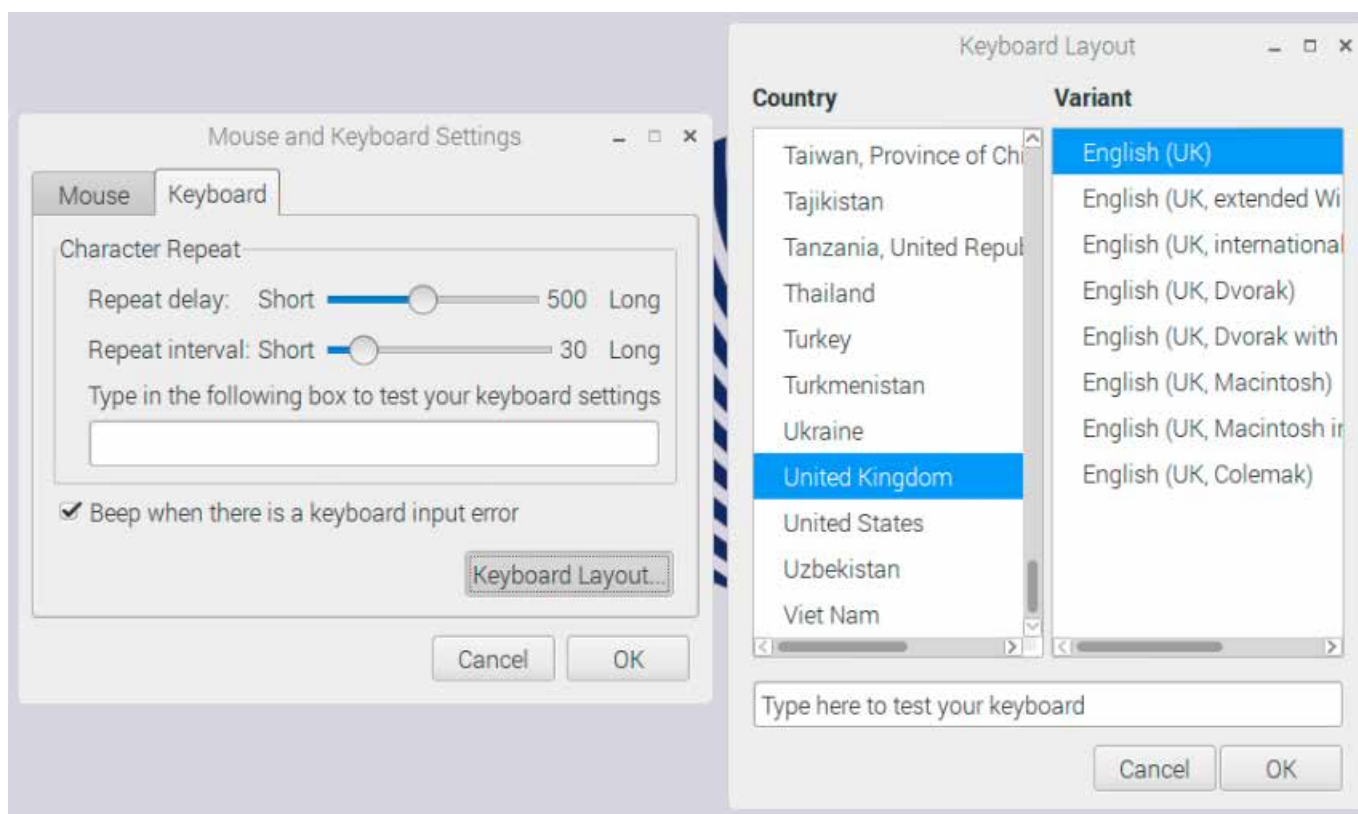
Activité 1.1 – Souriez pour la photo !

Pour débiter cette activité, nous allons vous visualiser.

Exercice

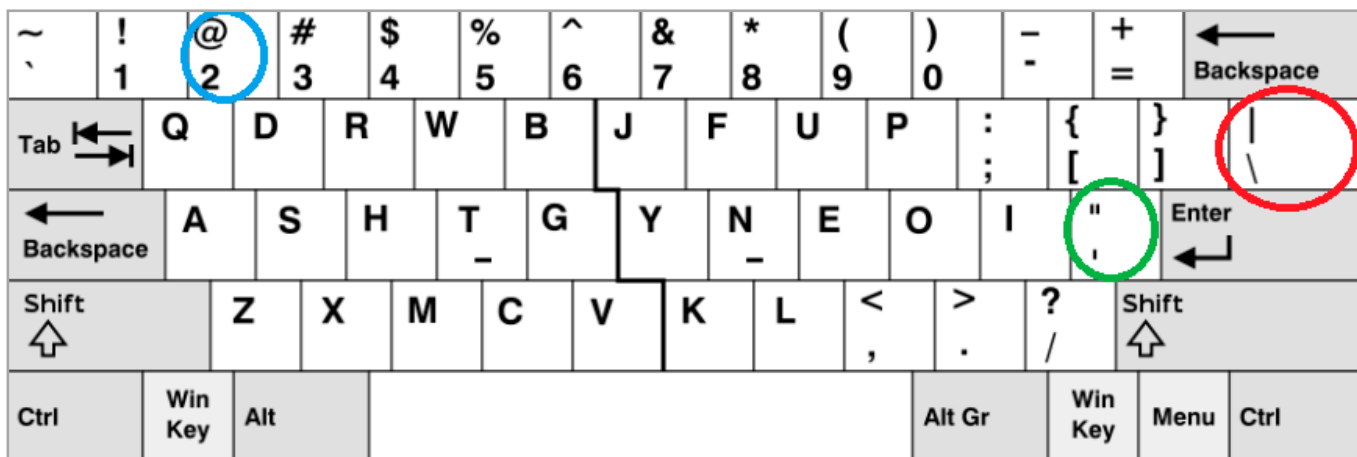
1. Ouvrez Python 3 en cliquant sur le logo Raspberry en haut de l'écran. Le menu s'ouvre ensuite. Sélectionnez Programming [Programmer] > Python 3. Cette opération ouvre une fenêtre contenant le shell de Python.

Note : vous devrez peut-être modifier les paramètres du clavier dans le Raspberry Pi afin de pouvoir utiliser des touches importantes comme ' , " et #. Les paramètres du clavier sont accessibles sous le même menu Preferences que dans l'activité o.



L'emplacement des touches ci-dessus dépend de la définition du clavier que vous choisirez. Sur le clavier anglais (UK) les touches sont affectées de la manière suivante :

- # touche barre oblique inverse (\)
- " appuyer sur les majuscules et 2
- , près de la touche Entrée



Remarque : dans le langage Python, le signe # est utilisé pour introduire des commentaires, tout ce qui suit # sur la même ligne est exécuté comme une partie du code. Il peut être très utile d'employer des commentaires pour préciser ce qui est exécuté à chaque ligne afin de mieux comprendre ce que vous avez programmé quand vous passez tout en revue.

2. Sélectionnez File > New File [Fichier > Nouveau fichier], et saisissez le code suivant dans la nouvelle fenêtre.

```
File Edit Format Run Options Windows Help
from picamera import PiCamera
from time import sleep

camera = PiCamera()
camera.start_preview()
sleep(10)
camera.stop_preview()
```

3. Enregistrez le code et exécutez-le. Que se passe-t-il ?

Note : ne donnez pas le nom « picamera.py » à votre fichier. Si la visualisation de la caméra ne se termine pas, vous pouvez utiliser le raccourci clavier alt+F4 pour fermer la fenêtre.

4. Essayez de déplacer la caméra et observez ce qui se passe sur le moniteur. Pouvez-vous expliquer ce qui se passe à chaque ligne de code ?

```

File Edit Format Run Options Windows Help
from picamera import PiCamera
from time import sleep #Imports the camera and time libraries (1)

camera = PiCamera() #Defines the Pi Camera as a variable (2)
camera.start_preview() #Starts the camera preview (3)
sleep(10) #10 second delay (4)
camera.stop_preview() #Stops the camera preview (5)

```

↑ Les commentaires (introduits ici par le signe #) saisis dans ce code expliquent ce qui se passe à chaque étape. Ils ne sont utiles que pour les êtres humains car l'ordinateur les ignore.

(1) #Importe les bibliothèques de caméra et de temps, (2) #Définit la caméra Pi comme une variable, (3) #Démontre la visualisation de la caméra, (4) #10 secondes de retardement, (5) #Arrête la visualisation de la caméra

5. Les deux caméras (Pi et Pi NoIR) peuvent capturer des images fixes de 2592 x 1944 pixels et des séquences vidéo de 1920 x 1080 pixels, c'est-à-dire des photos et des vidéos en haute résolution. Pour modifier la résolution, nous pouvons utiliser la commande `camera.resolution` [résolution de caméra]. Pour passer par exemple à la résolution 1024 x 768, le code serait le suivant :

```

File Edit Format Run Options Windows Help
from picamera import PiCamera
from time import sleep

camera = PiCamera()
camera.resolution = (1024,768)
camera.start_preview()
sleep(5)
camera.stop_preview()

```

Essayez de programmer la résolution minimum de la caméra (64x64). Pouvez-vous comparer les deux images ? Est-ce que des détails importants sont perdus dans l'image de plus faible résolution ?

6. Essayez maintenant de régler la résolution pour qu'elle soit identique à celle de votre smartphone. Est-ce que cela fonctionne ? Conseil : vous pouvez vous aider de l'Internet pour trouver la résolution de votre smartphone.

Remarque : Le kit Astro Pi comprend la caméra « Visible Pi Camera V2 » et la caméra « NoIR Pi Camera V2 », alors que les Astro Pi Ed et Izzy ne sont équipés que de la version V1 ! Le principal changement est qu'elles supportent des résolutions maximums différentes. Pour apprendre quelles sont les différences, voyez la page sous le lien suivant :

www.raspberrypi.org/documentation/hardware/camera

Activité 1.2 – Changer l’orientation de la caméra

Après la connexion, l’orientation de la caméra Astro Pi peut ne pas correspondre à votre attente. Aucun problème. Vous pouvez toujours enregistrer des photos et des vidéos et les tourner par la suite. Il peut toutefois être plus pratique de changer l’orientation de l’image avant de l’enregistrer. Ainsi, ce que vous verrez correspondra exactement aux images finales que vous enregistrerez.

Exercice

1. Essayons de changer l’orientation de la caméra. Utilisez ce code pour pivoter l’image :

```
File Edit Format Run Options Windows Help
from picamera import PiCamera
from time import sleep

camera = PiCamera()
camera.rotation = 180
camera.start_preview()
sleep(10)
camera.stop_preview()
```

2. Pouvez-vous écrire un code pour que l’image de la caméra soit tournée de 90° toutes les 3 secondes ?
Écrivez votre code ici et essayez-le ensuite sur l’Astro Pi :

Il existe différentes manières d’aborder ce problème ; une solution est proposée ci-après :

```
File Edit Format Run Options Windows Help
from picamera import PiCamera
from time import sleep

x=0

camera = PiCamera()
camera.start_preview()
for x in [0,90,180,270]:
    camera.rotation = x
    sleep(3)
camera.stop_preview()
```


Activité 1.3 – Du texte pour annoter les images

Ajouter un texte à une image est une bonne manière pour l'enrichir avec des informations. Il peut s'agir tout simplement de la date ou de l'heure, mais aussi des coordonnées de l'endroit où la photo ou la vidéo a été prise.

Exercice

1. La ligne suivante permet d'ajouter un texte à l'image :

```
camera.annotate_text = 'Bonjour depuis la Terre'
```

```
File Edit Format Run Options Windows Help
from picamera import PiCamera
from time import sleep

camera = PiCamera()
camera.start_preview()
camera.annotate_text = 'Greetings from Earth' (1)
sleep(5)
camera.stop_preview()
```

(1) 'Bonjour depuis la Terre'

Note : Pour changer la taille des caractères du texte, utilisez la commande :

```
'camera.annotate_text_size = '
```

→ ACTIVITÉ 2 : ENREGISTRER DES PHOTOS FIXES ET DES VIDÉOS

Vous savez déjà comment utiliser la caméra pour montrer une image. Pour la mission Astro Pi cependant, il faut que vous collectiez des données. Les données que vous collecterez pourront être des images, des fichiers-journaux ou des fichiers csv contenant une table avec les données de votre capteur. Cette activité vous apprendra comment capturer une image fixe et une vidéo.

Activité 2.1 Faites un selfie !

Commençons par vous prendre en photo.

Exercice

1) Ouvrez une nouvelle fenêtre de Python 3 et saisissez le code ci-dessous.

```
File Edit Format Run Options Window Help
from picamera import PiCamera
from time import sleep

camera = PiCamera()
camera.start_preview() #Starts the preview
sleep(5) #Runs for five seconds
camera.capture('/home/pi/Desktop/image.jpg') #Saves an image to the desktop named image.jpg
camera.stop_preview()
```

(1)
(2)
(3)

(1) #Démarré la visualisation, (2) #Exécution pendant 5 secondes, (3) #Enregistre sur le bureau une image appelée image.jpg

2) Sélectionnez File > Save As [Fichier > Enregistrer sous] et donnez un nom au fichier de votre programme. Sélectionnez ensuite Run > Run Module [Exécuter > Exécuter le module]. Vous venez d'enregistrer votre première image Astro Pi pour votre album Astro Pi.

3) Nous allons maintenant créer une séquence d'images fixes. Pour ce faire, on capture des images fixes à un intervalle de temps donné pendant une période prolongée. Pour essayer la fonction de séquence d'images fixes, nous allons prendre une série de 5 images en employant une instruction de boucle for.

Vous devrez donner un nom aux images capturées en vous aidant d'un itérateur. Cela signifie que chaque image que nous prendrons sera enregistrée avec un nom différent et que nous ne perdrons aucune des images précédentes ! Pour y parvenir, nous aurons besoin d'une ligne de code comme celle-ci :

```
camera.capture('/home/pi/Desktop/image%s.jpg' % i),
```

i étant un itérateur. Cela signifie qu'à chaque fois dans la boucle, le numéro enregistré comme *i* est augmenté de 1 et le numéro dans le nom du fichier est lui aussi augmenté de 1.

```
File Edit Format Run Options Windows Help
from picamera import PiCamera
from time import sleep

camera = PiCamera()
camera.start_preview()
for i in range(5): #Begins the iteration
    sleep(5)
    camera.capture('/home/pi/Desktop/image%s.jpg' % i) #Saves a picture every five seconds
    #as image0.jpg, image1.jpg... etc.
camera.stop_preview()
```

(1)
(2)
(3)

(1) #Démarré l'itération, (2) #Enregistre une image toutes les cinq secondes, (3) #comme image0.jpg, image1.jpg... etc.

Vous pouvez maintenant visionner manuellement votre première séquence d'images fixes dans l'Astro Pi en affichant la première photo et en appuyant sur la touche flèche vers la droite du clavier pour faire défiler les autres images à la manière d'un diaporama.

Activité 2.2 Lumières, caméra, action !

Prendre des images fixes est une manière formidable d'utiliser une caméra pour collecter des informations. L'autre méthode consiste à capturer une vidéo. Nous allons maintenant voir comment utiliser la caméra pour créer une vidéo.

Exercice

1) La ligne ci-dessous est la commande utilisée pour lancer l'enregistrement :

```
camera.start_recording('path')
```

'path' étant l'emplacement où vous voulez enregistrer la vidéo.

Aidez-vous du code ci-dessous pour créer une simple vidéo :

Ne vous laissez pas perturber par 'h264' ; il s'agit simplement du type de fichier utilisé pour enregistrer nos vidéos, comme 'jpg' pour les images fixes !

```
File Edit Format Run Options Windows Help
from picamera import PiCamera
from time import sleep

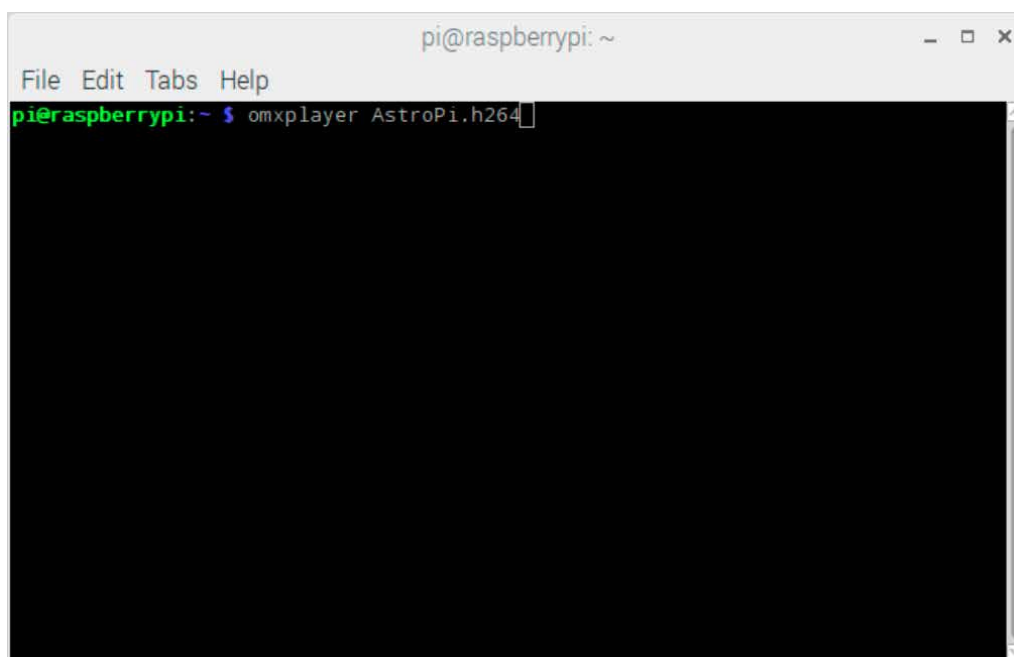
camera = PiCamera()
camera.start_preview()
camera.start_recording('/home/pi/Desktop/AstroPi.h264') #Begins recording a video named 'AstroPi' to the desktop (1)
camera.wait_recording(10) #Records for 10 seconds (2)
camera.stop_recording() #Stops recording the video (3)
camera.stop_preview()
```

(1) #Démarre l'enregistrement d'une vidéo appelée 'AstroPi' sur le bureau, (2) #Enregistre pendant 10 secondes, (3) #Arrête l'enregistrement de la vidéo

Pour lire votre vidéo, vous devrez ouvrir une fenêtre de terminal et saisir la commande suivante :

```
omxplayer AstroPi.h264
```

Le terminal se présentera de la manière suivante :



```
pi@raspberrypi: ~
File Edit Tabs Help
pi@raspberrypi:~ $ omxplayer AstroPi.h264
```

L'équipe Astro Pi de l'ESA aimerait beaucoup voir les vidéos que vous créez ! Peut-être aurez-vous envie d'enregistrer un message pour un astronaute et de nous l'envoyer ?

Envoyez vos vidéos à astropi@esa.int !

2) Discutez les avantages et les inconvénients des images fixes et des enregistrements vidéo. Si vous pointiez la caméra vers la Terre depuis la station ISS, quels seraient les avantages des images fixes ou de la vidéo ?

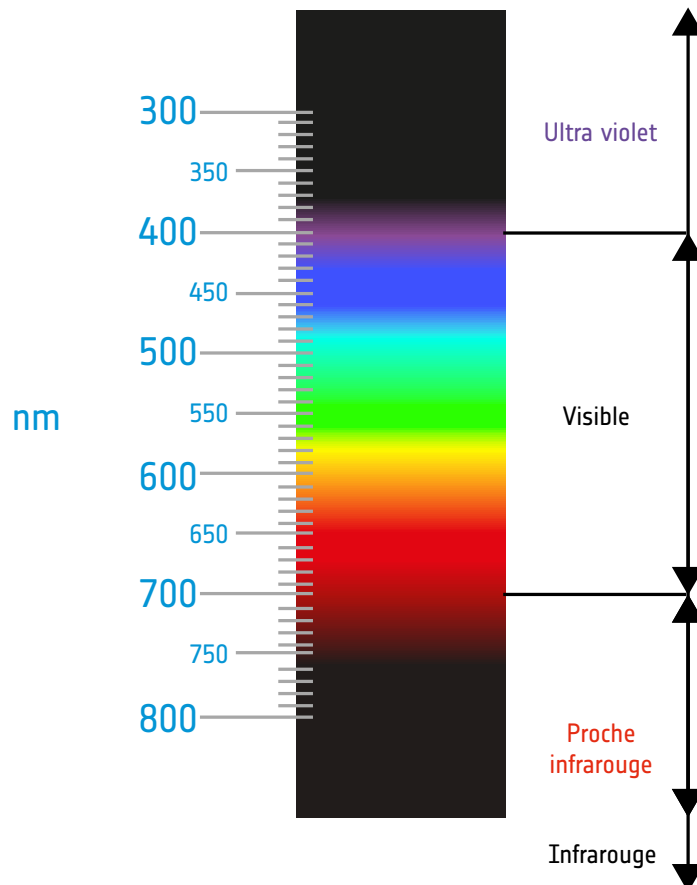
Visitez les sites ci-dessous pour admirer quelques photos et séquences en accéléré que l'astronaute Paolo Nespoli de l'ESA a faites de la Terre avec son appareil professionnel quand il était à bord de l'ISS !

[Photos from ESA astronaut Paolo Nespoli's VITA mission to the International Space Station](#)

[VITA mission 'Timelapse a Day' edition - from California to Mexico](#)

→ ACTIVITÉ 3 : VOIR DANS LE PROCHE INFRAROUGE

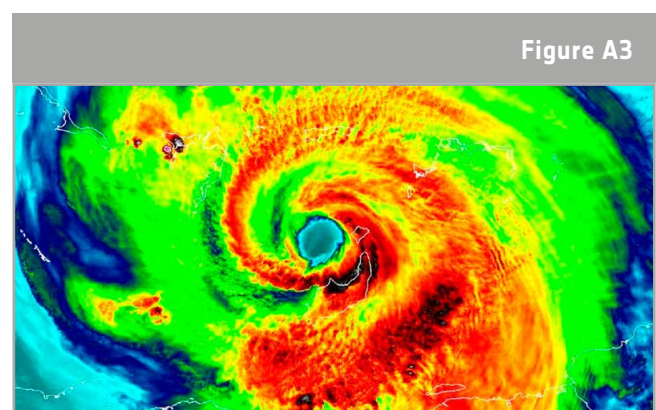
Le proche infrarouge est une portion du spectre électromagnétique. Nous utilisons le spectre électromagnétique pour classer les ondes et les phénomènes autour de nous dans notre vie de tous les jours. La portion du spectre électromagnétique qui nous est la plus familière est le spectre visible. Il s'agit de la lumière et des couleurs de l'arc-en-ciel. Le proche infrarouge est une onde de type différent que l'œil humain ne peut pas voir, comme il ne peut pas voir les micro-ondes ou les rayons X. La télécommande d'une télévision envoie un faisceau dans le proche infrarouge quand on appuie sur une de ses touches. Nous ne pouvons pas le voir, mais la caméra NoIR oui !



De nombreuses caméras sont capables de « voir » dans le proche infrarouge. Cependant, pour éviter la distorsion chromatique, les téléphones mobiles et les petites caméras sont habituellement équipés d'un filtre à infrarouge qui laisse uniquement passer la lumière visible. Sur la caméra NoIR, ce filtre a été retiré et elle est donc sensible à cette portion du spectre IR qui est proche de la lumière rouge visible. Faisons le test.

Ce qu'une caméra proche infrarouge ne peut pas voir

Il est important de faire la distinction entre une caméra proche infrarouge et une caméra infrarouge thermique. Quand on évoque une caméra infrarouge, vous pensez certainement à des images très colorées montrant des différences de températures. Une caméra proche infrarouge en revanche ne voit malheureusement pas la portion thermique du spectre. Vous ne pourrez donc pas faire des images comme cette photo de la NASA utilisée pour suivre les points chauds de l'ouragan Irma.



↑ Ouragan Irma.

Exercice

1) Appuyez sur les boutons d'une télécommande de télévision, pouvez-vous observer quelque chose au niveau de l'émetteur à l'extrémité de la télécommande ?

2) Écrivez dans Python un programme qui montre une image pendant 15 secondes. Éteignez les lumières de la pièce, pointez la télécommande TV vers la caméra et appuyez sur une touche quelconque de la télécommande. Que se passe-t-il ?

3) Peut-on le voir dans la lumière du jour ? À quoi peuvent être dues les différences que vous observez ?

4) Pouvez-vous identifier dans le ciel nocturne les objets qui sont sources de lumière proche infrarouge ? Quels problèmes peut-on rencontrer quand on essaie de voir ces objets avec la caméra NoIR ?

Le saviez-vous...



Les astronomes doivent déployer de grands efforts pour collecter les images dont ils ont besoin pour leurs travaux de recherche ! De nombreux observatoires comme ici celui du Mauna Kea sont installés très haut sur des montagnes. Les radiations du proche infrarouge sont absorbées par la vapeur d'eau si bien qu'il faut placer les télescopes au-dessus des nuages pour obtenir des images claires.

Extension - utilisation de la caméra NoIR pour surveiller la santé des plantes

Les capteurs embarqués sur les satellites peuvent aussi « voir » d'autres portions du spectre électromagnétique. Les chercheurs en sciences spatiales étudient les radiations dans le proche infrarouge pour surveiller la végétation terrestre depuis l'espace. Les plantes renvoient une grande partie de la lumière proche infrarouge, les plantes en bonne santé davantage que les plantes stressées. Les plantes en bonne santé réfléchissent la plus grande partie de cette lumière parce qu'elles n'en ont pas besoin pour la photosynthèse. Tout comme nous avons besoin de respirer pour vivre, les plantes emploient la photosynthèse pour rester en vie. Elles utilisent la lumière pour produire de l'oxygène et des hydrates de carbone. La chlorophylle joue un rôle très important dans cette réaction. Elle absorbe les lumières de grandes (lumière rouge) et courtes (lumière bleue) longueurs d'ondes. La lumière verte n'est pas absorbée, raison pour laquelle nous voyons les feuilles des plantes en vert.

Le saviez-vous ?



La mission Sentinel-3 a pour objectif de mesurer les océans et les terres au moyen de trois satellites polyvalents (Sentinel-3A, Sentinel-3B et Sentinel-3C). L'Ocean and Land Colour Instrument de Sentinel-3A, un instrument qui mesure la couleur, est capable de « voir » la chlorophylle dans la végétation. La quantité de chlorophylle dans les plantes joue un rôle important pour la détermination de leur état de santé. L'observation de la chlorophylle depuis l'espace est un outil précieux pour la gestion de la végétation, l'agriculture et l'exploitation forestière.

Votre tâche consiste à étudier de quelle manière vous pourriez utiliser la caméra NoIR pour examiner la santé des plantes.

Pour ce faire, vous allez utiliser le dernier accessoire du kit Astro Pi de l'ESA : le petit carré bleu. Il s'agit d'un filtre bleu (nous l'appelons ainsi parce qu'il semble être bleu à nos yeux) qui bloque la lumière rouge et verte et laisse passer la lumière bleue et proche infrarouge. La fiche de caractéristiques du filtre bleu se trouve [ici](#).

Utilisez le questionnaire ci-dessous pour vous guider dans votre démarche !

1) Quelle partie de la feuille est principalement responsable de la couleur des plantes ?

2) En quoi consiste la différence entre les plantes en bonne et en mauvaise santé ?

→ LIENS UTILES

Webinar de formation à Astro Pi :

astro-pi.org/updates/mission-space-lab-training-webinar

Astro Pi GitHub:

www.raspberrypi.org/learning/astro-pi-guide

Ressources Astro Pi produites par STEM UK :

www.stem.org.uk/elibrary/collection/4204

Information sur les caméras Astro Pi :

www.raspberrypi.org/documentation/hardware/camera

Photos prises par Paolo Nespoli :

www.flickr.com/photos/astro_paolo

Informations sur le filtre bleu :

www.raspberrypi.org/blog/whats-that-blue-thing-doing-here

Ressources pour la caméra Astro Pi produites par la Raspberry Pi Foundation :

projects.raspberrypi.org/en/projects/getting-started-with-picamera

teach with space – prise en main des caméras astro pi | T05.4
www.esa.int/education

Faites part de vos réactions et de vos commentaires à l'ESA Education Office
astropi@esa.int

Une production ESA Education
en collaboration avec ESERO Pologne et ESERO Pays Bas

Copyright 2018 © European Space Agency