

Déterminer la vitesse de l'ISS

Programmer votre boîtier Astro Pi



Activité 1 : La station spatiale internationale

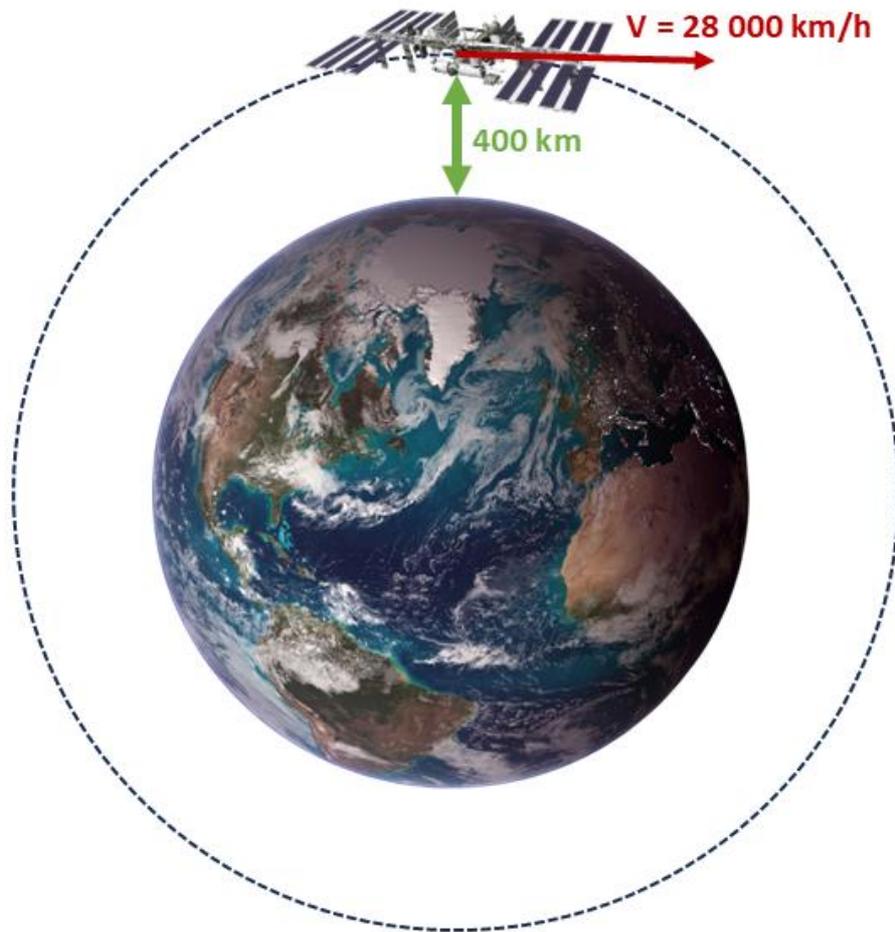
La station spatiale internationale est née à la fin du dernier millénaire d'une collaboration entre les agences spatiales européenne, japonaise, canadienne, russe et Étatsunienne (les deux dernières étant les principales investisseuses). Elle a notamment pris le relais de la station soviétique MIR. Cette station, placée à environ 400 km d'altitude, est le plus gros satellite jamais construit. Compte tenu de sa vitesse moyenne de 28 000 km/h et sa proximité avec la Terre, l'ISS effectue 16 fois le tour de notre planète en une journée. Les astronautes à bord peuvent donc observer jusqu'à 16 levers et couchers de soleil par jour.

L'objectif principal de l'ISS est d'étudier les effets de la micropesanteur. Pour cela, de très nombreuses expériences sont réalisées en continu et en simultanée à bord de la station pour étudier le fonctionnement du système cardio-vasculaire, analyser les propriétés de certains fluides et matériaux ou encore observer la croissance de végétaux.

Depuis 2015, des ordinateurs Raspberry Pi sont présents à bord de l'ISS, les premiers ayant été montés par l'astronaute Tim Peake. Ils permettent notamment aux jeunes, dans le cadre du projet Astro Pi, de mener des recherches scientifiques dans l'espace en écrivant des programmes informatiques courts qui pourront être exécutés sur ces ordinateurs à bord de l'ISS.



L'astronaute britannique Tim Peake tenant un Astro Pi à bord de l'ISS © ESA



Quelques questions sur la station spatiale internationale :

Quelle est la masse de l'ISS ?

La masse de l'ISS est d'environ 420 tonnes.

En quelle année fût lancé le premier module de la station spatiale ? Quel est son nom ?

Le premier module de la station spatiale, le module russe Zarya, fut lancé en 1998.

Quelle est la taille de la station spatiale ?

L'ISS mesure 109m de long et 73m de large, approximativement la taille d'un terrain de football.

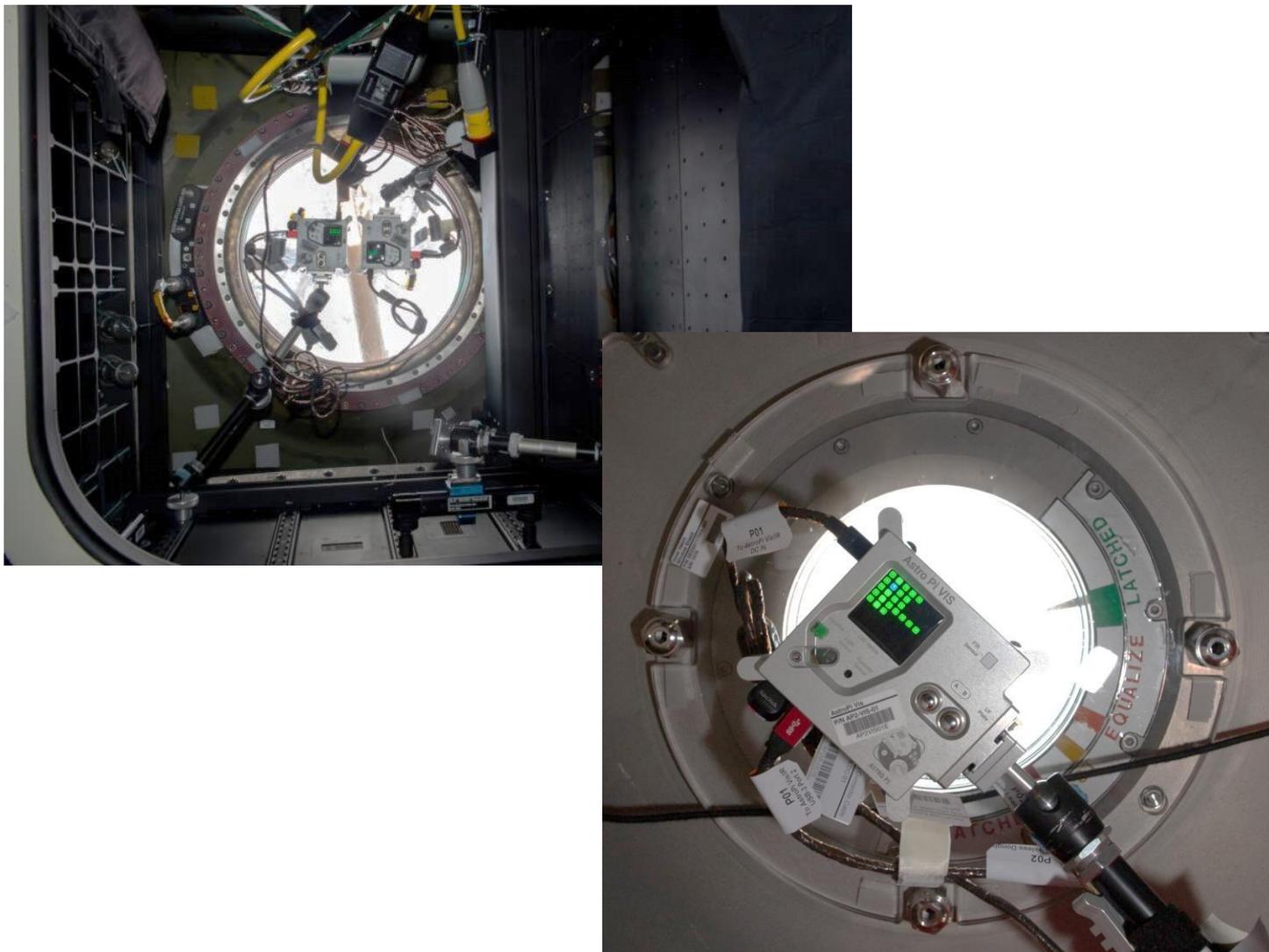
En moyenne, combien d'astronautes sont présents à bord de l'ISS ?

En moyenne, sept astronautes sont présents à bord de l'ISS

Activité 2 : Calculer la vitesse de la station spatiale ?

A. Les boîtiers Astro Pi

Les deux boîtiers Astro Pi présents à bord de la station spatiale internationale sont positionnés face à un hublot donnant sur la Terre. Les appareils photos peuvent ainsi être déclenchés par un programme codé en langage Python, que nous allons réaliser. Il est même possible d'annoter les photos pour connaître la position de la photo ainsi que la date et l'heure de la prise de vue.



© ESA

B. Calculer la vitesse de l'ISS avec un Astro Pi

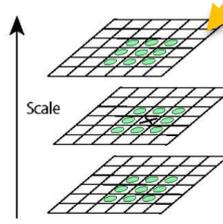
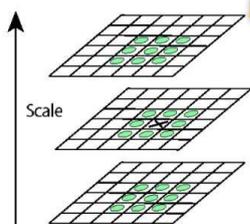
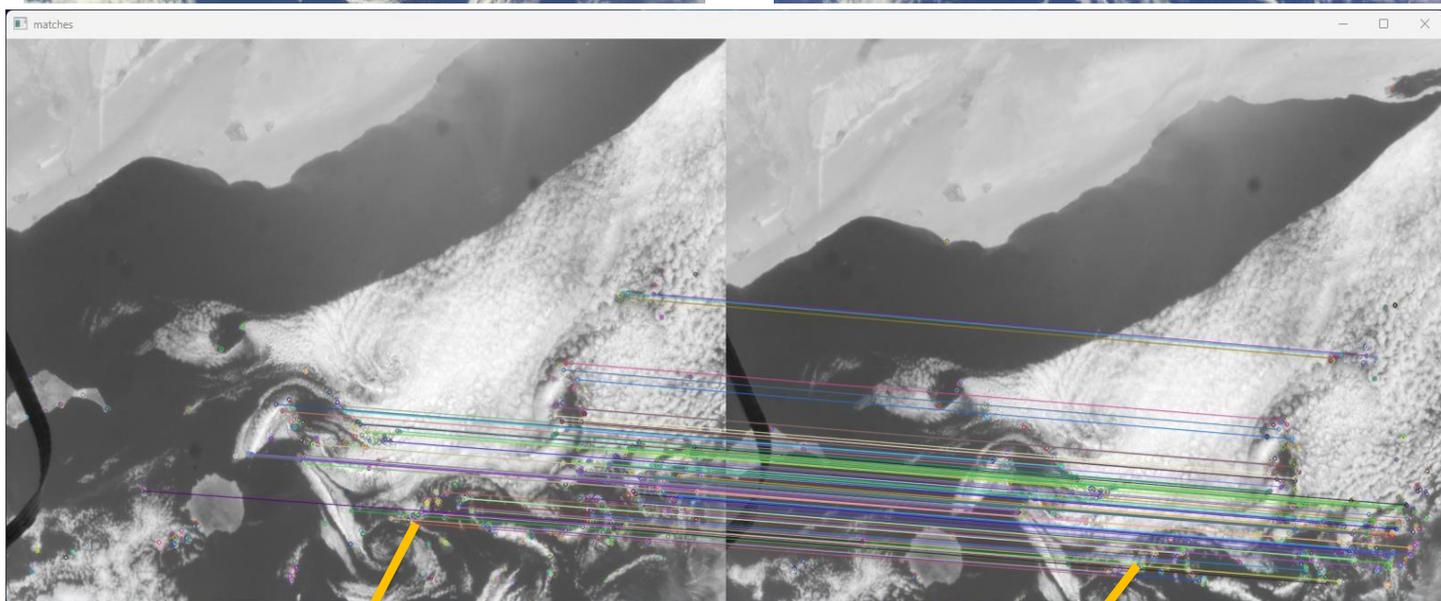
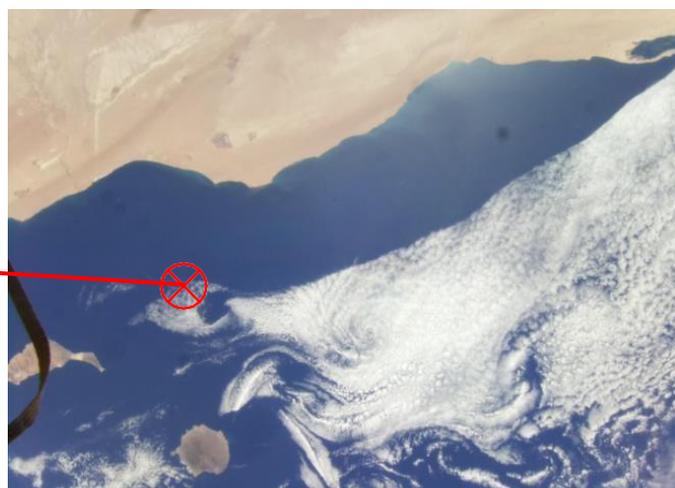
À partir des photos réalisées avec les boîtiers Astro Pi, il est possible de déterminer la vitesse de la station spatiale. Pour cela, il suffit de prendre deux photos à quelques secondes d'intervalle. En connaissant l'échelle de la photo et en repérant le déplacement de deux points précis sur la photo, on peut connaître la distance parcourue en un temps donné.

Pour cela, il est possible d'utiliser le logiciel [OpenCV](#) et la méthode [SIFT](#) (Scale-Invariant Feature Transform). Ce logiciel utilise l'intelligence artificielle pour rechercher sur la photo ce que l'on appelle des « descripteurs », en analysant point par point les images 1 et 2 et en identifiant des « matches », des points communs. Le logiciel pourra ainsi déterminer la distance entre ces deux points et calculer automatiquement la vitesse en utilisant la relation suivante :

$$\text{Vitesse} = \frac{\text{Distance parcourue}}{\text{Temps de parcours}}$$

Photo 1 : prise à $t_0 = 0$ seconde

Photo 2 : prise à $t_1 = 5$ secondes

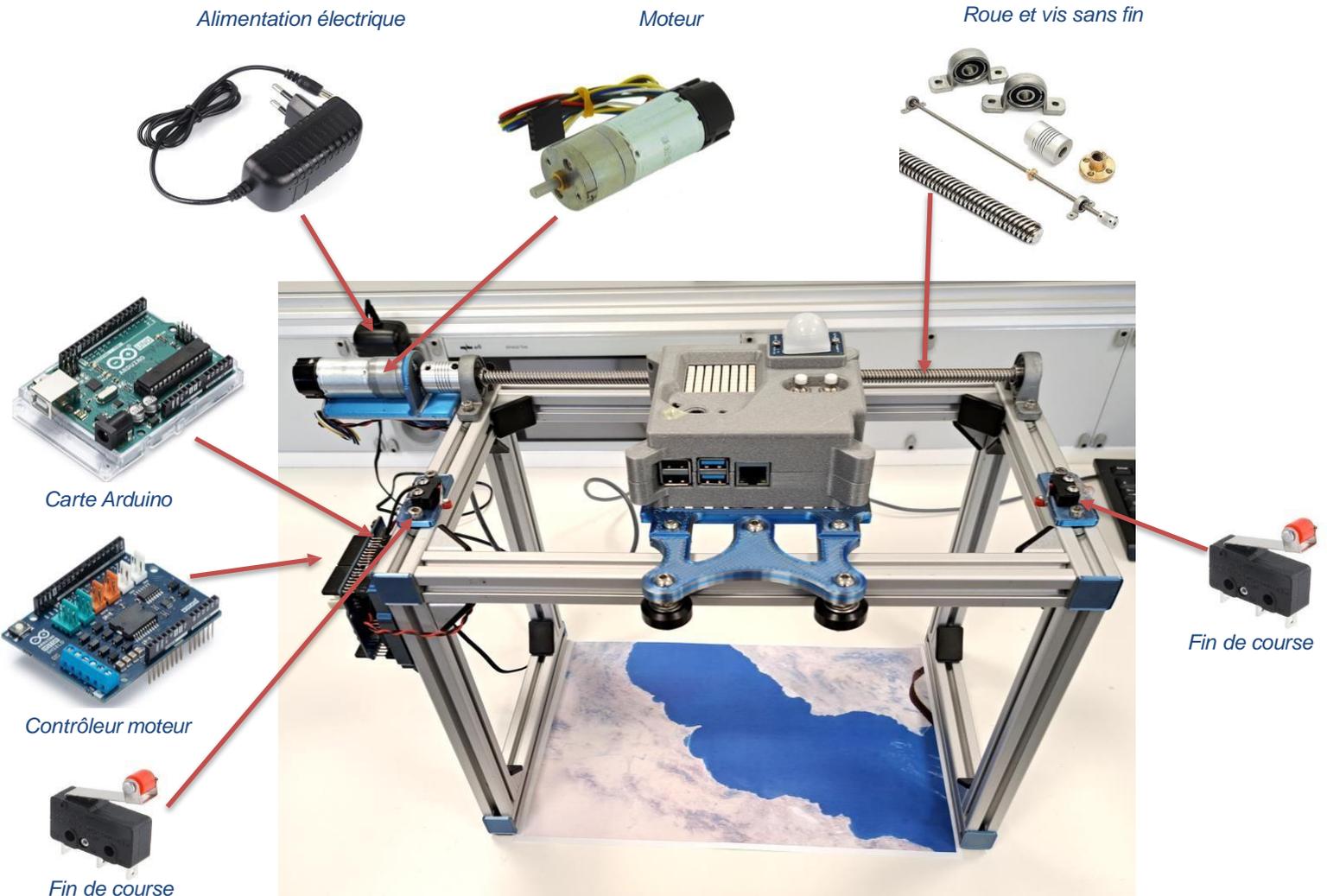


© ESA

C. Présentation du banc d'essai

Afin de réaliser et de concevoir votre programme, un banc d'essai permettant de simuler le déplacement de l'ISS est disponible [ici](#).

Pour cela, le boîtier Astro Pi est posé sur un chariot motorisé qui permet de le déplacer en translation. Le boîtier est positionné au-dessus d'une photo de la Terre prise depuis l'ISS. Le chariot va donc se déplacer en continu de gauche à droite, ce qui permet au boîtier de prendre des photos en se déplaçant, tout comme dans l'ISS.



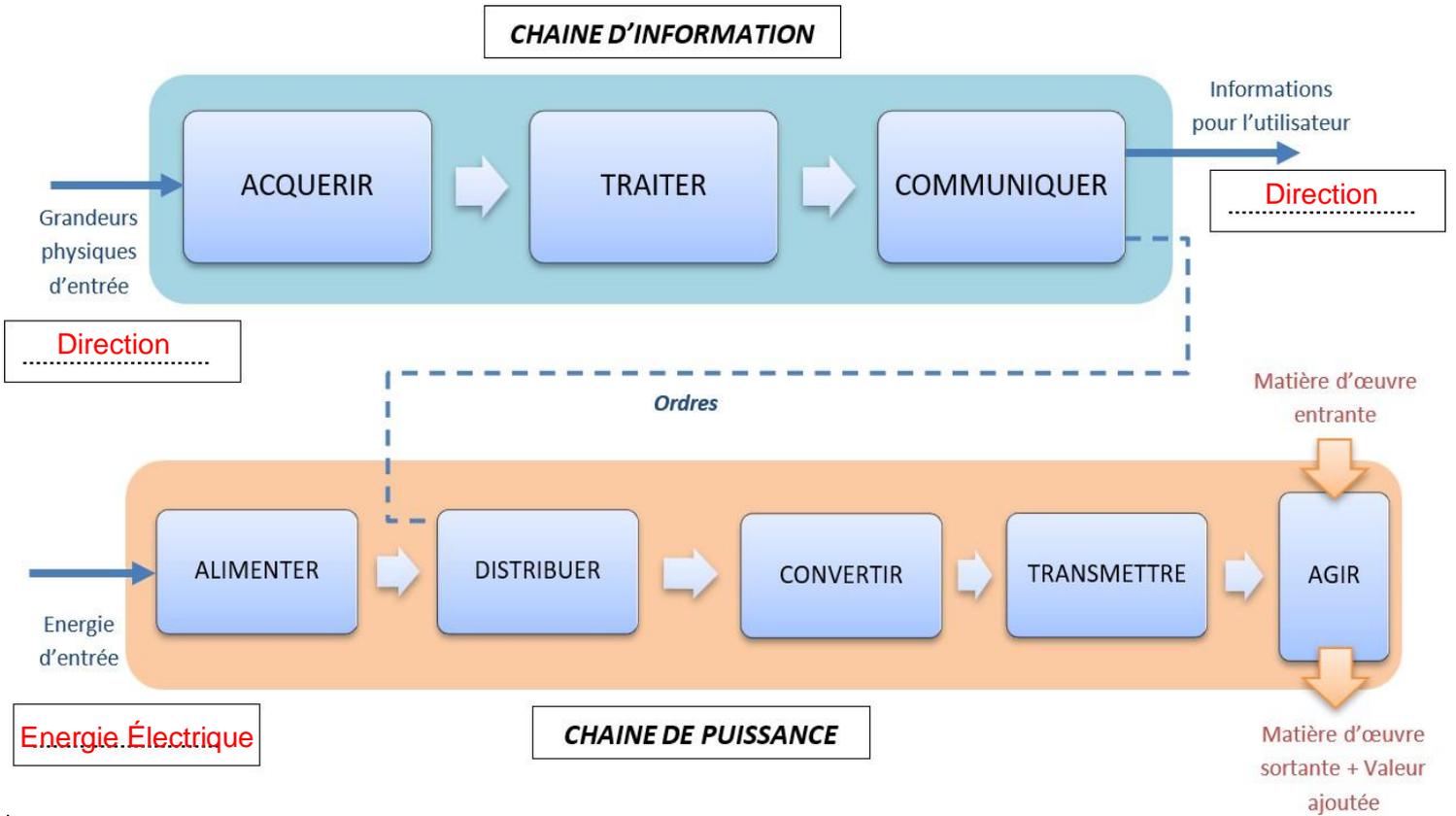
a. Étude du banc d'essai

1. Complétez le tableau suivant à l'aide du diagramme « chaîne d'énergie, chaîne de puissance ». Pour chaque élément, indiquez la nature du bloc fonctionnel : (acquérir, traiter, communiquer, etc.).

Éléments	Description	Bloc fonctionnel
	<p>Capteur de fin de course :</p> <p>Ces deux capteurs permettent de savoir si le chariot a atteint la position maximale à gauche ou à droite.</p>	<p>-----Communiquer-----</p>

	<p>Système à vis sans fin :</p> <p>Permet de transmettre le mouvement du moteur au chariot, en passant d'un mouvement de rotation à un mouvement de translation.</p>	<p>-----Transmettre-----</p>
	<p>Carte Aduino :</p> <p>Permet de piloter le système à l'aide d'un programme, qui va traiter les données entrantes et donner des ordres au moteur en fonction des informations collectées.</p>	<p>-----Traiter-----</p>
	<p>Carte de commande moteur :</p> <p>Permet de distribuer l'énergie au moteur afin de le faire tourner dans un sens ou dans l'autre en fonction des besoins.</p>	<p>-----Distribuer-----</p>
	<p>Bloc d'alimentation :</p> <p>Permet de fournir de l'énergie électrique au système.</p>	<p>-----Alimenter-----</p>
	<p>Moteur :</p> <p>Permet de convertir l'énergie électrique en énergie mécanique de rotation.</p>	<p>-----Convertir-----</p>

2. Complétez le diagramme de chaîne d'information et chaîne de puissance



- Matière d'œuvre entrante :

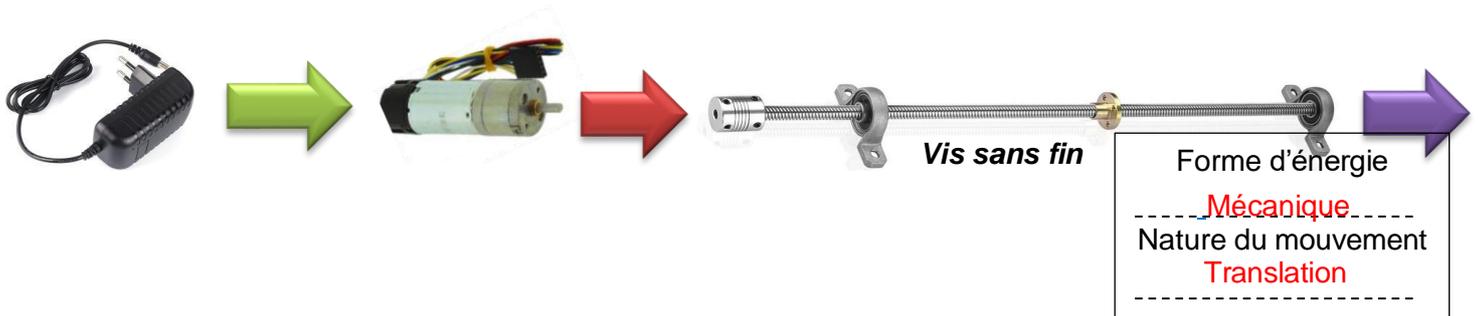
Énergie électrique et instructions issues des capteurs

- Matière d'œuvre sortante + valeur ajoutée :

Matière d'œuvre sortante : Mouvement précis du chariot, contrôlé par le système

Valeur ajoutée : Translation linéaire maîtrisée pour positionner le chariot à une extrémité ou au centre

- Chaîne de puissance : complétez le diagramme suivant en indiquant la forme d'énergie (mécanique ou électrique) qui est transmise entre les éléments, et la nature des mouvements entre les éléments (rotation ou translation).



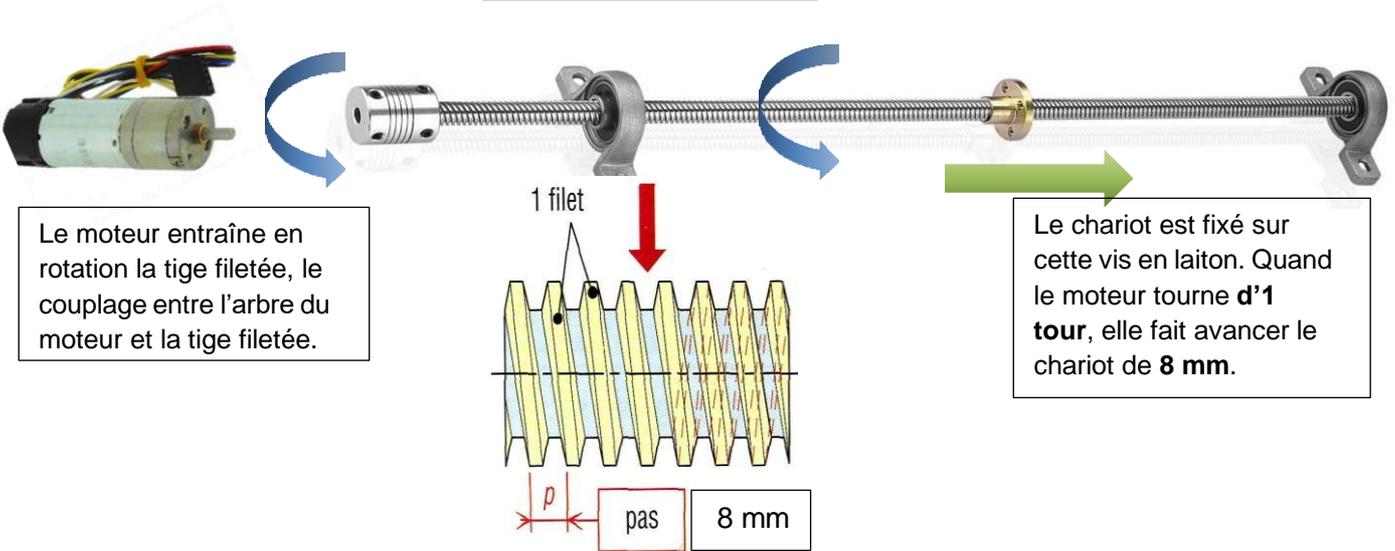
3. Déterminez la vitesse de déplacement du chariot

Alimentation

Moteur

Forme d'énergie
 .. **Électrique** ..

Forme d'énergie
 .. **Mécanique** ..
 Nature du mouvement
Rotation



Sachant que le moteur tourne à une vitesse de **200 tours / min**, calculez la **vitesse** du chariot en m/s puis en km/h :

Détails des calculs :

Vitesse de rotation du moteur × déplacement du chariot par tour = Vitesse de déplacement du moteur

Sachant qu'il y a 60 minutes dans une heure, 60 secondes dans une minute et donc 3600 secondes dans une heure.

$$200 \times 8 = 1\,600 \text{ mm/min}$$

$$1\,600 \div 1000 = 1,6 \text{ m/min}$$

$$1,6 \div 60 = 0,027 \text{ m/s}$$

$$0,027 \div 1000 = 0,000027 \text{ km/min}$$

$$0,000027 \times 3600 = 0,097 \text{ km/h}$$

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

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

Résultats :

Vitesse du chariot = 0,027..... m/s

Vitesse du chariot = 0,35..... km/h

b. Déplacer le chariot

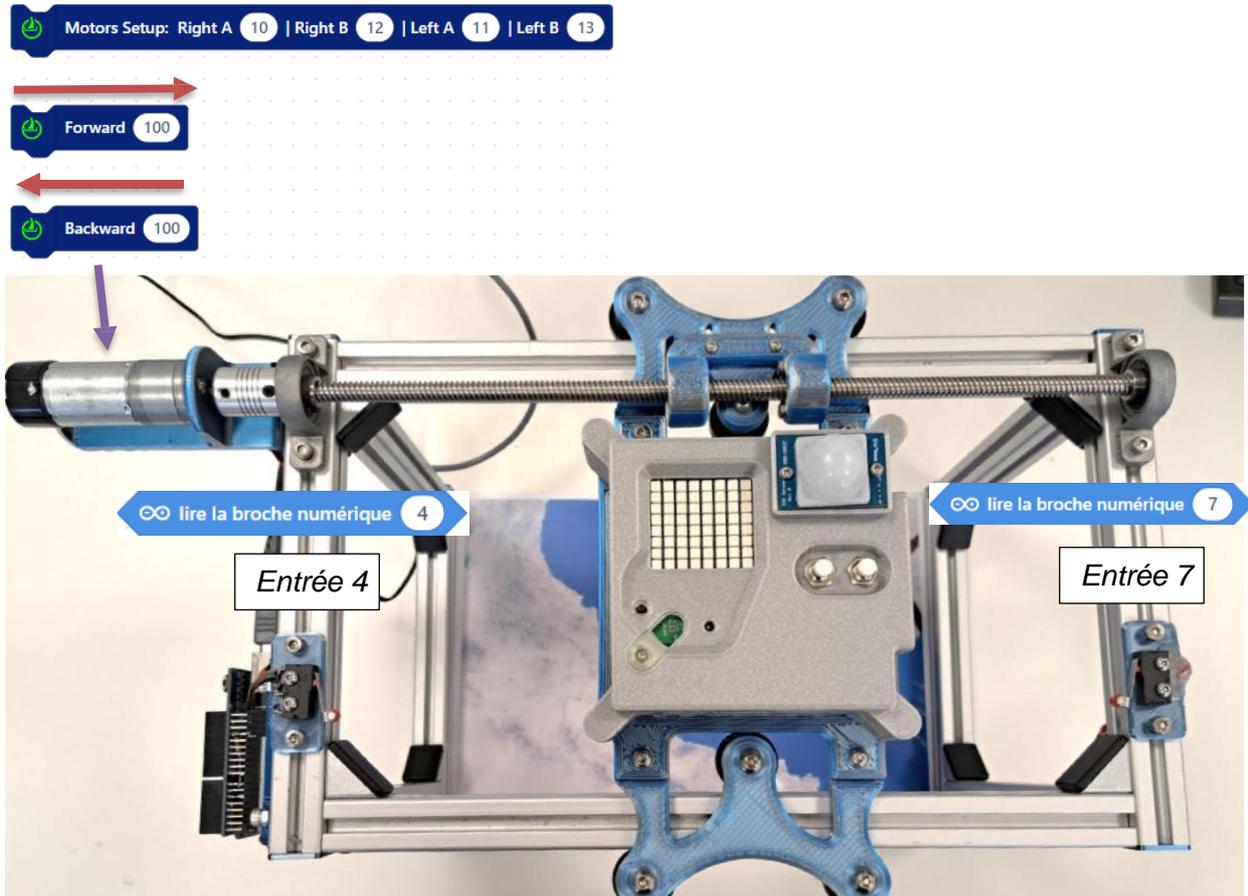
1. Avant de commencer

- Lancez le logiciel [Mblock 5](#)
- Allez dans le menu « Appareil »
- Chargez la carte Arduino UNO
- Allez dans le menu « Extension » qui se trouve sous tous les blocs
- Recherchez l'extension SYSria L298P EN et ajoutez-la.

2. Réalisez le programme de déplacement

Concevez un algorithme permettant de déplacer le chariot en continu. Pour qu'il avance de gauche à droite puis de droite à gauche sans arrêt, le changement de rotation du moteur doit se faire quand le chariot touche le capteur de fin de course gauche ou droit. Le programme doit s'exécuter pendant 10 minutes puis s'arrêter.

3. Présentez votre programme au professeur pour le tester



D. Prendre une photo avec Astro Pi

Réalisez un programme qui prend une photo et l'enregistre dans l'ordinateur Astro Pi

Le boîtier Astro Pi se programme en langage **Python**. Pour simplifier l'écriture du programme informatique, il est possible d'utiliser le **logiciel Mblock** afin de réaliser le programme en blocs, puis de le traduire ensuite en langage Python.

Avant de commencer, procédez à la configuration du logiciel Mblock

1. Lancez **Mblock 5**
2. À gauche, dans le menu, cliquez sur « **Ajouter** » et chargez la carte Raspberry Pi dans le menu « **Appareil** »
3. Cliquez sur le bouton « **Extension** » et chargez les modules « **Sense hat** » et « **Pi camera** ».

Programme à réaliser : prendre une photo automatiquement en boucle toutes les 30 secondes (le programme tourne en boucle infinie).

- La caméra qui est utilisée dans le boîtier Astro Pi est la **caméra HQ**. À l'aide du document ressource, indiquez la résolution maximale de cette caméra.

La résolution de la caméra HQ est de 12.3 Mégapixels

- En utilisant les blocs « **Caméra** », essayez de réaliser un programme qui prend une photo à la résolution maximale de la caméra, enregistrez-le sous un nom du type photo 1, photo 2, etc., sans écraser le fichier de la photo précédente. Le programme doit s'exécuter pendant 10 minutes.

Présentez votre programme

Hardware Specification

	Camera Module v1	Camera Module v2	Camera Module 3	Camera Module 3 Wide	HQ Camera	GS Camera
Net price	\$25	\$25	\$25	\$35	\$50	\$50
Size	Around 25 x 24 x 9 mm	Around 25 x 24 x 9 mm	Around 25 x 24 x 11.5 mm	Around 25 x 24 x 12.4 mm	38 x 38 x 18.4mm (excluding lens)	38 x 38 x 19.8mm (29.5mm with adaptor and dust cap)
Weight	3g	3g	4g	4g	30.4g	34g (41g with adaptor and dust cap)
Still resolution	5 Megapixels	8 Megapixels	11.9 Megapixels	11.9 Megapixels	12.3 Megapixels	1.58 Megapixels
Video modes	1080p30, 720p60 and 640 x 480p60/90	1080p47, 1640 x 1232p41 and 640 x 480p206	2304 x 1296p56, 2304 x 1296p30 HDR, 1536 x 864p120	2304 x 1296p56, 2304 x 1296p30 HDR, 1536 x 864p120	2028 x 1080p50, 2028 x 1520p40 and 1332 x 990p120	1456 x 1088p60
Sensor	OmniVision OV5647	Sony IMX219	Sony IMX708	Sony IMX708	Sony IMX477	Sony IMX296
Sensor resolution	2592 x 1944 pixels	3280 x 2464 pixels	4608 x 2592 pixels	4608 x 2592 pixels	4056 x 3040 pixels	1456 x 1088 pixels

Pour finir, ajoutez le morceau de programme avec l'intelligence artificielle pour finaliser le programme.