



## QUELLE EST TA TAILLE DANS L'ESPACE ?

### Votre mission

---

#### Problématique : Comment déterminer ma taille dans l'espace ?

*Combien mesurez-vous ? Êtes-vous sûrs de connaître la réponse ?  
Votre taille évolue-t-elle au cours de votre vie, et combien de temps cela prend-il ?*

Alors, combien mesurez-vous ? La question semble assez simple a priori. Mais saviez-vous que notre taille varie au cours de la journée ? En fait, notre taille change entre le matin et le soir. Mais cela a peu de rapport avec le soleil et la lune. Notre taille décroît durant la journée – oui, nous rapetissons ! – car la gravité comprime notre corps. Lorsque nous nous couchons la nuit, la gravité cesse de nous tirer vers le sol de sorte que notre corps peut s'étirer et reprendre sa taille. Imaginez ce qui arrive aux astronautes qui ne subissent pas l'effet de la gravité pendant des mois ! Et oui, ils grandissent ! Ainsi, Kate Rubins, astronaute de la NASA et ambassadrice de la Mission X, est passée de 171 cm (sa taille sur Terre) à 174,4 cm, sa taille dans l'espace.

### Mission X : Document de la mission

---

Dans [cette vidéo](#) du Human Research Program de la NASA, Mike Barratt et Sudhakar Rajulu, respectivement astronaute et chercheur principal de la NASA, évoquent la façon dont le corps change dans l'espace tout en exposant les données scientifiques sous-jacentes au projet « Quelle est ta taille dans l'espace ? ».

### Objectifs du cours

---

Les élèves devront :

- Mesurer leur taille, la longueur de leurs jambes et l'envergure de leurs bras
- Comparer les mesures de leur classe

### Note aux professeurs

---

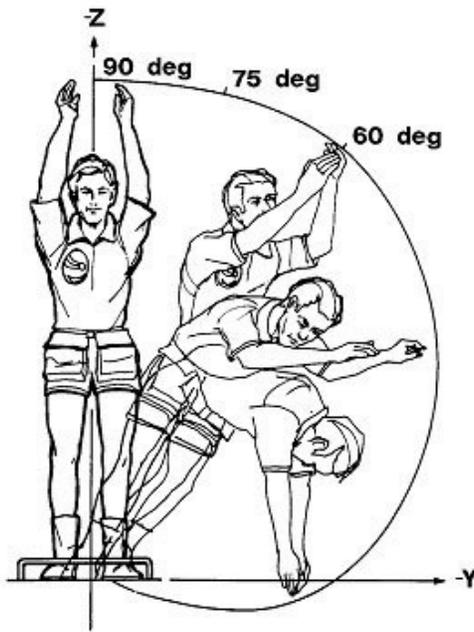
Suggestions : pour encourager les élèves à participer, demandez-leur de s'aligner par taille (ordre croissant ou décroissant) ou posez-leur des questions telles que : qu'est-ce qui les maintient au sol, peuvent-ils s'étirer et tourner dans différentes directions (pour montrer la flexibilité de la colonne vertébrale). Regardez également la vidéo, « What's your space height ? »

**NOTE :** Certains enfants ne mesureront pas leur taille la nuit. Dans ce cas, utilisez le graphique de croissance de 3 % fourni pour estimer leur taille dans l'espace.

## Contexte



*Chaque être humain est unique, et pourtant des tendances sont observées au sein des populations. Crédit: NASA*



*Dessin de la NASA montrant l'amplitude des mouvements et les mesures du corps. Crédit : NASA*

L'anthropométrie est l'étude des proportions du corps humain. La NASA compte toute une équipe d'anthropométristes<sup>1</sup>. Ces scientifiques collaborent avec un grand nombre de bureaux d'études car les caractéristiques de conception des vaisseaux spatiaux (taille des sièges, ouvertures des écoutilles, création des combinaisons spatiales, ...) sont dictées par les particularités dimensionnelles de l'homme. La NASA a constaté que la taille des astronautes s'accroît de 3 % durant les trois ou quatre premiers jours d'un séjour en microgravité. De nombreux facteurs individuels entrant en ligne de compte, cette croissance varie selon les astronautes. Dès qu'ils retournent sur Terre, ils subissent à nouveau l'effet de la gravité et retrouvent généralement en peu de temps leur taille d'avant le vol. Dans l'espace, cette augmentation de la taille provient pour l'essentiel de modifications de la colonne vertébrale, qui se répercutent sur les valeurs des mesures corporelles : hauteur assise, hauteur des yeux<sup>2</sup>, hauteur debout, niveau d'ajustement de la combinaison spatiale, ...etc. Dans l'espace, les astronautes ne se tiennent pas debout ou ne marchent pas comme nous sur Terre, ils flottent en apesanteur. Mais il est néanmoins important de prendre leur taille en compte pour s'assurer qu'ils pourront effectuer leurs tâches, atteindre des boutons ou interrupteurs, par exemple, ou saisir des objets. Pour se préparer à travailler dans la Station spatiale internationale (ISS), les astronautes placent leurs pieds sous des barres fixées aux parois qui, en situation d'apesanteur, leur évitent de flotter loin de leur zone de travail. Cet exercice est illustré par le dessin ci-dessus ; les scientifiques du groupe Facteurs Humains du Centre spatial Johnson de la NASA étudient de nombreuses mesures des astronautes pour s'assurer que chacun peut atteindre les différentes fonctions de l'ISS. Il est intéressant de noter que la hauteur d'épaules augmente avec la taille des astronautes. Dans l'espace, ils peuvent donc atteindre des objets situés plus haut que sur Terre. L'allongement de la colonne vertébrale est un facteur important à prendre en compte lors de la conception des vaisseaux spatiaux et des habitats. Tout doit être à portée de mains des astronautes ! Les vaisseaux spatiaux doivent être réalisés de manière appropriée car il n'est pas possible ou trop coûteux de modifier leurs cloisons ou l'emplacement des commandes une fois qu'ils sont dans l'espace.

<sup>1</sup> Dans un environnement où la taille des personnes n'est pas susceptible d'évoluer, on parlerait probablement plutôt d'ergonomes.

<sup>2</sup> Par rapport aux écrans, ou matériels ...

## S'engager

---



*Expédition 26, avec l'astronaute de l'ESA, Paolo Nespoli, au milieu. Crédit : NASA*



*L'astronaute de la NASA Kate Rubins mesure 3.4 cm de plus lors de son retour sur la Terre ! Crédit : NASA*

Regardez la photo des astronautes. Ils n'ont pas tous la même taille. Pour information, Paolo Nespoli, l'astronaute italien, est au centre. Selon l'Agence spatiale européenne, Paolo mesure 1,88 m. Il est plus grand que la plupart des astronautes. De nombreuses fonctionnalités dans un vaisseau spatial peuvent être réglés en fonction des astronautes qui les utilisent. Avant chaque vol, les sièges sont ajustés à chaque passager. Et rappelez-vous que les astronautes auront une taille différente à leur retour ! Cela veut dire que le vaisseau spatial et les combinaisons spatiales seront ajustés différemment pour les voyages aller ou retour. Avez-vous remarqué si votre pyjama est ajusté différemment entre le soir (au coucher) et le matin (au lever) ? Examinons cette question ensemble !

Dans cette activité, vous et les membres de votre « équipage » mesurerez votre taille et discuterez des facteurs susceptibles d'entraîner des modifications corporelles dans l'espace. Il en va de même pour les astronautes dans l'espace. Ils doivent effectuer des mesures scientifiques (y compris mesurer leur taille), travailler en équipe et communiquer clairement avec les autres !

**Sécurité :** Cette activité ne présente aucun risque raisonnablement lié à la sécurité.

**Matériel :** Un mètre ruban

## Explorer

---

### Procédure

*Instructions suggérées, étape par étape, pour réaliser l'activité.*

1. En classe, mesurez votre taille et apprenez à vous mesurer vous-même, à la maison.
2. Vous vous mesurerez la nuit, puis le matin au réveil – précisez l'unité de mesure (cm, m). Il est important de vous mesurer dès que vous vous levez le matin, avant de trop vous déplacer. Essayez de vous mesurer avant que la gravité ne commence à exercer son effet !
3. Vous noterez toutes les variations dans votre tableau des tailles.
4. Vous ferez un graphique des résultats de la classe ou vous analyserez un graphique fourni par l'enseignant.

### Tableau de conversion

Graphique montrant une croissance de 3 %, soit l'augmentation moyenne de la taille pendant le vol spatial.

### ESSAYEZ VOUS-MÊME !

Taille habituelle (cm) :

Taille dans l'espace (cm) :

## Expliquer

---

Les données suivantes sont extraites de la Section des élèves.

1. Combien mesurais-tu cette nuit ? cm
2. Combien mesurais-tu au matin ? \_\_\_\_\_ cm
3. Quelle est la différence entre ces deux tailles ? \_\_\_\_\_ cm
4. Pourquoi ta taille a-t-elle changé ?
5. Penses-tu que les personnes de grande ou de petite taille risquent d'avoir des variations plus marquées ?

## Évaluer

---

1. Compare tes propres mesures à celles de tes coéquipiers.
2. Quel élève présente la variation la plus forte ? Quel élève présente la variation la plus faible ?
3. D'après les données de ta classe, ta réponse à la question n°5 de la section « Expliquer » était-elle correcte ? (Penses-tu que les personnes de grande ou de petite taille risquent d'avoir des variations plus marquées ?) \_\_\_\_\_  
oui \_\_\_ non
4. L'astronaute Paolo Nespoli mesure 188 cm sur Terre. En utilisant ce que tu as appris de tes propres mesures, quelle taille penses-tu qu'il aurait pu atteindre dans l'espace ?  
\_\_\_\_\_ cm
5. L'astronaute Kate Rubins mesure 171 cm sur Terre et 174,4 cm dans l'espace. Par rapport à Kate, ta taille a-t-elle connu une variation plus importante, ou moins importante ?

## Élaborer

---

L'ajustement de la combinaison spatiale peut varier avec les modifications corporelles. Imaginez qu'elle soit légèrement trop courte pour vous. Lorsque vous vous mettez debout, elle risque de tirer sur votre cou, vos bras ou au niveau du pantalon et de l'assise. D'autres mesures peuvent changer en milieu spatial, ou être influencées par le changement de taille. À titre d'exemple, essayez ceci : avec votre chemise en dehors du pantalon, placez vos mains latéralement et regardez où se trouve le bas de votre chemise par rapport à votre pantalon. Ensuite, levez les mains vers le ciel. Votre chemise s'est-elle levée ? Si vous portez une chemise trop ajustée, elle n'aura pas le volume nécessaire pour vous permettre de lever les bras. Une chemise trop ample peut également poser problème. La taille de la combinaison est essentielle pour les astronautes. Voici une autre illustration de la liberté de mouvement que doivent autoriser les combinaisons spatiales : laissez pendre vos bras, avec les doigts détendus vers le sol. Avec l'autre main, attrapez le tissu de la chemise près du coude et ainsi maintenez le bras contre le corps. Sans laisser le tissu bouger, essayez de lever le bras latéralement à l'opposé du sens de la traction. Pouvez-vous le lever ? Pourquoi ?

N'oubliez pas que les combinaisons sont conçues pour plusieurs astronautes de tailles différentes : ils doivent donc pouvoir les porter sans qu'elles ne soient ni trop serrées ni trop amples. De plus, elles doivent les protéger contre des écarts de température extrêmes et contenir toutes les fonctions nécessaires à la survie de l'homme pendant de nombreuses heures, telles que l'air à respirer et l'eau à boire. Ils doivent pouvoir se mouvoir librement à l'intérieur de la combinaison. Seulement deux tailles de combinaison sont disponibles pour tous les astronautes. Il faut donc prévoir une flexibilité suffisante pour s'adapter à un large éventail de morphologies et de tailles. Ce n'est pas un équipement facile à concevoir !

Essayez !

1. Tout votre environnement quotidien a été agencé en prenant des mesures. Par exemple, les chaises de votre classe, votre bureau ... A quelle hauteur voudriez-vous votre bureau ? Comparez la hauteur que vous voudriez pour votre bureau avec celle que voudraient vos coéquipiers.
2. À quelle hauteur du sol se trouvent les poignées de porte dans votre classe ? Toutes les poignées de porte sont-elles à la même hauteur dans votre école ? Pourquoi pensez-vous que cette hauteur a été choisie ?
3. Laissez pendre vos bras sur le côté et demandez à un coéquipier de tirer le bas de votre chemise en la maintenant près du corps, latéralement. Essayez maintenant de lever les bras. Comment pensez-vous que les combinaisons d'astronautes doivent être conçues pour permettre aux astronautes de lever les bras ?

## Développer la problématique

---

### Existe-t-il d'autres moyens d'estimer notre taille dans l'espace ?

Comme nous l'avons vu dans cette activité, notre taille varie. Il est trop difficile de prévoir la variation exacte de la taille de chaque astronaute en amont du vol. Cependant, à partir des mesures enregistrées au fil des ans, des scientifiques tels que le Dr Sudhakar Rajulu et son équipe du Centre spatial Johnson de la NASA peuvent faire des estimations éclairées pour aider les ingénieurs à concevoir tout l'équipement, des combinaisons spatiales à l'emplacement des boutons ou interrupteurs dans le vaisseau spatial.

Le Dr Rajulu a relevé une croissance moyenne de 3% pour les astronautes qui vont dans l'espace. N'oubliez pas que chaque être humain réagit différemment : certains grandissent plus, d'autres moins, mais la croissance moyenne combinée est d'environ 3 %. Ces données de mesures peuvent être représentées sous forme de graphiques. À l'aide du graphique ci-dessus, répondez aux questions suivantes :

1. Utilise le graphique ci-dessus, pour trouver ta taille sur Terre : \_\_\_\_\_
2. Utilise le graphique ci-dessus pour trouver ta taille estimée dans l'espace. \_\_\_\_
3. Comment ta taille estimée dans l'espace se situe-t-elle par rapport à la mesure que tu as faite le matin, à ton réveil ?

## Contributeurs

---

Nous remercions tout particulièrement l'astronaute de la NASA Michael Barratt et le chercheur principal de la NASA Sudhakar Rajulu pour leurs efforts particuliers qui ont permis de créer cette activité. Le Dr Barratt est médecin et chirurgien de bord. Il a été directeur du Human Research Program au JSC, a participé à deux vols spatiaux et, depuis cette publication en 2017, travaille dans les départements « ISS Operations and Integration » où il s'occupe des questions médicales et du soutien en orbite. Le Dr Rajulu dirige une équipe de scientifiques au sein de l'Anthropometry and Biomechanics Facility du Centre spatial Johnson de la NASA, dont la mission est d'améliorer les conditions de vie et de travail dans l'espace. Si vous souhaitez obtenir plus d'informations sur ce sujet, veuillez consulter le site [www.nasa.gov/centers/johnson/capabilities/hhp](http://www.nasa.gov/centers/johnson/capabilities/hhp). Peut-être souhaitez-vous un jour faire carrière dans le domaine de l'anthropométrie !

À bord de l'ISS, le temps de travail de l'équipage est limité, chaque minute étant programmée et planifiée pour une efficacité maximale. L'équipe Anthropometry and Biomechanics utilise ses données pour améliorer les conditions de vie et de travail de l'équipage et ainsi accroître la productivité et l'efficacité opérationnelle. Elle mène notamment des études de recherche en biomécanique et en ergonomie portant sur les problèmes que les hommes rencontrent lors de leurs activités d'exploration et de séjour dans l'espace. Les ingénieurs et les scientifiques ont contribué à évaluer les procédures et le matériel de travail de l'équipage, la conception des combinaisons spatiales, les problèmes de performance humaine liés aux sorties dans l'espace ou aux activités extravéhiculaires (EVA) et aux activités intravéhiculaires (IVA), la conception des outils EVA/IVA et les charges induites par l'équipage EVA/IVA. Ils sont également fortement impliqués dans la réalisation et le soutien de projets d'évaluation des données relatives aux combinaisons spatiales et aux performances humaines pour les futures missions. C'est l'une des rares installations au monde à avoir recueilli des données sur les capacités humaines, avec ou sans combinaison spatiale, en rapport avec les environnements gravitationnels terrestre de la Lune et de Mars. La majorité de ces travaux sont réalisés dans l'Anthropometry and Biomechanics Facility (ABF).

Nous remercions tout particulièrement Anna Murgano, de la Scoula Media Nicola Festa en Italie et Tim Vigorito, de l'école primaire de Height aux États-Unis. Ces deux éducateurs, avec le concours de leurs formidables élèves, ont contribué au développement de cette activité en fournissant des commentaires et des conseils. Leur contribution est très appréciée et nous remercions leurs élèves d'avoir été les premiers à découvrir l'activité « Quelle est votre taille dans l'espace » !

Ce cours a été élaboré par l'équipe de communication du Human Research Program de la NASA au Centre spatial Johnson de la NASA par Scott Townsend et Tim Gushanas.