

**Mission Proxima - Une expérimentation embarquée à bord de l'ISS
Proposition de suivi d'une aventure spatiale pour les écoles
primaires et les collèges, aux côtés du Lycée Léon Blum**



Thomas Pesquet en situation durant l'entraînement prêt pour partir dans l'espace d'ici quelques jours !



L'astronaute français avec en main l'expérience Ceres conçue par notre lycée !

Thomas Pesquet est le 10^{ème} Français affecté à un vol dans l'espace, après la participation, en 2008, de Léopold Eyharts à l'installation de Columbus, le laboratoire européen de recherche en microgravité, à bord de la Station spatiale internationale.



Les élèves de la seconde aéronautique du lycée Léon Blum, à Toulouse pour la mise au point définitive du support de graines d'une expérience unique envoyée aux Etats-Unis pour transfert dans l'ISS en novembre !



La question que l'on se pose : Les plantes qui sont des organismes fixés ne pouvant pas se déplacer. Sur la terre, la croissance des appareils racinaires se fait toujours vers le bas pour aller chercher l'eau et les aliments nécessaires à la plante. A l'inverse, la partie aérienne, la tige et ses feuilles grandissent vers le haut en direction de la lumière. Mais dans la Station Spatiale Internationale, tout comme les spationautes qui flottent dans l'espace et qui ne ressentent plus l'attraction de leur corps vers le sol, les plantes ne ressentent plus le haut et le bas. Alors, dans quelles directions les plantes développent leurs racines et leur tige feuillée sans l'effet de la pesanteur ? Va-t-on observer comme on le voit avec les astronautes des plantes "la tête en bas et les racines à l'envers" ? Vont-elles ressembler à de petits monstres végétaux avec des formes inattendues ? C'est ce que nous allons tenter de comprendre en réalisant des expériences sur Terre pendant que l'astronaute français, Thomas Pesquet les réalisera dans la Station Spatiale Internationale !

Etape 1 : Le choix des graines pour l'expérience.

Premier temps : qu'est-ce qu'une graine ?

Choix d'une graine de haricot : à l'intérieur : une plante miniature et des réserves de nourriture.

Pour mettre en évidence la plante miniature (embryon) : on décortique l'enveloppe de la graine après avoir trempé celle-ci 24h00 dans un verre d'eau. Une fois le tégument enlevé, la graine se sépare aisément en deux parties appelées cotylédons. L'élève observe la face intérieure de chacun des cotylédons et découvre sur l'un d'entre eux une magnifique plantule miniature en sommeil avec une radicule, une tigelle et les premières feuilles accompagnées de leurs nervures. Des éléments tout à fait identifiables par comparaison à une plante adulte.



Graine hydratée de haricot



Début du développement de l'appareil aérien

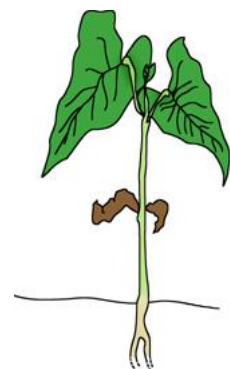


Schéma de la plantule

La plupart des autres graines ne montrent pas un embryon aussi facile à assimiler à la plantule après germination, d'où le choix du haricot. On retrouvera néanmoins dans toutes les espèces végétales à graines un embryon plus ou moins facile à identifier.

Pour associer les cotylédons restant en dehors de l'embryon à des réserves de nourriture, des moyens indirects peuvent être utilisés avec des élèves du cycle 1 ou du cycle 2. En effet, ces jeunes élèves ne peuvent utiliser des réactifs chimiques tels que l'eau iodée pour colorer l'amidon, le réactif aussi bien que l'amidon constituant des notions encore difficiles à appréhender. On peut donc dans un premier temps formuler des hypothèses sur le rôle de cette matière autour de l'embryon et attendre de mettre ces graines de haricot à germer dans un second temps pour constater que plus la germination est avancée et plus la graine se flétrit aux détriments de ses réserves utilisées par la jeune plantule.

deuxième temps : quelle(s) graine(s) pour mon expérience ?

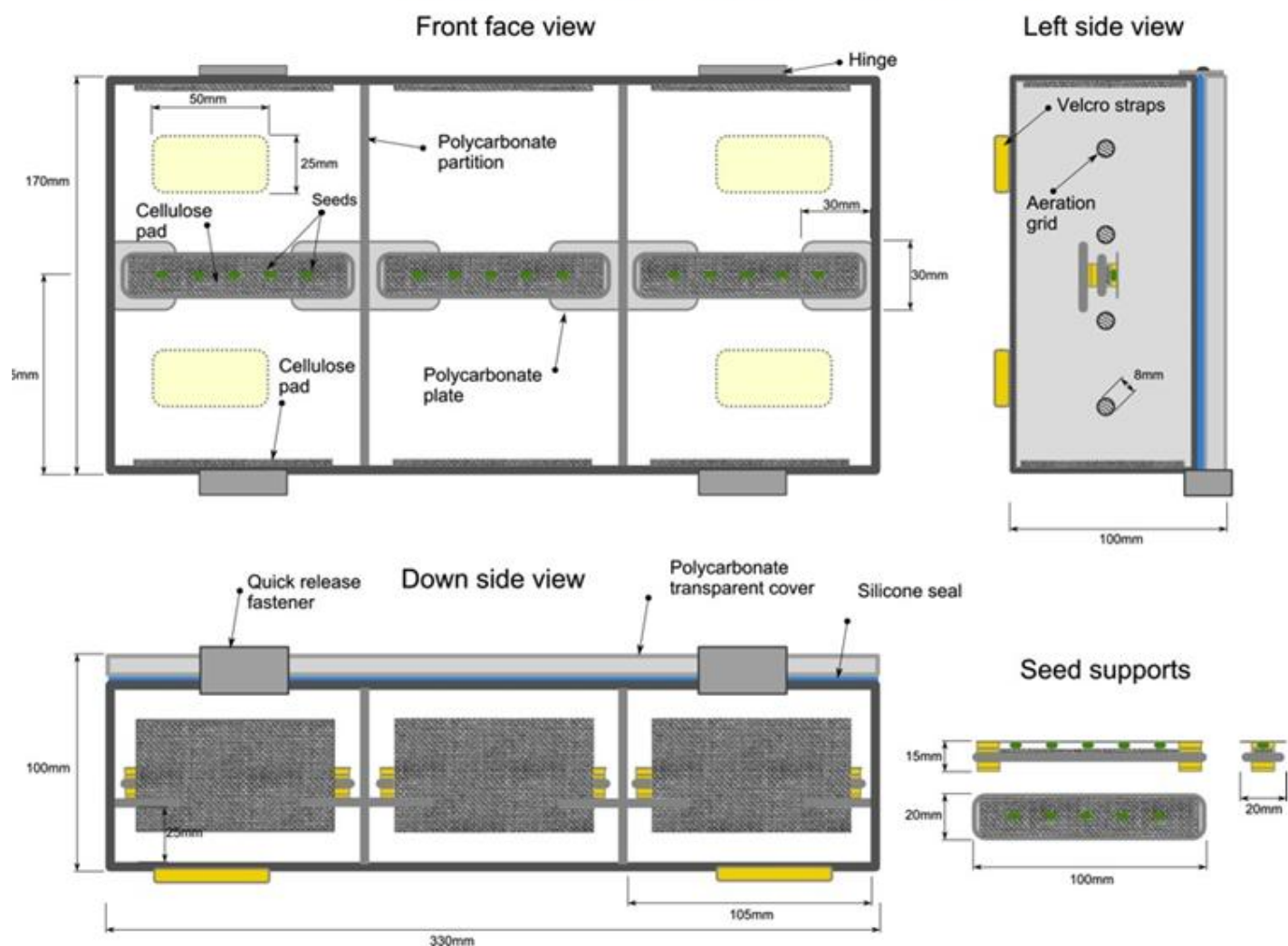
Question préalable : de quoi les graines ont-elles besoin pour germer ? : Eau, lumière, terre, chaleur,... ?

Hypothèses des élèves:...

Deux contraintes principales :

1. L'expérience ne doit pas dépasser 8 jours : la germination et la croissance de la plantule doivent donc être rapides.
2. L'espace de l'enceinte dans laquelle l'expérience va se dérouler est limitée : la taille de la plantule au terme des 8 jours doit être adaptée au volume disponible.

Schéma du dispositif validé par le CNES puis l'ESA



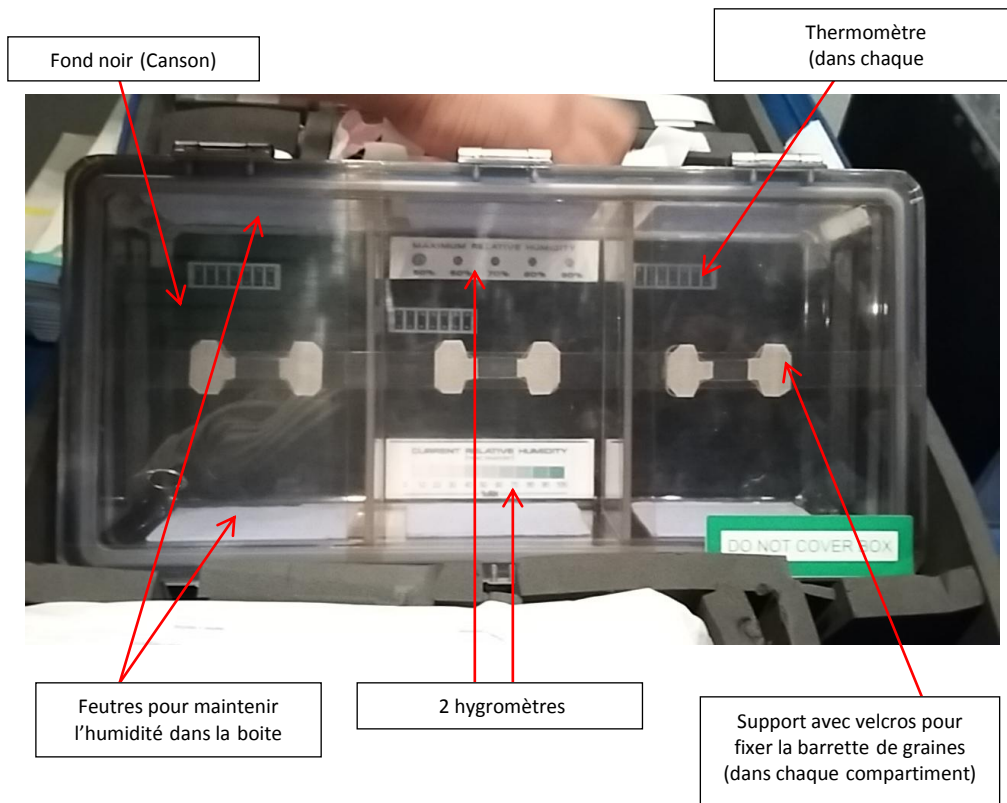
Pour répondre à ces contraintes, les élèves testent différents types de graines qui seront dans un premier temps mises à germer dans du terreau dans de petits pots plastiques pour semis tous de taille identique avec la même quantité de substrat.



Objectif : suivre au quotidien la croissance des plantules avec prises de notes, dessins ou photos, l'évolution de la taille des appareils aériens en plaçant une petite règle verticale dans chaque pot.

Etape 2 : réalisation du protocole "type ISS" et suivi de l'expérience.

Boite du dispositif- vol sans les barrettes de graines



Question préalable : quelles conditions liées à l'utilisation de cette enceinte et à l'objectif de l'expérience doivent désormais être pris en compte ?

On ne peut pas utiliser de terre / L'eau liquide ne doit pas circuler dans la boîte et doit être absorbée par un support dans lequel les graines vont aller puiser celle-ci. / la plantule doit pouvoir se développer aussi bien vers le haut que vers le bas avec autant d'espace dans les deux directions / l'humidité et la température dans l'enceinte doivent rester constantes, idéales pour la germination / On doit pouvoir comparer la germination de trois types de graines. On doit pouvoir observer, mesurer et photographier la croissance des tiges feuillées et des racines durant les 8 jours de l'expérience.

L'idée est de construire :

- Une boîte la plus proche possible de celle envoyée dans l'espace à moindre coût (Protocole fourni)
- Des supports avec graines identiques à ceux utilisés dans l'expérience au sein de l'ISS (Protocole fourni)

Premier temps : la boîte réalisée reste fixe durant les 8 jours. Expérience témoin

Deuxième temps : Les élèves tournent la boîte plusieurs fois par jours.

Ainsi, on tend à annuler les effets de la pesanteur sur la plantule en croissance en modifiant régulièrement le haut et le bas pour la plantule.

Un suivi méthodique de chaque expérience en classe peut être réalisé par les élèves qui à tour de rôle interviennent pour modifier la disposition de la boîte avec une analyse collective des résultats et un relevé de données permettant de construire un objet de communication de la démarche expérimentale réalisée.

Autre expérience possible : mise en culture des germinations dans la gélose en 2 étapes

Voici le protocole proposé : couler 1 cm de gélose à 1 ou 2 % dans des boîtes de Pétri, couper la gélose et en enlever la moitié.



Sur la surface de section de la gélose laissée dans la boîte, faire quelques trous verticaux (de la longueur des racines à l'aide d'une pince courbe ou d'un fil de fer recourbé). Planter les germinations dans ces orifices. Fermer les boîtes et placez les sur leur tranche<;

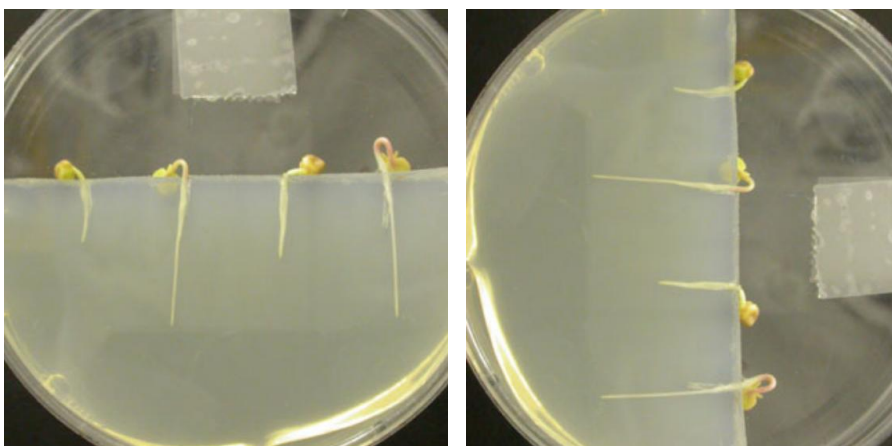
Mise en culture des germinations dans la gélose en 2 étapes :

1. La section de la gélose placée horizontalement est percée de trous
2. Les graines en tout début de germination sont placées délicatement dans les trous réalisés dans la gélose.



Ici graines de Soja.

Résultats : on peut faire tourner les boîtes de sorte que les racines soient en position verticale ou horizontale.

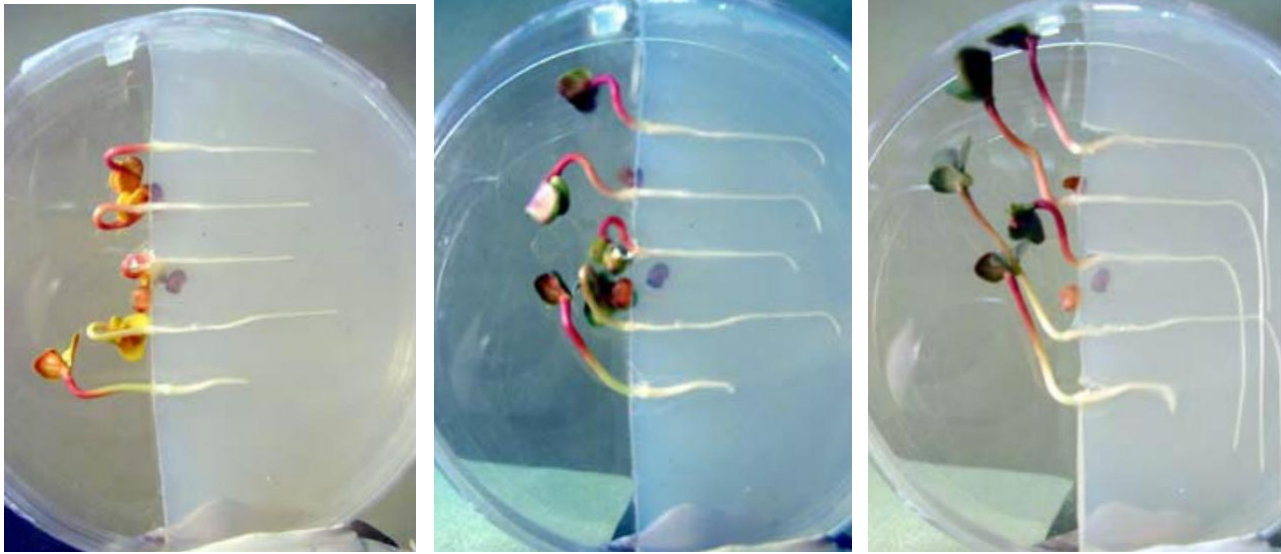


Remarque : si on a préparé les boîtes à l'avance et si on a conservé les germinations dans le papier humide, le contact avec l'air ne dure que quelques secondes et les racines ne sont pas lésées.

Pour observer avec précision la réaction gravitropique, il est nécessaire de : bien fermer les boîtes de Pétri pour éviter la déshydratation de la gélose, placer les boîtes sur la tranche et bien les fixer de manière que les racines restent bien

horizontales, placer les boîtes de préférence à l'obscurité ou en lumière atténuée pour éviter une réaction phototropique supplémentaire.

La réaction gravitropique est relativement lente. La première indication d'une courbure apparaît au bout d'une heure et devient bien observable après 2 heures d'exposition. Si les boîtes sont gardées bien posées sur la tranche, les réactions sont remarquables après 8 heures ou 24 heures.



Les racines ont une réaction gravitropique positive alors que les hypocotyles ont une réaction gravitropique négative.