

LE GRAVITROPISME ET LES ENJEUX POUR LA CONQUÊTE SPATIALE

1. Qu'est-ce que le gravitropisme ?

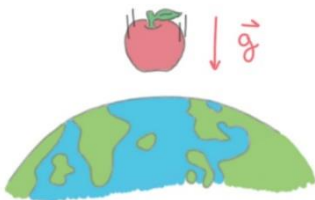


Figure 1 : Effet de la gravité

Depuis l'apparition de la vie sur Terre, il y a environ 3,5 milliards d'années, les organismes n'ont cessé de s'adapter à leur environnement. La gravité (g) est l'une des contraintes autour desquelles la vie s'est organisée. Il s'agit de la force qui attire les corps et les êtres vivants vers le centre de la Terre, et qui les maintient au sol.

Les plantes croissent dans une certaine direction, la tige s'allongeant vers le haut et les racines vers le bas. Si les plantes parviennent à s'orienter de la sorte, c'est grâce au gravitropisme : la façon dont elles s'orientent en relation avec la gravité. On parle de gravitropisme positif pour les racines, car la croissance de celles-ci suit le vecteur gravité orienté vers le centre de la Terre, et de gravitropisme négatif pour les tiges qui s'orientent à l'opposé de ce vecteur.

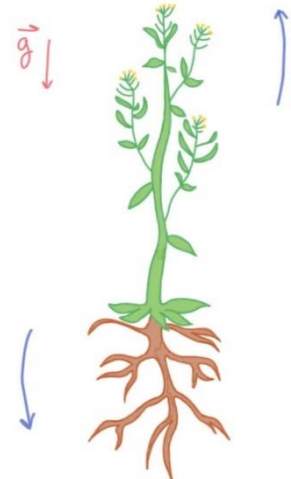


Figure 2 : Orientation de la croissance d'une plante

2. Comment fonctionne le gravitropisme ?

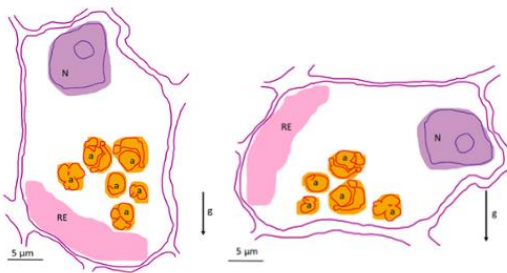


Figure 3 : Statocyte à la verticale et à l'horizontale

Les plantes perçoivent la gravité grâce à des cellules spéciales, les statocytes, situées dans la coiffe racinaire et dans l'endoderme des jeunes tiges. A l'intérieur des statocytes, se trouvent des organites lourds appelés amyloplastes. Ils se déplacent, en fonction de la position de la plante, pour suivre le vecteur gravité. Ainsi, si la plante est inclinée, les amyloplastes rouleront jusqu'à atteindre le point le plus bas. Cette relocalisation des amyloplastes informe la plante sur sa position par rapport au vecteur gravité.

Une position anormale des statolithes (lorsque la plante n'est plus droite) entraîne la redistribution d'une hormone de croissance appelée auxine. Lorsque les racines ou les tiges se retrouvent à l'horizontale, l'auxine s'accumule le long du flanc le plus bas. Cette hormone a des effets différents en fonction de l'organe de la plante ; elle agit comme un inhibiteur de croissance dans la racine mais comme

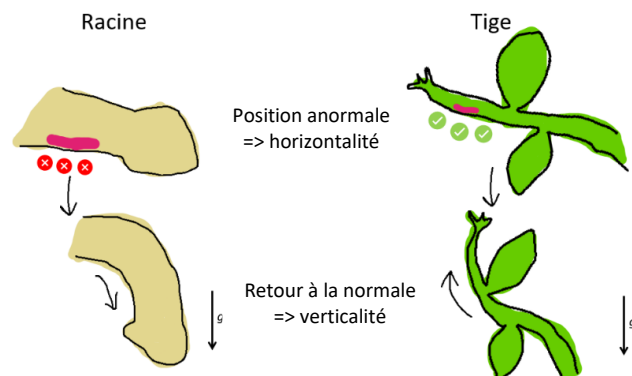


Figure 4 : Croissance inhibée/stimulée par l'auxine dans la racine/la tige

stimulateur dans la tige. Lorsqu'une racine est à l'horizontale, la croissance du flanc inférieur va être réduite pour que la racine se curve jusqu'à être réalignée avec le vecteur gravité. A l'inverse, le flanc inférieur de la tige va croître de façon accrue, induisant ici aussi une courbure, jusqu'à retrouver une position verticale.

3. Comment les plantes s'orientent dans l'espace ?

En s'éloignant de l'atmosphère, la gravité est moindre par rapport à celle de la Terre : on parle de microgravité. Elle résulte d'un équilibre entre un état de chute perpétuelle et une force centrifuge. La microgravité entraîne un stress abiotique, c'est-à-dire des conditions de croissance suboptimales qui sont une entrave pour la culture des plantes en station spatiale.

Au niveau physiologique, les amyloplastes des statocytes ne sédimentent plus, il n'y a donc plus perception gravitropique. Le cycle cellulaire est dérégulé, ce qui affecte la croissance et le développement de la plante. Malgré cette absence de perception gravitropique, les plantes cultivées en microgravité adoptent une croissance directionnelle par défaut. Selon les espèces, elles ont des mouvements assez étranges. Certaines mousses poussent dans le sens horlogique (circumnutation) et des racines de lentille s'inclinent selon un angle constant. D'autres adaptations métaboliques incluent la production de HEAT SHOCK PROTEINS (HSP), qui protègent contre le stress de chaleur.

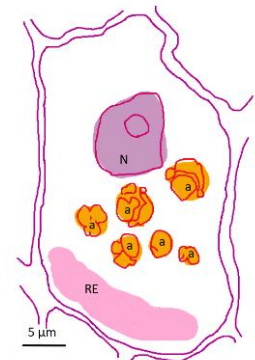


Figure 5 : Statocyte en microgravité

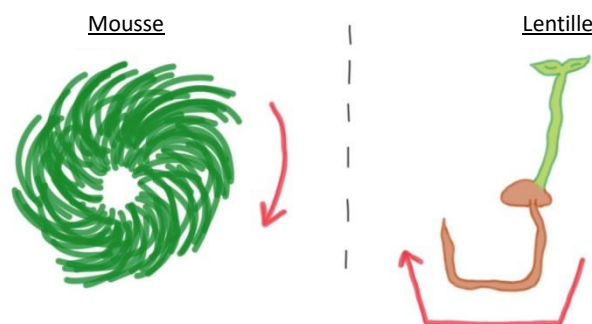


Figure 6 : Croissance non-aléatoire de plantes cultivées en microgravité

4. Quels sont les enjeux dans la conquête spatiale ?

La gravité, comme l'eau ou la lumière, est un facteur nécessaire au bon fonctionnement des plantes terrestres. La culture des plantes en microgravité représente un enjeu indéniable pour la conquête spatiale. Elle pourrait fournir un approvisionnement en oxygène, en nourriture et en vitamines, et jouer un rôle majeur dans la fixation du dioxyde de carbone et la régulation de l'humidité ambiante. Aujourd'hui, le principal bénéfice que confèrent ces cultures est le bien-être psychologique des astronautes !

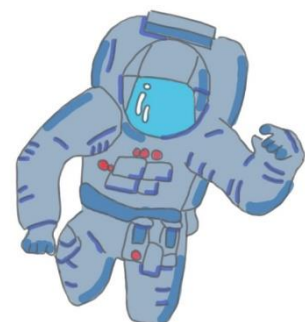


Figure 7 : Astronaute heureux de cultiver des plantes