

La stabilité des structures

Imagine que tu es debout dans un autobus du transport en commun (figure 1). L'autobus accélère et ralentit. Tu te sens probablement plus stable si tes pieds sont écartés et bien à plat sur le plancher. Pourquoi?

VERS LA LITTÉRATIE

Lire pour comprendre

Lorsque tu lis des textes scientifiques, recherche les explications ou les définitions des termes complexes ou scientifiques à mesure que tu lis. Parfois, les explications sont données dans la partie principale du texte. Parfois, elles se trouvent dans un encadré ou dans une légende au bas d'une image. Repère deux définitions données dans cette page. Comment t'aident-elles à mieux comprendre le texte?



Figure 1 Comment arrives-tu à ne pas tomber lorsque tu es debout dans un autobus en marche?

Ton corps est une structure capable de maintenir sa position lorsque des forces externes (poussée ou traction) tentent de le déséquilibrer. La **stabilité** est la capacité d'une structure à maintenir ou à retrouver une position stable (l'équilibre) lorsque des forces externes agissent sur elle. Lorsque les ingénieurs et ingénieures conçoivent des structures, ils doivent s'assurer que celles-ci resteront stables. Les structures stables sont plus sécuritaires parce qu'elles ne basculent pas et ne tombent pas facilement. Presque toutes les structures, que ce soit de petits jouets ou des gratte-ciel, sont conçues pour être stables. Certains jeux et manèges dans les parcs d'attractions sont conçus pour paraître instables, ce qui les rend imprévisibles et palpitants.

Le centre de gravité est une caractéristique importante de toutes les structures. Localiser le centre de gravité d'une structure permet aux personnes chargées de sa conception de déterminer sa stabilité. Le **centre de gravité** est le point autour duquel la masse d'une structure est équilibrée de manière égale dans toutes les directions. Le centre de gravité est aussi le point où toute la masse d'un objet paraît concentrée.

stabilité : capacité d'une structure à rester en équilibre ou à reprendre une position équilibrée lorsque des forces agissent sur elle

centre de gravité : point autour duquel la masse d'un objet est équilibrée de manière égale dans toutes les directions. La masse semble concentrée dans ce point précis.



HABILETÉS : prédire le résultat, analyser, évaluer, communiquer

Localiser le centre de gravité d'un objet est une tâche compliquée. Cependant, il est possible de trouver le point d'équilibre horizontal d'objets longs, rigides et minces. Le point d'équilibre horizontal est très proche du centre de gravité d'un objet. Dans cette activité, tu vas prédire, localiser et tester le point d'équilibre horizontal de divers objets.

Matériel : mètre rigide, ruban adhésif, gros bouchon en caoutchouc, divers objets longs, rigides et minces, ciseaux, carton, crayon, feuille de papier brouillon de 216 × 279 mm (8½ × 11 po), épingle, rondelle métallique, ficelle

Partie A

1. Avec l'index de chaque main, tiens le mètre par les deux extrémités. Fais *lentement* glisser tes doigts vers le centre du mètre jusqu'à ce qu'ils se rencontrent (figure 2). L'endroit où ils se rencontrent est le point d'équilibre horizontal du mètre. Note tes observations.



Figure 2 Étape 1

2. À l'aide de ruban adhésif, fixe un gros bouchon en caoutchouc à une extrémité du mètre. Tiens d'une main le mètre avec le bouchon en caoutchouc pour avoir une idée de la distribution de la masse. Prédis l'endroit où se trouvera le point d'équilibre horizontal du mètre modifié. Note ta prédiction. Teste ta prédiction : répète l'étape 1 avec le mètre auquel est fixé le bouchon de caoutchouc. Note tes observations.
3. Prédis et trouve le point d'équilibre horizontal d'autres objets longs, rigides et minces. Note tes observations.

Partie B

4. Réalise la partie B avec une ou un camarade. Découpez soigneusement un L dans un morceau de carton. Collez une feuille de papier brouillon sur le L en recouvrant une partie du L et l'espace vide (figure 3). Prédisez l'endroit du point d'équilibre horizontal de la forme et marquez-le à l'aide d'un crayon.



Fais preuve de prudence lorsque tu utilises des objets coupants.



Figure 3 Étape 4

5. Avec une épingle, percez un trou près du bord de la forme en carton. Élargissez légèrement le trou autour de l'épingle pour que la forme puisse tourner librement autour de cet axe.
6. Fabriquez un fil à plomb pour indiquer la verticale en attachant une rondelle métallique au bout d'une ficelle. Tenez la forme en carton par l'épingle et suspendez le fil à plomb à l'épingle (figure 4). Avec un crayon, dessinez la ligne tracée par le fil à plomb sur la forme en carton. Identifiez cette ligne par les points A et B à ses extrémités.



Figure 4 Étape 6

7. Percez un second trou dans la forme en carton. Répétez l'étape 6, mais cette fois identifiez cette ligne par les points C et D (figure 5).



Figure 5 Étape 7

8. Trouvez le point où la ligne CD croise la ligne AB. Nommez ce point «X» et marquez-le. Le point X est très proche du centre de gravité de la forme. Essayez de tenir la forme en équilibre en posant le point X sur la mine arrondie d'un crayon. La forme tient-elle en équilibre sur le point X? Notez vos observations.
9. Répétez les étapes 4 à 8 avec d'autres formes irrégulières découpées dans du carton. Notez vos observations.
 - A. Évalue chacune des prédictions faites au cours de cette activité.
 - B. Écris ta propre définition du point d'équilibre horizontal.
 - C. Le point d'équilibre horizontal peut-il se trouver à l'extérieur de l'objet lui-même? Comment le sais-tu?

Le centre de gravité des structures courantes

Toutes les structures ont un centre de gravité. Dans l'activité précédente, « Sciences en action », tu as utilisé différentes méthodes pour situer le point d'équilibre horizontal d'un objet. (N'oublie pas que le point d'équilibre horizontal se trouve près du centre de gravité.) Le centre de gravité d'un objet se trouve généralement en profondeur à l'intérieur, et non en surface. Par exemple, lorsque tu te tiens debout, ton centre de gravité est situé en profondeur dans ton corps, juste au-dessous de ton nombril (figure 6).



Figure 6 Le centre de gravité du corps humain en position debout

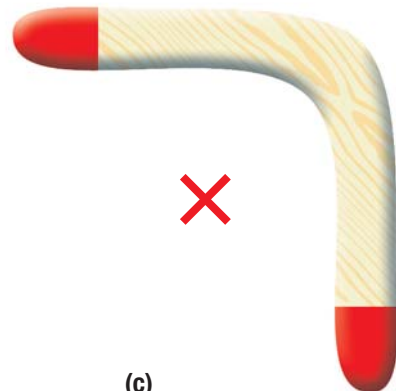
Cependant, ton centre de gravité se déplace chaque fois que tu te déplaces ou que tu changes de position. Le centre de gravité d'un objet dépend de sa forme et de la façon dont sa masse est répartie. Dans certains cas, le centre de gravité est à l'extérieur de l'objet lui-même (figure 7).



(a)



(b)



(c)

Figure 7 Le centre de gravité de divers objets

- (a) au centre d'un ballon plein
- (b) au centre d'un ballon creux
- (c) en un point à l'extérieur d'un boomerang



HABILETÉS : prédire le résultat, analyser, évaluer, communiquer

Si tu te penches en avant et que tu laisses pendre tes bras devant toi, tu vas peut-être sentir que tu tombes en avant. Ton corps te semble moins stable dans cette position parce que son centre de gravité s'est déplacé devant le centre de sa base (tes pieds). Dans cette activité, tu vas apprendre de quelle façon la stabilité d'une structure (ton corps) est liée à son centre de gravité et à sa base de soutien.

Matériel : un objet pouvant être soulevé d'une main (par exemple un haltère ou un cahier)



Si tu as des difficultés à soulever des objets ou à te pencher, choisis prudemment les étapes de cette activité que tu feras ou pas. Ces activités doivent être réalisées en équipe, avec une ou un camarade qui se tient prête ou prêt à te retenir pour que tu ne tombes pas. Travaille sur un tapis de gymnastique.

1. Observe la figure 8. La région colorée située entre les empreintes de pied représente la base de soutien d'une personne debout.
 - a) Place-toi debout les bras le long du corps et les pieds écartés d'environ 50 cm. Demande à ta coéquipière ou ton coéquipier de te regarder en se plaçant devant toi, face au point F. Le point F doit être entre vous deux. Au-dessus de quel point (A, B, C, D, E, F ou G) ton centre de gravité te semble-t-il situé ?
 - b) Soulève lentement ton pied droit au-dessus du sol. Au-dessus de quel point (A, B, C, D, E, F ou G) ton centre de gravité te semble-t-il maintenant situé ?
 - c) Reste debout et joins les pieds. Tiens un objet lourd (mais pas trop lourd) dans une main, près de ton estomac. Avec ta coéquipière ou ton coéquipier (qui se tient toujours en face du point F), détermine ce qui se produit dans ton corps, en particulier dans tes hanches,

lorsque tu déplaces l'objet d'un côté à l'autre (vers le point A ou vers le point E). Où ton centre de gravité semble-t-il se trouver maintenant ?

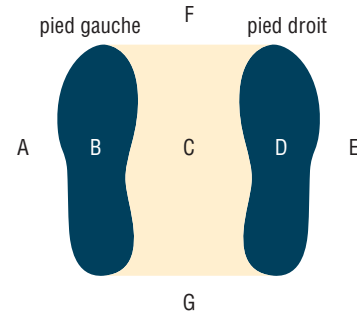


Figure 8

2. a) Place-toi debout de côté contre un mur, un pied collé au mur. Soulève lentement l'autre pied. Décris ce qui se produit. Où se trouve ton centre de gravité par rapport à ta base de soutien ?
 - b) Place-toi dos au mur, les talons collés au mur. Penche-toi *lentement* en avant pour toucher tes orteils. Décris ce qui se produit. Où se trouve ton centre de gravité par rapport à ta base de soutien ?
- A. Lequel t'offre le plus de stabilité : un centre de gravité éloigné du sol ou proche du sol ? Donne un exemple pour appuyer ta réponse.
 - B. Laquelle t'offre le plus de stabilité : une petite ou une grande base de soutien ? Donne un exemple pour appuyer ta réponse.
 - C. Explique les observations que tu as faites à l'étape 2. (Indice : Réfléchis à la manière dont ton centre de gravité s'est déplacé suivant tes changements de position.)

Les conditions d'une stabilité optimale

Regarde la voiture de sport et le camion représentés à la figure 9. Le camion est plus susceptible de se renverser. La voiture possède une meilleure stabilité pour deux raisons : son centre de gravité est proche du sol et sa base est large si on la compare à sa hauteur. Les objets qui ont un centre de gravité bas et une base large ont tendance à être stables.

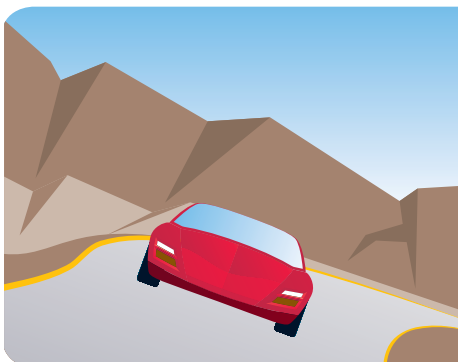


Figure 9 Quel véhicule est le plus stable ?

VERS LA LITTÉRATIE

Comparer

C'est une bonne idée d'analyser un texte pour bien en comprendre le sens. Tu peux analyser un texte en comparant les renseignements qu'il contient. Sur cette page, on donne quatre exemples de stabilité : les camions, les bateaux, l'oiseau et le funambule. Après avoir lu la page, fais une pause et réfléchis à ce que tu viens de lire. Quels sont les points communs entre ces exemples ? Qu'est-ce qui les différencie ?



Figure 11 Le balancier aide le funambule à abaisser son centre de gravité.

Pour maintenir la stabilité, le centre de gravité doit se trouver directement au-dessus de la base. La stabilité diminue à mesure que le centre de gravité s'éloigne du sol. Si le centre de gravité s'élève encore et n'est plus au-dessus de la base de soutien, l'objet se renverse. Cela est démontré dans la figure 10 pour un camion prenant un virage incliné en transportant différentes charges. Le camion de droite va se renverser parce que son centre de gravité (le X rouge) ne se trouve plus au-dessus du centre de sa base, à mi-chemin entre les deux roues.



Figure 10 Le camion est instable lorsque son centre de gravité n'est plus au-dessus du centre de sa base.

La stabilité est tout aussi importante pour les bateaux et les embarcations, comme les canoés. Les canoéistes (adeptes du canoé sportif) savent qu'il est très important de maintenir un centre de gravité bas. Il est dangereux de se tenir debout dans un canoé. Cela élève le centre de gravité, et le canoé peut se renverser facilement.

Il existe des exemples de stabilité dans la nature. Le huard est un oiseau bien adapté à l'eau. Ses pattes l'aident à plonger et à nager rapidement. Par contre, sur terre, le huard paraît maladroit. Son centre de gravité se trouve au-devant de ses pattes. Il doit donc se pencher en arrière pour pouvoir marcher.

Réfléchis à la façon dont ton corps réagit aux forces externes. Cela va t'aider à comprendre d'autres structures. Lorsque tu transportes un sac à dos sur ton dos, que tu portes une valise à la main ou que tu te tiens sur la pointe des pieds, ton corps doit s'adapter pour rester stable. Une ou un funambule qui marche sur une corde raide met en pratique un principe semblable. Cette personne doit tenir une longue perche dont les deux extrémités sont alourdies (figure 11), ce qui la courbe vers le bas. Ce balancier l'aide à abaisser son centre de gravité, ce qui lui donne une plus grande stabilité.

Activité de fin d'unité Comment utiliseras-tu les connaissances que tu as acquises sur le centre de gravité et la stabilité lorsque tu concevras ton équipement de terrain de jeux ?

VÉRIFIE TA COMPRÉHENSION

- Explique comment tu trouverais le centre de gravité approximatif des objets suivants :
 - un bâton de golf
 - un tableau encadré
 - un cintre
 - une raquette de tennis
- Indique où se trouve le centre de gravité des objets suivants :
 - une balle de golf
 - un bagel
- Quelles sont les deux caractéristiques d'un objet qui créent une bonne stabilité ?
- Énonce les conditions nécessaires à une bonne stabilité.
- Lequel des deux a la meilleure stabilité ? Dans chaque cas, explique pourquoi.
 - une tortue ou une girafe ?
 - la Tour CN ou ton école ?