

Les forces externes et les forces internes

Les personnes qui conçoivent des structures doivent tenir compte de toutes les forces qui peuvent agir sur une structure. Par exemple, lorsque les architectes dessinent les plans de bâtiments qui seront situés dans une région où se produisent des tremblements de terre, elles et ils doivent le prévoir dans leurs plans de conception. Ces personnes doivent utiliser des matériaux capables de résister aux tremblements de terre et à toutes les secousses qui peuvent survenir après un séisme. Si les bâtiments doivent être construits dans une zone côtière (proche de la mer), elles doivent en plus tenir compte des problèmes reliés à l'action de l'eau sur les structures. Si elles ne tiennent pas compte de toutes les forces qui peuvent exercer leur action, les bâtiments peuvent s'effondrer (figure 1).



Figure 1 Cet immeuble de la province de Sichuan, en Chine, a été détruit par des tremblements de terre en 2008.

Les personnes qui conçoivent des structures doivent tenir compte de deux types de forces. Les **forces externes** sont les forces qui agissent de l'extérieur sur la structure. Les forces qui agissent entre deux parties à l'intérieur d'une structure sont appelées les **forces internes**.

Les forces externes

La première force externe à agir sur les structures est la gravité. Sur la Terre, la gravité agit toujours vers le bas. La gravité est une force qui agit sans contact. Les forces qui agissent sans contact sont celles appliquées par un objet sur un autre sans qu'il y ait un contact direct entre les deux objets. Les forces appliquées avec contact agissent aussi sur un objet de l'extérieur. Lorsque tu pousses une balançoire, que tu tires sur un élastique ou que tu lances une balle, tu appliques une force externe. Parmi les forces externes qui agissent sur les bâtiments, on trouve le vent, les tremblements de terre, le poids des personnes qui se trouvent à l'intérieur et le poids du bâtiment lui-même. Une structure est conçue pour que les forces externes ne puissent ni la briser ni la renverser.

VERS LA LITTÉRATIE

Synthétiser

Synthétiser signifie résumer tes lectures, réfléchir à ce que tu as appris et faire des liens avec ce que tu sais déjà. Cela t'aide à te former de nouvelles opinions, à tirer des conclusions, à appliquer ce que tu as appris à de nouvelles idées et à concevoir des significations ou des idées nouvelles.

Pour synthétiser la section 10.4, lis la section, puis résume ce que tu as lu. Pense à ce que tu savais déjà sur le sujet. Quels liens peux-tu établir? Réfléchis à différentes manières de tirer des conclusions, de formuler de nouvelles idées ou de te former une opinion au sujet des forces.

force externe : force qui agit de l'extérieur sur un objet ou structure

force interne : force qui agit entre deux parties d'une structure

point d'application : endroit d'un objet où une force externe est appliquée ou concentrée

plan d'application : surface plane imaginaire traversée par la force appliquée

Pour déplacer un classeur sur le plancher, tu peux appliquer une force externe sur une de ses faces. Examine la figure 2. Le **point d'application** est l'endroit d'un objet où une force externe est appliquée. Le **plan d'application** est une surface plane imaginaire que traverse la force appliquée.

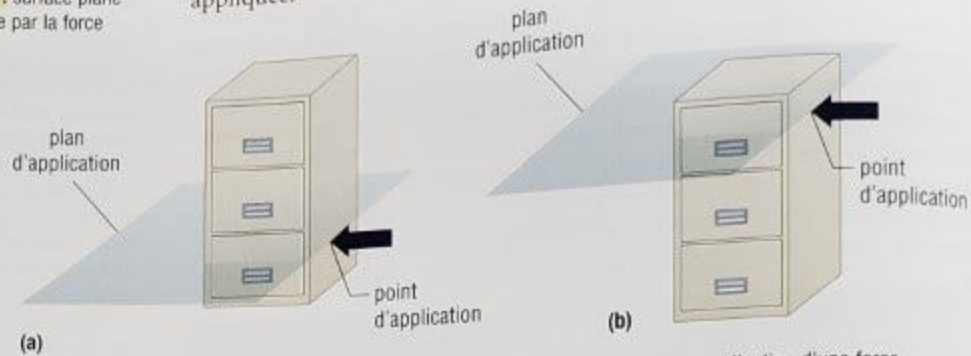


Figure 2 Deux illustrations du point d'application et du plan d'application d'une force appliquée sur un classeur

Dans la figure 2, l'ampleur et la direction de la force appliquée sont les mêmes. Par contre, le point d'application et le plan d'application sont différents. Si tu pousse le classeur à partir du bas, il se déplacera de côté (figure 2a). Si tu pousse le classeur à partir du haut, il risque de se renverser (figure 2b). Le point et le plan d'application influent sur la manière dont une force appliquée agit sur une structure.

Une autre force externe importante est la force qui agit dans la direction opposée à celle de la gravité. Pense aux forces qui agissent sur toi lorsque tu es en position assise sur un tabouret. Tu as appris que la force gravitationnelle agissant sur toi (ton poids) est une force externe qui t'attire vers le bas. Cependant, si cette force t'attire vers le centre de la Terre, comment se fait-il que tu ne te diriges pas vers le centre de la Terre? La raison en est que le tabouret applique aussi une force sur toi, vers le haut. L'ampleur de la force vers le bas (gravité) est égale à l'ampleur de la force vers le haut (celle du tabouret sur toi) (figure 3). Cela signifie que tu peux rester en position assise sans bouger.



Figure 3 La force vers le haut appliquée sur l'élève par le tabouret et la force gravitationnelle vers le bas sont d'ampleur égale.

Les forces internes

Les forces internes agissent entre différentes parties d'une même structure. Il existe quatre types de forces internes différentes : la tension, la compression, la torsion et le cisaillement.

La tension

Lorsque tu tires sur un élastique, la force de tes doigts sur l'élastique est une force externe. Cette force externe produit une force interne appelée **tension**, qui tend à éloigner les unes des autres les particules de l'élastique. La tension peut agir sur différents objets, par exemple une corde à sauter étirée, un trampoline, un cordon d'alimentation électrique, des cordes de guitare et les câbles d'un pont suspendu (figure 4). Tu sais qu'un élastique trop tendu peut se briser. Les particules d'un matériau élastique peuvent s'éloigner les unes des autres seulement jusqu'à une certaine distance. Cette distance maximale est appelée le « point de rupture ». Lorsqu'elles atteignent cette distance, les particules d'un objet se séparent et ne peuvent plus se ressouder.

La compression

Un objet qu'on presse subit une compression. La **compression** est une force qui presse les particules d'un objet les unes contre les autres. Les ressorts d'un matelas subissent une compression lorsque tu t'allonges dessus (figure 5). Une compression se produit aussi lorsque tu frappes un ballon de soccer, que tu marches sur la semelle de ta chaussure ou que tu poses ta tête sur un coussin en mousse. Les objets comprimés retrouvent habituellement leur forme initiale une fois que la force externe cesse d'être appliquée.

tension : force interne qui tend à éloigner les unes des autres les particules d'un objet



Figure 4 Les câbles principaux d'un pont suspendu, comme ceux du pont suspendu de Capilano, en Colombie-Britannique, sont soumis à l'action de la tension.

compression : force interne qui presse ou comprime les particules d'un objet les unes contre les autres



Figure 5 Les ressorts de ce matelas sont soumis à l'action de la compression.

torsion : forces internes de déformation créées dans un objet lorsque celui-ci est tordu



Figure 6 Cette patineuse artistique fait l'expérience de la torsion quand elle exécute un tour sur elle-même.

cisaillement : ensemble des forces qui agissent sur un objet lorsque celui-ci subit des tractions et des poussées dans des directions opposées. Sous l'action de ces forces, il se produit généralement des déchirures dans l'objet.

Pour en savoir plus sur les forces :



La torsion

La **torsion** agit sur un objet lorsque celui-ci est tordu (figure 6). La torsion est visible lorsqu'une personne qui pratique le patinage artistique tourne sur elle-même dans les airs, lorsqu'on tord un torchon ou qu'on tourne la poignée d'une porte. La torsion se produit lorsque les deux extrémités d'une structure subissent une rotation en sens contraire. La torsion peut aussi résulter de la rotation d'une seule extrémité pendant que l'autre extrémité reste fixe.

Le cisaillement

Les forces de **cisaillement** agissent lorsque des forces poussent ou tirent sur un même objet, mais dans des directions opposées. Les forces de cisaillement produisent généralement une flexion, un étirement ou une coupure de l'objet. Un vent fort qui souffle horizontalement sur un arbre ancré au sol produit des forces de cisaillement à l'intérieur de l'arbre. Ces forces peuvent faire plier le tronc ou le briser (figure 7). Les ciseaux utilisent la force de cisaillement pour couper le papier. Les lames du ciseau bougent dans des directions opposées et produisent des forces qui poussent sur le papier, ce qui permet de le couper.



Figure 7 Les forces de cisaillement à l'intérieur des arbres peuvent les casser lorsque des vents puissants soufflent sur eux.

VÉRIFIE TA COMPRÉHENSION

1. Classe les forces suivantes selon qu'elles sont externes ou internes :
 - a) le cisaillement
 - b) la gravité
 - c) la torsion
 - d) la force appliquée sur le sol lorsque tu te tiens debout
2. Imagine que tu es en position allongée sur ton lit.
 - a) Dresse la liste des forces internes qui agissent sur le matelas.
 - b) Quelle est la force externe qui agit sur le matelas ?
3. Explique la différence entre la direction de la force et le plan d'application de la force. Utilise un schéma.

4. La figure 8 montre une structure pleine en bois dans quatre situations différentes impliquant des forces appliquées (montrées par des flèches). Nomme les forces internes dans chacun des schémas.

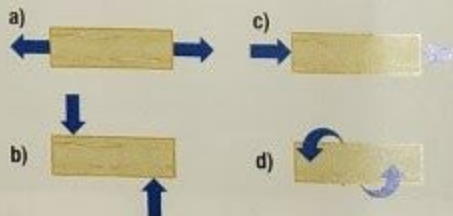


Figure 8