

## Les défaillances structurelles

**défaillance structurelle** : défaut d'une structure, qui est le résultat de la perte de capacité d'une structure ou d'une partie de la structure à supporter une charge

Un parapluie se retourne sous une rafale de vent (figure 1). La poignée d'une valise se brise. Un pont s'effondre. Un verre se fêle (figure 2). Ce sont des exemples de structures défaillantes. Les **défaillances structurelles** se produisent lorsqu'une structure, ou une partie de la structure, perd sa capacité à supporter une charge. Une fois que la structure perd sa capacité à supporter des charges, elle se fend, se déforme ou même s'effondre complètement. Il y a plusieurs raisons pour lesquelles une structure peut être défaillante.



**Figure 1** La défaillance structurelle d'un parapluie causée par une rafale de vent



**Figure 2** La défaillance structurelle d'un verre

### Une mauvaise conception

Environ 40 % à 60 % des défaillances structurelles sont dues à une mauvaise conception. Une mauvaise conception peut être le résultat de l'oubli d'une charge dans le calcul, d'un mauvais choix de matériaux ou du fait que les personnes responsables n'ont pas pris en considération des facteurs et des contraintes.

Le 28 janvier 1986, à peine 73 secondes après son décollage, la navette spatiale Challenger a explosé (figure 3), tuant les sept membres de l'équipage. La cause de l'explosion est la défaillance d'un joint torique qui a provoqué une fuite de gaz. Un joint torique est un anneau de plastique ou de caoutchouc qui empêche l'échappement de liquides ou de gaz. Un joint torique relie généralement deux tuyaux (figure 4). Lors du décollage de Challenger, la température en Floride était anormalement froide. Le joint torique refroidi a causé une défaillance à l'origine de la fuite de gaz qui a provoqué l'explosion. 🌍

Pour en savoir plus sur la navette spatiale Challenger :



**Figure 3** L'explosion de la navette spatiale Challenger est la conséquence de la défaillance d'un joint torique.



**Figure 4** À l'intérieur d'un tuyau d'arrosage se trouve une rondelle de caoutchouc. La fonction de cette rondelle est similaire à celle d'un joint torique.



### HABILETÉS : observer, communiquer, analyser

Les matériaux subissent des changements selon la température à laquelle ils sont soumis. Certains matériaux sont plus cassants à certaines températures et plus souples à d'autres températures. Dans cette activité, tu vas observer l'effet de la température sur des élastiques.

**Matériel :** 2 pinces à dessin, 2 élastiques identiques, 2 petits bols ou 2 verres, 250 ml d'eau chaude, 250 ml d'eau glacée

1. Plie chaque élastique en deux et attache chacun avec une pince.
2. Place un élastique, avec sa pince, dans le verre d'eau glacée. Place l'autre élastique et sa pince dans le verre d'eau chaude (figure 5).
3. Après 5 minutes, retire les pinces et les élastiques de l'eau.
4. Retire les élastiques des pinces. Examine les élastiques. À l'aide d'un organisateur graphique de ton choix, compare la taille, la forme et la texture des deux élastiques.



Figure 5

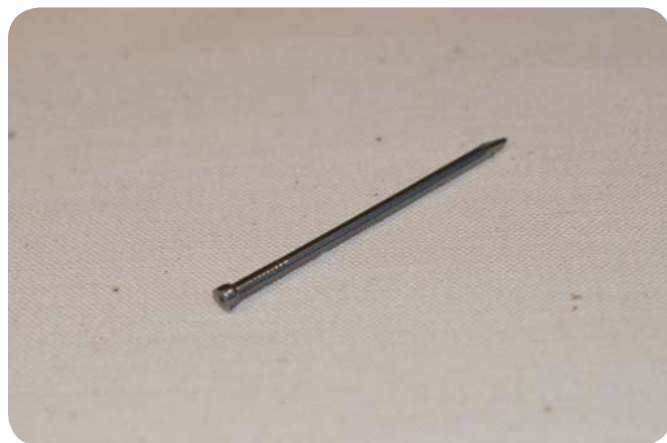
- A. Que remarques-tu ? Rédige un court rapport à partir de tes observations.
- B. Discute en petit groupe de la relation entre cette activité et la défaillance du joint torique qui a causé la catastrophe de la navette spatiale *Challenger*.

## Une mauvaise construction

Une mauvaise construction est la deuxième cause la plus fréquente d'une défaillance structurelle. Les erreurs dans la construction peuvent être le résultat de la mauvaise qualité des matériaux utilisés, d'un assemblage mal réalisé soit par négligence, soit par manque d'expertise, ou encore d'une combinaison de ces facteurs. Par exemple, les propriétaires de maison savent que les bardeaux d'une toiture peuvent être facilement emportés par des vents forts s'ils ne sont pas bien fixés. Ce problème peut survenir si les bardeaux ont été fixés avec un type de clou inadéquat (figures 6 et 7). Utiliser le mauvais type de clou pour réaliser le travail peut représenter toute la différence entre une toiture qui dure 20 ans et celle qui ne résiste pas au premier coup de vent.



**Figure 6** Un clou de toiture ne rouille pas, possède une tête large et une tige cannelée pour maintenir les bardeaux en place par les journées venteuses.



**Figure 7** Un clou de finition possède une tige lisse et une tête plus petite qui le rend plus discret sur des cadres de porte en bois ou des armoires. Que se produira-t-il si une ouvrière ou un ouvrier utilise des clous de finition pour fixer les bardeaux d'une toiture ?

La défaillance d'une construction peut avoir des conséquences tragiques. Le grand magasin de Sampoong (figure 8), à Séoul, en Corée du Sud, s'est effondré le 29 juin 1995. L'effondrement a tué 501 personnes. L'enquête sur la catastrophe a révélé que les matériaux utilisés étaient inadéquats et que les méthodes de construction étaient inappropriées. Le gouvernement avait approuvé la structure à certaines étapes de l'inspection alors qu'il aurait dû la refuser. Le directeur de l'établissement a été accusé de négligence pour sa nonchalance concernant la sécurité publique. Plusieurs représentantes et représentants gouvernementaux ont fait face à des accusations de corruption pour avoir caché le fait que la structure du bâtiment était défaillante. 🌐

Pour en savoir plus sur l'effondrement du grand magasin de Sampoong :



**Figure 8** Les ruines du grand magasin de Sampoong après son effondrement



## Des charges extraordinaires

Des conditions extrêmes peuvent aussi provoquer des défaillances structurelles. Souvent, ces défaillances ne résultent pas d'une mauvaise conception, mais d'événements inattendus qui soumettent les structures à des charges extraordinaires.

En janvier 1998, l'Amérique du Nord a subi une violente tempête de verglas. Pendant des jours, la pluie verglaçante s'est abattue sur certaines parties de l'Ontario, du Québec, de la Nouvelle-Écosse et de l'État de New York. La pluie a tout recouvert d'une couche de glace de 120 mm. Environ 130 pylônes se sont écrasés sous le poids de la glace (figure 9). Plus de 4 millions de personnes au Québec, en Ontario et au Nouveau-Brunswick se sont retrouvées sans électricité. Certaines personnes ont vécu sans électricité durant plus d'un mois. Au moins 25 personnes ont perdu la vie, plusieurs en raison du froid. 🌐

Pour en savoir plus sur la tempête de verglas de 1998 :




**Figure 9** Des pylônes se sont effondrés sous le poids de la glace. La plus grave tempête de verglas enregistrée auparavant avait eu lieu en 1961. Au cours de cette tempête d'une durée d'un jour ou deux, seulement 60 mm de glace s'étaient accumulés.





## Une défaillance de la fondation

La défaillance de la base d'une structure, ou de sa fondation, est moins courante qu'une mauvaise conception ou qu'une mauvaise construction. Toutefois, elle peut causer de graves problèmes structurels. Une défaillance de la fondation peut être le résultat d'un terrain instable, d'une mauvaise installation, de fondations trop étroites pour la charge supportée par la structure ou de tremblements de terre.

Un exemple bien connu de défaillance de la fondation est celui de la tour de Pise, en Italie (figure 10). La tour a été construite en 1178 sur un terrain sablonneux et instable. De plus, ses fondations étaient inadéquates. Le sol s'est déplacé, et la tour a commencé à s'incliner presque immédiatement après le début des travaux de construction. Au fil des siècles, la tour a continué à s'incliner. Les méthodes de construction modernes ont permis de ralentir le mouvement de la tour et ont réussi à la ramener à l'angle d'inclinaison qu'elle avait en 1870. 

Pour en savoir plus sur la tour de Pise,



**Figure 10** La tour de Pise

Les défaillances de la fondation sont plus courantes dans le cas de bâtiments de petite taille. Cependant, n'importe quelle structure peut s'affaisser à cause d'une fondation défaillante. Les fissures dans les murs d'une maison ou le désalignement des portes sont souvent le résultat du déplacement de la fondation en raison d'un terrain instable.

### Activité de fin d'unité

Comment vas-tu utiliser ce que tu as appris sur les défaillances structurelles pour réaliser l'Activité de fin d'unité?



### VÉRIFIE TA COMPRÉHENSION

1. a) Énumère quatre causes possibles d'une défaillance structurelle.  
b) Décris une défaillance structurelle pour chacune des quatre causes énumérées.  
c) Propose un moyen par lequel chacune de ces défaillances aurait pu être évitée.
2. Un élève de 12 ans s'assoit sur un tricycle pour enfant et une des roues arrière se brise.  
a) Quelle est la cause la plus probable de cette défaillance structurelle?  
b) Comment cette défaillance aurait-elle pu être évitée?