

## ANNEXE 13 : Défaillance des structures – Renseignements pour l'enseignant

Peu importe leur forme ou leur fonction, toutes les structures sont sujettes à un jeu continu entre les forces externes et leur résistance interne. Parmi les **forces externes**, le poids même de la structure constitue la plus grande force contre laquelle la structure doit lutter en raison de la force de gravité. D'ailleurs, au cours de la construction d'une maison, il faut s'assurer d'avoir des murs suffisamment solides qui ne doivent pas être trop espacés afin de supporter le plancher supérieur ou le toit. S'ajoute au poids de la structure, le poids cumulatif des objets qui s'y trouvent ou que la structure porte ou supporte : ouvriers, meubles, marchandise, véhicules, neige, chaussée d'un pont, enceinte d'un tunnel, etc. Dans certains cas ce poids peut fluctuer considérablement, par exemple un stationnement à étages multiples peut être vide le dimanche soir, mais plein le lundi matin.

De nombreuses structures sont aussi conçues pour supporter des **charges horizontales** : c'est le cas des barrages qui retiennent d'imposantes quantités d'eau ou encore des entrepôts où sont stockées des matières fluides (souvent sous pression) ou semi-fluides tels que le grain.

Les **phénomènes naturels exercent aussi des forces sur les structures** et ces dernières doivent être en mesure d'y résister : le vent (la turbulence sur les façades d'un gratte-ciel et le phénomène d'aspiration qui se produit lorsque le vent souffle sur la face opposée de la structure), les déferlements d'eau (vagues, courants, inondations) et les secousses sismiques ont souvent des conséquences dramatiques sur les structures, mais l'usure d'une structure par **l'érosion** du vent, de l'eau ou de la glace ainsi que **l'action chimique** (rouille, dissolution, etc.) des substances dans l'air ou dans l'eau viennent également réduire la résistance des matériaux. La foudre, le feu, les fluctuations de température et l'action de divers **agents biologiques** (termites, champignons, racines d'arbres, etc.) endommagent considérablement les matériaux d'une structure et les affaiblissent progressivement. Certaines structures (par exemple des ponts à suspension) se sont même écroulées à la suite de vibrations faibles, mais persistantes un peu comme un récipient en verre qui éclate sous l'effet d'une fréquence aiguë.

Lorsque de nombreuses **forces externes** s'exercent **sur une structure**, elles **se traduisent par des forces internes au sein de cette structure**, ce qui porte atteinte aux éléments constitutifs de la structure même. En effet, les pièces et les matériaux d'une structure subissent dans leur ensemble toutes les forces externes et par conséquent ils subissent une part (petite ou grande) des forces internes qui en résultent. Leur résistance naturelle devient alors critique. Si la résistance d'une partie de la structure ou d'un matériau n'est pas assez grande, il risque d'y avoir défaillance à cet endroit. Si cette pièce ou ce matériau a un rôle de soutien critique, c'est toute la structure qui risque de s'écrouler. **On dit souvent que la résistance maximale d'une structure équivaut à la résistance de sa pièce la plus faible.**

Les ingénieurs structuraux savent que les matériaux et les pièces s'usent avec le temps et que l'action continue des forces externes et internes vient aussi les affaiblir progressivement. On dénomme ce changement à la fois physique et chimique la **fatigue des matériaux**. Ainsi pour s'assurer qu'une structure puisse résister à des chocs exceptionnels mais vraisemblables (secousses sismiques, collisions accidentelles, etc.), les ingénieurs choisissent des matériaux qui peuvent supporter bien davantage que la charge normale qu'on leur confie. On appelle **coefficient de sécurité** cette résistance supplémentaire qu'on choisit délibérément de conférer à un projet de construction.

Lorsque la résistance interne ne peut plus contrer les forces externes, la défaillance est inévitable. Cette défaillance prend la forme d'un **affaissement** ou d'un **éboulement**. Toutefois, si le coefficient de sécurité est suffisamment élevé, si l'entrepreneur a utilisé des matériaux de qualité et si le temps ou les circonstances n'ont pas été inhabituellement difficiles à l'égard d'une structure, celle-ci devrait pouvoir supporter sa charge pendant une longue période de temps, sans risque.

