**ANNEXE 9 : La microgravité – Renseignements pour l’enseignant**

La gravité est une force qui contrôle tout mouvement partout dans l’univers. Elle nous tient sur la Terre, elle fait tourner la Lune et les satellites artificiels autour de la Terre et elle fait tourner la Terre autour du Soleil. Les élèves croient souvent qu’il n’y a aucune force gravitationnelle à l’extérieur de l’atmosphère terrestre (en espace) puisque les astronautes « flottent » dans leur navette spatiale. L’altitude typique d’une navette spatiale est d’environ 500 km au-dessus de la surface terrestre. On peut facilement calculer la valeur de la constante du champ gravitationnel (g) à cette altitude.

$$mg=\frac{GMm}{r^{2}}$$

$$g=\frac{GM}{r^{2}}$$

$$g=\frac{6,67×10^{-11}\left(5,98×10^{24}\right)}{\left(6,38×10^{6}\right)^{2}}$$

$$g=8,7{N}/{kg}$$

L’intensité du champ gravitationnel à cette altitude a 89% de l’intensité du champ à la surface de la Terre. Il n’y a certainement pas une absence de force gravitationnelle!

La **microgravité** se manifeste lorsque le poids apparent d’un objet est petit comparé à son poids actuel. Il n’y a aucune sensation de poids. Tout objet en chute libre est en condition de microgravité. L’astronaute est en chute libre quand il se retrouve en orbite autour de la Terre. Il flotte dans le vaisseau spatial, car il tombe en même temps que celui-ci. Si on laisse tomber une pomme près de la surface de la Terre, elle tombe vers le sol. Si on laisse tomber une pomme dans un vaisseau spatial qui orbite la Terre, la pomme tombe aussi, mais elle semble flotter car le vaisseau tombe à la même vitesse que la pomme. Cependant, la pomme et le vaisseau spatial ne tombent pas vers le Terre, mais autour de la Terre, tel que décrit dans le RAS précédent.

Le phénomène de flottaison causée par la chute libre est aussi possible sur la Terre. Prenons l’exemple d’une personne dans un ascenseur. La force que le plancher de l’ascenseur exerce sur la personne est le poids apparent. Lorsque l’ascenseur est immobile, la force gravitationnelle est exercée vers le bas, et la force exercée par l’ascenseur sur la personne (force normale) agit vers le haut. La somme de ces deux forces donne une force nette égale à zéro. Elle ne subit aucune variation de vitesse et ne bouge pas. Quand l’ascenseur monte, la force nette n’est pas égale à zéro. Puisque l’ascenseur accélère vers le haut, il y a une force nette vers le haut. La personne a donc la sensation d’être plus pesante car une plus grande force est exercée sur ses pieds. Si une personne était à l’intérieur d’un ascenseur et que le câble cédait, elle tomberait vers le bas à la même vitesse que celle de l’ascenseur. Il n’y aurait aucune force exercée par l’ascenseur sur la personne donc celle-ci aurait l’impression de flotter.

Bloc F

**ANNEXE 9 : La microgravité – Renseignements pour l’enseignant (suite)**

On obtient l’état de microgravité en plaçant des objets en chute libre. Littéralement, la chute libre signifie que le mouvement d'un objet vers le bas est libre, c'est-à-dire que rien ne s'oppose à sa chute. Sur Terre, le sol annule ce mouvement. Lorsqu'un parachutiste saute, sa chute est contrariée par la résistance de l'air sur son corps. La résistance de l'air n'empêche pas une chute, mais elle la ralentit. Cette résistance s'exerce même en orbite. L'air y est quand même présent, mais en très faible quantité. Le degré d'inhibition de la pesanteur, ou la qualité de l'état de microgravité obtenu, est fonction du degré avec lequel les forces qui s'opposent à une chute sont éliminées. Si ces forces étaient éliminées complètement, vous seriez en état d'impesanteur parfaite. Dans le cas de la chute libre ou de la microgravité, les forces de résistance sont infimes.

**Comment reproduire la microgravité**

La microgravité peut être reproduite de plusieurs différentes façons. Premièrement, on pourrait s’aventurer dans l’espace lointain afin que la force gravitationnelle de la Terre soit effectivement nulle. Cependant, il faudrait voyager des millions de kilomètres pour accomplir ceci. Il est aussi possible de reproduire la microgravité avec la chute libre. On peut connaître des conditions de microgravité pour de très courts intervalles de temps en sautant sur un tremplin ou sur des manèges dans les parcs d’attractions.

Les tours d’impesanteur sont utilisées pour créer des conditions de microgravité pour de plus longues périodes de temps. Le Centre Lewis de la Nasa a une tour d’impesanteur de 132 mètres. Un état de microgravité peut être maintenu pour environ 5 secondes. Le plus long état de microgravité peut être obtenu au Japon dans un puits de mine d’une profondeur de 490 mètres.

On peut recréer des conditions de chute libre de courte durée à bord d'avions en vol parabolique. Durant l'arc ascendant de la parabole décrite par l'avion, on règle la poussée des moteurs de sorte à annuler la portance. L'appareil est alors en chute libre puisque rien ne s'oppose à la force de pesanteur. L'avion est en chute libre lorsqu'il atteint le sommet de la parabole et pendant une partie de l'arc descendant. On peut ainsi obtenir des conditions de microgravité d'environ 0,02 g pendant 15 à 20 secondes. L’effet est semblable à celui sur une montagne russe. On surnomme l’avion qui crée cet état un « vomit comet ».

Bloc F

**ANNEXE 9 : La microgravité – Renseignements pour l’enseignant (suite)**

Temps (secondes)

0

 20

 45

 65

Altitude (pieds)

 24 000 -

 26 000 -

 28 000 -

 30 000 -

 32 000 -

 Angle de tangage 45o

 Angle de tangage 45o

 Zéro-g

L’avion doit premièrement atteindre une altitude de 30 000 pieds (environ 10 000 m) avec une vitesse Mach 1 (300 m/s). L’avion descend ensuite en suivant une courbe parabolique, monte à nouveau, et peut compléter plusieurs paraboles. Les gens dans la cabine sont en chute libre pour environ 23 secondes durant chaque descente, suivie d’une accélération de 2 g. Un vol typique peut durer plusieurs heures et parvient à réaliser quelque 40 paraboles pour permettre à l’équipage de mener des expériences.

Dans le film *Apollo 13* (1995), les réalisateurs ont eu la permission d’utiliser l’avion KC-135 de la NASA pour filmer la séquence « anti-gravité » dans laquelle les acteurs semblent flotter dans la cabine.

La Station spatiale internationale orbite autour de la Terre et offre des conditions de microgravité de grande qualité pendant des périodes pratiquement illimitées. Les installations de la Station consistent en des modules d’habitation et des modules de laboratoire.