

PIROUETTE en patins à glace

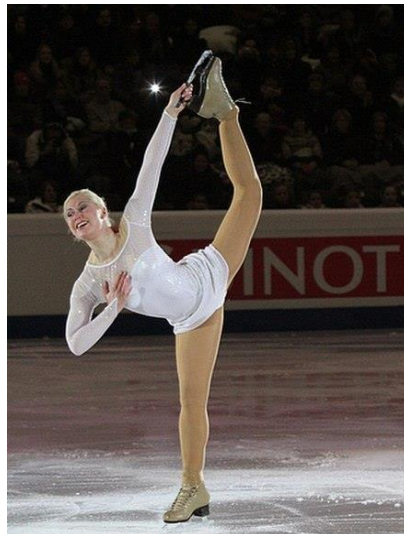


Dans une pirouette, la patineuse, ou le patineur, commence par une course d'élan (parfois assez courte) puis commence à virer jusqu'à rester quasiment sur place ; l'énergie de mouvement accumulée est alors utilisée comme énergie de rotation.

Selon la position des bras et des jambes, on voit alors la vitesse de rotation ralentir ou accélérer de façon très spectaculaire, jusqu'à ce que le frottement de ses patins l'arrête, ou qu'elle décide de ne pas s'élancer dans un autre mouvement.

Au moment où la course d'élan passe de la vitesse v à la vitesse 0 (la patineuse ne se déplace plus et ne fait plus que tourner autour d'un axe), la patineuse a accumulé une énergie cinétique égale à $\frac{1}{2}mv^2$. Cette énergie est transformée en énergie cinétique de rotation, dont la valeur est donnée par la formule $E_r = 20mr^2t^2$ (où t est la vitesse de rotation, en tours par seconde, et r la distance de l'axe de rotation au centre de gravité de la moitié de son corps).

À tout instant de la pirouette, l'énergie possédée par la patineuse est proportionnelle au carré de rt et elle a alors le choix entre positionner son corps de façon à ce que r soit petit et t grand ou bien que r soit grand et t petit.



Analysons ce qui passe dans les trois photos précédentes.

La patineuse de gauche a commencé à tourner à la vitesse de 1 tour par seconde, vitesse assez faible. En effet le centre de gravité de chacun de ses deux côtés est assez loin de son axe de rotation (disons à 36 cm). Pour elle : $rt=1 \times 36=36$.

Imaginons qu'elle lève alors plus haut sa tête, son bras et sa jambe gauche, en prenant la position de la photo du centre. Elle a fourni une énergie supplémentaire négligeable et, pour elle, rt vaut toujours 36 mais r est plus petit ; par exemple $r=18$ et donc $t=2$; elle tourne deux fois plus vite.

Si elle prend alors la position de droite, dite pirouette Bielmann (exécutée pour la première fois en 1981), r peut atteindre 12 cm ; elle tourne alors, sans forcer, à la vitesse de 3 tours par seconde (12×3 égale toujours 36).

Et, dans cette position, en tirant sur ses bras, et avec une belle souplesse, r peut atteindre 9 et elle tourne alors à la vitesse de 4 tours par seconde.

La vitesse de rotation d'une patineuse est ainsi d'autant plus rapide que les points de son corps sont plus proches de son axe de rotation.

Elles peuvent ainsi jouer à ralentir, en pliant les genoux jusqu'à s'asseoir, ou en écartant leurs bras ou leurs jambes...

Et, en gardant les jambes droites, il y a deux manières de se rapprocher de la verticale de rotation :



. soit serrer ses bras le plus possible contre son corps (comme, ci-contre à gauche, Yuko Kawaguti, en 2010),

. soit élever ses bras au-dessus de sa tête, comme si on plongeait vers le ciel.



André Deledicq