

# La relativité restreinte

Les expériences de **Michelson** et **Morley** (1887) montrèrent que la vitesse de la lumière ne dépendait pas de la direction vers laquelle elle était émise par rapport au déplacement de la Terre.

D'où l'une des lois fondamentales de la relativité :

**la vitesse de la lumière (300 000 km/s) ne peut être dépassée !**

Comment peut-on alors s'arranger avec la classique addition des vitesses, par exemple lors du croisement de deux objets en déplacement ?

Car si deux TGV, lancés chacun à 300 km/h (soit 0,083 km/s), se croisent, leur vitesse l'un par rapport à l'autre est bien, elle, de 600 km à l'heure (soit 0,166 km/s).

C'est un lauréat du prix Nobel de physique 1902, **Hendrik Lorentz**, qui nous a révélé la vraie formule de composition des vitesses : si  $v$  et  $w$  sont les vitesses de deux mobiles se croisant, alors la vitesse de l'un des mobiles dans le référentiel lié à l'autre est  $\frac{v + w}{1 + \frac{v \cdot w}{c^2}}$ .

[Pour la petite histoire, rappelons qu'**Einstein** n'eut pas le prix Nobel en 1905 à cause des doutes sur la paternité de la relativité, en particulier de la formule  $E = mc^2$  (cette paternité aurait alors pu être attribuée conjointement à Hendrik Lorentz ou à **Henri Poincaré**). Einstein ne reçut le prix Nobel qu'en 1921, pour sa « contribution à diverses théories physiques, en particulier celle concernant l'effet photoélectrique » !]

On peut vérifier, sur cette formule, que lorsque deux rayons lumineux se croisent à la vitesse  $c$ , leur vitesse l'un par rapport à l'autre est  $\frac{c + c}{1 + \frac{c \cdot c}{c^2}}$ , soit toujours  $c$ .

Voyons ce que donne le calcul pour les deux TGV se croisant :

$$v = w = 300 \text{ km/h} = \frac{300}{3600} \text{ km/s} = 0,083 \text{ km/s} :$$

$$\frac{v + w}{1 + \frac{v \cdot w}{c^2}} = \frac{0,166}{1 + \frac{0,0069}{300\,000^2}} = \frac{0,166}{1 + \frac{69}{9 \times 10^{14}}} = \frac{0,166}{1 + 7,7 \times 10^{-14}} .$$

La vitesse des tgv l'un par rapport à l'autre est donc égale à environ  $0,166 \times (1 - 0,000\,000\,000\,000\,077)$ .

Ce nombre ne diffère de  $v + w$  qu'au 13<sup>ème</sup> chiffre significatif.

En fait, dès que les vitesses ne sont pas du même ordre que celle de la lumière, pratiquement, les vitesses s'ajoutent.

Par exemple, si les deux vitesses des deux objets qui se croisent sont

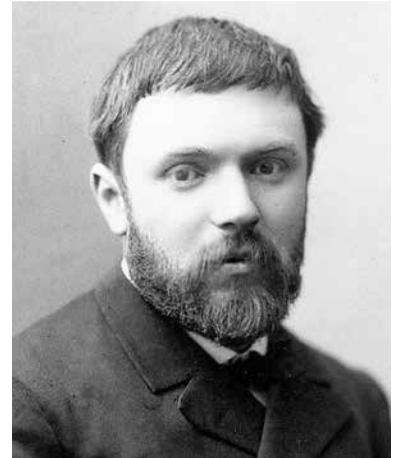
$ac$  et  $bc$ , alors leur vitesse relative  $u$  est  $\frac{a + b}{1 + ab} \cdot c$ .

Ainsi si deux objets se croisent à la moitié de la vitesse de la lumière, on a :  $a = 0,5$  et  $b = 0,5$ . Et on trouve  $u = 0,8c$ .

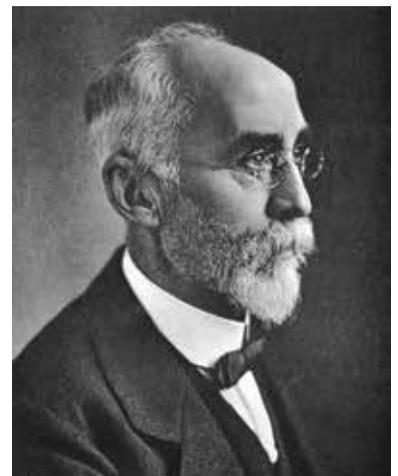
Et, s'il se croisent au dixième de la vitesse de la lumière :

$a = 0,1$  et  $b = 0,1$ , et on trouve  $u \approx 0,2(1 - 0,01)c = 0,198c$ .

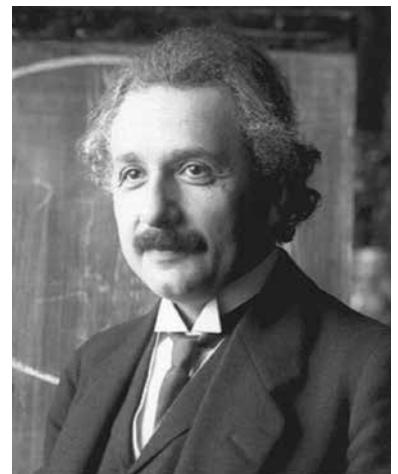
La loi d'addition des vitesses est encore très acceptable, à 1 % près.



**Henri Poincaré**  
(1854-1912)



**Hendrik Lorentz**  
(1853-1928)



**Albert Einstein**  
(1879-1955)