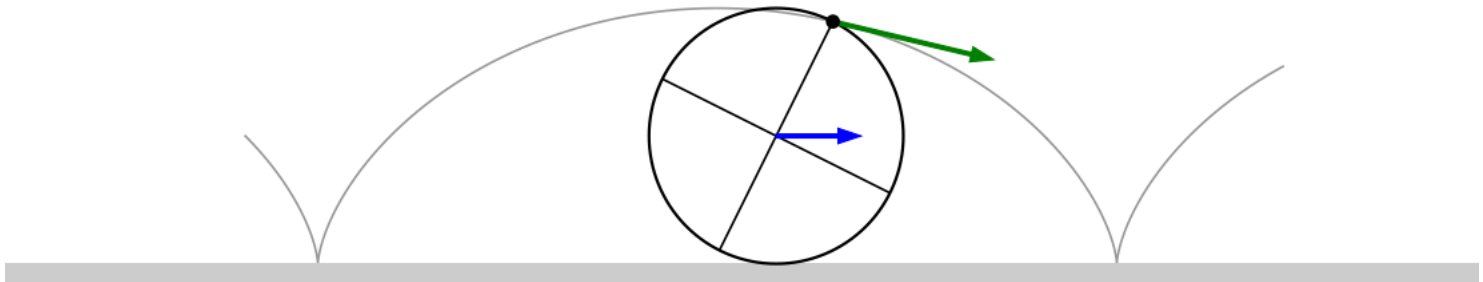


Faisons un peu de vélo...



Comme la roue ne glisse pas, le point bas est très brièvement en contact avec la route. Ce point est au repos et la roue tourne autour ce point.



Le roulement : c'est combiner une translation et une rotation !

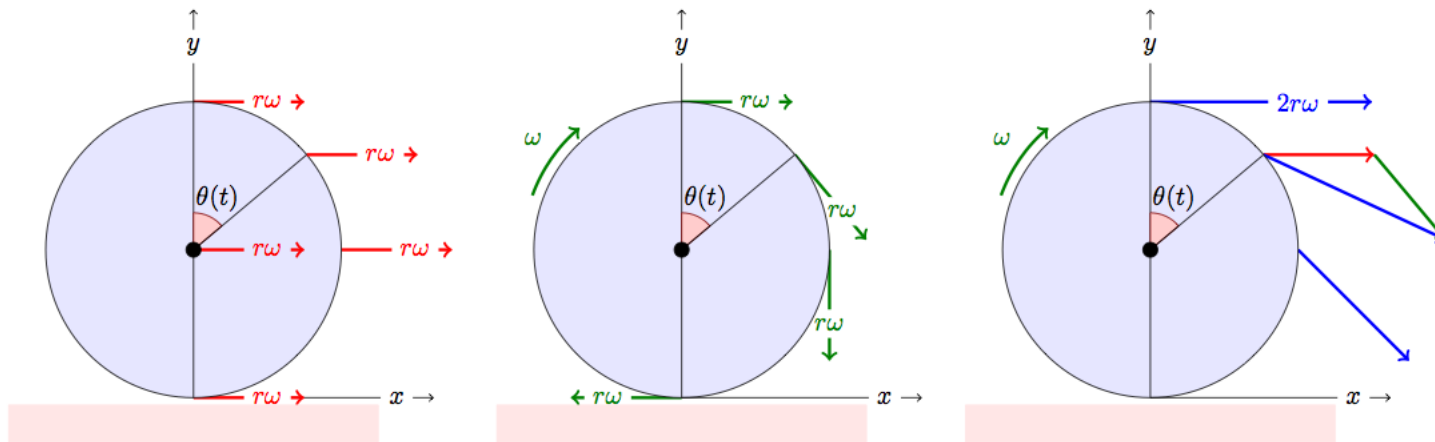


Rotation autour
du centre

$$\vec{v}(t) = \vec{v}_c + \vec{v}_t(t)$$

Translation
du centre

Le roulement, c'est
une translation du centre avec
une rotation autour du centre



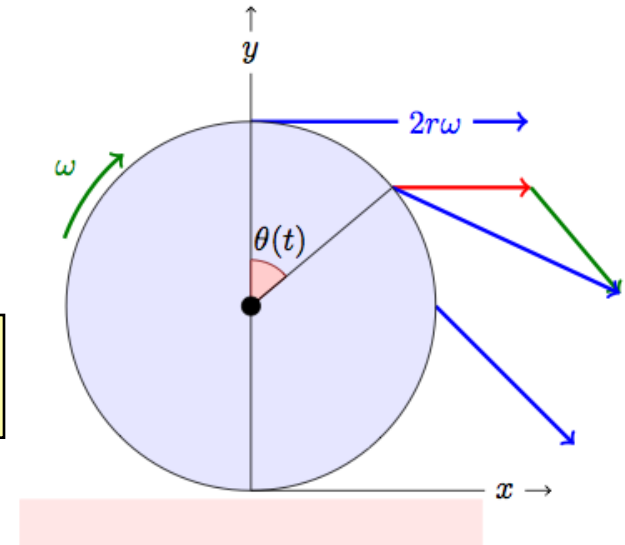
$$\vec{v}(t) = \vec{v}_c + \vec{v}_t(t)$$

Translation
du centre

Rotation autour
du centre

Le roulement, c'est
une translation du centre avec
une rotation autour du centre

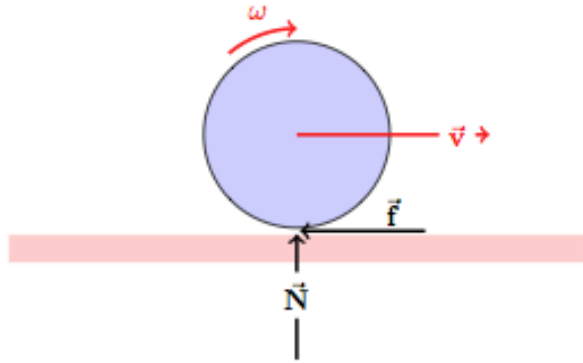
*Le mouvement circulaire est dans le sens **horlogique**.
La roue avance vers la droite.*



$$\vec{v}(t) = \begin{bmatrix} v_c(t) \\ 0 \end{bmatrix} + r\omega(t) \begin{bmatrix} \cos(\theta(t)) \\ -\sin(\theta(t)) \end{bmatrix}$$

$$\vec{a}(t) = \begin{bmatrix} a_c(t) \\ 0 \end{bmatrix} + r\omega^2(t) \begin{bmatrix} -\sin(\theta(t)) \\ -\cos(\theta(t)) \end{bmatrix} + r\alpha(t) \begin{bmatrix} \cos(\theta(t)) \\ -\sin(\theta(t)) \end{bmatrix}$$

Condition de roulement sans glissement $v = \omega R$
 $a = \alpha R$



Comme la roue ne glisse pas, le point bas est très brièvement en contact avec la route. Ce point est au repos et la roue tourne autour ce point.

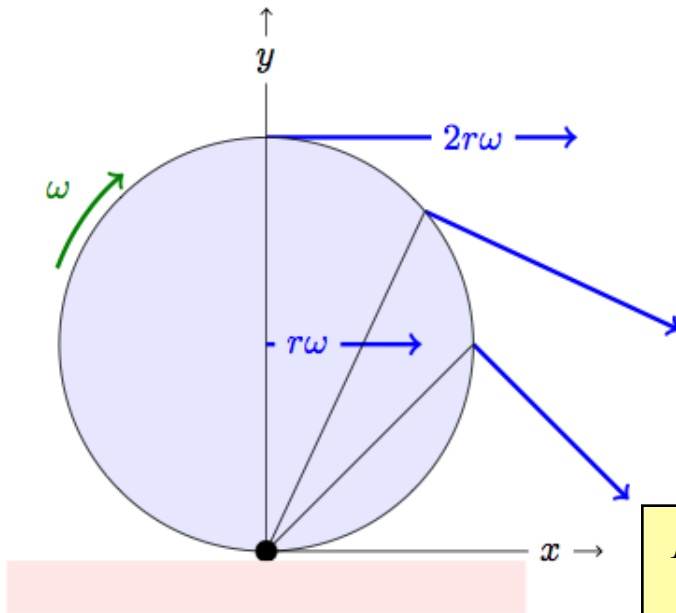
Roulement sans glissement d'une roue !

C'est l'inverse du glissement sans roulement ou dérapage incontrôlé !



La roue tourne autour du point de contact

En un tour de roue, le centre avance d'une distance $2\pi R$



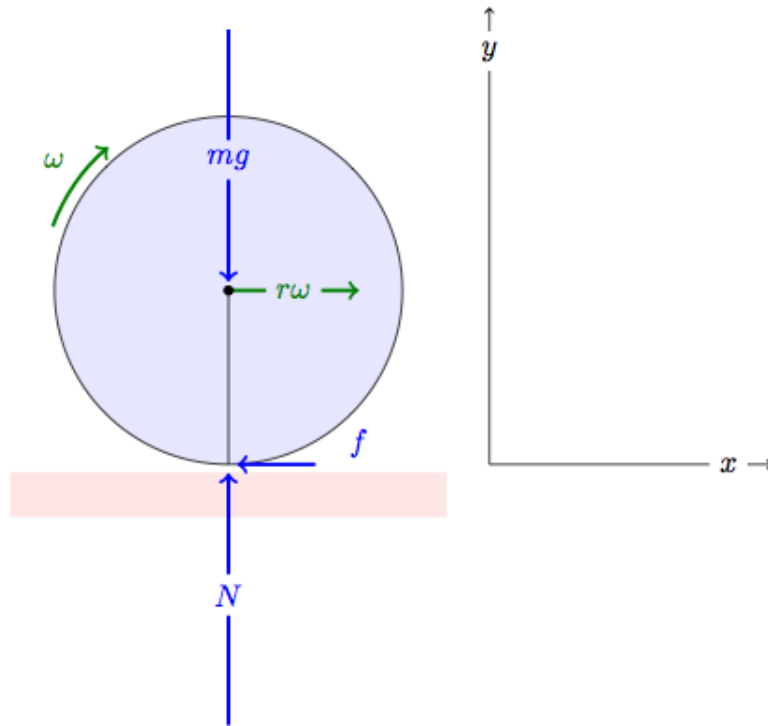
La norme de la vitesse du centre est égale à la norme de la vitesse tangentielle de rotation !

On en déduit la même relation pour les accélérations

Condition de roulement sans glissement

$$\begin{array}{lcl} v & = & \omega R \\ a & = & \alpha R \end{array}$$

Une roue roule sans glisser...



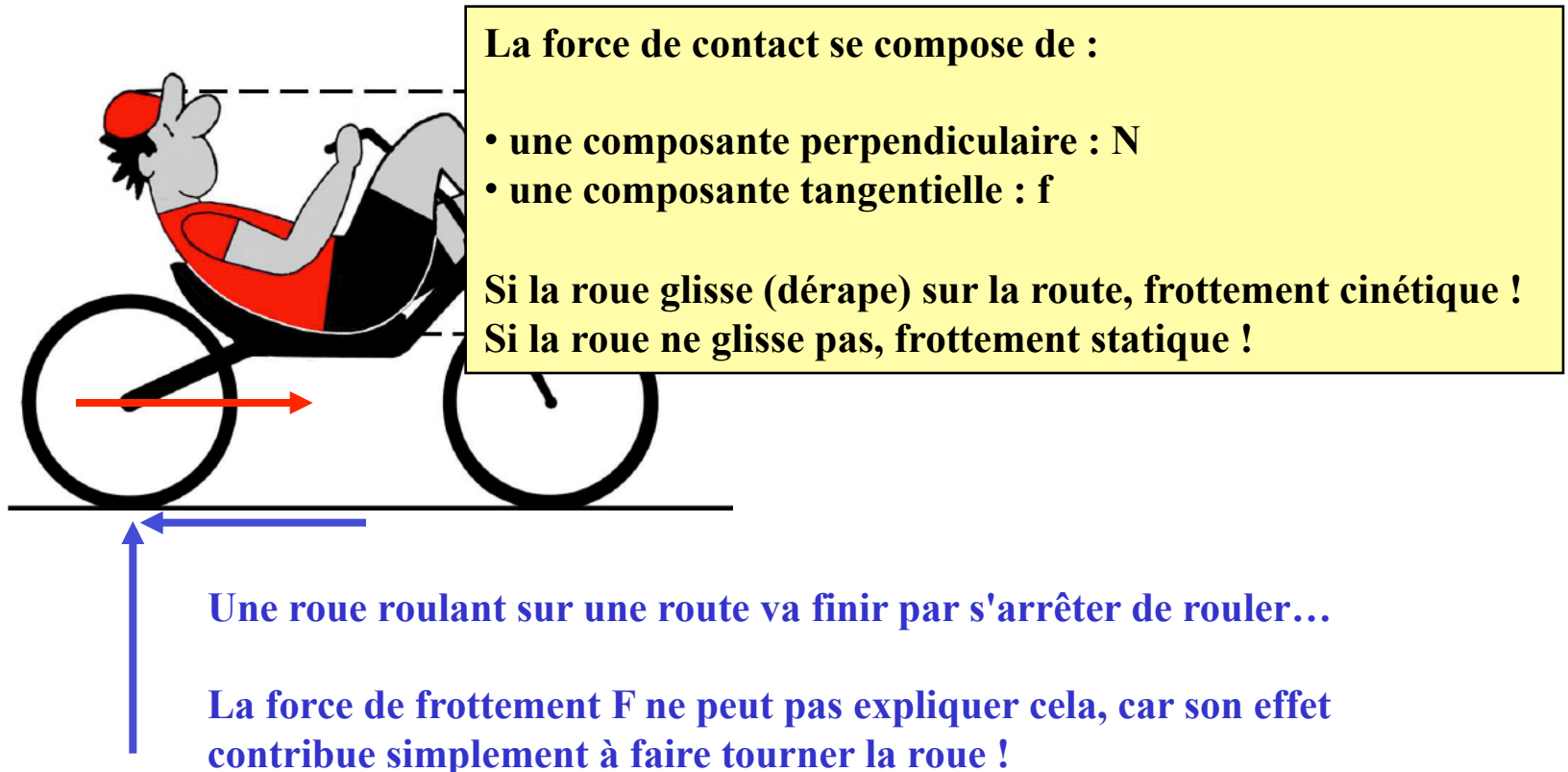
Quid du frottement sur le sol ?!

$$\begin{cases} ma = f \\ I\alpha = Rf \end{cases}$$

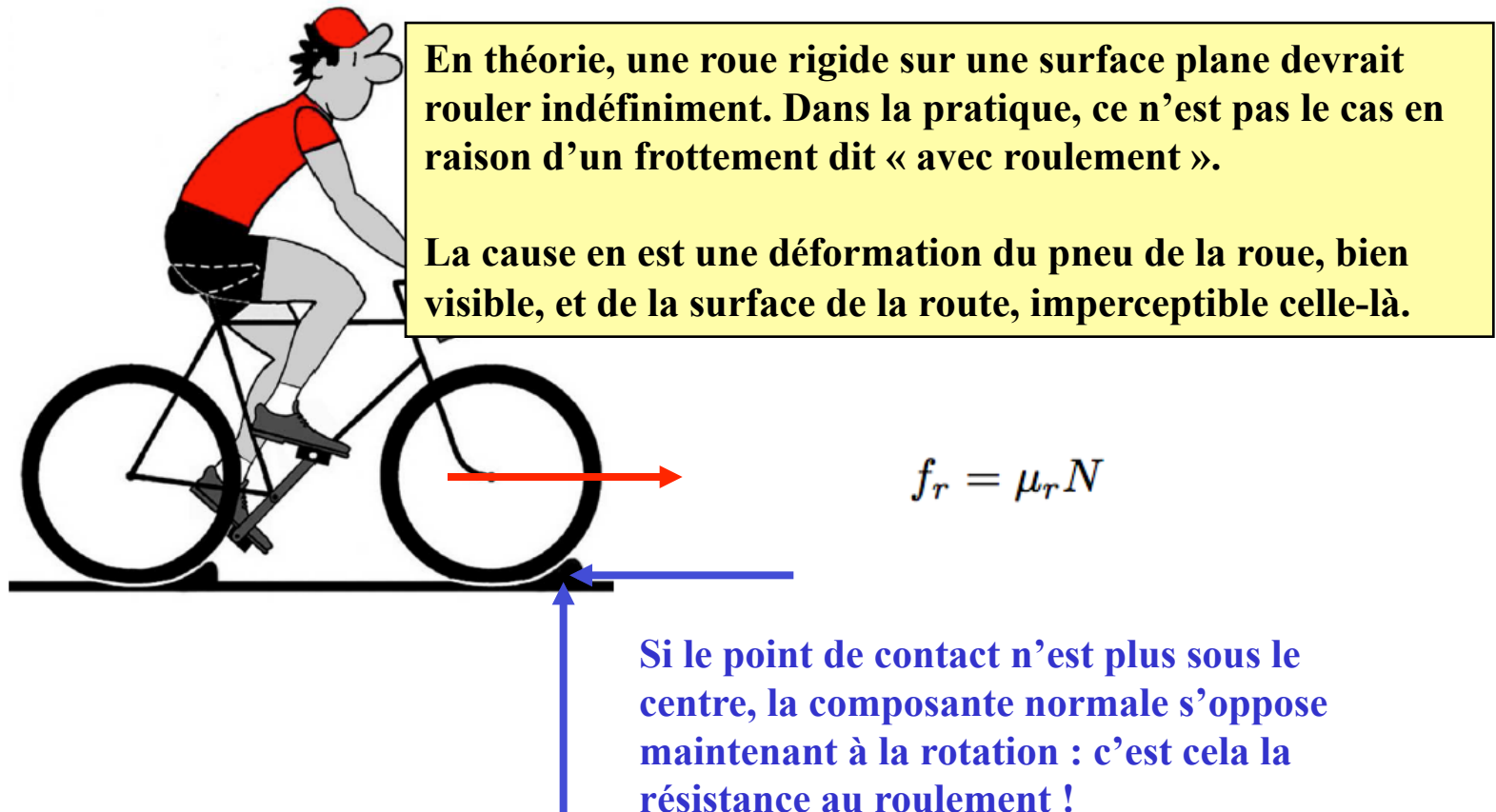
*Le frottement ralentit la progression de la roue mais **a tendance à augmenter sa vitesse de rotation !***

Ce modèle semble sérieusement déficient !

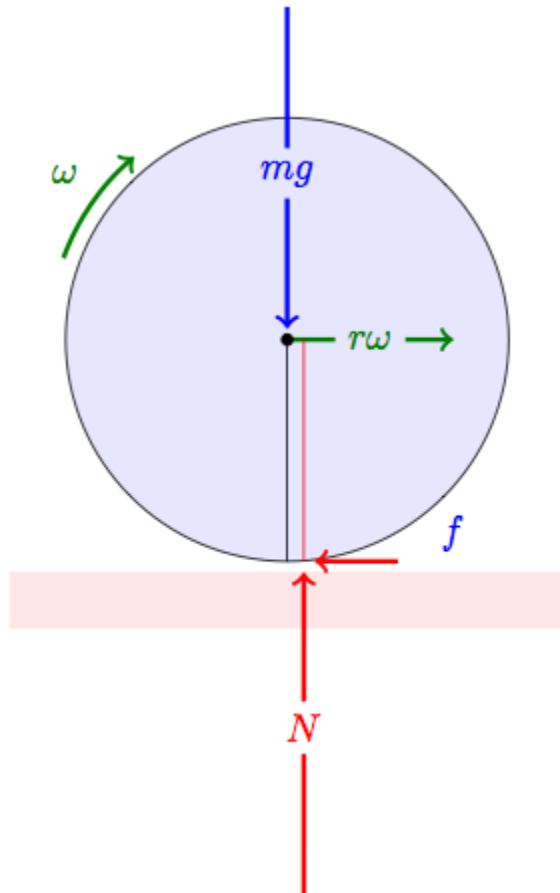
Est-ce que le frottement roue-sol devrait ralentir notre cycliste ?



En réalité, on est freiné par la résistance au roulement !



Une roue roule sans glisser...



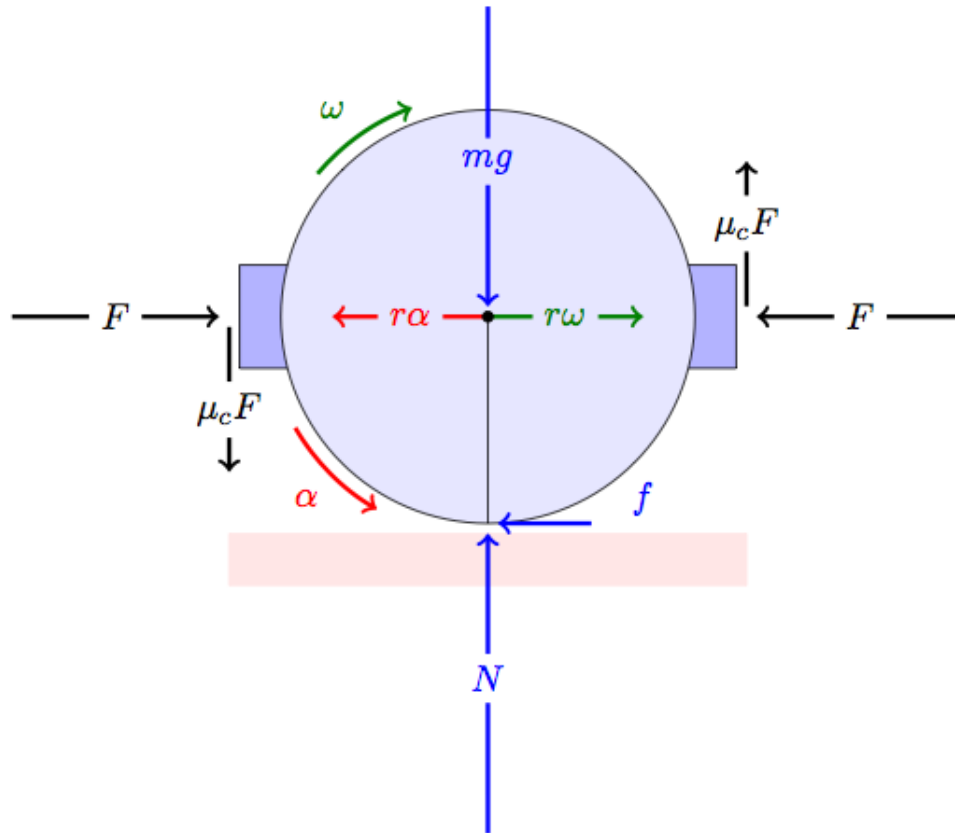
Quid du frottement sur le sol ?!

$$\begin{cases} ma = f \\ I\alpha = -\epsilon N + R f \end{cases}$$

Mais les surfaces ne sont pas parfaitement rigides et vont subir une déformation !

L'effet combiné de f et de N correspond au frottement par roulement et aux pertes d'énergie dues à la déformation de la roue.

Freinons !

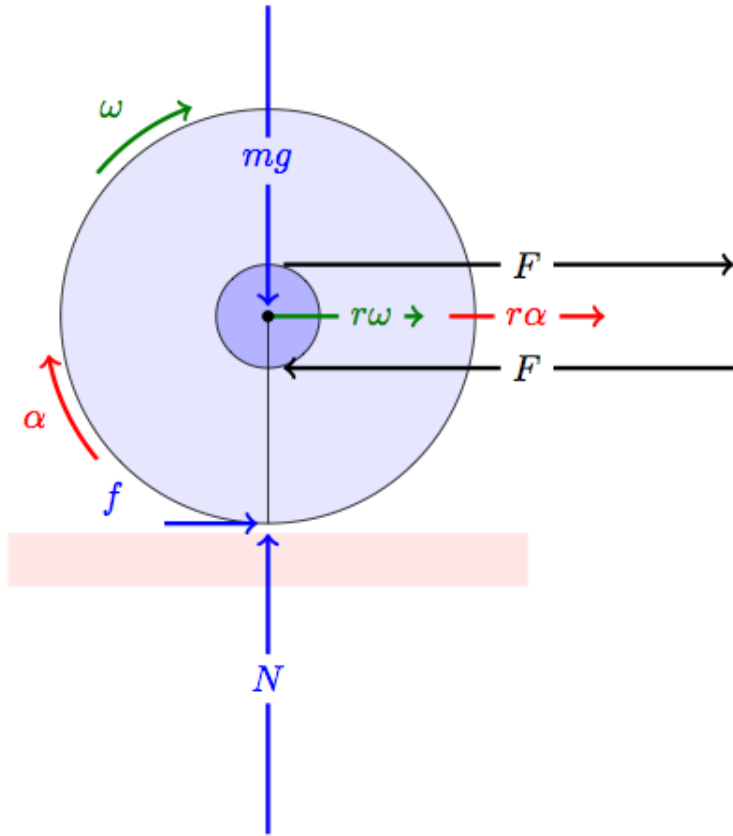


$$\begin{cases} ma = f \\ I\alpha = 2\mu_c R F - R f \end{cases}$$

Le freinage optimal est obtenu lorsque la roue est juste sur le point de glisser.

Si on freine trop brutalement, la roue se bloque et glisse sur la route !

Accélérons !



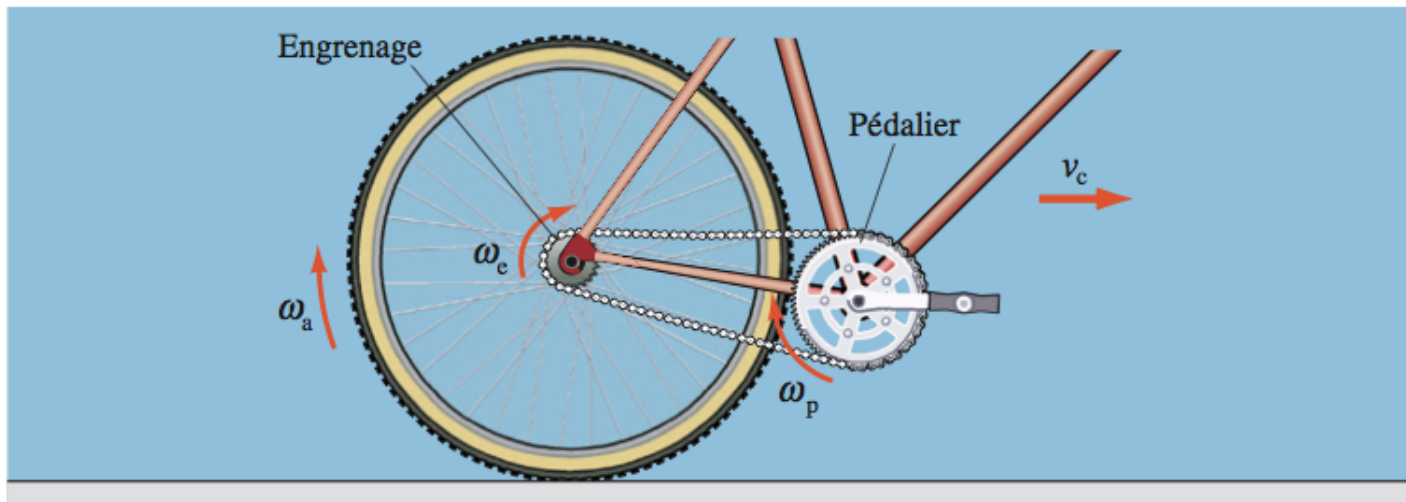
$$\begin{cases} ma = f \\ I\alpha = 2r F - R f \end{cases}$$

Comme la partie inférieure de la roue pousse sur la route vers l'arrière, la force de frottement est dirigée vers l'avant !

Transmission du mouvement de rotation

$$\underbrace{\omega_e r_e}_{v_e} = \underbrace{\omega_p r_p}_{v_p}$$

$$v_{cycliste} = \underbrace{\omega_a r_a}_{v_a} = \omega_e r_a = \omega_p \frac{r_a r_p}{r_e}$$



Exemple

Un tour de pédalier par seconde

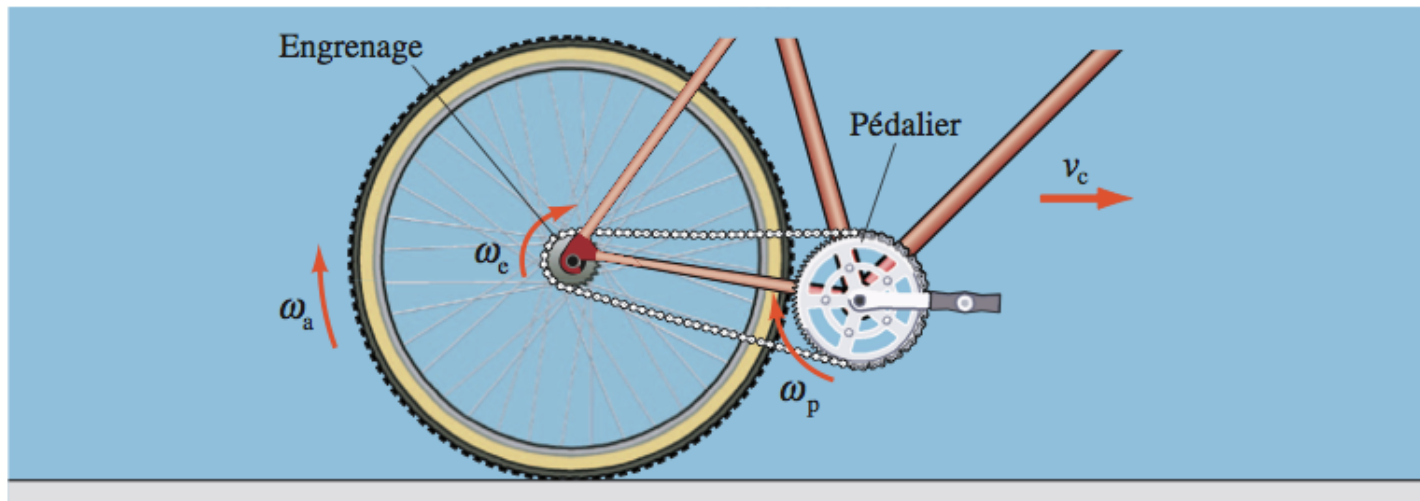
Rayon du pédalier = 10 cm

Rayon du dérailleur = 5 cm

Rayon de la roue = 35 cm

$$\underbrace{\omega_e r_e}_{v_e} = \underbrace{\omega_p r_p}_{v_p}$$

$$v_{cycliste} = \underbrace{\omega_a r_a}_{v_a} = \omega_e r_a = \omega_p \frac{r_a r_p}{r_e}$$

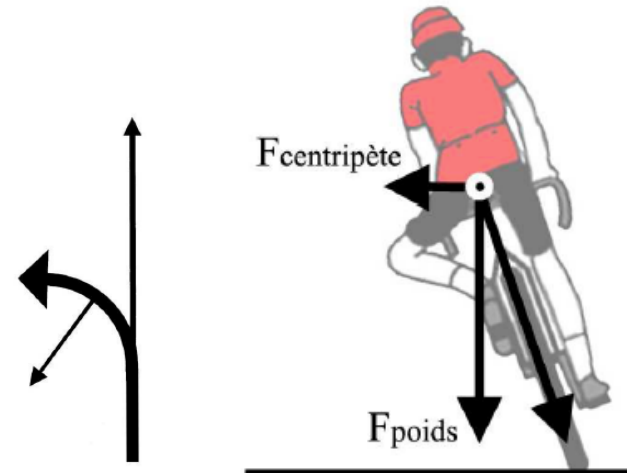
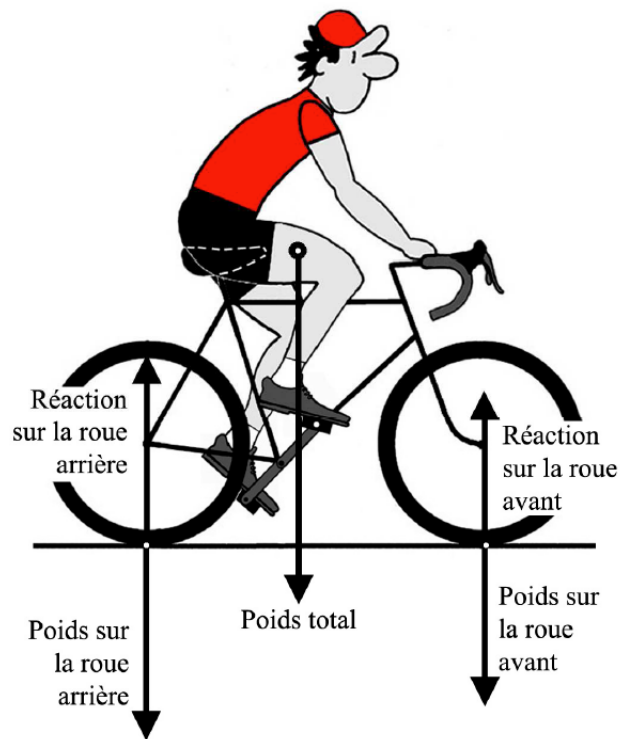


Vitesse du vélo ?

Avec un engrenage avec deux fois moins de dents, quelle sera la vitesse ?

Comment conserver la même vitesse ?

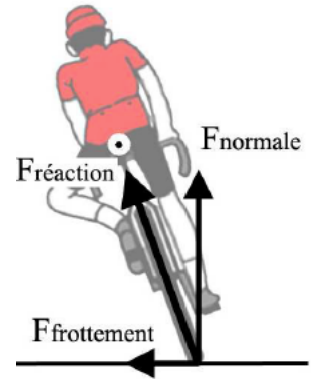
Comment le cycliste peut se diriger avec précision ?



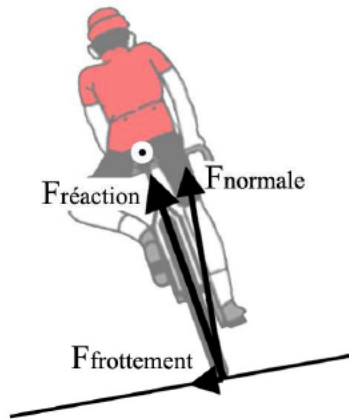
Pour prendre un virage, il faut produire une force centripète pour obtenir une accélération centripète.

En vélo, on obtient cela en portant le centre de gravité du côté vers lequel on veut aller, en se penchant donc vers l'intérieur du virage

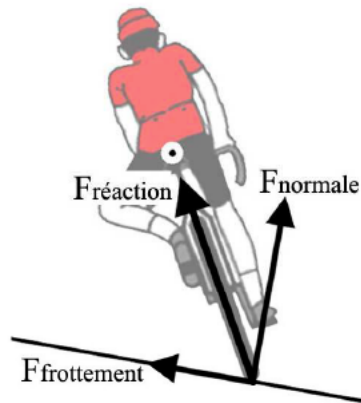
C'est grâce au frottement qu'il est possible de tourner !



Si la route est en dévers,
le frottement est augmenté.
Le risque de dérapage grandit !

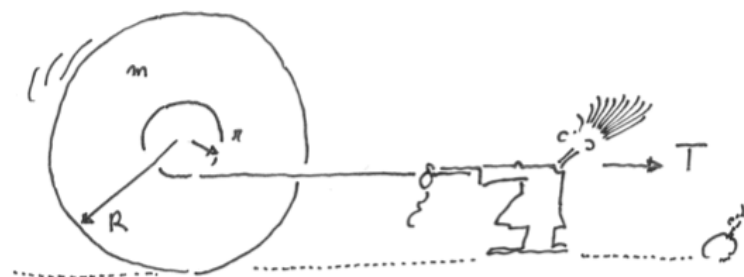


La force de frottement diminue
si le virage est relevé.
De tels virages sont
plus faciles à négocier.





Exercice 64

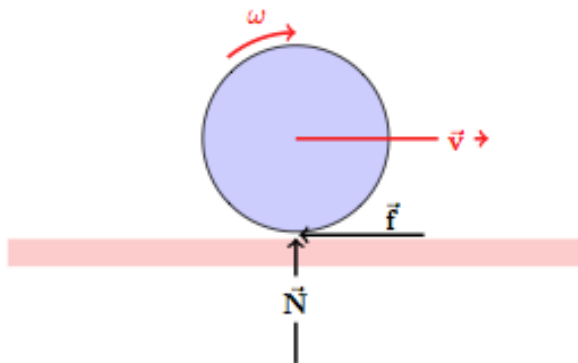


Exercice 63

- Le frottement joue un rôle essentiel dans le roulement sans glissement d'une roue.
On le modélise comme le frottement de roulement
- Il y a **roulement sans glissement** lorsque la norme de la vitesse du centre est égale à celle de la vitesse de rotation tangentielle.

Condition de roulement sans glissement

$$\begin{aligned}v &= \omega R \\ a &= \alpha R\end{aligned}$$



Ne pas
oublier !

