

# *La Science derrière les Courses Moto GP*

A MotoGP rider in a white, red, and blue livery is leaning into a turn on a racetrack. The rider is wearing a helmet with a colorful design and is holding the handlebars. The motorcycle is a Honda, and the rider is wearing a racing suit with various sponsor logos. The background is a blurred racetrack with a red and white curb.

TIPE 2023-2024

MHIRI FIRAS

Thème :Jeux et sports  
numéro

d'inscription:37588



# • Sommaire :

## I. Introduction:

1. problématique
2. Motivation.
3. La forme d'une moto Gp.
4. Les ailerons pour moto Gp

## II. Étude théorique:

1. étudié les forces exercées sur la moto durant le virage
2. étudier la perturbation affectée par l'air sur la moto

## III. Étudier les effets des roues :

1. Pour le freinage et traction
2. Durant virage






## 1. problématique



***Comment améliorer l'aérodynamisme d'une moto gp en cherchant à minimiser la traînée ? , comment les ailerons et le carénage peuvent optimiser les performances de la moto gp ? Et comment peut-on franchir l'extrémité du virage toute en excédant la vitesse initiale***





## 2.Motivation

- 
- 
- 
- Moto Gp passe le virage avec vitesse assez grand et constante

- 
- 
- Les accidents rencontres au grand vitesse en virage



### 3. La forme d'une moto Gp



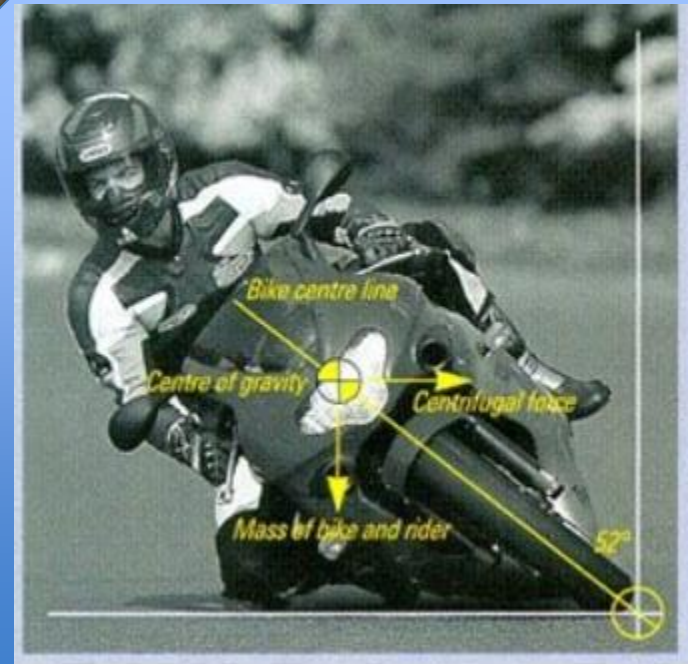
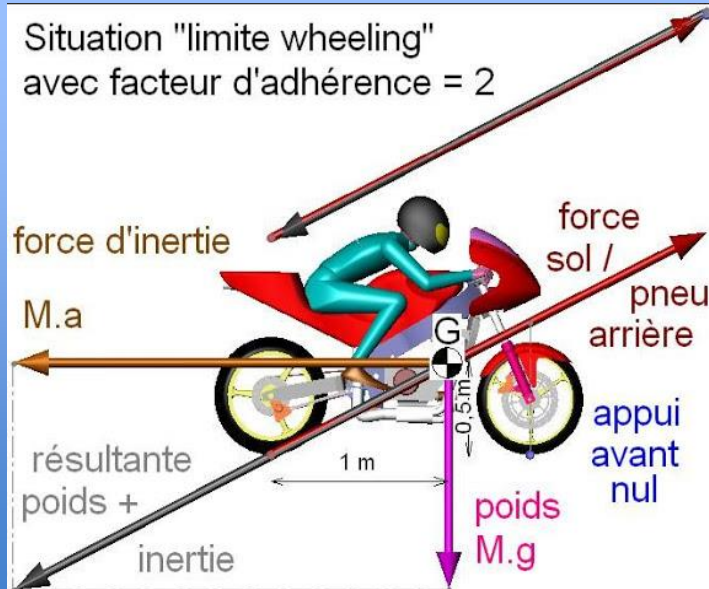


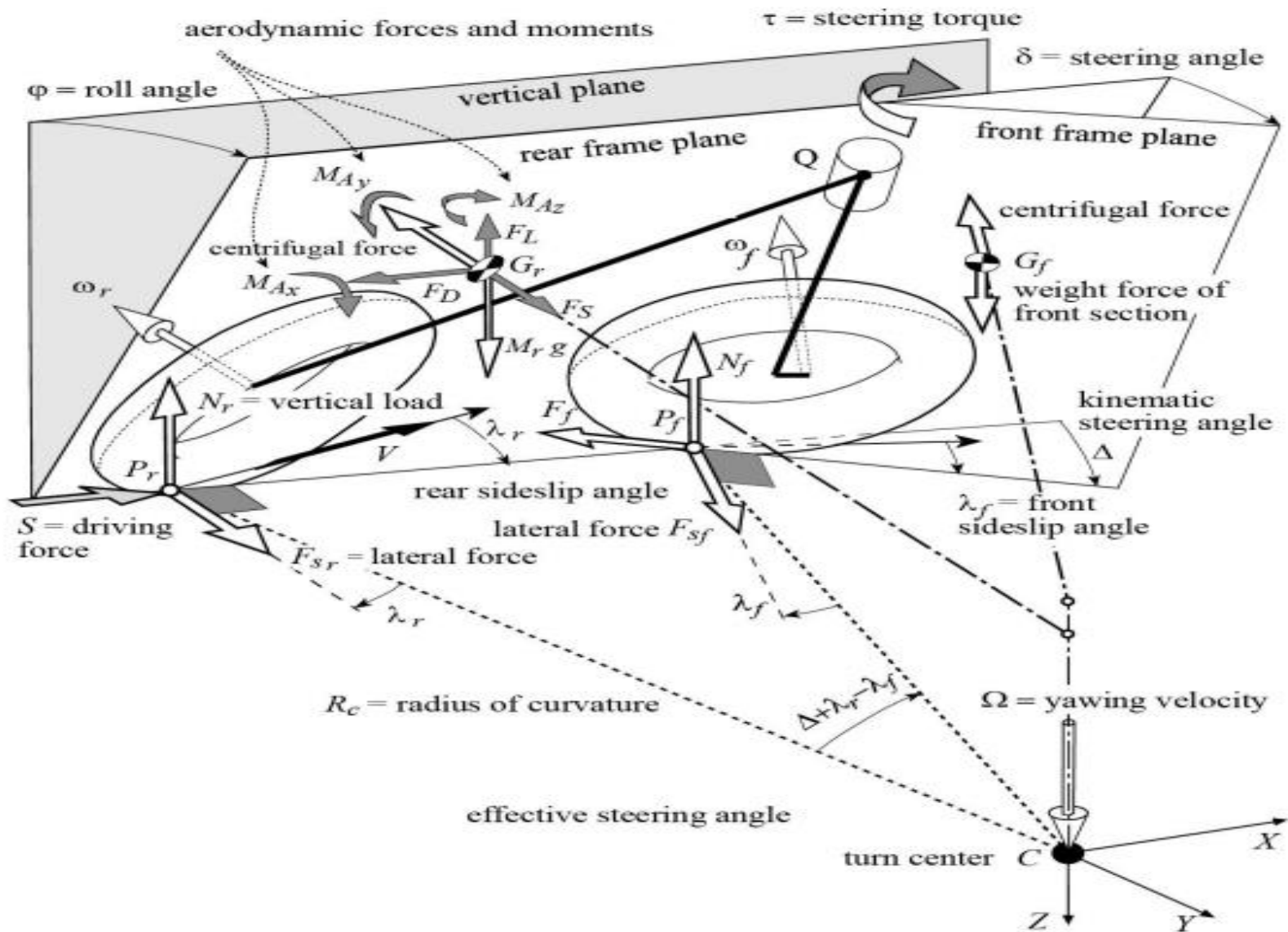
## 4. Les ailerons pour moto Gp





# Les forces appliqués au moto







En virage la moto est soumise à 2 forces compensées par la réaction du sol.

• Son poids  $P$  et la force centrifuge  $F_c$

On a:  $P = M \times g$  et  $F_c = M \times v^2 / r$

$M$  = masse totale en kg

$v$  = vitesse en m/s

$r$  = rayon de courbure du virage en m

La relation qui lie ces grandeurs est:

$$F_c / P = \tan(a)$$

avec  $a$  = angle que fait la moto avec la verticale en touillant l'ensemble on obtient:

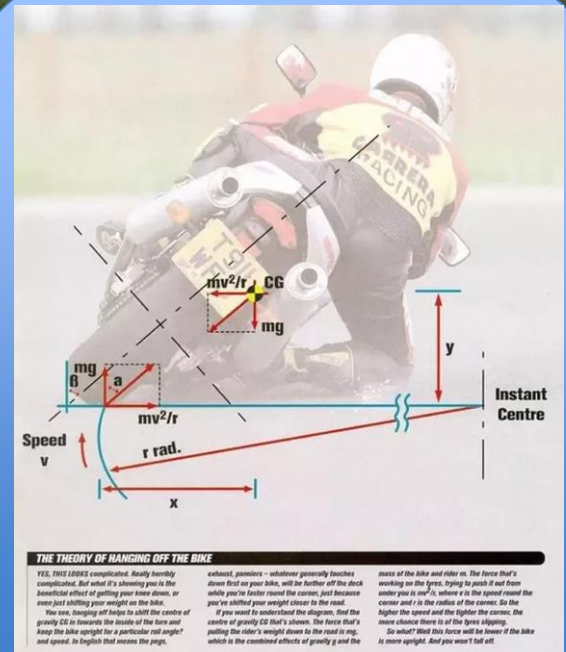
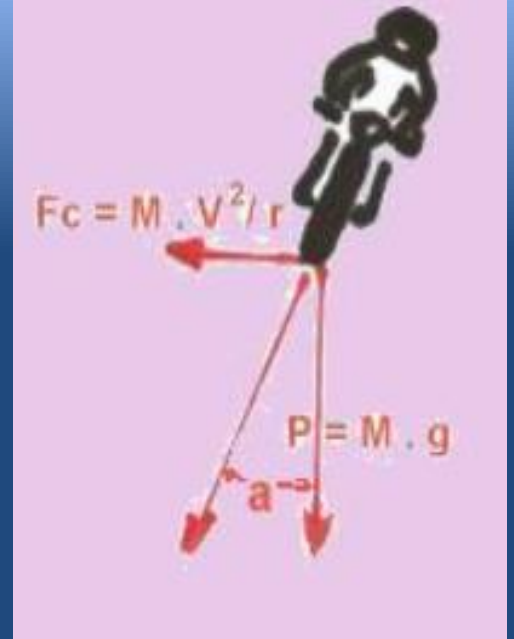
$$\tan(a) = v^2 / (r \times g)$$

Connaissant la vitesse et l'angle on en déduit le rayon de courbure du virage

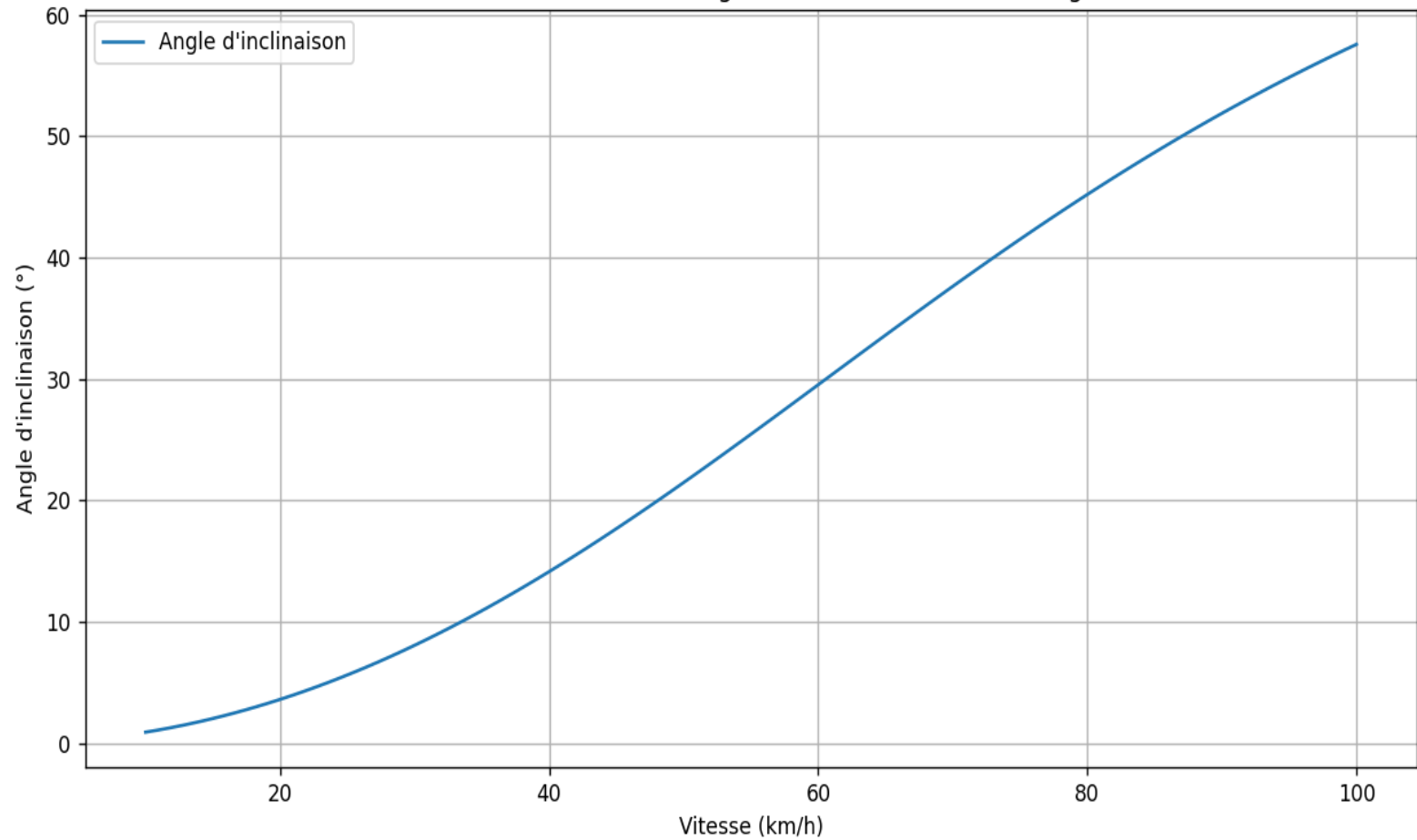
$$r = v^2 / (g \times \tan(a))$$

Si on change la vitesse on peut calculer le nouvel angle:

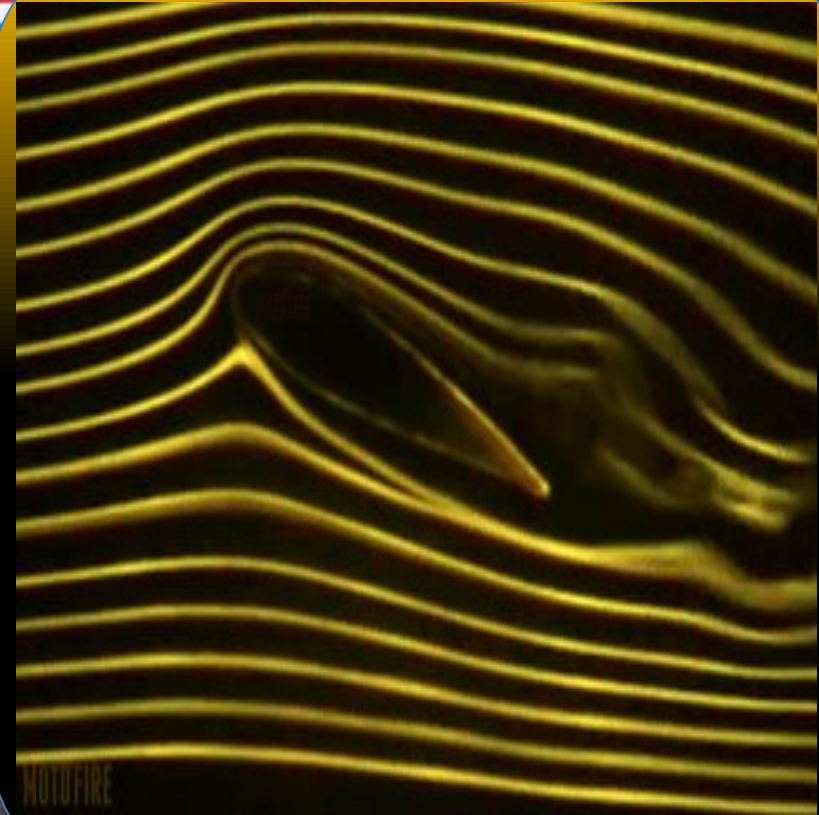
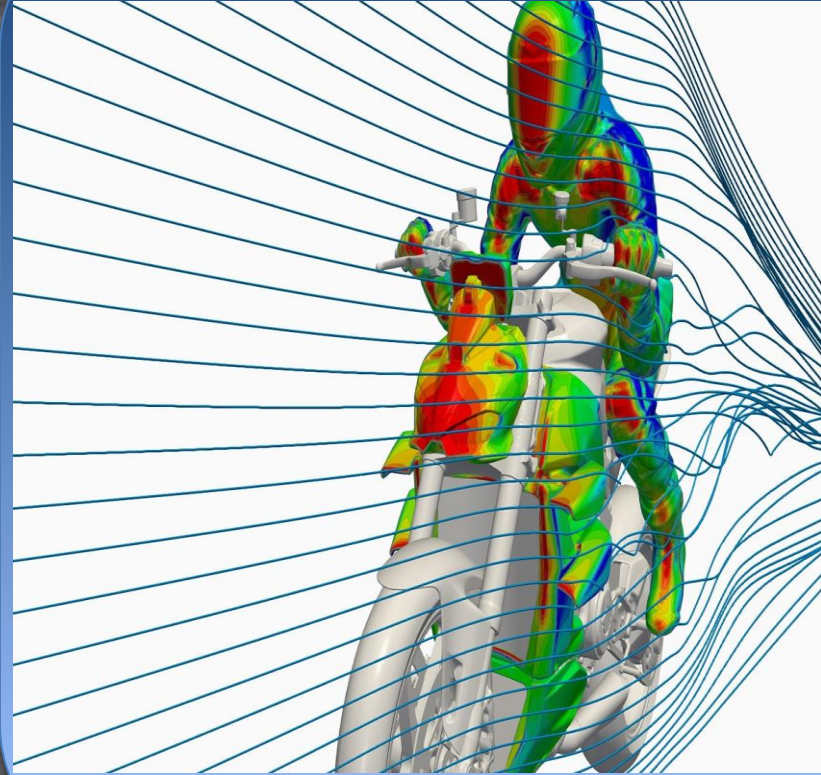
$$a = \arctan[ v^2 / (r \times g) ]$$



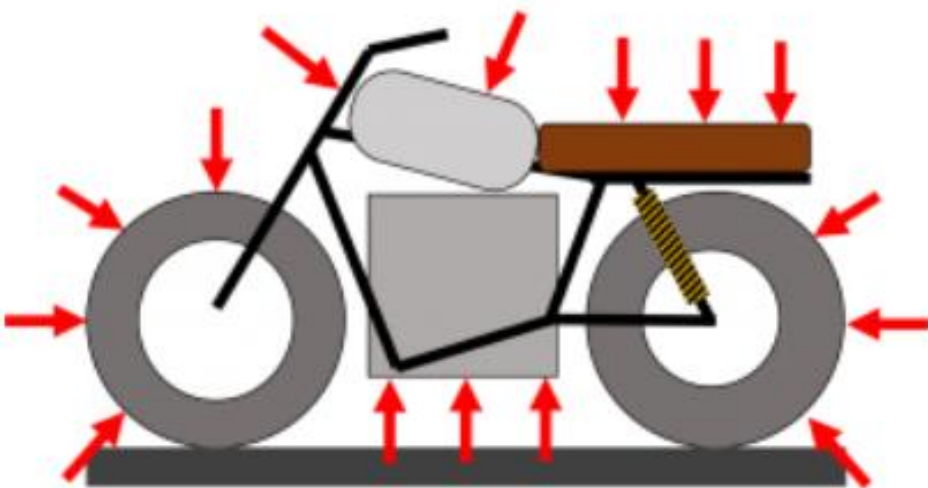
Effet de la Vitesse sur l'Angle d'Inclinaison dans un Virage



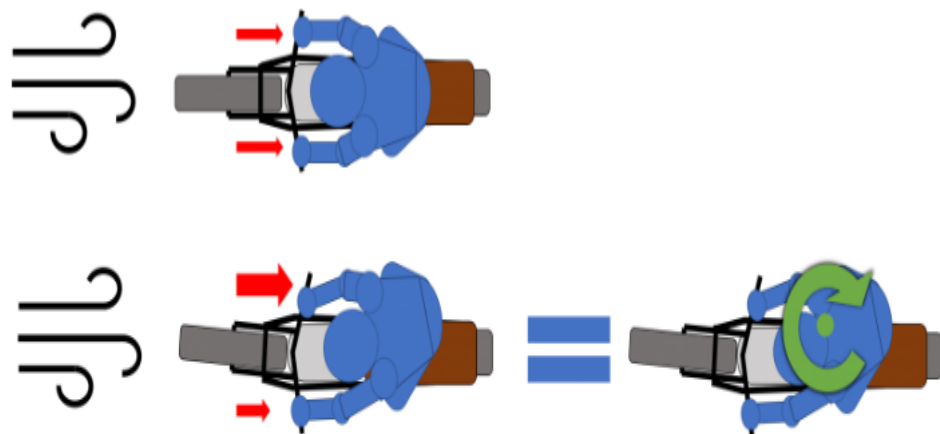
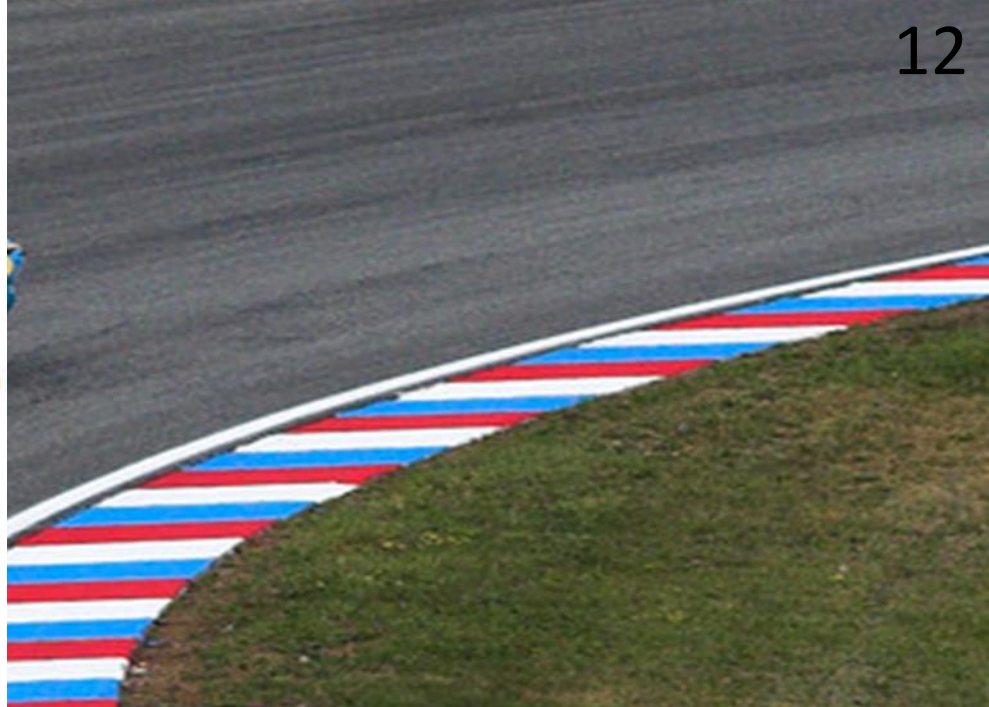








L'air exerce une force sur toute la surface de votre moto.



En haut, le vent agit autant du côté gauche que du côté droit. Aucun moment de lacet.

En bas, le motard s'est décalé du côté droit de la moto. Donc le vent agit plus du côté droit que du côté gauche. Un moment de lacet apparaît.



# Force de trainée

$$F_D = \frac{1}{2} \rho C_D A V^2$$

$\rho$  [rho] : la densité de l'air (1,167 kg/m<sup>3</sup> à une pression atmosphérique P de 987 mbars et une température de 20 °C)

A : l'aire frontale de la moto (m<sup>2</sup>)

$C_D$  : le coefficient de trainée aérodynamique

V : la vitesse d'avancée de la moto (m/s)



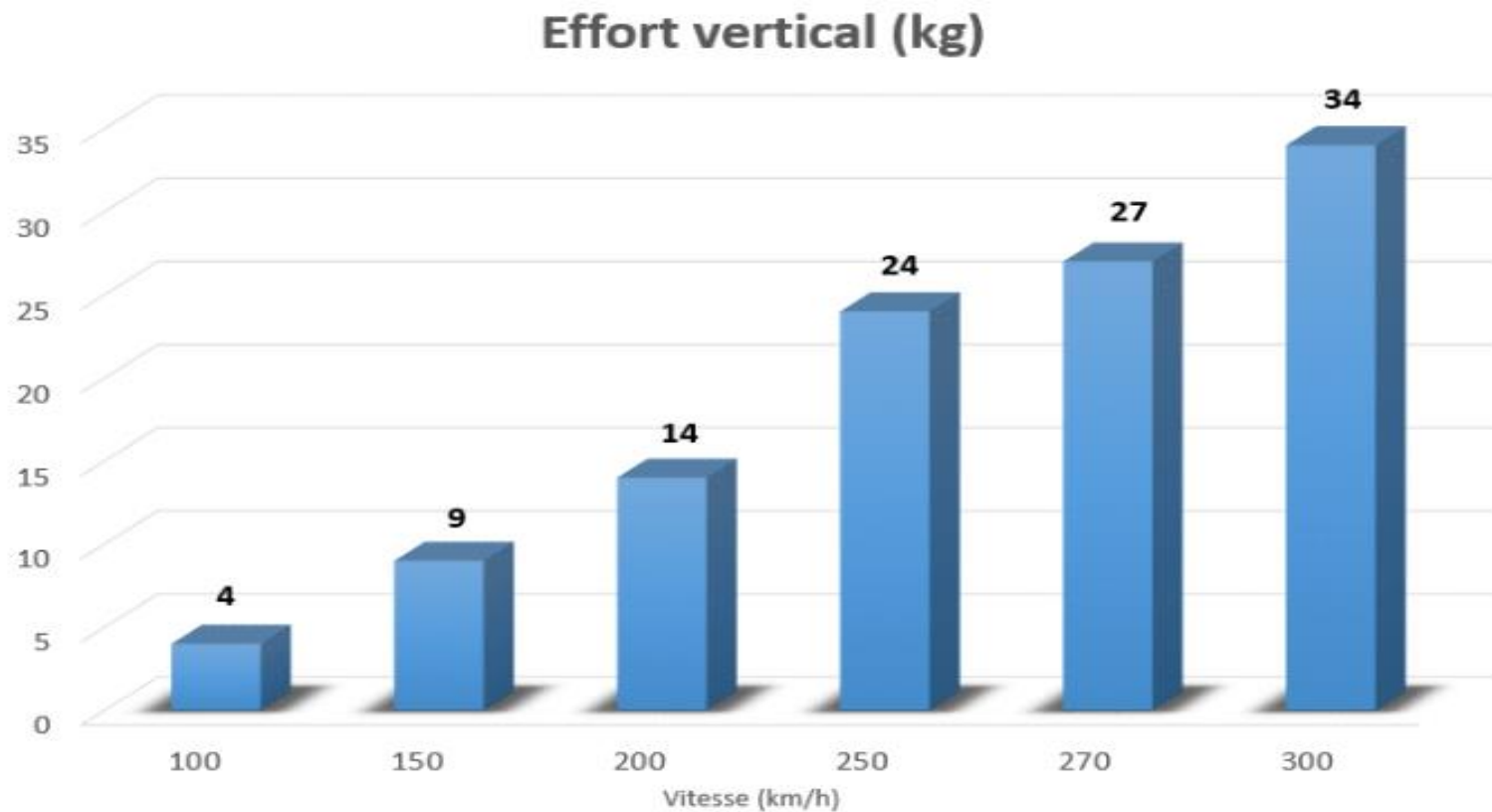
# Force de portance

$$F_L = \frac{1}{2} \rho C_L A V^2$$

$C_L$  : le coefficient de portance aérodynamique



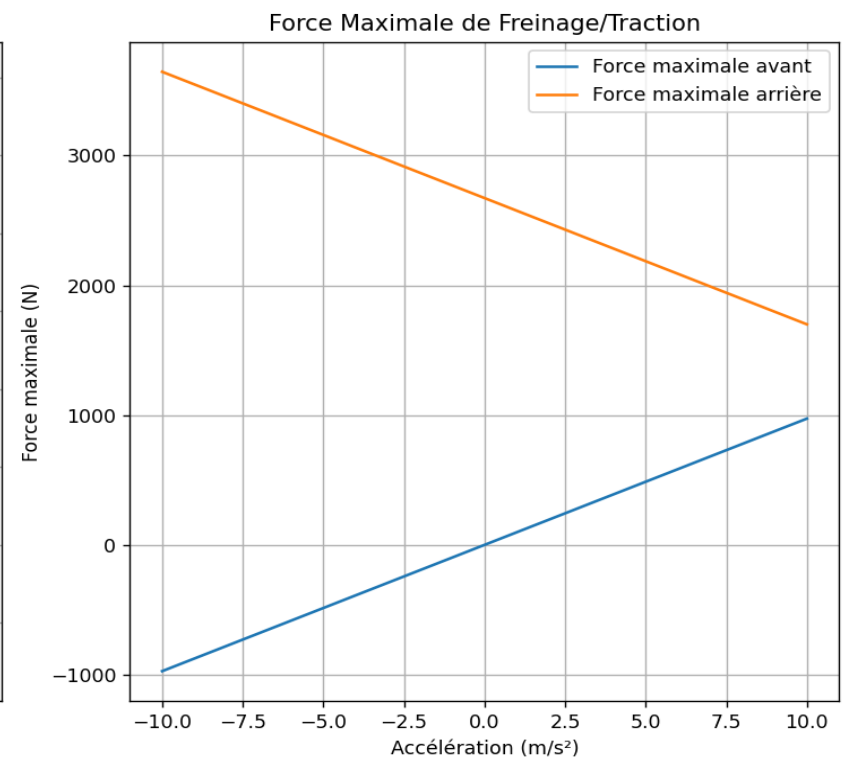
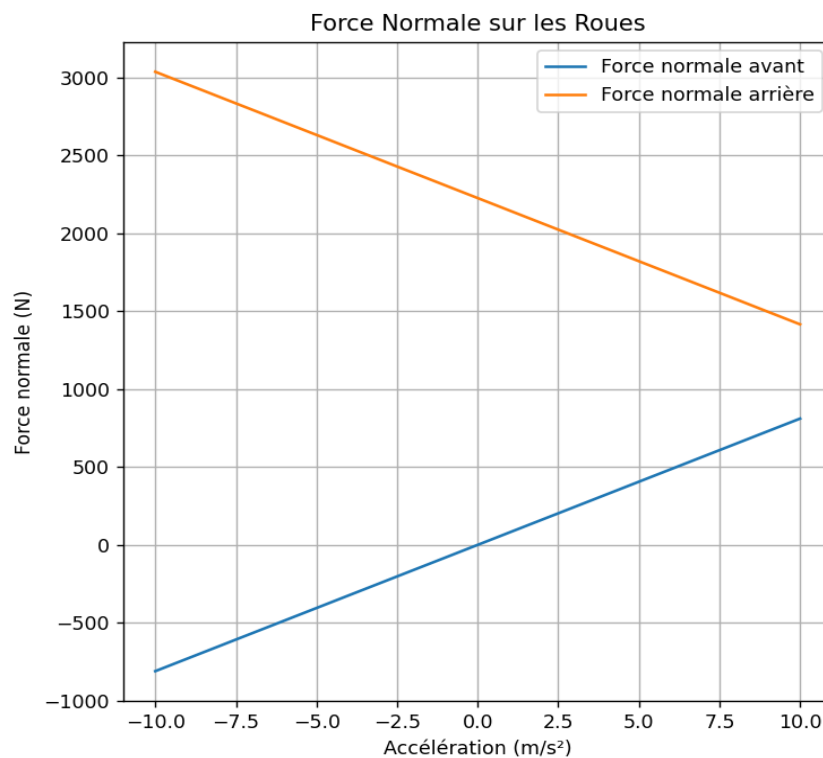




L'impact des ailerons n'est pas négligeable (Source : Ducati)

### III. Étudier les effets des roues durant le virage:

#### 1. Pour le freinage et traction

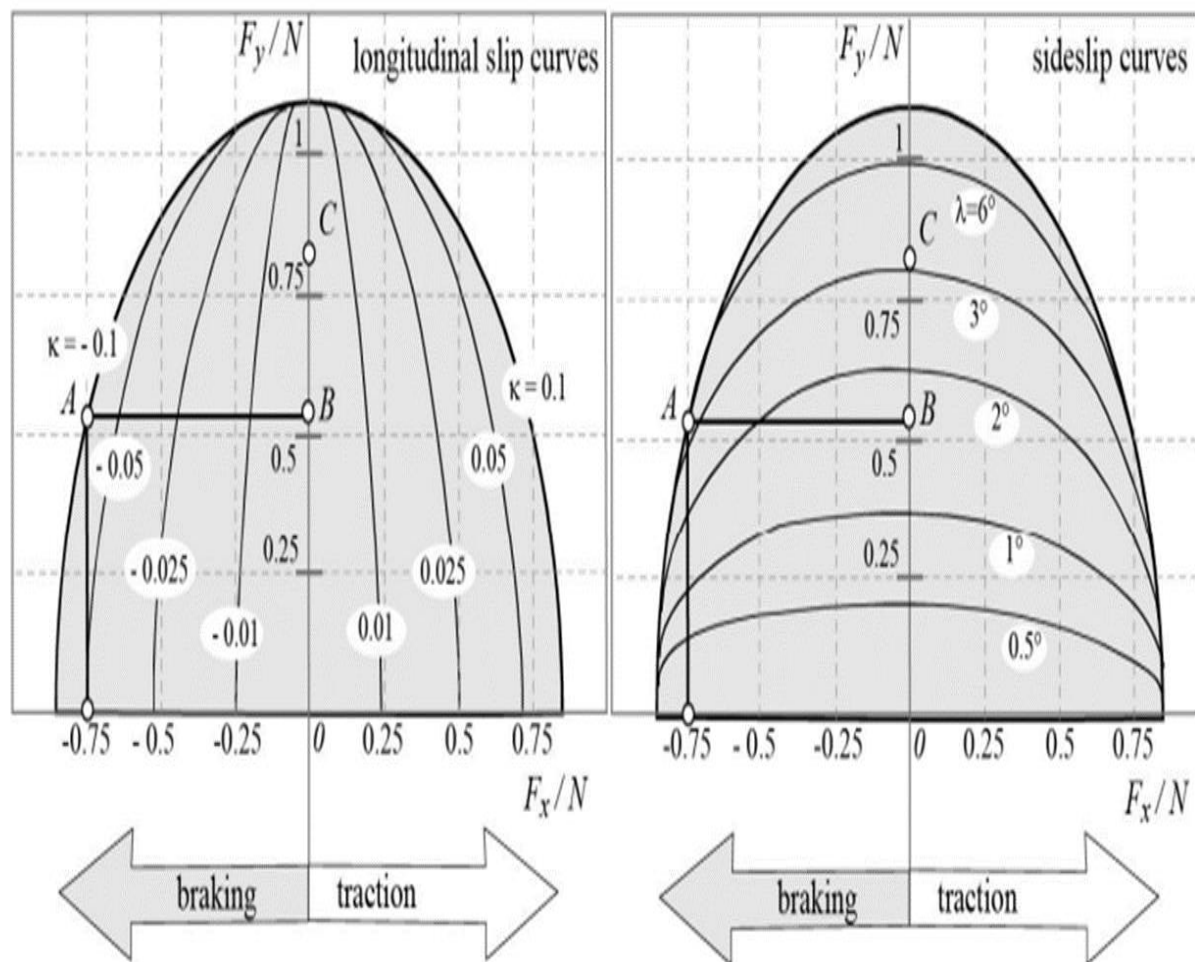




$$\left(\frac{F_y}{F_{y0}}\right)^2 + \left(\frac{F_x}{F_{x0}}\right)^2 = 1$$

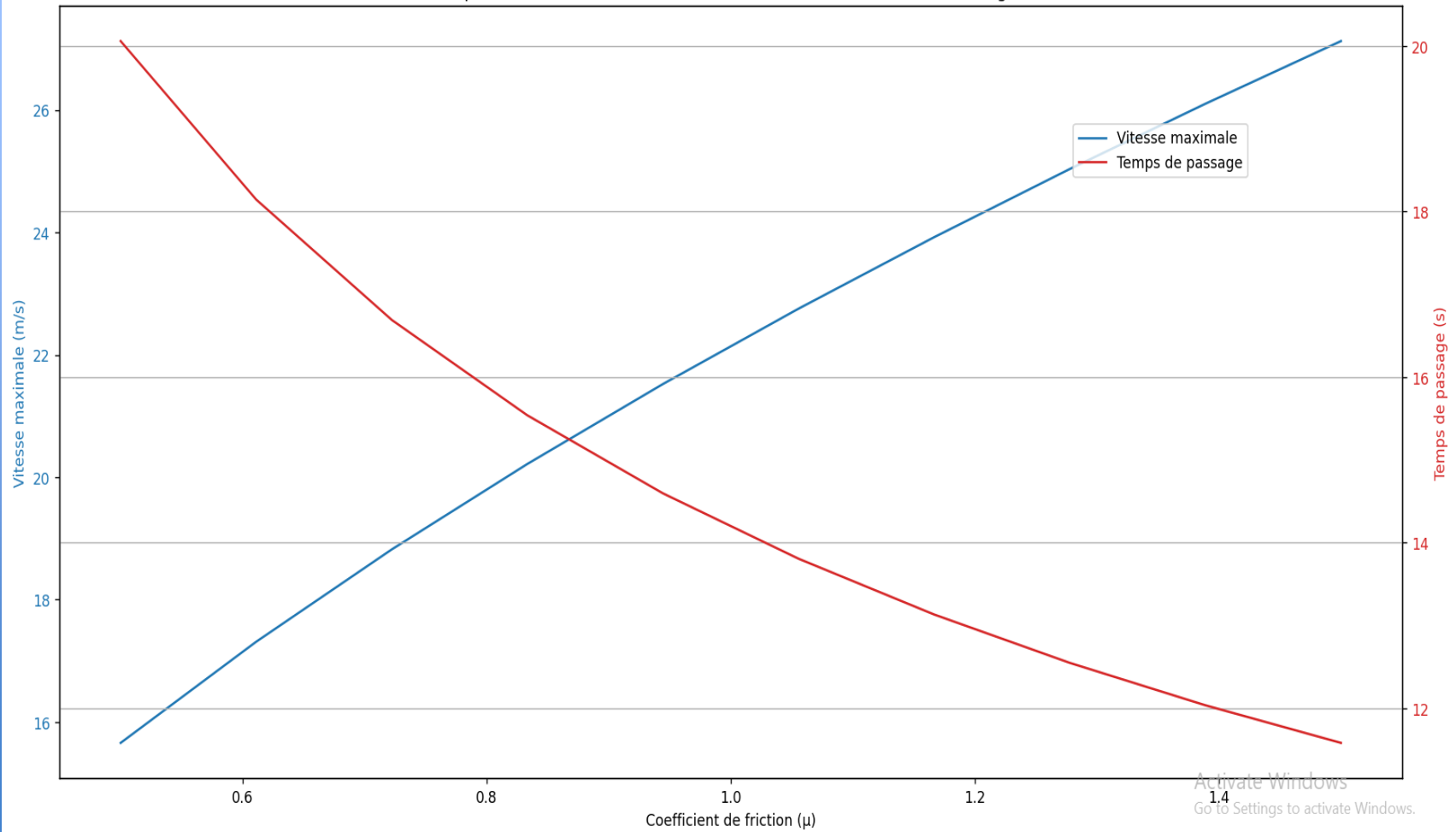
$$\lambda = \frac{1}{k_\lambda} * \left( \frac{F_y}{F_z} - k_\phi * \phi \right)$$

$$\lambda \simeq \frac{1 - k_\phi \phi}{k_\lambda}$$



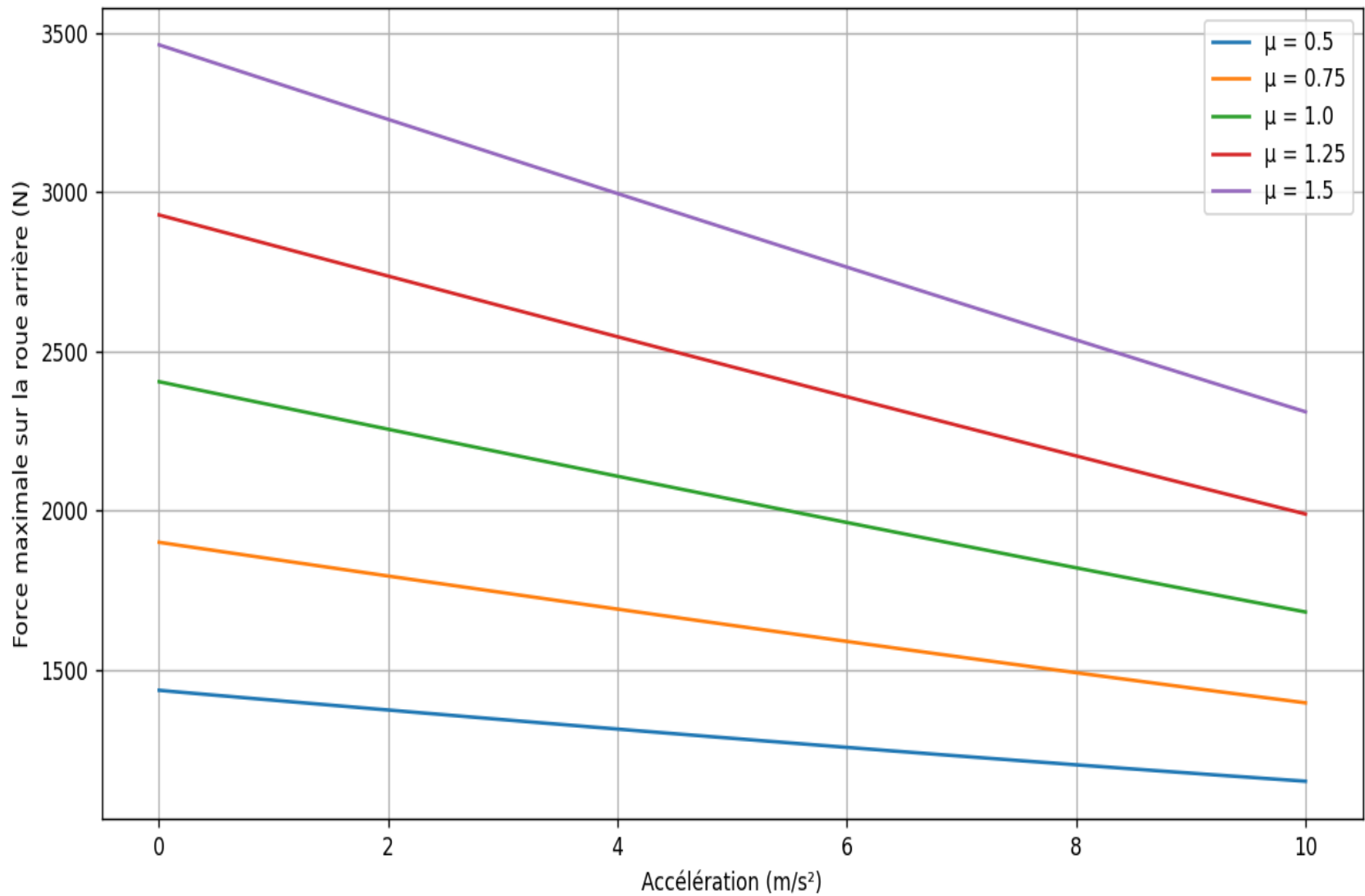
## 2. Durant virage

Impact de l'Adherence des Pneus sur les Performances dans un Virage





Effet de l'Adhérence lors de la Sortie de Virage et de l'Accélération



```
1 import numpy as np
2 import matplotlib.pyplot as plt
3
4 g = 9.81
5 moto_mass = 157
6 rider_mass = 70
7 total_mass = moto_mass + rider_mass
8 coeff_friction = np.linspace(0.5, 1.5, 10)
9 radius = 50
10 def calc_v_max(mu, g, r):
11     return np.sqrt(mu * g * r)
12 def calc_time_in_turn(v, r):
13     circumference = 2 * np.pi * r
14     return circumference / v
15 v_max_results = []
16 time_results = []
17 for mu in coeff_friction:
18     v_max = calc_v_max(mu, g, radius)
19     time_in_turn = calc_time_in_turn(v_max, radius)
20     v_max_results.append(v_max)
21     time_results.append(time_in_turn)
22 fig, ax1 = plt.subplots(figsize=(12, 6))
23 color = 'tab:blue'
24 ax1.set_xlabel('Coefficient de friction ( $\mu$ )')
25 ax1.set_ylabel('Vitesse maximale (m/s)', color=color)
26 ax1.plot(coeff_friction, v_max_results, color=color, label='Vitesse maximale')
27 ax1.tick_params(axis='y', labelcolor=color)
28 ax2 = ax1.twinx()
29 color = 'tab:red'
30 ax2.set_ylabel('Temps de passage (s)', color=color)
31 ax2.plot(coeff_friction, time_results, color=color, label='Temps de passage')
32 ax2.tick_params(axis='y', labelcolor=color)
33 fig.tight_layout()
34 plt.title('Impact de l\'Adhérence des Pneus sur les Performances dans un Virage')
35 fig.legend(loc='upper right', bbox_to_anchor=(0.85, 0.85))
36 plt.grid(True)
37 plt.show()
```



```

1 import numpy as np
2 import matplotlib.pyplot as plt
3
4 g = 9.81
5 moto_mass = 157
6 rider_mass = 70
7 total_mass = moto_mass + rider_mass
8 wheelbase = 1.4
9 cg_height = 0.5
10 coeff_friction = np.linspace(0.5, 1.5, 5)
11 acceleration = np.linspace(0, 10, 100)
12 def calc_normal_forces(mass, g, wheelbase, cg_height, acceleration):
13     normal_force_rear = (mass * g * (wheelbase - cg_height * acceleration / g)) / wheelbase
14     normal_force_front = (mass * g * (cg_height * acceleration / g)) / wheelbase
15     return normal_force_front, normal_force_rear
16 def calc_lateral_forces(mass, g, radius, speed):
17     lateral_force = mass * speed**2 / radius
18     return lateral_force
19 radius = 50
20 speed = 20
21 lateral_force = calc_lateral_forces(total_mass, g, radius, speed)
22 max_forces_rear = []
23 for mu in coeff_friction:
24     forces_rear = []
25     for a in acceleration:
26         nf_front, nf_rear = calc_normal_forces(total_mass, g, wheelbase, cg_height, a)
27         max_force_rear = mu * nf_rear
28         combined_force_rear = np.sqrt((lateral_force / 2)**2 + max_force_rear**2)
29         forces_rear.append(combined_force_rear)
30     max_forces_rear.append(forces_rear)
31 plt.figure(figsize=(12, 6))
32 for i, mu in enumerate(coeff_friction):
33     plt.plot(acceleration, max_forces_rear[i], label=f'μ = {mu}')
34 plt.xlabel('Accélération (m/s²)')
35 plt.ylabel('Force maximale sur la roue arrière (N)')
36 plt.title('Effet de l\'Adhérence lors de la Sortie de Virage et de l\'Accélération')
37 plt.legend()
38 plt.grid(True)
39 plt.show()
40 |

```