

# Présentation d'une nouvelle modélisation pour le pilotage

## 1. Problématique

### Limites de la modélisation par triangle rectangle

Initialement, une approche simple consisterait à utiliser la trigonométrie de base (un triangle rectangle entre le kart et la cible) pour simplement "viser" le point. Cette méthode présente des failles majeures :

- **Trajectoire brisée** : Le véhicule tente de rejoindre la cible en ligne droite, ce qui impose des changements de direction brusques et saccadés à chaque nouvelle cible.
- **Instabilité physique** : Elle ne prend pas en compte le rayon de braquage réel du véhicule, menant souvent à des oscillations ou à des sorties de piste en virage serré.

### En quoi consiste le Pure Pursuit ?

L'algorithme **Pure Pursuit** résout ces problèmes en ne considérant plus la cible comme un point à pointer, mais comme un point à rejoindre via un **arc de cercle tangent** à la direction actuelle du véhicule.

- Il garantit une transition fluide entre la position actuelle et la cible.
- Il anticipe la courbe, créant un pilotage beaucoup plus naturel et stable.

## 2. Explication technique et Modèle Bicyclette

### Dérivation géométrique du rayon (R)

Pour relier le kart (0,0) à une cible ( $g_x, g_z$ ), on définit un cercle de rayon  $R$  dont le centre se situe à  $(R, 0)$  sur l'axe latéral. En appliquant le théorème de Pythagore entre le centre et la cible :

$$(R - g_x)^2 + g_z^2 = R^2$$

En développant, nous obtenons la valeur du rayon de courbure nécessaire :

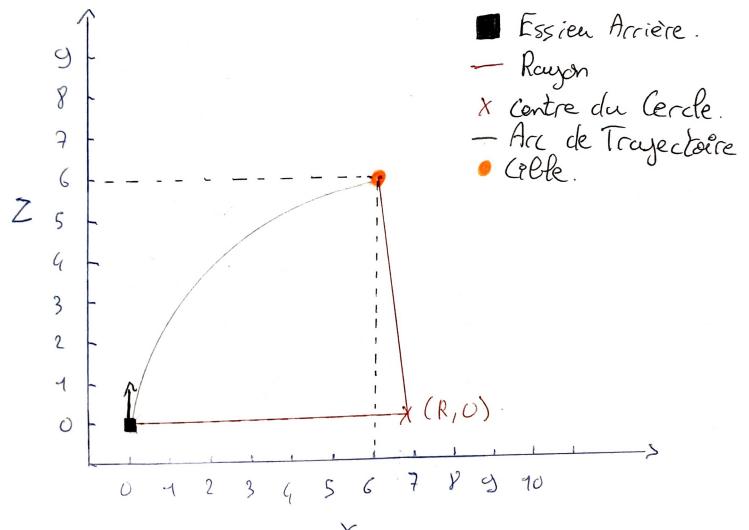
$$R^2 = R^2 - 2Rg_x + g_x^2 + g_z^2$$

$$-2Rg_x + g_x^2 + g_z^2 = 0$$

$$g_x^2 + g_z^2 = 2Rg_x$$

$$R = \frac{g_x^2 + g_z^2}{2g_x}$$

Or,  $g_x^2 + g_z^2 = l^2$ , où  $l$  est la distance directe vers la cible, donc  $R = \frac{l^2}{2g_x}$



### Pourquoi intégrer le modèle bicyclette ?

Le rayon R est une donnée purement géométrique (une forme sur le sol). Le **modèle bicyclette** est indispensable pour traduire cette forme en une commande mécanique réelle. Il permet d'adapter la conduite à la morphologie spécifique du véhicule, notamment son **empattement L** (distance entre les essieux).

### Intégration et formule finale

Selon le modèle bicyclette, l'angle de braquage  $\delta$  requis pour suivre un cercle de rayon R est défini par :

$$\tan(\delta) = \frac{L}{R}$$

En injectant notre calcul de R dans cette loi de commande, on obtient la formule finale du Pure Pursuit utilisée dans notre code :

$$\delta = \arctan\left(\frac{2Lgx}{l^2}\right)$$