

LES ROBOTS MOBILES

Suite Chapitre N°2

AU 2022-2023

LES Robots Mobiles

- Petit historique

Partie 1

- Applications, locomotion , systèmes

Partie 2

- Effecteurs et actionneurs

Partie 3

- Robots mobiles à roues WMR

Partie 4

- **Classification des roues**
 - Roue fixe , Centrée , décentrée, suédoise
- **Centre instantané de rotation (ICR)**
- **Degré de Manœuvrabilité**
 - Degrés de mobilité + Degré d'orientation (steer)
- **Cinq types de méthodes de conduite (direction, orientation, steering)**
 - Entraînement différentiel
 - Roues directrices (tricycle, vélos, wagon)
 - Entraînement Synchrone
 - Omnidirectionnel
 - Car Drive (Ackerman Steering)

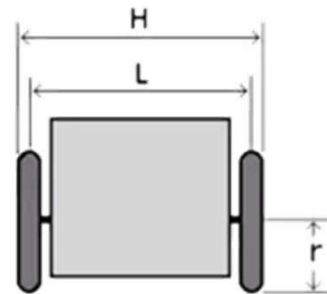
- Cinque types de méthodes de conduite (direction, orientation = steering)

1- Entraînement différentiel

- Le robot possède deux roues motrices (plus roues folles (roller-ball) pour l'équilibre)
- Mécanisme d'entraînement le plus simple
- Sensible à la vitesse relative des deux roues (une petite erreur entraîne des trajectoires différentes)



Robot de nettoyage haute pression



Roue l'équilibre
(Bille, roue folle...)



Robot équilibré 2WD

- **Cinque types de méthodes de conduite (direction, orientation = steering)**

1- Entraînement différentiel

Pseudo-code

- ❑ Entrée lecture capteur
- ❑ Prendre des décisions en fonction de lecture du capteur
- ❑ Effectuer l'une des actions suivantes :

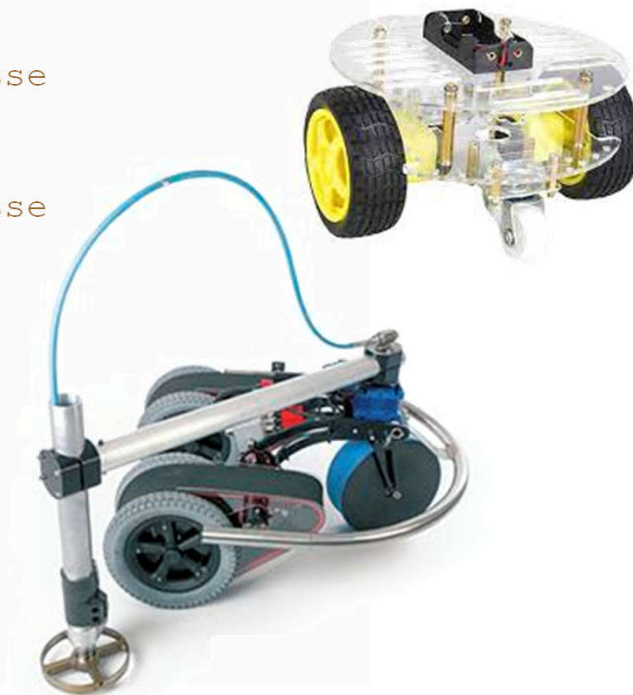
Aller en avant :
les deux roues avancent à la même vitesse

Aller en arrière :
les deux roues reculent à la même vitesse

Tourner à gauche :
la roue gauche est fixe
la roue droite va vers de l'avant

Tourner à droite :
la roue gauche va vers l'avant
la roue droite est fixe

- ❑ Recommencer



- **Cinque types de méthodes de conduite (direction, orientation = steering)**

1- Entraînement différentiel

Pseudo-code

- ☐ Entrée lecture capteur
- ☐ Prendre des décisions en fonction de lecture du capteur
- ☐ Effectuer l'une des actions suivantes :

Aller en avant :
les deux roues avancent à la même vitesse

Aller en arrière :
les deux roues reculent à la même vitesse

Tourner à gauche :
la roue gauche va en arrière
la roue droite va en avant

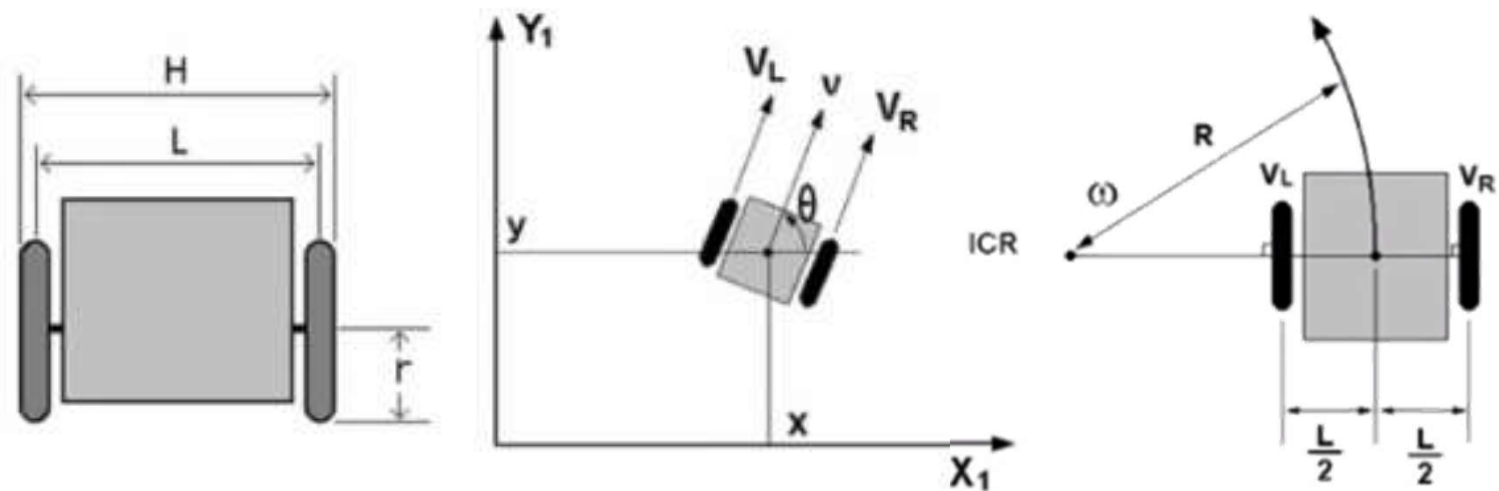
Tourner à droite :
la roue gauche va en avant
la roue droite va en arrière

- ☐ Recommencer



- Cinque types de méthodes de conduite (direction, orientation = steering)

1- Entraînement différentiel



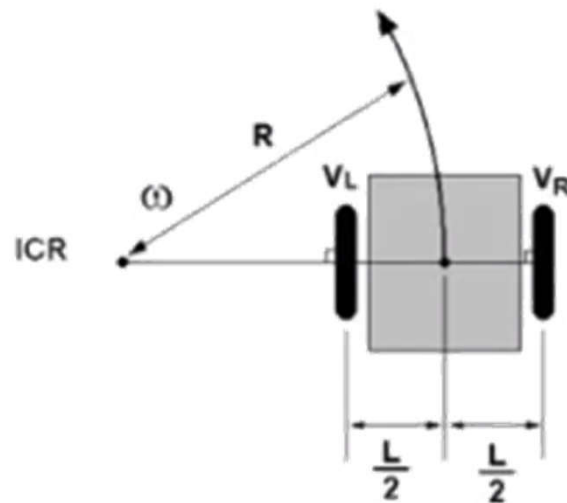
Posture du robot :

$$P = \begin{bmatrix} x \\ y \\ \theta \end{bmatrix} \quad \begin{array}{l} (x, y) : \text{Position du robot} \\ \theta : \text{Orientation du robot} \end{array}$$

$$U = \begin{bmatrix} v \\ \omega \end{bmatrix} \quad \begin{array}{l} v : \text{Vitesse linéaire du robot} \\ \omega : \text{Vitesse angulaire du robot} \\ \text{(remarque : pas pour chaque roue)} \end{array}$$

- Cinque types de méthodes de conduite (direction, orientation = steering)

1- Entraînement différentiel



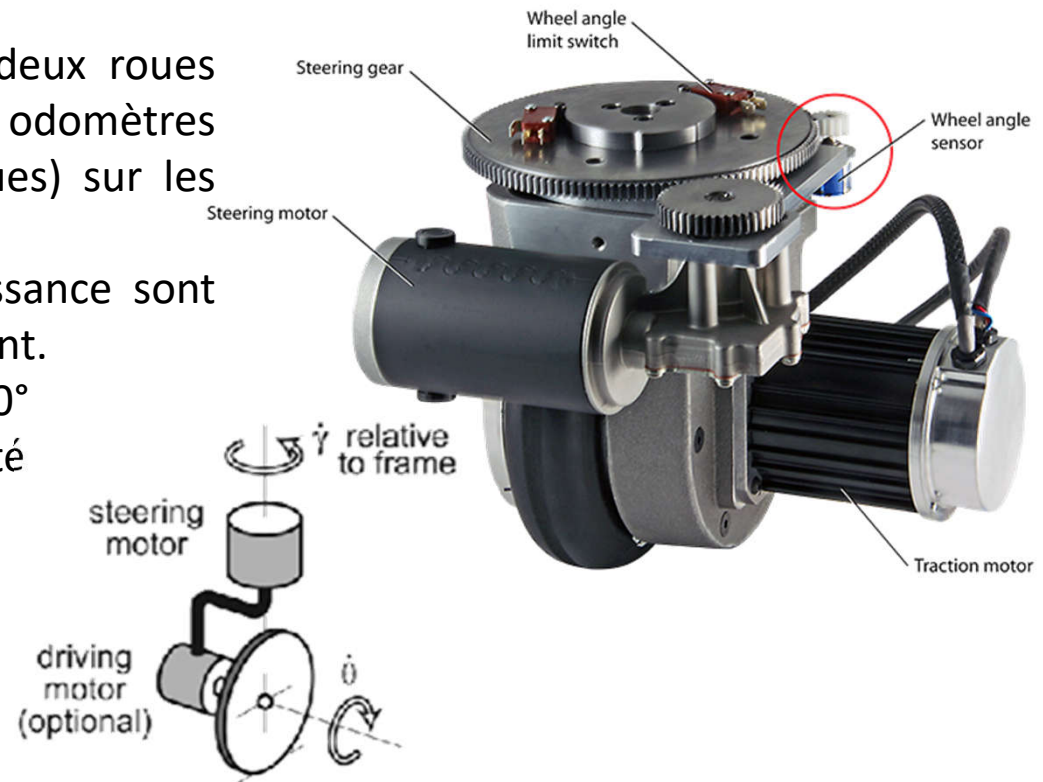
$$(V_R - V_L) / L = V_R / (R + \frac{L}{2})$$

$$R = \frac{L}{2} \frac{V_R + V_L}{V_R - V_L}$$

- **Cinque types de méthodes de conduite (direction, orientation = steering)**

2- Roues directrices (tricycle, vélos, chariot) Steered wheels

- ✓ Trois roues (Volant + deux roues arrière) et des odomètres (compteurs kilométriques) sur les deux roues arrière.
- ✓ La direction et la puissance sont fournies par la roue avant.
- ✓ Ne peut pas tourner $\pm 90^\circ$
- ✓ Rayon de courbure limité



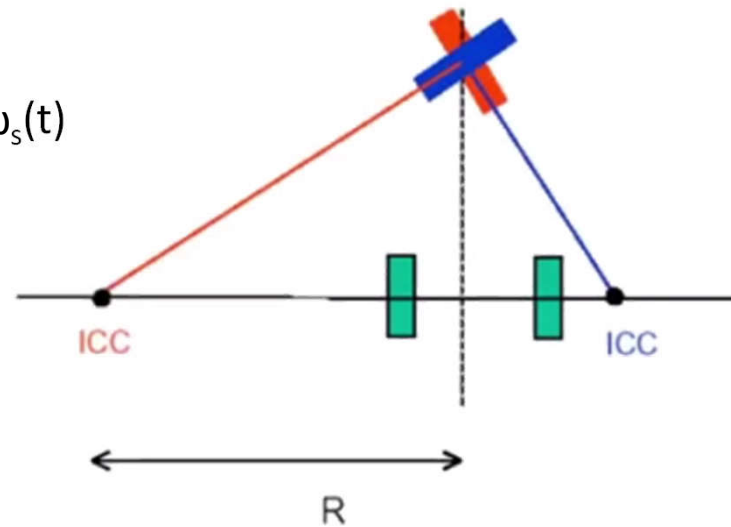
- Cinque types de méthodes de conduite (direction, orientation = steering)

2- Roues directrices (tricycle, vélos, chariot)

Steered wheels

Variables de contrôle:

- ✓ direction $\alpha(t)$
- ✓ vitesse angulaire du volant $\omega_s(t)$



L'ICC doit se trouver sur la ligne qui traverse les roues arrière fixes et qui y est perpendiculaire.

- **Cinque types de méthodes de conduite (direction, orientation = steering)**

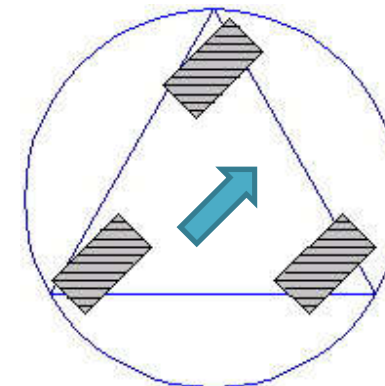
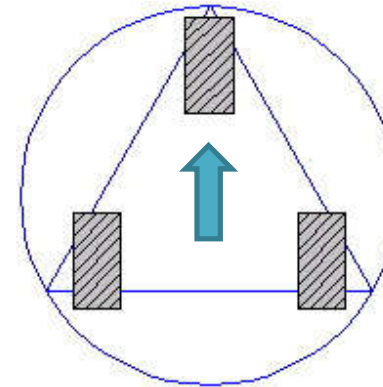
3- Entraînement synchrone:

Dans un robot à entraînement synchrone chaque roue est capable d'être entraînée et dirigée.

Configurations typiques:

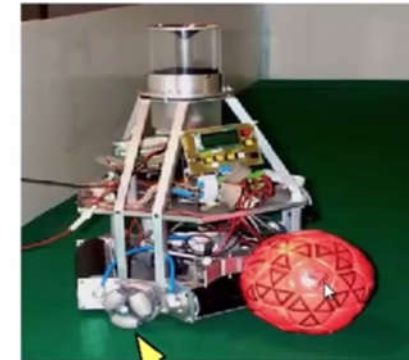
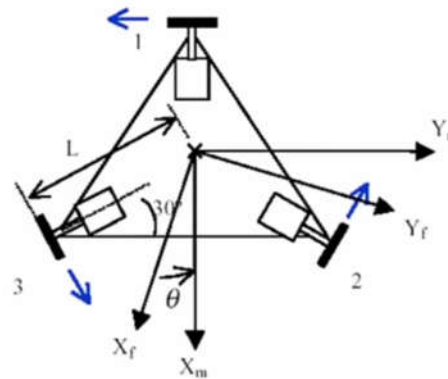
- ✓ Trois roues directrices disposées comme les sommets d'un triangle équilatéral, souvent surmontées d'une plateforme cylindrique.

Toutes les roues tournent et sont entraînées de manière synchrone. Cela conduit à un comportement holonome



- Cinque types de méthodes de conduite (direction, orientation = steering)

4- Omnidirectionnel:

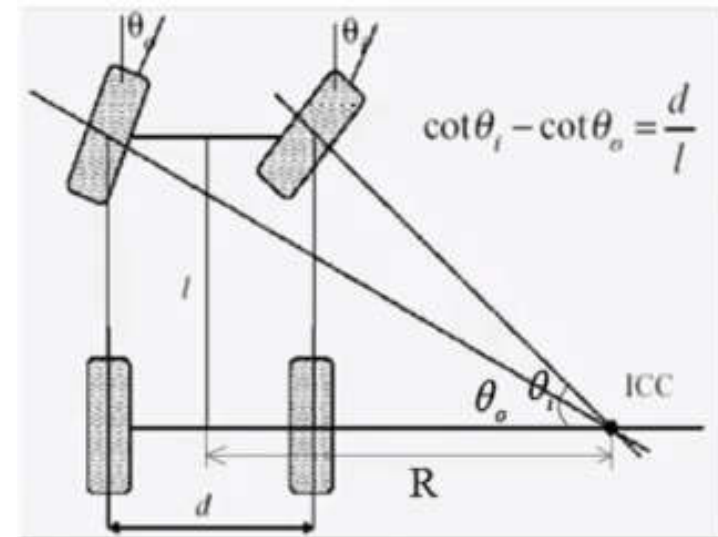


Swedish Wheel

- **Cinque types de méthodes de conduite (direction, orientation = steering)**

5- Car Drive (Ackerman Steering):

- ❑ d c'est la séparation latérale des roues
- ❑ l c'est la séparation longitudinale des roues
- ❑ θ_i c'est l'angle de direction relative de la roue intérieure
- ❑ θ_o c'est l'angle de direction relative de la roue extérieure
- ❑ R c'est la distance entre le centre de rotation de ICC (Centre Instantané de Courbure) à l'axe médian du véhicule



- Cinque types de méthodes de conduite (direction, orientation = steering)

5- Car Drive (Ackerman Steering):

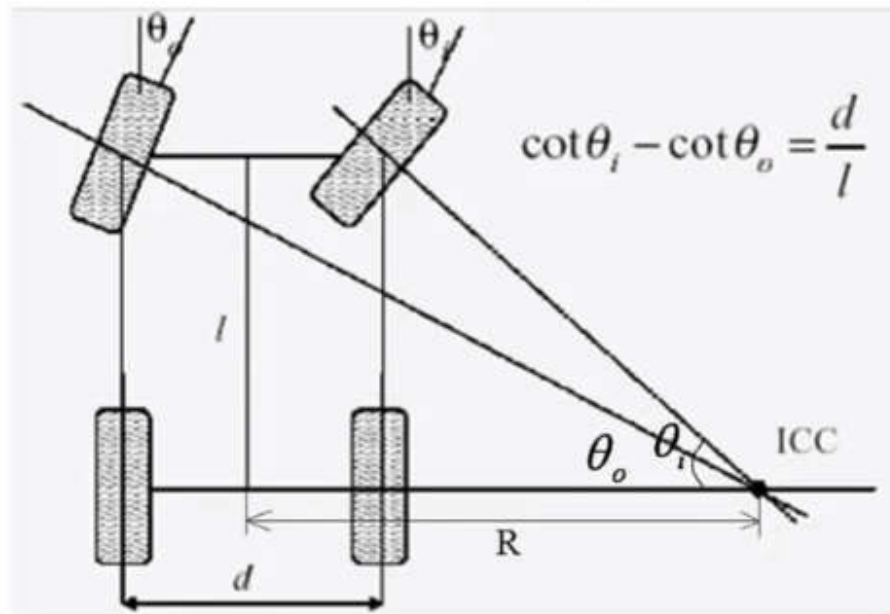
- ❑ d c'est la séparation latérale des roues
- ❑ l c'est la séparation longitudinale des roues
- ❑ θ_i c'est l'angle de direction relative de la roue intérieure
- ❑ θ_o c'est l'angle de direction relative de la roue extérieure
- ❑ R c'est la distance entre le centre de rotation de ICC (Centre Instantané de Courbure) à l'axe médian du véhicule



https://fr.wikipedia.org/wiki/G%C3%A9om%C3%A9trie_directionnelle_d%27Ackermann

Les différentes équations d'Ackerman Steering sont:

$$\cot \theta_i - \cot \theta_o = \frac{d}{l}$$



$$\begin{aligned} \cot \theta_i - \cot \theta_o &= \frac{R - d/2}{l} - \frac{R + d/2}{l} \\ &= \frac{d}{l} \end{aligned}$$

Equivalent:

