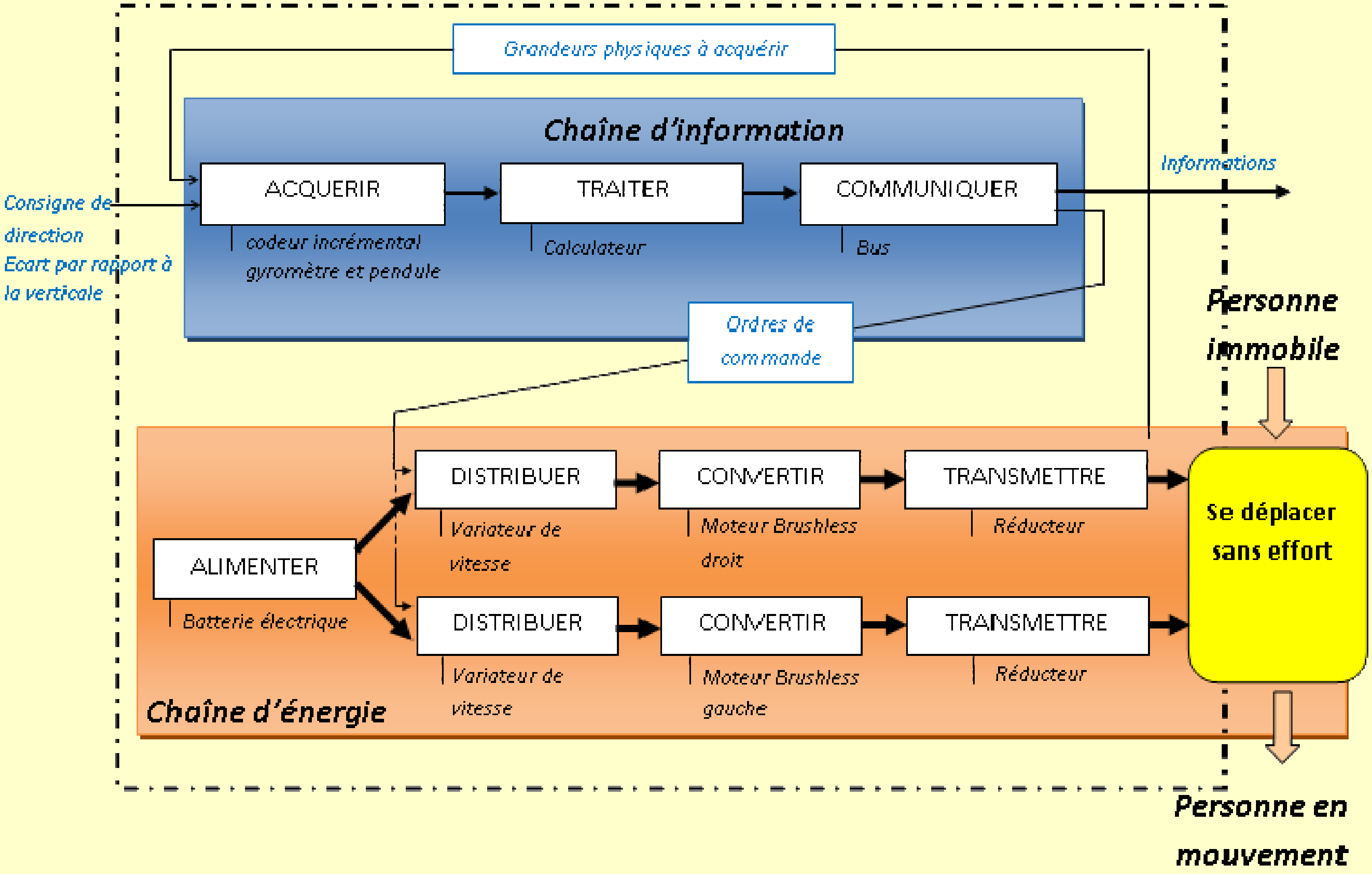
SEGWAY

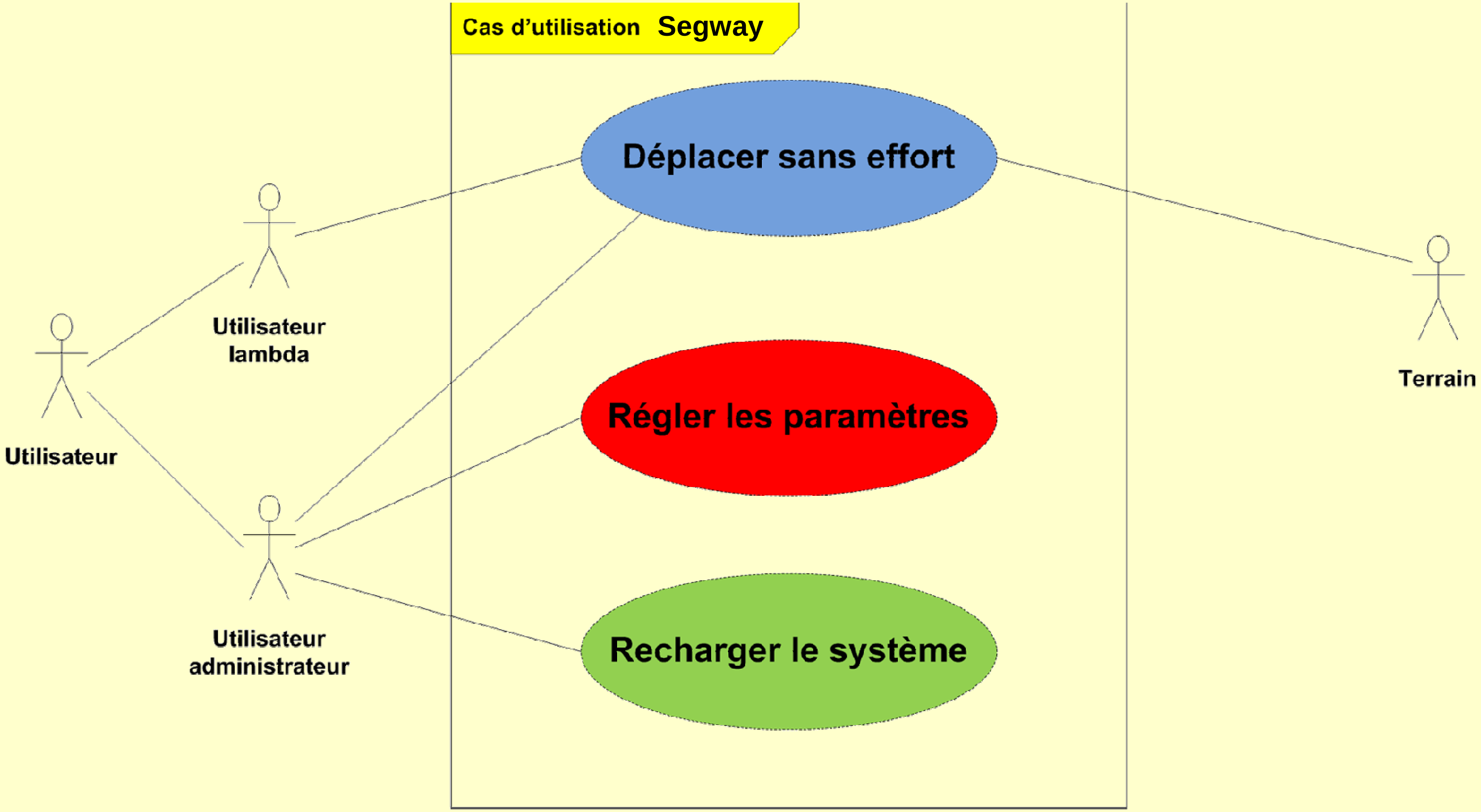
(d'après sujet de Centrale)

Description des chaînes fonctionnelles



Description fonctionnelle SysML

Diagramme des cas d'utilisation



Enoncé des Fonctions de Service

- ***FS1 :*** permettre au conducteur de se déplacer aisément sur la route
- ***FS2 :*** donner au conducteur une sensation de stabilité
- ***FS3 :*** rester insensible aux perturbations provenant de la route
- ***FS4 :*** rester manœuvrable dans la circulation
- ***FS5 :*** être peu encombrant
- ***FS6 :*** contribuer au respect de l’environnement

Diagramme des exigences

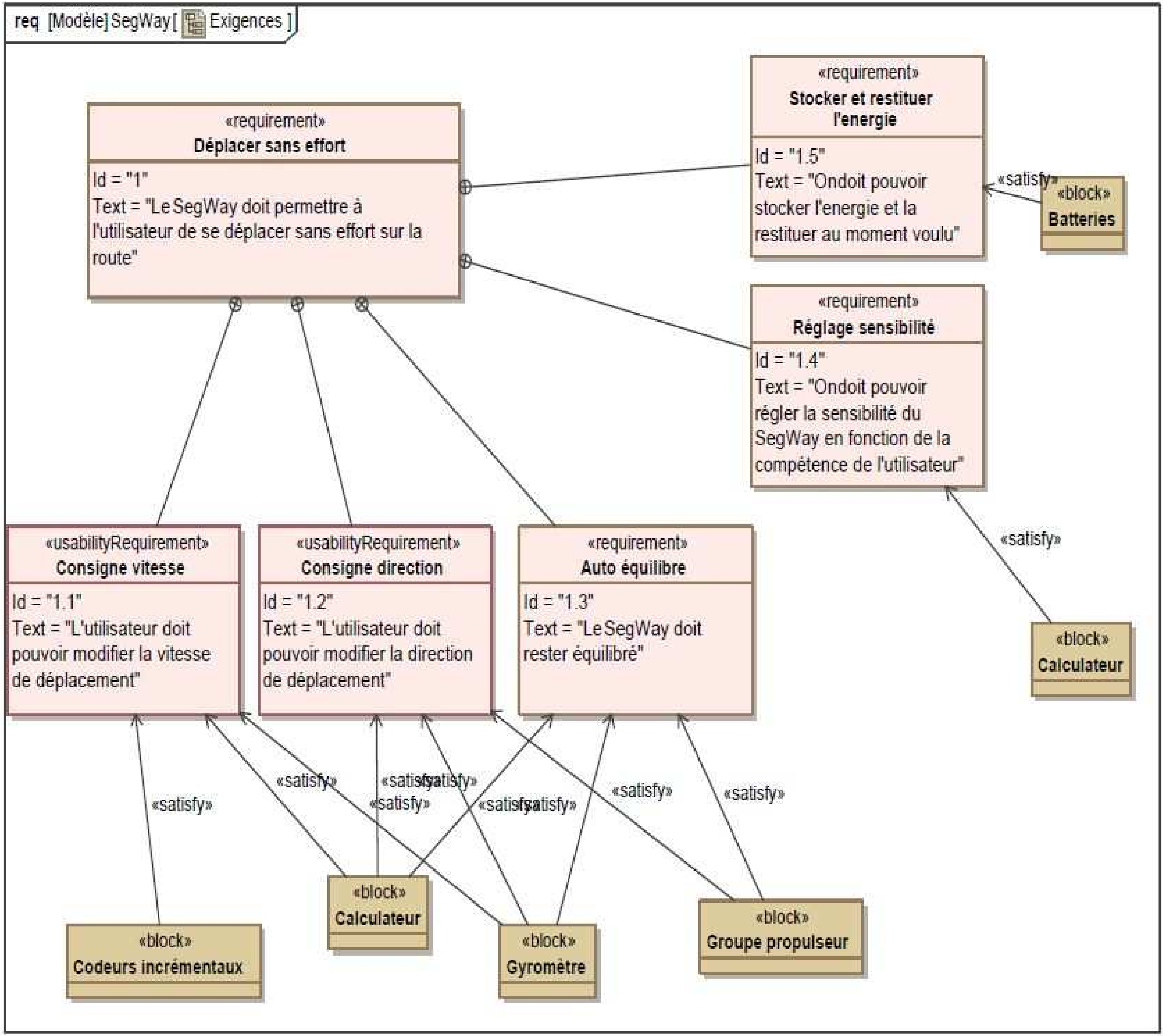


Diagramme des exigences ***(autre version)***

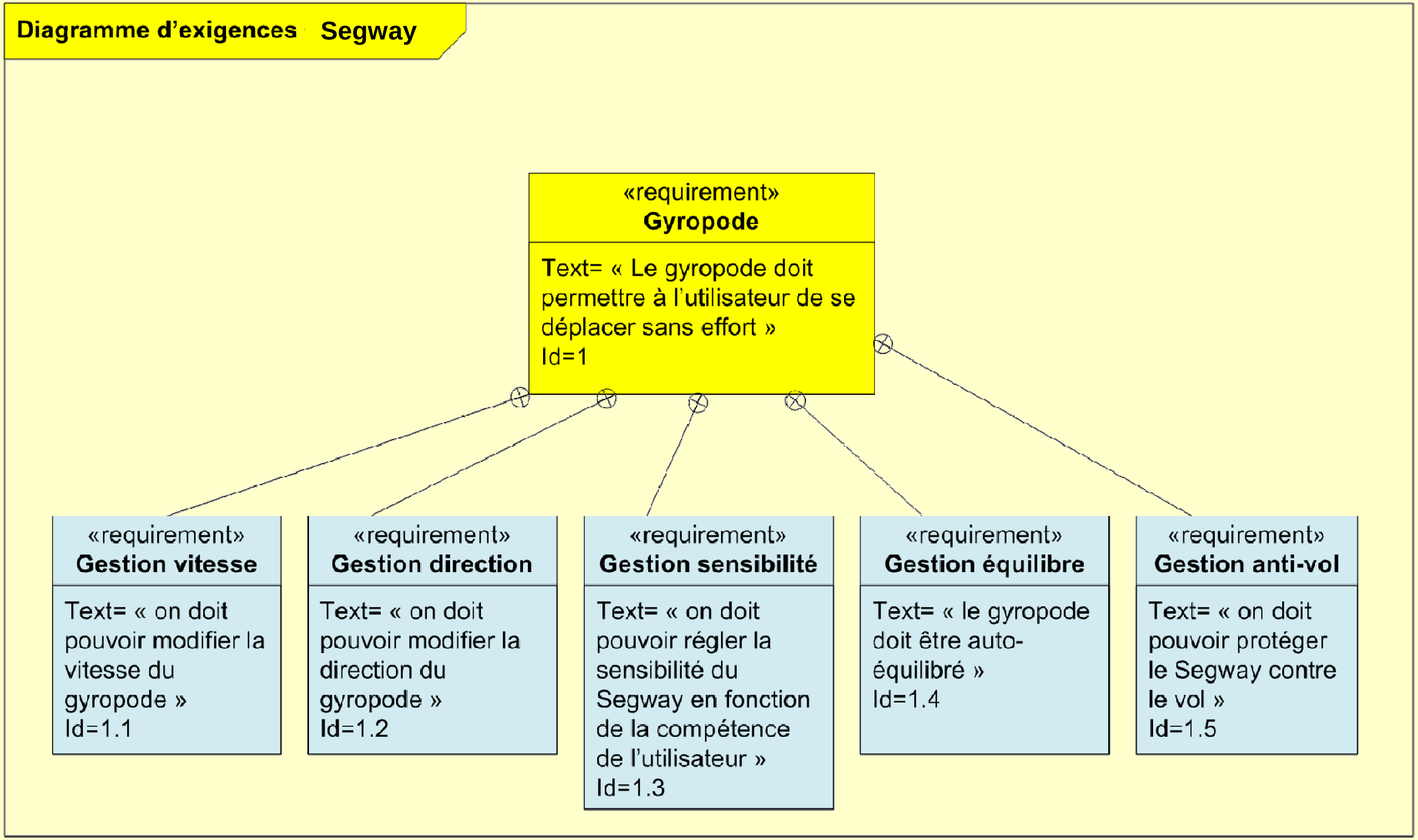
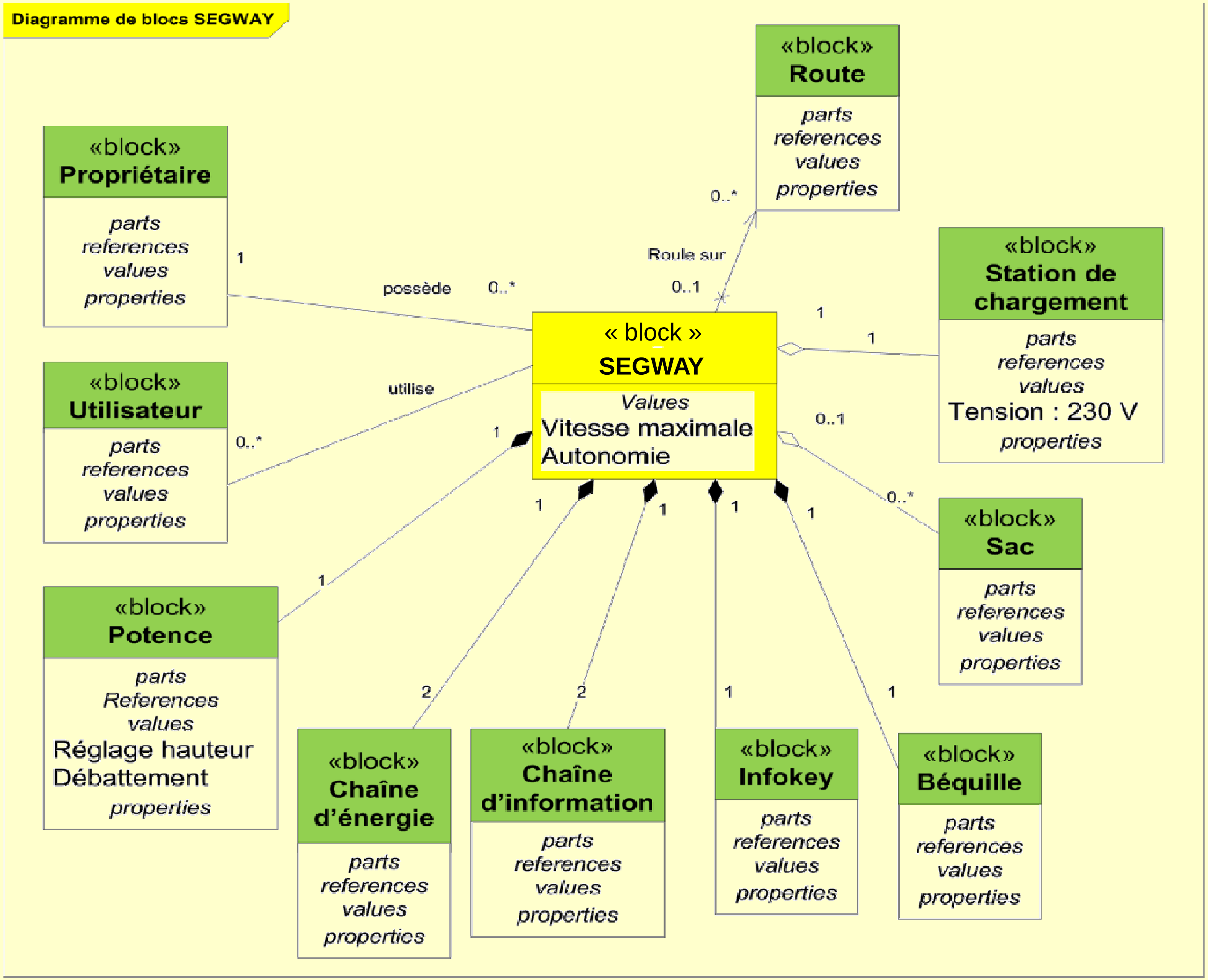


Diagramme de définition des blocs



Q1) Proposer un graphe des liaisons du système restreint à l’ensemble des solides {route + roue gauche + roue droite + châssis}.
Préciser pour chaque liaison ses caractéristiques géométriques.

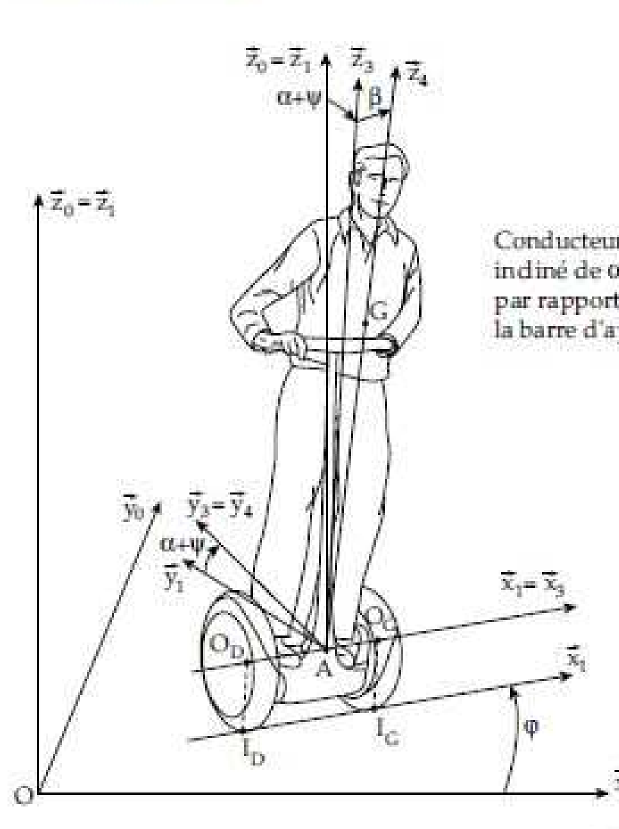


Figure 4 : paramétrage cinématique du système

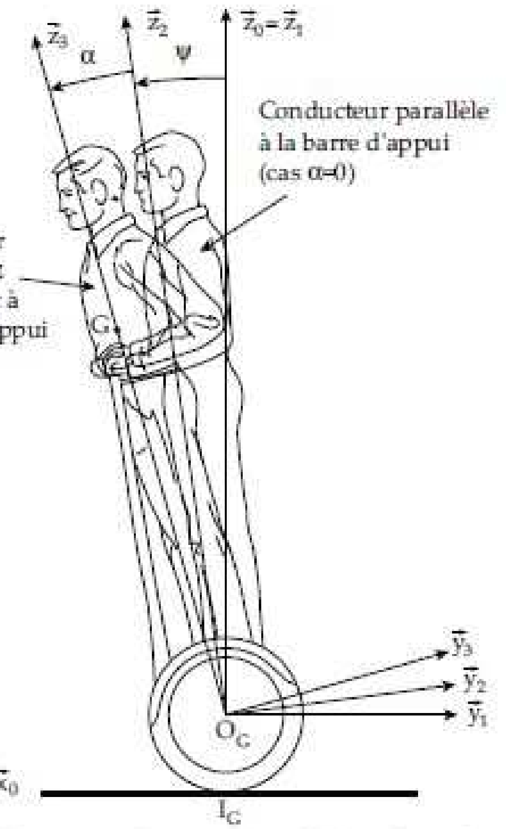
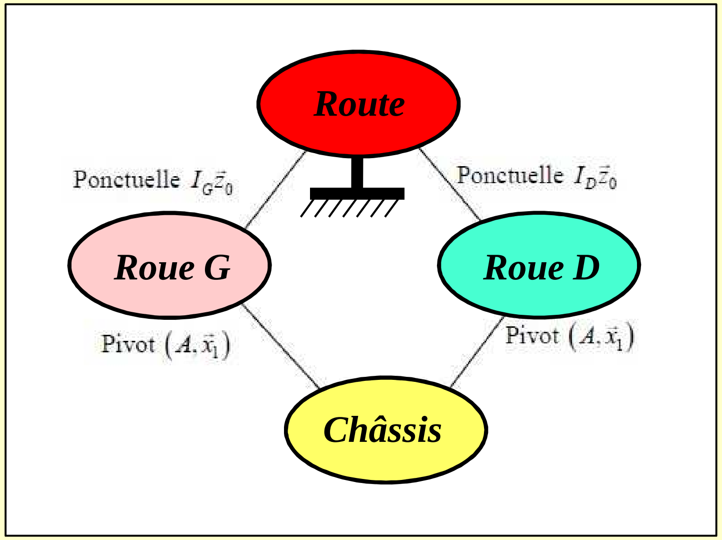


Figure 5 : figure simplifiée dans le cas $\beta = 0$ soit $\vec{z}_3 = \vec{z}_4$



Dessiner les quatre figures planes entre les bases définies dans le paramétrage précédent faisant apparaître les angles : φ ψ α β

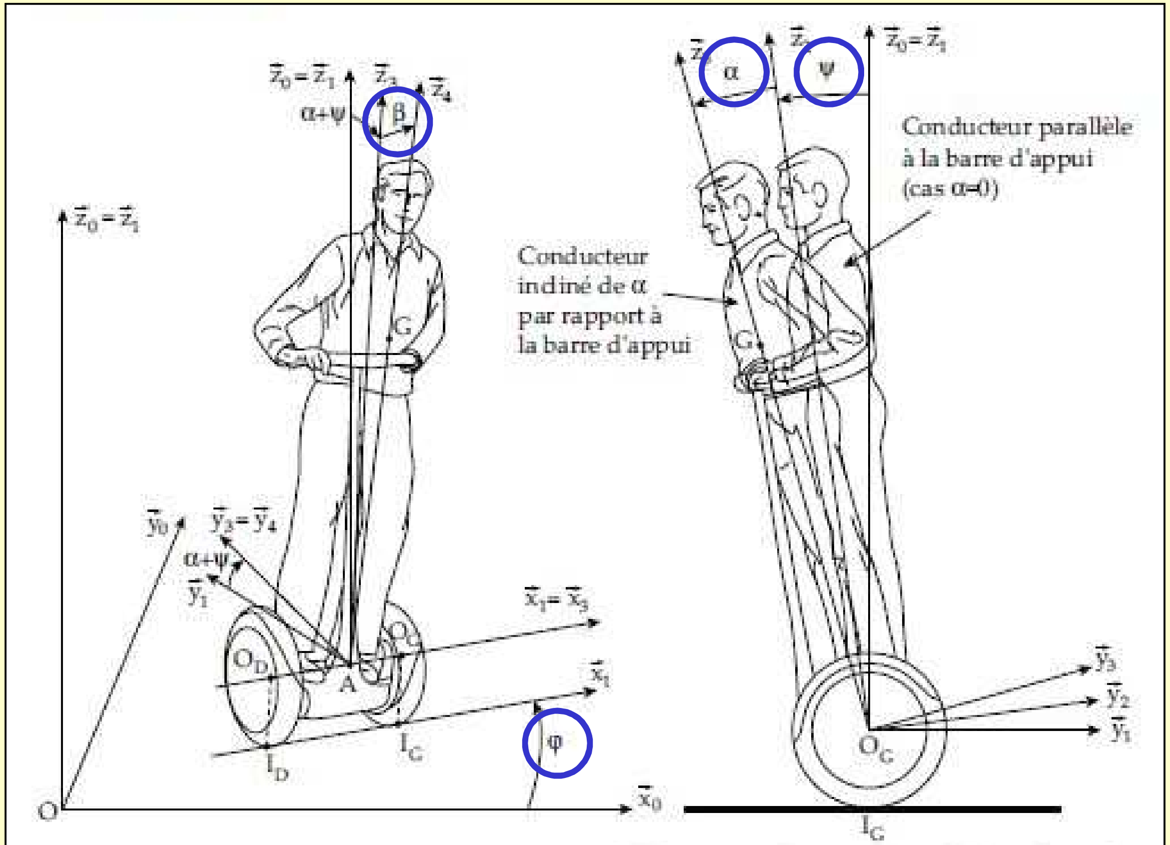
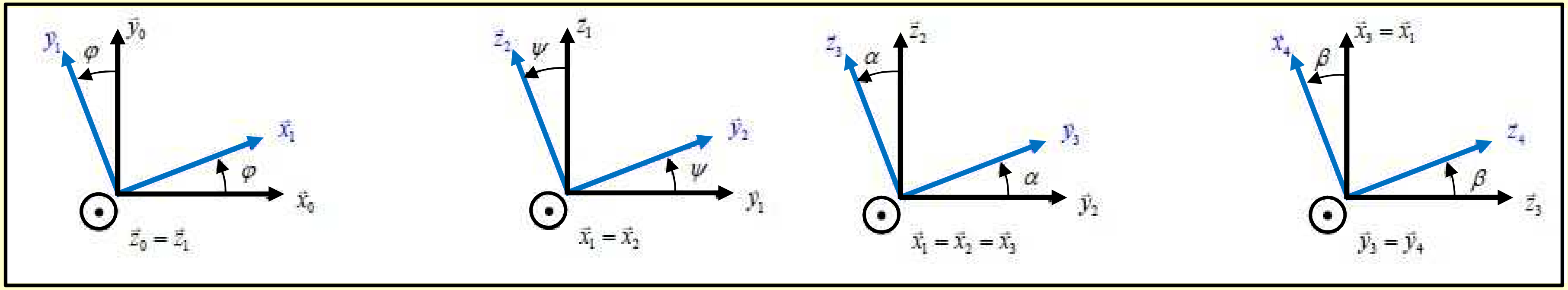
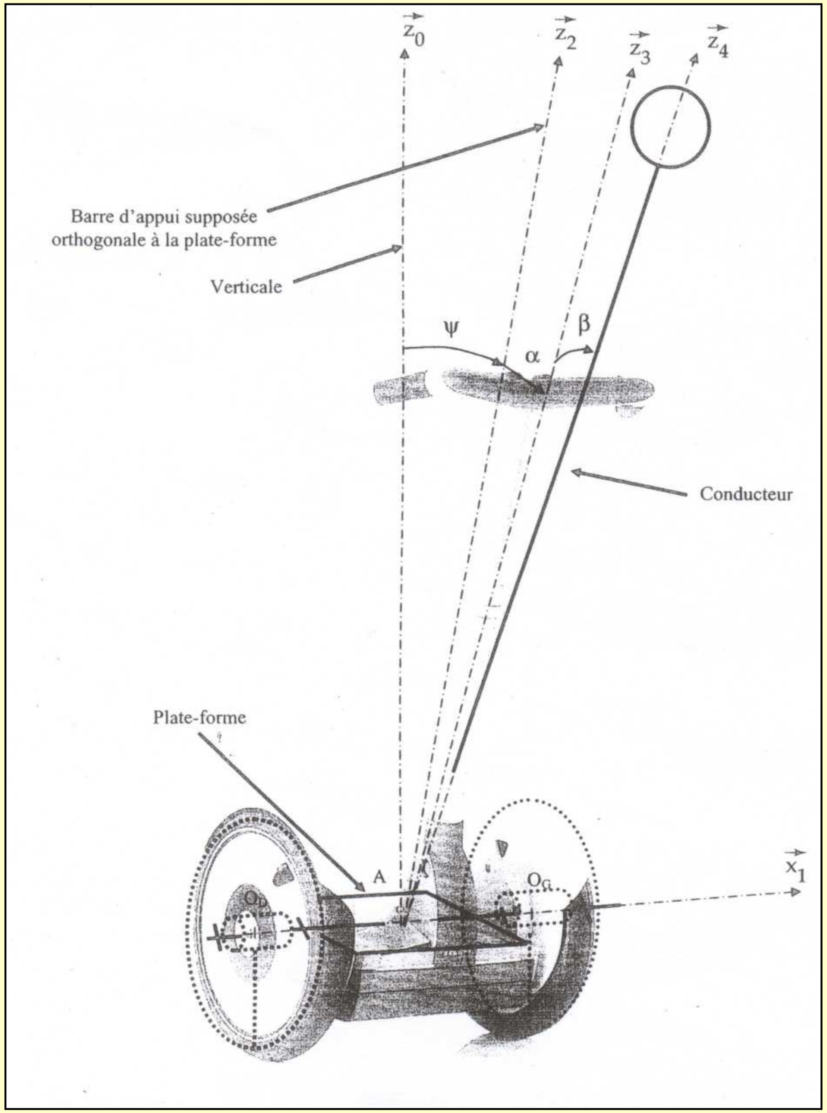


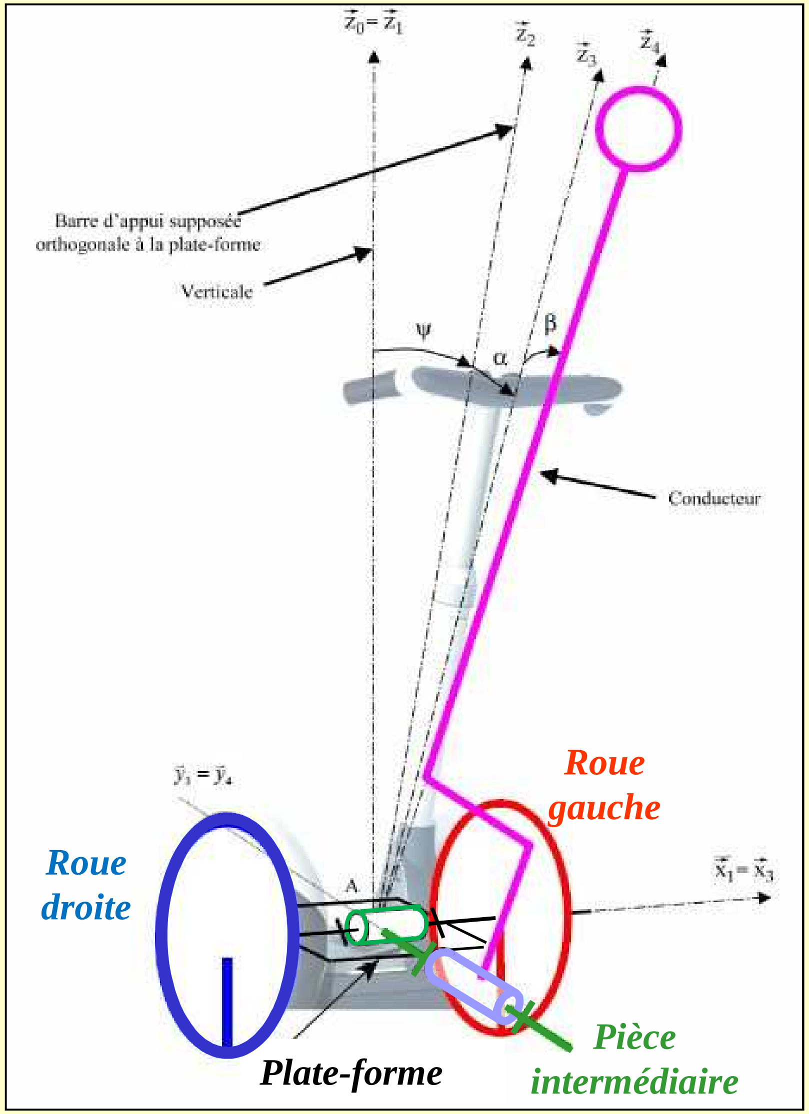
Figure 4 : paramétrage cinématique du système

Figure 5 : figure simplifiée dans le cas $\beta = 0$ soit $\vec{z}_3 = \vec{z}_4$



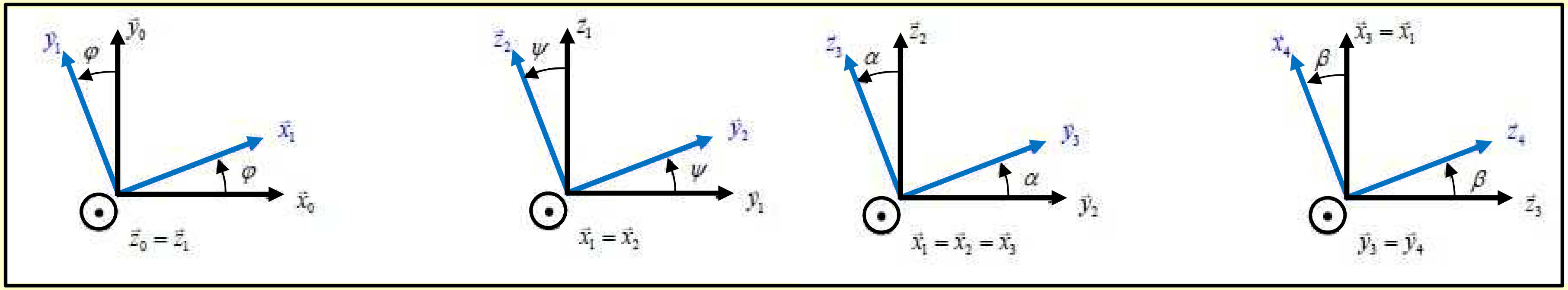
Q2) En s'appuyant sur le paramétrage et en utilisant de la couleur, proposer un schéma cinématique du système {roue gauche + roue droite + plate-forme + conducteur}, en complétant l'épure du document réponse (ne pas schématiser le contact roue/route).





Q3) Exprimer, en fonction du paramétrage, les trois torseurs cinématiques suivants :

- **du châssis par rapport au sol : {V(2/0)} en notant** $\overrightarrow{V(A\in 2/0)} = U\,\overrightarrow{x_1} + V\,\overrightarrow{y_1}$
- **de la roue droite par rapport au châssis : {V(R_D/2)}**
- **de la roue gauche par rapport au châssis : {V(R_G/2)}**

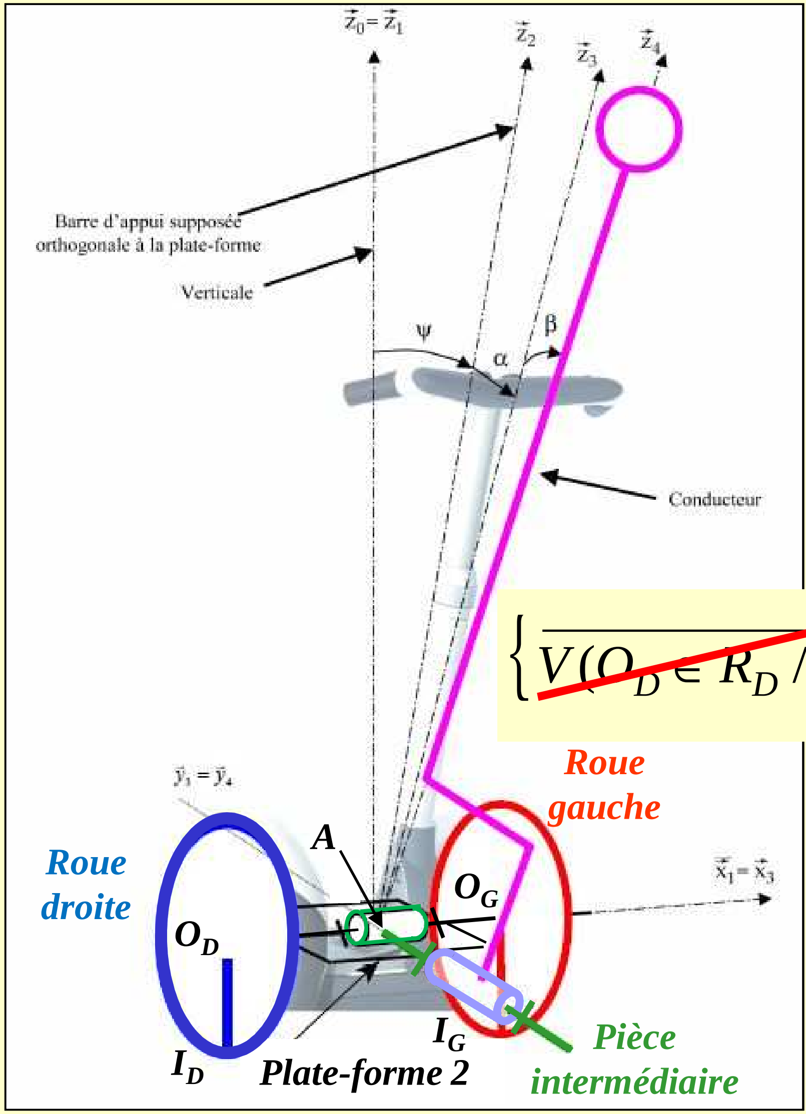


$$\left\{V_{2/0}\right\}_A = \begin{Bmatrix} \dot{\psi}\,\overrightarrow{x_1} + \dot{\varphi}\,\overrightarrow{z_1} \\ U\,\overrightarrow{x_1} + V\,\overrightarrow{y_1} \end{Bmatrix}_A$$

- $R_D(O_D, \overrightarrow{x_1}, \overrightarrow{y_D}, \overrightarrow{z_D})$ un repère lié à la roue Droite, en rotation autour de $(A, \overrightarrow{x_1})$ par rapport à R_2 où O_D est le centre de gravité de la roue droite. $\theta_D = (\overrightarrow{y_2}, \overrightarrow{y_D}) = (\overrightarrow{z_2}, \overrightarrow{z_D})$ est l'angle de rotation de la roue droite par rapport au châssis. I_D est le point de contact de la roue droite avec la route tel que $\overrightarrow{I_D O_D} = R\overrightarrow{z_0}$. On suppose que la roue droite roule sans glisser sur le sol au point I_D.

$$\left\{V_{R_D/2}\right\}_{O_D} = \left\{ \dot{\theta}_D\,\overrightarrow{x_1} \quad \vec{0} \right\}_{O_D} \qquad \left\{V_{R_G/2}\right\}_{O_G} = \left\{ \dot{\theta}_G\,\overrightarrow{x_1} \quad \vec{0} \right\}_{O_G}$$

Q4) Enoncer les deux relations de roulement sans glissement des roues par rapport à la route et déterminer trois relations scalaires liant les six paramètres inconnus : $\dot\psi \;\; \dot\varphi \;\; \dot\theta_D \;\; \dot\theta_G \;\; U \;\; V$ aux dimensions L et R.



<u>Roulement sans glissement de la roue droite</u>

Condition de roulement sans glissement : $\overrightarrow{V(I_D \in R_D/0)} = \vec{0}$

<u>Première méthode :</u> <u>par changement de point</u>

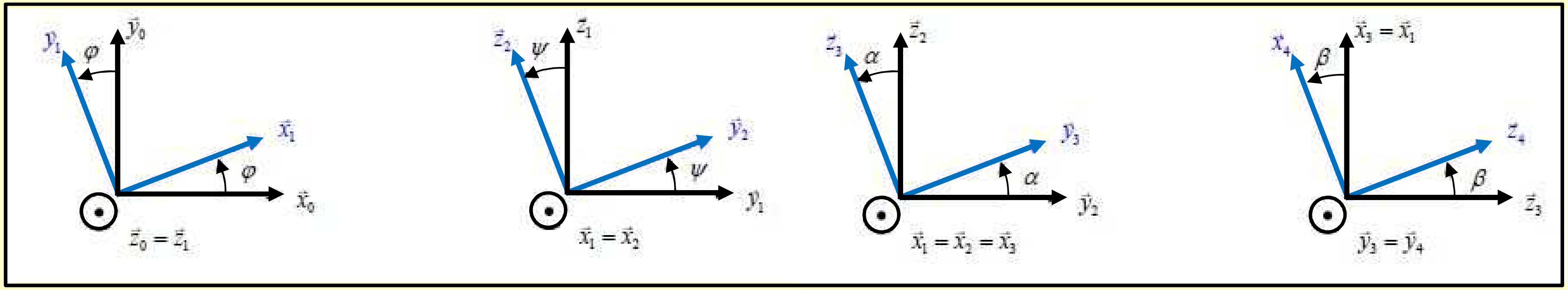
$$\overrightarrow{V(O_D \in R_D/0)} + \overrightarrow{I_D O_D} \wedge \overrightarrow{\Omega_{R_D/0}} = \vec{0}$$

$$\left\{ \cancel{\overrightarrow{V(O_D \in R_D/2)}} + \overrightarrow{V(O_D \in 2/0)} \right\} + \overrightarrow{I_D O_D} \wedge \left\{ \overrightarrow{\Omega_{R_D/2}} + \overrightarrow{\Omega_{2/0}} \right\} = \vec{0}$$

$R\,\overrightarrow{z_0}$ $\qquad$ $\dot\theta\,\overrightarrow{x_1}$

$$\overrightarrow{V(A \in 2/0)} + \overrightarrow{O_D A} \wedge \overrightarrow{\Omega_{2/0}}$$

$U\,\overrightarrow{x_1} + V\,\overrightarrow{y_1}$ $\qquad$ $\dfrac{L}{2}\,\overrightarrow{x_1}$ $\qquad$ $\dot\psi\,\overrightarrow{x_1} + \dot\varphi\,\overrightarrow{z_1}$



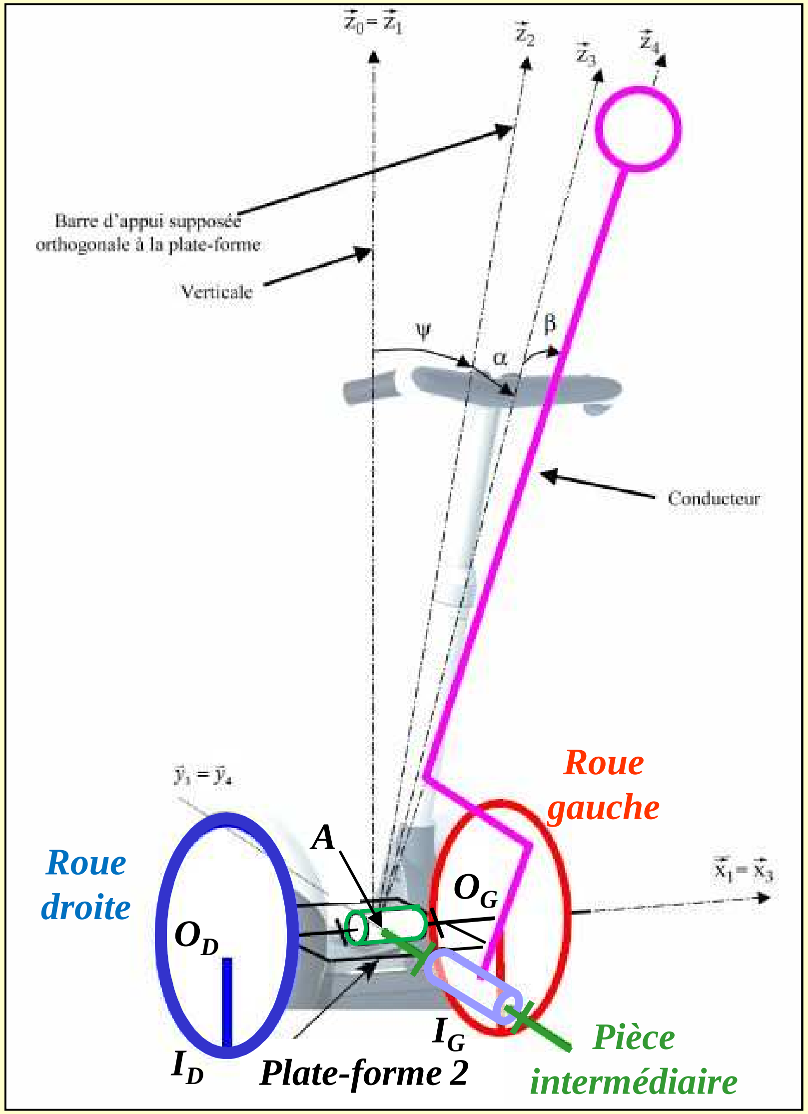
$$\Rightarrow \quad \left\{ U\,\overrightarrow{x_1} + V\,\overrightarrow{y_1} + \frac{L}{2}\,\overrightarrow{x_1} \wedge \left(\dot{\psi}\,\overrightarrow{x_1} + \dot{\varphi}\,\overrightarrow{z_1} \right) \right\} + R\,\overrightarrow{z_0} \wedge \left\{ \dot{\theta}_D\,\overrightarrow{x_1} + \dot{\psi}\,\overrightarrow{x_1} + \dot{\varphi}\,\overrightarrow{z_1} \right\} = \vec{0}$$

$$\Rightarrow \quad \left\{ U\,\overrightarrow{x_1} + V\,\overrightarrow{y_1} + \vec{0} - \frac{L}{2}\dot{\varphi}\,\overrightarrow{y_1} \right\} + R\,\dot{\theta}_D\,\overrightarrow{y_1} + R\,\dot{\psi}\,\overrightarrow{y_1} + \vec{0} = \vec{0}$$

$$\Rightarrow \quad U\,\overrightarrow{x_1} + \left\{ V - \frac{L}{2}\dot{\varphi} + R\,\dot{\theta}_D + R\,\dot{\psi} \right\} \overrightarrow{y_1} = \vec{0}$$

finalement

$$\begin{cases} U = 0 \\ V - \dfrac{L}{2}\dot{\varphi} + R\left(\dot{\theta}_D + \dot{\psi}\right) = 0 \end{cases}$$



Roulement sans glissement de la roue gauche

Condition de roulement sans glissement :

$$\overrightarrow{V(I_G \in R_G / 0)} = \vec{0}$$

Deuxième méthode : par composition vitesses

$$\overrightarrow{V(I_G \in R_G / 2)} + \overrightarrow{V(I_G \in 2/0)} = \vec{0}$$

$$\cancel{\overrightarrow{V(O_G \in R_G / 2)}} + \overrightarrow{I_G O_G} \wedge \overrightarrow{\Omega_{R_G/2}}$$

$$\overrightarrow{V(O_G \in 2/0)} + \overrightarrow{I_G O_G} \wedge \overrightarrow{\Omega_{2/0}}$$

$$\overrightarrow{V(A \in 2/0)} + \overrightarrow{O_G A} \wedge \overrightarrow{\Omega_{2/0}}$$

$$\left\{ R\,\vec{z}_1 \wedge \dot{\theta}_D\,\vec{x}_1 \right\} + \left\{ U\,\vec{x}_1 + V\,\vec{y}_1 - \frac{L}{2}\vec{x}_1 \wedge \left(\dot{\psi}\,\vec{x}_1 + \dot{\varphi}\,\vec{z}_1 \right) + R\,\vec{z}_1 \wedge \left(\dot{\psi}\,\vec{x}_1 + \dot{\varphi}\,\vec{z}_1 \right) \right\} = \vec{0}$$

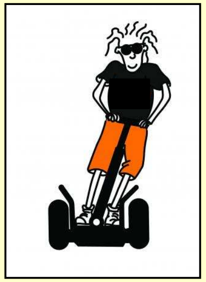
$$\left\{ R\,\overrightarrow{z_1} \wedge \dot{\theta}_G\,\overrightarrow{x_1} \right\} + \left\{ U\,\overrightarrow{x_1} + V\,\overrightarrow{y_1} - \frac{L}{2}\overrightarrow{x_1} \wedge \left(\dot{\psi}\,\overrightarrow{x_1} + \dot{\varphi}\,\overrightarrow{z_1} \right) + R\,\overrightarrow{z_1} \wedge \left(\dot{\psi}\,\overrightarrow{x_1} + \dot{\varphi}\,\overrightarrow{z_1} \right) \right\} = \vec{0}$$

$$\Rightarrow \quad R\,\dot{\theta}_G\,\overrightarrow{y_1} + U\,\overrightarrow{x_1} + V\,\overrightarrow{y_1} + \vec{0} + \frac{L}{2}\dot{\varphi}\,\overrightarrow{y_1} + R\dot{\psi}\,\overrightarrow{y_1} + \vec{0} = \vec{0}$$

$$\Rightarrow \quad U\,\overrightarrow{x_1} + \left\{ R\,\dot{\theta}_G + V + \vec{0} + \frac{L}{2}\dot{\varphi} + R\dot{\psi} \right\} \overrightarrow{y_1} = \vec{0}$$

finalement

$$\begin{cases} U = 0 \\ V + \dfrac{L}{2}\dot{\varphi} + R\left(\dot{\theta}_G + \dot{\psi}\right) = 0 \end{cases}$$



FIN