

## Application 1



## Suspension de l'AddBike

Agrégation Sciences Industrielles de l'Ingénieur – 2018

Savoirs et compétences :

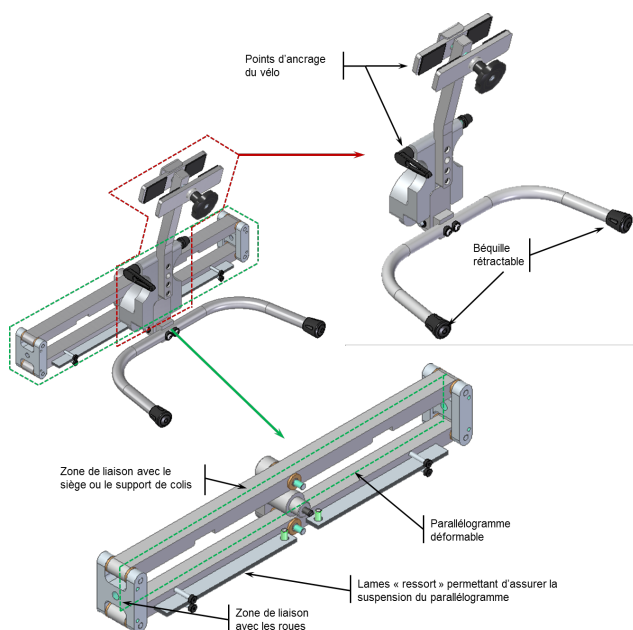
- Mod2.C34 : degré de mobilité du modèle;
- Mod2.C34 : degré d'hyperstatisme du modèle;
- Mod2.C34.SF1 : déterminer les conditions géométriques associées à l'hyperstatisme;
- Mod2.C34 : résoudre le système associé à la fermeture cinématique et en déduire le degré de mobilité et d'hyperstatisme.

## Présentation

L'Add-Bike est un système pouvant s'adapter à tous types de vélo et doit permettre de transporter des marchandises (colis ou courses du quotidien) ou des enfants.



Il est équipé d'un système de suspension permettant de limiter le mouvement de roulis dans les virages.

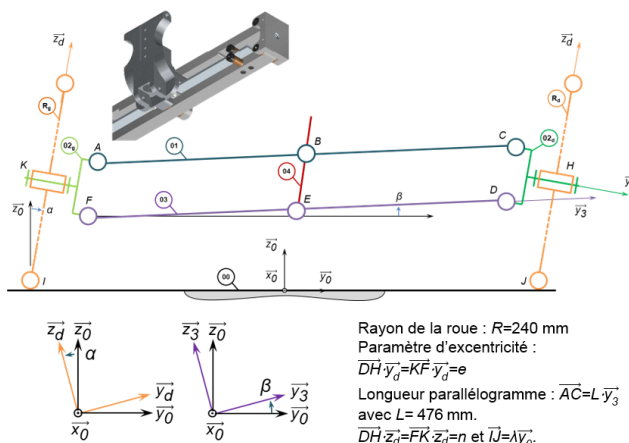


## Exigence 1.2 : Stabilité des occupants et des marchandises

**Objectif** Pour assurer la stabilité des occupants du bi-roue, il est nécessaire de déterminer les conditions géométriques permettant de limiter l'angle de roulis (exigence 1.2.1). Ainsi, cet angle de roulis ne doit pas dépasser  $\beta = 5^\circ$  lorsque le cycliste penche le mât vertical de  $\alpha = 30^\circ$ .

req [requirement] Stabilité des occupants ou des marchandises [Stabilité des occupants ou des marchandises]		
«requirement» Stabilité des occupants ou des marchandises Id = "1.2" Text = "Pour le confort des occupants ou l'intégrité de la marchandise, le bi-roue doit se pencher raisonnablement."	«requirement» Roulis du bi-roue Id = "1.2.1" Text = "Pour assurer le confort des passagers du bi-roue, l'angle de roulis doit être inférieur à 5° lorsque le cycliste se penche de 30° dans un virage."	«requirement» Fusée Id = "1.2.2" Text = "La conception de la liaison entre la roue et le parallélogramme (fusée) doit permettre de satisfaire l'exigence."
«refine»	«satisfy»	

Pour pouvoir tourner, le cycliste penche le mât vertical 04 par l'intermédiaire du guidon, ce qui conduit à la déformation du parallélogramme  $ACDF$  donné dans la figure suivante et à la rotation des roues autour de l'axe horizontal longitudinal  $\vec{x}_0$ . Lors de la déformation du parallélogramme, les bielles 01 et 03 ne restent pas parfaitement horizontales; le passager assis dans le siège lié à la bielle 03, subit donc du roulis, c'est-à-dire un pivotement autour de l'axe horizontal longitudinal  $\vec{x}_0$ .



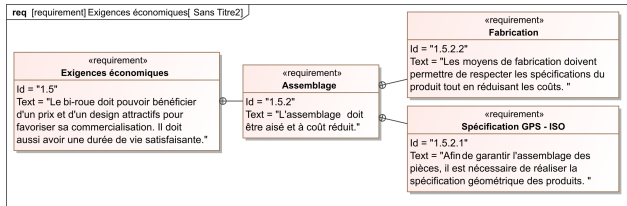
L'angle  $\beta$  correspond à l'angle de roulis des bielles 01 et 03.

**Question 1** En réalisant une fermeture géométrique, déterminer la relation liant l'angle  $\beta$  et l'excentricité  $e$  des fusées 02g et 02d.

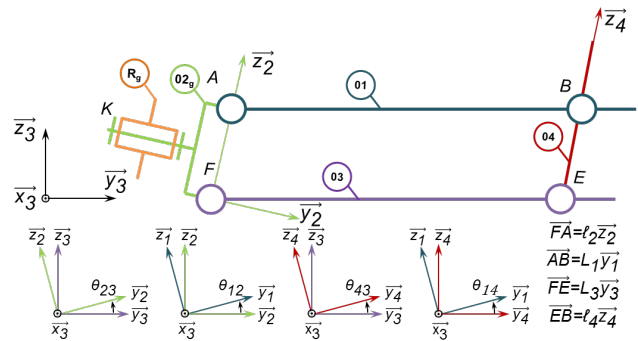
**Question 2** En déduire une valeur de l'excentricité  $e$  permettant de valider l'exigence 1.2.1.

## Exigence 1.5 : Exigences économiques – Assemblage

**Objectif** Afin de pouvoir vendre son produit à un prix attractif, la start-up doit pouvoir fabriquer et assembler son produit à un coût satisfaisant. Une maîtrise des coûts passe par la maîtrise des spécifications garantissant l'assemblage du système et par des coûts de fabrication réduits. Les objectifs sont ici de : spécifier des conditions géométriques sur les dimensions de la bielle inférieure (03) à partir des conditions de fonctionnement.



**Question 3** Après avoir fait un graphe de structure et sans tenir compte des roues et de leurs liaisons au sol, donner le degré d'hyperstatisme du modèle cinématique suivant.



**Question 4** Donner les torseurs cinématiques  $\{\mathcal{V}(2/3)\}$ ,  $\{\mathcal{V}(1/2)\}$ ,  $\{\mathcal{V}(4/3)\}$ ,  $\{\mathcal{V}(1/4)\}$ .

**Question 5** En utilisant une fermeture de chaîne cinématique, donner le système d'équations liant les différentes variables.

**Question 6** En déduire les conditions géométriques à imposer sur la bielle (03) afin de satisfaire l'assemblage du mécanisme.

### Synthèse

**Question 7** Conclure sur les méthodes qui ont permis de répondre aux exigences 1.4 et 1.5.

## Application 1 – Corrigé



## Suspension de l'AddBike

Agrégation Sciences Industrielles de l'Ingénieur – 2018

Savoirs et compétences :

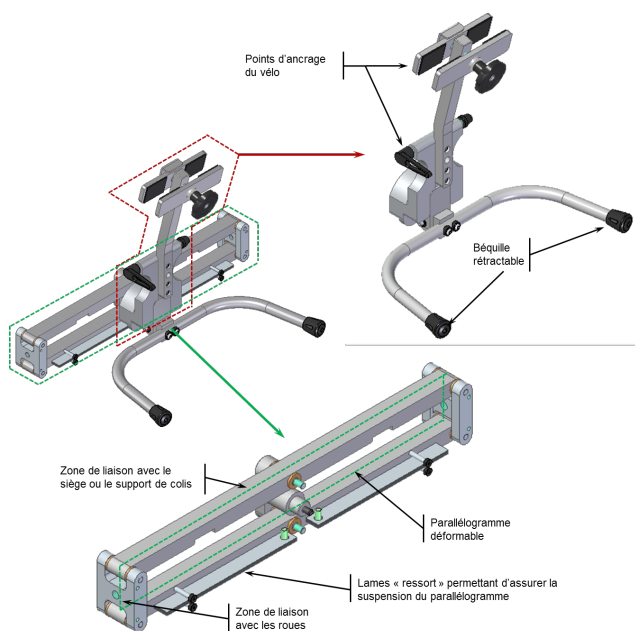
- Mod2.C34 : degré de mobilité du modèle;
- Mod2.C34 : degré d'hyperstatisme du modèle;
- Mod2.C34.SF1 : déterminer les conditions géométriques associées à l'hyperstatisme;
- Mod2.C34 : résoudre le système associé à la fermeture cinématique et en déduire le degré de mobilité et d'hyperstatisme.

## Présentation

L'Add-Bike est un système pouvant s'adapter à tous types de vélo et doit permettre de transporter des marchandises (colis ou courses du quotidien) ou des enfants.



Il est équipé d'un système de suspension permettant de limiter le mouvement de roulis dans les virages.

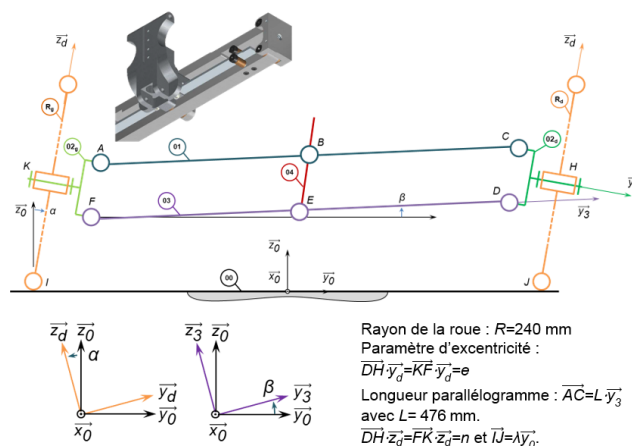


## Exigence 1.2 : Stabilité des occupants et des marchandises

**Objectif** Pour assurer la stabilité des occupants du bi-roue, il est nécessaire de déterminer les conditions géométriques permettant de limiter l'angle de roulis (exigence 1.2.1). Ainsi, cet angle de roulis ne doit pas dépasser  $\beta = 5^\circ$  lorsque le cycliste penche le mât vertical de  $\alpha = 30^\circ$ .

req [requirement] Stabilité des occupants ou des marchandises [Stabilité des occupants ou des marchandises]		
«requirement» Stabilité des occupants ou des marchandises Id = "1.2" Text = "Pour le confort des occupants ou l'intégrité de la marchandise, le bi-roue doit se pencher raisonnablement."	refine	«requirement» Roulis du bi-roue Id = "1.2.1" Text = "Pour assurer le confort des passagers du bi-roue, l'angle de roulis doit être inférieur à 5° lorsque le cycliste se penche de 30° dans un virage."
	satisfy	«requirement» Fusée Id = "1.2.2" Text = "La conception de la liaison entre la roue et le parallélogramme (fusée) doit permettre de satisfaire l'exigence."

Pour pouvoir tourner, le cycliste penche le mât vertical 04 par l'intermédiaire du guidon, ce qui conduit à la déformation du parallélogramme  $ACDF$  donné dans la figure suivante et à la rotation des roues autour de l'axe horizontal longitudinal  $\vec{x}_0$ . Lors de la déformation du parallélogramme, les bielles 01 et 03 ne restent pas parfaitement horizontales; le passager assis dans le siège lié à la bielle 03, subit donc du roulis, c'est-à-dire un pivotement autour de l'axe horizontal longitudinal  $\vec{x}_0$ .



L'angle  $\beta$  correspond à l'angle de roulis des bielles 01 et 03.

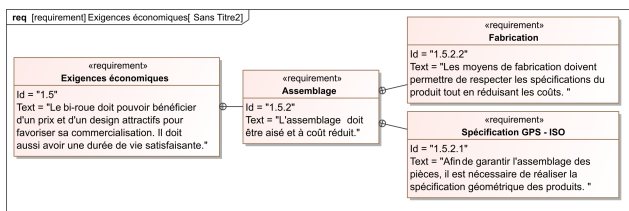
**Question 1** En réalisant une fermeture géométrique, déterminer la relation liant l'angle  $\beta$  et l'excentricité  $e$  des fusées 02g et 02d.

**Question 2** En déduire une valeur de l'excentricité  $e$  permettant de valider l'exigence 1.2.1.

Correction

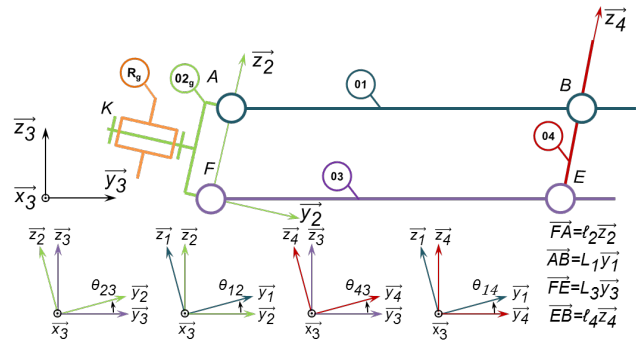
## Exigence 1.5 : Exigences économiques – Assemblage

**Objectif** Afin de pouvoir vendre son produit à un prix attractif, la start-up doit pouvoir fabriquer et assembler son produit à un coût satisfaisant. Une maîtrise des coûts passe par la maîtrise des spécifications garantissant l'assemblage du système et par des coûts de fabrication réduits. Les objectifs sont ici de : spécifier des conditions géométriques sur les dimensions de la bielle inférieure (03) à partir des conditions de fonctionnement.



**Question 3** Après avoir fait un graphe de structure et sans tenir compte des roues et de leurs liaisons au sol, donner le degré d'hyperstatisme du modèle cinématique suivant.

Correction



**Question 4** Donner les torseurs cinématiques  $\{\mathcal{V}(2/3)\}$ ,  $\{\mathcal{V}(1/2)\}$ ,  $\{\mathcal{V}(4/3)\}$ ,  $\{\mathcal{V}(1/4)\}$ .

Correction

**Question 5** En utilisant une fermeture de chaîne cinématique, donner le système d'équations liant les différentes variables.

Correction

**Question 6** En déduire les conditions géométriques à imposer sur la bielle (03) afin de satisfaire l'assemblage du mécanisme.

Correction

## Synthèse

**Question 7** Conclure sur les méthodes qui ont permis de répondre aux exigences 1.4 et 1.5.

Correction