

Dynamique : Roue autonome (CCP MP 13)

Mise en situation

La roue autonome ez-Wheel (prononcer "easywheel") propose une solution simple pour tracter des équipements de manutention et de transport de charges, des véhicules légers et matériels médicaux.

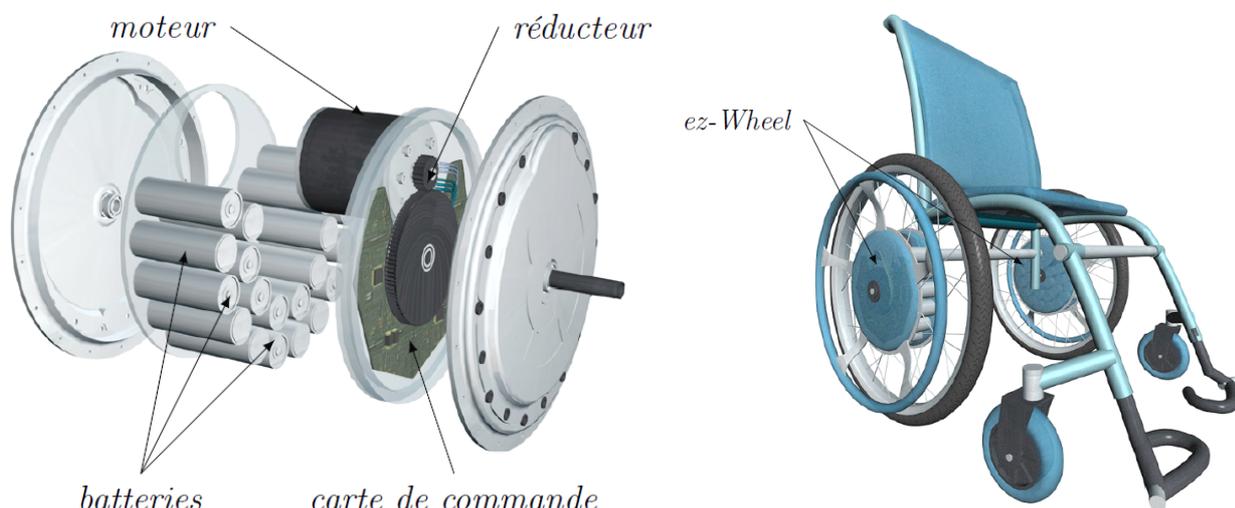
L'avantage de la solution ez-Wheel est d'être adaptable à la majorité des produits roulants qui existent sur le marché. Les dimensions et l'interface mécanique standardisées permettent une installation simple et immédiate.



La solution intègre, au sein d'une roue, tous les composants nécessaires à la traction : la motorisation électrique, des batteries haute énergie de très longue durée de vie, un contrôleur de puissance assurant un pilotage optimal et la gestion de la batterie ainsi qu'une interface de commande sans fil.

La transmission de l'énergie est réalisée par un variateur (incorporé à la carte de commande), un moteur brushless, puis un réducteur.

Nous vous proposons, dans ce sujet, d'étudier l'implantation de la roue autonome sur un fauteuil roulant. Pour ce genre d'application, où il est nécessaire de mettre en place deux roues autonomes sur le fauteuil, la commande des roues n'est pas aussi simple que pour des applications à une seule roue. En effet, en plus de gérer le mouvement d'avance du fauteuil, il faut également gérer ses changements de direction.



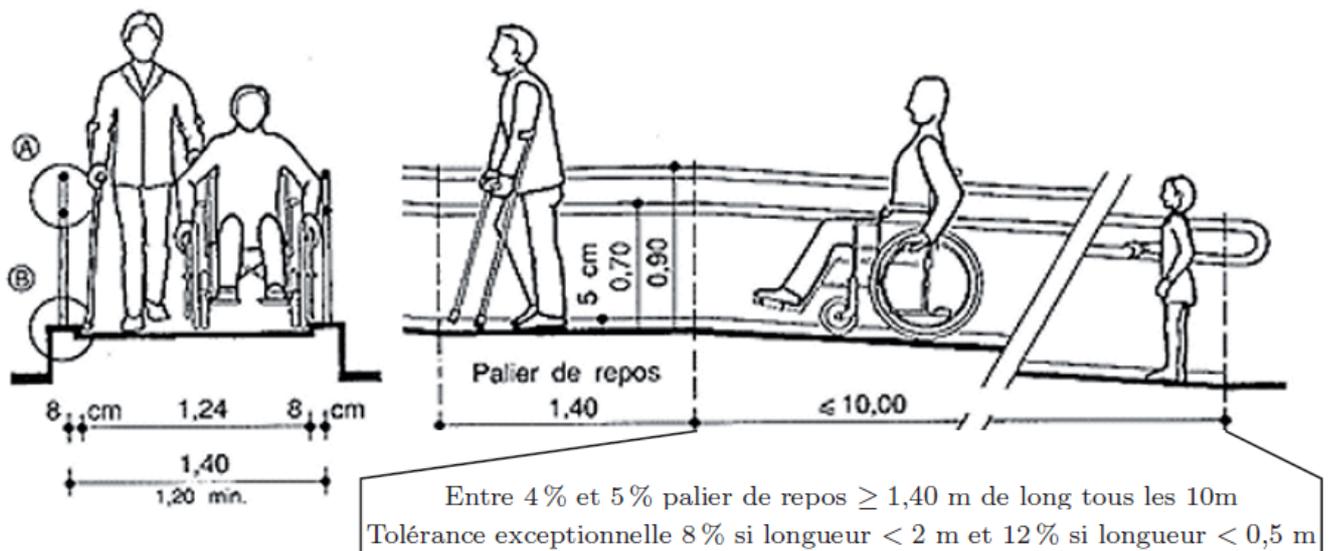
Les deux ez-Wheel étant implantées sur chacune des deux roues arrière, le pilotage des deux roues est lié afin de maîtriser la direction du fauteuil.

Chacune des deux roues est alors asservie par l'intermédiaire de capteurs mesurant la vitesse de rotation de l'arbre du moteur brushless.

Etude de la fonction « S'adapter au sol ».

Les différentes normes relatives à l'accessibilité des espaces publics aux personnes à mobilité réduite imposent certaines réalisations au niveau des accès des bâtiments.

Les escaliers, infranchissables pour une personne en fauteuil roulant, doivent être remplacés ou complétés par des rampes d'accès. Comme l'indique la figure suivante, extraite des textes normatifs, ces rampes peuvent avoir une pente maximale de 12% (soit environ 6,8°).

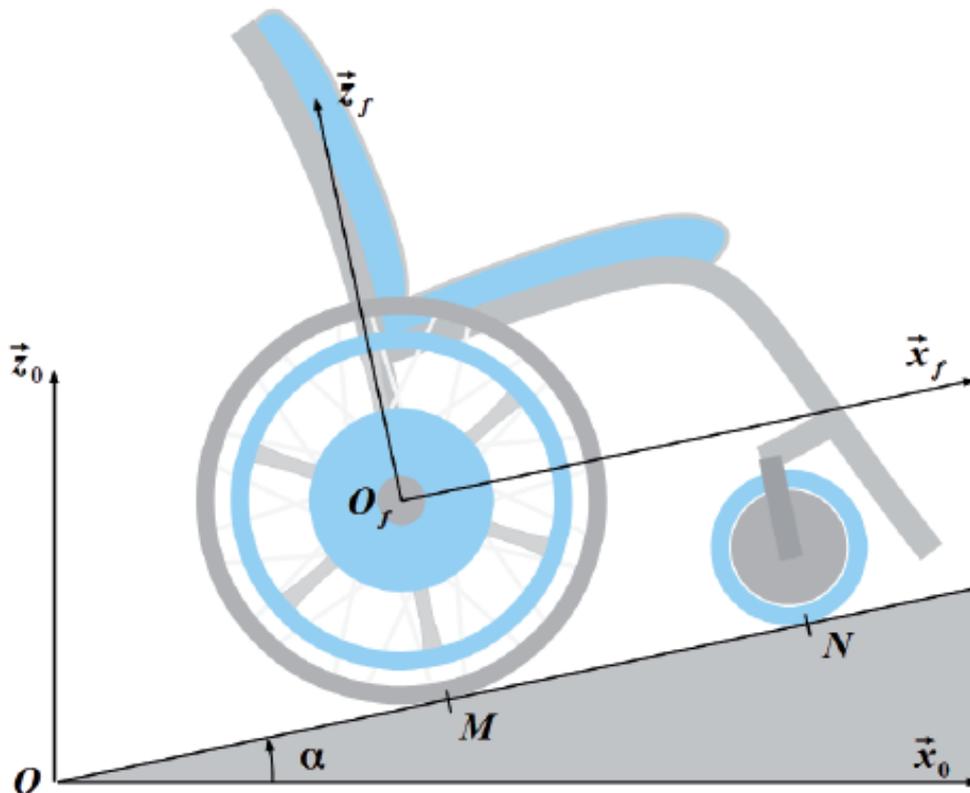


Objectif : Valider les performances du moteur vis-à-vis de la fonction « S'adapter au sol ».

Les figures suivantes donnent les dimensions du fauteuil motorisé et le paramétrage de l'étude en phase de montée d'une pente.

Les hypothèses d'étude de cette partie sont :

- ✓ Le référentiel $R_0(O, \vec{x}_0, \vec{y}_0, \vec{z}_0)$, lié au sol, est supposé galiléen.
- ✓ Le fauteuil se déplace en ligne droite dans une phase de montée, le problème est considéré comme un problème plan.
- ✓ Le référentiel $R_f(O_f, \vec{x}_f, \vec{y}_f, \vec{z}_f)$ est lié au fauteuil avec $\vec{y}_f = \vec{y}_0$.
- ✓ $\vec{g} = -g \cdot \vec{z}_0$ est l'action de la pesanteur avec $g = 9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$.
- ✓ Le vecteur position du fauteuil est $\overrightarrow{OO_f} = x(t) \cdot \vec{x}_f + y(t) \cdot \vec{z}_f$.
- ✓ Chaque moteur fournit le même couple, noté C_m (ils peuvent fournir 70 N.m au maximum)
- ✓ On suppose que le problème est équivalent à un seul moteur qui fournit un couple $2C_m$ sur une seule roue arrière.
- ✓ L'ensemble $S = \{\text{fauteuil} + \text{roues motorisées} + \text{utilisateur}\}$ a une masse $M_S = 150 \text{ kg}$, son centre d'inertie est G.
- ✓ Le contact roue arrière/sol se fait avec frottement, on note f le coefficient de frottement.



Questions

- Donner les expressions des torseurs des actions mécaniques transmissibles en faisant apparaître les composantes nulles et le repère choisi :
 - ✓ Du sol sur le fauteuil au niveau de la roue avant $\{T_{\text{sol} \rightarrow \text{roue avant}}\}$ au point N.
 - ✓ Du sol sur le fauteuil au niveau de la roue arrière $\{T_{\text{sol} \rightarrow \text{roue arrière}}\}$ au point M.
 - ✓ Du poids sur le fauteuil $\{T_{\text{poids} \rightarrow \text{fauteuil}}\}$ au point G.
- Donner l'expression du moment dynamique de l'ensemble S par rapport au référentiel R_0 au point G
- Ecrire les trois équations scalaires du principe fondamental de la dynamique appliqué à l'ensemble S en projection dans R_f au point G.

Pour les questions suivantes, on suppose que le contact roue arrière/sol se fait à la limite du glissement.

- En déduire l'accélération maximale du fauteuil \ddot{x} pour être à la limite du glissement. Faire l'application numérique pour une pente de béton mouillé de 12% ($f = 0,45$).
- En appliquant le théorème du moment dynamique à la roue arrière, déterminer l'expression du couple moteur C_m en fonction de l'accélération \ddot{x} . Faire l'application numérique dans les conditions de limite de glissement.
- Comparer avec la valeur du couple moteur du constructeur et justifier ce choix. Pour cela, déterminer l'expression littérale puis la valeur numérique de l'action mécanique du sol sur la roue avant.

On suppose, pour la question suivante, que le contact entre les roues arrière et le sol se fait toujours avec frottement mais qu'il n'est plus à la limite de glissement. On suppose, de plus, que le couple moteur est de 70 N.m sur chacune des roues.

- Calculer l'accélération du fauteuil. Les moteurs mis en place sur le fauteuil, permettent-ils de respecter les normes d'accès au bâtiment ? Le fauteuil risque-t-il de basculer ?