



Retour d'expérience sur l'utilisation de Gazebo/ODE

Tentative d'amélioration de la représentativité
physique d'un robot à 4 roues

Lama AL-BASSIT

Ingénieur de recherche
Equipe ROMEA



Institut national de recherche
en sciences et technologies
pour l'environnement et l'agriculture

www.irstea.fr

Contexte

Equipe ROMEA

RObotique et Mobilité pour l'Environnement et l'Agriculture



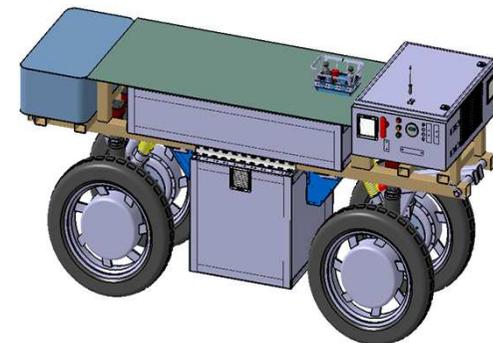
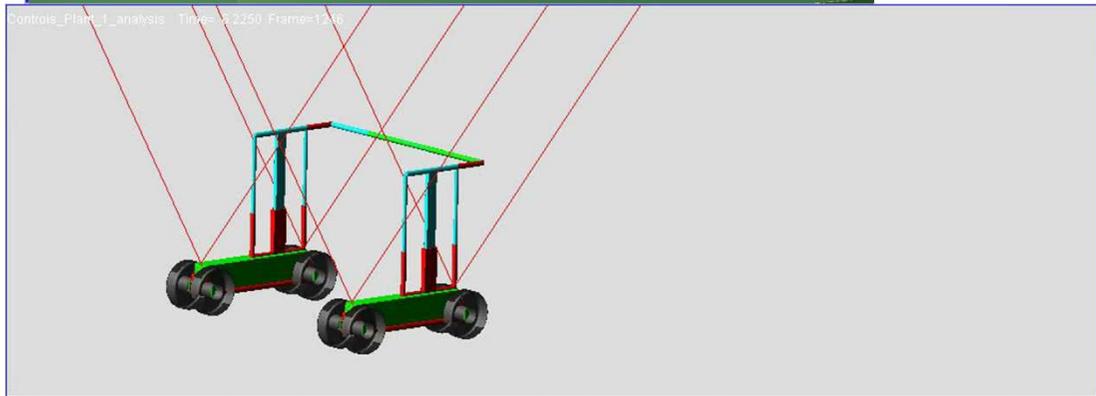
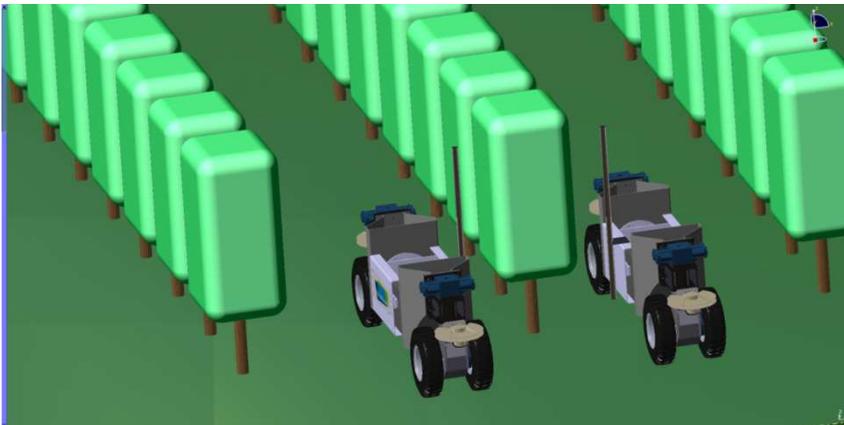
- ✓ Commande des déplacements et partage d'autonomie avec l'opérateur
- ✓ Perception et caractérisation de l'interaction d'un engin dans son environnement
- ✓ Conception de dispositifs de sécurité

Contexte

Projet Adap2E

Plate-Forme de production adaptative et autonome pour l'environnement

Développer une plate forme avec des niveaux d'autonomie variable capable d'adapter sa configuration au contexte de la tâche, de l'environnement et des réaction humaines

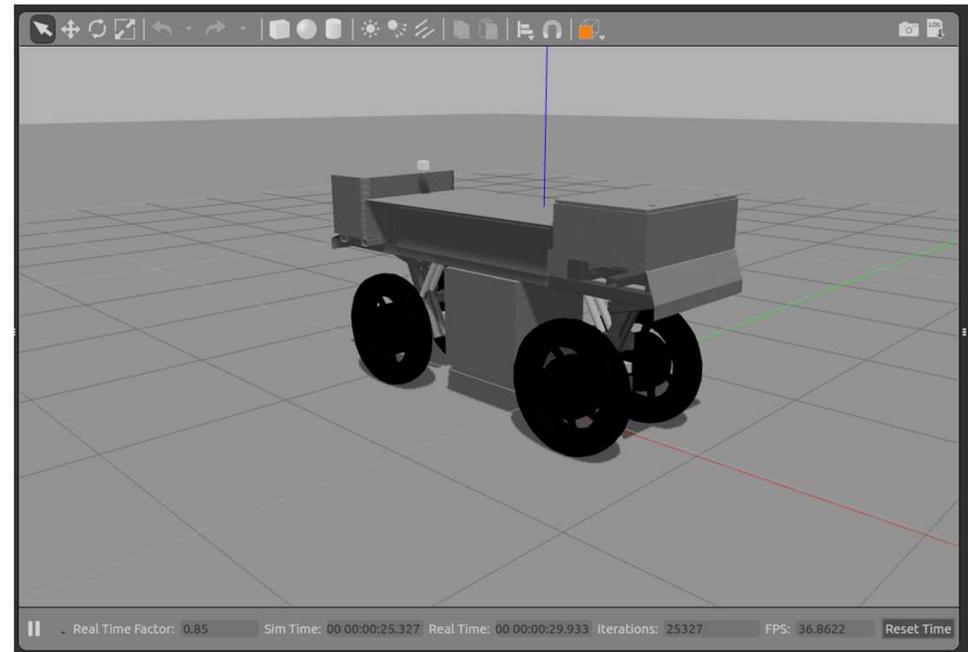
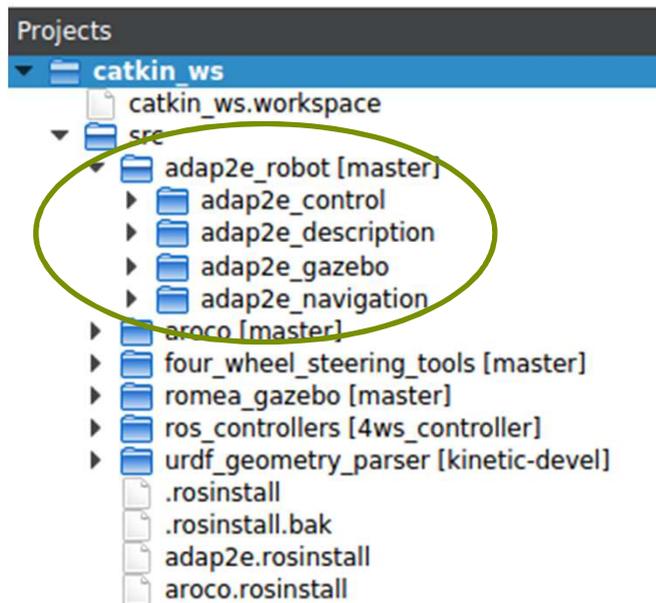


4 roues motrices et directrices

Contexte

Projet Adap2E

Simulation des robots d'Adap2E sous Gazebo



https://github.com/Romea/four_wheel_steering_tools



Objectif et démarche

Court terme

Chercher à rendre la simulation du véhicule, sous Gazebo, plus réaliste:

- ✓ Ajuster les valeurs des paramètres physiques (Inerties, contact pneu/sol, etc.)
- ✓ Ajouter la suspension au véhicule
- ✓ Revoir le model du véhicule
- ✓ ...

Final

Trouver (ou adapter) une solution de simulation, pouvant être utilisée sous ROS, assurant une bonne représentativité physique des robots mobiles tout-terrain.



Objectif et démarche

Court terme

Chercher à rendre la simulation du véhicule, sous Gazebo, plus réaliste:

- ✓ Ajuster les valeurs des paramètres physiques (Inerties, contact pneu/sol, etc.)
 - ✓ Ajouter la suspension au véhicule
 - ✓ Revoir le model du véhicule
 - ✓ ...
- 
- 

Final

Trouver (ou adapter) une solution de simulation, pouvant être utilisée sous ROS, assurant une bonne représentativité physique des robots mobiles tout-terrain.

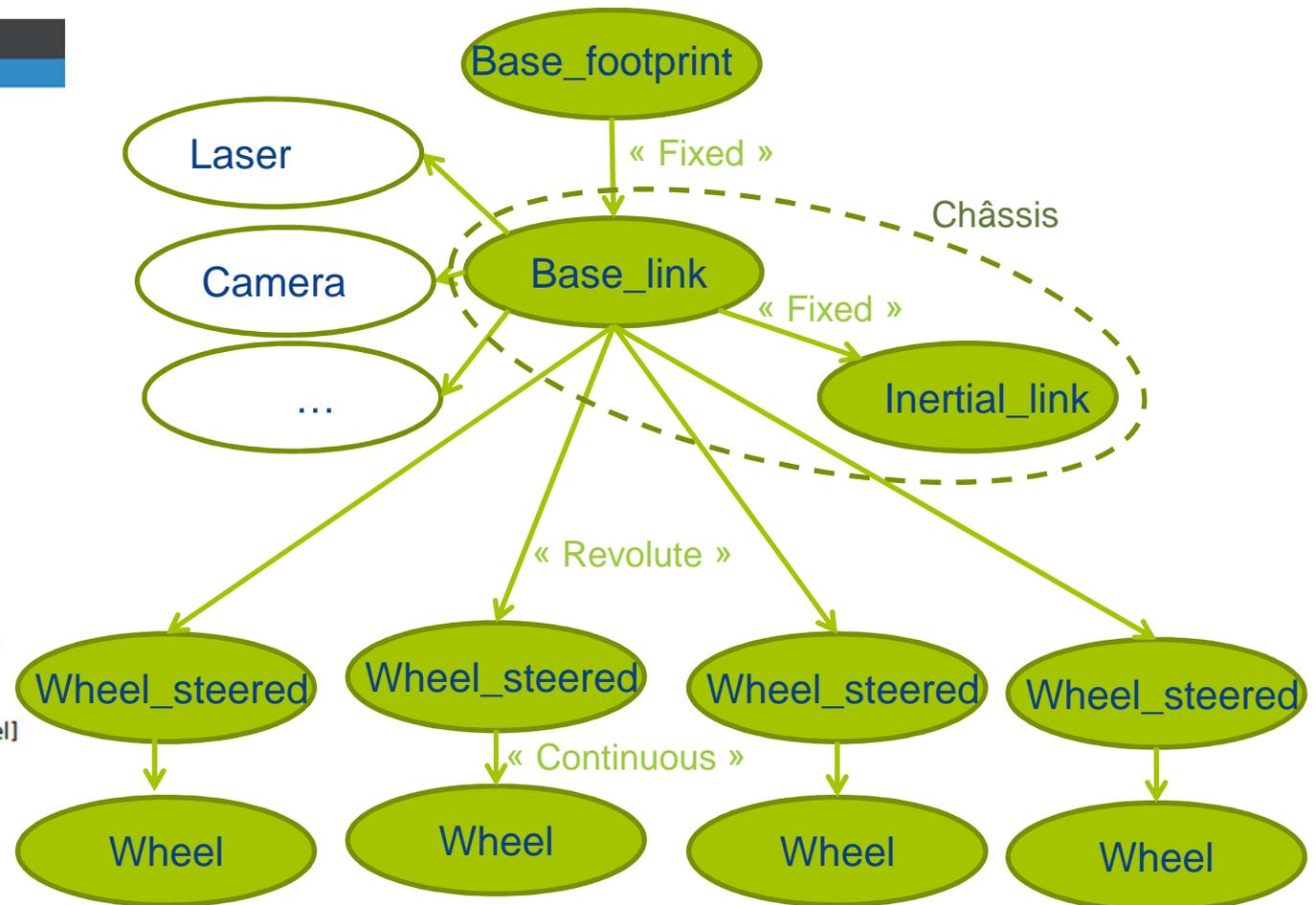
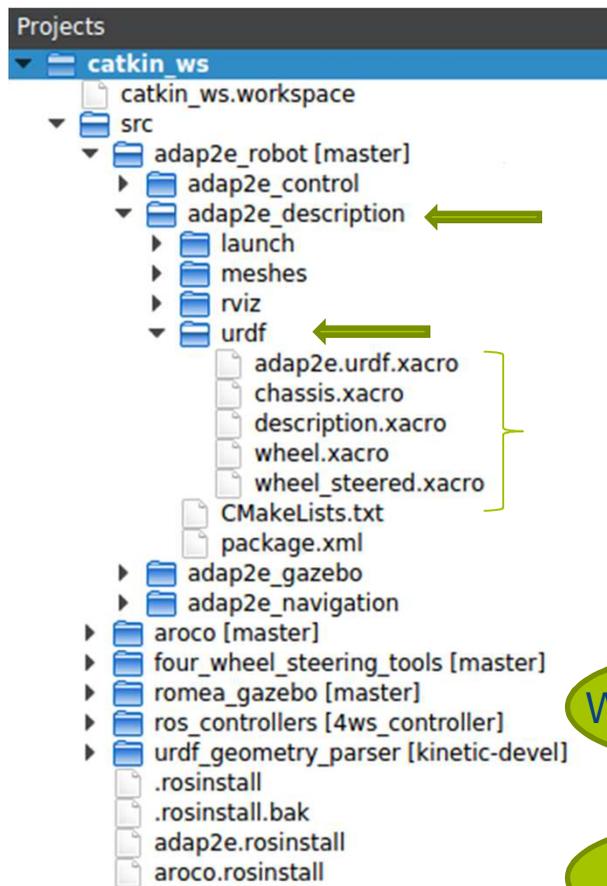


Plan

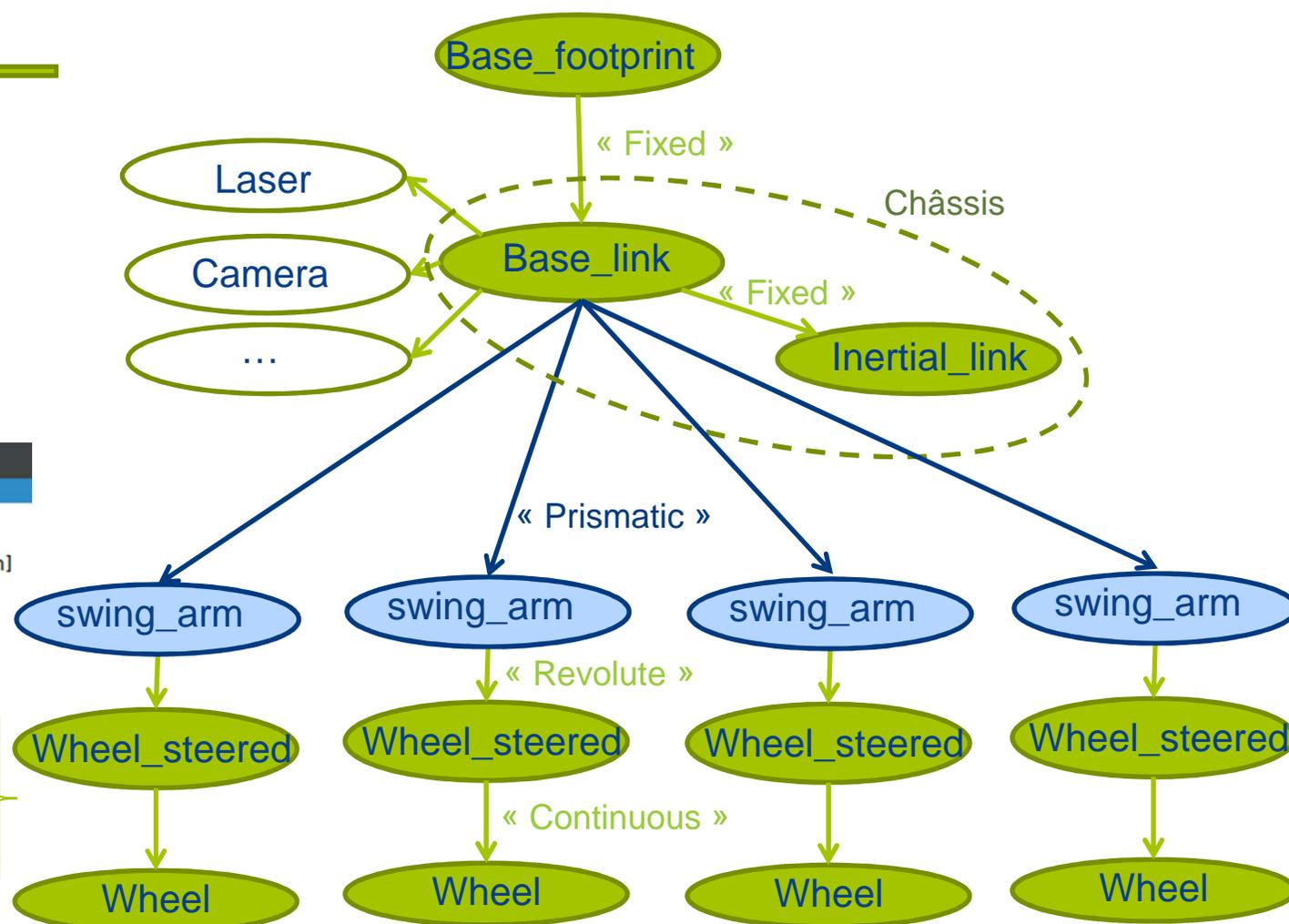
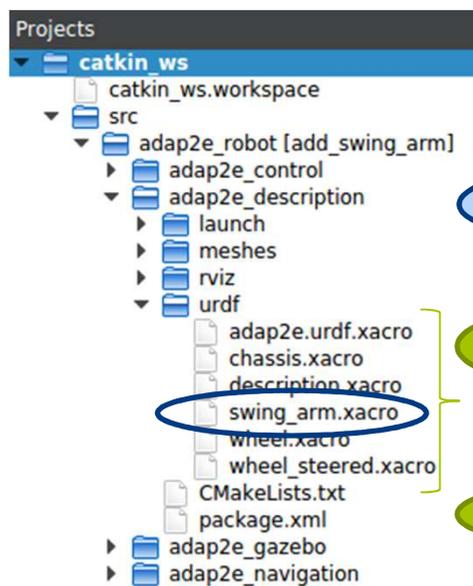
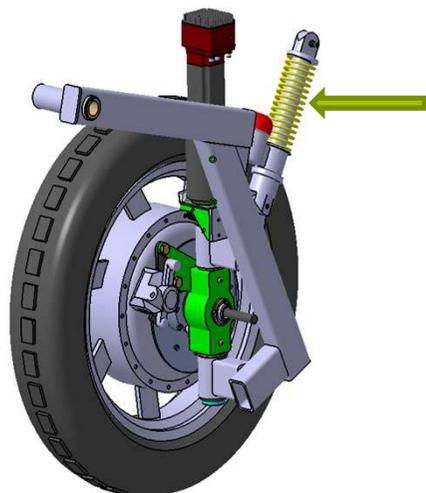
- Description du robot (sous URDF)
- Ajout de la suspension passive (avec ODE)
- Contact au sol et frottement (avec ODE)
- Recherche de solutions alternatives pour une meilleur représentativité physique
- Conclusion et perspectives

Description du robot (sous URDF)

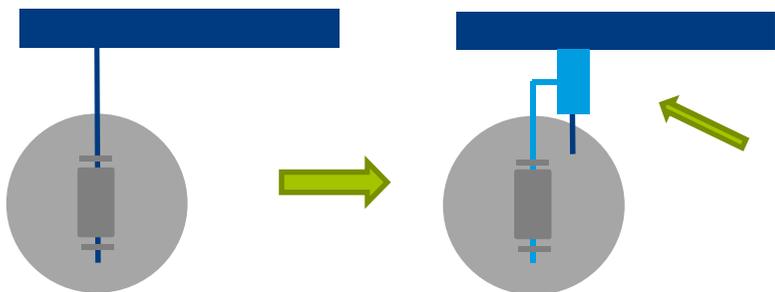
https://github.com/Romea/four_wheel_steering_tools



Ajout de la suspension passive (avec ODE)



Ajout de la suspension passive (avec ODE)

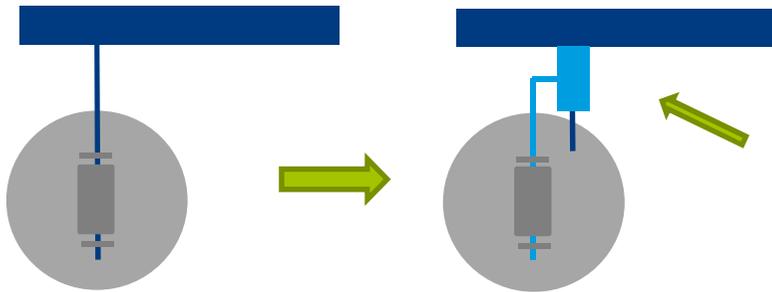


URDF

```
<joint name="my_joint" type="prismatic">
  <origin xyz="      " rpy="      " />
  <parent link="      " />
  <child link="      " />
  <ynamics damping="      " friction="      " />
  <limit effort="      " velocity="      " lower="      " upper="      " />
  ...
</joint>
```

Ressort?

Ajout de la suspension passive (avec ODE)



URDF

```
<joint name="my_joint" type="prismatic">
  <origin xyz="      " rpy="      " />
  <parent link="      " />
  <child link="      " />
  <dynamics damping="      " friction="      " />
  <limit effort="      " velocity="      " lower="      " upper="      " />
  ...
</joint>
```

Ressort?

Éléments <gazebo> liés aux « joints »

```
<gazebo reference="$my_joint">
  <implicitSpringDamper value="true"/>
  <stopCfm value="0.00143"/>
  <stopErp value="0.28571"/>
</gazebo>
```

Les contraintes
d'arrêt de la liaison

Contact des corps rigides selon ODE



Erp (Error reduction parameter)

Cfm (Constraint Force Mixing)

Aux limites des liaisons

$$ERP = h k_p / (h k_p + k_d)$$

$$CFM = 1 / (h k_p + k_d)$$

Ressort_Amortisseur

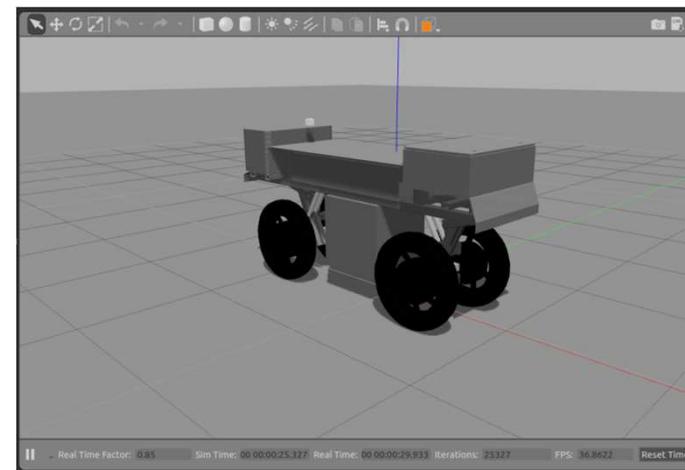
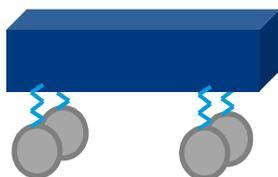
Kp raideur

Kd coef. d'amortissement

Ajout de la suspension passive (avec ODE)

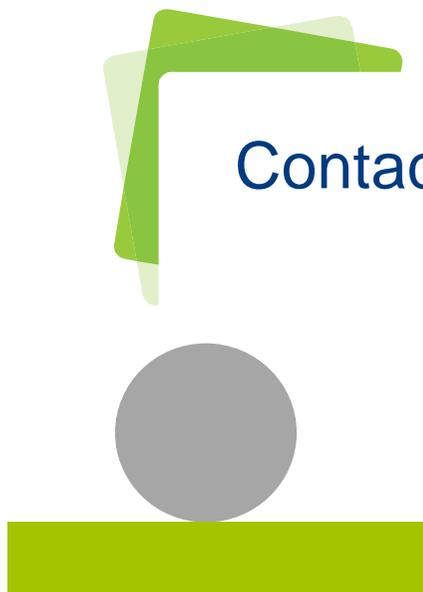
```
<joint name="${wheel_prefix}_shock_joint" type="prismatic">
  <limit lower="0" upper="0" effort="1700" velocity="2"/>
  <axis xyz="0 0 -1"/>
  <parent link="${parent_link}"/>
  <child link="${wheel_prefix}_swing_arm"/>
  <xacro:insert_block name="joint_origin"/>
</joint>

<gazebo reference="${wheel_prefix}_shock_joint">
  <stopCfm value="0.00143"/>
  <stopErp value="0.28571"/>
  <implicitSpringDamper value="true"/>
</gazebo>
```



Valeur réelle de la raideur → suspension très souple en simulation
 Raideur/amortissement élevé → problème de stabilité ...

Contact au sol et frottement (avec ODE)



URDF

```
<link name="my_wheel">
  <inertial>
    <origin xyz="0 0 0.5" rpy="0 0 0"/>
    <mass value=" "/>
    <inertia ixx=" " ixy=" " ixz=" " iyy=" " iyz=" " izz=" " />
  </inertial>
  <visual>
    ...
  </visual>
  <collision>
    ...
  </collision>
</link>
```

Éléments <gazebo> liés aux « links »

```
<gazebo reference="$my_wheel">
  <fdirl value="1 0 0"/>
  <mu1 value="1"/>
  <mu2 value="2"/>
  <kp value="1e8" />
  <kd value="4850" />
  <minDepth>0.001</minDepth>
</gazebo>
```

« Coulomb friction coefficients » $\mu \in [0, \infty]$

μ dans ODE \neq coefficient de frottement statique (physique)

Recherche de solutions alternatives pour une meilleure représentativité physique

- ✓ Pas de correspondance entre les paramètres dans ODE et les paramètres physiques
- ✓ Valeurs des paramètres dans ODE à ajuster pour avoir un rendu visuel réaliste (rigidité, frottement...)

Utiliser un autre moteur physique dans Gazebo?

Bullet?

Comparaison des moteurs physiques

[Erez et al., 2015]

[Ivaldi et al., 2014]

[Peters & Hsu, 2014]

[Roennau et al., 2013]

[Staranowicz & Mariottini, 2011]

[Boeing & Bräunl, 2007]

...



Experiment	Bullet	ODE	PhysX
A) Collision with Trimesh	–	○	+
B) Compound Collision Shapes	+	–	○
C) Stacked Body Stability	–	○	+
C) Stacked Body Calculation Performance	○	–	○
D) Static Stability	+	–	–
E) Constraint Handling	○	○	○
F) Static Friction Cone	+	–	–
G) Sliding Legs	+	○	–

[Roennau et al., 2013]



Conclusion et perspectives

- *Première étape* *Tentative d'améliorer le réalisme de la simulation d'un véhicule à 4 roues (avec Gazebo/ODE)*

- *Etapas suivantes* *Tester un autre moteur physique sous Gazebo (Bullet)*

Etude comparative de simulation d'un robot à 4 roues (Adams, Gazebo, ...)

....

- *Objectif final* *Trouver une solution de simulation, pouvant être utilisé sous ROS, assurant une bonne représentativité physique des robots mobiles tout-terrain.*

Merci!

