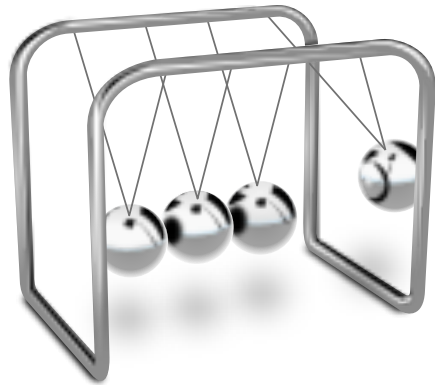


# **Manuel de Step**

**Anne-Marie Mahfouf**  
**Traduction française : Olivier Delaune**



## Manuel de Step

# Table des matières

<b>1</b>	<b>Introduction</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Utilisation de Step</b>	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>Devenez familier avec Step : les tutoriels</b>	<b>7</b>
3.1	Tutoriel 1 : corps et ressorts . . . . .	7
3.2	Tutoriel 2 : contrôleurs et graphiques . . . . .	8
3.3	Tutoriel 3 : corps durs et traceurs . . . . .	9
3.4	Tutoriel 4 : moteurs et forces . . . . .	10
3.5	Tutoriel 5 : jonctions . . . . .	11
<b>4</b>	<b>Exemples de Step</b>	<b>12</b>
<b>5</b>	<b>Remerciements et licence</b>	<b>14</b>

## Résumé

Step est un simulateur physique interactif. Il vous permet d'explorer le monde de la physique au travers de simulations. Il fonctionne de cette façon : vous placez des corps sur l'espace de travail, vous ajoutez des forces telles que la gravité ou des ressorts, puis vous cliquez sur **Simuler** et Step vous montre comment votre espace de travail évoluera selon les lois de la physique. Vous pouvez modifier chaque caractéristique des corps / forces de votre expérience (même durant la simulation) et voir comment cela change l'évolution de votre expérience. Avec Step, vous ne faites pas qu'apprendre mais vous ressentez comment la physique fonctionne !

# Chapitre 1

## Introduction

Step est un simulateur physique interactif.

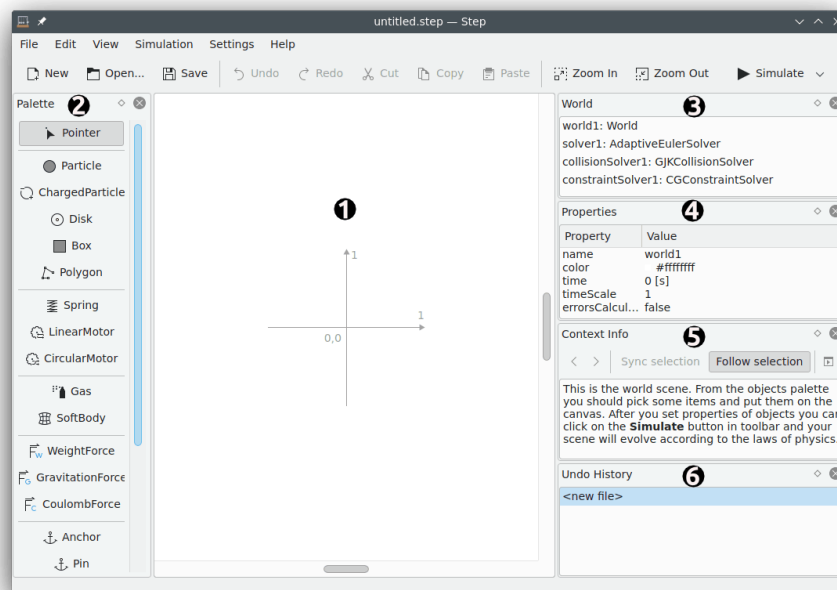
Fonctionnalités de Step :

- Simulation de la mécanique classique en deux dimensions
- Particules, ressorts avec amortissement, forces gravitationnelle et coulombienne
- Corps durs
- Manipulation et détection de collisions (actuellement seulement discret)
- Corps mous (déformables) simulés par un système particules-ressorts modifiable par l'utilisateur, ondes sonores
- Dynamique moléculaire (utilisation actuelle du potentiel de Lennard-Jones) : gaz et liquide, condensation et évaporation, calcul des quantités macroscopiques et de leurs variations.
- Conversion d'unités et calcul d'expression : vous pouvez saisir quelque chose comme « (2 jours + 3 heures) \* 80 km/h » et ce sera reconnu comme une distance (nécessite libqalculate)
- Calcul et propagation d'erreurs : vous pouvez saisir une valeur comme «  $1.3 \pm 0.2$  » pour chaque caractéristique et les erreurs de toutes les caractéristiques dépendantes seront calculées en utilisant les formules de statistiques.
- Estimation de l'erreur du solveur : les erreurs introduites par le solveur sont calculées et ajoutées aux erreurs saisies par l'utilisateur.
- Plusieurs solveurs différents : jusqu'au 8e ordre, explicite et implicite, avec ou sans pas de temps adaptatif (la plupart des solveurs nécessite la bibliothèque GSL)
- Le contrôleur permet de piloter facilement les caractéristiques au cours de la simulation (même avec les raccourcis clavier personnalisés)
- Outils pour afficher les résultats : graphique, capteur, traceur
- Information contextuelle pour chaque objet, navigateur utilisant Wikipédia intégré
- Ensemble d'exemples d'expériences, d'autres peuvent être téléchargées avec KNewStuff2
- Tutoriels intégrés

## Chapitre 2

# Utilisation de Step

Step simule le monde physique. La partie principale de Step (1) est l'espace de travail au centre de la fenêtre principale de Step où vous placez en premier les objets physiques et où se déroule la simulation. Sur la gauche, une palette (2) vous permet de choisir vos objets physiques. Vous pouvez déplacer librement la palette n'importe où sur votre bureau en déplaçant la barre de titre (avec un glisser-déposer). Sur la droite, vous pouvez voir la description du monde actuel (3), ses caractéristiques (4), de l'aide pour expliquer certains mots (5) et l'historique du monde actuel (6). Chacun de ces panneaux peut être placé autre part sur votre écran en déplaçant la barre de titre (avec un glisser-déposer).



Pour vous aider à commencer, Step intègre une série de tutoriels qui vous explique simplement comment créer une expérience. Veuillez suivre étape par étape en commençant par le premier tutoriel.

## Chapitre 3

# Devenez familier avec Step : les tutoriels

L'action **Fichier** → **Ouvrir un tutoriel...** vous ouvre une boîte de dialogue où vous pouvez charger des tutoriels intégrés à Step. Il existe cinq tutoriels et vous pouvez apprendre progressivement comment interagir avec chaque élément de Step. Le mieux est de démarrer avec le premier tutoriel en cliquant sur `tutorial1.step`. Cela affichera le premier tutoriel dans Step.

### NOTE

Si vous ne voyez pas correctement le tutoriel, essayez de jouer avec le zoom pour le mieux le voir.

Le tableau de bord **Monde** sur la droite liste tous les objets présents sur l'espace de travail. En cliquant sur l'un de ces objets, le tableau de bord **Caractéristiques** en-dessous affiche les propriétés de cet objet. Vous pouvez modifier ces caractéristiques en cliquant sur celle que vous souhaitez modifier.

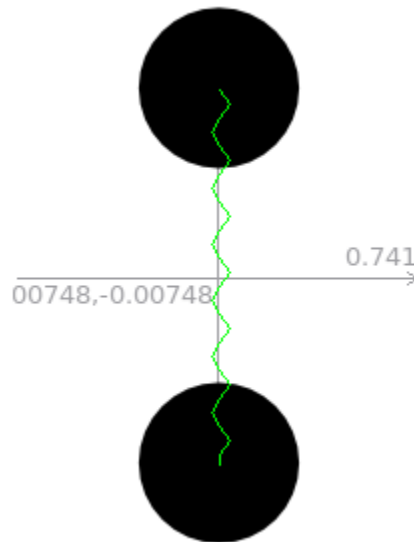
Chaque tutoriel est constitué de textes présentant les nouveaux éléments et décrivant leurs caractéristiques. Ensuite, il vous est demandé de modifier quelques propriétés des éléments dans le but d'obtenir un nouveau résultat pour l'expérience.

### 3.1 Tutoriel 1 : corps et ressorts

Ce tutoriel vous présente les corps et les ressorts et la manière de commencer votre première simulation.

Un **corps** est un objet qui peut être décrit par les théories de la mécanique classique, ou de la mécanique quantique, et étudié à l'aide d'instruments physiques. Cela concerne la détermination de la position, et dans certains cas l'orientation dans l'espace, ainsi que la manière de les modifier, en leur appliquant des forces.

Un **ressort** est un objet élastique flexible utilisé pour emmagasiner de l'énergie mécanique.



L'expérience physique de ce tutoriel est composée de deux disques reliés par un ressort. Les disques ont une vitesse initiale dans une direction tangentielle (la petite flèche bleue) et une accélération (la flèche rouge), les ressorts ont une rigidité et la longueur peut être modifiée. Au commencement de l'expérience, vous pouvez voir que les disques sont tirés et repoussés par le ressort. Le tutoriel vous invite à modifier la raideur du ressort et d'essayer de modifier le système de l'expérience.

À la fin de ce tutoriel, vous devriez être plus familier avec l'interface de Step et vous devriez également être capable de modifier facilement les caractéristiques des corps.

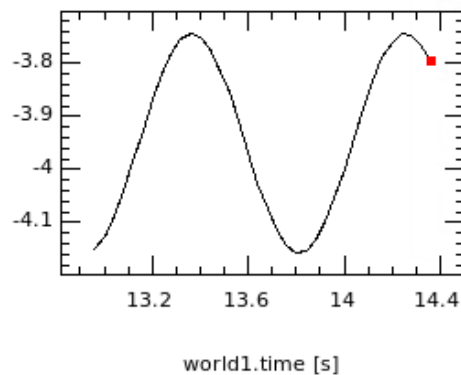
## 3.2 Tutoriel 2 : contrôleurs et graphiques

Vous en apprendrez plus sur les contrôleurs et les graphiques dans ce tutoriel.

Un contrôleur est un matériel qui vous permet de modifier graphiquement une propriété d'un corps ou d'un ressort. Dans ce tutoriel, le contrôleur vous permet de modifier la raideur d'un ressort « spring1 ». En déplaçant le curseur vers la droite ou en utilisant la touche « W », vous pouvez augmenter la valeur de la raideur de spring1 et en déplaçant le curseur vers la gauche ou en utilisant la touche « Q », vous pouvez la diminuer. Un clic avec le bouton droit sur le contrôleur vous apporte plusieurs actions contextuelle et la boîte de dialogue **Configurer le contrôleur...** vous permet de modifier chaque propriété du contrôleur.



## Manuel de Step



Les graphiques vous permettent d'afficher graphiquement la relation entre deux variables. L'exemple donné dans ce tutoriel affiche l'évolution de la position de `particle1` en fonction du temps de `world1`. Cliquer droit sur le graphique vous permet d'effacer ou de supprimer le graphique ainsi que de modifier la boîte de dialogue de configuration où vous pouvez modifier toutes les caractéristiques de ce graphique.

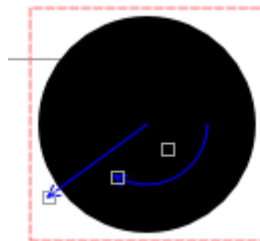
À la fin de ce tutoriel, vous êtes capable d'utiliser les contrôleurs pour agir sur les caractéristiques de vos corps et les graphiques pour surveiller les caractéristiques particulières de votre expérience.

### 3.3 Tutoriel 3 : corps durs et traceurs

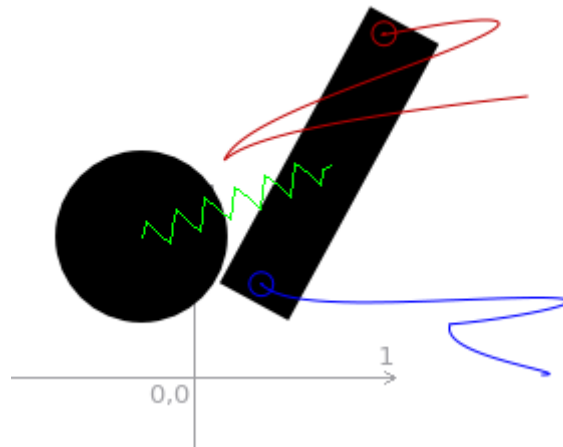
Le tutoriel 3 introduit les corps durs et les traceurs.

Un corps dur est une idéalisation d'un corps solide de taille fini dans lequel la déformation est négligée. En d'autres mots, la distance entre deux points quelconque d'un corps dur reste constante dans le temps malgré les forces extérieures qui s'exercent sur lui.

Un traceur est un outil qui montre la trajectoire d'un point situé sur un corps dur.



Lorsqu'un corps dur (un disque dans notre cas) est sélectionné, vous voyez trois attaches grises sur lui. En les utilisant en cliquant dessus et en les déplaçant, vous pouvez modifier la vitesse, l'angle et la vitesse angulaire du corps.

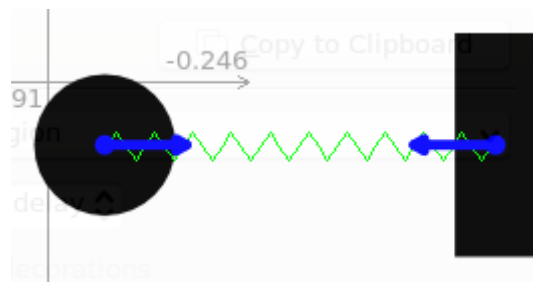


L'expérience du tutoriel 3 montre un disque et un boîte reliés par un ressort. Un traceur (bleu) est présent sur la boîte. Vous pouvez en ajouter un deuxième : sélectionnez **Traceur** dans le tableau de bord **Palette** puis cliquez sur le point de la boîte où vous souhaitez que le traceur soit. Dans le tableau de bord **Caractéristiques**, cliquez sur la ligne **couleur** et à droite de la ligne, vous pouvez cliquer sur le carré bleu pour faire apparaître une palette de couleurs : vous pouvez choisir une nouvelle couleur pour le traceur. La capture d'écran ci-dessous montre deux traceurs après l'exécution de la simulation pendant quelques secondes.

### 3.4 Tutoriel 4 : moteurs et forces

Deux types de moteurs sont disponibles dans Step : les moteurs linéaires et les moteurs circulaires. Un moteur linéaire applique une force constante à un point donné sur un corps tandis qu'un moteur circulaire applique un moment angulaire constant à un corps.

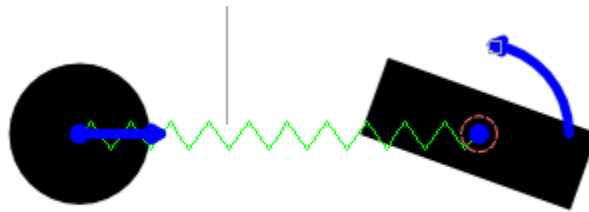
Trois forces différentes peuvent être utilisées sur les corps : la force de pesanteur, la force gravitationnelle et la force coulombienne. Par défaut, aucune force n'est activée dans Step. La force coulombienne est une force qui existe intrinsèquement entre deux charges.



Dans l'expérience, il y a un disque et une boîte reliés par un ressort. Une boîte plate située en bas formera une limite. Le disque et la boîte ont chacun un moteur linéaire qui leur est appliqué/ Deux contrôleurs vous permettent de modifier la valeur de la force de chaque moteur. Lancez la simulation et jouer avec les contrôleurs. Ensuite arrêtez la simulation et ajoutez une force de pesanteur dans le monde (les forces sont globales et s'appliquent au monde dans sa totalité). Redémarrez la simulation et constatez la différence.

Vous pouvez également supprimer le moteur linéaire de la boîte et ajouter un moteur circulaire. Cliquez sur **Moteur Circulaire** dans le tableau de bord **Palette** puis cliquez sur la boîte. Le moteur circulaire est appliqué à la boîte. Vous devez alors régler la valeur du couple en cliquant sur l'attache grise et en la déplaçant sur le moteur.

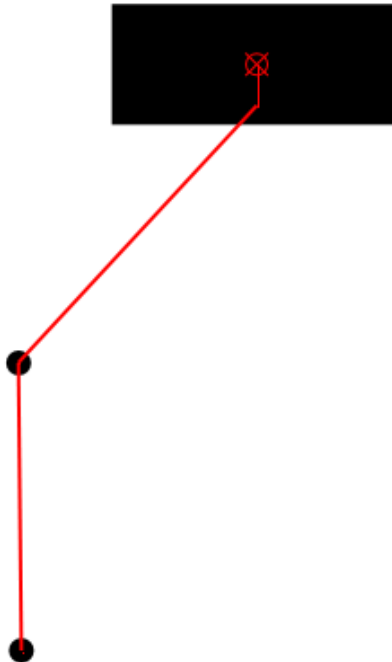
## Manuel de Step



Ce tutoriel vous a présenté les moteurs ainsi que les forces et vous devriez maintenant être capable de les ajouter aux corps.

### 3.5 Tutoriel 5 : jonctions

Les liens sont des objets qui permettent d'attacher les corps à quelque chose d'autres ou bien à l'arrière-plan. Step vous propose les liens suivants : points d'ancrage, punaises, barres. Un point d'ancrage est un lien qui fixe la position d'un corps. Le corps ne peut pas bouger lorsqu'il y a un point d'ancrage. Une punaise est un lien qui fixe un point sur un corps, le corps peut encore bouger autour de la punaise. Une barre est un lien qui fixe la distance entre deux points de deux corps.



Le tutoriel 5 décrit un pendule double.

Ajoutez une **particule** sur l'espace de travail puis reliez cette particule à particle2 avec une barre. Cliquez sur **Barre** sur le tableau de bord **Palette**. Ensuite vous devez sélectionner le premier objet à attacher à la barre (particle2) avec le bouton gauche de la souris puis faire glisser jusqu'au deuxième objet (particle3) et relâcher le bouton de la souris sur particle3. Vous venez de créer un pendule triple.

## Chapitre 4

# Exemples de Step

Le paquet Step contient plusieurs exemples instructifs pour vous aider à comprendre les principes de travail de l'application. Pour ouvrir un exemple parmi ceux par défaut, cliquez sur **Fichier** → **Exemples** → **Ouvrir un exemple...** depuis le menu de la fenêtre principale.

Vous pouvez partager vos propres exemples avec **Fichier** → **Exemples** → **Partager l'expérience actuelle...** ou télécharger des exemples partagés par d'autres utilisateurs avec **Fichier** → **Exemples** → **Télécharger de nouvelles expériences...** Les exemples téléchargés peuvent être ouvert en utilisant l'élément de menu **Fichier** → **Exemples** → **Ouvrir un exemple téléchargé...**

Vous pouvez trouver les descriptions des fichiers d'exemple par défaut ci-dessous.

### **brownian.step**

Trace la trajectoire d'un disque rigide interagissant avec 40 particules qui évolue aléatoirement dans une boîte. Cet exemple simule [mouvement brownien](#) des particules de gaz parfait.

### **doublependulum.step**

Cet exemple simule [le mouvement d'un pendule double](#) en utilisant 2 particules massives et deux barres.

### **eightpendulum.step**

Cet exemple est une simple démonstration du célèbre [pendule de Newton](#). Il est réalisé dans Step grâce à des barres, 8 disques et une boîte. Les six boules dans le milieu n'ont pas de mouvement parce qu'elles transfèrent uniquement de l'énergie et de l'impulsion, pas un mouvement.

### **first.step : premier exemple**

Cet exemple a deux parties. La première partie contient deux particules reliées par un ressort et la seconde partie contient deux particules chargées.

#### **Deux particules reliées par un ressort**

Dans cet exemple, deux particules sont ajoutées à l'espace de travail et un ressort les relie. Les propriétés des deux particules telles que leur vitesse, leur quantité de mouvement, leur position etc. ont été définies dans le navigateur de propriétés. Les propriétés du ressort telles que sa raideur, sa longueur de relaxation, son amortissement etc. ont également été définies dans ce navigateur.

*Explication de la simulation :*

C'est un bon exemple d'un mouvement harmonique simple. Ici, l'accélération de la première particule est définie dans la direction de l'axe x positif et l'accélération de l'autre particule est définie le long de l'axe x négatif. Ainsi, les deux particules étirent le ressort dans des directions opposées, tandis que le ressort essaie de faire revenir les deux particules à leur position initiale. Ainsi, le système exécute un mouvement harmonique simple. La simulation des particules et du ressort sous ces conditions peut être visualisée dans l'espace de travail.

### Deux particules chargées

La vitesse de chaque particules chargées est ainsi définie dans une certaine direction, ainsi les particules chargées se déplacent dans une direction respective à leur vitesse mais chaque particule dispose d'une charge égale et opposée ce qui induit que les particules essaient de s'attirer l'une l'autre. Ainsi la simulation des particules chargées sous ces conditions peut être visualisée dans l'espace de travail.

### fourpendula.step

Cet exemple est une démonstration correcte du [pendule de Newton](#). Comme le système est imparfait, deux disques au milieu ont un mouvement visuel avec le temps.

### gas.step

Cet exemple simule la pression d'un gaz parfait provoquée par le [mouvement brownien](#).

### graph.step

Trace un graphe de la vitesse en fonction de la position pour la particule 1 dans le système de deux particules reliées par un ressort.

### liquid.step

Cet exemple simule un liquide monoatomique.

### lissajous.step

Cet exemple simule une [courbe de Lissajous](#) en utilisant le modèle à deux particules. Les paramètres du modèle peuvent être changé en utilisant le contrôleur au centre de l'espace de travail.

### motor1.step

Simule un corps dur triangulaire sous la charge de trois moteurs linéaires.

### motor.step

Simule l'interaction d'un moteur linéaire avec un corps dur rectangulaire sur un ressort.

### note.step

Exemple avec une formule LaTeX([théorème de flux-divergence](#)) et une image embarquée.

### resonance.step

Cet exemple simule une résonance dans un système avec un moteur angulaire.

### softbody.step

Cet exemple simule une interaction de deux corps durs avec un corps mou entre eux.

### solar.step

Cet exemple simule le mouvement des principaux corps du système solaire (le Soleil et les planètes).

### springs.step

Cet exemple simule le mouvement d système planaire de cinq particules reliées par quatre ressorts.

### wave.step

Le graphe de l'espace de travail expose les oscillations de la particule verte. Lorsque vous démarrez la simulation, l'onde commence à voyager à partir de la particule rouge. La particule bleue réfléchira l'onde et voyagera dans la direction inverse jusqu'à ce que la particule rouge la réfléchisse de nouveau. Après un certain temps, l'onde disparaîtra due à l'amortissement des ressorts.

## Chapitre 5

# Remerciements et licence

Step

Programme sous copyright, 2007 Vladimir Kuznetsov [ks.vladimir@gmail.com](mailto:ks.vladimir@gmail.com)

Collaborateurs :

— Auteur : Vladimir Kuznetsov [ks.vladimir@gmail.com](mailto:ks.vladimir@gmail.com)

— Collaborateur : Carsten Niehaus [cniehaus@kde.org](mailto:cniehaus@kde.org)

Documentation sous copyright, 2007 Anne-Marie Mahfouf [annma@kde.org](mailto:annma@kde.org)

Traduction française par Olivier Delaune [olivier.delaune@wanadoo.fr](mailto:olivier.delaune@wanadoo.fr).

Cette documentation est soumise aux termes de la [Licence de Documentation Libre GNU \(GNU Free Documentation License\)](#).

Ce programme est soumis aux termes de la [Licence Générale Publique GNU \(GNU General Public License\)](#).