

Systèmes masse-ressort

SIA Ensimag 3A

Estelle Duveau



- **Andrew Witkin et David Baraff - Physically Based Modeling cours à Siggraph 2001**
- Cours de Marie-Paule Cani, François Faure, Nicolas Holzschuch

Plan

1 Définition

2 Exemples

Plan

1 Définition

2 Exemples

Systèmes masse-ressort

- Idem systèmes de particules
- Masses :
 - ▶ particules appelées **masses**
 - ▶ modèle donné : pas de création, pas d'âge, pas de destruction
- Ressorts :
 - ▶ chaque ressort relie 2 masses
 - ▶ définis dans le modèle
- Loi de la dynamique :

$$\frac{dX(t)}{dt} = F(X(t), t) \quad ; \quad X = \begin{pmatrix} p \\ v \end{pmatrix} \quad F(X, t) = \begin{pmatrix} v \\ \frac{1}{m} f(X, t) \end{pmatrix}$$

Ressorts

- **Ressort amorti** entre 2 masses : $\Delta x = x^j - x^i$

$$f(x^i, x^j, v^i, v^j) = -k(\|\Delta x\| - l) \frac{\Delta x}{\|\Delta x\|} + \nu \left(\frac{(v^j - v^i) \cdot \Delta x}{\|\Delta x\|} \right) \frac{\Delta x}{\|\Delta x\|}$$

- 3ème loi de Newton : $f(x^j, x^i) = -f(x^i, x^j)$
- force **radiale**
- **ressort** : pousse/tire les masses à une distance l l'une de l'autre
- **amorti** : ralentit les mouvements dans la direction du ressort

Construction

- Modèle = masses + connexions par ressorts :



- Les objets peuvent se plier, s'écraser, se tordre :



- \Rightarrow Ressorts supplémentaires pour rigidité :



- \Rightarrow Difficile de modéliser le bon comportement

Plan

1 Définition

2 Exemples

Points en ligne

Cheveux, ressorts, chaînes, ...



Selle et al, Siggraph 2008

Points sur une surface

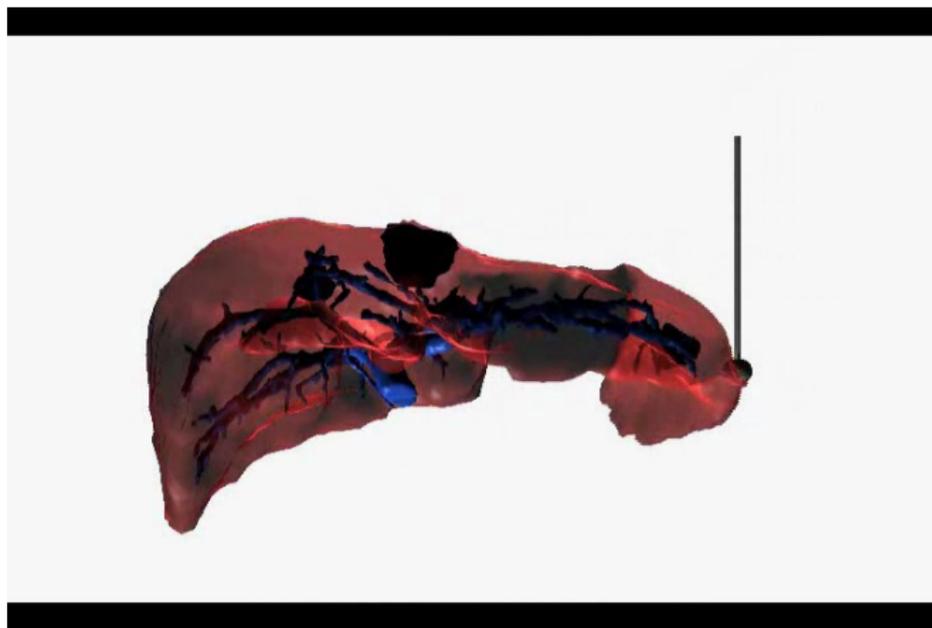
Habits, tissus, peau, ...



Baraff et al, Siggraph 2003

Points dans un réseau 3D

Structures semi-rigides, modèles souples, muscles, ...



Nesme et al, Siggraph 2009

Analyse

- On peut tout modéliser!
 - ▶ tissus, solides, objets mous, semi-rigides,...
 - ▶ \Rightarrow rigidité variable

 - Paramètres difficiles à fixer :
 - ▶ Faible raideur : oscillations
 - ▶ Grosse raideur : instabilités
- \Rightarrow **Contrôle utilisateur?**