

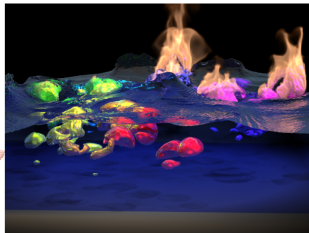
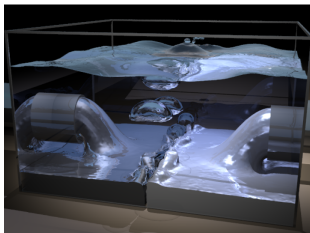
5ETI Synthèse d'images: Animation physique

CPE Lyon
damien.rohmer@cpe.fr

2012/2013

Animation physique

- Quand on ne sait pas le déformer *à la main*.
- Quand il faut modéliser des phénomènes physiques.



[Fedkiw SIGGRAPH 06],[Grinspun SIGGRAPH 07]

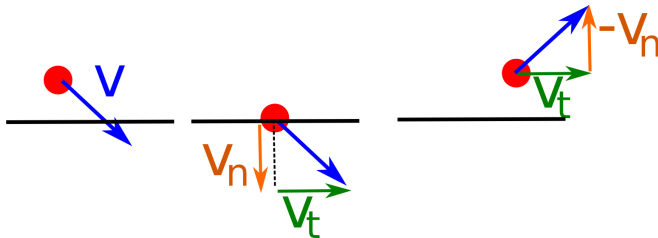
Système de particules + collision

- Les particules peuvent entrer en collision avec un plan :
 $\mathcal{P} : \langle x - p_0, n \rangle = 0$
- Détection : $\langle x - p_0, n \rangle < 0$
- Séparation : vitesse tangentielle v_t , vitesse normale v_n .

$$\begin{cases} v_n = \langle v, n \rangle \\ v_t = v - \langle v, n \rangle n \end{cases}$$

- Après collision, perte d'énergie : amortissement par μ =coeff de restitution

$$v^{k+1} = -\mu \langle v^k, n \rangle n + (v^k - \langle v^k, n \rangle n)$$



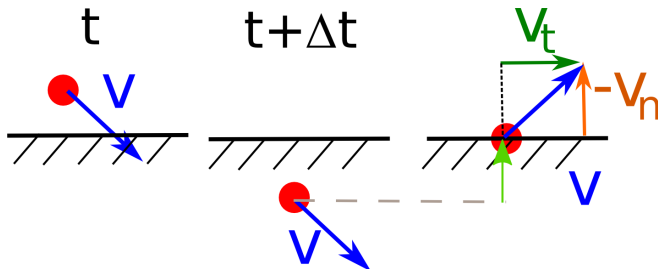
Système de particules + collision

- Attention à la discrétisation temporelle !

1 Projection : Simple, faux (instabilités).

$$x^{k+1} = x^k - \langle x^k - p_0, n \rangle n$$

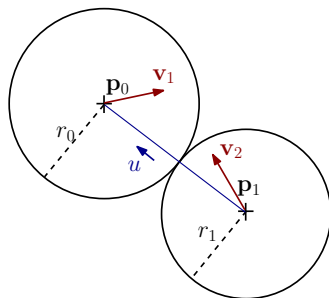
2 Recherche arrière : Moins simple, moins faux.



Sphères dures

- Particules = Sphères masse m , centre x , rayon r .
- Particules en collision si

$$\|x_1 - x_2\| < r_1 + r_2$$



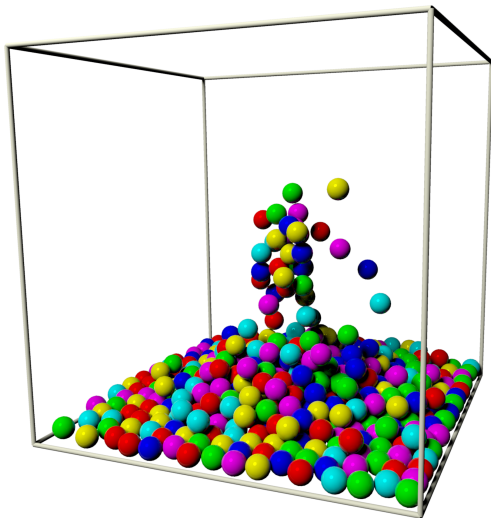
- Nouvelle vitesse en choc élastique

$$\begin{cases} v_1^{k+1} = v_1^k + \frac{1}{m_1+m_2} \left[m_2 \langle v_2^k, u \rangle - \frac{1}{2}(m_1 + 3m_2) \langle v_1^k, u \rangle \right] u \\ v_2^{k+1} = v_2^k + \frac{1}{m_1+m_2} \left[m_1 \langle v_1^k, u \rangle - \frac{1}{2}(m_2 + 3m_1) \langle v_2^k, u \rangle \right] u \\ u = x_1 - x_0 \end{cases}$$

- Penser à reprojeter sur la surface de contact

Sphères dures

- On génère beaucoup de sphères

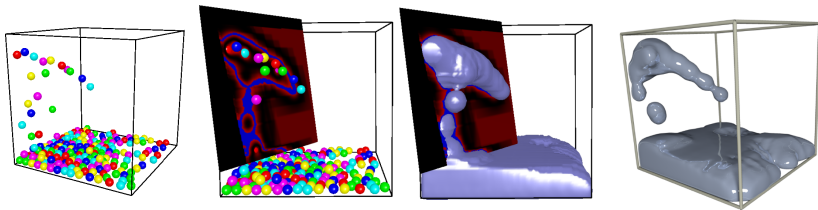
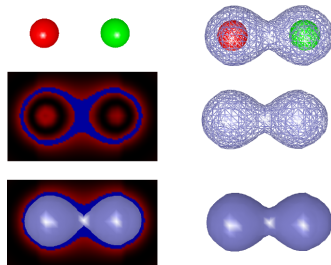


Sphère : Potentiel implicite

- Affecte potentiel de l'espace à chaque particule (ex. blobs)

$$f(x) = \sum_i \exp(-a\|x - x_i\|^n)$$

⇒ Simulation de fluides.



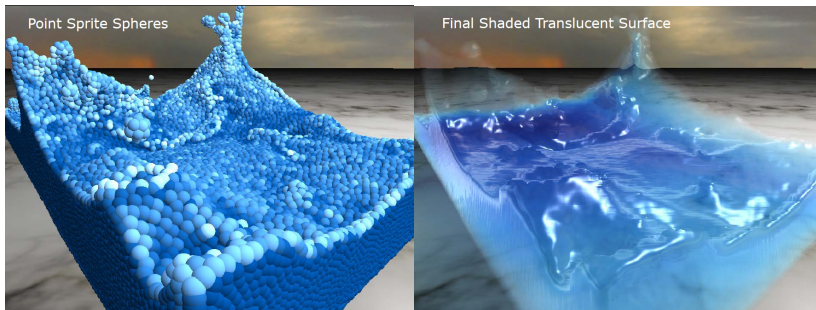
Detection efficace de collision

- Algorithme force brute :

```
for (i=0; i<N; ++i)
  for (j=i+1; j<N; ++j)
    if ( norm(xi-xj)<r1+r2 )
      CollisionResponse(i, j)
```

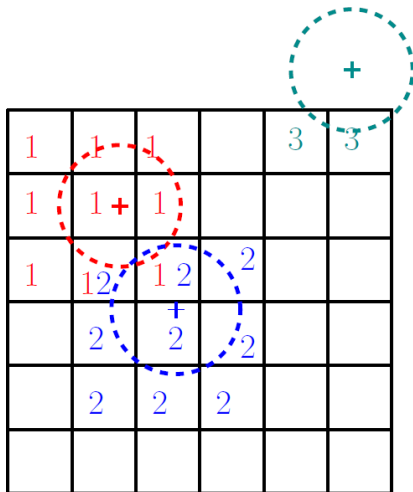
- Complexité $\mathcal{O}(N^2)$

- Impossible pour 10^{3-6} particules en temps réel.



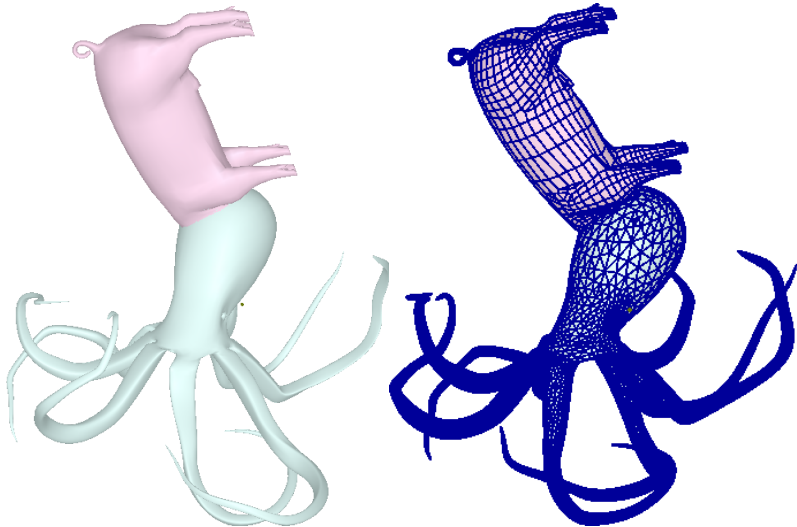
Grilles acceleratrices

- Grille régulière
- Recherche en $\mathcal{O}(1)$
- + Simple, recherche dans l'espace efficace
- + Ok pour échantillonnage uniforme
- Utilisation mémoire



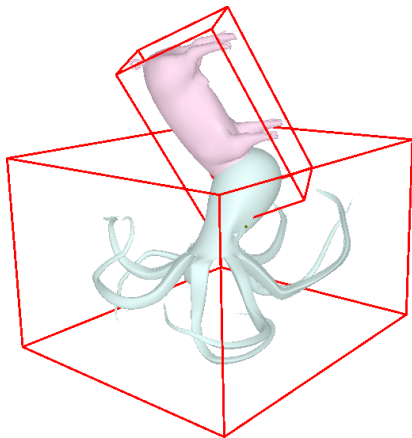
Détection de collision objets

- Recherche triangles/triangles en $\mathcal{O}(N_{T1} N_{T2})$.
- Zones vides.

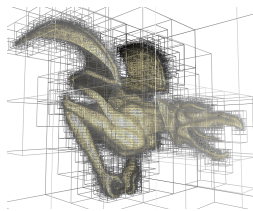


Bounding Box

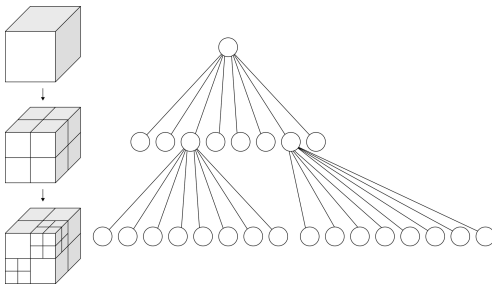
- Boîte englobante = Bounding Box (BB)
- Le plus simple : AABB (Axis Aligned Bounding Box)
- Sphère englobantes
- + Détection de Non-Collision en $\mathcal{O}(N_{\text{obj}}^2)$



- Grille auto-adaptable : **Octree**
- + Géométrie complexe
- + Recherche en $\mathcal{O}(\log(M))$, M taille arbre.



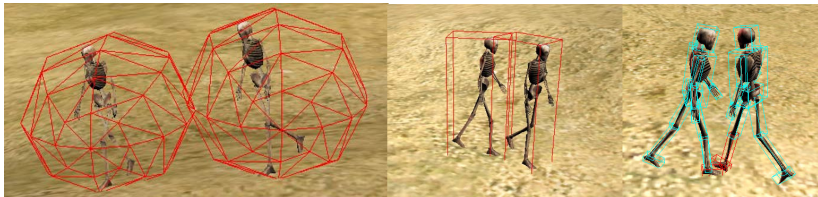
[Lefebvre GPU Gems 2, 2004]



■ En pratique : Niveaux de détails de boites englobantes

ex. Spheres dans BB dans Octree

ex. OBB dans AABB dans Spheres



Ditchburn

1 Test grossier

2 Test fin

3 ...

4 Optionnel : Calcul de la vraie collision

⇒ Tests de Non-collision rapide

⇒ Détection de collision lent