

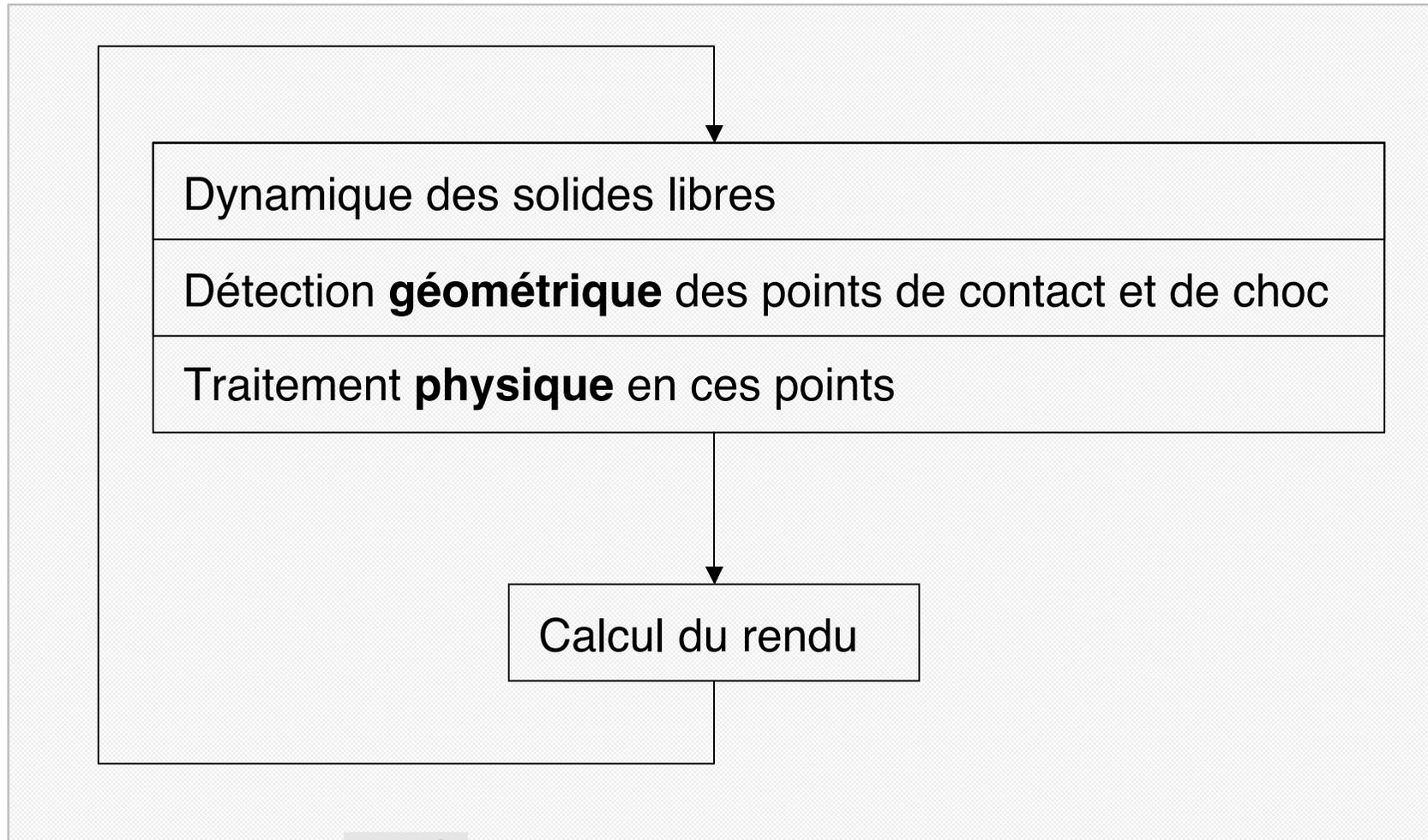


Contact et collisions :
un aperçu de l'activité du projet
SIAMES

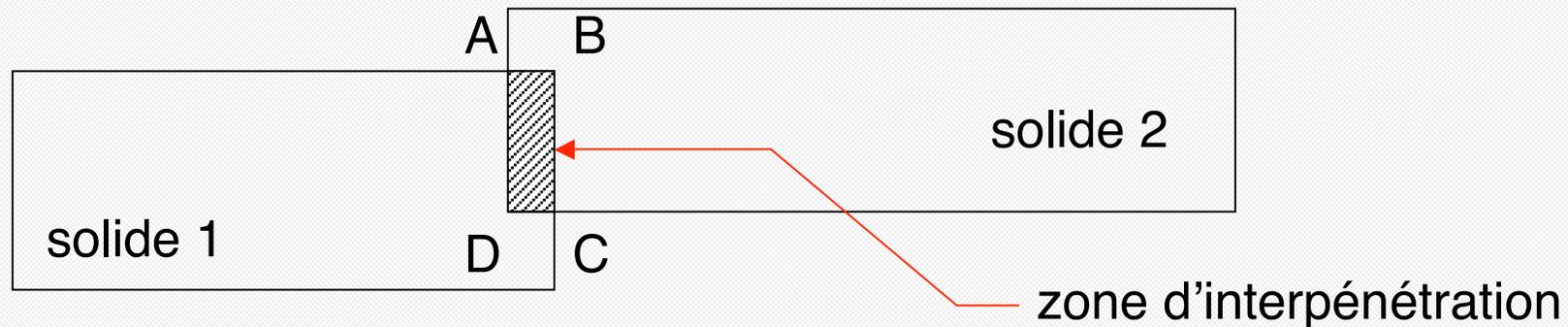
Georges Dumont

Georges.Dumont@irisa.fr

Le calcul des interactions : schéma général



La détection géométrique



■ Exigences

- détection des zones d'interpénétration
- discrétisation efficace de ces zones

■ Différents algorithmes

Détection de Collision

Outils	Méthodes	Entrées	Sorties	Principes
RAPID	OBB-Trees	Soupe de Polygones	Détection / paires intersectantes	2-Body
VCollide	Surcouche de Rapid	Soupe de Polygones	Détection / paires intersectantes	Cohérence temporelle pour Nbody
ICollide	Diagramme de Voronoi	Polyèdres convexes	distance / paires	cohérence temporelle et convexité
Solid	ABBTrees	Soupe de Polygones	?	Utilisation de Qhull
Quick_CD	K-Dops trees	Soupe de Polygones	Détection Exacte	Nbody
Swift	Voronoi+Multilevel model	Polyèdres convexes	Collision, Distance	NBody
V-Clip	Voronoi	Objects Polyhédriques	Closest Points et distance	NBody
VPS	Voxel+ Intersections géo.		Listes de pénétrations de pts.	2-Body
Hcollide	Spatial décomp.+OBBTrees	?	Pluggé directement sur Phantom	Exploite la Cohérence Temporelle

Outils issus de la recherche en Informatique graphique ou en Robotique pour l'essentiel

Le traitement physique :

■ Méthode de pénalisation

- [Moore & Wilhelms, 1992], [Joukhadar, Deguet, Laugier, 1998]
- Un ressort à chaque point d'interaction (modèle continu)
- Instabilité numérique
- Difficulté de paramétrage

■ Méthode des multiplicateurs de Lagrange

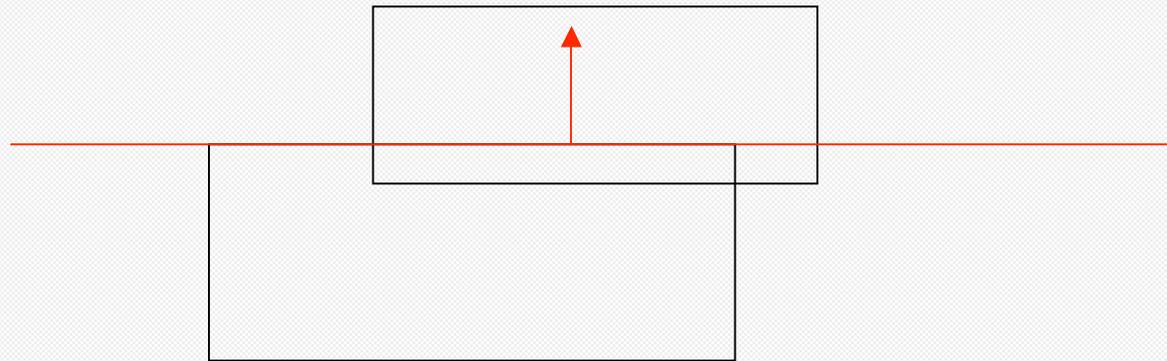
- [Mirtich & Canny, 1994-95], [David Baraff, 1989-91]
- Taille du système augmentée
- Plus d'information sur la nature des interactions
- Impulsions (modèle discontinu)

Mise en place d'un système dynamique

■ Fonctionnalités attendues de la phase de traitement

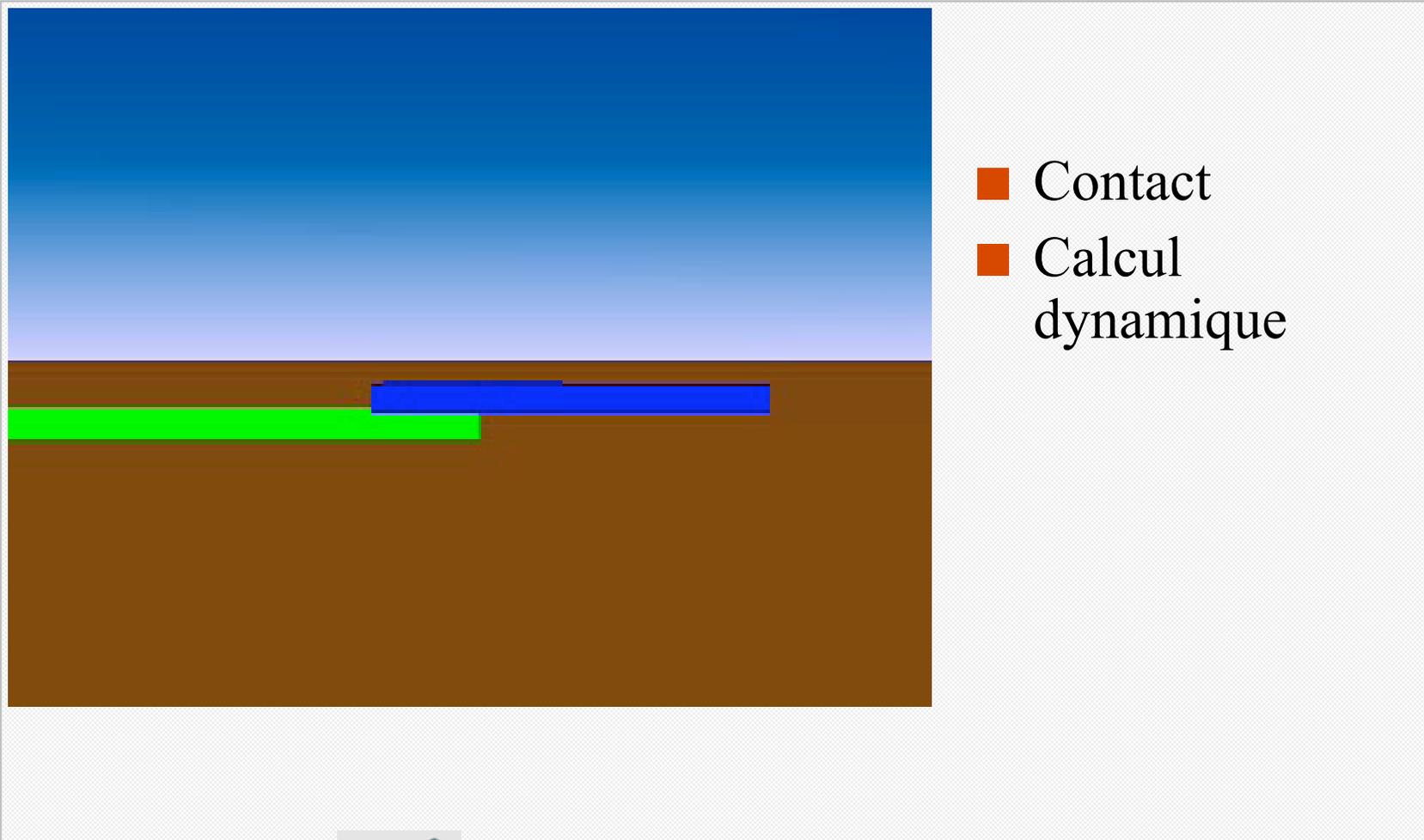
- choix choc / contact :
- gestion de l'écartement
- gestion du retour-arrière
- gestion des interactions multiples
- Traitement réaliste [Frédéric Beauchamp, 1998]
 - ◆ Prise en compte
 - frottements
 - contacts pré-existants
 - ◆ Algorithme des contraintes actives

Choix entre choc et contact

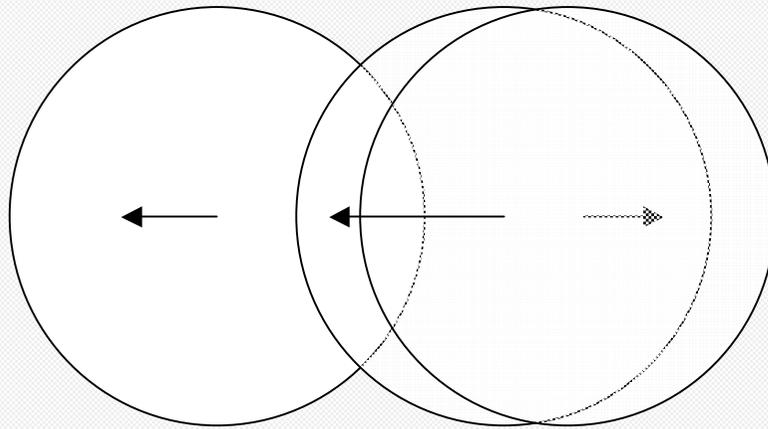


→ notion de vitesse de rapprochement relative

Contact planche table

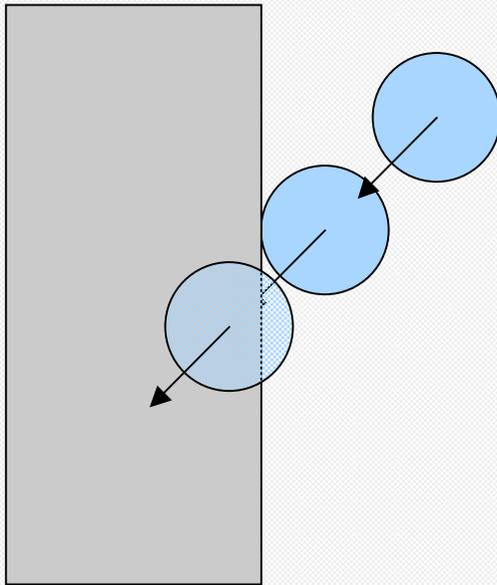


Gestion de l'écartement relatif



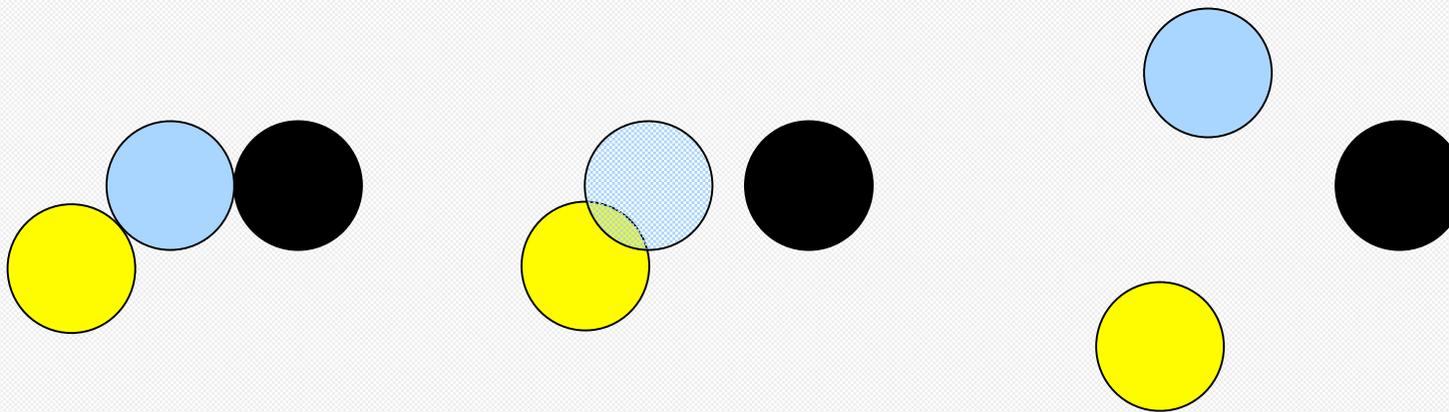
- vérification de la *tendance* à l'interpénétration
- remise en cause de la détection des interactions

Gestion du retour-arrière



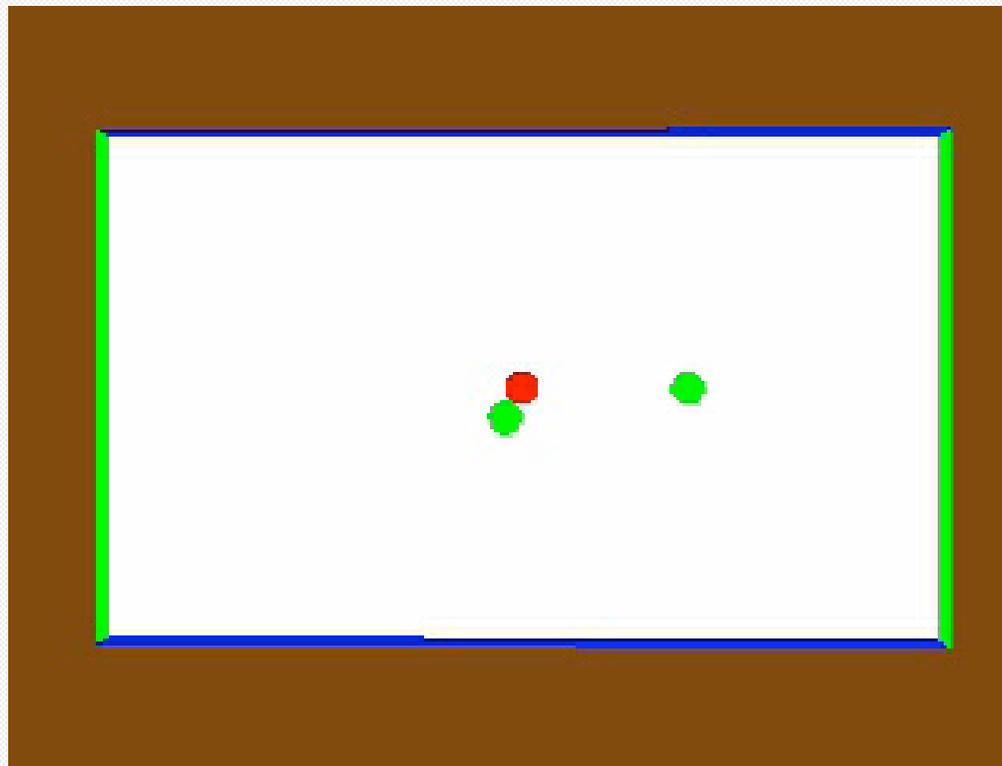
- test sur la *quantité* d'interpénétration
- calcul d'un nouveau pas de temps
- sauvegarde / restauration du système

Gestion des interactions multiples



- un choc peut transformer une interaction
- traiter les chocs *en priorité*

Billard



- Contact préexistant
- Roulement sans glissement
- Choc

Implémentation : outils

■ Détecteur géométrique :

- Plusieurs testés
- Non totalement satisfaisant

■ Outils utilisés :

- OpenMASK
 - ◆ plate-forme d'animation et simulation développée au sein de l'équipe SIAMES
- DynaMo ou SMR-Mask
 - ◆ bibliothèque gérant des objets 3D dynamiques

Implémentation : ingrédients

- Structure de données
 - deux listes : les points d'interaction et les points de contact
- Traitement des chocs
 - calcul des nouvelles vitesses
- Traitement des contacts
 - contrainte point-to-surface de DynaMo
- Mise en place du retour-arrière

Implémentation du système dynamique

■ Traitement des interactions multiples

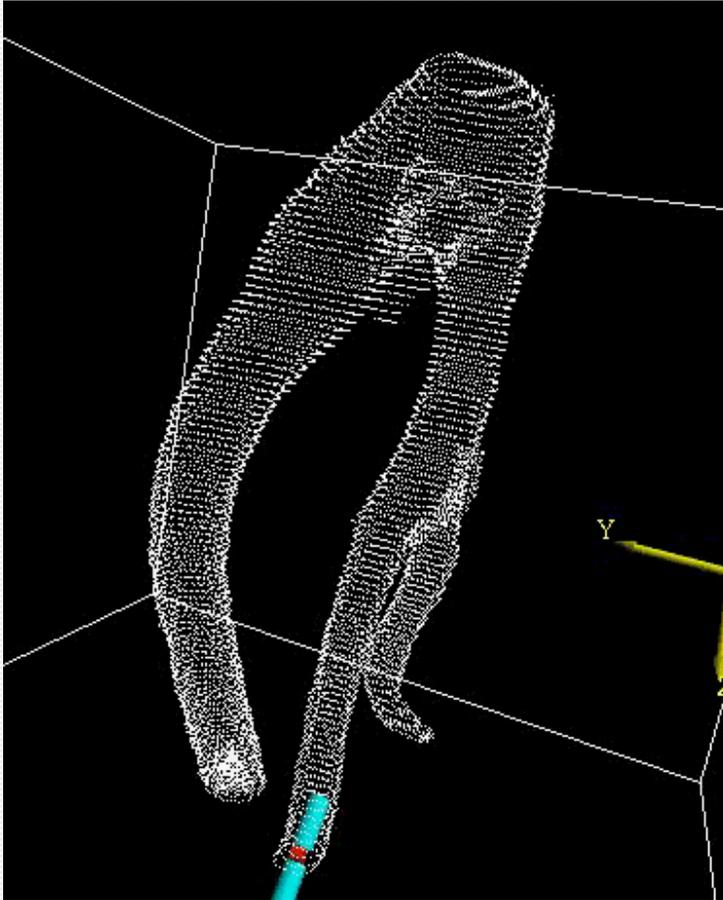
- problématique :
 - ◆ le détecteur nous fournit une liste de points d'interaction
 - ◆ on veut en traiter les chocs en priorité
- solution envisagée :
 - ◆ traiter normalement la liste et retraiter les situations de contact ou d'écartement impliquées dans un choc

Implémentation du système dynamique

■ Algorithme final :

```
si (il existe deux objets trop interpénétrés) alors
  resimuler avec un nouveau pas de temps;
sinon
  pour tout quadruplet de la liste faire
    si (rapprochement) alors
      si (vitesse de rapprochement élevée) alors
        ôter les contacts impliqués dans ce choc;
        résoudre le choc;
      sinon
        créer le contact;
    fsi
  sinon
    replacer le quadruplet en fin de liste;
  fsi
fait
fsi
```

Simulation dans une artère



- Modèle d'artère : IRM
- Pas de contrôle de l'endoscope
- Compliance pour le contact

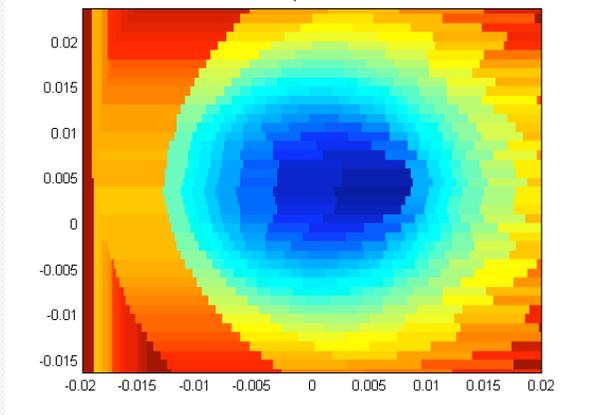
Modèle de contact adopté

Interaction corps rigide / corps mou :
Modélisation par un effet ressort - amortisseur :

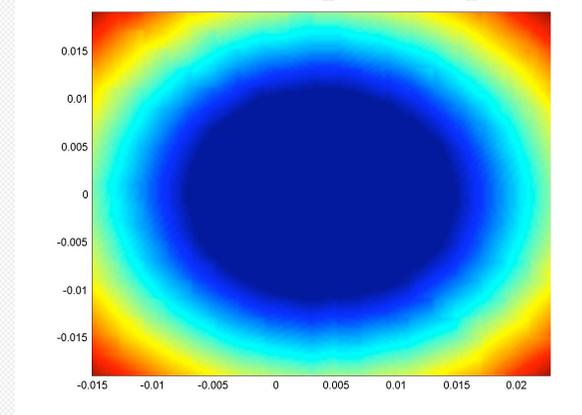
$$\vec{F} = [k_{tube} \cdot dist \cdot \vec{n} - f_{tube} \cdot vit_{pénétr} \cdot \vec{n}]$$

Problème : déterminer $dist$ et \vec{n} avec un tube défini de manière discrète.

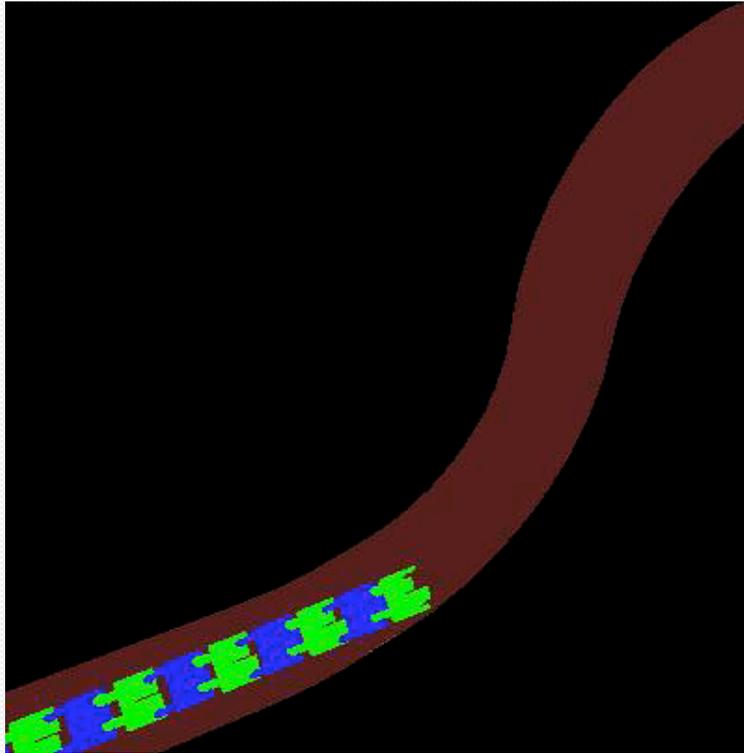
Carte de distances (résolution = 1mm)



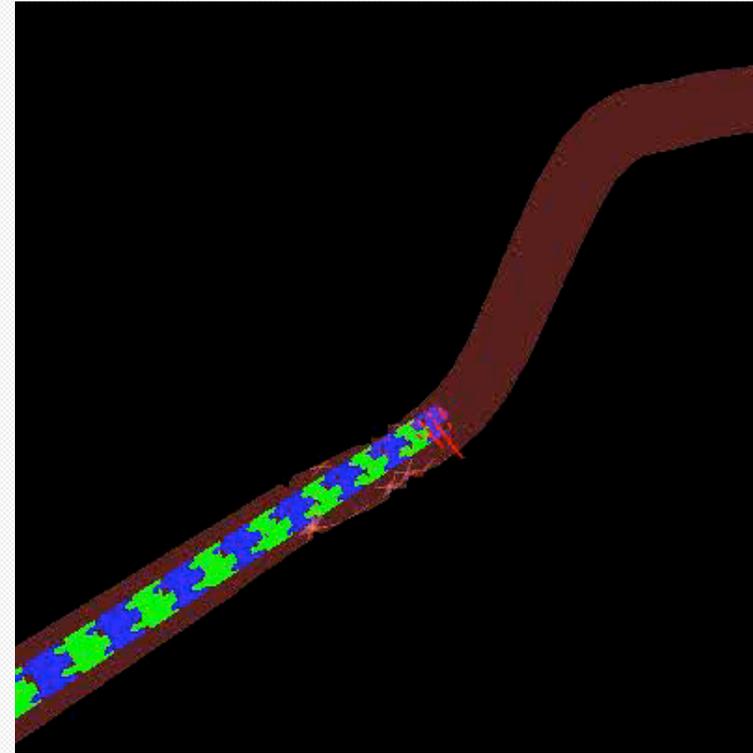
Distance obtenue par interpolation



Contact dans un organe

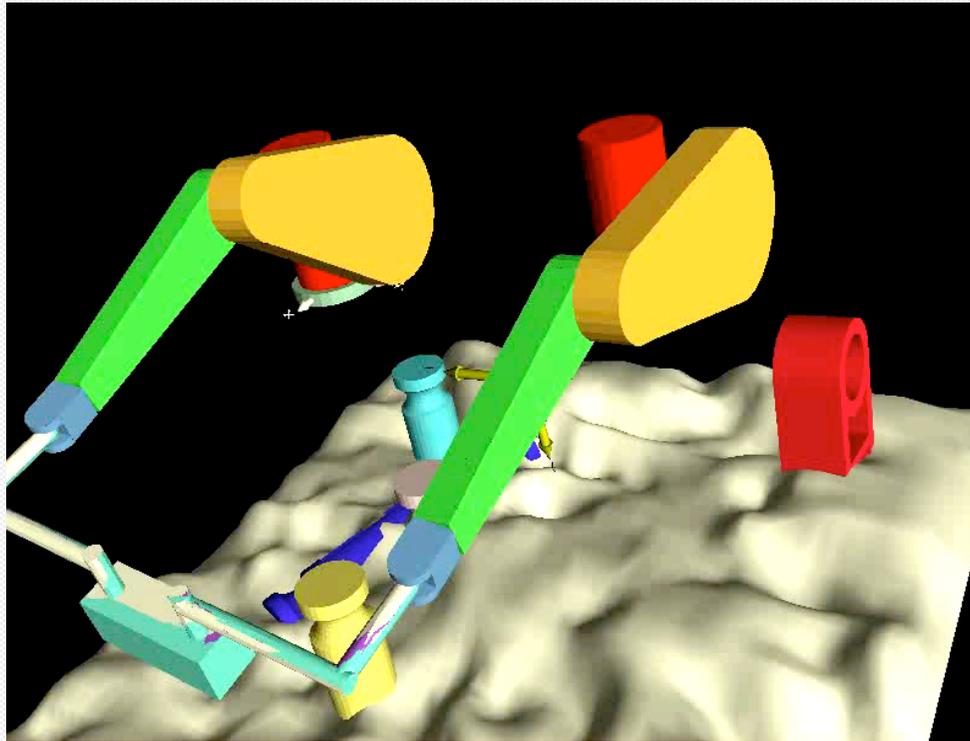


Rigide avec compliance



Déformable

Traitement multimodèle interactif



- Multi-modèles sous OpenMask
 - Dynamo
 - SMR-Mask
 - Contact
- Manipulation interactive par couplage virtuel

Perspectives

- Détection des interactions
- Couplage détection / traitement
 - problème de la reconstruction de l'interaction
 - Utilisation du mouvement