

Résumé thèse M. Rabatel

Etudiant : *Desmond Roussel Nzoyem*

UE : *Stage M2* – Superviseur : *Pr. Stéphane Labbé*

Date : 8 février 2021

Code couleur

jaune : information importante;

blue : information triviale;

vert : question à poser;

rouge : possible erreur;

marron : piste d'étude pour le stage;

Introduction

La simulation de la glace arctique est importante pour :

- les prédictions climatiques, vu le rôle que joue la coule dans la réflexion des rayonnements.
- l'exploitation des ressources, suite à la fonte de la glace arctique

Le coût numérique élevé des modèles granulaires justifie leur rareté. Mais il y a un regain ces dernières années.

L'algorithme ne repose pas sur les méthodes classiques de dynamique moléculaire¹; mais à partir d'un algorithme de gestion d'événements² et avec une attention particulière sur les collisions entre les floes, tout en évitant les interpénétrations³.

I. Modélisation Théorique de la Dynamique des Glaces de Mer

I.1 Le modèle du floe

- Les floes de glace sont à peine connexes.
- Le modèle considère des floes dont l'aire est supérieure à quelques mètres carrés et sans restrictions concernant leur géométrie. À cette échelle, l'épaisseur et les processus hors-plan peuvent être négligés en première approximation.
- L'échelle temporelle est celle de quelques jours;
- Les obstacles sont des floes de masse volumique très forte;
- Le coefficient de restitution ε détermine le caractère élastique ou inélastique de la collision;
- Le repère absolu \mathcal{R}_{abs} est euclidien, ce qui empêche de prendre en compte la rotondité de la terre (rondeur);

1. Technique de simulation numérique permettant de modéliser l'évolution d'un système de particules au cours du temps.

2. La gestion d'événements (ou Event-Driven) consiste à séparer la dynamique régulière de la dynamique non régulière, comme les collisions.

3. lorsque la distance entre deux floes est négative i.e. $\delta \leq 0$. Il faut gérer les interpénétrations avant qu'elles n'arrivent.

- L'épaisseur h du floe peut varier en espace, mais pas en temps, vu que les floes sont considérés rigides, et on a négligé les effets thermodynamiques.
- La forme d'une condition de complémentarité en vitesse impulsion pour garantir l'existence de solutions au problème du contact.
- Les équations du moment linéaire et du moment angulaire en vitesse-impulsion ; car il y a l'avantage de pouvoir exprimer la force de friction de Coulomb directement par rapport à la vitesse. Il n'est pas nécessaire de connaître la nature du contact.
- Les lois de contacts utilisées sont des lois implicites⁴ afin de chercher une formulation en vitesse impulsion et conserver une physique réaliste du contact (Pas de loi de Hertz, ni Coulomb, etc.) (page 31)
- La loi de contact utilisée est appelée condition unilatérale car elle permet aux floes de se séparer, mais interdit l'interpénétration (p. 32).
- Grâce à la formulation en problème linéaire de complémentarité, il a montré qu'il existe des vitesses solutions pour toutes configurations de contact avec friction de Coulomb (p. 38).
- la dynamique régulière c'est sans collisions ; et la dynamique non régulière, c'est avec les collisions.

I.2 Le modèle de l'environnement

II. Simulation numérique

- chaque floe, qu'il soit grand ou petit, est maillé avec le même nombre d'éléments finis (environ 25 par floe). Ceci afin de réduire le coût informatique.
- Concernant la force coriolis, le régime de trainé sous forme quadratique a été choisi pour considérer des régimes du fluide éventuellement turbulents.

Conclusion

Les points forts du modèle :

1. Ce modèle considère des tailles de glace réalistes, aussi petites ($\leq 10km$) que grandes ($\geq 10km$) ; des concentrations variées (plus ou moins de 80% de glace), etc.
2. Ce modèle gère l'interpénétration des floes : on ne veut pas qu'un morceau de glace ratre dans un autre ;

Les points faibles :

1. ne gère pas la rhéologie⁵ de la glace : les floes sont des solides purement rigides (ils ne se déforment pas) et la dissipation d'énergie cinétique durant la collision est décrite en utilisant un coefficient purement empirique
2. Lors du traitement des contacts, l'auteur a choisi de privilégier la consistance énergétique et la non interpénétration⁶ ; cela en utilisant une solution W^N , dont le principal avantage est qu'elle n'entraîne pas d'augmentation d'énergie cinétique après contact. Cependant, ces vitesses possèdent une faiblesse : elles ne sont solutions que sous certaines conditions, comme le fait que les chocs soient frontaux et qu'il n'y ait pas d'apport des forces extérieures autres que les forces de contact durant la collision.

4. Une loi de contact est explicites quand les réactions sont connues et calculées en fonction de données comme la distance entre les floes et implicites quand les forces ou les réactions sont inconnues.

5. La rhéologie est l'étude de la déformation et de l'écoulement de la matière sous l'effet d'une contrainte appliquée.

6. D'après l'auteur, "traiter le contact à partir de lois non régulières ne permet pas d'obtenir des solutions satisfaisant à la fois la non interpénétration, la friction de Coulomb et une consistance énergétique!"