

# Notes sur la SPH

Daniel Cordier, 15 février 2021

## 1 Outils

- **SPLASH** : Visualisation of smoothed particle hydrodynamics data using splash, qu'on trouve ici : <https://splash-viz.readthedocs.io/en/latest/index.html>.

**Problème** : lit seulement des fichiers écrits par des programmes de SPH déjà connu, ou des HDF5 écrits par ces programmes.

**Remarque** : SPLASH est basé sur GIZA, un librarie remplaçant PGPLOT : <https://github.com/danieljprice/giza>

**IDEE** : GIZA pourrait être utiliser pour upgrader EvAD.

- lire/écrire des fichiers VTK avec FORTRAN : <https://github.com/szaghi/VTKFortran>
- dans Paraview, il y a un module d'interpolation de données issues de SPH (ie un nuage de points) : <https://blog.kitware.com/point-and-smoothed-particle-hydrodynamics-sph->

## 2 Références commentées

### 2.1 Organisation et groupes d'intérêt pour SPH

- SPHERIC, organisation internationale centrée sur SPH : <https://spheric-sph.org>

### 2.2 Multimédia

- excellente présentation de Daniel Price sur les fondements et ses remarques persos sur SPH : [https://www.youtube.com/watch?v=QZN\\_Kj8cTP4](https://www.youtube.com/watch?v=QZN_Kj8cTP4), ses remarques :
  - la density sum est le pont reliant la description particulaire et le continuum
  - ne pas penser en termes particules.
  - quand une simulation SPH foire : le code ne crashe pas mais la distribution des «particules» est bruitée.

### 2.3 Référence écrites et Web

- **Goffin\_DevelopmentDidacticSphModel.pdf** : **UN MUST** comme point de départ. Il s'agit du mémoire de Master Ingénieur de Louis Goffin, intitulé «*Development of a didactic SPH model*», je l'ai trouvé sur ResearchGate : [https://www.researchgate.net/publication/259811320\\_Development\\_of\\_a\\_Didactic\\_SPH\\_Model](https://www.researchgate.net/publication/259811320_Development_of_a_Didactic_SPH_Model)

Tout est discuté, en particulier des points importants :

- influence de la précision numérique.
- méthode de recherche des premiers voisins.
- les problèmes de conditions aux limites.
- les temps de calculs.

— des exemples simples (équilibre hydrostatique par exemple)

il y a même le code FORTRAN, orienté-objet, dont le listing est fourni à la fin du mémoire !

- [prakash\\_cleary\\_2011.pdf](#) « *Three dimensional modelling of lava flow using Smoothed Particle Hydrodynamics* » : excellent papier, avec tous les ordres de grandeur (nombre de particules dans la lave et à la surface, temps de calcul) la mise en équation en tenant compte du refroidissement et de la variation de viscosité ... papier à utiliser pour l'adaptation au cas des cryolaves.

- 
- Pour l'article sur les exo-swimmers : « *Numerical simulation of the self-propulsive motion of a fishlike swimming foil using the  $\delta^+$ -SPH model* » par [sun\\_etal\\_2018.pdf](#).
  - [lucas\\_wuw.pdf](#) : introduction très synthétique à la SPH, très opérationnelle, c'est sans doute le document à partir duquel on pourrait écrire une première implémentation **perso** de la SPH.
  - [SPH-lecture.pdf](#) : une très bonne, et très courte (très synthétique) introduction à la SPH.
  - [Gergely\\_P13.pdf](#) : un slideshow sur le problème de recherche des premiers voisins.
  - [Liu and Liu \(2003\)](#) : le livre en PDF, de référence, c'est le seul que j'ai. Il y a un chapitre sur le traitement des explosions.
  - [Farrokhpanah et al. \(2017\)](#) : un article sur la SPH avec conduction de la chaleur et des changements d'état.
  - [Wang and Zhang \(2020\)](#) : « *Coupled solid-liquid phase change and thermal flow simulation by particle method* »
  - [Cleary and Monaghan \(1999\)](#) : un article sur le traitement de la conduction de la chaleur avec la SPH.
  - [alexiadis\\_etal\\_2018.pdf](#) : « *Natural convection and solidification of phase-change materials in circular pipes : A SPH approach* ».
  - on peut utiliser la SPH pour les solides (impacts, formation de fractures, ...), il y a un chapitre sur ce genre de problème dans le livre [Liu and Liu \(2003\)](#).
  - Pour le problème de débouchage d'une bouteille de champagne, le problème est similaire au « shock tube problem » traité à partir de la page 94 de [Liu and Liu \(2003\)](#).
  - [Domínguez et al. \(2011\)](#) : article dédié aux algorithmes de recherche des premiers voisins, aspect crucial aux performances des simulations par SPH.

- Dans sa formulation la plus standard, la SPH ne semble pas faite pour les fluides fortement compressibles, des aménagements semblent possibles, comme ce qui est proposé par [ren\\_etal\\_2016.pdf](#) : «*Fast SPH Simulation for Gaseous Fluids*». De plus, dans ce papier, les auteurs envisagent l'application à des transitions de phase liquide-vapeur !
- Un code, **Plume-SPH 1.0**, pour les panaches des éruptions volcaniques (contient donc de la **turbulence** et de la **conduction thermique**) :  
<https://www.geosci-model-dev.net/11/2691/2018/#abstract>
- [jeong\\_etal\\_2003.pdf](#) : traitement de la **conduction thermique** avec la SPH.
- Simulation d'une **goutte de liquide** qui s'écrase sur une surface solide, prise en compte de la **tension superficielle** :
  - [terissa\\_etal\\_2013.pdf](#)
  - [yang\\_kong\\_2018.pdf](#)
  - [nugent\\_posh\\_2000.pdf](#) : «*Liquid drops and surface tension with smoothed particle applied mechanics*», simulation de la formation d'une goutte de liquide dans sa vapeur, **pourrait être adapté au break-up des bulles de champagne**. *Physical Review R*.

### 3 Outils

-

## Références

- Cleary, P. W. and Monaghan, J. J. (1999). Conduction Modelling Using Smoothed. *J. Comput. Phys.*, 148 :227–264.
- Domínguez, J. M., Crespo, A. J. C., Gómez-Gesteira, M., and Marongiu, J. C. (2011). Neighbour lists in smoothed particle hydrodynamics. *Int. J. Numer. Meth. Fluids*, 67 :2026–2042.
- Farrokhpanah, A., Bussmann, M., and Mostaghimi, J. (2017). New smoothed particle hydrodynamics (SPH) formulation for modeling heat conduction with solidification and melting. *Numerical Heat Transfer, Part B : Fundamentals*, 71 :299–312.
- Liu, G. R. and Liu, M. B. (2003). *Smoothed Particle Hydrodynamics – A Meshfree Particle Method*. World Scientific Publishing, 5 Toh Tuck Link, Singapore 596224, 1 edition.
- Wang, J. and Zhang, X. (2020). Coupled solid-liquid phase change and thermal flow simulation by particle method. *International Communications in Heat and Mass Transfer*, 113 :104519.