

Modélisation continue d'un écoulement de particules: couplage CFD/IA

1) Introduction et problématique

Présents dans de nombreux champs, les écoulements granulaires restent compliqués à modéliser.

Méthodes permettant de les simuler :

Les approches discrètes par : La **méthode des éléments discrets** (DEM),

Elle permet une description très fine de la dynamique particulaire à chaque instant. Dépendant du nombre de particules, elle est très coûteuse.^{1,2}

Et les approches continues : La **mécanique des fluides numérique** (CFD)

L'approche CFD semble intéressante: Rapide, ne dépend pas du nombre de particules. Cependant: pas de loi constitutive couvrant tous les régimes d'écoulement.³

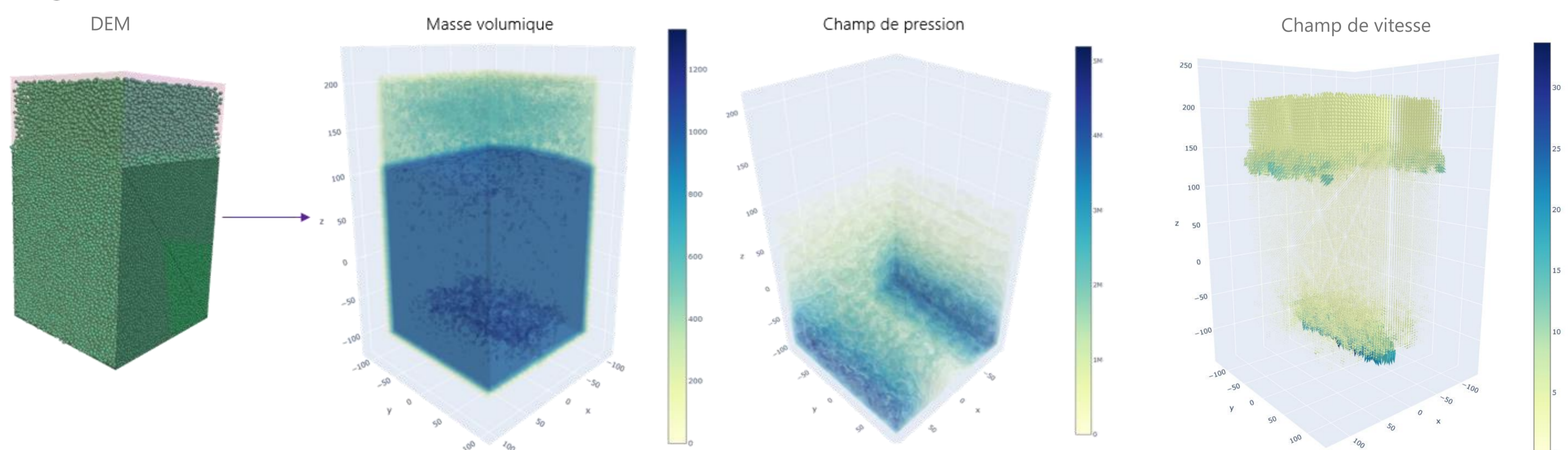
On se propose donc d'étudier le couple CFD-Machine Learning (ML).

Objectifs:

1. Simuler macroscopiquement sans équation constitutive.
2. Conserver les avantages de la DEM, des modèles ML et de la CFD.

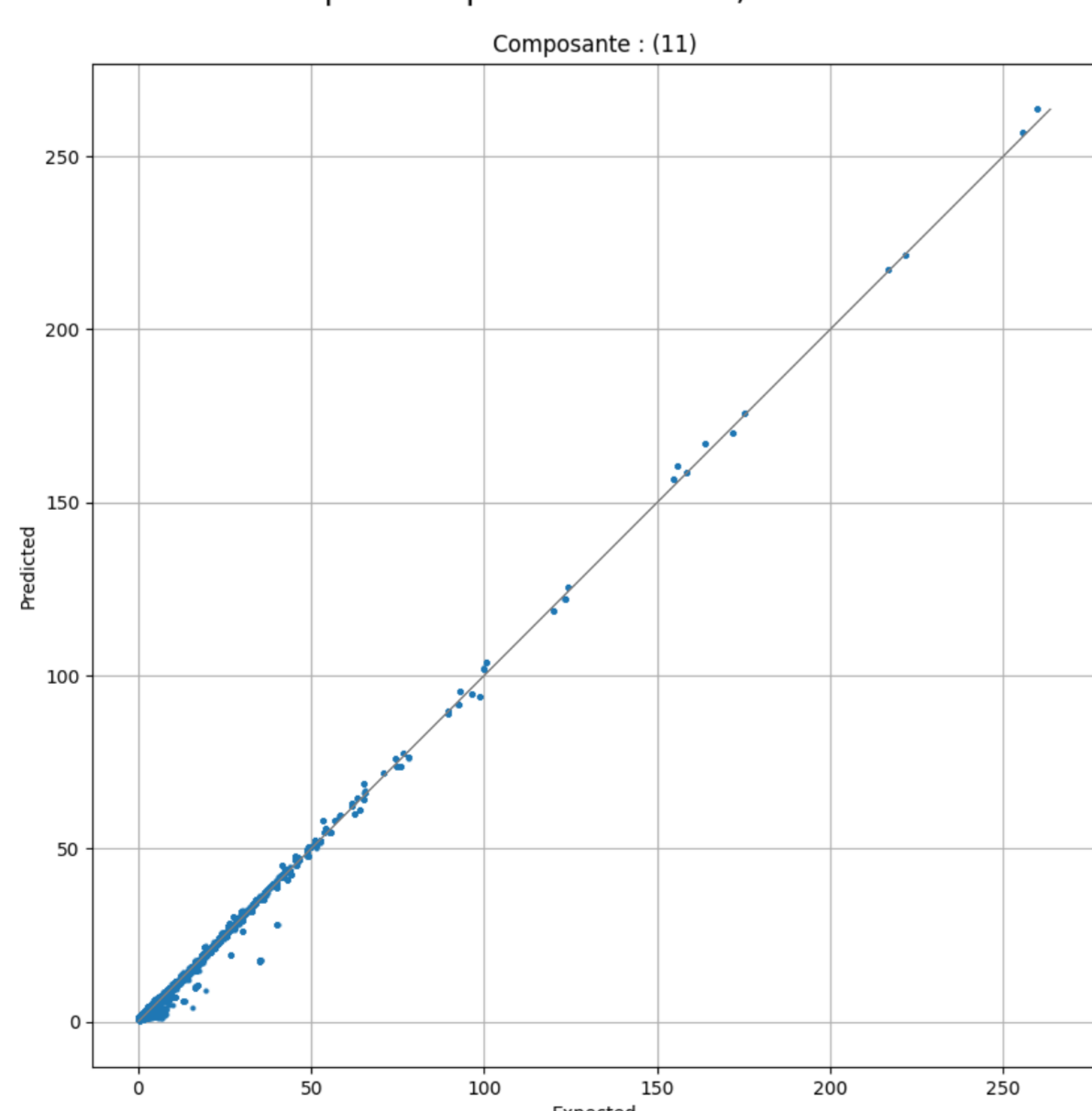
3) Résultats préliminaires

► Homogénéisation des données DEM⁴ :

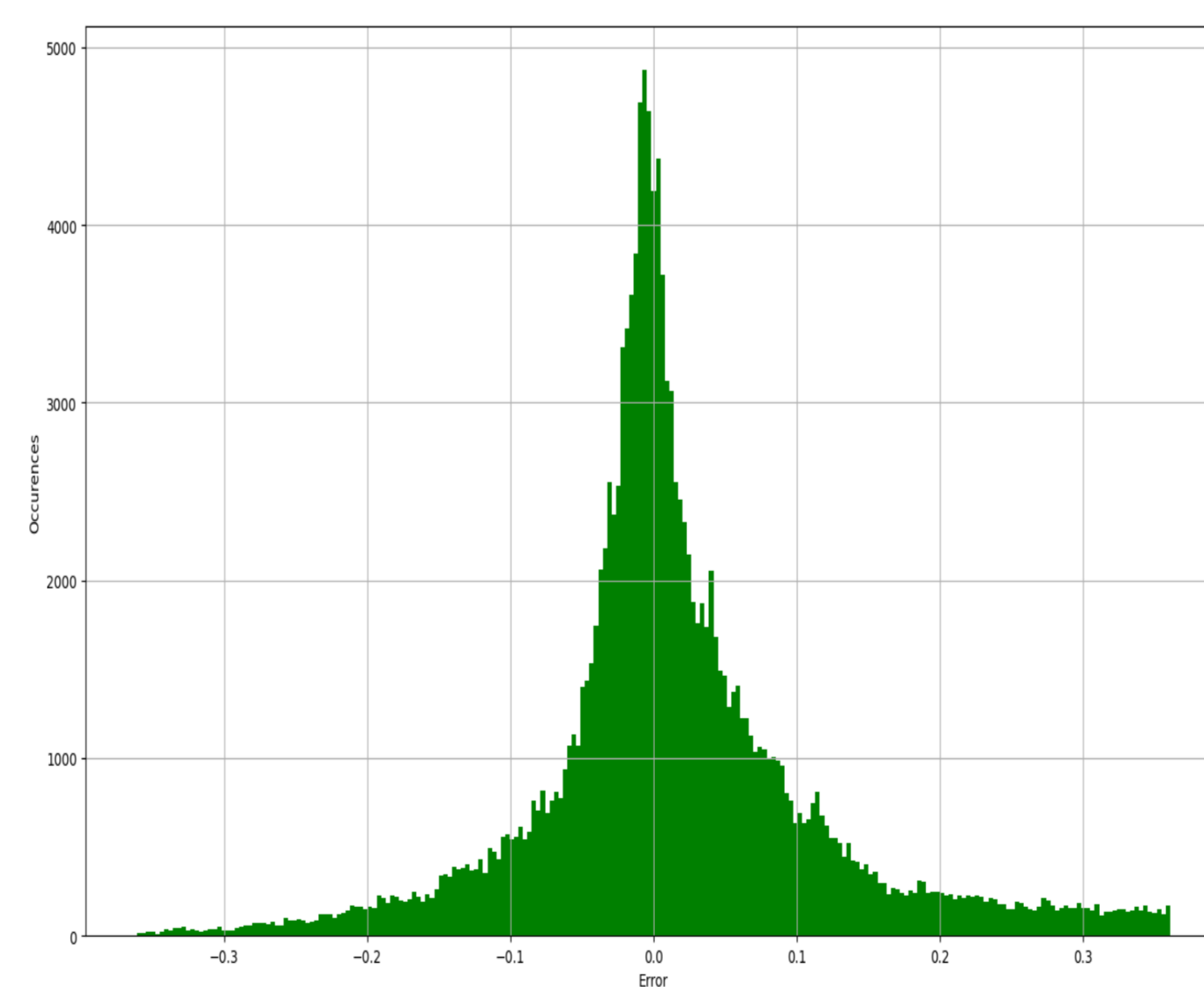


► IA (ANN-FCFF)⁵ en mesure de déterminer la viscosité non Newtonienne:

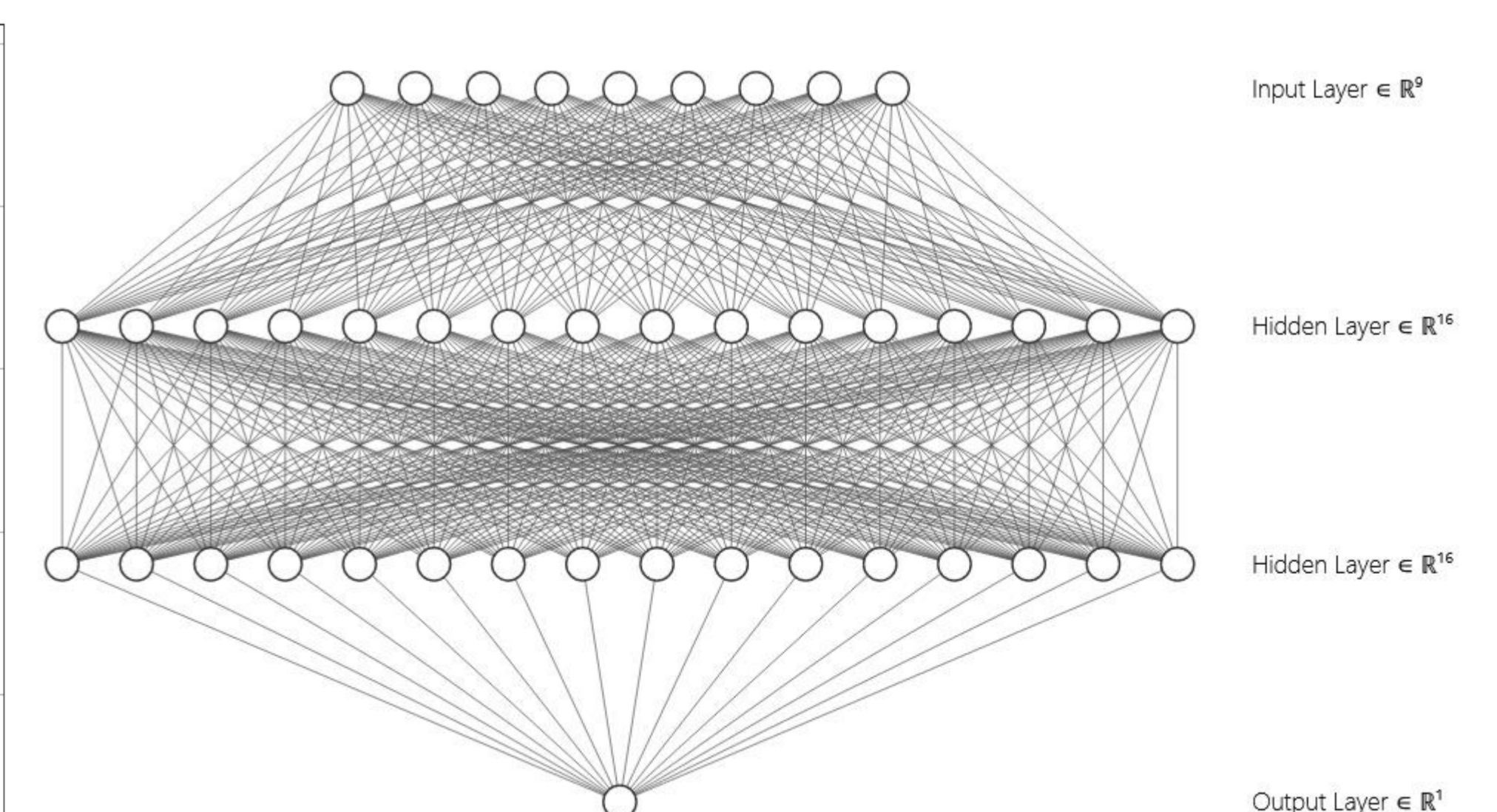
Graphes de parité Validation, bloc 1.



Histogramme des erreurs validation, 90.0% des meilleurs résultats.



Architecture ANN



4) Références:

- [1]: Extrapolation of DEM simulations to large time scale. Application to the mixing of powder in a conical rewmixer. X.Bednarek, S.Martin, A.Ndiaye, V.Peres, O.Bonnefoy. 2019.
- [2]: DEM-based models for the mixing of granular materials. F.Bertrand, L.-A.Leclaire, G.Levèque. 2004.
- [3]: Les milieux granulaires, entre fluide et solide, B.Andreotti, Y.forterre, O.Pouliquen, 2011.
- [4]: Stress, stress asymmetry and couple stress: from discrete particles to continuous fields, I. Goldhirsch, 2010.
- [5]: Neural network models for the anisotropic Reynolds stress tensor in turbulent channel flow, R.Fang, D.Sondak, P.Protopapas, S.Succi, 2019.

Parties prenantes



Auteurs

Quentin Darves-Blanc
Sylvain Martin
Yann Gavet
Corentin Macqueron
Guilhem Kauric
Abibatou Ndiaye
Olivier Bonnefoy

Partenaires



4) Perspectives

- Entraînement IA sur données homogénéisées
- Essais sur différentes architectures ANN
- Couplage IA-CFD (Fluent via UDF)
- Étude de sensibilité et validation des résultats

Contact : quentin.darves-blanc@emse.fr