

SCIENCES DE LA MATIERE

Bilan Octobre 2024

Président du groupe: F. Pétrélis

Thématicien: T. Bret-Dibat (CNES)

Membres du GT:

P. Brunet, O. Budenkova, B. Denet,

P. Domingo, S. Dorbolo, J.B. Manneville,

I. Raspo, I. Rongy, V. Vidal, R. Wunenburger,

Contexte

Les Sciences de la matière s'intéressent aux propriétés physiques à des échelles mésoscopiques, intermédiaires entre microscopiques et macroscopiques.

Les mécanismes causés par la pesanteur (convection, pression hydrostatique, sédimentation ou drainage) affectent les états de la matière.

Pour connaître les propriétés universelles il est donc nécessaire de s'affranchir de la pesanteur.

- Les scientifiques utilisateurs de la micropesanteur participent au Groupement de Recherche du CNRS (GdR) Micropesanteur Fondamentale et Appliquée (> 150 chercheurs; > 40 laboratoires), et constituent la première communauté en nombre au sein du programme ESA
- Les recherches sont permises par l'accès à différents moyens
ISS, Vols Paraboliques (VP), Fusées sondes (FS), Tour à chute libre (T)
mis à disposition dans un contexte ESA, CNES, international
- Les activités sont nombreuses et variées, souvent sélectionnées pour des expériences dans l'ISS avec l'ESA, ce qui était une priorité du dernier SPS
- Certaines de ces activités sont pertinentes pour l'exploration

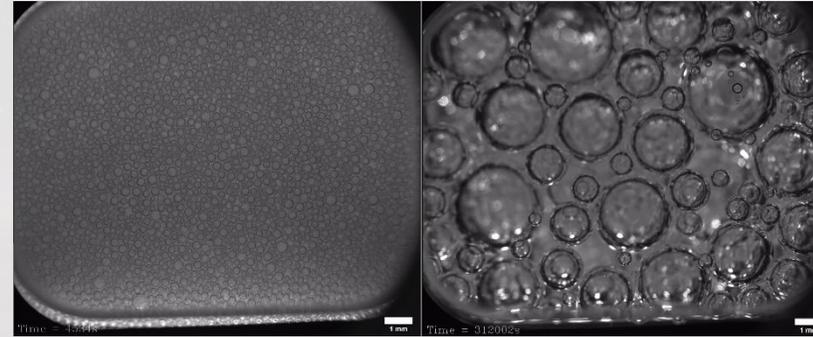


Bilan thématique

Etat de la matière sans inhomogénéités spatiales

Mousses et systèmes colloïdaux :

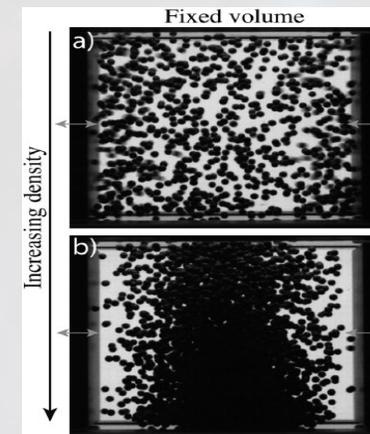
- . Milieu diphasique air-eau avec surfactant
- . μg permet d'annuler le drainage
- . Objectif: Transition entre régimes de murissement



Expérience
FOAM-C (ISS)

Fluides complexes :

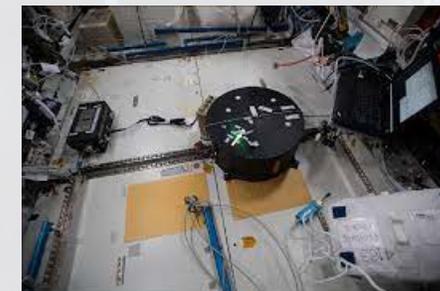
- . Milieu granulaire
- . μg permet d'annuler la stratification
- . Objectif: Etude de la transition liquide-gaz dans un système dissipatif



Expérience
VIPGRAN (VP)

Ondes et turbulence d'ondes :

- . Surface libre d'un liquide
- . μg permet d'annuler la force de rappel gravitaire
- . Objectif: Propriétés de la cascade d'énergie pour des ondes capillaires



Expérience
FLUIDICS (ISS)

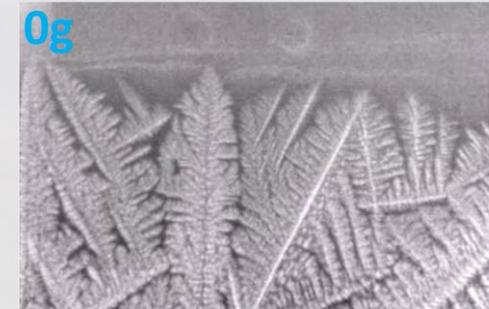
Bilan thématique

Etats et transitions d'état de la Matière

sans effets de transport convectif type instabilité de Rayleigh-Bénard

Solidification

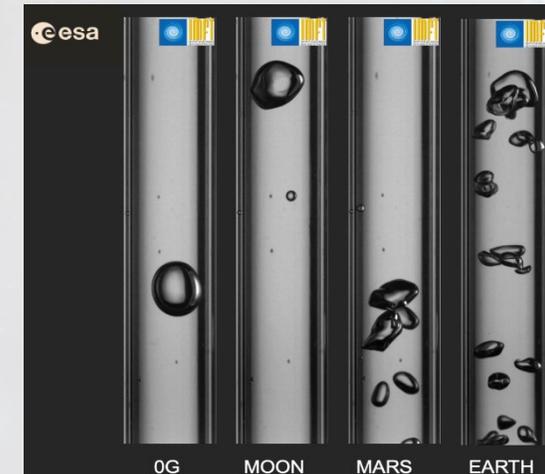
- . Changement de phase liquide-solide
- . Supprimer convection qui détruit les dendrites
- . Objectif: Etude de l'organisation spatiale



Campagne
fusée-sonde
MASER-14

Evaporation et ébullition

- . Changement de phase liquide-gaz
- . Supprimer convection qui arrache les bulles
- . Objectif: Identifier les processus dominants du changement de phase



Expérience
ébullition (VP)

Fluides supercritiques

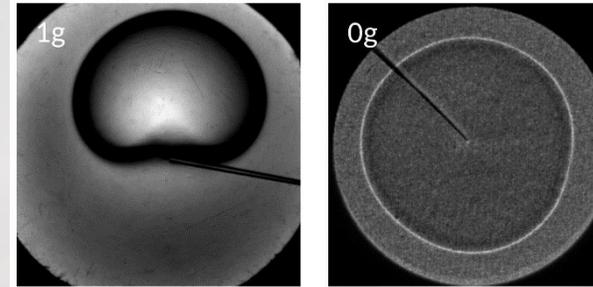
- . Oxydation dans l'eau supercritique
- . Supprimer stratification
- . Objectif: Caractériser les propriétés de transferts, avec applications possibles à l'exploration

Bilan thématique

Au profit de l'exploration

Combustion:

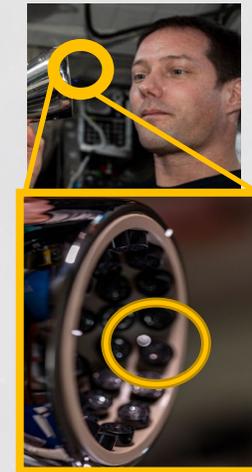
- . Phase homogène (gaz)
- . Supprimer l'écoulement convectif
- . Objectif: Etude du développement des flammes avec applications évidentes à la sécurité incendie.



Expérience Propagation flammes sphériques (VP)

Ondes acoustiques:

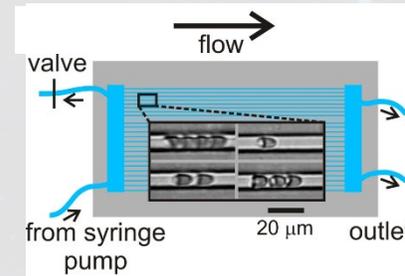
- . Force de streaming acoustique devient dominante
- . Objectif: manipulation sans contact (pince acoustique)



Expérience TELEMAQUE (ISS)

Biophysique:

- . Interaction fluide structure (cellules- vaisseaux sanguins)
- . Objectif : modélisation de comportements avec applications à la physiologie en environnement d'exploration

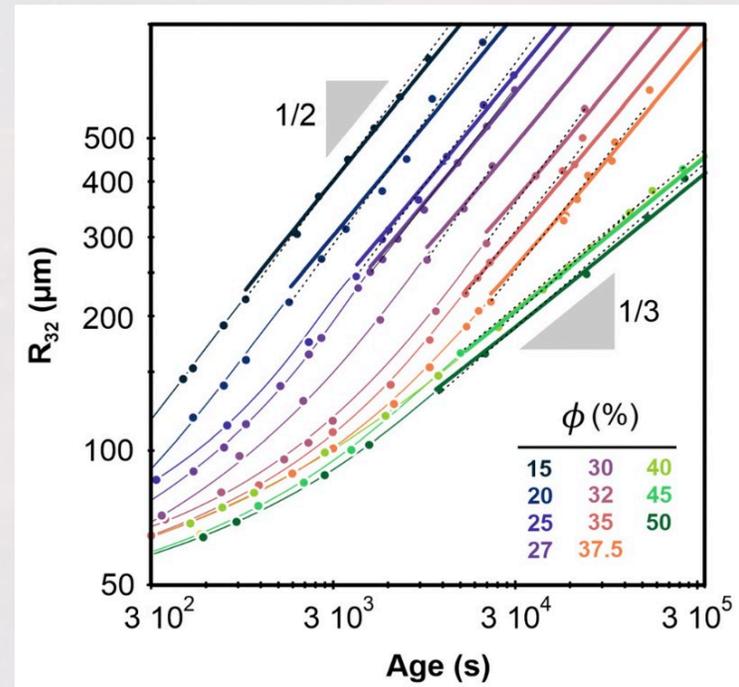
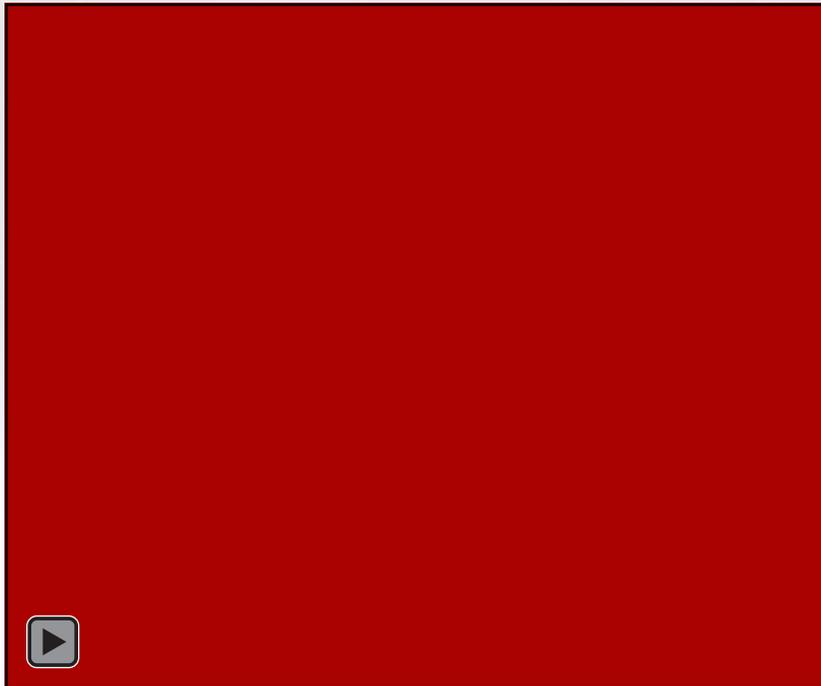


Expérience agglomération de globules rouges en microcanaux

Faits Marquants

Mousse - FOAM C (ISS)

Transition entre deux régimes de murissement (transport pariétal ou évaporation)



Pas de drainage, le système reste homogène.

Φ fraction volumique de liquide.

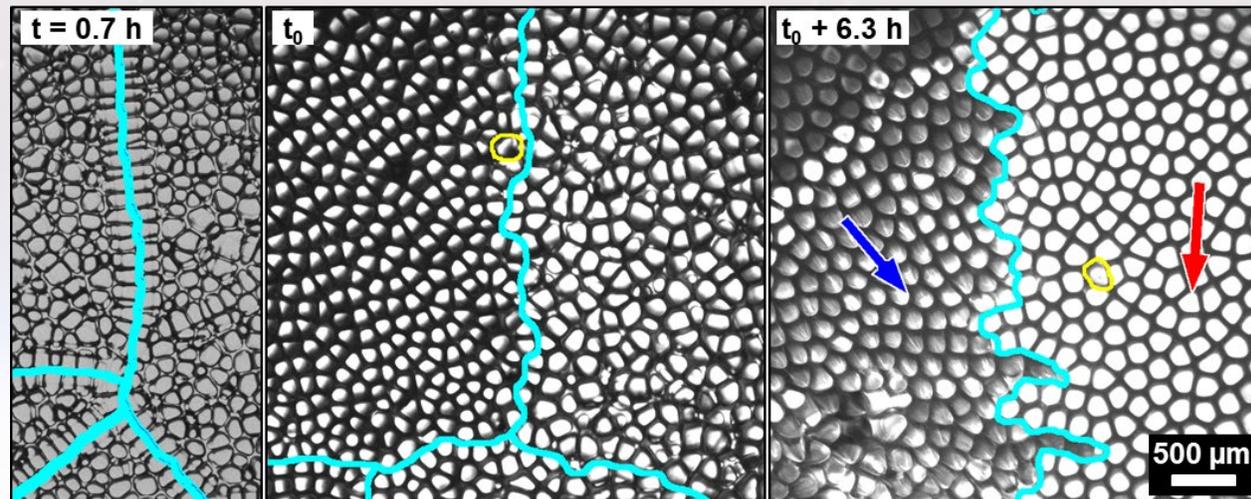
Régime $\frac{1}{2}$ (pariétal) beaucoup plus robuste que sur terre. Apparaît au delà du seuil d'empilement aléatoire compact ce qui est surprenant.

Faits Marquants

Solidification - DECLIC DSI (ISS)

Interpénétration entre grains dans l'interface solide - liquide pendant la solidification dirigée en microgravité

Compétition entre structures de grain (cristallines) différentes, instabilité de l'interface et possibilité de cellules solitaire.



Les joints de grains sont représentés en cyan ; une cellule « solitaire » est entourée en jaune ; les flèches rouge et bleu indiquent les directions de dérive globale des grains.

Faits Marquants

Ebullition – RUBI (ISS)

Détachement des bulles sous l'effet d'un champ électrique et/ou d'un écoulement

Etude de l'ébullition à l'échelle d'une goutte individuelle

Système contrôlé sans g et on applique champ électrique ou écoulement



3440 x 3 expériences

réalisées sur l'ISS entre 2019 et 2021

Rôle de l'évaporation près ligne de contact

Dynamique bulle-bulle complexe

Synthèse du bilan

| Thème scientifique | Type de mesure / d'observables | Cadre de réalisation |
|---|---|------------------------------------|
| Transfert d'énergie dans les brouillards d'eau Turbulence diphasique | Condensation de l'eau et influence de la turbulence | DECLIC-Evo(NASA) Insert AEROSOL |
| Contrôle de la morphologie de la structure des matériaux | Solidification des matériaux | DECLIC-Evo(NASA) Insert DSI-R2 |
| Propriétés de l'eau supercritique | Combustion de matière organique dans l'eau supercritique | DECLIC-Evo(NASA) Insert SCOW |
| Physique fondamentale Equations d'état | Transfert d'énergie dans les fluides supercritiques | DECLIC(NASA) Insert ALI |
| Physique fondamentale Systèmes hors équilibre | Turbulence d'ondes | CNES – FLUIDICS/FLUIDICS_L |
| Propriétés fondamentales de la matière-Santé, exobiologie, transition climatique | Matière molle et fluides complexes, états de la matière et transitions d'état | ESA Scispace AD |



| Résultats |
|--|
| En Phase A Incertitude programmatique |
| Coopération Nasa arrêtée DSI_R2 |
| En Phase A Incertitude programmatique |
| Programme opérationnel réalisé |
| Programme FLUIDICS réalisé FLUIDICS_L en phase A |
| Première communauté européenne dans Scispace: expériences réalisées, définition de nouveaux instruments Sécurité incendie : SCEM JAXA |