

SCIENCES DE LA MATIERE

Prospective 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 force de pesanteur (convection, la pression hydrostatique, la sédimentation ou le drainage) affectent les états de la matière.

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

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 CNES, ESA, international

Les recommandations portent en particulier sur les moyens et les expériences à développer en focalisant sur les sujets de contexte programmatique CNES.

Sélection des propositions de recherche en Sciences de la Matière

Quels projets nécessitent l'utilisation de la microgravité?

Par analyse dimensionnelle, Critère μG :

- le nombre sans dimension doit contenir g
- Il faut s'assurer que la diminution de g ne peut pas être simulée en jouant sur la valeur d'autres paramètres impliqués

Exemples :

Les nombres sans dimension (Bond, Grashof, Rayleigh, Prandtl, Reynolds, ...) permettent de quantifier le rôle respectif des phénomènes physiques

Interface entre 2 fluides

gravité/capillarité

$$Bo = \frac{g\Delta\rho L_c^2}{\gamma} \quad g/100 \iff \begin{cases} L_c/10 \\ \Delta\rho/100 \end{cases}$$

Thermique

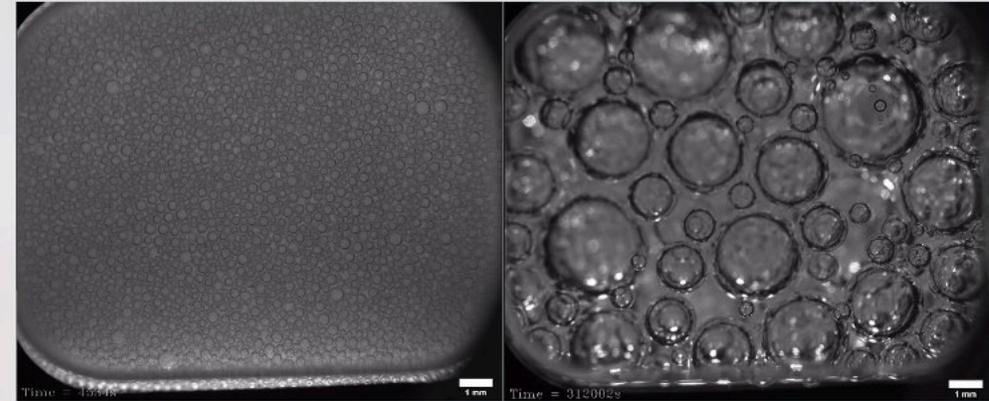
convection/diffusion

$$Ra = \frac{gL_c^3\beta(T_w - T_\infty)}{\nu\alpha} \quad g/1000 \iff L_c/10$$

Les priorités scientifiques actuelles

Matière molle et fluides complexes :

- Mousses et leur murissement
(variations temporelles de la distribution de taille des gouttes)



Expérience FOAM-C (ISS)

- Milieu granulaire
(transition entre phase hors équilibre, analogues thermodynamiques)

Q: Quelles sont les propriétés dynamiques de ces systèmes complexes?

Les priorités scientifiques actuelles

Etats de la matière et transitions entre états :

- Solidification de cristaux facettés.
- Combustion bas carbone (combustion froide et flammes hydrothermales dans l'eau supercritique, combustion de particules métalliques).

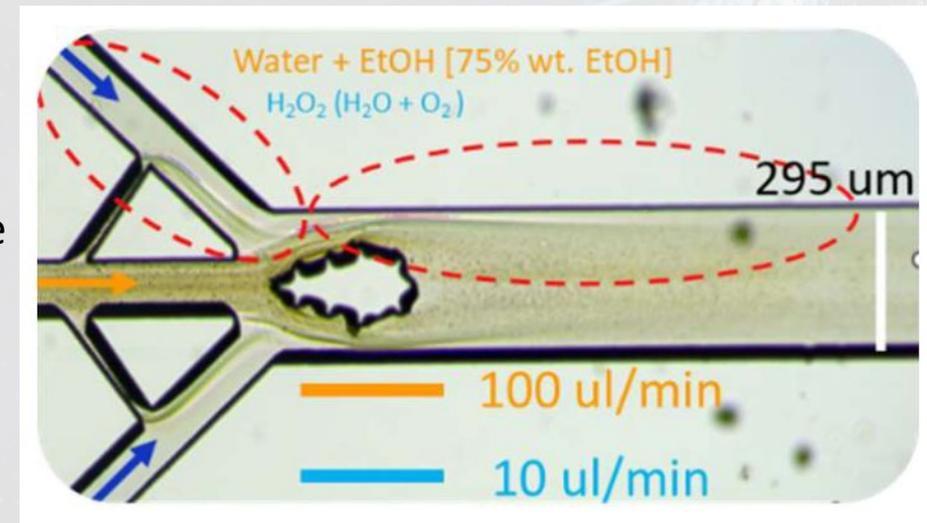
Q: Quelles sont les lois fondamentales de ces processus de changement d'état et de réactions chimiques?



SCWO

Flamme hydrothermale

Dispositif microfluidique

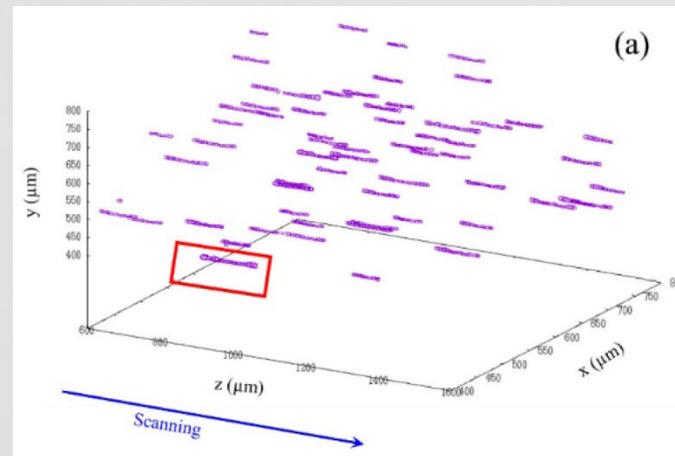
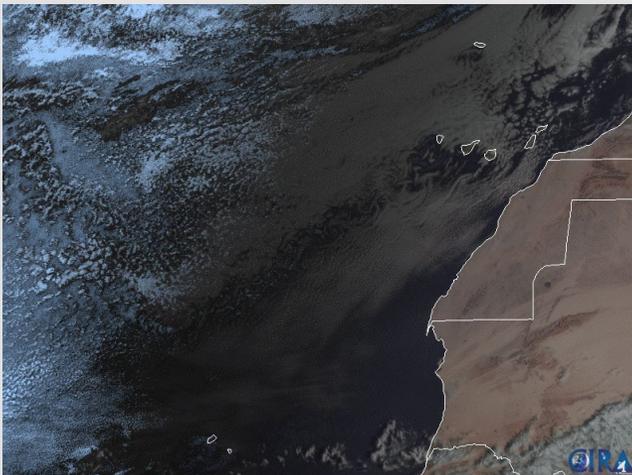


Les priorités scientifiques actuelles

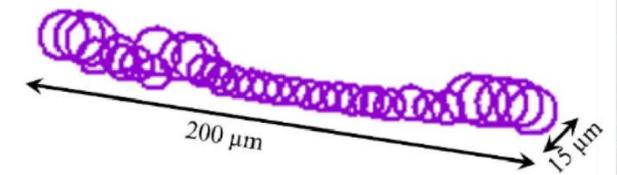
Instabilités, transferts et ondes :

- Grandes échelles en turbulence et turbulence d'ondes
(on injecte de l'énergie à échelle intermédiaire, comment va-t-elle se répartir?)
- Propriétés microphysiques des nuages
(évolution de la distribution de tailles de gouttes)

Q: De quoi dépendent les flux (énergie, masse) dans ces systèmes?



AEROSOL
(VP)



Les programmes à soutenir

Priorité majeure : Continuation du programme DECLIC-Evolution dont les nouveaux inserts sont en phase A CNES

- Spécificité française dans ces domaines de recherche
- Effort à porter sur la coopération avec la NASA et l'ESA

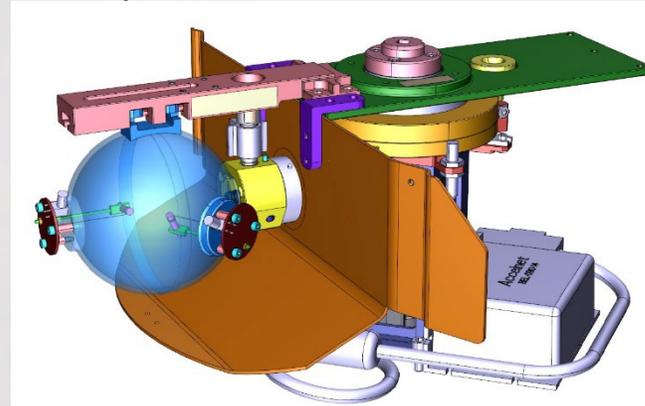
Les questions scientifiques abordées seront :

- La combustion froide dans l'eau supercritique :
nouvel insert SCWO
- Micro-physique des nuages et influence de la turbulence sur la condensation de l'eau :
nouvel insert AEROSOL



Les programmes à soutenir

Priorité majeure : Développement d'un instrument pour l'étude des grandes échelles en turbulence d'ondes (Fluidics-L en phase A au CNES)



Fluidics

Priorité substantielle : Soutien pour le développement et l'exploitation d'instruments dans le cadre ESA/Scispace

- Dynamique de murissement des mousses
- Etudes d'évaporation
- Milieux granulaires



Heat Transfer host
breadboard
@ESA

Les programmes à soutenir

Priorité substantielle: programmes interdisciplinaires

Energie

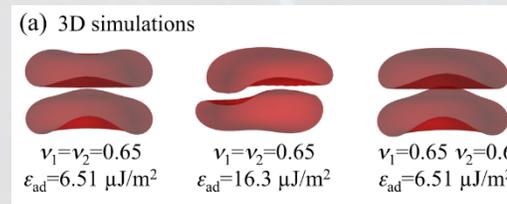
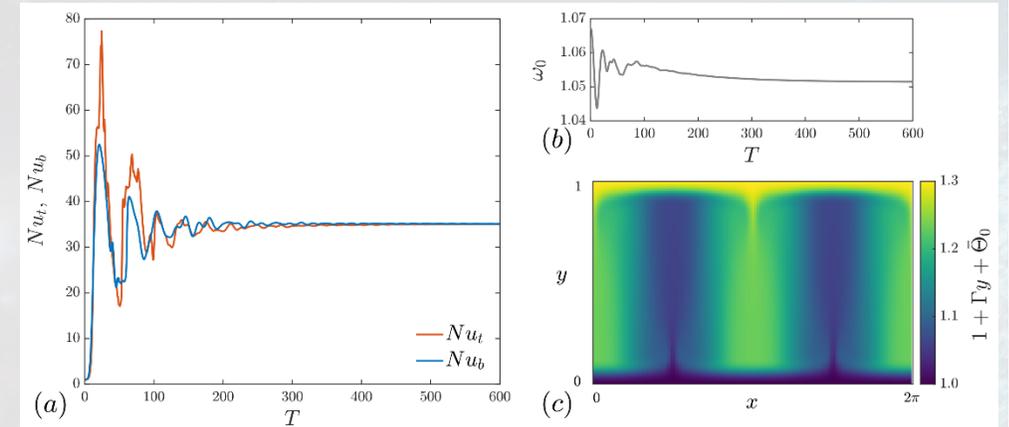
Interaction onde/écoulement
intensification des transferts thermiques en milieux confinés
par excitation acoustique

Combustion

Contrôle acoustique de la propagation
de flamme non-prémélangée

Biophysique

Agrégation/désagrégation des globules rouges
sous écoulements cisailés



Prospective Science

	Objectif scientifique	Type de mesure/Observable	Cadre de réalisation
MAJEURE	Micro-physique des nuages	Condensation de l'eau et influence de la turbulence	DECLIC_EVO – Insert AEROSOL Phase A au CNES Programmatique à travailler NASA/ESA, post-ISS
	Combustion bas carbone	Combustion de matière organique dans l'eau supercritique	DECLIC_EVO – Insert SCWO Phase A au CNES Programmatique à travailler NASA/ESA, post-ISS
	Etude des grandes échelles en turbulence d'ondes	Dynamique d'interface	FLUIDICS_L Phase A au CNES Coopération ESA
SUBSTANTIELLE	Murissement des mousses Transferts d'énergie Milieux granulaires	Rhéologie du murissement Evaporation de gouttes Milieu granulaire sous vibration	ESA Scispace
	Programmes inter-disciplinaires Energie Combustion Biophysique	Diverses propriétés en lien avec les lois fondamentales ou les applications	ESA Scispace, APR

Prospective - Moyens

Points forts:

- Le soutien de la communauté SdM à travers le dispositif Appels à Propositions de Recherche est fondamental pour l'émergence et la réalisation d'expériences en SdM.
- Les programmes CNES et ESA de vols paraboliques procurent un outil essentiel pour la communauté scientifique, pour faire de la science, et en préparation d'expériences plus longue durée.



Remarque:

- Certaines thématiques ont des applications dans le domaine de l'exploration, mais conserver un équilibre entre applications et recherches fondamentales est essentiel et structurant.

Inquiétude:

- Post-ISS (?)
Garantir l'accès à des vols longue durée en μ pesantier.

