



HAL
open science

Caractérisation ultrasonore de suspensions solides dans un fluide visqueux

Moustafa Eid, Pierre Maréchal, Ahmed Benamar

► **To cite this version:**

Moustafa Eid, Pierre Maréchal, Ahmed Benamar. Caractérisation ultrasonore de suspensions solides dans un fluide visqueux. Journée scientifique de l'École Doctorale 2021, Oct 2021, Le Havre, France. . hal-04461752

HAL Id: hal-04461752

<https://normandie-univ.hal.science/hal-04461752>

Submitted on 16 Feb 2024

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial 4.0 International License

Ce sujet de recherche porte sur la caractérisation d'une distribution aléatoire de particules solides en suspension dans un liquide visqueux, au moyen d'une onde ultrasonore de compression. La présence de ces particules conduit à des propriétés effectives très dépendantes de la longueur d'onde. Les paramètres effectifs sont évalués et caractérisés à l'aide d'ondes ultrasonores dans la gamme du MHz.

A. Caractérisation ultrasonore

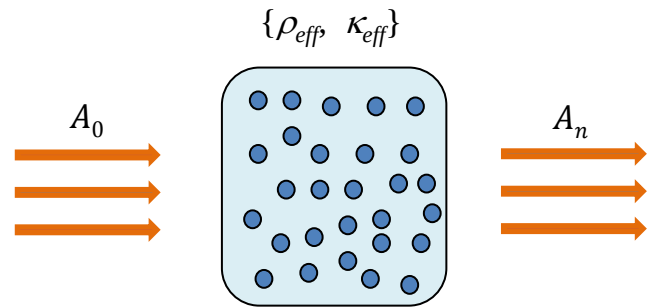
Pourquoi les Ultrasons ??

« Non invasif, Non Destructif », ce sont les 2 avantages les plus importants qui rend les ondes ultrasonores comme un moyen de caractérisation d'un milieu où des particules sont suspendues par un liquide [1].

Ces particules en suspension peuvent être caractérisées selon de nombreux critères : composition, géométrie, concentration, distribution (composition, taille, spatiale), suivant 2 étapes :

- ➡ Mesure de l'atténuation α et de la vitesse c
- ➡ Interprétation des résultats en utilisant une théorie ad hoc.

B. Propriétés effectives

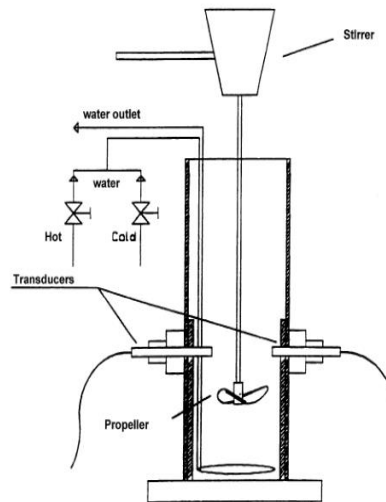


Equations

$$c_{eff} = \frac{d}{\tau} \quad \text{et} \quad \alpha_{eff} = \frac{1}{d} \ln \left(\frac{A_0}{A_n} \right)$$

C. Partie Expérimentale

Selon Stolojanu et Prakash [2], le dispositif expérimental utilisé pour la caractérisation ultrasonore comporte une cellule avec un agitateur pour maintenir une suspension homogène des particules. Deux transducteurs disposés en vis-à-vis sont installés pour l'émission et la réception des signaux ultrasonores, et permettent de caractériser la suspension en transmission.



D. Partie Théorique

Approches citées par Harker et Temple [3] pour déterminer vitesse et atténuation ultrasonores:

1) Approche phénoménologique [Urlick, 1947]:

$$c_{eff} = \frac{1}{\sqrt{\rho_{eff} \kappa_{eff}}} \quad \text{et} \quad \alpha_{eff} = \varphi \bar{\sigma}$$

2) Modèle hydrodynamique [Harker et Temple, 1987]:

$$k_{eff}^2 = \bar{\beta} \omega^2 \frac{\rho_f \rho_s + (\varphi \rho_s + (1-\varphi) \rho_f) \frac{D}{i\omega}}{(\varphi \rho_f + (1-\varphi) \rho_s) \frac{D}{i\omega}}$$

$$\rightarrow c_{eff} = Re \left(\frac{\omega}{k_{eff}} \right) \quad \text{et} \quad \alpha_{eff} = Im(k_{eff})$$

3) Scattering Theory [McClements, 1992]:

$$k_{eff} = \omega / c_{scat} + i. \alpha_{scat}$$

E. Domaines d'applications

- 1) Caractérisation de sédimentation [Gray, 2014] pour permettre de gérer efficacement les systèmes fluviaux, le suivi du mouvement des contaminants en phase solide, estimer l'érosion en vrac, etc.
- 2) Caractérisation ultrasonore des fluides pollués [Bamberger, 2004] : évaluation quantitative de particules polluantes.
- 3) Diagnostic des propriétés des produits laitiers [Dukhin, 2005] : quantification de la teneur en matières grasses, distribution granulométrique et cinétique de variation du produit en fonction du temps.