

## MISE EN COHERENCE DES OBJECTIFS DU TIPE (MCOT)

### Noms des membres du groupe :

1. ALMECIJA César
2. CHERIF HAOUAT Mohamed Amine
3. BAROUX Thomas
4. Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte.

**Titre du TIPE :** Approche acoustique des rideaux de bulles

### Ancrage au thème (50 mots maximum) :

Les rideaux de bulles sont utilisés dans les océans afin d'atténuer la pollution sonore, et ce notamment dans les zones où les activités humaines bruyantes sont susceptibles de causer des dégâts irréversibles à la faune marine.

### Motivation du choix de l'étude (50 mots maximum) :

Les ultrasons émis par des cétacés pour effectuer l'écholocalisation peuvent entrer en interférence avec des ondes émises par des forages, par exemple. Sans atténuation de ces sons nuisibles, une part majeure de la faune marine environnante se retrouve « aveuglée » ne pouvant plus chasser ni se retrouver.

### Positionnement thématique (par ordre décroissant d'importance) :

Physique Ondulatoire

Traitement du Signal

Informatique Pratique

### Mots-Clés (par ordre décroissant d'importance) :

*En Français*

Rideau de bulles

Atténuation sonore

Analyse spectrale

Simulation numérique

Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte.

*En Anglais*

Bubble curtain

Sound attenuation

Harmonic analysis

Computer simulation

Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte.

**Bibliographie Commentée (650 mots maximum) :**

La pollution sonore est légalement considérée en France depuis 2010 comme une pollution marine comme une autre, notamment parce qu'elle perturbe les populations aquatiques. En effet, les animaux marins sont très sensibles aux sons se propageant dans l'eau, en particulier parce qu'ils les utilisent pour se repérer (écholocation) ou simplement pour communiquer. En ce qui concerne les moyens de contrer cette pollution, plusieurs dispositifs existent, parmi lesquels les rideaux de bulles. Leur efficacité pour atténuer cette pollution est reconnue [3] et a notamment été retenue par le gouvernement allemand pour protéger les populations marines bordant ses côtes [1]. A titre d'exemple, nous pouvons citer la construction en mer du Nord, dans la zone économique exclusive de l'Allemagne, du parc éolien de DanTysk. Cette région se trouve être un lieu de vie des marsouins *Phocoena phocoena*, cétacé commun des côtes européennes et américaines, lesquels communiquent principalement par le chant, les plaçant ainsi parmi les plus touchés par la pollution sonore provoquée. En effet, les observations ont mis en évidence une baisse significative des chants émis par les marsouins ainsi qu'un déplacement des populations de plusieurs dizaines de kilomètres, jusqu'à six heures après la fin du processus de battage de pieux. Ce dernier est un procédé d'installation de fondations d'édifice grâce à une succession de chutes de lourdes charges sur les pieux. En conséquence, l'installation de rideaux de bulles autour de l'installation a réduit le périmètre impacté par les travaux, accélérant le retour des marsouins sur le secteur, montrant l'efficacité du dispositif [2]. Toutefois, se pose à présent la problématique de la conception d'un rideau de bulles performant, tout en ayant de moyens limités. De ce point de vue-là, Alex MacGillivray et Roberto Racca ont montré par leurs expériences, utilisant principalement des tuyaux se trouvant dans le commerce, que des résultats probants sur l'atténuation des sons pouvaient tout de même être obtenus [4]. De même, bien que les rideaux de bulles soient à terme voués à être utilisés au large, la possibilité d'obtention de résultats dans des bassins réduits est centrale. En effet, compte tenu de la dimension des aquariums présents dans les laboratoires, aucune hypothèse sur le caractère infini du milieu ne saurait être raisonnablement effectuée. Cependant, de telles expériences, réalisées dans des bacs remplis d'eau ont déjà eu lieu, et avec succès [5], ouvrant ainsi la voie à une expérimentation de laboratoire, sur ces outils destinés à l'océan. Enfin, dans le but d'étayer les mesures et même de les anticiper, s'est posée la question de la modélisation du rideau. En adoptant un point de vue intermédiaire entre la discrétisation du problème en groupes distincts de bulles, et l'homogénéisation du rideau comme milieu mi-liquide mi-aérien, les travaux notamment de Kerry Commander et Andrea Prosperetti permettent d'obtenir des coefficients de réflexion et de transmission associés à un rideau de bulles plan, analogues à ceux obtenables pour une interface classique entre deux milieux. Avec un nombre réduit de paramètres, comme la pulsation de l'onde incidente ou la vitesse de l'onde au sein du milieu comprenant les bulles, nous sommes en mesure de prévoir les performances d'un rideau, découvrant une possibilité de modélisation du système complet, en parallèle de mises en œuvre expérimentales [3][6].

**Problématique retenue (50 mots maximum) :**

Dans quelle mesure les rideaux de bulles constituent une solution viable aux problèmes causés par la pollution sonore en milieu marin ?

**Objectifs du Travail (partie individuelle, 100 mots maximum) :**

Membre n°1 :

Je tenterai de réaliser une modélisation informatique du rideau de bulles utilisé lors de l'expérience, en prenant en compte le fait que le milieu n'est pas infini. Je discuterai plusieurs paramètres, notamment la discrétisation de l'onde, sa fréquence, ainsi que les mécanismes de réflexion et de transmission qui ont lieu dans le bassin. Je finirai par étudier la cohérence des résultats calculés avec l'expérience réalisée.

Membre n°2 :

Je me focaliserai sur l'exploitation des résultats expérimentaux obtenus. J'essaierai de déterminer dans quelle mesure ils valident l'efficacité d'un rideau de bulles, notamment en ce qui concerne la sauvegarde du milieu marin. Je déterminerai également les fréquences les plus susceptibles d'être atténuées en conditions réelles en fonction de celles obtenues expérimentalement, et ce afin de déterminer la plage de fréquences sur laquelle l'utilisation du rideau serait optimale.

Membre n°3 :

Je traiterai principalement de l'impact théorique du rideau sur l'onde. A partir d'une première approche grossière en discrétisant le rideau, on se dirigera avec l'aide de thèses extérieures vers une modélisation plus fine de l'impact de celui-ci, en l'assimilant à un milieu diphasique eau-air. Cela permettra de faire apparaître davantage de paramètres dans le calcul de coefficients de réflexion et de transmission, afin d'approcher au mieux le réel.

Membre n°4 :

Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte.

**Liste de références bibliographiques (2 à 10 références citées dans la Bibliographie Commentée) :**

- [1] JACKSON KUHL: Bubble Curtains: Can They Dampen Offshore Energy Sound for Whales? National Geographic, Février 2012 : <https://www.nationalgeographic.com/news/energy/2012/02/120207-bubble-curtains-to-protect-whales/>
- [2] MICHAEL DÄHNE, KAJOB TOUGAARD, JACOB CARSTENSEN, ARMIN ROSE & JACOB NABE-NIELSEN : Bubble curtains attenuate noise from offshore wind farm construction and reduce temporary habitat loss for harbour porpoises, Marine Ecology Progress Series, Volume 580, pages 221-237
- [3] HERVE GRANDJEAN, Propagation d'une onde de choc dans un liquide aéré : modélisation et application aux rideaux de bulles, Université de Bretagne occidentale - Brest, 2012. NNT : 2012BRES0035, tel-00776609v2. Introduction : pages 1 à 21.
- [4] ALEX MACGILLIVRAY & ROBERTO RACCA, Sound pressure and particle velocity measurements from marine pile driving with bubble curtain mitigation, Canadian Acoustics, Volume 34, No 3, pages 58-59
- [5] CLARA BLASCO, CECILE COSER, FARGES JEROME, MIGNIOT BAPTISTE, Silence, ça bulle !, Mémoire des Olympiades de Physique : [https://odpf.org/images/archives\\_docs/26eme/memoires/EquipeB/memoire.pdf](https://odpf.org/images/archives_docs/26eme/memoires/EquipeB/memoire.pdf)
- [6] KERRY W. COMMANDER & ANDREA PROSPERETTI, Linear pressure waves in bubbly liquids: Comparison between theory and experiments (1989), The Journal of the Acoustical Society of America, Volume 85, Issue 2, pages 732-746
- [7] Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte.
- [8] Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte.
- [9] Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte.
- [10] Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte.