

**Proposition de sujet d'alternance 1A
2025-26**

Laboratoire :	Laboratoire de Mécanique et d'Acoustique	
Candidat retenu :	William Rachau	
Titre du sujet :	Chaîne de pendules modulés en temps	
Encadrant *(s) :	Premier tuteur	Second tuteur
Nom :	LOMBARD	DARCHE
Prénom :	Bruno	Michaël
Qualité ** :	Directeur de Recherches CNRS	Post-doctorant
Localisation :	4 impasse Tesla, 13453 Marseille	4 impasse Tesla, 13453 Marseille
Coordonnées (e-mail/tel) :	lombard@lma.cnrs-mrs.fr 04-84-52-42-59	darche@lma.cnrs-mrs.fr
Déplacements possibles *** :		

* un co-encadrement est possible.

** l'encadrement devra être assuré par un permanent du laboratoire, au minimum titulaire d'un Doctorat.

*** au cas où, dans le cadre de son travail, l'alternant serait amené à se déplacer vers un second laboratoire.

Descriptif du sujet et de la mission (au moins sur la 1^{er} année) :

On considère une chaîne de pendules attachés à un câble de torsion. Ce problème est rencontré dans de nombreux domaines de la physique, décrivant par exemple l'évolution des dislocations dans les solides ou la dynamique de l'ADN. Pour de petits angles par rapport à la verticale, l'équation obtenue est un modèle simple d'équation d'ondes dispersive. Pour de plus grands angles, tels ceux représentés en figure 1, l'équation met en jeu un sinus. Cette équation non-linéaire de sine-Gordon fait l'objet de nombreuses études en physique non linéaire et possède des solutions remarquables : les solitons.

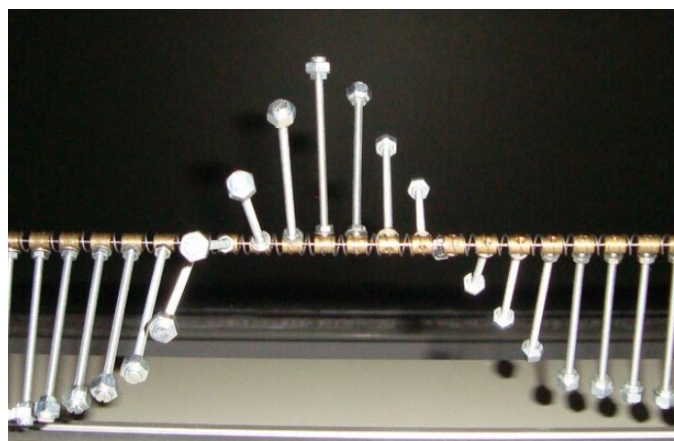


Figure 1 : propagation d'un soliton dans une chaîne de pendules

Par ailleurs, on considère souvent en physique des paramètres variables en espace mais constants dans le temps. C'est par exemple le cas des masses et longueurs dans la chaîne de pendules, qui peuvent varier d'un pendule à l'autre. Un sujet de recherche très actif actuellement consiste à envisager des propriétés

variables dans le temps. Ce nouveau degré de liberté enrichit les propriétés physiques des systèmes étudiés.

On se propose de concilier ces deux domaines de recherche en étudiant l'équation de sine-Gordon modulée en temps. Une façon très simple de procéder consiste à supposer que la hauteur $h(t)$ du câble de torsion est modifiée par un système extérieur. Le mouvement du câble revient à moduler la gravité effective perçue par les pendules. Pour h constante, on retrouve l'équation de sine-Gordon usuelle. Dans le cas contraire, une dynamique riche est attendue. Notamment si $\frac{d^2h}{dt^2} > g$, on s'attend à l'apparition d'instabilités. L'objectif de ce parcours d'alternance est de comprendre la dynamique du système par le biais de calculs analytiques, de simulations numériques et d'expérimentations de laboratoire.

Validation pour mise en ligne ECM :

