

Période su stage : printemps 2020

Titre	Etude de la pénétration d'un système dans le sable en fonction de sa forme par une approche de modélisation calibrée par des essais
Responsable (s) scientifiques à contacter	Ch. ESPINOSA - M. CHARLOTTE ICA CNRS 5312 - ISAE-SUPAERO christine.espinosa@isae-sup aero.fr ; Miguel.Charlotte@isae-sup aero.fr
Laboratoire	Institut Clément Ader (ICA UMR 5312) 3 Rue Caroline Aigle 31400 TOULOUSE www.institut-clement-ader.org



Contexte et besoin

L'acquisition sismique vise à acquérir les données nécessaires à la cartographie de la subsurface du terrain exploré (Terre, astéroïdes, ...) [1].

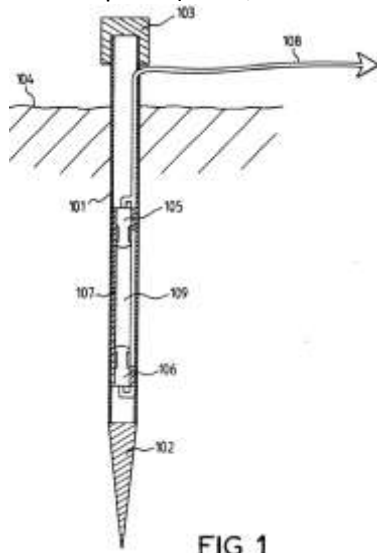


FIG.1

<https://patentimages.storage.googleapis.com/b0/82/f2/c4884f01f586d0/FR2738642A1.pdf>



<https://www.pourlascience.fr/sd/geosciences/ce-bruit-sismique-qui-sonde-la-terre-3163.php>

Ces opérations nécessitent l'installation de milliers, voire de centaines de milliers de capteurs dans des zones pouvant faire des milliers de km². Dans les zones difficiles d'accès ou les zones naturelles, ces opérations sont très coûteuses, dangereuses pour les opérateurs et peuvent avoir un impact significatif sur l'environnement. METIS[®] (Multiphysics Exploration Technology Integrated System) est un projet d'acquisition sismique développé par la Sté TOTAL qui vise à fournir une solution à faible impact environnemental et à faible coût dans les zones difficiles d'accès. Pour atteindre ces objectifs, le projet METIS[®] prévoit de déployer des capteurs à coque biodégradable à partir d'un drone. Ce capteur doit être planté verticalement et suffisamment profondément dans le sol pour assurer une mesure correcte des vibrations du sol.

Enjeux et points clefs

La Sté TOTAL conçoit et développe des systèmes complets de capteurs sismiques (appelés DART), enveloppes et systèmes embarqués. La Sté TOTAL maîtrise la performance de ses systèmes embarqués et la stratégie de développement de ses capteurs vis-à-vis de ses besoins de mesure sismique. Les enjeux liés à l'accessibilité du site de largage et la protection de l'environnement dans l'interaction entre les enveloppes des capteurs et les sols contraignent quant à eux actuellement les stratégies de développement des structures de ces capteurs et les campagnes de lancement selon la

nature du sol. Les sables en particulier sont des sols particulièrement variables du fait de leur comportement non cohésif différent en fonction de leur taux d'humidité et de leur composition d'une part, et du fait des mouvements de terrain et enfouissements pendant la vie du capteur d'autre part (par des glissements de dunes ou des tempêtes de sable par exemple).

Il est donc nécessaire de mettre en place une étude pour : 1) comprendre les mécanismes d'enfouissement des capteurs lors du largage sous drone dans un sol sableux dont la composition est connue ; 2) déterminer les mécanismes d'interaction entre des sols sableux de différentes compositions et hygrométries avec la forme et le vieillissement des enveloppes des capteurs.

Description du sujet

La DART se compose actuellement de 3 parties principales assemblées par des filetages:

- d'un nez dont la géométrie peut prendre soit la forme d'une étoile à 6 branches, soit celle d'un cône qui peut avoir une certaine concavité et différentes longueurs ;
- d'un corps cylindrique d'une vingtaine de centimètre de long ;
- d'une queue qui assure l'aérodynamisme du système.

L'objectif du travail de stage est d'étudier l'influence du nez de la DART sur la profondeur de pénétration dans le sable, sur l'inclinaison finale, sur le moment généré dans la structure et les accélérations subies en divers points de la structure. Le travail combine une approche expérimentale d'essais en laboratoire et de modélisation. Le programme de travail abordera entre autres:

- une analyse bibliographique des approches existantes de modélisation de solides rigides dans des milieux granulaires et des sables en particulier;
- la conception et la mise en œuvre d'un plan d'expérimentation avec différentes formes de nez avec deux objectifs : 1) voir comment le sable se déplace en fonction de la forme, de la force appliquée au nez, de son inclinaison et si possible du type de sable, 2) établir des critères de recommandations et des aides au choix ;
- la proposition de modèles simples pour reproduire les cas enveloppes de la campagne expérimentale et qui permettront d'explorer virtuellement d'autres géométries.

Les modèles numériques seront réalisés avec les codes de calcul disponibles au laboratoire (LS-DYNA® ou Abaqus®). Une formation à l'usage des outils sera proposée par les encadrants.

Profil et compétences attendues des candidats

Le candidat ou la candidate, de niveau ingénieur dernière année ou M2, doit avoir les compétences suivantes :

- Savoir pratiquer code de calcul par éléments finis, connaître la programmation Matlab,
- Connaître le comportement non-linéaire des matériaux classiques (métalliques/composites),
- Connaître les principes fondamentaux de l'analyse fonctionnelle (niveaux min classes prépas)

Des connaissances complémentaires sont souhaitées en analyse de sensibilité (Notions de base), en simulation numérique dynamique transitoire non-linéaire (Initiation).

Conditions et rémunération mensuelle

Stage de niveau M2R pour une durée de 5 à 6 mois au barème stagiaire de l'ISAE-SUPAERO susceptible de déboucher sur une thèse ou un contrat de recherche à durée limitée.

Références

[1] A. Lemer, J. Lacroix, P. Morgand, « *Capteur Sismique.* » Brevet FR 2 738 642 – A1, Int Thomson CSF SA, 12 septembre 1995.

[2] **Projet METIS®** : <https://www.ep.total.com/fr/innovations/recherche-developpement/metis-un-systeme-integre-dacquisition-geophysique-pour-imager>