

## S6O-PROJET DYNAMIQUE MECANIQUE

**Objectif du projet :** ce cours utilise vos connaissances de S5O de cinématique et de statique. Nous allons les compléter dans le cadre d'un projet : le but est d'expliquer le comportement dynamique de systèmes à l'aide de leur mise en équation et de leur interprétation.

**Déroulement du projet :** vous êtes en équipe de 3 ou 4 (groupes aléatoires). Chaque équipe est constituée d'un rapporteur et d'un planificateur (ces postes changent toutes les semaines, planning prédéfini fourni en début de semestre).

**Rôle du planificateur :** mise en place d'un planning numérique des tâches sur les 7 semaines du projet. Il met à jour ce planning (tâches effectuées, en cours et à faire) toutes les semaines et il le présente. Il rend un document final récapitulant la progression du projet avec le temps passé par tâche.

**Rôle du rapporteur :** il s'approprie le travail du groupe ; il l'explique ensuite pendant 5 à 10 minutes -à l'aide des documents clairs et concis du classeur de projet- à l'enseignant. Il restitue ensuite au groupe les remarques.

**Rôle de chaque membre du groupe :** il tient à jour un rapport d'activité (tableur : voir exemple sous moodle) dans lequel il répertorie **les tâches qu'il a effectuées** à chaque séance, chronologiquement (seul ou en groupe), pendant et en dehors des cours avec le temps consacré, les problèmes rencontrés, les solutions apportées. Le temps total hors séance doit apparaître. L'étudiant doit montrer qu'il a participé à chaque compétence visée du projet (pas d'étudiant mono tâche !). Les brouillons, ordonnés chronologiquement et numérotés, feront foi (à présenter dans un classeur).

Temps à allouer au projet par personne : 21 heures à l'emploi du temps + 10.5 heures « maison » environ.

De plus, « un classeur de projet » sera tenu à jour avec les documents exposés par le rapporteur, classeur consultable à tout moment par l'enseignant. L'évaluation prendra fortement en compte la capacité du groupe à fournir des documents rigoureux et exploitables : professionnels.

### Portfolio :

Un drive sera créé par équipe avec les onglets suivants : planning, classeur de projet, rapport d'activité (un par étudiant).

**Evaluation du projet :** chaque audition d'un rapporteur est évaluée et contribue à la note de contrôle continu du groupe. Leur rapport d'activité est examiné en même temps ce qui leur apporte une note personnelle. L'évaluation finale (toute l'équipe) complète la note du groupe : pendant 10 minutes le résultat des travaux est présenté et commenté en s'appuyant sur le classeur de projet, un bilan est attendu (prendre du recul), mais aucun dossier (5 slides environ) : les conclusions étayées sont évaluées prioritairement, ainsi que le planning restituant la démarche scientifique.

Autoévaluation : à la fin du projet, je vous demande -de façon collégiale- de vous répartir 12 points entre les membres de l'équipe et de me communiquer le résultat.

### Compétences techniques :

Rechercher et écrire des équations de mouvement à partir du PFD (dynamique du point et du solide)

### Compétences transverses :

Communiquer au sein d'un groupe

Organiser son travail au sein d'un groupe (planification)

Synthétiser son travail (Portfolio, résumé de cours)

Restituer un travail à l'oral (Rapports)

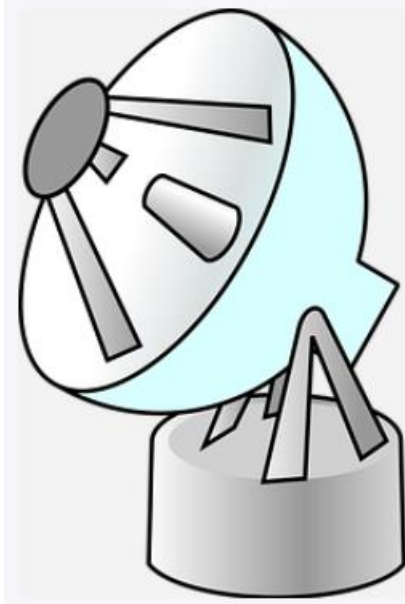
## Projet dynamique mécanique



Canon 155mm 'Long Tom' du 33/61 Heavy Regiment Royal Artillery de la [British Army](#) sur le front italien (22 février 1945, Vergato, Italie).



Rayures de l'âme d'un canon 105 mm, le [Royal Ordnance L7](#).



Dans le cadre d'une étude de trajectoire d'un projectile, nous souhaitons étudier -à des fins pacifiques- l'influence des frottements de l'air sur la précision du tir ; le tir étant suivi par un radar à terre dont on étudiera la dynamique également.

Pour ce faire, nous avons défini un cadre d'étude. Un canon « Long Tom » de calibre 155mm est positionné à l'église de Lampaul Plouarzel. La cible est le loch de l'île de Balanec dans l'archipel de Molène. Notre radar de suivi est placé au point le plus haut de l'île de Litiri, toujours dans l'archipel de Molène.

Les hypothèses simplificatrices d'études devront être précisées au fur et à mesure.

Etudes demandées :

Calculer la hausse et la direction à donner au canon pour atteindre la cible dans les cas suivants :

1 : projectile ponctuel, référentiel : le sol

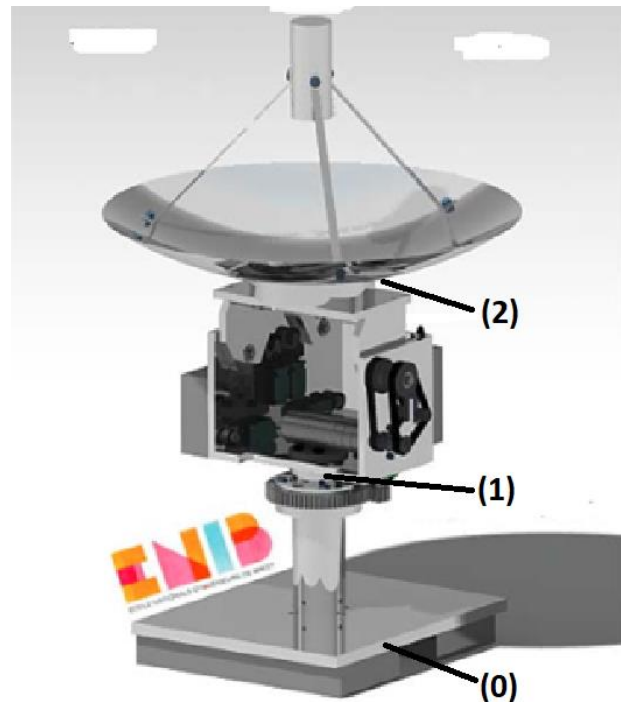
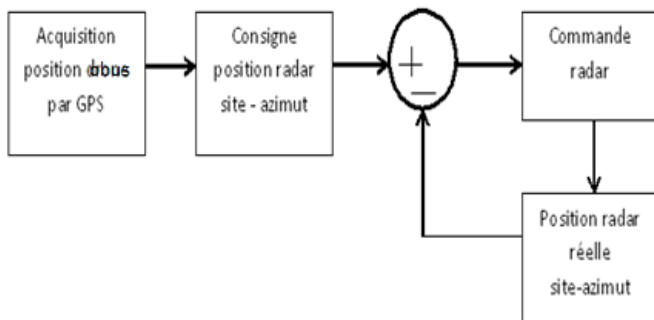
1-1 En négligeant les frottements de l'air

1-2 Avec les frottements de l'air

Une étude comparative et critique est demandée.

2 : donner les lois de mouvement du radar de suivi de projectile (azimut et site) afin de dimensionner les actionneurs (couples moteurs max)

## Modélisation du radar



Le radar est constitué d'une base fixe (0), d'un support (1) en liaison pivot d'axe vertical (D10) avec la base, et de l'antenne (2) en liaison pivot d'axe horizontal (D21) avec (1).

Les pièces (1) et (2) admettent 2 plans de symétrie orthogonaux passant par les axes liés aux pièces respectives,  $G1$  cdm de (1) est sur (D10),  $G2$  cdm de (2) est sur (D21). (D10) et (D21) sont concourants en  $G2$ .

Le moteur (M10) assure la rotation de (1) par rapport à (0) ; le moteur (M21) assure la rotation de (2) par rapport à (1).

Déterminer les couples délivrés en sortie de ces deux motoréducteurs au cours du temps lors de cet essai (hors période d'accroche de la cible).

## Planification du projet

Liste des tâches non exhaustive :

Etude de la trajectoire de l'obus sans frottement :

- Détermination du paramétrage
- Equations de mouvement
- Résolution des équations de mouvement
- Tracé de la trajectoire

Etude de la trajectoire de l'obus avec frottement :

- Reprise de l'étude précédente
- Résolution numérique des équations du mouvement
- Tracé de la trajectoire

Etude du mouvement du radar de suivi de cible :

- Détermination du paramétrage
- Equations de mouvement
- Détermination des lois de consigne des mouvements du radar lié au suivi de cible.
- Déterminer l'évolution des couples moteurs en fonction des moments d'inertie des pièces du radar.

Planifier la liste des tâches (à mettre à jour régulièrement). Un code des couleurs sera associé aux tâches à effectuer, aux tâches en cours et aux tâches terminées avec un pourcentage d'avancement. Ne rien prévoir la dernière semaine (évaluation finale et finitions de la présentation).

NB : afin de profiter pleinement de ce projet dans le cadre de votre formation, il est important de voir et comprendre tous les chapitres. C'est la synthèse du cours qui permettra de traiter la complexité du projet. Ainsi, si des parties théoriques ou des exercices vous posent problème, un cours spécifique sera mis en place à votre demande par l'enseignant ; l'important est de comprendre et maîtriser les notions étudiées afin de pouvoir les réutiliser ultérieurement.

**Durée du projet** : 3.5 semaines, 21 heures à l'edt, 10h30 environ « maison » par étudiant.

Données communes à toutes les équipes :

Masse volumique de l'air :  $1.225 \text{ kg/m}^3$

$C_x \text{ obus} = 0.04$

Diamètre obus = 155mm

Données par équipe :

| Numéro d'équipe | Masse du projectile kg | Vitesse initiale m/s |
|-----------------|------------------------|----------------------|
| 1               | 45                     | 1200                 |
| 2               | 45                     | 1150                 |
| 3               | 45                     | 1100                 |
| 4               | 45                     | 1050                 |
| 5               | 45                     | 1000                 |
| 6               | 45                     | 950                  |
| 7               | 40                     | 1200                 |
| 8               | 40                     | 1150                 |
| 9               | 40                     | 1100                 |
| 10              | 40                     | 1050                 |
| 11              | 40                     | 1000                 |
| 12              | 40                     | 950                  |