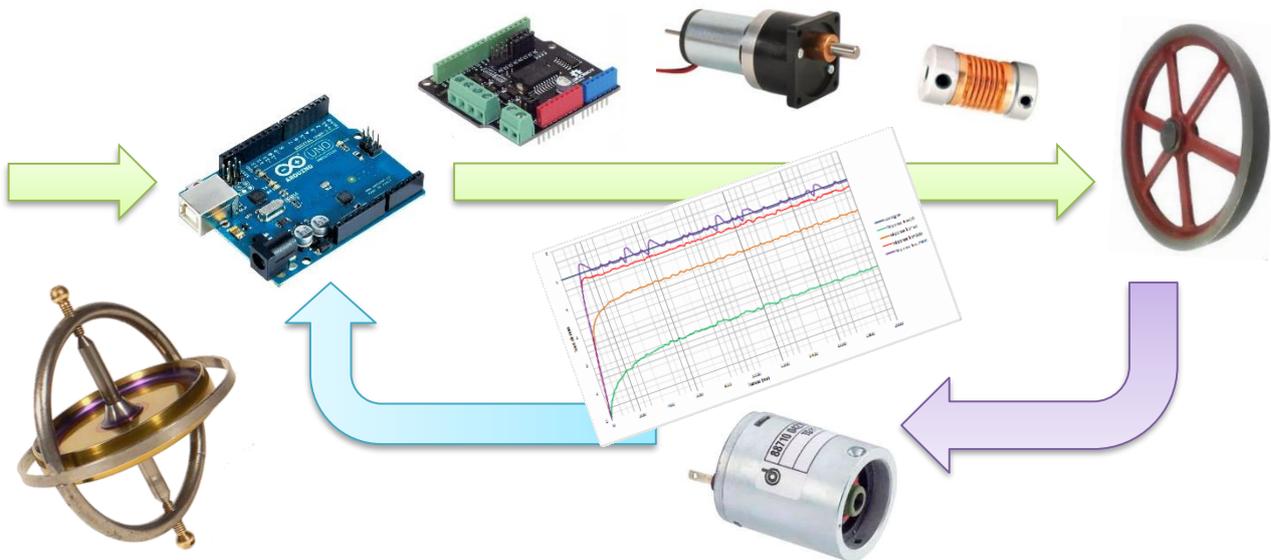




*Spatia***LXM**

Certains phénomènes mécaniques sont-ils impactés en apesanteur ?



Dossier de présentation du projet

Les élèves et professeurs de Sciences de l'Ingénieur



<http://www.lycee-xavier-marmier.fr/>

Sommaire

Objectifs détaillés du projet :	3
Présentation de l'équipe	4
Descriptions des expériences & Protocole expérimental :	5
Expérience 1 :	5
Expérience 2 :	6
Expérience 3 :	7
Expérience 4.a :	8
Expérience 4.b :	9
Déroulement des manipulations :	10
Intérêt pédagogique du projet	10
Cadre générale du projet	11
Intérêt scientifique du projet.	11
Réinvestissement des résultats	12
Plan de communication préliminaire sur ce projet (presse, radio, TV, Internet, etc...).....	12
Plan de valorisation pédagogique préliminaire.....	13
Budget prévisionnel : sources de financement prévues	13
Description technique du projet :	14
Conclusion :	15

Objectifs détaillés du projet :

Le but des expériences présentées est de vérifier si l'absence de pesanteur peut avoir un effet sur des phénomènes physiques ou mécanique

L'effet gyroscopique est-il encore présent en apesanteur ?

Une roue mise en rotation sur un support permet de mettre en évidence sur terre la présence d'angle de nutation et un cercle de précession, ces deux paramètres sont-ils modifiés avec l'absence de gravité.

L'effet de la force centrifuge est-il encore présent en apesanteur ?

Un pendule mis en rotation autour d'un axe aura-il le même comportement en apesanteur.

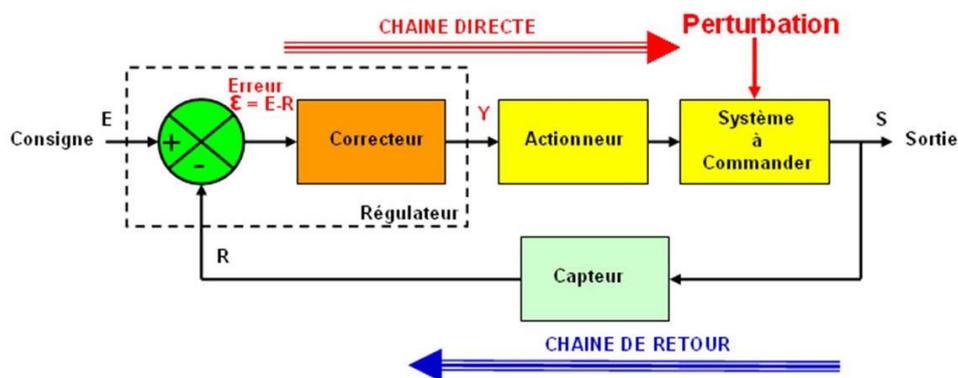
Le fonctionnement d'une pompe est-il impacté par l'apesanteur ?

Une pompe réaliser le transfert d'un fluide d'un récipient N°1 vers un récipient N°2, cette pompe va consommer une énergie pour réaliser ce transfert en un temps.

La pompe utilisera-t-elle la même énergie ? la durée du transfert sera-t-elle identique si cette expérience est menée en apesanteur ?

Etude des effets de l'apesanteur sur des systèmes asservis.

Dans un système asservi la mesure d'un capteur permet grâce à une chaîne de retour de corriger l'action d'un système en vue d'atteindre une valeur attendue (position, vitesse, température etc.).



L'objectif du projet est d'étudier les effets de l'impesanteur sur deux systèmes asservis à travers deux situations d'étude :

Dans les deux cas La masse à déplacer est soumise sur terre à la force de la gravité... l'absence de force de gravité va-t-elle impacter la réponse du système asservi ?

Présentation de l'équipe



L'équipe sera constituée de 10 élèves de Terminale en BAC S option Sciences de l'Ingénieur au lycée Xavier Marmier de Pontarlier et de leurs enseignants en Sciences de l'Ingénieur :

- **Les élèves :**

2 groupes de 4 élèves, travaillant en équipe de projet, auront la responsabilité de la réalisation des maquettes dans le cadre de leur **Projet pluri technique encadré** (70h sur l'année scolaire).

- **Les enseignants :**

L'un spécialisé en mécanique, le second en automatisme et en maintenance encadreront les d'élèves afin de les aider à atteindre leurs objectifs.



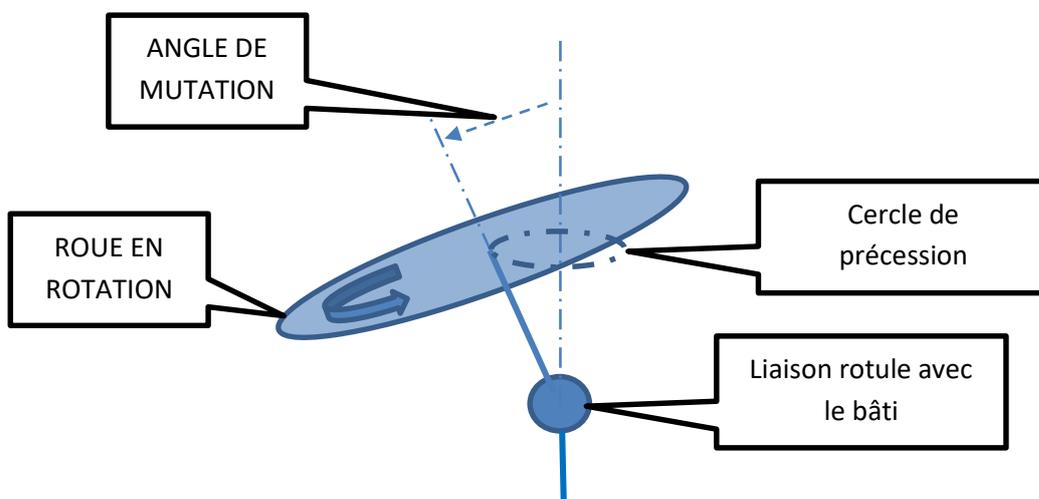
Elèves en salle de SI



Descriptions des expériences & Protocole expérimental :

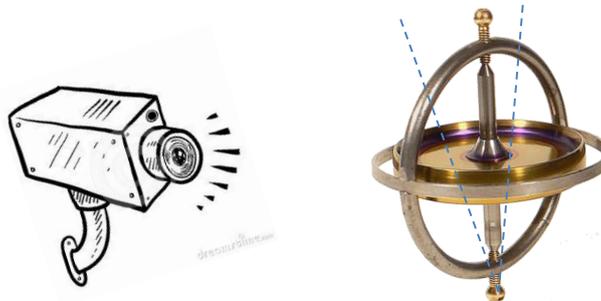
Expérience 1 :

L'effet gyroscopique est-il encore présent en apesanteur



Protocole :

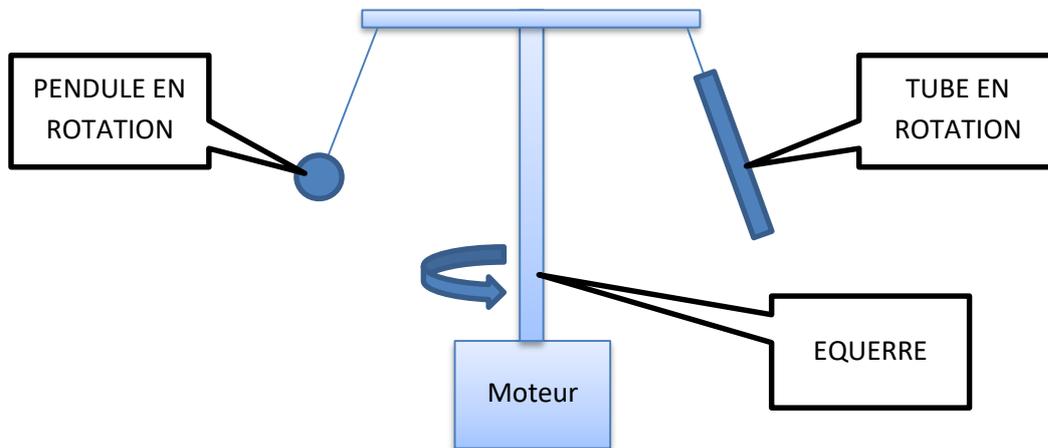
- 1- La roue est mise en rotation grâce à une ficelle enroulée sur son axe (comme une toupie).
- 2- Celle-ci est normalement soumise à l'effet gyroscopique : l'ensemble tourne, incliné d'un angle de Mutation, autour d'un axe en suivant le cercle de précession.
- 3- En plaçant une caméra en face de cette maquette, on pourra visualiser l'angle de mutation et regarder si cet angle est différent de celui mesurer sur terre.



Exemple de gyroscope utilisable pour l'expérience la partie inférieure étant fixé grâce à une liaison rotule sur le bâti.

Expérience 2 :

L'effet de la force centrifuge est-il encore présent en apesanteur ?



Protocole :

- 1- Deux corps de même masse, mais de formes différentes sont placés sur une équerre de sorte que leur centre de gravité respectif soit au même niveau (hauteur).
- 2- On met en rotation l'équerre à une vitesse faible, on entraîne les deux masses. Celles-ci s'écartent vers l'extérieur sous l'effet de la force centrifuge.
- 3- On mesure l'angle formé entre la verticale et l'inclinaison des deux corps grâce à une caméra placée dans l'alignement de l'expérience.
- 4- Les deux angles sont-ils égaux, et différents de ceux trouvés en présence de gravité.

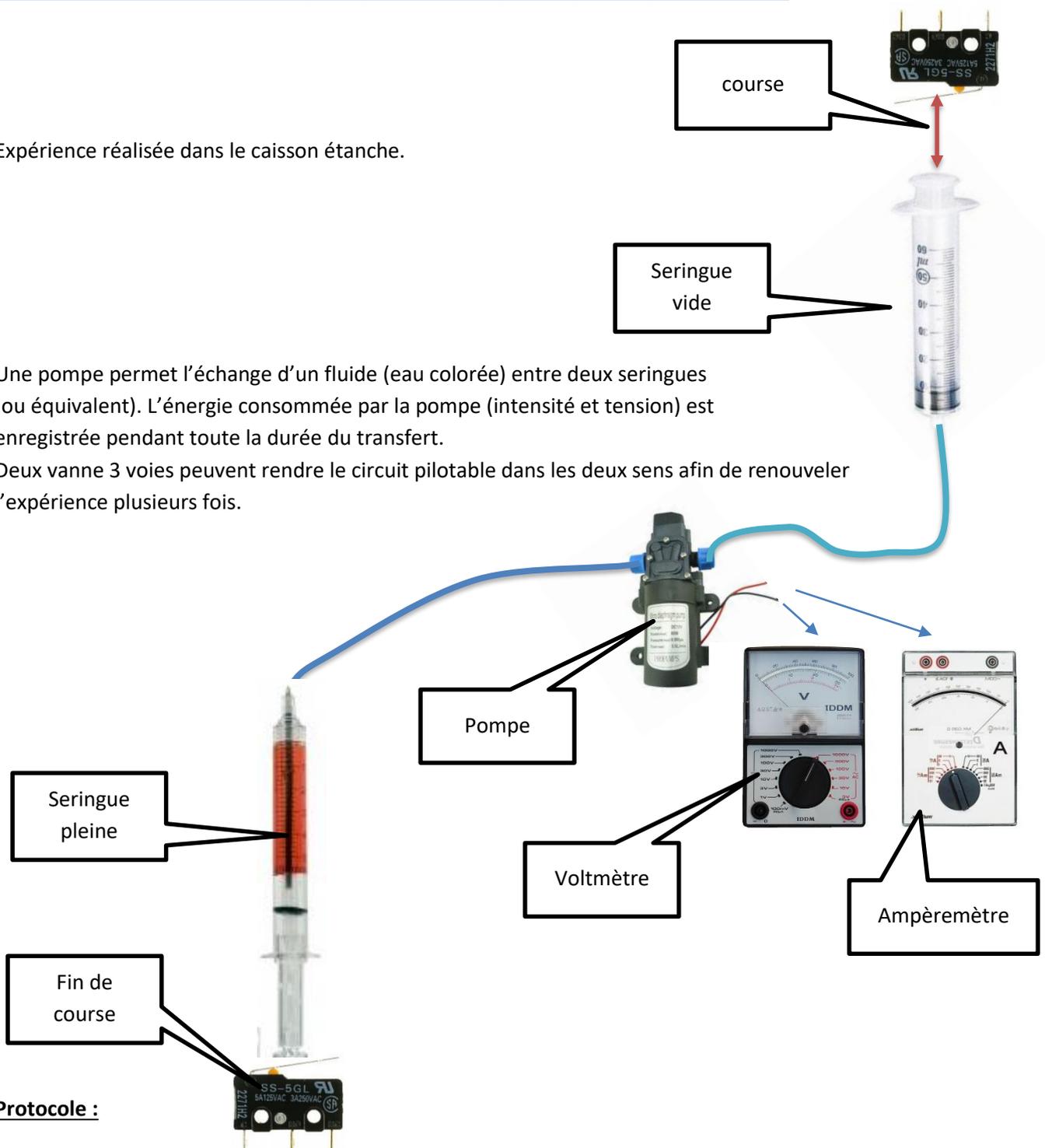
Expérience 3 :

Le fonctionnement d'une pompe est-il impacté par l'apesanteur ?

Expérience réalisée dans le caisson étanche.

Une pompe permet l'échange d'un fluide (eau colorée) entre deux seringues (ou équivalent). L'énergie consommée par la pompe (intensité et tension) est enregistrée pendant toute la durée du transfert.

Deux vanne 3 voies peuvent rendre le circuit pilotable dans les deux sens afin de renouveler l'expérience plusieurs fois.



Protocole :

- 1- Au départ une première seringue est pleine, la seconde vide.
- 2- A $t=0$ on met en route la pompe, et la consommation de celle-ci est enregistrée (Ampère, Volt)
- 3- Dès que la seconde seringue est vide, un capteur arrête la pompe et le chronomètre.
- 4- Deux vannes 3 voies (non représentées sur le schéma) permettent d'inverser le sens d'écoulement du fluide

Expérience 4 : Etude des effets de l'apesanteur sur des systèmes asservis.

Expérience 4.a :

Une masse mise en mouvement grâce à un moteur se déplace verticalement et doit atteindre une position. Un capteur analogique détermine la position de la masse et une carte microcontrôleur corrige le déplacement afin d'atteindre le point voulu le plus rapidement possible.

Comme le montre le schéma de la figure 1, un motoréducteur entraîne une courroie par le biais d'une poulie crantée.

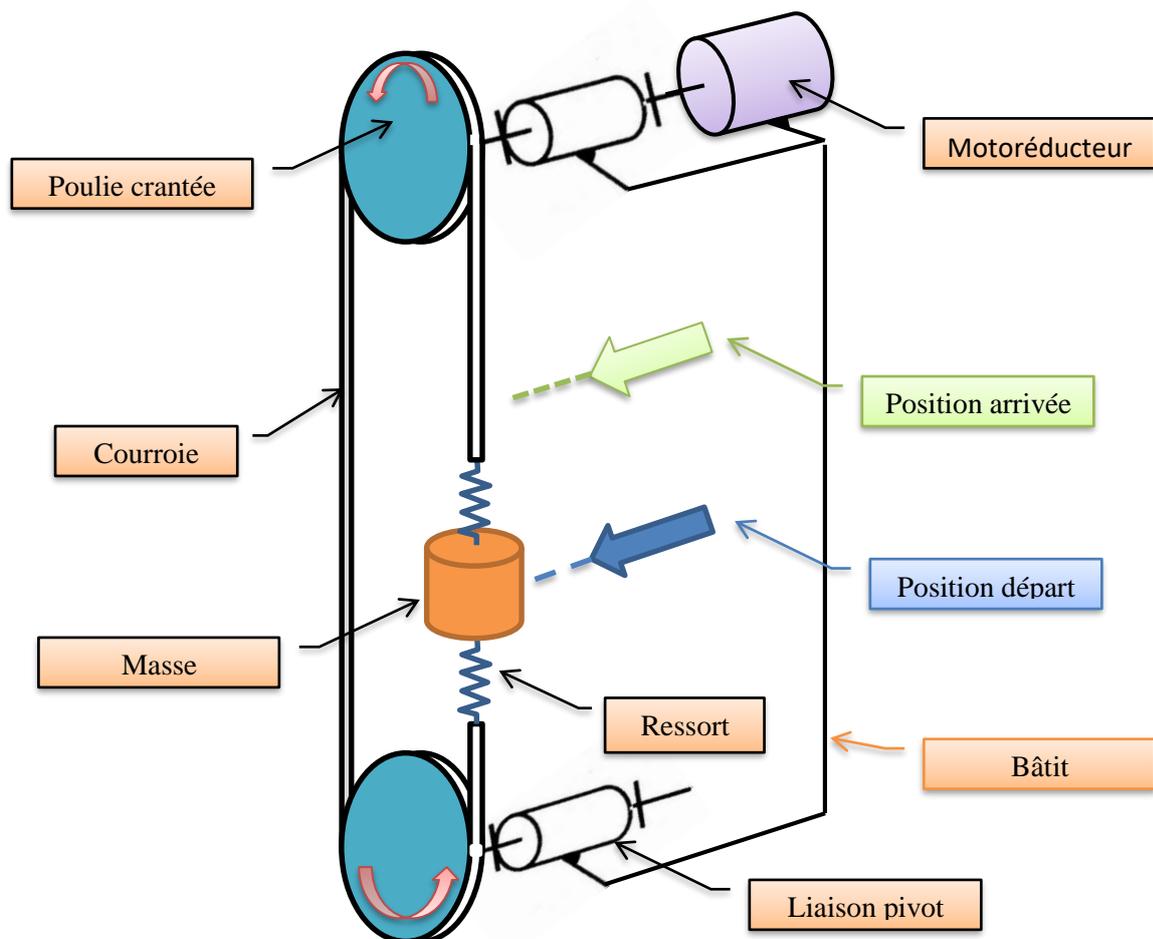


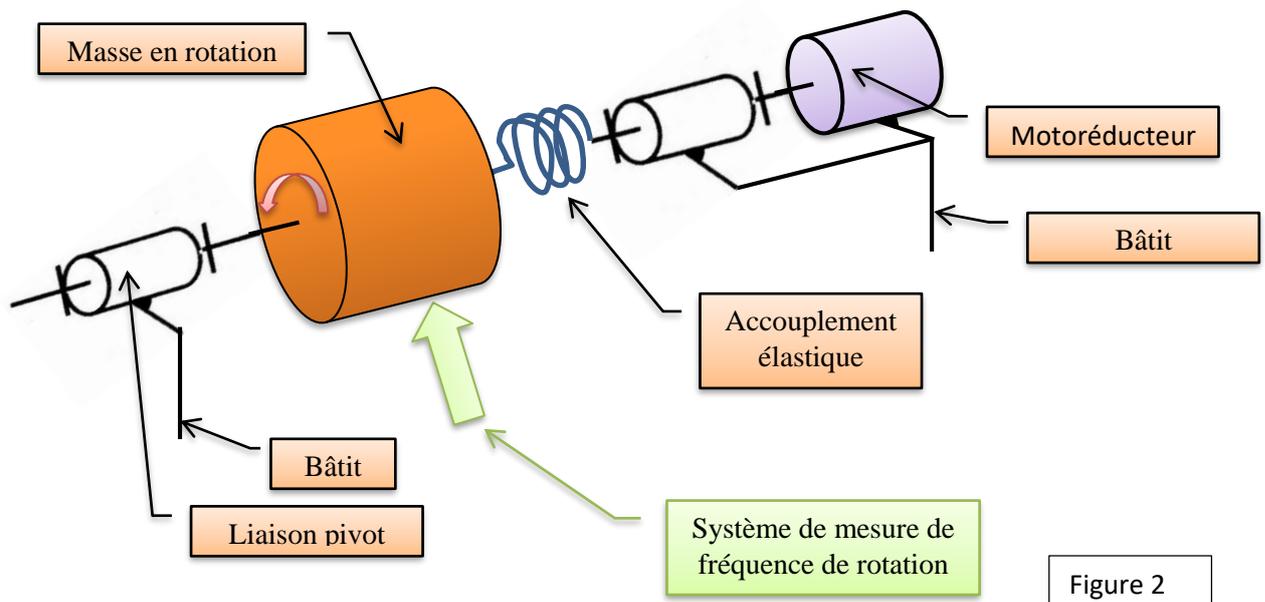
Figure 1

Une masse placée sur la courroie se déplace en translation d'une position de départ pour atteindre une position d'arrivée. Le déplacement de la masse est mesuré grâce à un capteur et le système corrige le signal de commande en fonction de l'écart mesuré (on parlera d'asservissement en position).

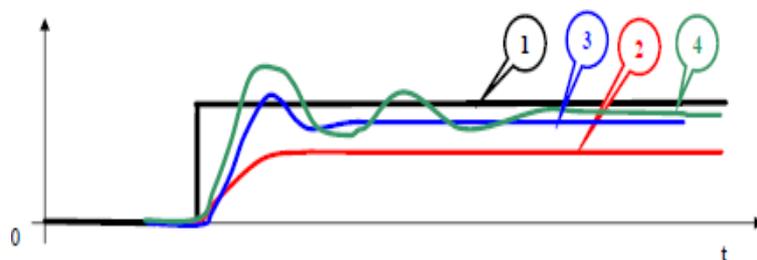
Expérience 4.b :

Une seconde masse mise en rotation grâce à un second moteur doit atteindre une fréquence de rotation (en tour/minute) déterminée. Un capteur analogique détermine la fréquence de rotation et envoie le signal à une carte microcontrôleur qui corrige le signal de commande afin d'atteindre la fréquence désirée.

Comme le montre la figure 2, une masse est mise en rotation grâce à un motoréducteur. On souhaite ici atteindre une fréquence de rotation déterminée. Un capteur mesure la fréquence et un système de traitement corrige le signal de commande pour atteindre la fréquence demandée (on parlera d'asservissement en vitesse).



En fonction de la vitesse, de la masse, de la méthode de correction, et d'autres paramètres, la réponse de ces deux systèmes asservis va varier. Comme le montre le schéma ci-dessous pour une action de type proportionnelle en faisant varier le Gain P :



- 1 consigne.
- 2 gain trop petit.
- 3 gain correct.
- 4 gain trop grand.

Le système de correction sera paramétré (pour agir par exemple avec une action **proportionnelle**, une action **intégrale**, ou une action **dérivée**). **Des situations réalisées en présence de gravité seront comparées avec les mêmes situations réalisées en apesanteur.** Ces situations seront également modélisées afin de simuler les expériences.

L'objectif du projet est d'analyser et de comprendre les écarts constatés.

Déroulement des manipulations :

- Dans un premier temps, le but de l'expérience est donc de faire varier quelques paramètres (comme par exemple l'action proportionnelle) afin d'obtenir et d'enregistrer les réponses des systèmes sur terre.
- Dans un second temps il faudra reproduire les mêmes manipulations en apesanteur pour voir si le système réagit de la même manière et éventuellement corriger des paramètres (gain P) pour observer les réactions
- En plus de la maquette réelle des expériences, les élèves réaliseront une modélisation informatique des systèmes afin de simuler leur fonctionnement à la fois sur terre (donc soumis à la gravité) et dans l'avion OG (donc en apesanteur).

Intérêt pédagogique du projet

La **démarche de projet** est un **élément majeur** de l'année de terminale en sciences de l'ingénieur. La pédagogie est basée sur l'analyse des écarts (voir figure 3 - extrait du référentiel Sciences de l'ingénieur)

Le thème du projet permet d'aborder des connaissances de sciences de l'ingénieur dans plusieurs sous compétence du référentiel de l'examen (figure 4).

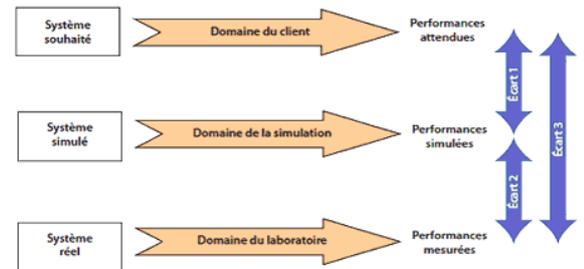


Figure 3

Les connaissances abordées sont multiples, nous avons choisi de ne citer que les principales :

- Les asservissements,
- mécanique cinématique et dynamique,
- Composants réalisant les fonctions de la chaîne d'énergie (interface de puissance, actionneur, effecteur)
- Composants réalisant les fonctions de la chaîne d'information (capteur, disposition de traitement, interface de communication),
- Analyse des écarts
- Prévion quantitative de la réponse du système
- Paramètres de configuration du système

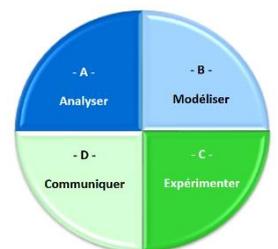


Figure 4

Outre ces connaissances, l'intérêt pédagogique réside dans le fait que cette expérience aura un impact considérable sur la motivation des élèves et sur leur volonté de mener à bien leur étude.

Le temps que certains élèves passionnés (plusieurs de nos élèves ont participé à une formation au Comité d'Initiation et de Recherche Aéronautique et Spatiale en classe de seconde) pourraient consacrer à un projet comme celui-ci sera sans doute considérable.

Cadre générale du projet

Les élèves de terminale SSI ont un **Projet Pluri technique Encadré** à réaliser dans le cadre de l'évaluation au Bac S option Sciences de l'ingénieur.

Ce projet d'une durée de 70 h environ regroupe les compétences de plusieurs élèves (3 à 5) dans une démarche d'analyse, de conception, de modélisation et de réalisation d'un système pluri technique.

Un cahier des charges est défini au début de l'année scolaire, et une planification du travail de chaque élève est définie pour la durée du projet.

Des revues de projet planifiées permettent de vérifier l'avancement du projet et de réagir en cas d'anomalie.

Ce projet se déroule, sur toute l'année scolaire, pendant certaines heures du cours de sciences de l'ingénieur, et utilise tous les moyens de calculs, d'analyse, de modélisation (logiciel de conception, logiciel de simulation) et de prototypage (imprimante 3D, usinage, assemblage, outillage de mesure et de contrôle) de la salle de sciences de l'ingénieur.

Certaines parties mécaniques ou électriques pourront être sous traitée à des élèves de section Maintenance des systèmes industriels (section présente sur Pontarlier dans laquelle nous intervenons également).

Ce partenariat a déjà été utilisé pour des projets importants comme la construction d'un télescope motorisé (<http://spatialxm.iimdo.com/le-projet-t%C3%A9l%C3%A9scope/>)

Le compte rendu des projets est une demande au niveau de l'examen du BAC. Il pourra donc être fourni après les expériences.

Intérêt scientifique du projet.

L'intérêt scientifique est de mettre en évidence qu'un solide en mouvement de translation n'est pas soumis aux mêmes lois qu'un solide en rotation

En effet avec ces expériences, nous espérons mettre en évidence que le poids (donc lié à la gravité) n'impacte pas tous les systèmes mécaniques asservis.

Dans le cadre d'un solide en rotation (moment d'inertie), seule la masse intervient dans le calcul de l'énergie mise en jeu.

Dans le cas d'un solide en translation, la charge (donc le poids) à soulever devient non négligeable et peut impacter le fonctionnement d'un système...

Réinvestissement des résultats

Les maquettes des expériences réalisées, les résultats, les simulations seront ré exploitables pour des supports de travaux pratiques. Elles permettront de montrer aux futurs élèves un projet ambitieux et motivant.

Ils permettront d'aborder « les asservissements » à l'aide de vidéo et de systèmes, témoignage d'une expérience unique réalisée par des élèves.

Une série de situation mettant en évidence :

- Les mesures effectuées ou la réalisation de nouvelles mesures,
- Les écarts par rapport aux résultats attendus,
- L'analyse de ces écarts

Ce projet est parfaitement adapté à la pédagogie mise en œuvre en Sciences de l'Ingénieur.

Plan de communication préliminaire sur ce projet (presse, radio, TV, Internet, etc...)

Sur le plan local, plusieurs médias sont et seront utilisés pour communiquer sur ce projet.

Tous les projets réalisés par les élèves et les équipes pédagogiques sont couvert :

- dans la presse locale via L'EST REPUBLICAIN
- Sur les radios locales PLEIN AIR et FRANCE BLEUE BESANCON
- Le lycée dispose également de deux sites 'internet' :
 - Le site SPATIALXM (spatialxm.jimdo.com) qui valorise les activités à caractère spatial des élèves des lycées Xavier Marmier et Toussaint Louverture de Pontarlier (projet ballon, projet fusée, club Astro, projet télescope).
 - Le site disciplinaire des sciences de l'ingénieur (dans lequel les élèves, les parents trouvent les informations pédagogiques et qui présente les projets réalisés par les élèves dans la filière).



Pour certains projets, la communication a été portée sur des médias nationaux. Pour exemple, la découverte de deux étoiles variables par des élèves lors d'un stage astronomie à l'OHP a été couverte sur RTL (émission d'Yves Calvi) et sur TF1 (journal de 13h)

Encore récemment (31 mai 2016), le lancement d'un ballon avec les élèves de seconde SI a été largement couvert dans la presse locale

(<http://spatialxm.jimdo.com/projet-ballon-1/>)



Plan de valorisation pédagogique préliminaire

La filière S option Sciences de l'ingénieur du Lycée Xavier Marmier de Pontarlier est jeune (ouverture en septembre 2014). Nos élèves sont très réceptifs à des projets, nous avons pu le constater encore récemment lors d'un partenariat réalisé avec l'entreprise Schrader car leurs questions ont été très intéressantes et inattendues (<http://si-lxm.jimdo.com/projets/>).

Lorsque nous leur avons présenté le projet Parabole 2016, celui-ci a suscité beaucoup de questions et de réflexions de leur part. Les thèmes proposés par certains élèves ont été très proches de la problématique finale retenue et présentée dans ce dossier.

Ce projet permettra d'aborder des connaissances de terminale avec un groupe d'élèves qui pourra directement présenter ses recherches. Ces présentations joueront, sans aucun doute, un rôle de catalyseur et permettront à l'ensemble des élèves d'appréhender des notions mises en jeu qui vont beaucoup plus loin que le fait d'être en apesanteur :

Les asservissements, le principe fondamental de la dynamique, Principes fondamentaux d'étude des circuits, Énergie et puissances.

L'intérêt du projet pour les élèves est double :

- Il sera évalué **comme une épreuve du BAC** au travers d'un dossier soutenu devant un jury en fin d'année scolaire et présentant tous leurs travaux et expériences.
- Il sera un outil pédagogique fédérateur pour tous les élèves.

Budget prévisionnel : sources de financement prévues

Une grande partie du matériel ainsi que tous les outils informatiques et de mesures sont déjà disponibles au sein de la section Sciences de l'ingénieur.

Une section de maintenance des systèmes industriels (dans laquelle nous enseignons également) est également présente sur Pontarlier et dispose de matériel disponible (capteur, moteur, matière).

La section Sciences de l'ingénieur dispose d'un budget de fonctionnement qui permettra d'acheter le matériel spécifique pour cette expérience (comme c'est le cas pour les projets des élèves de terminale)

Pour les frais de déplacement des élèves et des professeurs, un devis doit être présenté au conseil d'administration du fin juin 2016 pour validation. En cas de budget trop élevé, une recherche de partenaire sera envisagée.

Description technique du projet :

Le projet utilisera des moteurs à courant continu équipés de réducteur. Une pompe La tension d'alimentation des moteurs sera de 12v. La masse d'un moteur peut être estimée à environ 200g



Le pilotage des moteurs sera réalisé avec des cartes de type 'arduino' équipé d'une carte de puissance pour moteur (masse 100g)

Une alimentation 12V continu sera nécessaire pour l'alimentation des moteurs et des cartes de commande et des capteurs (masse 600g). La puissance de l'alimentation sera de 100 watts environ



Masse en mouvement :



La masse déplacée en translation sera d'environ 100g, celle mise en rotation d'environ 200g (sous forme d'un volant d'inertie)

Les espaces dans lesquels seront placées les masses en mouvement seront protégés par un carter en tôle en partie grillagée afin de garantir la sécurité des expérimentateurs.

Pour l'expérience N°3,

Les autres pièces :

Les capteurs, poulies crantées, courroie, ressort ou accouplement élastique représentent une masse faible par rapport aux autres composants



L'acquisition des données sera réalisée grâce à un ordinateur portable (placé dans le compartiment d'instrumentation) via une liaison USB.

Certaines autres pièces pourront être achetées ou réalisées avec des moyens de prototypage.

Conclusion :

La rédaction de ce document a été le fruit de recherche et de dialogue entre tous les acteurs de la section Sciences de l'ingénieur du lycée Xavier Marmier de Pontarlier.

Nos élèves sont très motivés à l'idée de réaliser un projet dans un cadre expérimental à la fois unique et surprenant.

Le rêve apporté par ce projet est fédérateur, et s'il devient une réalité il le sera sans doute beaucoup plus encore...

The logo for 'spatialXM' is displayed in a bold, yellow, sans-serif font. It is positioned in the bottom right corner of a rectangular image that features a blue sky with white clouds. The text 'spatialXM' is the only text element in this image block.