idée : on commence par étudier une bifurcation mécanique pour présenter les instabilités puis on montre leur utilité en électronique (démarrage des oscillations pour un oscillateur)

**I) Le bifurcateur**

Matériel :

- Le bifurcateur

- boîte de bille scotchée à la base du bifurcateur

- alimentation continue (qui peut aller jusqu’à 24V) + câble secteur

- tachymètre rotaro gris (stock Méca A)

- Stroboscope + câble secteur

Il s’agit d’une bille circulant dans une gouttière en forme d’anneau, montée sur l’arbre d’une machine à courant continu. La rotation de l’anneau, par création d’une force centrifuge, va éjecter la bille hors de la position d’équilibre θ = 0 au delà d’une vitesse angulaire critique. A nouveau, les non linéarités proviennent de considérations purement géométriques lors de la mise en équation du problème. On va montrer qu’ici, suivant les valeurs d’un paramètre de contrôle qui est la vitesse angulaire de l’anneau, certaines positions d’équilibre existent ou non, et sont stables ou non.

Alimenter la MCC avec une alimentation stabilisée continue. Ne pas dépasser 24 V (de toute façon la vitesse correspondante est bien trop élevée).

Dans le repère tournant, la bille à une énergie potentielle effective :



Les positions d’équilibre sont telles que :  , soit :



Protocole de mesure : La mesure de vitesse de rotation se fait grâce à un tachymètre optique, monté avec une pince et une noix sur un pied. Régler l’ensemble de manière à viser le bout de scotch réfléchissant apposé sur l’anneau du bifurcateur. Faire en sorte que l’incidence du spot laser soit environ normale, en réglant l’inclinaison du tachymètre.

Pour la mesure de l’angle correspondant à la position de la bille, une première méthode est de se placer dans le noir et d’utiliser un stroboscope pour "figer" le bifurcateur et lire une valeur de l’angle sur le rapporteur intégré (avec une précision relative, environ 3°...). Le correcteur a également proposé une méthode avec prise de photo en mode rafale et traitement d’image (A tester, les photos seront probablement floues, et même si elles ne le sont pas, il faut que le rapporteur soit visible...)

Mesures à effectuer : Pour des vitesses de rotation comprises entre 0 et 2 ou 3 Ωc, mesurer l’angle de la position d’équilibre de la bille. Pour évaluer l’incertitude sur la vitesse de rotation, se reporter à la doc du tachymètre optique, ou observer directement les fluctuations de la valeur lue. A partir de là, on peut proposer deux tracés à exploiter :

• Tracé de cos θ en fonction de 1/Ω2. Dans ce cas, dans la zone du graphe qui correspond à Ω > Ω cest une droite de pente Ω2c. On accède donc à une valeur relativement précise de ce paramètre, qui marque le changement de position d’équilibre stable.

• Tracé de θ en fonction de Ω : ce graphe est ce que l’on appelle un diagramme de bifurcation. Formellement, il s’agit d’une bifurcation supercritique, dont on trace l’une des deux branches : en fait, la bille peut partir soit d’un côté soit de l’autre lors du franchissement de la vitesse critique. En raison de l’état de surface et des frottements, la probabilité n’est pas forcément 1/2 ; dans tous les cas, on ne trace qu’une branche à la fois. Montrer ce graphe permet de discuter la valeur de l’exposant critique (ici 1/2) et de parler rapidement des transitions de phase si on en a le temps et l’envie.

Difficultés : A priori pas grand chose, la manip marche très bien et tout est très reproductible. La vitesse angulaire critique est proche de 15 rad.s−1. la seule difficulté peut être liée au départ de la bille. Parfois, elle ne quitte simplement pas la position d’équilibre θ = 0, en raison des frottements. Dans ce cas, on peut essayer d’augmenter rapidement la vitesse près du point critique pour la faire décoller, puis faire les mesures en redescendant la vitesse du moteur (phénomène d’hystérésis).

Mesures à l’aide du tachymètre optique : se placer sur “photo”

appuyer sur le bouton sur le côté pour déclencher la mesure et envoyer le faisceau

se placer dans le noir pour que la mesure soit plus précise

utiliser potence + noix pour stabiliser le système

rpm = tour par minutes

**II) Etude d’un oscillateur à boucle de réaction**

cf poly JBD

**III) Asservissement de la MCC**

discussion sur le gain et la stabilité en fonction des valeurs choisies pour le correcteur