

ALIMENTI Clara, 7120

**Sujet La stabilité des bateaux en eau calme**

Travail effectué en groupe de 3 personnes

**La stabilité des bateaux en eau calme Facteurs  
de stabilité d'un porte-conteneur en eau calme**

**Introduction:**

La navigation est un des principaux moyens de transport permettant d'acheminer tous types de cargaisons, des marchandises jusqu'aux personnes. Elle est relativement sûre grâce aux études préalables réalisées afin d'assurer une stabilité de l'embarcation dans toutes les situations. Bien sûr, beaucoup de paramètres comptent, comme par exemple le vent ou encore la houle, mais ces phénomènes sont complexes. C'est pourquoi nous avons voulu étudier les paramètres l'influençant en eau calme.

Afin de déterminer ces paramètres, nous avons décidé de dresser des débuts de courbes de stabilité expérimentales ainsi que des courbes théoriques grâce à des programmes informatiques écrits en langage python. Le but est de constater les écarts entre ces courbes.

**Démarche:**

Nous avons tout d'abord pris connaissance des bases de la théorie sur la stabilité des bateaux grâce à des ouvrages et sites internet procurés par deux contacts du milieu maritime: M.HIDOUCHE, responsable du département d'Ingénieries et Innovations Navales de la Direction technique Eau, Mer et Fleuves (CEREMA) et M.GUIZIOU, professeur à l'ENSM de Nantes . Ensuite, nous avons réalisé des programmes informatiques en python. Ils modélisent différentes coques de bateau et calculent des courbes de stabilité avec ou sans carène liquide. Quant à l'expérience, nous avons réalisé un bateau à forme simple de type porte-conteneur sur lequel nous avons déplacé une masse transversalement et mesuré l'angle de gîte en fonction de la distance au centre afin d'obtenir le début de courbes de stabilité. Nous l'avons fait sans carène liquide, avec une carène liquide simple puis avec un compartimentage.

Nous avons alors comparé ces résultats avec ceux obtenus précédemment grâce aux programmes.

**Bilan:**

Au terme de ce TIPE, nous savons qu'en réalité, de nombreux tests sont effectués sur les bateaux afin d'assurer leur stabilité lors du changement de différents paramètres. Cependant, étudier la stabilité des bateaux en eau calme nous a tout de même fait comprendre les enjeux dans ce domaine. Par ailleurs, cela a surtout permis de mener une réflexion face à des contraintes concernant le protocole expérimental et les paramètres à prendre en compte.

**Bibliographie:**

Stabilité et calculs de chargement, cours des PEM CHIARI-DAZEL et GUILLEMET

Sites internet: [www.gm-meter.com](http://www.gm-meter.com)

[http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/d211\\_01-01-15\\_internet.pdf](http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/d211_01-01-15_internet.pdf)

[http://vieillemarine.pagesperso-orange.fr/architecture/pages\\_finales/theorie\\_navire.pdf](http://vieillemarine.pagesperso-orange.fr/architecture/pages_finales/theorie_navire.pdf)

<https://www.youtube.com/watch?v=vSxHlrVp5xo>

CHOUGRANI Lina, 15060

**Sujet Comment assurer la stabilit e des navires en eau calme?**

Travail effectuée en groupe de 3 personnes

### **Stabilit e des porte-conteneurs**

#### **Pr esentation:**

Dans le cadre de la mondialisation, l'un des enjeux du transport de marchandises par voie maritime est de trouver un compromis entre rendement économique et s curit e des navires. En effet, alors que la taille de ces derniers ne cesse de croître, et qu'ils transportent un nombre toujours plus grand de marchandises, il appar it plus que jamais nécessaire, pour éviter les accidents, de respecter certaines contraintes techniques.

#### **Probl ematique:**

En étudiant le sujet, nous avons découvert que la plupart des accidents maritimes impliquant un porte-conteneurs étaient liés à des probl emes de stabilit e du bateau, dus à une mauvaise répartition des charges.

**Comment agir sur la géométrie d'un navire et la répartition de ses charges afin de miniser les risques de chavirement?**

#### **Démarche:**

Pour mieux comprendre les contraintes liées à la stabilit e, je me suis d'abord renseignée sur les risques théoriques de chavirement, notamment dans le cas d'un bateau soumis à une inclinaison selon un axe longitudinal (gîte). Cela a fait ressortir l'importance de l'étude d'un couple dit de redressement, réaction naturelle du bateau à une inclinaison, ainsi que l'influence de la géométrie et de la répartition des charges du navire sur ce couple.

Afin de pouvoir retrouver ces résultats expérimentalement, j'ai, en modélisant le bateau par une maquette parall lepipedique, mesuré le couple de redressement en fonction de son inclinaison en déplaçant transversalement des masses. Cette expérience m'a permis de mieux comprendre l'influence de certains paramètres en ramenant l'étude à une géométrie simplifiée. L'utilisation d'un programme Python nous a ensuite permis de comparer les résultats obtenus aux résultats théoriques, ainsi que de réaliser d'autres modélisations pour différentes formes de navires.

Enfin, pour mieux cerner l'enjeu dans le cadre de l'utilisation de porte-conteneurs, nous nous sommes intéressés aux critères de stabilit e tels qu'ils sont appliqués aux navires. M. Hidouche, responsable du département d'Ingénierie et Innovations Navales de la Direction Technique Eau, Mer et Fleuves (CEREMA) nous a donné des précisions sur les expériences et les mesures en effet réalisées lors de la conception du dossier de stabilit e d'un navire, ainsi que sur les normes aujourd'hui en vigueur.

#### **Plan:**

Introduction

1. Approche théorique de la notion de stabilit e.
2. Etude expérimentale, modélisation par un programme en Python
3. Stabilit e, normes et contraintes

 conomiques Conclusion

#### **Bilan:**

Prendre connaissance des différentes contraintes, que ce soit techniques ou économiques, à surmonter pour assurer la s curit e des transports de marchandises m'a permis de mieux saisir les différentes qualités nécessaires au métier d'ingénieur, qui doit proposer des solutions concrètes à ces probl emes. Cela m'a également permis de comprendre la nécessitée de simplifier un modèle pour pouvoir l'étudier, ainsi que l'importance de la confrontation d'un modèle théorique avec la r alit e.

#### **Bibliographie:**

CHIARI P. Stabilit e et calculs de chargement, cours de l'Ecole de la Marine Marchande de Nantes  
Rapport du Département Ingénierie et Innovations Navales du Centre d'Etudes et d'Expertise sur les Risques, l'Environnement, la Mobilit e et l'Aménagement, Stabilit e des bateaux, examen d'un dossier, 2012

#### **Ressources internet:**

MADEC Y., Le porte-conteneurs CMA CGM Andromeda et les lignes Asie - Europe, [www.meretmarine.com](http://www.meretmarine.com), 2009 [www.gm-meter.com](http://www.gm-meter.com), présentation d'un système de mesure automatique de la stabilit e [www.bea-mer.developpement-durable.gouv.fr](http://www.bea-mer.developpement-durable.gouv.fr), Bureau d'enquêtes sur les  v nements de la mer [www.tc.gc.ca](http://www.tc.gc.ca), Site Gouvernemental des Transports Canadiens

COULHON Cyril, 35170

**Sujet Etude de la stabilité des bateaux en eau calme**

Travail effectué en groupe de 3 personnes

Etude de la stabilité des bateaux en eau

calme. Introduction

Le porte-conteneur est le moyen de transport de marchandises le plus utilisé dans le monde. Il est de plus en plus imposant pour permettre de transporter encore plus de marchandises. J'ai toujours été impressionné par la taille de ces monstres des mers et me suis toujours demandé comment ils pouvaient flotter. Le plus frappant est le fait qu'une toute petite partie du bateau soit immergée et que son centre de gravité est très haut par rapport au centre de carène (partie immergée), ce qui est, a priori, mauvais pour la stabilité. Mais le porte-conteneur reste un des moyens les plus économiques et sûrs pour le transport de marchandises et est un outil majeur de la mondialisation. C'est pourquoi en étudier la stabilité pour le TIPE s'est trouvé approprié et très intéressant.

Objectif

L'objet de notre travail est l'étude de la courbe de redressement d'un porte-conteneur en fonction de la gîte.

Démarche

Mon travail consistait à écrire un programme informatique en langage Python, chargé de tracer la courbe du couple de redressement du navire en fonction d'un angle de gîte imposé par une perturbation. Ensuite, nous avons imaginé des expériences (menées par les autres membres du groupe) avec une maquette simplifiée d'un porte-conteneur afin de vérifier la cohérence de la courbe renvoyée par le programme informatique.

Limite de notre travail

Il est difficile de valider les résultats donnés par le programme informatique par une maquette parce que celle-ci ne convient que pour de petits angles ( $45^\circ$  max).

Plan

1. Description du programme informatique par une étude théorique du problème.
2. Approche expérimentale avec une maquette.
3. Conclusion et potentiel du programme.

Bilan

Ce TIPE m'a permis de décrire un problème concret par l'informatique et ainsi de prendre les initiatives appropriées pour transcrire au mieux le système et les phénomènes étudiés. Il m'a aussi permis de me plonger dans un projet suivant une démarche scientifique, régi par le travail de groupe et d'en apprécier ses avantages et ses inconvénients. L'étude de phénomènes courants par un travail de recherche étant très enrichissante, cela a renforcé ma volonté de travailler en bureau d'études.

Logiciel utilisé et ressources internet

Pyzo 3.3 pour la programmation en Python.

[http://vieillemarine.pagesperso-orange.fr/architecture/pages\\_finales/theorie\\_navire.pdf](http://vieillemarine.pagesperso-orange.fr/architecture/pages_finales/theorie_navire.pdf)  
[p://www.eau-mer-fleuves.cerema.fr/IMG/pdf/AGj\\_Web\\_R12-07\\_StabilitedesBateaux\\_140113\\_cle653bc1.pdf](p://www.eau-mer-fleuves.cerema.fr/IMG/pdf/AGj_Web_R12-07_StabilitedesBateaux_140113_cle653bc1.pdf)

WOZNIAK Antoine, 10522

Sujet Tension maximale dans une slackline.

Travail effectué en groupe de 3 personnes

Titre:Étude de la tension dans une slackline

#### Présentation:

La slackline est une activité qui est de plus en plus pratiquée. Pouvant être assimilée à du funambulisme, elle consiste à tendre une sangle molle tissée entre deux accroches (arbres ou autres), et à essayer de marcher en équilibre dessus. Les plus audacieux pratiquent la slack en highline c'est à dire à plusieurs mètres au-dessus du sol, et, au même titre que l'escalade, la slack requiert des conditions de sécurité très strictes.

#### Objectif :

L'objectif de notre TIPE a été d'évaluer la tension maximale qui s'exerce dans la sangle au cours de la chute du slackeur (celui qui marche sur la slack) et d'observer l'influence de divers paramètres sur son évolution. Ainsi, nous pourrions établir les conditions les plus défavorables à la pratique de la slack. Le but espéré était de réaliser un abaque permettant, dans des conditions données, d'établir la tension maximale s'exerçant dans la sangle, et de prévoir si la slack risque de casser ou non.

#### Démarche :

- Nous nous sommes d'abord documentés sur le sujet et nous sommes rendus compte qu'il n'existait que très peu de données sur la question.
- Nous avons ensuite élargi un peu nos recherches dans l'optique de trouver un modèle auquel nous pourrions assimiler la slack. Nous avons alors modélisé la slack par l'association de deux ressorts, qui mena à une résolution analytique impossible à notre niveau. Afin de vérifier que notre idée de modélisation n'était pas totalement fautive, nous avons rencontré M.Aurélien TREVERT, un ingénieur tissu chez AIRCELLE.
- Nous avons donc opté pour une modélisation informatique à l'aide de python, qui nous a permis d'obtenir des résultats numériques.
- Enfin, afin de vérifier la pertinence de notre modèle, nous avons dans un premier temps mené une série d'expériences (simulations de chute à l'aide du système réel et de masses d'haltérophilie) afin de confronter ces résultats à nos données python. La mesure a été effectuée par un capteur de force que M.Thomas BRETEAU, professeur à l'INSA de Rouen, nous avez aimablement confié.

#### Bilan:

La première chose que je retiens de notre TIPE est la difficulté avec laquelle nous avons mené notre expérience. En effet, les premiers essais nécessitaient un dispositif trop ambitieux et difficilement reproductible. De plus, le nombre de données que nous espérions obtenir de l'expérience nous a aussi permis de prendre conscience de l'importance d'organiser l'ordre des manipulations avant même le début de l'expérience.

Ensuite, lors de l'étude du modèle, nous avons pris conscience de l'utilité de l'outil informatique pour traiter des problèmes dont la résolution "à la main" est impossible.

Enfin, le dernier problème auquel nous avons été confronté a été la mise en forme des résultats. En effet, la réalisation d'un abaque s'est révélée plus compliquée que nous l'imaginions. En revanche, la comparaison des résultats "bruts" avec les résultats du modèle restait assez satisfaisante, ce qui nous a permis de conclure quant à la pertinence du modèle, et surtout d'extrapoler pour pouvoir obtenir plus de données.

#### Bibliographie :

Ouvrages: -Latteur, Pierre. Les câbles In Calculer une structure-De la théorie à l'exemple. Academia-Bruylant,2006.Science Docum.

#### Contacts:

-M.Breteau Thomas, professeur à l'INSA de Rouen -M.Trevert Aurélien, ingénieur tissu chez Aircelle.

BIMONT Laurent, 11212

### Sujet La sécurité en highline

Travail effectué en groupe de 3 personnes

#### Présentation

La highline est une discipline récente, elle consiste à tendre une sangle, appelée slackline (ligne molle), entre deux flancs de montagnes et à marcher dessus. Le marcheur (slackeur) est attaché à sa sangle par le biais d'une corde reliant la slackline au baudrier. Cette discipline se pratique dans des conditions de sécurité drastiques : les attaches sont renforcées, les sangles sont doublées... mais cependant personne ne connaît vraiment les efforts mis en jeu lors d'une chute. Pratiquant moi-même la slackline, j'ai décidé d'orienter mon TIPE sur cette activité nouvelle où tout est à faire.

#### Objectif

L'objectif de mon TIPE est de calculer la tension maximale qui s'applique aux niveaux des ancrages lors d'une chute. En prenant en compte les différents paramètres entrant en jeu (la masse du slackeur, la longueur de la slackline, la raideur de la slackline, la pré-tension) nous voulons établir une loi pouvant être utilisée par tous pour dimensionner correctement les éléments des ancrages.

#### Démarche

-Nous avons dans un premier temps cherché à nous documenter sur l'aspect scientifique de la slackline mais étant donné que c'est une discipline nouvelle, nous n'avons rien trouvé. Nous nous sommes cependant intéressés aux théories des câbles et des poutres avec l'aide d'Aurélien TREVERT.

-Puis nous avons procédé à l'expérience, en empruntant un capteur de force à l'INSA de Rouen (Thomas BRETEAU). Pour des raisons financières et temporelles, nous nous sommes limités à faire varier la tension initiale et la masse. Nous avons eu des tensions pouvant aller jusqu'à 7000 Newtons.

-Nous avons ensuite développé différents modèles théoriques pour les confronter à notre expérience. Nous avons sélectionné celui qui était le plus fidèle. Tout en essayant de comprendre d'où venaient les divergences avec l'expérience.

-Pour finir, nous avons exploité le modèle retenu en présentant nos résultats sous la forme de graphiques.

#### Bilan

Nous avons été obligé de revoir nos objectifs à la baisse devant l'impossibilité de résoudre nos équations à la main, cela nous a toutefois permis de découvrir l'utilité d'une analyse numérique pour résoudre un problème complexe. Développer des modèles pour ensuite les exploiter numériquement est très enrichissant, de plus, en voir certains converger vers les relevés pratiques est très plaisant. J'ai apprécié de travailler sur un sujet nouveau d'une discipline que j'aime, cela m'a fait découvrir la slackline sous un nouvel angle.

#### Contact

Thomas BRETEAU , Professeur-chercheur à l'INSA de Rouen

Aurélien TREVERT , Ingénieur composite à AIRCELLE à Gonfreville-l-Orcher Julien MILLOT , co-fondateur de Slack.fr

#### Bibliographie

-Latté, Pierre. «Calculer une structure : De la théorie à : exemple», chap 13 : les câbles, Academia-Bruylant. - Cours de l'Ismans sur les poutres

-Projet de fin d'étude de Tiphaine GAGNEUX (INSA Strasbourg, 2012)

-Slack.fr, laboutique slack.fr, <http://laboutique.slack.fr/collections/sangles/products/superflat-dark-blue> [17/12/2014].



CHARRIÈRE Simon, 19441

### Sujet Etude de la sécurité en Highline

Travail effectué en groupe de 3 personnes

#### Présentation:

La highline est un sport extrême qui consiste à tendre une sangle élastique entre deux montagnes et à la traverser en équilibre. Evidemment, sans sécurité, il peut être mortel. Pour se protéger, les sportifs sont accrochés par une petite corde et un baudrier à la sangle. Toutefois, lors d'une chute, la tension dans la sangle augmente brutalement (impulsion) et pour prévoir un équipement suffisant il est primordial d'estimer correctement la contrainte maximale à laquelle est soumis le système.

#### Objectifs:

La première contrainte en highline est de toujours rester en dessous de la valeur maximale admissible de tension dans le système. Notre étude s'applique donc à étudier l'évolution de la tension maximale au niveau des ancrages en fonction de:

- ==> La tension initiale,
- ==> de l'élasticité de la sangle,
- ==> de sa longueur,
- ==> de la masse du slackeur

afin de trouver une loi donnant la tension maximale en fonction des paramètres choisis.

#### Démarche:

- La première étape de notre travail a été de chercher des documents sur le sujet. Mais la plupart ne rentraient pas pleinement dans le cadre de notre étude car ils étudiaient des câbles en statique alors que nous nous intéressons à la dynamique de la chute du slackeur.
- Suite à une discussion avec J.Millot, expert dans le domaine, nous avons fait des essais sur une highline afin de mieux appréhender notre étude et réaliser notre modèle,
- Réalisation de nos expériences: mesure par capteur de force de la tension maximale lors de la chute de différentes masses en fonction de la tension initiale (longueur, élasticité fixes). Etant donné les valeurs de tension à mesurer (7000N) nous sommes entrés en contact avec le laboratoire de l'INSA pour obtenir un capteur de force adéquat.
- Etude théorique pour la réalisation de la simulation informatique. Cette simulation a été validée en vérifiant la cohérence des résultats donnés dans les conditions de l'expérience précédente.
- Recherche des limites de notre modèle selon les différents paramètres pour connaître les limites de notre système suivant ces paramètres.

#### Bilan:

Grâce à ce travail, nous avons pu mener une étude complète sur un sujet qui nous passionnait. En utilisant nos connaissances informatiques (Python) pour atteindre notre objectif, nous avons dû nous interroger sur la pertinence de notre modèle et les limites de son utilisation. Finalement, ce travail nous a permis d'adopter une démarche théorique et expérimentale pour mieux comprendre les contraintes physiques de la highline.

#### Bibliographie:

- Projet de fin d'étude de T.Gagneux, INSA Strasbourg, 2012,
- Calculer une structure - De la théorie à l'exemple, Pierre Latteur, publié chez Academia-Bruylant.

#### Contact:

Thomas Breteau, professeur à l'INSA Rouen Julien Millot, co-fondateur de slack.fr Aurélien Trevert, ingénieur composite,

ESSEBBAR Yousra, 6218

Sujet Fonctionnement et pertinence des sondes pitots dans les avions.

Travail effectué en groupe de 3 personnes

Examen et modélisation du principe de fonctionnement d'une sonde Pitot en situation critique

I. Présentation de l'étude :

C'est depuis le siècle dernier que l'avion ne cesse de séduire le monde pour devenir aujourd'hui un moyen de transport incontournable. Il est donc indispensable d'y garantir la sécurité des passagers. Pour cela, les mesures instantanées de vitesse sont essentielles pour les avions durant leur vol. La solution universelle qui fut adaptée à celle-ci est l'utilisation de la sonde Pitot. Le dysfonctionnement de cette dernière s'est avéré lourd de conséquences. Ainsi, le crash du vol AF447 liant Rio à Paris causé par cette sonde, nous a motivé et a attisé notre curiosité quant aux limites de son fonctionnement. De plus, l'étude aérodynamique qui en découle correspond aux options proposées par les écoles que nous cherchons à intégrer.

Position du problème : Peut-on vraiment se fier aux résultats que nous donne la sonde Pitot en toutes situations ? Que dire de leurs précisions ?

II. Déroulement du TIPE :

L'objectif de notre TIPE est d'élaborer une sonde Pitot et de mettre en évidence les différents facteurs à l'origine des dysfonctionnements de ses mesures. Pour cela, nous avons fabriqué notre propre sonde Pitot en concevant ses plans pour pouvoir l'usiner après dans un atelier. Une première expérience a permis de valider l'approche physique de notre étude en montrant que l'écoulement était bien laminaire et que la relation de Bernoulli s'appliquait. Dans un 2nd temps, nous avons constaté après l'étalonnage une erreur systématique entre la vitesse mesurée et celle du GPS. Une 2ème expérience nous a montré que la variation de l'angle de la sonde influait sur son bon fonctionnement et qu'au-delà de certaines valeurs le résultat était aberrant. Nous avons enfin modélisé notre sonde grâce à SolidWorks : Motion Flow et avons vérifié que nos résultats expérimentaux étaient bien cohérents avec ceux issus de la modélisation.

III. Plan

- 1) Fonctionnement et fabrication de la sonde Pitot :
  - a. Approche physique choisie
  - b. Usinage de la sonde Pitot
  - c. Protocole et étalonnage de la sonde
- 2) Approche numérique et étude expérimentale
  - d. Influence de l'orientation de la sonde
  - e. Résultats expérimentaux et évaluation d'incertitudes
  - f. Analyse des résultats.
- 3) Conclusions et perspectives

Ce TIPE m'a permis de me rendre compte de la difficulté à mettre en place aussi bien des protocoles expérimentaux que des simulations menant à des résultats à la fois pertinents et concluants. Il m'a permis avant tout de me rendre compte des aléas des expériences et m'a ainsi montrée l'une des facettes du travail de l'ingénieur qui doit pouvoir travailler en groupe et faire face à des difficultés inopinées.

IV. Bibliographie

- Internet, sites web

[http://fr.wikipedia.org/wiki/Tube\\_de\\_Pitot](http://fr.wikipedia.org/wiki/Tube_de_Pitot) (consultée le 06/12/2013)

<http://www.bea.aero/en/enquetes/flight.af.447/organisation.enquete.af447.fr.pdf> (consultée le 25/11/2014)

<http://voiletech.free.fr/skyassistant/pitot.html> (consultée le 16/03/2014)

- Documents

Rapport final du vol AF447 récupéré sur le site du Bureau d'Enquêtes et d'Analyses pour la sécurité de l'aviation civile.

- Livre

Manuel de pilote d'avion, éditions Cépaduès, 2012, ISBN:2364930251, 464pages

Remerciements -Dominique BOULENGER : Instructrice du personnel navigant commercial chez Air France

- Eric DUBOIS : Instructeur du personnel navigant technique chez Air France
- Atelier SI du lycée Jacques Prévert à Pont Audemer
- Mr Picon Jean-Christophe : Professeur de Sciences de l'Ingénieur
- Mr Platel : Commandant de bord chez Air France

**FREBERT Fanny, 8061 Sujet Les facteurs de performance dans le cyclisme**

Travail effectué en groupe de 2 personnes

**Présentation :**

Pratiquant le cyclisme à un niveau amateur, je me suis souvent interrogée sur les paramètres les plus décisifs lors d'une compétition.

Dans le cyclisme, particulièrement chez les coureurs professionnels, la recherche de la performance est primordiale. La répartition de l'effort durant une compétition doit être maîtrisée. Ce sport requiert l'utilisation d'un système mécanique : le vélo. Ainsi, le matériel et son utilisation par le cycliste sont en constante amélioration faisant intervenir de nombreux spécialistes. Le perfectionnement du vélo afin de réduire l'impact des résistances à l'avancement et la recherche de la position du cycliste la plus adaptée sont des facteurs considérables qui interviennent dans la performance.

**Objectif :**

Mettre en évidence la position, entre "assis" ou "en danseuse", qui permet au cycliste de fournir un maximum de puissance pour lutter contre les résistances qui s'appliquent au système cycliste-vélo.

**Démarche :**

Tout au long de notre travail, nous nous sommes appuyées sur les conseils de nos contacts dont un ancien coureur cycliste professionnel.

Avec mon binôme, nous nous sommes d'abord intéressées aux résistances qui s'opposent au déplacement du système cycliste-vélo dont les résistances aérodynamiques et au roulement. Nous avons réalisé une première expérience afin de déterminer les valeurs des coefficients Cr et SCx de ces résistances.

Dans un second temps, nous avons étudié les avantages de la position «danseuse», sujet principal du projet de notre contact doctorant à Besançon. Pour cela, nous avons réalisé plusieurs expériences sur le terrain et en laboratoire pour mesurer la puissance fournie par un cycliste au niveau du pédalier.

**Plan :****I/ Résistances à l'avancement :**

1. Étude des forces appliquées au cycliste sur terrain plat
2. Détermination expérimentale des coefficients des résistances
3. Résultats

**II/ Comparaison des positions danseuse et assise en situation de côte :**

1. Étude théorique des forces exercées sur le cycliste en pente
2. Expérience de mesure des puissances en intérieur sur ergomètre
3. Expérience de mesure des puissances sur le terrain

**III/ Comparaison entre positions danseuse et assise en sprint :**

1. Réalisation du test à puissance maximale sur le Cyclus 2
2. Réalisation du test de démarrage
3. Exploitation des résultats

**Conclusion :**

Grâce à notre étude, nous avons pu constater l'avantage de la position danseuse sur la position assise en pente et en sprint, la position danseuse permettant au cycliste de fournir plus de puissance au niveau du pédalier dans ces deux cas. Ce projet m'a permis d'appliquer une démarche scientifique à l'étude du cyclisme et de réaliser des expériences afin de mettre en évidence certains facteurs de performance qui pourront être appliqués à la pratique de cette discipline.

**Bibliographie :**

- F. Grappe, Cyclisme et optimisation de la performance 2e édition, éditions De Boeck, 2009
- A. Bouillod, J. Pinot, A. Valade, J. Cassirame, G. Soto-Romero, F. Grappe, thèse, Gross efficiency is improved in standing position with an increase of the power output, Leeds, 2014
- F. Soenen, Mise en place d'une méthode simple de mesure des résistances à l'avancement en cyclisme en condition réelle de locomotion, 2014
- M. Monfort, Des mesures pour tous, Vélo Magazine, 2007

**Contacts :**

- Anthony BOUILLOD, Doctorant à l'UPFR des Sports de Besançon
- Franky BATELIER, Spécialiste de l'ergonomie cycliste, Champion d'Europe 2010 Cross triathlon ITU
- Frédéric GRAPPE, Expert cyclisme et performance, Conseiller Technique-Entraîneur de l'équipe cycliste professionnelle «La Française Des Jeux»
- Yvan FREBERT, ancien coureur cycliste professionnel, Président du Vélo Club d'Évreux -Jean-François LEMORE, ancien directeur sportif adjoint Vélo Club de Rouen -Thierry MENAGER, coureur cycliste, technicien-vendeur cycles

COUDRAY Anne, 18616

### Sujet Eacteurs de performance dans le cyclisme

Travail effectuée en groupe de 2 personnes

Probl ematique: Quelle est la meilleure position à adopter pour le cycliste afin de fournir le maximum de puissance pour lutter contre les résistances ?

#### Introduction:

Afin de permettre au cycliste d'atteindre les meilleures performances possibles, de nombreuses études portent sur l'optimisation notamment des facteurs mécaniques afin de réduire l'impact des forces résistantes soumises au cycliste et de déterminer la position la plus adapt ee pour répartir de manière stratégique sa puissance lors d'une course.

#### Démarche:

Notre démarche scientifique a été guidée par les conseils et témoignages de nos contacts notamment d'un ancien coureur cycliste professionnel.

La réalisation de ce projet a débuté avec une expérience de détermination des résistances contre lesquelles le cycliste doit lutter dans un contexte de terrain plat à l'aide de la technique de la décélération afin de déterminer les coefficients de résistance au roulement et d'aérodynamisme.

Ensuite, nous avons réalisé une étude comparative mécanique entre la position assise et danseuse à l'aide d'un capteur de puissance SRM ainsi qu'avec le cyclo-ergomètre Cyclus 2 de la maison médicale de Rouen. Ces deux appareils nous permettaient de mesurer la puissance et la force dégagées par le cycliste pour chacune des positions.

Enfin, nous avons réalisé des tests comparatifs complémentaires de ces deux positions à l'aide du Cyclus 2 notamment pour l'étude du sprint et du démarrage afin de montrer l'avantage de la position danseuse dans ces deux contextes.

#### Plan:

##### **I/Résistance totale qui s'oppose au déplacement du cycliste:**

1. Forces soumises au cycliste: résistance au roulement et à l'aérodynamisme
2. Détermination expérimentale de ces résistances à l'aide de la technique de décélération par application au cycliste du principe fondamental de la dynamique
3. Exploitation de l'expérience et résultats

##### **II/Comparaison mécanique:  tude des positions danseuse et assise en situation de pente:**

1. Etude théorique des forces soumises au cycliste dans un contexte de pente
2. Expérimentation à l'aide du SRM
3. Expérimentation à l'aide du cyclo-ergomètre Cyclus 2

##### **III/ Comparaison des performances lors d'exercices très courts à intensité maximale entre les positions danseuse et assise:**

1. Réalisation du test à puissance maximale sur le Cyclus 2
2. Réalisation du test de démarrage sur le Cyclus 2

#### Bilan:

  l'aide des différentes expériences réalisées, nous sommes parvenues à mettre en évidence que la position danseuse permet de fournir une plus grande puissance que la position assise dans plusieurs exercices (sprint, démarrage, pente) mais ce pour un intervalle de temps réduit. Il serait intéressant pour poursuivre notre étude, ce que nous n'avons pas pu faire par manque d'appareils de mesure, d'étudier les évolutions des différentes forces (forces utiles et inutiles) de ces deux positions appliquées sur la pédale à l'aide de pédales instrumentées.

#### Contacts:

-Anthony BOUILLOD, doctorant à l'UPFR des Sports de Besançon

-Yvan FREBERT, ancien coureur cycliste professionnel, diplômé Fédéral Expert Cyclisme -Franky BATELIER, spécialiste de l'ergonomie cycliste à la maison médicale du sport à Rouen -Frédéric GRAPPE, expert cyclisme et performance, conseiller technique et entraîneur de l'équipe cycliste professionnelle «La Française Des Jeux»

-Jean-François LEMORE, encadrant Fédération Française de Cyclisme au Comité Régional de Normandie Bibliographie:

-F.GRAPPE, Puissance et performance en cyclisme, 2 me édition, De Boeck, 2009

-F.Soenen, Mise en place d'une méthode simple de mesure des résistances à l'avancement en cyclisme en condition réelle de locomotion, thèse UPFR des Sports de Besançon, 2014

-A.Bouillod, Gross efficiency is improved in standing position with an increase of the power output, Leeds, 2014

GUERILLON Arthur, 22844

**Sujet Comportement des trains dans les courbes.**

Travail effectué en groupe de 3 personnes

**Introduction :**

Le tracé des voies de chemins de fer pose un problème qui n'a cessé d'être l'objet de recherches de la part des ingénieurs et des techniciens ferroviaires. Le support doit résister à des efforts quotidiens et garantir la sécurité ainsi que le confort des voyageurs.

Dans les courbes, les véhicules ferroviaires sont l'objet d'effets dynamiques que l'on représente par une force centrifuge proportionnelle au carré de la vitesse de déplacement et inversement proportionnelle au rayon de courbure, cette force tend à pousser les véhicules vers l'extérieur de la courbe. Pour la compenser, les voies sont inclinées, la différence de niveau entre les deux files de rails s'appelle le dévers. Un dévers théorique est calculé mais pour différentes raisons, le dévers prescrit y est inférieur.

**Objectif :**

Vérifier que le dévers prescrit permet de répartir les efforts sur les deux files de rails et d'assurer la sécurité des voyageurs.

**Démarche :**

Dans un premier temps, nous avons recueilli diverses informations sur le contact entre les roues et les rails, en particulier sur leurs géométries particulières, ainsi que sur le tracé de la voie, par l'intermédiaire de Messieurs Bernard Boutigny et Xavier Gehan, membres du groupe ouvrages d'art de la SNCF. Nous avons ensuite réfléchi à la conception d'une maquette nous permettant de vérifier la suffisance du dévers prescrit et différents aspects fondamentaux du tracé de voie, tel que le raccordement parabolique permettant le relèvement progressif du rail extérieur depuis l'alignement droit jusqu'au niveau commandé par le surhaussement.

J'ai donc réalisé différents chariots et différents supports afin de représenter aux mieux un essieu de train s'inscrivant dans une courbe dans laquelle nous avons choisis d'avoir un dévers modulable. Ceci nous a permis d'évaluer le dévers nécessaire pour différentes vitesses du chariot, déterminées par l'intermédiaire d'acquisitions vidéos et d'un logiciel de pointage.

**Bilan :**

En plus de m'avoir permis de travailler en groupe, ce TIPE aura été l'occasion pour moi d'appliquer la théorie à un cas concret, de concevoir une expérience et d'en exploiter des résultats en appliquant une démarche d'ingénieur.

**Sources et contacts :**

Internet :

- <http://www.tassignon.be/trains/cecf/tomeIII II/C E C F III II.htm#p003>
- <http://www.freelug.org/spip.php?article1041>
- <http://www.etudes.ru/fr/etudes/wagonwheels/>
- <http://fourga.free.fr/tgv/pend princ.htm>

Bibliographie :

- Yves NOBLET, Tracé de voie : notions fondamentales, Novembre 2006
- SNCF INFRA, Formation module M6, Tracé de la voie, Juin 2014
- Cahiers de formation professionnelle des cadres du service actif, Brochure n°25, Le tracé de la voie,
  - o Novembre 1968

Contacts :

- BOUTIGNY Bernard, SNCF - INFRA, chef de groupe Ouvrages d'Art
- GEHAN Xavier, SNCF - INFRA
- BOUCQUIAUX Laurent, conducteur à l'EAST - PAC TGV - (Entité d'appui du service traction)
- CARAVIEILHES Jérôme, ingénieur à l'AEF (Agence-Essai-Ferrovaire)

GUIDEZ Thibault, 6004

### Sujet Comportement des trains dans les courbes

Travail effectué en groupe de 3 personnes

#### Introduction :

En tant qu'utilisateur régulier du train, il m'est arrivé de me poser certaines questions quant à son fonctionnement, comme sa capacité à prendre des courbes à des vitesses élevées. Le dévers, qui consiste à relever le rail extérieur dans les courbes afin d'éviter le déraillement, permet cette exigence grâce à une répartition égale des forces sur les rails. Cependant les voies ferroviaires accueillent différents types de trains comme les trains de fret ou les trains de voyageurs, roulant à des vitesses très différentes. Le dévers doit être suffisant pour compenser la force centrifuge qui s'applique sur les trains de voyageur, mais ne doit pas causer la chute des trains de fret vers l'intérieur de la courbe en cas d'arrêt imprévu en milieu de courbe, on choisit alors un dévers prescrit qui est un compromis entre ces deux exigences. La répartition de manière égale des forces sur les rails dû au dévers évite également une usure prématurée du rail situé à l'extérieur de la courbe.

#### Objectif :

Trouver de manière théorique une formule explicite pour le dévers théorique et vérifier par l'expérience que le dévers prescrit permet le non déraillement du train.

#### Chronologie des activités :

- Rencontre avec des ingénieurs SNCF : BOUTIGNY Bernard, chef de groupe ouvrage d'art, et GEHAN Xavier, ingénieur en tracé de voie.
- Mise en place de la formule du dévers théorique.
- Fabrication d'un banc d'essai avec un écartement de rail de 14cm et possibilité d'avoir un dévers variable, fabrication d'un chariot modélisant un boggie.
- Réalisation de l'expérience.

#### Travail expérimental :

Nous avons mis en oeuvre notre banc d'essai avec différents dévers et différentes vitesses du chariot. L'utilisation de vidéos au ralenti au niveau du rail intérieur nous a permis de juger s'il y avait ou non contact entre le chariot et le rail, et donc si le dévers était suffisant. L'expérience a également permis de mettre en évidence la nécessité d'un raccord parabolique entre un alignement et une courbe, et d'un dévers progressif sur cette phase de raccord.

#### Bilan :

Ce travail m'a permis d'accomplir une démarche complète afin de répondre à un problème physique concret, d'établir la théorie nécessaire pour y répondre et enfin de vérifier expérimentalement les résultats. Il m'a donc permis de voir à quoi ressemble le quotidien d'un ingénieur, avec la démarche qu'il suit, et aussi le travail en groupe.

#### Sources :

Internet :

- [http://www.tassignon.be/trains/cecf/tomeIII\\_II/C\\_E\\_C\\_F\\_III\\_II.htm#p003](http://www.tassignon.be/trains/cecf/tomeIII_II/C_E_C_F_III_II.htm#p003)
- <http://www.freelug.org/spip.php?article1041>
- <http://www.etudes.ru/fr/etudes/wagonwheels/>
- [http://fourga.free.fr/tgv/pend\\_princ.htm](http://fourga.free.fr/tgv/pend_princ.htm)

Bibliographie :

- Yves NOBLET, Tracé de voie : notions fondamentales, Novembre 2006
- SNCF INFRA, Formation module M6, Tracé de la voie, Juin 2014
- Cahiers de formation professionnelle des cadres du service actif, Brochure n°25, Le tracé de la voie, + Novembre 1968

#### Autres contacts :

- BOUCQUIAUX Laurent, conducteur à l'EAST (Entité d'appui du service traction)
- CARAVIEILHES Jérôme, ingénieur AEF (Agence Essai Ferroviaire)

HABERT Aurélien, 23363

### Sujet Comportement des trains dans les courbes

Travail effectué en groupe de 3 personnes

#### Introduction :

Le tracé des voies ferroviaires et plus particulièrement des courbes est une problématique datant de 1850. L'évolution de la technologie, l'optimisation de la sécurité et le confort des passagers ont accordé une importance toute particulière aux raccordements paraboliques ainsi qu'à la présence de dévers, c'est-à-dire un surhaussement du rail extérieur dans les courbes. Ces éléments sont essentiels pour contrer la force centrifuge.

#### Objectifs :

Le but de notre sujet était de comprendre comment optimiser les voies ferroviaires et de modéliser le raccordement parabolique puis le dévers dans les courbes pour augmenter la vitesse des trains tout en gardant une sécurité irréprochable pour les passagers.

#### Démarche :

Tout d'abord nous avons construit une maquette représentant un train qui suit un circuit à géométrie variable. Cette dernière avait pour but de valider nos résultats théoriques, dont la formule du dévers utilisée dans la construction des voies ferroviaires.

Ensuite à partir des mesures expérimentales, nous avons essayé d'exploiter les résultats sur python pour représenter les différentes courbes de vitesse en fonction du dévers. La difficulté d'exploitation des résultats donnés par la WiiMotion a rendu le travail incomplet.

#### Conclusion :

Avant ce projet, je ne connaissais que partiellement l'utilité des dévers et des raccordements paraboliques. Dorénavant je comprends mieux pourquoi il est complexe d'aménager de nouvelles voies ferroviaires. J'ai trouvé ces expériences et recherches très enrichissantes et intéressantes.

#### Webographie :

- [http://www.tassignon.be/trains/cecf/tomeIII\\_II/C\\_E\\_C\\_F\\_III\\_II.htm#p003](http://www.tassignon.be/trains/cecf/tomeIII_II/C_E_C_F_III_II.htm#p003)
- <http://www.freelug.org/spip.php?article1041>
- <http://www.etudes.re/fr/etudes/wagonwheels/>
- [http://fourga.free.fr/tgv/pend\\_princ.htm](http://fourga.free.fr/tgv/pend_princ.htm)

#### Bibliographie :

- Yves Noblet, Tracé de voie : notions fondamentales, Novembre 2006
- SNCF INFRA, Formation module M6, Tracé de la voie, Juin 2014
- Cahiers de formation professionnelle des cadres du service actif, Brochure n°25, Le tracé de la voie, Novembre 1968

#### Contacts :

- BOUTIGNY Bernard, SNCF-INFRA, Chef de groupe Ouvrages
- GEHAN Xavier, SNCF-INFRA

MASURIER Théo, 7232

**Sujet Résistance des matériaux et photoélasticimétrie**

Travail effectué en groupe de 2 personnes

**Résistance des matériaux et photoélasticimétrie**

**Introduction :**

Dans de nombreux domaines comme celui de l'aéronautique ou de l'architecture, il est nécessaire de dimensionner les structures en fonction de la répartition des charges de façon à assurer leur tenue dans le temps et maîtriser leur déformation. Mon camarade et moi nous sommes donc demandé : comment réagissent les matériaux sous charge et comment prévoir leur rupture ?

**Objectifs :**

Ces questions recouvrant les vastes domaines de la résistance des matériaux et de la mécanique des milieux continus, nous avons axé nos recherches sur la relation entre la déformation et le chargement. Notre volonté a été de vérifier que la plupart des matériaux réagit sous charge selon une loi générale que nous avons voulu retrouver expérimentalement.

**Démarche :**

Essais de traction et de compression :

Afin d'observer le comportement des matériaux subissant un chargement, nous avons contacté M. Guillet, maître de conférence et professeur à l'INSA de Rouen qui nous a défini la notion de contrainte uniaxiale et mis à disposition les machines d'essais de traction et de compression. Nous avons ainsi effectué plusieurs essais sur de l'aluminium, de l'acier et un polymère.

Étude du modèle général :

Nous avons rapidement remarqué que les essais de traction dégagent un comportement commun des matériaux que nous avons comparé à la théorie tirée de la littérature. Cela nous a permis d'apporter à notre étude les termes de module de Young, de limite d'élasticité et de limite de rupture et ainsi retrouver la loi de Hooke caractérisant la proportionnalité entre la déformation de faible amplitude et la contrainte uniaxiale. Mais ces tests ne s'effectuent que sur des pièces (éprouvettes) de forme particulière. Comment peut on dimensionner des pièces de forme complexe ?

La photoélasticimétrie :

Pour répondre à cette nouvelle question, nous avons étudié la photoélasticimétrie. Cette méthode, utilisant les propriétés de la lumière à travers un milieu biréfringent, nous a permis d'observer la répartition des contraintes dans les matériaux de formes quelconques. Il est donc possible grâce à cette carte de répartition et à la connaissance de la limite de rupture du matériau de savoir si la structure va céder ou non.

**Plan :**

1. Relation entre le chargement et la déformation d'un matériaux.
2. La photoélasticimétrie par transmission.
3. Applications.

**Bilan :**

A travers ce projet, mon camarade et moi venant de filières différentes (PSI et MP) avons pu partager nos connaissances dans l'approche d'une démarche d'ingénieur et d'un travail d'équipe.

**Contacts :**

- M. Alain Guillet, maître de conférence et professeur à l'INSA.
- M. Goutrelet, professeur à l'INSA.
- M. Anthony PAPIN, Responsable Bureau d'Études PRESAMEX S.A.S.
- Société DELTALAB.

**Bibliographie :**

- Jean AVRIL, Encyclopédie d'analyse des contraintes, Micromesures, 1984.
- Cours INSA, Notions de photoélasticimétrie, E. C. MEXP 2013-2014.
- TP INA, MEXP 2013-14 TP1.
- École Polytechnique Montréal, MEC6405 Analyse expérimentale des contraintes, Département de Génie Mécanique, 2012.



HENNOCQUE Julien, 15177

**Sujet Fonctionnement d'un four solaire**

Travail effectué en groupe de 2 personnes

**FICHE SYNOPTIQUE**

Candidat : HENNOCQUE Julien

Sujet : Fonctionnement d'un four solaire

**Analyse et modélisation du fonctionnement d'un four solaire**

**Introduction :**

Une actualité dans la presse britannique nous a poussé à nous intéresser au fonctionnement d'un four solaire. En effet, la carrosserie d'un véhicule garé au pied d'un immeuble a été retrouvée fondue à quelques endroits. La façade de l'immeuble, constituée de fenêtres disposées de manière parabolique, a fait office de miroir et a redirigé les rayons du soleil en un unique point, ce qui a donc entraîné la détérioration du véhicule. Nous nous sommes donc demandé s'il existait une utilisation pratique de ce phénomène. Nous avons découvert que plusieurs types de centrales utilisent la réflexion des rayons solaire dans la production d'énergie ou pour des expérimentations.

**Objectifs :**

Nous avons donc cherché à comprendre et à conceptualiser le fonctionnement d'un four solaire, et étudier ses performances pour ce qui est de la conversion de l'énergie solaire reçue.

**Démarche :**

Dans l'optique de la compréhension du fonctionnement d'un four solaire, nous avons tout d'abord étudié la conception d'un tel outil et en avons réalisé un en taille réduite. Puis nous avons calculé les performances théoriques et les avons comparées avec les performances réelles obtenues lors de plusieurs expériences sur notre modèle réduit. Nous nous sommes ensuite répartis deux approches différentes du four, mon camarade s'est concentré sur les performances maximales atteignables en fonction de l'ensoleillement, de la conversion de l'énergie solaire recherchée et des applications pratiques de ce four modeste. Je me suis quant à moi focalisé sur l'architecture réelle d'un four solaire industriel, notamment celui qui existe en France à Odeillo. J'ai donc cherché à modéliser les héliostats, miroirs servant à assurer à tout moment la redirection des rayons solaires vers le four. En réalisant ce que j'ai appelé une poursuite solaire, c'est à dire un petit système qui permet de suivre le soleil dans sa course, j'ai pu comprendre le fonctionnement de ces héliostats, et imaginer la manière dont une modification de mon système permettrait de réaliser l'asservissement de ceux-ci.

**Conclusion :**

En alliant travail d'équipe et recherches personnelles, nous avons réalisé une étude non exhaustive mais assez complète du fonctionnement d'un four solaire, ce qui nous a permis de découvrir d'autres méthodes de conversion d'énergie et de comprendre ce phénomène d'actualité qui nous a interrogé. Pour ce qui est de l'immeuble, les ouvriers ont été forcés de sabler les fenêtres pour éviter qu'un accident plus grave n'arrive.

**Webographie :**

<http://www.cnrs.fr/cw/dossiers/scienBuis/sites/odeillo.htm>

<http://www.promes.cnrs.fr/index.php?page=concentrateurs-solaires>

<http://www.ledepartement66.fr/849-plateforme-themis-solaire-innovation.htm>

**Contacts :**

Nous avons essayé plusieurs fois de prendre contact avec des professionnels du sujet, mais nous n'avons reçu aucune réponse.



HARADJ Othmane, 27141  
Sujet **Simulateur de vol**

Candidat : Haradj Othmane  
Sujet : Simulateur de vol

## **Introduction :**

La formation des pilotes de ligne nécessite aujourd'hui une étape obligatoire : l'entraînement à bord de simulateurs de vol à base mobile. Les ingénieurs ont pendant longtemps cherché un moyen pour entraîner les pilotes, optimisant ainsi les coûts économiques et assurant la sécurité des passagers à bord des avions. C'est ainsi que sont nés les premiers véritables simulateurs de vol en 1929, et que toutes les compagnies aériennes en sont dorénavant équipées.

## **Objectif :**

Le but de ce sujet est de comprendre comment réussir à recréer la sensation du mouvement lors de différentes phases de vol telles que le décollage ou encore l'atterrissage à travers deux modèles différents : les plate-formes 3 axes et 6 axes.

## **Démarche :**

Tout d'abord, nous avons commencé par mesurer l'accélération à bord d'un avion réel pour voir quelles sont les performances que l'on cherche à recréer. Ensuite, dans un simulateur de vol dont le modèle de base est une plate-forme 6 axes, nous avons à nouveau mesuré l'accélération lors des phases de décollage et d'atterrissage. Ainsi à partir des mesures de l'expérience, il était nécessaire d'exploiter les résultats sur python afin de mettre en évidence les différences entre ces 2 mesures, qui permettent de confirmer les principes théoriques liés à la simulation à base mobile.

## **Conclusion :**

Ce TIPE m'aura permis d'accéder à un simulateur de vol et de voir de mes propres yeux à quel point la restitution des sensations de vol est réaliste. Il m'aura aussi obligé à me plonger dans le monde réel de l'ingénierie, une expérience à la fois instructive et édifiante.

## **Internet :**

[https://www.scei-concours.fr/tipe/TIPE\\_2009/sujets\\_2009/SI\\_PSI\\_2009%28DOSSIER%29.pdf](https://www.scei-concours.fr/tipe/TIPE_2009/sujets_2009/SI_PSI_2009%28DOSSIER%29.pdf)  
[http://balandier.nicolas.free.fr/dossier\\_technique\\_plateforme/co/Hexapodes%20de%20mouvements.html](http://balandier.nicolas.free.fr/dossier_technique_plateforme/co/Hexapodes%20de%20mouvements.html)

## **Bibliographie :**

Analyse, optimisation et conception des mécanismes de simulation de mouvement à trois degrés de liberté, Nicolas Pouliot, 1997.

## **Contact:**

Haradj Driss, pilote à la royale air maroc

OUVRARD Aline, 7764

### **Sujet Interaction entre fluide et structure dans un camion-citerne**

#### **Introduction**

La distribution des ressources est en partie assurée par voie routière. Il est crucial de garantir la stabilité des moyens de transport routier, surtout lors du transfert de marchandises dangereuses. Dans le cas des camions-citernes, la répartition de la charge varie et peut nuire au maintien de l'équilibre. Mon travail s'axe donc sur l'étude du non-renversement en virage des camions-citernes.

#### **Objectif**

En premier lieu, mon étude vise à mettre en évidence l'impact du taux de remplissage sur le risque de renversement, celui-ci faisant varier la position du centre de gravité. J'ai donc fait une approche statique du sujet.

Par ailleurs, le ballonnement du liquide met également en péril la stabilité des camions-citernes. Ainsi, dans un deuxième temps, j'ai analysé l'aspect dynamique en me penchant sur l'incidence des mouvements du liquide autour de sa position moyenne.

#### **Travail réalisé**

Premièrement, pour mettre en avant l'influence du taux de remplissage d'une citerne sur la limite au renversement, j'ai réalisé une expérience. Afin de simuler un camion-citerne, j'ai construit une cale sur laquelle reposait une bouteille d'eau. Pour un volume d'eau donné, je faisais varier l'angle du support avec l'aide d'une plate-forme six axes et je notais l'angle pour lequel mon modèle basculait. Ainsi j'ai pu observer l'incidence du taux de remplissage sur la stabilité en virage des camions.

Parallèlement, j'ai fait un programme déterminant la position du centre de gravité d'un camion-citerne en fonction du taux de remplissage d'une citerne de section circulaire. J'ai corrélé la manipulation et la théorie pour vérifier que mon expérience s'appuyait sur un modèle cohérent, et pour déterminer les limites au renversement.

Enfin, j'ai contacté plusieurs fabricants de citernes dans le but de connaître les modèles utilisés pour simuler le mouvement du liquide. Mes demandes furent infructueuses car les entreprises se contentent de suivre les directives formulées par la réglementation ADR (Réglementation sur le transport des matières dangereuses par la route). J'ai donc choisi le modèle pendulaire pour estimer les répercussions des vibrations du liquide.

#### **Conclusion**

Grâce à ce TIPE, j'ai pu apercevoir le rôle essentiel des outils informatiques. De plus, il m'a permis d'appréhender la difficulté à réaliser des expériences concluantes. Enfin j'ai pris conscience des enjeux concrets auxquels sont confrontés les ingénieurs, ce qui m'a confortée dans mon souhait d'avenir professionnel.

#### **Bibliographie**

Mémoire

Noui O., Étude et modélisation des citernes en aluminium pour les véhicules routiers. Mémoire présentée à l'université du Québec à Chicoutimi comme exigence partielle de la maîtrise en ingénierie en 2012.

Thèse

Toumi M., Étude et analyse de la stabilité des camions citernes. Thèse présentée à l'université du Québec à Chicoutimi comme exigence partielle du doctorat en ingénierie en 2008.

#### **Contact**

Laurent DANIEL, Chargé d'Affaires Matériels Roulants à la société de stockage, de distribution et de gestion Lafon