

**1. Mise au point et exploitation d'un banc d'essais pour la détection des anomalies de fonctionnement des roulements dans des applications basses vitesses**

en collaboration avec la firme *MÉCASON*

Le contrôle, en continu, du bon fonctionnement des roulements dans les applications industrielles est primordial. D'une part, il faut éviter les démontages systématiques des machines pour des contrôles préventifs (combien de cas d'ennuis mécaniques après intervention sur une machine qui fonctionnait bien). D'autre part, il faut pouvoir déceler l'approche d'une défaillance mécanique afin d'éviter la panne, et même, généralement, la dégradation.

Différentes méthodes permettent d'assurer la surveillance des roulements. Deux nous intéressent plus particulièrement : l'analyse vibratoire, basée sur l'analyse du signal fourni par un accéléromètre placé à proximité du roulement à surveiller et, l'analyse acoustique basée sur une écoute et une quantification en continu du bruit émis par les organes de la machine.

Le laboratoire du service de mécanique appliquée dispose d'un banc de test des roulements par une analyse vibratoire pour des vitesses de 500 à 1500 tr/min.

La société *MÉCASON* spécialisée en analyse acoustique souhaiterait étudier la validité de son produit pour des applications basses vitesses correspondant à des applications industrielles particulières : four de cimenterie (~1 tr/min), sucreries, ... .

Le travail consisterait à poursuivre un travail entamé sur le sujet au cours de l'année 2001-2002 : identifier clairement les applications industrielles de la surveillance des machines à basse vitesse, adapter voire redéfinir le programme d'analyse vibratoire et réaliser les essais de validations de la méthode acoustique par une comparaison avec les résultats de l'analyse vibratoire.

Domaines abordés :

- aspects techniques importants
- programmation Labview
- traitement du signal.

Personne à contacter :

**Albin LOOTVOET** – ULB SMA (L .2.111) – 02.650.26.71 – alootvoe@ulb.ac.be

## **2. Etude et conception d'un banc d'essais pour Transmission à Variation Continue (CVT)**

Le domaine des transmissions à variation continue explose littéralement ces dernières années, à tel point que rares sont les constructeurs à ne pas encore s'être attelé à un projet CVT. Le but premier de ces transmissions est de diminuer la consommation par rapport à une boîte de vitesse automatique classique et même par rapport à une boîte mécanique et ce, sans diminuer les performances, en exploitant mieux les régimes moteurs. Le principe de fonctionnement est celui du *Variomatic* déjà largement utilisé, notamment sur les cyclomoteurs de faibles cylindrées où deux poulies de diamètres variables (l'une côté moteur, l'autre côté roues), reliées par une courroie assurent la transmission. L'idée est de transposer ces transmissions sur des véhicules automobiles de plus fortes cylindrées, avec tous les problèmes de résistance mécanique (courroies...), de design (forme des poulies, courroie ou chaîne, ...) et de stratégie de passage des rapports de vitesse (gestion électronique) que cela suppose.

Le service de Mécanique Appliquée a fait l'acquisition de deux CVT Nissan (récemment montée sur les Nissan Primera 2.0). Le travail couvrirait différents aspects :

- Finalisation du banc d'essai réalisé au cours d'un TFE précédent.
- Etude du fonctionnement et du mode de contrôle de la boîte.
- Exploitation du banc d'essais pour l'étude des stratégies de fonctionnement de la boîte CVT et des auxiliaires.

Domaines abordés :

aspects techniques importants, instrumentation et acquisition, électronique de commande ,...

Personne à contacter :

**Alix CUVELIER** – ULB SMA (L.2.111) - 02.650.26.71 – [cuvelia@ulb.ac.be](mailto:cuvelia@ulb.ac.be)

---

### **3. Etude du monitoring de la thermique moteur. (2 étudiants)**

Le contrôle de la thermique dans les moteurs à combustion internes(circuit de refroidissement) fait l'objet de développements récents de la part des équipementiers et des constructeurs automobiles. En effet, les performances des moteurs sont directement liées à l'efficacité et la gestion de la thermique moteur. Le travail proposé concerne deux aspects du circuit de refroidissement par eau des moteurs :

- L'étude et la conception de deux circuits de refroidissement indépendants pour la culasse et le bloc moteur (« split cooling »), en lieu et place du circuit actuel unique, et ce afin de pouvoir optimiser séparément le comportement thermique des organes du moteur. Ce travail comprend la modification du circuit de refroidissement et l'instrumentation d'un moteur ainsi que des essais au banc visant à mettre en évidence les avantages et les inconvénients de cette architecture.
- Un autre aspect concerne la simulation numérique des phénomènes thermiques et des écoulements dans le circuit de refroidissement d'un moteur à combustion interne.

Le travail est à répartir entre deux étudiants, l'un pour la partie expérimentale, l'autre pour la partie simulation.

#### Domaines abordés :

- Instrumentation, capteurs, acquisitions sur PC
- Monitoring et régulation.
- Mécanique, hydraulique.
- Réalisation technique importante.
- Simulation numérique (code FLUENT)

#### Personnes à contacter :

**Etienne LENCLUD** – ULB SMA (L.2.111) – 02.650.26.71 – [elenclud@ulb.ac.be](mailto:elenclud@ulb.ac.be) (partie expérimentale)

**Fabrice MISSAIRE** – ULB SMA (L 3) – 02.650.26.72 – [fmissair@ulb.ac.be](mailto:fmissair@ulb.ac.be) (partie simulation)

---

#### **4. Etude des paramètres de fonctionnement d'un système d'injection indirecte d'essence.**

Le service de Mécanique Appliquée dispose notamment d'un banc d'essais équipé d'un moteur à injection indirecte d'essence. Ce banc d'essais a été dernièrement utilisé pour étudier l'admission d'air des moteurs. Ce nouveau projet consisterait à réhabiliter ce banc d'essais pour étudier les paramètres et les stratégies de fonctionnement d'un système d'injection. Le travail comporterait différents aspects : mise en service du banc moteur, mesures des paramètres de fonctionnement du système d'injection existant en fonction des conditions de fonctionnement du moteur (charge, régime, ...) et enfin, modification des stratégies d'injection en vue d'étudier leur importance sur les performances du moteur.

##### Domaines abordés :

- Principe de fonctionnement d'un moteur à combustion interne (avance à l'allumage, temps d'injection,...)
- Instrumentation, capteurs, acquisitions sur PC (Labview)
- Electronique (calculateur moteur : étude et modification)
- Réalisation technique importante.

##### Personnes à contacter :

**Albin LOOTVOET** – ULB SMA (L .2.111) – 02.650.26.71 – [alootvoe@ulb.ac.be](mailto:alootvoe@ulb.ac.be)

**Etienne LENCLUD** – ULB SMA (L.2.111) – 02.650.26.71 – [elenclud@ulb.ac.be](mailto:elenclud@ulb.ac.be)

---

## **5. Implémentation d'une commande numérique sur une machine outil.**

en collaboration avec la société ARMO

La société ARMO (Atelier de Rénovation de Machines Outils) est active dans le domaine du retrofitting des machines outils. Il s'agit de la réhabilitation de machines outils à commande numérique dont la commande numérique est devenue obsolète du fait de l'évolution des technologies numériques et de la difficulté à trouver des composants de rechange pour des circuits électronique de génération plus ancienne. Mécaniquement, les machines ne nécessitent souvent qu'un léger entretien et conservent des capacités d'usinage très intéressantes. Ces machines « rétrofittées » constituent une alternative très intéressantes à l'achat de machines neuves dont le coût est généralement supérieur de 60 à 70%, pour des vitesses de production à peine différentes.

La difficulté du retrofitting consiste à adapter et à faire communiquer une commande numérique de dernière génération avec des machines plus anciennes (commande des moteurs d'axe, du circuit d'arrosage, intégration des sécurités et des capteurs de position,...).

Le travail consisterait à réaliser ce travail d'intégration entre une fraiseuse 3 axes et une commande numérique Heidenhain TNC 410M sur base de l'expérience d'un premier travail d'intégration réalisé en 2001-2002 sur un tour à commande numérique. Cette fraiseuse viendrait compléter l'équipement du laboratoire du Service.

### Domaines abordés :

- Usinage par fraiseuse 3 axes.
- Etude du fonctionnement et programmation d'une commande numérique.
- Conception et réalisation de circuits électriques et électroniques (interfaces machines – commande numérique et câblage de la machine).

### Personne à contacter :

**Albin LOOTVOET** – ULB SMA (L .2.111) – 02.650.26.71 – alootvoe@ulb.ac.be

---

## **6. Modélisation de la dispersion de polluants dans un tunnel**

La problématique générale concerne l'évaluation de l'impact du trafic automobile sur la qualité de l'air en zone urbaine. L'objectif de ce travail est de modéliser numériquement, à l'aide d'un logiciel de calcul d'écoulement, la dispersion de polluants émis par le trafic automobile dans un environnement fermé type tunnel. L'étudiant devra analyser la dispersion des polluants dans un tunnel. L'étude débutera par l'analyse d'un cas simple : un seul véhicule en mouvement dans un tunnel et visera l'extension du modèle à un cas plus complexe (nombre de véhicules croissant, embouteillage dans le tunnel...).

Personne à contacter :

**Olivier BERTEN** - [oberten@ulb.ac.be](mailto:oberten@ulb.ac.be) – 02.650.47.70

---

## **7. Test aérodynamique à l'aide d'une soufflerie basse vitesse**

La mise au point d'un nouveau profil d'aile ou de châssis de voiture passe souvent par une voie expérimentale. Un des moyens utilisés est la réalisation d'un modèle réduit placé dans une soufflerie et instrumenté.

Le Service de Mécanique Appliquée dispose d'une soufflerie basse vitesse qui permet de tels essais. L'objectif de ce travail est la réalisation d'une campagne d'essai qui aurait pour but de visualiser l'écoulement autour d'un profil donné (type voiture) et aussi de quantifier les différents paramètres aérodynamiques comme le  $C_x$  par exemple.

Personne à contacter :

**Olivier BERTEN** - [oberten@ulb.ac.be](mailto:oberten@ulb.ac.be) – 02.650.47.70

---

## **8. Détermination des performances énergétiques d'une turbine TESLA**

La turbine à gaz ou à vapeur TESLA est une turbine particulière sans aubage. Une première étude a permis la mise en place d'un modèle numérique et l'ébauche d'un prototype expérimental de la turbine. Il est demandé à l'étudiant d'exploiter les différentes conclusions issues de la première étude afin d'établir les caractéristiques de l'écoulement et les performances énergétiques d'une telle turbine.

Pour réaliser le projet, l'étudiant devra utiliser un logiciel existant de mécanique des fluides numériques (CFD) et un modèle expérimental simplifié de la turbine TESLA.

Personnes à contacter :

**Olivier BERTEN** - [oberten@ulb.ac.be](mailto:oberten@ulb.ac.be) – 02.650.47.70

**Etienne LENCLUD** – [elenclud@ulb.ac.be](mailto:elenclud@ulb.ac.be) – 02.650.26.71

---

## **9. Etude numérique de l'aérodynamique externe du véhicule VERTIGO**

en collaboration avec la firme GILLET

### Objectif :

L'analyse de l'écoulement autour de la coque de la VERTIGO par voie numérique doit permettre de vérifier les valeurs de  $C_x$  et de déterminer les modifications à réaliser afin d'augmenter les performances aérodynamiques du véhicule.

Le travail consiste en la réalisation d'une métrologie complète du véhicule. La géométrie obtenue, une simulation par voie numérique déterminera le comportement aérodynamique de la coque.

### Activités :

Bibliographie, métrologie, CAO, simulation numérique (CFD)

### Personne à contacter :

**Fabrice MISSAIRE** – fmissair@ulb.ac.be – 02.650.26.72

---

## **10. Etude numérique et expérimentale de la combustion de farines animales.**

### Objectif :

La combustion des farines animales est en plein essor suite aux nouvelles mesures environnementales prises ces derniers mois. Une étude expérimentale et numérique permettra de déterminer les caractéristiques principales d'une flamme issue de la combustion de ce type de farine.

### Activités :

Bibliographie, simulation numérique, conception et réalisation mécanique (CFD)

### Personne à contacter :

**Fabrice MISSAIRE** – fmissair@ulb.ac.be – 02.650.26.72

---

## **11. Etude de la combustion autogaz/polluants**

### Objectif :

Le but de ce travail expérimental consiste à mettre en évidence la diminution d'émission de polluant lors de la combustion autogaz dans un four pilote.

L'étudiant devra terminer la mise en place du banc d'essai pour effectuer les mesures de température et d'émission de polluant.

### Activités :

Bibliographie, conception et réalisation mécanique, campagne de mesure sur le four pilote.

### Personne à contacter :

**Fabrice MISSAIRE** – [fmissair@ulb.ac.be](mailto:fmissair@ulb.ac.be) – 02.650.26.72

---

## **12. Développement et implémentation d'un algorithme de résolution des réseaux de fluides compressibles**

De nombreuses installations industrielles véhiculent des fluides compressibles. L'analyse et le dimensionnement de ces installations nécessite le calcul des débits, pressions,.. dans tous le réseau de canalisations. Après une recherche bibliographique sur les phénomènes physiques, l'étudiant identifiera les différentes équations modélisant ceux-ci. Il proposera ensuite une méthode de résolution numérique efficace. Les résultats de ce travail seront implémentés dans un programme informatique.

### Domaines abordés :

- Mécanique des Fluides
- Méthodes Numériques
- Programmation (C++)

### Personne à contacter :

**Pierre-Alexis DOUXCHAMPS** - [pdouxcha@ulb.ac.be](mailto:pdouxcha@ulb.ac.be) - 02.650 .47.70.

---

### **13. Mise en place d'un banc d'essai pour la mesure des pertes de charge causées par des fluides non-newtoniens en canalisation**

Lors du dimensionnement d'installations hydrauliques, il est nécessaire de passer par le calcul des pertes de charge dans les différentes parties de l'installation. Ce calcul est réalisé à l'aide de lois déterminées expérimentalement. Si nous disposons de nombreuses données pour des fluides newtoniens, ce n'est pas le cas pour des fluides à rhéologie plus complexe. Nous proposons de réaliser un banc d'essai permettant de déterminer ces lois.

Domaines abordés :

- Mécanique des Fluides
- Méthodes expérimentales

Personne à contacter :

**Pierre-Alexis DOUXCHAMPS** - [pdouxcha@ulb.ac.be](mailto:pdouxcha@ulb.ac.be) - 02/650 47 70

---

### **14. Analyse d'une ligne de séchage pour la production de farine animale.**

Afin d'étudier la combustion de farine animale, ("cycle cru"), nous proposons d'étudier la fabrication de cette farine à partir de ses éléments constitutifs. La valorisation des déchets "cru" sera établie grâce aux dispositifs de combustion disponibles au laboratoire.

Activités :

Bibliographie, conception et réalisation mécaniques.

Personne à contacter :

**Fabrice MISSAIRE** – [fmissair@ulb.ac.be](mailto:fmissair@ulb.ac.be) – 02/650.26.72

---

### **15. Contrôle et commande d'un brûleur autogaz fonctionnant au fuel domestique.**

Suite du TFE 2001-2002 concernant le développement du brûleur autogaz sous LabView.

Activités :

Bibliographie, développement de l'acquisition sous LabView. Prise de mesures sur banc d'essai.

Personne à contacter :

**Fabrice MISSAIRE** – [fmissair@ulb.ac.be](mailto:fmissair@ulb.ac.be) – 02/650.26.72

---

## **Travaux de fin d'études - Service de Mécanique des fluides**

### **Thème 1: Simulation numérique d'écoulements de plasmas thermiques pour application aux problèmes de rentrée atmosphérique**

À leur entrée dans l'atmosphère (terrestre ou d'une planète autre), les véhicules spatiaux subissent des échauffements considérables car le gaz qui les entoure est porté à des températures de l'ordre de 10000 K par échauffement aérodynamique. Ils doivent donc être protégés par un bouclier thermique en matériau isolant. Les propriétés thermiques et catalytiques de ces matériaux sont évalués par des essais dans des souffleries à haute enthalpie dans lesquelles on reproduit le contenu énergétique du fluide, dont la soufflerie à plasmas inductive de l'Institut von Karman (Plasmatron).

Un modèle numérique de l'écoulement dans cette soufflerie a été développé, d'une part pour comprendre le comportement de l'écoulement, mais aussi comme outil à utiliser conjointement avec les mesures expérimentales pour déterminer les propriétés thermiques et catalytiques des matériaux de protection thermique. Plusieurs sujets sont proposés en vue améliorer et d'étendre les fonctionnalités de ce code de simulation. Ces travaux seront menés en étroite collaboration avec Thierry Magin, chercheur FRIA, et l'Institut von Karman.

#### **1.a Modélisation des coefficients de transport dans les écoulements multi-espèces**

En théorie cinétique des gaz, les expressions des coefficients de transport d'un fluide sont réduites au calcul d'intégrales appelées intégrales de collision. Ces dernières sont basées sur les interactions entre molécules décrites par divers potentiels intermoléculaires. Une méthode numérique permettra d'évaluer ces intégrales pour plusieurs expressions de potentiels. Ensuite, les coefficients de transport de mélange sont obtenus en résolvant un système linéaire coûteux. Généralement, des expressions approchées (les lois de mélange) sont préférées pour économiser du temps de calcul. Une nouvelle approche basée sur une méthode itérative sera envisagée pour résoudre le système sans approximation.

#### **1.b Plasma de CO<sub>2</sub>**

L'atmosphère martienne est composée principalement de CO<sub>2</sub>. Ce gaz doit être ajouté à la librairie pour écoulements à haute enthalpie développée à l'IVK. La composition chimique à l'équilibre et les propriétés thermodynamiques sont dérivées de la mécanique statistique dans l'hypothèse de l'oscillateur harmonique et du rotateur rigide. Les coefficients de transport sont dérivés de la théorie cinétique (sujet précédent). Les réactions chimiques sont décrites par un modèle basé sur la loi d'action des masses et la loi d'Arrhenius. La simulation d'une soufflerie à plasma inductif à l'aide d'un code développé à l'IVK permettra de mettre en application le modèle pour plasma de CO<sub>2</sub>.

#### **1.c Phénomènes de diffusion à l'équilibre thermodynamique local.**

Dans un écoulement réactif, la fraction molaire des éléments atomiques peut varier localement suite aux phénomènes de diffusion. Ce mécanisme a été observé lors de la simulation d'un plasma inductif d'air à l'aide d'un code pour écoulement en déséquilibre chimique. Afin d'examiner cet effet dans des conditions d'équilibre thermodynamique local, un code dans lequel le calcul de la composition chimique est basé sur la conservation de la masse de

noyaux sera modifié en ajoutant un terme de diffusion. La formulation rigoureuse de Stefan-Maxwell sera implémentée pour le calcul des flux diffusifs.

### **1.d Écoulements supersoniques de plasmas**

Dans sa forme actuelle, le code de calcul ne permet de simuler que des écoulements sous-soniques. On se propose d'étendre son domaine d'applicabilité au calcul des écoulements supersoniques en vue de simuler des configurations supersoniques étudiées expérimentalement dans la petite torche inductive (Minitorche) de l'Institut von Karman.

### **Thème 2: Calcul d'écoulements incompressible instationnaires**

La plupart des écoulements couramment rencontrés par l'ingénieur sont turbulents. Les fluctuations turbulentes influencent considérablement les écoulements en intensifiant le mélange au sein du fluide, ce qui a pour effet d'augmenter le frottement pariétal et les transferts de chaleur et de masse le cas échéant. La modélisation de ces phénomènes est un des problèmes majeurs en mécanique des fluides. Une approche proposée assez récemment, appelée Simulation des grandes échelles (Large eddy simulation ou LES en anglais), consiste à simuler les structures de grande taille tout en modélisant l'effet des structures les plus petites. À cette fin, on a développé un code de calcul d'écoulements incompressibles instationnaires combinant la méthode des éléments finis et un développement en série de Fourier pour des écoulements autour de configurations bidimensionnelles générales. Deux sujets sont proposés en vue d'améliorer et d'étendre les fonctionnalités de ce code de calcul.

#### **2.a Extension aux configurations à symétrie de révolution**

Le code actuel permet de traiter des configurations bidimensionnelles générales. On se propose d'en développer une extension permettant de traiter les configurations de révolution. On l'appliquera au calcul de l'écoulement de jets de révolution étudiés expérimentalement par Christophe Schram, doctorant à l'Institut von Karman.

#### **2.b Parallélisation par décomposition de domaine**

Le code actuel est un code séquentiel (il existe également une version parallèle pour machines à mémoire partagée). On se propose d'en développer une version parallèle basée sur la décomposition de domaine, adaptée au calcul sur machines parallèles à mémoire distribuée comme les grappes de PC.

### **Thème 3: Calcul d'écoulements à surface libre**

Les écoulements à surface libre de faibles épaisseurs de liquide (canaux, rivières) peuvent être décrits par un modèle où l'on considère des grandeurs moyennes selon la profondeur (équations de Saint-Venant, Shallow water equations). Les équations de ce modèle sont très semblables aux équations du mouvement des fluides compressibles. On se propose dès lors de modifier un code de calcul développé à l'Institut von Karman pour les écoulements de fluides compressibles (Cosmic) en vue de pouvoir calculer les écoulements à surface libre. On appliquera le code résultant à des problèmes de rupture de barrage et de toboggans à eau.

### **Thème 4: Calcul des performances aérodynamiques de profils d'aile par couplage écoulement potentiel/couche limite**

Pour les écoulements à grand nombre de Reynolds, on peut subdiviser l'écoulement en une zone extérieure non visqueuse et des couches limites et sillages près des corps solides et en aval de ceux-ci. On peut par conséquent modéliser économiquement des tels écoulements en couplant un module de calcul d'écoulements potentiels et un module de calcul de couches limites et sillages. On se propose d'expérimenter cette approche en utilisant les modules développés par T. Cebeci.