

Catalogue des projets 3A et consignes
pour le département *Énergie : Production, Transformation*

Version du 8 décembre 2010

Les sujets de projets sont présentés dans un ordre qui importe peu.

Les *soutenances finales* sont programmées les **lundi 8 (L)** et **mardi 9 (M) février 2010** sur les créneaux suivants :

J. horaire	Élève	Sujet	Tuteur(s)	Lieu
L 17h00	Gross	Séquestration du CO ₂ par microalgues	Lubraniecki, Sessiecq	Mines S133
L 17h45	Carême	ACV des filières agrocarburant	Sessiecq	Mines S133
M 11h00	Samba	Microcogénération	Feidt	Mines S342
M 16h30	Heim & Dunand	Stratégies de vente d'électricité	Combeau, Gueniffey, Plaut	LEMTA SCor.
M 17h30	Gonin	Évaporation d'un spray	Deprédurand	LEMTA SCor.

Les lieux sont la salle 133 à l'école des Mines le lundi, la salle 342 à l'école des Mines le mardi matin, la grande salle de réunion du LEMTA site ENSEM (salle Coriolis située au rez de chaussée) le mardi après-midi. Chaque élève préparera une *présentation vidéo scientifique* de 30 minutes environ exposant le sujet et le contexte du projet, et le travail réalisé. Cette présentation vidéo sera donnée devant un jury constitué au minimum du tuteur et du responsable de département, et suivie d'une *séance de questions-réponses* de 10 minutes environ. Tous les élèves assisteront à toutes les soutenances ; il conviendra donc de faire un effort de communication et de pédagogie pour que les présentations soient accessibles à des non-spécialistes, sans pour autant dégrader la qualité scientifique du propos.

Au moins 2 jours ouvrables avant la soutenance, les élèves auront remis à leur(s) tuteur(s) et au responsable de département une version imprimée de leur *rapport de projet*. Ce rapport de 20 à 40 pages hors annexes, 30 à 80 pages avec annexes, devra comporter un résumé d'une demie page à une page, ainsi qu'une bibliographie référencée dans le corps du texte. Il consistera en une *présentation de type scientifique* de l'objet du projet et du travail réalisé.

Dans le cas exceptionnel de la soutenance du projet à 2 élèves Heim & Dunand, l'exposé fera 40 minutes et sera partagé à « égalité » entre les 2 élèves. Par contre chaque élève rédigera son propre rapport.

Le mardi de 11h45 à 12h je vous demanderai de prendre 15 minutes entre vous pour préparer une évaluation écrite consensuelle des modules de département, que vous me remettrez vers 12h.

1 Étude de stratégies de vente d'électricité pour un opérateur isolé

Projet confidentiel en lien avec l'entreprise NovaWatt, plus précisément avec Guillaume Dupret jeune diplômé embauché dans cette entreprise. Projet partagé avec un élève du département *Procédés, Énergie, Environnement*, Nicolas Dunand. Projet suivi aux Mines par Hervé Combeau, Yves Gueniffey et Emmanuel Plaut.

Élève ayant choisi ce sujet : Laurent Heim.

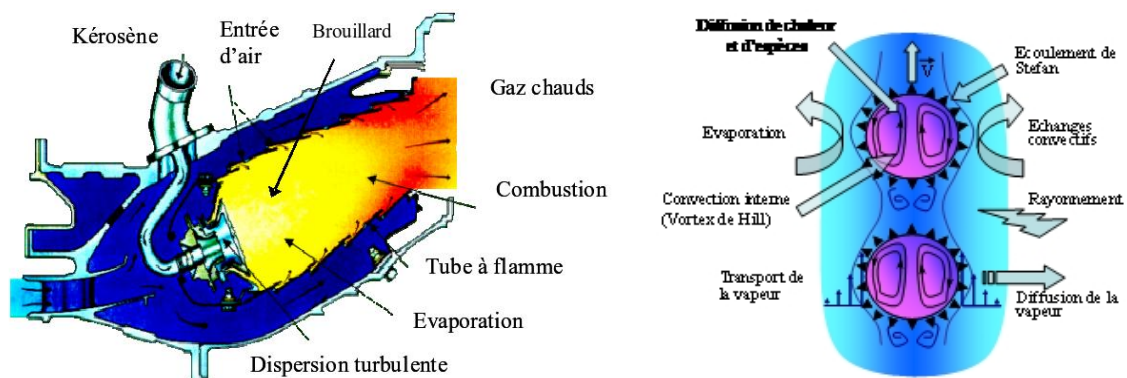
2 Étude de l'évaporation d'un spray de combustible injecté dans un écoulement turbulent chauffé

Tutrice :

Valérie Deprédurand, doctorante au LEMTA, ATER à l'ENSMN
LEMTA (site ENSEM)
Tél. : 03 83 59 55 53
Mel : Valerie.Depredurand@ensem.inpl-nancy.fr

Descriptif du sujet :

Dans le contexte de l'optimisation des *chambres de combustion de moteurs aéronautiques*, et du projet fédérateur aéronautique ASTRA, on s'intéresse au LEMTA aux phénomènes d'*injection et d'évaporation de brouillards* (sprays) *de combustibles mono et bicomposant*. Ces phénomènes mettent en jeu des écoulements multiphasiques fortement anisothermes, ainsi qu'un changement de phase, comme cela est illustré sur les figures ci-dessous.



Des données expérimentales très complètes ont été acquises récemment par mes soins sur un banc expérimental du département « mesures physiques » de l'ONERA. Il s'agira d'*analyser ces données expérimentales* et de *développer des modèles numériques* permettant de les expliquer. Pour cela un code maison (Fortran interfacé Matlab) existe déjà pour un écoulement non turbulent. On le prendra en main dans le cas simplifié d'une goutte isolé. Il s'agira ensuite d'y intégrer et développer un *modèle de turbulence*, tout en essayant de coller aux expériences. Ce sont elles, en effet, qui ont montré les limites des modèles d'écoulements laminaires.

On pourra envisager, éventuellement, de faire quelques expérimentations au LEMTA, dans des conditions et avec des moyens analogues à ceux de l'ONERA.

Références :

COCHET M. 2007 Évaporation de gouttelettes polydispersées dans un écoulement de canal fortement turbulent. Analyse de la formation du mélange diphasique par imagerie de fluorescence. *Thèse INPT*.

DEPRÉDURAND V., MIRON P., LABERGUE A., WOLFF M., CASTANET G., LEMOINE F. 2008 A temperature sensitive tracer suitable for two-colour laser-induced fluorescence thermometry applied to evaporating droplets. *Meas. Sci. Technol.* **19**.

Élève ayant choisi ce sujet : Charles Gonin.

3 Étude d'une installation de séquestration du CO₂ par microalgues

Tuteurs :

Philippe Sessiecq, maître de conférences INPL

IJL, bureau 217 aux Mines

Tél. : 03 83 58 42 15 - Mel : Philippe.Sessiecq@mines.inpl-nancy.fr

Yves Lubraniecki, chargé de mission au Conseil Général de Meurthe & Moselle

Mel : Yves.Lubraniecki@mines.inpl-nancy.fr

Descriptif du sujet :

Les végétaux ont fixé, par photosynthèse, d'énormes quantités de carbone pendant des centaines de millions d'années, pour faire les trois combustibles fossiles charbon, pétrole et gaz. Or, depuis environ 150 ans, l'activité humaine engendre le rejet de ce carbone dans l'atmosphère où il fabrique le dioxyde de carbone d'aujourd'hui, qui est un puissant gaz à effet de serre. Selon le CDIAC, du Département américain de l'énergie, les émissions de CO₂ anthropiques se situaient à moins de 200 millions de tonnes en 1850, à 24,4 milliards de tonnes en 2000 et plus de 30 en 2006... Compte tenu du fait qu'il y a environ 31 millions de secondes dans une année, nous nous approchons gentiment des 1 000 tonnes d'émission de CO₂ anthropiques par seconde au niveau planétaire. Parallèlement, les mécanismes naturels se régulent d'eux-mêmes et absorbent davantage de carbone, mais proportionnellement beaucoup moins que ce qui est rejeté. Il est difficile d'obtenir des chiffres car les phénomènes naturels impliqués sont d'une très grande complexité, mais il semble que, en face de ces émissions anthropiques, l'absorption supplémentaire de CO₂ par la nature n'atteigne pas 15 milliards de tonnes par an et ce chiffre aurait tendance à diminuer. Cela signifie que, par seconde, il faut enlever environ 500 tonnes d'absorption naturelle (chiffre en diminution) des 1 000 tonnes d'émissions anthropiques (chiffre en augmentation) ce qui laisse quand même une augmentation nette du CO₂ atmosphérique d'environ 500 tonnes par seconde... Si rien n'est fait, d'ici moins d'un siècle, nous aboutirons à un taux de gaz carbonique atmosphérique équivalent à ce qu'il était il y a 40 millions d'années. L'atmosphère terrestre comptait alors environ 500 cm³ de CO₂/m³ d'air, elle en comptait 280 aux alentours de 1850, elle en compte environ 379 aujourd'hui et les experts travaillent désormais sur des scénarios que l'humanité n'a jamais connus. La différence entre le lointain passé et la période actuelle et future est que les évolutions se faisaient sur des centaines de milliers voire sur des millions d'années. Maintenant, l'évolution dont nous parlons se fait sur 150 ou 200 ans. Cela ne pose sûrement pas les problèmes d'adaptation du climat et de la biosphère dans les mêmes termes... Parmi les multiples solutions partielles à ce problème, l'idée de la *capture et recyclage du CO₂ par des microalgues* a émergé récemment.

Depuis trois ans, nous travaillons sur un tel procédé. Grâce aux études préliminaires réalisées par des étudiants des formations de l'École des Mines, de l'ESSTIN et, en 2008-2009, par une élève de l'université de Metz, nous disposons des données pour définir une installation correspondant aux besoins de deux grands sites industriels de la région appartenant à des leaders mondiaux dans leur domaine.

Dans ce projet on propose

- le choix et l'étude des *procédés*, avec réalisation du *schéma de procédés*; en particulier on se penchera sur le schéma de valorisation des microalgues;
- la réalisation du *bilan matière* et du *bilan thermique* de l'installation;
- l'étude de l'*évolution* de ces bilans par rapport aux *paramètres* du procédé;
- la réalisation d'un *bilan financier*;
- la réalisation d'un *bilan global de faisabilité*.

Références :

CDIAC http://cdiac.ornl.gov/trends/emis/tre_glob.html

LUBRANIECKI, Y. 2006 Énergie et développement sans augmentation de l'effet de serre.

Élève ayant choisi ce sujet : Florent Gross.

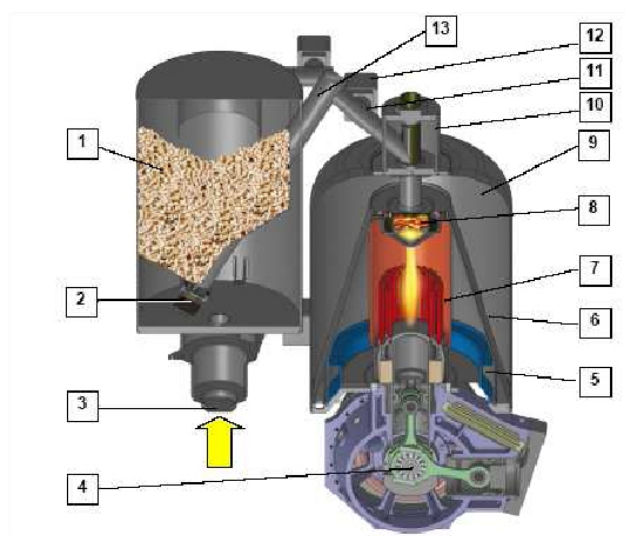
4 Microcogénération : optimisation thermodynamique et adaptabilité à divers combustibles

Tuteur :

Michel Feidt, professeur UHP
LEMTA (site ENSEM)
Tél. : 03 83 59 57 34
Mel : Michel.Feidt@ensem.inpl-nancy.fr

Descriptif du sujet :

Ce projet sur les *microcogénérateurs* (voir ci-dessous le schéma d'un cogénérateur bois de la société MAB) se situe dans le cadre de relations industrielles diverses, et fait suite à la thèse de D. Descieux. Il commencera par une étude bibliographique, basée notamment sur mon cours d'énergétique (Feidt 2006) et un état de l'art récent du sujet (Pehnt et al. 2006).



La *modélisation thermodynamique* existante sera complétée pour *divers cogénérateurs : moteurs à combustion interne ou externe, turbine à combustion, turbine à cycle organique, voire piles à combustibles*. Dans les premiers cas on étudiera l'*adaptabilité à divers combustibles* et notamment aux *bio combustibles*. On s'attachera à comparer ces systèmes selon divers critères : énergétiques, exergetiques, économiques, voire environnementaux.

La validation des propositions se fera par confrontation à des études de terrain disponibles (stage de S. Meddeb, 2008) ou à rechercher (ENSTIB ; Sté MAB ; autres), voire sur expérimentation à mettre en place sur Nancy (négociation en cours avec GDF-SUEZ).

Des suites en stage industriel de 6 mois sont possibles.

Références :

FEIDT, M 2006 Énergétique, concepts et applications. *Dunod*.
PEHNT, M. et al. 2006 Microcogeneration, towards decentralized energy systems. *Springer*.

Élève ayant choisi ce sujet : Ahmadou Samba.

5 Analyse du cycle de vie des filières agrocarburant

Tuteur :

Philippe Sessiecq, maître de conférences INPL

IJL, bureau 217 aux Mines

Tél. : 03 83 58 42 15 - Mel : Philippe.Sessiecq@mines.inpl-nancy.fr

Descriptif du sujet :

Un des objectifs du Grenelle de l'environnement est de faire passer de 1% à 11% la part d'**agrocarburants** dans la consommation française totale de carburants d'ici à 2050. Mais de nombreux rapports aujourd'hui sont très critiques sur la capacité des agrocarburants à couvrir une part importante des besoins énergétiques sans nuire aux prix alimentaires ou à l'environnement. La solution serait-elle celle des **biocarburants de deuxième génération** ?

Afin de tenter de répondre à cette question, on se propose dans ce projet

- de faire un **état de l'art** sur les agrocarburants : procédés, bilans matière et énergie, etc...
- de faire des **analyses de cycle de vie** des filières agrocarburants de première et deuxième génération ;
- de conclure sur le bien fondé des filières de secondes générations.

Attention : ce sujet est le sujet de projet 2A numéro 9 ; il faut veiller à bien séparer les tâches avec le groupe des élèves 2A qui ont choisi ce projet.

Élève ayant choisi ce sujet : Nicolas Carême.