

COMPTE-RENDU DE TELEREUNION

Date : 19/04/05

Rédacteur : S. Rousseau

Version	Date
00	21/04/05

Participants : Renaud Gicquel ENSMP
Stéphane Rousseau EMN
Jérôme Bellettre EMN
Patrice Chantrenne INSA Lyon
Michel de Peretti EPF
Jean-Luc Harion ENSM Douai

Destinataires Participants
Mohand Tazerout EMN
Pierre Gourmelen ENSIETA
Jean-François Hetet ECN
Christine Rousselle Univ. Orléans
Jean-Pierre Fanton ECP
Jean-Michel Gillet ECP
Richard Capart UTC
Bruno Auvity Polytech Nantes
Georges Le Palec Univ. Méd.

Ordre du jour

- Tour de table de présentation
- Etat d'avancement du projet UNIT-THERMOPTIM
- Discussion sur les choix effectués, notamment sur les nouveaux modèles développés
- Propositions pour la phase 2
- Date de la prochaine réunion

Conclusions et planning

- Les engagements de la phase 1 sont presque remplis en termes de développements de nouveaux composants, l'amélioration de la documentation, les développements informatiques et la diffusion internationale continuent de progresser.
- Le programme de la phase 2 comporte le développement de nouvelles classes externes ainsi que de la réalisation de fiches-guides pour TD.
- Les intentions de projets seront déposées auprès d'UNIT avant le 2 mai 2005. Les partenaires disposeront d'environ deux mois pour faire des propositions.
- La prochaine réunion UNIT aura lieu le 8 juillet 2005 à Sophia Antipolis, à la suite de la réunion du club ALET. Les membres de la communauté UNIT intéressés sont invités à participer à la réunion du club ALET.

Tour de table

- Renaud Gicquel Professeur à l'ENSMP.
Il est le porteur du projet THERMOPTIM.
- Stéphane Rousseau Ingénieur de Recherche à l'EMN.
Il collabore directement à la réalisation du projet, en prenant notamment en charge la réflexion critique sur la documentation et les sites existants, la création du site communautaire, et en participant à la diffusion internationale.
- Jérôme Bellettre Maître Assistant à l'EMN.
Il utilise THERMOPTIM en TD de Cycles frigorifiques et en projet.
- Patrice Chantrenne Maître de Conférence à l'INSA de Lyon, filière Génie Mécanique, Construction, Thermodynamique Appliquée aux machines.
Il utilise THERMOPTIM depuis plusieurs années (il fut l'un des premiers à le faire).
Il revient dans l'enseignement depuis cet année, et reprend ses cours avec THERMOPTIM.
Il précise que THERMOPTIM est également utilisé au département Génie Energétique.
- Michel De Peretti Responsable de la filière Energie/Environnement de l'EPF et du laboratoire.
Egalement Ingénieur au CEA, spécialiste Physique et Plasma.
Il a découvert THERMOPTIM il y a 6 mois dans le cadre UNIT, et va le proposer à la filière Energie/Environnement ; c'est un autre enseignant qui l'exploitera en cours.
- Jean-Luc Harion Maître Assistant à l'EMD, il utilise THERMOPTIM en Energétique Machine, en Thermodynamique en salle projet, et dans le cadre d'un projet avec la Belgique (promotion de la cogénération).
Il a mis en ligne un site intéressant dans le cadre de la GEV (une des premières expérimentations NTE de l'Ecole Virtuelle).
Ces éléments de cours et TD scénarisés et sonorisés seront bientôt en ligne sur le portail UNIT.

Etat d'avancement du projet THERMOPTIM (phase 1)

Renaud Gicquel rappelle qu'UNIT se met en place, et que l'appel à projets de 2004 pour la phase 1 a été soumis au nom du GEM (Groupe des Ecoles des Mines).

Il est convenu que Stéphane ROUSSEAU mette à jour et diffuse la liste des membres de la communauté UNIT.

La présente télé-réunion tient lieu de réunion de lancement, celle prévue en mars n'ayant pas pu être organisée.

Renaud Gicquel excuse un certain nombre de membres de la Communauté qui ont été empêchés, notamment Mohand Tazerout, Pierre Gourmelen, Jean-François Hetet, Christine Rousselle, Jean-Pierre Fanton et Jean-Michel Gillet. Il fera état des contributions qu'ils proposent lors de la discussion sur le programme de travail de la deuxième phase.

Le programme de travail de la phase 1 est passé en revue :

- **Amélioration de la documentation :**

Une documentation importante a été écrite au cours des dernières années, et différents sites ont été réalisés en plusieurs étapes. Il apparaît nécessaire aujourd'hui de restructurer l'ensemble de ces ressources pour les rendre plus facilement accessibles aux enseignants intéressés.

Renaud Gicquel vient de finir un module DIAPASON sur la réalisation des classes externes (31 étapes). Il sera bientôt en ligne.

- **Développement de nouveaux composants pédagogiques**

13 nouveaux composants ont été développés dans le cadre de la phase 1. L'engagement contractuel étant de 10, il est donc rempli.

- Piles à combustible : 5 séances Diapason (110 étapes) ont été réalisées portant sur :
 - Des généralités
 - Divers modèles de piles SOFC
 - Divers modèles de reformage et de piles PEMFC
- Capture CO₂ : un exemple de capture dans du méthanol doit être mis en ligne fin de semaine 16 (31 étapes).
- ENR : une séance de 35 étapes est disponible en ligne.
- Biomasse : la réflexion est en cours à Nantes.

Ce travail a donc bien avancé, et les utilisateurs sont invités à faire part de leur besoins pour continuer d'enrichir les ressources disponibles.

- **Développement informatique**

- Amélioration de l'API des classes externes.
- Gestion des exceptions : des améliorations ont été apportées, elles seront poursuivies si nécessaire sur demande des utilisateurs.
- Extension des corps purs disponibles : ThermoOptim a été couplé avec succès au serveur de propriétés thermodynamiques TEP Thermosoft, et Renaud Gicquel a obtenu l'accord de la société ProSim pour coupler ses propres bibliothèques (Simulis Thermodynamics) dès que nous serons prêts à le faire.

- **Diffusion internationale**

La diffusion de THERMOPTIM est aujourd'hui assez large en France, mais beaucoup plus faible à l'étranger.

Renaud Gicquel a déjà entamé la recherche de correspondants intéressés à l'étranger. Les personnes contactées montrent un intérêt certain pour ThermoOptim, mais ne se sont cependant pas investies dans son utilisation, sans doute parce que leurs contraintes de recherche laissaient peu de temps à l'enseignement...

Concernant la traduction des ressources de ThermoOptim :

- Le nombre de documents traduits en anglais a progressé depuis plusieurs années. Mais cela reste insuffisant.
- La réflexion critique sur la documentation identifiera les documents de base qui doivent être traduits en anglais, éventuellement dans d'autres langues (espagnol, ...).

Discussion

- P. Chantrenne : Y-a-t-il un intérêt marqué pour ThermoOptim au niveau Industriel ?
- R. Gicquel : L'intérêt n'est pas qu'académique. Si l'intérêt industriel est modéré pour le solaire, il est en revanche très fort pour les piles à combustible automobile (PEMFC), avec notamment le problème de l'alimentation en H₂ avec reformage embarqué.
Cet intérêt s'explique par le fait qu'il existe peu de modèles réalistes pour ce type de pile.
Les applications et les enjeux sont forts en cogénération, avec une demande croissante.
La combustion de la biomasse promet également d'être un thème porteur, tout comme la capture du CO₂.
- J. Bellettre : Les industriels pourraient être intéressés par le bilan/l'évaluation des rejets de CO₂ étant donné l'évolution actuelle de la fiscalité.
- M. de Peretti : Le logiciel ThermoOptim sera utilisé en septembre 2005 pour l'enseignement des cycles classiques dans un premier temps. Il n'y a donc pas encore de retour académique des étudiants.
Les nouveaux composants pédagogiques sont intéressants, et les suivants seront probablement proposés en 2006 :
- pile à combustible
 - capture du CO₂
 - cogénération
 - combustion de la biomasse
- Il est envisagé de coupler les options Energie/Environnement et Génie informatique pour un projet commun sur les classes externes qui couvrirait la période de mai à décembre 2006.
- R. Gicquel : Mai 2006 fera partie de la phase 3.
La version aujourd'hui distribuée de ThermoOptim ne permet pas d'effectuer un dimensionnement technologique des installations étudiées, ni d'en simuler le fonctionnement en régime non-nominal.
Une étude réalisée en collaboration avec un industriel a été réalisée sur des machines frigorifiques pour permettre à THERMOPTIM de le faire, et des essais ont aussi été réalisés sur le banc d'essais de cogénération de l'EM Douai.
La conclusion de ces travaux est qu'il est difficile de trouver des corrélations génériques pour les transferts thermiques, notamment diphasiques (condensation, évaporation, ...). Ceci milite en faveur d'une externalisation du dimensionnement par les classes externes (plutôt que de l'intégrer au noyau de THERMOPTIM). La proposition de M. de Peretti est

donc d'un grand intérêt, afin de rendre possible le dimensionnement et la simulation en régime non-nominal en exploitant l'expérience acquise lors des travaux précédents.

Il s'agit d'un gros projet (60 élèves, 1000 h), qui peut être prévu pour la phase 3, et qui serait réalisé à l'EPF.

M. de Peretti : Concernant la diffusion internationale, les correspondants étrangers suivants pourraient être intéressés :

- TEC Monterrey, Département Physique
- ICAI à Madrid.

Il propose de contacter ces correspondants, mais aimerait disposer d'une documentation en espagnol pour faciliter sa démarche.

R. Gicquel : D'autres traductions en anglais voire en espagnol seront effectuées lorsque la documentation de base sera identifiée par la réflexion critique.

Cependant, les écrans de THERMOPTIM existent déjà en espagnol, et la documentation nécessaire pour démarrer avec THERMOPTIM est disponible en anglais.

Pour faciliter la diffusion de THERMOPTIM, il est également envisagé (dans les mois à venir) de confier la traduction de quelques modules DIAPASON à des étudiants étrangers (allemand et espagnol).

P. Chantrenne : Il existe d'autres outils aux USA, en particulier TEST (The Expert System for Thermodynamics).

R. Gicquel : TEST est toujours d'actualité, et semble rencontrer du succès. C'est une série d'applets permettant d'effectuer des calculs. Mais il n'atteint pas la puissance de THERMOPTIM, et est limité à des modélisations de base.

Il existe deux autres outils similaires :

- CycleTempo (néerlandais) qui ne possède pas toutes fonctionnalités de THERMOPTIM ;
- CyclePad (Illinois) qui est un outil d'automatisme, adapté aux cycles à vapeur, mais ne permet pas de combustion.

Des contacts ont été pris il y a deux ans avec CyclePad, mais sont restés sans réponse.

Le concurrent le plus sérieux est EES (Engineering Equation Solver). Il s'agit d'un solveur d'équations algèbro-différentielles, permettant des modélisations très complexes en raison du grand nombre de tables thermodynamiques disponibles. En revanche, il faut écrire toutes les équations. Dans le cas de systèmes comprenant de nombreux composants, il peut y avoir plusieurs centaines d'équations à écrire. Il est alors difficile de vérifier qu'elles sont bien couplées.

C'est donc un outil intéressant, complémentaire de THERMOPTIM. Le couplage de THERMOPTIM à EES, pour générer automatiquement les équations, a été proposé. Sans réponse non plus, bien que EES soit également distribué par le CSTB.

Programme de travail de la phase 2 (sept. 2005 – juin 2006)

- **Nouveaux modèles (classes externes)**

L'élaboration d'une dizaine de nouvelles classes externes sera proposée :

- *Electrolyse à haute température* :
En effet, la filière H₂ rencontre de plus en plus d'intérêt.
- *Extension aux mélanges humides du mécanisme des classe externes* :
Ceci permettra de faire varier l'humidité de l'air dans des transformations comme des détenteurs ou refroidissements, et de modéliser des tours de refroidissement, des batteries froides, des condensats évaporatifs...

Michel de Peretti va démarrer une étude sur les tours de refroidissement (mai-juin 2005). C'est un peu tôt pour exploiter THERMOPTIM, mais cela confirme l'intérêt de la proposition.
Renaud Gicquel précise que le travail a déjà commencé, mais qu'il n'est pas entièrement validé. Il est cependant possible de démarrer avec ce qui existe actuellement.
- *Propulsion Aéronautique* :
Les turboréacteurs en vol ne sont pas modélisables avec les seuls composants du noyau de THERMOPTIM. Il s'agit donc de poursuivre des travaux déjà engagés, et de construire des modules expliquant comment modéliser des moteurs aéronautiques mettant en jeu des diffuseurs, des tuyères, ...

Michel de Peretti informe qu'il existe une option Aéronautique à l'EPF. Il se propose de signaler l'existence de THERMOPTIM pour simuler un moteur d'avion.
- *Capture du CO₂* :
Par des voies autres que l'absorption par méthanol.
- *Machines à adsorption à haute capacité* :
Ce thème intéresse directement Pierre Gourmelen.
- *Indicateurs environnementaux (bilan CO₂) - GES* :
Ce thème est inclus dans la phase 2 suivant une suggestion de Jérôme Bellettre.
Jean-Luc Harion confirme l'intérêt pour ce sujet, et considère qu'il s'agit là d'une véritable valeur ajoutée pour THERMOPTIM.
Si toutes les données sont disponibles à l'EMN (bilan ADEME, ...), ce travail pourrait être avancé d'ici fin juillet 2005 d'après Renaud Gicquel (il convient encore d'identifier les données manquantes). Cependant, il convient d'être prudent et de consacrer le temps nécessaire à la validation de ces indicateurs. Jérôme Bellettre préconise de se tenir prêt, mais d'attendre que la législation soit bien arrêtée.
Renaud Gicquel propose que l'estimation de ces indicateurs soit implémentée en classes externes, afin qu'elle soit modifiable par l'utilisateur.

- **Fiches-guides pour TD**

Ce thème est inscrit d'après le besoin exprimé par Jean-Pierre Fanton.

Il s'agit de réaliser des fiches-guides pour TD, complémentaires des modules DIAPASON, permettant de construire des TD longs. Elles s'adresseront à un public maîtrisant déjà les bases de THERMOPTIM.

Ces fiches-guides traiteront dans un premier temps des sujets suivants :

- les piles à combustibles
- les centrales électriques EPR

- les turboréacteurs
- la cogénération
- le traitement de l'air (*sujet ajouté en réunion*)

Jean-Luc Harion juge cette action utile. Renaud Gicquel précise que la liste actuelle reste ouverte aux suggestions. Patrice Chantrenne propose de participer, en s'occupant par exemple du traitement de l'air. Renaud Gicquel valide la démarche, le sujet intitulé « Traitement de l'air » est ajouté à la liste initiale. Des échanges sont prévus entre Patrice Chantrenne et Renaud Gicquel pour avancer sur ce sujet, en partenariat avec D. Marchio, membre du Club ALET.

- **Appel à projet UNIT 2005**

Le dépôt des intentions de projets auprès d'UNIT pour 2005 doit être fait avant le 2 mai 2005.

Le contenu de la proposition reste cependant ouvert pendant 2 mois après la remise des intentions de projets, pour être complété au besoin par les membres de la communauté.

Divers

Renaud Gicquel demande s'il est souhaitable de mettre en place un mécanisme permettant des échanges d'expériences pédagogiques, ou plus simplement des échanges de documents (des réunions étant difficiles à organiser).

Jérôme Bellettre demande que soit clarifié le rôle du club ALET. Il a le sentiment d'un éparpillement, et propose que le club ALET joue un rôle fédérateur.

Renaud Gicquel rappelle que le club ALET rassemble des enseignants en thermodynamique, qu'il soient énergéticiens ou thermodynamiciens des fluides, et se réunit une fois par an pendant une journée et demie. Le club compte aujourd'hui environ 20 membres actifs.

Les membres du Club ALET sont tous très intéressés par les échanges ayant lieu lors de ce rassemblement, mais Renaud Gicquel constate leur absence de mobilisation entre les réunions.

Il propose d'ouvrir le club ALET aux membres de la communauté UNIT. THERMOPTIM est d'ailleurs une expérience qui intéresse des membres du club ALET non membres de la communauté UNIT.

Le club ALET pourrait ainsi jouer un rôle fédérateur. La question d'UNIT pourra être abordée lors de la réunion du club ALET, ce qui permettra de juger la réaction de ses membres. Les échanges pédagogiques prendront également naturellement place lors de cette réunion.

Prochaine réunion

Renaud Gicquel propose de coupler la prochaine réunion UNIT avec celle du club ALET, prévue les 7 et 8 juillet 2005 à Sophia Antipolis.

Les membres de la communauté UNIT qui le désirent sont donc invités à participer à la réunion du club ALET, puis à la réunion UNIT qui suivra.

PROGRAMME PREVISIONNEL :

07 juillet 2005	Réunion du club ALET
10h30	Tour de table
11h00	Discussion thématique sur les opportunités nouvelles offertes par la pédagogie en ligne (couplage pédagogie classique / pédagogie en ligne).
12h30	Déjeuner
14h00	Présentations par les membres du club ALET
17h00	Fin de la journée
08 juillet 2005	Réunion du club ALET (suite)
09h30	Discussions prospectives, recueil de projets, discussion sur les collaborations avec la Communauté UNIT
11h30	Fin de la réunion ALET
	Réunion UNIT
14h00	Tour de table
14h15	Etat d'avancement des travaux
15h00	Discussions
17h00	Fin de la réunion UNIT

Michel de Peretti ne sera pas disponible le 8 juillet ; il propose Xavier Lefevre pour le remplacer.