



SOCIÉTÉ FRANÇAISE de THERMIQUE

*Bulletin
de
Liaison*

2022 n°3

Septembre 2022

Sommaire

Nouvelles brèves _____	page 3
Assemblée générale SFT 2022 _____	page 5
Conclusion de la journée thématique SFT du 9 septembre 2022 « Beyond Fourier » _____	page 9
Prix Biot-Fourier 2022 _____	page 10
Calendrier des activités annoncées _____	page 19
• Journées SFT et activités en partenariat _____	page 22
• Congrès SFT _____	page 35
• Activités parrainées par la SFT _____	page 37

Nouvelles brèves

Prochaines réunions

Commission programmes : le jeudi 10 novembre à 14h en mode distanciel organisé par P. Salagnac

Données de connexion de la réunion (Réunion Microsoft Teams) :

Rejoindre sur votre ordinateur ou application mobile

[Cliquez ici pour participer à la réunion](#)

ID de réunion : 376 353 596 123

Lien :

https://teams.microsoft.com/dl/launcher/launcher.html?url=%2F%23%2F1%2Fmeetup-join%2F19%3Ameeting_YTQyNGNmNTgtNDZmYy00MTVjLTgzMDMtNmFjZGNhOTFmNWVm%40thread.v2%2F0%3Fcontext%3D%257b%2522Tid%2522%253a%25221074f4a4-cc2e-413b-9107-db1f80508ac7%2522%252c%2522Oid%2522%253a%25227b04a690-e6f9-490f-9515-b907e5ef6edf%2522%257d%26anon%3Dtrue&type=meetup-join&eplinkId=52c2f201-16f0-4dea-9be8-d0d949d0ed16&directDl=true&msLaunch=true&enableMobilePage=true&suppressPrompt=true

communication et prospectives : redéfinition des charges et missions de ces commissions : jeudi 17 novembre à 14h à l'IESF Paris

Conseil d'administration : vendredi 18 novembre de 10h à 16h à l'IESF Paris

Il est rappelé que les réunions des commissions organiques sont ouvertes à tous les membres de la SFT et que les propositions d'intervention peuvent se faire sur place ou être transmise à notre secrétariat.

IESF, 7 rue Lamennais (métro Georges V) – 75008 Paris

30^{ème} Congrès SFT : Valenciennes 2022

Le 30^{ème} congrès de la SFT a été organisé par les équipes du LAMIH (UMR 8201 CNRS – Université Polytechnique Hauts-de-France) et Thermal Engineering & Combustion de l'Université de Mons (Belgique) du 31 mai au 3 juin 2022.

Le congrès a accueilli en présentiel à l'Institut Transports et Mobilités Durables (IMTD) de Valenciennes 200 participants. Le thème de « La Thermique au service de la Transition Energétique » a fait l'objet de 6 conférences plénières. Les 8 communications sélectionnées pour le prix Biot-Fouquier avec exposés en amphithéâtre ainsi que 118 posters dont 35 Projets en Cours (WIP) ont été présentés.

Les congressistes ont apprécié l'ambiance conviviale de la soirée de gala à Mons, précédée par une visite de la ville.

Les organisateurs sont remerciés pour la qualité de leur prestation et pour le choix d'un lieu particulièrement bien adapté à nos besoins et aux facilités d'accès.

31^{ème} Congrès SFT : Reims 2023

Le congrès est prévu **du 30 mai au 2 juin 2023** sur le campus de l'Université de Reims (moulin de la housse). Les conférences générales auront pour thème "Thermique et Agrosources".

Vous trouverez toutes les informations ainsi que la plaquette téléchargeable sur le site du congrès :

<https://2023.congres-sft.fr/>

(Un lien existe aussi sur la page d'accueil du site de la SFT : <http://www.sft.asso.fr/>)

Dates importantes : Envoi des résumés des propositions de communications
du 4 octobre au 14 novembre 2022.

Prix Biot-Fourier : Dans la continuité des congrès précédents, le prix Biot-Fourier sera attribué à la meilleure communication scientifique du congrès. Le jury se basera sur les rapports des relecteurs des communications, de la qualité des posters et des présentations orales des communications sélectionnées

Bulletin de liaison SFT

La sortie du prochain bulletin est prévue vers le 20 novembre 2022. Les informations que vous désirez y voir paraître sont à communiquer par mail avant le 14 novembre 2022 à :

sft.communication@orange.fr (nouvelle adresse)

[Retour au sommaire](#)



Assemblée générale SFT

VALENCIENNES, Juin 2022

Comme annoncé, l'Assemblée Générale de la SFT s'est déroulée le jeudi 5 juin 2022 au cours du congrès annuel SFT tenu à Valenciennes et en présence d'environ 90 de ses membres. Son déroulement a été le suivant :

Le **rapport moral** est présenté par le président Ch. LE NILIOT. Il est approuvé à l'unanimité des présents.

Le **rapport financier** et ses conclusions sont présentés par le trésorier D. MAILLET et sont également adoptés à l'unanimité.

Les **travaux et conclusions des diverses commissions** sont ensuite rappelés.

Le prochain **congrès REIMS 2023** est présenté par Hervé Pron et Thierry Duvaut.

On trouve dans les pages suivantes les compte-rendu de ces diverses interventions.

RAPPORT MORAL présenté par le Président Christophe LE NILIOT,

SITUATION GÉNÉRALE DE L'ASSOCIATION

Après deux années difficiles pour notre société savante, et après notre premier congrès SFT en mode virtuel organisé à Belfort en 2021 nous repassons progressivement en mode présentiel tout en conservant une ouverture au mode distanciel. La belle affluence au niveau des participants à nos diverses activités, prouve que notre société est toujours active.

Le nouveau bureau a pris ses fonctions lors du CA de novembre 2021. Paul Vallette (secrétaire général) et Denis Maillet (trésorier) ont fait connaître leur souhait de mettre fin à leur fonction à la fin de leur mandat. Après appel à volontaires pour les remplacer, JL Battaglia de Bordeaux et Didier Delaunay de Nantes se sont respectivement proposés pour les remplacer. Les contacts seront entretenus entre ces personnes pour que la transition puisse se faire sans surprise.

En ce qui concerne le conseil scientifique ses membres ont été renouvelés selon nos conventions. Cinq postes étaient à pourvoir : Najib LARAQI et Didier SAURY, candidats sortants, ont été réélus, et nous avons plaisir d'y accueillir Christophe RODIET (Reims), Marie-Christine DULUC (Cnam Paris), et Romuald RULLIERE (Lyon CETHIL).

Dans cette période de transition et pour décharger les tâches de secrétariat et trésorier, nous avons transféré la gestion des adhésions à la SFT à la société Vitamin Events basée à Bordeaux. Un contrat étalé sur 6 ans devait conduire à la prise en charge totale des inscriptions et des données permettant l'édition de l'annuaire. Compte tenu des différents dysfonctionnements intervenus ou constatés depuis le début d'année 2022 et de l'impossibilité de Vitamin Events à répondre à nos sollicitations, il a été convenu de mettre fin à ce contrat dès la fin de cette année. Nous sommes à la recherche d'un autre prestataire ; fort de cette expérience douloureuse, un cahier des charges très détaillé a été rédigé et servira de base de discussion avec d'autres entreprises et en particulier avec Insight Outside qui gère déjà les inscriptions à nos congrès.

L'association dénombre à ce jour 357 membres dont 120 à jour de cotisation et 129 doctorants de collectivité. Cela constitue une baisse sensible par rapport à la situation connue lors de l'AG 2019 avant la crise ; il faudra travailler sur ce sujet.

Malgré une activité assez réduite le bilan financier présenté pour 2021 est positif. Cela est dû au règlement de créances des années passées et au fait des réductions de frais de déplacement et de frais d'envoi des bulletins et autres courriers.

CONGRES

Valenciennes 2022 (co-organisé avec U Mons)

L'Institut Transports et Mobilités Durables (IMTD) accueille les 200 participants à ce 30ème congrès, sur le thème "La thermique au service de la transition énergétique". Pour ce premier congrès en présentiel depuis deux ans, le comité d'organisation a reçu 94 résumés, pour au final 83 papiers dans les actes. Ainsi sont présentés 118 posters dont 35 Projets en Cours (WIP). Par ailleurs le congrès accueille 6 stands pour des exposants dont 5 avec présentation orale en amphithéâtre.

Les organisateurs sont remerciés pour la qualité de leur prestation et pour le choix d'un lieu particulièrement bien adapté à nos besoins et aux facilités d'accès

Reims 2023

Sur le thème "thermique et agro ressources" le congrès se déroulera sur le campus de l'Université de Reims (moulin de la housse). Les dates retenues sont du 30/05 au 02/06/2022.

Strasbourg 2024

Sous la présidence de Monica SIROUX le congrès se déroulera dans les locaux de l'INSA en plein centre de Strasbourg du 4 au 7 juin 2024

Annecy Chambéry (LOCIE) 2025

Le CA a retenu la candidature de Annecy-Chambéry pour le congrès 2025. La Présidente sera N. Le Pierres, directrice adjointe du LOCIE, et le Vice-Président C. Ménézou, directeur du LOCIE.

PROGRAMMES

La période COVID nous conduit aujourd'hui à devoir imaginer des solutions pour relancer ce volet de l'activité de notre société savante. Différents formats sont apparus : visio seule, hybride ou présentiel seul. Cette période nous a obligé à nous renouveler et force est de constater que nous restons actifs : le nombre de projets de journées pour l'an prochain est encourageant. Le passage en mode hybride est une chance de renouvellement, mais cela a un surcoût au niveau de l'espace Hamelin ce qui nous a conduit à modifier les tarifs et à appliquer le même tarif en distanciel qu'en présentiel.

Bilan « journées » de congrès à congrès

- Journées réalisées : 4 + 2 écoles parrainées (MATTER / MONACOST)
- 10-12 mai 2022 : Journées Givrage (ONERA) 40 participants
- 2 fév. 2022 : Journée Micro-cogénération (en distanciel), 140 pers
- 18 nov. 2021 : Journée CLIMAT (60 pers.) / présentiel (1/3) + distanciel (2/3) à Lyon
- 28-29 juin 2021 : Journées Machines thermiques (30 pers. en distanciel)

COMMUNICATION

A la fois sous la contrainte des événements, et avec le souci de poursuivre la transition numérique de l'association, des évolutions ont été engagées pour la diffusion des informations.

Les quatre numéros annuels du bulletin de liaison SFT ont été publiés en format pdf malgré la crise. Comme les éditions précédentes, il est toujours disponible sur le site web de la SFT. Sur le site SFT : le calendrier des manifestations "autres" est régulièrement mis à jour (en moyenne une mise à jour chaque mois) ce qui permet d'être plus réactif que sur le bulletin pour annoncer les congrès ce qui est important pour rester dans les limites des dates de soumission d'articles.

Concernant la banque de données il faut signaler le poster (N°118) en exposition : présenté avec les autres posters de ce congrès il comporte un QR code permettant d'accéder directement à la banque de données à partir d'un téléphone, tablette, ... pour prendre connaissance du contenu actuel. Les remarques et suggestions sont souhaitées.

Nos collègues Didier Delaunay et Bernard Desmet souhaiteraient préparer une transition de l'animation de cette commission "communication" vers des collègues plus jeunes. Dans le même ordre d'idée, il serait nécessaire que d'autres collègues s'investissent dans la base de données thermophysiques de la SFT initiée par Bernard Desmet.

Stéphane Gibout s'est mis en retrait de la commission communication, Philippe Baucour se propose de le remplacer notamment en ce qui concerne la chaîne YouTube de la SFT, il va placer les vidéos les plus emblématiques de Belfort 2021 : Biot Fourier, conférence générale. La page LinkedIn de la SFT a été transformée

d'un groupe vers une page entreprise ce qui permettra de transférer les informations si nécessaire ; pensez à vous inscrire sur notre page. Les droits « administrateurs » ont été transférés sur plusieurs personnes de manière à publier les informations plus rapidement : offres d'emploi, annonce de journées, annonce de congrès.

PROSPECTIVE

Alliance Industrie du Futur

Une réflexion est en cours avec nos partenaires de la SFGP pour que le travail qui a été initié sur la fiche « énergétique » soit publiée au travers d'une publication commune dans nos bulletins respectifs et sur les sites web en 2022.

RAPPORT FINANCIER SFT 2021, BUDGET PREVISIONNEL 2022, montant des cotisations 2023:

Les mouvements financiers enregistrés en 2021 et ceux prévus en 2022 sont présentés sous la forme des tableaux rappelés ci-dessous. Ce document présenté en séance fait apparaître une situation sans problème particulier La succession des balances recettes-dépenses sur 10 ans confirme ce constat.

La synthèse de ces résultats reflète ainsi une situation financière satisfaisante et ce rapport est adopté à l'unanimité.

bilan financier et comptes de résultats 2021						
bilan 2021					rappel balances cptes courants:	
			états des comptes courants		bilan 12: 10 567,87 €	
1er Janvier 2021			31/12/2021		bilan 13: -34 538,05 €	
Société Générale			137001,52	155503,28	bilan 14: 40 173,75 €	
balance (recettes):			18501,76		bilan 15: 19 048,60 €	
					bilan 16: 22 767,27 €	
					bilan 17: 15 516,99 €	
					bilan 18: -6 497,89 €	
					bilan 19: -31 605,02 €	
					bilan 20: -4 907,52 €	
					bilan 21: 18 501,76 €	
					total 10ans 30 526,00 €	
résumé des mouvements financiers 2021 sur compte courant:						
		recettes	dépenses	résultat R-D		Σ partiels
solde gestion et administration 2020 :		0,00	571,20	-571,20		
solde Nantes 2019 :		12525,00	0,00	12525,00		
				0,00	Σ1=	11953,80
				0,00		
				0,00		
gestion et administration 2021:		5,79	7390,89	-7385,10		
cotisations 2021:		20114,00	2700,00	17414,00		
bulletins et annuaire 2021:		0,00	693,92	-693,92		
gestion journées SFT 2021:		1560,00	80,00	1480,00	Σ2=	6547,96
Congrès Belfort 2021 :		23200,00	27467,02	-4267,02		
				0,00		
				0,00		
avance Congrès Valenciennes 2022:		0,00	0	0,00		
avance gestion et administration 2022:		0,00	0,00	0,00	Σ3=	0,00
				18501,76	Σ9=	0,00
		57404,79	38903,03			
prévisions mouvements financiers 2022 :						
		recettes	dépenses	résultat		
solde gestion et adm 21:			1000,00	-1000,00	Σ4=	0,00
solde Belfort 21 :		4500,00		4500,00		
				0,00	Σ5=	3500,00
gestion et administration 2022:			12000,00	-12000,00		
cotisations 2022:		22000,00	9000,00	13000,00		
bulletins et annuaire 2022:			700,00	-700,00		
gestion journées SFT 2022:		7000,00	7000,00	0,00	Σ6=	5300,00
gestion congrès VALENCIENNES 2022:		85000,00	80000,00	5000,00		
avance gestion Congrès REIMS 2023:		0,00	2000,00	-2000,00		
avance gestion et administration 2023:		0,00	2000,00	-2000,00	Σ7=	-4000,00
		118500,00	112700,00	5800,00		
prévisions comptabilité annuelle standard:						
		recettes	dépenses			
Fonctionnement général :			6000,00			
Frais siège LEMTA :			5000,00			
Frais Site web:			4000,00			
Bulletins et annuaire:			1000,00			
"Actions spéciales":			3000,00			
Cotisations:		27000,00	9000,00			
Journées:		15000,00	12000,00			
Congrès:		100000,00	95000,00			
total		142000,00	135000,00			
solde exercice		7000,00	~5% du budget			

Pour ce qui est de l'année 2022, le projet présenté est basé à la fois sur une reprise du nombre de journées organisées et sur un maintien du nombre d'adhérents malgré l'augmentation notoire des cotisations adoptée en AG 2021. Il est à craindre que les difficultés rencontrées avec l'actuelle plateforme d'adhésion ne remettent en cause cette situation. Il est néanmoins proposé de reconduire pour 2023 les tarifs de cotisations adopté en 2022 :

Membre individuel titulaire (payant sa cotisation par chèque personnel):	50€
Membre individuel adhérent (payant sa cotisation sur mémoire ou facture):	55€
Membre fondateur (versement de cotisation sur mémoire ou facture):	230€
Membre collectif (versement de cotisation sur mémoire ou facture) :	350€

En ce qui concerne les doctorants en thermique, la possibilité pour chaque membre collectif de proposer à 20 doctorants relevant de cette collectivité de profiter pendant un an des services de la SFT, est reconduite pour l'exercice à venir.

Ces décisions sont également approuvées à l'unanimité

CONCLUSIONS DES COMMISSIONS ORGANIQUES

Ces conclusions ayant déjà été développées dans le rapport moral du Président, elles ne sont pas reprises ici.

Il est rappelé que la prochaine réunion de la commission programmes aura lieu en mode distanciel ; elle sera organisée par P. Salagnac le jeudi 10 novembre à 14h. Le lien pour la rejoindre sera précisé dans le bulletin de septembre.

Sur le plan de l'organisation des journées, on rappelle que Joël Lallier souhaite mettre un terme à sa tâche de centralisation des inscriptions et de liaison avec l'espace Hamelin.

La réflexion attendue sur les tâches et missions des commissions communication et prospectives n'a pu avoir lieu jusqu'à présent. Il a été décidé de l'organiser au cours d'une réunion en présentiel précédant le prochain CA. Cette réunion est ainsi fixée au jeudi 17 novembre à 14h à l'IESF Paris

À noter que les réunions de commissions sont ouvertes à tous, et que les propositions d'intervention peuvent se faire sur place ou être transmises à notre secrétariat.

PROCHAIN CONGRÈS **REIMS 2023 :**

Sur le thème "Thermique et agro-ressources" le congrès se déroulera du 30 mai au 2 juin 2023 sur le site universitaire du Moulin de la Housse.

Les caractéristiques d'annonce de ce congrès sont déjà visibles sur le site sft.asso et permettent le lien avec le site Insight-outside. En vidéo projection elles sont présentées en séance par Hervé Pron et Thierry Duvaut.

QUESTIONS DIVERSES :

En l'absence de question diverses la séance est levée.

Le président
Christophe Le Niliot

Le secrétaire général
Paul Vallette

[Retour au sommaire](#)

Groupe « Micro and Nanothermal »

« Beyond Fourier »

Journée thématique SFT - Vendredi 9 septembre 2022

organisée par :

Paolo Maioli (*ILM*), Konstantinos Termentzidis (*ILM*) et Francesco Banfi (*CETHIL*)

La journée thématique « Beyond Fourier » s'est tenue à Paris à l'Espace hamelin, 17 rue Hamelin, Paris 16^{ème}, parrainée par la SFT et également soutenue par le GDR NAME – CNRS.

La journée thématique a réuni 24 chercheurs de 4 pays, à savoir la France, l'Italie, la Suisse et l'Espagne. Le programme consistait en 2 conférences invitées et 9 conférences contribuées, d'une session poster et d'une discussion générale. La journée thématique a vu la participation de doctorants, post-doctorants, chercheurs juniors et seniors dans le domaine.

L'objectif était de rassembler différents points de vue sur ce sujet émergent, en fusionnant des investigations expérimentales et des études théoriques, de points des vues des communautés différentes (transport de chaleur phononique, électronique et photonique) et exploitant des approches techniques diverses. La journée thématique a été une occasion pour partager des idées et favoriser de nouvelles collaborations.

Au cours de la session du matin, le sujet a été abordé en se concentrant sur les différents porteurs de chaleur impliqués, allant des électrons aux phonons et aux photons. Cela a été un premier succès car la session a apporté une vue d'ensemble du sujet général, rassemblant des informations du point de vue de trois communautés scientifiques.

Un deuxième succès a été le fait que la journée thématique a vu la participation à la fois de théoriciens et d'expérimentateurs. La discussion entre ces deux communautés a jeté les bases d'une compréhension mutuelle plus profonde.

Un troisième succès a consisté dans le mélange de recherche fondamentale et orientée vers l'application. Cette dernière, a fait l'objet de la deuxième partie de la session de l'après-midi, où les applications possibles du transport de chaleur non-Fourier dans le refroidissement des certains dispositifs électroniques ont été illustrées.

La participation de collègues étrangers a été un autre point fort. Cet aspect, ainsi que la participation de 10 laboratoires français différents, favoriseront les collaborations et éventuellement pourra servir de germe pour la mise en place d'un réseau international sur le sujet du transfert de chaleur non-Fourier.

La dernière partie de la conférence a été consacrée à une séance poster et à des discussions informelles menées en petits groupes. La journée s'est terminée par une séance plénière de clôture. La discussion a été axée sur la compréhension de chacun des concepts encore mal définis dans le domaine du transfert de chaleur non-Fourier.

Un programme étendu et un livre de résumés ont été rédigés et mis en ligne.

[Retour au sommaire](#)

Prix Biot – Fourier SFT 2022

Le prix Biot-Fourier distingue la meilleure communication présentée lors du Congrès annuel de la SFT pour son contenu scientifique, la qualité des présentations écrite et orale ainsi que celle du poster. Le jury, constitué des membres du Conseil Scientifique de la SFT, remercie les auteurs des huit communications présélectionnées pour la grande qualité de leurs présentations orales au cours des deux sessions spéciales du congrès de Valenciennes. Ce prix est récompensé par un chèque de 700 €.

Le prix Biot-Fourier 2022 a été décerné à **Thomas VILLEMIN**, pour la communication :

**Modélisation du bilan thermique d'un panneau photovoltaïque
par la méthode de Monte Carlo et validation expérimentale**

Thomas VILLEMIN^{1,2}, Olivier FARGES¹, Gilles PARENT¹, Rémy CLAVERIE², Julien BOUYER²

¹ Université de Lorraine, CNRS, LEMTA, F-54000 Nancy, France

² Cerema Est, Équipe de recherche TEAM, 71 rue de la grande haie, F-54510 Tomblaine, France

l'article, qui figure dans les actes du congrès, est reproduit dans les pages suivantes de ce bulletin.

Prix Biot – Fourier SFT 2022**Modélisation du bilan thermique d'un panneau photovoltaïque par la méthode de Monte Carlo et validation expérimentale****Monte Carlo modelling of the heat balance of a photovoltaic panel and experimental validation****Thomas VILLEMIN^{1,2,*}, Olivier FARGES¹, Gilles PARENT¹, Rémy CLAVERIE², Julien BOUYER²**¹ Université de Lorraine, CNRS, LEMTA, F-54000 Nancy, France.² Cerema Est, Équipe de Recherche TEAM, 71 rue de la grande haie – F-54510 Tomblaine, France.

*(auteur correspondant : thomas.villemin@univ-lorraine.fr)

Résumé - L'impact négatif de l'augmentation de la température d'un panneau photovoltaïque sur sa production électrique est un phénomène bien connu. Le développement d'un modèle numérique du bilan thermique du panneau permet d'estimer sa température en intégrant temporellement les paramètres climatiques. Ce bilan est interprété de façon probabiliste par la méthode de Monte Carlo et donne accès à l'estimation de la température du système en un point sonde quelconque. Cette estimation de température est validée à l'aide de données expérimentales puis le modèle est exploité afin de déterminer la production électrique d'un panneau photovoltaïque de 310 W au mois d'octobre 2021.

Mots-clés : Méthode de Monte-Carlo ; Couplage ; Conduction ; Rayonnement ; Convection.

Abstract - It is very well-known that the PV efficiency drops when the PV temperature increases. The development of a numerical model of the energy balance of the panel is used to estimate its temperature by integrating the climatic parameters over time. This balance is interpreted in a probabilistic way by the Monte Carlo method and gives access to the estimation of the system temperature at any probe point. This estimation is validated using experimental data. Then the model is used to determine the electrical production over a month of a 310 W photovoltaic panel.

Keywords: Monte-Carlo; Coupling; Conductive transfer; Radiative transfer; Convective transfer.

Nomenclature

$T(x, t)$ température au point x à l'instant t , K
 c_p capacité calorifique du panneau, J/(kg.K)
 \mathcal{D} domaine solide du panneau (3D)
 $\partial\mathcal{D}_i$ surface i du panneau
 h coefficient convectif, W/(m².K)
 A_{cells} surface de la couche de silicium, m²
 V_{cells} volume de la couche de silicium, m³
 S_{cells} terme source pour le silicium, W/m³

Symboles grecs

λ conductivité thermique, W/(m.K)
 ρ masse volumique, kg/m³
 ϵ émissivité
 δ pas de déplacement en conduction, m
 δ_r pas de ré-injection dans le solide, m
 τ_v coefficient de transmission du verre

α_{cells} coefficient d'absorption des cellules
 φ^s densité de flux solaire global dans le plan d'incidence, W/m²
 $\varphi^{s,abs}$ densité de flux solaire global absorbé, W/m²
 η_{ref} rendement de référence du panneau, %
 η_{pv} rendement effectif du panneau, %
 β_{ref} coefficient de température du panneau, %/K

Indices et exposants

u surface supérieure du panneau
 b surface inférieure du panneau
 l surfaces latérales du panneau
 cd transfert conductif
 cv transfert convectif
 rad transfert radiatif

1. Introduction

Au cours des dernières décennies, l'implantation de panneaux photovoltaïques s'est fortement accélérée et ces technologies auront une place importante dans le mix énergétique de demain [1, 2]. En 2019, la puissance photovoltaïque installée au niveau mondial était d'environ 580 GW et la tendance est à la hausse. Ce constat s'explique par la réduction des coûts de fabrication des cellules et par l'amélioration de leur efficacité électrique. Le rendement électrique est généralement compris entre 10 % et 20 % [3]. Un phénomène bien référencé dans la littérature est la dégradation du rendement électrique avec l'augmentation de la température du panneau [4]. Or, une partie du rayonnement solaire incident n'est pas convertie en énergie électrique et contribue à l'échauffement du panneau. La température du panneau résulte d'une interaction complexe entre celui-ci et son environnement : intermittence du rayonnement solaire, fluctuations aléatoires du vent, précipitations. Malgré ce constat, les technologies photovoltaïques sont certifiées dans les Conditions Standards de Test (STC) correspondant à une situation idéale : un rayonnement solaire incident de $1000 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ dans les conditions AM 1.5¹ (spectre solaire avec un angle d'incidence de 48° par rapport au zénith) et une température de cellules de 25°C . De nombreux sites expérimentaux à travers le monde permettent de conclure que ces conditions idéales ne sont quasiment jamais rencontrées au cours de la vie d'un panneau [5].

À ce titre, une évaluation correcte et précise du bilan thermique d'un panneau photovoltaïque est cruciale afin d'en déterminer les performances énergétiques en fonction des conditions environnementales auxquelles il est soumis. Plusieurs auteurs ont tenté de développer des corrélations directes entre le rendement électrique et les conditions extérieures [6, 4]. Cependant, ces approches sont très souvent limitées aux seules situations dans lesquelles elles ont été établies. Afin d'éviter ces écueils, un modèle thermique d'un panneau photovoltaïque doit être capable d'intégrer temporellement les variables climatiques afin de simuler correctement les différents échanges thermiques (radiatifs, convectifs, conductifs). Ces paramètres étant par nature très variables, il en résulte une dynamique thermique importante de la part du panneau [7]. De nombreux modèles sont mis en avant dans la littérature et intègrent souvent des simplifications similaires. À titre d'exemple, la température du sol est souvent prise à la température de l'air [8, 9]. Ces modèles font souvent face à des problèmes de géométrie et résolvent le bilan thermique en 1D ou 2D [10]. Enfin, ces modèles sont majoritairement validés sur un profil de température obtenu expérimentalement sur une journée isolée. Il ne faut pas perdre de vue que l'objectif initial est la détermination de la performance énergétique du panneau sur sa durée de vie (environ 25 ans). Le modèle proposé, basé sur la méthode de Monte-Carlo, présente de nombreux avantages dont la prise en charge de la complexité géométrique 3D du panneau et de son environnement. Par ailleurs, la méthode de Monte-Carlo a déjà fait ses preuves sur sa capacité à gérer des géométries complexes [11] ainsi que dans la prise en compte de phénomènes transitoires présentant une grande variabilité telle que l'énergie solaire [12, 13]. Dans ce travail, nous présentons une démarche similaire à ce qui a pu être proposé dans la littérature mais par cette méthode de résolution originale, le modèle peut dépasser le stade de la validation purement thermique pour répondre à des problématiques énergétiques sur des échelles de temps plus larges. Les différentes densités de flux thermiques sont exposés dans la section 2. Ensuite, la modélisation du bilan énergétique est explicitée succinctement dans la section 3. Enfin, le modèle est validé à l'aide de données expérimentales obtenues en conditions contrôlées et en conditions réalistes dans la section 4.

¹Voir <https://www.nrel.gov/grid/solar-resource/spectra-am1.5.html>

2. Développement d'un modèle couplé des échanges thermiques

L'objectif du modèle 3D est d'estimer la température du panneau photovoltaïque (attendue entre $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ et $80\text{ }^{\circ}\text{C}$) en tout point sonde donné en intégrant les paramètres météorologiques. Ce modèle est par la suite exploité afin d'obtenir une estimation de la production électrique sur une année complète.

Panneau photovoltaïque étudié Le système modélisé est un panneau photovoltaïque monocristallin (Recom-Sillia Series 60M) de 310 W composé de 60 cellules en série et de dimensions $1660\text{ mm} \times 990\text{ mm} \times 4.45\text{ mm}$. L'épaisseur du panneau se décompose en cinq couches : une couche de verre en face avant (3 mm), une première couche d'EVA (0.45 mm), les cellules photovoltaïques en silicium (0.15 mm), une seconde couche d'EVA (0.45 mm) et d'une face arrière en polymère (0.4 mm).

Termes sources Dans ce modèle et d'un point de vue thermique, le flux solaire est considéré en face avant du panneau et non comme une source radiative apparaissant en volume dans les différentes couches du système. La conversion d'une partie du rayonnement solaire en électricité se traduit par un abaissement de la température du panneau. Ce terme puits est introduit dans le bilan d'énergie selon l'équation (1).

$$S_{cells}(t) = \frac{\varphi_u^{s,abs}(t) A_{cells} \eta_{pv}}{V_{cells}} \quad (1) \quad \varphi_u^{s,abs}(t) = \tau_v \alpha_{cells} \varphi_u^s(t) \quad (2)$$

$\varphi_u^{s,abs}(t)$ correspond au rayonnement solaire transmis par la couche de verre et absorbé par les cellules photovoltaïques (équation (2)). Les valeurs de ces deux coefficients sont $\tau_v = 0.95$ et $\alpha_{cells} = 0.93$. Le terme η_{pv} est le rendement électrique effectif des cellules et dépend linéairement de la température de ces dernières (équation (3)).

$$\eta_{pv} = \eta_{ref} [1 - \beta_{ref}(T(x, t) - T_{ref})] \quad (3)$$

Dans l'équation (3), le rendement de référence η_{ref} du panneau, le coefficient de température des cellules β_{ref} sont donnés par le fabricant. Pour le panneau utilisé dans l'étude, les valeurs de ces deux paramètres sont $\eta_{ref} = 18.86\%$ et $\beta_{ref} = 0.40\% \cdot \text{K}^{-1}$. La température de référence T_{ref} est la température aux Conditions Standards de Tests, c'est-à-dire $25\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Conditions aux limites Les conditions aux limites sont de nature radiative et convective et ont lieu principalement sur les faces avant et arrière du panneau. En face avant, le flux solaire incident et l'échange radiatif avec le ciel sont pris en compte. La face arrière échange par convection avec l'air et par rayonnement avec le sol se trouvant à la température T_{ground} . Cette température peut être également modélisée ou prise comme une donnée d'entrée. Dans la plupart des modèles, la température du sol est considérée comme étant égale à la température ambiante. La température du ciel T_{sky} dépend principalement des conditions atmosphériques et de la couverture nuageuse. Deux équations sont couramment utilisées lorsqu'il n'y a pas de nuages (équations (4) et (5)). À l'inverse, pour une couverture nuageuse importante, l'équation (6) est plus adaptée.

$$T_{sky} = T_{air} - 20 \quad (4) \quad T_{sky} = 0.052 T_{air}^{1.5} \quad (5) \quad T_{sky} = T_{air} - 6 \quad (6)$$

L'écart de température entre le panneau et la température ambiante étant relativement faible, nous procédons à une linéarisation des transferts radiatifs par l'intermédiaire d'un coefficient h_R . Ce coefficient est calculé pour les transferts radiatifs entre le panneau et le ciel ainsi qu'entre le panneau et le sol. Le flux solaire correspond généralement au rayonnement global horizontal

ou au rayonnement dans le plan d'incidence du panneau. Dans le modèle présenté ici, $\varphi_u^s(t)$ correspond à la densité de flux incidente dans le plan du panneau. Des coefficients d'échange sont calculés pour la convection naturelle (h_{conv}) et forcée (h_{conv}). La littérature présente de très nombreuses corrélations pour calculer ces coefficients à partir des nombres adimensionnés de Rayleigh (Ra), Reynolds (Re) et Prandtl (Pr). Les corrélations utilisées pour la convection naturelle et la convection forcée sont données respectivement par l'équation (7) et l'équation (8).

$$Nu_{conv} = \begin{cases} 0.76 Ra^{1/4} & \text{si } 10^4 < Ra < 10^7 \\ 0.15 Ra^{1/3} & \text{si } 10^7 < Ra < 3 \times 10^{10} \end{cases} \quad (7)$$

$$Nu_{conv} = 0.86 Re^{1/2} Pr^{1/3} \quad (8)$$

Bilan d'énergie du panneau La température du panneau $T(\mathbf{x}, t)$ est la solution du problème couplé décrit par l'équation de la chaleur en régime instationnaire, des conditions aux limites et de la condition initiale tel que présenté dans les équations (9) à (13). Les normales sont orientées vers l'extérieur du panneau.

$$\mathbf{x} \in \mathcal{D}, t \in [t_I, t_F] : \rho c_p \frac{\partial T(\mathbf{x}, t)}{\partial t} = -\nabla \cdot (-\lambda \nabla T(\mathbf{x}, t)) + S_{cells}(\mathbf{x}, t) \quad (9)$$

$$\mathbf{x}_u \in \partial \mathcal{D}_u, t \in [t_I, t_F] : -\lambda \nabla T(\mathbf{x}_u, t) \cdot \mathbf{n}_u = \varphi_u^{cv}(\mathbf{x}_u, t) + \varphi_u^{rad}(\mathbf{x}_u, t) - \varphi_u^s(t) \quad (10)$$

$$\mathbf{x}_b \in \partial \mathcal{D}_b, t \in [t_I, t_F] : -\lambda \nabla T(\mathbf{x}_b, t) \cdot \mathbf{n}_b = \varphi_b^{cv}(\mathbf{x}_b, t) + \varphi_b^{rad}(\mathbf{x}_b, t) \quad (11)$$

$$\mathbf{x}_l \in \partial \mathcal{D}_l, t \in [t_I, t_F] : -\lambda \nabla T(\mathbf{x}_l, t) \cdot \mathbf{n}_l = \varphi_l^{cv}(\mathbf{x}_l, t) + \varphi_l^{rad}(\mathbf{x}_l, t) \quad (12)$$

$$\mathbf{x} \in \mathcal{D}, t = t_I : T(\mathbf{x}, t = t_I) = T_I(\mathbf{x}) \quad (13)$$

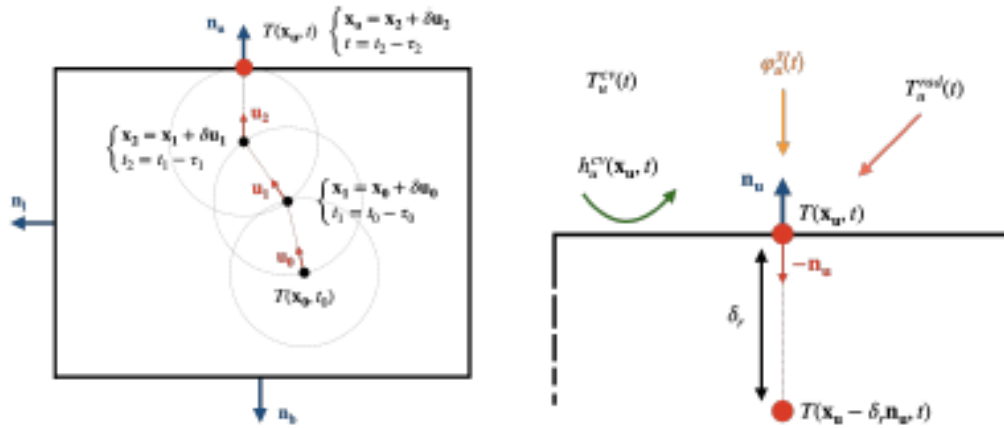
Le terme puits S_{cells} n'intervient que lorsque \mathbf{x} est dans la couche de silicium. Dans toutes les autres couches, ce terme est nul. Les propriétés thermiques du panneau (ρ , λ , c_p) correspondent aux propriétés d'un milieu homogène équivalent à l'ensemble des couches et ont été mesurées expérimentalement.

3. Modélisation du bilan thermique par la méthode de Monte Carlo

Interprétation probabiliste L'équation de la chaleur présentée à la section 2. est reformulée afin d'aboutir à une résolution probabiliste du problème thermique. La température $T(\mathbf{x}, t)$ s'évalue comme l'espérance d'une variable aléatoire X .

$$T(\mathbf{x}, t) = E[X] = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N X_i \quad (14)$$

Pour obtenir une estimation de la température, il faut effectuer N réalisations indépendantes et identiquement distribuées de X . Une fois que la position initiale \mathbf{x}_0 et le temps t_0 sont choisis, l'algorithme consiste à échantillonner un temps τ_0 selon la densité de probabilité $\alpha \exp(-\alpha \tau)$ avec $\alpha = \frac{6\lambda}{\rho c_p \delta^2}$ et à se déplacer aléatoirement en décrémentant le temps jusqu'à atteindre une température connue (température de l'air, températures radiatives) ou la température initiale $T_I(\mathbf{x}, t_I)$. La marche aléatoire en conduction est décrite sur la figure 1a. Il s'agit d'un algorithme *Walk on Sphere* à pas constant δ qui a la propriété d'être compatible avec les techniques de lancer de rayons [14]. Lorsque la marche aléatoire atteint une interface et que le temps courant est encore supérieur au temps de la condition initiale, l'écriture de la continuité des flux (figure 1b) s'interprète à nouveau de manière probabiliste par l'équation (15).



(a) Marche aléatoire en conduction selon le principe de Walk on Sphere à pas constant δ [14]. Le chemin a démarré au point x_0 à l'instant t_0 et a atteint la surface supérieure à la position x_u à l'instant t .

(b) Continuité des flux thermiques à l'interface supérieure. La température $T(x_u, t)$ est évaluée par superposition des températures et flux connus du problème pondérés par les probabilités associés à chacun des événements.

Figure 1 : Principe de la marche aléatoire en conduction et comportement aux interfaces

$$T(x_u, t) = \underbrace{\frac{h_u^{cv}(x_u, t)}{\lambda/\delta_r + h_u^{rad}(t) + h_u^{cv}(x_u, t)}}_{\text{probabilité de poursuivre en convection}} T_u^{cv}(t) + \underbrace{\frac{h_u^{rad}(t)}{\lambda/\delta_r + h_u^{rad}(t) + h_u^{cv}(x_u, t)}}_{\text{probabilité de poursuivre en rayonnement}} T_u^{rad}(t) + \underbrace{\frac{\lambda/\delta_r}{\lambda/\delta_r + h_u^{rad}(t) + h_u^{cv}(x_u, t)}}_{\text{probabilité d'être ré-injecté en conduction}} T(x_u - \delta_r n_u, t) + \underbrace{\frac{\varphi_u^s(t)}{\lambda/\delta_r + h_u^{rad}(t) + h_u^{cv}(x_u, t)}}_{\text{contribution du flux solaire en face avant}} \quad (15)$$

Par ce jeu d'écriture, le chemin peut se poursuivre soit en convection ($T_u^{cv}(t)$), soit en rayonnement ($T_u^{rad}(t)$), ou en conduction ($T(x_u - \delta_r n_u, t)$) après avoir été ré-injecté dans le solide selon un pas δ_r . Dans le cadre de ce problème, les températures d'air et de rayonnement (ciel ou sol) sont connues et par conséquent le chemin s'arrête. À l'inverse, le chemin se poursuit lorsqu'il y a ré-injection. Enfin, un accumulateur est incrémenté de la quantité $\frac{\varphi_u^s(t)}{\lambda/\delta_r + h_u^{rad}(t) + h_u^{cv}(x_u, t)}$ à chaque fois que le chemin atteint la surface supérieure et correspond à la contribution du flux solaire à la température.

Environnement de développement Le code de calcul présenté ici s'appuie sur la bibliothèque libre *Star-Engine* développée par la start-up *Méso-Star*. Celle-ci propose des solutions innovantes de modélisation et de résolution de problèmes thermiques et énergétiques complexes en lien avec la plateforme *EDStar* qui regroupe une quarantaine de chercheurs autour de la physique énergétique.

4. Validation expérimentale du modèle

Données expérimentales Les données d'entrée du modèle correspondent aux données climatiques usuelles : le rayonnement solaire dans le plan du panneau ($W \cdot m^{-2}$), la vitesse du vent ($m \cdot s^{-1}$), la température d'air ($^{\circ}C$) et la température à la surface du sol ($^{\circ}C$). Ces mesures proviennent de la base de données du site expérimental du Cerema à Nancy. Dans cet article, deux validations expérimentales sont proposées : une première en chambre climatique et une seconde en conditions réelles concernant un panneau disposé sur une surface gravier. En conditions extérieures, la validation du modèle est réalisée par l'intermédiaire de deux journées typiques :

une journée ensoleillée (24 septembre 2021) sans nuages et une journée ensoleillée avec de multiples passages de nuages (11 septembre 2021). Les résultats obtenus par simulations sont comparés aux mesures données par la moyenne des températures des sondes de température placées en face arrière du panneau photovoltaïque.

Validation en conditions contrôlées Dans un premier temps, le modèle est utilisé pour simuler des données expérimentales obtenues sur le panneau photovoltaïque à température d'air contrôlée. Afin d'observer l'influence de la production électrique sur le bilan thermique du panneau, nous avons réalisé des essais dans une chambre climatique de 48 m^3 dans laquelle la température peut être réglée entre $-30 \text{ }^\circ\text{C}$ et $30 \text{ }^\circ\text{C}$. Elle a été fixée à $20 \text{ }^\circ\text{C}$ pour cette expérimentation. Le panneau est soumis à un rayonnement, issu d'un illuminateur pourvu de lampes halogènes de 6 kW , mesuré à l'aide d'un pyranomètre. Les températures arrières sont mesurées à l'aide de neuf sondes de température (PT1000) afin d'obtenir une température moyenne, représentative du transfert pour la surface du panneau. Deux pyromètres sont utilisés pour obtenir les températures de parois (mur, sol). La vitesse de l'écoulement de l'air sur la face avant du panneau est mesurée à l'aide d'une sonde Testo 400. Le protocole d'essai est composé de deux phases successives : 1) le panneau est illuminé mais ne produit pas d'électricité pendant $\approx 1 \text{ h}$ puis 2) le panneau est raccordé au réseau électrique et débite de l'électricité. Pour ces conditions, le modèle présenté dans la section 2. et implémenté tel que décrit dans la section 3. est utilisé afin de simuler la température moyenne arrière.

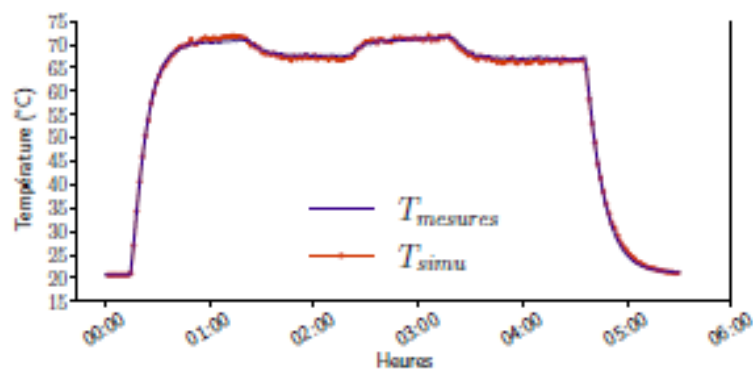
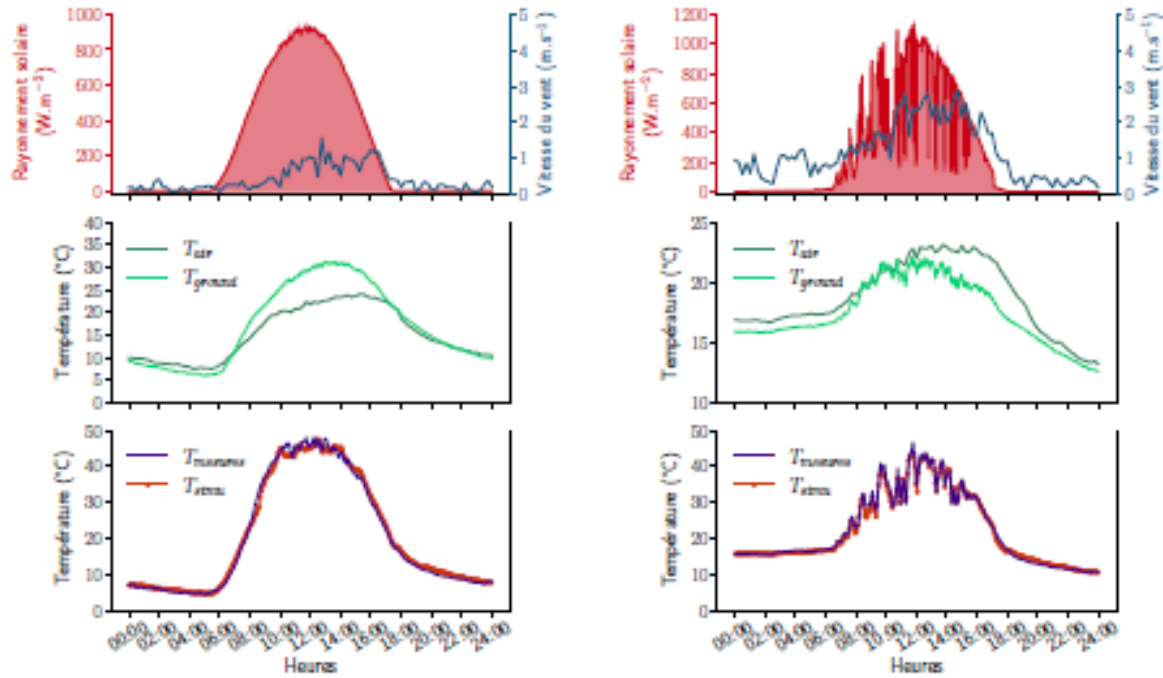


Figure 2 : Simulation de la température au centre de la face arrière du panneau et comparaison avec les mesures expérimentales obtenues à température ambiante contrôlée

La figure 2 montre l'évolution de cette température et les résultats de simulation. Dès l'illumination, les températures augmentent et se stabilisent au bout d'une heure à $71 \text{ }^\circ\text{C}$. Après mise en production du panneau, la température chute de $4 \text{ }^\circ\text{C}$ avec un temps de stabilisation d'une heure. La bonne adéquation entre les mesures et la simulation (racine carré de l'erreur quadratique moyenne de $0,56 \text{ }^\circ\text{C}$) valide le modèle en conditions contrôlées.

Validation en conditions réelles Le panneau photovoltaïque et l'instrumentation associée ont été déplacés sur la toiture du site expérimental. Le panneau a été orienté plein sud afin de bénéficier d'un maximum de rayonnement. Les amplitudes en température et en vitesse de vent sont tracées sur la figure 3. Pour la journée du 24 septembre, le rayonnement global présente un maximum de $920 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ vers 12:00. Il est de $1150 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ pour la journée du 11 septembre. La présence de nombreux passages nuageux diminue le rayonnement direct et engendre une baisse de la production électrique (non présentée). Pour ces deux journées, le vent possède une intensité faible (inférieure à $3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$). Les résultats sont présentés pour les deux journées sur les figures 3a et 3b et démontrent la capacité du modèle à simuler la température du panneau. Les erreurs quadratiques moyennes sont de $1,10 \text{ }^\circ\text{C}$ pour le 24/09/2021 et $0,9 \text{ }^\circ\text{C}$ pour le 11/09/2021.



(a) Journée du 24/09/2021 : Les variations de température du panneau résultent des fluctuations de l'écoulement d'air.

(b) Journée du 11/09/2021 : Le rayonnement solaire est très fluctuant et cela s'observe directement sur la température du panneau.

Figure 3 : Données météorologiques et résultats obtenus pour les deux journées sélectionnées

Intégration temporelle de la puissance électrique La robustesse du modèle a été testée en estimant la production d'électricité pour une longue chronique de simulation. Cette production est obtenue en intégrant la puissance électrique sur une période d'un mois (équation (16)).

$$\text{Production} = \int_{t_1}^{t_2} \eta_{ref} [1 - \beta_{ref}(T(t) - T_{ref})] \varphi_u^{s,abs}(t) A_{cells} dt \quad (16)$$

L'algorithme de Monte Carlo associé consiste donc à tirer aléatoirement un temps entre t_1 et t_2 et à évaluer la température du panneau correspondante. Le tirage du temps est réalisé uniformément mais il est possible d'optimiser ce tirage en exploitant les données de rayonnement solaire global pour éviter les tirages la nuit par exemple. Le calcul de la production électrique a été réalisé sur le mois d'octobre 2021 pour un panneau de 310 W installé sur la plateforme expérimentale. Le modèle évalue la production électrique à 27.33 kW · h alors que la production effective fournie par l'installation photovoltaïque est de 27.8 kW · h sur cette même période. Ces deux valeurs sont comparables avec l'estimation de 23.29 kW · h basée sur la localisation géographique et fournie par l'outil PVGIS de la Commission européenne².

5. Conclusion

Dans cet article, le bilan thermique d'un panneau photovoltaïque soumis à des conditions météorologiques transitoires a été résolu par la méthode de Monte Carlo. La température en face arrière du panneau a été simulée. En conditions contrôlées, le modèle permet de simuler l'abaissement de la température du panneau lors de la production électrique. Lorsque le modèle est confronté à des conditions réelles, il simule fidèlement la température du panneau, y

²<https://ec.europa.eu/jrc/en/pvgis>

compris en présence de perturbations introduites par les variabilités climatiques et permet de calculer une production mensuelle. Les simulations ont été validées par des mesures expérimentales. Le modèle proposé est donc tout à fait en mesure de prédire la production électrique mensuelle d'un panneau photovoltaïque à partir de données météorologiques. L'avantage de la méthode Monte Carlo est de permettre d'évaluer cette production sur de plus grandes périodes temporelles sans coût de calculs supplémentaires. Plusieurs perspectives sont envisagées pour ce travail : amélioration des corrélations pour les coefficients d'échange convectif, modélisation de la température du sol plutôt qu'un paramètre d'entrée, prise en compte des phénomènes d'évaporation dans le cas où le panneau est disposé sur une toiture végétalisée. Enfin, il est possible d'intégrer des phénomènes qui sont par nature aléatoires : dépôts de poussière au cours du temps, ombrages, vieillissement des cellules etc.

Références

- [1] A. M. Mitrašinović, Photovoltaics advancements for transition from renewable to clean energy, *Energy* (2021), Volume 237, 121510
- [2] Baromètre 2020 de l'énergie photovoltaïque dans l'Union européenne, Livrable du projet Européen *EurObservER*. Disponible sur [Connaissances des énergies](#)
- [3] G. N. Tiwari, R. K. Mishra, S. C. Solanki, *Photovoltaic modules and their applications : A review on thermal modelling*, (2011), Volume 88, 2287-2304
- [4] E. Skoplaki, J. A. Palyvos, On the temperature dependence of photovoltaic module electrical performance : A review of efficiency/power correlations, *Solar Energy*, (2009), Volume 83, 614-624
- [5] D. Moser, M. Pichler, M. Nikolaeva-Dimitrova, *Filtering Procedures for Reliable Outdoor Temperature Coefficients in Different Photovoltaic Technologies*, (2014), 136
- [6] A. Gaglia, S. Lykoudis, A. A. Argiriou, C. A. Balaras, E. Dialynas, Energy efficiency of PV panels under real outdoor conditions—An experimental assessment in Athens, Greece, *Renewable Energy*, (2017), Volume 101, 236-243
- [7] M. Jaszczur, Q. Hassan, J. Teneta, E. Majewska, M. Zych, An analysis of temperature distribution in solar photovoltaic module under various environmental conditions, *MATEC Web Conference*, (2018), 240
- [8] J. Heusinger, S. Weber, Surface energy balance of an extensive green roof as quantified by full year eddy-covariance measurements, *Science of the Total Environment*, (2017), 577, 220-230
- [9] S. P. Aly, S. Ahzi, N. Barth, Effect of physical and environmental factors on the performance of a photovoltaic panel, *Solar Energy Materials & Solar Cells*, (2019), 200, 109948
- [10] S. P. Aly, S. Ahzi, N. Barth, B. W. Figgis, Two-dimensional finite difference-based model for coupled irradiation and heat transfer in photovoltaic modules, *olar Energy Materials & Solar Cells*, (2018), 180, 289-302
- [11] M. Sans-Laurent, O. Farges, V. Schick, C. Moyne, G. Parent, Modeling the Flash Method by using a Conducto-Radiative Monte-Carlo Method : Application to Porous Media, *9th International Symposium on Radiative Transfer (RAD-19)*, (Athens, Greece, June 2019), 319-326
- [12] O. Farges, J.J. Bézian, H. Bru, M. El-Hafi, R. Fournier, C. Spiesser, Life-time integration using Monte Carlo Methods when optimizing the design of concentrated solar power plants, *Solar Energy*, (2015), Volume 113
- [13] T. Villemin, O. Farges, G. Parent, R. Claverie, J. Bouyer, Modélisation et intégration temporelle d'un problème thermique couplé par la méthode de Monte-Carlo, *Congrès Annuel de la Société Française de Thermique 2021*, (Juin 2021)
- [14] L. Ibarrart, Description en espaces de chemins et méthode de Monte Carlo pour les transferts thermiques couplés dans les structures fluides et solides, une approche compatible avec l'informatique graphique, Thèse de doctorat, École des mines d'Albi, Février 2020

CALENDRIER DES ACTIVITÉS ANNONCÉES

Les annonces détaillées des activités organisées ou parrainées par la SFT sont aussi disponibles sur le site internet de la SFT (onglet : Activités/Annonces de manifestations SFT : congrès, journées, écoles ...).

Les autres manifestations dans le domaine de la thermique dont la SFT a connaissance sont également disponibles sur le site de la SFT (onglet : Activités/Annonces autres manifestations). Les annonces sont régulièrement mises à jour.

Dans la colonne « activité » du tableau récapitulatif des manifestations, les journées SFT ainsi que les activités en partenariat avec la SFT ou parrainées par la SFT sont repérées par des cases grisées et les manifestations se déroulant en France sont indiquées en caractères gras.

Si vous souhaitez annoncer une manifestation dans le domaine de la thermique, vous pouvez transmettre l'annonce à :

sft.communication@orange.fr (nouvelle adresse)

date	activité	lieu	thème	détails dans ce bulletin:	bulletin
13-16/09/22	EFMC14	Athens (Grèce)	14th European Fluid Mechanics Conference		Nov-21
18-21/09/22	DA 2022	Toulouse (France)	12th International conference Distillation & Absorption		Sep-21
20-23/09/22	CPOTE	Warsaw (Pologne) et OnLine	7th International Conference on Contemporary Problems of Thermal Engineering		Avr-22
06/10/22	Journée SFT	Paris (France)	Sous-groupe « Génie climatique –Thermique de l'habitat» : Systèmes énergétiques et bâtiment : applications, usages et optimisations	Page 22	Sep-22
06/10/22	GFC	Gif-sur-Yvette (France)	Journée thématique du GFC : Interactions transferts thermiques / combustion / parois & matériaux	Page 37	Sep-22
06-07/10/22	ICMECE	Barcelone (Espagne)	Interdisciplinary Conference on Mechanics, Computers and Electrics		Sep-22
10-14/10/22	Laser AP	Semur-en-Auxois (France)	Séminaire Laser AP 2022 Laser et applications		Avr-22
13-19/10/22	ENEFM	Oludeniz (Turquie)	8th International Congress on Energy Efficiency and Energy Related Materials		Avr-22
14-15/10/22	HEREM	OnLine	8th International Symposium on Hydrogen Energy, Renewable Energy		Avr-22
14-16/10/22	M_SCHOLAR	Paris (France)	Global Experts Meet on Electrical and Electronics Engineering		Sep-22
20/10/2022	Journée SFT	Paris (France)	Groupe « Convection naturelle, mixte et forcée » : Aérothermique des systèmes propulsifs pour l'aéronautique	Page 25	Sep-22
21-22/10/22	IOGP	OnLine	International Conference on Oil, Gas and Petroleum Engineering		Sep-22
22-23/10/22	ICAT 2022	Penang (Malaisie)	3rd International Conference on Applied Thermo-Fluids & Computational Fluid Mechanics		Fev-22
25-28/10/22	ICBT	Beskidy M. (Pologne)	14th International Conference on Boiler Technology		Sep-22
26-28/10/22	EGF	Athens (Grèce)	The 7th Edition European Graphene Forum		Sep-22
07-10/11/22	SFGP 2022	Toulouse (France)	18ème congrès de la Société Française de Génie des Procédés		Sep-21
10-11/11/22	Biofuels	Paris (France)	3rd International Conference on Biofuels and Bioenergy		Sep-22
14-15/11/22	Energytech	Rome (Italie)	4th International Conference on Renewable Energy, Resources and Sustainable Technologies		Sep-22
14-15/11/22	Global	Dubai (U.A.E.)	5th World Congress on Nanotechnology and Materials Science		Sep-22
15-17/11/22	JITH	Tanger (Maroc)	19 ^{ème} édition des Journées Internationales de Thermique		Avr-22
16-17/11/22	GRETh	Aix les bains (France)	Journées techniques du GRETh		Sep-22
18-19/11/22	HEEI	OnLine	5th International Symposium on Hydrogen Energy and Energy Technologies		Avr-22

date	activité	lieu	thème	détails dans ce bulletin:	bulletin
18-20/11/22	ICREC	Paris (France)	7th International Conference on Renewable Energy and Conservation		Sep-22
19-21/11/22	EEEP	Zhuhai (Chine)	7 th International Conference on Energy Engineering and Environmental Protection		Avr-22
24/11/22	IMAPS	Tours (France)	From Nano to Macro Power Electronics and Packaging European Workshop		Avr-22
01-02/12/22	Journée SFT	Paris (France)	Groupe « Énergétique / Incendie » :: Journées thématiques du « RésoFeux »	Page 29	Sep-22
09-11/12/22	PECER	Sanya (Chine)	The 6th International Conference on Petrochemical, Energy Conservation and Emissions Reduction		Sep-22
09-11/12/22	NESD	Guilin (Chine)	The 9th Int'l Conference on new Energy and Sustainable Development		Sep-22
12-13/12/22	LONGDOM	New York (USA)	8th Global Summit on Renewable Energy and Ressources		Sep-22
23/01/23	Journée SFT	Paris (France)	Groupe « Hautes températures » : Comparaison des dispositifs de mesures de propriétés thermophysiques de liquides à hautes températures	Page 31	Sep-22
26/01/23	Journée SFT	Paris (France)	Groupe «Échangeurs » : Echangeurs thermiques et multi-fonctionnels : récents développements et perspectives	Page 33	Sep-22
08-09/03/23	THERMAL	Poitiers (France)	16th European Advanced Technology Workshop on Micropackaging and Thermal Management		Sep-22
17-20/03/22	IREEC2	Hammamet (Tunisie)	Deuxième Colloque International Froid Energie et Environnement		Sep-22
04-06/04/23	HFO	Shanghai (Chine)	3rd IIR Conference on the Applications of HFO Refrigerants		Sep-22
24-28/04/23	Cryogenics	Dresden (Allemagne)	17th Cryogenics 2023		Sep-22
27-29/04/23	Ohrid	Ohrid (Rep. Macedoine)	Ammonia and CO2 Refrigeration Technologies		Sep-22
18-20/05/23	ENERGYMEET	Brussels (Belgique)	2nd International Meet on Power and Energy Engineering		Sep-22
18-20/05/23	ECRES	Riga (Lettonie)	11. European Conference on Renewable Energy Systems		Sep-22
30/05-2/06/23	Congrès SFT	Reims (France)	31 ^e Congrès Français de Thermique : Thermique et Agroressources	Page 35	Sep-22
16-17/06/23	GMAERO	Osaka (Japon)	Global Meet on Aerospace and Aeronautical Engineering		Sep-22
10-13/07/23	LNG	Vancouver (Canada)	20 ^e conference et exposition internationale sur le gaz naturel liquéfié		Sep-22
14-18/08/23	IHTC	Cap Town (Afrique du Sud)	17th International Heat Transfer Conference		Sep-22
04-08/09/23	ICCHMT	Düsseldorf (Allemagne)	14. International Conference on Computational Heat and Mass Transfer		Avr-22

[Retour au sommaire](#)



SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE THERMIQUE
Groupes « Thermique appliquée »
(Sous-groupe « Génie climatique – Thermique de l’habitat »)

Journée thématique organisée par :

B. Kadoch (IUSTI, Aix-Marseille), M. Siroux (ICube, Strasbourg), P. Salagnac (LaSIE, La Rochelle)

Jeudi 6 octobre 2022

Accueil à partir de 9h à

Espace Hamelin, 17 rue Hamelin, Paris 16 (métro Boissière ou Iéna)

Systemes énergétiques et bâtiment : applications, usages et optimisations

Au cours de ces dernières décennies, notre consommation d’énergie n’a cessé d’augmenter. Pour répondre à cette problématique et ses conséquences environnementales, des politiques publiques ont été et sont mises en place. La loi française relative à la « transition énergétique pour la croissance verte » de 2015 prévoit d’augmenter la part des énergies renouvelables de 32% en 2030 et de réduire la consommation d’énergie de 50% en 2050 par rapport aux niveaux de 2012. Le secteur le plus énergivore étant celui du bâtiment (logement individuel ou collectif) avec 40% de la consommation totale d’énergie primaire, la nouvelle réglementation environnementale 2020 prend en compte, en plus des consommations d’énergie, l’ensemble des émissions de carbone d’un bâtiment de sa phase de construction à son démantèlement. Dans ce contexte, l’étude et l’optimisation des performances énergétiques et environnementales deviennent de plus en plus incontournables. Pour répondre à ces objectifs qui dépendent fortement des situations géographiques et de l’échelle envisagée (échelle locale du bâtiment aux échelles du quartier et des smart grids), plusieurs approches sont nécessaires. En effet, la connaissance et l’amélioration de l’enveloppe du bâtiment, l’étude et l’intégration de matériaux innovants, l’utilisation et la gestion des ressources renouvelables, le dimensionnement et le pilotage des systèmes pour répondre aux différents besoins en sont des éléments clés.

Le but de cette journée est donc de partager ces différentes approches. Elle sera constituée de présentations et se terminera par une table ronde/synthèse. Les chercheurs ou ingénieurs intéressés par ces thématiques sont cordialement invités et peuvent également proposer une présentation. Un format hybride présentiel-distanciel sera proposé.

Contact : Benjamin KADOCH - benjamin.kadoch@univ-amu.fr, Monica Siroux – monica.siroux@insa-strasbourg.fr - Patrick Salagnac - patrick.salagnac@univ-lr.fr

BULLETIN D’INSCRIPTION à envoyer impérativement par mail à : gestion.journee.sft@laposte.net

Aucune réservation ne sera faite sans retour de ce document. Un accusé réception sera émis à l’adresse mail indiquée

L’inscription est considérée comme acquise et comme due dès lors du renvoi de ce bulletin.

Mme Mr Nom : Prénom :

Organisme :

Adresse

Courriel :

Désire s’inscrire à la **journée d’étude SFT du 6 octobre 2022** en tant que : (cocher la case correspondante)

Conférencier : 40€

Membre SFT à titre individuel : 80€

Membre adhérent à la SFT par l’appartenance à une société adhérente : 80€
(Cachet de la société adhérente) :

Non-membre de la SFT : 150€

(Le prix signalé inclut le repas de midi qui est organisé sur place, les pauses et l’accès aux documents)

Participation en distanciel : Membre SFT : 80€ Non-membre de la SFT : 150€

Avec le mode de règlement suivant : (cocher la case correspondante)

Par chèque à l’ordre " Société Française de Thermique" à envoyer à :

Secrétariat SFT -ENSEM – BP 90161 – 54505 Vandoeuvre Cedex

(Une facture acquittée sera retournée par mail à l’adresse mentionnée sur ce bulletin d’inscription)

Par bon de commande qui vous sera adressé par ma société (**uniquement par mail**) sachant que le présent bulletin d’inscription vaut devis.

Par virement bancaire :

Date : Signature :

NOTA : Le repas ne peut être garanti qu’aux personnes s’inscrivant au moins 10 jours avant la rencontre

Programme de la journée

- 9h30 – 10h00 : Accueil/café
- 10h00 – 10h20 : Bruno PEUPORTIER, *Mines Paris-Tech - Centre Efficacité énergétique des Systèmes*. **Quelques questions de recherche sur l'évaluation des performances énergétiques et environnementales des bâtiments.**
Résumé : L'analyse de cycle de vie consiste-t-elle simplement à multiplier des kWh consommés par un facteur d'émission de gaz à effet de serre exprimé en grammes de CO₂ par kWh ? Un bâtiment zéro énergie est-il zéro carbone ? Qu'est-ce qu'une ACV dynamique ?
- 10h20 – 10h40 : Marie-Lise PANNIER, *Laboratoire Angevin de Recherche en Ingénierie des Systèmes*. **Le confort et les performances environnementales des bâtiments connectés.**
Résumé :
- 10h40 – 11h00 : Mohamad IBRAHIM, Yangkong ZHOU, Erwin FRANQUET, *Polytech'Lab, Université Côte d'Azur*. **Vers un outil numérique pour les façades adaptatif et multifonctionnel.**
Résumé : L'objectif est d'étudier les phénomènes de transfert de chaleur et de masse des enveloppes avancées adaptatives et multifonctionnelles et d'utiliser PYTHON pour développer une bibliothèque modulaire qui contient des modèles numériques pour différents types de matériaux/système avancé et qui peut être couplée à d'autres plateformes de simulation notamment EnergyPlus et TRNSYS. Les utilisateurs peuvent alors construire et tester de nouveaux concepts de systèmes de façade multifonctionnels. Les modèles numériques comprendront entre autres les éléments suivants : Matériaux à changement de phase ; Thermoélectriques ; Aérogels de silice (transparents) ; Photovoltaïque ; Capteurs solaires thermiques intégrés dans la façade ; Matériaux adaptatifs (comme les thermochromes) ; lame d'air fluide ; Matériaux poreux avec systèmes de mouillage de l'eau (systèmes de refroidissement par évaporation) ; Isolation dynamique ; Autres couches classiques : verre béton isolation brique ...
- 11h00 – 11h20 : Pause-café
- 11h20 – 11h40 : Gilles FRAISSE, *Université Savoie Mont Blanc - Laboratoire procédés énergie bâtiment*. **Conception optimisée d'un échangeur stockeur ultra-compact à changement de phase.**
Résumé : Il s'agit de résumer les travaux obtenus dans le cadre du projet ANR EUROPA qui a permis à la fois de traiter la caractérisation des matériaux à changement de phase, la modélisation du concept hybride d'échangeur stockeur et enfin l'optimisation d'un système adapté à la production d'eau chaude solaire
- 11h40 – 12h00 : Gautier HYPOLITE, Olivier BOUTIN, Jean-Henry FERRASSE, *Aix-Marseille Université / Centrale Marseille - Laboratoire de Mécanique, Modélisation et Procédés Propre*. **Comparaison des coefficients de performances de pompes à chaleur air-eau et eau-eau par modélisation dynamique des systèmes.**
Résumé : Cette étude a pour but de comparer le fonctionnement de pompes à chaleur utilisant comme source froide une ressource en eau ou l'air extérieur. Une approche de modélisation dynamique des systèmes a été adoptée. Elle permet de prendre en compte les variations temporelles de la ressource disponible (température et débit) ainsi que du besoin des consommateurs.
- 12h10 – 14h00 : Repas
- 14h00 – 14h20 : Erwin FRANQUET, *Polytech'Lab - Université Côte d'Azur*. **Du besoin d'approches intégrées holistiques pour le dimensionnement et le pilotage des systèmes énergétiques : du multi-physique au transdisciplinaire de l'échelle systèmes à l'échelle de la cité.**
Résumé : A l'aune des défis qui nous attendent face au changement climatique, et considérant même le dépassement de certaines limites planétaires, les besoins d'efficacité et d'optimisation de consommation, ainsi que la plus grande complexité des problématiques actuelles, requièrent de développer des méthodologies visant une définition plus large du système d'étude. Le propos visera à démontrer pourquoi et comment les modèles physiques peuvent être enrichis, y compris en s'appuyant sur des apports exogènes à la discipline.

- 14h20 – 14h40 : Jian Lin *ICUBE / IUT Robert Schuman*, Wael Zeitoun, Monica Siroux, *ICUBE – INSA Stras-bourg*. **Géothermie de faible profondeur. Etat de l'art et perspectives.**

Résumé : Il s'agit de présenter les travaux de l'équipe de recherche Énergétique d'ICUBE sur la Géothermie de faible profondeur, en particulier sur l'optimisation des systèmes géothermiques de surface. L'objectif est d'étudier l'impact des conditions géologiques et météorologiques sur l'efficacité énergétique des puits canadiens.

- 14h40 – 15h00 : Arnaud LAPERTOT, *Institut de Recherche en Constructibilité - Université Paris-Est – EST*. **Optimisation multicritère d'un échangeur air-sol couplé à une ventilation double flux et une pompe à chaleur pour différents climats.**

Résumé : Une procédure d'optimisation multicritère est appliquée à un échangeur air-sol couplé à une ventilation double flux et une pompe à chaleur. Le système utilise les ressources géothermiques pour chauffer ou rafraîchir l'air d'un bâtiment par ventilation. Le dimensionnement optimal, obtenu avec les algorithmes génériques, permet d'obtenir un système qui demeure à la fois rentable, autonome et performant pour différents climats de l'union européenne.

- 15h00 – 15h20 : Mini-Pause

- 15h20 - 15h50 : **Discussion et synthèse de la journée avec prospective basée sur les exposés précédents** (avec les organisateurs).



SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE THERMIQUE

Groupe « Convection naturelle, mixte et forcée »

Journée thématique organisée par : Eva DORIGNAC & Philippe REULET

Jeudi 20 octobre 2022

Accueil à partir de 9h à

Espace Hamelin, 17 rue Hamelin, Paris 16 (métro Boissière ou Léna)

Aérothermique des systèmes propulsifs pour l'aéronautique

L'évolution des performances des systèmes propulsifs aéronautique nécessite une amélioration incessante de l'efficacité de refroidissement des aubages et des parois des chambres de combustion afin de préserver leur intégrité et leur durée de vie. Parmi les solutions utilisées couramment dans le secteur de l'aéronautique, on retrouve notamment le refroidissement par :

- impact de jet(s) qui présente une efficacité élevée des transferts à la paroi,
- jet(s) débouchant qui permet de former un film protecteur sur la paroi chaude,
- paroi transpirante qui permet de limiter l'élévation de la température du matériau,
- ...

Les différentes configurations étudiées dans la littérature montrent la grande complexité des interactions fluide/paroi, des écoulements turbulents générés et des phénomènes mis en jeu (écoulement cisailé, jet pariétal, sillage et instabilités, couplage convection-rayonnement...). Cette complexité explique l'intérêt, toujours très grand, porté à ces types de configuration qui constituent des cas de validation intéressants pour les simulations numériques et la modélisation instationnaire de la turbulence.

Les travaux récents, notamment présentés lors des derniers congrès, concernent aussi bien des études expérimentales que des analyses par simulations numériques. Les essais sont généralement réalisés en vue de créer des bases de données. Les simulations numériques, à différents niveaux de complexité (RANS, LES, voire DNS sur des cas académiques), visent à valider de nouveaux modèles, mieux appréhender les phénomènes mis en jeu, en particulier au niveau de la paroi et des transferts de chaleur associés.

Cette journée sera l'occasion de faire un état des lieux et d'échange entre partenaires industriels et académiques.

Contacts: Eva DORIGNAC, PPRIME Poitiers, eva.dorignac@ensma.fr
Philippe REULET, Onera Toulouse, philippe.reulet@onera.fr

BULLETIN D'INSCRIPTION

à envoyer impérativement par mail à : gestion.journee.sft@laposte.net

Aucune réservation ne sera faite sans retour de ce document. Un accusé réception sera émis à l'adresse mail indiquée

L'inscription est considérée comme acquise et comme due dès lors du renvoi de ce bulletin.

Mme Mr Nom : Prénom :

Organisme :

Adresse :

Courriel :

Désire s'inscrire à la **journée d'étude SFT du 20 octobre 2022** en tant que : (cocher la case correspondante)

Conférencier : 40€

Membre SFT à titre individuel : 80€

Membre adhérent à la SFT par l'appartenance à une société adhérente : 80€

(Cachet de la société adhérente) :

Non-membre de la SFT : 150€

(Le prix signalé inclut le repas de midi qui est organisé sur place, les pauses et l'accès aux documents)

Avec le mode de règlement suivant : (cocher la case correspondante)

Par chèque à l'ordre " Société Française de Thermique" à envoyer à :

Secrétariat SFT -ENSEM – BP 90161 – 54505 Vandoeuvre Cedex

(Une facture acquittée sera retournée par mail à l'adresse mentionnée sur ce bulletin d'inscription)

Par bon de commande qui vous sera adressé par ma société (**uniquement par mail**) sachant que le présent bulletin d'inscription vaut devis.

Par virement bancaire :

Date : Signature :

NOTA : Le repas ne peut être garanti qu'aux personnes s'inscrivant au moins 10 jours avant la rencontre

Programme de la journée

9h30 : Accueil

9h45 Yannick SOMMERER, AIRBUS

« Transferts de chaleur de jets industriels »

« Le refroidissement des systèmes avions localisés à proximité du moteur est souvent assuré par des jets d'air frais. Ils peuvent être confinés, avoir des sections de sortie complexes, impacter des surfaces non planes ou être distribués sur différents équipements à l'aide de déflecteurs. Certains jets sont parfois subis comme par exemple lors d'un éclatement de conduite sous pression. Il s'agit alors de jets sous-détendus chauds pour lesquels l'estimation de l'endommagement structurel dû aux vitesses induites ou au transfert de chaleur est particulièrement difficile à appréhender ».

10h15 Rémi MANCEAU, Pascal BRUEL Franck MASTRIPPOLITO, Laboratoire de mathématiques et de leurs applications - Pau

« Modélisation des effets de giration sur les jets débouchants »

Représenter l'influence de l'angle de giration entre les jets débouchant et la couche limite incidente est un défi pour la modélisation RANS de la turbulence. Le développement de méthodes basées sur la modélisation au second ordre est présenté et les résultats comparés aux données expérimentales.

10h45 Matthieu FENOT, Eva DORIGNAC, Pprime, ENSMA - Université de POITIERS

« Impact d'un jet compressible »,

L'étude porte sur l'influence du nombre de Mach sur l'écoulement et les transferts de chaleur d'un jet subsonique en impact. Afin de faire varier le nombre de Mach tout en conservant les autres paramètres de similitude (notamment le nombre de Reynolds), des injections de différents diamètres ont été utilisées permettant de faire varier le nombre de mach de 0.3 à 0.8. Par ailleurs l'influence de la distance d'impact a également été étudiée. Les effets du nombre de Mach portent principalement sur les structures tourbillonnaires de la couche de cisaillement qui tendent à disparaître avec l'augmentation du nombre de Mach ce qui réduit leur influence sur les transferts de chaleur. D'autre part, le nombre de Mach modifie également la température adiabatique, c'est-à-dire, la température de référence du fluide concernant les transferts de chaleur.

11h15 Minh NGUYEN Juan-Carlos LARROYA, Safran Aircraft Engines

« Simulations Aérothermiques des Jets Impactants avec une approche "Lattice Boltzmann Method »

Les jets impactants de refroidissement, présents dans de nombreuses configurations dans les moteurs d'avion, peuvent être difficiles à simuler avec des méthodes classiques de type RANS, et nécessitent souvent des simulations haute-fidélité de type LES pour obtenir des résultats précis. La LBM, ou " Lattice Boltzmann Method ", pourrait permettre d'avoir des résultats haute-fidélité pour un moindre coût, mais nécessite une montée en maturité. Dans un premier temps, cette étude présente les résultats d'une simulation LBM sur un jet impactant seul à Reynolds 23 000 et une distance $H / D = 2$, un cas qui dispose d'une grande quantité de données de validation, afin de montrer que cette méthode est capable de retrouver un comportement réaliste. En suite, une simulation d'un cas d'une rangée de jets, qui représente une géométrie simplifiée d'une configuration LPTACC (Low Pressure Turbine Adaptive Clearance Control), sera présentée.

11h45 Bruno FACCHINI; Alessio PICCHI, Antonio ANDREINI, – Industrial Engineering Department – University of Florence –Italie-

«Effects of representative lean burn combustor outflow on flow field and film effectiveness through HP cooled vanes »

Modern lean burn aeroengine combustors are characterized by the presence of hot spots in the proximity of discrete fuel injection and enhanced swirling flows, necessary to improve fuel/air mixing and combustion stability. The great compactness and the absence of dilution holes to control the temperature profile lead to increased temperature distortions at the turbine entrance (called hot streaks), an aggressive degree of swirl and high turbulence intensity. The uncertainty associated to the lack of confidence in the prediction of the hot streak generation and propagation throughout the turbine has a detrimental impact on the thermal design of HP nozzle and blades.

Within the European project FACTOR, the University of Florence performed several investigations on an annular three-sector combustor simulator coupled with a fully cooled NGV module. A thorough experimental campaign was carried out with the goal of evaluating both the effect of the distorted combustor outflow on the NGV module and the flow/temperature pattern evolution through the cascade. Furthermore, additional PSP measurements were performed on the cooled airfoils, in order to assess the impact of the non-uniformaerothermal conditions on the film effectiveness. CFD scale resolving simulations were validated on experimental results giving the possibility to gain a deeper insight of the flow-physics.

12h30 : pause déjeuner

13h45 Tony ARTS, - Institut Von Karman, Belgique

« Performances aérothermiques de grilles d'aubes de turbines HP et aérodynamiques de turbines BP en conditions représentatives de fonctionnement moteur. »

Le contenu de la présentation a pour but de présenter des données expérimentales disponibles permettant d'aider à la validation de codes de prédictions numériques. La grille HP a été conçue au VKI et propose des résultats en mode lisse et avec refroidissement par film. Les mesures concernent la charge aérodynamique, le transfert thermique par convection forcée, les pertes et la déviation angulaire en aval. Les effets Des nombres de Mach et de Reynolds, du taux de turbulence et du rapport de température sont abordés. Deux grilles BP sont considérées, dont une a été conçue au VKI. Les mesures concernent la charge aérodynamique, les pertes et la déviation angulaire. Le nombre de Mach de sortie est de l'ordre de 0.65 ; on se concentre principalement sur le nombre de Reynolds et des sillages périodiques en entrée pour étudier la stabilité de la couche limite.

Les différentes géométries et données sont disponibles.

Titre non communiqué

14h15 Arun SUBRAMANIAN, Gildas LALIZEL, Eva DORIGNAC, Pprime, ENSMA - Université de POITIERS

« Développement métrologique de mesure de champ instantané de température dans le fluide par phosphorescence induite par plan laser de ZnO. - Application au film cooling ».

Le refroidissement par film froid des aubes des turbines aéronautiques d'avion est utilisé depuis quelques décennies pour augmenter la température d'entrée de la turbine. C'est une technique par convection forcée dans laquelle un écoulement froid est injecté à travers des trous discrets à la surface de l'aube de turbine de manière à former une couche d'air frais sur la surface de l'aube la protégeant ainsi efficacement des flux à très haute température résultant de la combustion.

Une étude détaillée de la structure instationnaire de l'écoulement a été réalisée à l'aide de la simulation aux grandes échelles L.E.S. Pour étudier expérimentalement les champs de température dans le fluide, une métrologie de mesure de température a été spécialement développée : la thermométrie utilisant le rapport d'intensités spectrales d'émission de phosphorescence du ZnO à l'aide d'une seule caméra intensifiée. Cette technique permet la mesure de la température instantanée et moyenne de manière non intrusive. Une analyse détaillée des propriétés d'émission du luminophore ZnO excitée par un laser à 266 nm est décrite. Ensuite, cette procédure a été mise en œuvre sur le

nouveau banc d'essai BATH pour étudier expérimentalement le film de refroidissement dimensionné par la simulation RANS pour trois taux de soufflage. L'analyse des résultats expérimentaux et numériques aide à identifier les structures cohérentes clés, conduisant à une meilleure compréhension des phénomènes physiques mis en jeu.

14h45 Stéphane ROUX, Laboratoire de Thermique et énergie de Nantes

« Influence des structures cohérentes sur les transferts thermiques moyens et instationnaires : approche expérimentale et numérique »

Nous nous intéresserons à l'effet de la turbulence cohérente, naturelle ou forcée, sur les échanges thermiques moyens et fluctuants sur la plaque d'impact d'un jet à nombre de Reynolds modéré (10000 à 23000).

15h15 Pierre GRENSON, Philippe REULET, Onera

"Caractérisation expérimentale et simulation numérique d'un jet chaud impactant"

Ce travail porte sur l'étude expérimentale et numérique d'un jet chaud issu d'une conduite pleinement développé, à Reynolds 60000, impactant sur une plaque plane à une distance $H/D=3$. Cette configuration est caractérisée expérimentalement par l'étude de l'écoulement (vitesse, température) et des transferts de chaleur à la paroi. Du point de vue numérique, une simulation LES a permis de compléter cette base de données expérimentale par une analyse fine des structures instationnaires et de leur interaction avec la paroi.

15h45 : Table ronde, bilan et perspectives



SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE THERMIQUE Groupe « Énergétique / Incendie »

Journée thématique organisée par :
Anthony COLLIN (LEMETA, Université de Lorraine)

Jeudi 1 et vendredi 2 décembre 2022

Accueil à partir de 9h à
Espace Hamelin, 17 rue Hamelin, Paris 16 (métro Boissière ou Iéna)

Journées thématiques du « RésoFeux »

La protection et la gestion du risque lié aux incendies sont devenus des enjeux sociétaux majeurs de ces vingt dernières années. Tenter de maîtriser ce risque consiste tout d'abord à bien le comprendre. Les phénomènes physiques mis en jeu dans un incendie sont multiples, variés et issus des processus multi-échelles. L'échelle la plus fine est représentée par la source de chaleur et les matériaux mis en jeu : la dégradation thermique, la pyrolyse, l'interaction flamme-matériaux et l'extinction sont des phénomènes qui ne sont pas encore bien connus. L'échelle intermédiaire concerne les transferts et la propagation du foyer dans son voisinage immédiat. On étudie alors les caractéristiques des panaches de flammes, les échanges thermiques avec le voisinage et les émissions de fumées ou d'espèces toxiques. Enfin, la plus grande échelle concerne les phénomènes de propagation à l'ensemble de l'environnement, comme la propagation d'un local à un autre ou la transition d'un feu de surface à un feu de cime dans une forêt.

Ces 3 demi-journées (jeudi et vendredi matin) sont consacrées à la présentation de travaux sur la thématique des incendies faits par des académiques, des ingénieurs, des industriels ou des opérationnels. Le programme de ces journées sera connu 1 mois avant les rencontres, suite à un appel à communications (gdrfeux.univ-lorraine.fr). La thématique de la table ronde pour ces prochaines journées portera sur :

Protection thermique des matériaux contre l'incendie, réglementations, connaissances

Contacts : Anthony COLLIN – anthony.collin@univ-lorraine.fr - <http://gdrfeux.univ-lorraine.fr/>

BULLETIN D'INSCRIPTION à envoyer impérativement par mail à : gestion.journee.sft@laposte.net

Aucune réservation ne sera faite sans retour de ce document. Un accusé réception sera émis à l'adresse mail indiquée

L'inscription est considérée comme acquise et comme due dès lors du renvoi de ce bulletin.

Mme Mr Nom : Prénom :
Organisme :
Adresse
Courriel :

Désire s'inscrire à la **journée d'étude SFT des 1 - 2 décembre 2022** en tant que : (cocher la case correspondante)

- Conférencier : 55€
 Membre SFT à titre individuel : 95€
 Membre adhérent à la SFT par l'appartenance à une société adhérente : 95€
(Cachet de la société adhérente) :

Non-membre de la SFT : 150€

(Le prix signalé inclut le repas de midi qui est organisé sur place, les pauses et l'accès aux documents)

Participation en distanciel : Membre SFT : 95€ Non-membre de la SFT : 150€

Avec le mode de règlement suivant : (cocher la case correspondante)

- Par chèque à l'ordre " Société Française de Thermique" à envoyer à :
Secrétariat SFT -ENSEM – BP 90161 – 54505 Vandoeuvre Cedex
(Une facture acquittée sera retournée par mail à l'adresse mentionnée sur ce bulletin d'inscription)
 Par bon de commande qui vous sera adressé par ma société (**uniquement par mail**) sachant que le présent bulletin d'inscription vaut devis.
 Par virement bancaire :

Date : Signature :

NOTA : Le repas ne peut être garanti qu'aux personnes s'inscrivant au moins 10 jours avant la rencontre

Programme de la journée

Le programme de la journée sera diffusé sur le site web de la SFT dès qu'il sera disponible.



SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE THERMIQUE

Groupe « Hautes températures »

Journée thématique organisée par :
Jules Delacroix (CEA, IRESNE, DTN),
Mickael Courtois (IRDL, Univ. Bretagne Sud),
Christophe Journeau (CEA, IRESNE, DTN),
Philippe Le Masson (IRDL, Univ. Bretagne Sud)

lundi 23 janvier 2023

Accueil à partir de 9h à Espace Hamelin, 17 rue Hamelin, Paris 16 (métro Boissière ou Iéna)

Comparaison des dispositifs de mesures de propriétés thermo-physiques de liquides à hautes températures

L'avancée des techniques de modélisation numérique nécessite, pour des applications à hautes températures, de disposer de données physiques à des niveaux de températures qui sont actuellement peu disponibles, en particulier pour les alliages en phase liquides. De ce fait, plusieurs laboratoires disposent de moyens d'essais permettant de mesurer des propriétés thermophysiques telles que densité, tension de surface, viscosité, conductivités thermiques et/ou électriques, émissivité, ... en les corrélant le plus fidèlement possible à la température prévalant au sein de l'échantillon caractérisé.

Le but de cette journée technique est d'une part de faire un tour d'horizon des moyens d'essais actuellement disponibles et d'autre part de discuter d'un possible exercice d'intercomparaison en mesurant des propriétés de liquides, issus de la même matière première, dans divers laboratoires.

Contacts : Jules Delacroix (jules.delacroix@cea.fr), Mickael Courtois (mickael.courtois@univ-ubs.fr)

BULLETIN D'INSCRIPTION à envoyer impérativement par mail à : gestion.journee.sft@laposte.net

Aucune réservation ne sera faite sans retour de ce document. Un accusé réception sera émis à l'adresse mail indiquée

L'inscription est considérée comme acquise et comme due dès lors du renvoi de ce bulletin.

Mme Mr Nom : Prénom :

Organisme :

Adresse

Courriel :

Désire s'inscrire à la **journée d'étude SFT du 23 janvier 2023** en tant que : (cocher la case correspondante)

Conférencier : 50€

Membre SFT à titre individuel : 85€

Membre adhérent à la SFT par l'appartenance à une société adhérente : 85€

(Cachet de la société adhérente) :

Non-membre de la SFT : 150€

(Le prix signalé inclut le repas de midi qui est organisé sur place, les pauses et l'accès aux documents)

Avec le mode de règlement suivant : (cocher la case correspondante)

Par chèque à l'ordre " Société Française de Thermique" à envoyer à :

Secrétariat SFT -ENSEM – BP 90161 – 54505 Vandoeuvre Cedex

(Une facture acquittée sera retournée par mail à l'adresse mentionnée sur ce bulletin d'inscription)

Par bon de commande qui vous sera adressé par ma société (**uniquement par mail**) sachant que le présent bulletin d'inscription vaut devis.

Par virement bancaire :

Date :

Signature :

NOTA : Le repas ne peut être garanti qu'aux personnes s'inscrivant au moins 10 jours avant la rencontre

Programme de la journée
(Version provisoire, susceptible de modifications)

9h – 9h30 : Accueil.

9h30 – 9h45 : Contexte et objectifs de la journée.

9h45 – 10h45 : Temps 1. Présentations rapides des moyens d'essais de chaque laboratoire (15 min max, format libre, incluant ou non temps de questions au choix de l'orateur). (4 présentations)

10h45 – 11h15 : Pause.

11h15 – 12h30 : Temps 2 des présentations. (4 ou 5 présentations)

12h30 – 14h00 : Déjeuner.

14h00 – 15h00 : Table ronde 1 – Récapitulatif / recensement des propriétés mesurables et des niveaux de température possibles pour les laboratoires présents. Etablissement d'un document « de référence » (type tableur), qualitatif (incertitudes associés, matériau d'intérêt, etc.).

15h – 15h30 : Pause.

15h30 – 16h30 : Table ronde 2 – Définition de l'exercice d'inter-comparaison. Objectifs, choix du matériau, format et quantité, organisation (notamment modalités du suivi), outils, opportunité de levée de verrous technologiques liés à un matériau et/ou un domaine de température.

16h30 – 17h00 : Discussions libres.

17h00 : Fin de la journée.



SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE THERMIQUE

Groupe thématique «Échangeurs »

Journée thématique organisée par :

Mathieu FENOT (PPRIME), Thierry LEMENAND (LARIS) et Serge RUSSEIL (IMT Nord Europe)

jeudi 26 janvier 2023

Accueil à partir de 9h à Espace Hamelin, 17 rue Hamelin, Paris 16 (métro Boissière ou Léna)

Échangeurs thermiques et multi-fonctionnels : récents développements et perspectives

Cette journée thématique a pour but d'échanger autour des problématiques liées à **l'amélioration de l'efficacité énergétique** des systèmes et des procédés dans le contexte du **développement durable**, au sens de la gestion raisonnée des ressources naturelles et la réduction de l'empreinte environnementale. **Les échangeurs thermiques et multi-fonctionnels**, composants primordiaux présents dans de nombreux secteurs, sont au cœur de ces problématiques liées à la transition écologique et sociétale.

Avec l'augmentation du coût de l'énergie et le développement de nouveaux besoins et applications liés à l'énergie solaire thermique, au secteur automobile, à la récupération de chaleur fatale, au stockage, etc..., le cahier des charges de ces composants évolue. Ainsi, les contraintes liées au coût de fonctionnement, à la compacité, à la masse, à l'efficacité thermique et de mélange des échangeurs thermiques et multifonctionnels imposent de nouvelles conceptions des surfaces d'échange de ces appareils. Par ailleurs la nécessaire gestion raisonnée des matières premières, et notamment des minerais métalliques, ouvre le champ à l'utilisation de plus en plus fréquente de matériaux non conventionnels, et nécessite des investigations nouvelles afin d'en déterminer les possibilités d'application. Enfin, les nouvelles techniques de réalisation (telle que la fabrication additive), l'emploi de nouveaux matériaux ou nouveaux fluides ouvrent la voie à de nouvelles conceptions d'échangeurs.

Dans ce contexte particulièrement favorable au développement de la recherche, la journée thématique permettra de faire le point sur les recherches en cours et sur les perspectives à envisager.

Contacts : *Mathieu FENOT, PPRIME POITIERS (matthieu.fenot@ensma.fr), Thierry LEMENAND, LARIS ANGERS (thierry.lemenand@univ-angers.fr), Serge RUSSEIL, IMT LILLE DOUAI (serge.russeil@imt-nord-europe.fr)*

BULLETIN D'INSCRIPTION à envoyer impérativement par mail à : gestion.journee.sft@laposte.net

Aucune réservation ne sera faite sans retour de ce document. Un accusé réception sera émis à l'adresse mail indiquée

L'inscription est considérée comme acquise et comme due dès lors du renvoi de ce bulletin.

Mme Mr Nom : Prénom :

Organisme :

Adresse

Courriel :

Désire s'inscrire à la **journée d'étude SFT du 26 janvier 2023** en tant que : (cocher la case correspondante)

Conférencier : 50€

Membre SFT à titre individuel : 85€

Membre adhérent à la SFT par l'appartenance à une société adhérente : 85€

(Cachet de la société adhérente) :

Non-membre de la SFT : 150€

(Le prix signalé inclut le repas de midi qui est organisé sur place, les pauses et l'accès aux documents)

Avec le mode de règlement suivant : (cocher la case correspondante)

Par chèque à l'ordre " Société Française de Thermique" à envoyer à :

Secrétariat SFT -ENSEM – BP 90161 – 54505 Vandoeuvre Cedex

(Une facture acquittée sera retournée par mail à l'adresse mentionnée sur ce bulletin d'inscription)

Par bon de commande qui vous sera adressé par ma société (**uniquement par mail**) sachant que le présent bulletin d'inscription vaut devis.

Par virement bancaire :

Date : Signature :

NOTA : Le repas ne peut être garanti qu'aux personnes s'inscrivant au moins 10 jours avant la rencontre

Programme de la journée

Des communications sur les thématiques citées précédemment sont attendues, cependant la liste exhaustive des problématiques ne pouvant être dressée, toute contribution sera la bienvenue, n'hésitez pas à contacter les organisateurs.

Le programme de la journée sera actualisé sur le site de la SFT.

[Retour au sommaire](#)

Lien vers le site web du Congrès Français de Thermique 2023 : <https://2023.congres-sft.fr>



31^e Congrès Français de Thermique

Thermique et Agroressources

30 mai - 2 juin 2023

Reims - UFR Sciences Exactes et Naturelles



Organisation

Présidence :

Thierry DUVAUT, Hervé PRON

Secrétariat scientifique :

Catalin POPA, Jaona RANDRIANALISOA

Le laboratoire :

iTheMM

UFR Sciences Exactes et Naturelles

Campus du Moulin de la Housse - BP 1039

51687 Reims Cedex 2

<https://ithemm.univ-reims.fr>

Support administratif et technique :

Naïma Baabouche, Nathalie Humbert

(secrétariat) et Jonathan Lorentz

(informatique).

Contact :

sft2023@univ-reims.fr

Frais de participation

	Tarif Préférentiel	Tarif Standard
Etudiants	300€	450€
Membres SFT	400€	550€
Non membres SFT	500€	650€

Tarif préférentiel avant le 16 avril 2023

Thématique Scientifiques

- Modes de transfert
- Transferts en Milieux Hétérogènes
- Thermique atmosphérique et adaptation au changement climatique
- Énergétique
- Thermique appliquée
- Métrologie et Techniques Inverses
- Modélisation et Simulation Numérique
- Thermographie
- Micro et Nanothermique
- Hautes Températures – Hauts flux
- Climat

Prix BIOT-FOURIER 2023

Le prix sera décerné à la meilleure communication scientifique. Les auteurs des communications sélectionnées de la Société Française de thermique seront invités à présenter leurs travaux à l'oral lors des sessions du mercredi 2 juin et jeudi 3 juin 2023.

Calendrier

Soumission des résumés	du 4 octobre au 14 novembre 2022
Avis d'acceptation	1 décembre 2022
Envoi des textes complets	21 janvier 2023
Résultats des expertises	24 mars 2023
Envoi des textes acceptés	11 avril 2023

Work in progress :

Soumissions des résumés 16 avril 2023

Présentations, par posters uniquement, de travaux n'ayant pu faire l'objet d'une soumission d'article.

Au-delà de la valorisation agricole et viticole traditionnelles, l'ancienne Région Champagne-Ardenne s'est tournée il y a plusieurs dizaines d'années vers la valorisation énergétique de ses ressources agricoles et forestières, dans le cadre de la création du pôle de compétitivité Industries et Agro-Ressources (IAR), et avec le développement d'un site industriel dédié à Pomacle-Bazancourt.

Dans ce congrès, nous souhaitons mettre en avant les problématiques liées à la valorisation énergétique des agroressources (bioéthanol, biomasse lignocellulosique, etc...), ou à l'utilisation des agroressources dans des nouveaux matériaux innovants (matériaux biosourcés pour le médical, résidus verts, fibres végétales dans les matériaux de construction, etc...). Ce congrès réunit des thermiciens, des énergéticiens ainsi que des spécialistes des matériaux issus aussi bien du monde académique (universités, laboratoires de recherche), que de la sphère industrielle (Ariane Group, Orange, Dungs Combustion Controls, Soredab, Themacs Ingénierie, ...) ou semi publique (CEA, ONERA, ...). Outre les problématiques récurrentes liées à la thermique, ils s'attacheront tout particulièrement à réfléchir et apporter des réponses aux questions suivantes :

Quelle est aujourd'hui la place du thermicien par rapport aux problématiques énergétiques associées aux agroressources ?

Comment le thermicien pourra participer aux évolutions stratégiques qui sont indispensables pour assurer une transition énergétique nécessaire ?

Comment la communauté scientifique des thermiciens peut proposer des éléments de solutions et sensibiliser les populations et les pouvoirs publics ?

Comment améliorer le triptyque matériau-procédés-structure afin d'adopter l'approche globale que réclame toute transition énergétique ?

Au cours de ce congrès, les différentes contributions, au travers des conférences plénières, des ateliers débats et des communications scientifiques, tenteront donc d'apporter des pistes de réflexion sur les actions à mener par notre communauté scientifique.

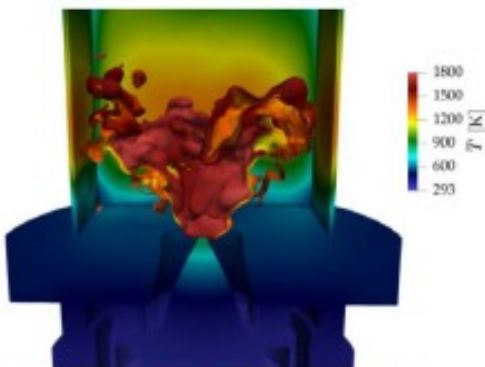
[Retour au sommaire](#)

Journée Thématique du GFC Interactions transferts thermiques / combustion / parois & matériaux



Judi 06 Octobre 2022
Amphithéâtre V (Bat. Eiffel)

Laboratoire EM2C (CNRS)
CentraleSupélec (Gif-sur-Yvette)
Université Paris-Saclay



Conjugate heat transfer and large-eddy simulation in H₂-enriched flames, Ph.D. thesis Walter Agostinelli, CERFACS

Le Groupement Français de Combustion organise une journée thématique dédiée à l'étude des transferts thermiques et leurs interactions avec les flammes. L'étude expérimentale et numérique des couplages physiques entre les écoulements, le rayonnement thermique et la thermique des parois est essentielle dans de nombreux systèmes industriels haute-température, et en particulier les foyers de combustion. Le développement de nouveaux matériaux, la transition vers les énergies renouvelables et la combustion décarbonée ou bas-carbone nécessitent une connaissance et une maîtrise accrues de l'interaction de nombreux phénomènes, et en particulier les transferts thermiques.

Cette journée permettra de présenter les avancées et efforts mis en œuvre dans ce domaine sans se limiter uniquement aux applications à la combustion afin de partager les approches et points de vue de différentes communautés. Une liste non-exhaustive des thèmes couverts dans la journée est donnée ci-dessous :

- Transferts conjugués de chaleur
- Rayonnement thermique
- Caractérisation expérimentale des transferts thermiques
- Simulations couplées multiphysiques
- Thermique matériaux, propriétés physiques
- Interactions flamme/paroi (stabilisation, réactions de surface)
- Interactions thermique/stabilisation & polluants

Les membres des réseaux GFC, SFT et GDR TAMARYS sont ainsi invités à proposer des présentations de leurs travaux.



Comité organisateur

Franck Enguehard (Univ. Poitiers, Institut Pprime)

Eleonore Riber (CERFACS)

Ronan Vicquelin (CentraleSupélec, EM2C)



CentraleSupélec, Campus de Gif-sur-Yvette
8-10 rue Joliot-Curie
91190 Gif-sur-Yvette





FORMULAIRE D'INSCRIPTION
Journée Thématique GFC
Interactions transferts thermiques / combustion / parois & matériaux
Jeudi 06 Octobre 2022

Laboratoire EM2C CNRS – CentraleSupélec
8-10 rue Joliot Curie, 91190 Gif-sur-Yvette

Nom : _____ Prénom : _____

Laboratoire/ : _____
Entreprise

Adresse : _____

Mél : _____

Tél. : _____

Participera à la Journée thématique du 06/10/2022 : Oui Non

Désirera présenter ses travaux à la journée (20 minutes) : Oui Non

Si oui, intitulé de l'exposé : _____

Contraintes alimentaires : Oui Non

Précisions : _____

Règlement des frais d'inscription

L'inscription comprend le déjeuner, les pauses-café. **Cochez la case correspondant à votre situation :**

Doctorants	<input type="checkbox"/> 20 €
Permanents, post-doc et autres personnels	<input type="checkbox"/> 40 €

<input type="checkbox"/> Paiement par virement <input type="checkbox"/> Paiement par bon de commande	Retourner le bulletin d'inscription et le règlement avant le 07 septembre 2022 à : em2c.gfc-thermique@listes.centralesupelec.fr
---	---

Pour tout renseignement contacter : em2c.gfc-thermique@listes.centralesupelec.fr



CentraleSupélec, Campus de Gif-sur-Yvette
8-10 rue Joliot-Curie
91190 Gif-sur-Yvette



[Retour au sommaire](#)