



# SOCIÉTÉ FRANÇAISE de THERMIQUE

*Bulletin  
de  
Liaison*

*2021 n°3*

*Septembre 2021*

## Sommaire

Nouvelles brèves _____	<a href="#">page 3</a>
Compte-rendu de l'assemblée générale de la SFT _____	<a href="#">page 5</a>
Prix Biot-Fourier 2021 _____	<a href="#">page 12</a>
Calendrier des activités annoncées _____	<a href="#">page 21</a>
• Journées SFT et activités en partenariat _____	<a href="#">page 25</a>
• Congrès SFT _____	<a href="#">page 27</a>
• Activités parrainées par la SFT _____	<a href="#">page 29</a>
• Autres activités _____	<a href="#">page 31</a>

## *Nouvelles brèves*

### *Prochaines réunions*

Les **réunions des commissions organiques** seront organisées en mode distanciel le  
**mercredi 10 novembre de 14h à 17h**

Il est rappelé que les réunions des commissions organiques sont ouvertes à tous les membres de la SFT. Les informations nécessaires pour y participer seront communiquées en temps utile.

Le **Conseil d'Administration** de la SFT se déroulera en mode présentiel le

**vendredi 19 novembre de 9h à 12h**

**dans les locaux de l'IESF, 7 rue Lamennais (métro Georges V) – 75008 Paris**

### *29<sup>ème</sup> Congrès SFT : Belfort*

Le 29<sup>ème</sup> congrès de la SFT a été organisé en distanciel par les équipes de FEMTO-ST et de l'université de Bourgogne Franche-Comté du 1<sup>er</sup> au 3 juin 2021 sur le thème « Thermique et mix énergétique », avec le support du partenaire TNT Events.

Le congrès a réuni 140 participants et plus de 80 communications ont été présentées, incluant les « *work in progress* ».

La SFT salue le travail et l'engagement de nos collègues de Belfort qui se sont impliqués depuis trois ans sur ces congrès Belfort 2020 puis 2021, et qui ont mis en place la formule en distanciel pour la 1<sup>ère</sup> fois. Il convient aussi de saluer nos partenaires exposants qui ont confirmé leur participation à travers un stand virtuel.

### *30<sup>ème</sup> Congrès SFT : Valenciennes 2022*

Le congrès est prévu en présentiel **du 31 mai au 3 juin 2022** à Valenciennes à l'Institut des Mobilités et Transports Durables. Les conférences générales auront pour thème "**Thermique au service de la transition énergétique**".

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

<http://www.congres-sft.fr/2022/>

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

Date importante :

Envoi des résumés des propositions de communications avant le 14/11/2021.

**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 2021.

Les informations que vous désirez y voir paraître sont à communiquer par mail avant le 15 novembre 2021 à :

[bernard.desmet@uphf.fr](mailto:bernard.desmet@uphf.fr)

[Retour au sommaire](#)



**Assemblée générale SFT  
en mode distanciel  
organisée par  
BELFORT , Juin 2021**

Comme annoncé, l'Assemblée Générale de la SFT s'est déroulée le Mercredi 3 juin 2021 au cours du congrès annuel SFT organisé en mode distanciel par Belfort. La plateforme prévue à cet effet était ouverte aux congressistes et aux adhérents non-inscrits au congrès.

Au cours du déroulement on a noté la participation sensiblement continue d'environ 80 membres SFT.

Au préalable les projets de rapports moral et financier étaient accessibles sur la plateforme ; il en était de même pour le document de présentation du projet d'augmentation des cotisations .

Comme habituellement les votes ont été exprimés à ma levée.

Selon l'ordre du jour annoncé, le déroulement a été le suivant :

- Le rapport moral est présenté par le président F. Laturelle. 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.
- Changement des tarifs de cotisation ; adoption des nouveaux barèmes.
- Renouvellement du bureau et du conseil d'administration
- Conclusions des commissions organiques.
- Présentation du congrès Valenciennes 2022 et des congrès à venir
- En l'absence de questions diverses la date de la prochaine réunion des commissions est rappelée avant que la séance ne soit levée.

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

## **Rapport moral du président SFT AG 2021**

### **SITUATION GENERALE DE L'ASSOCIATION**

Comme tous les secteurs d'activité, nos laboratoires et nos entreprises, et chacun d'entre nous à titre personnel, notre association SFT a été significativement affectée par la situation sanitaire et les mesures prises par le gouvernement.

Les conséquences les plus notables ont été :

- Report en 2021 du congrès 2020 prévu à Belfort. Néanmoins, les communications préparées pour ce congrès 2020 et déjà examinées par le Conseil Scientifique avant la décision d'annulation ont été publiées. Par contre, le prix Biot-Fourier 2020 n'a pas pu être attribué. Les publications qui avaient été sélectionnées pour concourir à ce prix ont été proposées (si accord des auteurs) pour une publication dans le journal Entropie.
- Décision d'organiser le congrès 2021 de Belfort en distanciel, avec le support du partenaire TNT Events, afin de ne pas avoir une 2<sup>nde</sup> année blanche
- Le nouveau bureau aurait dû théoriquement être élu au moment du congrès de Belfort 2020, pour une prise de fonction à partir du conseil d'administration de novembre 2020. Le conseil d'administration a demandé aux membres du bureau en exercice de prolonger leur mandat d'un an, ce qu'ils ont accepté, afin d'une part assurer la continuité en situation de crise et d'autre part de continuer à avancer sur certaines actions qui avaient lancées. Le conseil d'administration vient d'être renouvelé, et un nouveau bureau a été élu.
- Les conseils d'administration et les réunions des commissions se sont tenus normalement en distanciel. Une procédure particulière autorisée par le gouvernement a été mise en œuvre pour l'AG 2020.
- Il a été par contre difficile de maintenir une activité « Journées SFT ».
- Dans cette période particulière, nous avons noté une baisse du nombre d'adhérents et de participants au congrès, mais il est difficile de faire la part des choses entre le conjoncturel et le structurel. Il a été opéré également une révision de l'annuaire avec la radiation d'un certain nombre de non répondants.

L'association dénombre 472 membres dont 171 à jour de cotisation et 117 doctorants de collectivités à jour de cotisation. Cela constitue une baisse sensible par rapport à la situation connue lors de l'AG 2019 avant la crise, sur laquelle il faudra s'interroger (600 membres à la date de l'AG 2019).

Concernant le conseil d'administration, nous accueillons deux nouveaux élus, Monica Siroux (laboratoire iCube) et Johann Meulemans (Saint-Gobain Research), et deux élus sont sortant (Jocelyn Bonjour et Christophe Journeau, mais ce dernier devient membre de droit). Les quatre autres élus en fin de mandat sont reconduits.

Le conseil d'administration du 28 mai a élu le nouveau bureau :

Christophe Le Niliot, président

Christophe Journeau, 1<sup>er</sup> vice-président, président du conseil scientifique

Fabrice Laturelle, 2<sup>ème</sup> vice-président

Jean-Christophe Batsale, 3<sup>ème</sup> vice-président

Paul Vallette, secrétaire

Denis Maillet, trésorier

Paul et Denis ont émis le souhait de mettre fin à leur fonction à l'horizon d'un an, des candidatures sont souhaitées pour les remplacer.

Afin de faciliter la transition et d'opérer une transition numérique, le conseil d'administration a décidé de réduire la charge de travail du poste de secrétaire, en passant en sous-traitance la gestion des cotisations et de l'annuaire. Un contrat a été passé à la société Vitamin Events. Ce changement devrait intervenir à partir de l'exercice 2022. Cette évolution indispensable a pour conséquence des nouveaux coûts pour l'association, qui va se traduire par une nécessaire augmentation des cotisations pour équilibrer les comptes. Il est à noter cependant que les cotisations étaient restées inchangées depuis une vingtaine d'années.

Le rapport financier du trésorier laisse apparaître pour l'exercice 2020 un déficit assez marqué mais qui va être comblé par des créances en cours de règlement (en lien avec le congrès de Nantes). La SFT dispose en outre de réserves positives.

## **CONGRES**

### **Belfort 2021**

Le 29<sup>ème</sup> congrès de la SFT est organisé en distanciel par les équipes de FEMTO-ST et de l'université de Bourgogne Franche-Comté du 1<sup>er</sup> au 3 juin 2021 sur le thème « Thermique et mix énergétique », avec le support du partenaire TNT Events. Il s'agit d'une innovation complète et nous espérons que la formule donnera satisfaction aux participants.

Le congrès réunit 140 participants et plus de 80 communications seront présentées, incluant les « *work in progress* ».

Il faut saluer le travail et l'engagement de nos collègues de Belfort qui s'impliquent depuis trois ans sur ces congrès Belfort 2020 puis 2021, et qui mettent en place la formule en distanciel pour la 1<sup>ère</sup> fois. Il convient aussi de saluer nos partenaires exposants qui ont confirmé leur participation à travers un stand virtuel.

### **Valenciennes 2022 (co-organisé avec U Mons)**

La candidature conjointe de l'université de Valenciennes et de l'université de Mons est retenue pour l'organisation du 30<sup>ème</sup> congrès de la SFT. Il se tiendra si tout va bien en présentiel du 31 mai au 3 juin 2022 à l'Institut Transports et Mobilités Durables (IMTD), sur le thème "La thermique au service de la transition énergétique".

### **Reims 2023**

La candidature de Reims est retenue pour le congrès 2023.

### **Strasbourg 2024**

La candidature de Strasbourg est retenue pour le congrès 2024.

## **PROGRAMMES**

Depuis l'assemblée générale de 2020, l'activité liée aux journées de la SFT est restée très faible. Les principales manifestations se sont mises en place soit via des conférences co-organisées, soit via des GDR tels que le GDR Tamarys.

La commission programmes a cherché cependant à mettre en place des journées sous la forme de Webinaire. La difficulté de cette mise en place n'a conduit qu'à une journée sous cette forme et positionnée sur deux demi-journées les 28 et 29 juin 2021. Cette journée a pour sujet les « Machines Thermiques et Transition Énergétique » et est organisée conjointement par Sylvie Bégot (FEMTO-ST), Lavinia Grosu (LEME) et Céline Morin (LAMIH).

Les journées du club des partenaires du GDR CNRS Tamarys ont permis de réunir des membres du groupe « rayonnement » le 4 février 2021 en distanciel. La thématique est définie autour des mesures d'indices optiques techniques et outils de simulation avec 6 intervenants.

Une journée micro-cogénération s'est déroulée le 11 février 2021 en Webinaire et a réuni plus 100 personnes autour de 14 intervenants.

Plusieurs groupes thématiques vont proposer de relancer des projets engagés avant la COVID.

Plus particulièrement, le nouveau groupe Thermique atmosphérique et adaptation au changement climatique qui développe un atelier lors du congrès prépare une journée pour le 18 novembre en mode mixte présentiel-distanciel. La commission programmes va se pencher sur l'organisation de ce type de journée.

En complément, Yann Favennec propose d'organiser des séminaires sous l'égide de la SFT. Cette configuration doit permettre de réunir les collègues autour d'un sujet en prenant du temps pour travailler sur des développements scientifiques.

La période COVID nous conduit aujourd'hui à devoir imaginer des solutions pour relancer ce volet de l'activité de notre société savante.

### **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 malgré la crise. Depuis le numéro de novembre 2020, le bulletin est distribué sous forme électronique. Comme les éditions précédentes, il est toujours disponible sur le site web de la SFT.

Depuis novembre 2020, le calendrier des manifestations dans le domaine de la thermique est disponible sur le site web de la SFT (onglet « Autres manifestations ») et seules les manifestations organisées ou parrainées par la SFT figurent au bulletin. L'édition du calendrier des manifestations n'étant plus soumise à la contrainte des dates de publication du bulletin de liaison, des mises à jour plus fréquentes sont maintenant possibles (6 mises à jour ont été effectuées depuis novembre 2020).

Nos collègues Didier Delaunay et Bernard Desmet souhaiteraient préparer une transition de l'animation de cette commission 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.

### **PROSPECTIVE**

#### **Alliance Industrie du Futur**

C'est une association mise en place par le gouvernement pour fédérer les acteurs et actions en la matière, orienter le financement prévu au PIA [80 M€] + collectivités territoriales [FEDER]. Objectif principal aider les PME dans la transition numérique, mais un peu de place pour les sciences traditionnelles. Voir <http://www.industrie-dufutur.org/>

L'apport possible des sociétés savantes est d'aider l'AIF :

- à déterminer le niveau réel de maturité des technologies déjà identifiées dans le guide des technologies de l'AIF à destination des entreprises
- à identifier les technologies à l'étude dans nos laboratoires qui pourraient déboucher sur des applications à échéance un peu plus lointaine, et les feuilles de route qu'il serait souhaitable de financer pour y parvenir.

Le conseil d'administration de la SFT avait validé une implication à titre expérimental de la SFT dans l'AIF, conjointement avec l'AFM, la SFGP, et le GIS S-mart. On espérait ainsi récupérer des financements pour nos laboratoires (par exemple appel à projets dédiés des régions, du PIA, de l'ANR, ...).

Une organisation a été mise en place, des collègues des quatre entités se sont impliqués dans des groupes de travail, ont produit des résultats sous forme de fiches sur plusieurs technologies. Le bureau tient à saluer leur engagement dans cette action.

Cependant, au bout de pratiquement deux ans, force est de constater d'une part que les orientations de l'AIF évoluent régulièrement et que la visibilité est faible sur l'usage qui sera fait de notre travail, et d'autre part que la perspective d'instruments financiers dédiés reste floue. Une réflexion est en cours avec nos partenaires qui partagent le constat, la tendance actuelle serait de terminer les actions engagées en 2021 et de mettre fin à notre participation à l'AIF en 2022. On étudiera comment le travail fait peut-être réutilisé dans d'autres cadres.

**LE MOT DE LA FIN**

C'est ma dernière assemblée générale et mon dernier rapport moral en tant que président, et je tiens à remercier les adhérents et le conseil d'administration qui m'ont confié cette responsabilité. Je remercie également mes collègues du bureau, du conseil d'administration, du conseil scientifique, et tous les autres membres de la SFT qui m'ont accompagné et qui se sont fortement investis dans la gouvernance et le fonctionnement au quotidien de notre association, les congrès, les journées, ... Il est temps de passer le relais à la nouvelle équipe. Pour avoir travaillé avec chacun d'entre eux, je n'ai pas de doute sur leur engagement au service de la SFT ni sur leur réussite. Nous avons encore des défis à relever, des transitions à opérer, je forme le vœu que de nouveaux collègues plus jeunes viennent renforcer l'animation de la SFT. Je forme également le vœu qu'on finisse par sortir de cette période de crise, et qu'on se retrouve tous à Valenciennes en 2022.

**Rapport financier SFT 2020, Budget prévisionnel 2021,**

Les mouvements financiers enregistrés en 2020 et ceux prévus en 2021 sont présentés sous la forme des tableaux rappelés ci-dessous.

SFT juin 2021:		Bilan financier et comptes de résultats 2020			
bilan 2020		états des comptes courants		rappel balances cptes courants:	
	1er Janvier 2020		31/12/2020		bilan 11: 27 059,75 €
Société Générale	141909,04		137001,52		bilan 12: 10 567,87 €
	balance (recettes):		-4907,52		bilan 13: -34 538,05 €
					bilan 14: 40 173,75 €
					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 €
					total 10ans 57 585,75 €



résumé des mouvements financiers 2020 sur compte courant:						
	recettes	dépenses	résultat			Σ partiels
solde gestion et administration 2019 :	82,00	6482,22	-6400,22			
solde Nantes 2019 :	0,00	0,00	0,00			
			0,00	: Σ1=		-6400,22
			0,00			
			0,00			
gestion et administration 2020:	41,97	14477,63	-14435,66			
cotisations 2020:	21294,00	301,56	20992,44			
bulletins et annuaire 2020:	0,00	2853,04	-2853,04			
gestion journées SFT 2020:	6474,00	5760,56	713,44	: Σ2=		3554,92
Congrès Belfort 2020:		862,26	-862,26			
			0,00			
			0,00			
avance Congrès Valenciennes 2020 (22):		400	-400,00	:		
avance gestion et administration 2021:	0,00	1662,22	-1662,22	: Σ3=		-2062,22
				Σ9=		0,00
			-4907,52			
	27891,97	32799,49				
<b>prévisions mouvements financiers 2021 :</b>						
	recettes	dépenses	résultat			
				: Σ4=		0,00
solde gestion et adm 20:		1000,00	-1000,00			
solde Congrès Nantes 2019:	13000,00		13000,00			
			0,00	: Σ5=		12000,00
gestion et administration 2021:		12000,00	-12000,00			
cotisations 2021:	22000,00	1000,00	21000,00			
bulletins et annuaire 2021:		1000,00	-1000,00			
gestion journées SFT 2021:	1000,00	1000,00	0,00	: Σ6=		8000,00
gestion congrès BELFORT 2021:	40000,00	40000,00	0,00			
avance gestion Congrès VALENIENNES 2022:	0,00	2000,00	-2000,00			
avance gestion et administration 2022:	0,00	2000,00	-2000,00	: Σ7=		-4000,00
	76000,00	59000,00	17000,00			

Ce document fait apparaître une situation assez particulière. La crise sanitaire a entraîné une réduction drastique des inscriptions habituelles aux diverses activités ainsi que celle des dépenses correspondant au déroulement de ces réunions ; l'enveloppe globale des mouvements présentés est ainsi de l'ordre du cinquième de l'enveloppe habituelle. Par voie de conséquence, les mouvements 2020 font essentiellement état de règlements de reliquats d'engagements de l'année passée (bulletin et journées) qui ne sont pas, comme habituellement, compensés par les engagements de l'année en cours.

En ce qui concerne 2021, le prévisionnel prévoit un équilibre encore très incertain des budgets de journées et de congrès et tient compte de l'absence des frais d'envoi de bulletin ; il espère également, comme signalé dans le rapport moral, le remboursement attendu du déficit du congrès de Nantes 1919.

### **Modification des tarifs de cotisations 2022:**

En prévision des départs annoncés de P. Vallette et D. Maillet, le Conseil d'Administration a estimé que la charge, assez absorbante de la gestion des cotisations devait (de la même manière que celle des inscriptions aux congrès) dès 2022, être confiée à une société spécialisée dans ce genre d'action. Après étude de marché, la société VitaminEvents a été retenue pour ce faire. Il en résultera un coût de 9000€ annuels qu'il conviendra d'inclure au budget. Ce coût ne peut être envisagé sans révision des tarifs de cotisation et modification sensible de la répartition de notre budget annuel.

En s'appuyant sur une analyse de nos budgets sur 10 ans (en excluant l'an passé qui, sans congrès, est assez spécial) il a paru raisonnable de chercher une solution qui couvre le coût de gestion extérieure des cotisations pour moitié par l'augmentation de ces dernières et pour l'autre moitié par l'économie réalisée par la transmission électronique des bulletins. Cette proposition fait l'objet d'un document présenté à l'assemblée et rappelé ci-dessous.

Budget SFT annuel moyen				proposition budget annuel avec:			
situation actuelle: moyenne 2010 à 2019 (2020 non pris en compte car trop perturbé par covid 19)				9 000 € de frais de gestion de cotis			
				4 500 € d'augmentation de recettes de cotisations			
				4 500 € de diminution de frais d'impression et envoi des bulletins			
comptabilité annuelle standard:		recettes	dépenses	recettes	dépenses		
Frais siège LEMTA :			5000,00		5000,00		
Frais Site web:			4000,00		4000,00		
cotisations à organismes (AFM, IESF)			1000,00		1000,00		
organisation CS CA, frais d'accueil			5000,00		5000,00		
frais déplacement			1000,00		1000,00		
frais divers			1000,00		1000,00		
"Actions spéciales":			3000,00		3000,00		
Bulletins et annuaire:			6000,00		1500,00		
Retour frais d'organisation congrès		5000,00		5000,00			
"Actions spéciales":			3000,00		3000,00		
Cotisations:		22000,00		26500,00	9000,00		
Journées:		15000,00	12000,00	15000,00	12000,00		
Congrès:		100000,00	95000,00	100000,00	95000,00		
total		142000,00	136000,00	146500,00	140500,00		
Balance R-D=			6000,00	Balance R-D=	6000,00		
<b>Proposition d' augmentation de recettes de cotisations de 4750€</b>							
à répartir sur		cotis actuelle => recettes		proposition		nouvelle cotisation => recettes	
50 titulaires		40 €	2 000 €	50 €	2 500 €		
250 adher.pro		44 €	11 000 €	55 €	13 750 €		
30 collectifs		300 €	9 000 €	350 €	10 500 €		
total			22000,00	total	26750,00		

Parmi les nombreuses possibilités de répartition d'augmentation des cotisations selon les catégories d'adhérents, celle proposée ici est celle retenue par le CA.

Après débat elle est adoptée à l'unanimité en retenant toutefois un projet d'une étude plus fine en ce qui concerne l'évolution du tarif des cotisations collectives. A la remarque sur l'opportunité d'une telle augmentation en période de pénurie il a été répondu qu'il était nécessaire de la pratiquer dès à présent si on voulait qu'elle soit mise au point avant le départ des responsables actuels.

Les tarifs applicables en 2022 seront donc les suivants :

- membres titulaires à titre personnel: ..... 50 € (au lieu de 44€)
- membres professionnels à titre individuel :... 55 € (au lieu de 50€)
- membres "collectifs" : ..... 350 € (au lieu de 300€)
- membres fondateurs: ..... 230 € (inchangé)

## **Renouvellement du bureau et du conseil d'administration**

### **Renouvellement du Bureau :**

Après une prolongation de mandat de un an pour raison de crise sanitaire, comme déjà signalé dans le rapport moral, par vote du CA du 16 mai le bureau de l'association a été renouvelé ; il sera ainsi constitué de :

- Christophe Le Niliot, président
- Christophe Journeau, 1<sup>er</sup> vice-président, président du conseil scientifique
- Fabrice Laturrelle, 2<sup>ème</sup> vice-président
- Jean-Christophe Batsale, 3<sup>ème</sup> vice-président
- Paul Vallette, secrétaire
- Denis Maillet, trésorier

Le mandat de deux ans de ce nouveau bureau prendra effet à compter du CA prévu en novembre.

### **Renouvellement statutaire du conseil d'administration :**

A la suite des différents appels, six candidatures ont été enregistrées pour les six postes à pourvoir :

J-P Bedecarrats (LATEP Pau), Ph. Le Masson (IRDL Lorient), D. Lemonnier (P'LET Poitiers), J. Meulemans (Saint-Gobain Aubervilliers), M. Siroux (INSA Strasbourg), L. Tadrist (IUSTI Marseille),

En raison de la pandémie la seule procédure de vote par correspondance formulée dans le bulletin d'avril permettait d'exprimer son choix. Les six candidats ont ainsi été élus.

Le mandat de ces élus débutera à l'issue de l'assemblée générale de 2021 pour se terminer à l'AG de 2025.

### **CONCLUSIONS DES COMMISSIONS ORGANIQUES**

Les conclusions de ces commissions ayant déjà été détaillées dans le rapport moral, elles ne sont pas précisées ici.

### **PROCHAINS CONGRÈS**

#### **VALENCIENNES 2022 :**

Prévu en présentiel du 31 mai au 3 juin 2022 le Congrès est présenté par son responsable Julien PELLE. Il aura pour thème "Thermique au service de la transition énergétique". Il se déroulera à Valenciennes à l'Institut des Mobilités et Transports Durables (à proximité du LAMIH). Tous les renseignements utiles seront bientôt accessibles depuis le site de la SFT.

#### **Congrès à venir :**

Pour information, on rappelle les projets de REIMS 2023 et STRASBOURG 2024

### **PROCHAINE RÉUNION DES COMMISSIONS ORGANIQUES**

Elle sera organisée en mode distanciel par Ch. LE NILIOT le mercredi 10 novembre de 14h à 17h ;

Les informations nécessaires pour y participer seront communiquées en temps utile.

Le président  
Fabrice Laturelle

Le secrétaire général  
Paul VALLETTE

[Retour au sommaire](#)

***Prix Biot – Fourier SFT 2021***

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 six communications présélectionnées pour la grande qualité de leurs présentations orales au cours des trois sessions spéciales du congrès de Belfort. Ce prix, qui n'avait pu être décerné en 2020 du fait de la situation sanitaire, est récompensé par un chèque de 700 €.

Le prix Biot-Fourier 2021 a été décerné à **Marion BEUMALE** pour la communication :

**Méetrologie infrarouge haute précision pour la détermination des coefficients de transfert en condensation convective**

Marion BEUMALE<sup>1,2</sup>, Pascal LAVIEILLE<sup>1</sup>, Marc MISCEVIC<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Laboratoire PLASMA et Conversion d'Énergie, Université Paul Sabatier, Toulouse

<sup>2</sup> Entreprise EPSILON, Groupe ALCEN, Toulouse

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

## Prix Biot – Fourier SFT 2021

# Métrologie infrarouge haute précision pour la détermination des coefficients de transfert en condensation convective.

## High precision infrared metrology for the determination of heat transfer coefficients in convective condensation.

Marion BEAUMALE<sup>1,2\*</sup>, Pascal LAVIEILLE<sup>1</sup>, Marc MISCEVIC<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratoire PLAsma et Conversion d'Energie

Université Paul Sabatier – 118 route de Narbonne – 31062 Toulouse cedex 9.

<sup>2</sup>Entreprise EPSILON groupe ALCEN

Bâtiment B612 – 3 Rue Tarfaya – 31400 Toulouse.

\*(auteur correspondant : marion.beaumale@laplace.univ-tlse.fr)

**Résumé** - Le dispositif expérimental proposé permet de mesurer localement et simultanément l'épaisseur du film liquide et le coefficient de transfert de chaleur lors d'un écoulement de condensation annulaire. En raison du mode de refroidissement utilisé, la détermination du coefficient de transfert de chaleur nécessite une extrême précision de mesure de la température de paroi, difficile à atteindre par les outils habituels. Le travail réalisé porte sur la mise en place d'une technique de mesure permettant la détermination avec une haute précision de la température de paroi d'un tube vertical en saphir par caméra infrarouge lors de la condensation convective du HFE 7000 en écoulement descendant.

**Mots-clés** : condensation convective ; métrologie infrarouge ; coefficient d'échange ; expérimental.

**Abstract** - The experimental device that is proposed allows to measure locally and simultaneously the liquid film thickness and the heat transfer coefficient during annular condensation flow. Due to the cooling method used, the determination of the heat transfer coefficient requires an extreme precision of the wall temperature measurement, which is difficult to achieve with usual tools. The work carried out relates to the setting up of a technique allowing the high precision measurement of the wall temperature of a sapphire vertical tube by infrared camera during the convective condensation of HFE 7000 in downward flow configuration.

**Keywords**: convective condensation; infrared metrology; heat transfer coefficient; experimental.

### Nomenclature

*C* compensation électronique caméra

*CIR* caméra infrarouge

*G* gain caméra

*IR* infrarouge

*k* coefficient correction de  $\delta_{FL}$

*S* signal, count

*Symboles grecs*

$\delta$  épaisseur film,  $\mu\text{m}$

$\tau$  transmissivité

$\varphi$  densité de flux,  $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$

*Indices et exposants*

*a* apparent

*AR* arrière-plan

*BC* bloc en cuivre

*c* collecté

*CE* corps étalon

*e* émis

*FL* film liquide

*i* niveau de correction  $i=1,2,3$

*PT* peinture du tube

*r* réfléchi

*ref* référence

*t* transmis



## 1. Introduction

Les systèmes diphasiques sont envisagés comme des solutions de refroidissement pour de multiples applications. La particularité de ce type de systèmes est le couplage fort entre performances thermiques et structuration des phases liquide et vapeur au sein de l'écoulement. Ainsi, la prédiction des transferts de chaleur demeure encore aujourd'hui l'une des problématiques principales dans le dimensionnement des systèmes mettant en œuvre la condensation en film à faible vitesse massique. La détermination du coefficient de transfert de chaleur nécessite de connaître avec précision la température de paroi, difficile à obtenir par les outils habituels en raison du mode de refroidissement utilisé (i.e. convection forcée d'air) et du matériau constituant le tube (i.e. saphir). Le travail réalisé porte sur la mise en place d'une technique de mesure permettant la détermination avec une haute précision ( $U = f \times u = 0,05 \text{ } ^\circ\text{C}$  l'incertitude élargie avec  $f = 2$  le facteur d'élargissement pour un niveau de confiance de 95% et  $u$  l'incertitude-type) de la température de paroi d'un tube vertical en saphir par CIR lors de la condensation convective du HFE 7000 en écoulement descendant. Premièrement, le dispositif expérimental est détaillé. Les enjeux liés à une mesure de température par CIR sont ensuite explicités. Puis le protocole développé ainsi que la calibration de la mesure IR en fonction de la température de paroi du condenseur sont présentés. L'ensemble des précisions annoncées par la suite correspondent à des incertitudes élargies calculées pour un niveau de confiance de 95% d'après [3].

## 2. Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental (voir Figure 1 [1]) permet d'évaluer le coefficient de transfert de chaleur en condensation convective. L'originalité du dispositif proposé est sa capacité à mesurer localement et simultanément l'épaisseur du film liquide et le coefficient de transfert de chaleur ainsi que de visualiser l'écoulement.

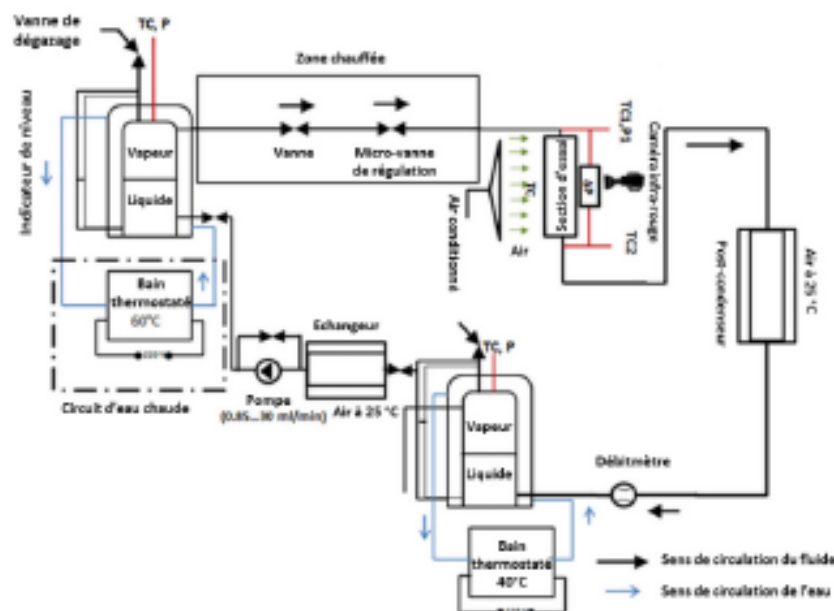


Figure 1 : Schéma du dispositif expérimental

Le condenseur utilisé est un tube en saphir de longueur 1 m, de diamètre interne 3,4 mm et de diamètre externe 6 mm. Ce matériau a été retenu pour sa conductivité thermique élevée (40 W/m/K), permettant d'améliorer le transfert de chaleur radial, ainsi que pour sa transparence

dans le visible, permettant la visualisation de l'écoulement et la mesure des épaisseurs de films par des moyens optiques. La longueur du tube permet d'obtenir une condensation complète dans le condenseur à des vitesses massiques faibles ( $< 40 \text{ kg/m}^2/\text{s}$ ). Il est à noter que compte-tenu de la forte conductivité du saphir, la résistance de conduction radiale est de plusieurs ordres de grandeurs inférieures à la résistance de convection externe. La température de paroi externe est par conséquent quasiment identique à celle de la paroi intérieure (écart maximum de  $0,18^\circ\text{C}$ ). Le tube est positionné verticalement entre deux réservoirs de HFE 7000 thermostatés à l'équilibre diphasique. La configuration de l'écoulement liquide/vapeur est axisymétrique et l'écoulement descendant. Les réservoirs sont régulés respectivement à  $60^\circ\text{C}$  et  $40^\circ\text{C}$ , permettant d'imposer une différence de pression entre l'entrée et la sortie du système entourant le condenseur (respectivement 2,2 et 1,2 bar). Chaque réservoir contenant le fluide de travail est régulé en pression grâce au contrôle de la température de l'eau circulant autour de ce dernier dont la température est stabilisée par un bain thermostaté. La conduite entre la sortie du réservoir d'entrée et l'entrée du condenseur est chauffée à l'aide d'une résistance électrique de façon à maintenir le fluide sous forme de vapeur légèrement surchauffée à l'entrée du condenseur. Cette conduite est équipée d'une vanne micrométrique en amont du condenseur permettant le réglage précis du débit massique. Une pompe ferme la boucle et assure le remplissage du réservoir d'entrée.

La vapeur est condensée dans la section d'essai grâce à une circulation d'air climatisé dont le flux, uniformisé grâce à un divergent et un nid d'abeille, est envoyé perpendiculairement au tube à une vitesse d'environ  $3,2 \text{ m/s}$  ( $\pm 0,2 \text{ m/s}$ ) et une température de  $13^\circ\text{C}$  ou  $23^\circ\text{C}$ . Six thermocouples sont installés près du tube pour mesurer la température de l'air ( $\pm 0,1^\circ\text{C}$ ). Un capteur de pression absolue ( $\pm 36 \text{ mbars}$ ) permet de déterminer la pression de saturation à l'entrée de la section d'essai. La courbe de variation de la température de saturation en fonction de la pression a été calibrée in-situ à l'aide d'un thermocouple de type K ( $\pm 0,05^\circ\text{C}$ ) et un capteur de pression. En sortie du condenseur est installé un post-condenseur. Le débit massique du fluide est ensuite mesuré par un débitmètre à effet Coriolis ( $\pm 0,4\%$ ).

Un capteur confocal chromatique et un interféromètre en lumière blanche sont utilisés pour mesurer les épaisseurs des films liquides. La température de paroi externe du tube en saphir est déterminée par CIR. Le saphir utilisé étant un matériau quasi-transparent dans les longueurs d'ondes détectées par la caméra ( $3\text{-}5 \mu\text{m}$ ), une bande de peinture noire d'émissivité 0,95 d'environ  $1 \text{ mm}$  de large a été déposée le long du tube sur sa surface externe. Une platine mobile motorisée d'une course verticale de  $300 \text{ mm}$  permet d'obtenir un positionnement relatif de forte répétabilité des dispositifs de mesures ( $\pm 0,3 \mu\text{m}$ ). La longueur de la section test étant supérieure à la course verticale possible de la platine, un treuil est utilisé pour pouvoir déplacer verticalement la platine. Avant le déplacement de cette dernière, un repère est positionné devant le tube afin d'avoir une référence avant/après déplacement de la platine et garder ainsi une position relative précise entre deux positions du treuil.

### 3. Calibrations de la température de la paroi externe du tube en fonction de la mesure par caméra infrarouge

La détermination du coefficient de transfert de chaleur nécessite de déterminer précisément la température de paroi externe du tube en saphir. Pour cela, une caméra IR de type FLIR SC6000HS est utilisée. La caméra IR enregistre l'image thermique d'une scène. Cette image correspond à un flux radiatif collecté par chaque pixel de la matrice du capteur de la caméra. Ce flux collecté  $\varphi_{\text{objet}}^c$  (voir équation 1) dépend du flux émis par l'objet observé mais aussi des flux environnants réfléchis et transmis par cet objet (voir Figure 2). Il est traduit en un signal  $S$



tel que  $S = G\varphi_{objet}^c + C$ , où  $G$  est le gain et  $C$  la compensation électronique de la caméra.

$$\varphi_{objet}^c = \varphi_{objet}^e + \varphi_{objet}^r + \varphi_{objet}^t + \varphi_{objectif}^c \quad (1)$$

L'objectif de la méthode proposée est de pouvoir isoler le flux émis par l'objet  $\varphi_{objet}^e$  du flux collecté par la caméra  $\varphi_{objet}^c$  afin de déterminer la relation liant ce flux à la température de l'objet. Pour cela, différents niveaux  $i$  de correction seront apportés sur le flux collecté, noté  $\varphi_{objet}^{ci}$ . Tout d'abord un dispositif de référence est proposé, permettant de tenir compte des fluctuations de la compensation de la caméra et du rayonnement de son objectif ainsi que de la température ambiante. Par la suite, les flux transmis par la peinture du condenseur sont analysés (voir Figure 2). Enfin, la calibration entre le flux collecté par la caméra visant la peinture du condenseur et la température de paroi du condenseur est détaillée.

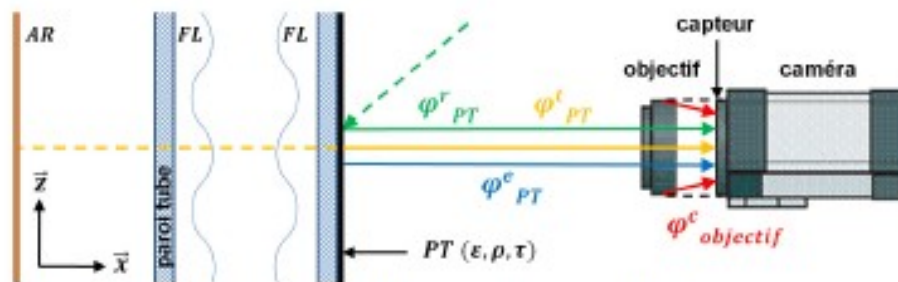


Figure 2 : Schéma des différents flux collectés par la caméra IR observant comme objet la PT

### 3.1. Adaptation du banc d'essai à la mesure infrarouge

Etablir une relation unique liant le flux collecté par un pixel de la caméra lorsqu'on vise la paroi externe du tube et la température de paroi demande de prendre certaines précautions. Premièrement, la température de la salle de manipulation est autour de 23 °C mais peut varier de quelques °C. L'installation d'éléments opaques dans les longueurs d'ondes de travail de la caméra telles que des plaques de plexiglas en fond du champ de vision de la caméra permet d'encadrer le champ de la caméra d'une émission homogène, protégeant ainsi les mesures de flux parasites tels que des objets et/ou personnes se trouvant dans la salle.

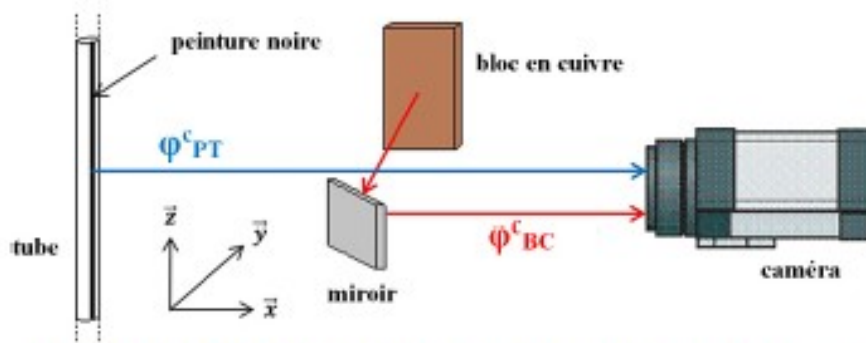


Figure 3 : Schéma du dispositif expérimental pour la mesure infrarouge

Des études antérieures [2] ont montrées que les variations de l'ambiance et de la compensation électronique de la caméra impactent la mesure par CIR entraînant des incertitudes sur la détermination de la température de paroi du tube de l'ordre de  $\pm 0,4$  °C. Afin d'obtenir une mesure fiable et reproductible par caméra, un dispositif de référence est mis en place pour permettre de s'affranchir de ces variations à chaque instant. Pour cela, une surface de référence de température connue est intégrée au dispositif expérimental. La surface de référence choisie



est un bloc en cuivre peint en noir avec une peinture d'émissivité identique à celle de la peinture du tube. Le choix du matériau est motivé par la haute conductivité du cuivre permettant l'homogénéité permanente du bloc de référence placé à la température ambiante. Ce bloc est instrumenté avec une sonde Pt100 4 fils calibrée et de forte répétabilité ( $\pm 0,02$  °C). Ainsi, la visualisation sur une même fenêtre caméra de la bande de peinture du tube et du bloc en cuivre permet de travailler en signal relatif en comparant à chaque instant leurs flux collectés par la caméra. Cette différence de flux, couplée à la mesure de la température ambiante par la sonde Pt100 équipant le bloc en cuivre permet d'obtenir un signal qui s'affranchit des fluctuations de la compensation électronique et de l'ambiance. Afin que le bloc en cuivre ne perturbe pas l'écoulement d'air envoyé sur le condenseur tout en restant dans le plan objet de la caméra, un miroir IR constitué d'un dépôt d'argent est utilisé pour permettre d'intégrer la visualisation de la surface de référence dans la fenêtre de visualisation du tube malgré leur éloignement spatial (voir Figure 3).

### 3.2. Calibration du dispositif de référence

L'utilisation d'un dispositif de référence suppose de connaître en amont la relation entre le flux collecté par la caméra visant l'objet référent et la température de l'objet. La calibration du bloc en cuivre consiste à obtenir une relation unique entre sa température et le flux collecté indépendamment des fluctuations de l'ambiance et de la compensation de la caméra. Pour cela une source de rayonnement stable est nécessaire. Un corps étalon d'émissivité 0,95 ayant une grande stabilité en température ( $< \pm 0,05$  °C) est utilisé comme source et maintenu à une température de consigne de 30 °C. Idéalement, le corps étalon aurait pu être utilisé directement comme surface de référence mais son intégration au dispositif expérimental n'a pu être envisagée de par son encombrement.

Une résistance disposée au dos du bloc en cuivre permet de faire varier sa température afin d'accéder aux différentes valeurs de température sur une gamme représentative des conditions ambiantes qui pourront être rencontrées dans la pièce. La calibration est effectuée en visualisant sur une même fenêtre caméra le corps étalon et le bloc en cuivre lors de la chauffe de ce dernier. Les deux objets étudiés sont opaques dans les longueurs d'ondes détectées par la CIR.

Afin de s'affranchir des variations engendrées par un changement de conditions expérimentales (température ambiante et/ou compensation électronique différente), la différence d'intensité entre le signal du bloc en cuivre et celui du corps étalon à un même instant est utilisée. Cette différence permet ainsi de corrélérer la température du bloc en cuivre au flux qu'il émet :

$$S_{BC\ ref} = S_{BC}^e - S_{CE}^e = G(\varphi_{BC}^e + cste_1) \quad (2)$$

La courbe de calibration de la température du bloc en cuivre en fonction de la différence de signal obtenu par CIR entre le bloc en cuivre et le corps étalon a été interpolée par un polynôme d'ordre 2 offrant une incertitude élargie de  $\pm 0,04$  °C sur les mesures. L'ensemble des points de mesure a été effectué dans la même journée et vérifié quelques jours après avec un éloignement à la calibration inférieur à  $\pm 0,04$  °C malgré les fluctuations de température de la pièce et de compensation de la caméra entre ces différents jours, validant la reproductibilité des mesures et l'intérêt de travailler en signal relatif.

Par la suite, lors de la mesure par CIR de la peinture du condenseur, la différence des signaux collectés au niveau de la peinture du tube et du bloc en cuivre sera utilisée. Cette différence est fonction des flux émis et transmis par la peinture et du flux émis par le bloc en cuivre (voir équation 3) en supposant leur différence de réflectivité négligeable (même peinture). Ensuite,

la différence entre le signal  $S_{BCref}$  du bloc en cuivre obtenu par calibration et le signal collecté  $S_{BC}^e$  pour la même température  $\Theta_{BC}$  est utilisé. On accède ainsi au décalage qui se produit par rapport à cette situation de référence pour toutes les mesures qui s'effectueront sur la paroi du condenseur. Ce procédé sera appliqué pour chaque mesure IR (voir équation 4).

$$S_{PT}^e - S_{BC}^e = G(\varphi_{PT}^e + \varphi_{PT}^t - \varphi_{BC}^e) \quad (3)$$

$$S_{PT}^e - S_{BC}^e + S_{BCref} = G\varphi_{PT}^{e1} = G(\varphi_{PT}^e + \varphi_{PT}^t + cste_1) \quad (4)$$

### 3.3. Calibration de la paroi externe du condenseur

La bande de peinture noire du tube n'est pas totalement opaque, une proportion du flux collecté par la caméra et venant de la peinture dépend des flux émis par l'arrière-plan et par le film liquide s'écoulant dans le tube (voir Figure 2). Ces deux derniers flux correspondent au flux transmis au travers de la peinture du tube (voir équation 5).

$$\varphi_{PT}^{e1} = \varphi_{PT}^e + \varphi_{AR}^{e,a} + \varphi_{FL}^{e,a} + cste_1 \quad (5)$$

La calibration entre le flux collecté par la caméra au niveau de la bande de peinture noire du tube et sa température s'effectue en plusieurs étapes. Une première étape consiste à déterminer l'influence du flux émis par l'arrière-plan sur le flux collecté au niveau de la peinture du tube. Une seconde étape consiste à déterminer l'influence du flux émis par le film liquide sur le flux collecté par la caméra au niveau de la peinture du tube. La dernière étape consiste à déterminer la relation entre le flux collecté au niveau de la peinture du tube et sa température en tenant compte des variations des flux émis par l'arrière-plan et le film liquide.

Une influence de la géométrie du tube sur la mesure infrarouge n'est pas exclue : la surface extérieure du tube est légèrement facettée, des défauts liés aux conditions de fabrications peuvent exister, le saphir dans les longueurs d'ondes 3-5  $\mu\text{m}$  n'est pas parfaitement transparent. Ainsi, il a été choisi de calibrer la température de paroi en fonction du flux collecté au niveau de la bande de peinture noire in-situ et sur la longueur totale du tube. Le montage pour la calibration correspond à celui des essais expérimentaux (voir Figure 3).

#### 3.3.1. Influence du flux émis par l'arrière-plan sur le flux collecté de la peinture du tube

Le pourcentage du flux émis par l'arrière plan transmis par la peinture du tube correspond à la transparence de l'ensemble {tube, film liquide et peinture du tube}. Pour évaluer cette transparence une série de mesures est effectuée le long du tube avec différentes températures d'arrière-plan et différentes épaisseurs de film liquide. Des résistances chauffantes, installées sur une plaque d'aluminium fixée au dos de la plaque de plexiglas (correspondant à l'arrière-plan), permettent de modifier le flux émis par l'arrière-plan. La réflexion du capteur de la caméra sur le plexiglas est supposée nulle (plexiglas très loin du plan de focalisation). Les expériences s'effectuent avec un écoulement de HFE 7000 au sein du condenseur à température de saturation constante et sans la soufflerie. La température de paroi externe est estimée à partir du calcul des résistances thermiques dans le film liquide et dans la paroi du condenseur. A noter le caractère fortement limitant de l'échange externe lorsque la soufflerie est éteinte (rapport  $\approx 1\%$ ). La température de saturation est déterminée par un capteur de pression en entrée de condenseur.

Pour chaque position sur le tube, la dérivée du flux collecté au niveau de la bande de peinture noire par rapport au flux collecté au niveau de l'arrière-plan correspond à la transparence de l'ensemble {tube, film liquide et peinture du tube}. Les variations de transparence observées



pour 2 épaisseurs de film liquide différentes sont identiques (voir Figure 4). Ainsi, les transparences obtenues sont indépendantes des épaisseurs de film liquide. Au niveau du chevauchement de 2 fenêtres caméra, les variations de transparence observées permettent de valider la reproductibilité de la procédure (voir Figure 5).

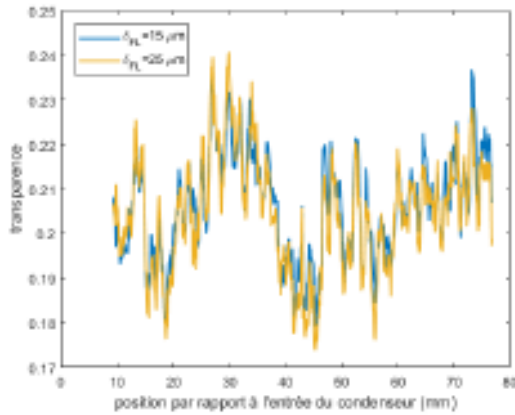


Figure 4 : Transparence pour 2 épaisseurs de film liquide

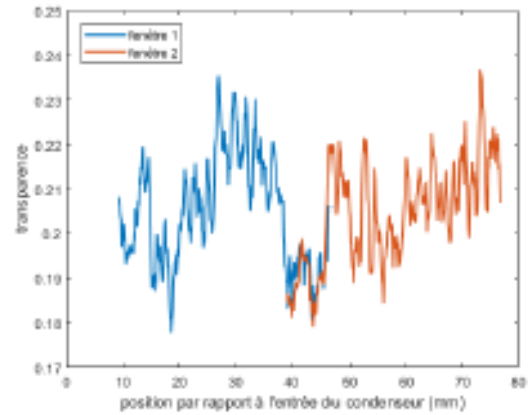


Figure 5 : Transparence sur les 2 premières fenêtres caméra

La connaissance de la transparence  $\tau$  permet de connaître l'impact des variations du flux émis par l'arrière-plan sur le flux collecté par la caméra visant la peinture du tube. Par la suite, cet effet sera pris en compte sur le flux  $\varphi_{PT}^{e2}$  collecté au niveau de la peinture du tube :

$$\varphi_{PT}^{e2} = \varphi_{PT}^{e1} - \tau\varphi_{AR}^{e1} = \varphi_{PT}^e + \varphi_{FL}^{e,a} + cste_2 \quad (6)$$

### 3.3.2. Influence du flux émis par le film liquide sur le flux collecté de la peinture du tube

Le flux émis par le HFE 7000 dans le domaine des longueurs d'ondes détectées par la CIR dépend de l'épaisseur de liquide observée (milieu semi-transparent). Pour évaluer l'influence de l'épaisseur du film sur le flux collecté par la caméra observant la bande de peinture noire du tube, une série de mesures est effectuée à même température de saturation et mêmes conditions ambiantes pour différentes épaisseurs de film (25 à 50  $\mu\text{m}$ ) sur une portion du tube. Dans cette expérience, le HFE 7000 s'écoule en flux descendant dans le condenseur, la soufflerie n'est pas allumée et la température de paroi est supposée à température de saturation du HFE 7000.

Le modèle proposé suppose que le flux traversant la peinture du tube correspond au flux émis par l'arrière-plan auquel s'ajoute le flux émis par le film liquide (voir équation 5). Ce modèle simplifié est adopté en raison de la transmittance élevée du film liquide dans la gamme d'épaisseur de film étudiée, impactant peu la proportion du flux émis par l'arrière plan traversant l'ensemble {tube, film liquide et peinture du tube} démontré dans la section précédente.

L'évolution du flux collecté au niveau de la peinture du tube en fonction de l'épaisseur de film liquide obtenue est linéaire de coefficient  $k$ . Une variation de 10  $\mu\text{m}$  du film liquide entraîne ainsi une augmentation du signal collecté au niveau de la peinture du tube de 16 niveaux (sur un signal numérisé sur 16 bits). Dans la suite de la calibration de la température de paroi du tube en fonction du flux collecté au niveau de la peinture du tube, le flux collecté sera corrigé, et noté  $\varphi_{PT}^{e3}$ , pour tenir compte de l'épaisseur du film liquide (voir équation 7).

$$\varphi_{PT}^{e3} = \varphi_{PT}^{e2} - k\delta_{FL} = \varphi_{PT}^e + cste_2 \quad (7)$$

### 3.3.3. Détermination de la relation entre la température de paroi et la mesure caméra

La calibration du flux collecté par la caméra observant la peinture du tube en fonction de la température de paroi externe du tube s'effectue sur l'ensemble du tube avec un écoulement en condensation du HFE 7000 à l'intérieur du condenseur pour différentes températures de saturation. Comme cela a déjà été précisé, la température de paroi du tube est estimée à partir de la température de saturation du fluide et de l'air ambiant en tenant compte des résistances thermiques des épaisseurs de film liquide et du tube. La température de l'arrière-plan ainsi que l'épaisseur du film liquide sont pris en compte. Les mesures ont été réalisées sur une semaine. Pour chaque position le long du tube, une courbe de calibration est générée, interpolée par un polynôme d'ordre 2 (voir Figure 6). Une incertitude élargie de 0,05 °C sur la détermination de la température de paroi externe est obtenue.

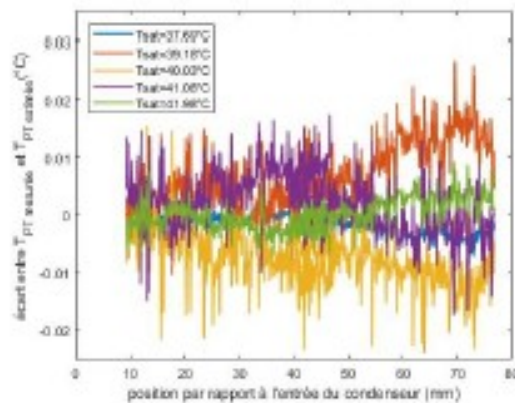


Figure 6 : Résidus de l'interpolation de  $\theta_{PT}$  en fonction du signal collecté

## 4. Conclusion

La technique développée de mesure de température par caméra IR permet de déterminer avec une haute précision la température de paroi externe d'un condenseur, offrant ainsi la possibilité de diminuer les incertitudes sur la détermination des coefficients de transfert de chaleur en condensation convective. L'utilisation de signaux caméra relatifs permet de s'affranchir des variations ambiantes. L'analyse des différents paramètres impactant la mesure IR de la peinture noire du tube (telles que la température du plexiglas en arrière-plan et l'épaisseur de film liquide à l'intérieur du tube) a été réalisée. Ces travaux ont permis d'effectuer une calibration robuste de la température de paroi externe du tube en fonction de la mesure IR de la bande de peinture noire du tube en tenant compte du caractère semi-transparent de la section d'essai.

### Références

- [1] P. Lavieille, L.P. Le Nguyen, J. Roy, M. Miscevic, B. Schlegel, J. Lluc, Mesures locales couplées du coefficient d'échange interne et de l'épaisseur de film de liquide en condensation convective, *Congrès Français de Thermique SFT 2019* (Nantes, 3-6 juin, 2019), 479-486.
- [2] L.P. Le Nguyen, Effect of gravity on convective condensation at low mass velocity, Thèse de l'Université Paul Sabatier (France) et de l'Université de Padoue (Italie), 2017.
- [3] Bureau International des Poids et Mesures (BIPM), Evaluation des données de mesure - Guide pour l'expression de l'incertitude de mesure, JCGM, 2008.

### Remerciements

Les auteurs souhaitent exprimer leur gratitude à l'agence spatiale européenne pour le financement de ces recherches dans le cadre du MAP ENCOM4.

## ***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](#)).

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.

date	activité	Lieu	thème	détails dans ce bulletin:
19-23/09/21	EUROTHERM	Lisbonne (Portugal)	8th European Thermal Sciences Conference	
04-06/10/21	ICP 2021	Online	International Conference on Polygeneration	
06-08/10/21	SWEP	Brighton (Royaume Uni)	Surface Wettability Effects on Phase Change Phenomena	
07/10/21	<b>Cristal</b>	Dinan (France)	Les rendez-vous du Pôle Cristal	
11-13/10/21	ORC	Munich (Allemagne)	6th International Seminar on ORC Power Systems	
14-16/10/21	<b>COFRET</b>	Bucarest (Roumanie)	Colloque Francophone en Energie, Environnement, Economie et Thermodynamique – 10ème édition	Page 29
20-22/10/21	EGF	Milan (Italie)	6th Edition of European Graphene Forum	
22-23/10/21	HEREM	Shangai (Chine)	7th International Symposium on Hydrogen Energy, Renewable Energy and Materials	
25-27/10/21	<b>JEMP</b>	Strasbourg (France)	15èmes Journées d'Etude des Milieux Poreux	
25-27/10/21	Aerospace	Valencia (Espagne)	4th International Conference of Aerospace and Aeronautics	
26-28/10/21	ICTEA	Kuweit City (Koweït)	14th International Conference on Thermal Engineering : Theory and Applications	
29-30/10/21	ICFCE 2021	Wuhan (Chine)	International Conference on Fluid and Chemical Engineering	
16-17/11/21	FEV	Aachen (Allemagne)	5 <sup>TH</sup> International Conference - Zero CO <sub>2</sub> Mobility	



date	activité	Lieu	thème	détails dans ce bulletin:
16-18/11/21	EEEP	Sanya (Chine)	Sixth International Conference on Energy Engineering and Environmental Protection	
18/11/21	<b>Journée SFT</b>	Lyon (France)	Groupe « Thermique atmosphérique et adaptation au changement climatique » : Thermique atmosphérique et adaptation au changement climatique	Page 25
19-20/11/21	HEET	Osaka (Japon)	The 4 th International Symposium on Hydrogen Energy and Energy Technologies	
23-27/11/21	IRSEC	Online	9 <sup>th</sup> International Renewable and Sustainable Energy Conference	
25/11/21	<b>iMAPS</b>	Tours (France)	POWER 2021: From Nano to Macro Power Electronics and Packaging European Workshop	
28/11-2/12/21	SIPS	Phuket (Taïlande)	2nd Intl Symp on Geomechanics and Applications for Sustainable Development	
04-06/12/21	CSTP	Sanya (Chine)	3th International Conference on Solar Photovoltaic Technology	
04-06/12/21	PECER	Sanya (Chine)	5th Int'l Conference on Petrochemical, Energy Conservation and Emissions Reduction	
07/12/21	<b>Energie CNRS</b>	Paris (France)	Colloque Energie CNRS	
24-26/12/21	ATEEE	Qingdao (Chine)	2021 International Conference on Advanced Technology of Electrical Engineering and Energy	
07-10/03/22	EDS	Las Palmas de Gran Canaria (Espagne)	Desalination for the Environment: Clean Water and Energy	
10-11/03/22	<b>iMAPS</b>	Grenoble (France)	MiNaPAD 2022 - Micro/Nano-Electronics Packaging & Assembly, Design and Manufacturing Forum	
21-23/03/22	Renewable	Dubai (UAE)	International Meet on Renewable and Sustainable Energy	

date	activité	Lieu	thème	détails dans ce bulletin:
04-06/04/22	EMMC	Oxford (Royaume Uni)	EMMC18 : 18th European Mechanics of Materials Conference	
19-22/04/22	INFUB	Algarve (Portugal)	13th European Conference on Industrial Furnaces and Boilers	
16-17/05/22	GREEN CHEM	Tokyo (Japon)	2nd Edition of International Conference on Green Chemistry and Renewable Energy	
30/05-2/06/22	InterPore	Qingdao (Chine) et <a href="#">Online</a>	InterPore 2022 – 14th Annual Meeting	
31/05-3/06/22	<b>SFT 2022</b>	Valenciennes (France)	30 <sup>e</sup> Congrès Français de Thermique – La Thermique au Service de la Transition Énergétique	Page 27
16-15/06/22	GL 2022	Trondheim (Norvège)	15e Conférence IIF-Gustav Lorentzen sur les frigorigènes naturels	
20-24/06/22	ICASP	Le Bischenberg (France)	6th International Conference on Advances in Solidification Processes	
20-29/06/22	CIMTEC	Montecatini Terme (Italie)	15th International Conference on Modern Materials and Technologies	
27-29/06/22	ICREPQ	Vigo (Espagne)	20th International Conference on Renewable Energy and Power Quality	
18-21/09/22	<b>DA 2022</b>	Toulouse (France)	12th International conference Distillation & Absorption	
07-10/11/22	<b>SFGP 2022</b>	Toulouse (France)	18ème congrès de la Société Française de Génie des Procédés	

[Retour au sommaire](#)





## SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE THERMIQUE

### Groupe « Thermique atmosphérique et adaptation au changement climatique »

Journées Thématiques organisées par  
Frédéric ANDRE (CNRS, CETHIL), Cyril CALIOT (CNRS, LMAP),  
Nicolas FERLAY (Univ. Lille, LOA)

**Jeudi 18 novembre 2021**

Accueil à partir de 8h45 à Amphi. Emilie du Chatelet (INSA de Lyon)

\*\*\*\*\*

## Thermique atmosphérique et adaptation au changement climatique

L'objectif de cette première journée d'étude proposée par le groupe thématique « Thermique atmosphérique et adaptation au changement climatique » est de présenter quelques problématiques à l'interface entre les communautés SFT (thermique), FEDESOL (solaire, photovoltaïque, etc) et TRATORRIA (transfert radiatif dans les atmosphères terrestres). La journée s'articulera autour de présentations généralistes et d'autres plus thématiques (voir le programme détaillé joint). Pour chacune d'elles, un état des lieux des résultats récents / verrous actuels aussi bien sur le plan expérimental que de la modélisation sera proposé.

Un format hybride présentiel-distanciel sera proposé. Les participants à distance n'auront la possibilité de poser qu'un nombre restreint de questions, mais auront accès à l'intégralité des présentations (sans les documents associés).

**Contacts:** ANDRE Frédéric ([frederic.andre@insa-lyon.fr](mailto:frederic.andre@insa-lyon.fr))  
CALIOT Cyril ([cyril.caliot@univ-pau.fr](mailto:cyril.caliot@univ-pau.fr))  
FERLAY Nicolas ([nicolas.ferlay@univ-lille.fr](mailto:nicolas.ferlay@univ-lille.fr))

### **BULLETIN D'INSCRIPTION** à envoyer impérativement par mail à : [gestion.journee.sft@laposte.net](mailto: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.

Nom : ..... Prénom : .....  
Organisme : .....  
Adresse ..... Courriel : .....

Désire s'inscrire à la **journée d'étude SFT du 18 novembre 2021** 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€
- Participant distanciel : 0€ (inscription obligatoire – adresse email : ...@...)

(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)

### Accueil à partir de 8h30

- 8h45-9h : Introduction générale de la journée (Animateurs GT)
- 9h-10h30 : Présentation des différentes communautés TRATTORIA (Ph. Dubuisson), FEDESOL (Ch. Menezo), SFT (Ch. Le Niliot)
- 10h30-10h45 : *Pause*
- 10h45-11h45 : Conférence invitée « Climat » : Jean-Louis DUFRESNE **LMD**
- 11h45-12h30 : *Thème 1* (Nicolas FERLAY **LOA**, Xavier BRIOTTET **ONERA**)
- 

### 12h30-14h15 : *Repas*

- 14h15-15h : *Thème 2* (Sylvain CROS **LMD**, Philippe BLANC **COIE**)
- 15h-15h45 : *Thème 3* (Marjorie MUSY **CEREMA**, Cécile DE MUNK **CNRM**)
- 15h45-16h : *Pause*
- 16h-16h30 : Conclusion de la journée (discussions et élaboration du programme des prochaines journées)

*Thème 1* : **Données d'intérêt et leurs caractères multi-échelles** (2 intervenants)

*Thème 2* : **Ressource solaire, modélisation, mesure** (2 intervenants)

*Thème 3* : **Climats urbains** (2 intervenants)

[Retour au sommaire](#)

Lien vers le site web du Congrès Français de Thermique 2022 : <http://www.congres-sft.fr/2022/>

# 30<sup>e</sup> Congrès Français de Thermique

La Thermique au service de la Transition Énergétique

du 31 mai au 3 juin

# 2022

Valenciennes  
Institut des Mobilités et  
des Transports Durables



[www.congres-sft.fr/2022](http://www.congres-sft.fr/2022)  
Inscription2022@congres-sft.fr



## ORGANISATION

### LE COMITÉ

Président : Julien Pallé

Vice-présidents : Celine Morin,  
Damien Méresse

Le laboratoire :

LAMIH UMR CNRS 8201

Université Polytechnique Hauts-de-France

59313 Valenciennes CEDEX 9

sft2022@upht.fr

### DATES ET HEURES

Accueil à partir du  
Mardi 31 mai à 13h

Fin de la manifestation  
Vendredi 3 juin à 14h

### FRAIS DE PARTICIPATION

Le règlement des frais de participation comprend l'accès aux différentes séances (conférences, sessions posters, ateliers-débats), les pauses, les déjeuners, le dîner de gala et les actes au format numérique.

	Tarif Préférentiel	Tarif Standard
Étudiants	300 €	450 €
Membres SFT	400 €	550 €
Non membres SFT	600 €	650 €

Tarif préférentiel avant le 16 avril 2022

LA THERMIQUE AU SERVICE DE LA TRANSITION ÉNERGÉTIQUE

Si en 1992, la conférence des Nations Unies à Rio de Janeiro adoptait une série de principes de précautions dans un contexte incertain pour l'avenir de notre planète, le diagnostic est en 2020 sans appel.

La prise de conscience est désormais collective mais dans un contexte démographique mondial en plein essor et avec un modèle de société très lié à la consommation de biens, quels sont nos moyens d'actions pour changer de modèle et migrer vers une société plus sobre et décarbonée avec une contrainte temporelle forte ?

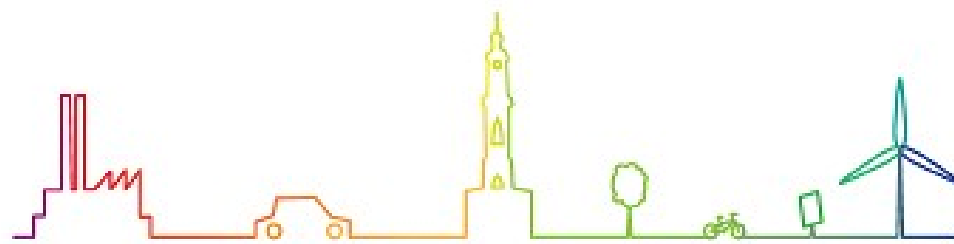
De nombreuses problématiques sont en jeu, qu'elles soient d'ordre techniques, scientifiques, sociales, sociétales, financières ou bien encore politiques. Au cours de ce congrès, les différentes interventions, au travers des conférences plénières, des ateliers débats et des communications scientifiques, tenteront d'apporter des pistes de réflexion sur les actions à mener par notre communauté scientifique.

Quelle est aujourd'hui la place du thermicien par rapport à ces problématiques ?

Comment le thermicien pourra-t-il participer aux évolutions stratégiques qui sont indispensables pour assurer cette transition ?

Quels outils sont à disposition de notre communauté scientifique pour expliquer les enjeux de la transition énergétique, proposer des éléments de solutions et sensibiliser les populations à leur propre responsabilité ?

Comment s'ouvrir à de nombreux champs disciplinaires afin d'adopter l'approche globale que réclame cette transition énergétique ?



### CALENDRIER

Soumission des résumés	du 4 octobre au 14 novembre 2021
Avis d'acceptation	21 novembre 2021
Envoi des textes complets	21 janvier 2022
Résultats des expertises	21 mars 2022
Envoi des textes acceptés	08 avril 2022

#### Work in progress :

Soumission des résumés 16 avril 2022

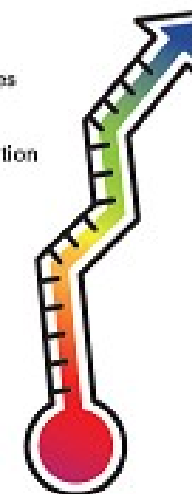
Présentation, par poster uniquement, de travaux n'ayant pu faire l'objet d'une soumission d'article

### PRIX BIOT-FOURIER 2022

Le prix sera décerné à la meilleure communication scientifique. Les auteurs des communications sélectionnées par le Comité Scientifique 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 2022.

### THÉMATIQUES SCIENTIFIQUES DE LA SFT

- 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



[Retour au sommaire](#)

Lien vers le site web du congrès COFRET : <http://www.cofret2021.eu/index.php/coefret/2021>

#### Information additionnelle

#### Venue

Université « Politehnica » de Bucarest, Splaiul Independenței nr. 313, sector 6 Bucarest-060042, ROMANIA [www.upb.ro](http://www.upb.ro)

#### Langues officielles

Français, Anglais

#### Programme social

Le programme social comprendra une réception de bienvenue, un dîner de gala et une visite touristique.

#### Visites techniques

Des visites techniques d'industries locales et d'organisations de recherche (Dacia plant, Renault Technologie Roumanie – Centre Technique de Titu, Nuclear Research Institute) seront organisées pour compléter le programme de la conférence

#### Présentations commerciales

Une occasion inestimable pour les entreprises de présenter leurs produits et leurs services à des ingénieurs et des managers.

#### Conférence des étudiants

Les étudiants auront libre accès à la conférence congrès. De plus, il y aura deux activités distinctes pour les étudiants :

1. une session de conférence dédiée,
2. un concours d'essais sur le sujet de développement/mobilité durable.

**Université « Politehnica » de Bucarest** ([www.upb.ro](http://www.upb.ro)), créé en 1818, est la plus ancienne et la plus prestigieuse école d'ingénieurs de Roumanie. En 2021, elle compte 15 facultés et plus de 30000 étudiants sur les trois niveaux d'enseignement (licence, master, doctorat).

**Université de Pitești** ([www.upit.ro](http://www.upit.ro)) a été créée en 1962. En 2021, elle compte 6 facultés et près de 10000 étudiants sur les trois niveaux d'enseignement (licence, master, doctorat).

#### Présentation des SIA et SIAR

Depuis 1927, la Société des Ingénieurs de l'Automobile de France (SIA) rassemble l'ensemble des spécialistes et passionnés de l'industrie automobile et de ses technologies. Comme toute société savante, la SIA a pour ambition de favoriser le développement et le partage des connaissances des spécialistes d'automobile de France, dans le domaine de l'automobile et de la mobilité du futur.

Fondée en janvier 1990 en tant qu'association professionnelle, la Société des Ingénieurs de l'Automobile de Roumanie (SIAR) a pour objectif principal de stimuler et de développer l'échange d'informations professionnelles, de promouvoir les résultats de la recherche scientifique roumaine spécifiques à l'industrie automobile et la coopération internationale dans ce domaine.

#### Présentation des SFT et SRT

La Société Française des Thermiciens (SFT) a été créée en 1961. La SFT, société savante, couvre, au travers de ses adhérents, tous les champs théoriques et appliqués de la Thermique. La Société Roumaine de Thermotechniciens (SRT) a été créée en 1999, mettant à la disposition des scientifiques et des compagnies industrielles dans le domaine de la Thermodynamique une plateforme de collaboration.

#### Proceedings de la conférence

Les articles examinés, acceptés et présentés à COFRET2021 seront publiés en tant que volume en accès libre de la série de conférences IOP: Science et génie des matériaux (MSE) – <http://conferenceseries.iop.org/>. Le volume sera indexé dans Thomson Reuters, Web of Science, Scopus (entre autres).



## Colloque Francophone en Energie, Environnement, Economie et Thermodynamique

10<sup>e</sup> édition

14 - 16 octobre 2021, Bucarest, ROMANIA

organisé par



Partenaires



Première annonce

et

Appel à communication





## COFRET2021, Colloque Francophone en Energie, Environnement, Economie et Thermodynamique, Bucarest, ROMANIA

Créé en 2002, COFRET est un colloque international francophone dans le domaine de l'énergie étant organisé tous les deux ans, habituellement, une fois en France, l'autre fois en Roumanie.

COFRET2021 est la 10<sup>e</sup> édition qui sera organisée par l'Université de Pitești et Université « Politehnica » de Bucarest avec l'appui des Société Française de Thermotechnique (SFT), Société Roumaine de Thermotechnique (SRT), Société des Ingénieurs de l'Automobile de Roumanie (SIAR) et Société des Ingénieurs de l'Automobile de France (SIA).

La conférence sera l'occasion pour les délégués de :

- mettre à jour ses compétences et connaissances en assistant à des séances ciblées
- avoir un aperçu de l'industrie
- réseauter avec de nouveaux partenaires, clients et fournisseurs potentiels
- voir les derniers produits et services de technologie dans l'exposition commerciale

### Soumission des résumés

Les résumés doivent être soumis en français (l'anglais est aussi accepté) en utilisant le site web de la conférence. Ils doivent contenir les informations suivantes : nom, affiliation et coordonnées de l'auteur (numéros de téléphone), titre de l'article, processus par lequel les conclusions ont été tirées, signification du travail aux progrès de la science. Un modèle de résumé sera disponible sur le site web de la conférence.



## THEMES de la CONFERENCE

1. Thermodynamique. Transfert de chaleur et de masse. Combustion et Gazodynamique
2. Génie des procédés
3. Machines thermiques
4. Energie renouvelables et décarbonées, polygénération, stockage de l'énergie, gestion et contrôle des flux d'énergie
5. Economie et énergétique (thermoéconomie, exergoéconomie)
6. Environnement et développement durable, recyclage, nouvelles ressources énergétiques
7. Chimie verte
8. Matériaux. Carburants
9. Mobilité routière durable
10. Enseignement et formation environnementale

COFRET2021 offre une opportunité de présenter vos derniers développements scientifiques et techniques ; alors, d'articles sont attendus sur (mais ne sont pas limités à) les thèmes ci-dessus. Tout autre document soumis sur un sujet non cité ci-dessus mais présentant un intérêt scientifique ou technique sera pris en compte.

### Évaluation et Acceptation

Le comité scientifique de la conférence évaluera d'abord les résumés et ensuite, les articles en utilisant au moins deux relecteurs. Après le processus de relecture, les auteurs recevront les observations en vue d'améliorer le contenu de leurs manuscrits. L'acceptation finale aura lieu uniquement après cette phase.

### Délais

La date limite pour la réception des résumés est le 14 mars 2021. Les auteurs seront informés de l'acceptation de leurs résumés avant le 28 mars 2021. Des informations détaillées concernant la préparation du manuscrit, l'hébergement et le transport seront envoyées aux auteurs à ce moment-là. Les manuscrits complets qui seront soumis au processus de relecture doivent être reçus au plus tard le 9 mai 2021 pour que les documents finaux soit envoyés au plus tard le 23 mai.

Plus de détails sur COFRET2021 peuvent être retrouvés à :

[www.cofret2021.eu](http://www.cofret2021.eu)

<https://icasp6.sciencesconf.org/>

<https://icasp6.sciencesconf.org>



## 6th International Conference on Advances in Solidification Processes

20-24 June 2022, Le Bischenberg, France

### WELCOME TO ICASP-6

---

The ICASP conference series is a preeminent forum for researchers to discuss the latest advances and future directions in solidification science. The 6th edition will be held 20-24 June 2022 at "Le Bischenberg", in Bischoffsheim, on the Alsace Wine Route and at the foot of the Vosges in the east of France. The venue and the conference schedule will give plenty of opportunities for personal contacts and discussions.

ICASP-6 will cover all aspects of research and applications related to solidification. It will be a great opportunity for researchers and engineers from academia and industry to exchange on recent advances and to discuss outstanding challenges in the field of solidification. The topics covered by the conference include, but are not restricted to:

- Nucleation and grain refinement
- Interfaces
- Microstructure formation during solidification and melting
- Pattern formation (dendritic, cellular, eutectic, peritectic, monotectic growth,...)
- Rapid solidification
- Stress and deformation, hot tearing, shrinkage, and porosity defects
- Multiphase flow and heat & mass transfer, mushy zone rheology, macrosegregation
- Thermophysical properties, thermodynamics of solidification and melting
- Additive manufacturing and welding
- Casting processes: ingot casting, shape casting, continuous/semi-continuous casting (steel and nonferrous alloys), remelting processes (ESR, VAR,...), etc.
- Multiscale modeling methods and through-process modeling
- Experimental and characterization methods

The conference proceedings will be published as an issue of *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, and will be available online via open access.

Chairmen: Miha Založnik & Julien Zollinger (Institut Jean Lamour, Nancy)

### IMPORTANT DATES

---

- |                   |                                      |
|-------------------|--------------------------------------|
| 14 September 2021 | abstract submission opens            |
| 29 October 2021   | deadline for abstracts submission    |
| 14 January 2022   | deadline for full papers submission  |
| 29 April 2022     | deadline for final papers submission |



[Retour au sommaire](#)