



# GRETh

Groupement pour la Recherche sur les Echangeurs Thermiques

## FORMATION FET

***ECHANGEURS THERMIQUES :  
DE LA TECHNOLOGIE AU DIMENSIONNEMENT***

# Programme de formation 2023



**Qualiopi**  
processus certifié

FR RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

La certification qualité a été délivrée au titre de la  
catégorie d'action suivante : **ACTIONS DE FORMATION**

# L'EXPERTISE DU GRETh

## ***Le GRETh : Une structure qui fédère les industriels autour de la thermique des échangeurs de chaleur et des systèmes***

Depuis plus de 30 années, le GRETh (Groupement pour la Recherche sur les Echangeurs Thermiques) fédère un collectif de plus de 100 industriels dont l'activité est la fabrication d'échangeurs et d'équipements thermiques, les études d'ingénieries d'installations thermiques pour l'industrie et le bâtiment ainsi que l'exploitation de sites de production et de conversion d'énergie. La plupart des adhérents industriels de ce groupement sont animés par la volonté de développer ou d'intégrer des composants innovants, en particulier les échangeurs thermiques, et de mettre en œuvre des méthodologies avancées pour obtenir des gains significatifs sur l'efficacité énergétique des systèmes industriels.



### **EXEMPLES D'ACCOMPAGNEMENT :**

Pour accompagner la démarche de ses adhérents, Le GRETh a mis en place une stratégie d'accompagnement et des actions auprès de ces industriels. Le GRETh assure ainsi :

- ✓ Une mise en relation entre acteurs de l'innovation (instituts de recherche, industriels) par le biais de journées techniques et de conférences ;
- ✓ La mise à disposition d'ouvrages et d'outils de calculs numériques permettant l'approfondissement des connaissances et la réalisation de calculs et dimensionnement ;
- ✓ La réalisation de formations spécialisées des ingénieurs et techniciens sur les méthodes avancées de conception et de dimensionnement d'équipements thermiques ;
- ✓ Un service de hotline technique pour assurer le soutien technique et scientifique constant
- ✓ Une veille technologique auprès de ses adhérents par la diffusion de résultats scientifiques et techniques, obtenus dans le cadre de programmes de recherche et de développement dans le domaine des échangeurs de chaleur et plus globalement dans le domaine des systèmes thermiques industriels ;
- ✓ Une diffusion large d'informations publiques (thèses, rapports techniques, états de l'art, brevets...etc.), par différents moyens allant de conférences à un site internet régulièrement enrichi ;
- ✓ La réalisation de prestations de services dans le cadre de contrats bilatéraux obéissant aux obligations de confidentialité et de responsabilité propres aux missions de consultance technique.



# MODALITES D'INSCRIPTION

## LOCALISATION DES FORMATIONS FET

Pour diverses raisons pratiques (déplacement des intervenants, matériels spécifiques, échantillons d'échangeurs thermiques, PC avec logiciels, praticité pour les auditeurs, convivialité), le GRETh propose de réaliser la formation FET dans un complexe hôtelier aux alentours de ces locaux situés sur le site de Savoie-Technolac (Le Bourget du lac) entre Chambéry et Aix les Bains. Le prix de la formation incluant le déjeuner, le diner et les pauses (seuls les frais d'hôtel ainsi que les petits-déjeuners ne sont pas pris en compte), il est en effet préférable de réaliser ces formations dans un cadre de complexe hôtelier incluant la possibilité de rassembler, en un même lieu, l'ensemble de ces prestations. Ce lieu se veut facile d'accès et proche de la gare SNCF d'Aix les bains, directement desservie par une ligne TGV venant de Paris en moins de 3h. Le complexe hôtelier est choisi par le GRETh et nous avertirons les interlocuteurs, afin qu'ils puissent réserver leurs chambres, dès la validation de la réservation de la salle de formation et au plus tard 1 mois avant le début de la formation. **Si vous pensez être en situation de handicap, merci de nous contacter dès que possible ([info@greth.fr](mailto:info@greth.fr) ou au 04-79-25-48-03) pour évaluer ensemble vos besoins et voir quelles solutions sont envisageables pour vous accompagner, vous former ou vous orienter. Les lieux habituels\* de formation sont tous équipés et en mesure d'accueillir et de prendre en charge les personnes en situation de Handicap.**



### \*Lieux habituels :

Session n°1 : Hôtel AquaKub, 173 avenue du Petit Port, 73100 AIX LES BAINS, (Label Tourisme et Handicap).

Session n°2 : Hotel Golden Tulip, 16 Avenue Charles de Gaulle, 73100 Aix-les-Bains.



## CONDITIONS D'INSCRIPTION ET D'ANNULATION

**Validation de l'inscription :** L'inscription sera validée à la signature de la convention de formation signée. Le lieu de la formation est indiqué dans la convention de formation.

**Paiement :** Le paiement se fait par virement à réception de la facture émise dès finalisation de la formation. Le prix des formations est donné Hors-taxe et inclut les déjeuners des 3 journées, les diners du jour 1 et 2 ainsi que l'ensemble des pauses. L'hébergement et le petit-déjeuner sont à la charge du participant. Pour les sociétés faisant appel à une subrogation de paiement par un OPCO, la confirmation de prise en charge par l'OPCO doit être réceptionnée par le GRETh 1 mois avant le début de la formation.

**Annulation :** En raison du nombre de places limitées et pour des questions d'organisation, toute annulation ne sera remboursée que si elle est formulée par écrit et par courrier avec A/R en fonction des conditions suivantes :

- ✓ Toute annulation intervenant 3 mois avant le début du stage permettra le remboursement intégral de la formation.
- ✓ Toute annulation intervenant moins de 3 mois avant le début du stage ne permettra pas le remboursement de la formation (sauf cas de force majeure sur justificatif).
- ✓ Les remplacements d'auditeurs sont admis.

**CONTACT :** GRETh, 3 Rue Lac du Mont Cenis, Bâtiment SUPERNOVA – Savoie Technolac, BP 30302  
73 290 La Motte-Servolex / Tel : +33 (0)4 79 25 48 03 | Fax : +33 (0)9 70 61 20 87

INFORMATIONS ET INSCRIPTIONS PAR MAIL : [info@greth.fr](mailto:info@greth.fr)

OU DIRECTEMENT SUR NOTRE SITE INTERNET : <https://greth.fr/formation-fet/>



# FORMATION ECHANGEURS THERMIQUES – FET

## Echangeurs thermiques : De la technologie au dimensionnement

En partenariat avec : [NeoTherm Consulting](#)

### PUBLIC CONCERNE

Ingénieurs d'études et de Recherche/Développement des entreprises, ingénieries, bureau d'études, fabricants et exploitants.

### NIVEAU REQUIS

Technicien supérieur ayant plusieurs années d'expérience, ingénieur. *Carnet de prérequis envoyé par mail à l'auditeur en amont de la formation.*

### LES FORMATEURS

- Quentin BLONDEL (GRETh)
- Nadia CANEY (CEA LITEN / DTCH / LCST)
- Christophe MARVILLET (CNAM-GRETh)
- Thibaut MAZUIR (GRETh)
- Christophe WEBER (GRETh)

### INFO PRATIQUE

Durée : 3 journées complètes  
Nombre de stagiaire : 16 max  
Date : Session n°1 : Le 21, 22 et 23 Mars 2022  
Session n°2 : Le 26, 27 et 28 septembre 2022

### LIEU

Session n°1 : Hotel AQUAKUB, 173 avenue du petit port, 73100 Aix les bains  
Session n°2 : Hotel Golden Tulip, 16 avenue Charles de Gaulles, 73100 Aix les bains

### INSCRIPTION

Prix adhérent : 1 400 € HT\*  
Prix non -adhérent : 2 600 € HT\*  
\*Déjeuner, diner et pause inclus  
Inscription sur [www.greth.fr](http://www.greth.fr)  
ou par e-mail à [info@greth.fr](mailto:info@greth.fr)

### EVALUATION

Questionnaire de satisfaction et d'évaluation distribué – Débriefing à chaud - QUIZ

### SUPPORT

- Présentation PPT via vidéoprotection
- Mise à disposition de PC portable avec logiciel de calcul pour les études de cas
- Book de formation complet contenant l'ensemble des présentations et book de prise de notes.

### SANCTION

Remise d'un certificat de réalisation

### OBJECTIFS :

Acquérir, entretenir et perfectionner des connaissances dans le domaine des échangeurs de chaleur dans le cadre des activités professionnelles des participants :

- Les technologies d'échangeurs de chaleur ;
- Les transferts thermiques en monophasique et diphasique ;
- Les méthodes de dimensionnement et de conception des échangeurs ;
- L'utilisation de logiciels de calculs et de dimensionnement à travers des études de cas.
- L'analyse des défaillances principales des échangeurs à travers les thématiques de l'encrassement et des dégradations mécaniques ;
- Les méthodes d'évaluation du coût des échangeurs.

### PROGRAMME GENERAL-THEMATIQUES

1<sup>ère</sup> Journée : 8h15 – 18 h 30

- ✓ Matinée consacrée à la description technologique des échangeurs de chaleur, aux méthodes de dimensionnement.
- ✓ Après Midi consacré à la mise en pratique du contenu théorique à partir d'études de cas réalisées sur le logiciel GRETh (EchTherm) de calculs/dimensionnement d'échangeurs sur ordinateur individuel fourni.

2<sup>ème</sup> Journée : 8h00 – 18 h 00

- ✓ Matinée consacrée à la description des transferts diphasiques, des méthodes d'intensification et à la conception des échangeurs à changement de phase (évaporateur/condenseur).
- ✓ Après Midi consacré à la mise en pratique du contenu théorique à partir du logiciel EchTherm de calculs/dimensionnement d'échangeurs sur ordinateur individuel fourni.

3<sup>ème</sup> Journée : 8h00 – 15 h 30

- ✓ Matinée consacrée aux problèmes d'encrassement dans les échangeurs thermiques.
- ✓ Après Midi consacré, à l'analyse et le retour d'expérience, aux principales défaillances dans les échangeurs (dégradations mécaniques, problèmes d'intégrations) et à l'analyse de coût.





# FET : PROGRAMME DETAILLE

## Echangeurs thermiques : De la technologie au dimensionnement

*En partenariat avec : [NeoTherm Consulting](#)*

### 1<sup>ère</sup> JOURNEE :

08 h 15	Présentation de la formation – Tour de table des auditeurs et formateurs	C. MARVILLET C. WEBER
08 h 30	Brève présentation du GRETh et de ses activités	C. WEBER
08 h 45	La place des échangeurs dans divers applications et process	Q. BLONDEL
09 h 15	Technologies des échangeurs thermiques	C. MARVILLET
11 h 00	Pause	
11 h 20	Méthodes de dimensionnement et de simulation des échangeurs de chaleur	C. MARVILLET
12 h 30	Déjeuner	
14 h 00	Transfert de chaleur et pertes de charge en simple phase et supercritique : Corrélations et méthodes de calculs	C. WEBER C. MARVILLET
15 h 15	Présentation des logiciels de calcul et de dimensionnement d'échangeur	C. WEBER
15 h 35	Présentation spécifique du logiciel EchTherm du GRETh : La boîte à outils du dimensionnement d'échangeurs et des systèmes thermiques	T. MAZUIR
15 h 55	Pause	
16 h 15	Présentation détaillée d'un cas d'étude de dimensionnement d'un échangeur de chaleur pour application monophasique : Démarche et calculs détaillés pas à pas	T. MAZUIR
16 h 45	Etude de cas (avec logiciel EchTherm) : Dimensionnement d'un échangeur de chaleur – Application échangeur monophasique	C. WEBER T. MAZUIR Q. BLONDEL
18 h 15	Fin de la première journée	

### 2<sup>ème</sup> JOURNEE :

08 h 00	Transfert de chaleur : physique des transferts diphasiques, méthodes et corrélations des coefficients de transfert en ébullition et condensation	C. MARVILLET
10 h 00	Pause	
10 h 15	Transfert de chaleur en mini et micro canaux : Refroidissement diphasique - Intensification des transferts - Structuration de surface	N. CANEY
11 h 15	Diagnostic avancé des performances thermo-hydrauliques des échangeurs thermiques : Partie 1	C. MARVILLET
12 h 30	Déjeuner	
14 h 00	Etude de cas (avec logiciel EchTherm) : Dimensionnement et analyse corrélative – Application échangeur diphasique	C. WEBER T. MAZUIR Q. BLONDEL
16 h 30	Pause	
16 h 50	Méthode et technologie d'intensification des transferts thermiques convectifs + Exemple d'un cas par le calcul	C. MARVILLET
17 h 45	Illustration du gain de la mise en place de solutions d'intensifications sur EchTherm	T. MAZUIR
18 h 00	Fin de la deuxième journée	

### 3<sup>ème</sup> JOURNEE :

08 h 00	Diagnostic avancé des performances thermo-hydrauliques des échangeurs thermiques : Partie 2	C. MARVILLET
09 h 30	Introduction aux phénomènes d'encrassement	C. WEBER
10 h 30	Pause	
10 h 50	Métrologie de l'encrassement - Techniques et méthodes de détection et évaluation	C. WEBER
11 h 30	Diagnostic d'encrassement dans les échangeurs thermiques : Mesure de performances des échangeurs de chaleur et méthodes d'analyse de données	C. WEBER
12 h 00	Déjeuner	
13 h 30	Dégradations mécaniques des échangeurs : Les principales causes et les propositions de remèdes	C. MARVILLET
14 h 15	Coût des échangeurs : Présentation, comparatif des méthodes de calculs et application numérique	C. WEBER
15 h 00	Débriefing et discussion entre auditeurs et formateurs	
15 h 30	Fin de la formation	





# LES FORMATEURS

## **Pr. Christophe MARVILLET – Président du GRETh**

Christophe MARVILLET a débuté sa carrière en tant qu'ingénieur au CEA sur les problématiques de dessalement d'eau de mer. Chef de laboratoire au CEA/GRETh jusqu'en 1999, il a ensuite poursuivi par 3 années en détachement à l'ANVAR en tant que chargé d'affaires et Conseiller en Développement Technologique en région PACA. De nouveau chef du service GRETh au CEA, en 2006, il prend le poste de Chef du laboratoire de Thermique au Centre de Recherche et Innovation de la société CIAT jusqu'en 2011, à la suite duquel il est nommé Professeur titulaire de la Chaire d'Energétique Appliquée au CNAM Paris (Conservatoire National des Arts et Métiers). Christophe MARVILLET assure aussi la fonction de directeur de l'IFFI (Institut Français du Froid Industriel et du génie climatique).

## **Dr. Christophe WEBER – Directeur Général du GRETh**

Christophe WEBER travaille avec l'équipe du GRETh depuis 2011. Dans le cadre de son travail, il est en charge de répondre aux industriels du GRETh pour leurs demandes d'aide sur les aspects techniques et scientifiques. En sus de ses missions de Directeur Général, il effectue de nombreuses études de dimensionnement d'échangeurs, de R&D, d'expertise et d'accompagnement autour des échangeurs de chaleur et des systèmes thermiques industriels. Il intervient également en tant qu'enseignant dans diverses universités et écoles d'ingénieurs (CNAM, IFFI, ENSIP, ENISACET, etc.) où il dispense des cours sur les échangeurs de chaleur. Christophe WEBER est également titulaire d'un doctorat dont la thèse concerne le développement de méthodes d'analyse avancées de données expérimentales sur les phénomènes d'encrassement d'échangeurs thermiques en conditions réelles de fonctionnement.

## **M. Thibaut MAZUIR – Ingénieur Thermicien au GRETh**

Thibaut MAZUIR a rejoint l'équipe du GRETh en Janvier 2019. Issu du milieu industriel en travaillant en tant qu'ingénieur thermicien R&D et études dans une société spécialisée dans l'étude d'échangeurs de chaleur et des systèmes thermiques, ainsi que dans une startup en travaillant sur le développement, la conception et la fabrication d'une nouvelle technologie d'échangeur de chaleur, il est aujourd'hui en charge des études de dimensionnement d'échangeurs, de R&D, d'expertise et d'accompagnement autour des échangeurs de chaleur et des systèmes thermiques industriels. Fortement impliqué dans le développement du logiciel EchTherm, il est également en charge de répondre aux questions des adhérents du GRETh sur l'utilisation, les conseils, et l'exploitation du logiciel. Il intervient également en tant qu'enseignant dans diverses universités (UGA, EILCO) où il dispense des cours sur les échangeurs de chaleur.

## **Dr. Quentin BLONDEL – Ingénieur Thermicien au GRETh**

Arrivé au sein de l'équipe du GRETh en Novembre 2021, Quentin BLONDEL est issu des milieux industriels et académiques. Quentin a travaillé lors de son doctorat en tant qu'ingénieur chercheur sur la caractérisation, la modélisation et l'optimisation de systèmes thermique et thermodynamique (Cycles Organiques de Rankine, Turbomachines, Echangeurs de chaleur). En sus de l'apport de sa vision système au sein de l'équipe du GRETh, Il est également en charge de la veille technique et scientifique du GRETh, ainsi que de l'accompagnement des adhérents concernant leurs interrogations sur les échangeurs de chaleur et les systèmes de conversion d'énergie. Formé au logiciel EchTherm et à son langage de programmation, il vient également compléter l'équipe afin de répondre aux questions quant à son utilisation.

## **Dr. Nadia CANEY, HDR – Directrice de recherche au CEA LITEN / DTCH / LCST**

Nadia CANEY a réalisé sa thèse de doctorat au sein du laboratoire du CEA/GRETh sur les écoulements diphasiques et plus spécifiquement sur l'étude expérimentale et la modélisation de la condensation à reflux dans les mini-canaux. Nadia CANEY a été pendant plus de 10 ans enseignant-chercheur au sein du LEGI (Laboratoire des Ecoulements Géophysiques et Industriels) du CEA. Ces travaux de recherche portent notamment sur l'étude des écoulements diphasiques dans les micro-canaux ainsi que sur l'intensification des transferts de chaleur en ébullition par nano-structuration des surfaces. Elle était également responsable de l'option Thermique et Energétique et responsable Relations Industrielles au sein de la formation Génie des Procédés de l'Université Joseph Fourier à Grenoble. Elle est désormais Directrice de recherche au sein du Département Thermique Conversion et Hydrogène et plus spécifiquement au Laboratoire des Composants et Systèmes Thermiques du CEA.





## PRE-REQUIS – MATERIEL

Avoir reçu et lu le carnet de prérequis envoyé par le GRETh.

Bonne maîtrise générale des outils de calculs d'ingénieur et d'informatique.

Aucun matériel n'est requis : Le GRETh met à disposition des auditeurs un PC de formation avec l'ensemble des logiciels requis utilisé lors de la formation.

## MOYEN PEDAGOGIQUE ET ENCADREMENT

Nous alternerons régulièrement théorie et pratique : chacun dispose d'un poste de travail (PC) pour mettre en pratique au fur et à mesure les notions abordées.

Les études de cas sur logiciel sont encadrées par 2 formateurs qui interrogerons globalement et individuellement chaque auditeur. Une correction globale a lieu en fin d'étude de cas.

## SUPPORT PEDAGOGIQUE

Pour la formation, est remis à chaque auditeur :

- ✘ Un document de support d'environ 400 pages qui contient le programme de chaque journée, l'ensemble des diapositives de chaque présentation ainsi qu'une nomenclature ;
- ✘ Un document de support pour les études de cas (schémas, rappel des données des cahiers des charges, aide géométriques...etc.) ;
- ✘ Un document qui permet la prise de notes supplémentaires.
- ✘ Un poste de travail avec PC portable et souris sans fil. Le PC contient les logiciels utilisés lors de la formation ainsi que l'ensemble des présentations en format PDF.

A l'issue de la formation, et sous une semaine, toutes les présentations en format PDF seront envoyées à chaque auditeur par mail via un lien de téléchargement protégé par un login et mot de passe (valable 1 mois).

## MODALITES DE SUIVI ET D'APPRECIATION DES RESULTATS

Evaluation à chaud de la formation via questionnaire disponible en mode formulaire (google form) sur chaque PC individuel.

Evaluation à la fin de la formation par mini-quiz sur les 3 thématiques correspondant aux 3 jours de formation. Les mini quiz (QCM comprenant 15 questions au total, 5 sur chaque thématique) sont disponibles en mode formulaire (google form) sur chaque PC individuel.

Bilan oral commun, échange et debriefing entre auditeur et formateur le dernier jour.





**GRETh**