

NOTICE SCIENTIFIQUE 2017

GIOVANGIGLI Vincent, Directeur de recherche, Section 41

Centre de Mathématiques Appliquées, UMR 7641
École Polytechnique, 91128, Palaiseau Cedex

1. CURRICULUM VITAE.....	2
2. TRAVAUX ET OBJECTIFS.....	3
2.1. Actions de recherche	3
3. PRODUCTION SCIENTIFIQUE	24
3.1. Livres.....	24
3.2. Revues à comité de lecture	22
3.3. Actes de congrès à comité de lecture.....	29
3.4. Thèses	32
3.5. Conférences sur invitation.....	32
3.6. Communications à des congrès	36
3.7. Logiciels	43
4. AUTRES ACTIVITÉS	44
4.1. Enseignement	44
4.2. Valorisation.....	49
4.3. Animation de la recherche.....	53
4.3. Administration de la recherche	54

1. CURRICULUM VITAE

Nom : GIOVANGIGLI
Prénom : Vincent
Date de naissance : 28 Mai 1957 à Aix en Provence, France
Nationalité : Française
Situation familiale : Marié, trois enfants
Adresse personnelle : 24, rue du Moulin de la Pointe
75013 Paris, France
Activité professionnelle : Directeur de Recherche au CNRS
Adresse professionnelle : Centre de Mathématiques Appliquées
Ecole Polytechnique
91128, Palaiseau Cedex
Tel : 01 69 33 45 99
Adresse électronique : vincent.giovangigli@polytechnique.edu
Adresse www : <http://www.cmap.polytechnique.fr/~giovangi/>

Diplômes

- Ecole Normale Supérieure de la rue d'Ulm 1978–1982
- Agrégation de mathématiques, 1980, Rang 7^e
- Thèse de Troisième Cycle, Université Paris 6, Dir. G. Duvaut, 1982.
- Thèse de Doctorat d'Etat, Université Paris 6, Dir. G. Duvaut, 1988.

Activités professionnelles

- Chargé de recherche CNRS au Laboratoire de Mécanique Théorique, LA 229, Univ. Paris 6, Oct.83–Dec.86, puis au Laboratoire d'Acoustique et Mécanique, URA 868, Univ. Paris 6, Jan.87–Nov.89, puis au Centre de Mathématiques Appliquées, URA 756, Ecole Polytechnique, Nov.89–Oct.96.
- Conseiller scientifique à l'ONÉRA, un jour par semaine, Mai 1989–Nov.2016.
- Directeur de recherche CNRS au Centre de Mathématiques Appliquées, UMR 7641, Ecole Polytechnique, depuis Octobre 1996, rattachement à la section Mathématiques en 1997 et Directeur adjoint de Mars 1997 à Mai 1998.
- Directeur du Centre de Mathématiques Appliquées, UMR 7641, Ecole Polytechnique, de Juin 1998 à mars 2006. Directeur de Recherche 1^e classe depuis Octobre 2004 et de classe exceptionnelle depuis Octobre 2011

Prix et distinctions

- Prix CISI/SMAI de Calcul scientifique 1996.
- Prix CRAY/Silicon-Graphics de Calcul scientifique 1996.
- Fellow and Chartered Physicist of The Institute of Physics 1999.
- Prix Jacques-Louis Lions 2011 de l'Académie des Sciences.

Divers

- Langues : Anglais et Italien.
- Loisirs : Prestidigitation, Œnologie et Karaté.

2. TRAVAUX ET OBJECTIFS

2.1. ACTIONS DE RECHERCHE

Les recherches effectuées ont eu principalement pour objet la modélisation, l'analyse mathématique, l'analyse numérique, et la simulation numérique d'écoulements réactifs. On s'est intéressé notamment à la théorie cinétique des mélanges gazeux réactifs, aux équations fluides correspondantes, aux flammes laminaires, aux réacteurs d'épitaixie, et aux plasmas, en particulier lorsque la cinétique chimique est complexe. Plus récemment, nous nous sommes intéressés aux mélanges hors équilibre thermodynamique et aux fluides supercritiques.

2.1.1 Analyse mathématique des flammes accrochées sur un brûleur

Cette étude a eu pour objet l'analyse mathématique des équations modélisant les flammes accrochées sur un brûleur poreux. En utilisant des méthodes itératives, variationnelles et des techniques de point fixe, nous avons obtenu l'existence, l'unicité et le comportement asymptotique de la solution. Ce travail a été réalisé dans le cadre d'une thèse de troisième cycle, préparée sous la direction de Georges Duvaut. La thèse a été soutenue le 17 Mai 1982 devant Messieurs J. L. Lions (président), G. Duvaut, R. Borghi et J. P. Guiraud (examineurs) [1] [T1].

2.1.2 Instabilités de combustion

Des recherches ont été menées sur les instabilités de combustion, au cours du service national, sous la direction de Sébastien Candel, au Laboratoire EM2C du CNRS et de l'Ecole Centrale de Paris. Des problèmes de couplage entre une onde acoustique et une zone de flamme ont été étudiés numériquement et expérimentalement [C1].

2.1.3 Extinction des flammes étirées contre une paroi catalytique

Ce travail concerne les limites d'extinction par étirement d'une flamme prémélangée dans un écoulement à point d'arrêt contre une paroi catalytique et adiabatique. Pour une cinétique chimique simplifiée à une réaction en phase gazeuse et sur la paroi et en utilisant la méthode des développements asymptotiques raccordés, nous avons décrit les différentes structures de flammes en fonction des taux d'étirement et déterminé les limites d'extinction qui sont des points de retournement. Les simulations numériques sont en bon accord avec les résultats asymptotiques [2] [A1] [C2] [C3] [C4].

2.1.4 Extinction de flammes étirées symétriques avec une chimie simple

Cette étude a eu pour but le calcul des limites d'extinction par étirement des flammes dans un écoulement à point d'arrêt symétrique dont la cinétique chimique est simple. Les calculs numériques ont été effectués en utilisant des techniques de continuation, des itérations de Newton et des grilles adaptatives. Des résultats d'extinction par étirement ont été obtenus pour des flammes jumelles prémélangées d'hydrogène-air et de méthane-air avec une chimie simplifiée [3] [A2] [A3].

2.1.5 Extinction de flammes jumelles prémélangées avec chimie complexe

L'objet de cette étude était le calcul de limites d'extinction pour des flammes jumelles prémélangées. Des difficultés considérables ont dû être résolues pour la prise en compte d'une chimie arbitrairement complexe et des propriétés de transport d'un fluide multicomposant. Une nouvelle méthode d'adaptation des grilles a notamment été introduite. Les résultats d'extinction par étirement obtenus pour des flammes jumelles prémélangées d'hydrogène-air (schéma réactionnel à 9 espèces et 19 réactions) et méthane-air (schéma réactionnel à 16 espèces et 46 réactions) font l'objet de plusieurs publications [4] [A4] [A5] [A6].

2.1.6 Flammes prémélangées étirées contre des produits de combustion

Dans cette opération de recherche, nous avons calculé les taux de consommation de propane, en fonction du taux d'étirement, pour une flamme prémélangée propane-air à cinétique chimique complexe dans un contre courant de produits de combustion. Cette configuration de flamme étirée est importante pour tous les modèles de combustion turbulente qui décrivent les zones de réaction par des collections de flammelettes étirées [5] [A7] [C7].

2.1.7 Méthodes de continuation adaptatives et limites d'extinction

Dans cette étude, nous avons perfectionné les méthodes de continuation adaptatives introduites dans les actions de recherche précédentes. Ces nouvelles techniques ont permis de calculer les limites d'extinction par appauvrissement et enrichissement de flammes étirées hydrogène-air dont la chimie est complexe [6] [A14] [CI1] [CI2] [CI3] [CI5] [CI6] [CI7] [C8] [C9] [C14] [T2].

2.1.8 Écoulement réactif autour du nez d'Hermès

Cette opération de recherche a eu pour but le calcul de la couche limite réactive autour du nez d'Hermès lors de sa rentrée dans l'atmosphère, avec une cinétique chimique complexe en phase gazeuse et sur la paroi. Une approche dite "couche de choc", pour laquelle le choc est traité comme une frontière libre a été retenue. On a en particulier comparé différentes cinétiques chimiques et leur influence sur le flux radiatif à la paroi. Un modèle à plusieurs températures a également été utilisé pour tenir compte des déséquilibres thermodynamiques vibrationnels des molécules diatomiques [16] [CI4] [C5] [C10] [C11] [C13] [C15] [C17] [C19].

2.1.9 Analyse mathématique des flammes planes non adiabatiques

Cette opération de recherche a eu pour but l'analyse mathématique des flammes planes non adiabatiques. En utilisant les outils de l'analyse fonctionnelle, i.e., le degré topologique, les espaces de fonctions, les propriétés de compacité, etc., nous avons justifié rigoureusement pour la première fois le passage à la limite des grandes énergies d'activation pour les flammes non adiabatiques [7].

2.1.10 Extinction des flammes tubulaires

Une étude numérique de l'extinction des flammes tubulaires de méthane a été effectuée. Les résultats numériques sont en très bon accord avec des résultats expérimentaux obtenus au Japon. Cette étude correspond également au problème test du 3^e Workshop sur le calcul des flammes laminaires qui s'est tenu à Leeds [A10] [A12] [A13] [C12] [C16].

2.1.11 Ellipticité des algorithmes de transport

Dans cette opération de recherche, nous avons analysé les propriétés mathématiques de différents algorithmes de transport pour les mélanges gazeux réactifs. Nous avons montré que, du fait de la conservation de la masse, la plupart des algorithmes de transport rendent dégénérés les systèmes d'équations de conservation lorsque toutes les fractions massiques sont considérées comme des inconnues indépendantes. Une nouvelle formulation des flux de diffusion a été introduite pour supprimer ces singularités artificielles [8] [A9] [C18] [C21].

2.1.12 Simplification des cinétiques chimiques

La simplification des schémas réactionnels présente un intérêt considérable pour de nombreuses applications. Des outils informatiques facilitant la simplification des cinétiques chimiques ont été réalisés. Une étude de schémas semi-globaux de combustion du propane a été menée à bien [9] [10] [12] [A16] [C20] [C25] .

2.1.13 Algorithmes de diffusion approchés

Cette étude a eu pour objet la mise au point d'algorithmes de diffusion approchés. Nous avons en particulier montré que les matrices de diffusion multiespèce, obtenues en inversant les relations de Stefan-Maxwell, peuvent s'écrire sous la forme d'une série convergente de matrices symétriques. En tronquant cette série, on obtient ainsi des coefficients de diffusion approchés de précision arbitraire. Ces coefficients de diffusion approchés sont également symétriques, conservent la masse et assurent une production positive d'entropie [11] [C22].

2.1.14 Calculateurs parallèles/vectoriels et cinétique chimique complexe

Cette opération de recherche a pour objet l'utilisation optimale de l'architecture des ordinateurs parallèles/vectoriels pour le calcul des flammes. Nous avons notamment modifié la structure de bibliothèques de programmes informatiques utilisées pour l'évaluation des grandeurs aéro-thermo-chimiques dans les mélanges gazeux et une implémentation parallèle d'un code de flamme de diffusion a été réalisée [13] [A8] [A11] [C6].

2.1.15 Méthodes de continuation et flammes planes

Un calcul de limites d'extinction de flammes planes a été réalisé. Nous avons notamment confirmé numériquement l'absence de limites d'extinction absolues par enrichissement ou appauvrissement pour les flammes planes adiabatiques. Les points critiques obtenus numériquement sont des points de retournement artificiels qui ont pour origine l'épaississement des flammes dans les domaines de calcul de longueur finie [15] [C23].

2.1.16 Etude mathématique des équations des couches de choc

Cette opération de recherche a eu pour but l'analyse mathématique des équations des couches de choc autour d'un corps de rentrée. Cette étude complète les simulations numériques effectuées lors de l'action de recherche 2.1.8. En utilisant une formulation de type point fixe et le degré topologique de Leray-Schauder, nous avons établi que les modèles de couches de choc axisymétriques sont des modèles bien posés [17].

2.1.17 Flammes sphériques

Une étude analytique et numérique des flammes sphériques hydrogène-air a été réalisée. Ces flammes peuvent être observées en apesanteur. Les simulations numériques ont permis de déterminer la structure détaillée de ces flammes ainsi que leurs limites d'extinction riches et pauvres [18].

2.1.18 Algèbre linéaire pour le calcul des écoulements réactifs

Cette étude concerne les méthodes itératives utilisées pour inverser les systèmes linéaires issus de la discrétisation des équations aux dérivées partielles modélisant les écoulements réactifs. Ces systèmes sont en général creux, larges et non symétriques. Dans cette étude, nous avons testé les performances des algorithmes SOR, GMRES, RGMRES, CGS, Bi-CGSTAB, et des préconditionneurs, Gauss-Seidel, SSOR et ILU, lors de la résolution de problèmes de combustion [19] [CI8].

2.1.19 Flammes de diffusion axisymétriques

Dans cette étude, nous avons calculé des structures de flammes de diffusion méthane-air avec un code de résolution utilisant des itérations de Newton, des grilles produit-tensoriel et une formulation du type fonction de courant/tourbillon. Ces calculs ont permis une description fine de l'interaction fluide/chimie avec des applications aux modèles de flammelettes utilisés en combustion turbulente [14] [C24] [C26].

2.1.20 Algorithmes pour le transport multiespèce

Cette étude a eu pour objet la mise au point d'algorithmes itératifs pour la résolution des systèmes linéaires singuliers sous contraintes issus de la théorie cinétique des gaz et définissant les coefficients de transport.

Dans une phase préliminaire, nous avons synthétisé diverses formulations des résultats de la théorie cinétique isotrope semi-classique, i.e., semi-quantique, pour les mélanges de gaz polyatomiques, notamment celle de l'école allemande où l'on respecte les symétries naturelles mais où les calculs n'ont pas été poussés jusqu'au bout et celle de l'école américaine qui a détruit complètement les symétries naturelles des systèmes. Des espaces d'approximation variationnels réduits ont également été introduits pour tous les coefficients de transport.

La convergence d'algorithmes itératifs a ensuite été déduite directement des propriétés de l'équation de Boltzmann. En tronquant les séries convergentes correspondantes, on a ainsi obtenu des coefficients de transport approchés de précision arbitraire. Les premiers termes de ces séries fournissent notamment des formules explicites simples et précises et un livre a été écrit [L1] [21] [CI10] [CI20] [C28] [C29] [C30].

2.1.21 Flamme étirées tournantes et flamme de diffusion

Dans cette étude, on s'est intéressé à la structure et aux limites d'extinction de flamme étirées de méthane en rotation et de flamme étirées de diffusion hydrogène-air. Des comparaisons avec des résultats expérimentaux ont été effectuées et ont conduit à des accords très satisfaisants [24] [A15].

2.1.22 Méthodes itératives projetées

Lors de notre étude des algorithmes de transport approchés, nous avons été amenés à étudier en détail les méthodes itératives pour la résolution des systèmes linéaires singuliers. Nous avons en particulier introduit de nouvelles méthodes, les méthodes itératives projetées, qui ont des propriétés supérieures aux méthodes classiques pour les systèmes singuliers sous contrainte. Nous avons d'autre part obtenu une généralisation du théorème de Stein pour les matrices singulières et ainsi qu'une nouvelle démonstration d'un théorème de Keller sur les matrices convergentes [32].

2.1.23 Conductivité thermique des mélanges gazeux

Dans cette étude, nous avons introduit un cadre variationnel général qui permet l'évaluation de la conductivité thermique et des rapports de diffusion thermique d'un mélange sans nécessiter au préalable celle de la conductivité thermique partielle et celle des coefficients de diffusion thermique. Nous avons montré en particulier que les rapports de diffusion thermique peuvent être interprétés comme des multiplicateurs de Lagrange. On a étudié enfin des sous-espaces variationnels de dimension réduite pour l'évaluation de ces divers coefficients dans un mélange gazeux polyatomique [20].

2.1.24 Modélisation numérique de la chimie complexe

Dans cette étude, nous avons fait un bilan des divers algorithmes mis au point précédemment pour la simulation numérique de la chimie complexe. Cette étude de synthèse fait l'objet d'un article dans "Images des Mathématiques", "Modélisation de la Combustion", publication du CNRS destinée à la diffusion de l'information scientifique et technique [25].

2.1.25 Optimisation de l'évaluation du transport dans les flammes

Cette étude concerne l'optimisation des algorithmes de transport pour le calcul des flammes bi-dimensionnelles. Nous avons notamment étudié les rapports qualité/prix de diverses formulations introduites précédemment et mesuré les coûts de calculs correspondants [29] [C35].

2.1.26 Viscosité volumique des mélanges gazeux

Dans cette étude, on s'intéresse à des sous-espaces variationnels de dimension réduite pour l'évaluation de la viscosité volumique des mélanges gazeux polyatomiques. On montre notamment que les modes d'énergie interne sont prépondérants alors que les modes d'énergie cinétique peuvent être remplacés par une contrainte globale de conservation de l'énergie [22].

2.1.27 Coefficients de diffusion thermique pour le dépôt chimique

Cette opération de recherche a eu pour objet les coefficients de diffusion thermique dans les écoulements très dilués. Nous avons montré en particulier que les limites pour les grandes dilutions donnent de très mauvaises approximations. Nous avons d'autre part introduit de nouveaux coefficients dont l'espace variationnel d'approximation fait intervenir l'énergie totale des molécules. Ces coefficients sont précis, d'un coût moindre, et sont particulièrement intéressants pour la modélisation des réacteurs d'épitaxie [23].

2.1.28 Théorie cinétique multitempérature au voisinage de l'équilibre

Lors de cette opération de recherche, nous avons généralisé des résultats obtenus avec une seule température interne au cas où l'énergie des molécules peut être décomposée en plusieurs modes indépendants, ayant chacun leur température, au voisinage de l'équilibre thermodynamique. Pour cette nouvelle situation, nous avons de nouveau décrit la structure mathématiques des systèmes linéaires de transport et développé en série tous les coefficients de transport correspondants [26].

2.1.29 Structure générale des systèmes linéaires de transport

Dans cette étude, nous nous sommes intéressés à la structure générale des systèmes linéaires de transport issus de la théorie cinétique des gaz. Nous avons généralisés les résultats déjà obtenus lors d'une opération de recherche précédente—dans un cadre semi-classique—aux cas de la mécanique classique et de la mécanique quantique lorsque le mélange gazeux est isotrope. Nous avons ainsi considérablement étendu le domaine d'application de notre théorie algorithmique du transport [27].

2.1.30 Simulation numérique d'un réacteur d'épitaxie

Des simulations tridimensionnelles d'un réacteur de dépôt $Ga(CH_3)_3 - AsH_3$ ont été effectuées avec une chimie complexe en phase gazeuse et en phase hétérogène pour la production de l'arséniure de Gallium $GaAs$. Une formulation de type vitesse-toubillon a été utilisée pour les variables hydrodynamiques avec une discrétisation en différences finies. Divers algorithmes pour l'évaluation des coefficients de diffusion thermiques ont d'autre part été comparés [28] [CI9] [C27] [C36].

2.1.31 Les équations des couches limites symétriques

Les couches limites axisymétriques en régime stationnaire conduisent à l'étude de l'équation parabolique singulière $t\partial_t - \Delta u = f$, pour $t \in [0, T]$ et $x \in \Omega$ avec des conditions aux limites $u = g$, sur $x \in \partial\Omega$. Les conditions initiales sont obtenues en faisant formellement $t = 0$ dans ces équations. Sous des hypothèses naturelles et très générales sur les données, nous avons établi que ces équations sont bien posées [C31].

2.1.32 Épitaxie et sensibilités des réactions surfaciques

Nous avons prolongé une opération de recherche antérieure sur la simulation numérique de la croissance d'un cristal d'Arséniure de Gallium $GaAs$. Divers régimes opératoires ont été mis en évidence selon la température surfacique du cristal. Nous avons également effectué une étude de sensibilité pour le schéma réactionnel surfacique [33].

2.1.33 Stabilité asymptotique pour les mélanges gazeux réactifs

Dans cette étude, on s'est intéressé aux systèmes d'équations aux dérivées partielles modélisant les mélanges gazeux réactifs avec chimie complexe. Nous avons étudié diverses symétrisations et la mise sous forme normale. Un théorème d'existence globale autour d'états d'équilibre a ensuite été obtenu à partir des travaux de Kawashima [30] [31] [34] [C32].

2.1.34 La librairie eglib.f

Lors d'études précédentes sur le transport multiespèce nous avons obtenu des formules analytiques précises pour tous les coefficients de transport des mélanges gazeux polyatomiques. Nous avons donc réalisé une librairie d'écriture automatique pour les coefficients de transport qui est distribuée à tous les utilisateurs universitaires. Des renseignements sur cette librairie peuvent être obtenus sur le serveur <http://www.cmap.polytechnique.fr/www.eglib/>. Les algorithmes correspondants sont présentés dans diverses publications [42] [CI11] [CI12] [C38] [C40].

2.1.35 Analyse mathématique des flammes planes avec chimie complexe

L'existence de solutions aux équations modélisant les flammes planes avec chimie complexe a été obtenue. Le modèle considéré est celui obtenu à partir de la théorie cinétique des mélanges gazeux réactifs. Nous avons notamment tenu compte du transport multiespèce et d'une cinétique chimique composée d'un nombre arbitraire de réactions réversibles [35] [38] [CI13] [C37] [C41].

2.1.36 Mélanges hors équilibre vibrationnel

Nous nous sommes intéressés aux mélanges en déséquilibre vibrationnel total. Le déséquilibre vibrationnel est présent dès l'ordre zéro du développement de Enskog et pour tous les niveaux d'énergie vibrationnels. Après avoir obtenu les équations macroscopiques à partir des équations de Boltzmann réactives, nous avons obtenu un résultat d'existence local [36].

2.1.37 Allumage des flammes sphériques

Cette opération de recherche a été consacrée à l'étude d'un modèle de flamme sphérique établi par Guy Joulin. L'équation qui gouverne la position du front de flamme est une équation integro-différentielle faisant intervenir la dérivation d'ordre un demi. Des techniques spécifiques ont dû être développées pour l'existence de solution ainsi que pour l'existence d'un seuil d'énergie pour la propagation du front [37].

2.1.38 Boltzmann réactif avec équilibre chimique

Dans cette opération de recherche, nous nous sommes intéressés au régime d'équilibre chimique dans les équations de Boltzmann. Partant des équations de Boltzmann réactives, nous avons utilisé le développement de Enskog pour obtenir les équations macroscopiques correspondantes. On retrouve les mêmes équations et flux que dans le régime des réactions lentes dans lesquelles on impose ensuite l'équilibre chimique macroscopique, mais pas les mêmes coefficients de transport [39].

2.1.39 Flamme axisymétriques de type Bunsen

Dans cette opération de recherche, nous avons calculé l'impact de la diffusion thermique des espèces—la diffusion de masse due aux gradients de température—sur les structures de flammes axisymétriques de type Bunsen dont la chimie est complexe. Nous avons notamment calculé des structures de flammes hydrogène-air pauvres et riches ainsi que des structures de flammes méthane-air [40] [A17] [C39].

2.1.40 Diffusion thermique dans les flammes

L'étude de l'impact de la diffusion thermique—la diffusion des espèces chimiques due aux gradients de température—a été poursuivie. On s'est intéressé notamment à la structure et aux limites d'extinction de flammes planes et de flammes étirées symétriques d'hydrogène-air et de méthane-air [41].

2.1.41 Mélanges gazeux à l'équilibre chimique local

La structure mathématique des équations des mélanges qui sont localement à l'équilibre chimique a été analysée. Les équations de conservation correspondantes traduisent la conservation des éléments chimiques, de la quantité de mouvement et de l'énergie. On s'est notamment intéressé à la symétrisation des équations et à divers résultats d'existence de solutions. Ces résultats constituent un chapitre d'un livre sur la modélisation des mélanges gazeux [L2].

2.1.42 Modélisation des mélanges gazeux

Un bilan assez complet de nos connaissances sur de la modélisation des mélanges gazeux réactifs a été effectué et a donné lieu à la publication d'un livre. Cet ouvrage présente nos recherches physiques, mathématiques et numériques sur ce sujet [L2] [A21] [A22] [CI14] [CI15] [CI16] [CI17] [CI18] [CI21] [CI22] [CI23] [C42] [C44] [C47].

2.1.43 Combustion de brouillards de gouttelettes

Dans cette opération de recherche, on s'intéresse à la structure de flammes étirées diphasiques obtenues en brûlant un brouillard de gouttelettes. Ces flammes conduisent à de très nombreux problèmes physiques, mathématiques et numériques. Diverses représentations de la fonction de distribution des gouttes, qui est régie par une équation de type Boltzmann, ont été étudiées [A18] [A20] [CI19] [C43] [C48].

2.1.44 Écoulements à l'équilibre chimique partiel

La simplification des schémas réactionnels présente un intérêt considérable pour de nombreuses applications. Dans cette opération de recherche, on a analysé la structure mathématique du système d'équations aux dérivées partielles obtenu lorsque l'on suppose un équilibre chimique partiel des réactions. On s'est intéressé notamment à la thermochimie, à la symétrisation des équations, à divers résultats d'existence de solutions [44].

2.1.45 Effet Soret dans les flammes diphasiques

Les écoulements diphasiques sont régis par les équations des mélanges gazeux réactifs couplés à des équations de type Boltzmann qui régissent les fonctions de distribution des gouttes. Nous nous sommes intéressés à la structure et aux limites d’extinction des flammes étirées obtenues par la combustion d’un brouillard de gouttelettes et à l’impact du transport multiespèce et de l’effet Soret. L’effet Soret intervient en phase gazeuse ainsi que dans les phénomènes d’évaporation [43] [C46] [C52].

2.1.46 Méthode des éléments finis

La méthode Streamline–diffusion est une méthode d’éléments finis couramment utilisée en mécanique des fluides. Cette méthode a été adaptée au cas des écoulements réactifs à faible nombre de Mach. L’absence de principe du maximum de ces méthodes, notamment sur les maillages triangulaires, a nécessité l’introduction de diffusion ‘crosswind’. Nous avons ainsi simulé numériquement des flammes de type Bunsen avec une cinétique chimique monoréactionnelle [45] [C45] [C50].

2.1.47 Théorie cinétique des écoulements réactifs

Dans cette étude, nous nous sommes intéressés aux divers régimes possibles pour les équations des mélanges gazeux issues de la théorie cinétique des gaz réactifs. Les divers ordres de grandeur des termes de production d’entropie ont été mis en évidence. Les liens entre les systèmes d’équations aux dérivées partielles modélisant les différents régimes ont été précisés [46] [C56] [C57].

2.1.48 Simulation numérique directe de l’évaporation de brouillards

Un logiciel de simulation numérique directe d’écoulements réactifs à faibles nombres de Mach a été couplé à un module de suivi de gouttelettes dans un domaine bi-périodique. Nous avons ainsi simulé numériquement l’évaporation d’un brouillard de gouttelettes dans un mélange turbulent. Nous avons notamment montré qu’en deux dimensions d’espace les gouttes ont tendance à se concentrer hors des structures tourbillonnaires ce qui conduit à un ralentissement du processus d’évaporation [A19] [C49].

2.1.49 Théorie cinétique des mélanges partiellement ionisés

On s’intéresse à la modélisation physique des plasmas multiespèces dissipatifs dans le cadre de la théorie cinétique des gaz. Nous avons écrit les lois de conservation, les relations thermodynamiques, les flux de transport, et les taux de production chimiques. Nous nous sommes également intéressés à la définition et aux propriétés des coefficients de transport ainsi qu’à la structure des systèmes linéaires de transport correspondants. Il faut noter ici que la présence d’un champ magnétique complique considérablement la structure des flux dissipatifs qui deviennent anisotropes. La diffusion des espèces, par exemple, s’effectue différemment selon l’alignement des gradients avec le champ magnétique [47].

2.1.50 Stabilité asymptotique pour les plasmas ambipolaires

L'approximation ambipolaire est couramment utilisée dans la modélisation des plasmas dissipatifs multiespèces. Dans cette approximation les équations qui régissent l'écoulement peuvent être symétrisées et nous avons établi des théorèmes d'existence globale autour d'états d'équilibre ainsi que leur stabilité asymptotique. Nous avons également démontré que ces solutions ont une limite lorsque la masse de l'électron tend vers zéro [49] [C54].

2.1.51 Flamme de type Bunsen sur des maillages non structurés

La nouvelle méthode Streamline–diffusion adaptée au cas des écoulements réactifs à faible nombre de Mach, mise au point dans une opération de recherche précédente, a été appliquée avec succès aux flammes de type Bunsen dont la chimie est complexe. Nous avons ainsi simulé numériquement des flammes d'hydrogène et de méthane avec des cinétiques chimiques et des modèles de transport détaillés en utilisant les outils d'estimation d'erreur à posteriori pour l'adaptation des maillages [48].

2.1.52 Problème de Cauchy pour les plasmas dissipatifs

Les équations générales des plasmas dissipatifs comportent de nombreuses difficultés. Ces difficultés sont notamment dues aux flux de transport qui diffèrent selon l'orientation des gradients par rapport aux champs magnétique. Il y a par exemple cinq viscosités de cisaillement différentes. La structure du système d'équations aux dérivées partielles correspondant sort du cadre établi dans les opérations de recherche précédentes. Nous avons toutefois établi que le problème de Cauchy pour les plasmas dissipatifs monotempératures les plus généraux est bien posé localement en temps au moyen de symétrisations partielles [50] [51] [C51].

2.1.53 Combustion dans les propulseurs d'Ariane

Les propulseurs à poudre d'Ariane sont une source de problèmes mathématiques, physiques et numériques. On s'est intéressé à la structure de flammes monodimensionnelles comportant une phase solide et une phase gazeuse. Les simulations numériques effectuées ont permis de mettre en évidence une structure multiéchelle ainsi que des limites d'extinction à basse pression [53] [C53].

2.1.54 Entropies d'ordre supérieur pour les fluides incompressibles

Les entropies d'ordre supérieur sont des estimateurs d'entropie cinétique pour les modèles fluides. Ces grandeurs sont suggérées par la théorie cinétique des gaz et par la méthode de Bernstein. Les entropies d'ordre supérieur sont quadratiques en les dérivées de la température T et la vitesse v avec des coefficients dépendants de T . Nous avons établi qu'elles satisfont à des principes entropiques lorsque $\|\log T\|_{BMO}$ et $\|v/\sqrt{T}\|_{L^\infty}$ sont assez petites, pourvu que la dépendance en la température de la conductivité thermique et de la viscosité soit celle de la théorie cinétique. On obtient dans cette situation de nouvelles estimations a priori pour des fluides incompressibles [52] [54] [C59].

2.1.55 Combustion des propergols solides

La combustion des propergols solides est une source de problèmes mathématiques, physiques et numériques. Nous avons passé en revue différents problèmes issus des modèles de combustion comprenant une phase solide et une phase gazeuse comme dans les propulseurs P230 de la fusée Ariane [55] [C60].

2.1.56 Entropies d'ordre supérieur et faibles nombres de Mach

Nous avons étudié les développements asymptotiques multiéchelles des entropies d'ordre supérieur pour les faibles nombres de Mach et de Knudsen pour des modèles incompressibles. Nous avons notamment renforcés les théorèmes de stabilité asymptotique lorsque les nombres de Mach et de Knudsen tendent vers zero [56].

2.1.57 Impact de la viscosité volumique

L'approximation de Stokes est couramment utilisée pour la modélisation des fluides compressibles. Cette hypothèse consiste à négliger la viscosité volumique κ en supposant que le rapport κ/η est petit devant l'unité, η désignant la viscosité de cisaillement. La théorie cinétique et les mesures expérimentales indiquent pourtant que ce rapport κ/η est toujours d'ordre unité—voire plus grand—pour les gaz polyatomiques, qui sont les gaz les plus importants. Une analyse des équations fluides montre que le succès de l'approximation de Stokes—qui est totalement erronée—est du en fait à la structure du terme $\nabla \cdot ((\kappa \nabla \cdot v)I)$ notamment pour les faibles Mach. Nous nous sommes donc intéressés à l'impact de la viscosité volumique lors de l'interaction entre une onde de choc et une bulle d'hydrogène. La théorie et les simulations numériques démontrent l'importance de la viscosité volumique pour les écoulements rapides [57] [CI25] [C58] [C61] [C68] [C69] [C70].

2.1.58 Entropies d'ordre supérieur pour les fluides compressibles

Dans cette étude, nous avons généralisé aux fluides compressibles les estimateurs d'entropie cinétique introduits précédemment dans un cadre incompressible. Les entropies d'ordre supérieur correspondantes comprennent des termes déjà mis en évidence lors d'une recherche antérieure, plus de nouveaux termes associés aux variables hyperboliques. On s'est intéressé aux principes entropiques correspondants pour des fluides compressibles dont la viscosité volumique et la viscosité de cisaillement et la conductivité thermique dépendent de la température selon la théorie cinétique des gaz [58].

2.1.59 Persistance de l'entropie de Boltzmann dans les modèles fluides

Dans cette opération de recherche, nous avons réalisé une analyse asymptotique des entropies d'ordre supérieur des fluides compressibles pour les faibles nombres de Mach et de Knudsen. Il faut également noter que si le nombre de Reynolds est fini, les nombres de Knudsen et de Mach sont du même ordre asymptotique. Cette étude établit la validité de principes entropiques d'ordre supérieurs pour les faibles nombres de Mach et de Knudsen de telle sorte que l'on peut parler de persistance de l'entropie de Boltzmann au niveau macroscopique [59] [CI28] [CI31] [CI34].

2.1.60 Théorie cinétique des mélanges partiellement ionisés

Nous nous sommes intéressés à la théorie cinétique des mélanges gazeux réactifs faiblement ionisés soumis à de forts champs magnétiques, prolongeant une opération de recherche antérieure. De nouvelles propriétés de symétries des coefficients de transport perpendiculaires et transverses au champ magnétique ont été établies. Les systèmes linéaires de transport associés à tous les coefficients ont été évalués et leur structure mathématique mise en évidence [60]. Des simulations numériques concernant de l'air faiblement ionisé à 10000 K ont été réalisées [60].

2.1.61 Méthodes itératives pour des systèmes linéaires complexes

La structure mathématique des systèmes linéaires dont la résolution fournit les coefficients de transport dans un plasma monotempérature a été obtenue dans des opérations de recherche antérieure. Les matrices de ces systèmes linéaires—lorsque qu'on les écrit avec soin—sont symétriques, singulières, et complexes, la partie imaginaire s'annulant avec le champ magnétique. La convergence d'algorithmes itératifs standards et des méthodes de résidus orthogonaux a été établie. Les premiers itérés fournissent généralement de très bonnes approximations des coefficients de transport pour des coûts de calcul modestes [61].

2.1.62 Effet Soret dans les suies

On s'est intéressé à l'impact de la diffusion multiespèce et de la diffusion thermique, c'est à dire la diffusion des espèces chimiques due aux gradients de température, sur la concentration des suies dans des flammes d'éthylène. Des simulations numériques de flammes étirées et de flammes de diffusion laminaires axisymétriques ont été réalisées avec une chimie détaillée à 66 espèces. Le modèle de suies est un modèle sectionnel de sphéroïdes qui comporte 20 sections dont les masses sont réparties logarithmiquement. Pour chaque section, on tient compte de la coalescence, de la croissance de surface, et de l'oxydation des suies. La plus petite section est alimentée par la chimie des composés aromatiques. On a tenu compte également des pertes thermiques par rayonnement ainsi que des effets thermophorétiques. Pour certaines concentrations d'éthylène, la distribution des suies est quantitativement et *qualitativement* différente lorsque l'on tient compte de l'effet Soret pour les précurseurs des suies, en accord avec les mesures expérimentales [A23] [C62] [C63] [C64].

2.1.63 Équations de Saint-Venant des films minces

La fabrication du verre plat est couramment effectuée en étirant un film de verre chaud flottant sur de l'étain fondu. Le film de verre est progressivement refroidi, soulevé puis se solidifie, et on peut ainsi fabriquer des vitres en continu. Afin de modéliser ces films de verre, on utilise les équations de Saint-Venant avec une température variable. La température est fondamentale dans ces modèles car la viscosité du verre dépend exponentiellement de la température. Avec Monsieur Binh Tran de la société Saint-Gobain nous avons analysé la structure mathématique des équations de Saint-Venant avec température variable qui ne semblent pas avoir été étudiées et un article a été publié [62].

2.1.64 Transport Multiespèce dans les mélanges partiellement ionisés

Les simulations numériques montrent que les développements asymptotiques classiques des matrices de diffusion introduits lors d'opérations de recherche précédentes convergent plus lentement lorsque le degré d'ionisation augmente. Les systèmes linéaires de transport correspondants, qui sont des systèmes symétriques singuliers sous contrainte, ont donc été reformulés de façon *plus singulière*. Ces écritures plus singulières sont obtenues grâce à des développements d'inverses généralisés en produits tensoriels de directions conjuguées dans les cadres réel et complexe. Nous avons ainsi obtenu de très bons taux de convergence pour tous les degrés d'ionisation et indépendamment de l'intensité du champ magnétique. Des simulations numériques pour de l'air à haute température avec un mélange à onze espèces N_2 , O_2 , NO , N , O , N_2^+ , O_2^+ , NO^+ , N^+ , O^+ , et e^- ont été réalisées pour tester la précision de nombreux coefficients approchés, notamment les matrices de diffusion d'ordre supérieur, les vitesses de diffusion, et les conductivités thermiques parallèles, orthogonales et transverses au champ magnétique. Ces travaux ont conduit à deux publications ainsi qu'à plusieurs conférences [63] [64] [CI24] [CI26] [CI29] [C66] [C67] [C68] [C70].

2.1.65 Modélisation des flammes planes transcritiques

Les fluides supercritiques interviennent notamment dans les moteurs de la fusée Ariane. Pour de tels fluides, on ne peut plus distinguer d'état liquide et gazeux et il n'existe plus qu'un seul état de type fluide. On s'est intéressé à la thermodynamique des états supercritiques, à la structure des termes sources chimiques à hautes pressions et au transport multiespèce dans les mélanges non idéaux. Le modèle de fluide dense obtenu a été utilisé pour calculer des structures de flammes planes transcritiques H_2 -Air et H_2 - O_2 . Nous avons notamment étudié l'influence des non idéalités sur les structures de flammes, étudié les limites de flammabilité et ces travaux ont fait l'objet d'une publication [65] [C65].

2.1.66 Stabilité des flammes de combustibles solides

Les combustibles solides interviennent dans les propulseurs de la fusée Ariane. Nous nous sommes intéressés à la stabilité des flammes de combustibles solides dont la cinétique chimique est complexe. Une nouvelle thermodynamique de la phase solide et de nouvelles lois d'interface ont été introduites et ces travaux ont fait l'objet d'une publication [66] [C71] [C73].

2.1.67 Structure mathématique de la thermochimie supercritique

On s'est intéressé à la structure mathématique de la thermodynamique des états supercritiques et à sa définition à partir d'une loi de pression. On s'est également intéressé à la structure des termes sources chimiques dérivés de la mécanique statistique hors équilibre et à la notion d'équilibre chimique à haute pression. Une différence fondamentale avec le cas des gaz parfaits est l'apparition d'instabilités thermodynamiques conduisant à des séparations entre phases, en accord avec les observations expérimentales [67].

2.1.68 Relaxation de l'énergie interne et viscosité volumique

Nous nous sommes intéressés à la relaxation de l'énergie interne et à la notion de viscosité volumique pour des modèles multi-températures issus de la théorie cinétique. Le coefficient de viscosité volumique, absent des modèles hors-équilibre thermodynamique, réapparaît dans un régime de relaxation. Des simulations de type Monté-Carlo des fluctuations d'un gaz régi par les équations de Boltzmann et possédant des degrés de liberté internes ont été réalisées. Ces calculs montrent que lorsque le temps de relaxation de l'énergie interne est lent, seul le modèle macroscopique à deux températures décrit correctement le fluide. Par contre, si le temps de relaxation est assez rapide, alors les fluctuations sont correctement décrites avec un modèle macroscopique mono-température incluant un terme de viscosité volumique [68] [C69] [C70] [C72].

2.1.69 Flamme étirée transcritiques

La combustion du moteur Vulcain d'Ariane fait intervenir des flammes de diffusion turbulentes stationnaires transcritiques. La compréhension de ces flammes nécessite de connaître l'influence de l'étirement sur une structure de flamme à contre courant. De telles flammes sont étudiées en France sur le banc expérimental MASCOTTE à l'ONERA. Dans cette opération de recherche, on a étudié la structure et les limites d'extinction des flammes étirées de diffusion H_2-O_2 transcritiques. On s'est aussi intéressé aux écoulements à contre courant de fluides presque non miscibles comme l'hydrogène et l'oxygène suffisamment froids [69] [C74].

2.1.70 Modélisation des mélanges gazeux

Un article de synthèse sur les résultats récents concernant les mélanges gazeux réactifs a été publié. On y précise leur dérivation à partir de modèles cinétiques, leur structure mathématique, divers résultats d'existence de solutions pour le problème de Cauchy, l'existence de solutions de type ondes, et les méthodes numériques pour prendre en compte les aspects complexes des mélanges. On y mentionne aussi divers problèmes conduisant à des systèmes d'équations aux dérivées partielles ayant une structure analogue—notamment les couches minces visqueuses et les écoulements à l'équilibre chimique—ainsi que des problèmes ouverts [70] [CI27] [CI30] [CI32] [CI33].

2.1.71 Structure mathématique des équations des fluides supercritiques

Les systèmes d'équations aux dérivées partielles qui régissent les fluides supercritiques sont des systèmes dissipatifs du second-ordre hyperboliques-paraboliques *localement* symétrisables et définis sur des ouverts qui ne sont pas convexes à cause d'instabilités thermodynamiques. On peut toutefois obtenir l'existence locale de solutions et la stabilité des états d'équilibre. On s'est également intéressé à la structure mathématique de ces systèmes aux points d'instabilité thermodynamique. En ces points d'instabilité, les systèmes conservent en partie des propriétés d'hyperbolicité et de parabolicité, mais la condition de couplage de Shizuta-Kawashima, qui assure habituellement que toutes les ondes de la partie hyperbolique sont atténuées, n'est plus vérifiée [71] [CI36] [CI39] [C76] [C77] [C81].

2.1.72 Structure des entropies pour les fluides dissipatifs réactifs

Dans cette opération de recherche, on s'est intéressé à la structure des entropies mathématiques pour les systèmes d'équations aux dérivées partielles régissant les fluides multispèces dissipatifs réactifs. Nous avons obtenu la forme générale des entropies compatibles avec la structure hyperbolique sous une hypothèse de non dégénérescence de la thermodynamique. Nous avons ensuite établi l'unicité à une transformation affine près des entropies compatibles avec la structure hyperbolique-parabolique et indépendantes des coefficients de diffusion de masse et de chaleur [72].

2.1.73 Couplage fluide-structure-chimie pour les combustibles solides

Nous nous sommes intéressés aux flammes instationnaires de combustibles solides intervenant dans le moteur d'Ariane. La phase solide est thermoélastique, la phase gazeuse est régie par les équations des mélanges gazeux réactifs compressibles et des réactions chimiques complexes ont également lieu à l'interface. Les diverses grandeurs mécaniques sont représentées dans le repère du laboratoire après un changement de coordonnées assurant que l'interface solide-fluide est fixe. Ce modèle permet notamment la propagation d'ondes acoustiques dans le mélange gazeux et d'ondes élastiques dans le solide a été ensuite étudiée numériquement [73] [C73].

2.1.74 Relaxation de l'énergie vibrationnelle pour les mélanges H/H₂

Nous avons étudié la relaxation de l'énergie vibrationnelle et la viscosité volumique pour des mélanges gazeux H/H₂ dans un cadre cinétique. Nous avons considéré un régime où les échanges d'énergie de rotation sont rapides et ceux d'énergie de vibration sont plus lents. Dans ce régime à deux températures, seule la viscosité volumique de rotation apparaît. Lorsque les échanges d'énergie vibrationnelle sont plus rapides, dans un régime de relaxation, afin de retrouver la viscosité volumique bi-mode de l'équilibre thermodynamique, il est nécessaire de sommer la viscosité volumique de rotation, celle de vibration, la pression de relaxation et la perturbation du terme d'échange d'énergie. Afin de tester la validité de ce modèle asymptotique, tous les modes quantiques de rotation-vibration de la molécule de H₂ ont été calculés ainsi que les taux d'échange entre ces états lors de collisions avec la molécule H. La théorie de relaxation donne de bons résultats seulement pour des températures modérées car la rotation des molécules de H₂ est relativement lente [74] [CI35] [C75] [C83].

2.1.75 Modélisation des mélanges fluides

Scholarpedia est une encyclopédie du type *Wikipedia* mais dont les articles sont écrits par des spécialistes et sont également signés. Les articles doivent être concis et donner les références les plus importantes aux lecteurs voulant approfondir le sujet. A l'invitation de *Scholarpedia* j'ai rédigé un article sur la modélisation des mélanges fluides [75]. Ces travaux sur les mélanges gazeux et le transport multispèce issus de la théorie cinétique ont également fait l'objet de conférences [A28] [CI40] [CI43] [C82] [C85].

2.1.76 Ionisation dans les jets

Les jets des moteurs fusées génèrent des plasmas dans l'atmosphère et la haute atmosphère. Nous nous sommes intéressés à la modélisation et la simulation numérique de ces plasmas. On a utilisé à cette fin un modèle de diffusion ambipolaire et une chimie complexe d'ionisation par des sels de potassium, de sodium et de chlore. Les schémas numériques et les matrices jacobiniennes ont dû être adaptés pour garantir la contrainte de conservation de la charge électrique et ces travaux ont conduit à une publication [76].

2.1.77 Recombineurs catalytiques d'hydrogène

Lors d'une crise majeure dans un réacteur nucléaire, de l'hydrogène est produit et stocké dans la cuve de confinement. Afin d'empêcher cet hydrogène de s'enflammer, voire de détonner, des recombineurs catalytiques passifs sont installés dans les cuves. Ces recombineurs transforment l'hydrogène en vapeur d'eau à température ambiante grâce à des réactions surfaciques catalysées par le platine et le palladium. Un modèle bidimensionnel avec une chimie complexe en phase gazeuse et en phase hétérogène a été utilisé pour étudier l'effet d'appauvrissement en oxygène sur le fonctionnement des recombineurs et les comparaisons expérimentales sont par ailleurs très satisfaisantes [77].

2.1.78 Structure mathématique des modèles fluides multi-températures

Nous avons étudié la structure hyperbolique-parabolique des systèmes d'équations aux dérivées partielles régissant des fluides multi-températures. Nous avons analysé dans un cadre mathématique diverses propriétés de symétrisation ainsi que le développement de Chapman-Enskog des solutions lorsque les échanges d'énergie sont rapides en collaboration avec Wen An Yong de l'Université de Tsinghua à Beijing. La méthode de Chapman-Enskog a été généralisée aux systèmes hyperboliques-paraboliques et les propriétés dissipatives du système régissant la variable lente à l'équilibre sont alors issues des termes convectif hors équilibre perturbés ainsi que des termes dissipatifs hors équilibre. En particulier, pour les écoulements mono-température, la viscosité volumique est issue des termes convectifs hors équilibre perturbés et la viscosité de cisaillement est directement héritée du tenseur visqueux hors équilibre [78] [86] [CI41] [CI48] [C83].

2.1.79 Analyse asymptotique des fluides multi-températures

Nous avons poursuivi notre étude des fluides à deux températures effectuée dans des opérations de recherche précédentes. Nous avons obtenu l'existence de solutions locales pour des échanges d'énergie rapide et des termes dissipatifs tendant vers zéro avec des données bien préparées. Nous avons également démontré rigoureusement la convergence asymptotique vers des modèles à une seule température avec apparition d'un terme de viscosité volumique lorsque les échanges d'énergie sont rapides [79] [CI41] [CI42].

2.1.80 Hydrodynamique à deux vitesses

Dans cette opération de recherche, nous nous sommes intéressés à l'existence de solutions faibles globales en temps aux équations de la mécanique des fluides dans la limite des faibles nombres de Mach et avec des conditions aux limites périodiques. Ces recherches ont été effectuées en collaboration avec Didier Bresch de l'Université de Savoie et Ewelina Zatorska de l'Imperial College. De nouvelles entropies mathématiques ont été introduites et conduisent à une hydrodynamique à deux vitesses [80].

2.1.81 Solutions faibles pour les fluides réactifs stationnaires

Dans cette opération de recherche, nous avons établi l'existence de solutions faibles aux équations des mélanges isomasses réactifs [81]. Ces recherches ont été effectuées en collaboration avec Milan Pokorný de la Charles University de Prague et Ewelina Zatorska de l'Imperial College. Nous avons utilisé notamment des études antérieures de P.L. Lions, E. Feireisl, Mucha et Pokorný, et Novotný et Pokorný concernant la définition de solutions faibles pour des fluides monoespèces. Les principales difficultés proviennent de la forme complexe de l'estimation entropique pour les mélanges et nécessitent des modifications importantes pour la construction des solutions [81].

2.1.82 Interfaces diffuses et fluides transcritiques

Les modèles d'interface diffuse sont couramment utilisés pour la simulation des fluides diphasiques dans le régime souscritique. Dans le domaine supercritique il n'y a plus bien sûr d'interfaces réelles et elles sont remplacées par des zones de forts gradients de la densité volumique. Les modèles d'interface diffuse peuvent donc être avantageusement utilisés pour la simulations de fluides traversant la frontière critique. Nous nous sommes ainsi intéressés aux modèles du type second gradient de Van der Waals/Korteweg transcritiques. Nous avons simulé des fronts d'évaporation d'oxygène ainsi que des flammes entre de l'oxygène froid et dense et de l'hydrogène de type gazeux avec des modèles de type Van der Waals/Korteweg. Ces modèles ont nécessité une reformulation 'thermodynamique' des flux multiespèces ainsi que la prise en compte de la condensation de la vapeur d'eau au contact de l'oxygène liquide [82] [CI47] [C86].

2.1.83 Relaxation d'une population d'états quantiques

Nous nous sommes intéressés à la relaxation d'une population complète d'états quantiques d'un mélange de gaz polyatomiques. Chaque état quantique est considéré comme une pseudo-espèce indépendante et le modèle fluide correspondant n'a pas de terme de viscosité volumique. Dans un régime de relaxation, nous avons obtenu une estimation des écarts à l'équilibre de la population. Ces estimations sont pleinement compatibles avec les formules de viscosité volumiques des mélanges à l'équilibre. Ces résultats ont été appliqués à de l'hydrogène dans de l'Helium en tenant compte des 301 états quantiques de la molécule H_2 [A26] [C84].

2.1.84 Modélisation mathématique des mélanges réactifs

Yoshikazu Giga et Antonín Novotný dirigent la rédaction d'une l'encyclopédie intitulée *Handbook of Mathematical Analysis in Mechanics of Viscous Fluids* qui sera publiée chez Springer. À leur invitation, j'ai rédigé un chapitre de synthèse sur la modélisation mathématique des mélanges fluides réactifs intitulé *Solutions for models of chemically reacting mixtures* [83]. Une publication clarifiant les liens entre la structure symétrisable des systèmes d'équations aux dérivées partielles des mélanges fluides et leur origine cinétique a également été écrite [A28]. Ces travaux mathématiques sur les mélanges gazeux et le transport multiespèce ont également fait l'objet de diverses conférences [CI37] [CI38] [CI45] [C79] [C80].

2.1.85 Relaxation pour une chimie rapide

Nous nous sommes intéressés à la relaxation des fluides réactifs lorsque les temps chimiques tendent vers zéro. Nous avons obtenu des théorèmes d'existence indépendamment des temps chimiques et nous avons établi la convergence vers un modèle fluide à l'équilibre chimique. Ces fluides à l'équilibre ont pour inconnues les densités atomiques, la quantité de mouvement et l'énergie. Ils sont couramment utilisés car ils conduisent à une importante réduction du nombre d'inconnues lorsque l'on remplace les densités des espèces par les densités atomiques. La difficulté principale revient à estimer des composantes rapides et lentes par rapport à une variété lente d'un système hyperbolique-parabolique. Nous avons obtenu des résultats d'existence locaux en temps et globaux autour d'états d'équilibre en généralisant la théorie de Kawashima au cas des systèmes raides [84] [CI44] [CI50] [C87].

2.1.86 Modélisation cinétique de l'adsorption

La chimie de surface est d'un intérêt fondamental pour de nombreuses applications comme la rentrée atmosphérique, la combustion, la dépollution, la catalyse, la corrosion, la condensation/évaporation ou le dépôt chimique. La modélisation à l'échelle moléculaire est très développée ainsi que celle à l'échelle fluide. Dans cette opération de recherche nous nous sommes intéressés à une échelle mésoscopique, c'est-à-dire à une modélisation *cinétique*. Nous avons introduit un modèle cinétique de l'adsorption en tenant compte pour la première fois de la *chimisorption*. L'interaction complexe entre une molécule gazeuse et un cristal est modélisée par un potentiel du au cristal *fixe* et par des collisions avec un gaz de phonons. Le modèle comprend deux équations cinétiques régissant les particules du gaz/physisorbat et celles du chimisorbat. Un terme de collision réactif régit le phénomène de chimisorption et les termes de collision ont été simplifiés en supposant les phonons à l'équilibre. Nous avons établi que la production d'entropie cinétique est positive et réalisé une étude asymptotique pour un changement d'échelle fluide. Nous avons obtenu la structure du physisorbat et du chimisorbat et retrouvé les conditions aux limites fluides classiques pour les phénomènes d'adsorption. A l'équilibre entre gaz/physisorbat et chimisorbat on retrouve les isothermes de Langmuir [A29] [C88].

2.1.87 Couches de mélanges au voisinage d'instabilités thermodynamiques

La thermodynamique des mélanges nonidéaux montre qu'il existe des états instables où le Hessien de l'entropie perd sa signature habituelle. Ces instabilités peuvent être de type thermique, mécanique ou chimique. Au voisinage des ces limites de stabilité thermodynamiques de type chimique, les composants d'un mélanges sont proches de la non miscibilité. Dans cette action de recherche, nous avons étudié des couches de mélange au voisinage de limites de stabilité thermodynamique de type chimique en utilisant des modèles de transport idéaux et non idéaux. À la limite de stabilité thermodynamique de type chimique, la diffusion disparaît. Les simulations numériques montrent que les modèles de diffusion idéaux sont inaptes à décrire la physique de la diffusion au voisinage des points d'instabilités. Les applications sont fondamentales avec par exemple les mélanges méthane/oxygène froids dans les moteurs à haute pression [85] [C78].

2.1.88 Cellules photo-voltaiques et couches de silicium

Une collaboration avec le laboratoire PICM *Physique des Interfaces et Couches Minces* est en cours dans le cadre d'une thèse co-encadrée. Cette thèse concerne la simulation numérique du dépôt de silicium lors de la fabrication de cellules photovoltaïques. L'enjeu environnemental est très important et les réacteurs de dépôt font notamment intervenir des cinétiques chimiques complexes pour la décomposition du Silane SiH_4 et la formation de chaînes Si_nH_m , l'ionisation des espèces, les déséquilibres thermodynamiques, et des champs électriques rapidement oscillants. Une dérivation complète des équations à partir de la théorie cinétique des gaz a été obtenue. Le modèle a été couplé à une équation cinétique décrivant les poussières de silanes qui a été discrétisée par une méthode sectionnelle. Les simulations numériques de réacteurs avec une chimie complexe et avec les poussières ont été réalisées [A30] [C89].

2.1.89 Transport multiespèce dans les flammes à haute pression

Le transport multiespèce intervient dans de très nombreux domaines scientifiques et industriels. Nous avons écrit un article de synthèse sur la diffusion dans les mélanges réactifs à haute pression. Les effets des non idéalités sont fondamentaux en particulier en présence d'instabilités thermodynamiques. Cet article de synthèse s'intéresse également aux modèles traversant les instabilités, notamment les modèles d'interfaces diffuses qui passent continuellement d'un régime souscritique à un régime supercritique [A27] [87] [CI49] [CI52]

2.1.90 Couches initiales pour les fluides multi-températures

Nous avons poursuivi notre étude des fluides à deux températures effectuée dans des opérations de recherche précédentes. Nous avons obtenu des résultats d'existence de solutions régulières pour le cas de données initiales mal préparées, en utilisant des développements en temps multi-échelles. Ces développements contiennent notamment des correcteurs de couches initiales décroissant rapidement vers zéro. Les démonstrations diffèrent entièrement du cas où les données initiales sont bien préparées et ces résultats justifient de nouveau l'apparition d'un terme de viscosité volumique et un article est en cours de finalisation [88] [CI51].

3. PRODUCTION SCIENTIFIQUE

3.1. LIVRES AVEC COMITÉ DE LECTURE

- [L1] A. Ern and V. Giovangigli, *Multicomponent Transport Algorithms*, Lecture Notes in Physics, New Series “Monographs”, **m 24**, 1994.
- [L2] V. Giovangigli, *Multicomponent Flow Modeling*, Birkhäuser Boston, MESST Series, 1999.

3.2 REVUES SCIENTIFIQUES AVEC COMITÉ DE LECTURE

- [1] V. Giovangigli, *Aspects mathématiques d’un modèle de flamme simple*, Comptes Rendus de l’Académie des Sciences, Série II, **294**, 1982, p. 1061–1064.
- [2] V. Giovangigli and S. Candel, *Extinction Limits of Catalyzed Stagnation Point Flow Flames*, Comb. Sci. and Tech., **48**, 1986, p. 1–30.
- [3] V. Giovangigli and M. Smooke, *Extinction Limits for Premixed Laminar Flames in a Stagnation Point Flow*, J. Comp. Phys., **68**, 1987, p. 327–345.
- [4] V. Giovangigli and M. Smooke, *Extinction Limits of Strained Premixed Laminar Flames with Complex Chemistry*, Comb. Sci. and Tech., **53**, 1987, p. 23–49.
- [5] N. Darabiha, S. Candel, V. Giovangigli and M. Smooke, *Extinction of Strained Premixed Propane-Air Flames with Complex Chemistry*, Comb. Sci. and Tech., **60**, 1988, p 267–284.
- [6] V. Giovangigli and M. Smooke, *Adaptive Continuation Algorithms with Application to Combustion Problems*, Appl. Numer. Math., **5**, 1989, p 305–331
- [7] V. Giovangigli, *Non Adiabatic Plane Laminar Flames and their Singular Limits*, SIAM J. on Mathematical Analysis, **21**, 1990, p 1305–1325.
- [8] V. Giovangigli, *Mass Conservation and Singular Multicomponent Diffusion Algorithms*, IMPACT Comput. Sci. Eng., **2**, 1990, p 73–97.
- [9] E. Jafdan, N. Darabiha, S. Candel and V. Giovangigli *Strained Propane-Air Flames with Detailed and Reduced Kinetic Schemes*, Comb. Sci. and Tech., **76**, 1991, p 287–299.
- [10] E. Jafdan, N. Darabiha, S. Candel and V. Giovangigli *Application de la Réduction Systématique de Schémas Cinétiques au Calcul de Flamme Laminaires Étirées Prémélangées de Propane-Air*, J. Phys. III, **1**, 1991, p 651–666.

- [11] V. Giovangigli, *Convergent Iterative Methods for Multicomponent Diffusion*, IMPACT Comput. Sci. Eng., **3**, 1991, p 244–276.
- [12] R. W. Bilger, H. K. Chelliah, J. H. Chen, R. W. Dibble, M. B. Esler, V. Giovangigli, J. Göttgens, D. A. Goussis, S. H. Lam, N. Peters, B. Rogg, K. Seshadri, M. D. Smooke, S. H. Starner, Treviño C. and F. A. Williams, *Reduced Kinetic Mechanisms and Asymptotic Approximations for Methane-Air Flames*, A Topical Volume, M. D. Smooke ed., Springer-Verlag, Lecture Notes in Physics **384**, 1991
- [13] M. Smooke and V. Giovangigli, *Numerical Modeling of Axisymmetric Laminar Diffusion Flames by a Parallel Boundary Value Method*, Int. J. Supercomp. Appl., **5**, 1991, p 34–49.
- [14] M. Smooke and V. Giovangigli, *Numerical Modeling of Axisymmetric Laminar Diffusion Flames*, IMPACT Comput. Sci. Eng., **4**, 1992, p 46–79.
- [15] V. Giovangigli and M. Smooke, *Application of Continuation Techniques to Plane Premixed Laminar Flames*, Comb. Sci. and Tech., **87**, 1992, p 241–256.
- [16] B. Laboudigue, V. Giovangigli and S. Candel, *Numerical Solution of a Free-Boundary Problem in Hypersonic Flow Theory : Nonequilibrium Viscous Shock Layers*, J. Comp. Phys., **102**, 1992, p 297–309.
- [17] V. Giovangigli, *An Existence Theorem for a Free-Boundary Problem of Hypersonic Flow Theory*, SIAM J. Math. Anal., **24**, 1993, p 571–582.
- [18] J. Buckmaster, M. Smooke, and V. Giovangigli, *Analytical and Numerical Modeling of Flame-Balls in Hydrogen-Air Mixtures*, Comb. and Flame, **94**, 1993, p 113–124.
- [19] A. Ern, V. Giovangigli, Keyes D. and M. Smooke, *Towards Polyalgorithmic Linear System Solvers for Nonlinear Elliptic Problems*, SIAM J. Sci. Stat. Comp., 1994, p 681–703.
- [20] A. Ern and V. Giovangigli, *Thermal Conduction and Thermal Diffusion in Dilute Polyatomic Gas Mixtures*, Physica-A, **214**, 1995, pp. 526–546.
- [21] A. Ern and V. Giovangigli, *Fast and Accurate Multicomponent Property Evaluations*, J. Comp. Physics, **120**, 1995, pp. 105–116.
- [22] A. Ern and V. Giovangigli, *Volume viscosity of Dilute Polyatomic Gas Mixtures*, Eur. J. Mech., B/Fluids, **14**, 1995, pp. 653–669.
- [23] A. Ern and V. Giovangigli, *On the Evaluation of Thermal Diffusion Coefficients in Chemical Vapor Deposition Processes*, J. Chem. Vap. Dep., **3**, 1994, pp. 3–31.

- [24] D. Trees, T. M. Brown, K. Seshadri, M. D. Smooke, G. Balakrishnan, R. W. Pitz, V. Giovangigli and P. Nandula, *The Structure of Nonpremixed Hydrogen-Air Flames*, Comb. Sci. Tech., **104**, 1995, pp. 427–439.
- [25] V. Giovangigli, *Modélisation Numérique de la Chimie Complexe*, Images des Mathématiques, Modélisation de la Combustion, Publication du CNRS, 1996, pp. 67–76.
- [26] A. Ern and V. Giovangigli, *Kinetic Theory of Dilute Gas Mixtures with Independent Energy Modes near Equilibrium*, Physica-A, **224**, 1996, pp. 613–625.
- [27] A. Ern and V. Giovangigli, *The Structure of Transport Linear Systems in Dilute Isotropic Gas Mixtures*, Phys. Rev. E, **53**, 1996, pp. 485–492.
- [28] A. Ern, V. Giovangigli and M. Smooke, *Numerical Study of a Three-Dimensional Chemical Vapor Deposition Reactor with Detailed Chemistry*, J. Comp. Phys., **126**, 1996, pp. 21–39.
- [29] A. Ern and V. Giovangigli, *Optimized Transport Algorithms for Flame Codes*, Comb. Sci. Tech., **118**, 1996, pp. 387–395.
- [30] V. Giovangigli and M. Massot, *Les mélanges Gazeux Réactifs, (I) Symétrisation et Existence Locale*, C. R. Acad. Sci. Paris, **323**, Série I, 1996, pp. 1153–1158.
- [31] V. Giovangigli and M. Massot *Les mélanges Gazeux Réactifs, (II) Stabilité Asymptotique des États d'Équilibres*, C. R. Acad. Sci. Paris, **323**, Série I, 1996, pp. 1207–1212.
- [32] A. Ern and V. Giovangigli, *Projected Iterative Algorithms with Application to Multicomponent Transport*, Linear Algebra and its Applications, **250**, 1997, pp. 289–315.
- [33] A. Ern, V. Giovangigli and M. Smooke, *Detailed Modeling of Three-Dimensional Chemical Vapor Deposition*, J. Crystal Growth, **180**, 1997, pp. 670–679.
- [34] V. Giovangigli and M. Massot, *Asymptotic Stability of Equilibrium States for Multicomponent Reactive Flows*, Mathematical Models & Methods in Applied Science, **8**, 1998, pp. 251–297.
- [35] V. Giovangigli, *Flames Planes avec Transport Multiespèce et Chimie Complexe*, C. R. Acad. Sci. Paris, **326**, Série I, 1998, pp. 775–780.
- [36] V. Giovangigli and M. Massot, *The Local Cauchy Problem for Multicomponent Reactive Flows in Full Vibrational Nonequilibrium*, Math. Meth. Appl. Sci., **21**, (1998), pp. 1415–1439.

- [37] J. Audounet, V. Giovangigli and J. M. Roquejoffre, *A Threshold Phenomenon in the Propagation of a Point Source Initiated Flame*, Physica D, **121**, (1998), pp. 295–316.
- [38] V. Giovangigli, *Plane Flames with Multicomponent Transport and Complex Chemistry*, Math. Mod. Meth. Appl. Sci., **9**, (1999), pp. 337–378.
- [39] A. Ern and V. Giovangigli, *The Kinetic Equilibrium Regime*, Physica-A, **260**, (1998), pp. 49–72.
- [40] A. Ern and V. Giovangigli, *Thermal Diffusion Effects in Hydrogen-Air and Methane-Air Flames*, Comb. Theory Mod., **2**, (1998), pp. 349–372.
- [41] A. Ern and V. Giovangigli, *Impact of Multicomponent Transport on Planar and Counterflow Hydrogen/Air and Methane/Air Flames*, Comb. Sci. Tech., **149**, (1999), pp. 157–181.
- [42] A. Ern and V. Giovangigli, *Multicomponent Transport*, Letter to the Editor, A.I.A.A. J. Thermo. Heat Transfer, **14**, (2000), pp. 119–120.
- [43] R. Bendakhlia, V. Giovangigli, and D. Rosner, *Soret Effects in Laminar Counterflow Spray Diffusion Flames*, Comb. Theory Mod., **6**, (2002), pp. 1–17.
- [44] V. Giovangigli and M. Massot, *Entropic Structure of Multicomponent Reactive Flows with Partial Equilibrium Reduced Chemistry*, Math. Meth. Appl. Sci., **27**, (2004), pp. 739–768.
- [45] E. Burman, A. Ern and V. Giovangigli, *An Adaptive Finite Element Method with Crosswind Diffusion for Low Mach, Steady, Laminar Combustion*, J. Comp. Phys., **188**, (2003), pp. 472–492.
- [46] A. Ern and V. Giovangigli, *Kinetic Theory of Reactive Gas Mixtures with Application to Combustion*, J. Transp. Theory Stat. Phys., **32**, (2003), pp. 657–677.
- [47] V. Giovangigli and B. Graille, *Kinetic Theory of Partially Ionized Reactive Gas Mixtures*, Physica A, **327**, (2003), pp. 313–348.
- [48] E. Burman, A. Ern and V. Giovangigli, *Bunsen Flames Simulation by Finite Elements on Adaptively Refined Unstructured Triangulations*, Comb. Theor. mod., **8**, (2004), pp. 65–84.
- [49] V. Giovangigli and B. Graille, *Asymptotic Stability of Equilibrium States for Ambipolar Plasmas*, Math. Mod. Meth. Appl. Sci., **14**, (2004), pp. 1361–1399.

- [50] V. Giovangigli and B. Graille, *The Local Cauchy Problem for Ionized Magnetized Reactive Gas Mixtures* Math. Meth. Appl. Sci., **28**, (2005), pp. 1647–1672.
- [51] V. Giovangigli and B. Graille, *Le Problème de Cauchy Local pour les Plasmas Dissipatifs*, C. R. Acad. Sci. Paris, Ser. I, **340**, (2005), pp. 119–124.
- [52] V. Giovangigli, *Entropies d’Ordre Supérieur* C. R. Acad. Sci. Paris, Ser. I, **343**, (2006), pp. 179–184.
- [53] V. Giovangigli, Nicolas Meynet and Mitchell Smooke, *Application of Continuation Techniques to Ammonium Perchlorate Plane Flames*, Combust. Theory Model., **10**, (2006), pp. 771–798.
- [54] V. Giovangigli, *Higher Order Entropies*, Arch. Rat. Mech. Anal., **187**, (2008), pp. 221–285.
- [55] Y. Fabignon, J.F. Trubert, V. Borie, V. Giovangigli, A. Bizot, and N. Meynet, *Some Aspects of Combustion Modeling for Solid Energetic Materials*, Aerospace Science and Technology, **11**, (2007), pp. 5–12.
- [56] V. Giovangigli, *Asymptotics of Higher Order Entropies* ESAIM Proceedings, **18**, (2007), pp. 99–119.
- [57] G. Billet, V. Giovangigli, and G. de Gassowski, *Impact of Volume Viscosity on a Shock/Hydrogen Bubble interaction*, Combust. Theory Model., **12**, (2008), pp. 221–248.
- [58] V. Giovangigli, *Higher Order Entropies for Compressible Fluid Models*, Math. Mod. Meth. Appl. Sci., **19**, (2009), pp. 67–125.
- [59] V. Giovangigli, *Persistence of Boltzmann Entropy in Fluid Models*, Disc. Cont. Dyn. Syst., **24**, (2009), pp. 95–114.
- [60] V. Giovangigli and B. Graille, *Kinetic Theory of Partially Ionized Reactive Gas Mixtures II*, J. Phys. A, **42**, (2009), 025503.
- [61] V. Giovangigli and B. Graille, *Projected Iterative Algorithms for Complex Symmetric Systems Arising in Magnetized Transport*, Lin. Alg. App., **430**, (2009), pp. 1404–1422.
- [62] V. Giovangigli and B. Tran, *Mathematical Analysis of a Saint-Venant Model with Variable Temperature*, Math. Mod. Meth. Appl. Sci., **20**, (2010), pp. 1251–1297.
- [63] V. Giovangigli, B. Graille, T. Magin, and M. Massot *Multicomponent Transport in Weakly Ionized Mixtures*, Plasma Sources Science and Tech., **19**, (2010), 034002.

- [64] V. Giovangigli, *Multicomponent Transport Algorithms for Partially Ionized Plasmas*, J. Comp. Phys. **229**, (2010), pp. 4117–4142.
- [65] V. Giovangigli, L. Matuszewski, and F. Dupoirieux, *Detailed Modeling of Transcritical Planar H_2 - O_2 - N_2 Flames*, Combust. Theory Model., **15**, (2011), pp. 141–182.
- [66] S. Rahman, V. Giovangigli, and V. Borie, *Pressure and Initial Temperature Sensitivity Coefficient Calculations in Ammonium Perchlorate Flames*, J. Prop. Power, **27**, (2011), pp. 1054–1063.
- [67] V. Giovangigli and L. Matuszewski *Supercritical Fluid Thermodynamics from Equations of States*, Physica D, **241**, (2012), pp. 649–670.
- [68] D. Bruno and V. Giovangigli, *Relaxation of Internal Temperature and Volume Viscosity*, Physics of Fluids, **23**, (2011), 093104.
- [69] V. Giovangigli and L. Matuszewski, *Numerical Simulation of Transcritical Strained Laminar Flames*, Combust. Flame, **159**, (2012), pp. 2829–2840.
- [70] V. Giovangigli, *Multicomponent Flow Modeling*, Science China Mathematics, **55**, (2012), pp. 285–308.
- [71] V. Giovangigli and L. Matuszewski, *Mathematical Modeling of Supercritical Multicomponent Reactive Fluids*, Math. Mod. Meth. App. Sci., **23**, (2013), pp. 2193–2251.
- [72] V. Giovangigli and L. Matuszewski, *Structure of Entropies in Dissipative Multicomponent Fluids*, Kin. Rel. Mod., **6**, (2013), pp. 373–406.
- [73] V. Giovangigli and Shihab Rahman, *Numerical simulation of unsteady planar Ammonium Perchlorate flames including detailed gas phase chemistry and fluid-structure interaction*, C. R. Acad. Sci. Paris, Mécanique, **341**, (2013), pp. 152–160.
- [74] D. Bruno, F. Esposito, and V. Giovangigli, *Relaxation of Rotational-Vibrational Energy and Volume Viscosity in H - H_2 Mixtures*, J. Chem. Physics, **138**, (2013), pp. 084302.
- [75] V. Giovangigli, *Multicomponent Flow*, Scholarpedia, **9** (2014), pp. 11930.
- [76] D. Gueyffier, B. Fromentin-Denoziere, J. Simon, A. Merlen, and V. Giovangigli, *Numerical Simulation of Ionized Rocket Plumes*, Journal of Thermophysics and Heat Transfer, **28**, (2014), pp. 218–225.
- [77] N. Meynet, A. Bentab, and V. Giovangigli, *Impact of Oxygen Starvation on Operation and Potential Ignition of Passive Auto-Catalytic Recombiners*, Combust. Flame, **161**, (2014), pp. 2192–2202.

- [78] V. Giovangigli and W. A. Yong, *Volume Viscosity and Fast Internal Energy Relaxation : Symmetrization and Chapman-Enskog Expansion*, Kin. Rel. Models, **8**, (2015), pp. 79–116.
- [79] V. Giovangigli and W. A. Yong, *Volume Viscosity and Fast Internal Energy Relaxation : Error estimates*, (soumis pour publication).
- [80] D. Bresch, V. Giovangigli and E. Zatorska, *Two-velocity hydrodynamics in fluid mechanics: Part I Well Posedness for Zero Mach Number Systems*, J. Math. Pures App., **104**, (2015) pp. 762–800.
- [81] V. Giovangigli, M. Pokorný and E. Zatorska, *On the Steady Flow of Reactive Mixtures*, Analysis, **35**, (2015) pp. 319–341.
- [82] P. Gaillard, V. Giovangigli and L. Matuszewski, *A Diffuse Interface Lox/Hydrogen Transcritical Flame Model*, Combust. Theory Model., **20**, (2016), pp. 486–520.
- [83] V. Giovangigli, *Solutions for models of chemically reacting mixtures*, Handbook of Mathematical Analysis in Mechanics of Viscous Fluids, Y. Giga and A. Novotny eds., Springer (2016) (sous presse).
- [84] V. Giovangigli and W. A. Yong, *Asymptotic stability and relaxation for fast chemistry fluids*, Non Linear Analysis, **159**, (2017), pp. 208–263.
- [85] P. Gaillard, V. Giovangigli and L. Matuszewski, *Nonmixing Layers*, Physical Review Fluids, **1**, (2016), 084001.
- [86] V. Giovangigli and W. A. Yong, *Erratum: “Volume Viscosity and Fast Internal Energy Relaxation : Symmetrization and Chapman-Enskog Expansion”*, Kin. Rel. Models, **9**, (2016), pp. 813–813.
- [87] P. Gaillard, V. Giovangigli and L. Matuszewski, *Multicomponent Transport in High Pressure Flows*, in Supercritical Flame, J. Bellan ed., (2017), (accepté pour publication).
- [88] V. Giovangigli, Z.B. Yang and W.-A. Yong, *Relaxation Limit and Initial Layer for a Class of Hyperbolic-Parabolic Systems*, (2017) (en cours de finalisation).

3.3 ACTES DE COLLOQUES AVEC COMITÉ DE LECTURE

- [A1] V. Giovangigli and S. Candel, *Extinction Limits of Catalysed Stagnation Point Flow Flames*, in Numerical Simulation of Combustion Phenomena, Glowinsky, Larrouturou and Temam Eds., Springer Verlag, 1985, p. 267–281.
- [A2] V. Giovangigli and M. Smooke, *Calculation of Extinction Limits of Premixed Laminar Flames in a Stagnation Point Flow*, AMS-SIAM Summer Seminar on Reacting Flows, Ludford Ed., Cornell University, 1985, p. 377–394.
- [A3] V. Giovangigli and M. Smooke, *Extinction Limits for Premixed Laminar Flames in a Stagnation Point Flow*, Large Scale Scientific Computing, Progress in Scientific Computing **7**, P. Deuffhard and B. Engquist Eds., Birkhäuser, 1987, p. 138–158.
- [A4] V. Giovangigli and M. Smooke, *Extinction of Strained Premixed Hydrogen-air Flames*, Complex Chemical Reaction Systems Mathematical Modeling and Simulation, Springer Series in Chemical Physics **47**, J. Warnatz and W. Jager Ed., Spinger Verlag, 1987, p. 281–291.
- [A5] M. Smooke and V. Giovangigli, *Extinction of Counterflow Premixed Laminar Flames*, Supercomputer Research in Chemistry and Chemical Engineering, K. F. Jensen and D. G. Truhlar Eds., ACS Symposium Series **353**, 1987, p. 404–419.
- [A6] V. Giovangigli and M. Smooke, *The Effect of Nonunit Lewis Numbers on the Extinction of Premixed Laminar Flames in a Stagnation Point Flow*, Proceedings of the Second ASME-JSME Thermal Engineering Joint Conference, P. J. Porto and I. Tanasawa Eds., **1**, 1987, p. 265–271.
- [A7] Darabiha N., V. Giovangigli, A. Trouvé, S. Candel and E. Esposito, *Flamelet Modeling of Turbulent Premixed Flames*, AGARD Conference Proceedings, **422**, 1987, p. 33-1 – 33-17.
- [A8] V. Giovangigli and N. Darabiha, *Vector Computers and Complex Chemistry Combustion*, Mathematical Modeling in Combustion and Related Topics, C. Brauner and C. Schmidt-Laine Eds., M. Nijhoff Pub., NATO ASI Series **140**, 1988, p. 491–503.
- [A9] V. Giovangigli, *Mass conservation and Singular Multicomponent Diffusion Algorithms*, Numerical Combustion, 3^e Conférence Internationale sur la simulation numérique de la Combustion, Sophia-Antipolis (Antibes), A. Dervieux et B. Larouturrou Eds., Lecture Notes in Physics, Springer Verlag **351**, 1989, p 310–322.
- [A10] M. Smooke and V. Giovangigli, *On the Extinction of Tubular Flames*, Numerical Combustion, 3^e Conférence Internationale sur la simulation numérique de

la Combustion, Sophia-Antipolis (Antibes), A. Dervieux et B. Larouturrou Eds., Lecture Notes in Physics, Springer Verlag **351**, 1989, p 450–460.

- [A11] N. Darabiha and V. Giovangigli, *Vectorized Computations of Complex Chemistry Flames*, High Performance Computing, Proceedings of the International Symposium on High Performance Computations, Montpellier, J. L. Delhaye et E. Gelembe Eds., Elsevier Science Publisher, North Holland, 1989, p 273–286.
- [A12] G. Dixon-Lewis, V. Giovangigli, R. J. Kee, J. A. Miller, B. Rogg B., M. D. Smooke, G. Stahl and J. Warnatz, *Numerical Modeling of the Structure and Properties of Tubular Strained Laminar Premixed Flames*, Dynamics of Deflagration and Reactive Systems : Flames, A. L. Kuhl, J. C. Leyer, A. A. Borisov and W. A. Sirignano eds., Progress in Astronautics and Aeronautics, **131**, AIAA, Washington DC, 1991, p 125–144.
- [A13] M. D. Smooke and V. Giovangigli, *Structure and Extinction of Premixed Tubular Flames*, Proceedings of the Combustion Institute, **23**, (1990), p 447–454 .
- [A14] M. D. Smooke, J. Crump, K. Seshadri and V. Giovangigli, *Comparison between Experimental Measurements and Numerical Calculations of the Structure of Counterflow, Diluted Methane-Air, Premixed Flames*, Proceedings of the Combustion Institute, **23**, (1990), p 463–470.
- [A15] M. D. Smooke and V. Giovangigli, *A Comparison between Experimental Measurements and Numerical Calculations of the Structure of Premixed Rotating Counterflow Methane-Air Flames*, Proceedings of the Combustion Institute, **24**, (1992), p 161-168.
- [A16] M. Smooke and V. Giovangigli, *Simplified Transport and Reduced Chemistry Models of Premixed and Non-premixed Combustion*, Modeling in Combustion Science, J. Buckmaster and T. Takeno eds., Proceedings of the US-Japan Seminar, Lecture Notes in Physics, Springer Verlag, 1995, p 81–106.
- [A17] A. Ern and V. Giovangigli, *Thermal Diffusion Effects in Multicomponent Flows*, Calcul Scientifique pour le 21^e Siècle, Congrès en l’honneur de Roland Glowinsky, M. O. Bristeau, G. Etgen, W. Fitzgibbon, J. L. Lions, J. Périaux, M. F. Wheeler Eds., John Wiley & Sons Ltd, 1997, pp. 403–412.
- [A18] R. Bendahkia and V. Giovangigli, *Multiradii Modeling of Spray Diffusion Flames*, Proceedings of the Combustion Institute, **28**, (2000), pp. 1039–1045.
- [A19] R. Bendahkia, N. Darabiha, J. De Charentenay and V. Giovangigli, *Turbulent Mixing with Sprays*, IUTAM Symposium on Turbulent Mixing and Combustion, A. Polard and S. Candel (eds), Kluwer Academic Publisher, (2002), pp. 347–355.

- [A20] V. Giovangigli, *Multicomponent Transport and Sprays*, International Symposium on Advances in Computational Heat Transfer, CHT-04, G. de Vahl Davis and E. Leonardi (eds), Begell House Inc., New York.
- [A21] V. Giovangigli, *Gaseous Flows with Multicomponent Transport and Complex Chemistry*, Reactive Flow and Transport through Complex Systems, Mathematisches Forschungsinstitut Oberwolfach, Oberwolfach Report 49/2005, pp. 27–29.
- [A22] V. Giovangigli, *Multicomponent Reactive Flows*, XIII International Conference on Waves and Stability in Continuous Media, Proceedings of Wascom 2005, R. Monaco (ed), World Scientific Pub., Singapore, (2006), pp. 262–273.
- [A23] S. Dworkin, M. D. Smooke, and V. Giovangigli, *The Impact of Detailed Multicomponent Transport and Thermal Diffusion Effects on Soot Formation in Ethylene/Air Flames*, Proceedings of the Combustion Institute, **32**, (2009), 1165–1172.
- [A24] V. Giovangigli, *Multicomponent Transport in Polyatomic Reactive Gas Mixtures*, AIP Conference Proceedings 1333, 635–642 (2010).
- [A25] D. Bruno, F. Esposito and V. Giovangigli, *Relaxation of Rotational-Vibrational Energy and Volume Viscosities in H/H₂ Mixtures*, AIP Conference Proceedings 1501, 1061–1070 (2012).
- [A26] D. Bruno, E. Esposito and V. Giovangigli, *Relaxation of Quantum Population and Volume Viscosities in He/H₂ Mixtures*, AIP Conference Proceedings 1628, 1237–1244 (2014).
- [A27] V. Giovangigli, *Multicomponent Transport in Laminar Flames*, International Symp. Comb., San Francisco, Proceedings of the Combustion Institute, **35**, (2015), 625–637.
- [A28] V. Giovangigli, *Dissipative Reactive Fluid Models from the Kinetic Theory*, Second meeting on particle systems and PDE's, Springer Proceedings in Mathematics and Statistics, **129**, (2015) pp. 67–132.
- [A29] K. Aoki, V. Giovangigli and M. Hattori, *A Kinetic Model of Adsorption on Solid Surfaces*, Rarefied Gas Dynamics Conference, AIP Conference Proceedings 1786, 100005 (2016).
- [A30] J.-M. Orlac'h, V. Giovangigli, T. Novikova and P. Roca i Cabarrocas, *Hybrid Kinetic/Fluid Modeling of Silicon Nanoparticles Dynamics in Silane Plasma Discharges*, Rarefied Gas Dynamics Conference, AIP Conference Proceedings 1786, 130004 (2016).

3.4 THESES

- [T1] V. Giovangigli, *Aspects Mathématiques d'un Modèle de Flamme Simple*, Thèse de Troisième Cycle, Université Paris 6, Dir. Georges Duvaut, Soutenue le 17 mai 1982 devant le jury constitué de messieurs J. L. Lions (président), G. Duvaut, R. Borghi et J. P. Guiraud (examineurs).

- [T2] V. Giovangigli, *Structure et Extinction de Flammes Laminaires Prémélangées*, Thèse d'Etat, Université Paris 6, Dir. Georges Duvaut, Soutenue le 5 mai 1988 devant le jury constitué de messieurs J. L. Lions (président), G. Duvaut, S. Candell, P. Kuentzmann, P. Clavin, J. Chauvin et M. D. Smooke (examineurs).

3.5 CONFÉRENCES SUR INVITATION

- [CI1] *Adaptive Continuation Algorithms* Université YALE, New Haven (USA) mars 1987, New Haven USA.

- [CI2] *Calculs de Flammes et Effets d'Etirement*, Ecole de Printemps de Combustion, Ile d'Oléron, Mai 1987.

- [CI3] *Le Calcul des flammes laminaires étirées d'Hydrogène-Oxygène, Prospectives dans les Conditions des Moteurs Fusées*, Première Conférence du PIRSEM Moteurs Cryotechniques, Octobre 1988.

- [CI4] *A Review of Some Results on Reacting Flow*, Hermès Research and Development Meeting, Aix la Chapelle, RFA, Décembre 1988, (avec Sebastien Candell et Bruno Laboudigue).

- [CI5] *Le Calcul des Ecoulements Réactifs avec Chimie Complexe*, Ecole de Printemps de Mécanique des Fluides Numérique, Aussois, Mai 1989.

- [CI6] *Le Calcul des Fronts de Flamme avec Chimie Complexe*, Ecole d'Automne de Combustion, Oléron, Octobre 1989.

- [CI7] *Les flammes étirées d'Hydrogène-Air instationnaires*, Conférence du PRC sur les Superstatoréacteurs, Paris, Octobre 1991.

- [CI8] *Towards Polyalgorithmic Linear System Solvers for Nonlinear Elliptic Problems*, Copper Mountain Conference on Iterative Methods, Denver, USA, Avril 1992, (avec Alexandre Ern, David Keyes et Mitchell Smooke).

- [CI9] *Ecoulements Réactifs pour les Dépôts*, Congrès National d'Analyse Numérique, Giens, Mai 1993, (avec Alexandre Ern).

- [CI10] *Méthode Itératives pour l'Evaluation des Coefficients de Transport dans les Mélanges Gazeux Polyatomiques*, Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne, Département d'Analyse numérique, Juin 1993.
- [CI11] *Transport Multiespèces dans les Flammes*, 28^e Congrès National d'Analyse Numérique, Mini-symposium sur la combustion, La Londe-Les Maures, Juin 1996.
- [CI12] *Multicomponent Transport in Flammes*, 7^e Conférence Internationale sur la Combustion Numérique, York, Mars-Avril 1998.
- [CI13] *Plane Laminar Flames with Detailed Transport and Complex Chemistry*, Congrès 'Modeling of Reaction Fronts', Lyon, Mai 1999.
- [CI14] *Modélisation des Mélanges Gazeux Réactifs*, 31^e Congrès National d'Analyse Numérique, Ax les Thermes, Mai 1999.
- [CI15] *Multicomponent Transport in Flammes*, Institute for Mathematics and their Applications, 1999-2000 IMA Program, Reactive Flow and Transport Phenomena, IMA Minisymposium "Mathematical Investigations of Models in Combustion", 14-17 Novembre, Minneapolis, USA, 1999.
- [CI16] *Multicomponent Transport in Flammes*, Stefan Banach International Mathematical Center, 'Reaction Diffusion Equations and Waves', Varsovie, Pologne, 22-25 mai 2000.
- [CI17] *Modélisation Détaillée des Flammes*, CEMRACS 2000, 'Modélisation de la Combustion et du Stockage des Déchets Nucléaires', Laboratoire ASCII, Orsay, Juillet 2000.
- [CI18] *Stabilité Asymptotique pour les Systèmes Dissipatifs du Second Ordre*, Colloquium du CMLA, ENS Cachan, mai 2003.
- [CI19] *Multicomponent Transport and Sprays*, International Symposium on Advances in Computational Heat Transfer CHT-04, Norvege, Avril 2004.
- [CI20] *Multicomponent Transport*, XIII International Conference on Waves and Stability in Continuous Media, Wascom05, Sicile, Juin 2005.
- [CI21] *Gaseous Flows with Complex Chemistry and Multicomponent Transport*, Conference on Reactive Flow and Transport Phenomena Through Complex Systems, Mathematisches Forschungsinstitut Oberwolfach, Novembre 2005.
- [CI22] *Modélisation et Simulation Numérique des Mélanges Gazeux Réactifs*, 7^e Journée 'Calcul Scientifique et Modélisation', Université de Picardie Jules Verne, LAMFA, Mai 2007.

- [CI23] *Modélisation et Simulation Numérique de Mélanges Gazeux Réactifs*, Colloquium du Laboratoire Jean Kuntzmann, Décembre 2007.
- [CI24] *Multicomponent Transport in Weakly Ionized Mixtures*, Invited Topical Conference, XXIX International Conference on the Physics of Ionized Gases, ICPIG 2009, Mexique, Juillet 2009.
- [CI25] *Transport-property computational methods and the importance of bulk viscosity*, AeroThermodynamics Days at VKI, Von Karman Institute, 3-4 Novembre, 2009.
- [CI26] *Méthodes Itératives pour le Transport Multiespèce*, Premières Journées du GdR Calcul, Institut Henri Poincaré, Paris, Novembre 2009.
- [CI27] *Mathematical Multicomponent Flow Modeling*, Summer school on ‘Stress Tensor Effects on Fluid Mechanics’, Morningside Center of Mathematics, Chinese Academy of Sciences, Beijing, Janvier 2010.
- [CI28] *Higher Order Entropies*, Capital Normal University, Beijing, Janvier 2010.
- [CI29] *Multicomponent Transport in Polyatomic Reactive Gas Mixtures*, Invited Conference, 27th Conference on Rarefied Gas Dynamics, Asilomar, Pacific Grove, Californie, Juillet 2010.
- [CI30] *Multicomponent Flows*, Zhou Pei-Yuan Center for Applied Mathematics, Tsinghua University, Beijing, Septembre 2011.
- [CI31] *Higher Order Entropies*, Zhou Pei-Yuan Center for Applied Mathematics, Tsinghua University, Beijing, Septembre 2011.
- [CI32] *Mélanges Gazeux Réactifs*, Académie des Sciences, Paris, Novembre 2011.
- [CI33] *Modélisation des Mélanges Gazeux*, Forum des lauréats en informatique et en mathématiques appliquées, Institut Henri Poincaré, Paris, Novembre 2011.
- [CI34] *Entropies d’Ordre Supérieur*, Journée de la Société Mathématique de France pour les lauréats de l’Académie des Sciences, Université de Rennes 1, Rennes, Novembre 2011.
- [CI35] *Relaxation of Rotational-Vibrational Energy and Volume Viscosities in H/H₂ Mixtures*, Invited Conference, 28th Conference on Rarefied Gas Dynamics, Zaragoza, Espagne, Juillet 2012.
- [CI36] *Fluides Supercritiques Multiespèces Réactifs*, Rencontres DYSCO *Dynamique des Systèmes Complexes*, Allevard les Bains, janvier 2013.

- [CI37] *Kinetic Models and Partial Differential Equations Modeling Reactive Mixtures*, Second meeting on particle systems and PDE's, University of Minho, Braga Portugal, Décembre 2013.
- [CI38] *Entropy and Stefan-Maxwell Equations*, Maxwell-Stefan meets Navier-Stokes Meeting, Halle University, Avril 2014.
- [CI39] *Supercritical Reactive Fluids*, Zou Pei Yuan Center for Applied Mathematics, Tsinghua University, Mai 2014.
- [CI40] *Multicomponent Transport in Laminar Flames*, International Symposium on Combustion, San Francisco, Août 2014.
- [CI41] *Volume Viscosity and Internal Energy Relaxation*, Analyse mathématique et numérique des équations de Navier-Stokes compressibles, Workshop ModTer-Com, Porquerolles, Septembre 2014.
- [CI42] *Relaxation de l'Energie Interne et Viscosité Volumique*, Workshop on Kinetic models, Bordeaux, Octobre 2014.
- [CI43] *Multicomponent Transport in Laminar Flames*, Laminar Burning Velocity 2015, LBV2015, Coria, Rouen, Mars 2015.
- [CI44] *Multicomponent Reactive Flows with Fast Chemistry*, Mathflows 2015, Porquerolles, Septembre 2015.
- [CI45] *Kinetic Theory of Reactive Gas Mixtures*, XL Summer School on Mathematical Physics, Ravello, Italie, Septembre 2015.
- [CI47] *Diffuse Interface Transcritical Flames*, Kyoto University, Kyoto, Novembre 2015.
- [CI48] *Volume Viscosity and Internal Energy Relaxation*, Tokyo Institute of Technology, Tokyo, Novembre 2015.
- [CI49] *Transport Multiespèce dans les Flamme*s, Ecole de Combustion, Ile d'Oléron, Juin 2016.
- [CI50] *Asymptotic Stability and Relaxation for Fast Chemistry Fluids*, Zou Pei Yuan Center for Applied Mathematics, Tsinghua University, Septembre 2016.
- [CI51] *Relaxation of Internal Energy and Volume Viscosity*, NCTS and National Taiwan University, Taipei, Janvier 2017.
- [CI52] *Multicomponent Transport in Laminar Flows*, Cheng Kung National University, Tainan, Janvier 2017.

3.6 COMMUNICATIONS À DES CONGRÈS

- [C1] *Low frequency instabilities in turbulent combustors*, Ecole de Combustion, Les Houches, Mars 1984, (avec Christophe Lechatelier et Sébastien Candel).
- [C2] *Extinction Limits of Catalyzed Stagnation Point Flow Flames*, 1st INRIA-SIAM International Conference on Numerical Combustion, Sophia-Antipolis, Mai 1985, (avec Sébastien Candel).
- [C3] *Premixed Catalysed Flames in Stagnation point Flows*, 6th IWOMIC Congres, Berkeley, California, USA, Août 1985, (avec Sébastien Candel).
- [C4] *Extinction des Flamme Prémélangées contre une paroi Catalytique*, 7^e Congrès Français de Mécanique, Bordeaux, Septembre 1985.
- [C5] *Non Equilibrium Boundary-Layer and Viscous Shock Layer Calculations — Preliminary calculations on the Stagnation line*, Meeting Hermès, Stockolm, Suède, Decembre 1986, (avec Bruno Laboudigue).
- [C6] *Vector Computers and Complex Chemistry*, 2nd SIAM International Conference on Numerical Combustion, San Francisco, California, USA, Mars 1987, (avec Nasser Darabiha).
- [C7] *Partial Extinction of Strained Premixed Laminar Flames with Complex Chemistry*, 2nd SIAM International Conference on Numerical Combustion, San Francisco, California, USA, Mars 1987, (avec Nasser Darabiha et Sébastien Candel).
- [C8] *Extinction of Strained Premixed Laminar Flames with Complex Chemistry*, 2nd SIAM International Conference on Numerical Combustion, San Francisco, California, USA, Mars 1987, (avec Mitchell Smooke).
- [C9] *Adaptive Continuation Algorithms for Laminar Flames Extinction Problems*, Première Conférence Internationale sur les Mathématiques Appliquées et Industrielles ICIAM, Paris, Juillet 1987.
- [C10] *Hypersonic Reactive Boundary-Layer at the Stagnation Point of a Blunt Body*, EUROMECH 225, ‘The Aerodynamics of Spacecraft’, Cranfield, England, Juillet 1987, (avec Bruno Laboudigue).
- [C11] *Hypersonic Reactive Boundary-layer at the Stagnation Point of a Blunt Body*, Meeting Hermès, Stuttgart, RFA, Novembre 1987, (avec Bruno Laboudigue).
- [C12] *On the Extinction of Tubular Flames*, 3rd Workshop on Numerical Methods in Laminar Flame Propagation, University of Leeds, England, Avril 1988, (avec Mitchell Smooke).

- [C13] *Viscous Shock Layer at the stagnation point of a blunt body with catalytic effects*, Meeting Hermès, Kaiserslautern, RFA, Avril 1988, (avec Bruno Laboudigue).
- [C14] *Flammes Etirées avec Cinétique Chimique Complexe*, 20^e Congrès National d'Analyse Numérique, Evian, Mai 1988.
- [C15] *Coupling of Thermal Non-Equilibrium on Viscous Shock Layer Equations at the Stagnation Point of a Blunt Body*, Meeting Hermès, Bologna, Italie, Novembre 1988, (avec Bruno Laboudigue).
- [C16] *The Structure and Extinction of Tubular Flames*, Eastern States section of the Combustion Institute, Clearwater, Florida (USA), Décembre 1988, (avec Mitchell Smooke).
- [C17] *Influence of Transport Properties on Wall heat flux for Axisymmetric Thin Viscous Shock Layers*, Meeting Hermès, Göttingen, RFA, Avril 1989, (avec Bruno Laboudigue).
- [C18] *Mass Conservation and Singular Multicomponent Diffusion Algorithms*, 3rd SIAM International Conference on Numerical Combustion, Juan-les-Pins, Mai 1989.
- [C19] *Relaxation and Chemistry*, Meeting Hermès, Stuttgart, RFA, Juin 1990, (avec Frédéric Thivet, Marie-Yvone Perrin, Bruno Laboudigue et Sébastien Candel).
- [C20] *Reduced Propane-Air Mechanism*, International Conference on Reduced Kinetics, Cambridge, Juillet 1990, (avec Eric Jafdan, Nasser Darabiha et Sébastien Candel).
- [C21] *Mass Conservation and Multicomponent Diffusion*, 10^e Congrès IWOMIC, Poitiers, Juillet 1990.
- [C22] *Convergent Iterative Methods for Multicomponent Diffusion*, 4th SIAM International Conference on Numerical Combustion, St. Petersburg, Florida, USA, Décembre 1991.
- [C23] *Application of Continuation Techniques to Plane Premixed Laminar Flames*, 4th SIAM Conference on Numerical Combustion, St. Petersburg, Florida, USA, Décembre 1991, (avec Mitchell Smooke).
- [C24] *Numerical Simulation of Axisymmetric Premixed Bunsen Flames*, 4th SIAM Conference on Numerical Combustion, St. Petersburg, Florida, USA, Décembre 1991, (avec Mitchell Smooke).
- [C25] *Flame Computations with Kinetics from Various Origins*, Anglo-French Meeting, Wescott-Aylesbury, 1992, (avec Vincent Borie).

- [C26] *Computational Modeling of Axisymmetric Laminar Premixed Flames*, Eastern States Section of the Combustion Institute, New Orleans, USA, Mars 1993, (avec Mitchell Smooke).
- [C27] *Numerical Study of Three Dimensional Chemical Vapor Deposition*, 5th SIAM International Conference on Numerical Combustion, Garmish, Germany, Septembre 1993, (avec Alexandre Ern et Mitchell Smooke).
- [C28] *Convergent Iterative Methods for Multicomponent Transport*, 5th International Conference on Numerical Combustion, Garmish, Germany, Septembre 1993, (avec Alexandre Ern et Mitchell Smooke).
- [C29] *Algorithmes pour le Transport Multiespèces*, 26^e Congrès National d'Analyse Numérique, Les Karelis, Mai 1994, (avec Alexandre Ern).
- [C30] *Fast and Accurate Transport Property Evaluation*, Eastern States Section of the Combustion Institute, Clearwater Beach, Floride, Décembre 1994, (avec Alexandre Ern).
- [C31] *Une Equation Parabolique Singulière*, 27^e Congrès National d'Analyse Numérique, Super Besse, Mai 1995, (avec Rosa Pardo-San Gil et Hannibal Rodriguez-Bernald).
- [C32] *Problème de Cauchy et Stabilité Asymptotique pur le Système d'Equations décrivant des Gaz Multiespèces Réactifs avec Chimie Complexe*, 27^e Congrès National d'Analyse Numérique, Super Besse, Mai 1995, (avec Marc Massot).
- [C33] *Sur la Modélisation de l'Interaction Turbulence-Chimie dans la Post-Combustion des Jets de Moteurs-Fusées a Propergol Solide*, Colloque CNES/ONERA/CNRS sur les Ecoulements Propulsifs, Bordeaux, Septembre 1995, (avec V. Borie).
- [C34] *Direct Numerical Simulation of a Supersonic Mixing layer*, 6th SIAM International Conference on Numerical Combustion, New Orleans, USA, Mars 1996, (avec Marc Massot).
- [C35] *Fast and Accurate Multicomponent Transport Property Evaluation*, 6th SIAM Conference on Numerical Combustion, New Orleans, USA, Mars 1996, (avec Alexandre Ern).
- [C36] *Three-Dimensional Chemical Vapor Deposition with Detailed Gas-Phase and Surface Chemistry*, 6th Siam International Conference on Numerical Combustion, New Orleans, USA, Mars 1996, (avec Alexandre Ern et Mitchell Smooke).
- [C37] *Plane Laminar Flames with Detailed Transport and Complex Chemistry*, Workshop Chemical Waves, Fronts and Patterns, Lyon, Octobre 1997.

- [C38] *Multicomponent Transport in Flames*, 7th SIAM Conference on Numerical Combustion, York, G.B., Mars-avril 1998.
- [C39] *Computational Study of the Structure of a Rich Methane/Air Bunsen Flame*, 7th SIAM International Conference on Numerical Combustion, York, G. B., Mars-avril 1998. (avec Alexandre Ern et Mitchell Smooke).
- [C40] *Transport Multiespèce dans les Mélanges Gazeux*, Colloque Annuel du CEA en Mécanique des Fluides, 26–28 janvier, CEA, Saclay, 1999.
- [C41] *Plane Flame with Detailed Transport and Complex Chemistry*, Modeling of Reaction Fronts at the Interface of Mathematics, Physics, and Chemistry, 19–21 Avril, Université de Lyon 1, Lyon, 1999.
- [C42] *Modélisation des Mélanges Gazeux Réactifs*, Modeling of Reaction Fronts at the Interface of Mathematics, Physics, and Chemistry, 31^e Congrès National d’Analyse Numérique, 17–21 Mai, Ax les Thermes, 1999.
- [C43] *Numerical Modeling of Spray Counterflow Diffusion Flames*, Atomization and Spays, Congrès ILAS, Juillet, Toulouse, 1999. (avec Rafik Bendakhlia et Daniel Gaffié).
- [C44] *Multicomponent Transport in Flammes*, Institute for Mathematics and their Applications, 1999-2000 IMA Program, Reactive Flow and Transport Phenomena, IMA Minisymposium “Mathematical Investigations of Models in Combustion”, 14–17 Novembre, Minneapolis, USA, 1999.
- [C45] *Adaptive Finite Element Method for Methane Bunsen Flame Simulation*, Eighth International Conference on Numerical Combustion, Amelia Island, Florida, USA, 2000, (avec Eric Burman et Alexandre Ern).
- [C46] *Soret Effet in Spray Diffusion Flames*, 8th SIAM International Conference on Numerical Combustion, Amelia Island, Florida, USA, 2000, (avec Rafik Bendakhlia).
- [C47] *Multicomponent Transport in Flammes*, Stefan Banach International Mathematical Center, ‘Reaction Diffusion Equations and Waves’, Varsovie, Pologne, 22–25 mai 2000.
- [C48] *Multiradii Modeling of Spray Diffusion Flames*, 28th International Symposium on Combustion, Edinburgh, Juillet 2000, (avec Rafik Bendakhlia).
- [C49] *Turbulent Mixing with Sprays*, Congrès IUTAM ‘Turbulent Mixing and Combustion’, Queen’s University at Kingston, Canada, 3–6 Juin 2001, (avec Rafik Bendakhlia, Nasser Darabiha et Julien De Charentenay).

- [C50] *Adaptive Finite Element Method for Low Mach, Steady, Laminar Combustion*, 9th SIAM International Conference on Numerical Combustion, Sorrento, Italia, 2002, (avec Eric Burman et Alexandre Ern).
- [C51] *Les Mélanges Gazeux réactifs Partiellement Ionisés*, 35^e Congrès National d'Analyse Numérique, La Grande Motte, Juin 2003, (avec Benjamin Graille).
- [C52] *Multicomponent Transport and Sprays*, International Symposium on Advances in Computational Heat Transfer CHT-04, Norvege, Avril 2004.
- [C53] *Application of Continuation Techniques to AP Flames*, 10th SIAM International Conference on Numerical Combustion, Sedona, Arizona, 2004, (avec Nicolas Meynet et Mitchell Smooke).
- [C54] *Stabilité Asymptotique des Plasmas Ambipolaires*, 36^e Congrès National d'Analyse Numérique, Obernai, Mai 2004, (avec Benjamin Graille).
- [C55] *Symmetrization of Multicomponent Reactive Flows in the Small Mach Number Limit*, Mathematical and Numerical Aspects of Low Mach Number Flows, Porquerolles, Juin 2004, (avec Marc Massot).
- [C56] *Multicomponent Transport*, XIII International Conference on Waves and Stability in Continuous Media, Wascom05, Acireale, Sicile, Juin 2005.
- [C57] *Gaseous Flows with Complex Chemistry and Multicomponent Transport*, Conference on Reactive Flow and Transport Phenomena Through Complex Systems, Mathematisches Forschungsinstitut Oberwolfach, Oberwolfach, Novembre 2005.
- [C58] *Impact of Volume Viscosity on a Shock/Diffusion Flame Interaction*, Eleventh International Conference on Numerical Combustion, Granada, Avril 2006, (avec Germain Billet).
- [C59] *Entropies d'Ordre Supérieur*, 38^e Congrès National d'Analyse Numérique, Guidel, Juin 2006.
- [C60] *Some Aspect of Combustion Modeling for Solid Energetic Materials*, 1st European Conference for Aerospace Science, Moscou, Juillet 2006, (avec Yves Fabignon, Jean-François Trubert, Vincent Borie, Alain Bizot, et Nicolas Meynet).
- [C61] *Simulation Numérique de l'Interaction Choc/Bulle d'Hydrogène*, SMAI 2007, Congrès de Mathématiques Appliquées et Industrielles, Praz sur Arly, Juin 2007.

- [C62] *The Impact of Multicomponent Transport and Thermal Diffusion Effects on Soot Formation in Ethylene/Air Flames*, Fall Technical Meeting, Eastern States Section of the Combustion Institute, University of Virginia, 2007. (avec Seth Dworkin et Mitchell Smooke).
- [C63] *Thermal Diffusion Effects on Soot Formation in Ethylene/Air Flames*, 11th SIAM International Conference on Numerical Combustion, Monterey, USA, 2008, (avec Seth Dworkin et Mitchell Smooke).
- [C64] *The Impact of Multicomponent Transport and Thermal Diffusion Effects on Soot Formation in Ethylene/Air Flames*, 32nd International Symposium on Combustion, Montreal, Août 2008, (avec Seth Dworkin et Mitchell Smooke).
- [C65] *Numerical Simulation of Supercritical Reacting Flow Using a Cubic Equation of State*, 'Work-in-Progress Poster', 32nd International Symposium on Combustion, Montreal, Août 2008, (avec Lionel Matuszewski, F. Dupoirieux, M. Habiballah et L. Vingert).
- [C66] *Multicomponent Transport in Weakly Ionized Mixtures*, XXIX International Conference on the Physics of Ionized Gases, ICPIG 2009, Mexique, Juillet 2009, (avec Benjamin Graille, Thierry Magin, et Marc Massot).
- [C67] *Multicomponent Transport in Partially Ionized Plasmas*, 1st Meeting, ESA Working group on Kinetic Theory for Hypersonic Flows, Institut Henri Poincaré, 15-16 Octobre 2009.
- [C68] *Transport-property computational methods and the importance of bulk viscosity*, AeroThermodynamics Days at VKI, Von Karman Institute, 3-4 Novembre, 2009.
- [C69] *Internal Temperature Relaxation and Volume Viscosity*, 2nd Meeting, ESA Working group on Kinetic Theory for Hypersonic Flows, Saint-Petersbourg, 7-8 mai 2010.
- [C70] *Multicomponent Transport in Reactive Polyatomic Gas Mixtures*, 27th Conference on Rarefied Gas Dynamics, Asilomar, Pacific Grove, Californie, 11-15 Juillet, 2010.
- [C71] *Application of Continuation Techniques to Pressure and Initial Temperature Sensitivity Coefficients in Ammonium Perchlorate Flames*, 46th AIAA/ASME Joint Propulsion Conference & Exhibit, Nashville, Tennessee, 25-28 Juillet, 2010, (avec Shihab Rahman et Vincent Borie)
- [C72] *Internal Temperature Relaxation in the Navier-Stokes Regime*, 3rd Meeting, ESA Working group on Kinetic Theory for Hypersonic Flows, Milan, 3-4 février 2011.

- [C73] *Numerical simulation of unsteady ammonium perchlorate planar flames with complex interface chemical kinetics*, 13th International Conference on Numerical Combustion, 27-29 avril 2011, Corfou, (avec Shihab Rahman)
- [C74] *Modeling and numerical simulation of supercritical flames*, 13th International Conference on Numerical Combustion, 27-29 avril 2011, Corfou, (avec Lionel Matuszewski)
- [C75] *Relaxation of Rotational-Vibrational Energy and Volume Viscosities in H/H₂ Mixtures*, 28th Conference on Rarefied Gas Dynamics, Zaragoza, Espagne, Juillet 2012, (avec Domenico Bruno et Fabrizio Esposito).
- [C76] *Modélisation et Simulation Numérique de Fluides Nonidéaux Réactifs*, 41^e Congrès National d'Analyse Numérique, Super Besse, Mai 2012, (avec Lionel Matuszewski).
- [C77] *Fluides Supercritiques Multiespèces Réactifs*, Rencontres Dysco, Allevard les Bains, Janvier 2013.
- [C78] *Nonideal Diffusion in Supercritical Flow*, 14th International Conference on Numerical Combustion, 8–10 avril 2013, San Antonio, (avec Pierre Gaillard et Lionel Matuszewski)
- [C79] *Kinetic Models and Partial Differential Equations Modeling Reactive Mixtures*, Second meeting on particle systems and PDE's, University of Minho, Braga Portugal, Décembre 2013.
- [C80] *Entropy and Stefan-Maxwell Equations*, Maxwell-Stefan meets Navier-Stokes Meeting, Halle University, 31 mars–2 avril 2014.
- [C81] *Supercritical Reactive Fluids*, Zou Pei Yuan Center for Applied Mathematics, Tsinghua University, Mai 2014.
- [C82] *Multicomponent Transport in Laminar Flames*, International Symposium on Combustion, San Francisco, 3–8 Août 2014.
- [C83] *Volume Viscosity and Internal Energy Relaxation*, Workshop ModTerCom, Porquerolles, 6–7 Septembre 2014.
- [C84] *Relaxation of Quantum State Population in He/H₂ Mixtures*, 29th Conference on Rarefied Gas Dynamics, Xian, Chine, Juillet 2014, (avec Domenico Bruno et Fabrizio Esposito).
- [C85] *Multicomponent Transport in Laminar Flames*, Laminar Burning Velocity 2015, LBV2015, Coria, Rouen, Mars 2015.

- [C86] *Diffuse interface methods for diffusion flame from subcritical to supercritical pressure*, 15th International Conference on Numerical Combustion, 19–22 avril 2015, Avignon, (avec Pierre Gaillard et Lionel Matuszewski)
- [C87] *Multicomponent Reactive Flows with Fast Chemistry*, Mathflows 2015, Porquerolles, Septembre 2015.
- [C88] *A Kinetic Model of Adsorption on Solid Surfaces*, 30th Conference on Rarefied Gas Dynamics, Victoria Island, Canada, Juillet 2016, (avec Kazuo Aoki et Masanari Hattori).
- [C89] *Hybrid Kinetic/Fluid Modeling of Silicon Nanoparticles Dynamics in Silane Plasma Discharges*, 30th Conference on Rarefied Gas Dynamics, Victoria Island, Canada, Juillet 2016, (avec J.-M. Orlac'h, V. Giovangigli, T. Novikova and P. Roca i Cabarrocas).

3.7 LOGICIELS

La librairie `eglib.f` servant à évaluer les propriétés de transport dans les mélanges gazeux est disponible sur demande pour les utilisateurs universitaires. Des renseignements sur cette librairie peuvent être obtenus sur le serveur `www` du laboratoire <http://www.cmap.polytechnique.fr/www.eglib/>. Nous actualisons cette librairie périodiquement et elle est régulièrement demandée par de nouveaux utilisateurs. Cette librairie vient notamment d'être recommandée dans un article de synthèse sur le transport *Transport properties for combustion modeling*, N. Brown, L. Bastien, P. Price, Progress in Energy and Combustion Science, 2011, Pages 565-582.

4. AUTRES ACTIVITES

4.1 ENSEIGNEMENT

4.1.1 Thèses et stages divers

- Encadrement de deux élèves effectuant leur stage de troisième année d'étude à l'Ecole Centrale de Paris en 1984-1985. Stage sur la Simulation Numérique des Couches Limites Réactives.
- Encadrement à 20% d'un stagiaire de thèse à l'Ecole Centrale de Paris, Bruno Laboudigue, en collaboration avec Sébastien Candel, en 1986-1988. La thèse porte sur le calcul de la couche limite réactive autour du nez d'Hermès lors de sa rentrée dans l'atmosphère. Cette thèse a été soutenue le 3 décembre 1990 et Bruno Laboudigue a été engagé dans le Centre de Recherche de Pechiney à Voreppe.
- Encadrement de deux élèves effectuant leur stage de troisième année d'étude à l'Ecole Polytechnique en 1989. Stage sur la sensibilité de délais d'auto-inflammation par rapport aux espèces réactives mises en jeu, en collaboration avec Pierre-Arnaud Raviart.
- Encadrement d'un stagiaire du DEA d'Analyse Numérique, commun à l'Ecole Polytechnique et à l'Université Paris 6, en 1989. Alexandre Ern a travaillé sur la simulation numérique de la combustion.
- Encadrement à 100% d'un stagiaire de Thèse de l'Ecole Polytechnique. Alexandre Ern, qui appartient au corps des Ponts et Chaussées, a effectué une thèse sur les algorithmes d'évaluation des propriétés de transport des mélanges gazeux polyatomiques. La thèse a été soutenue le 27 avril 1994 et Alexandre Ern est parti travailler dans le Laboratoire CERMICS des Ponts et Chaussées.
- Encadrement d'un élève effectuant son stage de troisième année de l'Ecole des Ponts et Chaussées au Centre de Mathématiques Appliquées de l'Ecole Polytechnique en 1992. Stage sur les flammes accrochées sur un brûleur poreux.
- Encadrement d'un stagiaire du DEA d'Analyse Numérique, commun à l'Ecole Polytechnique et à l'Université Paris 6, en 1993. Marc Massot a travaillé sur la symétrisation des équations des mélanges gazeux réactifs issues de la théorie cinétique des gaz.
- Encadrement à 100% d'un stagiaire de Thèse de l'Ecole Polytechnique. Marc Massot a effectué une thèse sur les équations des fluides réactifs et sur le calcul des flammes supersoniques. La thèse a été soutenue le 10 septembre 1996 et Marc Massot a obtenu un poste de Chargé de Recherche au CNRS.
- Encadrement d'un élève effectuant son stage de troisième année d'étude à l'Ecole Polytechnique en 1995. Stage sur la modélisation d'un leurre infra-rouge avec des calculs de flammes.

- Encadrement à 30% d'une stagiaire de Thèse MESR/Industrie en collaboration de Monsieur Courbet, Ingénieur à l'ONERA. Gersendre Selva a effectué une thèse sur la résolution par itérations des systèmes linéaires résultants des algorithmes implicites de discrétisation des équations des mélanges gazeux réactifs. Cette thèse a été soutenue le 16 décembre 1998 et Gersendre Selva est parti travailler chez Total.
- Encadrement à 10% d'un stagiaire de Thèse Cifre en collaboration avec François Jouve et Jean Claude Nédélec. Monsieur Binh Tran a préparé une thèse sur la résolution des équations de Saint-Venant avec frontières libres, avec pour application le verre fondu. Monsieur Tran travaille dans la société Saint-Gobain, où il dirige une équipe de recherche. Il n'a malheureusement jamais fini la rédaction de son mémoire de thèse mais un article a été publié.
- Encadrement à 90% d'un stagiaire de Thèse MESR/ONERA/Industrie en collaboration de Monsieur Candel, Professeur à l'École Centrale. Rafik Bendakhlia a effectué une thèse sur la modélisation et la simulation numérique de la combustion des brouillards de gouttelettes. La thèse a été soutenue le 30 octobre 2001 Rafik Bendakhlia a été engagé par la société Peugeot.
- Encadrement à 10% d'un stagiaire de Thèse MESR/Industrie en collaboration de Monsieur Courbet, Ingénieur à l'ONERA. Nikos Leterrier a effectué une thèse sur les schémas de discrétisation des flux dissipatifs par la méthode des volumes finis. Cette thèse a été soutenue le 28 février 2003 et Nikos Leterrier est parti travailler au CEA.
- Encadrement d'un élève effectuant son stage de DEA "Analyse Numérique" de l'Université Paris 6, l'École Polytechnique, et l'École Normale Supérieure, pour l'année universitaire 1999–2000. Benjamin Graille a travaillé sur la modélisation des plasmas froids à hautes densités et sur l'analyse des équations aux dérivées partielles correspondantes.
- Encadrement à 100% d'un stagiaire de Thèse de l'École Normale Supérieure de Cachan. Benjamin Graille effectue une thèse sur la modélisation des plasmas froids à hautes densités et sur l'analyse des équations aux dérivées partielles correspondantes. Cette thèse a été soutenue le 9 novembre 2004 et Benjamin Graille a obtenu un poste de Maître de Conférences à l'Université d'Orsay.
- Encadrement d'un élève effectuant un stage de première année à l'École Polytechnique en 2002. Stage sur la modélisation des systèmes différentiels d'origine chimique.
- Encadrement d'un élève effectuant son stage de DEA "Analyse Numérique" de l'Université Paris 6, l'École Polytechnique, et l'École Normale Supérieure, pour l'année universitaire 2001–2002. Monsieur Mohamed Ait Hssaine a travaillé sur la modélisation d'un réacteur de réformage d'hydrocarbures.

- Encadrement à 40% d'un stagiaire de Thèse MESR/CNES en collaboration de Monsieur Yves Fabignon, Ingénieur à l'ONERA. Nicolas Meynet a effectué une thèse sur la combustion dans les propulseurs solides d'Ariane. Cette thèse a été soutenue le 19 décembre 2005 et Nicolas Meynet a été engagé par l'Institut de Sureté Nucléaire IRSN à l'issue d'un Post-Doc.
- Encadrement à 20% d'un stagiaire de Thèse MESR/CNES en collaboration de Monsieur Yves Fabignon, Ingénieur à l'ONERA. Thomas Fontfreyde a effectué une thèse sur la modélisation des brouillards de goutellettes dans les écoulements turbulents. La thèse s'est bien déroulée et le manuscrit est fini à 85% mais Monsieur Fontfreyde travaille maintenant dans l'ingénierie pétrolière et n'a jamais fini la rédaction.
- Encadrement à 70% d'un stagiaire de Thèse DGA en collaboration de Monsieur Francis Dupoirieux, Ingénieur à l'ONERA. Lionel Matuszewski, ancien élève de l'École Polytechnique, a effectué une thèse sur la modélisation de la combustion des fluides supercritiques. La thèse a été soutenue le 11 mars 2011 et Monsieur Lionel Matuszewsky a été engagé comme Ingénieur de Recherche à l'ONERA.
- Encadrement à 50% d'un stagiaire de Thèse DGA en collaboration de Monsieur Yves Fabignon, Ingénieur à l'ONERA. Shihab Rahman, ancien élève de l'École Nationale Supérieure d'Hydraulique et de Mécanique de Grenoble, a préparé une thèse sur la modélisation instationnaire de la combustion des propulseurs d'Ariane. La thèse a été soutenue le 14 mai 2012 et Monsieur Shihab Rahman a été engagé comme Ingénieur de Recherche à l'INERIS.
- Encadrement d'un élève effectuant son stage de MASTER 2 "Mathématiques et Applications" parcours "Analyse Numérique et Équations aux Dérivées Partielles" de l'Université Paris 6, l'École Polytechnique, et l'École Normale Supérieure, pour l'année universitaire 2011–2012, en collaboration avec Laurent Boudin, Bérénice Grec et Francesco Salvarini. Monsieur Colin Chambeyron a travaillé sur l'Analyse Numérique des Équations de Maxwell-Stefan.
- Encadrement à 80% d'un stagiaire de Thèse ONERA en collaboration de Monsieur Yves Mauriot, Ingénieur à l'ONERA. Pierre Gaillard, ancien élève de l'École Polytechnique, a préparé une thèse sur la modélisation de la combustion des fluides supercritiques. Il s'est aussi intéressé à la diffusion non idéale ainsi qu'aux méthodes d'interface diffuse obtenus grâce aux modèles multifluides et aux théories du second gradient. La thèse a été soutenue le 18 décembre 2015 et Pierre Gaillard est parti travailler chez MBDA.
- Co-encadrement à 50% d'un stagiaire de Thèse de l'École Polytechnique en collaboration avec Pere Roca, directeur du laboratoire PICM, *Physique et Interface des Couches Minces*. Jean-Maxime Orlac'h, ancien élève de l'École Polytechnique, a commencé une thèse le 1er octobre 2013. Cette thèse a porté sur la modélisation d'un réacteur de dépôt de silicium pour la fabrication de cellules photo-voltaiques et a été soutenue le 2 mai 2017.

- Encadrement à 20% d'un stagiaire de Thèse DGA en collaboration de Monsieur Dmitry Davidenko, Ingénieur à l'ONERA. Mathieu Muller, ancien élève de l'École Centrale de Lyon, prépare une thèse sur la combustion de gouttes d'Aluminium dans les propulseurs d'Ariane.

4.1.2 Cours de DEA/MASTER

- Cours dans le DEA "Analyse Numérique" de l'Université Paris 6, l'École Polytechnique, et l'École Normale Supérieure, pour l'année universitaire 1998–1999. Le cours était intitulé "Modélisation et Simulation Numérique des Mélanges Gazeux Réactifs" et a également été habilité pour le DEA "Mathématiques de la Modélisation, Simulation et Applications de la Physique", de l'Université de Versailles, l'Université Paris 6, l'École Polytechnique et l'École Nationale Supérieure de Techniques Avancées.
- Cours dans le DEA "Analyse Numérique" de l'Université Paris 6, l'École Polytechnique, et l'École Normale Supérieure, pour l'année universitaire 1999–2000. Le cours était intitulé "Modélisation des écoulements réactifs en combustion et en pollution atmosphérique" et a également été habilité pour le DEA "Mathématiques de la Modélisation, Simulation et Applications de la Physique", de l'Université de Versailles, l'Université Paris 6, l'École Polytechnique et l'École Nationale Supérieure de Techniques Avancées.
- Cours dans le DEA "Analyse Numérique" de l'Université Paris 6, l'École Polytechnique, et l'École Normale Supérieure, pour l'année universitaire 2000–2001. Le cours était intitulé "Modélisation des écoulements réactifs" et a également été habilité pour le DEA "Mathématiques de la Modélisation, Simulation et Applications de la Physique", de l'Université de Versailles, l'Université Paris 6, l'École Polytechnique et l'École Nationale Supérieure de Techniques Avancées.
- Cours dans le DEA "Analyse Numérique" de l'Université Paris 6, l'École Polytechnique, et l'École Normale Supérieure, pour l'année universitaire 2001–2002. Le cours était intitulé "Modélisation des écoulements réactifs" et a également été habilité pour le DEA "Mathématiques de la Modélisation, Simulation et Applications de la Physique", de l'Université de Versailles, l'Université Paris 6, l'École Polytechnique et l'École Nationale Supérieure de Techniques Avancées.
- Cours en deuxième année du MASTER de Sciences et Technologies, Mention "Mathématiques et Applications", Spécialité "Mathématiques de la Modélisation" de l'Université Paris 6, l'École Polytechnique, et l'École Normale Supérieure, pour l'année universitaire 2007–2008. Le cours est intitulé "Modélisation Mathématique et Simulation Numérique des Écoulements Réactifs".

4.1.3 Cours divers

- Conférencier invité à l'Université YALE, mars 1987, New Haven USA. Titre de la conférence : Adaptive Continuation Algorithms.
- Conférencier invité à l'École de Printemps de Combustion 1987 à l'Île d'Oléron. Titre de la conférence : Calculs de Flammes et Effets d'Étirements.
- Conférencier invité à l'École de Printemps de Mécanique des Fluides Numérique 1989 à Aussois. Titre de la conférence : Calcul des Écoulements Réactifs avec Chimie Complexe.
- Conférencier invité à l'École d'Automne de Combustion 1989 à l'Île d'Oléron. Titre de la conférence : Calculs de Fronts de Flammes avec Chimie Complexe.
- Conférencier invité pour la manifestation "Maths en Jeans", Ecole Polytechnique Avril 1993, parrainée par la Société Mathématique de France et l'Association des Professeurs de Mathématiques de l'Enseignement Public. Titre de la conférence : Simulation Numérique de la Combustion.
- Participation à un cours de formation continue du Collège de l'École Polytechnique sur "La combustion et sa Modélisation" organisé par Sebastien candel les 23–25 avril 1997 à Palaiseau. Cours sur la Modélisation Détaillée des Flammes Laminaires.
- Participation à un cours de formation continue de l'Institut d'Expertise et de Prospective de l'École Normale Supérieure sur "Modélisation de la Combustion" organisé par Henri Berestycki et Fabienne Galzin, le 28 octobre 1997 à Paris. Cours sur la Modélisation Détaillée des Flammes et des Réacteurs d'Épitaxie.
- Participation à un cours de formation continue du Collège de l'École Polytechnique sur "Modélisation et Simulation de la Combustion" organisé par Sebastien candel les 4–6 Mai 1999 à Palaiseau. Cours sur la Modélisation Détaillée des Flammes Laminaires.
- Participation à un cours de l'École de Combustion du "Groupement Français du Combustion Institute" les 24–30 Mai 2000 au mont Saint Odile. Cours sur la Modélisation Détaillée des Flammes Laminaires.
- Participation aux cours du CEMRACS 2000 'Modélisation de la Combustion et du Stockage des Déchets Nucléaires'. Cours sur la 'Modélisation Détaillée des Flammes' Laboratoire ASCII, 3–9 Juillet 2000.
- Participation à un cours de formation continue du Collège de l'École Polytechnique sur "Modélisation et Simulation de la Combustion" organisé par Sébastien Candel les 9–11 Mai 2001 à Palaiseau. Cours sur la Modélisation Détaillée des Flammes Laminaires.

- Notes de cours pour le Von Karman Institute, “Multicomponent Transport Algorithms”, le cours ayant été donné par Alexandre Ern en Juin 2002 lors d’une semaine sur les ‘Physico-Chemical Models for High Enthalpy and Plasma Flows’
- Participation à la 6^e Ecole d’Été SFT-CNRS sur la “Modélisation Numérique des Écoulements Multiphasiques et Réactifs” organisée par Richard Saurel de l’IUSTI de Marseille les 23–29 Juin 2002 à Porquerolles. Cours sur la Modélisation Détaillée des Mélanges Gazeux.
- Participation à un cours de formation continue du Collège de l’École Polytechnique sur “Modélisation et Simulation de la Combustion” organisé par Sébastien Candel les 20–23 Mai 2003 à Palaiseau. Cours sur la Modélisation Détaillée des Flamme Laminaires.
- Participation à un cours de formation continue du Collège de l’École Polytechnique sur “Modélisation et Simulation de la Combustion” organisé par Sébastien Candel les 30 Mai–02 juin 2005 à Palaiseau. Cours sur la Modélisation Détaillée des Flamme Laminaires.
- Participation à un cours de formation continue du Collège de l’École Polytechnique sur “Modélisation et Simulation de la Combustion” organisé par Sébastien Candel les 21 Mai–24 mai 2007 à Palaiseau. Cours sur la Modélisation Détaillée des Flamme Laminaires.
- Cours sur les liens entre les modèles cinétiques et les équations aux dérivées partielles modélisant les mélanges gazeux. University of Minho, Braga Portugal, Décembre 2013.
- Conférencié invité à la XL Summer School on Mathematical Physics, Cours sur ‘Kinetic Theory of Reactive Gas Mixtures’ Ravello, Italie, Septembre 2015.
- Conférencié invité à la l’Ecole de Combustion 2016, Cours sur le transport multi-espèce dans les flammes, Ile d’Oléron, Juin 2016.

4.2 VALORISATION

- Contrat avec l’association pour l’étude des problèmes avancés (AEPA) et la Direction des Recherches et Etudes Techniques (DRET). “Le calcul numérique des flammes laminaires”, Février 1985/ Juin 1985.
- Participation aux travaux contractuels faits pour la Société Nationale d’Etude et de Construction de Moteurs d’Aviation (SNECMA) en 1985-1987 par le laboratoire EM2C du CNRS et de l’ECP (Chatanay-Malabry).

- Participation aux travaux contractuels faits pour la société Dassault en 1987-1991 par le laboratoire EM2C du CNRS et de l'ECP (Chatanay-Malabry) portant sur la modélisation du nez d'Hermès.
- Participation aux travaux contractuels faits pour la Direction des Recherches et Etudes Techniques (DRET) en 1987-1988 par le laboratoire EM2C du CNRS et de l'ECP (Chatanay-Malabry) portant sur la simulation des mélanges gazeux réactifs.
- Contrat avec le PIRSEM Moteurs Cryotechniques pour une étude sur le calcul des flammes laminaies étirées d'Hydrogène-Oxygène (1988).
- Conseiller Scientifique à l'ONERA en 1989–1990, un jour par semaine. Travail sur l'inhibition des flammes par des additifs et sur la simplification des schémas réactionnels.
- Contrat avec la société Elf Aquitaine. Etude de la vectorisation des codes d'écriture automatique CHEMKIN et calcul de flammes de butane (1990).
- Conseiller Scientifique à l'ONERA en 1990–1991, un jour par semaine. Travail sur les limites d'extinction des flammes par l'inhibition et sur la simplification des schémas réactionnels.
- Contrat avec la société THOMSON-CSF. Simulation Numérique d'un réacteur MOCVD (1991).
- Contrat avec le PRC Combustion Supersonique pour une étude sur les flammes laminaies étirées instationnaires (1991).
- Conseiller Scientifique à l'ONERA en 1991–1992, un jour par semaine. Travail sur le calcul des flammes à cinétique chimique complexe.
- Conseiller Scientifique à l'ONERA en 1992–1993, un jour par semaine. Travail sur le calcul des flammes à cinétique chimique complexe et les cinétiques d'inhibition.
- Conseiller Scientifique à l'ONERA en 1993–1994, un jour par semaine. Travail sur le calcul de l'évolution de particules fluides dans un écoulement turbulent et le calcul des flammes à cinétique chimique complexe.
- Conseiller Scientifique à l'ONERA en 1994–1995, un jour par semaine. Travail sur la modélisation et le calcul des flammes diphasiques à cinétique chimique complexe et le calcul de l'évolution de particules fluides dans un écoulement turbulent.
- Conseiller Scientifique à l'ONERA en 1995–1996, un jour par semaine. Travail sur la modélisation et le calcul des flammes diphasiques à cinétique chimique complexe et le calcul de l'évolution de particules fluides dans un écoulement turbulent.

- Conseiller Scientifique à l'ONERA en 1996–1997, un jour par semaine. Travail sur les écoulements réactifs dans les tuyères et l'optimisation des intégrateurs d'équations différentielles ordinaires pour les réacteurs chimiques.
- Conseiller Scientifique à l'ONERA en 1997–1998, un jour par semaine. Travail sur les écoulements réactifs dans les tuyères et l'optimisation des intégrateurs d'équations différentielles ordinaires pour les réacteurs chimiques.
- Contrat avec l'Institut Français du Pétrole. Simulation numérique des flammes étirées avec cinétique chimique complexe (1997).
- Conseiller Scientifique à l'ONERA en 1998–1999, un jour par semaine. Travail sur la simulation des flammes à cinétique chimique complexe.
- Conseiller Scientifique à l'ONERA en 1999–2000, un jour par semaine. Travail sur la simulation des flammes de brouillards de gouttelettes et la simulation numérique directe des fronts de flamme.
- Conseiller Scientifique à l'ONERA en 2000–2001, un jour par semaine. Travail sur la simulation des flammes de brouillards de gouttelettes et la simulation numérique directe.
- Conseiller Scientifique à l'ONERA en 2001–2002, un jour par semaine. Travail sur la simulation des flammes de brouillards de gouttelettes et la simulation des combustibles solides.
- Conseiller Scientifique à l'ONERA en 2002–2003, un jour par semaine. Travail sur la discrétisation des gradients dans la méthode des volumes finis et la simulation des combustibles solides.
- Travaux exploratoires pour la société CETH présente sur le campus de l'École Polytechnique. Faisabilité d'une étude d'un réacteur de réformage d'hydrocarbures (2002).
- Conseiller Scientifique à l'ONERA en 2003–2004, un jour par semaine. Travail sur la simulation des combustibles solides dans le moteur d'Ariane et les modèles Eulériens de brouillards de gouttelettes.
- Conseiller Scientifique à l'ONERA en 2004–2005, un jour par semaine. Travail sur la simulation des flammes de Perchlorate d'Ammonium dans le moteur d'Ariane et sur les modèles Eulériens de brouillards de gouttelettes.
- Conseiller Scientifique à l'ONERA en 2005–2006, un jour par semaine. Travail sur la simulation des flammes de Perchlorate d'Ammonium dans le moteur d'Ariane et sur les modèles Eulériens de brouillards de gouttelettes.

- Conseiller Scientifique à l'ONERA en 2006–2007, un jour par semaine. Travail sur la simulation des flammes de Perchlorate d'Ammonium dans le moteur d'Ariane et sur les modèles Eulériens de brouillards de gouttelettes.
- Conseiller Scientifique à l'ONERA en 2007–2008, un jour par semaine. Travail sur la simulation des flammes de Propergols et sur la modélisation des fluides supercritiques.
- Conseiller Scientifique à l'ONERA en 2008–2009, un jour par semaine. Travail sur la simulation des flammes de Propergols et sur la modélisation des fluides supercritiques.
- Conseiller Scientifique à l'ONERA en 2009–2010, un jour par semaine. Travail sur les instabilités des flammes de Propergols et sur la modélisation détaillée des flammes supercritiques.
- Conseiller Scientifique à l'ONERA en 2010–2011, un jour par semaine. Travail sur les ondes acoustiques dans les flammes de Propergols et sur les flammes transcritiques planes et étirées.
- Conseiller Scientifique à l'ONERA en 2011–2012, un jour par semaine. Travail sur les ondes acoustiques dans les flammes de Propergols, sur les instabilités thermodynamiques, et sur les flammes transcritiques planes et étirées.
- Conseiller Scientifique à l'ONERA en 2012–2013, un jour par semaine. Travail sur les plasmas ambipolaires, sur les instabilités thermodynamiques, et sur les flammes transcritiques planes et étirées.
- Conseiller Scientifique à l'ONERA en 2013–2014, un jour par semaine. Travail sur les multifluides, les plasmas ambipolaires, la diffusion nonidéale, et sur les flammes transcritiques turbulentes.
- Conseiller Scientifique à l'ONERA en 2014–2015, un jour par semaine. Travail sur les multifluides, les modèles de gaz raréfiés, les interfaces diffuses, la diffusion nonidéale, et sur les flammes transcritiques turbulentes.
- Conseiller Scientifique à l'ONERA en de 2015 à novembre 2016, un jour par semaine. Travail sur les flammes des moteurs de la fusée Ariane et notamment les flammes transcritiques et les combustibles solides.

4.3 ANIMATION DE LA RECHERCHE

- Responsable du Colloquium du Centre de Mathématiques Appliquées (avec Philippe Le Floch et Pierre-Arnaud Raviart) de septembre 1996 à juin 1999.
- Membre du Comité Éditorial de la revue ‘La Recherche Aérospatiale’ de juin 1994 à janvier 1997, date à laquelle cette revue s’est transformée.
- Responsable de l’équipe “Écoulements Diphasiques et Combustion” du Centre de Mathématiques Appliquées jusqu’en mars 2002.
- Membre du Comité Éditorial de la revue ‘Combustion Theory and Modeling’ depuis Mars 1997.
- Membre du ‘Steering Committee’ du Congrès SIAM sur la Combustion Numérique depuis 1996.
- Responsable à l’Ecole Polytechnique du DEA d’Analyse Numérique de Paris 6 entre 1997 et 2004, date de sa transformation en Master.
- Organisateur Principal du Congrès SMAI 2009, 4e Biennale Française de Mathématiques Appliquées, qui s’est déroulé du 25 au 29 mai 2009 à La Colle sur Loup.
- Membre du Conseil Scientifique de la Maison de la Simulation depuis 2011.
- Membre du Conseil Scientifique de la Fondation Jacques Hadamard de 2011 à 2015.
- Colloquium Co-Chair pour la thématique ‘Laminar Flames’, 36th International Symposium on Combustion.
- Éditeur en chef du Journal de l’École Polytechnique—Mathématiques, depuis Septembre 2013.
- Membre du ‘International Advisory Committee’ du Congrès Rarefied Gas Dynamics depuis juillet 2016.

4.4 ADMINISTRATION DE LA RECHERCHE

- Directeur adjoint du Centre de Mathématiques Appliquées de l'École Polytechnique, UMR 7641 du CNRS, du 1^{er} Mars 1997 au 30 Mai 1998.
- Directeur du Centre de Mathématiques Appliquées de l'École Polytechnique, UMR 7641 du CNRS, du 1^{er} Juin 1998 au 30 mars 2006.
- Membre de Comités d'Évaluation et d'Orientation de Projets de Recherche Fédérateurs en combustion numérique à l'ONERA ainsi que des activités 'Mathématiques Appliquées et Calcul Scientifique' du Département DTIM de cet organisme en 2001–2004.
- Membre de la Commission de Recrutement de Mathématiques Appliquées de l'École Polytechnique jusqu'en juin 2006.
- Membre du Comité d'Évaluation de l'Institut Non Linéaire de Nice, les 16-17 janvier 2003.
- Membre de l'Atelier Numérique d'INCA, structure du CNRS, de l'ONERA et de la SNECMA, chargée de piloter des recherches en combustion jusqu'en 2006.
- Membre du Conseil Scientifique de l'Ecole Doctorale de l'Ecole Polytechnique jusqu'en mars 2007.
- Membre de la Commission des Thèses de l'Ecole Doctorale de l'Ecole Polytechnique de septembre 2004 à décembre 2015 .
- Membre du Comité d'Évaluation du Laboratoire de Mathématiques Appliquées de Pau, les 1 et 2 décembre 2005.
- Président du Comité d'Évaluation du Laboratoire de Mathématiques, Université Blaise Pascal Clermont-Ferrand II, les 20 et 21 décembre 2006.
- Membre suppléant de la Commission de Spécialistes, Université Joseph Fourier Grenoble I, Section 26, Mathématiques Appliquées en 2006–2007.
- Membre du Comité d'Évaluation pour les Programmes Blancs de l'Agence Nationale de la Recherche, Commission 'Sciences pour l'Ingénieur' CSD2 en 2008 et 2009.
- Membre du Comité d'Évaluation pour les Programmes Blancs de l'Agence Nationale de la Recherche, Commission 'Sciences pour l'Ingénieur' SIMI9 en 2010.
- Président du Comité d'Évaluation du Laboratoire de Mathématiques, Université de Savoie, le 4 février 2010.

- Membre du Comité d'attribution de la Prime d'Excellence Scientifique pour les Mathématiques à l'Université de Versailles Saint-Quentin de 2010 à 2012.
- Président du Comité d'attribution du Prix Blaise Pascal en 2012 et membre de ce Comité en 2013.
- Président de la Commission des Thèses Mathématiques-Informatique de l'Ecole Doctorale de l'Ecole Polytechnique d'octobre 2012 à décembre 2015.
- Directeur Adjoint de l'École Doctorale Mathématiques Hadamard, Représentant de l'École Polytechnique, jusqu'à septembre 2015.
- Directeur Adjoint de la FMJH, chargé du Labex LMH, à partir de septembre 2015.