

HABILITATION A DIRIGER DES RECHERCHES HDR

NANTES UNIVERSITE

Spécialité : 62. Energétique, génie des procédés

Par

Dominique TARLET

Intensification des transferts de chaleur et de masse pour la micro explosion optimale et les procédés en mini-canaux

VERSION PROVISOIRE 07/11/2023

Travaux présentés et soutenus à Nantes Université, le 16 janvier 2024

Unité de recherche : Laboratoire de Thermique et Energie de Nantes - LTeN UMR CNRS 6607

Rapporteurs avant soutenance :

Joëlle AUBIN	DR CNRS – Université de Toulouse – Lab. Génie Chimique de Toulouse
Alexandre LABERGUE	Maître de Conférences – Université de Lorraine – LEMTA UMR 7563
François-Xavier DEMOULIN	Professeur – Université de Rouen – CORIA UMR 6614

Composition du Jury :

Attention, en cas d'absence d'un des membres du jury le jour de la soutenance, la composition du jury doit être revue pour s'assurer qu'elle est conforme et devra être répercutée sur la couverture

Président :	Prénom Nom	Fonction et établissement d'exercice (6) (à préciser après la soutenance)
Examineurs :	Jérôme Bellettre	Professeur – Nantes Université – LTeN UMR 6607
	Jocelyn Bonjour	Professeur – INSA Lyon – CETHIL UMR 5008
	Guillaume Castanet	DR CNRS - Université de Lorraine – LEMTA UMR 7563
	Lingai Luo	DR CNRS – Nantes Université – LTeN UMR 6607

Titre : Intensification des transferts de chaleur et de masse pour la micro explosion optimale et les procédés en mini-canaux

Mots clés : Micro explosion, micro-fluidique, mini-canaux, émulsion, capture de CO₂, écoulement multi-échelles.

Résumé : Ce mémoire de HDR présente près de deux décennies de travaux portant sur l'intensification des transferts de chaleur et de masse aux interfaces liquide-liquide et gaz-liquide. Ce type d'intensification est nécessaire à la combustion en spray des combustibles liquides en émulsion, elle favorise le phénomène de micro-explosion qui la rend moins polluante. C'est pourquoi la généalogie des causes thermiques et mécaniques de la micro-explosion optimale en est le premier verrou scientifique, traité dans une première partie. Mais cette intensification améliore également l'émulsification préliminaire du combustible, à travers des micro-écoulements aux larges surfaces spécifiques; pour une variété d'autres applications la technologie multi-échelles y permet une émulsification plus orientée vers l'homogénéité.

Enfin l'absorption chimique gaz-liquide dans les mini-canaux ouvre cette intensification à des applications de dépollution de plus en plus prisées, notamment d'absorption du CO₂. Ce deuxième verrou scientifique est donc traité dans la seconde partie, relative aux micro-écoulements liquide-liquide (procédés d'émulsification et de mélange) et gaz-liquide. L'ensemble de ces travaux fut à dominante expérimentale. Cependant nous avons parfois fait appel à la simulation numérique, à de simples bilans d'énergie ou à des corrélations appropriées pour confronter la réalité mesurée aux explications offertes par le calcul théorique. Les perspectives futures de ces travaux sont également formulées, pour chacun de ces deux verrous scientifiques; ceci afin de progresser dans la compréhension et la maîtrise de ces transferts aux interfaces, s'appliquant à des procédés sûrs et performants au service du développement durable.

Title : Intensification of heat and mass transfer applied to optimal micro-explosion and to microchannel embedded processes.

Keywords : Micro-explosion, microchannel, emulsion, carbon capture, multi-scale.

Abstract : This HDR thesis sums up nearly two decades of our scientific campaign about intensification of heat and mass transfer at liquid-liquid (emulsions, mixing processes) and gas-liquid interfaces. This kind of intensification is necessary to spray combustion of emulsified liquid fuels, because it favors the micro-explosion phenomenon that makes it less polluting. That is why determination of the root thermal and mechanical causes of the optimal micro-explosion is the first main issue of the present thesis. Secondly, intensification of mass transfer is carried out in the emulsifying mini-channel feeding the liquid fuel, which offers a large specific surface; for a variety of other applications multi-scale technology enables a more homogeneous-oriented emulsification.

Gas-liquid absorption in mini-channels also applies intensification of mass transfer to environment-friendly applications, such as absorption of CO₂. This second main issue is treated in the second part, dealing with liquid-liquid (emulsification process) and gas-liquid flows. All the work done is predominantly experimental. Nevertheless, we sometimes used numerical simulations, straightforward energy balances or appropriate correlations to confront real-world measurements to the explanations offered by theoretical results. Perspectives of these works are also detailed for each of these main issues in order to move ahead a better understanding and control of these transfers at fluid interfaces, applied to reliable and efficient processes in the service of sustainable development