

Les microréacteurs : Quelles opportunités pour les industries chimiques

Expérience IFP

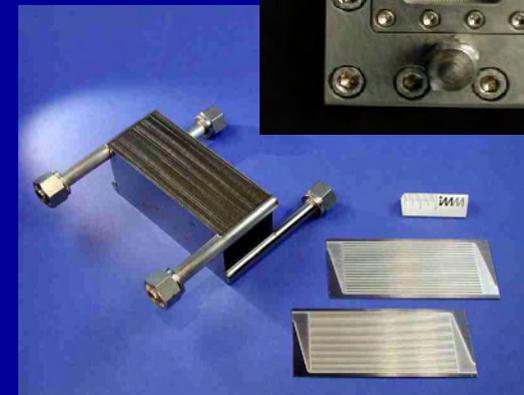
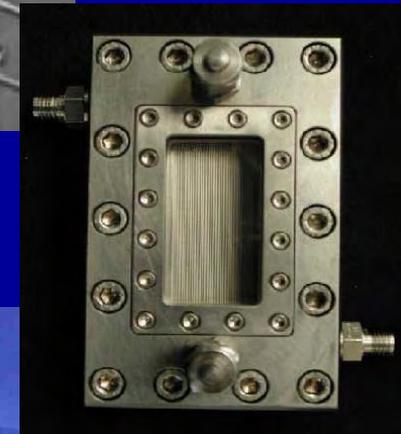
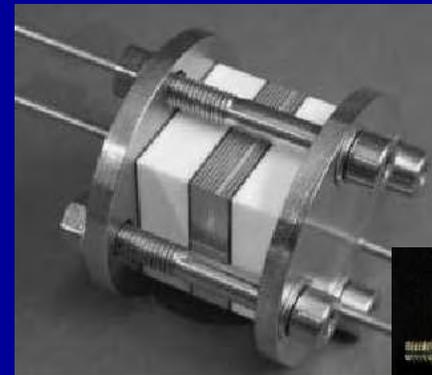
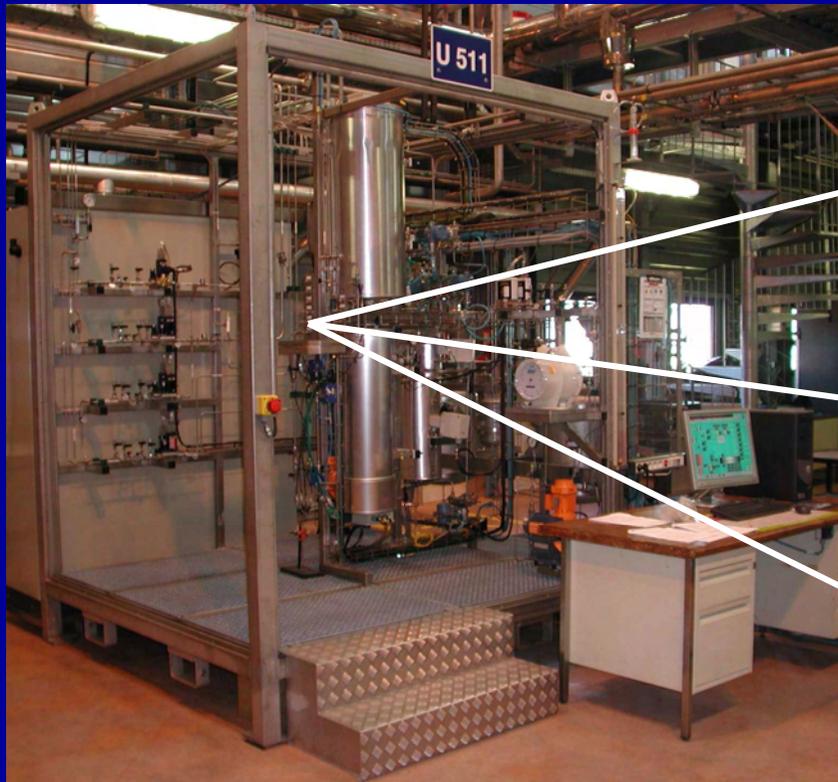
C. Boyer – P. Font

IFP-Lyon

14 mars 2007

- **Actions IFP**
 - Bilan bibliographique des travaux R&D en microfluidique
 - Caractérisation de microsystèmes :
 - Réalisation d'un banc test micro-systèmes
 - Caractérisation de micro-réacteur, micro-échangeurs, monolithes (hydrodynamique, transferts de matière, de chaleur)
 - Étude d'applications
 - Outils pilote
 - Intensification de procédés industriels

- Caractérisation de microsystèmes



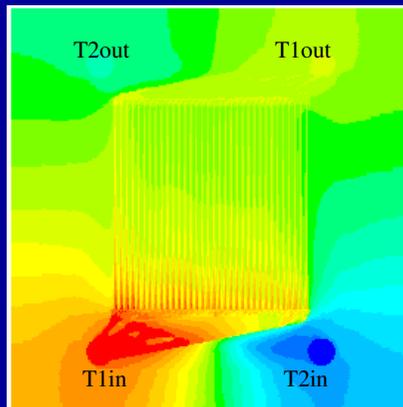
Banc test instrumenté

- **Caractérisation de microsystèmes**

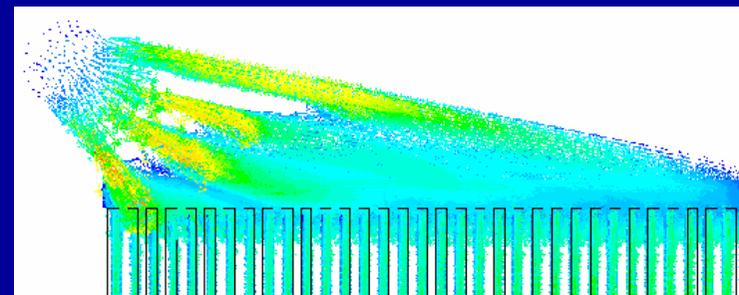
- Expérimentation :

- ΔP , traçage
- Transfert de matière par méthodes chimiques
- Transfert de chaleur en convection/ébullition
- μ -PIV, tomographie gamma

- Modélisation par CFD



Thermique



Hydrodynamique

- **Caractérisation de microsystèmes**
 - Mesure des profils de vitesse à l'échelle des μ -canaux par μ -PIV

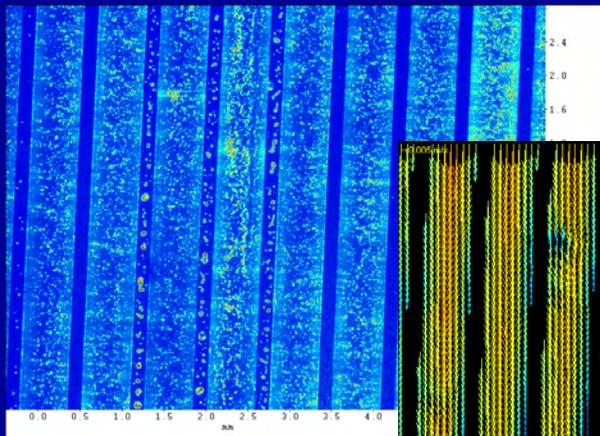
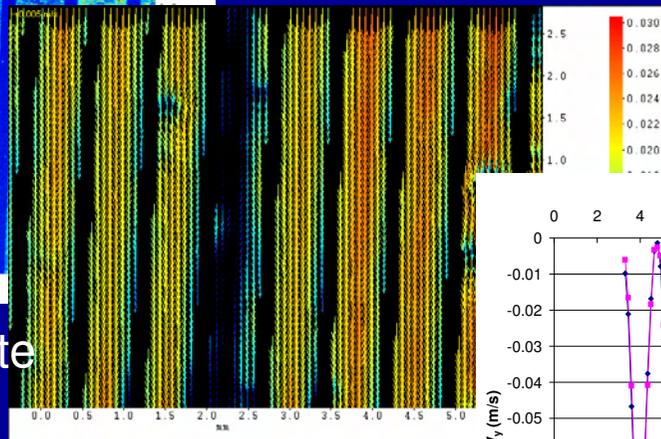
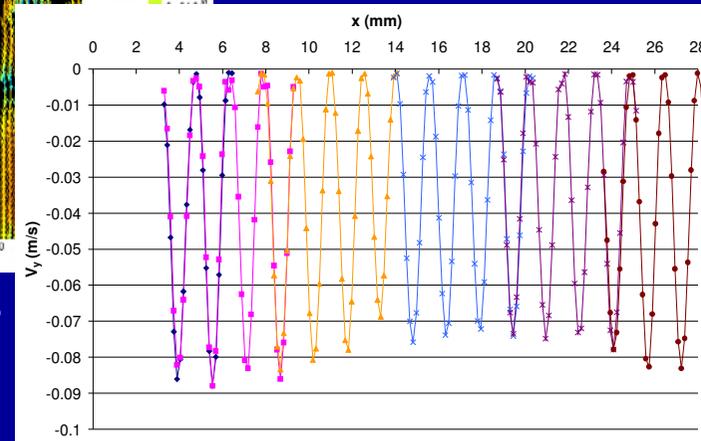


image brute



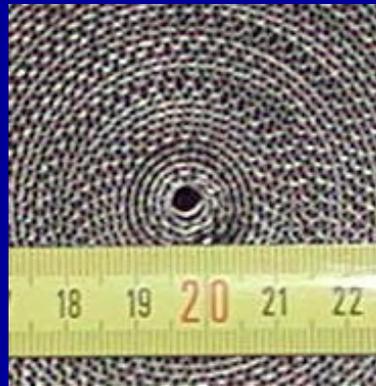
vecteurs vitesses

Profils moyennés

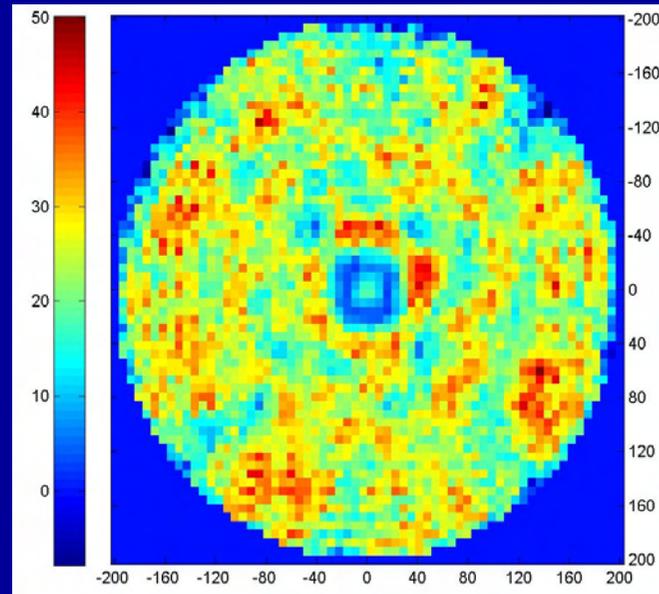


⇒ **Définition du domaine opératoire du microréacteur**

- **Caractérisation de microsystèmes**
 - Mesure de la distribution G/L à l'échelle d'un réseau de canaux par tomographie γ



monolithe

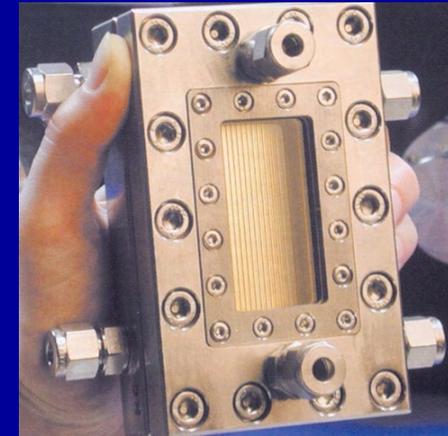


Cartographie de la rétention liquide

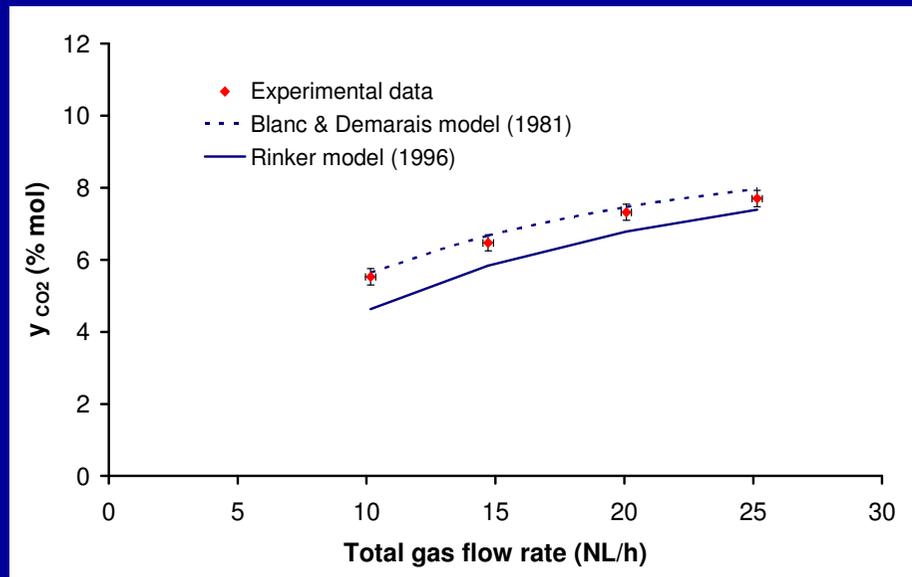
⇒ **Optimisation de l'alimentation de mini canaux à grande échelle**

- **Application de microsystèmes au processus d'extrapolation**
 - Définition des outils adaptés aux étapes clefs de l'extrapolation
 - Micro-réacteur pour le test de solvants en traitement de gaz
 - Réacteur capillaire pour le test de catalyseur solide
 - Optimisation des outils pilotes existants
 - mélange des réactifs à l'amont du réacteur
 - vaporisation de la charge
 - Stripage H₂S à l'aval du réacteur

- **Application de microsystemes au processus d'extrapolation**
 - Micro-réacteur à film tombant pour l'étude cinétique de solvants liquides (application traitement de gaz)
 - Aire interfaciale contrôlée et stable
 - Contrôle du temps de séjour avec le débit gaz



*Application
au système
CO₂/DEA*

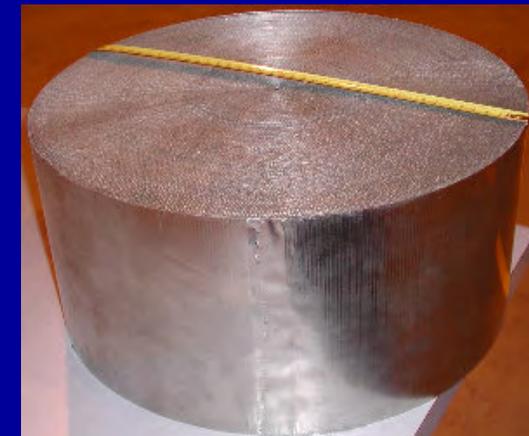
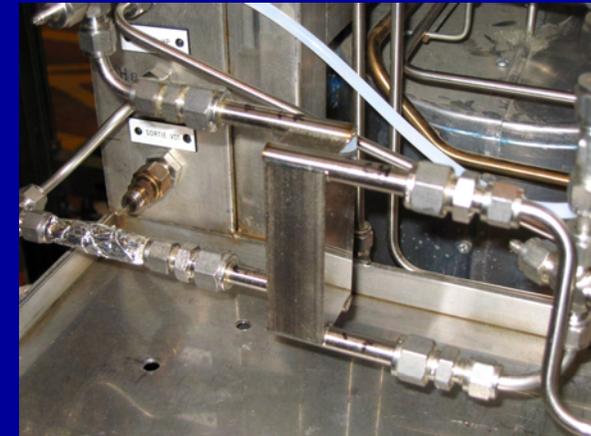


⇒ **Outil valide pour déterminer la cinétique de réaction d'un solvant**

- **Application de microsystemes au processus d'extrapolation**
 - Réacteur capillaire pour le test de catalyseurs industriels
 - H/D élevé
 - ⇒ vitesses proches des réacteurs industriels
 - Fonctionnement en régime de Taylor
 - ⇒ intensification du transfert de matière G/L
 - Faible diamètre
 - ⇒ meilleur contrôle thermique
 - Particule catalytique réelle
 - ⇒ représentativité des limitations internes
- ⇒ **Application aux réactions rapides et exothermiques (hydrogénations)**



- Application de microsystemes à l'intensification des procédés
 - Échangeurs compacts / microstructurés
 - Générateur d'H₂
 - ⇒ Intensification de l'intégration thermique du système
 - Monolithes
 - Applications catalytiques
 - ⇒ Intensification des transferts de matière
 - Contacteurs microstructurés
 - Procédés de traitement de gaz
 - ⇒ Intensification des transferts G/L



- **Conclusions**

Quelles opportunités pour les microréacteurs à l'IFP ?

- Optimisation des outils d'extrapolation

- Contrôler les conditions de réaction
- Fonctionner en régime chimique
- Réduire les quantités d'effluents/catalyseur

- Intensification des procédés

- Réduire les tailles caractéristiques pour les phénomènes limitants
- Intégrer des sections microstructurés au sein de systèmes macro
 - ⇒ Améliorer les performances globales
 - ⇒ Réduire le coût énergétique à iso performance