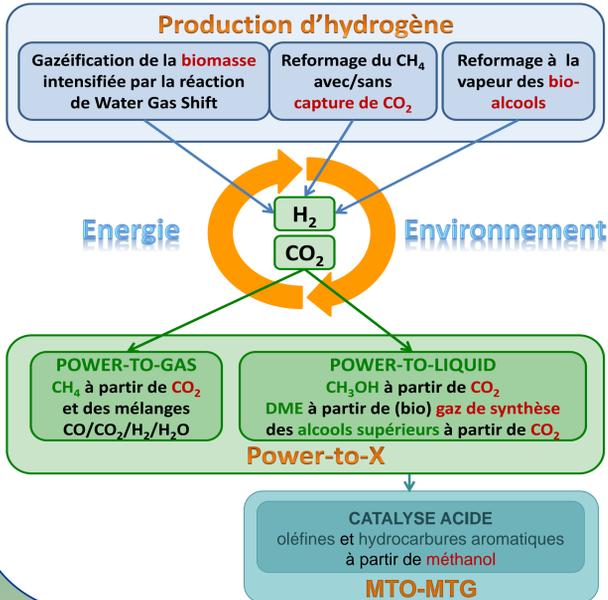


## Orientation thématique : catalyse hétérogène pour l'énergie



### mots clés

- catalyse hétérogène
- énergie
- CO<sub>2</sub>
- biomasse
- oxydes mixtes
- caractérisation
- cinétique
- modélisation
- activité catalytique
  - ✓ nature du métal
  - ✓ nature du support
  - ✓ dispersion du métal
  - ✓ surface spécifique
- sélectivité
  - ✓ nature des sites métalliques
  - ✓ répartition sites acides et basiques
- stabilité
  - ✓ interaction métal/support
  - ✓ conditions opératoire
- intégration procédé global
  - ✓ GHSV
  - ✓ composition réactifs
  - ✓ régénération

## L'équipe

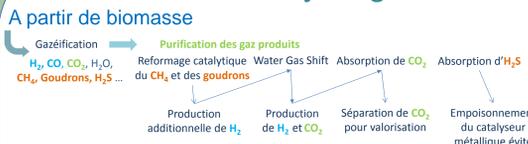


## Les permanents

- Anne-Cécile ROGER: Professeur Génie Chimique, IUT Robert Schuman [annececile.roger@unistra.fr](mailto:annececile.roger@unistra.fr)
- Anne-Clémence AUN: Technicienne [acaun@unistra.fr](mailto:acaun@unistra.fr)
- Claire COURSON: Maître de Conférences - HDR Génie Chimique, IUT Robert Schuman [claire.courson@unistra.fr](mailto:claire.courson@unistra.fr)
- Benoit LOUIS: Directeur de Recherches, CNRS [blouis@unistra.fr](mailto:blouis@unistra.fr)
- Ksenia PARKHOMENKO: Chargée de Recherches, CNRS [parkhomenko@unistra.fr](mailto:parkhomenko@unistra.fr)
- Sébastien THOMAS: Maître de Conférences - HDR Génie Chimique, IUT Robert Schuman [sebastien.thomas@unistra.fr](mailto:sebastien.thomas@unistra.fr)

... des étudiants : M1, M2, doctorants, post doctorants

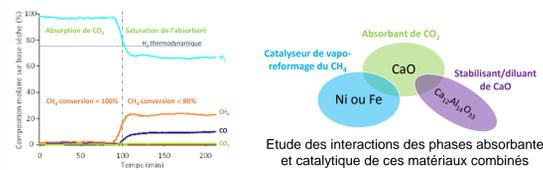
## Production d'hydrogène



Reformage catalytique du méthane et des goudrons → Fe/olivine, Ni/oxydes mixtes

Purification ultime d'H<sub>2</sub> par Water Gas Shift → catalyseur à base de fer (haute T°) → catalyseur à base de cuivre (basse T°)

Séparation *in situ* de CO<sub>2</sub> en vapo-reformage du méthane et des goudrons par absorption simultanée (à T < 700°C)

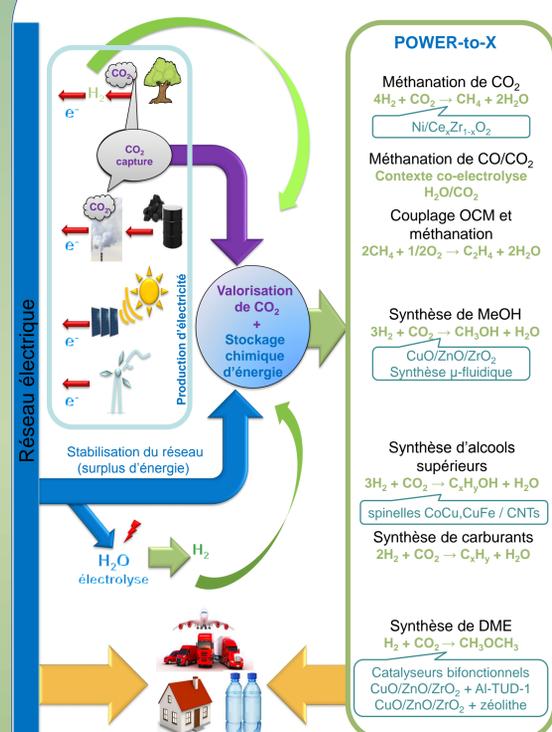


### A partir de gaz à effet de serre

Reformage à sec du méthane : CH<sub>4</sub> + CO<sub>2</sub> → 2H<sub>2</sub> + 2CO



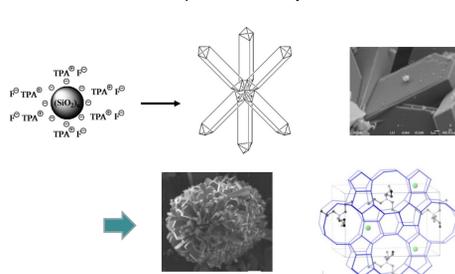
## Valorisation énergétique de CO<sub>2</sub>



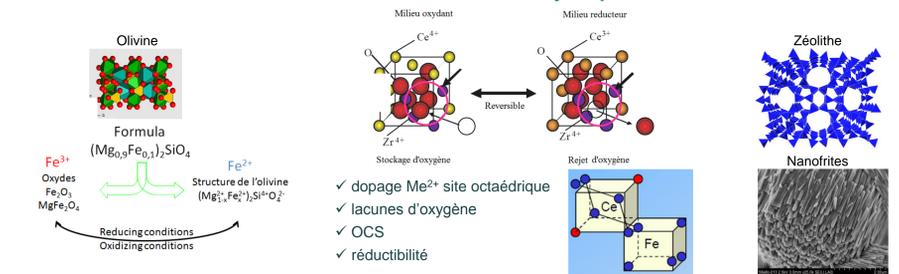
- ⇒ CO<sub>2</sub> source de carbone pour l'énergie
- ⇒ stockage chimique de l'électricité
- ⇒ stabilisation des réseaux électriques

## Synthèse de carburants

Design moléculaire et microscopique de zéolithes pour la catalyse acide



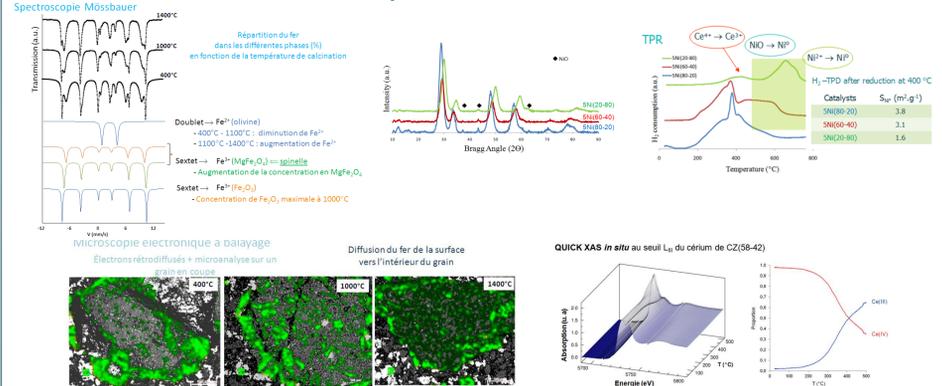
## Les matériaux catalytiques



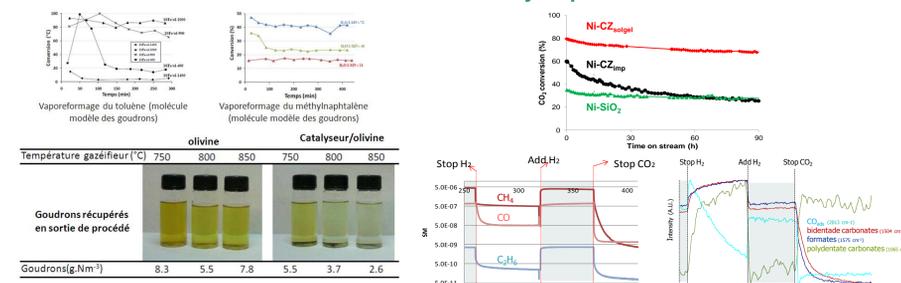
## La synthèse des catalyseurs

- ✓ co-précipitation
- ✓ méthode pseudo sol-gel
- ✓ hydrothermale
- ✓ imprégnation
- ✓ cristallisation basse T°
- ✓ modification de structures définies
- ✓ interaction métal/support
- ✓ enduction sur supports structurés

## Les techniques de caractérisation

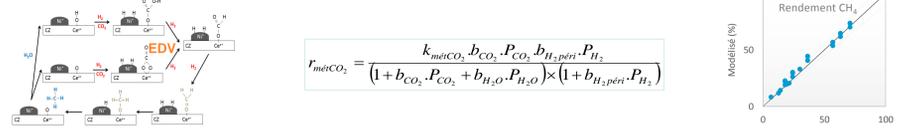


## La réactivité catalytique



## Mécanisme et étude cinétique

mécanisme → étapes élémentaires → hypothèses → loi cinétique → tests → détermination de paramètres



## Les outils

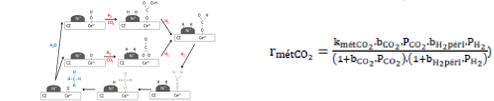
DRX, BET, TPR, TPO, TPD-H<sub>2</sub>, Chimisorption N<sub>2</sub>O, TPD-NH<sub>3</sub>, TPD-CO<sub>2</sub>, marquage isotopique H/D, MEB, MET, XPS, IR operando, EXAFS et XANES, Mössbauer  
Montages catalytiques : de T<sub>amb</sub> à 850°C, de P<sub>atm</sub> à 80 bar  
Analyse en ligne : GC et μ-GC, spectrométrie de masse, analyseurs spécifiques  
Simulation de procédés : ProSim

## Modélisation

Développement de modèles cinétiques associés aux systèmes catalytiques étudiés

Méthanation de CO<sub>x</sub>  
Synthèse de méthanol  
Production d'hydrogène par WGS

Mécanisme réactionnel établi → Mise en équation

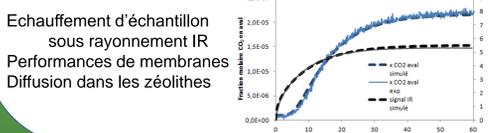


→ Test par comparaison avec données expérimentales à faible conversion

→ Estimation des paramètres cinétiques et d'équilibre d'adsorption



### Développement de modèles divers



## Collaborations académiques et industrielles

- IRCELYON / Lyon
- IC2MP / Université de Poitiers
- LCS / Université de Caen
- LERMAB / Université de Lorraine
- ICMCB / Bordeaux
- LRGP / ENSIC Nancy
- LRS / Paris
- Marion Technologies (Verniolles, France)
- CEA (France)
- Enercat (France)
- Engie (France)
- Saint Gobain Norpro (CREE Cavillon, France)
- IFPEN (Solaize, France)
- BASF (Allemagne)
- Université de L'Aquila, Teramo et Rome Sapienza (Italie)
- Université de Séville (Espagne)
- BIC de Novossibirsk (Russie)
- Université du Pétrole et du Gaz à Moscou (Russie)
- Université Nationale de Colombie à Bogota (Colombie)
- Jagiellonian Université (Pologne)
- Université Nationale de Rio de Janeiro (Brésil)
- Université Forestière de Pékin (Chine)
- Ecole Polytechnique Fédérale de Zurich (Suisse)
- Institut de Chimie des Procédés de Prague (République Tchèque)
- Université des Sciences et de la Technologie d'Alger (Algérie)
- Hochschule Offenbourg (Allemagne)



## Devenir des doctorants

- 2013 Ingrid ZAMBONI
- 2013 Moises ROMOLOS (cotutelle Brésil)
- 2014 Laetitia ANGELO
- 2015 Francesca MICHELI (cotutelle Italie)
- 2015 Kilian KOBEL
- 2015 Dmitri KOMISSARENKO (cotutelle Russie)
- 2016 Charlotte LANG
- 2016 Myriam FREY
- 2017 Qinqin JI
- 2017 Qian JIANG
- 2017 Marina ARAPOVA (cotutelle Russie)
- 2017 Audrey WALDVOGEL
- Bourse CNRS-Région
- Bourse Eiffel
- ANR Vitesse2
- Projet FP7 UNIFHY
- ANR Vitesse2
- Bourse président Russe
- Projet FP7 UNIFHY
- Bourse Région-ANR
- Bourse CSC
- Bourse CSC
- Bourse ambassade
- ANR CHOCHCO
- Chercheur Québec, Canada
- Post-doc LGRE, Mulhouse
- Ingenieur R&D Gaggenuau
- Enseignante Milan, Italie
- Ingenieur YPSO FACTO
- Chercheur associé, Russie
- Post-doc Louvain, Belgique
- Post-doc LGPC, Lyon
- Post-doc Dalian, Chine
- Post-doc Dalian, Chine
- Chercheur BIC, Russie
- Ingenieur Merck