



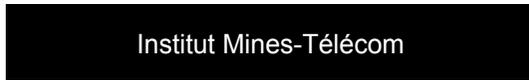
Journées Futuring Cities
7 octobre 2014
Ville et énergie durable



Interactions entre la biomasse et le rayonnement solaire concentré

Victor POZZOBON

Mouna EL HAFI, Jean Jacques BEZIAN, Sylvain SALVADOR, Gilles FLAMANT





Le Centre RAPSODEE



- **EE pour Energétique Environnement**
- **UMR CNRS – Centre commun ARMINES – EMAC**
- **Ecole des Mines d’Albi – Carmaux**
- **En énergétique**
- **20 EC, 10 ITA et 30 doctorants et post doc sur thématique énergie**
 - Valorisation énergétique et matière de la biomasse et des déchets
 - Transferts radiatifs (combustion, énergie solaire)
 - Energétique des bâtiments
- **Labex SOSLTICE (concentration du rayonnement solaire)**

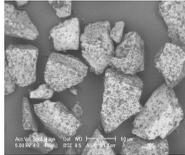
Groupe de Recherche – Poudres Procédés

- Mise au point et développement de Procédés de transformation des solides
 - Contrôle de propriétés fonctionnelles des solides

- Procédés étudiés

Enrobage à sec

Silica gel + 15% MgSt

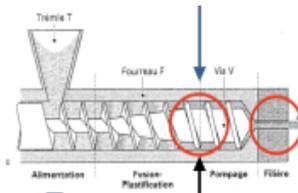


Modification des propriétés de surface

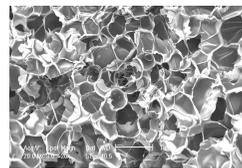


Mélange de poudres

Extrusion assistée par CO₂ supercritique

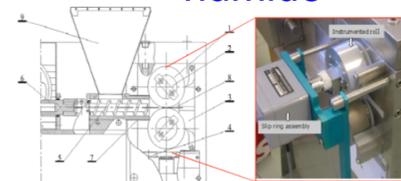


Foamed Eudragit E100



Cristallisation assistée par ultrasons ou en CO₂ supercritique

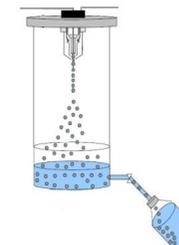
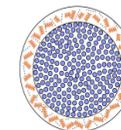
Granulation sèche et humide



Roll compactor Komarek® B050H

Roll instrumentation system

prilling



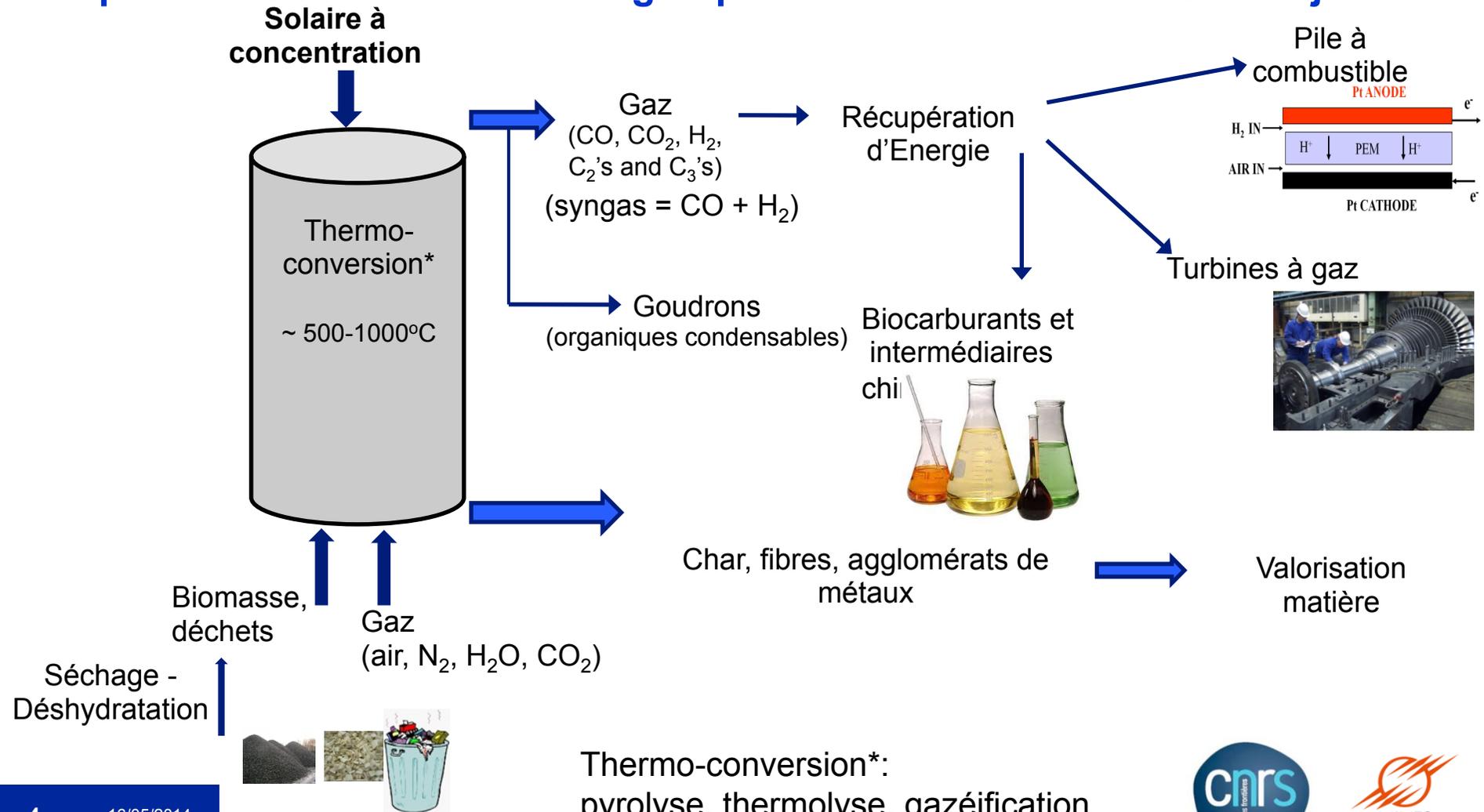
Particule de type noyau-membrane

- Plateforme de R&I Galénique avancée (GALA)



Groupe de Recherche – Energétique Environnement

- Procédés, Ressources renouvelables, Résidus et co-produits pour la production de vecteurs énergétiques et de matériaux à valeurs ajoutées



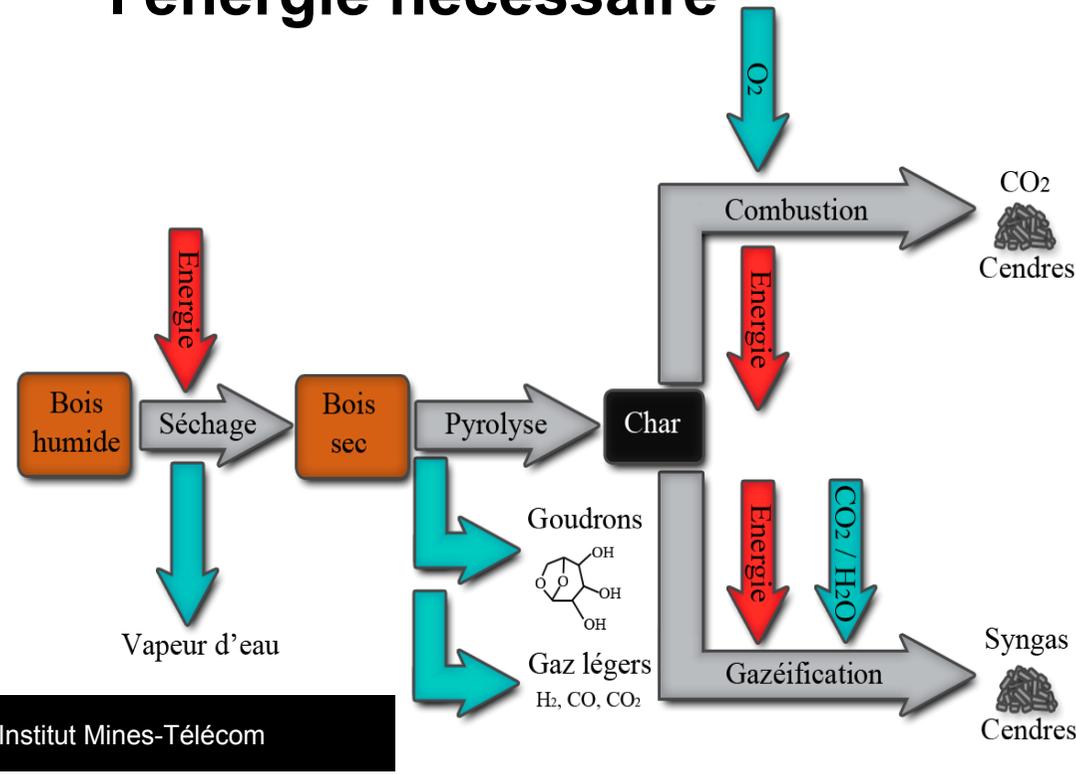
Contexte



- **Biomasse, déchets : stocks renouvelables, difficilement transportable**
- **Energie solaire : flux renouvelable discontinu**
- **Association pour produire du gaz de synthèse $\text{CO} + \text{H}_2$ (et filière hydrogène)**
- **Biomasse ligno – cellulosique (notamment bois)**
- **1^{ère} thèse LABEX SOLSTICE (CNRS PROMES-RAPSODEE)**

Etat de l'art

- Bois : combustion sur place
- Pyrolyse : 500 °C, athermique : charbon
- Gazéification : 800 °C, endothermique : gaz
- 20 à 25 % du PCI du bois pour apporter l'énergie nécessaire





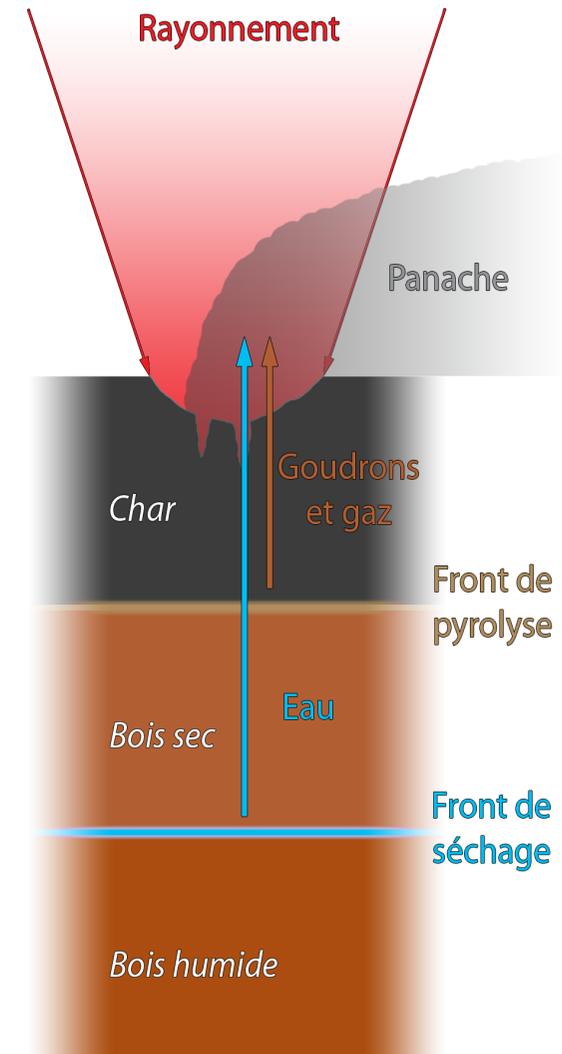
Innovation

- **Directement à partir du bois coupé (50 % de masse en eau)**
- **Exposition à un flux solaire concentré (de l'ordre de 1000 soleils) : niveau de température suffisants pour les différentes réactions**
- **Séchage, pyrolyse et gazéification flash dans un même processus**
- **Stockage énergie solaire sous forme de gaz de synthèse**

- **Modélisation numérique**
- **Expérimentation laboratoire, pilote**
- **Développement technologique**

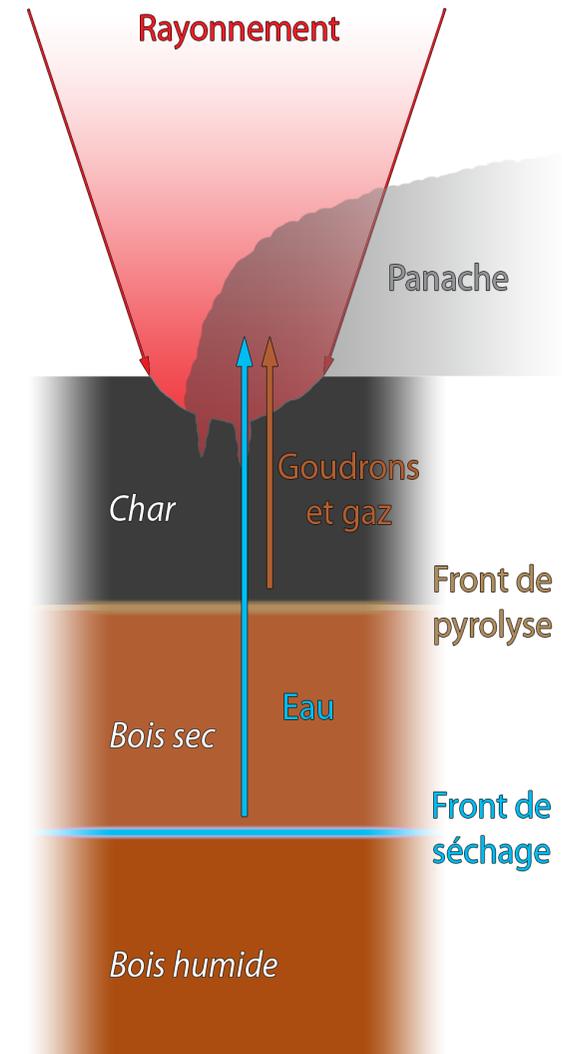
Phénoménologie

- **Transfert radiatif :**
 - cartographie
 - interaction avec les gaz
 - pénétration
- **Transferts internes :**
 - chaleur (rayonnement, conduction, convection)
 - matière (diffusion, convection)

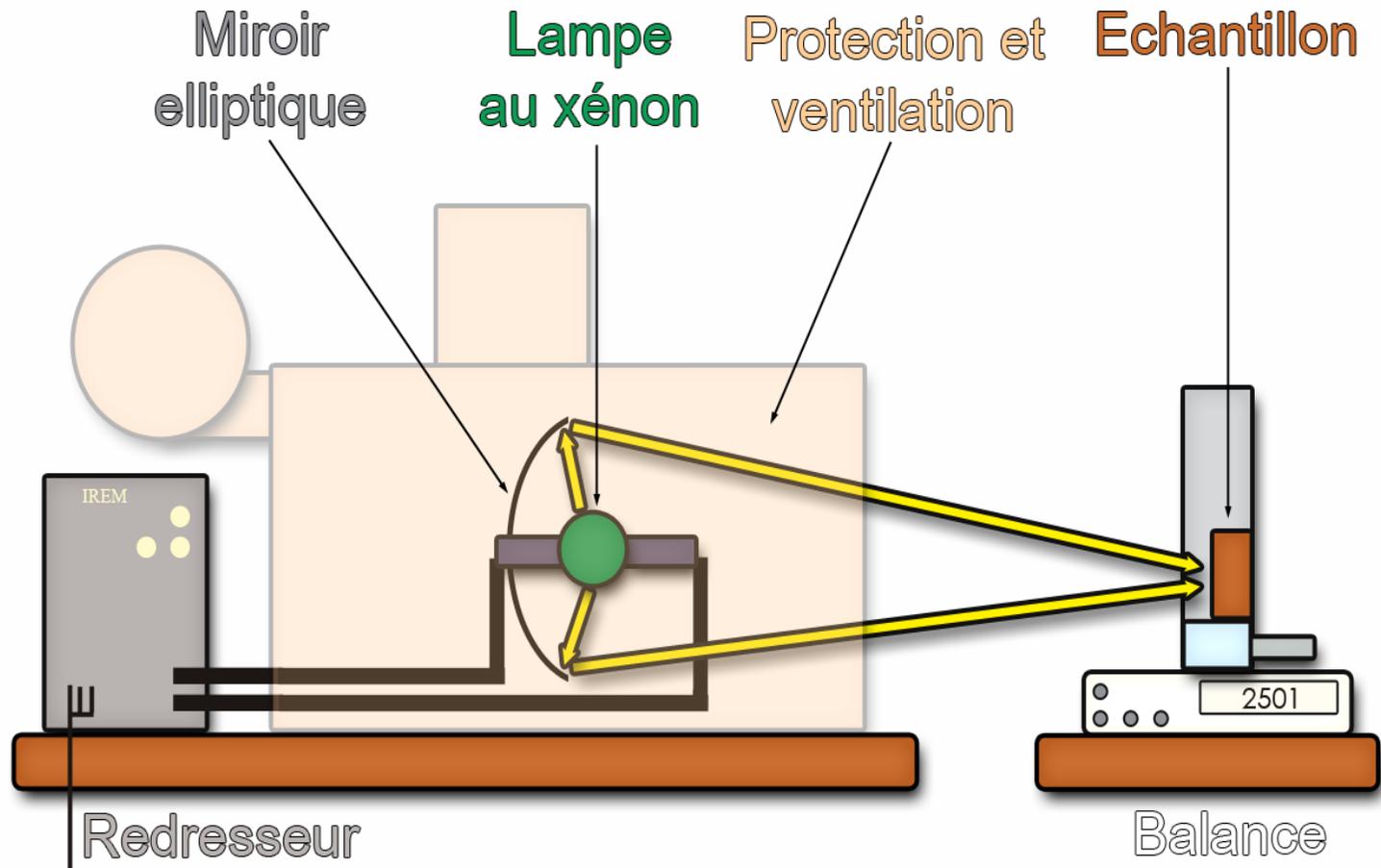


Phénoménologie

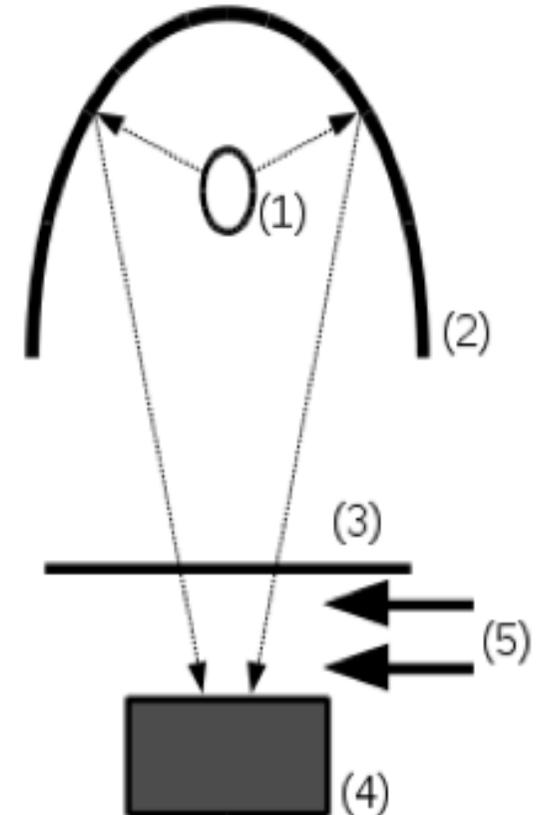
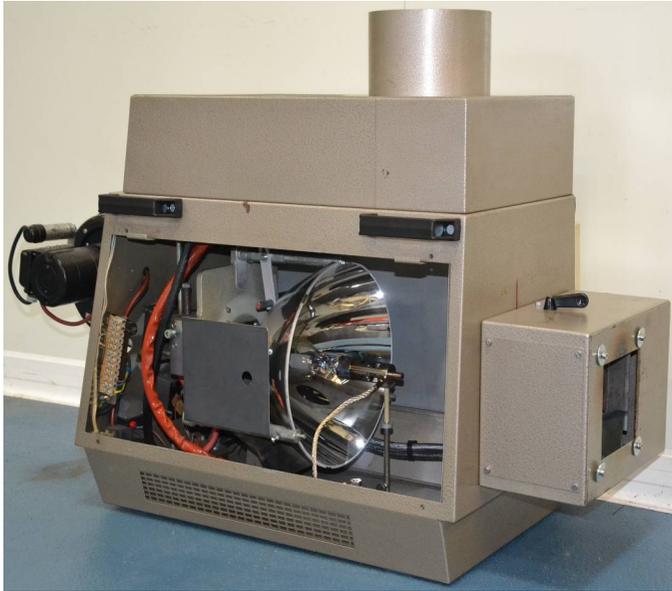
- **Chimie :**
 - pyrolyse & gazéification
 - reformage et craquage des goudrons
- **Changement de phase (eau, cendre, carbone)**
- **Mécanique :**
 - éclatement
 - fracturation



Dispositif expérimental



Dispositif expérimental



1 : lampe au xénon (2 à 7 kW)

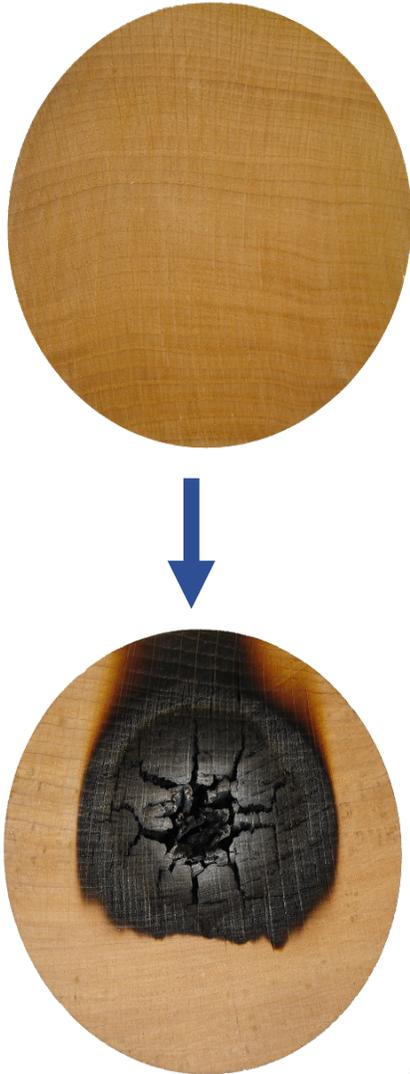
2 : Optique elliptique

3 : vitre en quartz

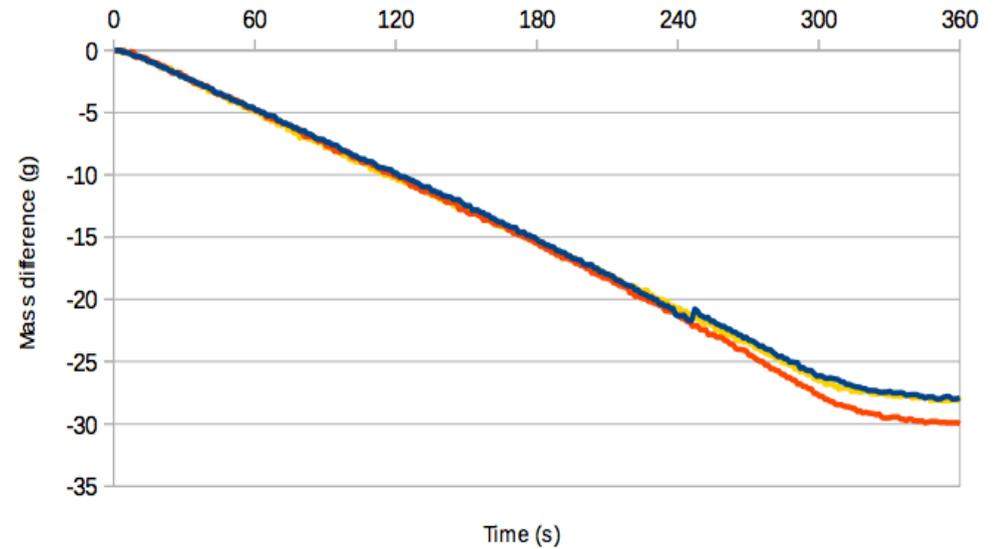
4 : échantillon de bois ; $h = 5 \text{ cm}$, $D = 10 \text{ cm}$

5 : balayage à l'azote

Premiers résultats



- Résultats encourageants (9 %)
- Perte de masse = gaz + goudrons
- Bonne répétabilité
- Percement après 5 minutes



Analyse des résultats

- 9% de teneur en eau : dendrite + char

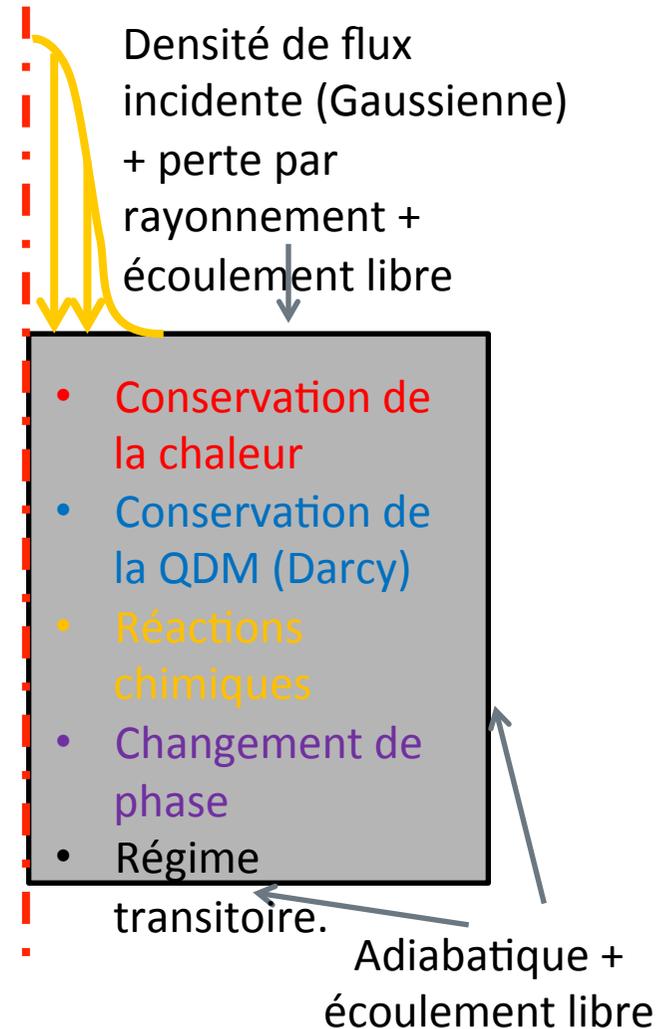


- 50% de teneur en eau : très peu de char : la vapeur d'eau réagit avec le char

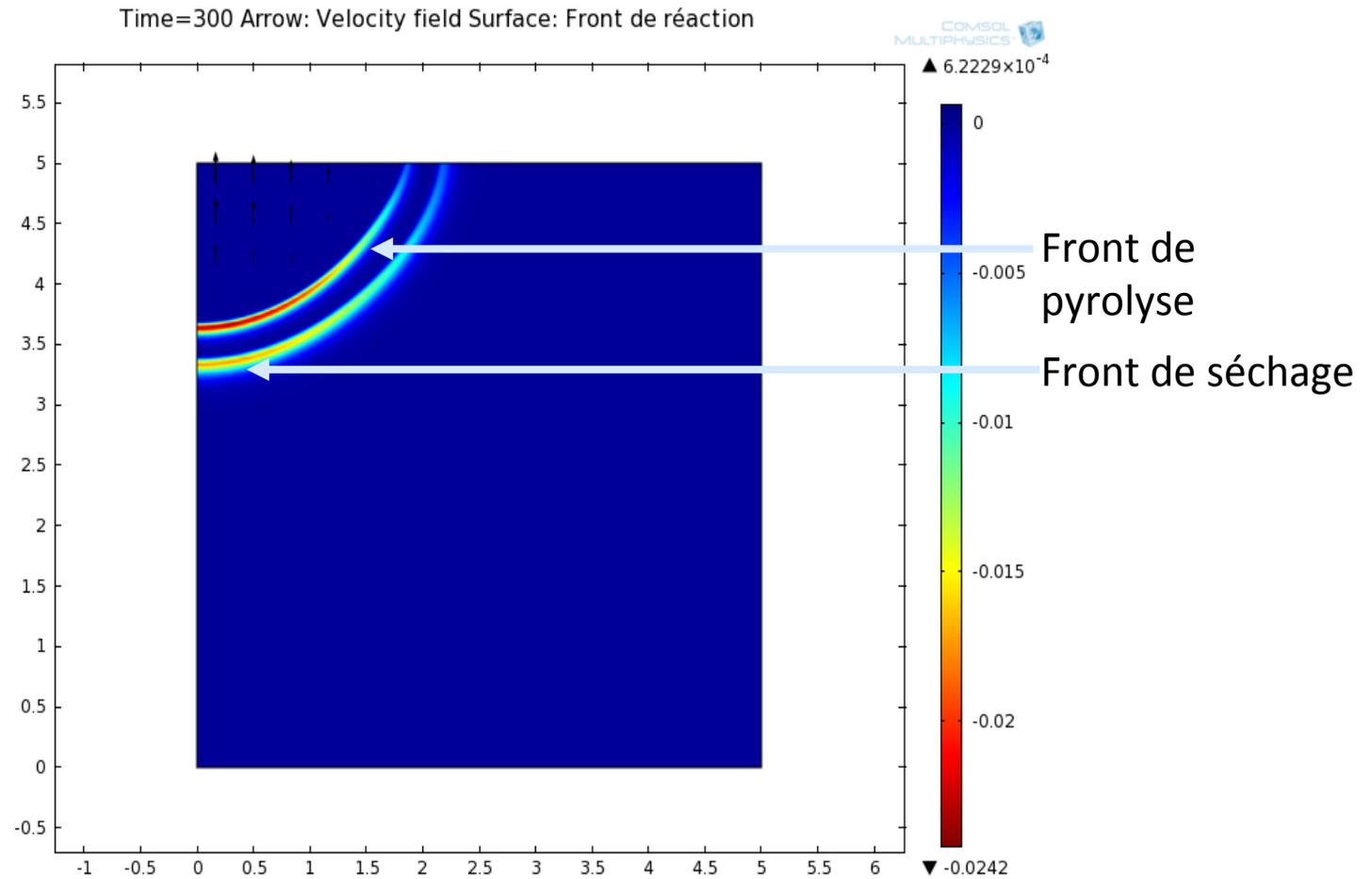


Modélisation numérique

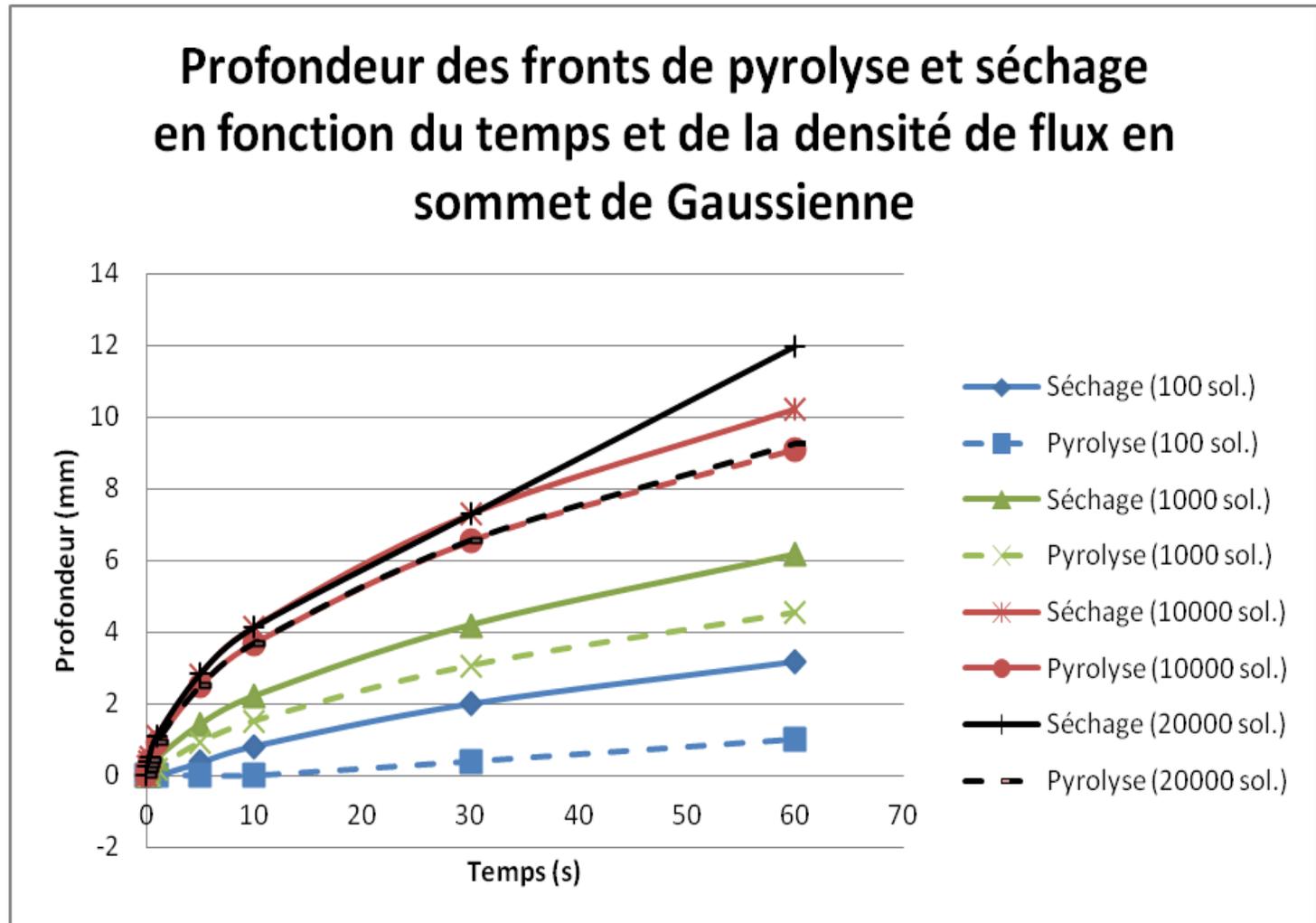
- Après validation
- Pour tester d'autres conditions
- Utilisation de nombres adimensionnels
- Modèle à une température
- Propriétés physiques évoluent avec la température
- Géométrie évolutive



Résultats numériques



Résultats numériques





Conclusions et perspectives

■ On a mis en évidence :

- Les 3 réactions peuvent avoir lieu successivement dans le même processus
- La production de gaz est plus important avec du bois « brut de coupe »
- Les modèles reproduisent correctement les comportements expérimentaux
- La séparation des goudrons (trempe des condensables) permet de quantifier la part des produits gazeux



Perspectives

■ Les suites prévues :

- Analyser finement les produits obtenus
- Analyser le comportement des éventuels polluants (bois traités)
- Trouver les conditions opératoires pour augmenter la part de production d'hydrogène
- Reproduire les expérimentations en ensoleillement réel (Odeillo)
- Développer des procédés en « continu »
- ...



Foyer volcan ?

