

Caractérisation expérimentale de la cinétique de dégradation thermique de bois contre plaqué : application à un M1 et un M3



TALAL FATEH, T. ROGAUME, F. RICHARD, J. LUCHE, P. ROUSSEAU

10^{èmes} journées du GDR Incendie

*14 et 15 janvier 2010
EDF - Chatou*

Plan de la présentation

- Introduction
- Objectifs de l'étude
- Résultats des analyses ATG
- Résultats des analyses en Cône calorimètre
- Synthèse : proposition d'un mécanisme de dégradation
- Conclusions et perspectives

Introduction

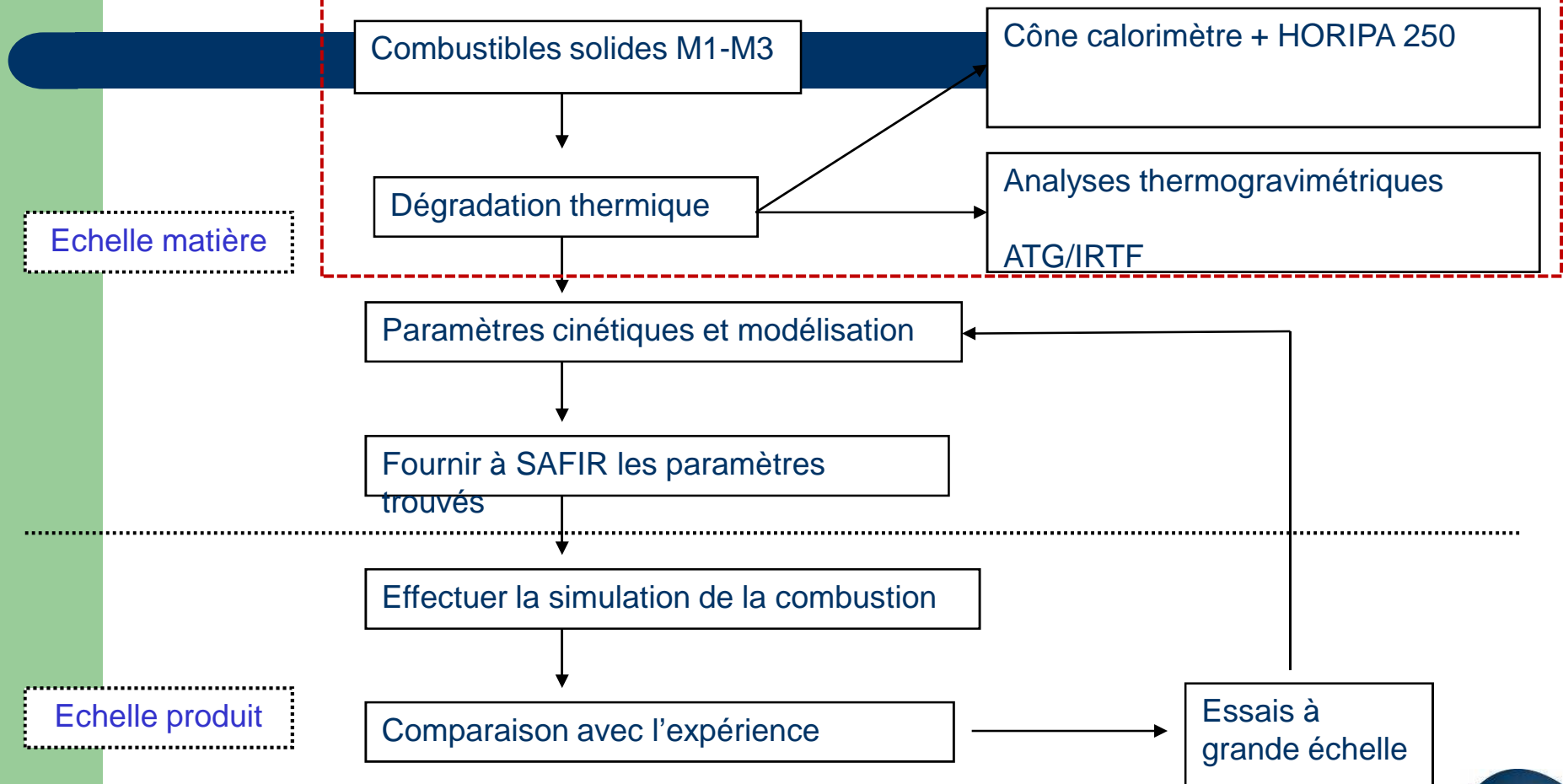
- Equipe Combustion hétérogène – transferts en milieux poreux, Institut P' – UPR 3346, Département Fluides, thermique, Combustion
- Axes de travail :
 - Dégradation thermique des matériaux solides avec pour application l'incendie,
 - Mécanismes de formation des polluants gazeux lors de la combustion des solides
 - Développement de « modèles de pyrolyse »
- Programme national ANR Compfeu : développement de modèles cinétiques de dégradation thermique des matériaux solides mis en jeu dans l'habitat

Objectifs de l'étude : modèle de pyrolyse de contre plaqués en bois M1 et M3

- Caractériser la dégradation thermique à différentes échelles : s'assurer de la véracité des modèles cinétiques, quelles que soient les échelles de travail
- Coupler les évolutions de MLR avec des analyses de gaz : comprendre et avoir le plus d'informations possibles sur les réactions mises en jeu au sein de la matrice solide.
- Proposer un mécanisme réactionnel de la dégradation – Calculer les constantes cinétiques de chaque réaction
- Améliorer les modèles de pyrolyse mis en jeu au sein des codes de simulation des incendies : décrire l'ensemble des étapes de la dégradation et la cinétique mise en jeu, quelle que soit l'échelle

Plan global du programme de travail

La présente présentation



Présentation des combustibles : Contreplaqué M1

- Composition: Contreplaqué tout Okoumé, faces en Okoumé déroulé.
- Panneau ignifugé de type M1, difficilement inflammable.
- Emplois structuraux en milieu intérieur sec (selon EN 636-1), Classe de service 1 (ENV 1995.1.1) : agencement de locaux recevant du public (expositions, stands, magasins). Menuiseries intérieures, ébénisterie, meubles, plafonds...



Présentation des combustibles : Contreplaqué M3

- Définition Multiplis tout Okoumé à face rainurée décorative style frise
- Traitement M3
- Emplois non structuraux : Agencements et revêtements décoratifs extérieurs. Bardages, habillages de pignon et de façade, avancées de sous-toiture, plafonds d'auvent, portes de garage et d'habitation.

Présentation du 1^{er} Dispositif expérimental

Analyses thermogravimétriques (ATG)

Conditions opératoires :

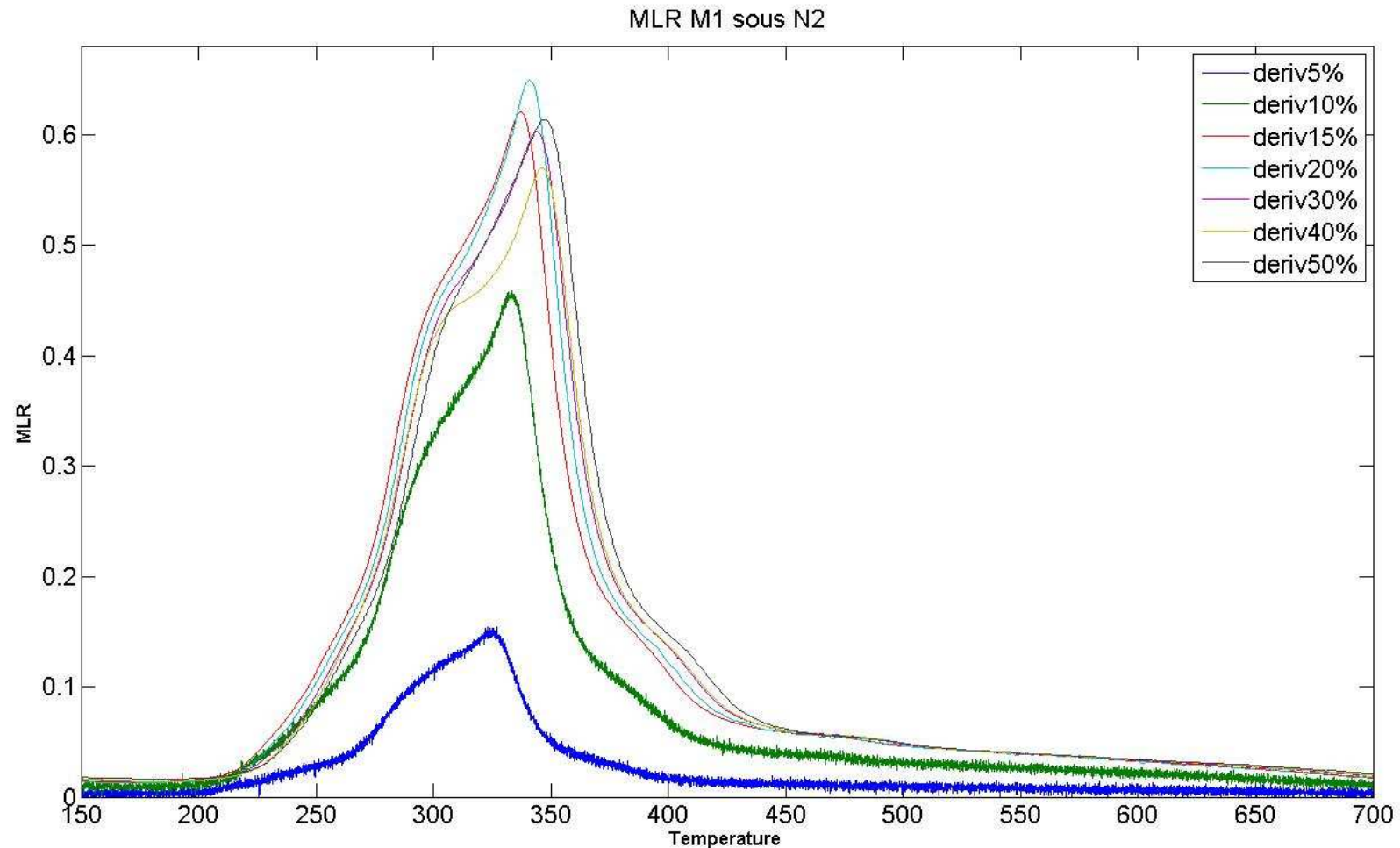
vitesse de chauffe : 5, 10, 15, 20, 30, 40 et 50°C.min⁻¹
sous atmosphère inerte (azote) et sous air

- Avantages des ATG :

1. Possibilité de déterminer le nombre d'étapes de perte de masse :
séparation dans le temps des phases car faible Vchauffe.
2. Connaissance et maîtrise des paramètres de la dégradation : T,
Vchauff, [O₂], diffusion... :
 - Données influentes de la dégradation
 - Données d'entrée pour le calcul des paramètres cinétiques de la
Loi d'Arrhénius

Résultats des ATG

Evolution de la MLR pour le M1 sous N₂



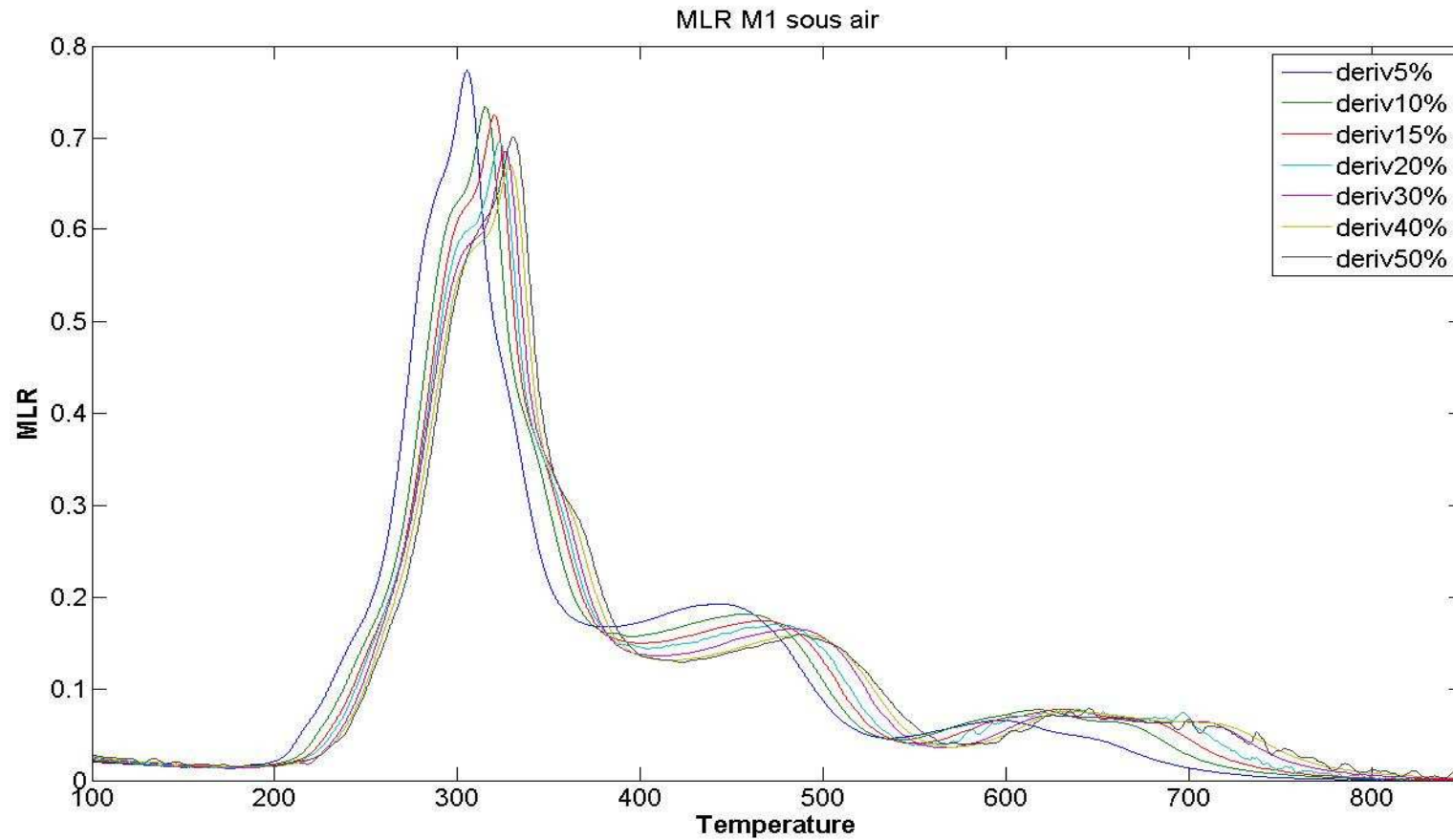
4 étapes,

220°C < dégradation < 400°C, 700°C

Evolution des allures MLR en fonction de la vitesse de chauffe

Résultats des ATG

Evolution de la MLR pour le M1 sous air



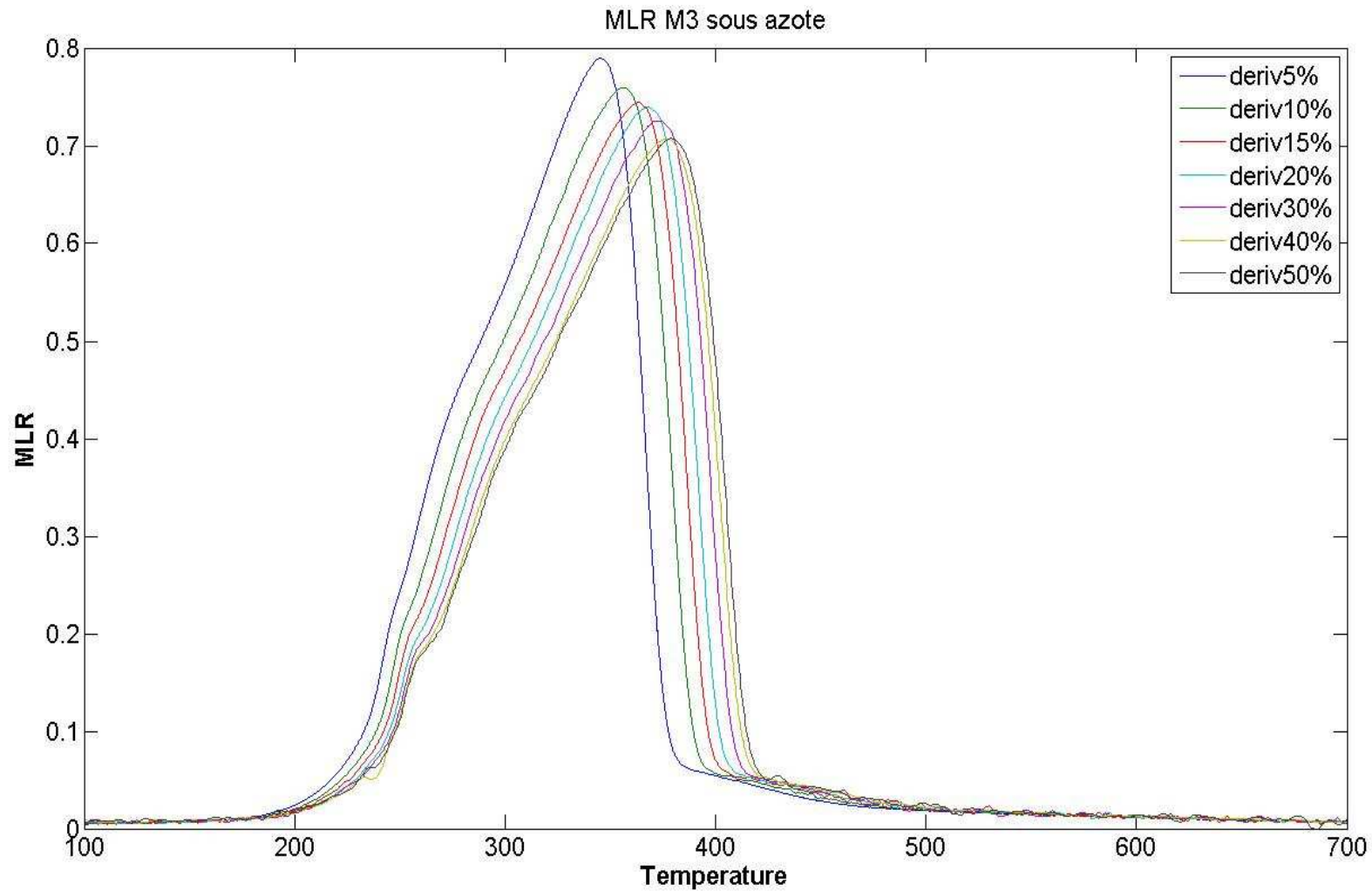
5 étapes sous air

200°C < dégradation < 750°C,

Evolution des allures MLR en fonction de la vitesse de chauffe

Résultats des ATG

Evolution des MLR sous N₂ pour le M3

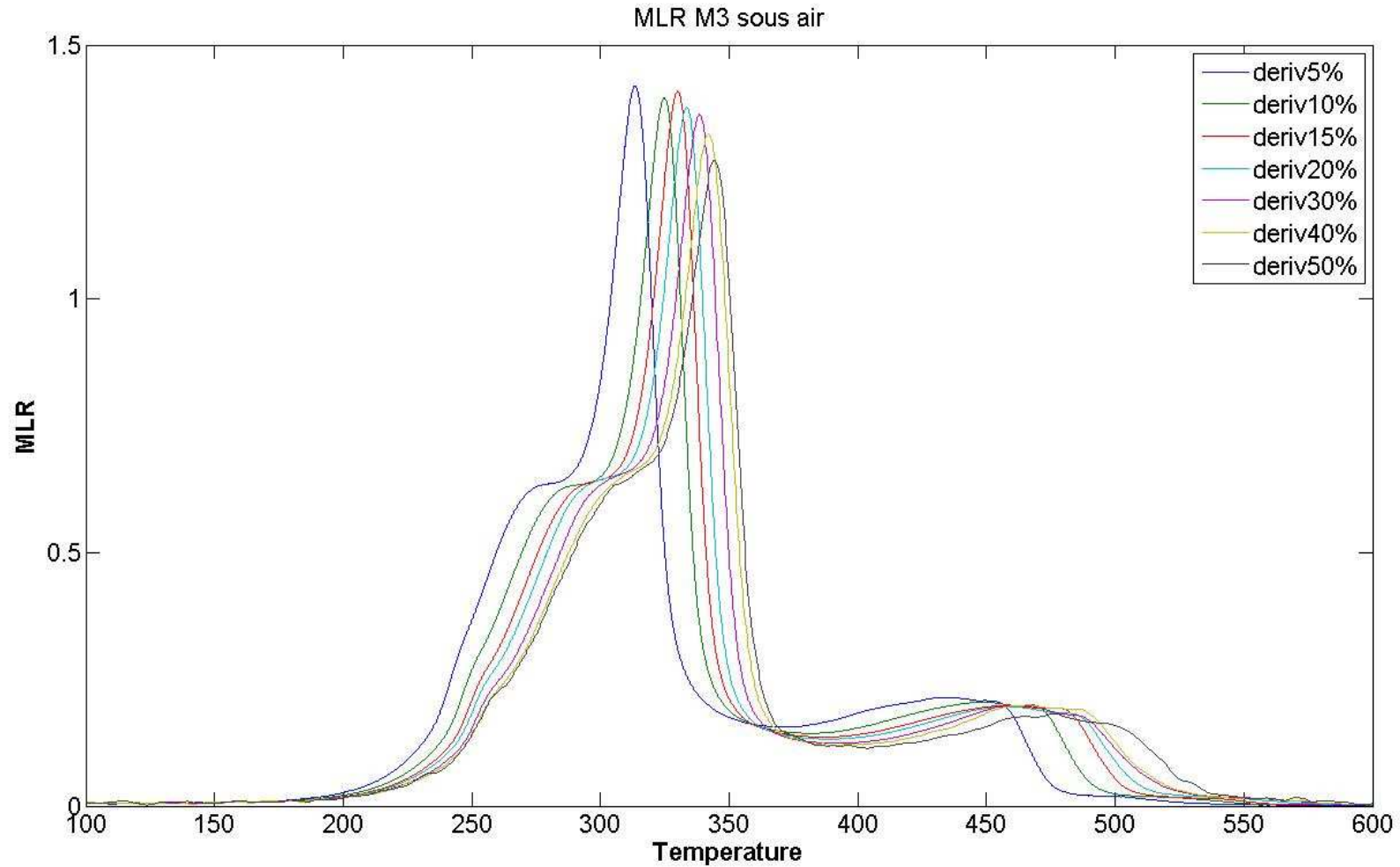


190°C < dégradation < 540 < 500°C

5°C/min plus

Résultats des ATG

Evolution des MLR sous air pour le M3

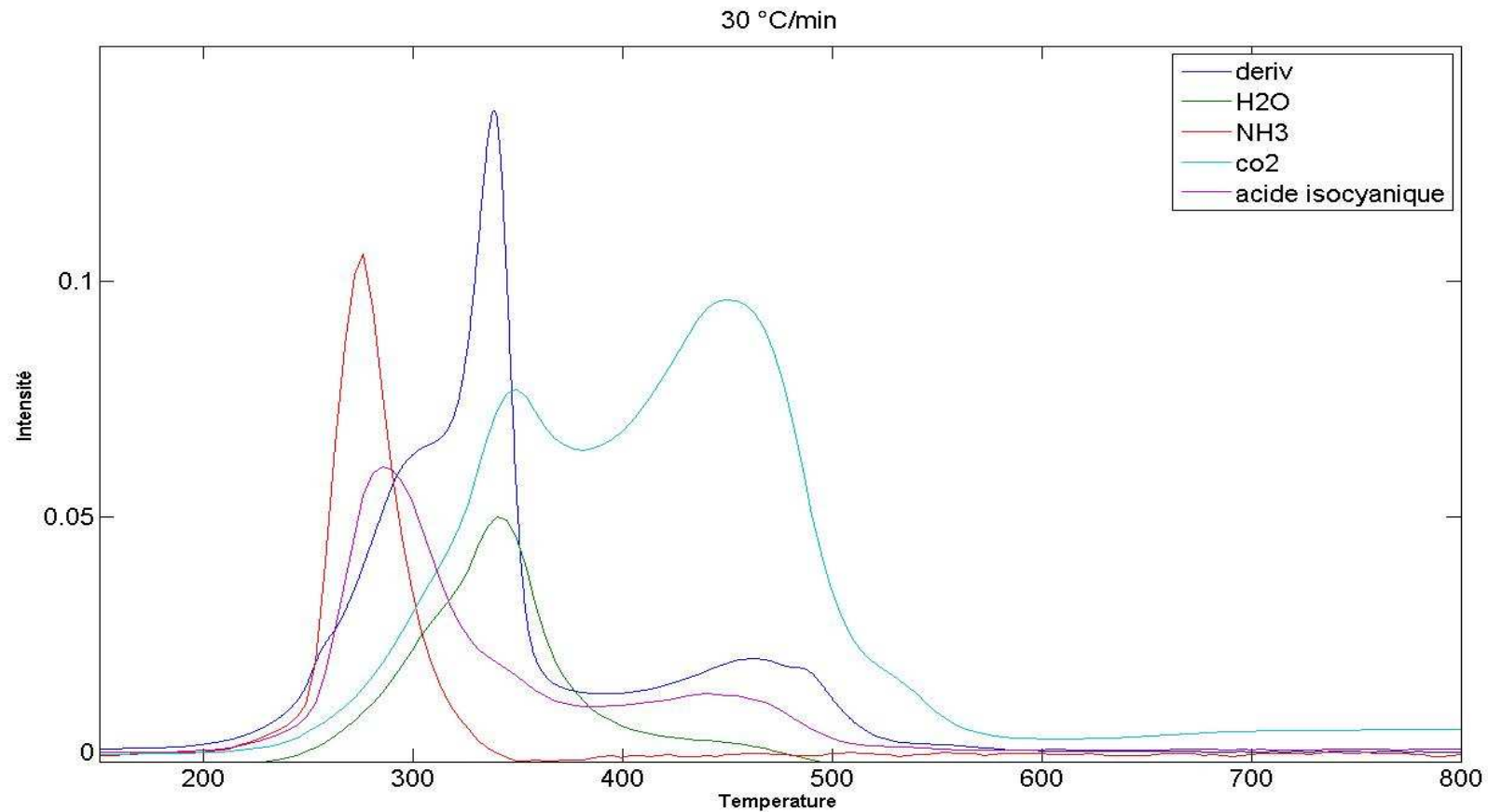


190°C < dégradation < 540

T mois de M1

Résultats des ATG

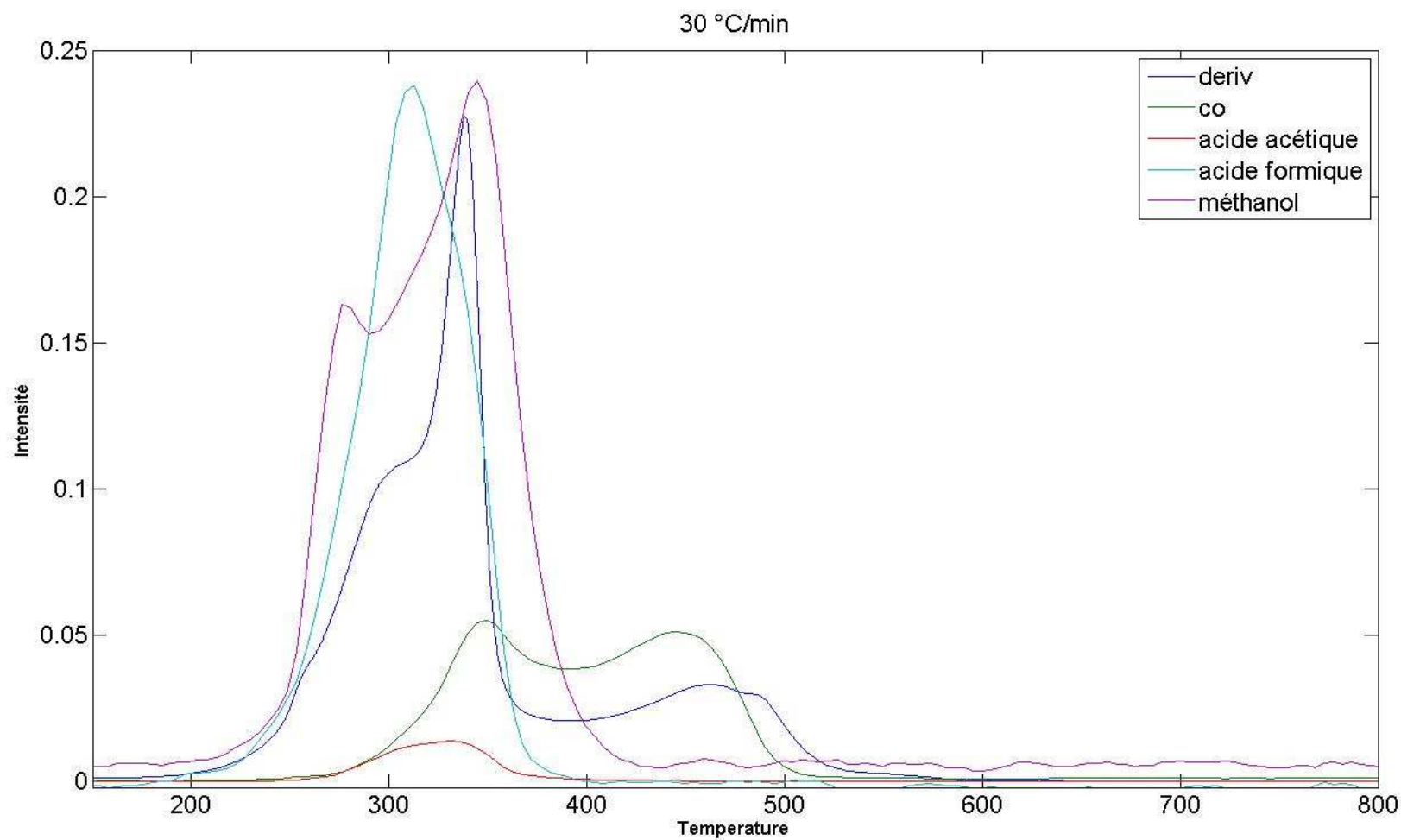
Couplage MLR et émissions gazeuses (M3) sous air



Qualitative ;corresponds avec MLR

Résultats des ATG/IRTF

couplage de MLR et des émissions gazeuses (M3) sous air



2^{ème} Dispositif expérimental : cône calorimètre

Cône calorimètre de perte de masse : appareil normalisé
(ASTM E1354, ISO 5660, ISO 13927 et 17554)

Flux de chaleur : de 15 à 70 kW/m²

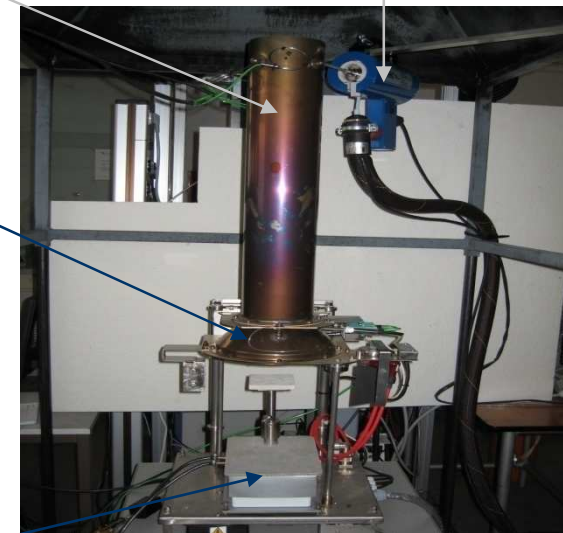


Porte-échantillon

Cheminée d'extraction

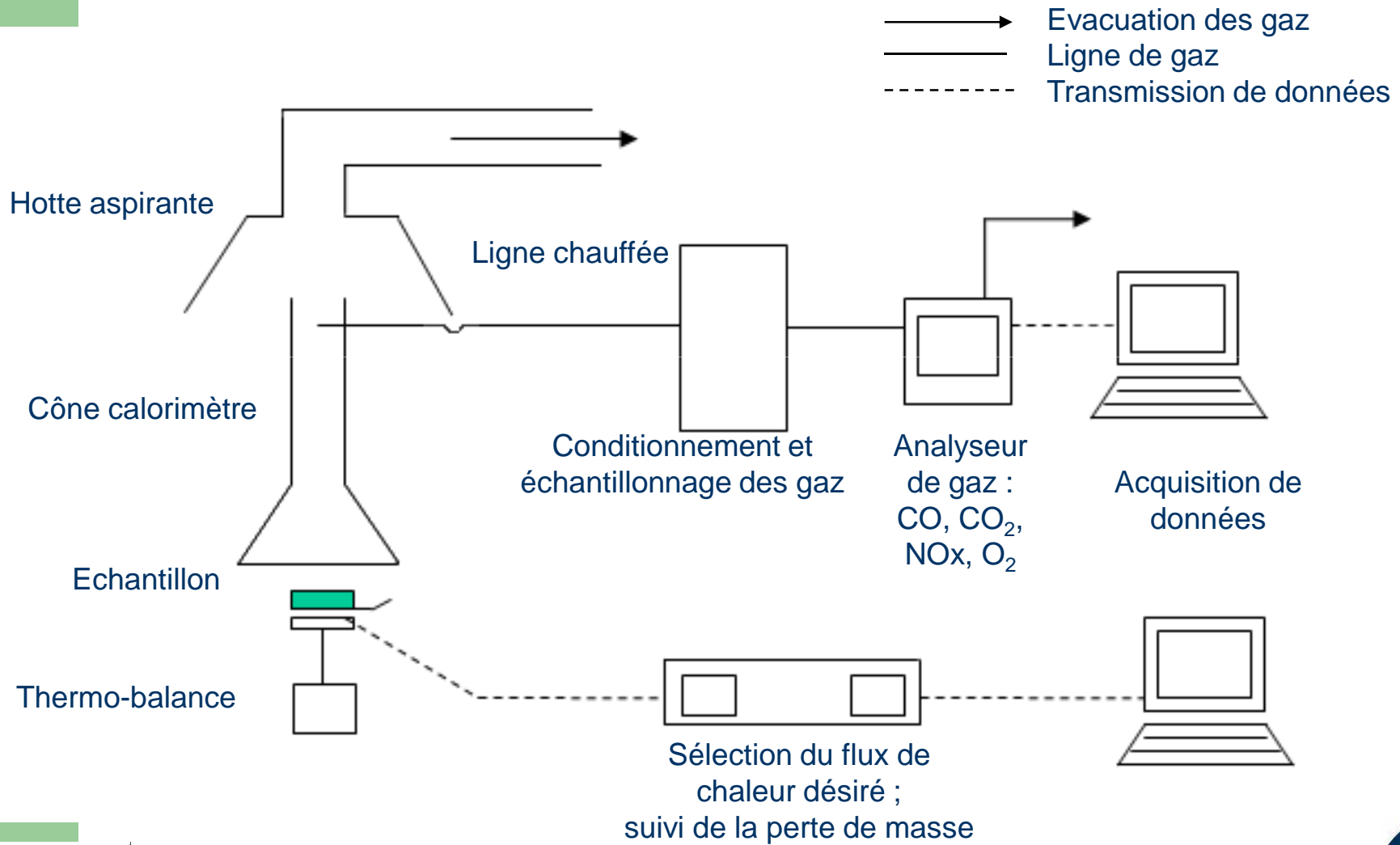
Cône

Sonde de
prélèvement des gaz



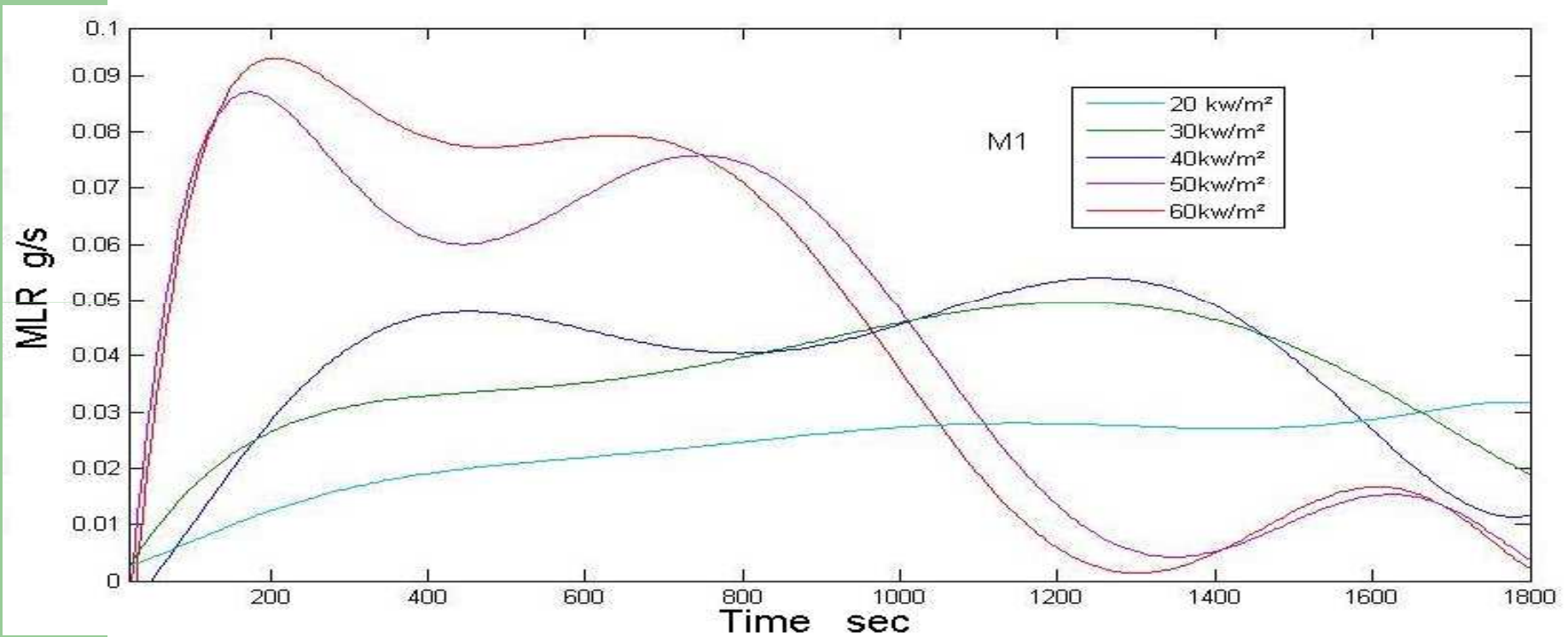
Thermo-balance

2^{ème} Dispositif expérimental



Résultats expérimentaux

Evolution de la MLR pour M1

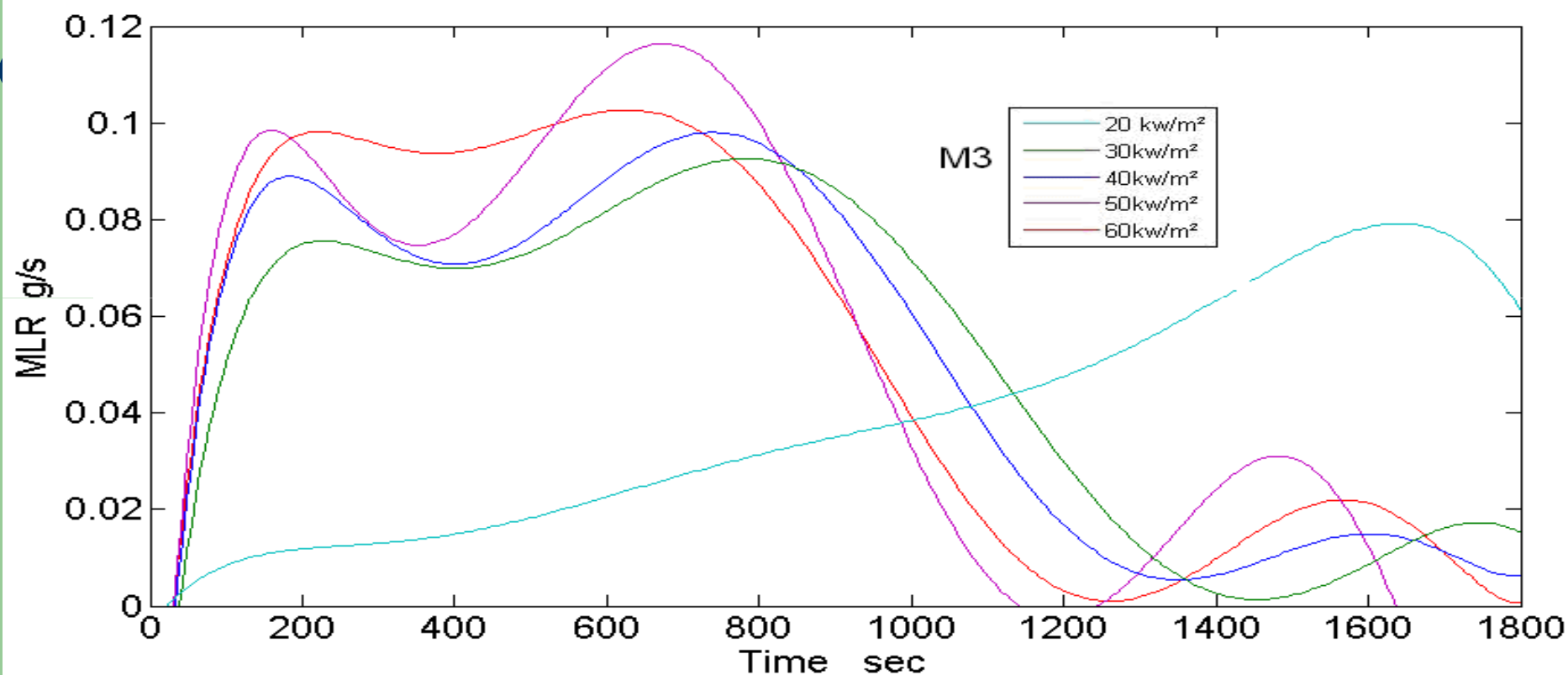


3 étapes

évolution importante à partir de 50kw/m²

Résultats expérimentaux

Evolution de MLR pour M3

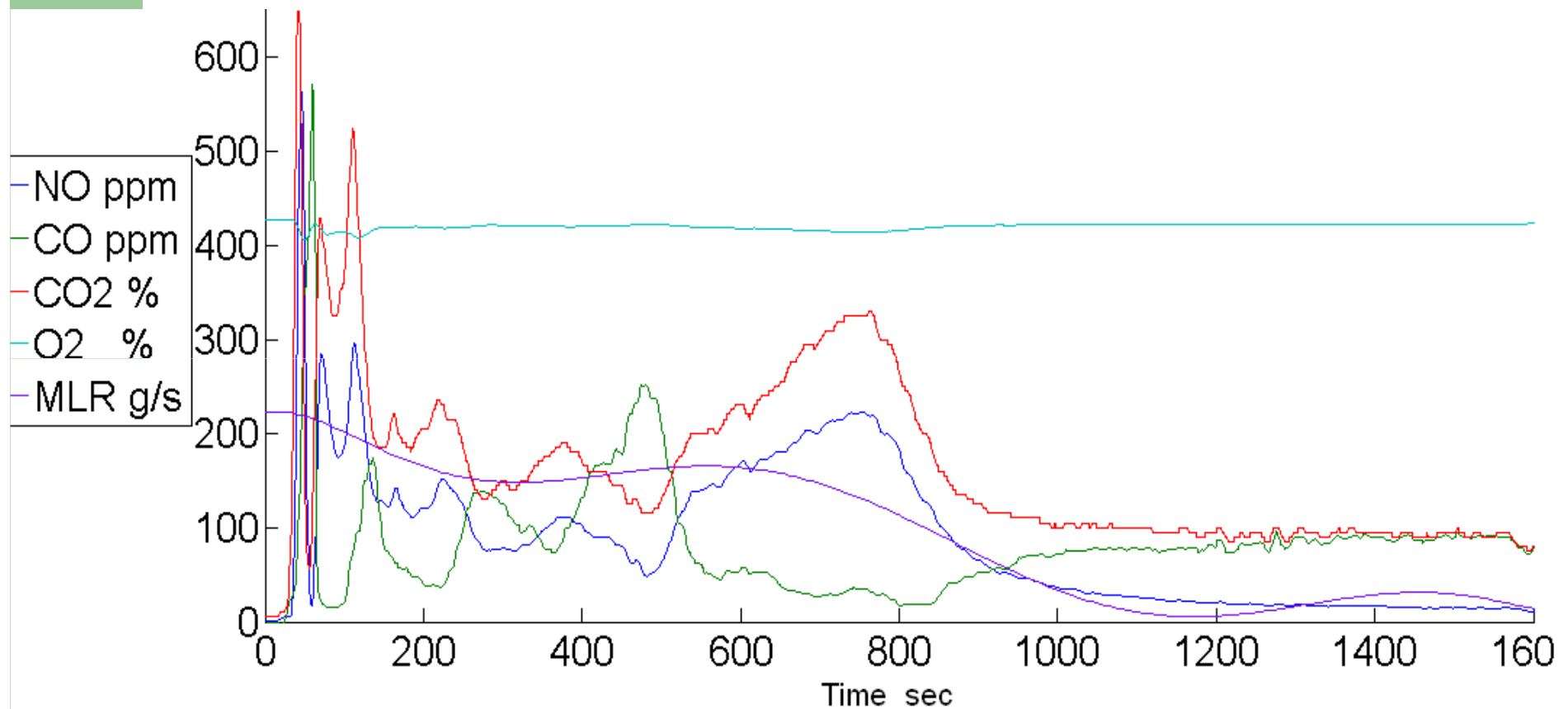


3 étapes

Evolution importante à partir de 30kw/m²

Résultats expérimentaux

Couplages émissions gazeuses – MLR pour M1



60 kW/m²

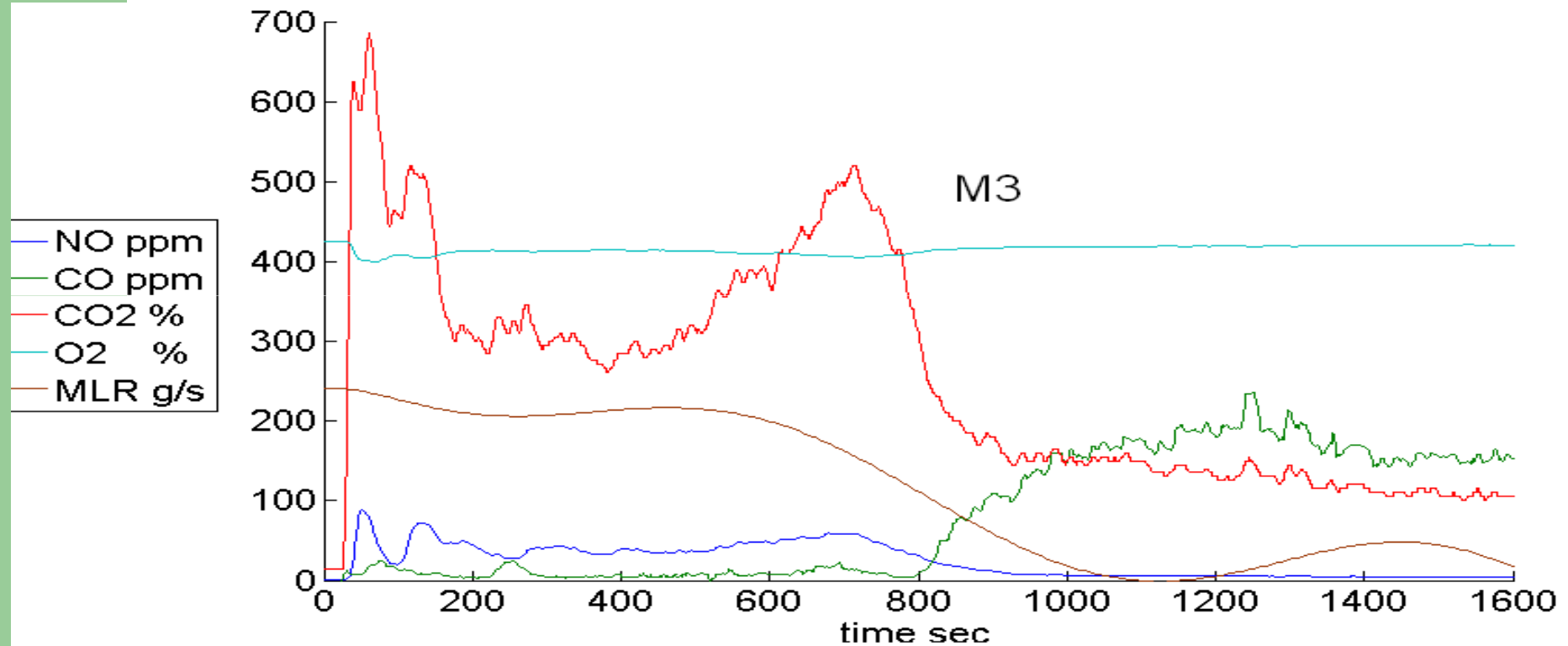
1^{ère} étape : 0-200sec

2^{ème} étape : 200-550 sec

3^{ème} étape : 500 -1600 sec

Résultats expérimentaux

Couplage émissions gazeuses – MLR pour M3



60 kW/m²

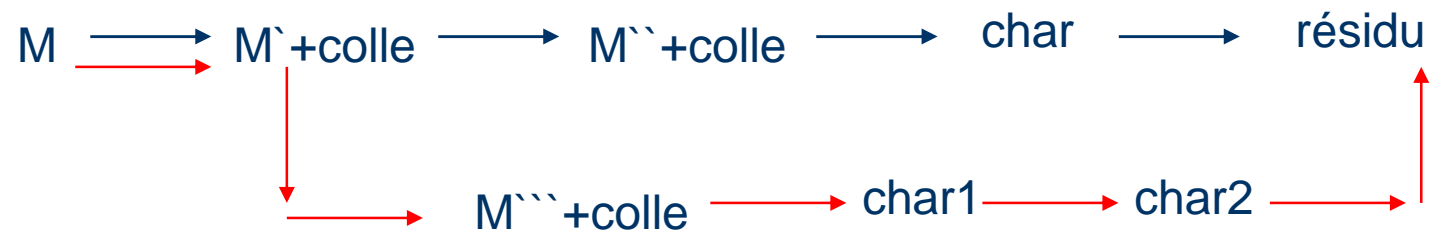
1^{ère} étape : 0-150 sec

2^{ème} étape : 150-950 sec

3^{ème} étape : 500 -1600sec

Synthèse des résultats à l'échelle de la particule et à la petite échelle

Mécanisme global (M1 et M3) proposé



→ Sous azote

→ oxydation

Calcul des constantes cinétiques de chaque réaction

- Doit se faire obligatoirement à partir des résultats en cône, afin d'être représentatif de la dégradation du bois en scénario d'incendies :
 - Dégradation 3D
 - Volume se dégradant
 - Formation de char
 - Description des phénomènes de diffusion : [O₂], [espèces], T

Problématique :

T = ?

O₂ = ?

$$\dot{\omega}_i = A_i e^{-\frac{E_{a_i}}{RT}} w^{n_i} y_{O_2}$$

Conclusion et perspectives

Les paramètres d'inflammation et de dégradation thermique de contreplaqués (M1 et M3) ont été déterminés au cours du temps et en fonction du flux de chaleur pour 2 échelles.

Les émissions des principaux polluants gazeux émis au cours de la combustion ont été déterminées

Les résultats obtenus sont limités du fait :

- de la non connaissance de la composition chimique des bois
- des caractéristiques géométriques des échantillons pendant les manips.

Perspectives : déterminer et contrôler les phénomènes diffusifs lors d'une agression thermique à la petite échelle



MERCI de votre attention