



Simulations sous MAGIC et CDI pour l'étude du risque d'inflammation de gaz imbrûlés

J. Lassus



GDR Incendie - J. Lassus -
Décembre 2006

1

Introduction

Sujet : Risque d'explosion de gaz imbrûlés

Contexte : Lors d'un incendie au sein d'une INB,
Accumulation de gaz imbrûlés au niveau du point de
dilution de la gaine d'extraction : Risque d'explosion

⇒ { menace sur le confinement des matières dangereuses
menace pour la sûreté des installations

Acteurs : CEA, AREVA, EDF et LCD

GDR Incendie - J. Lassus -
Décembre 2006

2

Introduction

- Thèse :**
- Partie expérimentale à Poitiers :**
 - Construction du dispositif expérimental
 - Réalisation des essais
 - Partie interprétation et modélisation à Saclay :**
 - Analyse des résultats
 - Modélisation des phénomènes
- Simulations :** Travail préliminaire aux essais du LCD
- Prédimensionnement
 - Estimations des paramètres influençant l'inflammation

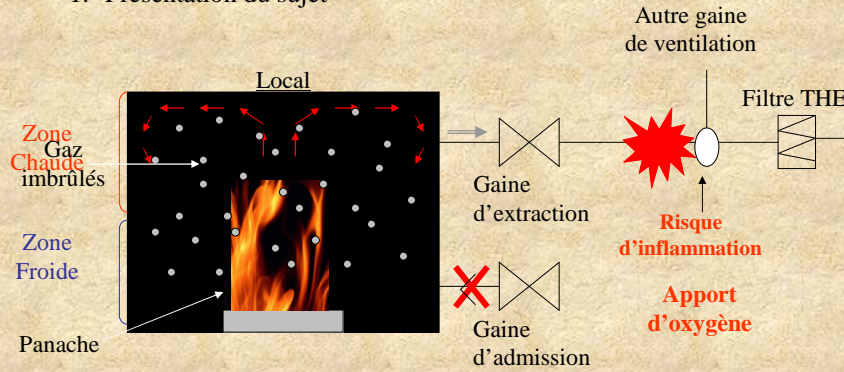
Plan



- I) Contexte du sujet
- II) Facteurs d'influence
- III) Recherche du cas critique
- IV) Comparaison CDI / MAGIC
- V) Bilan et Perspectives

I) Contexte du sujet

1. Présentation du sujet



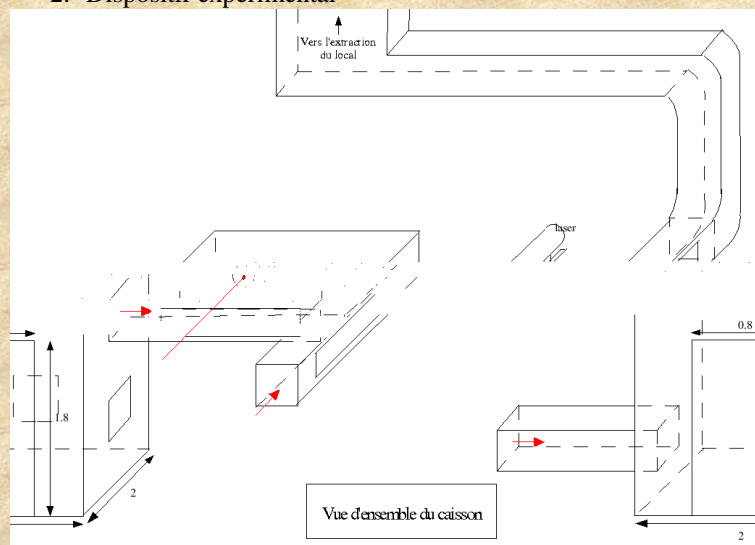
- **Apport d'oxygène** → risque d'inflammation et d'explosion
- **Incendie en milieu clos** : combustion arrêtée en coupant l'arrivée d'air
- **Extinction par manque d'O₂** : gaz imbrûlés

GDR Incendie - J. Lassus -
Décembre 2006

5

I) Contexte du sujet

2. Dispositif expérimental



GDR Incendie - J. Lassus -
Décembre 2006

6

I) Contexte du sujet

3. Simulations au niveau du local

- Essais existants —→ Informations insuffisantes
Peu d'essais avec ventilation mécanique

- 2 logiciels de simulation :
 - CDI : logiciel de sûreté
Résultats au-dessus de la réalité
 - MAGIC : code à 2 zones

I) Contexte du sujet

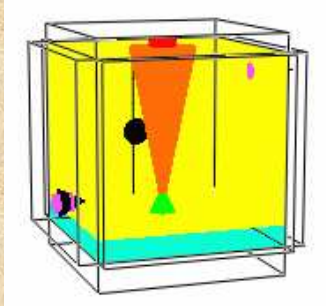
3. Simulations au niveau du local

- Simulations sous MAGIC :
 - Etude de l'influence de différents facteurs :
 - Débit de ventilation
 - Surface du combustible
 - Fermeture de la gaine d'admission
 - Volume du combustible
 - Présence d'isolant
- Simulations sous MAGIC :
 - Recherche du cas critique à l'inflammation

- Comparaison avec CDI

I) Contexte du sujet

3. Simulations au niveau du local



- Local de 8 m³
- **Combustible** : Heptane
- **Isolant** : 2 cm de Thermipan
- **Débit de ventilation** : ACPH = 3 ou 5
- **Puissance du feu** : 20, 200 ou 400 kW

I) Contexte du sujet

4. Modèles utilisés dans MAGIC

- Températures et entrainement panache —→ Modèle de Mc Caffrey
Zukoski linéaire
- Evolution des espèces —→ Equations de conservation
+ Production des espèces

- Intervalle d'évolution des imbrûlés :

- Taux maximum pouvant être produit
- Taux minimum : débit de pyrolyse réajusté dès l'apparition des gaz imbrûlés

II) Facteurs d'influence

- **Objectif** : Estimation des facteurs influençant l'inflammation :

- Etude de la température à l'extraction
- Etude du taux d'imbrûlés

Facteur étudié	Niveau 1	Niveau 2
Quantité de combustible	10 kg	20 kg
Présence d'isolant	Non	Oui
Débit de ventilation	ACPH = 3	ACPH = 5
Puissance	20 kW	400 kW
Fermeture de l'admission	Non	30 s

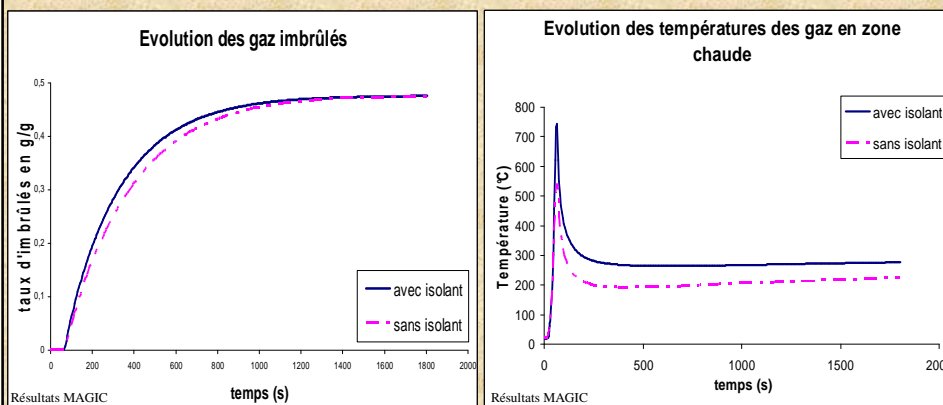
→ Quantité de combustible : influence que sur la durée du feu

GDR Incendie - J. Lassus -
Décembre 2006

11

II) Facteurs d'influence

1. Influence de l'isolant



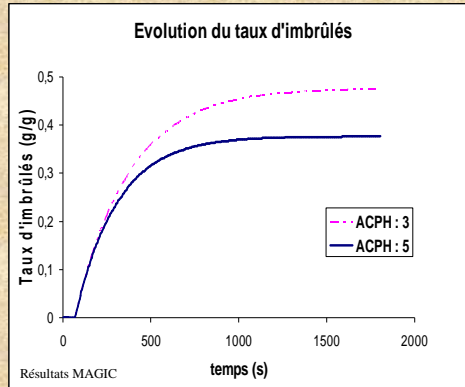
- Augmentation de la température en présence d'isolant
- Peu d'influence sur la production de gaz imbrûlés

GDR Incendie - J. Lassus -
Décembre 2006

12

II) Facteurs d'influence

2. Influence du débit de ventilation



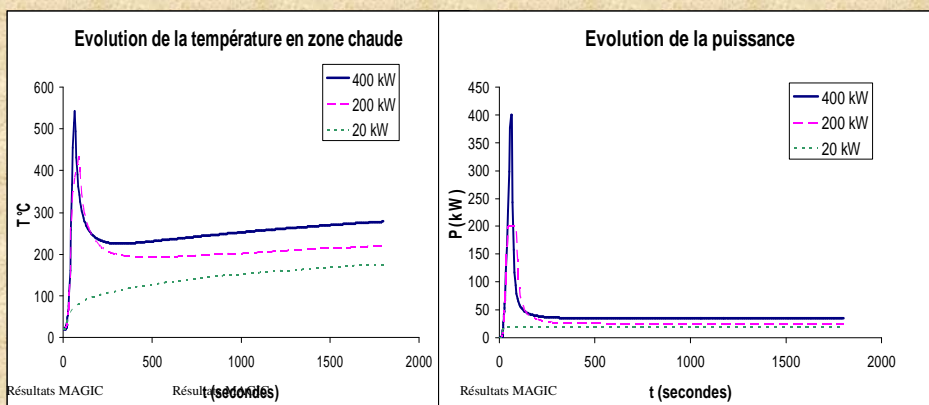
Un fort débit → Débit de pyrolyse plus important
→ Moins d'imbrûlés

GDR Incendie - J. Lassus -
Décembre 2006

13

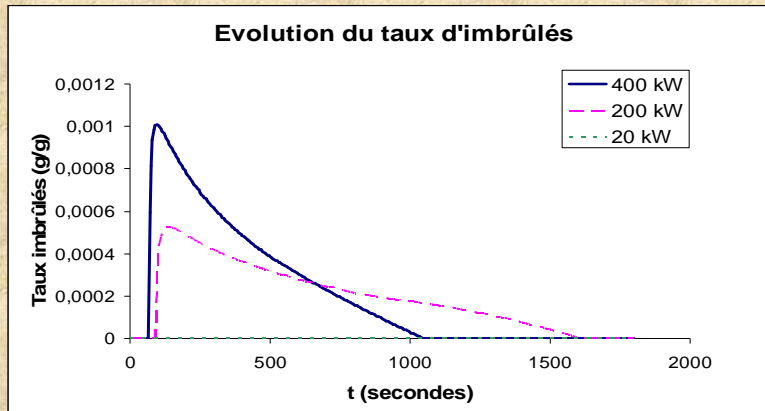
II) Facteurs d'influence

3. Influence de la surface de combustible



GDR Incendie - J. Lassus -
Décembre 2006

14



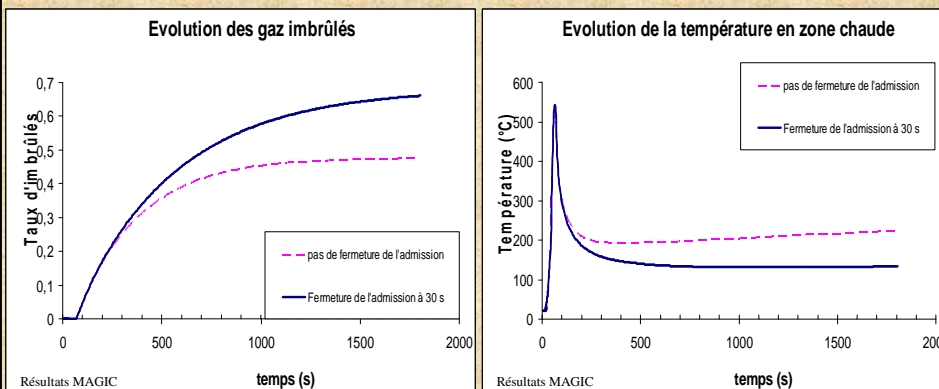
- A 200 kW, cas intermédiaire plus favorable
- **A faible puissance** : Production d'imbrûlés quasi-nulle et Température faible
- Condition favorable à l'inflammation à haute puissance mais durée du pic très courte

GDR Incendie - J. Lassus -
Décembre 2006

15

II) Facteurs d'influence

4. Influence de la fermeture de la gaine d'admission



- **Fermeture de la gaine** → quantité d'air limitée donc plus d'imbrûlés
Mais température plus basse

GDR Incendie - J. Lassus -
Décembre 2006

16

II) Facteurs d'influence

5. Conclusion

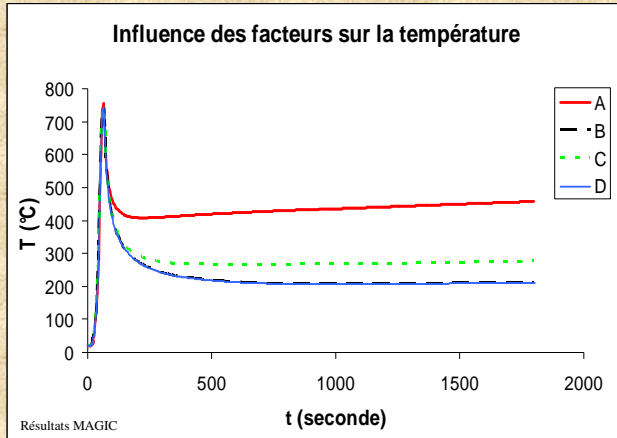
- La présence d'isolant favorise l'inflammation
- 3 autres paramètres importants :
 - le débit de ventilation
 - la fermeture de l'admission
 - la puissance du feu, suffisamment grande

III) Recherche du cas critique

Cas critique → Cas le plus favorable à l'inflammation donc :

- Température suffisante
- Taux d'imbrûlés maximal

III) Recherche du cas critique

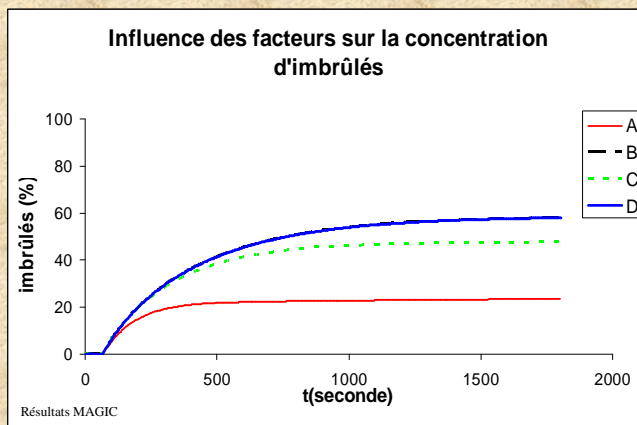


- Isolant
- Puissance : 400 kW

N°	Fermeture Admission	ACPH
A	Oui	3
B	Oui	5
C	Non	3
D	Non	5

→ Cas critique : A et C

III) Recherche du cas critique



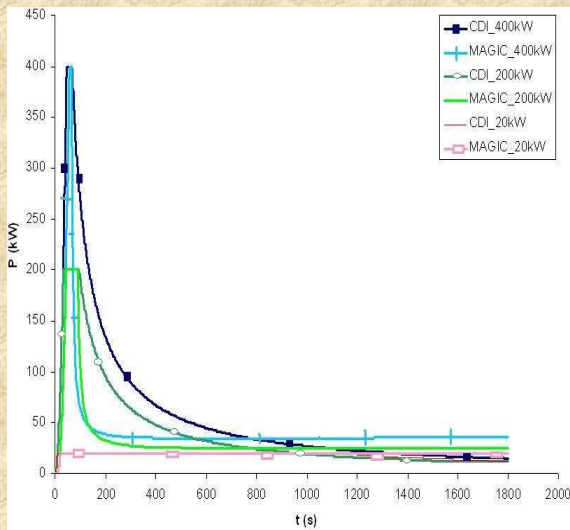
- Isolant
- Puissance : 400 kW

N°	Fermeture Admission	ACPH
A	Oui	3
B	Oui	5
C	Non	3
D	Non	5

→ Faible puissance : [imbrûlés] ≈ 0

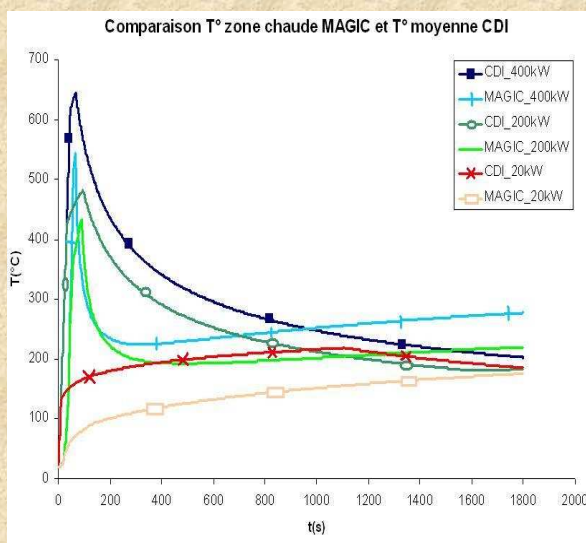
→ Cas D, B favorables mais faible T° d'où cas C et A

IV) Comparaison CDI / MAGIC



- pics identiques
- CDI : hyperbole enveloppe pour feux de grandes puissances

IV) Comparaison CDI / MAGIC



- CDI : logiciel de sûreté
- Températures moyennes comparables à Températures de la zone chaude dans MAGIC

- MAGIC : influence des fuites de masse en postflashover

V) Bilan et Perspectives

1. Limite de l'étude

- Seul un intervalle du taux d'imbrûlés est obtenu
- Composition des gaz inconnue
- Températures moyennes
- Pas d'interaction entre conditions d'incendie et pyrolyse
- Influence des fuites de masse :
 - minimise le taux d'imbrûlés en postflashover
 - favorise la température
- Pas d'étude de l'influence de la dilution

V) Bilan et Perspectives

2. Conclusions

- Simulations → Travail préliminaire aux essais

V) Bilan et Perspectives

2. Conclusions

Facteurs	Influence sur la température	Influence sur le taux de combustion	Remarque
[Redacted content]			

V) Bilan et Perspectives

3. Conclusions

- Essais réalisés à Poitiers (2007) :
 - Quantification des gaz imbrûlés
 - Validation des précalculs
 - Etude de l'inflammation des gaz imbrûlés
- Modélisation de la gaine d'extraction