

GdR CNRS 'Incendie'  
Table ronde des Journées de Janvier 2010 à EdF  
Titre : Inter-comparaison de modèles : utopie ou nécessité ?  
Intérêts et choix de benchmarks pour les feux (naturels et confinés)

Dans le cadre des activités du précédent GdR (2005-20008), deux benchmarks ont été organisés, un dans le domaine des feux naturels et l'autre (PROMESIS) représentatif d'un feu confiné.

Le bilan de l'exercice d'intercomparaison PROMESIS a montré qu'avec un même modèle, on obtenait des écarts significatifs entre les résultats, ce qui est du aux choix faits par les utilisateurs au niveau des données d'entrée. Il a été rappelé ce qui a motivé la proposition du cas PROMESIS comme un exercice d'inter comparaison de modèles de feux confinés:

- il s'agissait d'un scénario avec convection sous ventilée, ce qui le rendait intéressant vu qu'il n'existait pas d'équivalents de disponibles dans la littérature,
- L'essai était à échelle réelle
- le dégagement de chaleur a été produit par le processus de pyrolyse, ce qui l'a rendu assez lent, par rapport à la combustion d'une nappe d'hydrocarbure,
- les objectifs étaient scientifiques.

La question a été posée de savoir si ce cas n'était pas prématurément trop compliqué (à cause de son aspect complètement multi-physiques), si l'échelle des essais était la bonne pour commencer. D'ailleurs dans le cas général, avoir des objectifs 'benchmark' avec des essais en grand est plus difficilement atteignable car ils ne sont pas bien contrôlés et ils peuvent ne pas être reproductibles. (Remarque : Ceci n'est pas vrai dans le cas des essais PROMESIS pour lesquels une très bonne reproductibilité a toujours été observée)

Dans le cas du benchmark ' feux naturels', les objectifs étaient moins ambitieux que pour PROMESIS. Les grandeurs de comparaison étaient la position du front de flamme et sa vitesse de propagation, qui sont moins 'sensibles' que la température utilisée pour le cas PROMESIS. Par contre, un des intérêts du benchmark 'feux naturels' a été de motiver un travail d'intérêt commun pour développer une base de donnée. Pour les feux naturels, la conclusion est que l'amélioration des connaissances sur les propriétés thermo-physiques est une nécessité, ce qui rend moins urgent l'organisation de benchmark.

Une différence importante est apparue entre les deux benchmarks. Pour les feux naturels, plusieurs types de modèles ont été utilisés (déterministe, stochastique, empirique), ce qui n'était pas le cas pour PROMESIS, pour lequel le code FDS a été utilisé pour presque toutes les simulations.

Il est constaté que l'analyse des benchmarks est difficile, souvent le résultat se résume à une opinion négative, d'ailleurs déjà connue avant l'exercice. Comment aller plus loin et tirer des enseignements permettant de faire évoluer les modèles ?

Il a été exprimé qu'un benchmark ne peut pas conduire à une validation absolue. On procède toujours à une validation correspondant à une application particulière du modèle (« fitness for purpose »).

La production de méthodologies et de recommandations d'utilisation des modèles est nécessaire. Cet aspect est important pour l'ingénierie de la sécurité incendie. Mais cela n'est pas du ressort d'un GdR CNRS dont les activités sont essentiellement recherche, C'est le rôle des organismes impliqués dans la sécurité incendie, tels EdF , IRSN, ... Cela pose la question des objectifs d'un benchmark, soit ils correspondent plutôt à ceux des laboratoires universitaires, c'est à dire comprendre les phénomènes et faire évoluer les modèles dans les codes de calcul, soit ils correspondent plus aux objectifs des organismes, c'est à dire mettre

aux points des outils de validation et des méthodes d'utilisation des modèles. Si on regarde aussi les préoccupations de services opérationnels d'intervention, les intérêts peuvent être encore plus divergents. Une illustration est le cas des feux naturels. Les services d'intervention ne se préoccupent pas de savoir comment se propage un feu. C'est l'intensité qui les intéresse pour dimensionner les moyens. Par contre, les chercheurs universitaires focalisent leurs efforts sur la vitesse de flamme, ou la hauteur de flamme. Est ce qu'il est possible d'imaginer un benchmark ayant ces deux objectifs, c'est à dire qui fera côtoyer des utilisateurs (s'intéressant aux méthodes) et des développeurs (s'intéressant à la physique) ? Il n'y a pas de réponse à ce jour.

Quelles priorités en terme de benchmarks ?

Comme il a été indiqué précédemment, pour les feux naturels la priorité est l'amélioration des connaissances sur les propriétés thermo-physiques, et moins l'organisation de benchmarks.

Dans le cas des feux confinés, les scénarios d'incendie avec des conditions de sous ventilation sont encore mal connus et difficiles à modéliser. En priorité, le développement des modèles doit porter sur l'amélioration de la combustion solide avec un défaut d'oxygène. Etant donné la grande variabilité des résultats obtenus avec PROMESIS et la difficulté d'analyse, l'échelle d'un futur benchmark doit peut être réduite et le dégagement de chaleur contrôlé, avec par exemple un brûleur à gaz. Il serait souhaitable de regarder les essais récents du NIST sur une cellule de petite taille ( Ko et al, Combustion & flame, 2009).

*En conclusion, pour les feux confinés, il est souhaitable de revenir une démarche plus graduelle.* Sur les trois années à venir, la démarche consistera à commencer par des cas académiques mettant en valeur un phénomène physique particulier pour aller ensuite vers des cas de plus en plus représentatifs de scénarios d'incendie. Pour 2010, un ou deux cas d'écoulements dans une enceinte et influencés par les forces de flottaison seront à définir. Ensuite il a été évoqué de prendre un cas de combustion en paroi verticale, en prenant par exemple les résultats obtenus par Y. Pizzo au cours de sa thèse. Une objection peut être exprimée concernant l'utilisation de ce travail. Il ne correspond pas à un cas sous ventilé alors que cela a été clairement établi comme une priorité. Il a aussi été débattu quant à l'opportunité de commencer directement avec un cas de pyrolyse. il serait peut être souhaitable de prendre un cas utilisant un brûleur vertical et à gaz. Cette question n'a pas été tranchée. Enfin, un essai en vraie grandeur pourrait envisagé dans la phase finale de la démarche. L'IRSN a proposé deux essais de feux compartimentés, un local confiné et un local avec communication avec un autre.

En italique, ce qui a été repris et qui correspond au sujet de la table ronde

*Rigollet : experience dans les benchmarks. Difficulté aller au fond du problème*

*Souvent la réponse est déjà négative avant le bench*

*Difficulté d'avoir des conclusions.*

*Le fond du PB. Comment faire évoluer les modèles*

*Aller plus loin qu'un exercice de comparaison, osez de montrer les faiblesses des modèles*

Leoni : Proposition ANR :

Faire une base de données sur l'existant

*Rigollet : IRSN deux essais feux compartimentés, un local confiné, un local avec communication avec un autre.*

*Coppalle : benchmark pour quoi ? pas de validation absolue. Validation pour une certaine application « fitness for purpose » ; application universitaire ou ISI ? une validation absolue n'est pas possible.*

*Pen : Promesis, même modèle, des écarts significatifs avec des modélisateurs différents. Pourquoi ?*

LNE : qualification ? labélisation ? certifications ? pas de sens. Dépend du couple utilisateur et contexte d'utilisation

2 questions : bonne intégration de sensibilité modèle et l'incertitude des résultats expérimentaux (voir le PB de l'unicité des grands essais).

PROMESIS : on pouvait prévoir le front de flamme serait à la porte car modèle de combustion mixture fraction.

Que voulait on reproduire avec PROMESIS : hfumée, le front de flamme, Tp ?

Couple outil utilisateur.

Arcueil : 3 essais avec un déroulement différent. Beaucoup d'humilités dans la validation des modèles.

*EdF Mechtoua: faire des methodologies d'utilisation. Aspect méthode important.*

*Coppalle : dans le cas d'un GdR, ce n'est pas notre rôle de faire des guidelines. C'est le rôle des organismes tels EdF ou IRSN, ...*

*EdF Gay : comment faire un benchmark avec des utilisateurs et des développeurs*

*(s'intéressant à la physique). Il y a dès le départ une différence de motivations et d'intérêts*

*EdF : Universitaire (validation d'un phénomène) pas même intérêt que industriel, analyse de risque donc validation d'une méthode.*

PROMESIS : pas adapter à la validation physique des modèles

Coppalle : PROMESIS : degagement assez lent, plus lent qu'une nappe d'hydrocarbure.

Dans la réalité le feu a progressé lentement et tous les modèles ont décollé trop rapidement.

EdF : on savait dès le départ que on serait à coté. On ne savait pas faire de la réinflammation d'inbrulés.

Van-Hulle : Est-ce que on veut coller parfaitement sur les  $T_p$   $t_{Tp}$  max, la cinétique). En ISI, être sécuritaire par rapport à des objectifs de désenfumage ou de tenue structure, On construit un scénario qui va être le plus dimensionnant. On connaît les points faibles des outils. Efectis n'apas fait PROMESIS pour coller à la réalité mais pour être sécuritaire.

*Est-ce que pour les feux naturels, vous vous posez les mêmes questions. Distingo au niveau du « fitness for purpose » ? Les pompiers se fichent de savoir comment se propage un feu. C'est l'intensité qui les intéresse pour dimensionner les moyens. Coté universitaire, vitesse de flamme, hauteur de flamme.*

Il ne semble pas nécessaire si on doit avoir une approche différente entre objectifs universitaires ou de sécurité incendie. Pas de choix différents a faire pour atteindre ces deux objectifs différents.

*Porterie : propriétés thermo-physiques des matériaux, le plus important, la priorité sur une base de donnée. En feux naturels, il existe déjà des essais disponibles.*

*LNE : PROMESIS, Cd de sous ventilation, très difficile et pas encore analysé en terme de données. Priorité : amélioration de la combustion solide avec O2 faible en sous ventilé.*

INERIS : Application pour la dispersion atmosphérique (cadre des PPR, accidentelle), même question. Réponse : plus de CFD mis en oeuvre (à la demande du ministère), tant que on ne sait pas ce qui est dans les modélisations. Groupe de travail sur un guide d'utilisation , sur le contenu des modèles.

LNE Bustamente : existe il un modèle de combustion correct avec des temps de calculs raisonnables ?

EdF ; pour l'analyse de risque, éléments décisionnels. Avoir une méthode pour avoir des résultats valables. Dans un benchmark, la question du terme de source est central.

Coppalle : qu'est ce qui a été fait dans l'industrie nucléaire depuis 10 ans en terme de méthode d'application.

LNE, Guillaume, début de méthodologie, documentation technique 1ere version ISO 16-730

Rigollet : qu'est ce que veut faire le GdR au niveau d'un benchmark, pour obtenir quoi ?

Les organismes ont déjà développé des méthodologies pour faire un calcul dans certaines configurations.

*AU GdR : développement des modèles, poser des questions fondamentales.*

*Coppalle : PROMESIS, la convection sous ventilée, objectif scientifique intéressant.*

*Rigollet : cas prématurément trop compliqué.*

Coppalle : le GdR ne doit pas aller vers une validation des outils ISI, pas méthodologie.

Rigollet : qu'est ce que l'on fait pour aller plus loin ?

*Coppalle : l'échelle de PROMESIS pas forcément la bonne pour commencer*

*Morvan : brûleur en régime sous-ventillé, pas combustion bois*

*Poitiers : cas assisté mécaniquement*

*Coppalle : travaux du NIST. Cas d'un local en sous ventilé. Qu'est qui a été fait et pas fait ?*

*Morvan : feux de végétation, objectif benchmark plus difficile atteignable car moins contrôlé.*

*Rapprochement avec opérationnels : Dans quels mesures , comment les modèles simplifiés vont-ils pouvoir avec l'assimilation fournir des résultats utilisables.*

Coppalle : en milieu naturel, plus de projet de benchmark ?

Porterie : travaux assez aboutis suite au benchmark. (publications).

Coppalle : est ce que les services opérationnels pour les feux naturels n'ont-ils pas tendance à moins utiliser les modèles par rapport aux cas des organismes concernés par la sécurité incendie dans les milieux clos ?

Porterie : modèles aide à la décision.

Breton : Benchmark pour aller au cœur de la physique (pyrolyse en sous ventilé). 2eme aspect : la prédiction, avec des contraintes en termes de temps de calcul en opérationnel. Il faut s'orienter vers ces deux utilisations de benchmark. Les données remontées du terrain sont éparées et incomplètes.

*VanHulle : dans les feux naturels, les universitaires se préoccupent des opérationnels. Dans*