



FLUM *ilog*



15^{èmes} journées du GDR
Incendie
28-29 juin - Rouen

ctim INERIS



Sommaire

- Contexte & Historique
- Essais à moyenne échelle
- Essai à grande échelle
- Méthodologie
- Interface
- Exemples d'application

Contexte

❖ CONTEXTE REGLEMENTAIRE

➤ FLUMILOG à utiliser réglementairement pour les rubriques

- 1510 enregistrement (entrepôts couverts)
- 1511 enregistrement (entrepôts frigorifiques)
- 2662 enregistrement (stockage de plastiques ...)
- 2663 enregistrement (stockage de pneumatiques ...)

➤ « 2.1. Implantation

*Les parois extérieures des cellules de l'entrepôt sont implantées à une distance minimale des limites du site calculée de façon à ce que les effets létaux au sens de l'arrêté du 29 septembre 2005 susvisé soient contenus dans l'enceinte de l'établissement en cas d'incendie en prenant en compte la configuration la plus défavorable par rapport aux matières combustibles potentiellement stockées en utilisant la méthode de calcul **FLUMILOG** (référéncée dans le document de l'INERIS « Description de la méthode de calcul des effets thermiques produits par un feu d'entrepôt », partie A, réf. DRA-09-90977-14553A) »*

Historique

❖ METHODES ANTERIEURES:

- Estimation de la puissance de feu à partir d'une vitesse de combustion surfacique de type feu de flaque
 - => Pas de prise en compte du nombre de niveau
 - Utilisation pour estimer les caractéristiques des flammes (hauteur et émittance)
 - Les parois étaient plus ou moins prises en compte (surtout mur CF)
 - Pas de cinétique du feu : le feu était généralisé à la cellule
 - Pas de prise en compte du vent
- ❖ Cette absence de cinétique était pénalisante pour la réalisation des EDD

Opération associant de nombreux acteurs

- Sous l'égide et le contrôle du MEEDDM
- Bureaux d'études
- Centres de recherches
- Avec la collaboration d'un laboratoire universitaire



INERIS

cticm



Opération associant de nombreux acteurs (suite)

- Logisticiens exploitants d'entrepôts
- Promoteurs
- Constructeurs d'entrepôts
- Syndicat
- Fournisseurs de matériaux de construction



Les différentes étapes

Début



mi 2006

Essais à moyenne échelle



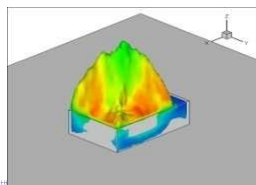
fin 2007 – début 2008

Essai à grande échelle



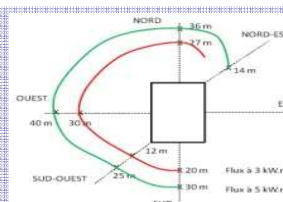
septembre 2008

Modélisations numériques



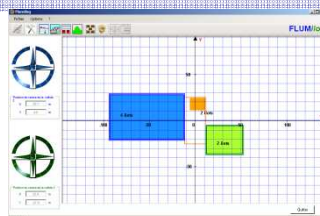
2007 à 2009

Méthode de calcul des flux thermiques



fin 2008 – début 2010

Mise en ligne de l'outil et de l'interface



Février 2010

La campagne d'essais

➤ Enjeux / objectifs

- Essais à moyenne échelle :
 - Etude paramétrique (charge combustible, nature des produits, mode et hauteur de stockage, toiture)
 - Calage de la méthode

- Essai à grande échelle :
 - Validation de la méthode

Le dispositif expérimental à moyenne échelle

Dimensions :

12 m x 8 m x 4 m

Parois :

2 en béton, 1 acier et 1 bois (une fois disparue, les flux max peuvent être mesurés)

Toit :

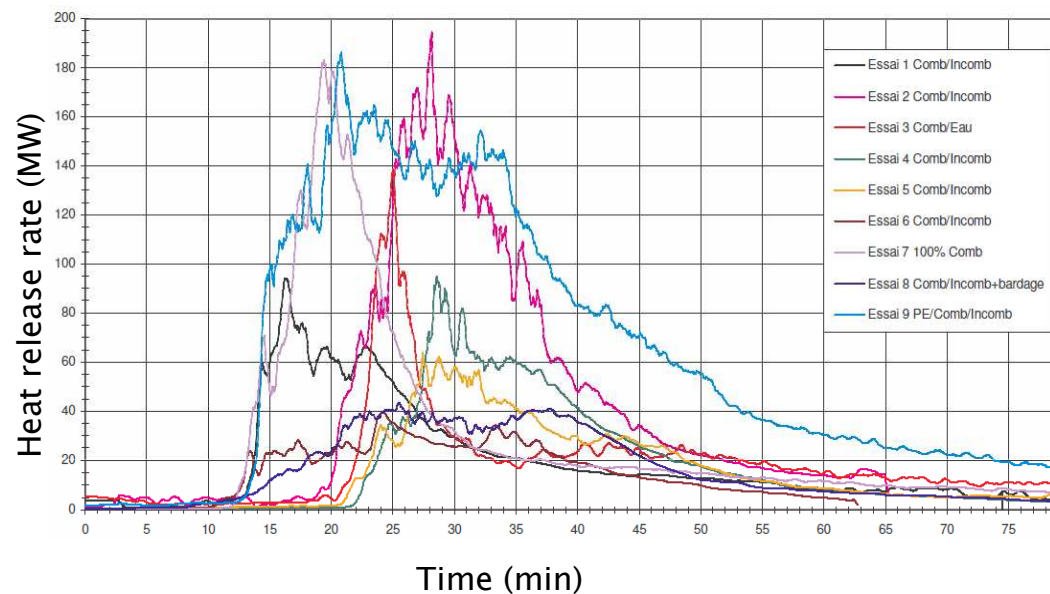
Bois (pour créer un flash-over puis disparaître)

Métrologie :

- Fluxmètres, radiomètres,
- Thermocouples,
- Caméras vidéo,
- Vitesse du vent.



Réalisation de 9 essais



Essai confiné



Essai 50% bois / 50% eau

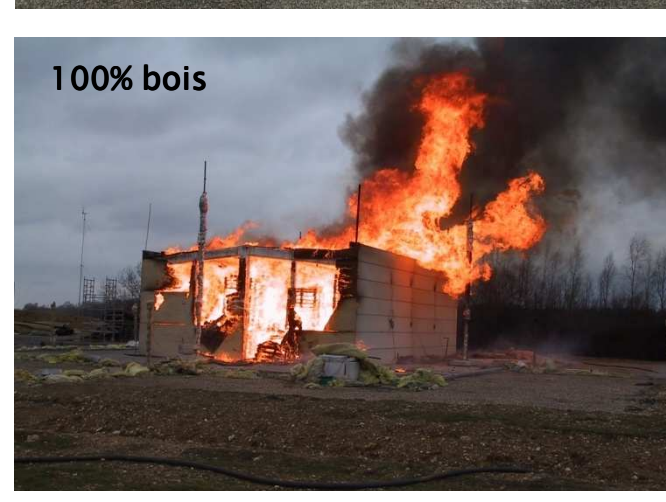


Essai 100% bois



Influence de la charge calorifique

Essai	6	4	2	7
Masse de bois (kg)	3500	5300	10800	12100
Répartition du volume bois / incombustible (%)	27 / 73	51 / 49	78 / 22	100 / 0
Direction du vent	S	N	N	S



Influence de la nature de la charge calorifique

Essai	3
Masse de bois (kg)	8800
Répartition du volume bois / incombustible (%)	57 / 43
Nature de la charge	Bois / Eau
Direction du vent	S

L'essai 3, avec cartons de bouteilles d'eau, est représentatif d'un stockage agroalimentaire.



Pour ce test, la combustion n'est pas intense et incomplète (1000 kg de bois non brûlés, nombreuses bouteilles intactes).

Influence de la nature de la charge calorifique



T0 : 24 tonnes de matières combustibles dont :

Cellulose (44 %) ;
PEHD (8 %) ;
PP (16 %) ;
Bois (32 %).



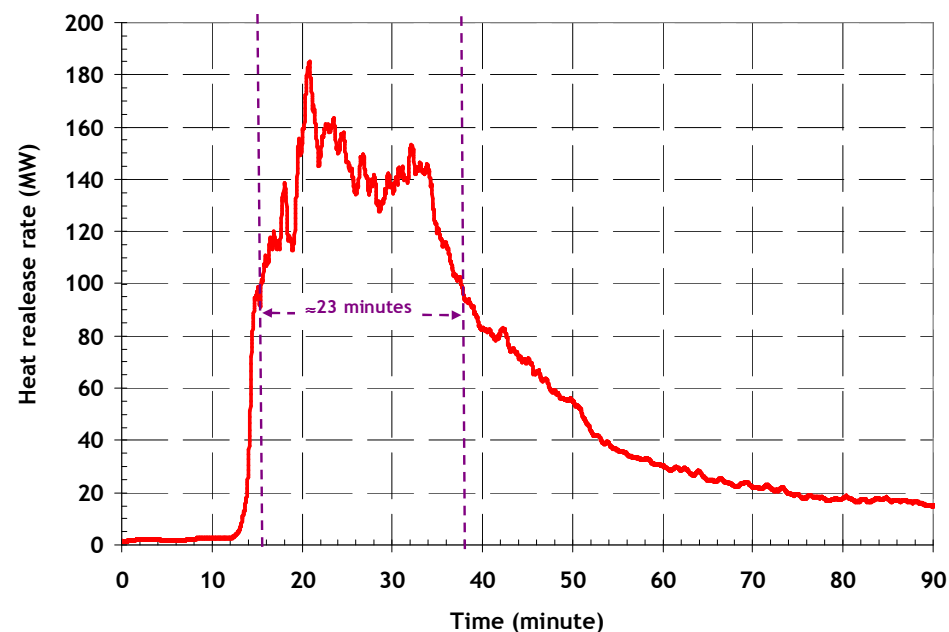
T0 + 14 minutes

Embrassement généralisé.



T0 + 15,5 minutes

Disparition complète des fûts.



Quantité d'énergie disponible plus élevée dégagée sur une durée plus importante.

Influence du vent

Essai	4	5
Masse de bois (kg)	5300	5100
Toit et paroi en bois (kg)	2000	1400
Répartition du volume bois / incombustible (%)	51 / 49	51 / 49
Direction du vent	N	S

Essai 4



Essai 5



Comportements différents à cause de la direction du vent opposée. Dans l'essai 4, la façade en bois brûle rapidement alors que dans l'essai 5, elle brûle difficilement.

Influence du confinement

Essai	4	8
Masse de bois (kg)	7300	6500
Répartition du volume bois / incombustible (%)	51 / 49	51 / 49
Direction du vent	N	S

Essai 4 (toiture et pignon sud en contreplaqué)



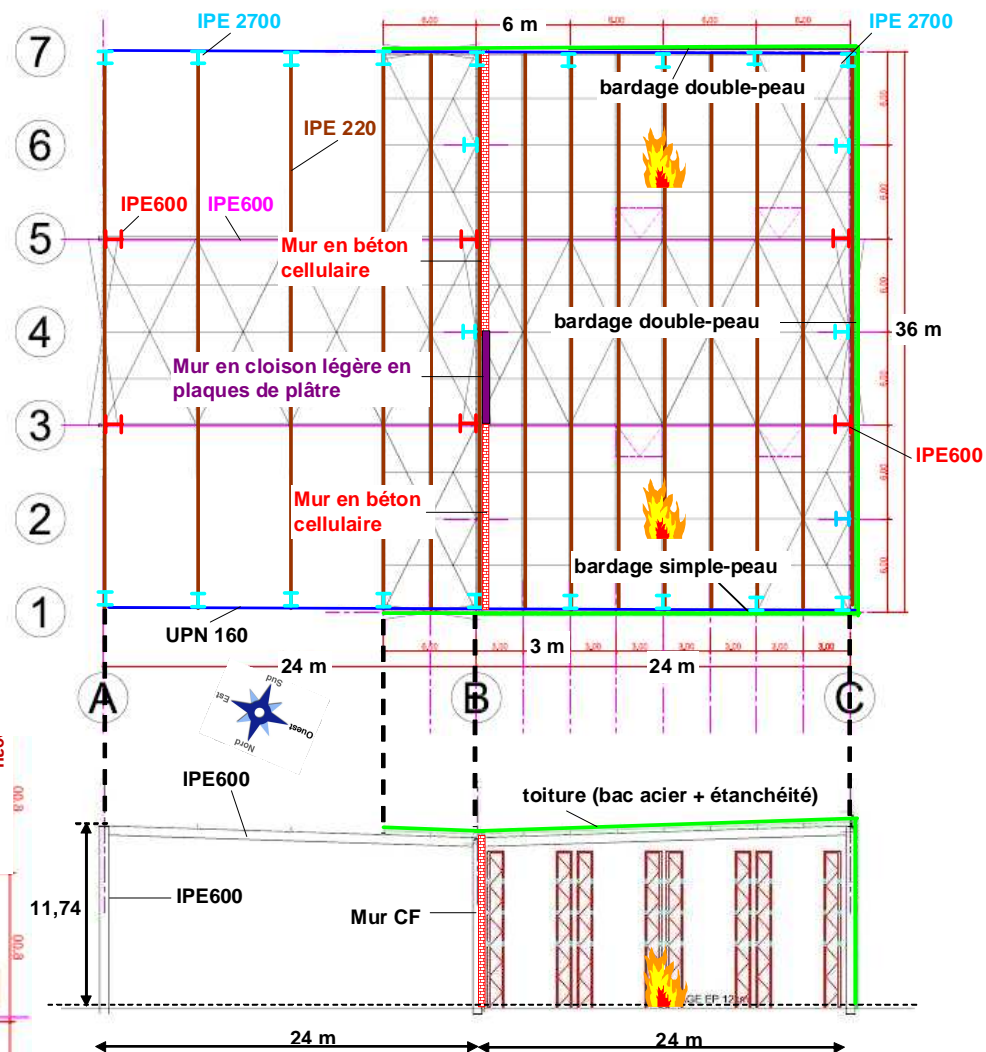
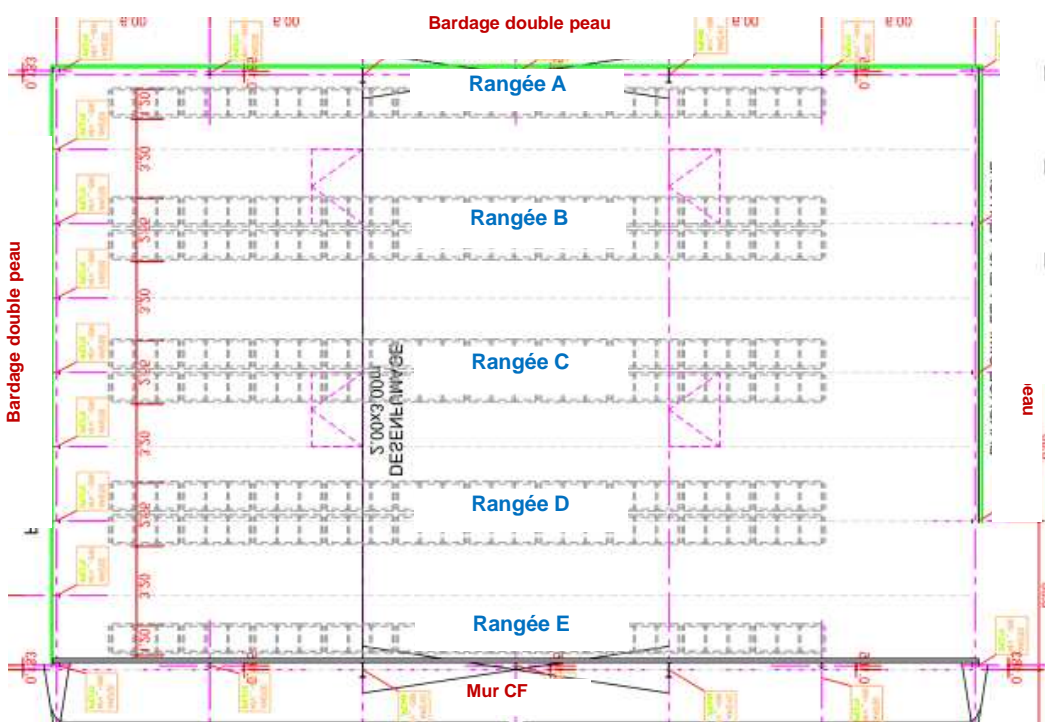
Essai 8 (toiture et pignon sud en bacs acier)



Essai 8: température à l'intérieur du compartiment plus élevée mais volume de flammes externes beaucoup plus faible.

Essai à grande échelle : description

Entrepôt de 24 m x 36 m x 12 m



Essai à grande échelle : description

Stockage :

- 3 doubles racks (28x2.5x10 [m]) et 2 simples racks,
- 80% des emplacements utilisés.

Combustible :

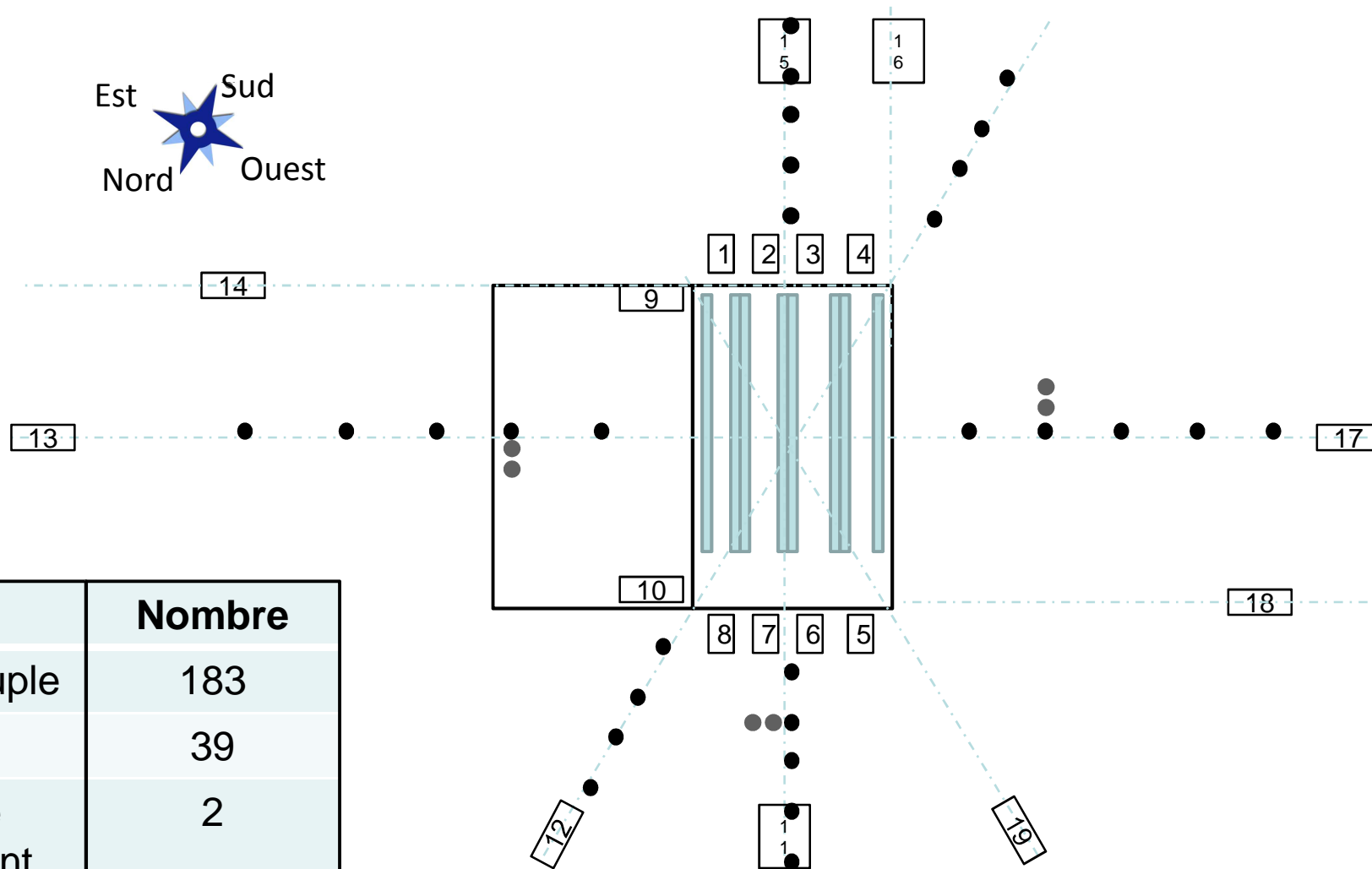
- 310 t de bois : 50 % en palette de bois, 50 % en sciure dans des caisses.

Masse moyenne par emplacement :

- 388 kg de bois.



Essai à grande échelle : instrumentation



Capteur	Nombre
Thermocouple	183
Fluxmètre	39
Capteur de déplacement	2
Caméra	19

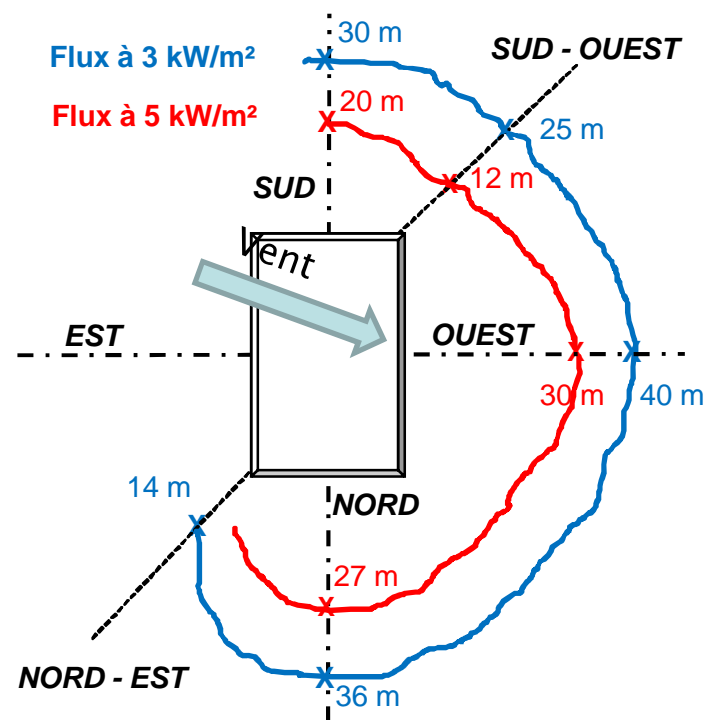
Essai à grande échelle : comportement



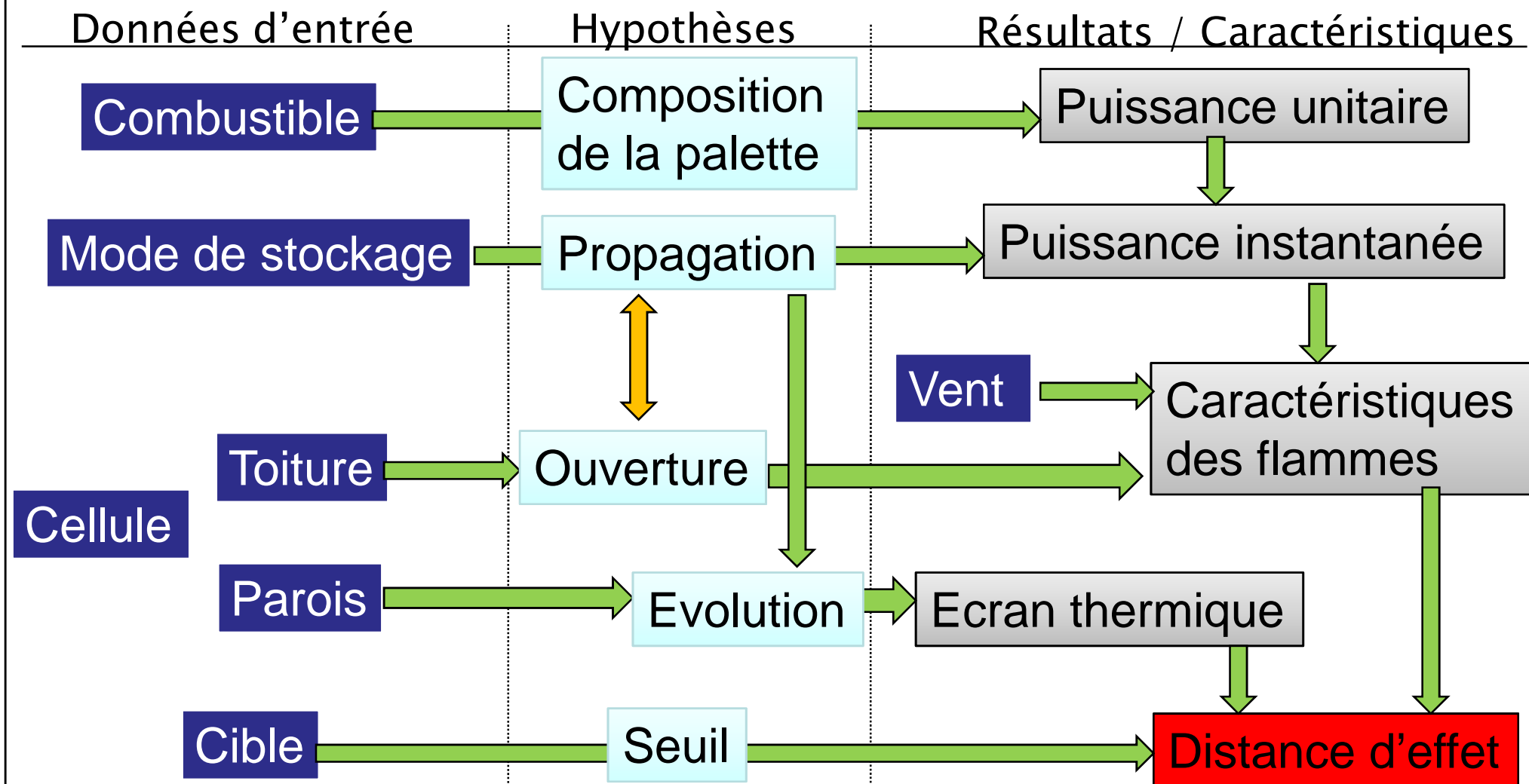
2036

Essai à grande échelle : comportement

Distances d'effet : flux thermiques



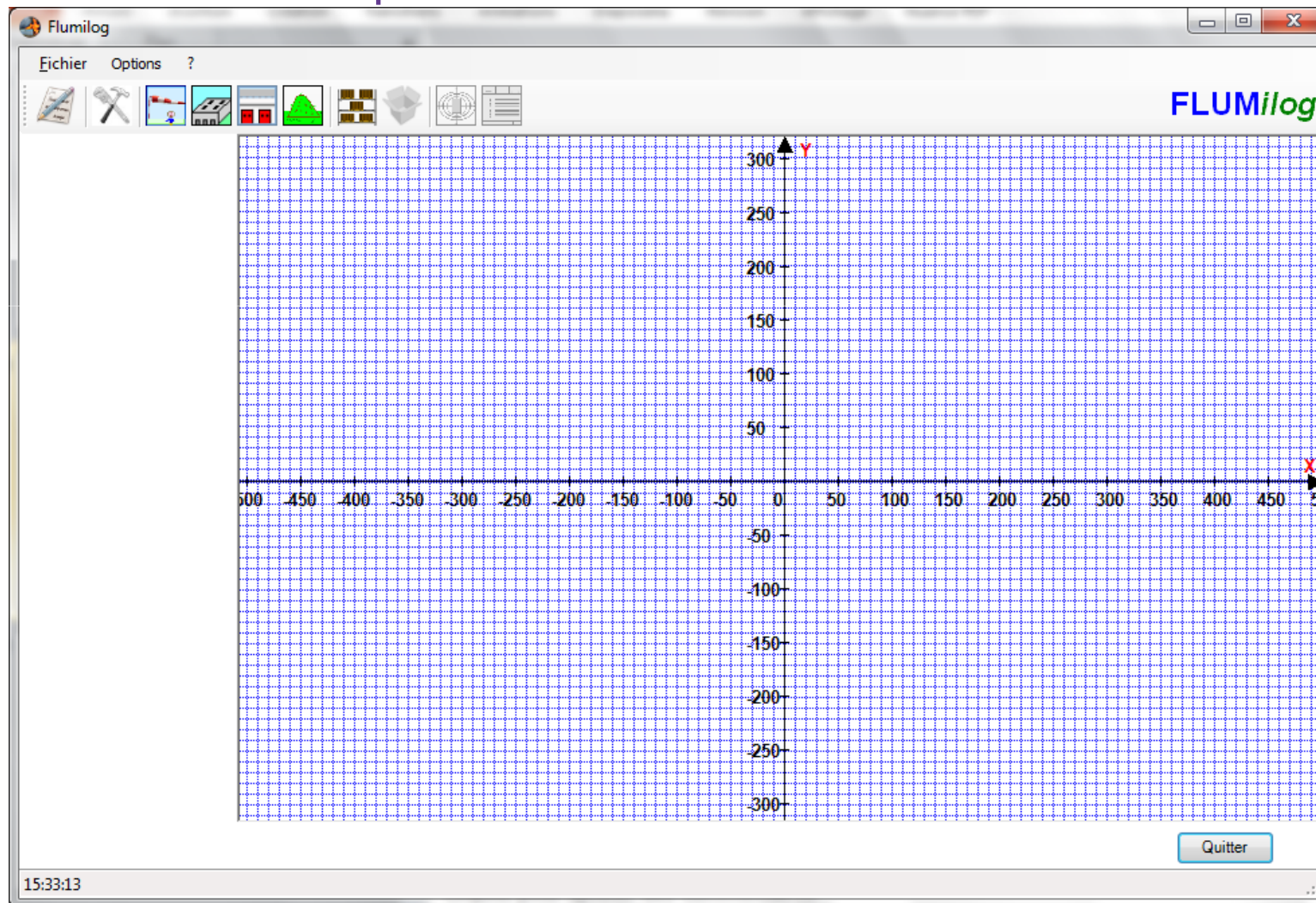
La méthode – principe du calcul



L'interface mise à disposition

<http://www.ineris.fr/flumilog/>

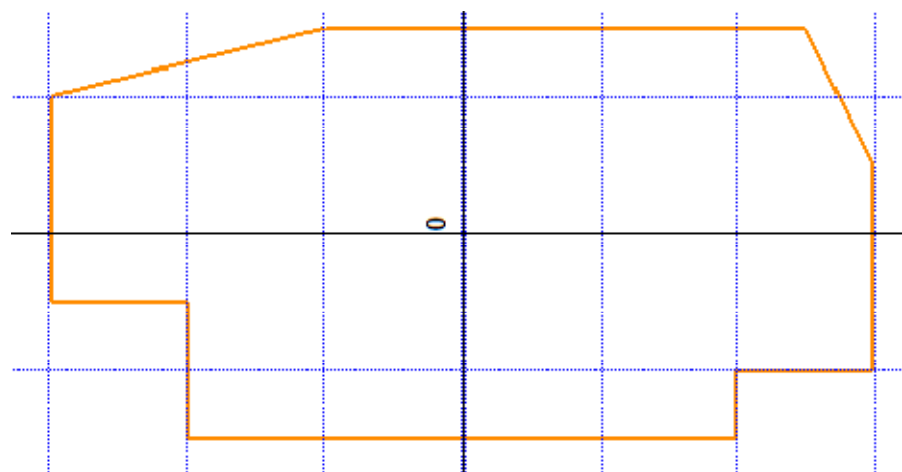
- À télécharger
- Prise en main rapide



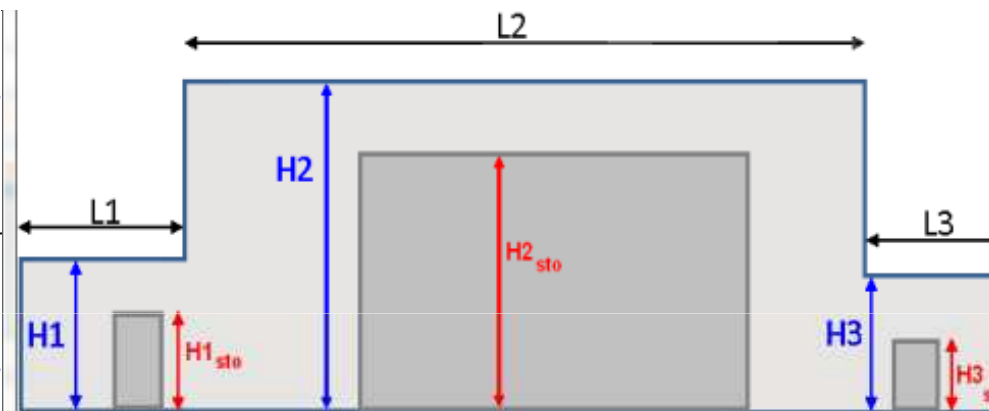
L'interface mise à disposition

<http://www.ineris.fr/flumilog/>

- Prise en compte de 3 cellules
 - À géométries complexes

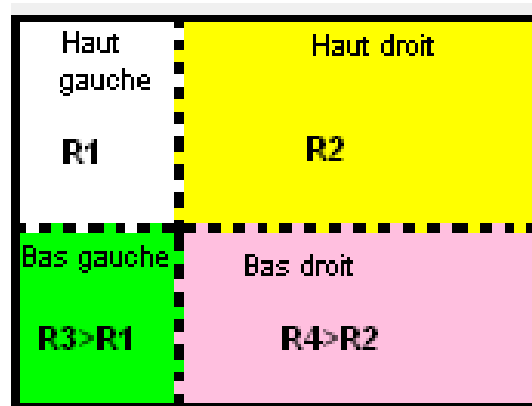


Plan



Coupe

- À parois complexes

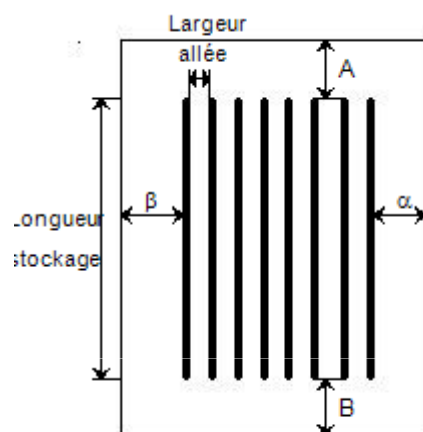


L'interface mise à disposition

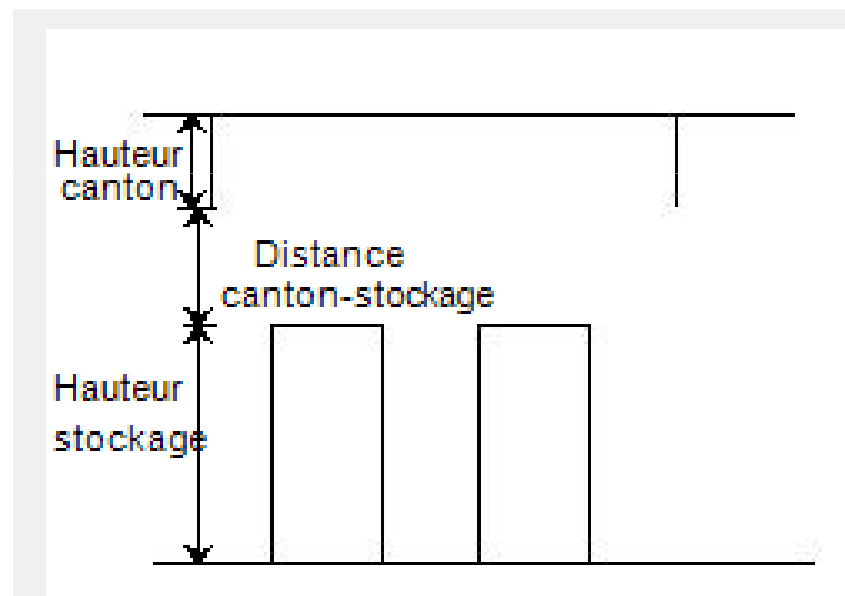
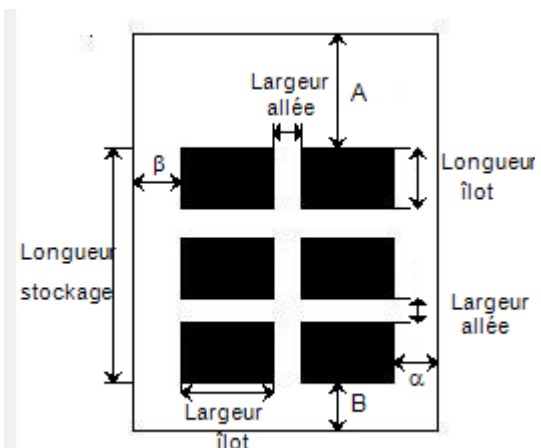
<http://www.ineris.fr/flumilog/>

➤ Deux modes de stockage

■ Racks



■ Masse



L'interface mise à disposition

<http://www.ineris.fr/flumilog/>

➤ Palettes

■ Palettes rubriques

- 1510
- 1511
- 2662

The screenshot shows a web interface for data entry. A dropdown menu is open, listing various materials: Ajouter, Bois, Caoutchouc, Carton, Coton, Palette Bois, PE, Pneu, PS, PU, PVC, Synthétique, Acier, Aluminium, Eau, and Verre. The background shows a table with columns for 'Ajouter' and numerical values (0.0). Below the table, there is a label 'palette' followed by a text input field containing '0.0' and the unit 'kg'.

■ Palettes avec composition réelle

- Réalisation d'un essai permettant de caractériser la combustion de la palette
 - Débit calorifique de la palette
 - Durée du feu

Exemples d'application

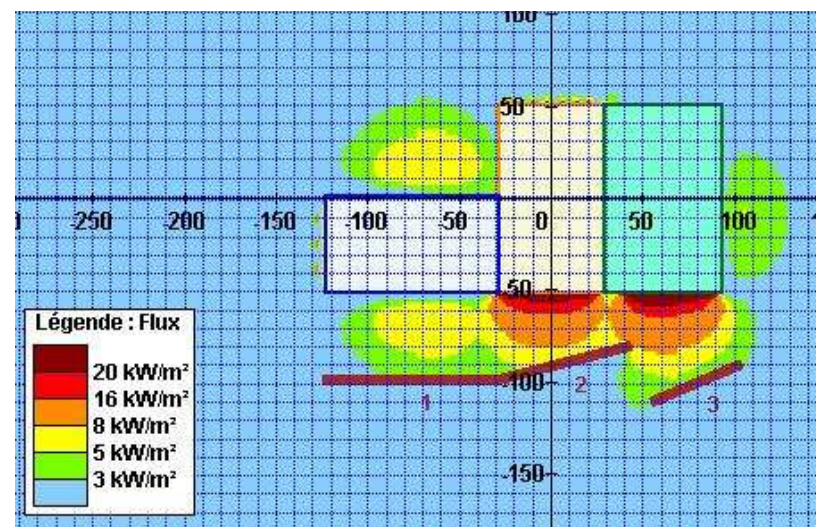
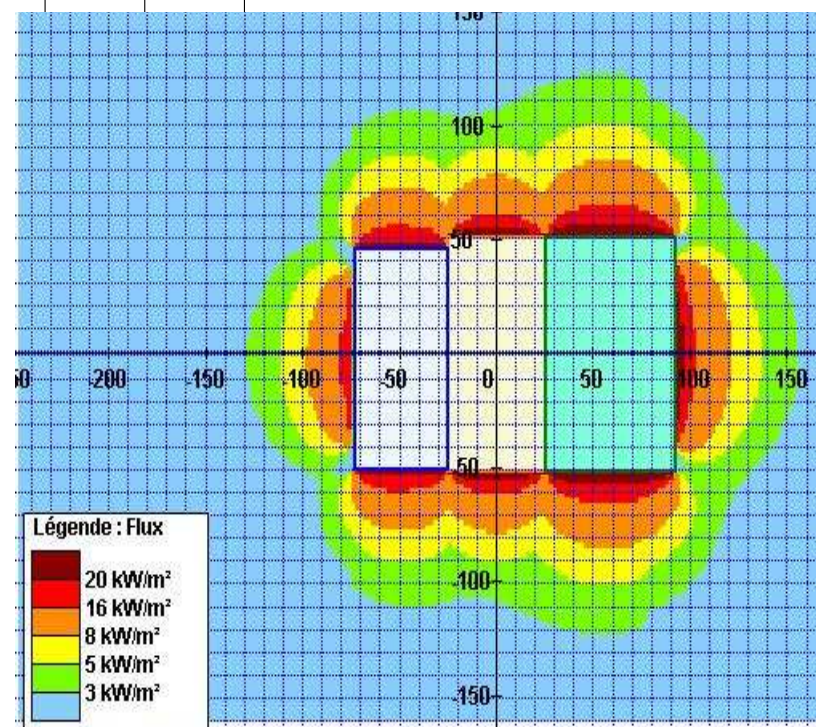
- Génération d'un rapport officiel

FLUMilog

Interface Graphique v. 2.12
Outil de calcul V3.01

Flux Thermiques
Détermination des distances d'effets

Utilisateur :	
Société :	
Item du Projet :	StockagePalettes2
Celule :	
Commentaire :	
Date de création du fichier de données d'entrée :	04/05/2012 à 10:03:57
Date de création du fichier de résultats :	09/5/12



Conclusion

- Démarche scientifique, fondée sur
 - Analyse bibliographique sur flux thermiques
 - Identification des paramètres d'influence
 - Expérimentations à moyenne échelle
 - Expérimentation à très grande échelle
 - Validation d'un modèle numérique avancé
 - Étude paramétrique
 - Élaboration d'un outil de calcul convivial