



INSTITUT NATIONAL DE L'ENVIRONNEMENT INDUSTRIEL ET DES RISQUES

# **Développement d'une méthodologie d'évaluation des effets thermiques et toxiques des incendies d'entrepôt (DRA-03)**

Rapport intermédiaire d'opération  
Troisième campagne d'essais

*J.BROZ*

*Unité de Phénoménologie Incendie  
Direction des Risques Accidentels*


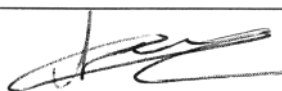

Janvier 2002

# Développement d'une méthodologie d'évaluation des effets thermiques et toxiques des incendies d'entrepôt (DRA-03)

Rapport intermédiaire d'opération  
Troisième campagne d'essais

**29 janvier 2002**

Ce document comporte 20 pages (hors couverture).

	Rédaction	Vérification	Approbation
<b>NOM</b>	J.BROZ	A.CARRAU	D.GASTON
<b>Qualité</b>	Ingénieur de la Direction des Risques Accidentels	Responsable programme DRA 03	Directeur Adjoint aux Risques Accidentels
<b>Visa</b>			

## PREAMBULE

Le présent document a été établi :

- au vu des données scientifiques et techniques disponibles ayant fait l'objet d'une publication reconnue ou d'un consensus entre experts,
- au vu du cadre légal, réglementaire ou normatif applicable.

Il s'agit de données et informations en vigueur à la date de l'édition du document, le 29 janvier 2002.

Le présent document comprend des propositions ou recommandations. Il n'a en aucun cas pour objectif de se substituer au pouvoir de décision du ou des gestionnaire(s) du risque ou d'être partie prenante.

## TABLE DES MATIERES

<b>1. RÉSUMÉ .....</b>	<b>4</b>
<b>2. INTRODUCTION .....</b>	<b>5</b>
<b>3. CARACTÉRISTIQUES DES STOCKAGES.....</b>	<b>5</b>
<b>4. ESSAIS D'INCENDIE A PETITE ÉCHELLE .....</b>	<b>6</b>
4.1 Configuration des essais .....	6
4.2 Résultats .....	7
<b>5. SCÉNARIO N°1 SUR UN STOCKAGE PALETTISÉ STANDARD .....</b>	<b>9</b>
5.1 Configuration de essai.....	9
5.2 Résultats .....	9
<b>6. SCÉNARIO N°2 SUR UN STOCKAGE PALETTISÉ STANDARD .....</b>	<b>11</b>
6.1 Configuration de l'essai.....	11
6.2 Résultats .....	11
<b>7. SCÉNARIO N°3 SUR UN STOCKAGE RECONSTITUÉ.....</b>	<b>13</b>
7.1 Configuration de l'essai.....	14
7.2 Résultats .....	16
<b>8. CONCLUSION .....</b>	<b>20</b>

## 1. RESUME

---

Dans le cadre du programme DRA 03, l'INERIS a mené une campagne d'essais sur des stockages de bouteilles d'eau de type alimentaire pour évaluer le comportement au feu et les effets thermiques des incendies de stockages sur palettes.

Les essais d'incendie ont été réalisés tant à petite échelle que sur des stockages palettisés standards en simulant divers types de feux de nappes de liquides inflammables sous les stockages.

Le programme expérimental a également pris en compte un scénario possible d'incendie d'un stockage palettisé défectueux (stockage reconstitué de bouteilles pleines et de bouteilles vides) qui serait soumis au rayonnement thermique d'un feu sur un stockage voisin.

Ce dernier essai a été effectué dans la galerie expérimentale de l'INERIS en procédant à des mesures de flux thermiques et de températures.

Les observations qui ont été faites au cours des essais permettent de dire qu'un stockage palettisé standard (empilement de bouteilles pleines d'eau) ne présente pas un niveau de risque d'incendie élevé à l'inverse d'un stockage de bouteilles vides (feu violent à développement très rapide).

Toutefois, seul un essai à très grande échelle permettrait d'appréhender le niveau du risque d'incendie en entrepôt pour des palettes de bouteilles d'eau stockées dans des rayonnages.

## 2. INTRODUCTION

---

De nombreuses interrogations portent sur le scénario d'incendie d'un stockage de bouteilles d'eau. Du fait de la présence importante d'eau, il est légitime de penser que le scénario d'un incendie important peut être négligeable.

D'un autre côté, dans le cas où les bouteilles percent et déversent toute l'eau sans éteindre l'incendie, on pourrait se trouver dans une situation d'un stockage de plastiques parfaitement aéré et qui pourrait être extrêmement violent.

Aussi, dans le cadre du programme DRA 03 relatif à l'évaluation des effets thermiques et toxiques des incendies d'entrepôts, l'INERIS a réalisé une campagne d'essais sur des stockages de bouteilles d'eau de source.

Les essais ont été effectués en deux étapes et sur différents modules de stockages :

- Une première série d'épreuve a d'abord été réalisée à petite échelle, sur des packs de bouteilles tantôt pleines, tantôt vides,
- Une seconde série d'épreuves a été réalisée à plus grande échelle, sur des stockages palettisés.

Les essais sur des stockages palettisés ont été réalisés tant à l'air libre que dans la galerie incendie de l'INERIS et dans plusieurs configurations d'installation (empilement sur palette représentatif d'un stockage sur plate-forme logistique, stockage reconstitué simulant un stockage défectueux).

De même, les essais ont été menés selon deux scénarii possibles d'incendie (stockage soumis à un feu de nappe de liquide inflammable et stockage soumis au flux thermique d'un autre stockage en feu), en vue d'appréhender l'aptitude à l'inflammation et à la propagation du feu dans deux situations réalistes d'incendie.

Le présent rapport constitue la synthèse des résultats des essais qui reposent sur une analyse essentiellement qualitative. Une cassette vidéo accompagne le rapport.

## 3. CARACTERISTIQUES DES STOCKAGES

---

De façon générale, les stockages qui ont été soumis aux essais d'incendie sont constitués de bouteilles de 1,5 l d'eau de source qui sont conditionnées par groupes de six, à l'aide d'un film plastique rétractable.

Les stockages standards sur palettes se composent de 84 packs (504 bouteilles de 1,5 litres d'eau de source) arrangés sur quatre niveaux et recouverts par une bâche en matière plastique.

Des stockages ont été reconstitués par ailleurs pour les besoins de l'étude (cf. chapitre 6) à partir d'un empilement ordonné de bouteilles pleines et de bouteilles vides pour simuler des stockages défectueux (stockages endommagés,...).

A noter que les bouteilles en matière plastique transparente incolore qui composent les stockages porte le symbole PET (polyéthylène téréphtalate) et que les bouchons sont en polypropylène.

## 4. ESSAIS D'INCENDIE A PETITE ECHELLE

Des essais d'orientation ont été réalisés en premier lieu à petite échelle.

### 4.1 CONFIGURATION DES ESSAIS

Les épreuves préliminaires aux essais sur les stockages palettisés ont été effectuées sur :

- un pack de six bouteilles pleines d'eau, à raison de deux essais qui ont été réalisés dans la même configuration d'installation (cf. photo 1), mais à l'aide de sources d'inflammation différentes (feu d'alcool et feu d'heptane au sol),
- quatre packs de six bouteilles vides placées sur deux niveaux (cf. photo 2).

Dans les deux premiers essais cités (essais 1 et 2), le pack de bouteilles repose sur deux lames de bois de façon telle que seule la partie centrale du pack (2 bouteilles) se trouve exposée à l'action directe du foyer au sol et en contact avec les flammes (distance de l'ordre de 5 cm entre les bouteilles et la surface en feu sous les bouteilles).

Dans le troisième essai (essai 3), les packs de bouteilles vides reposent chacun sur une fine plaque de type isorel, l'implantation de la source d'inflammation étant la même que dans les deux premiers essais (feu d'heptane au sol).



Photo 1 : Essai sur bouteilles pleines



Photo 2 : Essai sur bouteilles vides

Les départs de feu sur les stockages ont été réalisés dans les trois essais à partir de foyers de liquides inflammables localisés sous les stockages. Ces foyers se distinguent d'un essai à l'autre par la nature des produits et les quantités qui ont été mises en jeu (cf. tableau 1).

Caractéristiques des foyers	Essai 1	Essai 2	Essai 3
Volume d'alcool (l)	0,240		
Volume d'heptane (l)		0,780	0,240
Surface des nappes (m <sup>2</sup> )	0,018	0,018	0,018

Tableau 1 : Caractéristiques des foyers

A noter que dans l'essai 3, la source d'inflammation (heptane) a été retirée dès que le feu a pris naissance dans le stockage; l'incendie n'a donc été simplement dû qu'à la combustion des bouteilles plastiques.

## 4.2 RESULTATS

La présentation des résultats porte sur les durées des incendies et sur les observations qui ont été faites pendant et après les essais.

### 4.2.1 Durées des incendies

Les ordres de grandeur des durées des incendies sont indiquées dans le tableau 2

Essais à petite échelle	Essai 1	Essai 2	Essai 3
Durées des incendies	20 min	37 min	12 min

Tableau 2 : Ordres de grandeur des durées des incendies

Les durées des incendies résultent des caractéristiques des foyers primaires d'incendie (nature et quantités de liquides inflammables utilisés) et de la composition des stockages (bouteilles pleines ou vides).

Bien que les surfaces en feu des foyers primaires soient identiques pour les trois épreuves, les durées d'incendie, très différentes d'un essai à l'autre peuvent donc s'expliquer de la façon suivante :

- Dans l'essai 1, la quantité réduite d'alcool (équivalente à 1/3 du volume d'heptane mis en œuvre dans l'essai 2) et les caractéristiques même d'un feu d'alcool (libérant moins d'énergie qu'un feu d'heptane et s'accompagnant de flammes plus petites), n'ont pas conduit à l'inflammation des bouteilles pleines d'eau.
- Dans l'essai 2, le feu d'heptane beaucoup plus intense que celui d'alcool a produit des effets significatifs sur les bouteilles (expulsion de l'eau contenue dans les bouteilles exposées au foyer, réticulation et destruction partielle du stockage) sans provoquer toutefois un embrasement généralisé sur le stockage.
- Dans l'essai 3, l'incendie a été très violent (feu de matières plastiques) et a conduit très rapidement à la destruction du stockage (formation d'une surface en feu plus étendue au sol due à la décomposition des bouteilles). Le phénomène qui a été observé est typique des feux de nappes.

### 4.2.2 Aspect visuel des incendies

Les effets très atténués de l'essai 1 conduisent à ne présenter que les résultats des essais 2 et 3.

#### 4.2.2.1 Essai d'incendie sur des bouteilles pleines d'eau (essai 2)

La photo 3 montre que les flammes du feu d'heptane passe au travers du stockage de bouteilles pleines d'eau au cours de l'essai 2.

La photo 4 permet de constater les dégâts causés au sein du même stockage après l'extinction du feu.





*Photo 3 : Pendant l'essai 2*



*Photo 4 : Après l'essai 2*

A noter que les bouteilles situées au centre du stockage qui ont été exposées directement à l'action du foyer au sol sont les plus endommagées mais ne sont pas complètement détruites.

Au cours de cet essai, on observe une transformation lente au centre du stockage. La dégradation des bouteilles dans cette partie du stockage ne paraît être significative qu'à partir d'une vingtaine de minutes d'essai. On n'observe pas de propagation aux bouteilles qui ne sont pas en contact direct avec les flammes.

Les principaux phénomènes qui ont pu être observés sont des projections d'eau (expulsion au-dessus du stockage), un bouillonnement de l'eau dans les bouteilles et une réticulation de ces dernières. Il apparaît par ailleurs clairement que les points faibles sont les bouchons.

#### 4.2.2.2 Essai d'incendie sur des bouteilles vides (essai 3)

Les photos 5 et 16 se rapporte à l'essai 3. Celles-ci sont présentées pour illustrer le départ de feu dans le premier niveau du stockage de bouteilles vides et l'embrasement du stockage.



*Photo 5 : Départ de feu dans l'essai 3  
(t = 3 min)*



*Photo 6 : Embrasement du stockage  
(t = 5 min)*

## 5. SCENARIO N°1 SUR UN STOCKAGE PALETTISE STANDARD

L'essai de préqualification (essai 2) a montré que les bouteilles d'eau ne participent pas à l'incendie et qu'il n'y a pas inflammation des bouteilles.

L'objectif de cet essai sur un stockage palettisé standard (essai 4) est de voir si, malgré l'effet de volume, on arrive aux mêmes conclusions.

### 5.1 CONFIGURATION DE ESSAI

L'essai 4 a été réalisé à l'air libre sur une plate-forme expérimentale de l'INERIS, située sur la commune de Montlaville (Oise).

La photo 7 présente une vue d'ensemble du stockage sur palette qui a été placé dans un bac de rétention destiné à recueillir des bouteilles et/ou leur contenu ou des débris en prévision de déversements et de chutes pendant l'essai.

Le stockage palettisé standard se compose de 84 packs (504 bouteilles de 1,5 litres d'eau de source) arrangés sur quatre niveaux et recouverts par une bâche en matière plastique.

Ce stockage, représentatif du mode de conditionnement en entrepôt, a été exposé à l'action directe d'un feu de nappe d'heptane à partir de deux foyers de tailles réduites (40 litres d'heptane répartis dans deux bacs de 1,20 m x 0,20 m de section représentant une surface en feu de 0,48 m<sup>2</sup>) qui sont localisés sous la palette.



*Photo 7 : Configuration de l'essai 4*

### 5.2 RESULTATS

La présentation des résultats porte, comme pour les essais à petite échelle, sur la durée de l'incendie et sur les observations qui ont été faites pendant et après l'essai.

#### 5.2.1 Durée d'incendie

La durée de l'incendie a été de l'ordre de 34 minutes dans le cas de l'essai 4.

### 5.2.2 Aspect visuel de l'incendie

La photo 8 donne un aperçu du développement très limité de l'incendie sur le stockage de bouteilles pleines d'eau qui a été soumis à un feu d'heptane sous la palette au cours de l'essai 4.

La photo 9 permet, quant à elle, de constater les dégâts qui ont été causés sur le même stockage après le dit essai.



*Photo 8 : Pendant l'essai 4*



*Photo 9 : Après l'essai 4*

Dans cette configuration d'essai, les flammes lèchent la périphérie du stockage et échauffent les bouteilles pleines d'eau qui sont accessibles aux flammes. Le stockage peut être assimilé à une fontaine d'eau (formation de jets d'eau à partir du second niveau du stockage). L'accrochage des flammes sur les plaques d'isorel formant les différents étages du stockage et la vidange progressive des bouteilles situées sur le pourtour de celui-ci conduisent à un écroulement répété de bouteilles formant la ceinture du stockage.

Les principaux constats peuvent être résumés de la façon suivante :

- Les bouteilles posées sur la palette (niveau 1) ont subi certes les effets de l'incendie au sol (paraissant en partie carbonisée en surface); mais elles ont conservées une bonne tenue mécanique (aucune modification de l'arrangement des bouteilles).
- L'action du feu sur le stockage conduit à la formation d'un empilement de type pyramidal après l'extinction de l'incendie.
- Les bouteilles situées à cœur du stockage n'ont pas été altérées par le feu et ont conservé leur contenu (eau).
- De même, la quasi totalité des bouteilles qui se sont effondrées (vides ou pleines) n'ont pas été le siège de foyers secondaires au sol.
- L'accrochage des flammes sur le stockage semble avoir été favorisé par la présence des intercalaires en isorel (combustion des parties découvertes, accessibles aux flammes et à l'air).
- Le mode d'empilement des bouteilles a eu par contre un effet contraire.

Les observations qui viennent d'être faites conduisent à dire que le stockage n'a que très peu servi d'aliment au feu.

Les résultats qui ont été obtenus permettent d'estimer que, dans un scénario comparable à celui de l'essai 4, un stockage palettisé standard de bouteilles d'eau ne constitue pas un niveau de risque d'incendie élevé.

## **6. SCENARIO N°2 SUR UN STOCKAGE PALETTISE STANDARD**

L'essai 4 a donné les mêmes conclusions que l'essai de pré-qualification :

- pas de propagation du feu dans le stockage,
- faible participation du stockage dans le développement du feu.

L'essai 5 représente le scénario d'un stockage de bouteilles d'eau subissant un incendie généralisé, violent.

### **6.1 CONFIGURATION DE L'ESSAI**

L'essai 5 a été réalisé à l'air libre sur le même site expérimental et sur un stockage sur palette de bouteilles d'eau de même conception et composition (stockage palettisé standard) que l'essai 4.

La photo 10 présente une vue d'ensemble du stockage sur palette qui a été placé dans un bac de rétention d'une surface trois fois plus grande que celle de la palette et qui a été utilisé en premier lieu pour simuler un foyer d'incendie très étendu et entretenu au sol (feu d'une nappe de 2,90 m<sup>2</sup> mettant en jeu 200 litres d'heptane).

Cette configuration d'installation a été choisie de manière à ce que le feu d'heptane encercle la palette pour reproduire une situation où un stockage est pris dans un incendie.



*Photo 10 : Configuration de l'essai 5*

### **6.2 RESULTATS**

Les résultats de l'essai 4 sont présentés selon le même principe que les essais précédents (durée de l'incendie et observations pendant et après essai).



### 6.2.1 Durée de l'incendie

La durée de l'incendie a été d'environ 36 minutes dans l'essai 5 (de l'ordre de 34 minutes pour mémoire, dans l'essai 4).

Au regard des caractéristiques du feu dans l'essai 4, l'incendie a été naturellement plus violent au cours de l'essai 5 dans lequel le stockage était pris dans un incendie.

S'il existe un rapport de 5 environ entre les deux essais pour ce qui concerne les quantités d'heptane mises en jeu, le même ratio existe aussi pour ce qui concerne l'étendue de la nappe en feu.

### 6.2.2 Aspect visuel de l'incendie

La photo 11 reflète l'intensité du feu d'heptane qui ceinture le stockage au cours de l'essai 5 et la photo 12 présente les résidus du stockage après l'extinction de l'incendie.



*Photo 11 : Pendant l'essai 5*



*Photo 12 : Après l'essai 5*

Les mêmes phénomènes que ceux qui ont été précédemment énoncés dans le cas de l'essai 4 ont été observés, pour les uns de façon bien marquée (formation de jets d'eau qui proviennent de la fusion en premier des bouchons, par exemple), pour les autres de manière toutefois plus difficile à discerner (dégradation progressive du stockage) en raison de l'intensité du feu de la nappe très étendue d'heptane.

Il n'en reste pas moins vrai que les effets de l'incendie sur le stockage se sont produits plus rapidement que dans l'essai 4.

Les principales constatations sont résumées dans le tableau 3.

Il est à noter qu'il existe, après la fin de l'incendie violent de l'heptane, quelques foyers localisés dans le bac de rétention qui s'éteignent néanmoins rapidement. Il n'y a aucune propagation du feu dans l'amas de bouteilles qui jonchent le sol (la plupart des bouteilles tombent en fait dans le bac qui contient beaucoup d'eau).

Les résultats de cet essai qui correspond au scénario d'incendie le plus pénalisant permettent de dire comme dans l'essai précédent que le stockage n'a pas à proprement parler contribué au développement de l'incendie.

<b>Délais*</b> <b>(min)</b>	<b>Observations</b>
< 1	Combustion complète de la bâche plastique sur les flancs du stockage Jets d'eau (niveaux 3, puis 4) Projection de bouteilles
< 2	Accrochage des flammes au-dessus du stockage Ecrolement de plusieurs bouteilles
< 9	Ecrolement des niveaux 3 et 4 du stockage
< 17	Ecrolement d'une partie du niveau 2 du stockage

\* Délais approximatifs, à compter du départ de feu

*Tableau 3 : Relevés effectués pendant l'essai 5*

Le seul point susceptible de favoriser une extension de la zone en feu pourrait être l'effondrement des bouteilles et le déversement de tout ou partie de l'eau pendant la phase d'incendie violent (élargissement de la surface en feu au sol) dans la mesure où les liquides ne sont pas contenus dans un bac de rétention.

Les résultats de l'essai 5 permettent de dire qu'un stockage de bouteilles pleines d'eau qui serait pris dans un incendie (selon le scénario retenu) ne constituerait pas a priori un facteur aggravant de développement d'un incendie.

## **7. SCENARIO N°3 SUR UN STOCKAGE RECONSTITUE**

Les essais précédents ont montré :

- qu'un stockage de bouteilles plastiques pleines d'eau était difficile à enflammer et ne participait que très faiblement à un incendie,
- qu'un stockage de bouteilles plastiques vides pouvait entraîner un incendie très violent.

L'essai 6 consiste à essayer de représenter le scénario assez improbable d'un enchaînement de faits suivant : un premier incendie attaque un stockage de bouteilles d'eau et affecte un certain nombre de bouteilles qui perdent leur eau. Dans l'hypothèse considérée, le stockage alors constitué de bouteilles vides et pleines est attaqué par un second foyer (cas de multiples foyers dans un entrepôt ou résultant de la cartographie d'évolution d'un incendie dans un bâtiment selon les conditions de stockage).

Ce dernier essai (essai 6) se distingue donc par :

- les caractéristiques du stockage (stockage mixte de bouteilles pleines et de bouteilles vides),
- la configuration de l'essai (en milieu confiné-ventilé dans la galerie incendie) et le mode d'inflammation (stockage exposé à un rayonnement thermique),
- la mesure des effets thermiques.

## 7.1 CONFIGURATION DE L'ESSAI

### 7.1.1 Description des stockages

Les stockages "reconstitués" relatifs à l'essai 6 se rapportent à un scénario d'incendie de stockages partiellement endommagés ou défectueux (stockages contenant des bouteilles vides) susceptible d'être le plus pénalisant au vu des résultats des essais précédents.

La configuration des stockages a été choisie dans le dernier essai de manière à être en mesure d'examiner l'action possible d'un autre mode d'inflammation des stockages en entrepôt (flux thermique rayonné par l'incendie d'un stockage voisin).

Pour ce faire, deux stockages sur palettes distants de l'ordre de 20 cm l'un de l'autre dans le tunnel d'essai ont été reconstitués de la façon suivante :

- un stockage (A) de 63 packs de bouteilles a été disposé sur trois niveaux, au-dessus de trois palettes superposées <sup>(1)</sup>, en vue d'être soumis à un incendie entretenu à partir d'un feu de nappe d'alcool au sol,
- un stockage (B) de 84 packs de bouteilles a été disposé sur une seule palette et sur quatre niveaux, pour être soumis aux effets thermiques de l'incendie du premier stockage (A).

Dans les deux stockages (A et B), les bouteilles ont été arrangées de façon à former une ceinture de bouteilles vides à chacun des niveaux et un empilement de bouteilles pleines d'eau à cœur des stockages.

Des prises de vue (photo 13 pour le stockage A et photo 14 pour le stockage B) accompagnées de schémas (figure 1 pour le stockage A et figure 2 pour le stockage B) précisent la composition des stockages.



Photo 13 : Stockage A

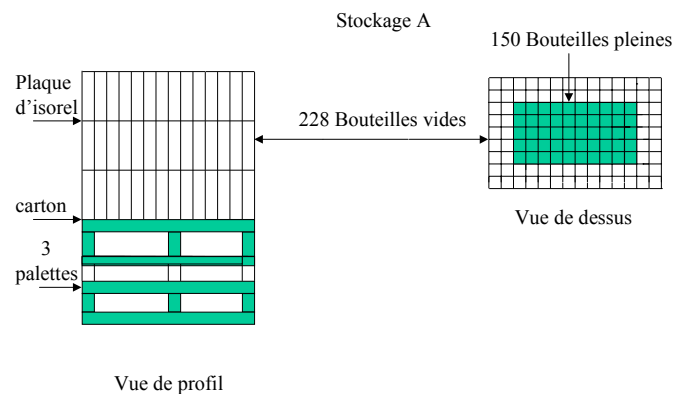


Figure 1 : Stockage A

<sup>(1)</sup> L'empilement de trois palettes a été choisi afin d'augmenter la violence du feu.



Photo 14 : Stockage B

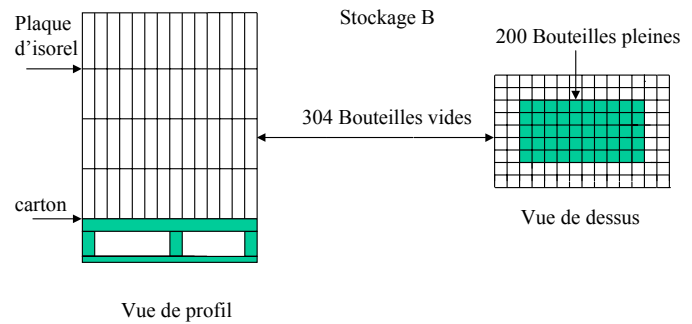


Figure 2 : Stockage B

### 7.1.2 Implantation des stockages

L'essai d'incendie a été réalisé dans la partie horizontale de la galerie incendiée, sous un débit de ventilation de 10 000 m<sup>3</sup>/h (cf. figure 3).

Les stockages (A et B) ont été disposés dans des conditions favorables pour que l'incendie primaire du stockage A situé en amont de l'installation d'essai puisse engendrer une extension du feu en aval sur le stockage B (distance de l'ordre de 20 cm entre les stockages A et B, sens de la ventilation de A vers B).

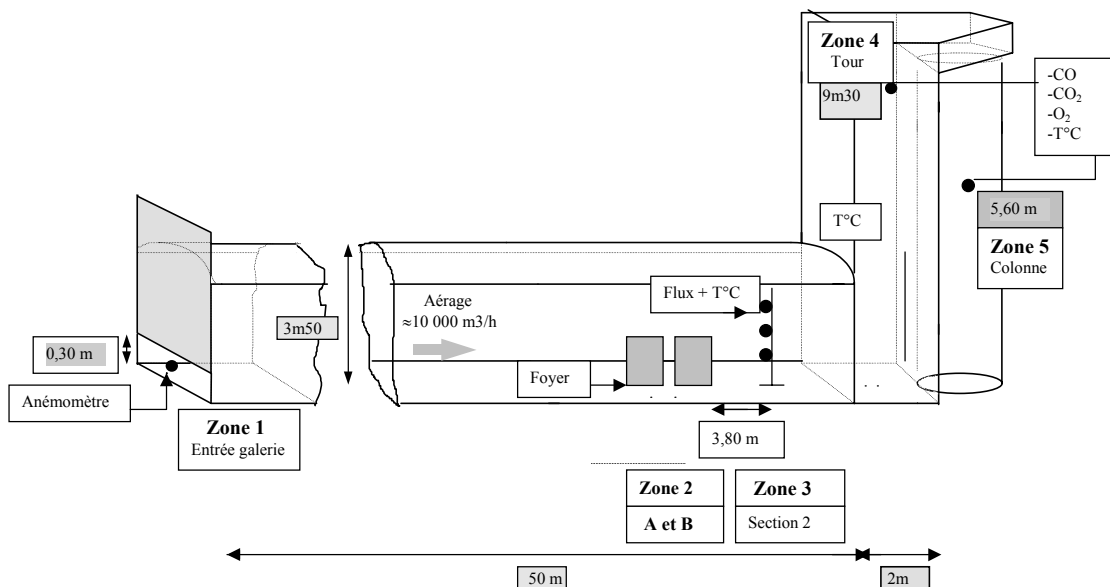


Figure 3 : Localisation de la zone d'essai

### 7.1.3 Mode d'inflammation

Le départ de feu sur le stockage A a été réalisé à l'aide d'un feu d'alcool placé sous le groupe de trois palettes superposées, 30 litres d'alcool étant contenu dans des bacs identiques à ceux de l'essai 4 (surface totale des foyers de 0,48 m<sup>2</sup>).



### 7.1.4 Instrumentation

Comme dans les autres essais, l'ensemble de l'essai a été filmé.

L'instrumentation proprement dite se rapporte essentiellement à des mesures de flux thermiques (flux totaux) et de températures dans une section de la galerie qui est située à 3,80 m du stockage B (cf. figure 4).

Les points de mesure des flux thermiques (F4, F5 et F6) associés à des mesures de températures (K21, K28 et K35) sont situés dans l'axe du tunnel d'essai, respectivement à 2,75 m, 1,50 m et 0,50 m par rapport au sol.

Les autres points de mesure des températures forment un maillage entre 2 m (K24, K25 et K26) et 1 m (K30, K31 et K32) par rapport au sol.

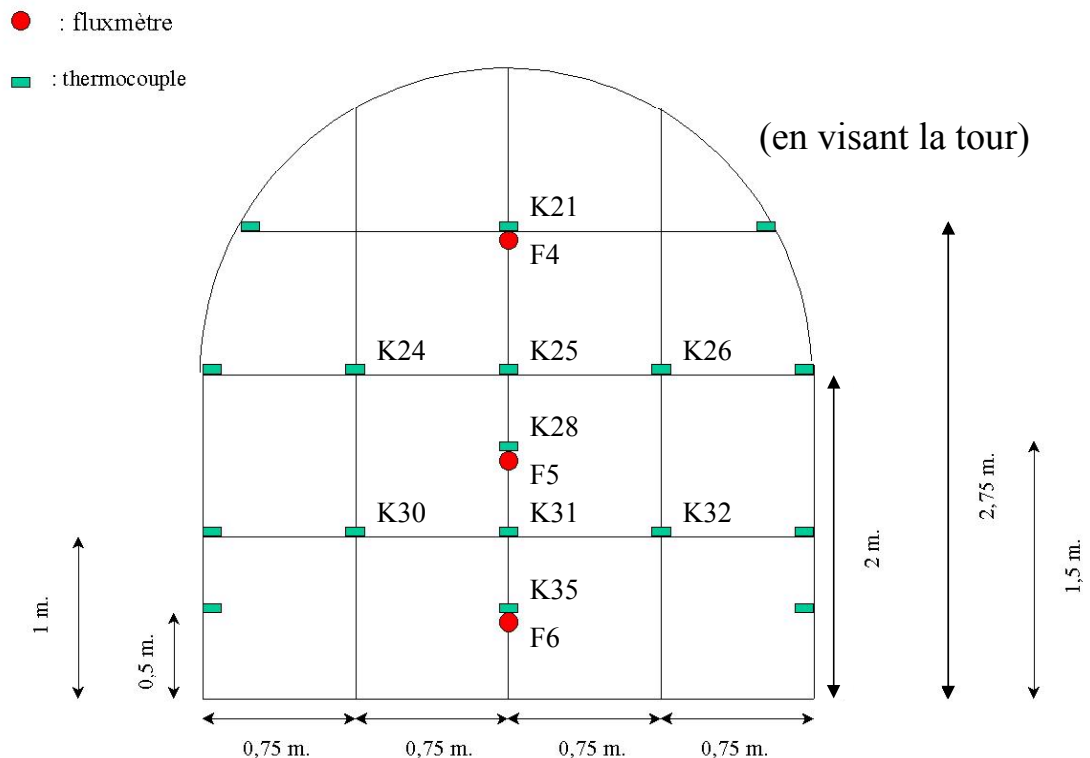


Figure 4 : Schéma d'implantation des capteurs dans la section de mesure

## 7.2 RESULTATS

Des prises de vues ont été extraites des enregistrements vidéo pour illustrer le déroulement de l'essai.

### 7.2.1 Durée de l'incendie

Le feu ouvert sur le stockage A (foyer primaire d'incendie) a duré pendant près d'une heure un quart avant de se transformer en feu de braise.

La présence de flammes (très localisées) sur le stockage B a duré une vingtaine de minutes.

### 7.2.2 Aspect visuel de l'incendie

La photo 15 témoigne de la violence de l'intensité du foyer primaire (stockage A); la propagation très limitée du feu à l'arrière du stockage est visible sur la photo 16.



*Photo 15 : Incendie du stockage A*



*Photo 16 : Face arrière du stockage B*

Les photos 17 et 18 prises après l'essai, illustrent l'impact thermique de l'incendie du stockage A (foyer primaire) sur le stockage B (prises de vue montrant la face exposée au feu et la face arrière du stockage).



*Photo 17 : Face amont exposée au feu*



*Photo 18 : Face aval*

L'examen du stockage B après essai indique que les flux thermiques engendrés par l'incendie du stockage A n'ont affectés que des bouteilles vides formant une ceinture autour du stockage.

Si les effets sont visibles à tous les étages sur la face exposée à l'action directe du foyer primaire (effondrement de bouteilles qui ont plus ou moins participé à un incendie au sol), l'impact du feu n'est visible que sur les deux niveaux situés en partie supérieure et arrière du stockage

Le relevé des impacts thermiques à l'arrière du stockage témoigne donc d'une certaine propagation du feu en partie haute du stockage; mais ce uniquement sur des emballages (bouteilles vides).

Au vu du peu de dégâts causés sur le stockage, il est probable qu'il n'y aurait pas eu d'effets notables sur un stockage palettisé standard (empilement de bouteilles pleines d'eau) dans le scénario d'incendie de l'essai 6.

### 7.2.3 Mesures thermiques

Les profils d'évolution des flux thermiques et des températures qui ont été mesurés à une distance de 3,80 m en aval du stockage B sont reproduites sur les figures 5 à 7 incluses.

#### 7.2.3.1 Flux thermiques

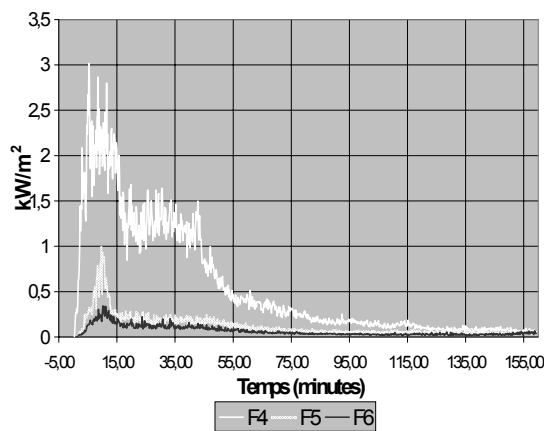


Figure 5 : Flux thermiques mesurés dans l'axe de la galerie

Pendant l'incendie violent du stockage A (de l'ordre de 40 minutes), les flux thermiques mesurés à une hauteur de 2,75 m par rapport au sol sont compris entre 1 kW/m² et 2,5 kW/m².

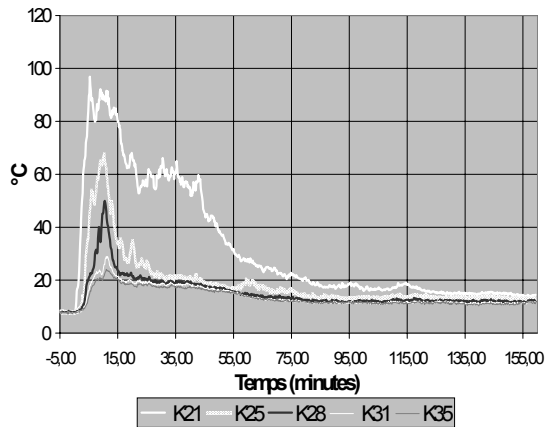
Les enregistrements permettent de distinguer deux paliers distincts :

- Le premier palier (flux thermiques compris entre 2 et 2,5 kW/m²) correspond à la première phase de l'incendie, d'une durée de 13 à 14 minutes (effet prépondérant de la combustion de l'alcool).
- Le second palier (flux thermiques compris entre 1 et 1,5 kW/m²) correspond à la combustion vive des palettes en bois, le feu ouvert s'étant transformé en feu de braises jusqu'à la fin de l'essai (avec la présence toutefois en quelques points de petits foyers secondaires avec flammes).

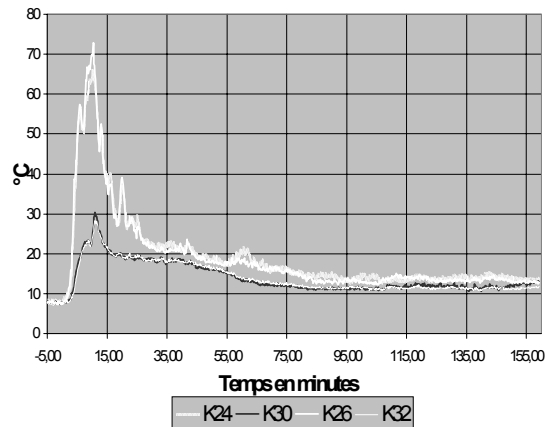
Aux autres points de mesure, les enregistrements n'indiquent qu'une évolution ponctuelle des flux thermiques pendant la première phase de l'incendie (pics de l'ordre de 1 kW/m² à 1,50 m par rapport au sol et < à 0,5 kW/m² à 0,50 m au-dessus du sol).

Ces dernières valeurs s'expliquent par la présence d'un écran formé par le stockage B et indiquent la présence très éphémère du feu à l'arrière de ce stockage.

### 7.2.3.2 Températures



*Dans l'axe de la galerie*



*à 0,75 m des parois de la galerie*

*Figures 6 et 7 : Profils des températures*

Les profils des températures traduisent les mêmes effets des incendies que ceux des flux thermiques.

Au point de mesure situé à 2,75 m par rapport au sol, la température a été d'environ 90 °C (température maximale relevée au cours de l'essai) pendant la première phase de l'incendie.

Pendant cette même phase de l'incendie, les enregistrements indiquent des pics de températures de l'ordre de 60 °C et 70 °C aux points de mesure situés à 2 m par rapport au sol.

## 8. CONCLUSION

---

La campagne d'essais destinée à évaluer le comportement au feu de stockages de bouteilles d'eau de source a été réalisée, tant à petite échelle que sur des modules représentatifs du mode de conditionnement en entrepôt.

Les épreuves ont été effectuées sur différentes configurations de stockages et selon plusieurs scénarii possibles d'incendies :

- essais sur un ou plusieurs packs de bouteilles pleines d'eau ou vides qui ont été soumis à l'action de feux de liquides inflammables au sol,
- essais à l'air libre sur des stockages palettisés standards (l'un à partir d'un foyer sous la palette, l'autre en simulant un stockage pris dans un incendie généralisé),
- essai en galerie incendie sur un stockage reconstitué (reproduction d'un stockage défectueux par la présence de bouteilles vides dans les empilements) qui a été soumis aux flux thermiques d'un incendie d'un stockage voisin.

Dans les conditions des essais, les résultats qui ont été obtenus conduisent à dire qu'un stockage palettisé standard (empilement de bouteilles pleines d'eau) ne contribue pas ou que très peu, en tant qu'aliment au feu, au développement d'un incendie dans son environnement.

Dans ce contexte, il s'avère qu'un stockage palettisé de bouteilles d'eau de source ne constitue pas un niveau élevé de risque d'incendie.

Il n'en reste pas moins vrai que seul un essai à très grande échelle permettrait d'appréhender les risques d'incendie inhérents à un ensemble de stockages palettisés de bouteilles d'eau sur des rayonnages (cas des entrepôts).

A contrario, les résultats des essais attirent l'attention de manière évidente sur la violence d'un incendie de stockage de bouteilles vides (feu de matières plastiques)

