

Janvier 2016

# Etude sur la détection incendie assurée par le système d'extinction automatique d'incendie

## Site DISPEO

Zone Industrielle de la Houssoye  
LA CHAPELLE D'ARMENTIERES  
(59 930)



● **SONIA DADI environnement**  
● > conseil en environnement,  
● ingénierie et études techniques

● 2, bd. du général de Gaulle  
● 94 270 LE KREMLIN BICÊTRE  
● TÉL : 01.53.14.71.40  
● FAX : 01.53.14.63.05  
● [sdenvironnement@wanadoo.fr](mailto:sdenvironnement@wanadoo.fr)

L'objectif de cette étude est de répondre à l'exigence des arrêtés ministériels d'enregistrement pour les rubriques 1510, 1530 et 1532 concernant la possibilité d'assurer la détection incendie au moyen du système de d'extinction automatique d'incendie :

#### **Article 2.2.9 Systèmes de détection incendie**

*La détection automatique d'incendie avec transmission, en tout temps, de l'alarme à l'exploitant est obligatoire pour les cellules, les locaux techniques et pour les bureaux à proximité des stockages. Cette détection actionne une alarme perceptible en tout point du bâtiment et le compartimentage de la ou des cellules sinistrées.*

*Cette détection peut être assurée par le système d'extinction automatique. Dans ce cas, l'exploitant s'assure que le système permet une détection précoce de tout départ d'incendie tenant compte de la nature des produits stockés et réalise une étude technique permettant de le démontrer. »*

Il s'agit donc de vérifier que le système sprinkler mis en place dans les cellules d'entreposage de l'établissement DISPEO de la Zone Industrielle de la Houssoye de la Chapelle d'Armentières permet une détection précoce de tout départ d'incendie quelle que soit la nature des produits stockés.

## **1. DESCRIPTION DES PARTIES DE L'OUVRAGE CONCERNEES PAR L'ETUDE**

### **1.1 Caractéristiques de l'établissement**

---

L'établissement est implanté sur un terrain d'une superficie de 44 364 m<sup>2</sup> correspondant aux parcelles cadastrales B2629 et B3023 dans la zone Industrielle de la Houssoye sur la commune de la Chapelle d'Armentières.

L'entrepôt présente une superficie totale de 18 413 m<sup>2</sup> pour un volume sous faîtage de 132 258 m<sup>3</sup>.

L'établissement est actuellement divisé en 7 cellules dont la superficie maximale est égale à 3 021 m<sup>2</sup> (cellules A, B, C, D, E, F et G). Ces cellules sont sprinklées.

Compte tenu de l'installation sprinkler de l'établissement, la superficie maximale d'une cellule au sens de l'arrêté du 15 avril 2010 est égale à 6 000 m<sup>2</sup>.

Certaines cellules existantes peuvent donc être groupées : on considérera donc que l'entrepôt est divisé en quatre cellules au sens de l'arrêté du 15 avril 2010 :

- Cellule AB : 5 040 m<sup>2</sup>
- Cellule CD : 3 279 m<sup>2</sup>
- Cellule E : 4 950 m<sup>2</sup>
- Cellule FG : 5 144 m<sup>2</sup>.

La structure porteuse (poteaux) est métallique, les poutres sont en lamellé collé.  
L'ensemble de la charpente mixte métal/lamellé collé présente une stabilité au feu d'un quart d'heure (SF 15).

Les cellules sont séparées par des murs coupe-feu de degré 2 heures (REI120).  
Ces murs sont solidaires des charpentes métalliques des entrepôts et présentent donc une stabilité au feu égale à celle de la structure métallique (stabilité R15). Les structures porteuses des murs coupe-feu séparatifs seront floquées de manière à permettre leur tenue au feu deux heures.

Les murs existants ne dépassent pas en toiture. Compte tenu de la configuration de la charpente mixte métal/lamellé collé des bâtiments, leur dépassement en toiture ne peut être envisagé. Il est donc prévu comme mesure compensatoire la mise en place d'une bande de flochage coupe-feu de degré deux heures en sous face du bac de toiture, sur une largeur de quatre mètres de part et d'autre des murs séparatifs.

Les portes coulissantes de communication inter-cellules sont coupe-feu de degré 2 heures (EI120). Elles sont équipées de fusibles thermiques situés en partie haute de la porte et assurant leur fermeture automatique en cas d'incendie.  
Les murs séparatifs entre cellules sont également équipés d'issues de secours. Ces portes sont coupe-feu de degré deux heures (EI120). Elles sont maintenues fermées en état normal par des ferme-portes.

Les complexes de couverture des cellules sont composés d'un support de toiture constitué d'un bac acier M0, d'une isolation type laine de roche et d'une étanchéité bitumineuse multicouche.  
Ces complexes d'étanchéité s'apparentent à des toitures Broof-T3.

## 1.2 Organisation des cellules

---

Cet entrepôt est destiné à accueillir une activité logistique (stockage et préparation de commande) dédiée aux produits commercialisés par la société BECQUET : du linge de maison (linge de lit, linge de bain, linge de table), des rideaux et des articles de décoration.

Le bâtiment peut accueillir environ 27 620 palettes dans quatre cellules d'une superficie variant de 3 279 à 5 144 m². Les produits stockés dans ces cellules sont des produits divers (classement 1510, 1530 et 1532) ne présentant pas d'autres risques que leur combustibilité.

Un système d'extinction automatique à eau de type sprinkleur couvre l'ensemble de l'entrepôt.

Le système sprinkleur est conforme à la règle APSAD R1 (APSAD R1. Règle d'installation. Extinction automatique à eau type sprinkleur. Edition 1974) et est de type conventionnel.

La règle R1 de l'APSAD indique que ces sprinkleurs sont conçus pour produire une projection d'eau dans toutes les directions, une partie de l'eau étant projetée au plafond. Ils sont généralement équipés de diffuseurs de type universel.

La règle APSAD R1 (article 1.2) détaille les objectifs d'une installation sprinkleur :

*« Le rôle d'un système sprinkleurs est de déceler un foyer d'incendie, de donner une alarme et d'éteindre le feu à ses débuts ou au moins de le contenir de façon que l'extinction puisse être menée à bien par les moyens de l'établissement protégé ou par les sapeurs-pompiers. »*

*Un système sprinkleurs comporte un dispositif d'alarme destiné à signaler que l'installation est en fonctionnement. L'alarme est destinée à informer les services d'intervention non seulement pour qu'ils agissent sur l'incendie mais aussi pour qu'ils évitent les dégâts d'eau inutiles lorsque l'extinction est complète. »*

### 1.4 Organisation de la sécurité incendie

---

Le dispositif d'alarme du sprinkleur est reporté en télésurveillance en dehors des heures ouvrées.

## 2. EVALUATION DE LA CINETIQUE DE DECLENCHEMENT SPRINKLEUR

### 2.1 Cinétique de développement du feu

---

- **Modèle de développement de feu**

En considérant la propagation radiale des flammes sur une surface donnée, le débit calorifique d'un foyer correctement ventilé croît avec le carré du temps écoulé. La cinétique caractéristique de l'incendie est alors simplement définie par le temps nécessaire pour atteindre un débit calorifique donné, par exemple la valeur de 1 000 kW.

Ce modèle de développement de feu en t<sup>2</sup> est très largement utilisé, pour des foyers liquides ou solides, surfaciques ou volumiques.

Pour une croissance en  $t^2$ , la cinétique peut être définie par référence à la norme NFPA 204 <sup>(1)</sup> :

- Pour une cinétique ultra-rapide, un débit calorifique de 1 000 kW est atteint en 1 min  $\frac{1}{4}$ .
- Pour une cinétique rapide, un débit calorifique de 1 000 kW est atteint en 2 min  $\frac{1}{2}$ .
- Pour une cinétique moyenne, un débit calorifique de 1 000 kW est atteint en 5 min.
- Pour une cinétique lente, un débit calorifique de 1 000 kW est atteint en 10 min.
- ...

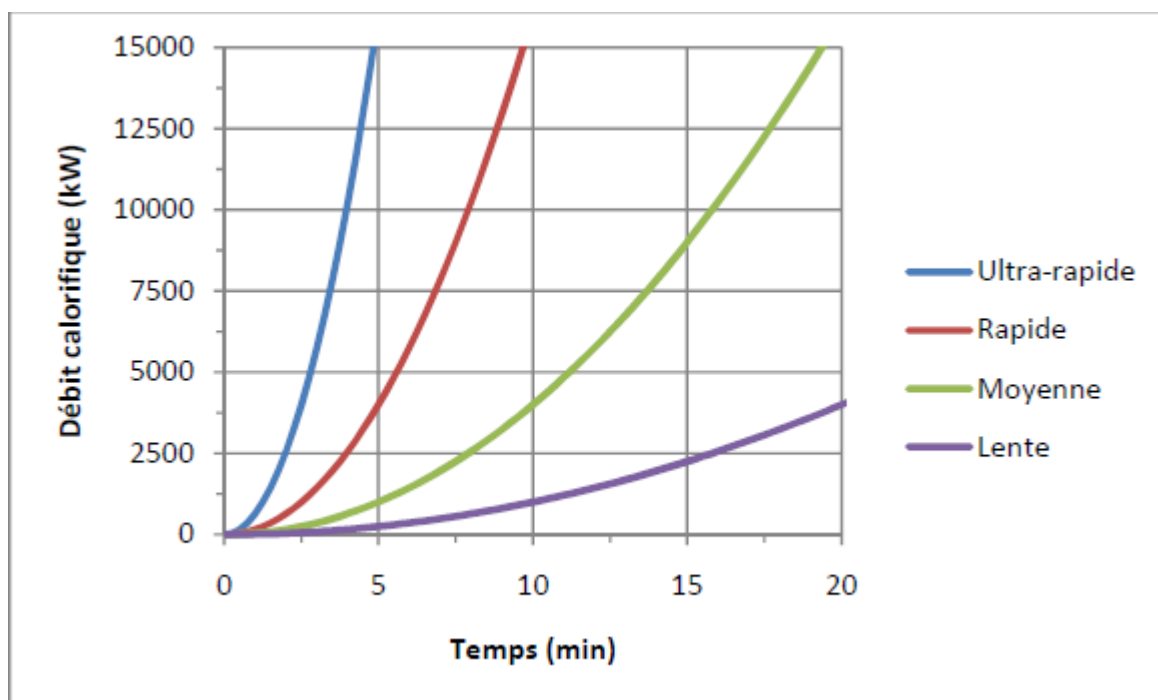


Figure 2-1 : Modèles de développement de feu normalisés

- **Stockage en racks**

La vitesse de développement d'un départ de feu dans un rack peut être assimilée à une cinétique ultra-rapide à rapide majorée suivant l'intensité de la source d'allumage et de la nature des emballages.

Un départ de feu dans un rack est en effet sujet à une propagation ascensionnelle rapide des flammes par un effet de « cheminée » entre les palettes jusqu'en toiture.

Les départs de feu en rack sur des palettes remplies de combustibles de différentes classes normalisés ont fait l'objet de nombreux essais réalisés notamment par Factory Mutual Research Corporation<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> NFPA 204 Standard for Smoke and Heat Venting. Ces cinétiques sont également largement utilisées dans d'autres normes et textes de référence.

<sup>2</sup> SFPE Handbook of Fire Protection Engineering. Third Edition. Heat Rates. Vytenis Babrauskas.

- **Stockage en mezzanines**

Nous considérons que du fait de la présence des plancher qui ralentissent la propagation verticale du feu par effet cheminée, la vitesse de développement d'un départ de feu en mezzanine (si elle peut aussi être assimilée à une cinétique ultra rapide) est plus lente que pour un incendie en racks.

Pour le reste de l'étude nous ne considérerons donc de façon majorante que le stockage sur racks.

- **Stockage en masse/préparation de commande / réception-expédition**

La vitesse de développement d'un départ de feu dans une zone de préparation de commande ou de réception / expédition (stockage en masse, palettes sur au plus deux niveaux) peut être assimilée à une cinétique rapide à moyenne (suivant le type des emballages).

En effet, il n'y a pas d'effet de tirage lié au rack, le foyer est peu confiné, et la hauteur sous plafond importante ne favorise pas (dans un premier temps) la propagation du feu par impact de la couche de fumées chaudes.

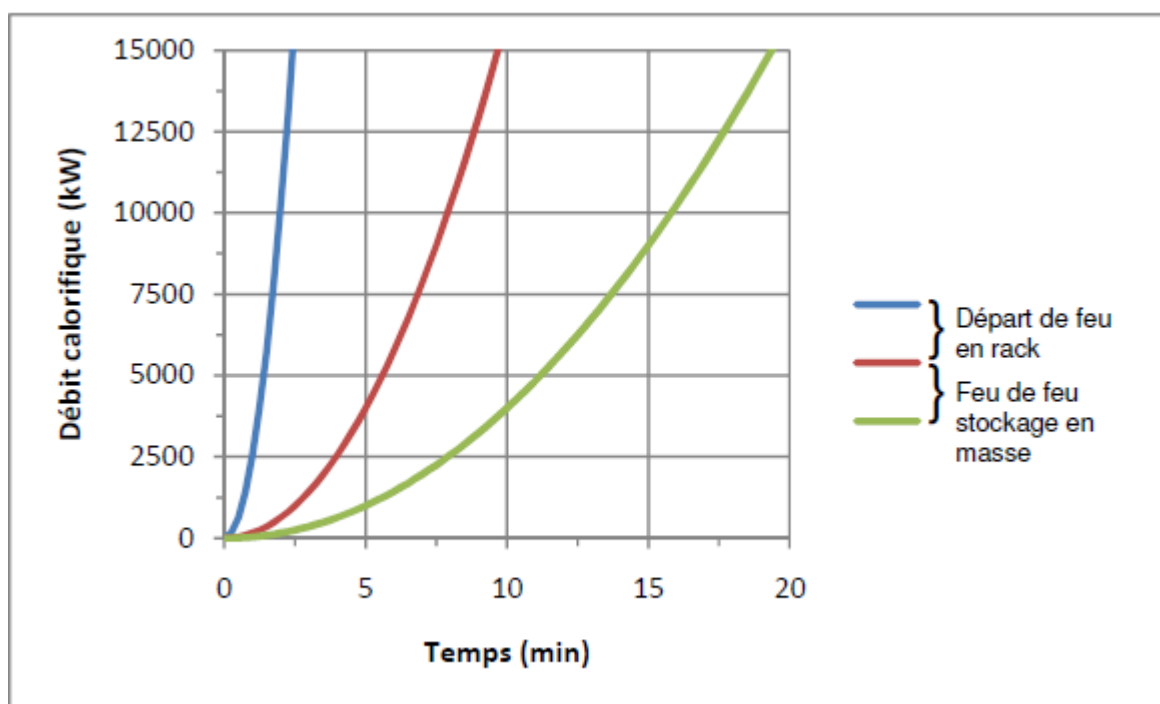


Figure 2-2 : Hypothèses de développement d'un départ de feu suivant le mode de stockage

- **Nature des produits stockés**

Ces cinétiques de développement d'incendie sont données par rapport au mode de stockage (stockage en racks ou en masse).

Les cinétiques données présupposent la satisfaction des exigences suivantes du système sprinkleur concernant les produits stockés et les conditions d'entreposage :

- Respect des classes de produits stockés autorisées.
- Respect des classes d'emballages autorisés.
- Respect des hauteurs maximum de stockage.
- Respect des distances entre palettes dans un rack et entre racks.
- Respect des surfaces et distances entre îlots au sol, etc.

## 2.2 Cinétique de déclenchement d'une tête sprinkler

L'évaluation de la cinétique de déclenchement d'une tête sprinkler est réalisée suivant la méthode de calcul présentée ci-dessous :

### • Echauffement d'une tête sprinkleur

L'échauffement et le déclenchement d'une tête sprinkler sont modélisés par l'équation différentielle suivante<sup>3</sup> :

$$\frac{dT_s}{dt} = \frac{\sqrt{u}}{RTI} (T_g - T_s)$$

Avec :

- $T_s$  : Température de la tête sprinkleur (°C).
- $u$  : Vitesse des fumées au niveau de tête sprinkleur (m/s).
- $RTI$  : Response index time (m.s)<sup>0.5</sup>
- $T_g$  : Température des fumées au niveau de la tête sprinkleur (°C)

La valeur du RTI est une valeur caractéristique de la sensibilité thermique de la tête sprinkleur, elle est donnée par le fabricant.

A titre indicatif, les valeurs requises dans la règle APSAD R1 sont les suivantes :

Niveau de sensibilité	RTI (m.s) <sup>0.5</sup>	Diamètre indicatif de l'ampoule (mm)
Standard « A »	<200	8
Spécial	50<RTI<80	5
Rapide	<50	3

<sup>3</sup> G. Heskestad and R.G. Bill. Quantification of Thermal Responsiveness of Automatic Sprinklers Including Conduction Effects. Fire Safety Journal, 14:113–125, 1988. Référence citée dans Fire Dynamics Simulator (Version 4). Technical Reference Guide. Kevin McGrattan, Editor.

- **Température et vitesse des fumées d'incendie sous plafond**

Les températures et vitesses des fumées d'incendie sont modélisées à partir de corrélations développées par Alpert (SFPE Handbook of Fire Protection Engineering. Third Edition. Ceiling Jet Flows. Ronald L. Alpert.) pour les écoulements de fumées sous plafond :

$$\begin{aligned}
 T - T_{\infty} &= 16.9 \frac{Q^{2/3}}{H^{5/3}} && \text{pour } r/H \leq 0.18 \\
 T - T_{\infty} &= 5.38 \frac{Q^{2/3}/H^{5/3}}{(r/H)^{2/3}} && \text{pour } r/H > 0.18 \\
 u &= 0.96 \left(\frac{Q}{H}\right)^{1/3} && \text{pour } r/H \leq 0.15 \\
 u &= 0.195 \frac{(Q/H)^{1/3}}{(r/H)^{5/6}} && \text{pour } r/H > 0.15
 \end{aligned}$$

Avec :

- T : Température des fumées en un point donné (°C).
- u : Vitesse des fumées en un point donné (m/s).
- r : Distance radiale à partir du centre du panache (m).
- H : Hauteur par rapport au foyer (m).
- Q : Débit calorifique convectif du foyer (kW) (débit calorifique convectif égal à 60% du débit calorifique total).

- **Dimensionnement sprinkleur**

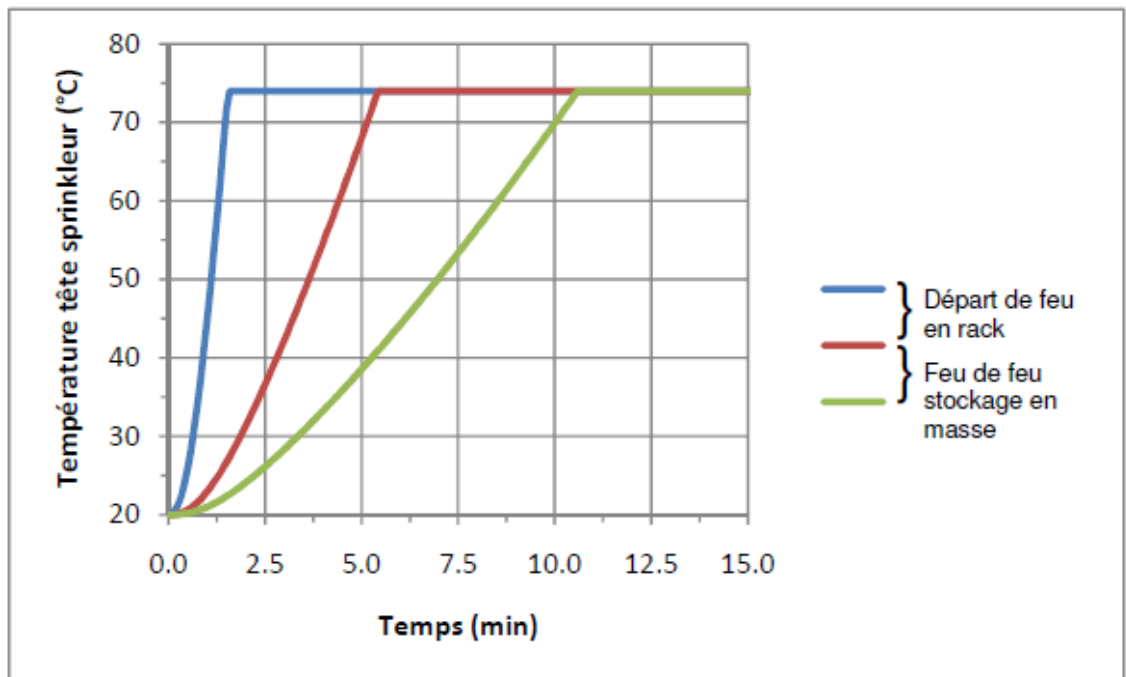
Les têtes sprinkler sont modélisées avec les données d'entrée suivantes, issues de la règle APSAD R1 :

- Température de déclenchement des têtes : 74 °C (valeur enveloppe, la température de fonctionnement des sprinkleurs sous-toiture étant 74 °C pour les fusibles et 68 °C pour les ampoules).
- Sensibilité thermique des têtes caractérisée par un indice de temps de réponse RTI égal à 50 (m.s)<sup>0.5</sup>.
- Hauteur moyenne : 10 m.
- Distance horizontale jusqu'à une tête sprinkleur en tout point inférieure à 1.7 m (la surface couverte par tête étant 9.3 m<sup>2</sup> au maximum).

- **Résultats**

Pour les différentes cinétiques de développement de feu, la courbe suivante présente l'évolution de la température de l'élément thermo-fusible de la tête sprinkleur sous toiture la plus proche du foyer :





**Figure 2-3 : Evaluation de la température d'une tête sprinkler suivant le mode de stockage**

Le tableau ci-dessous présente les délais entre le déclenchement entre la première tête sprinkler et le débit calorifique du foyer :

	Déclenchement première tête sprinkler	Débit calorifique du foyer
	2 minutes	6 400 kW
	5 minutes ½	4 800 kW
	5 minutes ½	4 800 kW
	10 minutes ½	4 600 kW

En supposant que l'alarme sprinkler se déclenchera moins d'une minute après le déclenchement de la première tête sprinkler, la cinétique de détection est alors la suivante :

Localisation du départ de feu	Cinétique de détection par le système sprinkler
Départ de feu en rack	2 à 6 minutes après le départ de feu
Départ de feu en zone préparation de commande, réception-expédition	6 à 11 minutes après le départ de feu

Notons que ces délais de détection sont liés à la réponse du système sprinkler, qui est prévu pour éteindre le départ de feu (sous réserve que les conditions de stockage, nature des emballages et produits entreposés répondent aux exigences du référentiel technique du système sprinkler). Après détection, l'aspersion d'eau est dimensionnée suivant le référentiel sprinkler pour contenir le développement du feu puis l'éteindre.

Par ailleurs, les délais de détection sont en rapport avec l'évolution de la cinétique de l'incendie. Un incendie avec une cinétique de développement plus rapide que celles considérées ici pour les zones

de stockage en rack ou en masse, conduira à un échauffement plus précoce de la tête sprinkler, conduisant à une détection plus précoce.

Enfin, le débit calorifique atteint par le foyer lors du déclenchement de la première tête sprinkler est estimé entre 4.5 et 6.5 MW, ce qui correspond à une surface équivalente de feu cellulosique comprise entre 9 et 13 m<sup>2</sup>. A l'échelle d'une cellule en simple rez-de-chaussée, un tel débit calorifique reste compatible avec des conditions d'évacuation satisfaisantes (les conditions de tenabilité des personnes liées à une exposition aux fumées d'incendie ne sont pas remises en cause, en termes visibilité, température, ou concentration en substances toxiques).

De plus, si on suppose que l'asservissement de la fermeture des portes coupe-feu entre cellules fonctionne correctement au déclenchement de l'alarme sprinkler, le risque de propagation du feu au-delà de la première cellule peut raisonnablement être écarté (sauf si le départ de feu était localisé à proximité immédiate d'une ouverture dans le mur coupe-feu).

### 3. CONCLUSIONS

Cette étude a permis d'évaluer de façon enveloppe la cinétique de détection d'un départ de feu par le système sprinkler conventionnel, dans la configuration de l'entrepôt DISPEO de la Chapelle d'Armentières.

Pour une cinétique de développement de l'incendie représentative du mode de stockage, le délai de détection d'un départ de feu est estimé à :

- 2 à 6 min pour un départ de feu dans un rack.
- 6 à 11 min pour un départ de feu dans une zone de stockage en masse (expédition et préparation de commande).

Dans la fourchette haute, ces délais peuvent à priori sembler longs au regard des capacités de détecteurs ioniques, optiques ponctuels ou multi-ponctuels actuels. Néanmoins, ils correspondent au déclenchement de la première tête sprinkler, initiant un arrosage d'eau qui sera alors directement en mesure de contenir puis d'éteindre le départ de feu.

Contrairement à un système de détection automatique d'incendie en l'absence de système sprinkler, aucune mesure d'alarme en interne ou d'alerte des services de secours n'est requise pour enclencher l'arrosage d'eau sur le départ de feu.

Par ailleurs, les délais indiqués précédemment sont directement liés à la cinétique de développement de l'incendie, et non à un facteur humain ou matériel. Pour une cinétique de développement du feu plus rapide, les délais de détection seront raccourcis, sans que cela remette en cause la capacité d'extinction du système sprinkler, sous réserve que les produits et modes de stockage soient en tous points conformes aux exigences du référentiel sprinkler.

Enfin, le développement du feu lors du déclenchement de la première tête sprinkler (sur une surface équivalente inférieure à environ 15 m<sup>2</sup>), ne remet pas en cause la capacité d'évacuation du personnel

dans des conditions acceptables. De plus, le risque de propagation d'un départ de feu depuis la première cellule vers une cellule voisine semble très limité, si la fermeture des portes coupe-feu inter-cellules est asservie à l'alarme sprinkler.

En ce qui concerne la prise en compte du déclenchement d'une tête sprinkleur permettant d'assurer une fonction de détection incendie, les exigences suivantes devront être satisfaites :

- Le report de l'alarme du sprinkler vers l'E.C.S. et le système de télésurveillance devra également être conforme en tous points à la règle APSAD R1.
- Conformément à l'article 2.2.9, la mise en service d'une alarme perceptible en tout point du bâtiment et le compartimentage de la ou des cellules sinistrées devront être asservies à l'alarme sprinkleur suivant les règles de l'art S.S.I. / C.M.S.I.
- Lors des heures ouvrées, la personne en charge de l'E.C.S. devra disposer d'une consigne pour l'appel des services de secours sur déclenchement de l'alarme sprinkler.
- Lors des heures non ouvrées, la personne en charge des alarmes du bâtiment au sein de la société de télésurveillance, devra disposer d'une consigne pour l'appel des services de secours sur déclenchement de l'alarme sprinkler.

Ces conclusions relatives à la détection incendie par le système sprinkleur sont valables uniquement si celui-ci est installé, entretenu et régulièrement vérifié conformément à un référentiel technique reconnu (APSAD R1 dans le cas présent), avec délivrance et présentation des certificats de conformité initiaux et périodiques correspondant.

Les mêmes exigences s'appliquent au S.S.I. pour les asservissements sur le compartimentage, l'alarme sonore et le report d'alarme sprinkler par télésurveillance.