



**SOCOTEC**

LE POUVOIR D'ANTICIPER

**POWER SERVICES**

**BUSINESS LINE**

**PÔLE INSPECTION**

Immeuble Mirabeau  
5, place des Frères Montgolfier  
Guyancourt – CS 20732  
78182 Saint-Quentin-en-Yvelines Cedex  
Tél. : 01.30.12.85.55 - Fax : 01.30.12.85.83

A l'attention de la SSTI de la Chapelle St-Luc  
9, rue de la Douane  
10600 La Chapelle saint Luc

Guyancourt, le 13/07/2020

N/Réf. : INS/BNT/21-030 Rev A

Objet : « **Vérification de la non ruine en chaîne des bâtiments de l'entrepôt SSTI La Chapelle St-Luc** »

Madame, Monsieur

Nous avons le plaisir de vous adresser notre offre relative à la vérification du comportement de la structure de l'entrepôt de stockage de la **SSTI La Chapelle St-Luc**, pendant et après incendie.

Nous avons le sentiment d'avoir répondu à vos attentes, tant sur le plan des compétences que sur le délai. Nous restons, bien entendu, à votre entière disposition pour toute information complémentaire souhaitée.

Dans l'attente d'une réponse favorable, nous vous prions d'agréer, Monsieur, l'expression de nos sentiments distingués.

  
Luc-Vincent BENET  
Ingénieur chargé d'affaires

  
Rana AKIKI  
Directrice d'agence



**SOCOTEC**

LE POUVOIR D'ANTICIPER




Power Services  
Business Line

**Vérification de la non ruine en  
chaîne de trois bâtiments de  
l'entrepôt de stockage SSTI La  
Chapelle St-Luc lors d'un incendie**

Prestation d'expertise

Réf. :  
INS/BNT/21-030/ Rev A

**Vérification de la non ruine en chaîne  
des bâtiments de l'entrepôt SSTI La  
Chapelle St-Luc**

A	13/07/2021	8	 L.V. BÉNET	 F. RIFAI	 R. AKIKI
<b>Rév.</b>	<b>Date</b>	<b>Nb pages</b>	<b>Rédaction</b>	<b>Vérification</b>	<b>Approbation</b>



**SOCOTEC**

LE POUVOIR D'ANTICIPER

Power Services  
Business line

# SOMMAIRE

I. CONTEXTE DE LA PRESTATION.....	3
II. METHODOLOGIE MISE EN ŒUVRE .....	4
II.1. Simulation de l'incendie .....	4
II.2. Scénario d'incendie.....	5
II.3. Simulation du comportement thermomécanique .....	5
II.4. Données d'entrée nécessaires au calcul.....	5
II.5. Livrables .....	6
III. COÛT DE LA MISSION.....	7
III.1. Part ferme : coût de l'étude d'incendie du bâtiment neuf.....	7
III.2. Parts optionnelles .....	7
III.2.1. Option 1 : coût de l'étude d'incendie du bâtiment M6 .....	7
III.2.2. Option 2 : coût de l'étude d'incendie du bâtiment de l'entrepôt SEDIS .....	7
IV. DELAI .....	7
V. CONDITIONS DE FACTURATION.....	8
VI. ASSURANCE QUALITÉ.....	8
VII. VALIDITÉ DE L'OFFRE .....	8
VIII. BON POUR ACCORD.....	8

## I. CONTEXTE DE LA PRESTATION

La société « SSTI La Chapelle St Luc » située au 9, rue de la Douane, 10600 La Chapelle saint Luc souhaite vérifier le comportement structurel de trois bâtiments de stockage en cas d'incendie.



Figure 1 : Plan de masse du projet

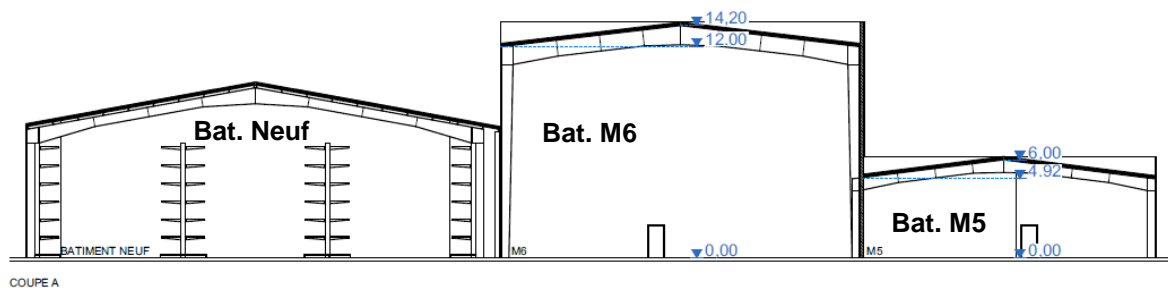


Figure 2 : façades Sud du bâtiment neuf et des bâtiments M6 et M5

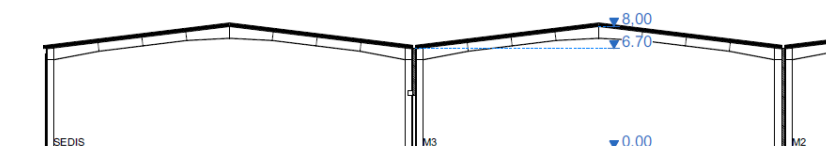


Figure 3 : façades bâtiment SEDIS

Compte tenu des différences architecturales, il serait utile d'effectuer à minima une étude d'incendie pour chacun des trois bâtiments suivants (\*) :

- Le bâtiment neuf compte tenu de son volume majorant ;
- Le bâtiment M6 compte tenu de sa hauteur ;
- Le bâtiment abritant l'entrepôt SEDIS.

(\*) L'étude du bâtiment M5 n'est pas proposée dans cette offre compte tenu de ses dimensions modestes.

Le site est soumis à autorisation au titre des ICPE pour la rubrique 1510 « entrepôts ouverts » et le cas échéant à la rubrique 1530 (Dépôt de papiers et combustible analogue).

Les produits sont stockés en racks ou en ilots.

Par leurs dimensions et la nature des marchandises stockées, les entrepôts entrent dans le cadre de la réglementation relative aux Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE).

Conformément à l'arrêté du 11 avril 2017, les exigences suivantes doivent être vérifiées :

- 1) l'ensemble de la structure est à minima R 15 ;
- 2) la structure d'un l'entrepôt ne s'effondre pas vers l'extérieur ;
- 3) la ruine d'une cellule de stockage n'entraîne pas la ruine des autres cellules voisines (non ruine en chaîne).

Ainsi, Il s'agit d'étudier pour chacun des bâtiments le comportement thermomécanique de la structure soumise aux flux thermiques générés par l'incendie. Ceci est essentiel afin d'assurer la non-propagation du feu et de garantir la sécurité du personnel d'intervention.

L'offre de SOCOTEC Power Services est relative à cette demande.

## II. METHODOLOGIE MISE EN ŒUVRE

SOCOTEC PWS propose une étude numérique basée sur les simulations d'incendie dans les bâtiments de stockage et sur les simulations du comportement thermomécanique des structures des bâtiments soumises à l'incendie.

### II.1. Simulation de l'incendie

La simulation de l'incendie sera faite avec le logiciel « **Fire Dynamics Simulator** » (FDS). Ce logiciel est un code de calcul de type « Computational Fluid Dynamics » (CFD) spécifique à l'incendie, développé par le « National Institute of Standards and Technology » (NIST). Il modélise les écoulements d'air chaud et des fumées en cas d'incendie, et a été développé pour résoudre des problèmes pratiques de l'ingénierie de la sécurité incendie et pour fournir un outil pour la recherche fondamentale en dynamique du feu et en combustion.

Les simulations effectuées par FDS traitent de problèmes d'écoulements engendrés par un foyer. FDS résout numériquement les équations de Navier-Stokes en adoptant une approche à faible nombre de Mach qui permet de dé-corréler le calcul du champ de vitesse de celui du champ de pression. Le logiciel prend en compte les phénomènes de transfert de chaleur par convection et par rayonnement, ainsi que par conduction dans les

solides. FDS s'appuie sur un maillage cartésien des volumes, qui demande un certain degré de simplification des géométries mais qui permet d'obtenir des résultats fiables en un temps de calcul raisonnablement limité. Il permet d'obtenir en sortie les champs de vitesse, de température, les flux de chaleur ainsi que les informations sur la visibilité (transport des fumées).

À la fin de l'étude d'incendie, l'évolution du champ de flux thermique dans toute la structure de la cellule de stockage (parois, toiture) sera connue et utilisée comme donnée d'entrée pour l'étude de vérification de non-ruine par calculs thermomécaniques.

## **II.2. Scénario d'incendie**

Les hypothèses suivantes pourront être faites pour modéliser l'incendie.

Un seul scénario d'incendie par entrepôt sera pris en compte. Il correspondra au scénario le plus pénalisant identifié de concert avec le client pour chacun des deux entrepôts en fonction de la nature et des volumes de stockage par cellule et des spécificités structurelles des bâtiments.

Seule la cellule du bâtiment où a lieu l'incendie sera modélisée. La propagation du feu aux racks avoisinants sera calculée par le logiciel. Les effets de l'incendie sur le comportement des structures du bâtiment seront analysés.

Les portes, ouvrants et exutoires seront modélisés. Une ouverture conditionnelle pourra être modélisée ainsi que tout autre événement conditionnel (fusion d'un lanterneau thermoplastique, rupture de vitres, adaptation du désenfumage, ruine progressive d'un plenum ...) pourra être prise en compte, si demandée par le client.

Compte tenu du fait que des amenées d'air frais sont demandées par la norme, elles seront prises en compte dans la simulation (soit par des ouvrants en façade, soit par des bouches raccordées à des conduits, soit par les portes des cellules à désenfumer donnant sur l'extérieur), pour garantir un développement du feu significatif.

On considérera pour chacun des trois entrepôts un départ (feu de batterie, de palette en bois ou nappe de carburant ou d'alcool au sol combustibles), le feu se propageant ensuite sous l'effet de la combustion des palettes en bois et des vapeurs d'alcool. La durée totale de l'incendie est de 2 heures de temps physique maximum.

## **II.3. Simulation du comportement thermomécanique**

Sous l'action des contraintes thermiques de l'incendie simulé, une étude numérique de la tenue thermomécanique de la structure sera faite. Un logiciel de calcul par éléments finis (**LS-Dyna** ou **Cast3m**) sera utilisé pour évaluer le comportement thermomécanique de la structure, et vérifier les critères de non ruine en chaîne et non ruine vers l'extérieur.

## **II.4. Données d'entrée nécessaires au calcul**

**Les données suivantes devront impérativement être fournies par le client pour démarrer l'étude :**

- **Plans avec l'ensemble des données géométriques de l'entrepôt** (dimensions des cellules, des parois, des poutres et autres éléments structurels, épaisseurs des murs, sections et profilés, position des ouvrants et des exutoires, murs coupe-feu...) ainsi que les liaisons entre les éléments structurels.
- **Agencement du stockage :**
  - surface de stockage, disposition des racks ou des îlots dans l'entrepôt, largeur des allées entre racks ;

- nombre de palettes max, dimension et matériaux d'une palette ;
- nombre de niveaux d'entreposage des palettes.
- **Propriétés mécaniques des matériaux de la structure ;**

**Les données suivantes devront également être fournies par le client, mais pourront faire l'objet d'hypothèses si manquantes :**

- **Propriétés physiques des matériaux des structures de l'entrepôt** (les poteaux, poutres, parois et toiture, etc.) : masse volumique, résistance mécanique, conductivité thermique, capacité thermique (chaleur spécifique) ;
- **Surfaces et positionnements et fonctionnement des systèmes de désenfumage** ; des trappes de désenfumage passif ou dynamique, critères d'ouvertures etc. ;
- **Caractéristiques thermiques du flochage** s'il existe ;
- **Propriétés des matériaux stockés** : composition chimique des matériaux, volume ou masse des matériaux, puissance dégagée par combustion d'une palette.

***NB** : En l'absence d'informations précises sur les matériaux stockés, la puissance d'une palette 1510 sera retenue, à savoir une puissance de 1525 kW pour une palette de dimension 1,2 x 0,8 x 1,5 m<sup>3</sup>.*

## **II.5. Livrables**

Un rapport de synthèse au format « pdf » détaillera les points suivants :

- Les méthodologies mises en œuvre ;
- Les choix de modélisation (maillage, conditions aux limites, conditions initiales, etc.) ;
- Les principaux résultats du de la simulation d'incendie (champs de température) en fonction du temps, et les résultats des calculs thermomécaniques ;
- La vérification des critères de non ruine en chaîne et de non effondrement vers l'extérieur des bâtiments.

### III. COÛT DE LA MISSION

La structure étant spécifique à chacun des bâtiments du site, il est nécessaire d'effectuer une étude d'incendie dans une cellule de stockage de chacun des deux bâtiments du site objet de cette étude.

Le coût des parts fermes est de **9 850 €HT**.

Le coût des parts optionnelles est de **18 700 €HT**.

#### III.1. Part ferme : coût de l'étude d'incendie du bâtiment neuf

- **9 850 €HT** qui se décompose comme suit :
  - a. Modélisation et réalisation d'une simulation d'un scénario d'incendie : **3 500 €HT** ;
  - b. Modélisation, calcul, post-traitement et analyse de la tenue thermomécanique de la structure de l'entrepôt, vérification de la non-ruine en chaine : **4 250 €HT** ;
  - c. Rédaction du rapport : **2 100 €HT** ;

#### III.2. Parts optionnelles

##### III.2.1. Option 1 : coût de l'étude d'incendie du bâtiment M6

- **Partie optionnelle : 9 350 €HT** qui se décompose comme suit :
  - a. Modélisation et réalisation d'une simulation d'un scénario d'incendie : **3 500 €HT** ;
  - b. Modélisation, calcul, post-traitement et analyse de la tenue thermomécanique de la structure de l'entrepôt, vérification de la non-ruine en chaine : **4 250 €HT** ;
  - c. Rédaction du rapport : **1 600 €HT** ;

##### III.2.2. Option 2 : coût de l'étude d'incendie du bâtiment de l'entrepôt SEDIS

- **Partie optionnelle : 9 350 €HT** qui se décompose comme suit :
  - a. Modélisation et réalisation d'une simulation d'un scénario d'incendie : **3 500 €HT** ;
  - b. Modélisation, calcul, post-traitement et analyse de la tenue thermomécanique de la structure de l'entrepôt, vérification de la non-ruine en chaine : **4 250 €HT** ;
  - c. Rédaction du rapport : **1 600 €HT** ;

### IV. DELAI

Le délai de réalisation de l'étude, hors période de congé, est d'au **maximum 1 mois** pour chaque bâtiment après réception de la commande et de l'**intégralité des données nécessaires au déroulement de l'étude**.

Cette étude pourrait démarrer dans le courant du troisième trimestre 2021.



## V. CONDITIONS DE FACTURATION

100 % à la remise du rapport.

## VI. ASSURANCE QUALITÉ

La mission sera conduite conformément au système d'Assurance Qualité de SOCOTEC France certifié conforme aux exigences de la norme ISO 9001.

## VII. VALIDITÉ DE L'OFFRE

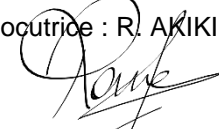
La présente offre est valable **1 an** à compter de la date d'émission.

## VIII. BON POUR ACCORD

Fait en 2 exemplaires à Guyancourt, le 13/07/2021.....

**SSTI La Chapelle Saint-Luc**  
(cachet et signature)

**Socotec Power Services**  
Votre interlocutrice : R. AKIKI



Téléphone : 01.30.12.88.04

Email : rana.akiki@socotec.com